

Použití stabilních hasicích zařízení při ochraně kulturních a historických objektů

The Use of Stable Fire-fighting Systems for the
Protection of Cultural and Historical Sites

Lukáš Ortinský

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lukáš Ortinský
Osobní číslo: A13269
Studijní program: B3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Použití stabilních hasicích zařízení při ochraně kulturních a historických objektů

Téma anglicky: The Use of Stable Fire-fighting Systems for the Protection of Cultural and Historical Sites

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozdělení stabilních hasicích zařízení (SHZ) dle hasiv a principu použití.
2. Popište rozvoj a šíření požáru v typických objektech.
3. Zpracujte výhody použití SHZ pro ochranu kulturních a historických objektů.
4. Navrhněte SHZ pro depozitář Památníku Vojna Lešetice.
5. Vyhodnoťte ekonomickou náročnost použití SHZ.
6. Odhadněte další vývoj těchto systémů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management III. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2013, 456 s. ISBN 978-80-87500-35-4.
2. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management IV.: teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2014, 390 s. ISBN 978-80-87500-57-6.
3. LAUCKÝ, Vladimír. Speciální bezpečnostní technologie. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 223 s. ISBN 978-80-7318-762-0.
4. ČSN EN 15004-1. Stabilní hasící zařízení – Plynová hasící zařízení – Část 1: Návrh, instalace a údržba. Vydáno 2009.
5. ČSN EN 15004-10. Stabilní hasící zařízení – Plynová hasící zařízení – Část 10: Fyzikální vlastnosti a návrh plynových hasících zařízení s hasivem IG-541. Vydáno 2009.
6. ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Vydáno 2009.
7. ČSN 73 0834. Požární bezpečnost staveb – Změny staveb. Vydáno 2011.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

26. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2016

Ve Zlíně dne 16. února 2016



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan


Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Lukáš Ortinský

Název bakalářské/diplomové práce: Stabilní hasicí zařízení při ochraně kulturních a historických památek


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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/bakalářská 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/bakalářskou 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/bakalářskou 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/bakalářské 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/bakalářské 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/bakalářské 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 30.5.2016


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na používání stabilních hasicích zařízení v kulturních a historických objektech. Začátek práce popisuje stabilní hasicí zařízení a výhody jejich použití pro ochranu kulturních a historických objektů. V další části jsou popsány fáze šíření požáru a porovnány dva modelové příklady šíření a rozvoje požáru. V prvním příkladu je počítáno s absencí SHZ a v druhém s jeho přítomností. Závěr práce se věnuje komplikacím při instalaci SHZ v kulturních a historických objektech a nákladům na jejich pořízení, provoz a údržbu.

Klíčová slova: stabilní hasicí zařízení, požární bezpečnost, historické objekty

ABSTRACT

This Bachelor thesis focuses on usage of Stable Fire/fighting systems on cultural and historical sites. The beginning of the thesis covers SFFs and their advantages to protect historical sites. In the next chapter it describes phases of fire spread and compares two test cases of fire spread and fire development. The first test case deals with absence of SFFs and the second one with their presence. The conclusion deals with complications of SFFs installation on historical sites, the cost of their purchase, maintenance and operation.

Keywords: Fire extinguishing equipment, fire safety, historical sites

Na tomto místě bych chtěl poděkovat panu Ing. Rudolfovi Drgovi Ph.D. za ochotu, odborné vedení a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a kolegům v práci za podporu v době studií.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ROZDĚLENÍ STABILNÍCH HASICÍCH ZAŘÍZENÍ.....	11
1.1 VODNÍ SHZ.....	12
1.1.1 Sprinklerová hasicí zařízení	12
1.1.2 Drenčerová hasicí zařízení	13
1.1.3 Mlhová hasicí zařízení	13
1.2 PĚNOVÁ HASICÍ ZAŘÍZENÍ.....	15
1.3 PRÁŠKOVÁ HASICÍ ZAŘÍZENÍ.....	16
1.4 PLYNOVÁ HASICÍ ZAŘÍZENÍ.....	17
1.5 HALONOVÁ HASICÍ ZAŘÍZENÍ.....	18
2 ROZVOJ A ŠÍŘENÍ POŽÁRU V TYPICKÝCH OBJEKTECH.....	19
2.1 POJMY	19
2.2 POŽÁR A JEHO ŠÍŘENÍ	21
2.3 PÁSMA POŽÁRU	22
2.3.1 Pásmo hoření.....	22
2.3.2 Pásmo přípravy.....	22
2.3.3 Pásmo zakouření	23
2.4 FÁZE POŽÁRU	23
2.4.1 I. fáze požáru.....	23
2.4.2 II. fáze požáru.....	24
2.4.3 III. fáze požáru	24
2.4.4 IV. fáze požáru	24
2.5 PŘÍKLAD POŽÁRU BEZ ZÁSAHU SHZ	24
2.6 PŘÍKLAD POŽÁRU S POUŽITÍM SHZ	28
3 VÝHODY POUŽITÍ SHZ PRO OCHRANU KULTURNÍCH A HISTORICKÝCH PAMÁTEK.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
4 NÁVRH SHZ PRO DEPOZITÁŘ PAMÁTNÍKU VOJNA V LEŠETICÍCH	32
4.1 POŽÁRNÍ NEBEZPEČÍ – TŘÍDY NEBEZPEČÍ.....	32
4.2 STANOVENÍ POČTU SPRINKLERŮ.....	32
4.2.1 Druhy sprinklerových hlavíc.....	33
4.3 ZÁSOBOVÁNÍ VODOU.....	34
4.4 ROZVODNÝ SYSTÉM	35
4.5 ZKUŠEBNÍ PROVOZ, ZKOUŠENÍ, UVEDENÍ DO PROVOZU A ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ	36
5 VYHODNOCENÍ EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI POUŽITÍ SHZ.....	37
5.1 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ RŮZNÝCH SYSTÉMŮ SHZ	37
5.1.1 Náklady na instalaci sprinklerového SHZ.....	37
5.1.2 Náklady na instalaci mlhového SHZ.....	38
5.1.3 Vyhodnocení nákladů na systémy SHZ	38
6 ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE SHZ	39

ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	42
SEZNAM OBRÁZKŮ	43
SEZNAM TABULEK.....	44
SEZNAM PŘÍLOH.....	45

ÚVOD

V České republice se nachází mnoho kulturních a historických objektů, které jsou jedinečné a mají nenahraditelnou hodnotu. Při zabezpečování těchto objektů je důležité nesoustřeďovat se pouze na ochranu objektu proti kriminálním činnostem, ale také upřít pozornost na ochranu proti požáru. V těchto objektech dochází v případě vzniku požáru k jeho velmi rychlému šíření. Další komplikací při zdolávání požárů v těchto objektech bývá špatná přístupnost pro hasičskou techniku. Tyto komplikace oddalují zahájení hasebních prací, a proto rychle vzrůstá škoda, která vzniká působením požáru. Například požár na hradě Pernštejn v roce 2005 nebo požár národní kulturní památky horská chata Libušín v Moravskoslezských Beskydech v roce 2014. Nejedná se ale pouze o stavby historické, ale i moderní, kde jsou zřizovány archivy nebo depozitáře. V těchto objektech sice není problém v přístupnosti z hlediska zdolávání požáru, ale stále je důležité začít s hasebním zásahem co nejdříve, protože v těchto objektech se uchovávají předměty, které mají hodnotu nenahraditelnou penězi. Přestože v budovách postavených nebo zrekonstruovaných v posledních letech bývá instalovaná elektrická požární signalizace, tak vzniká prodleva mezi zaznamenáním příznaků vzniku požáru a začátkem hasebních prací.

Cílem této bakalářské práce je porovnat výhody a nevýhody stabilních hasičských zařízení při jejich použití pro ochranu historických a kulturních objektů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROZDĚLENÍ STABILNÍCH HASICÍCH ZAŘÍZENÍ

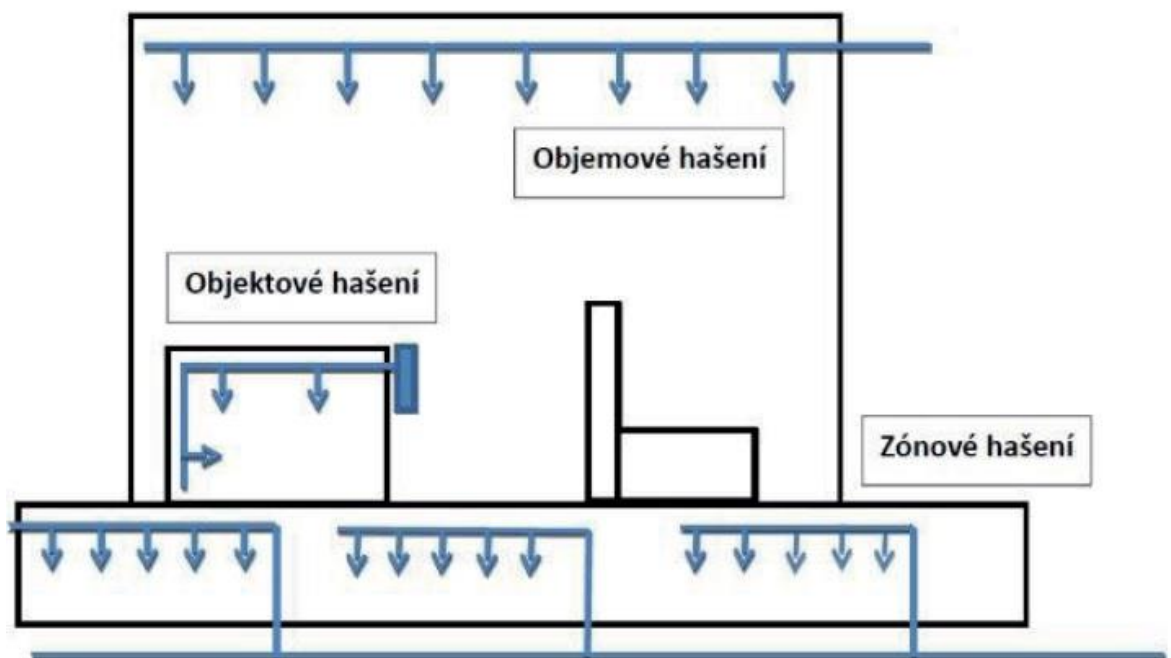
Stabilní hasicí zařízení (dále také SHZ) jsou zařazeny do skupiny požárně bezpečnostních zařízení a používají se k zastavení šíření požáru a jeho následné likvidaci. Ve většině případů nebývá zpravidla nutné, aby do procesu vstoupila obsluha.

