

# Studie proveditelnosti zvýšení požární bezpečnosti datového centra

Bc. Ondřej Ešler

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

# Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej Ešler**  
Osobní číslo: **A18791**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Návrh proveditelnosti zvýšení požární bezpečnosti datového centra**  
Téma práce anglicky: **A Feasibility Study Design to Increase Data Center Fire Safety**

### Zásady pro vypracování

1. Rozeberte jednotlivé druhy stabilních hasicích zařízení.
2. Porovnejte hasiva používaná u plynových stabilních hasicích zařízení a uveďte k nim aktuální platnou legislativu.
3. Proveďte analýzu rizik z hlediska požární bezpečnosti a jejich dopadu na provoz datového centra.
4. Zpracujte variantní řešení na zvýšení požární bezpečnosti datového centra plynovým stabilním hasicím zařízením.
5. Porovnejte možné varianty a zvolte nejvhodnější dle požadavků zadavatele a příslušné legislativy.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. ČSN EN 15004. *Stabilní hasicí zařízení: Plynová hasicí zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
2. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4.
3. KINDL, Jiří. *Projektování bezpečnostních systémů*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. ISBN 978-80-7318-554-1.
4. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. *Bezpečnostní technologie, systémy a management III*. Zlín: VeRBuM, 2013. ISBN 978-80-87500-35-4.
5. LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti II*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9.
6. BEBČÁK, Petr. *Požární bezpečnostní zařízení*. 2. rozšířené vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-86634-34-0.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Rudolf Drga, Ph.D.**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: 9. prosince 2019  
Termín odevzdání diplomové práce: 29. května 2020



L.S.

---

**doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Milan Navrátil, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 9. prosince 2019

**Jméno, příjmení: Bc. Ondřej Ešler**

**Název diplomové práce: Studie proveditelnosti zvýšení požární bezpečnosti datového centra**

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s tím, že vyrovnaní případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne  
11. 08. 2020

Bc. Ondřej Ešler, v. r.  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Teoretická část diplomové práce popisuje druhy stabilních hasicích zařízení a jednotlivá používaná hasiva s důrazem na plynová stabilní hasicí zařízení.

Praktická část diplomové práce řeší analýzu konkrétního datového centra z hlediska požární bezpečnosti, včetně návrhu příslušných režimových a technických opatření. Součástí analýzy je rovněž návrh variantních řešení plynových stabilních hasicích zařízení. Při návrhu jsou zohledněny požadavky provozovatele datového centra, na základě kterých je vyhodnocena nejvhodnější varianta.

Klíčová slova:

Požárně bezpečnostní zařízení, plynové stabilní hasicí zařízení, NOVEC 1230, datové centrum, požární bezpečnost, aktivní požární ochrana

## **ABSTRACT**

The theoretical part of the diploma thesis describes each types of a fire extinguishing systems with emphasis on gas fire extinguishing systems and extinguishing agents used by these types of systems.

The practical part of the thesis deals with the analysis of a specific data center in terms of fire safety and the design of adequate regime and technical measures. This part also includes own design and proposal of variant solutions for gas extinguishing system. During the design, the requirements of the data center properior are evaluated, on the basis of which the most advantageous variant is then selected.

Keywords:

Fire safety equipment, gas fire extinguishing systems, NOVEC 1230, datacenter, fire safety, active fire protection

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a cenné připomínky v průběhu zpracování mé diplomové práce. Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Josefu Pončíkovi a celému týmu BSTS Fire & Security s.r.o., za poskytnutí praktických rad a cenných zkušeností, týkajících se problematiky stabilních hasicích zařízení a jejich navrhování. Poděkování patří také mé rodině, za jejich podporu během celého mého studia a zejména při psaní této práce.

Motto:

*„Víme, co jsme, ale nevíme, co můžeme být.“*

William Shakespeare

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>9</b>
<b>1 STABILNÍ HASICÍ ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>10</b>
1.1 VODNÍ SHZ.....	13
1.1.1 Hadicové systémy .....	14
1.1.1.1 Hydrantové systémy se zploštělou hadicí.....	14
1.1.1.2 Hadicové navijáky s tvarově stálou hadicí .....	15
1.1.2 Sprinklerová zařízení .....	16
1.1.3 Sprejová zařízení.....	21
1.1.4 Mlhová zařízení.....	23
1.2 PĚNOVÁ SHZ .....	27
1.3 PRÁŠKOVÁ SHZ .....	29
1.4 AEROSOLOVÁ SHZ .....	31
1.5 PLYNOVÁ SHZ .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>45</b>
<b>2 ANALÝZA POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI DATOVÉHO CENTRA .....</b>	<b>46</b>
2.1 CHARAKTERISTIKA A ANALÝZA HLAVNÍ BUDOVY .....	46
2.2 CHARAKTERISTIKA A ANALÝZA DATOVÉHO CENTRA.....	47
2.3 DOPORUČENÁ OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI .....	50
<b>3 NÁVRH PLYNOVÉHO SHZ – VARIANTNÍ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>52</b>
3.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY PROVOZOVATELE NA OCHRANU DATOVÉHO CENTRA .....	53
3.2 STROJNÍ ČÁST SHZ.....	54
3.2.1 Množství hasiva .....	54
3.2.2 Zásobníky hasiva.....	56
3.2.3 Rozvodné potrubí a trysky .....	57
3.2.4 Vznik a vyrovnání změny tlaku .....	58
3.3 DETEKČNÍ ČÁST.....	60
3.3.1 Detekční prvky .....	60
3.3.2 Řídící a ovládací prvky .....	61
3.3.3 Varovné a signalizační prvky .....	63
3.4 POSOUZENÍ A VYHODNOCENÍ VARIANTNÍCH ŘEŠENÍ .....	64
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>70</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>76</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>78</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>79</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>80</b>

## ÚVOD

Požár je nebezpečným jevem, při kterém dochází k ohrožení majetku, zdraví i životy osob. Ze statistických údajů hasičského záchranného sboru vyplývá, že na území ČR dochází každoročně k tisícům případů požárů, například rodinných domů, skladů, technických a technologických zařízení nebo vozidel, při nichž dochází ke zranění osob a téměř v každém z těchto případů, i k závažným škodám na majetku. Ačkoliv je úmrtnost při požárech v ČR poměrně ojedinělá, nelze tyto případy přehlížet, ani zlehčovat.

Vzhledem k dojezdovým časům jednotek požární ochrany na místo vzniku požáru jsou, za účelem minimalizace vzniklých škod a ztrát, aplikovány nejrůznější protipožární systémy. Z hlediska požární ochrany jsou nejúčinnějšími protipožárními systémy stabilní hasící zařízení, která jsou schopna samočinně reagovat na vznik požáru a dostat jej pod kontrolu ještě před příjezdem jednotek požární ochrany, které následně likvidaci požáru dokončí. Vybavení objektů protipožárními systémy jsou často požadováno také pojišťovacími ústavy.

Od počátků vzniku hasicích zařízení byla nejrozšířenějším a nejvíce dostupným hasivem voda, která však není vhodná k hašení některých materiálů, například hořlavých kapalin. S postupným vývojem stabilních hasicích zařízení se začala vyvíjet i jednotlivá hasiva, používaná v těchto zařízeních, například aerosolové prášky nebo chemické plyny.

V moderním světě elektronických technologií našly široké uplatnění nové druhy stabilních hasicích zařízení, a to s ohledem ke stále rostoucí potřebě chránit techniku a materiální vybavení vysoké hodnoty před požáry, například datová centra, ve kterých se nacházejí, zpravidla, technologie, jejichž finanční hodnota se pohybuje i v řádech desítek milionů korun. Jelikož datová centra jsou místa, kde jsou často soustředěna velmi cenná data, vzniká provozovatelům těchto zařízení potřeba jejich dostatečného zabezpečení, aby za žádných okolností nedošlo ke ztrátě dat, případně fyzickému poškození techniky, což by mohlo mít dopady na chod organizace provozovatele, včetně výrazných finančních ztrát (ušlého zisku, ztráty klíčových partnerů vlivem poškození dobrého jména organizace a ztráty důvěryhodnosti), které mohou provozovateli způsobit až existenční problémy.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 STABILNÍ HASICÍ ZAŘÍZENÍ

Moderní stabilní hasicí zařízení (dále jen SHZ) představují vysoce účinné řešení k zajištění aktivní požární ochrany zdraví a života osob a majetku. Účelem SHZ je požár včas lokalizovat, čímž se rozumí získání kontroly nad vzniklým požárem a zamezení jeho dalšího šíření, nebo v některých případech požár zcela eliminovat, tj. uhasit, bez potřeby součinnosti jednotek požární ochrany (dále jen PO). Přestože jsou některá SHZ schopna požár uhasit, je součinnost složek PO nezbytná, alespoň pro kontrolu a vyhodnocení situace na místě. [1]

Vzhledem k tomu, že systémy SHZ hasí požár po jeho vzniku, dochází, téměř vždy, k poškození majetku (hmotného či nehmotného) v různém rozsahu, případně také k ohrožení nebo újmě na zdraví dotčených osob. [1]

Současnému rozsáhlému použití SHZ předcházela požadavek na rychlejší hasební zásah, než jaké byly schopny provést jednotky PO, které byly omezeny dojezdovými časy a dalšími okolnostmi, mající vliv na celkovou dobu mezi detekcí požáru a jeho uhašením, která je hlavním faktorem z hlediska rizika poškození zdraví, ztrátám na životech, nebo vzniku majetkových škod. Proto jsou systémy SHZ navrhovány tak, aby byly schopny reagovat na vzniklý požár v nejkratší možné době (1–5 minut o vzniku požáru). K těmto účelům jsou SHZ vybavovány detekční částí, schopnou pohotové detekce požáru, a to i v řádu několika sekund po jeho vzniku. [1]



Obr. 1. Základní části stabilních hasicích zařízení. [1]

SHZ se navrhuji zpravidla pro objemové hašení chráněných prostor, nebo pro lokální hašení například technologických zařízení nebo strojů, a to s možností samočinné, nebo ruční aktivace. [1]

Vedle stabilních hasicích zařízení se lze v praxi setkat také se zařízením, označovaným jako polostabilní. Polostabilní hasicí zařízení (dále jen PHZ) nejsou, na rozdíl od SHZ, vybavena částí se zásobováním hasivem. Hasební médium je, v případě PHZ, dodáváno prostřednictvím připojovacích armatur, umístěných nejčastěji mimo chráněný objekt. Tyto armatury slouží k napojení hasicí techniky (cisternového vozu) jednotek PO. Výhodou PHZ je nízká pořizovací cena a nižší provozní náklady, vzhledem k absenci zásobníků s hasivem. Značnou nevýhodou PHZ je však čas, potřebný k dojezdu jednotek PO, jejichž součinnost je v tomto případě nezbytná pro uvedení zařízení do aktivního stavu a zahájení hašení požáru. [2]

### **Klasifikace stabilních hasicích zařízení**

Dle Vyhlášky ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), patří SHZ mezi požárně bezpečnostní zařízení s označením „vyhrazená“. [3, 4]

Mezi vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení (PBZ) dle Vyhlášky č. 246/2001 Sb. patří:

- *Elektrická požární signalizace*
- *Zařízení dálkového přenosu*
- *Zařízení pro detekci hořlavých plynů a par*
- *Stabilní a polostabilní hasicí zařízení*
- *Zařízení pro odvod kouře a tepla*
- *Požární klapky*
- *Požární a evakuační výtahy* [3]

Pro všechna výše uvedená PBZ jsou Vyhláškou č. 246/2001 Sb. a dalšími právními předpisy, stanoveny zvláštní požadavky na jejich projektování, instalaci, provoz, kontrolu, údržbu a opravy. [4]

## Hasiva a druhy SHZ

Hasební média se používají pro hašení požáru hořlavých látek, klasifikovaných v rámci tříd požáru, stanovených normou ČSN EN 2:

- Třída požáru A – požáry pevných látek
- Třída požáru B – požáry kapalin a látek, které do kapalného skupenství přecházejí
- Třída požáru C – požáry plynů
- Třída požáru D – požáry materiálů lehkých alkalických kovů [5]

K hašení požárů využívají SHZ hasební média, která plní funkce ochlazování, vytlačování kyslíku z hašené látky nebo chemické reakce. Jako hasební média se u SHZ zpravidla používají:

- Voda
- Pěna
- Prášek
- Aerosol
- Plyn [1]

Dle použitého hasiva se pak SHZ dále označují jako:

- Vodní SHZ
  - Hadicové systémy
  - Sprinklerová zařízení
  - Sprejová zařízení
  - Mlhová zařízení
- Pěnová SHZ
- Prášková SHZ
- Aerosolová SHZ
- Plynová SHZ [1, 6]

V následující části práce jsou tyto jednotlivé druhy SHZ podrobněji rozebrány a popsány.

## 1.1 Vodní SHZ

Vodní stabilní hasicí zařízení patří mezi nejvíce rozšířená zařízení pro aktivní požární ochranu, a to zejména kvůli použitému hasebnímu médiu – vodě. Voda je snadno dostupné médium, šetrné vůči prostředí, s účinným ochlazovacím a dusícím efektem v případě tvorby vodní páry, která vzniká jejím odpařením. Ochlazující efekt je označován hodnotou výparného tepla, která udává množství tepelné energie, potřebné k přeměně 1 kg látky ze skupenství kapalného, na skupenství plynné. K potlačení požáru ochlazením dochází ve chvíli, kdy hasební médium sníží teplotu hašené látky pod teplotu vzplanutí. [1, 7]

Jako hasivo je používána voda čistá, bez příměsí, případně směs vody s jinými chemickými látkami, které zvyšují její hasební schopnost. Vodou lze hasit zpravidla, požáry třídy A. Naopak vodou nelze hasit požár materiálů, u kterých, při styku s vodou, hrozí nebezpečí výbuchu, jako jsou hořlavé kovy a jejich slitiny, karbidy vápníku, hořící saze a prach. [1, 7, 8]

Pro účely hašení elektrických zařízení lze, za určitých podmínek, použít vodu demineralizovanou. V případě hašení elektrických zařízení, tato nesmí být pod napětím a prostory, v nichž jsou tato zařízení instalována, musí být velmi pečlivě kontrolovány a čištěny kvůli výskytu prachu a jiných nečistot. V případě nečistot smíchaných s vodou se zvyšuje její elektrická vodivost. [1, 7]

Účinnost hašení požáru vodou je ovlivněna také způsobem její aplikace, která je závislá na tvaru a provedení výstřikových koncovek daného zařízení. Vodu lze aplikovat přímým, plným proudem, nebo formou drobných kapek, různé velikosti. Při aplikaci vody ve formě drobných kapek, lze, v uzavřených prostorech, docílit lepšího dusivého efektu vzhledem k tomu, že je tímto způsobem voda odpařována rychleji. [1, 7]

### Rozdělení vodních SHZ:

- *Hadicové systémy*
- *Sprinklerová zařízení*
- *Sprejová zařízení*
- *Mlhová zařízení* [1]

### 1.1.1 Hadicové systémy

Tyto systémy jsou primárně určené k rychlému hasebnímu zásahu v místě vzniku požáru. Jejich provedení umožňuje velice snadné použití i pro osoby neproškolené k jejich použití a zacházení s nimi. Předpokladem však je, aby byl hadicový systém v daném prostoru přístupný (tj. nebyl blokován pracovními stroji, materiálem apod.). [1]

Hadicové systémy, z hlediska jejich provedení, lze rozdělit na:

- *Hydrantové systémy se zploštělou hadicí*
- *Hadicové navijáky s tvarově stálou hadicí* [1]

Návrh hadicových systémů se provádí dle příslušné části ČSN EN 671 Stabilní hasicí zařízení – Hadicové systémy. [1]

#### 1.1.1.1 *Hydrantové systémy se zploštělou hadicí*

*„Jde o hadicový systém, jehož součástí je zploštělá hadice připojená k uzavíracímu ventilu pomocí hadicových spojek. V případě potřeby je možné hadici odpojit a využít dodávky vody z hydrantového rozvodu pro jednotku PO k vytvoření útočného vedení.“* [1]

Hydrantový systém je tvořen skříní, ve které je uložen naviják s hadicí, opatřenou proudnicí. Skříň je zpravidla červené barvy a opatřena znakem H bílé barvy na dveřích skříně. Provedení hydrantové skříně musí umožňovat její otevření nebo naopak uzavření. Na dveře skříně se umísťuje ochranná plomba, která slouží k jasné identifikaci, zda byl hydrantový systém použitý v době mezi pravidelnými kontrolami provozuschopnosti zařízení. [1]



*Obr. 2. Hydrantový systém se zploštělou hadicí. [9]*

Vodu, jakožto hasební médium, lze aplikovat dvěma způsoby, a sice plným proudem, nebo rozstříkem, způsob aplikace závisí na možnostech proudnice, osazené na hadici systému. Délka hadice a její jmenovitý průměr musí splňovat předepsané parametry. [1]

Návrh hydrantových systémů se zploštělou hadicí vychází z možnosti provádění hasebního zásahu v místech vzdálených maximálně 30 metrů od jednotlivých skříní. Tato vzdálenost se vztahuje k délce hadice a maximální možné délce dostřiku proudnice, která je v případě aplikace vody plným proudem do 10 metrů a v případě aplikace rozstříkem do 3 metrů. [1]

#### ***1.1.1.2 Hadicové navijáky s tvarově stálou hadicí***

Na rozdíl od hydrantového systému se zploštělou hadicí mají tyto systémy pevnou, tvarově stálou hadici o průměru 19 mm, 25 mm nebo 33 mm. Hadice jsou vyráběny z textilie nebo umělého, tvarově stálého materiálu a jsou zpravidla vyztuženy drátovým opletením. Hydrantové systémy s tvarově stálou hadicí, umožňují snadnější hasební zásah, a to díky kruhovému tvaru hadice, která svým provedením usnadňuje odvinutí z otočného navijáku, usazeného v hydrantové skříní. [1]



