

Návrh plynového stabilního hasicího zařízení

Bc. Tomáš Maryník

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. Tomáš Maryník**
Osobní číslo: **A18577**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Návrh plynového stabilního hasicího zařízení**
Téma práce anglicky: **The Design of Gas Fire Extinguishing Equipment**

Zásady pro vypracování

1. Popište principy stabilních hasicích zařízení
2. Porovnejte různé typy GHZ z pohledu hasicího média
3. Proveďte posouzení činností dle požárního nebezpečí konkrétního objektu
4. Navrhnete plynové hasicí zařízení pro daný objekt
5. Zpracujte funkce a zapojení návazných systémů
6. Odhadněte další vývoj a možné aplikace těchto systémů

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam doporučené literatury:

1. VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015, 1 online zdroj (169 s.). ISBN 978-80-7454-557-3
2. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4
3. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management III. Zlín: VeRBuM, 2013. ISBN 978-80-87500-35-4
4. LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti II. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9
5. ČSN EN 15004. *Stabilní hasicí zařízení – Plynová hasicí zařízení: Část 1: Návrh, instalace a údržba*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
6. ČSN EN 12094. *Stabilní hasicí zařízení – Komponenty plynových hasicích zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 44 s.

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

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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání 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/bakalářské 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 12.8.2020

Bc. Tomáš Maryník v.r.
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Teoretická část diplomové práce popisuje způsoby detekce požáru, které jsou vhodné pro systémy GHZ. Popisuje elektrickou a strojní část plynových stabilních hasicích zařízení a jejich funkce, vysvětluje principy hašení pomocí jednotlivých druhů hasicích plynů a porovnává jednotlivé druhy hasiv. Praktická část práce je zaměřená na návrh konkrétního systému plynového stabilního hasicího zařízení pro vybraný dvoupodlažní objekt, který je navržen jako depozitář muzejních sbírek. Práce obsahuje návrh detekce, řízení a sekčního hašení hasivem Novec 1230. Dalším obsahem práce je rozšíření návrhu o možnosti integrace systému a odhad možností vývoje v oblasti stabilního plynového hašení.

Klíčová slova: plynové stabilní hasicí zařízení, hasicí plyn, detekce kouře, navrhování systému

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis is focused on the methods of fire detection, which are suitable for GHZ systems. It describes the electrical, as well as mechanical parts of gas stable fire extinguishing equipment, their function, and explains the principles of extinguishing using different types of extinguishing substances and compares them. The practical part of the thesis is focused on the designing of a specific gas stable fire extinguishing system for a chosen two-storey building, which will be used as a museum depository. The thesis contains a concept of fire detection, control and sectional extinguishing using Novec 1230 substance. Another part of the thesis shows the extension of this concept by a possibility of system integration and estimation of development in the field of stable gas extinguishing.

Keywords: gas extinguishing system, extinguishing gas, smoke detection, system design

Poděkování patří vedoucímu práce Ing. Rudolfu Drgovi za odborné vedení mé práce, dále bych chtěl poděkovat především rodině za trpělivost a podporu při studiu a kolegům za odborné rady a pomoc při realizaci práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PLYNOVÁ HASICÍ ZAŘÍZENÍ	12
1.1 CHARAKTERISTIKA.....	13
1.1.1 Požární bezpečnost staveb.....	13
1.1.2 Požárně bezpečnostní zařízení	13
1.1.3 Teorie požáru	13
1.1.4 Definice hoření.....	13
1.2 DETEKČNÍ ČÁST.....	15
1.2.1 Automatické hlásiče - bodové.....	16
1.2.2 Tlačítkové hlásiče.....	17
1.2.3 Nasávací hlásiče	18
1.2.4 Lineární hlásiče	18
1.2.5 Plamenné hlásiče.....	19
1.2.6 Nové možnosti detekce požáru	19
1.3 ŘÍDÍCÍ ČÁST.....	20
1.3.1 Hasicí ústředny	20
1.3.2 Část poplachová a signalizační	21
1.3.3 Monitoring tlaku hasiva	21
1.3.4 Integrace GHZ/EPS.....	22
1.4 HASICÍ ČÁST.....	24
1.4.1 Princip jedno zónového GHZ.....	24
1.4.2 Princip více zónového GHZ.....	24
1.4.3 Komponenty	26
1.5 PROVOZUSCHOPNOST GHZ	30
1.5.1 Kontroly a zkoušky GHZ	30
2 HASICÍ PLYNY A JEJICH POROVNÁNÍ	31
2.1 OXID UHLIČITÝ.....	32
2.2 DUSÍK.....	32
2.3 ARGONITE	33
2.4 INERGEN.....	34
2.5 FM-200.....	34
2.6 NOVEC 1230.....	35
2.7 POROVNÁNÍ.....	36
3 NAVRHOVÁNÍ GHZ	39
3.1 VÝPOČET MNOŽSTVÍ HASIVA.....	39
3.1.1 CO ₂	39
3.1.2 Novec, FM-200	40

3.1.3	IG-55, IG-100, IG-541	40
3.2	TEST INTEGRITY – UTĚSNĚNÍ HASEBNÍHO ÚSEKU	41
3.2.1	Door fan test	41
3.2.2	Princip	41
3.2.3	Požární ucpávky	42
3.3	MECHANICKÁ ODOLNOST STAVEBNÍ KONSTRUKCE	42
4	OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	43
5	APLIKACE GHZ.....	45
5.1	DATOVÁ CENTRA	45
5.2	DEPOZITÁŘE A ARCHÍVY	46
5.3	ROZVODNY ELEKTRICKÉ ENERGIE	46
5.4	PROSTORY PRO VÝZKUM A VÝVOJ	46
5.5	DALŠÍ MOŽNOSTI.....	46
6	ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE GHZ	50
6.1	VÝVOJ V OBLASTI HASICÍHO MÉDIA.....	50
6.2	VÝVOJ V OBLASTI ŘÍZENÍ A DETEKCE	50
6.3	VÝVOJ V OBLASTI APLIKACÍ	51
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	52
7	POPIS OBJEKTU	53
7.1	POSOUZENÍ OBJEKTU Z HLEDISKA POŽÁRNÍCH ČINNOSTÍ.....	53
8	NÁVRH GHZ DEPOZITÁŘE	55
8.1	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	55
8.1.1	Hasivo a množství hasiva	57
8.2	STROJNÍ ČÁST	59
8.2.1	Axonometrie potrubí GHZ	60
8.2.2	Hydraulický výpočet GHZ	61
8.2.3	Trysky	61
8.3	ELEKTRO ČÁST	63
8.3.1	Hasicí ústředna	63
8.3.2	Detekce kouře.....	64
9	ZAPOJENÍ NÁVAZNÝCH SYSTÉMŮ	68
9.1.1	Integrace GHZ/EPS.....	68
9.1.2	Schéma zapojení.....	70
10	TEST INTEGRITY A BEZPEČNOSTNÍ ZNAČENÍ.....	71
10.1.1	Bezpečnostní značení	72
	ZÁVĚR	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	76
SEZNAM OBRÁZKŮ	77
SEZNAM TABULEK.....	78
SEZNAM PŘÍLOH.....	79

ÚVOD

Téma diplomové práce „Návrh plynového stabilního hasicího zařízení“ bylo zvoleno vzhledem k velkému rozvoji technologií a růstu poptávky po požárních zabezpečovacích systémech z pohledu provozovatelů technologických a datových služeb, kteří mají vysoké požadavky na bezpečnost a mají velkou potřebu chránit hodnoty lidského zdraví a materiální hodnoty. Práce se zaměřuje na popis aktuálních možností v oblasti aktivní požární ochrany budov pomocí plynových hasicích systémů, se kterými se autor v praxi nejčastěji setkává a poukazuje na širší možnosti využití plynového hašení.

V teoretické části práce je provedena literární rešerše, která vysvětluje základní pojmy v oblasti požární problematiky, popisuje principy detekce požáru a elektrických řídicích a zpoždovacích zařízení využívaných pro systém GHZ. Ze strojní části systému jsou popsány všechny druhy komponentů, které tvoří celý systém hasící části. Následuje souhrn v dnešní době nejpoužívanějších hasicích plynů, jejich popis vlastností a rozdíl principu hašení mezi inertními plyny a chemickými. Práce zahrnuje porovnání těchto plynů z pohledu návrhového i z hlediska dopadu na životní prostředí a zdraví. Kapitola navrhování stabilního hasicího zařízení poukazuje na legislativní požadavky v této oblasti a popisuje základní postupy při návrhu množství hasiva pro jednotlivé druhy hasicích plynů. Další část je zaměřena na problematiku hasicích plynů z pohledu vlivu na zdraví osob a dopadu na životní prostředí. Práce obsahuje popis velkého množství možných využití plynových hasicích systémů.

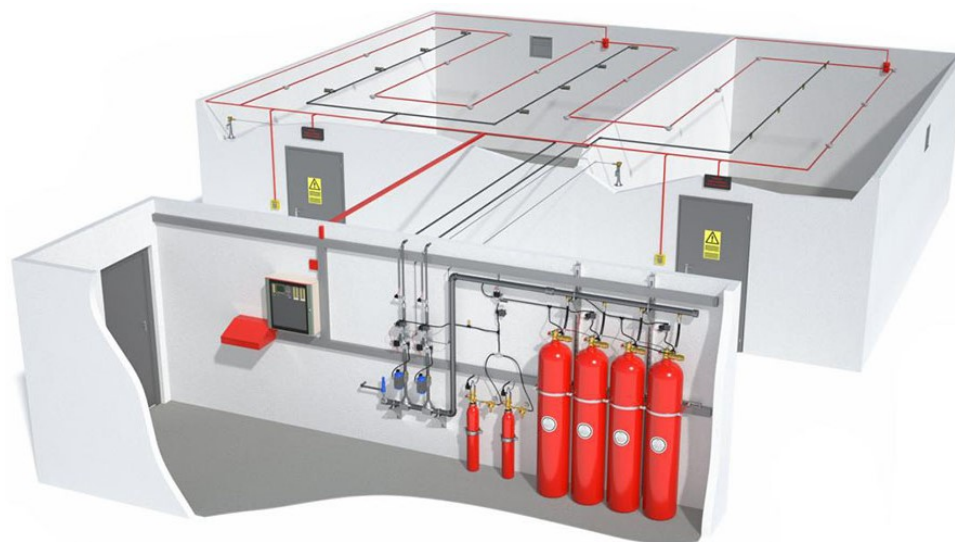
Praktická část je zaměřena na návrh konkrétního systému GHZ pro skladovací objekt o dvou podlažích, primárně určený jako depozitář cenných muzejních sbírek vysoké hodnoty. Z principu stavby a návrhu systému je však možné i jiné využití jako například datové sály. Objekt je stavebně navržen tak, že umožňuje široké spektrum jeho využití a takovou stavbou lze rozšířit prakticky jakoukoliv budovu, která by tak získala možnosti využití dvou skladovacích prostorů s vysokým režimem protipožárního zabezpečení. Práce obsahuje popis budovy a posouzení provozovaných činností z hlediska požární ochrany a následné začlenění objektu. Samotný návrh stabilního plynového hašení vychází z tvaru a konstrukce budovy, navrženo je sekční hašení dvou samostatných hasebních úseků tak aby byl systém efektivní a zároveň šetřil náklady. Kompletní návrh se skládá ze strojní části systému a z elektrické části systému (detekce a řízení). Součástí je také integrace systému GHZ se systémem elektrické požární signalizace a popis možného řešení vzdálených přístupů a možnosti ovládání návazných systémů. Cílem práce je popis možností detekce a řízení systému plynových hašení, popis možností v oblasti využití různých druhů hasicích plynů a jejich porovnání a návrh konkrétního hašení pro zvolený objekt.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PLYNOVÁ HASICÍ ZAŘÍZENÍ

První plynová stabilní hasicí zařízení (GHZ) využívala k hašení oxid uhličitý (CO_2). Historie těchto zařízení se datuje již do roku 1801, kdy bylo popsáno, jak hasit lodě s využitím oxidu uhličitého. Model takového zařízení byl předveden v roce 1843 na výstavě v Londýně. Jeden z prvních návrhů samočinného hasicího zařízení na CO_2 byl navržen o 40 let později a o 5 let později byl vydán patent na elektrické spouštění stabilního hasicího zařízení na CO_2 . K technologickému vylepšení přispěli kolegové Siemens a Halske v Německu, kteří navrhli v roce 1910 samočinné GHZ na CO_2 , které se skládalo z detekční, řídicí a hasicí části tak jak tento systém známe dnes. [4]

Systémy GHZ zaznamenávají v posledních letech velký rozvoj, vzhledem ke stále se rozšiřujícímu využívání IT technologií a závislosti mnoha odvětvích na jejich funkci, stoupá i poptávka po ochraně takových technologií. Jak stoupá počet plynových hasicích systémů a jejich aplikací ve světě, dochází i ke změně v nabídce plynových hasiv. Důsledkem ochrany životního prostředí se některé látky sloužící k hašení musí řídit regulací a např. halony mají, i přes jejich vysokou účinnost, prokazatelný vliv na ozonovou vrstvu a jsou proto již od konce roku 2003 zakázány (s výjimkou kritických aplikací například v leteckém nebo vojenském průmyslu). [4]



Obr. 1. Systém GHZ [19]

1.1 Charakteristika

Plynové stabilní hasicí zařízení (GHZ) slouží k provedení hasebního zásahu bez přítomnosti lidského činitele v co nejkratší době po vzniku požáru v konkrétním chráněném prostoru.

1.1.1 Požární bezpečnost staveb

Požární bezpečnost staveb, je z definice schopnost objektu jako celku bránit ztrátám na životech a zdraví osob, zvířat a majetku. [3]

1.1.2 Požárně bezpečnostní zařízení

Požárně bezpečnostní zařízení (PBZ) je technické opatření, které má za cíl snížit intenzitu případného požáru a snížit riziko ztrát způsobených vzniklým požárem v objektu nebo jeho části. Požadavky na vybavení objektu takovým zařízením plynou z norem požární bezpečnosti staveb ČSN 73 08XX. Patří zde například EPS, SHZ, SOZ atd. [2]

1.1.3 Teorie požáru

Požár je nežádoucí, živelné a nekontrolovatelné hoření, které způsobuje ztráty na zdraví a životech lidí či zvířat a hmotné škody. Jde o reakci, doprovázenou nejrůznějšími chemickými a fyzikálními jevy. Všechny tyto jevy spolu souvisí a každý z nich svým způsobem ovlivňuje proces a rozvoj požáru. [3]

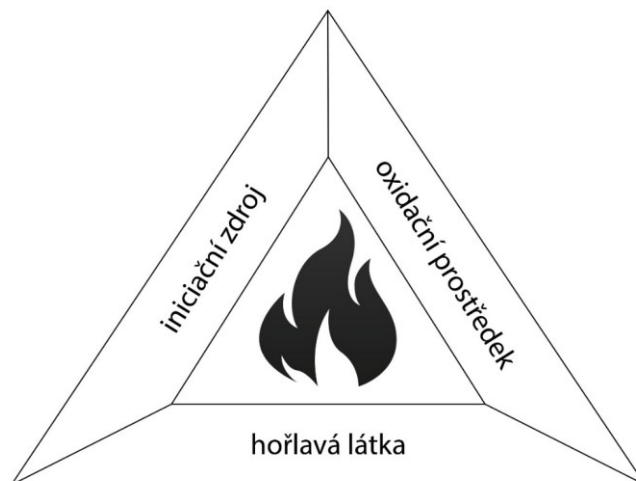
Pro účely požární ochrany se za požár považuje i nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata nebo materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy. [11]

1.1.4 Definice hoření

Hoření je rychlá chemická oxidační reakce, při které se uvolňuje tepelná a světelná energie a chemické zplodiny hoření. Hoření je exotermický děj, probíhající za vývoje světla, tepla a zplodin hoření. Hoření vzniká a probíhá za určitých podmínek. Pro jeho průběh je zapotřebí současná přítomnost hořlaviny, oxidačního prostředku a zdroje inicializace (viz trojúhelník hoření). Hořlavina a oxidační prostředek spolu tvoří hořlavý soubor. [3]

Podmínky pro hoření:

1. hořlavá látka
 - pevné (papír, dřevo atd.)
 - kapalné (benzín, olej, líh atd.)
 - plynné (zemní plyn, propan-butan atd.)
2. oxidační prostředek
 - nejčastěji vzdušný kyslík
3. zdroj iniciace
 - nejčastěji plamen, jiskra, horký povrch



*Obr. 2. Podmínky pro vznik požáru
[upraveno dle [3]]*

1.2 Detekční část

Pro detekci požáru se využívají detektory a hlásiče požáru. Hlásiče požáru sledují, měří a vyhodnocují fyzikální parametry a jejich změny, které provázejí vznik požáru. Hlavními projevy požáru jsou teplota, světlo (plamen) a zplodiny hoření. Zplodiny hoření mohou být viditelné (kouř) nebo neviditelné (plyny CO, CO₂, aerosoly). Pomocí několika druhů detektorů se tyto projevy snažíme detekovat co nejdříve a převést je na elektrické signály, tyto signály pak přenášeny do ústředny zpracovávat. [2]

Podle místa, ve kterém hlásiče vyhodnocují parametry požáru, můžeme hlásiče rozdělit na bodové a lineární. Bodové hlásiče sledují fyzikální parametry požáru na jednom místě, lineární hlásiče dokáží sledovat fyzikální změny na určitém úseku nebo prostoru. [2]

Podle způsobu vyhodnocení změn fyzikálního parametru se hlásiče dělí na:

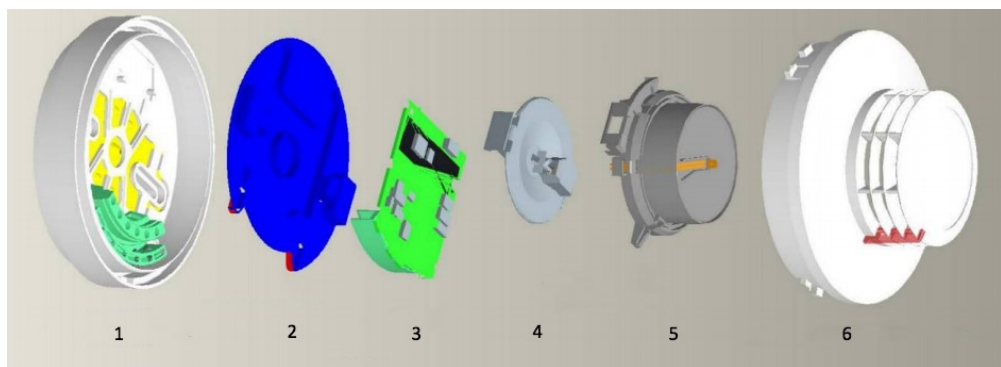
- Maximální – reagují na překročení nastavené mezní hodnoty sledovaného parametru
- Diferenciální – reagují na překročení rychlostní změny (gradientu) sledovaného parametru
- Kombinované – obsahují maximální i diferenciální část, reagují v případě reakce alespoň jedné z obou částí
- Inteligentní – hlásiče s vestavěnou vyhodnocovací jednotkou změn fyzikálního parametru

Při návrhu detekční části systému je vždy nutné zvolit takový typ hlásičů, který v daných prostorech a za daných podmínek zajistí nejvčasnější a nejspolehlivější detekci a varování. Pro spolehlivou detekci vznikajícího požáru je vhodné zvolit kombinaci různých druhů hlásičů, např. bodových hlásičů a lineárních hlásičů. [12]

Hlásiče požáru se optimálně navrhují tak, aby byla zajištěna detekce jedné nebo více charakteristik požáru tzn. Kouře, tepla, záření plamene a jiné. Různé typy hlásičů reagují odlišnou rychlostí na různé typy požárů. Kouřové hlásiče reagují nejlépe na pomalu doutnající hoření, naopak teplotní hlásič je vhodný při rychlém požáru s malým množstvím kouře. Obecně však platí že teplotní hlásič má reakci pomalejší než jiné typy hlásičů. [12]

1.2.1 Automatické hlásiče - bodové

- **Opticko-kouřové hlásiče** – Detekují obsah aerosolů ve vzduchu, každý hlásič obsahuje černou detekční komoru s optickým emitorem (LED diodou, pracující v infračervené oblasti) a optickým detektorem (fotodiodou, infračerveným detektorem), paprsek za normálních podmínek černou komorou nedoputuje od emitoru k detektoru a hlásič zaznamenává klidový stav. V případě vniknutí kouře do detekční komory je vyvolán poplach v důsledku odrazu paprsku od částí aerosolů a tím následné detekce paprsku.
- **Teplotní hlásiče** – nejčastěji využívají kombinovaného principu detekce, sdružující systém maximální i diferenciální, vyhodnocují překročení maximální teploty nebo překročení rychlosti nárustu teploty. Pro systém GHZ nejsou teplotní hlásiče vhodné, protože jejich reakce na vznikající požár je oproti jiným hlásičům pomalá.
- **Multisenzorové hlásiče** - jsou hlásiče, které obsahují dva a více senzorů, kdy každý senzor snímá odlišný jev požáru. Získané signály jsou kombinovány a vyhodnocovány vhodným algoritmem a generují jeden poplachový signál. Rozhodovací algoritmus zpracovává buď to přímo hlásič nebo ústředna. [12]



Obr. 3. Multisenzorový hlásič MTD533x [upraveno dle [22]]

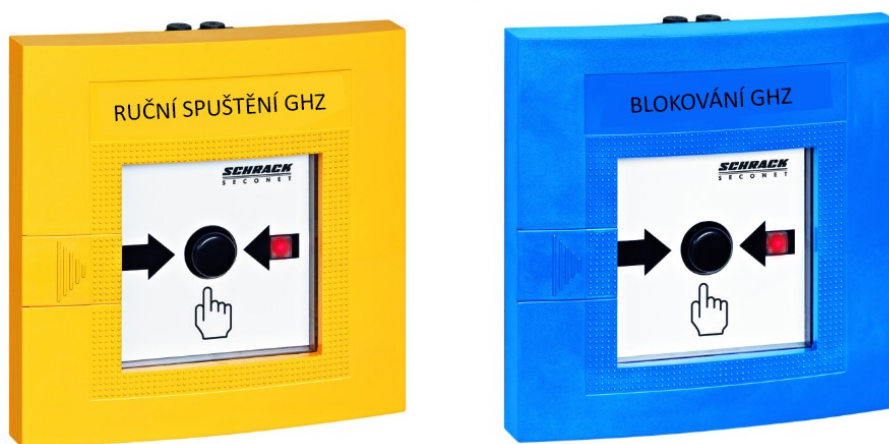
- 1 – patice se svorkovnicí pro zapojení kabeláže
- 2 – kryt elektroniky automatického hlásiče
- 3 – deska s elektronikou hlásiče
- 4 – optická komora
- 5 – kryt optické komory s prostupem pro termistor
- 6 – kryt hlásiče se světlovodem pro led diodu

1.2.2 Tlačítkové hlásiče

Tlačítkové hlásiče nereagují na změnu parametrů provázejících vznik požáru přímo, ale prostřednictvím lidského zásahu, v tomto případě je nutné, aby se v místě nacházel člověk, který vyhodnotí situaci a stiskem tlačítkového hlásiče předá údaj o požáru do ústředny. Tento typ hlásiče musí splňovat požadavky normy ČSN EN 54-11, tato norma dělí tlačítkové hlásiče na dva typy. [13]

- **Typ A** – tlačítkový hlásič s přímou obsluhou (poplachový stav je vyvolán automaticky po rozbití nebo posunutí křehkého prvku bez dalšího zásahu).
- **Typ B** – tlačítkový hlásič s nepřímou obsluhou (poplachový stav vyžaduje dva kroky pro spuštění, rozbití křehkého prvku a spuštění tlačítka stisknutím). [12]

Pro systém stabilního hasicího zařízení se využívají dva typy tlačítkových hlásičů. Tlačítkový hlásič pro ruční spuštění GHZ a tlačítkový hlásič blokovací, který umožňuje oddálení nebo pozastavení procesu hašení v průběhu evakuačního času tzn. Od spuštění poplachu do vypuštění hasiva.