Podle druhu hasicího prostředku se SHZ dělí:

- Vodní,
- Pěnová,
- Plynová,
- Prášková,
- Speciální.

SHZ se navrhuje pro hašení:

- Lokální (objektové),
- Objemové,
- Zónové. [1]



Obr. 1. Typy hašení pomocí SHZ [1]

1.1 Vodní SHZ

Vodní SHZ používají jako hasicí medium vodu a rozdělují se dále na zařízení sprinklerová a drenčerová.

1.1.1 Sprinklerová hasicí zařízení

Tyto zařízení jsou v současnosti nejrozšířenějším a nejspolehlivějším druhem stabilního hasicího zařízení. Jejich použití je nejčastější při ochraně lidských životů a zdraví ve veřejných budovách, skladech, garážích, hotelech a podobně.

Charakteristika sprinklerového hasicího zařízení

Součástí sprinklerového hasicího zařízení jsou sprchové hlavice umístěné v řadě na stropě a jsou spojeny potrubím, které je zásobuje vodou. V úseku potrubí od ventilových stanic k sprchovým hlavicím se udržuje stálý tlak vzduchu nebo vody. V případě požáru uvolněné teplo způsobí otevření sprchové hlavice a dojde k výstřiku vody. K otevření sprinklerů dojde pouze v prostoru, který ovlivňují tepelné účinky požáru. Pomocí tohoto SHZ je prostor chráněn nepřetržitě a v případě vzniku požáru dojde okamžitě k hašení. Zároveň s aktivací SHZ je vyhlášen poplach a je informována jednotka HZS (Hasičský záchranný sbor). Pokud se jedná o autonomní sprinklerové zařízení, tak není tento systém závislý na elektrické požární signalizaci na zásahu obsluhy.

Popis funkce

Zvýšení teploty při vzniku požáru otevře tepelnou pojistku sprinklerové hlavice, čímž poklesne tlak v rozvodném potrubí, otevře se řídicí ventil ventilové stanice a spustí se sprinklerové hasicí zařízení. Otevřením hlavice dojde u mokré soustavy (potrubí je naplněno vodou) k výstřiku vody ze sprinklerové hlavice. Výtok vody ze sprinklerové hlavice bývá většinou ve formě sprchového proudu.

Suchá soustava má potrubí naplněno vzduchem a v momentě kdy se otevře sprinklerová hlavice, se spustí řídicí ventil. Nejprve se vytlačí vzduch z potrubí, a potom vytryskne voda ze sprinklerové hlavice. Při požáru se otevírají jenom ty hlavice, u kterých dojde k porušení tepelné pojistky. Otevřou se tedy pouze ty hlavice, které jsou potřebné k likvidaci požáru.

Když se otevře řídicí ventil je samočinně spuštěno poplachové zařízení. Vodní SHZ je plněno vodou z přírodních zdrojů nebo vodovodů a umělých nádrží. [2]

1.1.2 Drenčero­vá hasicí zařízení

U drenčero­vého hasicího zařízení dochází k hašení ze všech hubic, které jsou nainstalovány v prostoru. Drenčero­vé hubice nemají tepelné pojistky a jsou otevřené. Drenčero­vým hasicím zaříze­ním se zajišťuje protipožární ochrana pro kabelové kanály, technologie a podobně.

Charakteristika drenčero­vého hasicího zařízení

Ovládání drenčero­vého hasicího zařízení je ruční nebo automatické od požárních hlásičů. Součástí drenčero­vého zařízení je vodní tlakový zdroj a potrubní rozvod, ventilová stanice, poplachové a monitorovací zařízení, rozváděcí potrubí s hubicemi, které jsou pevně připevněné ke stavebním konstrukcím nebo technologickým zaříze­ním. Výhodou drenčero­vého zařízení je, že při nízkých teplotách nezamrzá, protože od ventilových stanic k hubicím není potrubí zavodněno a naplní se vodou až po spuštění SHZ.

Popis funkce

Spuštěním drenčero­vého hasicího zařízení dojde k výstřiku vody ze všech hubic namontovaných na potrubí nainstalovaném v chráněném prostoru nebo na technologiích. Množství vody potřebné k hašení je závislé na množství hubic osazených na potrubí. Ovládání zařízení je automatické požárními hlásiči nebo na dálku tlačítkem. Drenčero­vé zařízení je plněno vodou z přírodních zdrojů nebo vodovodů a umělých nádrží. [2]

1.1.3 Mlhová hasicí zařízení

Mlhová hasicí zařízení se objevila jako náhrada za zakázané hasicí halony 1211 a 1301. Předností mlhových zařízení je potřeba menšího množství vody, velikost čerpadel a rozměry rozvodů potrubí. Potřeba malého množství vody je dána vysokou hasicí účinností vodní mlhy, která vytváří malé kapičky, přeměňující se v pásmu hoření na páru. Pára v chráněném úseku vytvoří dusivý efekt hašení a sníží koncentraci kyslíku. Použitím mlhy se snižují škody vzniklé hašením, protože se většina mlhy promění na páru a využije se k hašení.

Charakteristika mlhových zařízení

Mlha je aplikována v chráněném prostoru otevřenými nebo uzavřenými hubicemi. Pára hasí podobně jako hasicí plyny, ale nedokáže se dostat do skrytých prostor jako plyny.

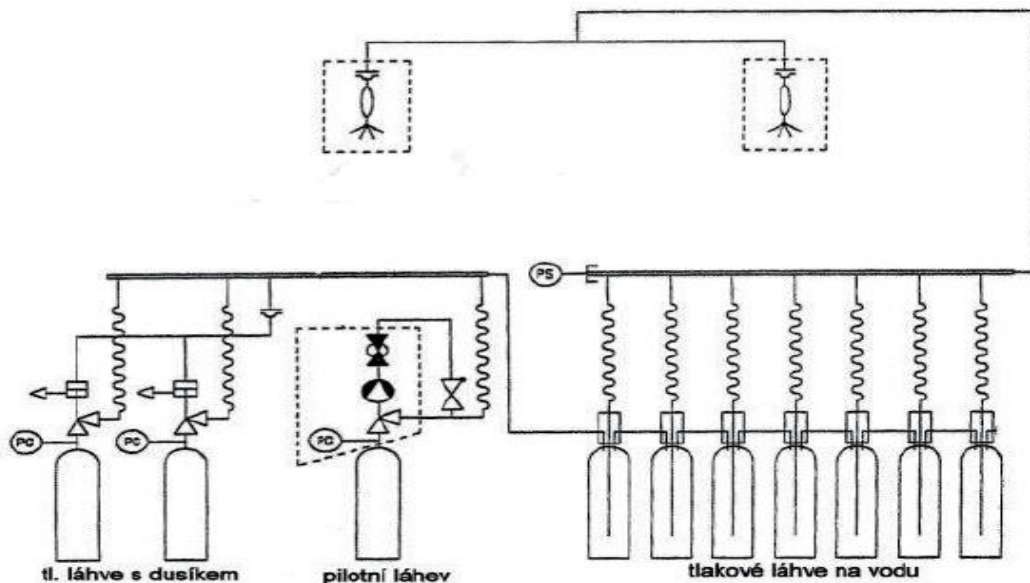
Provedení

Mlhová hasicí zařízení se skládají ze zdrojů vody, potrubních rozvodů, řídicích ventilů a mlhových hubic.

Provedení mlhových zařízení se dělí podle tlaku:

- Nízkotlaké max. 1,25 MPa,
- Středotlaké 1,25 MPa až 3,5 MPa,
- Vysokotlaké nad 3,5 MPa.

Provedení nízkotlakého mlhového zařízení je podobné jako u sprejových zařízení. U středotlakých a vysokotlakých zařízení se požadovaný tlak dosahuje pístovým plunžrovým čerpadlem. Zařízení se uvádí do činnosti na signál EPS (elektrická požární signalizace).



Obr. 2. Vysokotlaké mlhové SHZ typu MAU (jednotka poháněná dusíkem) [1]

Dále se se mlhová zařízení dělí:

- s vodní nádrží a čerpacím zařízením
- s vodou v tlakových lahvích, kterou do potrubního rozvodu vytlačuje plyn

Rozsah použití

Dusivý efekt se při hašení požáru dosahuje lépe v uzavřených prostorech. Vzhledem k menšímu chladicímu účinku mlhy se hašení zahajuje v prvních fázích rozvoje požáru, než dojde k tzv. flashoveru. Mlhovými hasicími zařízeními můžeme hasit i hořící kapaliny. Hasicí účinek zvýšíme použitím pěnidla AFFF.