Obr. 3. Hadicový systém s tvarově stálou hadicí. [10]

U tvarově stálých hadic je podmínka maximální délky hadice až 40 metrů. Ostatní parametry pro maximální možnou vzdálenost délky dostřiku proudnice, v případě plného proudu nebo rozstříku vody, zůstávají totožné, jako u hydrantových systémů se zploštělou hadicí. [1]

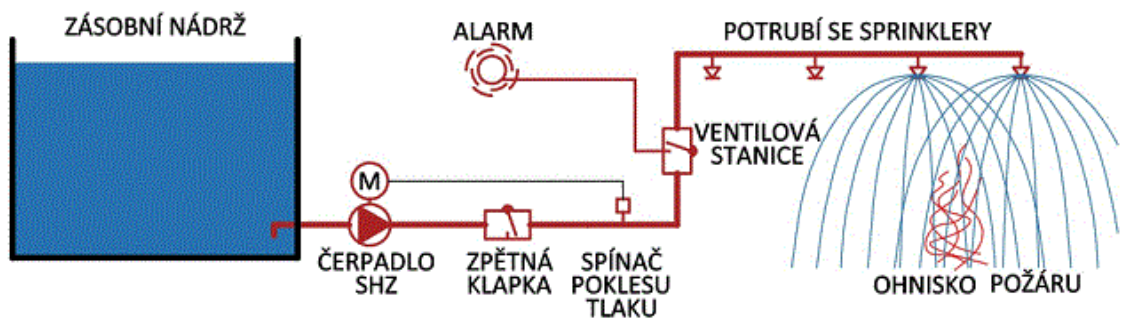
### 1.1.2 Sprinklerová zařízení

Sprinklerová zařízení představují hlavní pilíř aktivního hašení požárů vodou. Jedná se o nejrozšířenější aplikaci v rámci vodních stabilních hasicích zařízení, s možností samočinné aktivace. [1]

#### Základní části sprinklerového zařízení:

- Sprinklerové soustavy
  - Řídící ventily a ventilové stanice
  - Rozvodné potrubí
  - Sprinklerové hlavice
  - Armatury
- Zásobníky (nádrže) na požární vodu
- Zařízení pro zásobení vodou
- Monitorovací a poplachová zařízení [1]





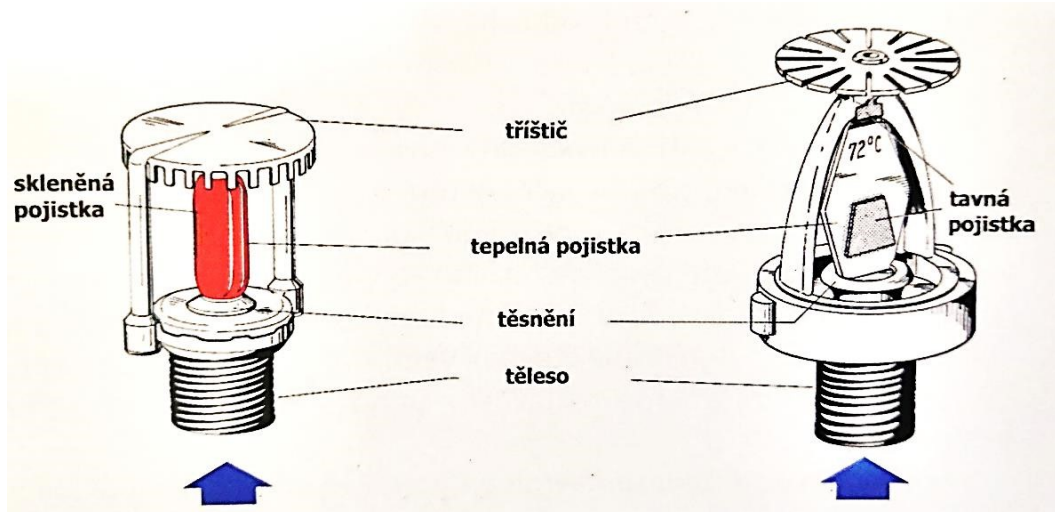
Obr. 4. Schéma sprinklerového zařízení. [11]

### Charakteristika

Sprinklerová zařízení jsou charakteristická svými výstřikovými koncovkami (hlavicemi), umístěnými na výstupních bodech rozvodného potrubí systému. Tyto hlavice se označují jako sprinklerové hlavice nebo také sprinklery. Sprinkler má tvar kuželové trysky zakončené deflektorem (tríštičem), který umožňuje úpravu proudu vody na sprchový proud o velikosti jednotlivých kapiček 1-3 mm. [1, 2, 12]

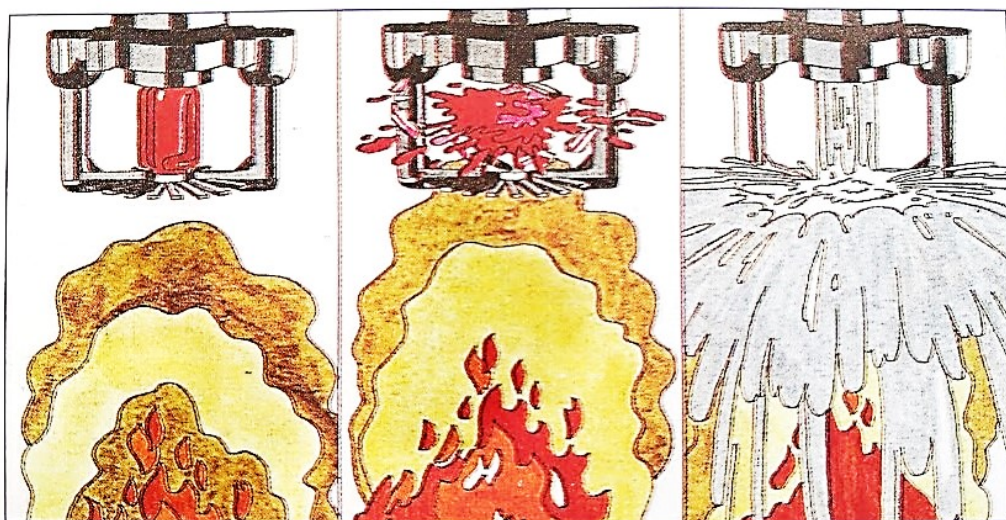
*„Účelem sprinklerů je zajistit rovnoměrnou dodávku vody na chráněnou plochu o stanovené intenzitě. Průtok sprinkleru se vyjadřuje K faktorem což je průtok v l/min při tlaku na sprinkleru 1 bar. Základní řada standardních sprinklerů má K 57, K 80 a K 115. Sprinklery s vyšším K než 115 se využívají především pro ochranu skladů.“* [1]

Aktivační funkci sprinklerových zařízení zajišťují sprinklerové hlavice, opatřené tepelnými pojistkami, které jsou usazeny uvnitř hlavic tak, aby blokovaly průtok hasiva. Tepelné pojistky se vyrábí jako tavné, s obsahem tavné pájky, nebo ve formě skleněné baňky, naplněné kapalinou, s charakteristickou teplotní roztažností. [1, 2, 12]



Obr. 5. Příklad sprinklerových hlavice se skleněnou (vlevo) a tavnou (vpravo) tepelnou pojistkou. [1]

Při překročení tzv. „otevřací teploty“ sprinklerové teplotní pojistky, vlivem sálavého tepla, dojde, v případě pojistky tavné, k jejímu rozpojení, čímž je dále umožněn průtok vody sprinklerovou hlavicí. V případě skleněné pojistky dojde, opět vlivem sálavého tepla, k expanzi kapaliny uvnitř pojistky a následnému prasknutí skleněné baňky (viz obr. 6.). [1, 2, 12]



Obr. 6. Příklad aktivace sprinklerové hlavice se skleněnou pojistkou. [1]

Tepelné pojistky jsou označeny charakteristickými barvami, které udávají jejich otevírací teploty. Barevné značení, včetně otevíracích teplot, se u pojistek tavných a skleněných liší. [1, 2, 12]

Tab. 1. Barevné značení a otevírací teploty sprinklerových hlavice s teplotními a tavnými pojistkami. [13]

Otevírací teploty sprinklerů se skleněnými pojistkami		Otevírací teploty sprinklerů s tavnými pojistkami	
Barevné označení	Otevírací teplota [°C]	Barevné označení	Otevírací teplota [°C]
Oranžová	57	Bez označení	55 až 77
Červená	68	Bílá	80 až 107
Žlutá	79	Modrá	121 až 149
Zelená	93, 100	Červená	163 až 191
Modrá	121, 141	Zelená	204 až 246
Fialová	163, 182	Oranžová	260 až 302
Černá	204, 343	Černá	320 až 343

## Provedení

Způsob provedení sprinklerového zařízení závisí také na typu použité sprinklerové soustavy. Sprinklerová soustava představuje „část sprinklerového zařízení zahrnující ventilovou stanici a k ní připojené potrubí se sprinklery a armaturami.“ [1]

Mokrý soustavy – Při otevření sprinklerové hlavice dojde ke změně pracovního tlaku média uvnitř rozvodného potrubí. U mokrých soustav je tímto médiem voda, která je uvedena pod tlakem přímo v rozvodném potrubí. Změnou tlaku vody uvnitř rozvodného potrubí dojde k aktivaci sprinklerových hlavice. Voda je následně vypouštěna sprinklery přímo na místo vzniku požáru, ve formě sprchového proudu. Nevýhodou mokrých soustav je možnost tuhnutí kapaliny (vody) uvnitř rozvodného potrubí vlivem okolní teploty.

V případech s nižší okolní teplotou je proto do vody přiměšována nemrzoucí směs. [1, 12, 14]

Suché soustavy – U suchých soustav je potrubí sprinklerového zařízení naplněno natlakovaným plynem (zpravidla dusík nebo vzduch). Aktivací některé ze sprinklerových hlavice dojde ke změně tlaku plynu uvnitř sprinklerové soustavy, změna je vyhodnocena tlakovými spínači zařízení a dochází k uvolnění hlavního ventilu soustavy. Následnou distribuci vody až ke sprinklerovým hlavicím zajišťuje čerpadlo (zařízení pro zásobování požární vodou). Čerpadla bývají poháněna elektrickými, nebo dieselovými, motory, s možností zálohy. Na rozdíl od mokrých soustav, dochází u suchých soustav k časové prodlevě mezi aktivací sprinklerové hlavice a distribucí hasiva potrubím až k hlavici, kvůli nutnosti vytlačení plynu z rozvodného potrubí. Tento typ zařízení je však vhodnější pro použití jak do vnějších, tak do vnitřních prostor. [1, 12, 14]

Smíšené soustavy – Zařízení, označovaná jako smíšená soustava, umožňují svým provedením kombinaci mokré nebo suché soustavy v rámci jednoho zařízení. Smíšené soustavy také umožňují změnu mezi mokrou a suchou soustavou v závislosti na předpokládaných změnách okolní teploty (změna ročního období apod.) [1, 12, 14]

Předstihové soustavy – Tento druh soustavy sprinklerového zařízení umožňuje blokaci hlavního řídicího ventilu požárně bezpečnostním zařízením. Jako požárně bezpečnostní zařízení je v tomto případě uvažována elektrická požární signalizace (dále jen EPS).

Předstihové soustavy lze rozdělit do dvou kategorií:

- Předstihová soustava typu A – k aktivaci sprinklerového zařízení dochází až vyhodnocením signálu ústřednou EPS.
- Předstihová soustava typu B – k aktivaci sprinklerového zařízení může dojít buďto signálem z ústředny EPS, nebo aktivací sprinklerových hlavice (přetavení nebo prasknutí tepelné pojistky uvnitř hlavice). [1, 12, 14]

Návrh sprinklerových zařízení se provádí dle normy ČSN EN 12845+A1 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba a normy ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou. Při návrhu sprinklerových zařízení je nezbytné volit vhodné komponenty z příslušné části normy ČSN EN 12259 Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení. [1]

## Aplikační prostředí

Systémy se sprinklerovými zařízeními se používají zejména kvůli silnému ochlazujícímu účinku vody. Jejich aplikace je snadná a obvykle méně nákladná než jiné stabilní hasicí systémy, jako například pro hašení plynem. S použitím běžného sprinklerového systému se lze velmi často setkat v prostorách podzemních garáží, prostorů s výskytem dřevěného materiálu nebo uhlí, nebo také ve spalovnách odpadů. [1]

### 1.1.3 Sprejová zařízení

S nárůstem použití sprinklerových zařízení začalo docházet k jejich postupným modifikacím. Jednu z nich představují sprejová zařízení označována, taktéž jako drenčerová, která mají velice obdobný princip funkce, jako je tomu u sprinklerů. [1]

### Charakteristika

Sprejová zařízení se, oproti sprinklerovým, liší zejména použitými výstřikovými koncovkami – sprejovými hubicemi. Hubice sprchových zařízení jsou trvale otevřené bez tepelných pojistek, a tedy bez možnosti lokálního hašení požáru v místě jeho vzniku, jak je tomu u sprinklerových hlavíc s tepelnými pojistkami. Sprejové hubice jsou znázorněny na obrázku 7. [1]



Obr. 7. Příklad provedení sprejových hubic. [15, 16]



Vzhledem k trvale otevřenému stavu sprejových hubic, dochází při aktivaci sprejového zařízení k proudění vody skrze všechny výstřikové koncovky daného systému. Systémy se sprejovým zařízením se používají zejména pro plošný ochlazující účinek hašením vodou. [1]



Obr. 8. Hasební zásah sprejového zařízení (vlevo) a sprinklerového zařízení (vpravo). [1]

### Provedení

Konstrukční skladba sprejových zařízení vychází z hlavních částí systémů se sprinklery. Zásadním rozdílem je použití odlišného způsobu detekce požáru, než je tomu u sprinklerů s tepelnými pojistkami, umístěnými v každé hlavici. [1]

Detekce požáru je u sprejových zařízení zajištěna buď neelektricky – pneumatickým nebo hydraulickým detekčním zařízením, nebo elektricky – požárními hlásiči. V případě detekce požárními hlásiči je nezbytná instalace samostatné ústředny SHZ, nebo připojení sprejového zařízení na objektovou EPS, pokud je v daném objektu instalována. Při aktivaci požárními hlásiči je signál z hlásičů vyhodnocen ústřednou systémem, která následně ovládá zaplavovací ventil. Po uvolnění zaplavovacího ventilu je aktivováno čerpací zařízení, které dále vhání do rozvodného potrubí vodu. Vodní proud je následně sprejovými hubicemi upraven na sprchový proud, který zaplavuje prostor, chráněný systémem SHZ. Sprejová hasicí zařízení mohou být aktivována automaticky nebo manuálně. Záměrně se systémy se sprejovými zařízeními používají jako vodní clony, nebo jako skrápěcí zařízení, a to zejména díky trvale otevřeným hlavicím. [1]

Vodní clony – Principem tohoto druhu sprejového (v některých případech i sprinklerového) zařízení je vytvoření vodní clony, převážně k zamezení šíření požáru. Toto řešení se používá zejména na únikových cestách pro případnou evakuaci osob mimo prostory objektu, zasaženého požárem. [1, 2]

Skrápěcí zařízení – Sprejová (v některých případech i sprinklerová) zařízení skrápěcí, se používají na ochlazení povrchů plášťů budov či skleněných výplní. Jedná se o druh vodního hasicího zařízení, zamezujícího dalšímu šíření požáru. [1, 2]

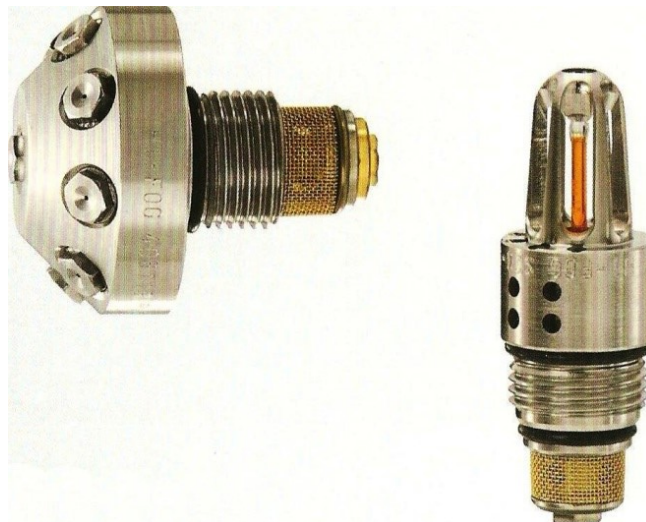
Návrh sprejových zařízení se provádí dle normy ČSN P CEN/TS 1486 Stabilní hasicí zařízení – Vodní sprejová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. Mezi další návrhové dokumenty pro sprejová zařízení patří také norma ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou. [1]

### **Aplikační prostředí**

Použití sprejových zařízení je v zásadě obdobné jako použití sprinklerových zařízení. Sprejová zařízení mohou, formou vodních clon nebo skrápěcích zařízení, sloužit pro ochranu ocelových nebo zasklených konstrukcí, k ochlazování plášťů budov, nebo skladovacích nádrží. V praxi se lze běžně setkat se sprejovými zařízeními v provedení jako polostabilní, tedy bez možnosti vlastního zásobení vodou, především tedy v případě možnosti rychlého dojezdu a zásahu jednotek PO. [1, 2]