Obr. 4. Tlačítkové hlásiče [vlastní]

- **Spouštěcí tlačítko** se umísťuje vně chráněného prostoru vedle dveří, spouštěcí tlačítka jsou vždy označena popisem např. Ruční spuštění GHZ a mají žlutou barvu.
- **Blokovací tlačítko** se umísťuje uvnitř chráněného prostoru vedle dveří, vždy je označeno nápisem např. STOP GHZ nebo Blokování GHZ a je modré barvy bez aretace, tzn. že je nutné tlačítko držet při nutnosti blokování hašení.

1.2.3 Nasávací hlásiče

Nasávací hlásiče pracují na principu vzorkování nasávaného vzduchu z monitorovaného prostoru. Systémem kapilár a trubek opatřených přesně definovanými otvory je pomocí ventilátoru z hlídaného prostoru neustále přiváděn vzduch k hlásiči (většinou opticko-kouřovému) nebo do laserové komory. Potrubí, je vhodně rozmístěno v chráněném úseku v podobném rozsahu jako bodové hlásiče, případně lze pomocí kapilár hlídat přímo konkrétní zařízení, a tak maximálně urychlit detekci vznikajícího požáru. Jednotka hlásiče dokáže rozpoznat změnu proudění vzduchu v nasávacím potrubí způsobenou například ucpáním nasávacího otvoru, znečištěním potrubí a filtru, nebo poruchu ventilátoru a okamžitě signalizuje stav poruchy. Jednotky jsou opatřeny poplachovými a poruchovými výstupy, které se propojují do ústředny.

Použití nasávací hlásičů: nasávací hlásiče se používají především v čistém prostředí např.: datových sálů, archivů a depozitářů.

1.2.4 Lineární hlásiče

Kouřové hlásiče lineární využívají optický paprsek, který hlídá prostor v určité délce, od vysílače po přijímač nebo od vysílače (s přijímačem) po odraznou plochu. Detekce funguje na principu zeslabení optického paprsku vlivem kouře a jeho vyhodnocení jednotkou hlásiče.

Použití lineárních hlásičů: lineární hlásiče se používají často v bezobslužných prostorech technologických zařízení jako například v rozvodnách vysokého napětí.

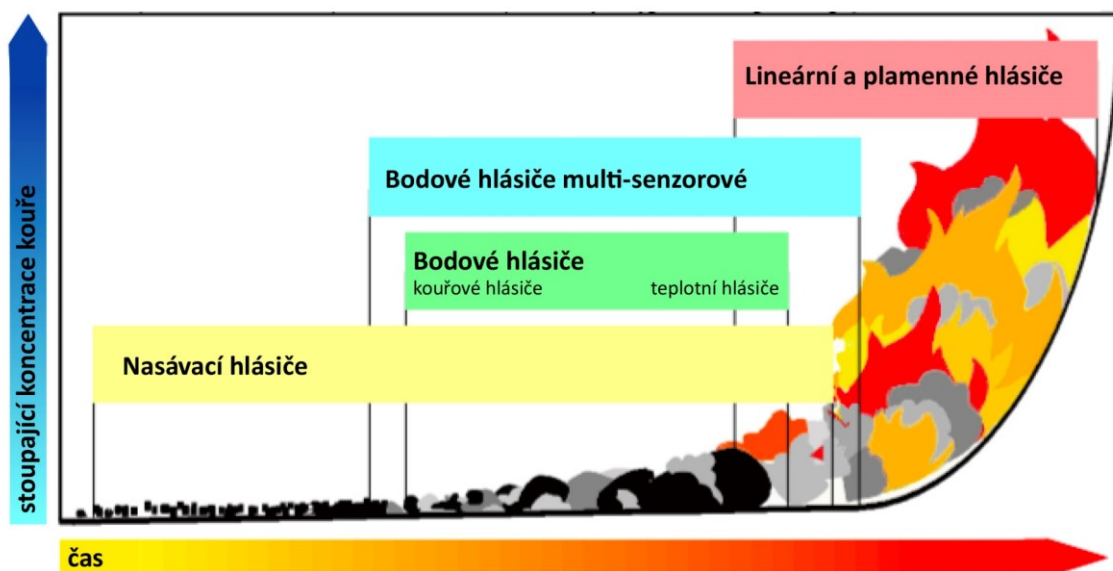


Obr. 5. Lineární hlásič Fireray [vlastní]

1.2.5 Plamenné hlásiče

Plamenné hlásiče fungují na principu detekce vyzařování optického spektra požáru, hlásiče reagují na ultrafialovou nebo infračervenou složku záření, případně na jejich kombinace. Plamenný hlásič nemá schopnost zaznamenat doutnajících požárů, a proto se používá hlavně v kombinaci s kouřovým hlásičem. Plamenný hlásič pracuje v zorném úhlu, proto se instaluje tak aby měl zajištěnou přímou viditelnost střeženého prostoru. Při správném umístění při návrhu a instalaci plamenného hlásiče jde o hlásič s velice rychlou dobou reakce. Při návrhu je nutné dbát na možnosti znečištění hlásiče, zeslabení vyzařovacího spektra z důvodu provozních podmínek. Plamenné hlásiče detekují infračervené (IR) záření, ultrafialové (UV) záření, a jejich kombinaci (UV/IR).

Na obrázku č. 6 je znázorněna časová reakce jednotlivých typů hlásičů při rozvoji požáru.



Obr. 6. Reakce jednotlivých typů hlásičů [upraveno dle [22]]

1.2.6 Nové možnosti detekce požáru

Video detekce požáru (VDF – Video Fire Detection)

System video detekce může využívat jednu nebo více kamer připojených ke komunikačnímu zařízení, které zajišťuje přenos signálu z kamery do vyhodnocujícího zařízení kde dojde ke zpracování signálu. Softwarový algoritmus vyhodnocuje sekvence snímků z kamery takovým způsobem, že dokáže vyhodnotit změny podobné vznikajícímu požáru, jako je kouř

nebo vznik záření plamene. Při detekci jedné z těchto složek nebo jejich kombinace dojde k vyhlášení poplachu.

1.3 Řídící část

Řídící zařízení definuje norma ČSN EN 12094-2. Jde o zařízení, které přijímá signály z hlásičů požáru, nebo ručního spouštěcího zařízení, zpracovává a vyhodnocuje tyto signály a vysílá signály pro aktivaci hasicí části GHZ a dalších pomocných funkcí. Norma popisuje toto zařízení jako elektrické řídicí a zpoždovací zařízení (EŘZ). V praxi může být použito samostatné hasicí ústředny nebo ústředny EPS.

1.3.1 Hasicí ústředny

Pomocí hasicí ústředny lze systém ovládat, jako například vypnout jednotlivé linky hlásičů, vypnout akustickou signalizaci, přepnout provozní režimy (automatický, pouze ruční).

Ústředny zajišťují nepřetržité napájení hlásičů a dalších zařízení systému, proto mají dva nezávislé zdroje napájení, napájení ze sítě 230V/50Hz a záložní akumulátory pro nouzové napájení při výpadku sítě. Akumulátory v ústředně musí zajistit provoz po dobu 24 hodin. Ústředna zajišťuje obsluhu signalizaci základních stavů: aktivace, předběžná aktivace, porucha, vypnuto, provoz (klid), blokováno, test.



Obr. 7. Hasicí ústředny Esser [vlastní]

1.3.2 Část poplachová a signalizační

Poplachové a signalizační zařízení se využívají pro upozornění na aktivaci hasicího zařízení, hlavním úkolem je zajistit informaci o nebezpečí pro osoby v bezprostředním okolí nebo při poruše hlídaného zařízení.

- Akustický výstražný signál musí jednoznačně informovat osoby v chráněném prostoru o vzniklém nebezpečí, sirény musí splňovat normu ČSN EN 54-3, která definuje akustický tlak ve vzdálenosti 1 m od sirény minimálně 85 dB.
- Optické požární poplachové zařízení musí splňovat požadavky normy ČSN EN 54-23 a používají se pouze jako doplněk akustických zařízení, nelze je použít samostatně.

1.3.3 Monitoring tlaku hasiva

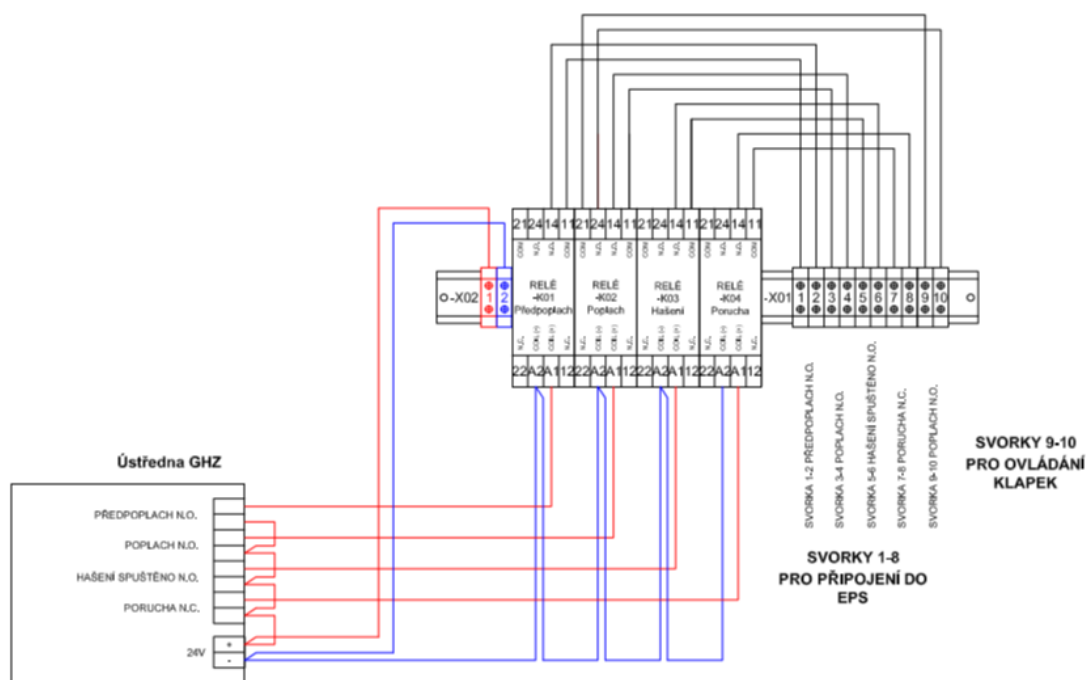
Zásobníky hasiva jsou opatřeny komponenty pro monitoring odpovídajícího tlaku v tlakových nádobách. Nejčastěji se používají kontaktní manometry, které při poklesu tlaku pod definovanou hranici kdy již není možné zaručit správnou účinnost hasicího zařízení, zajistí přenos poruchového stavu do ústředny GHZ. U hasiva CO₂ se zásobníky konstruují na váhy, tak aby v případě úniku hasiva došlo k jednoznačné detekci díky odlehčení zásobníků, systém kladky a závaží pak pohybem protne detekční infračervený paprsek a ústředna signalizuje poruchu – nízký tlak nebo únik hasiva.



Obr. 8. Strojovna hašení CO₂ [vlastní]

1.3.4 Integrace GHZ/EPS

Systém hašení se v praxi navrhuje pro určitou část budovy, kde provozovatel požaduje aktivní ochranu před požárem. Pokud je systém GHZ řešen se samostatnou hasicí ústřednou je žádoucí přenášet základní a podstatné informace do objektové ústředny systému EPS. Pro tuto integraci dvou systémů se využívá reléových kontaktů NC/NO, které ve standardu přenáší čtyři základní informace (signály): předpoplach (NO), poplach (NO), hašení spuštěno (NO) a porucha (NC). Toto rozhraní je možné rozšířit o další reléové výstupy například pro ovládání klapek aj.



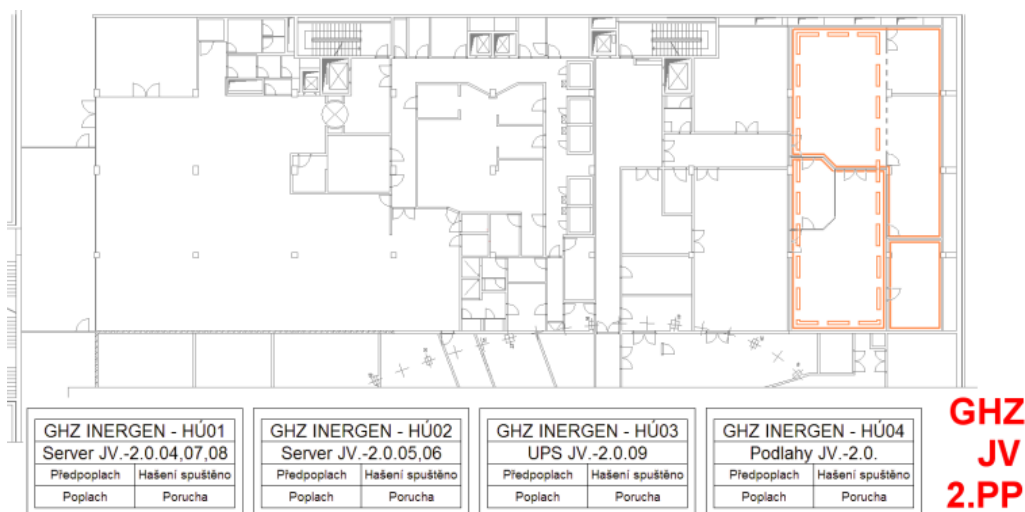
Obr. 9. Rozhraní GHZ/EPS [vlastní]

Na fotografii je ukázka integrace tří hasicích ústředn Esser 8010 s objektovou ústřednou EPS Zettler Expert, pomocí IN/OUT integrace a modulů CIM800 zapojených na kruhovém vedení EPS, hasicí ústředny řídí jednotlivě hašení tří samostatných místností trafokobek a předávají signály do objektové ústředny elektrické požární signalizace a do systému VZT pro odpojení vzduchotechniky a ovládání požárních klapek.



Obr. 10. Integrace GHZ/UPS [vlastní]

System GHZ je možné integrovat pro lepší přehlednost a rychlost orientace v objektu při vyhlášení poplachu do grafické nadstavby. Na obrázku je ukázka integrace (zobrazení) hasičího zařízení se čtyřmi hasebními úseky do grafické nadstavby.



Obr. 11. Grafická nadstavba GHZ [vlastní]

1.4 Hasicí část

Hasicí část, nebo také nazývaná strojní část systému GHZ, je složena ze zásobníků s hasivem (většinou tlakové nádoby), odpalovacích ventilů a dalších ventilů a klapek (sekčních aj.), hubic a systému potrubí zajišťujícím dopravení hasiva do chráněného místa a zakončeném potrubím s tryskami zajišťujícími efektivní rozptýlení hasiva do prostoru a docílení jeho správné koncentrace v celém hašeném prostoru.

1.4.1 Princip jedno zónového GHZ

Standardní plynové hašení je konstruováno pro jeden samostatný hasební úsek, zásobníky hasiva se podle konkrétní situace mohou navrhnout přímo do chráněného prostoru, nebo jsou umístěny odděleně do tzv. strojovny hašení. Po aktivaci hašení je všechno hasivo vypuštěno do hasebního úseku a požár je uhašen.

Postup hašení: při vyvolání poplachu ústřednou GHZ v hasebním úseku dojde po uplynutí evakuačního času k aktivaci elektrického spouštěcího ventilu na tlakové nádobě s hasivem a hasivo je pod tlakem vypuštěno do hasebního úseku.

1.4.2 Princip více zónového GHZ

Sekční hašení, oproti standardnímu může hasit dva a více hasebních úseků. Využívá se v objektech, kde je za potřebí hasit více než jednu místnost.

Výhodou sekčního hašení je úspora množství hasiva, protože strojovna se zásobníky obsahuje jen tolik hasiva, kolik je potřeba pro největší z chráněných úseků.

Nevýhodou jsou větší nároky na potrubní systém hašení a zejména na sekční ventily a jejich ovládání. Další nevýhodou může být fakt, že při současném požáru ve vícero chráněných zónách nezbyde v zásobnících dostatek hasiva pro další hašení. Předpokládá se však, že situace dvou vzniklých požárů je velmi málo pravděpodobná.



Obr. 12. Strojovna sekčního hašení [vlastní]

Postup sekčního hašení: při vyvolání poplachu ústřednou GHZ v konkrétním hasebním úseku dojde po uplynutí evakuačního času k aktivaci elektrického spouštěcího ventilu na spouštěcí tlakové nádobě určené pro konkrétní hasební úsek. Tlak vypuštěný ze spouštěcí tlakové nádoby putuje tlakovou hadičkou do pístu sekčního ventilu, který otevře a zajistí průchod hasiva do určeného úseku. Po otevření sekčního ventilu je stejným tlakem otevřen odpovídající počet tlakových nádob s hasivem pomocí pneumatických ventilů.



Obr. 13. Sekční ventil [vlastní]

1.4.3 Komponenty

- **Tlakové láhve** na hasivo se pro účely skladování vyrábí ze zušlechtěné oceli. Požadavky na jejich provedení, podmínky kontroly a plnění, jejich identifikace a značení určují příslušné normy a předpisy. Hasivo je v tlakových lahvích plněno podle druhu hasicího media pod vlastním tlakem, nebo pod tlakem výtlačného plynu, nejčastěji dusíku, který zaručí správné natlakování a dopravu potrubím až do hasebního úseku k tryskám, kde musí být dostatečný tlak pro vytvoření homogenního výstřikového proudu. [10]

Tab. 1. Skladování hasiva [vlastní]

Hasivo	Maximální provozní tlak v zásobníku při 50°C	Zatížení tlakem při 20°C	Skupenství hasiva v zásobníku	Propelent
FM-200 (HFC 227ea)	34,53,59 bar	25,42 bar	Zkapalněný plyn	dusík
NOVEC 1230 (FK-5-1-12)	29,48,57 bar	25,42 bar	kapalina	dusík
INERGEN (IG-541)	178,240,366 bar	150,200,300 bar	plyn	-
ARGONITE (IG-55)	178,240,366 bar	150,200,300 bar	plyn	-
DUSÍK (IG-100)	240,360 bar	200,300 bar	plyn	-
OXID UHLIČITÝ (CO ₂)	cca 190 při plnění 0,75	56,8	Kapalina+plyn	-

- **Zásobníky hasiva** – zásobníky hasiva jsou tlakové láhve, které slouží k uskladnění hasiva připraveného k hašení. Zásobníky musí být opatřeny zařízením pro detekci úbytku množství hasiva, u plynů CO₂ se využívají mechanické nebo elektronické váhy, elektrické vyhodnocovací zařízení nebo tlakoměry. V dalším případě je možné strojovnu hašení osadit detektory plynu.