Jestliže je u mlhového zařízení deklarována schopnost uhašení požáru, musí projít ohňovými zkouškami relevantní aplikace, o kterých bude vystaven zkušební protokol. Jelikož jsou tyto zkoušky finančně náročné, nejsou mlhová zařízení dost rozšířená. Hašení mlhovými zařízeními se používá v kabinách letadel, kajutách na lodích, zkušebních stolicích, parních a plynových turbínách, generátorech, elektronických zařízeních nebo telefonních ústřednách. Díky minimálním zásahům do stavebních konstrukcí se mlhová zařízení používají pro ochranu památek. Začínají se uplatňovat při požární ochraně v hotelech, kde zpravidla ve starších budovách není dostatek prostoru pro montáž sprinklerových zařízení a vodní zdroje pro jejich zásobování. Mlhová zařízení jsou citlivá na čistotu vody. Mechanické nečistoty by mohly zanést výstřikové koncovky a snížila by se tím účinnost hašení.

[2]

1.2 Pěnová hasicí zařízení

Pěna se používá k hašení uhlovodíků, jako například benzín, protože voda nemá potřebné hasební vlastnosti či je dokonce nevhodná až nebezpečná. K hašení ve vodě rozpustných polárních kapalin, mezi které patří estery, ketony a alkoholy se používají speciální druhy pěnidel, které mezi pěnou a polární kapalinou vytvoří oddělující vrstvu.

Charakteristika pěnového hasicího zařízení

Pěnovým SHZ se vyrábí a dopravuje dostačující vodný roztok pěnidla k hubici vyrábějící pěnu. Pěnové SHZ se většinou skládá z čerpadlové stanice, směšovací stanice a rozvodného potrubí. Pěnové SHZ se většinou doplňuje zařízením, které chladí nadzemní skladovací nádrže. U pěnových SHZ se pěnidlo skladuje v zásobnících, které se zpravidla umísťují do směšovací stanice SHZ. Doprava pěny na hladinu se provádí shora pomocí směrové proudnice z pěnové soupravy umístěné v horní části skladovací nádrže.

Popis funkce

Zařízení je ovládáno ručně nebo automaticky signálem EPS, instalované v chráněném prostoru. Ovládání zařízení je možné tlačítkem na dálku, které je umístěné v dostatečně bezpečné vzdálenosti od chráněného prostoru. Pěnotvorný roztok se začne vytvářet po spuštění hasicího zařízení a je dopraven k soupravě vytvářející pěnu, která je upevněná na objektu, na kterém se tvoří a aplikuje pěna.

Pro lepší hasební účinky pěny je výhodnější nanášet pěnu nepřímou, aby nedocházelo k ponoření pěny do hořící kapaliny. Zvláště na požáry polárních kapalin je potřeba nanášet pěnu nepřímou. To se docílí nasměrováním pěnových proudnic na stěnu nádrže, ze které pěna stéká na hladinu hořící kapaliny. Pěnu rozlišujeme na těžkou, střední a lehkou. Jaká pěna se vytvoří, je závislé na pěnotvorném roztoku a použitém pěnotvorném zařízení. Jaký druh pěny se vytvoří, záleží na čísle napěnění, které určuje, kolik litrů pěny se vytvoří z jednoho litru pěnotvorného roztoku (těžká pěna < 20, střední pěna 21 – 200, lehká pěna > 200).

Voda do zařízení je dodávána ze zdrojů, kterými jsou spádové nádrže, vodovody nebo čerpací stanice spojené s přírodním vodním zdrojem. [2]

1.3 Prášková hasicí zařízení

Hasicí prášky se používají k lokalizaci a hašení požárů, kde s ostatními hasivými nedosahujeme efektivních výsledků. Prášková hasicí zařízení se používají v chemickém průmyslu, při zdolávání požárů s přítomností stlačeného plynu, alkalického kovu, olejových nádrží a podobně.

Charakteristika práškového hasicího zařízení

Hasicí prášek pro prášková hasicí zařízení se skladuje v ocelových tlakových nádobách, ve kterých je atmosférický tlak. Prášek je z nádob vytlačován hnacím plynem, kterým je zpravidla dusík uskladněný v tlakových lahvích. Kromě napevno namontovaných hubic lze prášek vypouštět z přenosné práškové proudnice na hadici, která umožňuje hašení požáru malého rozměru.

Popis funkce

Při uvedení práškového hasicího zařízení do činnosti pomocí signálu z EPS nebo ručním spuštěním hnací plyn vytlačí prášek z tlakové nádoby do potrubí a v podobě

hustého mraku je vytlačován práškovými hubicemi do chráněného prostoru. Prášek naváže na svůj povrch aktivní radikály, které vznikají při hoření a tím přeruší hoření. Prášková SHZ nelze instalovat do prostor, kde se skladuje prach. Při spuštění SHZ by se prach zvířil a mohlo by dojít k výbuchu.

Po detekci požáru je prášek vypuštěn do chráněného prostoru s časovou prodlevou, aby lidé stačili bezpečně opustit prostor, ale činnost SHZ je signalizována okamžitě. Časová prodleva pro vypuštění prášku je zpravidla v rozmezí 10 až 30 sekund. V chráněném prostoru se instaluje akustická a světelná signalizace. [2]

1.4 Plynová hasicí zařízení

V objektech kde nelze použít ostatní druhy SHZ, jako jsou například archívy a muzea nebo kde se nacházejí elektrozařízení pod napětím, se používají plynová SHZ, které používají jako hasební látky dusík, CO₂, Inergen, argon. Při hašení požáru plynovým SHZ, nevzniká zařízením a exponátům újma způsobená hašením, protože hasební účinek plynů používaných v SHZ je dusivý.

Charakteristika plynového hasicího zařízení

Množství hasiva potřebného pro plynová hasicí zařízení se navrhuje podle velikosti chráněného prostoru. Hasivo je naplněno v ocelových tlakových lahvích.

K aplikaci hasiva se používají dva způsoby. První způsob spočívá v úplném zaplnění chráněného prostoru hasivem v předepsané koncentraci. Druhý způsob aplikace se používá při lokálním hašení. Hasicí systémy pro lokální hašení lze použít jenom pro místní hašení požárů hořlavých kapalin či plynů, nebo v prostorech, které nelze celkově zaplnit hasivem. V lokálním hasicím systému je hasicí médium dopravováno do místa, kde hrozí vznik lokálního požáru.

Popis funkce

Plynové hasicí zařízení je ovládáno ručně nebo automaticky na podnět signálu z EPS, nacházející se v ochraňovaném prostoru. Zařízení je možné ovládat i na dálku tlačítkem, které se umísťuje k únikovým dveřím vedoucím z chráněného prostoru. Po detekci požáru je plyn vypuštěn do chráněného prostoru s časovou prodlevou, aby lidé stačili bezpečně opustit prostor, ale činnost SHZ je signalizována okamžitě. Časová prodleva pro vypuštění plynu je zpravidla

v rozmezí 10 až 30 sekund. V chráněném prostoru se instaluje akustická a světelná signalizace. [2]

1.5 Halonová hasicí zařízení

Halonová SHZ se používají v prostorech, kde se nachází elektrotechnika, výpočetní centra, telekomunikační zařízení, řídicí systémy a podobně.

Charakteristika halonového hasicího zařízení

Halonová SHZ mají stejnou konstrukci jako plynová SHZ. Hasicí medium je naplněno v ocelových tlakových lahvích a množství hasiva je vypočítáno podle velikosti chráněného prostoru.

Popis funkce

Halonová hasicí zařízení jsou ovládána ručně nebo automaticky na podnět signálu z EPS, nacházející se v ochraňovaném prostoru. Zařízení je možné ovládat i na dálku tlačítkem, které se umísťuje k únikovým dveřím vedoucím z chráněného prostoru. Po detekci požáru je plyn vypuštěn do chráněného prostoru s časovou prodlevou, aby lidé stačili bezpečně opustit prostor, ale činnost SHZ je signalizována okamžitě a to světelnou i akustickou signalizací. [2]

2 ROZVOJ A ŠÍŘENÍ POŽÁRU V TYPICKÝCH OBJEKTECH

2.1 Pojmy

Při popisování problematiky rozvoje a šíření požárů se vyskytnou často používané pojmy, které jsou níže citovány z ČSN 73 0802:

- Požární bezpečnost stavebních objektů: schopnost stavebních objektů bránit v případě požáru ztrátám na životech a zdraví osob, popř. zvířat a ztrátám majetku; dosahuje se jí vhodným urbanistickým začleněním objektu, jeho dispozičním, konstrukčním a materiálovým řešením nebo požárně bezpečnostními opatřeními
- Požárně bezpečnostní zařízení a opatření: technické nebo organizační opatření ke snížení teoretické intenzity případného požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho části (např. požární signalizace, samočinné stabilní hasicí zařízení, požární odvětrání, stálý dohled požárních jednotek)
- Teoretická intenzita požáru: intenzita případného požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho části, která by vznikla bez uplatnění požárně bezpečnostních opatření; je určena množstvím, druhem a způsobem uložení hořlavých látek, jakož i podmínkami hoření
- Návrhový požár: pravděpodobný rozvoj a průběh požáru v požárním úseku nebo v objektu, na který je dimenzováno požární zabezpečení požárního úseku nebo objektu; zahrnuje etapu rozvoje požáru (zpravidla od okamžiku tepelného výkonu 1 kW), etapu plně rozvinutého požáru (zpravidla od okamžiku, kdy požár se rozšíří po celé ploše místnosti, nebo v několika místnostech, či celém požárním úseku, popř. kdy teploty plynů v hořícím prostoru přesáhnou 500°C až 600°C – flashover) a etapu dohořívání – chladnutí (zpravidla od okamžiku, kdy teploty plynů v hořícím prostoru začnou klesat); výpočtové požární zatížení se vztahuje k druhé etapě požáru; druhá etapa požáru se může projevat zónově i v jednom požárním úseku
- Hořlavé látky: látky tuhého, kapalného nebo plynného skupenství, které jsou schopny (bez ohledu na způsob zapálení) uvolňovat při požáru teplo