#### **1.1.4 Mlhová zařízení**

S postupným vývojem vodních SHZ došlo také k modifikaci sprinklerových a sprejových systémů, ze které vzešla mlhová zařízení. Tento druh zařízení umožňuje hašení formou vodní mlhy. Systémy s mlhovými zařízeními aplikují vodní mlhu buď to trvale otevřenými sprejovými hubicemi, nebo sprinklerovými hlavice opatřenými tepelnými pojistkami pro dosažení automatické detekce a aktivace hlavice při výskytu požáru. K hašení požáru dochází u mlhových zařízení k lokálnímu nebo celkovému zaplavení chráněných prostor. [1]



Obr. 9. Sprejové hlavice a mlhové hubice používané u mlhových zařízení. [17]

### Charakteristika

Za charakteristickou vlastnost mlhových zařízení lze považovat způsob, jakým tato zařízení, oproti ostatním druhům vodních SHZ (sprinklerová a sprejová zařízení), aplikují vodu na vzniklý požár. Tento způsob aplikace hasiva je označován za vodní mlhu. „Za vodní mlhu se považují kapky vody, jejichž průměr  $D_{v,0,90}$  měřený v rovině 1 m od hubice/hlavice při minimálním provozním tlaku je menší než 1 mm.“ [1]

Výše uvedená definice vodní mlhy jde zjednodušeně chápat jako proces, při kterém je alespoň 90 % objemu sprchového proudu vody, aplikovaného skrze mlhovou hlavici/hubici na místo výskytu požáru, tvořeno roztráštěnými kapkami vody, ne většími, než 1 mm. Menší průměr vodních kapek má zásadní dopad také na množství vody, potřebného k provedení hasebního zásahu, a tím také na velikost požární nádrže nebo zásobníků s hasivem. Při stejném množství hasiva, jako například u sprinklerových zařízení, lze mlhovým zařízením hasit znatelně větší prostory. Díky menšímu množství vody, potřebnému k hašení, dochází také ke vzniku menších škod na zařízeních či majetku, nacházejícím se v prostoru, chráněném vodním SHZ. [1]



## Provedení

Mlhová zařízení se sestavují v provedení jako nízkotlaká, středotlaká a vysokotlaká se silným ochlazovacím a dusným účinkem při požáru. U nízkotlakých a středotlakých mlhových zařízení je skladba hlavních částí zařízení obdobná jako u sprinklerových a sprejových zařízení. U vysokotlakých mlhových zařízení jsou systémy sestavovány specificky, dle konkrétního návrhu řešení. [1]

Tab. 2. Charakteristické parametry sprchového proudu a vodní mlhy. [1, upraveno]

Dělení tříštěného proudu	Sprchový proud	Vodní mlha – MIST		
		Nízkotlaká	Středotlaká	Vysokotlaká FOG
Průměr kapek (mm)	1 – 3	1 – 0,40	0,40 – 0,20	0,20 – 0,025
Druh vodního SHZ	Sprinklerové nebo sprejové zařízení	Mlhové nízkotlaké, sprinklerové nebo sprejové zařízení	Mlhové středotlaké, sprinklerové nebo sprejové zařízení	Mlhové vysokotlaké zařízení
Hubice / hlavice	Sprinklerová nebo sprejová hlavice	Mlhová, sprinklerová nebo sprejová hlavice	Mlhová, sprinklerová nebo sprejová hlavice	Mlhová automatická nebo otevřená hlavice
Max. tlak (bar)	12	12	12 – 35	35 – 200

Vysokotlaká mlhová zařízení se běžně používají v kombinaci s EPS, která umožňuje aktivaci automaticky, samočinně v případě detekce požáru požárními hlásiči, nebo manuálně ručním tlačítkovým hlásičem. Samočinná aktivace může být také zajištěna neelektricky, pneumatickým nebo hydraulickým detekčním zařízením. [1]

Zařízení pro zásobování požární vodou nahrazují vysokotlaká čerpadla, která distribuují vodu rozvodným potrubím z nerezového materiálu o menším průměru, díky čemuž je dosažen vyšší průtok vody s maximálním tlakem 100–150 bar. Vysokotlaká čerpadla mohou být nahrazena také tlakovými nádobami s hasivem, doplněnými o tlakové nádoby s hnacím médiem, tvořeným plynem (zpravidla dusíkem). [1]

Zařízení dále sestává z ventilové řídicí stanice, která signálem z EPS otevírá hlavní ventil potrubí, což umožňuje průtok hasiva potrubím až k mlhovým hlavicím, kde dochází k tvorbě vodní mlhy a její následné aplikaci na vzniklý požár. [1]

Návrh mlhových zařízení se provádí zejména dle normy ČSN P CEN/TS 14972 Stabilní hasicí zařízení – Mlhová zařízení – Navrhování a instalace. [1]

### **Aplikační prostředí**

Při použití mlhových zařízení jsou kladeny vyšší požadavky na čistotu hasební vody, než je tomu u jiných druhů vodních SHZ. Drobné nečistoty v hasební vodě mohou mít nežádoucí vliv na tvorbu vodní mlhy při rozstříku vody mlhovými hlavicemi. Speciální mlhové hlavice jsou proto opatřeny sítí, která umožňují filtraci nečistot, usazených v potrubí (například prach). Mlhová zařízení je možno, s podmínkou dosažení nevodivosti vody a pravidelného čištění chráněného prostoru od prachu a nečistot, které mohou zvýšit vodivost hasební vody, aplikovat i pro hašení elektrických zařízení nebo technologií. Dodržení těchto podmínek, zvláště podmínky pravidelného a kvalitního čištění chráněného prostoru, je v praxi velmi těžko splnitelné, a proto se tato zařízení k hašení elektrických zařízení běžně nepoužívají. [1]

Typické prostředí pro použití nízkotlakých a středotlakých mlhových zařízení představují kabelové objekty, strojovny kompresorů a plynových turbín. V praxi se lze častěji setkat s mlhovými zařízeními v provedení jako vysokotlaká, která mají uplatnění zejména pro hašení kuchyňských technologií, archivů, skladů, knihoven, garážových prostor a tunelů. [1]

## 1.2 Pěnová SHZ

Pěnová SHZ slouží k aplikaci roztoku hasební pěny na vzniklý požár, která na povrchu hořící látky vytváří lehký film, zamezující dalšímu přísunu kyslíku. Systémy s pěnovými zařízeními jsou často kombinovány s vodními SHZ. Skladba těchto zařízení vychází ze základních částí sprinklerových a sprejových hasicích zařízení, která jsou, u pěnových zařízení, doplněna nádrží na pěnidlo a přiměšovacími zařízeními, ve kterém dochází k mísení pěnidla s vodou. [1]

### Základní části systémů s pěnovým hasicím zařízením:

- Nádrže na požární vodu
- Nádrže na pěnidlo
- Čerpací zařízení
- Přiměšovací zařízení
- Rozvodné potrubí s ventilovými stanicemi
  - Pěnové hlavice (sprinklery nebo sprejové hubice)
  - Armatury
- Řídicí zařízení
- Monitorovací a poplachová zařízení [1]

### Charakteristika

Zařízení pro hašení pěnou jsou charakteristická právě použitím pěnového nebo pěno-vodního roztoku, kterým je zaplavována chráněná oblast. Při hašení pěnou dochází k izolaci požáru nánosem vrstvy pěny na povrch hořící látky, za účelem omezení přísunu kyslíku, potřebného k hoření. Hašení pěnou je proto využíváno zejména k hašení hořlavých kapalin, nevhodných k jejich hašení vodou, jako jsou například benzín nebo aceton. Při hašení pěnou je nezbytné, aby výsledné pěnové hasivo nedopadlo na hašenou látku přímo, ale aby byla pěna nanášena klouzavě na povrch hořlavé látky. V případě kombinace pěno-vodních SHZ lze působit také ochlazovacím efektem, při kterém dochází k omezení sálavého tepla konstrukcí a materiálů v rámci prostoru chráněného systémem SHZ. [1]

## Provedení

Systémy s pěnovými hasicím zařízením se aplikují podle druhu použité pěny, druhu výstřikových koncovek (hlavic/hubic) a dle účelu hašení. Pěnu, jako hasivo, lze rozdělit na těžkou, střední a lehkou pěnu. U pěnových hasiv bývají uvedena tzv. čísla napěnění (do 20 pro těžkou pěnu, 21 – 200 pro střední pěnu a vyšší než 200 pro lehkou pěnu). Číslo napěnění představuje množství pěnidla, ze kterého je možné vytvořit potřebné množství výsledného pěnotvorného roztoku, určeného k hašení. Množství jednotlivých roztoků se udává v litrech. Pěnidlo je tvořeno z malé části vodou (1 – 6 %). Jako příklad lze uvést číslo napěnění 10, které u těžké pěny představuje výsledné množství hasicí pěny o objemu 10 litrů. [1]

Pěnidla používaná u pěnových SHZ jsou:

- FFF – Pěnidla tvořící vodní film na hladině hořlavé kapaliny
- FFF-AR – Pěnidla s odolností proti alkoholu tvořící vodní film na hladině hořlavé kapaliny
- FFFP – Flurotoproteinová pěnidla tvořící vodní film
- FFFP-AR – Flurotoproteinová pěnidla odolná proti alkoholu tvořící vodní film
- FP – Floroproteinová pěnidla
- FP-AR – Fluroproteinová pěnidla odolná proti alkoholu
- P – Proteinová pěnidla
- P-AR – Proteinová pěnidla odolná proti alkoholu
- S – Syntetická pěnidla
- S-AR – Syntetická pěnidla odolná proti alkoholu [18]

Pěnidla lze dále rozdělit dle stupně mísení s vodou. Proces, při kterém dochází k mísení pěnidla s vodou, se odehrává v přiměšovací zařízení. K tomuto procesu dochází na základě aktivace systému, vlivem vyhodnocení situace pneumatickým nebo hydraulickým zařízením, nebo ústřednou systému EPS, která obdrží signál o možném vzniku poplachu z požárních hlásičů, umístěných v chráněném prostoru. Na základě tohoto vyhodnocení jsou spuštěna čerpací zařízení obou nádrží, která pohání vodu a pěnidlo do přiměšovacího zařízení, ze kterého je dále výsledné hasivo – pěna, distribuováno skrze rozvodné potrubí a koncové hlavice na místo vzniku požáru. [1]

Vhledem k silným korozivním vlastnostem pěny jsou pro nádrže na uskladnění pěnidla a rozvodné potrubí systémů s pěnovými SHZ využívány, kromě nerezových materiálů,

také plastové materiály, které se vyznačují svou nekorozivní vlastností. Mezi další vlastnosti hasební pěny patří také možná environmentální nepřívětivost a toxicita. Na tyto vlastnosti je potřeba brát zřetel zejména při návrhu pěnového SHZ. Systémy s pěnovými SHZ jsou, při jejich aktivaci, záměrně zpoždovány, aby bylo osobám, nacházejícím se v chráněném prostoru, umožněno prostor opustit ještě před vypuštěním hasiva. K pozdržení aktivace systému s pěnovým SHZ se používají také manuální tlačítkové hlásiče k tomu určené. [1]

Při návrhu pěnových SHZ je třeba dodržet požadavky normy ČSN EN 13565-2 +AC Stabilní hasicí zařízení – Pěnová zařízení – Část 2: Navrhování, konstrukce a údržba. [1]

### **Aplikační prostředí**

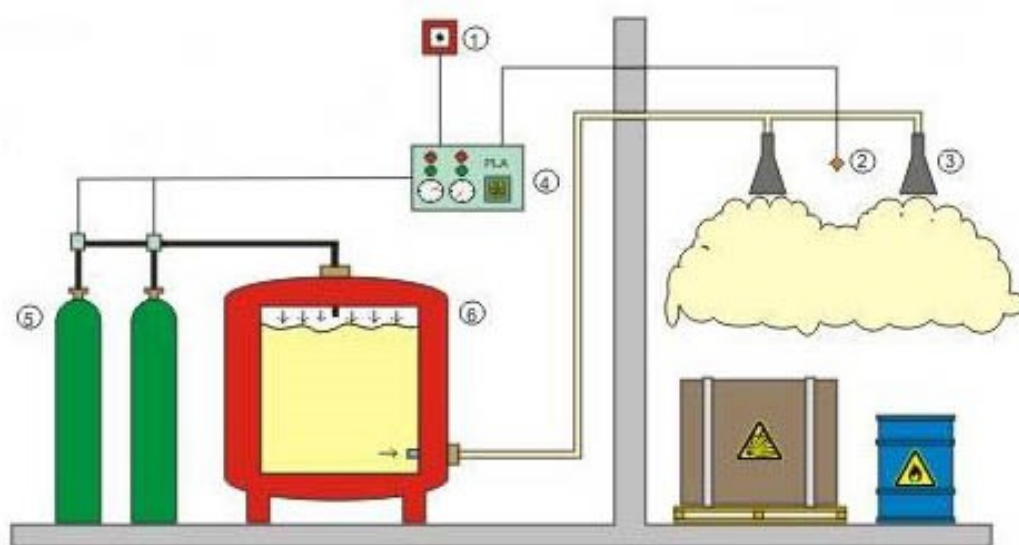
Pěnová SHZ nacházejí své uplatnění zejména tam, kde není použití vodních SHZ zcela optimálních. Používají se především k hašení požáru hořlavých látek třídy B. Typickým aplikačním prostředím pro nasazení pěnových SHZ jsou sklady hořlavých a nebezpečných látek a sklady pneumatik, hangáry, opravny letadel a záchytné jímky. [1, 2, 19]

## **1.3 Prášková SHZ**

Prášková hasiva požáru získala značné uplatnění u přenosných, ručních hasicích přístrojů, a to zejména díky možnosti hašení širokého spektra hořlavých materiálů a látek. V druhé polovině 20. století se proto začaly hasicí prášky využívat ve větší míře také u stabilních hasicích zařízení. *„Hlavní hasicí účinek prášků je antikatalický. Spočívá v přerušení chemické reakce při požáru v zóně plamenného hoření. Významný je i stěnový efekt, kterým se intenzivně snižuje sálavé teplo“* [20]

### **Základní části práškových SHZ:**

- Zásobník na hasivo (prášek) a ventily
  - Tlakové nádoby s hnacím plynem
- Rozvodné potrubí
- Práškové hlavice
- Ovládací a řídicí zařízení
- Monitorovací a poplachová zařízení [20]



Obr. 10. Schéma práškového SHZ. [21]

### Charakteristika

Prášková stabilní hasicí zařízení se díky použitému hasivu vyznačují vysokou efektivitou a rychlostí udržení požáru pod kontrolu. Hasicí prášek je tvořen směsí anorganických solí s hydroizolačními příměsemi. Moderní prášková hasiva jsou netoxická vůči lidskému organismu. Mezi hlavní nevýhody použití práškových hasiv patří výskyt zbytkových residuí po uhašení požáru. Zbytkový prach může proniknout do mechanických částí zařízení nebo předmětů, vyskytujících se v chráněném prostoru a poškodit je, případně ovlivnit jejich další funkčnost. [20, 22]

### Provedení

Prášková SHZ se realizují jako velké systémy pro objemové hašení a malé systémy pro účely lokálního hašení, například technologií nebo technologických zařízení. K aktivaci systému dojde buďto manuálně, stlačením páky, signálem z objektové EPS nebo samostatné ústředny SHZ. Systém musí být navržen tak, aby, kromě samočinné aktivace, umožňoval také manuální aktivaci systému. Detekci požáru zajišťují požární hlásiče v chráněném prostoru. Řídící stanice systému, spolu se samostatnou ústřednou SHZ, bývá umístěna v objektu mimo chráněný prostor. [20]

Hasivo je u práškových SHZ skladováno při atmosférickém tlaku v zásobnících, doplněných o hnací část, tvořenou tlakovými nádobami s natlakovaným plynem (zpravidla

stlačený vzduch, dusík nebo oxid uhličitý). Hasivo je distribuováno pomocí hnacího plynu rozvodným potrubím až k práškovým hlavícím. Provedení práškových hlavíc musí být dostatečně odolné vůči vyvinutému tlaku při vypouštění hasebního prášku, vůči korozi, i vůči teplu, doprovázejícímu vznik požáru. [20, 23]

Hasební prášek je velice jemný a při vypuštění do chráněného prostoru způsobuje zhoršenou viditelnost. Osobám, vyskytujícím se v chráněném prostoru při vypouštění prášku, může způsobit silné dýchací potíže nebo pálení očí. Z tohoto důvodu je nezbytné navrhnout systém tak, aby mezi aktivací systému a vypuštění hasiva došlo k časové prodlevě, během které je umožněna všem osobám uvnitř chráněného prostoru bezpečná evakuace. [20, 21]

K upozornění osob, nacházejících se v chráněném prostoru při aktivaci systému, a osob v bezprostřední blízkosti slouží opticko-akustická signalizace. Opticko-akustická signalizace bývá doplněna také světelnými panely, signalizujícími stav systému (požár, předpoplach, hasivo vypuštěno). [20, 21]

Při návrhu práškových SHZ je třeba postupovat dle normy ČSN EN 12416-2+A1 Stabilní hasicí zařízení – Prášková zařízení – Část 2: Navrhování, konstrukce a údržba. [20]