Obr. 14. Zásobníky hasiva CO₂ [vlastní]

- **Strojovny se zásobníky hasiva** – Prostor pro umístění tlakových lahví a zásobníků hasiva musí být zřetelně označen, musí být zachována provozní teplota v rozmezí 0 °C až 50 °C. Dále se vychází z ČSN 07 8304 o tlakových nádobách, která udává počty tlakových nádob v požárním úseku budovy a jejich umístění. Malé množství lahví je možné umístit přímo do chráněného úseku, většinou se však nádoby umísťují do samostatného prostoru tzv. strojovny hašení.
- **Spouštěcí část** - na tlakových lahvích zajišťuje vypuštění hasiva ventil se spouštěčem, nejčastěji se používá diferenciální ventil s pneumatickým, elektrickým

nebo ručním ovládním. Jejich provedení musí splňovat požadavky normy ČSN EN 12094-5. [10]

- **Zpětný ventil** – mechanicky zabraňuje hasivu vrátit se zpět směrem do láhve a zajišťuje rovnoměrné vypouštění hasiva ze všech lahví současně.
- **Sekční ventily** – jsou zařízení, které slouží k řízení dopravy plynu při hašení u více zónových GHZ do konkrétního hasebního úseku. Sekční ventily musí splňovat požadavky vycházející z normy ČSN EN 12094. Podstatné je zajištění plynulého průtoku a rychlého otevření, pro tyto účely se používají kulové kohouty, které se otvírají pneumatickými spouštěči. Pro případné nouzové otevření musí být zajištěna možnost ručního otevření. K otevření sekčních ventilů musí dojít dříve nebo současně s otevřením ventilů na lahvích s hasivem, aby nedošlo k přetlakování sběrného potrubí. U systému, které využívají malé pilotní lahve, dochází k natlakování sběrného potrubí po otevření příslušného solenoidového ventilu. Plyn proteče k pneumatickému válci sekčního ventilu a po jeho otevření je přiveden k pneumatickým spouštěcím ventilům na lahvích s hasivem. [10]
- **Potrubí** – zajišťuje rychlé dopravení hasiva do hasebního úseku, používá se nejčastěji potrubí z pozinkované oceli spojené šroubovým spojením. Při návrhu je potřeba se zaměřit na důsledky expanse a případné vlhkosti obsahující některé plyny, aby nedocházelo k vytváření např. ledových zátek a zamrznání armatur. U plynů typu HFC se navrhuje co možná nejkratší potrubí. Expansi se předchází při návrhu postupným zmenšováním průměru potrubí ve směru průtoku. Pro výpočty potrubních rozvodů se používá softwarů schválených VdS. Potrubní systém se provádí dle ČSN EN 10255 a ČSN EN 10240.
- **Trysky** – zajišťují efektivní rozptýlení hasiva do chráněného prostoru, jsou instalovány na konci potrubí přesně podle daných výpočtů a jsou opatřeny přesným počtem a velikostí děr tak jak udává výrobce a výpočet. Trysky jsou navrhovány s cílem co nejrovnoměrnějšího a nejrychlejšího rozptýlení hasicího média.
- **Tlakové vyrovnávací klapky** – při spuštění procesu hašení, dojde k zaplavování hasebního úseku, ve kterém dojde k přetlaku. U některých chemických plynů vlivem přeměny kapalně fáze na plynou dochází k podtlaku. TVK slouží k vyrovnání tlaku chráněného prostoru. Pro umístění klapky v prostoru platí několik pravidel. Umísťují se co nejvýše, aby došlo v první řadě k odvětrání vzduchu z chráněného prostoru,

a ne koncentrace hasicího plynu, klapky nesmí být v blízkosti trysek v místě, kde dochází k uvolnění hasiva.

Navrhování plochy TVK musí být prováděno dle postupů VdS, FIA, nebo manuálů ověřených dodavatelů a výrobců takových zařízení. Konstrukční typy TVK: Gravitační, Elektricky nebo pneumaticky ovládané signálem z ústředny



Obr. 15. Tlaková vyrovnávací klapka [vlastní]

1.5 Provozoschopnost GHZ

Správnou funkci instalovaného plynového GHZ prokáže montážní firma jeho komplexním vyzkoušením za provozních podmínek. Před uvedením plynového GHZ do trvalého provozu musí provést funkční zkoušky osoba (v souladu s §7 vyhl. MV č. 246/2001 Sb.), která provedla montáž požárně bezpečnostního zařízení. Při funkčních zkouškách se ověřuje, zda provedení požárně bezpečnostního zařízení odpovídá projekčním a technickým požadavkům na jeho funkci. Provozovatel musí před uvedením do provozu určit pracovníka zodpovědného za provoz, obsluhu a údržbu plynového GHZ. Pracovník musí být k tomuto účelu řádně vyškolen. Rozsah a termíny ostatních kontrol jsou spolu s dokladem o provozuschopnosti zařízení součástí provozní knihy. Pro zabezpečení kontrol a údržby plynového GHZ je potřeba uzavřít servisní smlouvu mezi provozovatelem a servisní organizací dle vyhlášky č.246/2001Sb. Pokud není shledaná žádná závada, je vystaven Doklad o výchozí kontrole provozuschopnosti a systém je uveden do zkušebního provozu po dobu, kterou určí provozovatel (zpravidla 14 dní). Ve zkušebním provozu je ústředna plně funkční, pouze není nasazen elektroventil na spouštěcí láhvi. Po uplynutí zkušebního provozu a nezaznamenání žádných chyb nebo poruchových stavů se nasadí elektroventil a systém je uveden do trvalého provozu.

1.5.1 Kontroly a zkoušky GHZ

V souladu s §7 vyhláškou 246/2001 Sb. a vyhláškami ČUBP 18/79 Sb., ČUBP 21/79 Sb. se musí provádět pravidelné kontroly systému GHZ a to: 1x měsíčně – Vizuální kontrola systému GHZ obsluhující osobou (kontrola ústředny, tlak v tlakové nádobě). Min. 1x za 12 měsíců – Kontrola provozuschopnosti a zkouška činnosti systému GHZ servisní organizací. 1x za 3 roky – Provozní revize plynových zařízení servisní organizací. 1x za 10 let – Tlaková kontrola láhví servisní organizací.

2 HASICÍ PLYNY A JEJICH POROVNÁNÍ

- **Princip inertních hasicích plynů**

Inertní (netečné) plynná hasiva svým působením ochuzují probíhající požár o oxidační prostředky, inertní hasiva oddělují ve vzduchu obsažený kyslík od požáru nebo jej z daného místa vytěsní. Jde o nehořlavé plynné látky, které mají velké měrné teplo (musí na sebe vázat teplo) a zároveň nízkou tepelnou vodivost (nesmí přenášet teplo na okolní hořlavé látky).

Principem hašení inertními plyny je ředění hořlavé směsi, základem je snížit obsah kyslíku v okolí hoření na hodnotu 10–12 % oproti běžným 21 %, při této koncentraci kyslíku dochází k přerušení hoření. [5] [6]

- **Princip chemických hasicích plynů**

Při hasicím procesu pomocí chemických plynů se koncentrace kyslíku nesníží v celém objemu chráněné místnosti, ale zejména v blízkosti procesu hoření s teplotou vyšší než 200 °C. Při takové teplotě začíná docházet k degradaci každé molekuly chemického plynu a dojde ke vzniku nových sloučenin. Takto vzniklé produkty mají větší objem oproti původní molekule a tím se zamezuje přístupu kyslíku k ohni a zároveň se odebírá teplo potřebné k rozpadu molekul. Tento proces probíhá, dokud jsou v chráněném prostoru látky s vyšší teplotou než 200 °C. Produkty, které vznikají při rozkládání chemického hasiva mohou být nebezpečné, jelikož obsahují fluór. Množství takto vzniklých látek přímo souvisí s velikostí požáru, druhu hasiva, jeho koncentrací a době po kterou hasivo působí. U přírodních plynů se při standardním průběhu požáru nevytváří žádné toxické produkty, které by mohli ohrožovat osoby v chráněné zóně. [5] [6] [7]

2.1 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý (CO_2) je bezbarvý elektricky nevodivý plyn, který nemá žádný zápach a je těžší než vzduch. Aby bylo možné vnímat případné úniky plynu např. při netěsnosti zařízení s CO_2 je do něj přidávána příměs. Hasící účinek CO_2 spočívá ve snížení obsahu kyslíku v hasebním úseku na hodnotu, při které neprobíhá hoření. Chladicí efekt je oproti dusivému efektu minimální. Výhodou je že oxid uhličitý rychle a rovnoměrně proniká do celého chráněného úseku, díky tomu dojde k účinnému uhašení požáru.

Využívá se nejvíce k hašení požáru elektrických zařízení (trafostanic a rozvoden VN), protože je elektricky nevodivý a v těchto místech je minimalizován pohyb osob. Další využití je pro hašení hořlavých kapalin a plynů, cenných předmětů a také k hašení v potravinářství, laboratořích, archívech a muzeích. Po hašení se odpaří a nevznikají žádné zbytky.

Nevýhody: Ve vyšších koncentracích působí oxid uhličitý negativně na lidské zdraví a způsobuje smrt zadušením. Oxid uhličitý se také negativně podílí na globálním oteplování Země.

2.2 Dusík

Netečný, nehořlavý plyn, který je bezbarvý, bez zápachu a chuti. Dusík je o málo lehčí než vzduch a na člověka nepůsobí dráždivě. Pro lidský organismus je netoxický. Běžná koncentrace dusíku v atmosféře je 78,1 %. Získává se destilací zkapalněného vzduchu. Přechovává se stlačený v tlakových lahvích. Při návrhu koncentrace se používá koncentrace pro požár vyšší nebezpečí třídy A, z toho plyne minimální návrhová koncentrace IG-100 je 45,2%. [16]

Hasící účinek dusíku je zřed'ovací, dojde ke snížení koncentrace kyslíku v pásmu hoření pod koncentraci umožňující proces hoření a tím k ukončení procesu hoření. Dusík je možné využít také k vytvoření inertní atmosféry. Dusík se také používá jako výtlačný plyn k natlakování tlakových lahví s jinými typy hasiv.

Nevýhody: Dusík není možné skladovat ve zkapalněném stavu, to ovlivňuje celkové množství skladovaného plynu v tlakových lahvích.

Tab. 2. Hasivo IG-100 [vlastní]

Komerční název	DUSÍK
Technický název	IG-100
Chemický vzorec	N ₂
Chemický název	Dusík

2.3 Argonite

Argonite je protipožární systém založený na směsi 50% dusíku a 50% argonu. V principu snižuje koncentraci kyslíku v HÚ na hodnotu, při které dochází k udušení vznikajícího ohně, při krátkodobém působení však nemá zásadně negativní vliv na člověka. Rychle a efektivně hasí vznikající požár bez škodlivých důsledků na pracovníky. Ochranné a hasební vlastnosti Argonitu vedou k rychlému udušení vznikajícího požáru. Argon se vyrábí frakční destilací zkapalněného vzduchu, jeho koncentrace ve vzduchu je velmi malá, a proto jeho výroba je drahá. [17]

Tab. 3. Hasivo IG-55 [vlastní]

Komerční název	ARGONITE
Technický název	IG-55
Chemický vzorec	N ₂ (50 %) Ar (50 %)
Chemický název	Dusík, Argon

2.4 Inergen

Směs dusíku, argonu a oxidu uhličitého v poměru 52 %, 40 % a 8 %. Jde o nevodivou nekorozivní a netoxickou směs plynů u které nedochází k rozkladu při vysokých teplotách. Má podobnou hustotu jako vzduch. Při návrhu koncentrace se používá koncentrace pro požár vyšší nebezpečí třídy A, z toho plyne minimální návrhová koncentrace IG-541 je 45,7 %. [18]

Tab. 4. Hasivo IG-541 [vlastní]

Komerční název	INERGEN
Technický název	IG-541
Chemický vzorec	N ₂ (52 %) Ar (40 %) CO ₂ (8 %)
Chemický název	Dusík, Argon, Oxid uhličitý

2.5 FM-200

Hasivo s technickým označením HFC 227ea je bezbarvý, elektricky nevodivý plyn, prakticky bez zápachu. Hustota tohoto plynu odpovídá cca šestinásobku hustoty vzduchu.

Hasicí účinek FM-200 spočívá v absorpci tepla ze vznikajících plamenů hoření. Je tedy z větší části podmíněn fyzikálně a z menší části chemicky. Hasivo FM-200 disponuje vysokou účinností a zároveň malými nároky na skladování hasiva, nevýhodou tohoto plynu je obsah fluorovaných skleníkových látek, které mají prokázaný vliv na oteplování Země, proto patří do skupiny plynů a látek kterých se týká vyhláška č.257/2012 Sb. o předcházení emisních látek, poškozujících ozónovou vrstvu a fluorovaných skleníkových plynů. Plyn HFC 227ea je uveden v nařízení evropského parlamentu a rady EU č. 517/2014 a platí pro něj regulace plynoucí z tohoto nařízení. Jde o jeho regulaci, správné zacházení a pravidelné kontroly úniku plynu do atmosféry. V budoucnu se dá očekávat stále větší omezování a postupné minimalizování využívání tohoto hasiva. [15]

Tab. 5. Hasivo HFC 227ea [vlastní]

Komerční název	FM-200
Technický název	HFC 227ea
Chemický vzorec	CF ₃ CHF ₂ CF ₃
Chemický název	heptafluorpropan

2.6 Novec 1230

Novec 1230 je skladován jako nevodivá kapalina, při vypouštění systémem potrubí a trysek je pod tlakem zajištěn jeho rychlý přechod z kapalného stavu na plynný, a to díky kombinaci vlastnosti hasiva (má nízkou hodnotu výparného tepla) a vysokým vypouštěcím tlakem. Podmínkou vysoké hasicí účinnosti je správné navržení systému, tak aby došlo k rovnoměrnému promíchání v celém chráněném prostoru a vznikla potřebná koncentrace mezi 4 – 6 % objemu. Plynná směs hasiva, která se vypustí do místnosti má několikanásobně vyšší tepelnou kapacitu než samotný vzduch. Čím větší má tepelnou kapacitu, tím je zajištěno větší absorbování tepelné energie z místa požáru. V momentě, kdy dojde ke kontaktu hasiva s požárem začnou se molekuly hasiva rozkládat (podmíněno teplotou nad 200 °C). Proces rozkladu molekul absorbuje teplo v místě hoření a dochází k ochlazení. Zároveň dojde k vytěsnění kyslíku díky expansi hasicího plynu v okolí hoření. [4] [14]

Tab. 6. Hasivo FK-5-1-12 [vlastní]

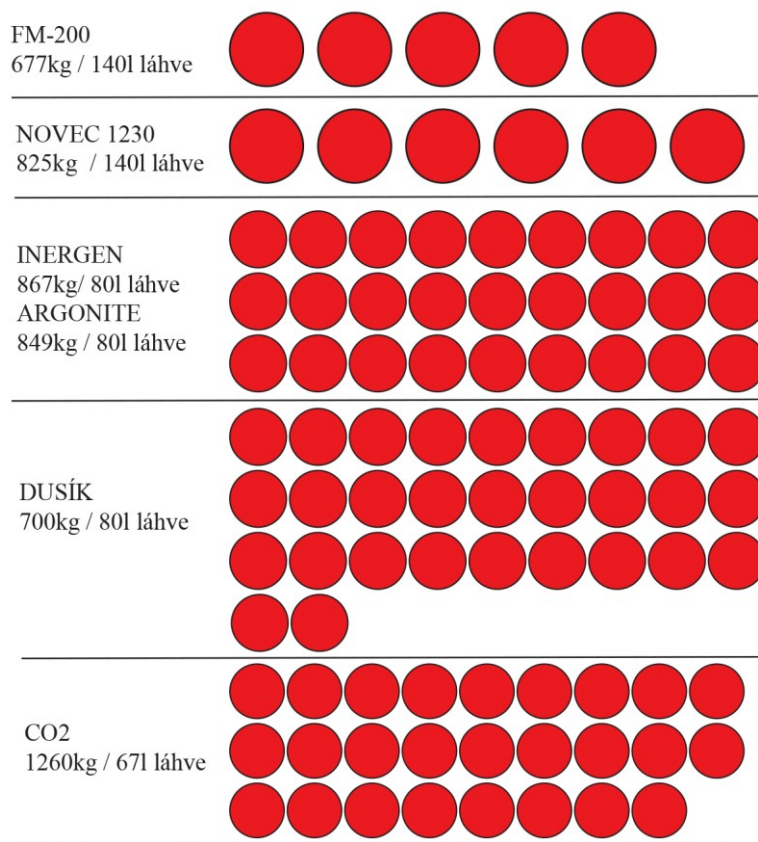
Komerční název	NOVEC 1230
Technický název	FK-5-1-12
Chemický vzorec	CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂
Chemický název	Dodekafluor-2-methylpentan-3-on

Výhody: Šetrný k životnímu prostředí, nemá potenciál k likvidaci ozonu ODP=0, potenciál globálního oteplování GWP=1, jednoduché a rychlé plnění (možné i na místě instalace), životnost v atmosféře jen 5 dní, rychlá účinnost u ohně třídy A a B a u elektrických zařízení., bezpečné použití v hasebních úsecích, kde se nachází lidé, certifikováno u VdS, pro ČR u Pavús, a.s., nekorozivní a elektricky nevodivé, žádné zbytky hasiva po hašení, systémový tlak 42 barů, nízké montážní náklady a náklady na údržbu.

Nevýhody: Vysoká cena

2.7 Porovnání

Pro porovnání jednotlivých hasicích plynů při jejich využití bude sloužit referenční objekt (hasební zóna) o objemu 1000 m³. Porovnání je zaměřeno zejména na objem skladovaného hasicího média a s tím související počet tlakových lahví, a cenu za objem hasicích plynů. V tabulce jsou uvedeny nejčastěji používané druhy hasiva a standardní objemy lahví, které se běžně používají.



Obr. 16. Porovnání množství hasiva [vlastní]

Tab. 7. Porovnání hasicího média [vlastní]

	FM-200	NOVEC 1230	INERGEN	ARGONITE	DUSÍK	OXID UHLIČITÝ
Značení plynu	HFC227ea	FK-5-1-12	IG-541	IG-55	IG-100	CO ₂
Objem HÚ	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³
Projektovaná koncentrace	8,5 %	5,6 %	45,7 %	45,2 %	45,2 %	47% při Kb faktoru 1,5
Množství hasiva	677 kg	825 kg	867 kg	849 kg	700 kg	1260 kg
Standardní objem láhve	140 l	140 l	80 l	80 l	80 l	67 l
Rozsah plnění láhve	56-147 kg	56-147 kg	33,1 kg	32,1 kg	24,9 kg	50 kg
Počet tlakových lahví	5 ks	6 ks	27 ks	27 ks	29 ks	26 ks
Cena za kg	515 Kč	850 Kč	80 Kč	80 Kč	70 Kč	30 Kč
Cena za dané množství	348655 Kč	701250Kč	69 360 Kč	67 920 Kč	49000Kč	37 800 Kč

- Porovnání přírodních hasicích plynů oproti chemickým.

Tab. 8. Porovnání hasicích plynů [vlastní]

Vlastnosti	Přírodní hasicí plyny	Chemické hasicí plyny
Tlak	200/300 bar	25/42/50 bar
Čas zaplavení	60 (120) s	10 s
Min. doba udržení minimální návrhové koncentrace	10 min	10 min
Plocha pro skladování hasiva	relativně velká	relativně malá
Cena hasiva	Relativně nízká	vysoká
Produkty rozkladu	žádné	možné
Nebezpečí pro osoby	fyziologické účinky	toxikologické účinky
Ochrana proti přetlaku/podtlaku	přetlak	přetlak i podtlak
Dopad na životní prostředí	minimální	u HFC – oteplování Země

Tabulka č. 8 porovnává přírodní hasicí plyny a chemické hasicí plyny, popisuje rozdíl v síle plnicích tlaků jednotlivých systémů, nutný čas pro udržení koncentrace při hašení a vlivy na zdraví a životní prostředí.

3 NAVRHOVÁNÍ GHZ

Navrhování plynového hasicího zařízení se musí provádět podle požadavků plynoucích z relevantních navrhovaných dokumentů a manuálů, musí vycházet z hydraulických výpočtů a axonometrie plynového potrubí. Projektant se musí řídit českými technickými normami, evropskými normami, technickými požadavky a specifikacemi udávanými VdS, NFPA atd.

V České republice se zajišťuje projektování GHZ prostřednictvím osob s oprávněním k projektové činnosti, které získali podle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků, dle zákona č. 164/1993 Sb. a zákona č. 275/1994 Sb.

Požadavky plynou z vyhlášky ministerstva vnitra č. 246/2001 sb. o požární prevenci. Projektant a dodavatel stabilních hasicích zařízení musí být držitelem oprávnění projektovat od nezávislých organizací typu VdS.

3.1 Výpočet množství hasiva

Množství hasiva se navrhuje pro úplné zaplavení chráněného prostoru a tato hodnota je minimální hodnota požadovaná k dosažení navrhované koncentrace uvnitř hasebního úseku při minimální očekávané teplotě. Při návrhu koncentrace je zahrnuto 30 % navýšení, z důvodu možných ztrát. V praxi se vyšší součinitel bezpečnosti dosáhne výpočtem z celkového objemu místnosti, kdy se neuvažují zastavěné prostory.

3.1.1 CO₂

Návrh množství oxidu uhličitého se vypočítá podle rovnice:

$$m = K_b \times (0,2A + 0,7V)$$

$$A = A_v + 30A_{ov}$$

$$V = V_v + 4V_z - V_G$$

A_v - celková plocha všech stran chráněného prostoru

A_{ov} – celková plocha otvorů, u nichž se předpokládá že budou otevřeny v případě požáru

V_v – celkový objem chráněného prostoru

V_z – dodatečný objem odstraněný větracími systémy v průběhu udržování potřebné koncentrace

V_g – objem konstrukce budovy, který lze odečíst

K_b – součinitel pro chráněný materiál, musí být roven nebo větší než 1

3.1.2 Novec, FM-200

$$m = \left(\frac{c}{100 - c} \right) \times \frac{V}{S}$$

V – čistý objem chráněného prostoru v m^3

$S = k_1 + k_2 T$ (m^3/kg) měrný objem přehřáté páry hasiva při tlaku 1,013 bar

$k_1 = 0,0664$ a $k_2 = 0,000274$ (pro Novec)

$k_1 = 0,1269$ a $k_2 = 0,000513$ (pro FM-200)

T – teplota v chráněném prostoru ve $^{\circ}C$

c – návrhová objemová koncentrace hasiva v %

3.1.3 IG-55, IG-100, IG-541

$$m = \frac{V}{S} \ln \left(\frac{100}{100 - c} \right)$$

V – čistý objem nebezpečného prostoru v m^3

T - teplota v chráněném prostoru ve $^{\circ}C$

$S = k_1 + k_2 T$ (m^3/kg) měrný objem přehřáté páry hasiva při tlaku 1,013 bar

c – návrhová objemová koncentrace hasiva v %

Jednotlivé rovnice pro výpočet množství hasiva vychází z normy ČSN EN 15004.

3.2 Test integrity – utěsnění hasebního úseku

V rámci zabezpečení prostoru pomocí plynového GHZ je nutností dosáhnou co největší efektivity, ta plyne z dostatečného časového působení v předepsané koncentraci a výšce. Hlavním atributem tak je dosažení ideální těsnosti celého chráněného prostoru. Pro rychlé ověření a zjištění těsnosti slouží test integrity.

3.2.1 Door fan test

Při realizaci se často objeví netěsnosti, někdy méně významné, ale často pro efektivitu hašení velmi podstatné. Slabými místy nejčastěji bývají okna, dveře, potrubní a kabelové prostupy, vzduchotechnika, prostupy lehkými stavebními konstrukcemi atd. Výsledek těchto netěsností může vést k tomu, že jistěný prostor nedosahuje ani nejnižších požadavků na časový přesah působení hasiva v předepsané a projektem nastavené koncentraci.



Obr. 17. Door fan test [vlastní]

3.2.2 Princip

Pomocí tlakového ventilátoru umístěného v přístupových dveřích chráněného hasebního úseku se vytvoří nejdříve podtlak uvnitř místnosti, následně se otočí ventilátor a vytvoří se přetlak v nastaveném rozsahu dle hydraulického výpočtu. Z naměřeného tlakového rozdílu a teplot se pomocí softwaru vypočítá časový přesah běžných zhášecích plynů a zjišťuje se

případný průsak. Měří se: teplota v místnosti, teplota vnějšího prostoru, Statická diference tlaku, Diference tlaku vnitřní/vnější při chodu ventilátoru, objem-proudění. Po tomto provedeném testu a pravidelné údržbě a servisu je zajištěna spolehlivost GHZ.

Výhody: výhodné z hlediska nákladů, Ekologicky nezávadné, rychlé a praktické, možné opakování zkoušky, snadné nastavení, rychlá lokalizace netěsností, ověření hydraulického výpočtu

3.2.3 Požární ucpávky

V principu se jedná o pasivní systém zamezující šíření požáru mezi jednotlivými požárními úseky stavby, pro systém plynového hašení se ucpávky používají pro utěsnění místnosti. Nejrizikovější v tomto ohledu jsou prostupy mezi konstrukcemi, které tvoří např.: kabely, potrubí, vzduchotechnika atd. Požární ucpávky musí provádět certifikovaná osoba a je nutné pravidelně kontrolovat jejich stav a celistvost požárního úseku (chráněného prostoru).

3.3 Mechanická odolnost stavební konstrukce

Při vypouštění hasiva do hasebního úseku může dojít v prostoru k přetlaku, u některých plynů dokonce k podtlaku díky chemické reakci a ochlazení. V extrémních případech by mohlo dojít k poškození statiky stěn nebo stropů případně jiných částí stavební konstrukce. U sádkartonových konstrukcí se počítá s odolností přibližně 3 mbar a u zdiva cca 5 mbar. Vždy je nutné vycházet z hodnot, které stanoví projektant stavby. V praxi většinou ke kritickým situacím nedochází vlivem různých netěsností místnosti, jde o netěsnosti, které neovlivní účinnost hašení, ale zároveň zajistí, že v úseku nedojde ke kritické hodnotě přetlaku případně podtlaku. Z minulosti jsou však známy přístupy, kdy je při návrhu mechanická odolnost stavby podceňována, a proto je nutné se i nad touto problematikou při návrhu zamýšlet. Od roku 2001 je vydán manuál, který vydala organizace FIA (Fire industry association), který definuje požadavek na výpočet TVK pro tlaky 100 Pa, 250 Pa a 500 Pa. Odpouštění přebytečného tlaku se provádí do vedlejší místnosti, nebo do okolní venkovní atmosféry. Při odpouštění do vedlejší místnosti se musí jednat o místnost bez přítomnosti osob. TVK musí splňovat požadavky dle ČSN EN 15 650, případně ČSN EN 12 101-8.

Při návrhu hašení plynem CO₂ musí mít prostor dostatečnou pevnost a celistvost, v nejvyšším místě se navrhuje odvětrávací otvor, který zamezí nadměrnému zvýšení tlaku v chráněné místnosti.

4 OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Při návrhu hasicího systému GHZ je nutné vyhodnotit a navrhnout odpovídající opatření pro možná nebezpečí, která mohou vzniknout a způsobit ohrožení osob v chráněném prostoru. Při ohrožení osob působením hasicích plynů se jedná o toxikologické účinky, u přírodních plynů o fyziologické účinky, které souvisí se sníženým obsahem kyslíku v chráněném prostoru při spuštění hasiva. [4]

Potencionální nebezpečí pro osoby charakterizují parametry:

- **NOAEL** – nejvyšší koncentrace, při níž nebyly zjištěné žádné škodlivé toxikologické nebo fyziologické účinky
- **LOAEL** – nejnižší koncentrace, při níž byly zjištěné škodlivé fyziologické nebo toxikologické účinky.

Tab. 9. Ochrana zdraví [vlastní]

Maximální koncentrace	Zpoždovací zařízení	Spínač automatika/manuál	Uzavírací zařízení
Až do úrovně NOAEL, včetně	Vyžaduje se	Nevyžaduje se	Nevyžaduje se
Nad úrovní NOAEL, až do úrovně LOAEL	Vyžaduje se	Vyžaduje se	Nevyžaduje se
Úroveň LOAEL a vyšší	Vyžaduje se	Vyžaduje se	Vyžaduje se

Chemické plyny patří mezi látky, které mají prokazatelný vliv na životní prostředí. Z tohoto důvodu jsou předmětem průběžně probíhajících restriktivních opatření. Při posuzování vlivu na životní prostředí se zavedli tři základní ukazatele:

- **ODP (Ozon Depletion Potential)** – Potenciál poškozování ozonové vrstvy
- **GWP (Global Warming Potential)** – potenciál globálního oteplování
- **ALT (Atmospheric Lifetime)** – životnost hasiva v atmosféře

Hasiva typu HFC a CO₂ patří mezi skleníkové plyny, které mají negativní vliv na klimatický systém Země, zejména jeho oteplování. Práce s těmito plyny je vázána na regulační opatření v návaznosti na Kjotský protokol (1997). Kjotský protokol stanovil cíl snížit produkci skleníkových plynů a omezit spotřebu fluorovaných skleníkových plynů až o 79 % do roku 2030 oproti roku 2012, taková opatření se týkají i ČR. Další opatření se týkají předcházení emisí těchto látek, důslednou a pravidelnou kontrolou těsnosti hasicích zařízení kvalifikovanými pracovníky a znovuzískáváním těchto látek z vyrazených zařízení.

Vliv přírodních hasicích plynů na životní prostředí je oproti chemickým nulový. Viz. Tabulka

Tab. 10. Ochrana životního prostředí [upraveno dle [4]]

Hasivo	ODP	GWP - 100let	ALT - roky
FM-200 (HFC 227ea)	0	3500	34,2
NOVEC 1230 (FK-5-1-12)	0	1	0,01
INERGEN (IG-541)	0	0	-
ARGONITE (IG-55)	0	0	-
DUSÍK (IG-100)	0	0	-
OXID UHLIČITÝ (CO ₂)	0	0	-

Pro ilustraci hasivo Halon 1301, které se již nevyužívá hlavně kvůli jeho dopadu na životní prostředí a lidské zdraví má hodnoty ODP – 16, GWP – 7030 a ALT – 65.

5 APLIKACE GHZ

Obecně se využívá principu plynového hašení tam, kde je žádoucí ochrana majetku a osob a to všude, kde by použití jiného SHZ například vodního, vedlo k poškození chráněného zařízení v podobném rozsahu jako samotný požár.

Aplikace GHZ v praxi chrání zejména majetek a technologie, ale i při použití plynového hašení je samozřejmostí na prvním místě ochrana lidského zdraví, a proto aktivaci hašení předchází dostatečně dlouhá doba evakuace nebo je spuštění podmíněno ruční aktivací osobou proškolenou a seznámenou s provozem takové technologie.

5.1 Datová centra

Plynové hašení datových center se navrhuje jako objemová ochrana datového centra s úplným zaplavením místnosti, nebo jako objektová ochrana datových skříní, takové řešení se používá u malých objektů, případně jako doplněk k hlavnímu GHZ. Rozsah ochrany závisí hlavně na ceně chráněného majetku a ceně sdílených informací.

- **Integrovaná ochrana datových skříní**

Je systém automatického zjišťování a potlačování požárů integrovaný ve skříní (racku). Zařízení uzpůsobené k efektivní ochraně pro servery, telekomunikační přenosové systémy a switche. Chrání integrovaný prostor standardní 19“ skříně s díly v objemu až 1,2 m³. Tento systém chrání cenná elektronická zařízení a uhasí oheň již v počáteční kritické fázi předtím, než by mohl způsobit vážnější poškození. K hašení využívá hasiva FM-200 nebo Novec 1230. Využívá se zejména pro servery a telekomunikační skříně, CNC ovládací skříně, skříně nízkého napětí, telefonní systémy a lékařská zařízení.

V zařízení jsou instalovány dva opticko kouřové hlásiče, řídicí jednotka a hasicí láhev s plynem FM-200 (25bar) nebo Novec 1230 (42bar) o objemu 1 litr pro hašení objemu 1,2 m³ u látky FM-200 respektive 1,1 litr pro hašení stejného objemu látkou Novec 1230.

5.2 Depozitáře a archívy

Sklady muzejních sbírek jsou další vhodnou aplikací pro plynová hašení. Skladování originálních obrazů, soch, historických dřevěných nástrojů a listin má svá specifická pravidla na udržování stálých podmínek pro minimalizování jejich degradace. Při použití vodního SHZ by v takových prostorech došlo ke zničení uskladněných předmětů s často nevyčísitelnou hodnotou. Proto již dnes vyčleňují muzea a galerie nemalé prostředky pro instalaci plynových hasicích systémů, které velmi často využívají pro detekci kouře nasávací hlásiče v kombinaci s bodovými tak aby došlo k co nejrychlejší detekci vznikajícího požáru a včasného uhašení plynem, který v chráněném prostoru nepoškodí uskladněné předměty.

5.3 Rozvodny elektrické energie

Rozvodny elektrické energie jsou spojeny s vysokým potenciálem požárního nebezpečí, v důsledky požáru by vznikly vysoké přímé škody na provozních materiálech a součástech a zároveň velké nepřímé škody v důsledku případného vyřazení rozvodny z provozu a dlouhého odstavení v důsledku vzniklých škod. Zároveň hašení elektrických zařízení je vysoce rizikové pro zasahující hasiče a osoby obsluhující taková zařízení.

5.4 Prostory pro výzkum a vývoj

V technologických společnostech, které se zabývají výzkumem a vývojem nových technologií případně testováním zařízení při kterém jsou vysoké nároky na bezpečnost a funkčnost při zvýšeném tepelném zatížení je vhodné použití GHZ pro ochranu technických prostředků a technologických zařízení, které jsou mnohdy ve fázi prototypu. Takové hašení se používá například v automobilovém průmyslu, elektroprůmyslu atd.

5.5 Další možnosti

Princip zamezení požáru pomocí hasicích plynů se v praxi objevuje v mnoha dalších aplikacích.

- **Ochrana elektrických rozvaděčů**

Efektivní variantou plynového hašení je hašení integrované do skříní rozvaděčů, z principu se tedy nejedná o celozáplavový systém GHZ, ale o lokální hašení skříně s vysokým rizikem vzniku požáru, pro tento princip hašení není za potřebí velké množství hasiva. Hasivo působí přímo v chráněné rozvaděčové skříně díky natlakované hadici o malém průměru, která

pokrývá celý takto chráněný prostor. V důsledku zvýšení teploty trubička praskne a hasivo se z malé láhve pod tlakem vypustí do místa vznikajícího požáru.



Obr. 18. Integrované hašení [20]

- **Ochrana motoru automobilů**

Princip hašení požáru je možné využít i v automobilovém průmyslu, například jako systém PROTENG, který slouží ke včasnému uhašení vznikajícího požáru v prostoru hnacího ústrojí automobilů, autobusů nebo závodních speciálů. Funguje na principu jedné polyamidové hadice, která je naplněna pod tlakem hasivem FM-200 a má průměr 18 mm a délku 40–210 cm, za normálních teplot je v hadici pod tlakem 5 barů asi 500 g hasiva. Po zahřátí se tlak zvýší až na 15 barů. Ke spuštění hasicího procesu dojde při teplotě nad 120 °C, kdy stěna trubice praskne v místě největšího tepelného namáhání a uvolní do prostoru hasicí plyn. Tak dojde k uhašení požáru již na samotném počátku. Tento systém je automatický a nepotřebuje žádnou obsluhu ani napájení.

Závodní automobily používají pro zvýšení bezpečnosti posádky systém hašení, který stanovuje předpis FIA technického listu č.16 pro rally a další závodní vozidla. Automatický hasicí systém se ovládá elektricky pomocí tlačítka v kabině, nebo pomocí spínače zvenčí (pod pravým spodním rohem čelního okna). Přibližně 3 kg hasiva (nejčastěji hasivo

NOVEC) jsou umístěny v tlakové nádobě za sedadlem spolujezdce a po spuštění je hasivo pomocí systému ocelových trubek rozvedeno do kabiny a do motorového prostoru vozu.



Obr. 19. Hašení závodních vozidel [21]

- **Ochrana obráběcích strojů**

Většina strojů je spojena s vyšším potenciálem požárního nebezpečí a možnou přímou i nepřímou škodu způsobenou přerušením výroby. Při ochraně strojů se projektuje systém GHZ pro lokální hašení s velkým množstvím hasiva, aby bylo docíleno požadované koncentrace v náročných podmínkách v okolí potenciálního ohniska požáru. Nejčastěji se u těchto aplikací navrhuje ruční spuštění obsluhou stroje.

- **Ochrana historických objektů**

V posledních letech se stalo několik mimořádných situací spojených s požáry historicky velice cenných objektů pro příklad ze světa: požár katedrály Notre Dame v Paříži, Požár katedrály v Nantes atd. V ČR to byl požár historické dřevěné budovy na Pustevnách – Libušín, historický dřevěný kostel v Třinci atd. Právě pro takové objekty je z důvodu použitých materiálů a stavebních principů doplnění GHZ s minimálními zásahy do konstrukce stavby ale s maximální ochranou objektu vhodné.



Obr. 20. Hašení Libušín – Pustevny [vlastní]

- **Inertizační zařízení pro trvalé snížení kyslíku**

Proti-explosivní ochrana skladových a výrobních technologií, funguje na principu trvalého snížení obsahu kyslíku a tím vytvoření inertní atmosféry v požadovaném prostoru. Cílem zařízení je vytvořit atmosféru s koncentrací kyslíku menší, než je koncentrace potřebná pro vzplanutí jednotlivých materiálů v konkrétním prostoru. Jde o preventivní opatření, které prakticky vylučuje možnost vzniku požáru.

- **Hybridní SHZ**

O Hybridním SHZ mluvíme, pokud hašení využívá současně několik druhů hasiv, v praxi jde většinou o využití vodní mlhy a inertního plynu.

6 ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE GHZ

Tato kapitola obsahuje zamyšlení nad možným vývojem v oblasti plynového stabilního hasicího zařízení. Systém hašení GHZ se vyvíjí již od 19. století a nové technologie současné doby bezpochyby ovlivní zejména detekční a řídicí oblast těchto systémů.

6.1 Vývoj v oblasti hasicího média

Vývoj v oblasti hasicích plynů je podmíněn z velké části snahou o ochranu klimatu naší planety. Velké množství plynů, které by byly pro princip hašení vhodné jsou bohužel devastující pro atmosféru planety Země a přispívají ke globálnímu oteplování. V této oblasti dochází k regulacím od nejvyšších Evropských orgánů a je snaha omezit, případně úplně přestat používat takové plyny. Možný vývoj v oblasti hasicích plynů je v úplném zákazu používání hasiv s prokázaným negativním dopadem na životní prostředí a lidské zdraví, a ve snaze zaměřit se na podporu vývoje nových hasiv bez jakýchkoliv negativních dopadů. Dobrým příkladem je hasivo Novec, které vyvinula firma 3M. V budoucnu je zapotřebí, aby například od Evropských řídicích orgánů nebyla patrná pouze snaha o regulaci, ale vznikla i podpora výzkumu a vývoje nových látek s hasicím účinkem, například pomocí finančních grantů laboratorím, které by takové plyny mohly vyvinout a testovat. V praxi by pak mělo být docíleno výměny jednotlivých hasiv nespĺňujících stanovené požadavky a podpoření používání nezávadných hasicích plynů, protože jak je možné vidět z popsaného porovnání jednotlivých aktuálně nejpoužívanějších plynů, chemické hasivo s minimálním negativním dopadem je stále velice drahé.

6.2 Vývoj v oblasti řízení a detekce

V technické oblasti těchto systémů se dá očekávat velký vývoj zejména z pohledu detekce požáru a řízení (řídicích ústředí).

- Ovládání hasicí ústředny přináší další prostor pro modernizaci. Někteří výrobci ústředí pro elektrickou požární signalizaci přicházejí se změnami v ovládání, mění klasické tlačítkové ovládání na moderní barevné dotykové displeje, z praxe je však patrné, že u těchto systémů je vhodnější klasické a co možná nejjednodušší ovládání. Proto vývoj vidím spíše v propojení se vzdáleným přístupem. Vývoj v oblasti vzdáleného dohledu nad systémem pomocí integrace ústředny a monitoringu systému do mobilních aplikací a tabletů tak, jak je tomu již dnes u systémů elektrické požární signalizace.

- Detekce požáru bude další kapitolou, kterou čeká možný vývoj. V principu půjde o snahu zkracování prodlevy od počátku vzniku požáru po jeho detekci a současná minimalizace nákladů na údržbu jednotlivých detektorů a hlásičů. Vhodným využitím pro rychlou detekci v budoucnu bude použití kamerových systémů s chytrým rozpoznáváním vzniku požáru.

6.3 Vývoj v oblasti aplikací

Poptávka po systémech plynového hašení stále stoupá, a to hlavně díky velkému rozvoji v oblasti IT. Lidé si však stále více uvědomují i hodnoty historických objektů a děl a jejich těžko vyčíslitelné hodnoty, a tak se objevují aplikace hašení plynem i v objektech historických, do kterých je nutné tento systém pečlivě naprojektovat tak, aby nenarušil stávající konstrukce. Ve spojení historických dřevěných staveb a nových technologií je snaha o minimální zásah do konstrukce jak po stavební, tak i vizuální stránce, a proto je zde možné očekávat vývoj v minimalizování rozměrů jak detekční, tak i hasicí části GHZ.

- Dalším rychle rostoucím odvětvím je automobilový průmysl, dnes je na vzestupu výroba hybridních automobilů a elektromobilů. Tyto automobily mají jako zdroj energie velké baterie, které je problém uhasit v případě nehody nebo vzniku technické závady. Proto by bylo možné vyvinout systém hašení baterií uložených v ochranném boxu tak, že by se zde vytvořila například inertní atmosféra nebo by byl do prostoru uložených baterií pod tlakem vstříknutý plyn, který by měl takové vlastnosti, že by baterie ochladil a zamezil jejich hoření.
- Ze statistiky požárů v ČR plyne, že častým vznikem požárů je elektroinstalace v rodinných domech, současně stoupá počet nově stavěných rodinných domů z dřevěné konstrukce. Pro zvýšení bezpečnosti rodinných domů by mohlo být integrované hašení podobné hašení rozvaděčových skříní, které by jednotlivé novostavby měly instalované v kritických místech elektroinstalace tam, kde vzniká statisticky nejvíce požárů. I když se tato práce zabývá celozáplavovým systémem GHZ, kdy dochází k zaplavení celého prostoru chráněné místnosti, vidím velký prostor ve vývoji použití plynového hašení přímo v kritických místech nejpravděpodobnějšího vzniku požáru. Za využití menšího množství hasiva, ale za to efektivně na konkrétním místě a z toho plynoucí výhodnější ekologické i ekonomické stránky těchto systémů.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 POPIS OBJEKTU

Pro návrh plynového hašení byl zvolen objekt o dvou podlažích, který je zamýšlen jako depozitář muzea bude sloužit k uskladnění cenných sbírek listin, obrazů a knihových svazků. V dalším případě může sloužit k uskladnění aktuálně nevystavených cenin, soch a historických nástrojů. Budova je jednoduše navržena jako dvoupatrový skladový objekt obdélníkového tvaru, který vzhledem ke svému charakteru a stavebnímu řešení může sloužit k rozšíření již stávající budovy. Součástí budovy je několik menších místností a chodba se schodištěm propojující dvě nadzemní patra, v těchto patrech se nachází dvě velké místnosti určené ke skladování cenných předmětů a budou chráněny pomocí GHZ, ostatní části budovy jsou osazeny hlásiči EPS a objekt je pomocí ZDP napojen na PCO.

7.1 Posouzení objektu z hlediska požárních činností

Provozované činnosti se podle míry požárního nebezpečí člení do tří kategorií.

- Bez zvýšeného požárního nebezpečí
- Se zvýšeným požárním nebezpečím
- S vysokým požárním nebezpečím

Základní právní předpisy, které řeší tuto oblast jsou zákon č. 133/1985 Sb. O požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 246/2001 Sb. O stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).

Požárně bezpečnostní řešení stavby zahrnuje několik požadavků na instalaci aktivních a pasivních prostředků požární ochrany, které plynou z příslušných norem. Podstatným faktorem k zohlednění před samotným návrhem jsou i požadavky provozovatele, často jsou požadavky provozovatele mnohem přísnější, než uvádí normativní požadavky. Provozovatel má často svou vlastní zkušenost s majetkem a objektem, který požaduje patřičně chránit.

Údaje o provozované činnosti:

Posuzovaný objekt bude využíván z hlavní části jako skladovací objekt listin, knih, nástrojů a uměleckých předmětů a obrazů. Dle průměrných hodnot nahodilého požárního zatížení uvedených v příloze k vyhlášce č.246/2001 Sb. je hodnota nahodilého požárního zatížení pro tento typ objektu 90 kg.m².

Přiřazení charakteristik, kterými jsou definovány činnosti se zvýšeným požárním nebezpečím a s vysokým požárním nebezpečím dle § 4 odst. 2) a 3) zákona o Požární ochraně k činnosti a místu:

- a) V chráněném úseku skladovacích prostor se budou vyskytovat hořlavé látky v celkovém množství převyšující 1000 kg v pevném stavu

V objektu se nebudou vyskytovat činnosti s vysokým požárním nebezpečím

Prohlášení o začlenění:

Na základě výše uvedených skutečností je uvedený objekt začleněn do kategorie činností se zvýšeným požárním nebezpečím podle § 4 odst. 2) písm. A) zákona ČNR č.133/1985 Sb., o požární ochraně, v platném znění.

Požárně bezpečnostní zařízení navrhovaná do objektu:

- Elektrická požární signalizace - EPS
- Stabilní plynové hašení – GHZ
- Nouzová osvětlení - NO
- Požární dveře
- Požární hydranty

Tato práce se zaměřuje na návrh stabilního hasicího zařízení GHZ do dvou chráněných prostorů v 1. a 2. NP. A v další kapitole popisuje schematicky propojení systému hašení a systému požární signalizace a dalších možných návazností.

8 NÁVRH GHZ DEPOZITÁŘE

Cílem návrhu stabilního hasicího zařízení je zabezpečit požární bezpečnost konkrétních prostor a majetku v nich uložených, dalším pozitivním přínosem je minimalizace negativních dopadů na ostatní zařízení a stavební část z hlediska eventuálního hasebního zásahu.

- Stabilní hasicí zařízení spadá do kategorie vyhrazeného požárně bezpečnostního zařízení dle §4 vyhlášky MV ČR 246/2001 Sb. a podléhá příslušným předpisům.
- Systém GHZ je navržen dle ČSN EN 15004-1 a ČSN EN 15004-2.

8.1 Popis technického řešení

Stabilní hasicí zařízení rozdělují na dvě spolu související části, strojní a elektrickou. Strojní část systému zahrnuje technologické zařízení obsahující zásobu hasicího média v tlakových lahvích a způsob jeho efektivní distribuce do hasebního úseku. Elektrická část systému tvoří detekci požáru, ovládání, signalizaci a monitoring. Každá chráněná místnost tvoří jeden hasební úsek, v případě aktivace GHZ dojde k vyprázdnění jen určitého počtu lahví vypočítaného podle objemu místnosti, pomocí sekčního ventilu. Pro každý HÚ je navržena jedna samostatná ústředna GHZ.

Elektrická část systému zajišťuje pomocí opticko kouřových hlásičů a nasávacích hlásičů včasnou detekci vznikajícího požáru. Bodové hlásiče jsou v hasebním úseku rozmístěny v souladu s normou ČSN a jsou rozděleny do dvou skupin tak, aby bylo minimalizováno vypuštění hasiva vlivem falešného poplachu. Nasávací hlásič tvoří třetí zónu.

Popis funkce dvou zónového zapojení hlásičů:

Detekce kouře prvním hlásičem:

- Na ústředně GHZ je vyhlášen stav předpoplach.
- Do objektové ústředny EPS je přenášen stav předpoplach příslušného HÚ a současně přes systém EPS a vstupně výstupní moduly je zajištěno odpojení elektronických zámků pro konkrétní HÚ.
- Ústředna GHZ aktivuje opticko-akustické výstražné zařízení uvnitř HÚ.

Detekce kouře hlásičem ve druhé skupině:

- Na ústředně GHZ je vyhlášen stav poplach
- Do objektové ústředny EPS je přenášen stav poplach a současně jsou uzavřeny klapky a odstavena VZT pro konkrétní HÚ.
- Ústředna GHZ aktivuje akustické výstražné zařízení uvnitř HÚ a zároveň varovný signalizační panel před vstupem do HÚ.
- Ústředna GHZ předá signál poplach do rozvaděče VZT a přes něj se zajistí uzavření všech servopohonů klapek na VZT potrubí v konkrétním HÚ.
- Spustí se odpočet evakuačního času, který je pro oba úseky 20 s.
- Osoby, které se nachází v hasebním úseku opouští místnost. (Opuštění HÚ je nutné z důvodu ochrany zdraví osob, při hoření vznikají toxické látky a hrozí zdravotní komplikace.)
- Po dokončení evakuačního času ústředna aktivuje elektricky ovládaný ventil konkrétní spouštěcí láhve. Tato láhev plynem otevře konkrétní sekční ventil a určitý počet hasicích lahví.
- Plyn z hasicích lahví se přes otevřený sekční ventil pomocí potrubí a trysek dostane do chráněné místnosti.
- Hasicí plyn se vypustí maximálně do 10 s (viz. Hydraulický výpočet)
- Do objektové ústředny EPS je přenášen stav Hašení spuštěno
- Hasivo zajistí uhašení požáru, musí zůstat působit v chráněné místnosti minimálně po dobu 10 minut po vypuštění.
- Po 10 minutách od hašení je nutné zodpovědnou osobou (ideálně z HZS) provést prohlídku prostoru a následně zajistit odvětrání prostoru a zkontrolovat vzniklé škody.

Systém plynového hašení lze spustit manuálně pomocí spouštěcího tlačítka umístěného vždy před vstupem do HÚ. Signalizace hlásičů je v takovém případě nahrazena tlačítkem a dojde k sekvenci jako při automatickém hašení. Vyhlášení poplachu, odpočet evakuačního času, spuštění signalizace a vypuštění hasiva. Vypuštění hasiva lze oddálit

pomocí blokovacího tlačítka umístěného uvnitř HÚ vedle východu. Blokování probíhá po dobu držení modrého tlačítka. Tlačítka se umístí do výšky 1,2 – 1,5 m.

8.1.1 Hasivo a množství hasiva

Pro hašení bylo navrženo hasivo NOVEC 1230. Hasicí a návrhové koncentrace hasiva jsou navrženy pro požár vyššího nebezpečí třídy A. Z toho plynoucí minimální návrhová koncentrace vychází 5,6 %. Nezjištěná úroveň škodlivého účinku (NOAEL) je 10 % a nejnižší zjištěná úroveň škodlivého účinku (LOAEL) je víc než 10 %. [14]

Množství hasiva vychází z rozměrů chráněných prostorů jednotlivých HÚ. Veškeré hasivo je dodáno do ohrožených prostor nejpozději do 10 s.

Množství hasiva je vypočteno podle normy ČSN EN 15004.

$$m = \left(\frac{c}{100 - c} \right) \times \frac{V}{S}$$

V – čistý objem chráněného prostoru v m³

S = k₁+k₂T (m³/kg) měrný objem přehřáté páry hasiva při tlaku 1,013 bar

k₁ = 0,0664 a k₂ = 0,000274

T – teplota v chráněném prostoru ve °C

C – návrhová objemová koncentrace hasiva v %

- **Pro HÚ 1:**

Hasební úsek číslo 1 je umístěn v 1.NP budovy a jde o samostatnou místnost. Ke vstupu do místnosti slouží jedny dvoukřídlé dveře, místnost nemá další dveře nebo okna. Chráněná místnost nemá žádné podhledy ani zdvojené podlahy.

Rozměry HÚ 1:

Šířka – 10,12 m, délka – 18,0 m, plocha prostoru je 161,9 m²

Výška místnosti je 3,18 m

Skutečný objem 515 m³

Zvolená koncentrace hašení 5,6 %

Minimální množství hasiva: 425,16 kg

Skutečná zásoba 456 kg

Pro hašení se použijí 4 láhve o objemu 140 l s plněním 4x 114 kg hasiva FK-5-1-12.

Celkem se tedy vypustí do prostoru 456 kg hasiva.

- **Pro HÚ 2:**

Hasební úsek číslo 2 je umístěn v 2.NP budovy a jde o samostatnou místnost. Ke vstupu do místnosti slouží jedny dvoukřídle dveře a místnost nemá další dveře nebo okna. Chráněná místnost nemá žádné podhledy ani zdvojené podlahy

Rozměry HÚ 2:

Šířka – 10,12 m, délka – 18,0 m, plocha prostoru je 170,8 m²

Výška místnosti je 3,2 m

Skutečný objem 546,6 m³

Zvolená koncentrace hašení 5,6 %

Minimální množství hasiva: 451,25 kg

Skutečná zásoba 456 kg

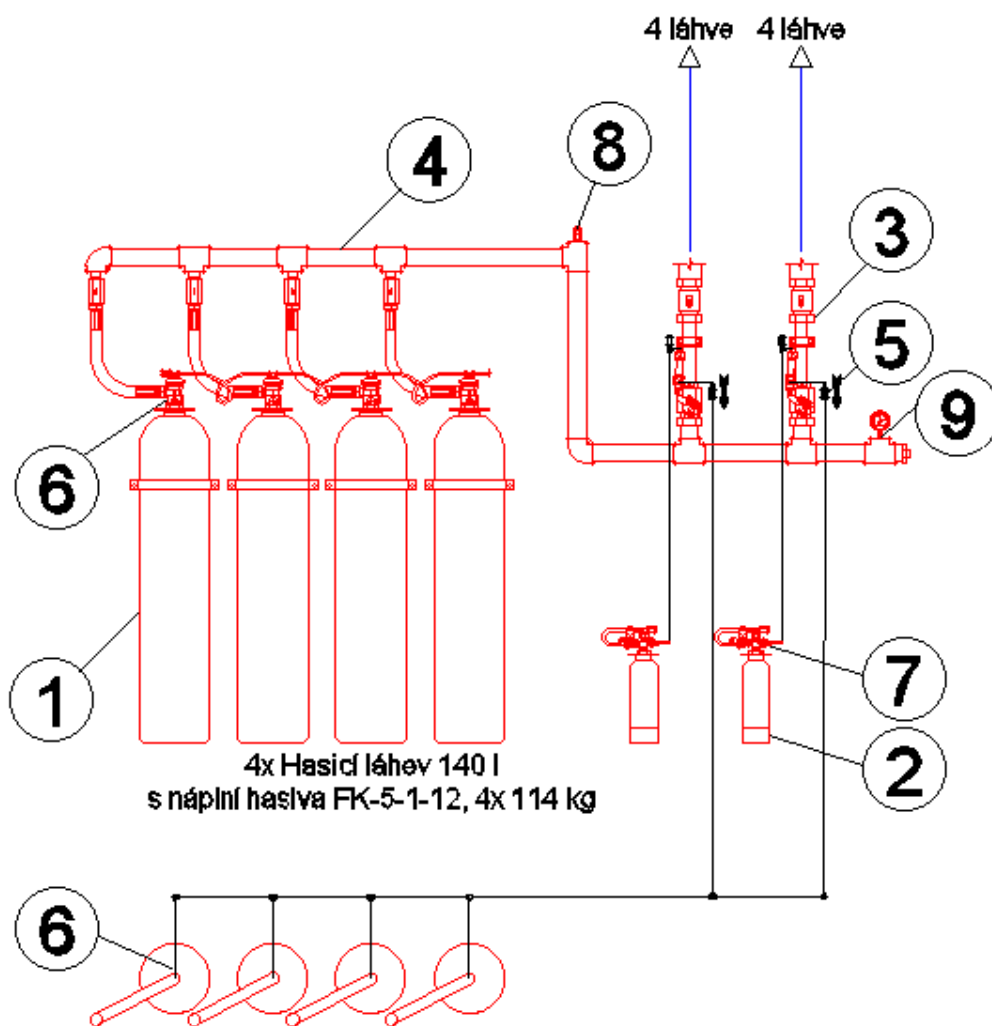
Pro hašení se použijí 4 láhve o objemu 140 l s plněním 4x 114 kg hasiva FK-5-1-12.

Celkem se tedy vypustí do prostoru 456 kg hasiva.

Hasivo je uskladněno v tlakových lahvích. Tlakové láhve jsou ocelové nádoby určené pro systém plynového GHZ. Jsou naplněny kapalným hasivem FK-5-1-12 (Novec 1230) a natlakovány dusíkem. V projektu jsou navrženy láhve o objemu 140 l a spouštěcí láhve (s dusíkem) o objemu 3 l pro každý hasební úsek. Umístění tlakových lahví musí odpovídat ČSN 07 8304.

8.2 Strojní část

Strojní část návrhu stabilního hasicího zařízení navrhuje umístění zásobníků s hasivem, sběrné potrubí a sekční ventily, rozvody potrubí do jednotlivých chráněných zón a jejich rozmístění v místnosti a zakončení tryskou. Ze stanice GHZ vychází rozvodné potrubí nejkratší možnou cestou směrem k tryskám, zároveň je nutné brát v úvahu výsledky příslušných hydraulických výpočtů dimenze a vzdálenosti potrubí. Potrubí je z nehořlavého materiálu a jeho fyzikální a chemické vlastnosti lze při namáhání s určitostí předpovídat.



Obr. 21. Strojovna sekčního hašení [vlastní]

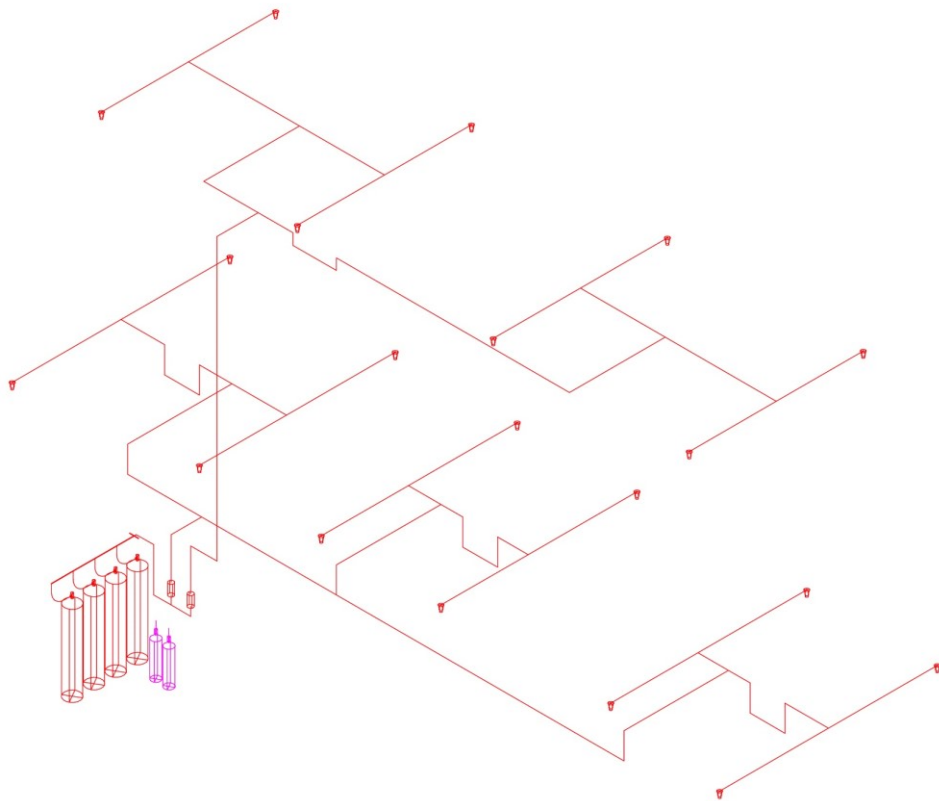
1 – Hasicí láhev (140l) s hasivem Novec 1230, 2 – Řídící láhev 3l natlakovaná Dusíkem, 3 – Sekční ventil DN 65, 4 – Sběrné potrubí DN 65, 5 – Zpětná klapka, 6 – Pneumaticky odpalovaný ventil, 7 – Elektricky odpalovaný ventil, 8 – Pojistný přetlakový ventil, 9 – Manometr

8.2.1 Axonometrie potrubí GHZ

Axonometrie potrubních rozvodů plynového hašení je způsob vyobrazení 3D potrubního systému do 2D. Součástí axonometrie jsou dimenze a vzdálenosti potrubí, které vychází z výpočtů a zajišťují efektivní a správné vypuštění hasiva do chráněného prostoru a rozprostření hasiva v chráněném prostoru při hašení. Z axonometrie také vychází uchycení potrubí a vzdálenost mezi nimi v závislosti na jmenovité světlosti potrubí viz tabulka č.11.

Tab. 11. Dimenze potrubí GHZ [vlastní]

Jmenovitá světlost trubky DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Max. vzdálenost mezi závěsy (m)	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,4	3,5	3,7	4,3



Obr. 22. Axonometrie potrubí GHZ [vlastní]

8.2.2 Hydraulický výpočet GHZ

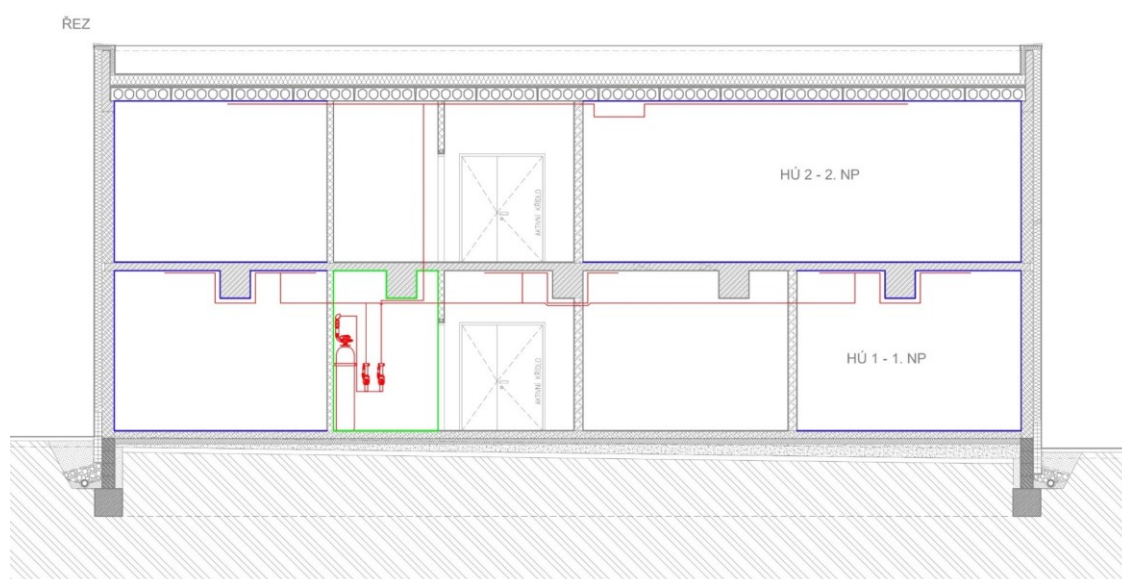
Hydraulický výpočet byl proveden pomocí certifikovaného softwaru VdS. Veškeré hasivo bude v případě požáru a správné aktivace systému dodáno do chráněného prostoru do 10 s. Hydraulický výpočet garantuje vypuštění celého objemu hasiva do prostoru v časovém rozmezí 6-10 s. Také garantuje rovnoměrnost vypuštění hasiva všemi tryskami, z hlediska času, ale i z hlediska množství. Část výpočtu ze softwaru je součástí přílohy P IIII.

8.2.3 Trysky

Potrubí je zakončené tryskami, které jsou navrženy tak aby zajistily nejrovnoměrnější a nejrychlejší rozptýlení hasicího média. Hasivo je v plynném stavu nepatrně těžší než vzduch, a proto klesá pomalu směrem k podlaze místnosti. Z těchto důvodů jsou v místnosti navrženy trysky co nejbližší stropu, aby bylo docíleno optimálního prostoupení hasiva prostorem. Hasivo je distribuováno z trysek, rozptyluje se v horizontální rovině a postupně klesá k zemi. Po přibližně 10 sekundách dosáhne úroveň první vlny hasiva úroveň podlahy a poslední část hasicího média zároveň opustí ústí trysky, v tento moment je docíleno maximální kvality rozptýlení a koncentrace hasiva.

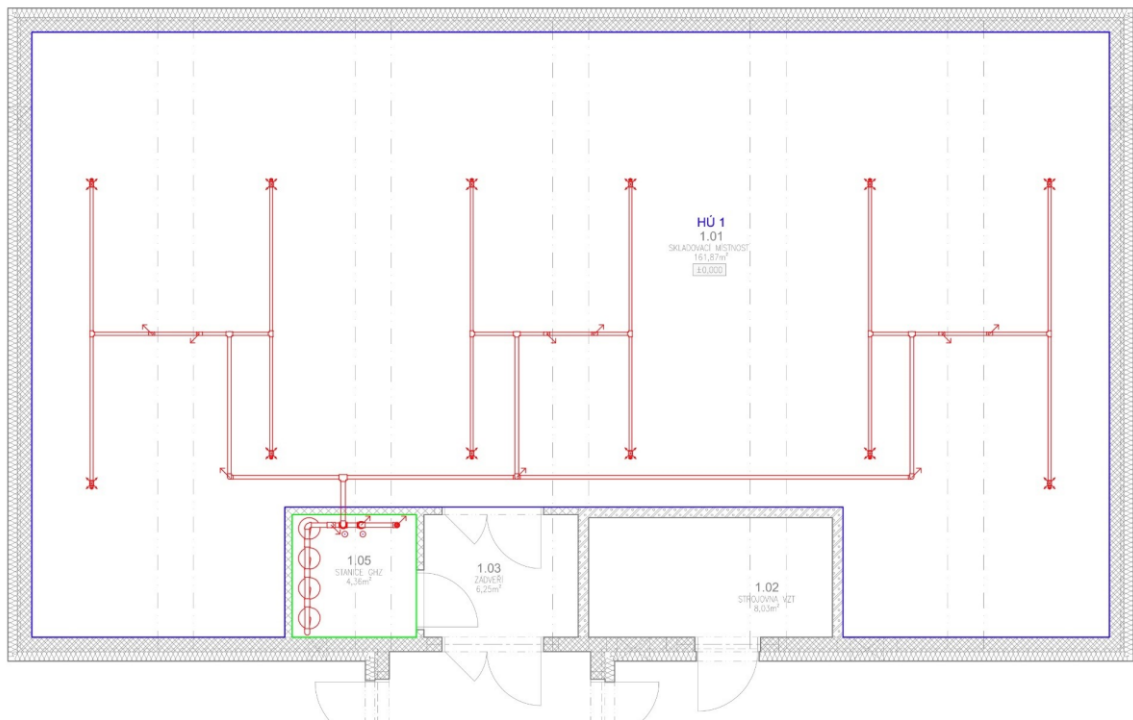
Použité trysky jsou s rozptylem hasiva 360° a jsou umístěny v místech kde se předpokládá nejsnazší dosah všech míst. Počet a umístění trysek zajišťuje dosažení návrhové koncentrace ve všech místech chráněného prostoru. Trysky mají otvory o průměru 4,4 mm.

Návrh strojní části řez objektu:



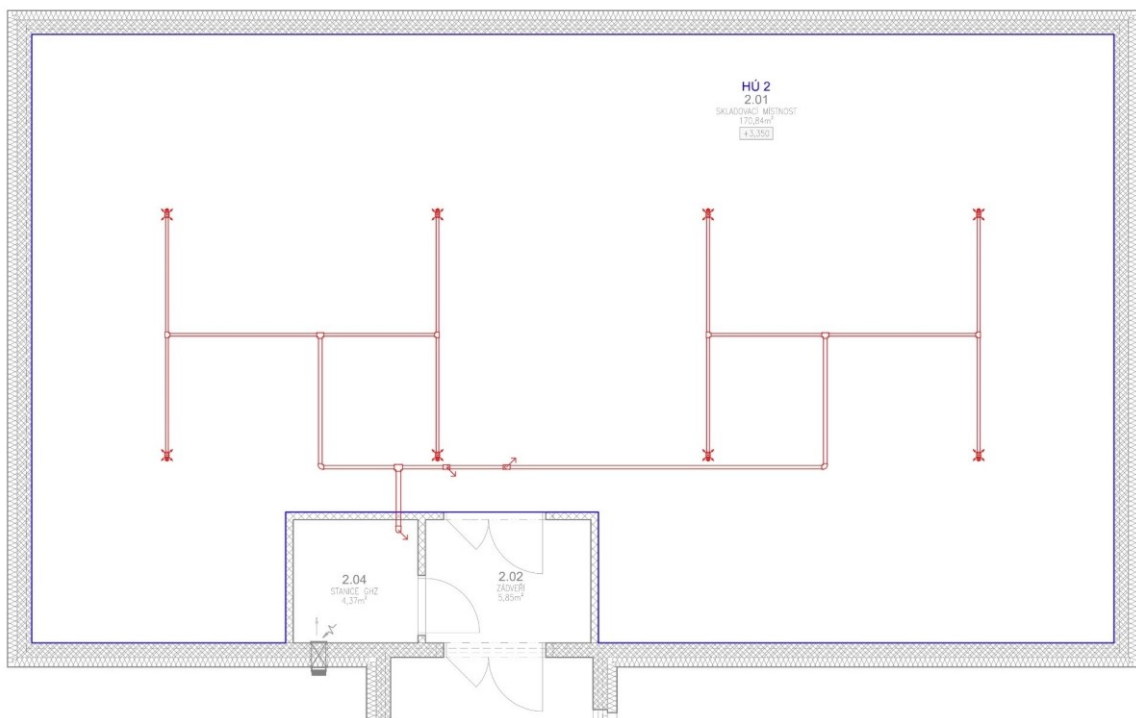
Obr. 23. Řez navrhovaného objektu [vlastní]

Návrh strojní části HÚ 1:



Obr. 25. Půdorys strojní část GHZ – HÚ 1 [vlastní]

Návrh strojní části HÚ 2:



Obr. 24. Půdorys strojní část GHZ – HÚ 2 [vlastní]

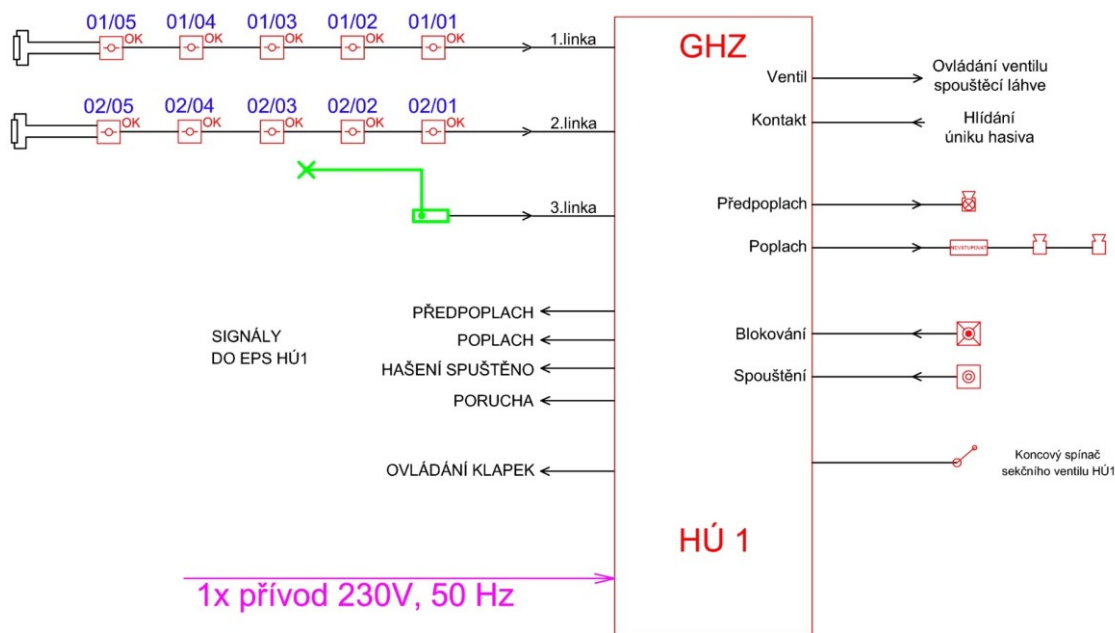
8.3 Elektro část

Návrh elektrické části systému stabilního hasicího zařízení se skládá z návrhu hlásičů kouře, tlačítkových hlásičů, vedení kabelových tras, umístění ústředny a zapojení systému.

8.3.1 Hasicí ústředna

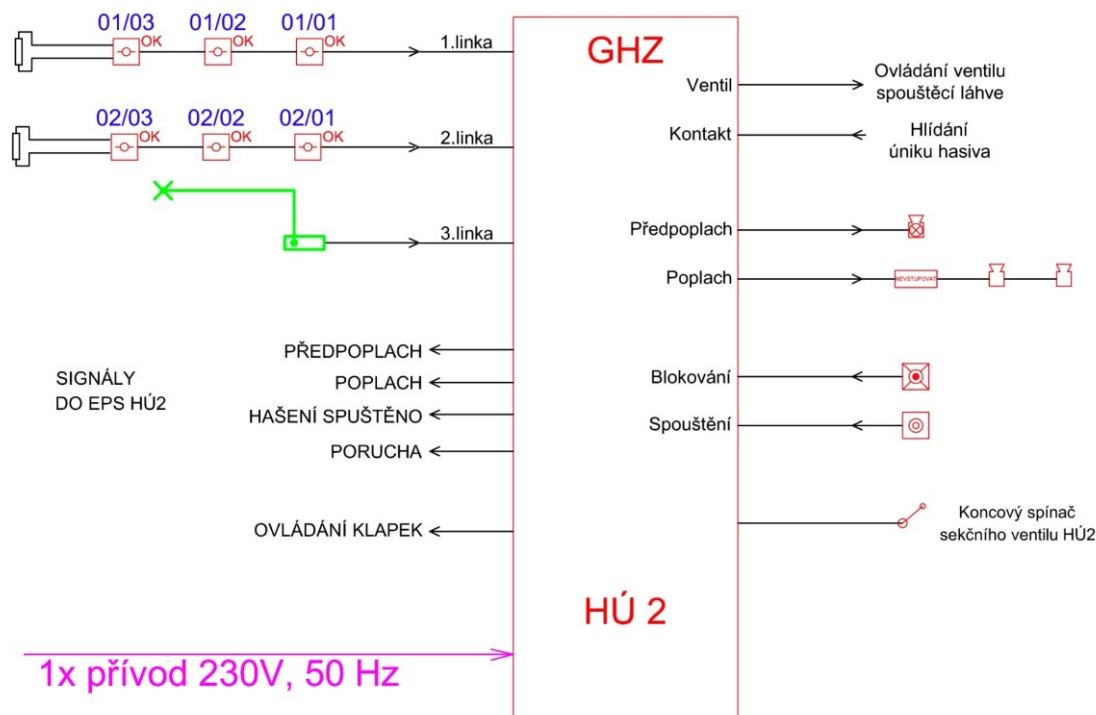
Pro každý hasební úsek je navržena samostatná hasicí ústředna určená pro systém GHZ. Jde o požární ústřednu s vestavěnými řídicími obvody pro použití s hasicími systémy (typ Ziton ZC9-EXT). Obsahuje vstupy pro připojení technických skupin hlásičů (ruční spuštění, nouzové blokování atd.). Potřebné ovládací funkce (sirény a optické signalizace, vypínání VZT atd.) jsou realizovány z programovatelných reléových výstupů. Ústředna splňuje požadavky EN 12094-1. Při výpadku napájení zajišťuje funkčnost systému záložní akumulátor 2x 12V/7Ah. Ústředna je doplněna o krabici rozhraní, která umožňuje integraci mezi GHZ a EPS pro možnost připojení základních stavů. Přenáší tak stavy: předpoplach, poplach, hašení spuštěno, porucha. Pro každý hasební úsek 4 výstupy z GHZ tzn. 8 vstupů do EPS. Navíc přes reléový výstup napřímo ovládá uzavření klapky v příslušném hasebním úseku.

Zapojení pro HÚ 1:



Obr. 26. Zapojení GHZ – HÚ 1 [vlastní]

Zapojení pro HÚ 2:



Obr. 27. Zapojení GHZ – HÚ 2 [vlastní]

8.3.2 Detekce kouře

Pro rychlou detekci kouře jsou navrženy dva způsoby detekce, pomocí bodových opticko kouřových hlásičů a pomocí nasávacího hlásiče. Bodové i nasávací hlásiče jsou navrženy dle norem a požadavků výrobce. Návrh vychází z velikosti hlídaného prostoru a je závislý na výšce místnosti a na tvaru stropní konstrukce. Počet navržených bodových hlásičů splňuje požadavek normy pro projektování bodových hlásičů kouře a vychází z tabulek č.12 a 13.

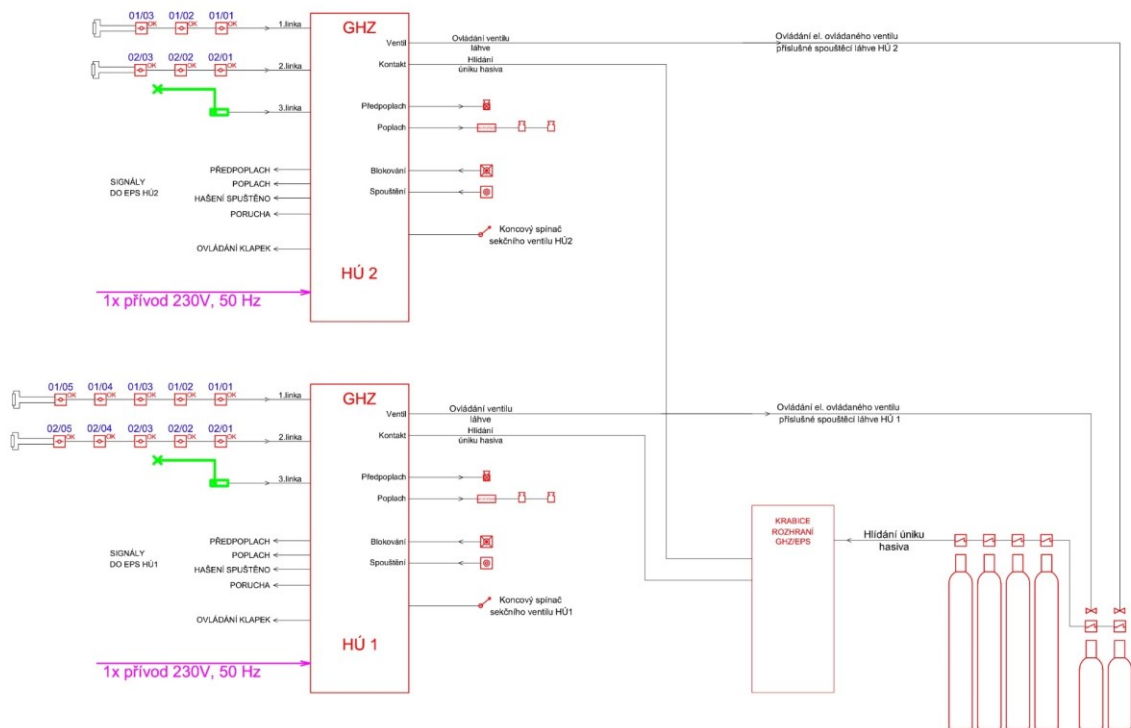
Tab. 12. Návrh kouřových hlásičů – bodových [upraveno dle [12]]

Plocha a výška monitorované místnosti	Maximální monitorovaná oblast v závislosti na sklonu stropu		
	$\leq 20^\circ$	$> 20^\circ \leq 45^\circ$	$> 45^\circ$
$\leq 80 \text{ m}^2, \leq 12 \text{ m}$	80 m ²	80 m ²	80 m ²
$> 80 \text{ m}^2, \leq 6 \text{ m}$	60 m²	80 m ²	100 m ²
$> 80 \text{ m}^2, 6-12 \text{ m}$	80 m ²	100 m ²	120 m ²

Tab. 13. Návrh kouřových hlásičů [upraveno dle [12]]

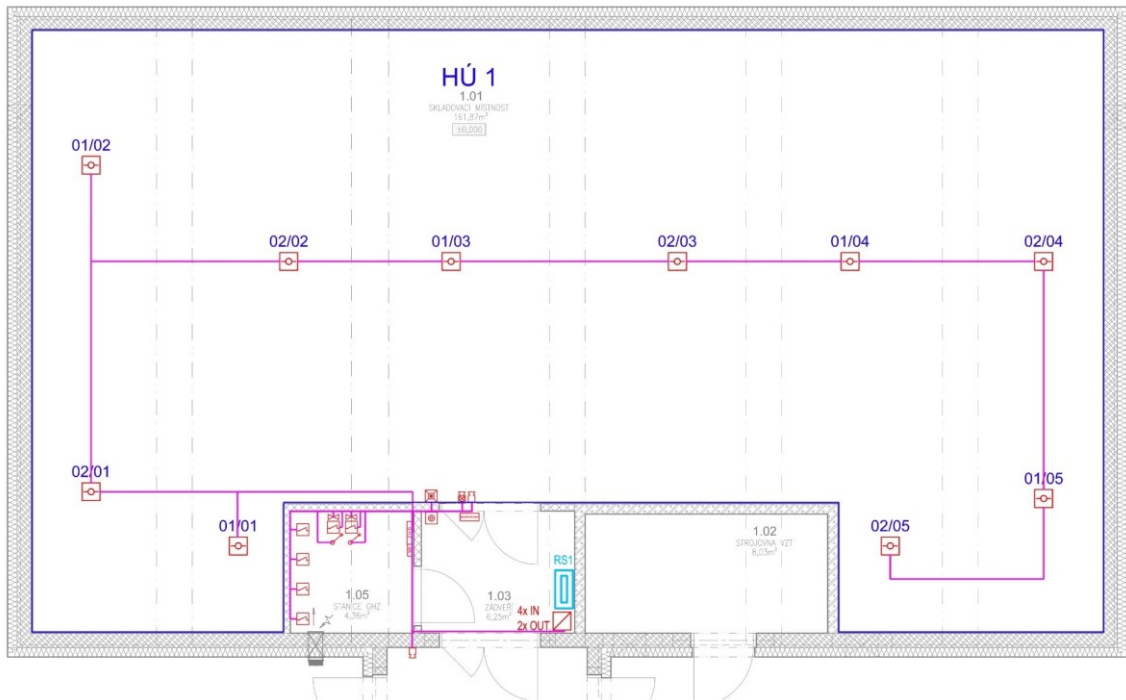
Plocha a výška monitorované místnosti	Maximální vzdálenosti v závislosti na sklonu stropu		
	$\leq 20^\circ$	$> 20^\circ \leq 45^\circ$	$> 45^\circ$
$\leq 80 \text{ m}^2, \leq 12 \text{ m}$	6,5 m	7 m	8 m
$> 80 \text{ m}^2, \leq 6 \text{ m}$	6 m	7 m	9 m
$> 80 \text{ m}^2, 6-12 \text{ m}$	6,5 m	8 m	10 m

Pro chráněné úseky byly navrženy nasávací hlásiče, které jsou zapojeny jako třetí linka do ústředny GHZ a doplňují tak systém detekce kouře. Hlásiče umístěné v chráněné místnosti jsou v závislosti 2 z 3, to zajišťuje ochranu proti nechtěnému vypuštění hasiva vlivem falešného poplachu.



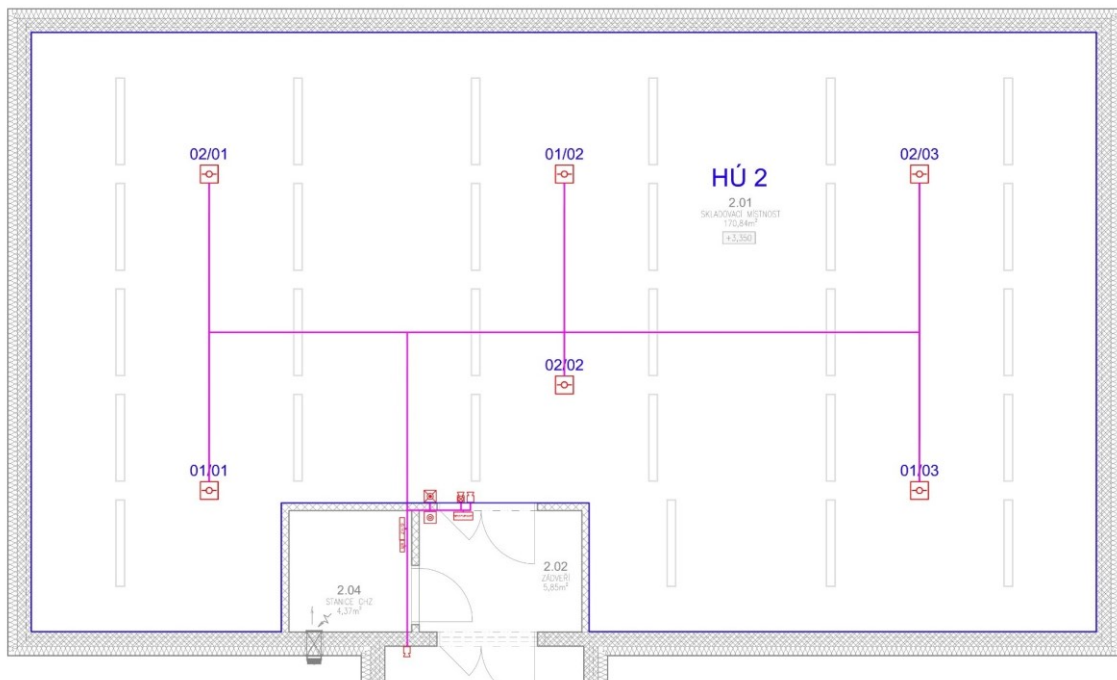
Obr. 28. Schéma zapojení GHZ [vlastní]

Návrh automatických hlásičů pro HÚ 1:

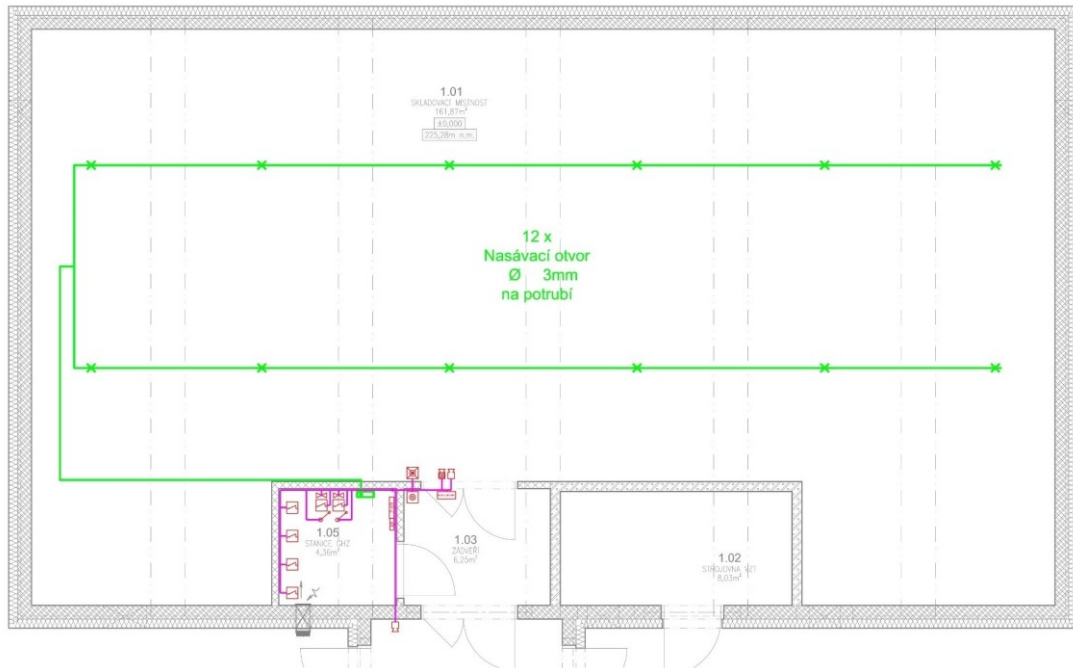
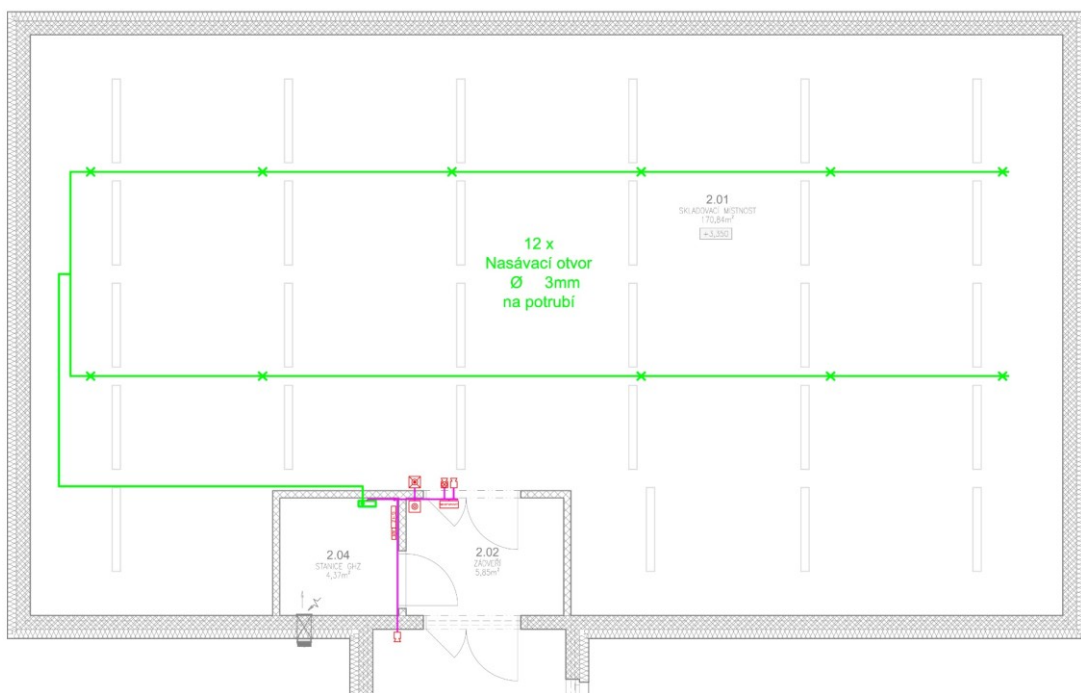


Obr. 29. Bodové hlásiče – HÚ 1 [vlastní]

Návrh automatických hlásičů pro HÚ 2:



Obr. 30. Bodové hlásiče – HÚ 2 [vlastní]

Návrh nasávacích hlásičů pro HÚ 1:*Obr. 31. Nasávací hlásiče – HÚ 1 [vlastní]***Návrh nasávacích hlásičů pro HÚ 2:***Obr. 32. Nasávací hlásiče – HÚ 2 [vlastní]*

9 ZAPOJENÍ NÁVAZNÝCH SYSTÉMŮ

Tato kapitola popisuje možnosti další integrace systému GHZ. Systém hašení napřímo ovládá z hasicí ústředny ventily na spouštěcích lahvích pro jednotlivé hasební zóny. Další přímo ovládané prvky jsou akustické výstražné a signalizační zařízení (sirény) a optické výstražné a signalizační zařízení (majáky a výstražné tabule nade dveřmi). Pro správnou funkci hašení je také zajištěno uzavření klapky v chráněném prostoru.

Objekt je po stavební stránce navržen tak, aby bylo možné jeho připojení pomocí spojovacího krčku (chodby a schodiště) k jakékoliv jiné budově. Takovým návrhem vzniká prostor pro připojení k objektovému systému elektrické požární signalizace a následnému monitoringu jednotlivých stavů systému GHZ pomocí EPS. Návrh připojení počítá i s přístupovým systémem do budovy a do jednotlivých chráněných prostorů a v případě požáru je navrženo odblokování vždy konkrétního elektronického zámku chráněné místnosti.

Jednotlivé hasicí ústředny jsou připojeny pomocí krabice rozhraní do ústředny elektrické požární signalizace objektu, kam přenáší pomocí vstupních modulů čtyři základní signály o stavu systému (předpoplach, poplach, hašení spuštěno, porucha). Z krabice rozhraní jsou pomocí dalších reléových kontaktů ovládány napřímo požární klapky, které je nutné uzavřít před spuštěním hasiva. Elektrické zámky na vstupních dveřích do chráněných místností jsou ovládány pomocí výstupního modulu, který je připojen na kruhovém vedení EPS, a který na základě signálu „předpoplach“ hasicích ústředny, tyto odblokuje pro možnost rychlého ověření, případně rychlejší evakuace osob.

9.1.1 Integrace GHZ/EPS

Pro připojení signálů z řídicí ústředny GHZ do objektové ústředny EPS je navržen vstupní modul BX-IM4, který integruje čtyři vstupy pro dohled a monitoring systému plynového hašení vždy pro jeden hasební úsek. Návrh tak počítá s ústřednou EPS Schrack Integral IP. Pro detekci požáru systému EPS v prostorech nechráněných systémem hašení jsou navrženy multisenzorové hlásiče v kombinaci s tlačítkovými.

Ústředna EPS je navržena do samostatné požárně odolné skříně, kde je místo i pro připojení prostřednictvím ZDP na PCO HZS. Objekt je navržen bez trvalé obsluhy, a proto systém EPS pracuje v režimu NOC, bez zpoždění časů T1 a T2 jako v případě trvalé obsluhy.

Protože je ústředna navržena do požárně odolné skříně, je pro ovládání navrženo tablo pro obsluhu systému, a také OPPO a KTPO pro případný zásah HZS.

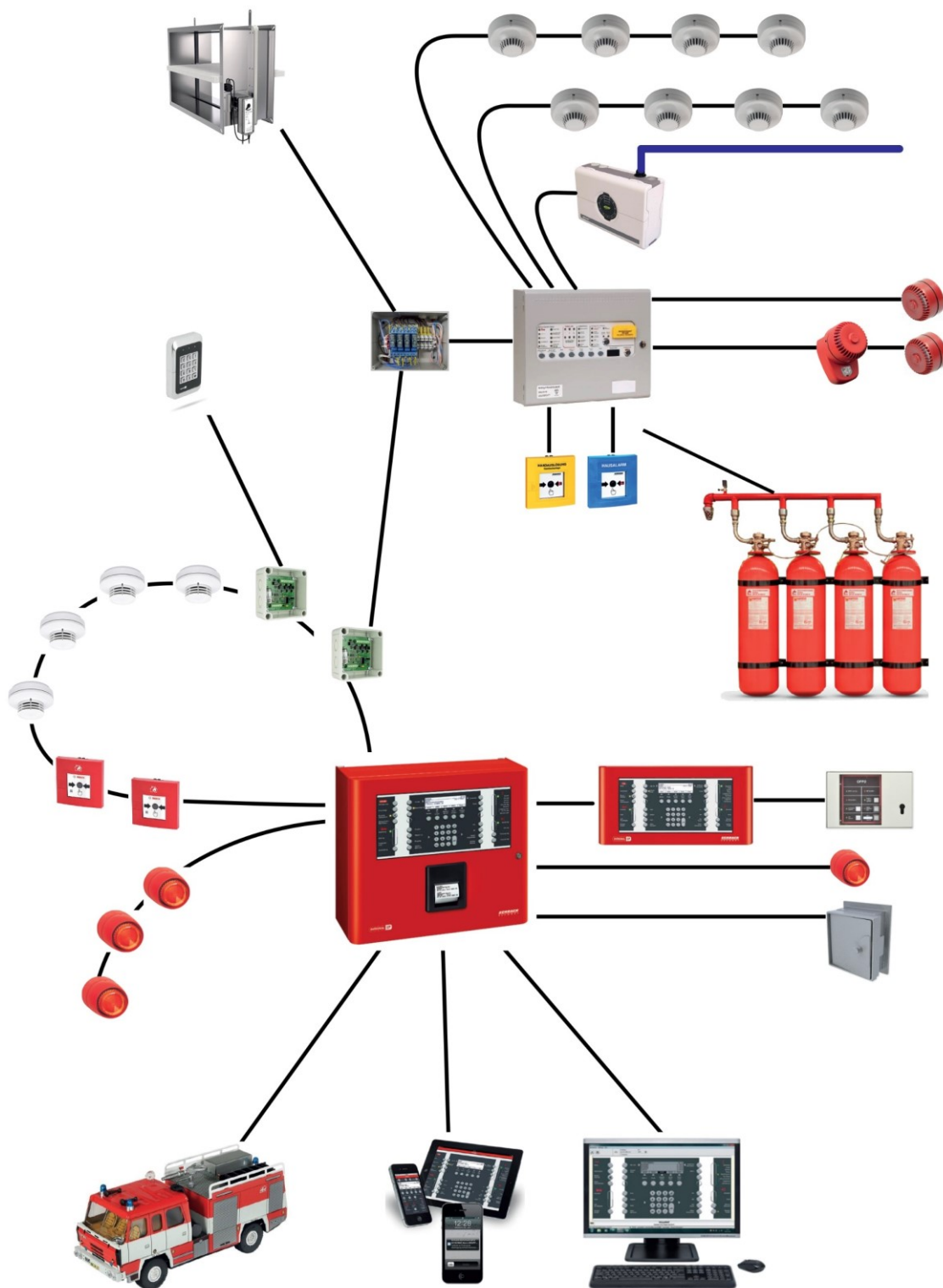
SOUČINNOST EPS A GHZ:

V okamžiku iniciace a spuštění GHZ je vysílán signál na ústřednu EPS. EPS po příjmu informace o spuštění GHZ provede tyto úkony:

- provedení dálkového přenosu informací na PCO HZS
- otevření dvířek KTPO
- iniciace zábleskového majáku
- aktivace akustických sirén
- vypnutí provozní VZT a uzavření požárních klapek ve VZT potrubí na zasaženém podlaží.
- uvolnění zámků EKV na dveřích do chráněných úseku z důvodu rychlé evakuace.

Ústředna Schrack Integral C umožňuje další integraci v podobě vzdálených přístupů pro provozovatele objektu, případně pro servisní firmu. Pomocí přidaného komunikačního modulu S2 Service, je možné získat přístupy pomocí aplikací přes mobilní telefon a vzdálený počítač. Oprávněná osoba pak získává aktuální informace o stavu systému. Komunikace může probíhat přes internet nebo GSM. Může se jednat o jednosměrnou komunikaci, kdy dochází k posílání informací o systému nebo o obousměrnou komunikaci s možností ovládání ústředny. Podle úrovně přístupu, může provozovatel nebo servisní firma přímo ovládat systém prakticky odkudkoliv.

9.1.2 Schéma zapojení



Obr. 33. Schéma integrace GHZ [vlastní]

10 TEST INTEGRITY A BEZPEČNOSTNÍ ZNAČENÍ

Pro účel projektu diplomové práce jsou chráněné prostory navrženy jako studie nového objektu, v případě realizace je nutné provést zkoušku integrity místnosti (Door fan test), který zajistí ověření hydraulických výpočtů a odhalí případné netěsnosti. Princip funkce GHZ vychází z předpokladu maximálního utěsnění chráněných místností v době hašení tak, aby nemohlo dojít k samovolnému úniku hasiva mimo chráněný prostor.

Podmínky pro správné provedení zkoušky:

- Provedení zkoušky těsnosti musí být provedeno podle normy ČSN EN 15004. Na konci doby udržování hasiva nesmí být koncentrace pro 10 %, 50 % a 90 % výšky HÚ menší než 85% návrhové koncentrace. Doba udržování koncentrace v HÚ nesmí být po vypuštění hasiva menší než 10 minut.

10.1.1 Bezpečnostní značení

Prostory chráněné plynovým hašením musí být z bezpečnostních důvodů jednoznačně označeny, stejně tak prostory pro skladování tlakových lahví, a proto je navrženo bezpečnostní značení, které musí být umístěno na dveřích od jednotlivých místností ve výšce očí.

Na dveřích do chráněné místnosti bude umístěna tabulka v červené barvě s bílým nápisem (viz příklad)

**PROSTOR CHRÁNĚN
STABILNÍM HASÍCÍM
ZAŘÍZENÍM S
HASIVEM NOVEC**

U vchodu do chráněné místnosti bude výstražná tabulka v červené barvě s bílým nápisem (viz příklad)

**P O Z O R !
V MÍSTNOSTI JSOU
INSTALOVÁNY
TLAKOVÉ NÁDOBY
S HASIVEM NOVEC**

U východu z místnosti bude umístěna výstražná tabulka v červené barvě s bílým nápisem (viz příklad)

**PO ZAZNĚNÍ SIRÉNY
URÝCHLENĚ OPUSŤTE
PROSTOR CHRÁNĚNÝ
HASIVEM NOVEC**

Sběrné potrubí a potrubní trasa bude značena štítky dle ČSN 13 0072 (viz příklad)

NOVEC

ZÁVĚR

Návrhem plynového stabilního hasicího zařízení pro zvolený dvoupodlažní objekt depozitáře muzejních sbírek je minimalizováno riziko vzniklých škod v tomto objektu působením požáru, a proto je takový objekt možné využít obecně pro skladování velmi cenných uměleckých nebo historických děl, případně pro technické vybavení. Po drobných technických úpravách je možné takový objekt vzhledem k jeho rozměrům využít i pro vytvoření datových sálů. Protože v objektu jsou dva hasební úseky o přibližně stejné velikosti a objemu, je systém GHZ navržen jako sekční hašení. Návrhem sekčního hašení, je zajištěna ochrana dvou hasebních zón, při použití a skladování objemu hasiva o celkové hmotnosti 456 kg v celkem čtyřech nádobách o objemu 140 l. Pro tento objekt bylo navrženo hasivo Novec 1230. Oproti konvenčnímu hašení tak tento návrh šetří investorovi polovinu nákladů za hasivo. Nepředpokládá se, že by nastala situace dvou současně vznikajících požárů v jeden moment. Protože se jedná o budovu bez trvale přítomné obsluhy byla navržena pro tento objekt integrace GHZ se systémem objektové EPS s přenosem pomocí ZDP na požární pult centrální ochrany hasičského sboru. Pro provozovatele a servisní firmu je navrženo rozšíření systému o vzdálený přístup v podobě monitoringu a ovládání systému pomocí komunikačních modulů a mobilních aplikací.

Návrhem vznikl objekt, který má zajištěnou vysokou protipožární bezpečnost a vzhledem k použitému druhu hasiva získává velké využití ke skladování nebo případnému provozování IT technologií. Vybudovat takový objekt lze vedle již stávajících budov a propojit ho pomocí stavebních úprav například s administrativní budovou, která by tak získala prostory s vysokým protipožárním zabezpečením pro ochranu významných technologií nebo technických zařízení, případně archívních skladů či depozitářů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LUKÁŠ, doc. Ing. Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management III*. Zlín: VeRBuM, 2013. ISBN ISBN 978-80-87500-35-4.
- [2] BRADÁČOVÁ, Isabela. *Stavby a jejich požární bezpečnost: Edice: Řada C - Technická knihnice autorizovaného inženýra a technika*. Praha: ŠEL, spol., 1999. ISBN ISBN 80-902697-2-9.
- [3] RUSINOVÁ, Ing. Marie, Ph.D., Ing. Táňa JURÁKOVÁ a Ing. Markéta SEDLÁKOVÁ. *POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB: Modul M01*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN ISBN 978-80-7204-511-2.
- [4] RYBÁŘ, Ing. Pavel. *Stabilní hasicí zařízení - plynová, prášková, aerosolová a inertizační, provozuschopnost a účinnost SHZ*. Praha: Profesní komora požární ochrany, 2016. ISBN ISBN 978-80-260-9155-4.
- [5] ORLÍKOVÁ, Kateřina. *Hasební látky*. Ostrava: SPBI, 1995. ISBN ISBN 80-902001-0-9.
- [6] BRUMOVSKÁ, Irena. *Speciální chemie pro požární ochranu*. Praha, 2008. ISBN ISBN 978-80-86640-88-4
- [7] OŽANA, Ing. Pavel a RNDr. Irena BRUMOVSKÁ. *Chemie hasicích látek*. Frýdek Místek, 1995. ISBN ISBN 978-80-86640-88-4.
- [8] ŠENOVSKÝ, Michail. *Základy požárního inženýrství*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN ISBN 80-86634-50-7.
- [9] ČSN EN 15004-1. *Stabilní hasicí zařízení - Plynová hasicí zařízení: část 1: Navrhování, instalace a údržba*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [10] ČSN EN 12094. *Stabilní hasicí zařízení - Komponenty plynových hasicích zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [11] *Vyhláška č. 21: Vyhláška Ministerstva vnitra, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady o požární ochraně*. In: . Praha: Ministerstvo Vnitra ČR, 1996, 1996 Sb., číslo 21.
- [12] ČSN 34 2710. *Elektrická požární signalizace - Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba*. Září 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

- [13] ČSN EN 54-11. *Elektrická požární signalizace: část 11: Tlačítkové hlásiče. Změna A1*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [14] ČSN EN 15004-2. *Stabilní hasicí zařízení - Plynová hasicí zařízení: část 2: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasicích zařízení s hasivem FK-5-I-12*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [15] ČSN EN 15004-5. *Stabilní hasicí zařízení - Plynová hasicí zařízení: část 5: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasicích zařízení s hasivem HFC 227ea*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [16] ČSN EN 15004-8. *Stabilní hasicí zařízení - Plynová hasicí zařízení: část 8: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasicích zařízení s hasivem IG-100*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [17] 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.
- [18] ČSN EN 15004-10. *Stabilní hasicí zařízení - Plynová hasicí zařízení: část 10: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasicích zařízení s hasivem IG-541*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [19] Inergen fire systems: Inergen Gaseous System. In: *Gielle Industries* [online]. (Roma) Italy [cit. 2020-08-11]. Dostupné z: https://www.gielle.it/inergen_fire_systems.htm
- [20] *Ochrana elektrických rozvaděčů a datových racků: Plynové stabilní hasicí zařízení – GHZ* [online]. In: . [cit. 2020-08-11]. Dostupné z: <https://www.wattcom.cz/pozarni-ochrana/plynove-stabilni-hasici-zarazeni-ghz/>
- [21] *Sparco hasicí systém 4,25 l* [online]. In: . [cit. 2020-08-11]. Dostupné z: <https://www.ask-motorsport.cz/sparco/sparco-hasici-system-425-l-ocel-mechanicky/>
- [22] HEIM, Ing. Manfred, ed. *Fire Alarm Systems - Planning and Installation*. B-HB-0074EN. Vienna: Schrack Seconet, 2018.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SHZ Samočinné hasicí zařízení

GHZ Plynové stabilní hasicí zařízení

EPS Elektrická požární signalizace

VdS Vertrauen durch Sicherheit (mezinárodní certifikační organizace pro prevenci požárů a dalších rizik)

ČSN Česká státní norma

ČNR Česká národní rada

EN Evropská norma

PCO Pult centrální ochrany

HZS Hasičský záchranný sbor

KTPO Klíčový trezor požární ochrany

OPPO Obslužné pole požární ochrany

VZT Vzduchotechnika

DN Jmenovitá světlost trubky

HFC Fluorované uhlovodíky

HÚ Hasební úsek

ZDP Zařízení dálkového přenosu

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Systém GHZ [19]</i>	12
<i>Obr. 2. Podmínky pro vznik požáru [upraveno dle [3]]</i>	14
<i>Obr. 3. Multisenzorový hlásič MTD533x [upraveno dle [22]]</i>	16
<i>Obr. 4. Tlačítkové hlásiče [vlastní]</i>	17
<i>Obr. 5. Lineární hlásič Fireray [vlastní]</i>	18
<i>Obr. 6. Reakce jednotlivých typů hlásičů [upraveno dle [22]]</i>	19
<i>Obr. 7. Hasicí ústředny Esser [vlastní]</i>	20
<i>Obr. 8. Strojovna hašení CO₂ [vlastní]</i>	21
<i>Obr. 9. Rozhraní GHZ/EPS [vlastní]</i>	22
<i>Obr. 10. Integrace GHZ/EPS [vlastní]</i>	23
<i>Obr. 11. Grafická nadstavba GHZ [vlastní]</i>	23
<i>Obr. 12. Strojovna sekčního hašení [vlastní]</i>	25
<i>Obr. 13. Sekční ventil [vlastní]</i>	25
<i>Obr. 14. Zásobníky hasiva CO₂ [vlastní]</i>	27
<i>Obr. 15. Tlaková vyrovnávací klapka [vlastní]</i>	29
<i>Obr. 16. Porovnání množství hasiva [vlastní]</i>	36
<i>Obr. 17. Door fan test [vlastní]</i>	41
<i>Obr. 18. Integrované hašení [20]</i>	47
<i>Obr. 19. Hašení závodních vozidel [21]</i>	48
<i>Obr. 20. Hašení Libušín – Pustevny [vlastní]</i>	49
<i>Obr. 21. Strojovna sekčního hašení [vlastní]</i>	59
<i>Obr. 22. Axonometrie potrubí GHZ [vlastní]</i>	60
<i>Obr. 23. Řez navrhovaného objektu [vlastní]</i>	61
<i>Obr. 24. Půdorys strojní část GHZ – HÚ 2 [vlastní]</i>	62
<i>Obr. 25. Půdorys strojní část GHZ – HÚ 1 [vlastní]</i>	62
<i>Obr. 26. Zapojení GHZ – HÚ 1 [vlastní]</i>	63
<i>Obr. 27. Zapojení GHZ – HÚ 2 [vlastní]</i>	64
<i>Obr. 28. Schéma zapojení GHZ [vlastní]</i>	65
<i>Obr. 29. Bodové hlásiče – HÚ 1 [vlastní]</i>	66
<i>Obr. 30. Bodové hlásiče – HÚ 2 [vlastní]</i>	66
<i>Obr. 31. Nasávací hlásiče – HÚ 1 [vlastní]</i>	67
<i>Obr. 32. Nasávací hlásiče – HÚ 2 [vlastní]</i>	67
<i>Obr. 33. Schéma integrace GHZ [vlastní]</i>	70

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Skladování hasiva [vlastní]</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 2. Hasivo IG-100 [vlastní].....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 3. Hasivo IG-55 [vlastní].....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 4. Hasivo IG-541 [vlastní].....</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 5. Hasivo HFC 227ea [vlastní]</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 6. Hasivo FK-5-1-12 [vlastní]</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 7. Porovnání hasicího média [vlastní]</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 8. Porovnání hasicích plynů [vlastní]</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 9. Ochrana zdraví [vlastní]</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 10. Ochrana životního prostředí [upraveno dle [4]]</i>	<i>44</i>
<i>Tab. 11. Dimenze potrubí GHZ [vlastní].....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 12. Návrh kouřových hlásičů – bodových [upraveno dle [12]]</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 13. Návrh kouřových hlásičů [upraveno dle [12]].....</i>	<i>65</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Axonometrie GHZ

Příloha P II: Schéma elektrické části GHZ

Příloha P III: Schéma integrace GHZ

Příloha P IIII: Hydraulický výpočet GHZ

PŘÍLOHA P I: AXONOMETRIE GHZ

Tabluka potrubí pro HU 1

č. potrubí	DN	Délka
5	65	1300
6	65	800
7	50	1900
8	50	600
9	50	2400
10	40	500
11	40	600
12	40	800
13	40	600
14	40	1000
15	40	2300
16	40	2500
17	40	700
18	40	2000
19	40	2500
20	50	2300
21	50	600
22	50	2400
23	40	750
24	40	2000
25	40	2500
26	40	500
27	40	600
28	40	800
29	40	600
30	40	600
31	40	2000
32	40	2500
33	50	6600
34	50	600
35	50	2400
36	40	700
37	40	2000
38	40	2500
39	40	500
40	40	600
41	40	800
42	40	600
43	40	1000
44	40	2500
45	40	2300

Tabluka potrubí pro HU 2

č. potrubí	DN	Délka
46	65	1300
47	65	600
48	65	4000
49	65	1050
50	50	1300
51	50	2200
52	40	2250
53	40	2000
54	40	2000
55	40	1950
56	40	2000
57	40	2000
58	50	800
59	50	250
60	50	1000
61	50	250
62	50	5300
63	50	2200
64	40	1950
65	40	2000
66	40	2000
67	40	2550
68	40	2000
69	40	2000

Rozdělovní potrubí

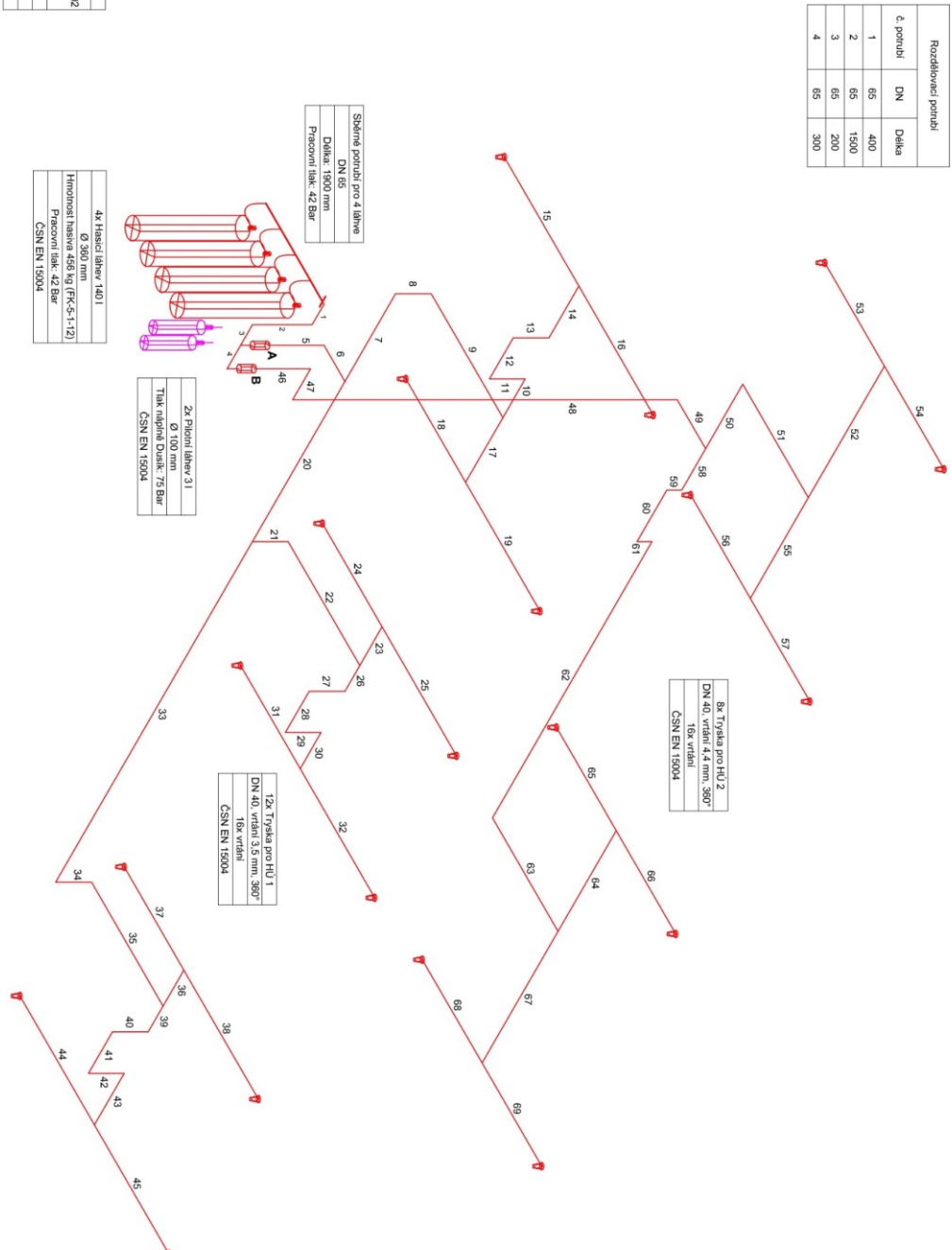
č. potrubí	DN	Délka
1	65	400
2	65	1500
3	65	200
4	65	300

A

Selektní ventily pro baselny česnek č. 01 m.k. 1.01	Pro podlahy: 1.NP	Jmenovitá světlota: DN 65	Počet odpalovacích láhví: 4 ks
--	-------------------	---------------------------	--------------------------------

B

Selektní ventily pro baselny česnek č. 02 m.k. 2.01	Pro podlahy: 2.NP	Jmenovitá světlota: DN 65	Počet odpalovacích láhví: 4 ks
--	-------------------	---------------------------	--------------------------------



Štěrpné potrubí pro 4 láhve
DN 65
Délka: 1000 mm
Pracovní tlak: 42 Bar

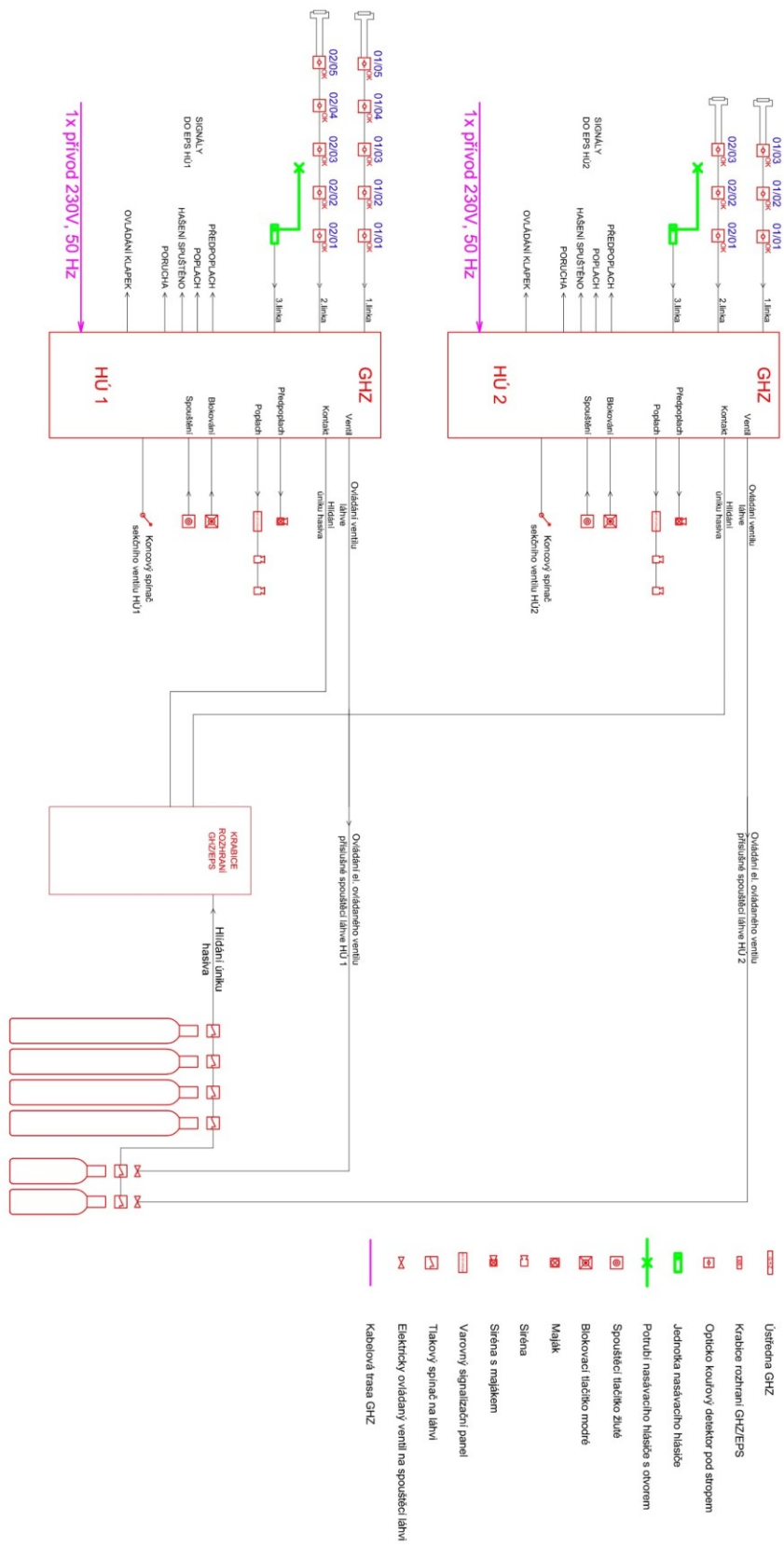
4x Haselci láhve 140 l
Ø 360 mm
Hmotnosti haselce 456 kg (FK-S-1-12)
Pracovní tlak: 42 Bar
ČSN EN 15004

2x Pilotní láhve 3 l
Ø 100 mm
Tliskací síla: 75 Bar
ČSN EN 15004

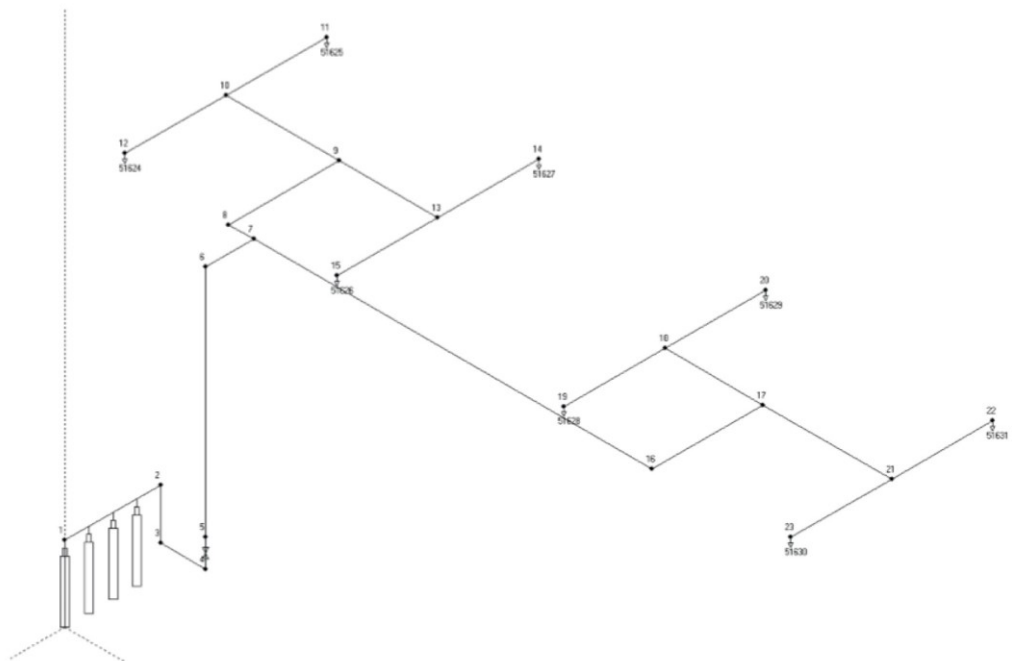
12x Tryska pro HU 1
DN 40, úhelní 3,5 mm, 360°
Øx V x H: 16x 16x 16
ČSN EN 15004

6x Tryska pro HU 2
DN 40, úhelní 4,4 mm, 360°
Øx V x H: 16x 16x 16
ČSN EN 15004

PŘÍLOHA P II: SCHÉMA ELEKTRICKÉ ČÁSTI GHZ



PŘÍLOHA P III: HYDRAULICKÝ VÝPOČET



Pipesystem data:

Section- No:	Starting- node	Endnode	Length [m]	Height [m]	Pipe type	Diameter [mm] **	Fitting *	Component code	Component coefficient	Nb of containers FK-5-1-12 quantity
1	0	1	0,100	0,100	40	32,1	C	420	4,200	4,0
2	1	2	1,900	0,000	30	68,7	E	-	-	-1,0
3	2	3	1,000	-1,000	30	68,7	E	-	-	0,0
4	3	4	0,900	0,000	30	68,7	E	-	-	0,0
5	4	5	0,550	0,550	30	68,7	E	-	0,1000	-1,0
6	5	6	4,650	4,650	31	68,7	-	-	-	0,0
7	6	7	0,950	0,000	31	68,7	E	-	-	0,0
8	7	8	0,500	0,000	31	53,5	T-90°	-	-	0,0
9	8	9	2,200	0,000	31	53,5	E	-	-	0,0
10	9	10	2,250	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
11	10	11	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
12	11	51625	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
13	10	12	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
14	12	51624	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
15	9	13	1,950	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
16	13	14	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
17	14	51627	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
18	13	15	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
19	15	51626	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
20	7	16	7,900	0,000	31	53,5	T-90°	-	-	0,0
21	16	17	2,200	0,000	31	53,5	E	-	-	0,0
22	17	18	1,950	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
23	18	20	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
24	20	51629	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
25	18	19	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
26	19	51628	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
27	17	21	2,550	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
28	21	22	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
29	22	51631	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0
30	21	23	2,000	0,000	31	41,5	T-90°	-	-	0,0
31	23	51630	0,100	-0,100	31	41,5	E	-	-	0,0

PŘÍLOHA P III: HYDRAULICKÝ VÝPOČET

Pipe system:

Section- No:	Starting- node	Endnode	Pressure [bar abs]	Flowrate [kg/s]	Pipedimension Di [mm]	DN
1	0	1	21,17	10,90	32,1	1 1/2"
2	1	2	20,14	43,61	68,7	2 1/2
3	2	3	19,26	43,61	68,7	2 1/2
4	3	4	18,22	43,61	68,7	2 1/2
5	4	5	16,75	43,61	68,7	2 1/2
6	5	6	15,84	43,61	68,7	2 1/2
7	6	7	14,51	43,61	68,7	2 1/2
8	7	8	13,42	22,23	53,5	2
9	8	9	12,21	22,23	53,5	2
10	9	10	11,11	11,10	41,5	1 1/2
11	10	11	10,29	5,55	41,5	1 1/2
12	11	51625	10,06	5,55	41,5	1 1/2
13	10	12	10,29	5,55	41,5	1 1/2
14	12	51624	10,06	5,55	41,5	1 1/2
15	9	13	11,14	11,13	41,5	1 1/2
16	13	14	10,32	5,56	41,5	1 1/2
17	14	51627	10,09	5,56	41,5	1 1/2
18	13	15	10,32	5,56	41,5	1 1/2
19	15	51626	10,09	5,56	41,5	1 1/2
20	7	16	12,87	21,38	53,5	2
21	16	17	11,71	21,38	53,5	2
22	17	18	10,68	10,71	41,5	1 1/2
23	18	20	9,89	5,35	41,5	1 1/2
24	20	51629	9,67	5,35	41,5	1 1/2
25	18	19	9,89	5,35	41,5	1 1/2
26	19	51628	9,67	5,35	41,5	1 1/2
27	17	21	10,64	10,67	41,5	1 1/2
28	21	22	9,86	5,34	41,5	1 1/2
29	22	51631	9,63	5,34	41,5	1 1/2
30	21	23	9,86	5,34	41,5	1 1/2
31	23	51630	9,63	5,34	41,5	1 1/2

Calculation zone data:

Calculation of design quantity:

Zone	Total volume [m ³]	Volume of building parts [m ³]	Calculated volume [m ³]	Max. Over- pressure [mbar]	Design temp. [°C]	Extinguish- conc. [% Vol]	Design factor	Design conc. [% Vol]	Design quantity [kg]
1 Místnost	546,6	0,0	546,6	3,000	20,0	4,3	1,30	5,6	451,25

Regulation rule for calculation of FK-5-1-12 quantities: ISO 14520-1
Altitude above sealevel: 250,0 m

FK-5-1-12 storage input data:

Container volume:	140,0 l
Filling ratio:	-0,816 kg/l (fixed value)
Filling pressure:	43,0 bar abs
Storage temperature:	20,0 °C
Supplement factor:	1,00
Minimum storage quantity:	451,25 kg
Number of containers:	4

Discharge time (input value): 10,0 s

PŘÍLOHA P III: HYDRAULICKÝ VÝPOČET

Nozzle data:

Calculation-zone no:	Nozzle no.	Nozzle type	Number of orifices	Pipeconnection Di [mm]	DN	Orifice [mm]	FK-5-1-12 output [kg]
1	51624	5	16	41,5	1 1/2	4,4	57,4
1	51625	5	16	41,5	1 1/2	4,4	57,4
1	51626	5	16	41,5	1 1/2	4,4	57,6
1	51627	5	16	41,5	1 1/2	4,4	57,6
1	51628	5	16	41,5	1 1/2	4,4	55,4
1	51629	5	16	41,5	1 1/2	4,4	55,4
1	51630	5	16	41,5	1 1/2	4,4	55,2
1	51631	5	16	41,5	1 1/2	4,4	55,2

Calculation-zone no:	Nozzle no.	Outlet velocity [m/s]	Transport time [s]	Jetdistance [m]
1	51624	35,7	1,40	2,97
1	51625	35,7	1,40	2,97
1	51626	35,7	1,37	2,97
1	51627	35,7	1,37	2,97
1	51628	35,9	2,07	2,99
1	51629	35,9	2,07	2,99
1	51630	36,0	2,13	2,99
1	51631	36,0	2,13	2,99

Nozzle data:

No.	Calculation zone	Diameter [mm]
51624	Místnost	4,4
51625	Místnost	4,4
51626	Místnost	4,4
51627	Místnost	4,4
51628	Místnost	4,4
51629	Místnost	4,4
51630	Místnost	4,4
51631	Místnost	4,4

Legend of nozzles:

Type	Number of orifices	C1	C2	C3	C4	C5	C6
5 KD-1230: 2 to 16 ori	16	4,62495	-0,08139	0,05363	-0,10202	-3,79175	1,84222

PŘÍLOHA P III: HYDRAULICKÝ VÝPOČET

Calculation results:

FK-5-1-12 storage data:

Design quantity: 451,2 kg
Supplement factor: 1,00
Minimum storage quantity: 451,2 kg

Container volume: 140,0 l
Filling ratio: 0,82 kg/l
Filling pressure: 43,0 bar abs
FK-5-1-12 -mass per container: 114,8 kg
Number of containers: 4
Actual storage quantity: 459,2 kg

Storage temperature: 20,0 °C
Starting container pressure: 43,0 bar abs

Discharge time:

Discharge time air: 0,3 s
Total gas discharge time: 1,1 s
Two-phase discharge time: 9,8 s
Total discharge time: 10,9 s

System information:

Container working pressure: 23,8 bar abs
Container working temperature: 20,0 °C
Total network volume: 97,5 l
Medium pipe content: 97,4 kg FK-5-1-12
Filling portion in pipe system: 0,21 kg FK-5-1-12 /kg FK-5-1-12 -storage

Concentrations:

Calculation- zone no:	O2	Gascomposition after discharge [%]	
		FK-5-1-12	N2
1	19,7	5,6	73,7