- Požární riziko: míra rozsahu případného požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho části; je určena výpočtovým požárním zatížením
- Požární zatížení: pomyslné množství dřeva (kg) na jednotce plochy (m^2), jehož normová výhřevnost je ekvivalentní normové výhřevnosti všech hořlavých látek nacházejících se na stejné posuzované ploše (např. na ploše požárního úseku); sestává ze stálého a nahodilého požárního zatížení a vyjadřuje se v $kg \cdot m^{-2}$
- Stálé požární zatížení: pomyslné množství dřeva (kg) na jednotce plochy (m^2), jehož normová výhřevnost je ekvivalentní normové výhřevnosti všech hořlavých látek ve stavebních konstrukcích posuzovaného požárního úseku, kromě hořlavých látek v nosných stavebních konstrukcích zajišťujících stabilitu objektu nebo jeho části a v požárně dělících konstrukcích
- Nahodilé požární zatížení: pomyslné množství dřeva (kg) na jednotce plochy (m^2), jehož normová výhřevnost je ekvivalentní normové výhřevnosti všech hořlavých látek, které se za normálních podmínek užívání vyskytují v posuzovaném požárním úseku (např. hořlavé zařizovací předměty, nábytek, technologické zařízení, náplně, zpracovávané a skladované hořlavé suroviny a výrobky)
- Výpočtové požární zatížení: výsledný údaj vyjadřující teoretickou intenzitu požáru a vliv účinnosti požárně bezpečnostních opatření; vyjadřuje se v $kg \cdot m^{-2}$; pokud se výpočtové požární zatížení převádí na dobu trvání normového průběhu požáru, předpokládá se $|1kg \cdot m^{-2}| = |1 \text{ minuta}|$
- Požární úsek: prostor stavebního objektu ohraničený od ostatních částí tohoto objektu, popř. od sousedních objektů. Požárně dělícími konstrukcemi, popř. požárně bezpečnostním zařízením; je základní posuzovanou jednotkou z hlediska požární bezpečnosti stavebních objektů
- Požárně dělící konstrukce: stavební konstrukce, bránící šíření požáru mimo požární úsek, schopná po stanovenou dobu odolávat účinkům vzniklého požáru; je to zejména požární strop nebo střešní konstrukce, požární stěna (vnitřní, obvodová, štítová apod.) a požární uzavěr otvoru v těchto konstrukcích

- Požární odolnost (stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů): doba, po kterou jsou stavební konstrukce nebo požární uzávěry schopny odolávat teplotám vznikajícím při požáru, aniž by došlo k porušení jejich funkce
- Přístupová komunikace: komunikace umožňující příjezd požárních vozidel k objektu
- Nástupní plocha: plocha sloužící k nástupu požárních jednotek a požární techniky k protipožárnímu zásahu
- Zásahová cesta: komunikace v objektu nebo na objektu umožňující vedení protipožárního zásahu; člení se na vnitřní a vnější [3]

2.2 Požár a jeho šíření

Požárem se rozumí nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení či zranění osob nebo zvířat, anebo škodám na majetku, či při něm byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy.

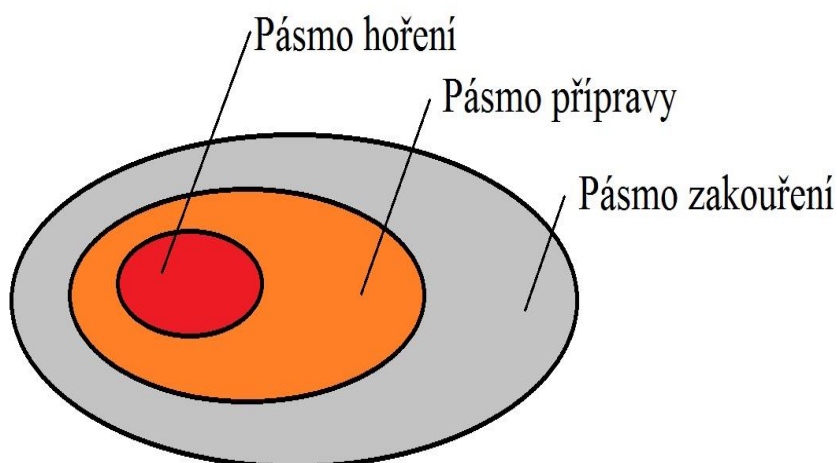
Šíření požáru ovlivňuje množství a chemické a fyzikální vlastnosti hořlavé látky. Množství a poloha hořlavých látek v prostoru určují intenzitu požáru a jeho možné rozměry a směry, kterými se bude šířit. Rychlost, jakou se požár bude šířit, závisí na chemické stabilitě hořlavé látky a obsahu kyslíku v molekulární vazbě hořlavé látky. Rychlost šíření požáru se zvyšuje, pokud hořlavé látky obsahují kyslík nebo jsou chemicky nestabilní. V případě hoření celuloidu je šíření požáru vyšší než v případě hoření dřeva.

Mezi fyzikální vlastnosti, které nejvíce ovlivňují rychlost šíření požáru, patří i skupenství, v jakém se nachází hořlavá látka, stupeň rozmělnění a směsný poměr. Požár se šíří nejrychleji při hoření látek v plynném skupenství, méně při hoření kapalných látek a nejméně při hoření pevných látek, což je dáno tím, že hoření většinou probíhá v plynné fázi. Pevné látky se musí do této fáze nejdříve připravit. Stupeň rozmělnění udává rozměr látky. Například dřevěné hobliny odhořívají rozhodně rychleji než dřevěný trám. Směsný poměr stanovuje, jak je hořlavá látka promísena s oxidačním činidlem. Větší plocha látky přístupná hoření znamená jeho zrychlování. Jinak hoří prach, který je usazený a jinak prach, který je rozvířen.

2.3 Pásma požáru

Prostor, ve kterém probíhá požár, se dělí na tři pásma:

- Pásma hoření
- Pásma přípravy
- Pásma zakouření



Obr. 3. Pásma požáru

Tato pásma se s průběhem požáru mění. Vyskytují se případy, kdy se pásma prolínají, například pokud pásma hoření překrývá pásma požáru a přípravy. V určitých časových úsecích mohou některá pásma požáru chybět (např. požár složeného dřeva v plném rozsahu na volném prostranství, kdy už není pásma přípravy). [4]

2.3.1 Pásma hoření

Jedná se o prostor, ve kterém dochází k vlastnímu hoření. Je charakteristické pro plochu požáru, což je průmět prostoru hoření do půdorysu. V pásma hoření dosahuje požár nejvyšších teplot.

2.3.2 Pásma přípravy

Pásma přípravy navazuje bezprostředně na pásma hoření. Nachází se zde hořlavý materiál, který ještě nedosáhl teploty vzplanutí, ale jakmile ji působením požáru z pásma hoření

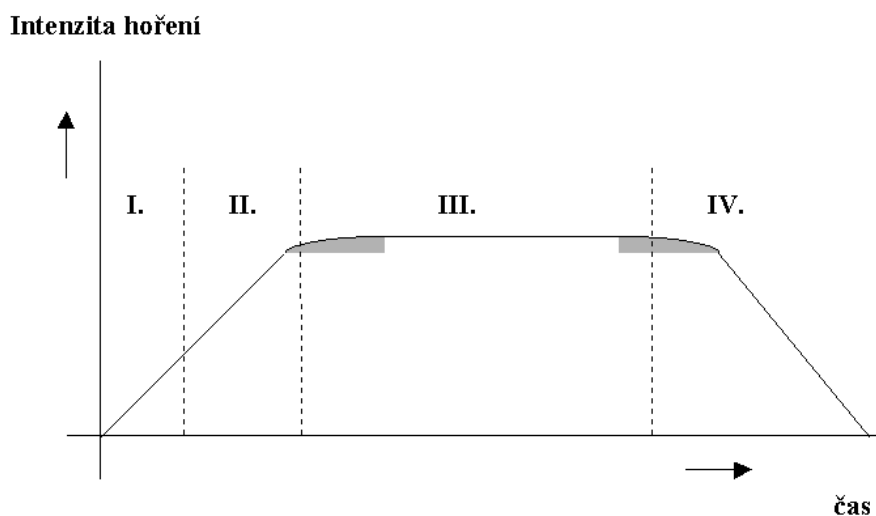
dosáhne, tak vzplane a dojde k rozšíření požáru. Vnější hranici pásma přípravy vymezuje obvykle dosah sálavého tepla, které se šíří z pásma hoření.

2.3.3 Pásma zakouření

Jedná se o prostor, ve kterém se vyskytují kouřové plyny v životu nebo zdraví nebezpečných koncentracích. Dosah pásma zakouření závisí na mnoha okolnostech, zvláště na výměně plynů na požářišti. Pásma zakouření může dosahovat daleko od pásma hoření a toxicitou zplodin, které obsahuje ohrožovat životy a zdraví osob i dále od požáru. Vysoká teplota zplodin v pásmu zakouření může urychlit šíření požáru.

2.4 Fáze požáru

Časový úsek od vzniku nehašeného požáru po jeho konec je rozdělen na čtyři fáze požáru. Jejich délka se může velmi lišit a je ovlivněna množstvím hořlavých látek na požářišti, požárně technických charakteristikách a na podmínkách, které ovlivňují šíření požáru.