### **Aplikační prostředí**

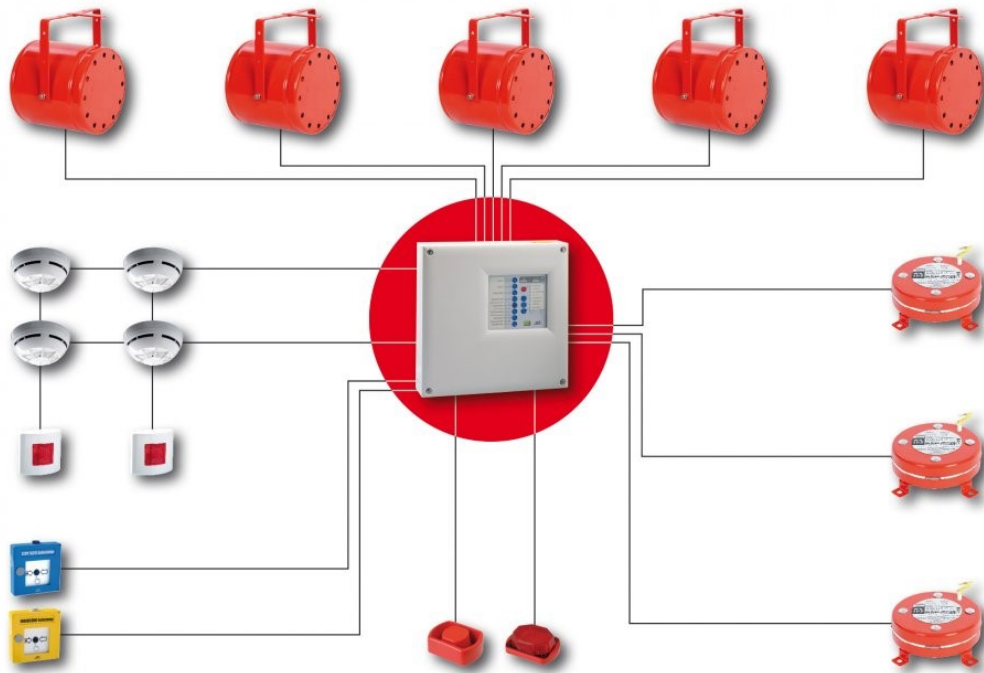
Prášková SHZ se používají k objemovému hašení požárů třídy A, B, C a v některých případech i požárů třídy D. Protipožární systémy s práškovými hasivem se instalují v různých prostředích, ve kterých je použití jiných druhů stabilních hasicích zařízení neefektivní. Specifická prostředí pro instalaci práškových SHZ jsou rozvody plynu a ropy, čerpací stanice a chemické stanice, sklady olejů, hangáry letadel, laboratorní místnosti nebo skládky nebezpečného odpadu. Jako lokální je lze použít například u hydraulických systémů, kompresorů, čerpadel, a dalších menších prostor či zařízení. [5, 21, 23]

## **1.4 Aerosolová SHZ**

Hašení aerosolem představuje moderní způsob řešení aktivní požární ochrany hasicími systémy na bázi práškových hasiv. [20]

### Základní části aerosolových SHZ:

- Detekční část
- Řídicí a ovládací část
- Aktivní část
  - Generátory hasicího aerosolu. [24]



Obr. 11. Schéma aerosolového SHZ. [24]

### Charakteristika

*„Princip činnosti spočívá v celkovém zaplavení chráněného prostoru aerosolovým hasivem, obsahujícím pevné částice draselných solí, které reagují s volnými radikály, vytvářenými přirozenou řetězovou chemickou reakcí při hoření.“ [25]*

Pokud dojde k aktivaci spouštěče generátoru, zapálí se jedna ze složek generátoru a spalovacím procesem se začne vytvářet aerosol, který je chladícím médiem ochlazován a z generátoru vychází jako „mlha“. Spalovací proces vytváří chemickou reakcí dostatek energie pro rychlé vypuštění a rozprášení aerosolu do chráněného prostoru. Velikost částic výsledné hasební směsi aerosolu je velmi malá (menší než 5  $\mu\text{m}$ ), což umožňuje aerosolu zůstat ve vzduchu rozptýlen po dlouhou dobu. V nevětraných místnostech je možné dosáhnout doby udržení hasiva v prostoru až 60 minut. [20, 26]



Při disperzi hasiva se viditelnost v chráněném prostoru výrazně sníží. Aerosol se v prostoru nerozptýlí, ale postupně se v místnosti usazuje. V důsledku procesu spalování dochází k nárůstu teploty při startu generátoru a v průběhu vypouštění (max. 90 sekund) v okolí generátoru. Výsledná teplota s rostoucí vzdáleností od generátorů klesá a je závislá na typu použitých generátorů v systému. U některých typů generátorů aerosolu může teplota v jejich těsné blízkosti dosahovat až 400 °C. U každého generátoru je proto výrobcem stanovena bezpečná vzdálenost v mm od materiálů a osob. [20, 26]

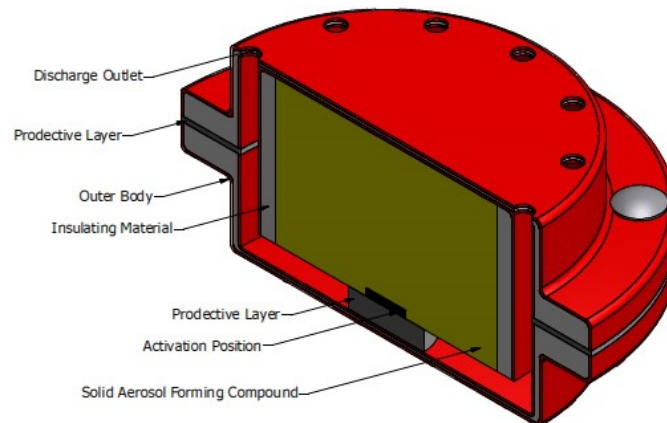
### **Provedení**

Detekční a ovládací část aerosolových SHZ je tvořena zejména vyhodnocovací a řídicí ústřednou, která vyhodnocuje informace od automatických, a tlačítkových hlásičů. Dále ústředna vyhodnocuje podněty z detekčních prvků, jako jsou požární hlásiče a signalizační prvky, které představují optické a akustické majáky, a sirény. [20, 26]

Aktivní (hasicí) část je tvořena aerosolovým generátorem. Jedná se beztlakovou kovovou nádobu různých velikostí, sloužící k uložení a následné disperzi hasební směsi aerosolu do chráněného prostoru. [20, 26]

### **Základní části aerosolového generátoru:**

- Kovový plášť – chrání vnitřní část před mechanickým poškozením
- Elektricky ovládaný spouštěč (aktivátor)
- Pevná složka – spalovacím procesem se rozpadá na aerosol
- Chladicí médium – ochlazuje vypouštěný aerosol [26]



Obr. 12. Složení aerosolového generátoru. [27]

Postupy a požadavky na návrh aerosolových SHZ jsou uvedeny zejména v normě ČSN EN 15276-2 Stabilní hasicí zařízení – Aerosolová hasicí zařízení – Část 2: Navrhování, instalace a údržba. [20]

### Aplikační prostředí

Obdobně jako prášková SHZ se i aerosolová SHZ používají především k objemovému hašení požáru hořlavých látek třídy A, B a C. Aerosolová SHZ jsou navrhována například pro použití v oblasti vysokonapěťových a nízkonapěťových rozvodů, transformátorů a kabelových kanálů, lze je ale použít také pro lokální ochranu technologických zařízení. Na základě charakteristických vlastního aerosolu, není jeho použití vhodné pro ochranu serverových místností, nebo prostor s uměleckými předměty, vzhledem k riziku zanesení a poškození mechanických částí serverů, nebo možnosti znehodnocení uměleckých děl. [20, 28]

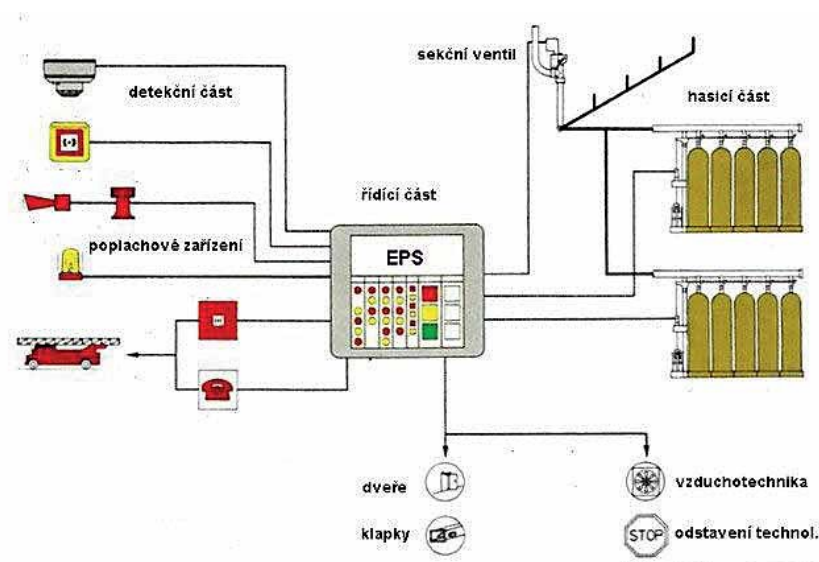
## 1.5 Plynová SHZ

Plynová SHZ se využívají k hašení globálním zaplavením celého prostoru, nebo k objektovému (lokálnímu) hašení technologických zařízení, se zaměřením na ohnisko požáru. Na rozdíl od jiných druhů SHZ jsou tato plynová hasicí zařízení schopna požár nejen lokalizovat a přivést pod kontrolu, ale také jej samostatně likvidovat – zcela uhasit. Vzhledem k tomu našla plynová SHZ široké uplatnění v oblastech, kde může při požáru dojít k velmi významným ztrátám. Zároveň se často

jedná o oblasti, kde je použití jiných druhů SHZ s vodními, pěnovými nebo práškovými hasivy nevhodné, jelikož mohou chráněné předměty nebo zařízení nezvratně poškodit. [20]

#### Základní části systémů s plynovým hasicím zařízením:

- Strojní část
  - Zásobníky hasiva
  - Rozvodné potrubí
  - Hubice (trysky)
- Detekční část
  - Řídicí prvky
  - Detekční prvky
  - Ovládací prvky
  - Signalizační a varovné prvky [20]



Obr. 13. Schéma plynového SHZ. [2]

#### Charakteristika

Plynová SHZ jsou charakteristická zejména použitými plynovými hasivy. Jako hasební média u plynových SHZ se používají zpravidla inertní (přírodní) nebo chemické hasební plyny. [20]

Inertní hasiva se vyznačují zejména elektrickou nevodivostí, ekologickou a enviromentální nezávadností a nezanecháváním zbytkových residuí po hasebním zásahu. Tato hasiva navíc nezpůsobují korozi a nejsou škodlivá pro lidský organizmus. [29]

Do skupiny inertních hasiv patří čistá, přírodní hasiva bez barvy a zápachu, která jsou tvořena převážně směsí nebo jednosložkovými látkami, označovanými jako:

- IG-01 – jednosložkové plynové hasivo tvořené argonem
- IG-100 – jednosložkové plynové hasivo tvořené dusíkem
- IG-55 – směs plynů (argon a dusík)
- IG-541 – směs plynů (argon, dusík a oxid uhličitý)
- CO<sub>2</sub> – jednosložkové plynové hasivo tvořené oxidem uhličitým [20]

Při hašení inertními plyny dochází ke snížení množství kyslíku v chráněném prostoru, z běžné hodnoty přibližně 21 % objemu vzduchu. K hoření je zapotřebí koncentrace kyslíku více jak 13-15 % obj. vzduchu. Snížením této koncentrace pod úroveň potřebnou k hoření, na přibližných 9-12 % obj. vzduchu, dochází k uhašení požáru. [20, 29]

*Tab. 3. Přehled inertních plynových hasiv a souvisejících normativních dokumentů. [20, upraveno]*

Hasivo	Složení	Skupenství hasiva v zásobníku	Propelent	Normativní dokumenty
IG-01	Ar	Plyn	-	ČSN EN 15 004-7
IG-100	N <sub>2</sub>	Plyn	-	ČSN EN 15 004-8
IG-55	50 % N <sub>2</sub> , 50 % Ar	Plyn	-	ČSN EN 15 004-9
IG-541	52 % N <sub>2</sub> , 40 % Ar, 8 % CO <sub>2</sub>	Plyn	-	ČSN EN 15 004-10
Oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	Kapalina	-	ČSN ISO 6183

Chemická hasiva jsou, stejně jako ta inertní, elektricky nevodivá, nezanechávají residua a nezpůsobují korozi. V případě chemických hasiv dochází při styku s plamenem k přerušení chemických vazeb při hoření a částečně k ochlazení hořlavého materiálu. Oproti inertním hasivům jsou však výrazně regulovaná kvůli své enviromentální závadnosti a možné toxicitě. [20]

Vzhledem k těmto restrikcím jsou v současné době nejvíce využívána chemická plynová hasiva, označována jako: [20, 30]

- FM 200 – chemické hasivo HFC 227ea
- FE 25 – chemické hasivo HFC 125
- FE 13 – HFC 23
- NOVEC 1230 – chemické hasivo FK-5-1-12

Hasiva FM 200, FE 25 a FE 13 byla vytvořena jako druhá generace chemických hasiv, s cílem nahradit dříve používaná halony 1301, 1211 a 2402. Prognóza pro tato hasiva však rovněž není nikterak pozitivní, vzhledem k tomu, že se jedná o halogenové fluorovodíky, tedy skleníkové plyny, mající zásadní vliv na globální oteplování. Použití těchto hasiv je v současné době omezováno a možnost jejich úplné regulace je momentálně předmětem odborných diskuzí na mezinárodní úrovni. [30]

Nejpoužívanějším a zároveň nejbezpečnějším chemickým hasivem je v současnosti NOVEC 1230 (FK-5-1-12). Jedná se o fluorovaný keton, s předpokládaným použitím v období dalších 30 let. Na rozdíl od halonů a hasiv HFC neobsahuje vodu a téměř se nepodílí na globálním oteplování. NOVEC 1230 je, na rozdíl od ostatních plynových hasiv, skladován v kapalném skupenství, a při průchodu potrubím a tryskami je, díky nízkému bodu varu, přeměněn na plyn. [31, 32]

Tab. 4. Přehled chemických plynových hasiv a souvisejících normativních dokumentů. [20, upraveno]

Hasivo	Chemický vzorec	Skupenství hasiva v zásobníku	Propelent	Normativní dokumenty
FM 200 (HFC 227ea)	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	Zkapalněný plyn	dusík	ČSN EN 15 004-5
FE 25 (HFC 125)	$\text{CHF}_2\text{CF}_3$	Zkapalněný plyn	dusík	ČSN EN 15 004-4
FE 13 (HFC 23)	$\text{CHF}_3$	Zkapalněný plyn	-	ČSN EN 15 004-6
FK-5-1-12 (NOVEC 1230)	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$	kapalina	dusík	ČSN EN 15 004-2

Chemická hasiva se, oproti inertním, vyznačují vyšší účinností a menšími nároky na skladovací prostory. Naopak inertní hasiva mají, oproti chemickým, nižší pořizovací náklady na 1 kg hasiva, a jelikož nepodléhají přísným regulacím a posuzování, je jejich prognóza, z hlediska použití v budoucnosti, přívětivější. [20]

Vliv plynových hasiv na životní prostředí se udává hodnotami potenciálu globálního oteplování (GWP) a dobou životnosti hasiva v atmosféře (ALT). Toxikologické účinky plynových hasiv jsou dále definovány hodnotami NOAEL, tj. „nejvyšší koncentrace, při níž nebyly zjištěny žádné škodlivé toxikologické nebo fyziologické účinky“ a LOAEL tj. „nejnižší koncentrace, při níž nebyly zjištěny škodlivé toxikologické nebo fyziologické účinky“.