Obr. 4. Fáze požáru [4]

2.4.1 I. fáze požáru

I. fáze požáru probíhá od vzniku požáru do doby, než požár začne intenzivně hořet. Statistiky udávají dobu první fáze v rozmezí 3 – 10 minut. Její délka je závislá na druhu hořlavé látky a podmínkách vhodných pro rozvoj požáru. Vzhledem k poměrně malé intenzitě hoření je první fáze nejvýhodnější pro uhašení požáru a škody, které požár způsobí, jsou minimální.

2.4.2 II. fáze požáru

II. fáze probíhá od začátku intenzivního hoření do doby, kdy jsou všechny hořlavé látky v prostoru zasaženy požárem. Ke konci druhé fáze hrozí ztráta pevnosti kovových konstrukcí a jejich zřícení.

2.4.3 III. fáze požáru

III. fáze probíhá od konce druhé fáze do doby, než začne klesat intenzita hoření. Ve třetí fázi hoří v daném objektu všechny hořlavé látky a požár dosahuje největší intenzity. Dochází k narušení nosných prvků a zřícení krovů a stropů. Velitel zásahu může rozhodnout, zda se provede hasební zásah nebo se objekt nechá zcela vyhořet (např. samostatně stojící dřevěný seník).

2.4.4 IV. fáze požáru

IV. fáze požáru začíná snižováním intenzity hoření na konci třetí fáze, a končí úplným vyhořením všech hořlavých látek na místě požáru.

2.5 Příklad požáru bez zásahu SHZ

Doba trvání požáru od jeho vzniku až do doby prvního hasebního zásahu se nazývá doba volného rozvoje požáru. Pro výpočet doby volného rozvoje požáru platí vztah:

$$t_{VR} = t_{ZP} + t_{OH} + t_{DO}^{Pr} + t_{BR}^{Po} \text{ /min/}$$

t_{ZP} – doba zpozorování požáru, závisí na organizaci požární ochrany v podniku, zařízeních požární ochrany (EPS), ostraze objektu apod.; určí se pomocí operativně taktické studie v podniku; v porovnání s ostatními, níže uvedenými dobami, má většinou na dobu volného rozvoje požáru největší vliv /min/;

t_{OH} – doba ohlášení požáru jednotce PO (požární ochrana); závisí na organizaci PO v podniku, stavu spojení s ohlašovací jednotkou apod.; určí se na základě operativně taktické studie /min/;

t_{DO}^{Pr} – doba dostavení se jednotky PO k požáru; jedná se o první jednotku PO dle zvoleného poplachového stupně /min/;

t_{BR}^{Pr} – doba bojového rozvinutí první jednotky PO u požáru; spočívá v přípravě na útok, závisí na objemu prací, který musí jednotka PO provést a končí zahájením dodávky hasiva na požářiště /min/.

Jako objekt zvolený pro typový příklad zvolíme místnost historického objektu o rozměrech 6 x 10 metrů, vybavenou EPS, v delší dojezdové vzdálenosti jednotek PO. Pro typový příklad budeme uvádět následující hodnoty:

$$t_{ZP} = 1 \text{ minuta}$$

$$t_{OH} = 1 \text{ minuta}$$

$$t_{DO}^{Pr} = 15 \text{ minut}$$

$$t_{BR}^{Pr} = 2 \text{ minuty}$$

Z uvedených hodnot spočítáme dobu volného rozvoje požáru t_{VR}

$$t_{VR} = t_{ZP} + t_{OH} + t_{DO}^{Pr} + t_{BR}^{Pr}$$

$$t_{VR} = 1 + 1 + 15 + 2$$

$$t_{VR} = 19 \text{ minut}$$

Podle doby volného rozvoje požáru spočítáme plochu, na kterou se požár rozšíří. Tato plocha se nazývá plocha požáru a jedná se o kolmý průmět povrchu hořících látek nebo kapalin na podlahu místností (požárního úseku) nebo povrch terénu. Při výpočtu plochy požáru se pracuje s třemi dobami:

- t_1 – doba rozhořivání 0 až 10 minut; lineární rychlost šíření požáru je poloviční,
- t_2 – doba volného rozvoje požáru;

$$t_2 = t_{VR} - t_1 / \text{min}$$

- t_3 – doba šíření požáru od nasazení prvních proudů do lokalizace požáru, tj. do úplného zastavení šíření požáru /min/; lineární rychlost šíření požáru je v této době poloviční.

$$t_3 = t_R + t_{BR}^{Pr} + t_{BR}^{Pr} + (5 \div 15) / \text{min}$$

Jak je popsáno výše, šíření požáru od jeho ohniska probíhá určitou lineární rychlostí. Vzdálenost, o kterou se posunula přední linie plochy požáru od ohniska požáru, se nazývá rádius šíření požáru R a určí se ze vzorců:

- a) Při rozhořivání, tj. $t_1 = 0$ až 10 minut:

$$R = 0,5 * v_1 * t_1 / \text{m}$$

R – rádius šíření požáru

v_1 – lineární rychlost šíření požáru / $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ /

- b) Při volném rozvoji požáru, který trvá déle než 10 minut až do nasazení prvních proudů – požár se šíří po celou dobu t_1 a t_2 :

$$R = 5 * v_1 + v_1 * t_2 / m /$$

- c) Při dalším šíření požáru do jeho lokalizace – doba t_3 , tzn., jestliže nasazení prvních proudů nedostačovalo k lokalizaci požáru:

$$R = 5 * v_1 + v_1 * t_2 + 0,5 * v_1 * t_3 / m /$$

Formy šíření požáru rozlišujeme podle toho, jak jsou omezeny stavebními konstrukcemi.

Výpočet plochy požáru S_p a plochy hašení S_h se provádí podle následujících vztahů:

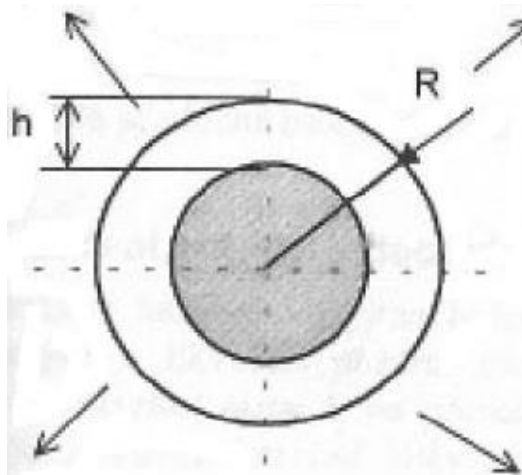
- a) Kruhová forma šíření – požár se šíří od ohniska všemi směry ničím neomezován.

Plocha požáru:

$$S_p = \pi * R^2 / m^2 /$$

Plocha hašení (plocha, na kterou se dopravuje hasivo):

$$S_h = \pi * [R^2 - (R - h)^2] / m^2 /$$



Obr. 5. Kruhová forma šíření požáru [5]

- b) Úhlová forma šíření – šíření požáru je omezeno konstrukcemi s požární odolností ze dvou stran, které svírají úhel.

Plocha požáru:

$$S_p = f * \pi * R^2 / m^2 /$$

Plocha hašení:

$$S_h = f * \pi * [R^2 - (R - h)^2] / m^2 /$$

f – koeficient, který závisí na úhlu šíření požáru a to následovně:

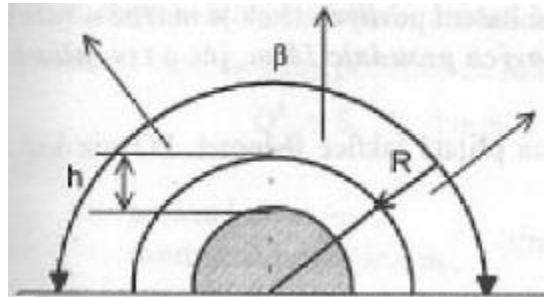
$$b = 180^\circ \dots\dots\dots f = 0,5$$

$$b = 90^\circ \dots\dots\dots f = 0,25$$

$$b = 60^\circ \dots\dots\dots f = 0,16$$

$$b = 45^\circ \dots\dots\dots f = 0,12$$

$$b = 30^\circ \dots\dots\dots f = 0,08$$



Obr. 6. Úhlová forma šíření požáru [5]

R – rádius šíření požáru

h – hloubka hašení

β = úhel šíření požáru

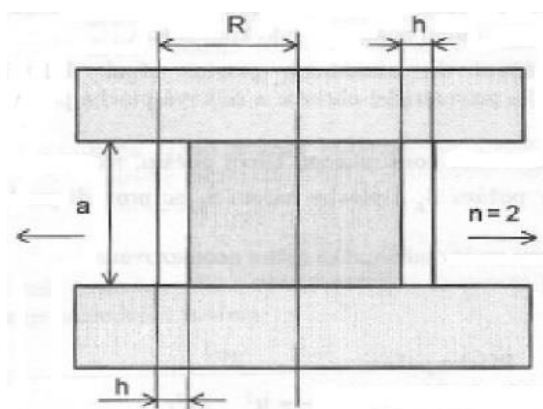
c) Pravoúhlá forma šíření – frontální šíření požáru po celé šířce místnosti

Plocha požáru:

$$S_p = n * R * a \text{ / m}^2 \text{ /}$$

Plocha hašení:

$$S_h = n * h * a \text{ / m}^2 \text{ /}$$



Obr. 7. Pravoúhlá forma šíření požáru [5]

R – rádius šíření požáru

h – hloubka hašení

a – šířka místnosti

n – počet směrů šíření

Pro výpočet plochy požáru v typovém příkladu, budeme počítat s úhlovou formou šíření požáru. Plochu požáru vypočítáme ze vztahu:

$$S_p = f * \pi * R^2$$

$$f = 0,25$$

$$\pi = 3,14$$

$$R = 5 * v_1 + v_1 * t_2 = 15,4m$$

$$v_1 = 1,1 \text{ m.min}^{-1}$$

$$t_2 = t_{VR} - t_1 / \text{min} / = 19 - 10 = 9$$

$$t_{VR} = 19 \text{ min}$$

$$t_1 = 10 \text{ min}$$

$$S_p = 0,25 * 3,14 * (5 * v_1 + v_1 * t_2)^2$$

$$S_p = 0,25 * 3,14 * (5 * 1,1 + 1,1 * 9)^2$$

$$S_p = 0,785 * (5,5 + 9,9)^2$$

$$S_p = 0,785 * 15,4^2$$

$$S_p = 0,785 * 237,16$$

$$S_p = 186,17 \text{ m}^2$$

Z výpočtu je zřejmé, že bez zásahu SHZ dojde k zasažení celé místnosti požárem.