[20, 33]

Tab. 5. Hodnoty vlivu plynových hasiv na životní prostředí a jejich toxikologické údaje. [20, upraveno]

Hasivo	GWP – 100 let	ALT – roky	NOAEL	LOAEL
IG-01	0	-	43 %	52 %
IG-100	0	-	43 %	52 %
IG-55	0	-	43 %	52 %
IG-541	0	-	43 % (12 % O <sub>2</sub> )	52 % (10 % O <sub>2</sub> )
Oxid uhličitý	-	-	43 % (5,0 % O <sub>2</sub> )	5,0 %
FM 200 (HFC 227ea)	2900	34,2	9 %	10,5 %
FE 25 (HFC 125)	3450	29	7,5 %	10 %
FE 13 (HFC 23)	14310	270	50 %	> 50 %
FK-5-1-12 (NOVEC 1230)	-	0,01	10 %	> 10 %

Množství plynového hasiva, potřebného k uhašení požáru v chráněném prostoru, se stanovuje na základě návrhové koncentrace, udávané v %, která je pro každé hasivo zvlášť definována v rámci příslušné části normy ČSN EN 15 004. [2, 20]

Tab. 6. Návrhové koncentrace pro jednotlivá plynová hasiva. [20, upraveno]

Hasivo	Návrhové koncentrace hasiva		
	Třída požáru A povrchový	Třída požáru B	Vyšší nebezpečí třídy požáru A+
IG-01	41,9 %	51,7 %	49,2 %
IG-55	40,3 %	47,6 %	45,2 %
IG-100	40,3 %	47,6 %	45,2 %
IG-541	39,9 %	48,1 %	45,7 %
HFC 227ea (FM-200)	7,9 %	9 %	8,5 %
FE 25 (HFC 125)	11,2 %	12,1 %	11,5 %
FE 13 (HFC 23)	16,3 %	16,4 %	16,3 %
FK-5-1-12 (NOVEC 1230)	5,3 %	5,9 %	5,6 %

Aby nedošlo k opětovnému rozhoření požáru, ale k jeho celkové likvidaci při hasebním zásahu, je zapotřebí udržet požadovanou koncentraci hasiva v chráněném prostoru po dobu minimálně 10 minut. Proto je nezbytné, aby byl prostor, chráněný plynovým SHZ, dostatečně těsný. [20, 29]

V případě výskytu netěsností v řešeném prostoru, může dojít k únikům hasiva (například stavebními otvory, neutěsněnými prostupy kabelových tras apod.). K ověření integrity (těsnosti) chráněného prostoru, a s tím související předpokládané funkceschopnosti hasicího zařízení, je prováděn test těsnosti místnosti neboli „door fan test“. [34]

Při provádění „door fan testu“ je do prostoru vstupních dveří řešené místnosti instalována plachta s ventilátorem a měřicím zařízením, které je dále připojeno k osobnímu počítači. Měřicím zařízením je vyhodnocena hodnota tlaku uvnitř a vně měřeného prostoru,



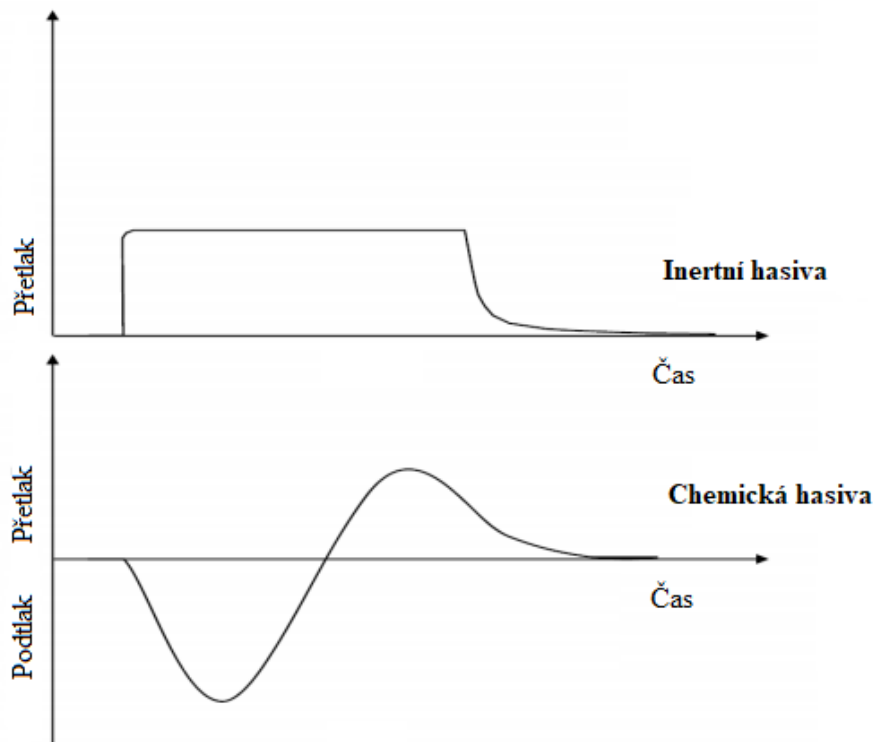
následně je spuštěna sekvence, při které jsou měřeny hodnoty rozdílů tlaků a průtoku vzduchu. [34]



Obr. 14. Plachta s ventilátorem pro provádění „door fan testu“. [vlastní]

Hodnoty z měřícího zařízení jsou zobrazovány v programu na připojeném počítači, který je vyhodnotí a vytvoří výstup, ve kterém uvede teoretickou dobu udržení hasební koncentrace. Pokud je tato doba rovna nebo větší než 10 minut, lze předpokládat, že řešený prostor je dostatečně těsný. Měření integrity se provádí po realizaci plynového SHZ, kdy je měřením těsnosti místnosti ověřena správná funkčnost a funkceschopnost plynového SHZ. Měření je v některých případech doporučeno provádět i před samotným návrhem, za účelem ověření jednotlivých návrhových hodnot a údajů. [34]

Při vypuštění hasiva do chráněného prostoru dochází, u inertních hasiv, k přetlaku, u hasiv chemických (kromě FE 13) k podtlaku a následně k přetlaku (viz obrázek 14). [20]



Obr. 15. Změna tlaku při vypuštění inertních a chemických hasiv do chráněného prostoru. [35, upraveno]

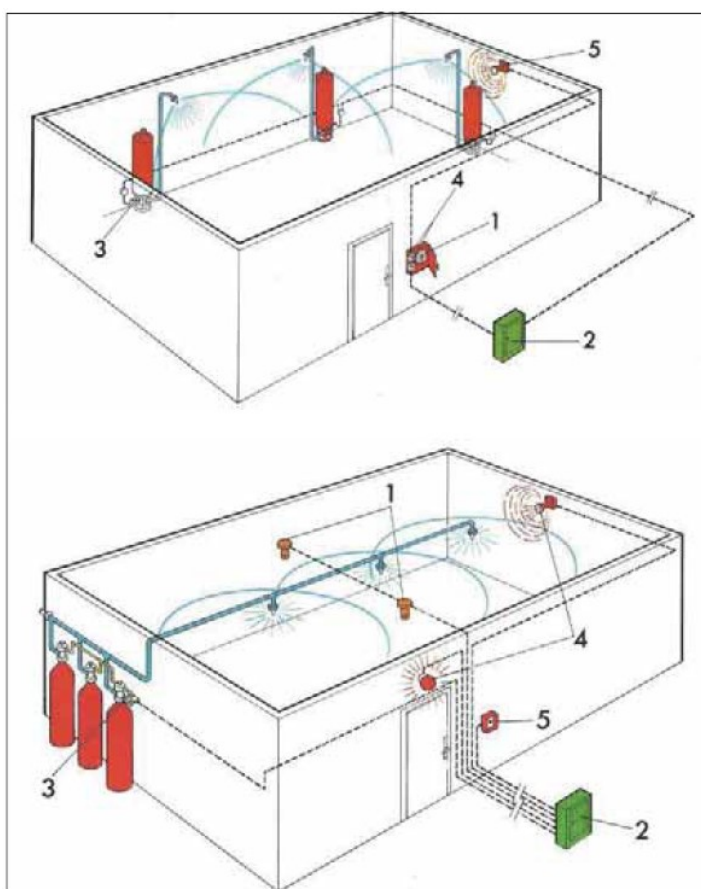
K tomu, aby nedocházelo k destabilizaci stavebních konstrukcí či k poškození zařízení uvnitř chráněného prostoru, jsou využívány tlakové vyrovnávací klapky. Tyto klapky se instalují na obvodovou zeď chráněného prostoru. Pokud není možné odvedení přetlaku mimo objekt, je nezbytné doplnění o vzduchotechnické potrubí a další klapku, kterými je přetlak odváděn do venkovního prostoru. [20, 35]

### Provedení

Strojní část plynového SHZ je tvořena zásobníky na hasivo (zpravidla tlakovými láhvemi) a rozvodným potrubím s armaturami a hubicemi (tryskami). Úkolem strojní částí je uskladnit potřebné hasivo a v případě aktivace systému jej dopravit, skrze rozvodné potrubí a trysky, do oblasti zasažené požárem dle podmínek uvedených v ČSN EN 15 004-1. [20, 33]

Chráněná oblast může být tvořena jedním prostorem (jednozónová ochrana), nebo více prostory (vícezónová ochrana), například v rámci jedné místnosti, tvořené zdvojeným stropem a zdvojenou podlahou. Pro tyto účely se pak plynová SHZ realizují

jako modulová, nebo bateriová (viz obrázek 15). V případě bateriového provedení jsou zásobníky na hasivo připojené do série pomocí sběrného potrubí. Zásobníky připojené ke sběrnému potrubí musí splňovat požadavky ČSN EN 15 004-1. Modulové provedení umožňuje rozdělení zásobníků s hasivem a rozvodného potrubí pro hašení lokálních ohnisek požáru, nebo více chráněných prostor (například zdvojené podlahy a stropy v rámci serverových místností apod.). Výstřikové koncovky (hubice) musí odpovídat parametrům příslušné části normy ČSN EN 12 094 a umožnit distribuci hasiva do všech částí chráněného prostoru tak, aby došlo k jeho úplnému zaplavení v čase, stanoveném návrhovým dokumentem (ČSN EN 15 004-1). [20]



*Obr. 16. Provedení plynového SHZ pro ochranu serverovny modulového a bateriového typu. [2]*

Detekční a řídicí část tvoří elektrické nebo neelektrické řídicí zařízení, spolu s prvky pro detekci (kouřové hlásiče) a signalizaci, případně prvky pro manuální elektrickou aktivaci. Úkolem detekční části je detekovat vzniklý požár, k čemuž z pravidla dochází při aktivaci nejméně 2 na sobě nezávislých kouřových hlásičů, například na dvou různých

linkách. Při aktivaci kouřových hlásičů je tento signál vyhodnocen řídicím zařízením. Následně dochází ke spuštění varovné signalizace, která upozorní osoby, nacházející se uvnitř chráněného prostoru, na výskyt požáru a umožní jim bezpečné opuštění v čase, definovaném příslušným návrhovým dokumentem. Po uplynutí evakuačního času je hasivo vypuštěno do chráněného prostoru, a během krátké doby dochází k uhašení požáru. [20]

Při návrhu plynových SHZ se postupuje dle legislativních a normativních dokumentů, mezi které patří zejména:

- ČSN EN 15004-x: Stabilní hasicí zařízení – Plynová hasicí zařízení
- ČSN ISO 6183: Hasicí zařízení – Hasicí zařízení na oxid uhličitý pro použití v objektech
- ČSN EN 12 094-x: Stabilní hasicí zařízení – Komponenty plynových hasicích zařízení
- ČSN 73 08xx: Požární bezpečnost staveb
- Zákon č. 133/1985 Sb. – Zákon České národní rady o požární ochraně
- Nařízení vlády č. 172/2001 Sb. – Nařízení vlády k provedení zákona o požární ochraně
- Vyhláška č. 23/2008 Sb. – Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb
- Vyhláška č. 246/2001 Sb. – Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) [3, 6, 20]

### **Aplikační prostředí**

K aplikaci plynových SHZ dochází všude tam, kde je zapotřebí chránit předměty vyšší hodnoty, nebo zařízení a technologie, jejichž poškození může zásadně ovlivnit kontinuitu procesů. Z těchto důvodů se plynová SHZ používají zejména k ochraně serverových místností a datových center. Dále se plynová SHZ využívají k ochraně obráběcích center, lakoven, elektro rozvoden a trafostanic a v některých případech také k ochraně skladů s hořlavými kapalinami. [20]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 2 ANALÝZA POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI DATOVÉHO CENTRA

Zabezpečení datového centra je pro účely provozovatele nesmírně důležité, neboť finanční náklady na jeho vybudování jsou vysoké. Mnohem cennější, než vlastní vybavení datového centra, jsou však uložená data, jejichž ztráta může mít kritický dopad na samotného provozovatele datového centra. [36, 37]

Kromě zajištění fyzické a IT bezpečnosti je u datových center kladen důraz rovněž na požární ochranu. Jelikož datová centra fungují nepřetržitě, a odebírají značné množství elektrické energie, není riziko vzniku požáru zanedbatelné. Pro zajištění požární ochrany se do prostor datových center nasazují, zpravidla, požárně bezpečnostní zařízení (PBZ), jako jsou stabilní hasicí zařízení (SHZ). [36, 37]

Protipožární systémy pro datová centra jsou z většiny případů tvořeny plynovými SHZ, jelikož se jedná o zařízení se schopností celkové likvidace požáru, na rozdíl od jiných druhů SHZ, která požár pouze lokalizují a uvedou jej pod kontrolu. Plynová hasiva nepoškodí zařízení a předměty, které se nachází v prostoru datového centra a tím nedojde ani ke ztrátě dat.

Pro účely této práce byl vybrán a zpracován požadavek provozovatele konkrétního datového centra na zvýšení požární ochrany, na základě kterého, byla provedena analýza současného stavu požární bezpečnosti datového centra, včetně samotného objektu, ve kterém se datové centrum nachází. Součástí provedené analýzy datového centra byla osobní obhlídka místa, na základě které byl současný stav požární bezpečnosti vyhodnocen. Výstupem analýzy jsou doporučená opatření, která, v případě jejich implementace, povedou ke zvýšení požární bezpečnosti řešeného datového centra.

### 2.1 Charakteristika a analýza hlavní budovy

Hlavní budova, ve které se řešené datové centrum nachází, je situována v průmyslovém areálu, a je ze všech stran obklopena sousedními objekty. Budova prošla v letech 2019-2020 částečnou rekonstrukcí, jejíž součástí bylo, mimo ostatní stavební úpravy, také vybudování nového datového centra v rámci prostor, využívaných, jejich předchozím nájemcem, ke skladovacím účelům.

Budova sestává ze 2 nadzemních podlaží. V přízemí se nachází, za vstupními posuvnými dveřmi, vrátnice, ve které je trvale přítomna vrátná, provádějící kontrolu všech osob,

vstupujících do objektu. Za vrátnicí se nachází spojovací chodba, vedoucí k datovému centru, toaletám, úklidové místnosti, a hlavní schodiště budovy.

Ve druhém nadzemním podlaží se nachází administrativní část, kterou tvoří čtyři kanceláře a sociální zařízení pro zaměstnance současného provozovatele objektu. Jednotlivé kancelářské prostory a toalety jsou spojeny chodbou.

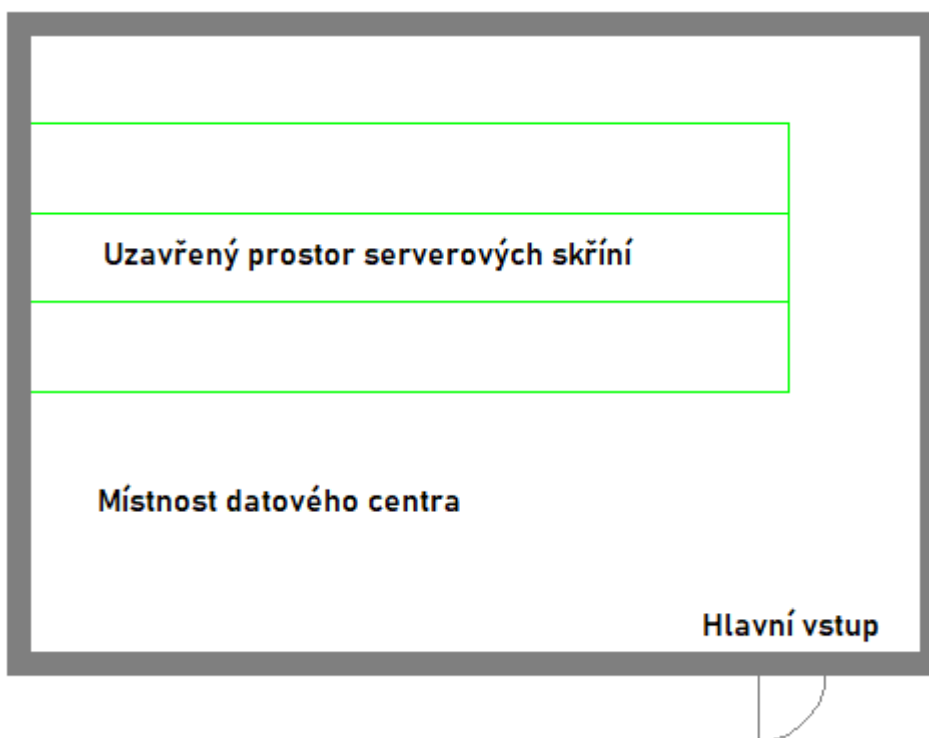
Budova nemá nijak zabezpečený perimetr, osoby, vstupující do objektu, jsou prověřovány až uvnitř objektu, za hlavním vstupem na úrovni vrátnice. V blízkosti objektu se tak mohou pohybovat cizí osoby, bez jakéhokoliv prověření, což zvyšuje riziko požáru, zejména jeho úmyslného založení (žhářství, sabotáž).

Na vnějším plášti budovy, a také uvnitř, v jednotlivých podlažích, jsou instalovány kamery systému CCTV. Záznam z kamer je ukládán do datového úložiště, umístěného do jedné ze serverových skříní v datovém centru. Celý objekt je chráněn systémem EPS, s připojením na pult centralizované ochrany (PCO). Opticko-akustické prvky EPS jsou umístěny v prostorách chodeb. Při vzniku požáru se tyto signalizační prvky aktivují a upozorní osoby, které se nacházejí uvnitř objektu, aby budovu neprodleně opustili. Všechen personál, i osoby vstupující do objektu, jsou za tímto účelem jednorázově proškoleni, a musejí dodržovat požární řád.

Uvnitř objektu jsou na chodbách a ve všech místnostech, kromě toalet a úklidové místnosti, rozmístěny přenosné ruční hasicí přístroje, jejichž počet, ani umístění, nebylo možné posoudit, vzhledem k absenci aktuálního požárně bezpečnostního řešení (PBŘ).

## **2.2 Charakteristika a analýza datového centra**

Místnost, ve které se datové centrum nachází, je situována v přízemní budovy, má obdélníkový tvar, ohraničený zděnými stěnami. Půdorys řešené místnosti je k vidění na obrázku 16.



*Obr. 17. Půdorys místnosti s datovým centrem. [vlastní]*

Podlaha v místnosti datového centra je zdvojená, tvořena systémem rozebíratelných dlaždic. Strop je tvořen, rovněž rozebíratelným, kazetovým podhledem. V prostoru mezi stropem a podhledem a v prostoru zdvojené podlahy jsou vedeny kabelové trasy.

V místnosti datového centra se nachází několik perforovaných, uzamykatelných serverových skříní, rozvaděčů s UPS a kancelářský nábytek. Část se serverovými skříněmi je řešena jako samostatný, uzavřený prostor, který je pro účely práce dále označován jako extra prostor. Servery jsou pronajímány jednotlivým nájemcům, kterým je umožněn přístup ke skříním a instalace potřebného technologického vybavení. Náhradní klíče k jednotlivým serverovým skříním jsou provozovatelem datového centra uloženy v místnosti vrátnice. Stálou teplotu místnosti 20 °C zajišťuje klimatizační jednotka. Místnost datového centra je monitorována kamerovým systémem.



Tab. 7. Údaje o rozměrech poskytnuté provozovatelem datového centra. [vlastní]

<b>Rozměry datového centra</b>	
Délka místnosti	12,00 m
Šířka místnosti [m]	8,50 m
Výška místnosti (prostoru mezi zdvojeným stropem a zdvojenou podlahou)	2,35 m
Výška prostoru zdvojené podlahy	0,35 m
Výška prostoru zdvojeného stropu	0,60 m
Stavební výška místnosti	3,30 m
Objem extra prostoru – uzavřené části se serverovými skříněmi	28,0 m <sup>3</sup>

Vstup do datového centra je pouze jeden, a to vstupními dveřmi, které se otevírají ve směru úniku z místnosti. Vstupní veře nejsou požární, jsou vybaveny elektromechanickým zámekem, který je umožňuje otevřít buďto klíčem, nebo přístupovou kartou s příslušným oprávněním. Přístupové karty do místnosti datového centra jsou jednotlivým nájemcům serverových skříní přidělovány na základě uzavřené smlouvy a absolvovaného vstupního školení, při kterém jsou nájemci poučeni o provozním řádu datového centra a základních bezpečnostních pravidlech. Čtečka přístupových karet je umístěna vně místnosti datového centra, v blízkosti vstupních dveří.

V rámci požární analýzy datového centra byly identifikovány možné příčiny vzniku požáru, mezi které patří především:

- Sabotáž, zhárství
- Nedbalá manipulace, nesprávná údržba zařízení
- Používání otevřeného ohně
- Závada na elektroinstalaci (rozvody kabeláží)
- Zkrat, přepětí (servery, rozvaděče s UPS)
- Selhání na chlazení datového centra (klimatizace)
  - Přehřátí vlivem selhání chlazení

Vzhledem k tomu, že se ve vnitřním prostoru datového centra nachází nábytek, vyrobený z hořlavých materiálů (dřevo, plasty), může se požár v místnosti snadněji šířit a způsobit tak větší škody na kritických zařízeních datového centra (servery, rozvaděče s UPS). Vznik požáru může zásadně ovlivnit provoz datového centra a může mít významný dopad na jeho provozovatele. Požár a následné události po požáru, jako jsou výměna poškozeného hardware (dále jen HW), ztráta dat nebo dokonce zastavení provozu datového centra, představují zásadní problém pro provozovatele. Je tedy nezbytné, aby provozovatel učinil komplex bezpečnostních opatření k tomu, aby ke vzniku požáru nedošlo, nebo aby případný požár byl eliminován dříve, než dojde k nezvratnému poškození zařízení nebo ztrátě cenných dat.

### 2.3 Doporučená opatření ke zvýšení požární bezpečnosti

Doporučená bezpečnostní opatření, stanovená na základě provedené analýzy, pomohou zvýšit stupeň požární bezpečnosti datového centra i objektu, ve kterém se nachází. Provozovatel by měl opatření aplikovat neprodleně, a riziko požáru tímto minimalizovat.

- Doporučená režimová a organizační opatření
  - Zpravidelnit školení personálu a osob, kteří opakovaně vstupují do objektu (např. nájemci serverů)
  - Zajistit provádění pravidelných elektro-revize a kontrol všech zařízení v objektu a zejména v místnosti datového centra
  - Odstranit předměty (kancelářský nábytek), které mohou napomáhat šíření požáru, mimo prostor datového centra
  - Provádět pravidelný úklid místnosti datového centra (prach, nečistoty)
- Doporučená technická opatření
  - Instalovat do místnosti datového centra vstupní (požární) dveře s dostatečnou požární odolností
  - Zvážit nasazení PBZ – stabilního hasicího zařízení pro ochranu datového centra

Návrh stabilního hasicího zařízení, zpracovaný na základě doporučeného technického opatření, a požadavku provozovatele datového centra, je uveden v další části této diplomové práce. Vzhledem k charakteru řešeného prostoru bylo jako nejvhodnější vybráno plynové SHZ. Ostatní druhy SHZ (vodní, pěnové, práškové, aerosolové)

byly při návrhu vyloučeny, zejména kvůli požadavkům provozovatele datového centra na ekologickou nezávadnost použitého hasiva, efektivitu navrhovaného systému, a především nezanechávání zbytkových residuí po případném hasebním zásahu.

### 3 NÁVRH PLYNOVÉHO SHZ – VARIANTNÍ ŘEŠENÍ

Návrh vyhrazeného PBZ – plynového stabilního hasicího zařízení se odvíjí od obecných požadavků na ochranu prostoru hasicím zařízením, až po konkrétní požadavky a na zařízení samotné.

Návrh je zpracován ve dvou variantách řešení, která se od sebe liší především zvoleným hasivem. Varianta 1 obsahuje chemické hasivo NOVEC 1230, varianta 2 hasivo inertní IG-55. Variantní řešení pro návrh plynových SHZ je uvedeno v tabulce 8.

Tab. 8. Variantní řešení návrhu plynových SHZ. [vlastní]

Varianta 1	Varianta 2
Plynové SHZ s hasivem <b>NOVEC 1230</b>	Plynové SHZ s hasivem <b>IG-55</b>

Návrhy plynových SHZ, v obou variantách, tvoří dvě hlavní části, a to strojní část a společná detekční část, ve kterých jsou uváděny a popisovány navrhované prvky a komponenty systémů.

K návrhu strojní části plynových SHZ, pro obě varianty, je využíván výpočetní program VdS, jehož výstupy slouží k návrhu jednotlivých součástí a komponent plynových SHZ, které jsou uvedeny v přehledových tabulkách. Při zpracování návrhu s využitím výpočetního programu VdS, je potřeba nejprve zadat několik vstupních parametrů:

- Rozměry řešeného prostoru
  - Délka místnosti
  - Šířka místnosti
  - Světlá výška místnosti
  - V případě zdvojeného stropu nebo zdvojené podlahy
    - Výška prostoru zdvojeného stropu
    - Výška prostoru zdvojené podlahy
  - V případě extra prostoru
    - Rozměry, případně objem extra prostoru
- Maximální možný přetlak
- Nadmořská výška

- Teplota v řešeném prostoru
- Relativní vlhkost uvnitř řešeného prostoru

Na základě těchto parametrů jsou pro jednotlivé, dílčí prostory datového centra vypočteny objemy chráněných částí, ze kterých vychází následný výpočet množství hasiva, a při němž se zohledňuje také:

- Zvolené hasivo
  - NOVEC 1230
  - IG-55
- Rezerva hasiva
  - S rezervní zásobou
  - Bez rezervní zásoby
- Návrhové koncentrace hasiva dle příslušné části ČSN EN 15 004
  - Třída A
  - Třída B
  - Vyšší nebezpečí třídy A
- Rezervní zásoba hasiva

V dalším kroku jsou zvoleny zásobníky na hasivo a provedení vyrovnávací klapky. Následně je, za pomoci výpočetního programu VdS, ověřeno, zda množství zásobníků a jejich objem odpovídá požadavkům příslušného návrhového dokumentu. Za účelem vyrovnání vzniklého přetlaku při vypouštění hasiva (u varianty 2 s hasivem IG-55) a vyrovnání podtlaku a následného přetlaku (u varianty 1 s hasivem NOVEC 1230) je navržena klapka pro vyrovnání změny tlaku, její typ, provedení a velikost.

### 3.1 Základní požadavky provozovatele na ochranu datového centra

Kromě požadavků návrhových dokumentů, zejména příslušné části norem ČSN EN 15 004, ČSN EN 12 094 pro strojní část a ČSN 54, ČSN 54 2170 pro detekční část, se zohledňují rovněž požadavky provozovatele řešeného datového centra. Požadavky provozovatele však nejsou při návrhu plynového SHZ vždy zcela závazné, jelikož mohou být v nesouladu s požadavky příslušných technických norem a legislativy.

Požadavky provozovatele datového centra na navrhované systémy s plynovými SHZ jsou:

- Globální ochrana místnosti datového centra
- Autonomní zařízení
- Minimalizace škod způsobených požárem
- Vysoký hasební výkon
- Nižší celková pořizovací cena

V návrhu obou variant plynových SHZ (s chemickým hasivem NOVEC 1230 a inertním hasivem IG-55) byly požadavky provozovatele datového centra v maximální možné míře zohledněny.

## 3.2 Strojní část SHZ

Strojní část SHZ lze označit rovněž jako hasicí část plynových SHZ. V rámci strojní části je navrženo množství hasiva pro konkrétní řešení, zásobníky na hasivo a rozvodné potrubí spolu s výstřikovými koncovkami (tryskami) dle normativních a legislativních požadavků. Součástí návrhu je, u obou variant 1 a 2, také klapka pro vyrovnání vzniklého přetlaku, případně podtlaku, ke kterým dochází při vypuštění hasiva do chráněného prostoru.

### 3.2.1 Množství hasiva

Množství hasiva je u plynových SHZ navrhováno v závislosti na stanovené návrhové hasební koncentraci všech jednotlivých chráněných prostor a jejich objemům. Do výpočtu množství hasiva se zahrnují také údaje o nadmořské výšce a teplotě uvnitř datového centra.

Pro všechny části datového centra (místnost, zdvojený strop, zdvojená podlaha, extra prostor), je stanovena návrhová hasební koncentrace dle ČSN EN 15 004-2 a ČSN EN 15 004-9, s hodnotou pro vyšší nebezpečí třídy požáru A (dále jen A+). Tato hodnota návrhové hasební koncentrace je zvolena na základě výskytu kabelových tras v prostoru mezi zdvojených stropem a zdvojenou podlahou. Vzhledem k tomu, že je pro prostory stropu a podlahy stanovena návrhová hasební koncentrace A+, je tato hodnota převzata také pro samotný prostor místnosti a uzavřenou část se serverovými skříněmi, aby nedocházelo k rozdílným poměrům hasební koncentrace v těchto částech řešeného datového centra. Pokud dojde k vypuštění hasiva do chráněného prostoru, musí být dle požadavku normy ČSN EN 15 004-1 dostatečně odvětráno. Zhotovení havarijního větrání chráněného prostoru je předmětem provozovatele datového centra. [33]

Tab. 9. Zvolené hodnoty hasebních koncentrací pro variantu 1 a 2. [38, 39]

Řešené prostory	Varianta 1 – NOVEC 1230		Varianta 2 – IG-55	
	Riziko	Návrhová koncentrace	Riziko:	Návrhová koncentrace
Místnost	Vyšší nebezpečí třídy A+	5,60 %	Vyšší nebezpečí třídy A+	45,20 %
Strop	Vyšší nebezpečí třídy A+	5,60 %	Vyšší nebezpečí třídy A+	45,20 %
Podlaha	Vyšší nebezpečí třídy A+	5,60 %	Vyšší nebezpečí třídy A+	45,20 %
Extra prostor	Vyšší nebezpečí třídy A+	5,60 %	Vyšší nebezpečí třídy A+	45,20 %

Jakmile jsou stanoveny návrhové hasební koncentrace pro všechny chráněné části datového centra (viz tabulka 9), jsou z údajů o rozměrech, získaných v rámci fyzické obhlídky (viz tabulka 7), dopočítány objemy všech dílčích částí, které jsou uvažovány pro ochranu systémem SHZ. Výpočtové hodnoty množství plynových hasiv NOVEC 1230 a IG-55, v rámci obou variant 1 a 2, je uvedeno v tabulce 10.

Tab. 10 Výsledné množství hasiv pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Chráněné části datového centra	Objem	Množství hasiva	
		Varianta 1	Varianta 2
Místnost	211,70 m <sup>3</sup>	174,72 kg	179,82 kg
Strop	56,10 m <sup>3</sup>	46,30 kg	47,65 kg
Podlaha	35,70 m <sup>3</sup>	29,46 kg	30,32 kg
Extra prostor	28,00 m <sup>3</sup>	23,11 kg	23,28 kg
Celkem	331,50 m <sup>3</sup>	273,59 kg	281,58 kg

Ověření integrity chráněného prostoru není považováno za nezbytné, protože při fyzické obhlídce všech částí datového centra, nebyly identifikovány netěsnosti, které by mohly ovlivnit udržení hasební koncentrace v celém prostoru po dobu alespoň 10 minut, jak udává norma ČSN EN 15 004-1. [33]

### 3.2.2 Zásobníky hasiva

Zásobníky hasiva u systémů s plynovými SHZ jsou tvořeny ocelovými tlakovými láhvemi, zpravidla sytě červené barvy, ve kterých je uskladněn hasební plyn. Množství navrhovaných tlakových láhví a jejich objemy, spolu s množstvím uskladněného hasiva, jsou uvedeny v tabulce č. 11.

Tab. 11. Zvolené zásobníky hasiva pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Zásobníky hasiva	Varianta 1			Varianta 2
Objem zvolené tlakové láhve	30 L	120 L	150 L	140 L
Množství tlakových láhví	1 ks	1 ks	1 ks	5 ks
Množství uskladněného hasiva	30 kg	112 kg	136 kg	56,4 kg / tlaková láhev (celkem 282 kg)
Tlak v láhvi	25 bar	25 bar	25 bar	300 bar
Záloha hasiva	Ne	Ne	Ne	Ne

Zvolené tlakové láhve umožňují uskladnit vypočtené množství hasiva (NOVEC 1230 pro variantu 1 a IG-55 pro variantu 2). S ohledem na prostor a únosnost zdvojené podlahy je možné tlakové láhve umístit i v chráněném prostoru, za předpokladu, že nebudou při vzniku požáru vystaveny jeho přímému vlivu. V jiných případech se dle ČSN EN 15 004-1 zásobníky s hasivem umísťují přednostně mimo chráněný prostor, nebo do samostatné strojovny. [33]



U varianty 1 – plynové SHZ s hasivem NOVEC 1230, jsou tlakové láhve s hasivem rozděleny do samostatných modulů. Jednotlivé láhve jsou opatřeny manometry pro indikaci hodnoty tlaku uvnitř zásobníku. Součástí každé tlakové láhve je také integrovaný solenoide s pneumatickým spouštěčem a pákou pro manuální neelektrickou aktivaci SHZ.

U varianty 2 – plynové SHZ s hasivem IG-55, jsou zásobníky na hasivo navrženy do společné baterie. Ventil na pilotní tlakové láhvi baterie bude osazen elektromagnetickým solenoidem s možností manuální aktivace. Jednotlivé tlakové láhve budou mezi sebou spojeny propojovacím potrubím. Vzhledem k potřebě většího počtu zásobníků pro uskladnění inertního hasiva IG-55 je tato varianta náročnější na umístění a skladovací prostor.

Tlakové láhve, musí být v případě obou variant, bezpečně ukotveny, aby při vypuštění hasiva nedošlo k jejich pádu a tím jejich poškození nebo k ohrožení osob, které se, v době aktivace SHZ, vyskytují v místnosti datového centra. Kromě množství a objemů jsou zásobníky navrženy, v souladu s požadavkem ČSN EN 15 004-1, také na vypouštěcí časy 10 sekund (pro variantu 1) a 60 sekund (pro variantu 2). [33]

### **3.2.3 Rozvodné potrubí a trysky**

Rozvodné potrubí, zakončené otevřenými hubicemi (tryskami), slouží k rozvodu hasiva do všech chráněných částí datového centra, kterými jsou místnost, prostor nad podhledem, prostor pod zdvojenou podlahou a extra prostor (uzavřená část serverových skříní). Potrubní rozvody s tryskami jsou navrženy tak, aby distribuce hasiva probíhala rovnoměrně, do všech prostor současně a v požadovaném množství a čase. [33]

Tab. 12. Výpočtové dimenze potrubí a množství trysek pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Distribuce hasiva	Varianta 1	Varianta 2
Dimenze rozvodného potrubí	DN 15 – DN 50	DN 15 – DN 60
Trysky – místnost	4 ks	6 ks
Trysky – strop	2 ks	3 ks
Trysky – podlaha	2 ks	3 ks
Trysky – extra prostor	1 ks	2 ks

Výsledné počty a umístění jednotlivých trysek jsou stanoveny s ohledem na jejich oblast pokrytí tak, aby bylo docíleno rovnoměrnému rozložení hasiva a tím dosažena požadovaná hasební koncentrace v chráněném prostoru. Dimenze rozvodného potrubí jsou stanoveny, na základě předběžného návrhu, s využitím výčtového programu VdS. K tlakovým láhvím bude rozvodné potrubí připojeno hadicemi s adaptéry pro připojení, a bude opatřeno samolepkami, znázorňujícími směr průtoku hasiva NOVEC 1230 nebo IG-55 k tryškám. Dle požadavku normy ČSN EN 15 004-1 bude rozvodné potrubí, v části za tlakovými láhvemi, opatřeno ventilem s pákou, umožňující manuální neelektrickou blokaci průchodu hasiva potrubím. [33]

Rozvodné potrubí, tlakové láhve i trysky jsou převážně z vodivých materiálů (ocel nebo mosaz). Při proudění hasiva rozvodným potrubím dochází ke tření, které vytváří elektrostatický náboj, proto je nezbytné, s ohledem na bezpečnost, provést jejich uzemnění, což požaduje také norma ČSN EN 15 004-1. [33]

### 3.2.4 Vznik a vyrovnání změny tlaku

Aby nedošlo k poškození zařízení uvnitř chráněného prostoru, zejména pak k narušení stavební integrity, je v návrhu uvažováno s osazením klapek pro vyrovnání změny tlaku při vypuštění hasiva do chráněného prostoru.

Přestože v případě chemických hasiv, u kterých dochází kromě přetlaku také k podtlaku, nejsou pro vyrovnání změny tlaku stanoveny požadavky na použití klapek, je v rámci obou

návrhových variant 1 a 2 s těmito klapkami uvažováno. Provedení a charakteristika zvolených klapek je uvedena v tabulce 13.

Tab. 13. Zvolené vyrovnávací tlakové klapky pro variantu 1 a 2.

[vlastní]

Způsob vyrovnání změny tlaku	Varianta 1	Varianta 2
Charakter změny tlaku:	Podtlak, přetlak	Přetlak
Druh klapky:	SGV 0505	FSV 0505
Plocha klapky: [m <sup>2</sup> ]	0,095	0,184
Odvod přetlaku/podtlaku:	Mimo objekt	Mimo objekt

Pro obě navrhované varianty jsou klapky k vyrovnání změny tlaku zvoleny dle plochy, potřebné pro odvod vzniklého přetlaku nebo podtlaku, která je vypočítána z předchozích zadaných parametrů výpočtovým programem VdS. Klapky jsou navrženy k instalaci na obvodovou zeď místnosti datového centra tak, aby zajistily bezpečný odvod přetlaku, který vzniká při vypuštění hasiv, mimo hlavní budovu, ve které je datové centrum situováno.

U varianty 1 byla, vzhledem k použitému hasivu NOVEC 1230, zvolena klapka pro vyrovnání změny tlaku s označením SGV. Tento typ klapky umožňuje obousměrné naklopení lopatek, čímž je docíleno vyrovnání nejprve vzniklého podtlaku a následného přetlaku, ke kterému dochází při vypuštění chemického hasebního plynu do chráněného prostoru (viz obrázek 14).

U varianty 2, pro kterou je uvažováno hasivo IG-55, je zvolena klapka s označením FSV, umožňující pouze vyrovnání vzniklého přetlaku, jelikož k podtlaku u inertních hasiv nedochází.

Pro vyrovnání změny tlaku v prostorách zdvojeného stropu a podlahy je nezbytné nahradit některé plné kazety stropního podhledu kazetami perforovanými, stejně jako část dlaždic zdvojené podlahy mřížkami. Extra prostor (uzavřená část se serverovými skříněmi)

je po obvodu tvořen polykarbonátovými deskami, které jsou pro účely chlazení serverů perforovány. Vzhledem k tomu není nutné, pro tuto část, provádět další opatření. [33]

### 3.3 Detekční část

Nedílnou součástí samočinných SHZ je také část detekční. Do detekční části jsou zahrnuty prvky detekční (automatické kouřové hlásiče), řídicí (samostatná ústředna SHZ), ovládací (manuální tlačítkové hlásiče) a signalizační (opticko-akustické sirény a signalizační tabla).

#### 3.3.1 Detekční prvky

Pro detekci požáru v dílčích částech datového centra (místnosti, stropu, podlaze a extra prostoru) jsou, dle normy ČSN EN 54-29, navrženy multisenzorové hlásiče s možností kombinace mezi optickou a teplotní detekcí, jejichž počet a umístění je uveden v tabulce 14.

Tab. 14. Zvolené počty a umístění detekčních prvků pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Detekční prvky	Varianta 1		Varianta 2	
	Umístění	Množství	Umístění	Množství
Multisenzorové hlásiče	Místnost	4 ks	Místnost	4 ks
	Zdvojený strop	6 ks	Zdvojený strop	6 ks
	Zdvojená podlaha	6 ks	Zdvojená podlaha	6 ks
	Extra prostor	2 ks	Extra prostor	2 ks

Hlásiče jsou navrženy s ohledem na proudění vzduchu v chráněném prostoru a s dostatečným odstupem od obvodových stěn. Vzhledem k tomu, že místnost datového centra je tvořena také prostorem zdvojeného stropu, prostorem zdvojené podlahy a extra prostorem (uzavřenou částí se serverovými skříněmi), jsou multisenzorové hlásiče navrženy také do těchto prostor, v souladu s požadavky normy ČSN 34 2710. [40]

### 3.3.2 Řídící a ovládací prvky

K řízení a vyhodnocování signálů z požárních hlásičů v samostatném požárním úseku (datovém centru) je navržena jednoúseková ústředna SHZ, s certifikací dle ČSN EN 15 004 a ČSN EN 12 094, která bude předávat informace do objektové EPS, o stavu provozu, poruše, požáru a vypuštění hasiva. [41]



Obr. 18. Ústředna SHZ – Schrack B6 integral CXE. [42]

Pokud dojde k aktivaci prvního multisenzorového hlásiče, je tento signál vyhodnocen ústřednou SHZ (předpoplach). Ústředna následně čeká na signál z dalšího hlásiče. Po přijetí signálu alespoň ze dvou multisenzorových hlásičů, je vyhlášen poplach, a jsou aktivovány varovné opticko-akustické sirény a rozsvícena výstražná světelná tabla. [43]

V případě, že se v chráněném prostoru nacházejí osoby, které zaznamenají vznik požáru, mohou tyto aktivovat jeden z manuálních tlačítkových hlásičů (viz obrázek 19 – žlutý), který předá signál ústředně SHZ pro vyhlášení potvrzeného poplachu. V případě, že by osoby uvnitř chráněného prostoru neměly dostatek času na bezpečnou evakuaci, mohou stlačením a přidržením aktivovat druhý manuální tlačítkový hlásič (viz obrázek 19 – modrý), který slouží pro elektrickou blokadu SHZ. V tomto případě

je ústředně SHZ předán signál o jeho aktivaci a dochází k pozastavení odpočtu před vypuštěním hasiva, případně k jeho restartování. [43]



Obr. 19. Tlačítkový hlásič SHZ START (vlevo) a tlačítkový hlásič SHZ STOP (vpravo). [vlastní]

V rámci obou návrhových variant 1 a 2 je uvažováno s umístěním manuálních tlačítkových hlásičů uvnitř místnosti datového centra, a to v blízkosti vstupních dveří, ve výšce 1,2-1,5 metru od horního líce podlahy, dle požadavků normy ČSN 73 0875. [44]

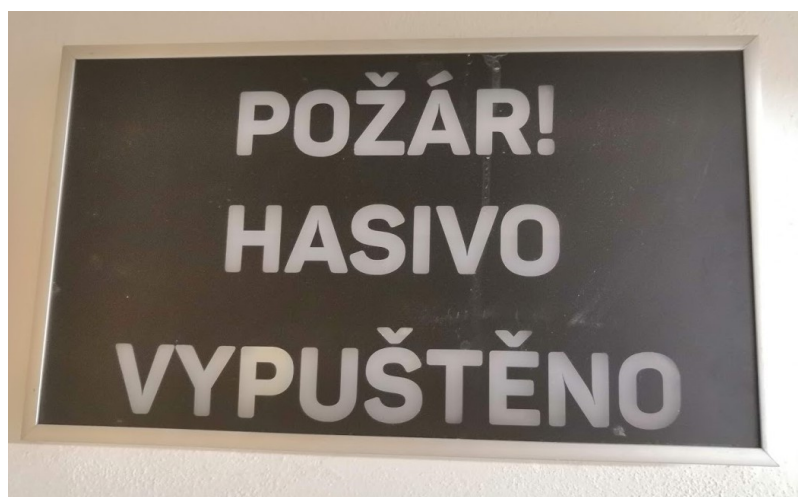
Tab. 15. Počty a umístění zvolených řídicích a ovládacích prvků pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Řídicí a ovládací prvky	Varianta 1		Varianta 2	
	Umístění	Množství	Umístění	Množství
Ústředna SHZ	Uvnitř místnosti	1 ks	Uvnitř místnosti	1 ks
Manuální tlačítkový hlásič SHZ START	Uvnitř místnosti u vstupních dveří	1 ks	Uvnitř místnosti u vstupních dveří	1 ks
Manuální tlačítkový hlásič SHZ STOP	Uvnitř místnosti u vstupních dveří	1 ks	Uvnitř místnosti u vstupních dveří	1 ks

Pokud dojde k selhání ovládacího prvku pro manuální elektrickou blokadu SHZ (manuálního tlačítkového hlásiče SHZ STOP), je v souladu s požadavkem ČSN EN 15 004-1 umožněna blokadu SHZ neelektricky, pákou na ventilu rozvodného potrubí. [33]

### 3.3.3 Varovné a signalizační prvky

K zajištění včasného upozornění osob na vznik požáru v chráněném prostoru a možnosti jejich bezpečné evakuace se používají varovné a signalizační prvky, jako jsou opticko-akustické sirény s majáky a výstražné světelné panely. [45]



Obr. 20. Výstražný světelný panel od výrobce BSTS. [vlastní]

Na základě požadavků normy ČSN EN 15 004-1 je varovná a signalizační část obou variant navržena jako dvoustupňová. Pokud multisenzorové hlásiče zaznamenají vznik požáru, dojde k aktivaci prvního stupně signalizace, tedy rozeznění opticko-akustických sirén uvnitř i vně chráněného prostoru. Současně je aktivován druhý stupeň signalizace, kterým je výstražný světelný panel. [33, 44, 45]

Tab. 16. Počty a umístění navržených varovných a signalizačních prvků pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Varovné a signalizační prvky	Varianta 1		Varianta 2	
	Umístění	Množství	Umístění	Množství
Opticko-akustická siréna s majákem	Uvnitř místnosti	1 ks	Uvnitř místnosti	1 ks
	Vně místnosti	1 ks	Vně místnosti	1 ks
Výstražný světelný panel	Vně místnosti nad vstupními dveřmi	1 ks	Vně místnosti nad vstupními dveřmi	1 ks

Výstražné světelné panely slouží především k upozornění vstupujících osob, nebo jednotek PO, že se v chráněném prostoru vyskytl požár, nebo již došlo k vypuštění hasiva. Upozornění na stav, kdy již došlo k vypuštění hasiva do chráněného prostoru, je důležité s ohledem toxické vlastnosti chemického hasiva NOVEC 1230 a inertního hasiva IG-55. [20, 33, 45]

### 3.4 Posouzení a vyhodnocení variantních řešení

Posouzení vlastních návrhových variant 1 a 2, ve snaze najít nejvhodnější řešení plynového SHZ pro provozovatele datového centra, vychází z jeho požadavků na jednotlivých technických řešení. Významným parametrem pro provozovatele jsou také celkové pořizovací náklady. Pro porovnání technických řešení jsou jednotlivé stěžejní komponenty návrhových variant 1 a 2 promítnuty do přehledové tabulky 17.



Tab. 17. Porovnání technických řešení návrhových variant 1 a 2. [vlastní]

Technické řešení	Varianta 1	Varianta 2
Zvolené hasivo	NOVEC 1230	IG-55
Druh hasiva	Chemický plyn	Inertní plyn
Množství zásobníků hasiva (tlakových láhví)	3 ks	5 ks
Provedení	Modulové	Bateriové
Objemy tlakových láhví a uskladněné množství hasiva	1. tlaková láhev 30 L, 30 kg 2. tlaková láhev 120 L, 112 kg 3. tlaková láhev 150 L, 136 kg	5x tlakové láhve 140 L, 56,4 kg
Tlak v láhvích	25 bar	300 bar
Objem tlakových láhví a množství hasiva celkem	300 L, 278 kg	700 L, 282 kg
Množství trysek	9 ks	14 ks
Klapka pro vyrovnání změny tlaku	SGV 0501 – vyrovnání podtlaku a přetlaku	FSV 0505 – vyrovnání přetlaku
Řídící jednotka	Samostatná ústředna SHZ	Samostatná ústředna SHZ
Typ a množství kouřových hlásičů	Multisenzorové hlásiče – 18 ks	Multisenzorové hlásiče – 18 ks
Typ a množství manuálních tlačítkových hlásičů	Žlutý SHZ START – 1 ks Modrý SHZ STOP – 1 ks	Žlutý SHZ START – 1 ks Modrý SHZ STOP – 1 ks
Typ a množství opticko-akustické signalizace	Kombinované sirény s majáky – 2 ks	Kombinované sirény s majáky – 2 ks
Typ a množství speciální signalizace	Výstražný světelný panel – 1 ks	Výstražný světelný panel – 1 ks

Díky modulovému provedení strojní části varianty 1 je možné umístit tlakové láhve s hasivem ve vnitřním prostoru datového centra tak, aby v chráněném prostoru nepřekážely a zároveň nebyly vystaveny přímým vlivům a účinkům požáru v případě jeho vzniku. S tím souvisí i menší zatížení podlahy a jednodušší řešení potrubních rozvodů. Vzhledem k tomu, že pro chemické hasivo NOVEC 1230, je požadována nižší koncentrace hasiva v chráněném prostoru, než je tomu u inertního hasiva IG-55, je zredukováno množství trysek, se zachováním vysoké účinnosti při hasebním zásahu.

Technické řešení strojní části varianty 2 je naopak provedeno jako bateriové, s tlakovými láhvemi spojenými do jednoho celku. Vzhledem k tomu je zapotřebí použití většího množství potrubí pro rozvody hasiva do všech chráněných částí datového centra. Pro potřebu uskladnění požadovaného hasiva jsou zvoleny tlakové láhve o objemu 140 L. S ohledem na jejich velikost, objem a množství, je předpokládáno větší zatížení zdvojené podlahy datového centra a také potřeba většího prostoru pro umístění.

Při porovnání specifických technických řešení návrhových variant 1 a 2 jsou zřejmé dílčí výhody a nevýhody jednotlivých strojních částí SHZ. Jelikož technické řešení detekční části je pro obě varianty 1 a 2 navrženo shodně, lze konstatovat, že výhodnější alternativu pro provozovatele datového centra, z hlediska technického řešení, představuje návrhová varianta 1 – plynové SHZ s chemickým hasivem NOVEC 1230.

Pro možnost posouzení pořizovacích nákladů obou variant 1 a 2 návrhu, byly sestaveny položkové rozpočty, které obsahují základní rozpočtové náklady, což jsou ceny specifikací, tedy dodávek jednotlivých komponent SHZ, cenové kalkulace montážních prací, a dále ostatní a vedlejší náklady, tedy zkoušky zařízení, zpracování projektové dokumentace apod. Porovnání výsledných cen je uvedeno v přehledové tabulce 18.

Tab. 18. Porovnání pořizovacích nákladů pro variantu 1 a 2. [vlastní]

Pořizovací náklady	Varianta 1	Varianta 2
Strojní část	745 865,- Kč	862 952,- Kč
Detekční část	98 884,- Kč	98 884,- Kč
Montážní a inženýrské práce	155 500,- Kč	163 500,- Kč
Náklady celkem	1 000 250,- Kč	1 125 336,- Kč

Realizace varianty 2 je, s ohledem na větší množství tlakových láhví pro uskladnění inertního hasiva IG-55 a náročnější provedení rozvodného potrubí, finančně nákladnější, než v případě varianty 1. Ačkoliv jsou pořizovací náklady na chemická hasiva zpravidla vyšší, než na inertní (přírodní) hasiva, cenová kalkulace na realizaci varianty 1 nižší, vzhledem k modulovému provedení, menšímu množství tlakových láhví s hasivem, jednoduššímu vedení potrubí a s tím souvisejících nižších předpokládaných nákladů na montážní a inženýrské práce. Kompletní položkové rozpočty obou variant jsou uvedeny v přílohách PI a PII.

Z provedeného porovnání technických řešení a pořizovacích nákladů jednotlivých variant 1 a 2, je nejvýhodnější variantou tedy varianta 1 – plynové SHZ s chemickým hasivem NOVEC 1230. Tato varianta zároveň splňuje požadavky provozovatele na požární ochranu datového centra hasicím zařízením s plynovým hasivem.

## ZÁVĚR

V teoretické části práce jsou podrobně popsány stabilní hasicí zařízení (SHZ), jejich druhy a používaná hasiva. Pro vodní SHZ je charakteristické, že ačkoliv je voda snadno dostupným, ekologicky a environmentálně nezávadným hasební médiem, není vhodná pro hašení požárů některých hořlavých látek, jako jsou například hořlavé kapaliny. Pro tyto účely se používají pěnová SHZ, využívající k hašení pěnidla, která jsou často mísená s vodou. Kromě vody a pěny lze požáry hasit také speciálním hasebním práškem nebo aerosolem. Tato hasební média se vyznačují vysokou účinností, avšak zanechávají zbytková residua, která vyžadují náročné čištění po hasebním zásahu.

Pro účely práce je kladen důraz na plynová SHZ, která se používají k ochraně prostor, ve kterých se nacházejí předměty nebo zařízení vysoké nominální hodnoty (například depozitáře, datová centra apod.). Kromě obecné charakteristiky, provedení a aplikačního prostředí plynových SHZ jsou popsána také používaná inertní a chemická plynová hasiva, s ohledem na jejich hasební projevy, vlastnosti a jevy, ke kterým dochází při jejich vypuštění do chráněného prostoru, jako je přetlak nebo podtlak. Na závěr teoretické části jsou uvedeny rovněž normativní dokumenty, vztahující se k jednotlivým plynovým hasivům, spolu s dokumenty, které se týkají návrhu systémů s plynovými SHZ.

Praktická část práce se zabývá analýzou současného stavu požární bezpečnosti konkrétního datového centra a technickým návrhem na jeho zvýšení nasazením plynového SHZ. Pro účely analýzy je popsán objekt, ve kterém se řešené datové centrum nachází, a dále také samotná místnost datového centra. Na základě zjištěných nedostatků a nebezpečí možného vzniku požáru v řešeném datovém centru, jsou poté navržena a doporučena bezpečnostní opatření pro provozovatele datového centra, ve formě režimových a technických opatření ke zvýšení požární bezpečnosti.