2.6 Příklad požáru s použitím SHZ

V příkladu, kdy budeme počítat se zásahem vodního SHZ se podstatně zkrátí doba trvalého rozvoje požáru, protože odpadne doba dojezdu jednotek PO a doba jejich rozvinutí. Hašení tedy začne už v době, kdy by při absenci SHZ jednotky PO teprve vyjžděly k zásahu. Pro tento příklad budeme udávat tyto hodnoty pro výpočet volného rozvoje požáru:

$$t_{ZP} - 1 \text{ minuta}$$

$$t_{OH} - 1 \text{ minuta}$$

$$t_{DO}^{Pr} - 1 \text{ minuta (zavodnění systému SHZ)}$$

$$t_{BR}^{Pr} - 0 \text{ minut}$$

$$t_{VR} = t_{ZP} + t_{OH} + t_{DO}^{Pr} + t_{BR}^{Pr}$$

$$t_{VR} = 1 + 1 + 1 + 0$$

$$t_{VR} = 3 \text{ minuty}$$

$$f = 0,25$$

$$\pi = 3,14$$

$$R = 0,5 * v_l * t_l = 0,5 * 1,1 * 3 = 1,65$$

$$v_l = 1,1 \text{ m.min}^{-1}$$

$$t_{VR} = 3 \text{ min}$$

$$t_l = 3 \text{ min}$$

$$S_p = f * \pi * R^2$$

$$S_p = 0,25 * 3,14 * 1,65^2$$

$$S_p = 0,25 * 3,14 * 2,7225$$

$$S_p = 2,14 \text{ m}^2$$

Z výpočtů těchto typových příkladů je zřejmé, že použití SHZ dokáže značně omezit rozsah požáru. [5]

3 VÝHODY POUŽITÍ SHZ PRO OCHRANU KULTURNÍCH A HISTORICKÝCH PAMÁTEK

Výhoda stabilních hasicích zařízení při ochraně kulturních a historických objektů spočívá v jejich okamžité reakci na detekovaný požár. Vypukne-li požár v objektu nechráněném stabilním hasicím zařízením, vzniká velká časová prodleva mezi dobou vzniku požáru a začátkem hasebního zásahu. Pokud ovšem vypukne požár v objektu chráněném SHZ, požár je uhašen v jeho počáteční fázi, nedochází k jeho šíření a způsobí škody mnohem menší, než kdyby SHZ nebylo použito. Výhodou použití SHZ je také možnost vybrat nejvhodnější hasicí medium, aby nedocházelo k poškození sbírek a mobiliáře nevhodným hasivem nebo způsobem hašení (např. použitím vysokotlakého systému by mohlo dojít k mechanickému poškození). Poměrně nová technologie mlhových SHZ, která se začíná využívat při ochraně kulturního dědictví, patří mezi nejcitlivější způsoby hašení požáru vodou. V případě použití mlhových SHZ, je vodním SHZ nebo útočným proudům jednotek PO jejich výhoda v mnohem menší spotřebě hasiva, které může poškodit interiér a vystavené sbírky. Mlhová SHZ poskytují ochranu návštěvníkům a zaměstnancům památkově chráněných objektů a vytváří vhodné podmínky pro záchranné práce. Drobné kapky mlhy absorbují teplo požáru, následkem čehož se vytvoří vodní pára, která z prostoru vytlačuje nebezpečné kouřové částice. Průměr kapek, které vypouští mlhové SHZ mají průměr 10-200 μm , než kapky vypouštěné sprinklerovými hlaviciemi, které mají průměr 500-5000 μm . Malé kapky se vypaří při teplotách již kolem 60-70 $^{\circ}\text{C}$, což způsobí inertizační efekt, kdy vysoká koncentrace vodní páry v oblasti požáru sníží koncentraci kyslíku pod 15% a tím podpoří hašení požáru. K hašení požáru pomocí mlhových SHZ stačí přibližně 20% vody než při hašení sprinklerovými systémy. Rozměry a hmotnost rozvodného potrubí mlhových SHZ jsou menší než u sprinklerových systémů a dají se použít i v objektech, kde se dříve o použití vody k hašení neuvažovalo. Další důvod pro použití SHZ především v historických objektech kde je hrozba zamrznutí vody v rozvodech lze v tomto případě použít systém tzv. suchého potrubí. Tento systém je místo vody naplněný stlačeným vzduchem. Zařízení se spustí následkem tepla z požáru, které otevře sprinklerovou hlavici, poklesne tlak v potrubí a otevře se řídicí ventil, který byl tlakem v potrubí uzavřen a pustí do potrubí vodu. Pokud nelze z jakéhokoliv důvodu použít k hašení vodu, může se použít plynové SHZ, které má hasicí medium skladované v tlakových lahvích. [7]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH SHZ PRO DEPOZITÁŘ PAMÁTNÍKU VOJNA V LEŠETICÍCH

Památník Vojna se nachází v lesích 5km jihovýchodně od Příbrami. Jedná se o dochovaný vězeňský areál, který v letech 1949-1951 sloužil jako tábor nucených prací pro politické vězně. V lednu 2001 byl areál prohlášen za národní kulturní památku a v následných letech proběhla jeho rekonstrukce. V rámci rekonstrukce tábora byl postaven provozní objekt, jehož součástí je depozitář. V praktické části řeším ideový návrh stabilního hasicího zařízení na tento depozitář.

4.1 Požární nebezpečí – třídy nebezpečí

Než se začne projektovat sprinklerové zařízení, je nutné určit třídu rizika pro konkrétní objekt. Rizika se dělí do těchto skupin:

- LH lehké riziko
- OH 1, OH 2, OH 3 OH 4 střední riziko
- HHP 1, HHP 2, HHP 3 vysoké riziko (výroba)
- HHS vysoké riziko (skladování)

Podle zařazení do skupiny určujeme:

- intenzitu dodávek vody (průtok potřebný na 1m² plochy)
- účinnou plochu (plochu, kterou zařízení musí hasit)
- provozní čas (doba, po kterou musí zařízení pracovat)
- maximální plochu chráněnou jedním sprinklerem [6]

Podle požárního zatížení a velikosti požárního úseku můžeme depozitář zařadit do skupiny s lehkým rizikem.

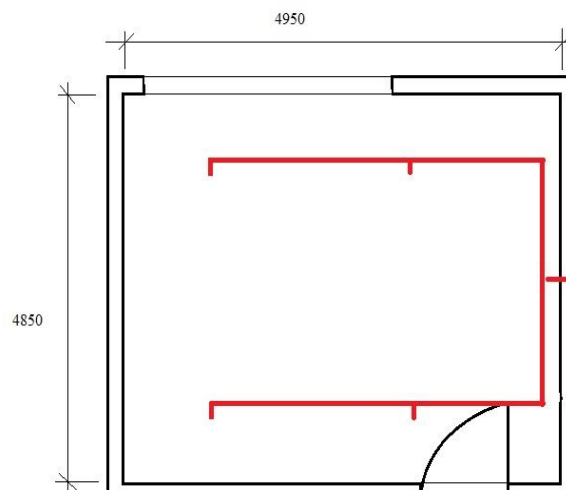
4.2 Stanovení počtu sprinklerů

Rozmístění sprinklerových hlavice a jejich počet zjistíme výpočtem podle normy ČSN EN 12 845. Sprinklerové hlavice se umísťují 75 až 150 mm od stropu nebo střechy. Ze závažných důvodů se mohou sprinklery instalovat max. 300 mm od hořlavých stropů nebo 450 mm od stropů nehořlavých. Pozornost musíme věnovat vazníkům, VZT (vzduchotechnika) apod. protože mohou bránit výstřiku vody z hlavice. Sprinklery mají tavné nebo skleněné pojistky. Jejich otevírací teplota bývá obvykle 68 °C, což označuje

kapalina červené barvy v baňce sprinklerů. Můžeme se však setkat se sprinklery s otevíracími teplotami 79°C, 93°C, 141°C a 180°C. Sprinklery musí mít otevírací teplotu min. 30°C nad teplotou okolního prostředí. Vzhledem k tomu, že se jedná o místnost uvnitř objektu, navrhuji sprinklerové hlavice, jejichž otevírací teplota je 68°C.

Rozměry místnosti, ve které je umístěn depozitář, jsou 4950 x 4850 mm. Vzhledem k tomu, že min. rozteče mezi hubicemi jsou stanoveny na 1500 mm, tak do depozitáře vyjde počet čtyř sprinklerů na účinné ploše.