Technický návrh plynového SHZ je zpracován ve formě variantních řešení, dle návrhových dokumentů a požadavků provozovatele datového centra. Předmětem jednotlivých návrhů jsou vždy dvě samostatné oblasti – strojní část a detekční část. Pro účely návrhu byla vyhotovena varianta s chemickým hasivem NOVEC 1230 a varianta s inertním hasivem IG-55.

V závěru praktické části práce je provedeno porovnání obou návrhových variant, jejich posouzení z hlediska technického řešení, z hlediska pořizovacích nákladů, a také z hlediska předchozích požadavků provozovatele datového centra. Vyhodnocením

je výběr nejvýhodnější varianty, kterou byla shledána varianta 1 – plynové SHZ s chemickým hasivem NOVEC 1230, která je pro provozovatele datového centra ekonomicky přívětivější a technicky méně náročná.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] RYBÁŘ, Pavel. Stabilní hasicí zařízení: vodní a pěnová. Praha: Profesionální komora požární ochrany, 2015. Edice Profesionální komory požární ochrany. ISBN 978-80-260-7372-7.
- [2] RYBÁŘ, Pavel. Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií [online]. Druhé. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2014 [cit. 2020-05-20]. ISBN 978-80-86466-71-2. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/priklady-pouziti-shz-pdf.aspx>
- [3] Vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci). In: . Praha: Ministerstvo vnitra, 2001, ročník 2001.
- [4] Požárně bezpečnostní zařízení. Guard7: BOZP A PO PO CELÉ ČR [online]. Pardubice: G U A R D 7, b. r. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.guard7.cz/lexikon/lexikon-po/pozarne-bezpecnostni-zarizeni>
- [5] ČSN EN 2 (389101) Třídy požárů. Praha: Český normalizační institut, © 1994.
- [6] Požadavky na dokumentaci vyhrazených technických zařízení z hlediska požární ochrany. Technicka-zarizeni.cz [online]. Brno: Medim, spol. s r.o., © 2020, 2018 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.technicka-zarizeni.cz/pozadavky-na-dokumentaci-vyhrazenych-technickyh-zarizeni-z-hlediska-pozarni-ochrany/>
- [7] MACHT, Karel. Hašení vodou, vodní proudy, proudnice: Konspekty odborné přípravy jednotek požární ochrany [online]. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, b.r. [cit. 2020-05-20]. Požární taktika. Dostupné z: [http://metodika.cahd.cz/konspekty/1\\_3\\_01.pdf](http://metodika.cahd.cz/konspekty/1_3_01.pdf)
- [8] KALOUSEK, Jaroslav. Základy fyzikální chemie hoření, výbuchu a hašení. 2., dopl. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 80-861-1134-2.

- [9] Hydrantový systém se zploštitelnou hadicí C52 - s kolébkou. Hasičská technika: firmy Pavliš a Hartmann, spol. s r.o., Chvaletice [online]. Chvaletice: Pavliš a Hartmann, © 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.phphp.cz/hydrantovy-system-se-zplostitelnou-hadici-c52-s-kolebkou>
- [10] HS s hadicí D19 – 20bm – plná dvířka – proudnice ekv. 6. Hasičská technika: firmy Pavliš a Hartmann, spol. s r.o., Chvaletice [online]. Chvaletice: Pavliš a Hartmann, © 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://eshop.phphp.cz/hs-s-hadici-d19-20bm-plna-dvirka-proudnice-ekv-6>
- [11] Projekty požárních sprinklerů SHZ, DHZ, PHZ – Sprinkplan. SPRINKPLAN Projekty požárních sprinklerů [online]. Praha: Sprinkplan, 2012 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.sprinkplan.cz/sprinkler>
- [12] Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - I. díl. Tzbinfo [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2020, 2016 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>
- [13] RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová zařízení. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-106-4.
- [14] ČSN EN 12845+A1. Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení: Navrhování, instalace a údržba. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- [15] FireLock™ Model V1201 – V1278. Victaulic [online]. USA (Easton): Victaulic, 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.victaulic.com/products/firelock-model-v1201-v1278/>
- [16] B, FM Spray Nozzles. Reliable Sprinkler [online]. Reliable Sprinkler, © 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.reliablesprinkler.com/product/b-fm-spray-nozzles/>
- [17] Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (2. část). Tzbinfo [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2020, 2017 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16244-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologiei-2-cast>

- [18] ČSN EN 1568-3 ED. 2. Hasiva – Pěnidla – Část 3: Technické podmínky pro pěnidla na těžkou pěnu k aplikaci na povrch kapalin nemísitelných s vodou. Druhé. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [19] PĚNOVÉ STABILNÍ HASÍCÍ ZAŘÍZENÍ. Kimbau ®: Stavebně inženýrská s.r.o. [online]. Praha: kimbau ®, © 1994-2013 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.kimbau.cz/penove-stabilni-hasici-zarizeni.html>
- [20] RYBÁŘ, Pavel. Stabilní hasicí zařízení plynová, prášková, aerosolová a inertizační, provozuschopnost a účinnost SHZ. [Praha]: Profesní komora požární ochrany, 2016. Edice Profesní komory požární ochrany. ISBN 978-80-260-9155-4.
- [21] Stationary powder extinguishing systems: USE WITH LIQUIDS, GASES AND CERTAIN CHEMICALS. Acuro: Fire protection systems [online]. Rakousko (Mondsee): Accuro Brandschutzanlagen, © 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://accuro.at/en/solutions/stationary-powder-extinguishing-systems>
- [22] POWDER FIRE SUPPRESSION SYSTEMS: Dry powder fire systems. Gielle industries [online]. Itálie (Altamura): Gielle, ©2016 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.gielle.it/fire-protection-systems/powder-fire-suppression-systems/>
- [23] BEBČÁK, P., A. DUDÁČEK a M. ŠENOVSKÝ. Vybrané kapitoly z požární ochrany III. Ostrava: Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB – TU, 2006. ISBN 80-86634-98-1.
- [24] Innovative aerosol extinguishing systems: DSPA FIXED EXTINGUISHING SYSTEMS. DSPA.BE [online]. Belgie (Julémont): DSPA.be, b.r. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.dspa.be/dspa-fixed-extinguishing-systems/index.html>
- [25] Zahas představí FirePro. Hasičina [online]. 2011, 2011, 2011 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/46478-zahas-predstavi-firepro/>
- [26] DESIGN, INSTALLATION AND MAINTENANCE INSTRUCTION MANUAL FOR DSPA FIXED EXTINGUISHING SYSTEMS. Revision No. 6.3. Nový Zéland (Auckland): Electropar, 2013.



- [27] Innovative aerosol extinguishing systems: How DSPA works. DSPA.BE [online]. Belgie (Julémont): DSPA.be, b.r. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.dspa.be/knowledge-base/aerosol/index.html>
- [28] BULANT, Jakub. Aerosolové SHZ. Klika: BP [online]. Jihlava: KLIKA-BP, b.r. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://klika.cz/produkty/stabilni-hasici-zarizeni-plynovy/ghz-s-aerosolovym-hasivem/>
- [29] Systém hašení inertním plynem: Systém hašení inertním plynem (IG-541). GWSprinkler: Protipožární systémy [online]. Polsko (Warszawa): GW SPRINKLER, ©2016-2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.gwsprinkler.pl/cs/produkty/plynovy-hasici-systemy/inertni-plyn/>
- [30] RYBÁŘ, Pavel. Plynová hasicí zařízení. 112: Požární ochrana [online]. Nové Město: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, ©2002–2020, 2005 [cit. 2020-05-20]. ISSN 1801-0334. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/plynova-hasici-zarizeni>
- [31] Hasivo Novec 1230 k hašení a ochraně. 3M: Science. Applied to Life.™ [online]. Praha: 3M Česko, ©2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: [https://www.3mcesko.cz/3M/cs\\_CZ/novec-ctl/applications/fire-suppression/](https://www.3mcesko.cz/3M/cs_CZ/novec-ctl/applications/fire-suppression/)
- [32] SAPPHIRE (NOVEC 1230). EUROALARM [online]. Praha: EUROALARM, ©2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.euroalarm.cz/eshop-zabezpecovaci-technika/stabilni-hasici-zarizeni/chemicka-hasiva/novec-1230/>
- [33] ČSN EN 15004-1. Stabilní hasicí zařízení – Plynová hasicí zařízení: Část 1: Navrhování, instalace a údržba. Praha: Český normalizační institut, 2019.
- [34] MARTIŠ, Leoš a Viktor ZWIENER. DOOR FAN TEST – prostorová zkouška těsnosti pro zajištění účinnosti plynového stabilního hasicího zařízení. Atelier DEK [online]. Praha: DEK, ©2018, 2013 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/door-fan-test-%E2%80%93-prostorova-zkouska-tesnosti-pro-zajisteni-ucinnosti-plynovyho-stabilniho-hasiciho-za#blower-door>
- [35] Guidance on the pressure relief and post discharge venting of enclosures protected by gaseous fire fighting systems: FIA Guidance for the Fire Protection Industry. Issue 2. Velká Británie (Hampton): The Fire Industry Association Limited., ©2012.

- [36] Datové centrum (Data Centre). Management mania [online]. ManagementMania.com, ©2011-2016, 2017 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/datove-centrum-data-centre>
- [37] JIRÁSKO, Tomáš. Fyzická bezpečnost datových center. Hospodářské noviny: ICT REVUE [online]. Economia, ©1996-2020, 2016 [cit. 2020-05-20]. ISSN 1213-7693. Dostupné z: [https://ictrevue.ihned.cz/c3-65470890-0ICT00\\_d-65470890-fyzicka-bezpecnost-datovych-center](https://ictrevue.ihned.cz/c3-65470890-0ICT00_d-65470890-fyzicka-bezpecnost-datovych-center)
- [38] ČSN EN 15 004-2. Stabilní hasicí zařízení – Plynová hasicí zařízení: Část 2: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasicích zařízení s hasivem FK-5-1-12. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [39] ČSN EN 15004-9. Stabilní hasicí zařízení – Plynová hasicí zařízení: Část 9: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasicích zařízení s hasivem IG-55. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [40] ČSN 34 2710. Elektrická požární signalizace: Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba. Z1 8.13t. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [41] EPS – Elektrická požární signalizace. AVALON: Fire & Security systems [online]. Praha: AVALON, ©2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.avalon.cz/produkty/elektronicka-pozarni-signalizace-eps.htm>
- [42] Produktdetail: Integral IP CXE. Schrack: Seconet [online]. Praha: SCHRACK SECONET, ©2012 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: [https://www.schrack-seconet.com/cs/products\\_solutions/detail.html?id=0000007](https://www.schrack-seconet.com/cs/products_solutions/detail.html?id=0000007)
- [43] FIRESTOP – SERVER RACK. TEPOSTOP [online]. Přelouč: TEPOSTOP®, b.r. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.tepostop.cz/cs/fire-extinguishing-systems/firestop-server-rack/>
- [44] ČSN 73 0875. Požární bezpečnost staveb: Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení. Druhé. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

- [45] PRŮHA, Miloš. Plynové hasicí systémy II – Praktické aspekty návrhu zařízení. IMateriály: portál časopisů Materiály pro stavbu a Stavitel pro odborníky ve stavebnictví [online]. Praha: Business Media One, ©2007–2020, 2008 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: [https://www.imaterialy.cz/rubriky/tzb/plynove-hasici-systemy-ii-prakticke-aspekty-navrhu-zarizeni\\_101362.html](https://www.imaterialy.cz/rubriky/tzb/plynove-hasici-systemy-ii-prakticke-aspekty-navrhu-zarizeni_101362.html)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

SHZ	Stabilní hasicí zařízení.
PO	Požární ochrana.
PHZ	Polostabilní hasicí zařízení.
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení.
MIST	Mlha (vodní).
AFFF	Aqueous film forming foam – Pěnidla tvořící vodní film.
FFFP	Film Forming Fluoroprotein Foam – Fluoroproteinová pěnidla tvořící vodní film.
FP	Fluoroprotein Foam – Fluoroproteinová pěnidla.
P	Protein foam – Proteinová pěnidla.
S	Synthetic foam – Syntetická pěnidla.
AR	Alcohol resistant – Pěnidla odolná proti alkoholu.
IG	Inergen.
HFC	Hydrofluorocarbons – Fluorované uhlovodíky.
GWP	Global Warming Potential – Potenciál globálního oteplování.
ALT	Alanine transaminase – Doba životnosti hasiva v atmosféře.
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level – Nejvyšší dávka (koncentrace plynového hasiva), při které ještě není pozorována žádná statisticky významná nepříznivá odpověď organismu.
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level – Nejnižší dávka (koncentrace plynového hasiva), při které je již pozorována statisticky významná nepříznivá odpověď organismu.
CCTV	Closed-circuit television – Uzavřený televizní okruh (kamerový systém).
PCO	Pult centralizované ochrany.
UPS	Uninterruptible Power Supply – Zdroj nepřerušovaného napájení.
HW	Hardware – Počítačové vybavení.

---

VdS	Vertrauen durch Sicherheit – Mezinárodní certifikační organizace pro prevenci požárů a dalších rizik včetně ochrany proti nežádoucímu průniku.
A+	Vyšší nebezpečí třídy požáru A.
DN	Diameter Nominal – Jmenovitá světlost potrubí.
SGV	Synthetic Gas Vent – Vyrovnávací klapka pro syntetická (chemická) plynová hasiva
FSV	Inert Gas Vent – Vyrovnávací klapka pro inertní (přírodní) plynová hasiva

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Základní části stabilních hasicích zařízení. [1]</i> .....	10
<i>Obr. 2. Hydrantový systém se zploštělou hadicí. [9]</i> .....	15
<i>Obr. 3. Hadicový systém s tvarově stálou hadicí. [10]</i> .....	16
<i>Obr. 4. Schéma sprinklerového zařízení. [11]</i> .....	17
<i>Obr. 5. Příklad sprinklerových hlavice se skleněnou (vlevo) a tavnou (vpravo) tepelnou pojistkou. [1]</i> .....	18
<i>Obr. 6. Příklad aktivace sprinklerové hlavice se skleněnou pojistkou. [1]</i> .....	18
<i>Obr. 7. Příklad provedení sprejových hubic. [15, 16]</i> .....	21
<i>Obr. 8. Hasební zásah sprejového zařízení (vlevo) a sprinklerového zařízení (vpravo). [1]</i> .....	22
<i>Obr. 9. Sprejové hlavice a mlhové hubice používané u mlhových zařízení. [17]</i> .....	24
<i>Obr. 10. Schéma práškového SHZ. [21]</i> .....	30
<i>Obr. 11. Schéma aerosolového SHZ. [24]</i> .....	32
<i>Obr. 12. Složení aerosolového generátoru. [27]</i> .....	34
<i>Obr. 13. Schéma plynového SHZ. [2]</i> .....	35
<i>Obr. 14. Plachta s ventilátorem pro provádění „door fan testu“. [vlastní]</i> .....	41
<i>Obr. 15. Změna tlaku při vypuštění inertních a chemických hasiv do chráněného prostoru. [35, upraveno]</i> .....	42
<i>Obr. 16. Provedení plynového SHZ pro ochranu serverovny modulového a bateriového typu. [2]</i> .....	43
<i>Obr. 17. Půdorys místnosti s datovým centrem. [vlastní]</i> .....	48
<i>Obr. 18. Ústředna SHZ – Schrack B6 integral CXE. [42]</i> .....	61
<i>Obr. 19. Tlačítkový hlásič SHZ START (vlevo) a tlačítkový hlásič SHZ STOP (vpravo). [vlastní]</i> .....	62
<i>Obr. 20. Výstražný světelný panel od výrobce BSTS. [vlastní]</i> .....	63

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Barevné značení a otevírací teploty sprinklerových hlavíc s teplotními a tavnými pojistkami. [13].....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2. Charakteristické parametry sprchového proudu a vodní mlhy. [1, upraveno].....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 3. Přehled inertních plynových hasiv a souvisejících normativních dokumentů. [20, upraveno].....</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 4. Přehled chemických plynových hasiv a souvisejících normativních dokumentů. [20, upraveno] .....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 5. Hodnoty vlivu plynových hasiv na životní prostředí a jejich toxikologické údaje. [20, upraveno] .....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 6. Návrhové koncentrace pro jednotlivá plynová hasiva. [20, upraveno] .....</i>	<i>40</i>
<i>Tab. 7. Údaje o rozměrech poskytnuté provozovatelem datového centra. [vlastní].....</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 8. Variantní řešení návrhu plynových SHZ. [vlastní] .....</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 9. Zvolené hodnoty hasebních koncentrací pro variantu 1 a 2. [38, 39].....</i>	<i>55</i>
<i>Tab. 10 Výsledné množství hasiv pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>55</i>
<i>Tab. 11. Zvolené zásobníky hasiva pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>56</i>
<i>Tab. 12. Výpočtové dimenze potrubí a množství trysek pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 13. Zvolené vyrovnávací tlakové klapky pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 14. Zvolené počty a umístění detekčních prvků pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 15. Počty a umístění zvolených řídicích a ovládacích prvků pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 16. Počty a umístění navržených varovných a signalizačních prvků pro variantu 1 a 2. [vlastní].....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 17. Porovnání technických řešení návrhových variant 1 a 2. [vlastní] .....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 18. Porovnání pořizovacích nákladů pro variantu 1 a 2. [vlastní] .....</i>	<i>67</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

PI      Položkový rozpočet varianty 1.

PII     Položkový rozpočet varianty 2.