Sprinklerové hlavice v chráněném úseku mohou být rozmístěny pravoúhle nebo nakoso. V návrhu jsem zvolil pravoúhlé rozmístění, protože chráněný prostor je malý a účinný dosah hlavice se překrývá.



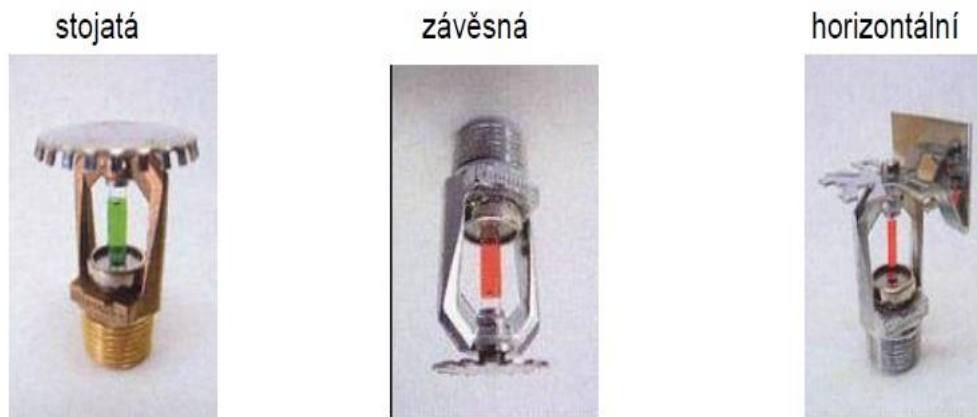
Obr. 8. Rozmístění sprinklerových hlavice

4.2.1 Druhy sprinklerových hlavice

Sprinklerové hlavice dělíme:

- Stojaté – nejčastější typ, který se montuje směrem nahoru do suchých i mokrých systémů.
- Závěsné – nejčastěji se instalují do podhledů, tj. vždy směřují dolů, ale nesmí se aplikovat v suchých systémech, aby v nich nekondenzovala voda a nezamrzala.
- Horizontální – jsou umístěné na stěně podle podmínek výrobce. Lze je použít pouze v prostorách, kde je nižší třída rizika, protože mají nižší intenzitu skrápění.

- Suché závěsné – instalují se v prostorech, kde hrozí nebezpečí zamrznutí, ale jsou součástí mokrého systému instalovaného nad nimi. Suchá trubka uzavřená na koncích sprinklerovou hlavici a ventilem je naplněna vzduchem, který po roztavení tepelné pojistky unikne a uvolní ventil a umožní průtok vody. [6]



Obr. 9. Sprinklerové hlavice [6]

Do navrhovaného systému použijí stojaté sprinklerové hlavice.

4.3 Zásobování vodou

SHZ se nachází v objektu umístěném do stupně lehkého rizika a objekt je vytápěn, proto nehrozí zamrznutí potrubí. Podle hrozícího nebezpečí musí být zařízením dodáváno 2,5 - 30 l/min.m².

Návrhová intenzita dodávky vody

Nebezpečí	intenzita dodávky [mm/min.]	účinná plocha pro mokrou/such. soustavu [m ²]	doba činnosti [min.]	max. plocha chráněná 1 sprinkl. [m ²]	min.tlak [bar]	max.rychlost v potrubí [m/min]	velikost sprinkleru K faktor
LH	2,25	84/NE	30	21	0,7		57
OH1	5	72/90	60	12			57
OH2	5	144/180	60	12	0,35		80
OH3	5	216/270	60	12			80
OH4	5	360/NE	60	12			80
HHP1	7,5	260/325	90	9		6/10	80 nebo 115
HHP2	10	260/325	90	9			80 nebo 115
HHP3	12,5	260/325	90		0,5		80 nebo 115

Tab. 1. Návrhová intenzita dodávky vody [6]

Stabilní hasicí zařízení musí být zásobováno vodou v požadovaném tlaku a průtoku zařízením. Kromě tlakových nádrží musí být zajištěno zásobování vodou na určitou dobu činnosti dle třídy nebezpečí:

- třída LH 30 minut
- třída OH 60 minut
- třídy HHP a HHS 90 minut

Druhy zásobování vodou se rozdělují:

- Jednoduchá soustava. Je tvořena veřejným vodovodním řadem, tlakovou nádrží (pouze LH a OH1), spádovou nádrží nebo zásobní nádrží s jedním nebo více čerpadly.
- Jednoduchá soustava se zvýšenou spolehlivostí. Skládá se z jednoduché soustavy, která se provádí ve vyšším stupni spolehlivosti. Takové zásobování je tvořeno např. zásobní nádrží s plným objemem vody, který se stanoví na základě hydraulického výpočtu a dvěma nebo více čerpadly.
- Zdvojená soustava. Tuto soustavu tvoří dvě jednoduché soustavy, které jsou na sobě nezávislé. Mohou se kombinovat všechny kombinace jednoduchých soustav a jednoduchých soustav se zvýšenou spolehlivostí.
- Kombinovaná soustava. Musí být tvořena jednoduchou soustavou se zvýšenou spolehlivostí nebo zdvojenou soustavou navrženou pro více než jedno stabilní hasicí zařízení, např. pokud se kombinují hadicové systémy, hydranty a sprinklerové soustavy.

Vzhledem k tomu, že se jedná o nový objekt zařazený do lehkého stupně rizika s kvalitním vodovodním řadem, navrhuji zásobovat stabilní hasicí zařízení jednoduchou soustavou z vodovodního řadu. [6]

4.4 Rozvodný systém

Potrubní rozvody budou provedeny z ocelových trubek DN 15 - DN 20. Tvarovky a armatury budou provedeny podle platných ČSN. Spojení potrubí bude provedeno na závitě nebo spojkami. Spád potrubí bude veden ke stoupačkám a od nich k odvodnění soustavy. Prostup potrubí zdí musí být proveden tak, aby se tlak stavebních konstrukcí nepřenašel na potrubí. Potrubí SHZ bude připevněné pomocí závěsů přímo ke konstrukci budovy. Minimální nosnost konstrukce vhodná k upevnění závěsů při teplotě 20°C je pro potrubí do

DN 50 je 200 kg. Závěs pro potrubí do DN 50 musí mít průřez 30 mm^2 (M 8) a musí být vyroben z nehořlavého materiálu. Závěsy mohou být od sebe vzdáleny max. 4 m. Pokud jsou v potrubí použity spojky, musí být max. 1 m od spojky použit závěs a v každé jednotlivé sekci musí být potrubí uchyceno alespoň jedním závěsem. Koncová hlavice nesmí být od závěsu dále než 0,9 m u potrubí do DN 25 a 1,2 m nad DN 25. Závěs nesmí být ke kterékoliv stojaté hlavici blíže než 0,15 m. Ochrana potrubí je provedena nátěrem odstínu 3000 dle RAL (červená), aby bylo výrazně odlišeno od jiných armatur. Při nátěrech se nesmí ani částečně znečistit hlavice, aby nátěr nepůsobil jako tepelný izolátor, který sníží účinnost zařízení. Pokud jsou rozvody z pozinkovaného potrubí, nemusí se opatřovat nátěrem.

4.5 Zkušební provoz, zkoušení, uvedení do provozu a údržba zařízení

U sprinklerového zařízení nemůžeme provést zkušební provoz, jelikož pracuje na základě zvýšení teploty. Provádí se pouze zkouška strojovny a signalizace činnosti zařízení.

Správná funkce SHZ se zkouší týdenními kontrolami hlavic, rozvodů a poplachového a signalizačního zařízení. V ČSN EN 12845 + A2 jsou uvedeny popisy těchto kontrol a zkoušek, které smějí vykonávat pouze odborně způsobilé osoby proškolené výrobcem nebo dodavatelem.

Před komplexní zkouškou je třeba vodou propláchnout rozvody SHZ a dobu proplachování přizpůsobit čistotě vnitřku potrubí a čistotě vody použité na proplach. Mokrý rozvody SHZ musí projít před uvedením do trvalého provozu tlakovou zkouškou se zkušebním tlakem 15 bar, o které bude dodavatelem SHZ vystaveno potvrzení. Potvrzení o zkoušce se vystavuje pro každou soustavu zvlášť.

Uživatel může provádět údržbu zařízení a drobné opravy vlastními silami. Ostatní opravy nebo změny na SHZ smí provádět pouze jeho výrobce nebo organizace jím pověřená.

Kontrolu provozuschopnosti sprinklerového zařízení provádí výrobce, nebo oprávněné organizace podle vyhlášky MV ČR č. 246/2001 Sb.

5 VYHODNOCENÍ EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI POUŽITÍ SHZ

Použití stabilního hasicího zařízení k ochraně objektu se zdá jako vysoká investice, ale v případě požáru můžeme přijít o hodnoty, které nejdou penězi vyjádřit. Pokud se majitel objektu spoléhá pouze na pojištění, měl by si uvědomit, že pojišťovny v případě sjednání pojistné smlouvy pro případ požáru velmi přihlížejí k tomu, zda je v objektu instalované požárně bezpečnostní zařízení (např. EPS nebo SHZ).

5.1 Porovnání nákladů různých systémů SHZ

Náklady na pořízení a provoz stabilních hasicích zařízení se liší podle druhu systému daného hasicího zařízení. Všeobecně mezi nejméně nákladné systémy patří vodní stabilní hasicí zařízení sprinklerové nebo drenčerové a mezi nejvíce nákladné patří plynová stabilní hasicí zařízení plněná speciálními hasicími plyny (např. NOVEC 1230, FM-200).

Stabilní hasicí zařízení navrhované pro depozitář památníku Vojna v Lešeticích je vodní stabilní hasicí zařízení sprinklerové. V dalších částech budu porovnávat, náklady na instalaci sprinklerového zařízení a náklady na instalaci mlhového zařízení.

5.1.1 Náklady na instalaci sprinklerového SHZ

Při projektování se náklady na provedení stavby nebo systému určují podle platné cenové soustavy. Navržení ceny pro projekt stabilního hasicího zařízení bych provedl podle ceníku M 23 pro montáže potrubí. Vzhledem k finanční náročnosti přístupu k cenovým soustavám, budu provádět orientační výpočet založený na zkušenostech pracovníků provádějící návrhy stabilních hasicích zařízení. Cílem není přesné určení ceny, ale ukázka rozdílu mezi cenami na pořízení jednotlivých systémů.

Dle zkušeností pracovníků z praxe se při navrhování vodního stabilního hasicího zařízení se sprinklerovými hlavice cena celého systému vypočítá počtem sprinklerových hlavice krát 5000 Kč.

V zařízení navrhovaném pro depozitář památníku Vojna se nacházejí čtyři sprinklerové hlavice, čímž vychází celková cena zařízení na 20 000 Kč, ale vzhledem k tomu, že jsem navrhl zásobování vodou z veřejného vodovodu, tak bude cena o něco nižší, protože odpadnou náklady na čerpadla a budování nádrží.

5.1.2 Náklady na instalaci mlhového SHZ

Při navrhování ceny vysokotlakého mlhového stabilního hasicího zařízení pracovníci navrhující tato zařízení počítají orientační cenu celého systému počtem hlavice krát 1000 Euro. V současné době se kurz pohybuje okolo 27 Kč za jedno Euro. Vynásobíme tedy počet hlavice krát 27 000 Kč. Při počtu čtyř hlavice v systému nám vyjde orientační cena 108 000 Kč, ale vzhledem k tomu, že rozpočítávám náklady na pořízení ostatních zařízení (nádrže, čerpadla, ventilové stanice) pouze mezi čtyři hlavice, budou skutečné náklady vyšší.

5.1.3 Vyhodnocení nákladů na systémy SHZ

Z obou orientačních výpočtů je vidět, že náklady na pořízení mlhového hasicího zařízení jsou zhruba pětkrát vyšší, než náklady na pořízení sprinklerového hasicího zařízení.

Vzhledem k tomu, že se v depozitáři nacházejí většinou věci denní potřeby (hrnky, přístroje apod.) a nářadí používané vězni z tábora Vojna a nejedná se tedy o předměty, které by při hašení požáru mohly být poškozeny vodou, navrhl jsem systém sprinklerového hasicího zařízení, které má sice vyšší spotřebu vody, ale náklady na jeho pořízení jsou mnohem menší než náklady na pořízení mlhového hasicího zařízení. Následné náklady nutné pro provoz sprinklerového hasicího zařízení, jemuž bude dodávána voda z veřejného vodovodu, budou také nižší, než na provoz mlhového hasicího zařízení, které potřebuje k provozu čerpadlo a je také citlivější na čistotu vody.

6 ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE SHZ

Se stále větší mírou digitalizace, kdy je třeba uchovávat a ochraňovat velké množství dat, se bude rozvíjet i odvětví stabilních hasicích zařízení. Zejména plynová hasicí zařízení, která chrání servery nebo datová úložiště.

V oblasti ochrany kulturních a historických objektů také předpokládám rozsáhlejší využití SHZ. Požáry, které vznikly v posledních letech na významných historických objektech, ukazují, že stabilní vhodně nainstalované stabilní hasicí zařízení by dokázalo zmírnit obrovské škody, které při těchto požárech vznikly. Velká část historických a kulturních objektů je již chráněna elektrickou požární signalizací, ale pokud se objekt nachází ve větší dojezdové vzdálenosti jednotek HZS nebo v hůře přístupném terénu (hrady), dochází ke zvýšení intenzity požáru a jeho rozšíření na větší plochu, než kdyby v objektu bylo nainstalováno SHZ, které by zachytilo požár v jeho prvních fázích. Že se zvyšuje ochrana kulturních a historických objektů, dokládá například instalace mlhového SHZ do objektu NTK (Národní technická knihovna).

Zdokonalování systémů stabilního hasicího zařízení otevírá větší možnosti pro jejich použití při ochraně kulturních a historických objektů. Například v současnosti mají mlhové systémy při hašení pětinou spotřebu vody než sprinklerová nebo drenčerová zařízení, což umožňuje jejich použití například v knihovnách. V minulost také bylo možné použít vodní SHZ, ale v případě aktivace zařízení došlo k větším druhotným škodám způsobeným vodou, která se nevyužila k hašení požáru.

Předpokládám, že v budoucnosti bude docházet k většímu propojení SHZ s EPS a dalšími zabezpečovacími zařízeními (detektor kouře apod.), tak aby došlo k aktivaci co nejdříve a nejúčinněji.

ZÁVĚR

Zpracováním této bakalářské práce a studiem teoretických poznatků o stabilních hasicích zařízeních, jsem vyvodil tyto poznatky a závěry.

V České republice jsou používány rozličné druhy stabilních hasicích zařízení, které lze použít k hašení různých typů požárů.

Popsal jsem pásma požáru a fáze požáru. Provedením výpočtu šíření požáru s absencí SHZ a s jeho přítomností, jsem dokázal, že přítomnost SHZ, dokáže zastavit požár v počátku a snížit plochu požáru na minimum. Výhodou SHZ je jeho samočinné spouštění a v důsledku toho rychlé uhašení požáru. SHZ hasí požár již v prvních fázích jeho rozvoje a tím nedochází ke vzniku vysokých škod, které by způsobil rozvinutý požár. Mezi uchráněné hodnoty musíme počítat i možné škody, které by byly způsobeny zásahem jednotek HZS (více vody na požářišti).

Požární ochrana kulturních a historických objektů, realizovaná některým druhem SHZ, musí být vždy navrhována s ohledem na individuální potřeby zákazníka, druh objektu a zařízení, které se v něm nalézá a způsob užívání objektu. V objektu chráněném systémem SHZ se mohou nacházet různé předměty a technologie jako jsou umělecká díla, dokumenty, historické předměty, kabelové rozvody, elektronika nebo zásobníky obsahující různé druhy materiálu. Výhodou použití SHZ při ochraně kulturních a historických objektů je možnost vybrat nejvhodnější hasicí medium, aby nedocházelo k poškození sbírek a mobiliáře nevhodným hasivem nebo způsobem hašení.

V části návrhu SHZ pro Památník Vojna v Lešeticích jsem popsal objekt, zařadil jsem ho do stupně požárního nebezpečí, určil druh a počet sprinklerových hlavíc, způsob provedení potrubí a dodávky vody a na závěr této části jsem popsal podmínky pro uvedení do provozu a údržbu.

K vyhodnocení ekonomické náročnosti použití SHZ jsem použil poznatky pracovníků z praxe. Vypočítal jsem náklady na instalaci dvou druhů vodního SHZ a to sprinklerového a mlhového vysokotlakého. Porovnáním výsledků jsem s ohledem na typ předmětů uložených v depozitáři určil jako ekonomicky výhodnější sprinklerové hasicí zařízení.

Směr dalšího vývoje SHZ jsem odhadl jako rozšiřující se odvětví požárních zabezpečovacích zařízení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ING. RYBÁŘ, Pavel. *Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií*. Druhé. Praha: MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru, 2014. ISBN 978-80-86466-71-2.
- [2] ING. BEBČÁK, Petr Ph.D., Aleš DOC. DR. ING. DUDÁČEK a Michail DOC. DR. ING. ŠENOVSKÝ. *Vybrané kapitoly z požární ochrany III*. Ostrava: Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB - TU Ostrava, 2006. ISBN 80-86634-98-1.
- [3] ČSN 73 08 02 *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [4] VILÍMEK, Miroslav. *Nežádoucí hoření - požár*. Druhé. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2008. ISBN 80-86111-46-6.
- [5] ING. HANUŠKA, Zdeněk. *Metodický návod k vypracování dokumentace zdolávání požárů*. Druhé. Praha: MV - ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 1996. ISBN 80-902121-0-7.
- [6] KOUBKOVÁ, Ilona. *Stabilní hasicí zařízení* [online]. Praha: Katedra TZB, FSv-ČVUT [cit. 2016-05-30].
- [7] JIRÁSEK, Pavel, Martin MRÁZEK, Eva POLATOVÁ a Petr SVOBODA. *Požární ochrana památkových objektů*. Praha: Národní památkový ústav, 2015. ISBN 978-80-7480-007-8.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AFFF	Aqueous Film Forming Foam	pěnidla vytvářející vodní film.
CO ₂	Oxid uhličitý.	
ČSN	Česká technická norma	
EN	Evropská norma	
EPS	Elektrická požární signalizace	
HZS	Hasičský záchranný sbor	
PO	Požární ochrana	
SHZ	Stabilní hasicí zařízení	
VZT	Vzduchotechnika	

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Typy hašení pomocí SHZ.....	11
Obr. 2. Vysokotlaké mlhové SHZ typu MAU.....	14
Obr. 3. Pásma požáru.....	22
Obr. 4. Fáze požáru.....	23
Obr. 5. Kruhová forma šíření požáru.....	26
Obr. 6. Úhlová forma šíření požáru.....	27
Obr. 7. Pravoúhlá forma šíření požáru.....	27
Obr. 8. Rozmístění sprinklerových hlavice.....	33
Obr. 9. Sprinklerové hlavice.....	34

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Návrhová intenzita dodávky vody

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY