

TECHNOLOGIE OCHRANY KULTURNÍHO DĚDICTVÍ PŘED POŽÁRY

**METODIKA VYTVOŘENÁ V RÁMCI PROJEKTU
MINISTERSTVA KULTURY ČESKÉ REPUBLIKY**

***PROF. ING. JIŘÍ ZELINGER, DRSC.
TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ***

BRNO, LEDEN 2010

OBSAH

1. ÚVOD	9
1.1. LITERATURA	11
2. STRATEGIE POŽÁRNÍ OCHRANY	13
2.1 PRINCIPY STRATEGIE POŽÁRNÍ OCHRANY	13
2.2 ANALÝZA RIZIKA POŽÁRU	16
2.2.1 METODY ODHADU RIZIKA POŽÁRU	21
2.2.2 KVALITATIVNÍ ODHAD RIZIKA POŽÁRU	23
2.2.3 SEMIKVANTITATIVNÍ ODHAD RIZIKA POŽÁRU	24
2.3 VYUŽITÍ DAT ZÍSKANÝCH ANALÝZOU RIZIKA POŽÁRU	30
2.4 LITERATURA	32
3. POŽÁR	35
3.1 VZNIK POŽÁRU, JEHO RŮST A CHOVÁNÍ	35
3.2 KOUŘ	38
3.3 TRÍDY POŽÁRU	40
3.3 POŽÁRNÍ ODOLNOST MATERIÁLŮ HISTORICKÝCH BUDOUV	41
3.3.1 DŘEVO	41
3.3.2 OCEL	42
3.3.3 TEXTIL	43
3.4 LITERATURA	44
4. POŽÁRNÍ OCHRANA BUDOVP MUZEÍ A SBÍREK	47
4.1 SYSTÉMY PASIVNÍ POŽÁRNÍ OCHRANY	47
4.1.1 BUDOVY NAVRŽENÉ A POSTAVENÉ PRO MUZEJNÍ ÚČELY	48
4.1.2 HISTORICKÉ BUDOVY UPRAVENÉ PRO MUZEJNÍ POTŘEBY	52
4.1.3 LITERATURA	58
4.2 SYSTÉMY AKTIVNÍ POŽÁRNÍ OCHRANY	59
4.2.1 PROSTŘEDKY DETEKCE POŽÁRU, ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE A POPLAŠNÁ ZAŘÍZENÍ	59
4.2.1.1 DETEKCE POŽÁRU	59
4.2.1.1.1 Tlačítkové hlásiče	60
4.2.1.1.2 Detektory teploty	60
4.2.1.1.2.2 <i>Liniové detektory teploty</i>	61
4.2.1.1.3 Bodové detektory kouře	62
4.2.1.1.2.1 <i>Optické (fotoelektrické) detektory kouře</i>	63
4.2.1.1.2.2 <i>Multisenzorové detektory</i>	65

4.2.1.1.2.3 <i>Bezdrátové detektory kouře</i>	66
4.2.1.1.2.4 <i>Ionizační detektory kouře</i>	66
4.2.1.1.4 <i>Nasávací (vzorkovací) detektory kouře</i>	68
4.2.1.1.5 <i>Lineární (paprskové) optické detektory kouře</i>	70
4.2.1.1.6 <i>Detektory požáru videotechnikou</i>	72
4.2.1.1.7 <i>Detektory vyzařování plamene</i>	74
4.2.1.1.7.1 <i>Ultrafialové (UV) detektory vyzařování plamene</i>	74
4.2.1.1.7.2 <i>Infračervené (IR) detektory vyzařování plamene</i>	75
4.2.1.1.7.3 <i>Termovizní kamery</i>	76
4.2.1.1.8 <i>Detekce požáru - shrnutí</i>	76
4.2.1.2 ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE	78
4.2.1.2.1 Konvenční systémy	78
4.2.1.2.2 Adresovatelné systémy	79
4.2.1.2.3 Bezdrátové systémy elektrické požární detekce	81
4.2.1.3 POPLAŠNÁ A POMOCNÁ ZAŘÍZENÍ	82
4.2.1.4 FALEŠNÉ POPLACHY	84
4.2.1.5 SELHÁNÍ SYSTÉMU DETEKCE POŽÁRU	88
4.2.1.6 ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE - ZÁVĚR	89
4.2.1.7 LITERATURA	91
4.2.2 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY	95
4.2.2.1 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY NA BÁZI VODY	97
4.2.2.1.1 Sprinklerové hasicí systémy	98
4.2.2.1.1.1 <i>Typy sprinklerových hlavíc</i>	100
4.2.2.1.1.2 <i>Typy sprinklerových systémů</i>	104
4.2.2.1.1.3 <i>Použití sprinklerů při požární ochraně kulturního dědictví</i>	107
4.2.2.1.2 Systémy vodní mlhy	112
4.2.2.1.2.1 <i>Systém vysokotlaké vodní mlhy</i>	113
4.2.2.1.2.2 <i>Systém nízkotlaké vodní mlhy</i>	115
4.2.2.1.2.3 <i>Hlavice/hubice a potrubí systému vodní mlhy</i>	116
4.2.2.1.2.4 <i>Hubice a potrubí nízkotlaké vodní mlhy</i>	116
4.2.2.1.2.5 <i>Způsoby použití systémů vodní mlhy při požární ochraně</i>	117
4.2.2.1.2.6 <i>Potlačení náhlého vzplanutí v celém prostoru (flashover) vodní mlhou</i>	117
4.2.2.1.2.7 <i>Odstranění kouře</i>	118
4.2.2.1.2.8 <i>Stěnové hydranty a mobilní systémy vysokotlaké vodní mlhy</i>	118
4.2.2.1.2.9 <i>Použití systémů vodní mlhy při požární ochraně kulturního dědictví</i>	119
4.2.2.1.2.10 <i>Poškození malby a výzdoby historických dřevěných kostelů vodou rozstříků sprinklerů a vodní mlhy</i>	122
4.2.2.1.2.11 <i>Systémy SHZ na bázi vodní mlhy - shrnutí</i>	123
4.2.2.2 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY NA BÁZI PLYNŮ	125
4.2.2.2.1 Systémy na bázi halonových alternativ	131
4.2.2.2.2 Systémy na bázi inertních plynů	137
4.2.2.2.2.1 <i>Stabilní hasicí zařízení na bázi dusíku</i>	138
4.2.2.2.2.2 <i>Inertizace hypoxickým vzduchem</i>	142
4.2.2.2.2.3 <i>Stabilní hasicí systémy na bázi INERGENU</i>	146
4.2.2.3 LITERATURA	147
4.2.2.4 CENOVÉ POROVNÁNÍ STABILNÍCH HASICÍCH SYSTÉMŮ	152

4.2.2.5 CELKOVÉ POSOUZENÍ STABILNÍCH HASICÍCH SYSTEMŮ	156
4.2.3 PŘENOSNÉ A POJÍZDNÉ HASICÍ PŘÍSTROJE	158
4.2.3.1 TYPY PŘENOSNÝCH HASICÍCH PŘÍSTROJŮ	158
4.2.3.1.1 Vodní přenosné hasicí přístroje	159
4.2.3.1.2 Přenosné hasicí přístroje na bázi vodní mlhy	159
4.2.3.1.3 Pěnové přenosné hasicí přístroje	160
4.2.3.1.4 Práškové přenosné hasicí přístroje	160
4.2.3.1.5 Přenosné hasicí přístroje CO ₂	162
4.2.3.1.6 "Halonové" přenosné hasicí přístroje	163
4.2.3.2 KONTROLA, VÝBĚR A UMÍSTĚNÍ PŘENOSNÝCH HASICÍCH PŘÍSTROJŮ	164
4.2.3.3 POUŽITÍ PŘENOSNÝCH HASICÍCH PŘÍSTROJŮ	165
4.2.3.4 LITERATURA	166
5. POŽÁRNÍ OCHRANA ZÁMKŮ, HRADŮ, KOSTELŮ A DŘEVENÝCH OBJEKTŮ SKANSENŮ	167
5.1 ZÁMKY	168
5.2 HRADY	171
5.3 KOSTELY	175
5.4 SKANSENY	177
5.5 LITERATURA	179
6. CELKOVÉ SHRNU TÍ	181
PŘÍLOHA A Dotazník pro samostatné vyhodnocení požárního nebezpečí v malých muzeích	183
PŘÍLOHA B Dotazník pro zjištění rizika poškození muzea požárem	187
OBRAZOVÁ PŘÍLOHA	195

Tato metodika je určena pro každého, komu není lhostejná ochrana kulturního dědictví před pohromami a především před požárem. Zejména má ale poskytnout pracovníkům muzeí, galerií, knihoven, archivů a památkové péče představu o možnostech požární ochrany jím svěřených objektů a sbírek. Rovněž chce informovat členy hasičského záchranného sboru o specifických podmínkách ochrany objektů kulturního dědictví před požárem. Nezabývá se zákony a vyhláškami, které jsou platné pro tuto oblast, ale věnuje se především technologii požární ochrany, jejíž úroveň je a bude ve stále stoupající míře rozhodující pro ochranu objektů kulturního dědictví.

V metodice jsou shrnuty znalosti, které byly získány v rámci výzkumného projektu Státního ústředního archivu "Ochrana archivních materiálů před živelnými pohromami v síti archivů České republiky", a především na něj navazujícího projektu MK ČR "Technologie ochrany kulturního dědictví před požáry", jehož nositelem bylo Technické muzeum v Brně.

Autor děkuje všem pracovníkům Technického muzea v Brně, především pak Ing. Martinovi Mrázkovi, PhD. a ing. Jitce Slámové - Vrajové, za pomoc při realizaci zmíněného výzkumného projektu. Stejně autor děkuje plk. Ing. Rudolfu Kaiserovi, řediteli odboru prevence Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, za hluboký zájem o problematiku požární ochrany kulturního dědictví a za účinnou podporu výzkumu v této oblasti.

Konečně autor děkuje své manželce Janě za trpělivost a za provedení jazykových korektur textu metodiky.

Praha, Brno, leden 2010

Jiří Zelinger

1. ÚVOD*

Požáry, spolu s povodněmi, krádežemi, vandalismem a válečnými událostmi, velmi často poškozují muzea, galerie, knihovny a archivy,† což vede k nenahraditelným ztrátám kulturního dědictví.¹ V případě povodní při použití vhodné technologie se často podaří muzejní, knihovní a archivní sbírky alespoň částečně zachránit. V případě krádeže je vždy naděje, že se podaří v budoucnosti získat ukradené objekty zpět. Vandalové většinou poškozují cenné objekty chemicky nebo mechanicky, kterážto poškození díky pokročilé technologii konzervace a restaurování mohou být rekonstruována. Požáry bohužel patří k pohromám, které poškozují památky nevratně. Neexistuje konzervační metoda, která by umožnila vrátit do původního stavu spálené muzejní sbírky, která by dokázala rekonstruovat spálené dřevěné sochy, mobiliář, spálené tapiserie, papírové či pergamenové listiny, fotografie atp. Co shořelo, je ztraceno navěky. Žádný konzervátor či restaurátor nedokáže z popela obnovit původní objekt.

Jedinou možností, jak chránit sbírky před nevratnou ztrátou, je věnovat se jejich preventivní ochraně před požárem a vytvořit takové podmínky uložení, aby požár vůbec nevznikl, a když vznikne, aby byl uhašen tak rychle a účinně, že vzniklé škody na muzejních materiálech jsou minimální.

Z hlediska požární ochrany je významné, že muzejní sbírky jsou převážně umístěny v historických budovách. Tyto budovy představují z hlediska požární ochrany významnou výzvu. Při stavbě historických budov se většinou neuvažovalo o požární ochraně. Nebyly stavěny požární příčky, budovy měly četné průchozí otvory a ve významné míře bylo používáno dřevo, ať už jako konstrukční materiál, či materiál pro vnitřní výzdobu. Požár v takové budově se může proto rychle rozšířit a může v krátké době poškodit nebo zcela zničit jak budovu, tak v ní uložené sbírky.

Požár ohrožoval, ohrožuje a bude vždy ohrožovat kulturní památky. Je to přirozený přírodní jev, který může nastat všude tam, kde jsou materiály organického původu (dřevo, papír, textil, useň, plastické hmoty, hořlavé kapaliny atp.) a kde se vyvinou vhodné podmínky pro jeho vznik. Z obecného hlediska hlavním úkolem požární ochrany muzeí je zabránit vytvoření podmínek pro vznik požáru nebo jejich tvorbu alespoň významně omezit. Když se požár rozvine, je nutno vytvořit bezprostředně předpoklady vedoucí k jeho rychlému a bezpečnému uhašení.^{2,3,4,5}

* Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 1.XY.

† V dalším textu bude pro jednoduchost používán termín „muzea“ pro všechny čtyři zmíněné instituce

Absence systému detekce požáru a systému automatického hašení požáru, nebo jejich selhání, může vést k zničení nebo vážnému poškození objektu kulturního dědictví požárem. Je velmi pravděpodobné, že nedávným požárům v ČR, tedy požáru zámku Zahrádky, kostela sv. Kateřiny Alexandrijské v Ostravě-Hrabové, hradu Pernštejn, depozitáře v Mikulčicích a Průmyslového paláce v Praze, bylo možno zabránit nebo je významně omezit, kdyby byly vybaveny účinnou detekcí požáru a především stabilním hasícím systémem (SHS) – obr. 1.1 až 1.4.⁶ Obdobně by vznikly podstatně menší škody při požáru Knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru – obr. 1.5 až 1.9.^{7,8,9,10,11}

Při stavbě historických budov přirozeně nebylo počítáno s použitím elektrické požární signalizace a stabilních hasících systémů. Proto projektování a instalace takových systémů vyžaduje citlivý přístup. Zařízení, které je použito, smí mít pouze minimální vliv na konstrukci stavby a nesmí rovněž významně ovlivnit historický vzhled, jak exteriéru, tak interiéru. Projektant zařízení požární ochrany je postaven před nesnadný úkol: musí citlivě vyvážit potřeby účinné požární ochrany s nezbytností zachování historické konstrukce a interiéru budovy. Není těžké si představit situaci, kdy snaha po skrytí součástí systému požární ochrany ve struktuře budovy vede k navržení a instalaci systému, který je málo účinný díky nevhodnému umístění jeho komponent.

Naštěstí bylo vynalezeno a v praxi ověřeno několik systémů detekce požáru schopných splnit jak požadavky zodpovědných pracovníků muzeí či památkové péče, tak technologů požární ochrany. Mezi ně patří např. nasávací detektory kouře (VESDA) a detektory viditelného obrazu kouře (VSD). Rovněž je v současné době k dispozici i několik stabilních hasících systémů, které jsou vhodné pro hašení požárů historických budov muzeí a v nich umístěných sbírek.

Skutečností ale je, že společnosti dodávající stabilní hasící systémy většinou nemají s problematikou požární ochrany objektů kulturního dědictví významné zkušenosti. Nevěnují se ani systematickému výzkumu v této oblasti. Pro ochranu objektů kulturního dědictví navrhují technologie požární ochrany odvozené od ochrany jiných objektů, např. bank, počítačových center, obchodních domů či strojoven námořních lodí. V návrzích dodavatelů stabilních hasících zařízení často významnou roli hraje snaha prosadit se na trhu a vytěžit co největší zisk.

Při jednáních poskytují informace o výjimečných kvalitách jimi dodávaných systémů, o jejich hasící účinnosti, neškodnosti pro sbírky, zdravotní nezávadnosti atp., které neodpovídají skutečnosti. Vzhledem k tomu, že zodpovědní pracovníci muzeí většinou nemají nezbytné technické a přírodovědné vzdělání, nejsou schopni tyto nepřesné a zavádějící

údaje identifikovat a dodavatelským společností se poměrně snadno daří je přesvědčit, aby zakoupili a instalovali nevhodné zařízení.

Cílem této metodické příručky je čelit těmto snahám tím, že poskytne pracovníkům muzeí a památkové péče spolehlivou podporu při výběru a nákupu technologických zařízení požární ochrany vhodných pro jim svěřené objekty. Předá jim informace o metodách odhadu rizika požáru, o principech pasivní a aktivní požární ochrany objektů kulturního dědictví. Poučí je o systémech elektrické požární signalizace a stabilních hasicích zařízeních a především poskytne jim údaje o vývojových trendech v této oblasti.

1.1 LITERATURA

- ¹ *Museum Collections Security and Fire Protection*. In Museum Handbook, Part I. Museum Collections. Chapter 9. NPS (The National Park Service). USA: 2002. URL < <http://www.nps.gov/history/museum/publication/MHI/Chapter%209.pdf> > [cit. 2009-11-16].
- ² *NFPA 909: Code for the Protection of Cultural Resource Properties – Museums, Libraries, and Places of Worship*. NFPA (National Fire Protection Association), Quincy, MA, USA: 2005.
- ³ *NFPA 914: Code for Fire Protection of Historic Structures*. NFPA (National Fire Protection Association), Quincy, MA, USA: 2001
- ⁴ *Fire Protection Measures in Scottish Historic Buildings*. TAN 11 (Technical Advice Note), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland: 1997. ISBN 1 900168 41 3
- ⁵ KIDD, S. *Fire Safety Management in Heritage Buildings*. TAN 28 (Technical Advice Note), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland: 2005. ISBN 1 904966 11 X
- ⁶ KAISER, R. *Kulturní dědictví – zhodnocení příčin požáru*. In Sborník z diskuzního semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně. Brno: květen 2009, s. 74.
- ⁷ ARNHOLD, E. *Das Brandschutzkonzept des Stammhauses der Herzogin Anna Amalia. Weimar gestern und morgen*. In *Beiträge zur Tagung der Herzogin Anna Amalia Bibliothek „Restaurieren von Brand- und Wasserschäden*. Leipzig: 2005.
- ⁸ HAGEBÖCK, M.; WEBBER, J. *Nach dem Grobbrand der Herzogin Anna Amalia in Weimar: Schadensbilanz und Restaurierungsvorbereitungen*. In *Beiträge zur Tagung der Herzogin Anna Amalia Bibliothek „Restaurieren von Brand- und Wasserschäden*. Leipzig: 2005.
- ⁹ ROHLÉN, P.: *Anna Amalia Library, weimar, Germany: The Building*. In COST Action C17: Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings: Conference Proceeding. Historic Scotland, Edinburgh: 2008, část 2, s. 209–212.
- ¹⁰ ROHLÉN, P.: *Anna Amalia Library, Weimar, Germany: The Fire: 3 September 2004*. In COST Action C17: Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings: Conference Proceedings. Historic Scotland, Edinburgh: 2008, část 2, s. 213–217.
- ¹¹ ROHLÉN, P.: *Anna Amalia Library, Weimar, Germany: The Aftermath of the Fire: SEptember 2004*. In COST Action C17: Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings: Conference Proceedings. Historic Scotland, Edinburgh: 2008, část 2, s. 218–224.

2. STRATEGIE POŽÁRNÍ OCHRANY*

2.1 PRINCIPY STRATEGIE POŽÁRNÍ OCHRANY

Vedení muzeí musí věnovat stálou pozornost ochraně budov a v nich uložených sbírek. Sledovat musí nejen prevenci před působením klimatu a prostředí, ale i ochranu před pohromami, v našich podmínkách především před účinky požárů, záplav a krádeží. Ochrana před požárem se musí stát součástí preventivní konzervace – tab. 2.1.

Tab. 2.1: ***Ochrana budov a muzejních sbírek před pohromami je významnou součástí preventivní konzervace.***

Příklady poškození	Příklady poškození
Teplota a její kolísání	Požár
Vlhkost a její kolísání	Voda
Světlo a UV záření	Krádeže
Znečišťující látky	Vandalismus
Mikroorganismy, škodlivý hmyz, hlodavci	Válečné akce

Již delší dobu je v řadě zemí vyvíjena snaha vypracovat obecný strategický přístup k ochraně kulturního dědictví před požárem. Postupně vzniká, stále více v rámci mezinárodní spolupráce, obecná strategie ochrany kulturního dědictví před požárem. Osoby zodpovědné za jednotlivé objekty zpracovávají programy požární prevence. Je to velmi obtížný úkol již z toho důvodu, že se jedná o navzájem se velmi lišící objekty. V rámci těchto ochranných schémat se musí počítat např. s objekty od skromných rodinných domů (např. rodišť významných osobností) po často velké objekty, jako jsou hrady, zámky, kostely, historická centra, rozsáhlé veřejné knihovny, galerie, muzea a archivy.

Podrobnou představu počtu požárů a o vzniklých škodách na historických a církevních objektech poskytuje tab. 2.2.¹

*Literatura ke kap. 2. Je na str. 27.

Tab. 2.2: Tabulka počtu požárů historických a církevních objektů.

Plk. Ing. R. Kaiser, GR HZS

TYP OBJEKTU	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
HRADY A ZÁMKY	2	7	4	3	0	6	6	0	3	2	2	6
KOSTELY, KLÁŠTERY A JINÉ CÍRKEVNÍ OBJEKTY	6	5	12	10	5	5	12	9	9	12	4	8
JINÉ HISTORICKÉ BUDOVOVY A OBJEKTY	5	4	4	3	5	3	3	2	3	4	4	3
CELKEM	13	16	20	16	10	14	21	11	15	18	10	17

Příkladem seriózního systematického přístupu k těmto problémům mohou být publikace některých zemí Evropské unie, např. Skotska, skandinávských zemí atp. I když nevyčerpávají zcela téma požární ochrany kulturního dědictví, přesto poskytují zýkladní informace o strategii ochrany těchto objektů. Poučné jsou **Technical Advice Notes, TAN** (Technická poradní sdělení), která vydalo **Technical Conservation, Research and Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Skotsko.**^{2,3,4} Z tohoto hlediska mají mimořádný význam i americké normy **NFPA 909** a **NFPA 914.**^{5,6} Tyto poměrně rozsáhlé normy přinášejí řadu informací a názorů, které jsou využitelné i pro požární ochranu muzeí v české republice.

Zatím co požární prevence je v podmínkách ČR dobře popsána v „Plánu prevence a ochrany muzea“,⁷ problematice aktovní požární ochrany tj. systémům detekce požáru a systému potlačení (hašení) požáru, není věnována pozornost.

I když v dalších kapitolách budou zpracovány především tyto otázky technologie požární ochrany, v úvodu je vhodné se zmínit o strategických problémech požární ochrany, o řízení (managementu) požární ochrany.

K osvětlení zásadního přístupu k této problematice budou použita doporučení zprávy **Sira Alana Bailey-e**, která byla skupinou anglických odborníků zpracována v roce 1993.⁸

Zpráva a v ní obsažená doporučení byla reakcí na řadu požárů objektů kulturního dědictví v Evropě a především v Anglii a to paláce Hampton Court v roce 1986 a obzvláště paláce Windsor v roce 1992. Tato doporučení mohou být výchozím bodem i pro tvorbu strategie požární ochrany muzeí v ČR:

1. Každá historická budova nebo objekt by měl mít písemný dokument požární strategie. Měl by existovat interní mechanismus, který by zajišťoval, aby strategie byla řádně realizovaná. Strategie by měla zahrnovat nejen normální pracovní režim budovy, ale měla by vzít v úvahu speciální nebo náhodné události.
2. Každá instituce by měla ustanovit zaměstnance na úrovni vedoucího pracovníka jako požárního manažera se zodpovědností za realizaci strategie požární bezpečnosti.
3. Kde je vhodné, především ve velkých objektech, manažerovi požární bezpečnosti (který může mít i jiné povinnosti) může pomáhat specialista – požární technik. V některých objektech jeho činnost může být spojena s podobnou aktivitou, jako je péče o bezpečnost.
4. Vedení každého objektu by mělo sestavit manuál požární bezpečnosti, v kterém je stanovena jeho požární strategie a detailní plány pro případ požáru a základy výcviku. Objekt také musí mít požární knihu, v níž jsou zaznamenány události týkající se požáru, jako výcvik, inspekce a záznamy o údržbě.
5. Vedení objektu by mělo provést (nebo prověřit důvěryhodnou poradní společnost) podrobný odhad požárního rizika. Ten by měl vytvořit doporučení pro zlepšení požární bezpečnosti sladěné s historickou budovou.
6. Instalace moderního, spolehlivého systému detekce požáru a poplašného systému by měla být pokládána za vysokou prioritu. Takový systém by měl být sledován požárním manažerem ve snaze zajistit, aby nežádoucí poplachy nepodkopaly důvěru v systém. Údržba tohoto systému by měla mít nejvyšší standart.
7. Na základě odhadu rizika požáru by vedení objektu mělo stanovit priority pro realizaci fyzikálních (pasivních) zlepšení požární ochrany, včetně vybudování nebo zlepšení požárních úseků, oddělení prostorů s vysokým požárním rizikem a zajištění chráněných únikových cest.
8. Kde to zákon požaduje, měly by být získány požární certifikáty potvrzující, že opatření jsou v souladu se zákonem.
9. Měly by být zavedeny systematické a efektivní výcvikové programy, které by zajišťovaly znalost celého personálu, jak minimalizovat riziko požáru a jak vyvolat poplach v případě požáru. Personál by měl být vycvičen tak, aby byl schopen rychle potlačit malý požár.
10. Privátní byty, pokud se nachází v historické budově, by měly být zahrnuty do požárních prohlídek a měly by být kontrolovány každých pět let. (Tyto inspekce by měly zahrnovat

elektrické zařízení a obyvatelé bytu by měli mít možnost získat spolehlivé rady, jak zlepšit požární bezpečnost).

11. Jasně požadavky požární bezpečnosti by měly být zahrnuty do všech smluv, které se týkají údržby budovy a jiných prací, případně speciálních událostí. Vedení objektu musí plnění smluv kontrolovat ve snaze zajistit uskutečnění požadavků smluv.
12. Vedení větších objektů by mělo vytvořit a cvičit družstvo, které je schopno zvládnout záchranné práce a odstranění škod.
13. Vedení objektu by mělo navázat pravidelný kontakt s místním hasičským sborem, jehož náplní by bylo zvládnutí rizika požáru (risk managementu), boj s požárem a záchranné práce. Měla by být uspořádána pravidelná cvičení.
14. Měly by být zváženy výhody, které nabízejí sprinklerové systémy při ochraně prostor, kde nemůže být provedeno účinné rozdělení budovy na požární úseky, případně kde nemohou být odděleny prostory s vysokým požárním rizikem.
15. Měl by být zajištěn program přípravy a bezpečného uložení (pokud možno mimo budovu) informací o architektuře a jiných skutečnostech týkajících se budov.

2.2 ANALÝZA RIZIKA POŽÁRU

Z doporučení uvedených v předchozí kapitole vyplývá, že základ strategie hledání nejvhodnější metody ochrany proti požáru spočívá především v podrobné analýze rizika požáru a ve výběru vhodných metod a zařízení, které mohou být použity při prevenci požáru. Tento rozbor je poměrně náročný vzhledem k rozmanitosti kulturních objektů a v nich umístěných sbírkových předmětů. Vypracování analýz je komplikované již tím, že je často obtížné stanovit cenu konkrétních kulturních objektů. Určité riziko požáru vždy zůstane, ale musí být rozhodnuto o přijatelné úrovni akceptovatelného rizika. Hlavním cílem strategie je získání „*maxima bezpečnosti s minimálním poškozením objektu*“.

Analýza rizika a techniky řízení rizika (risk management techniques) byly zkoumány a v praxi použity během posledních tří desetiletí. Původně byly použity jako podklady pro rozhodnutí v jaderném a chemickém průmyslu, uplatily se v příbřežní těžbě ropy a plynu, v železniční dopravě a posléze i v péči o zdraví a bezpečnost obyvatelstva.⁹

V úvodu je vhodné definovat několik základních pojmů, které budou dále používány:

Nebezpečí (hazard) je situace, která může vyvolat poškození (škodu), např. budovy, vybavení budovy atp., či poškodit zdraví lidí.

Riziko je pravděpodobnost, že určitý druh poškození nastane, tj. např. pravděpodobnost, že za určitých podmínek vypukne požár.

Odhad rizika (risk assessment) je činnost, která vede k identifikaci nebezpečí a k odhadu pravděpodobnosti, že určité poškození nastane.

Řízení rizika (risk management) je rozhodovací proces navazující na odhad rizika.

V oblasti kulturního dědictví je možno **proces odhadu rizika požáru** dělit na 5 na sebe navazujících stupňů:

- Identifikace nebezpečí/zdrojů požáru.
- Identifikace kdo/co je v nebezpečí.
- Odhad rizika požáru.
- Vyhodnocení výsledku odhadu rizika požáru a upravení strategie požární ochrany objektu dle závěrů hodnocení.
- Navržení a realizace opatření, která sníží riziko požáru.

Součástí řízení rizika je i řízení rizika požáru, jehož základem je odhad rizika požáru. K odhadu rizika požáru v průmyslu (jaderném, chemickém a petrochemickém) slouží řada metod. Metody odhadu jsou náročné, jsou používány složité matematické modely a odhad je prováděn speciálně školenými odborníky - analytiky.

Pro mnohé instituce, kde je žádoucí vyhodnocení požární bezpečnosti, není často účelné a ani ekonomické provádět detailní kvantitativní odhad rizika požáru. Mohou to být případy, kde nejsou nezbytné složité úvahy a kdy pro velký počet objektů se nabízí jednoduché a standardizované postupy.

V poslední době se projevila i v řadě institucí kulturního dědictví snaha hodnotit požární rizika, kterým jsou vystaveny objekty kulturního dědictví, v nich uložené sbírky a konečně, ale ne v poslední řadě, i v nich přítomné osoby.^{3,4,10,11,12,13}

Proces odhadu rizika požáru v muzeích má zjistit pravděpodobnou úroveň požárního rizika daného muzea, jeho obsahu (sbírek) a přítomných osob. Odhad rizika je cenným nástrojem snahy kategorizovat stupeň a závažnost rizika, kterému může být vystaveno dané muzeum. Zmíněný odhad v oblasti kulturního dědictví je ztížen tím, že dosud nejsou k dispozici kvantitativní údaje např. o pravděpodobnosti výskytu určitého poškození, jako je tomu např. v chemickém průmyslu. I když žádná metoda není neomylná, citlivé použití odhadu rizika požáru a cílevědomá aplikace výsledků hodnocení, může vést k zavedení účinných, ale cenově méně náročných technologií požární ochrany.

Navrhovat opatření požární prevence na základě vyhodnocení rizika požáru pro daný objekt nebo prostor se v poslední době ukázalo výhodné i u objektů kulturního dědictví. Tento přístup při kvalifikovaném provedení přináší optimální efekt, tj. zaručuje přijatelnou požární bezpečnost za rozumnou cenu. Je na vedení instituce, zda analýzu rizika požáru provedou dle dostupných metodických směrnic zaměstnanci instituce, či zda její vypracování svěří externím konsultantům. Proces analýzy obsahuje řadu subjektivních prvků a proto, když je posuzováno několik muzeí a porovnávána úroveň jejich požární ochrany, je účelné, aby odhad požárního rizika prováděla jedna osoba, příp. skupina osob, která má s odhadem již zkušenosti.

Základem odhadu rizika požáru je **identifikace nebezpečí požáru**, která ohrožují budovy. Musí být definována všechna nebezpečí, která mohou vést k vypuknutí požáru v budově. Mezi nebezpečí budov kulturního dědictví budou zahrnuty následující faktory:^{2,3,8}

- Průmyslová a technologická nebezpečí – elektrické dráty; skladování hořlavých materiálů, jak v interních prostorech, tak v přilehlých budovách.
- Lidská nebezpečí, tj. nedostatečná údržba elektrické požární signalizace a stabilního hasicího systému; nevhodný systém vytápění; nedostatečný úklid; nedostatek výcviku v požární prevenci; žhářství.
- Geografická nebezpečí, tj. odlehlá stavení v krajině; sníh ztěžující přístup; zácpa v městské zástavbě; blízkost jiných budov.
- Přirozená nebezpečí – požáry trávy a křoví v blízkosti budovy.

Nebezpečí vyplývající ze samotné budovy mohou být následující:

- Materiál a konstrukce budovy; jaká je požární odolnost připojených stěn a sousedních udov; materiál budovy; zda materiál budovy vyhovuje příslušným normám; požární odolnost stěn a dveří, které rozdělují budovu na požární úseky, zda je budova rozdělena na přijatelně malé požární úseky; zda je zabráněno kouři procházet z jedné místnosti do druhé; zda jsou v budově požárně odolné dveře, které jsou vybavené spolehlivým automatickým zavíracím zařízením nebo nejsou ponechány otevřené nebo jsou zajištěny otevřené klínem během pracovní doby.
- Stupeň odolnosti vnitřních materiálů budovy; nátěrové materiály interiéru (stěn, stropů atp.), koberce, závěsy, záclony, nábytek, inventář, muzejní předměty, materiály přechodných výstav, materiály používané ve skladech (omezené množství pěnového polystyrenu, fólií plastu, papíru atp.).

- Stupeň požární bezpečnosti následujících instalací, tj. výtahů, klimatizace, elektrická instalace (použití měděných drátů, zajištění jističi), vytápěcí zařízení je umístěno v oddělené místnosti a vybaveno vhodným bezpečnostním zařízením.
- Udržování čistoty ve ventilačních potrubích, šachtách a komínech.
- Bleskosvody: jejich pravidelná kontrola a údržba.
- Stupeň požárního nebezpečí v laboratořích a dílnách; jejich oddělení od skladů a výstavních prostor, oddělená klimatizace a vytápění, speciální vybavení pro boj s požárem, velikost skladů hořlavin.
- Stupeň požárního nebezpečí v ostatních prostorech: kanceláře (bezpečné popelníky, požárně odolné nádoby na odpadky, koše na papír), restaurace, kuchyně a byty.
- Systémy vytápění, elektrická topidla, elektrické vařiče a osvětlovadla: typy vytápění – plynové, elektrické, olejové, otevřený oheň – krb, sporák; osvětlení – svíčky, pochodně, plynové osvětlení, nástěnné lampy; elektrické vařiče v blízkosti košů na papír, záclon, knih, zásob papíru, uklízacích prostředků atp.
- Skladování hořlavin: těkavé chemikálie, rozpouštědla, piliny, hoblovačky, sklady dřeva, balící materiály, plasty; zda jsou hořlavé chemikálie uskladněny podle předpisů pouze v malých množstvích v dílnách a laboratořích, ve speciálních skladovacích kontejnerech pro hořlaviny.

Nebezpečí vyplývající z konstrukce stavby, obnovy a údržby:

- Aktivita, které jsou spojené s potenciálním nebezpečím: sváření a letování, odstraňování starých nátěrů, pokrývání střech dehtovým papírem a jejich oprava, řezání a broušení, svařování elektrickým obloukem.

Nebezpečí žhářství

- Elektrický zabezpečovací systém: zda je přiměřený a zda bude schopen zamezit přístupu žhářů.

Identifikace nebezpečí dále zahrnuje údaje popisující osoby nacházející se v muzeu. Je sledován a hodnocen počet a charakter stálých zaměstnanců, badatelů, dobrovolníků a předpokládaných návštěvníků atp. a jejich umístění v budově. Je hodnoceno jejich předpokládané chování při požáru, jejich schopnost podřídit se evakuačním směrnicím atp. Zvláštní pozornost je věnována invalidním osobám.

Při hodnocení požární odolnosti budov se posuzují např. rozměry místností, uspořádání místností, rozdělení budovy na požární úseky, požární odolnost stěn, stropů a dveří, přístupy vzduchu do budovy, kvalita elektrické instalace atp. Hodnocena je možnost odstranění kouře

z objektu, velikost a stav únikových cest, jejich nouzové osvětlení atp. Dále je hodnocen obsah místností (např. sbírky), vybavení místností (např. nábytek, koberce, závěsy, povrchové úpravy stěn) atp. Jsou sledovány fyzikální a chemické vlastnosti použitých materiálů (především jeho hořlavost a toxické vlastnosti).

Významné je i hodnocení přístupových cest k objektu, sousedství budov či prostředí se zvýšeným požárním rizikem, způsob zásobování vodou, vzdálenost stanice hasičské jednotky, předpokládaná doba příjezdu hasičů a počátku účinného zásahu atp.

Identifikace nebezpečí požáru musí zahrnovat i speciální nebezpečí, která často vznikají při muzejních a knihovních operacích. Pravděpodobně největší nebezpečí představují chemické a konzervační laboratoře a prostory, kde jsou zpracovávány sbírky za použití různých hořlavých materiálů, především organických rozpouštědel, lepidel atp.

Významně požární nebezpečí je možno očekávat v depozitářích, kde se skladují negativy a kinofilmy z nitrátu celulózy, případně objekty nebo vzorky složené z nestabilních nebo hořlavých materiálů (např. sbírky výrobků z celulódu – hlavičky panenek) a vojenské palné zbraně. S požárním ohrožením je nutno počítat v přírodovědeckých muzeích, kde jsou uloženy vědecké preparáty v lihu.

Obdobně jsou nebezpečné objekty, které při demonstraci nebo použití mohou potencionálně vytvářet nebezpečí požáru, jako historická elektrická zařízení, parní stroje, kovací stroje a výhně. Analogicky nebezpečné mohou být historické, umělecké a vědecké procesy, které jsou demonstrovány veřejnosti. Patří k nim např.: demonstrace vaření, odlévání stříbra, zlata a bronzu, kovářství a podobné ukázky řemesel, demonstrace dělostřelectva a palných zbraní, historické výrobní procesy všech typů (např. vyfukování nebo lisování skla) a konečně umělecké demonstrace, při kterých jsou používána hořlavá rozpouštědla nebo materiály.

Nebezpečí požáru zvyšuje různé akce, při nichž se používá pyrotechnika, případně když se v objektech provádí filmování. Z hlediska nebezpečí jsou nepřijatelné romantické prohlídky hradu za svitu pochodní.

Významné nebezpečí představují údržbářské dílny, sklady hořlavých kapalin, kotelny, zařízení mechanických dílen, místnosti uklízeček nebo jiné servisní prostory. Požární nebezpečí vzniká při přípravě výstav v dílnách, kdy se používají hořlavé materiály, nátěry a rozpouštědla.

Obdobně požární nebezpečí zvyšuje existence restauračního zařízení v budově kulturní instituce vč. možného povolení kouření v jejich prostorách.

Významná rizika tvoří požáry, které vznikají během oprav a rekonstrukcí. Vzrůst těchto požárů, především v půdních prostorech málo vybavených detekční a hasící technikou, je alarmující. Většina těchto požárů je zapříčiněna použitím otevřeného ohně (sváření, letováním, odstraňováním starých nátěrů atp.), případně rozbrušováním či vrtáním. Riziko, jak ukazují zkušenosti, představují i restaurátorské práce.

Mezi důsledky požáru se zahrnuje nejen vliv tepla, kouře a jiných vedlejších zplodin, ale i vody a jiných hasících prostředků na budovy, sbírkové předměty či obyvatele.

2.2.1 METODY ODHADU RIZIKA POŽÁRU

V oblasti kulturního dědictví byly kvantitativní metody odhadu rizika požáru použity v rámci evropského projektu FIRE-TECH (Fire Risk Evaluation to European Cultural Heritage).¹² Tento projekt porovnával dva základní parametry: účinnost opatření požární ochrany a jejich cenu. Byly vyvinuty kvantitativní metody, které umožnily zvolit cenově optimální technologie vedoucí k účinné požární ochraně daného kulturního objektu. Uvedené metody přinesly zajímavé výsledky při hodnocení několika kulturních objektů. Jejich rozšíření do běžné praxe požární ochrany kulturního dědictví bude v dohledné době bránit náročnost matematického modelování požárních scénářů, jejich vyhodnocování atp.

Poněkud odlišný přístup ke kvantitativnímu odhadu rizika požáru představuje vyhodnocení pravděpodobnosti poškození daného objektu (sbírek) požárem a důsledků požáru. Je uvažována jak předpokládaná četnost, tak závažnost následků požáru na uvažovaném objektu či v jeho interiéru.

Riziko je možno vyjádřit rovnicí: ¹³

Riziko = pravděpodobnost vzniku krizové situace (požáru) x důsledky výskytu krizové situace, kde pravděpodobnost je vyjádřena jako frekvence události za jednotku času a důsledky jsou vyjádřeny jako ztráta v dolarech, korunách atp. Stejně mohou být důsledky vyjádřeny v poranění osob, či ztrátách na životě.

Uvedená rovnice umožňuje kvantitativní zhodnocení rizika. Na základě výsledku je možné rozhodnout, zda riziko je přijatelné, nebo jaká opatření je nezbytné uskutečnit, aby bylo přijatelné. Použití rovnice předpokládá znalost pravděpodobnosti vzniku požáru, což v případě kulturního dědictví je mnohdy obtížné. Z toho důvodu je v praxi většinou používáno subjektivní posouzení pravděpodobnosti, které může být podpořeno statistikami požárů v oblasti kulturního dědictví. Hodnocení komplikuje skutečnost, že příslušné statistiky nejsou

často k dispozici, případně uvádějí počet požárů muzeí za rok, ale neuvádějí škodu způsobenou požáry. Určitou představu o závažnosti požárů muzeí poskytuje informace z USA, dle které za 25 let (1977 – 2002) ve světovém měřítku vyhořelo 20 muzeí, při čemž škoda způsobená požárem na jednotlivých muzeí byla větší než 1 milion US\$.¹⁴

Pro získání alespoň dílčí představy o příčinách, které jsou všeobecně spojovány se vznikem požáru v kulturních institucích, je užitečné sledovat data příčin požáru v kulturních institucích. Data zároveň na solidní úrovni definují nebezpečí, která představují jednotlivé příčiny požáru . tab. 2.2.

Tab. 2.2: **Zdroje požáru a jejich zastoupení.** ¹⁵

Zdroj zapálení	Procenta
Žhářství	40%
Selhání a nevhodné použití elektrického zařízení nebo přetížený systém elektrického vedení	15%
Neopatrně odhozený neuhašený nedopalek cigarety	15%
Práce s vysokými teplotami (sváření, řezání, broušení atp.) a nedodržení postupů, které mají nasledovat po dokončení těchto prací	15%
Jiné příčiny zahrnují:	15%
• chemické reakce	
• samovznícení	
• tření (když mechanické zařízení je málo mazáno nebo udržováno	
• externí požáry (jiskry nebo radiační teplo)	
• statická elektřina	

Z uvedené tabulky je možno odvodit, že pravděpodobnost vzniku požáru založeného žhářem a tedy i frekvence je 2,67 větší, než pravděpodobnost vzniku požáru selháním elektrického zařízení.

Nedávná studie National Fire Protection Association věnovaná příčinám požárů ukazuje, že požáry, které vznikly v muzeích, byly z 23% zaviněny elektrickým systémem. Zbytek byl zapříčiněn žhářstvím (13%), topným zařízením (9%), zařízením kuchyní (9%), otevřeným plamenem (hořáky) (9%) a jinými zařízeními (12%). Pro knihovny platí

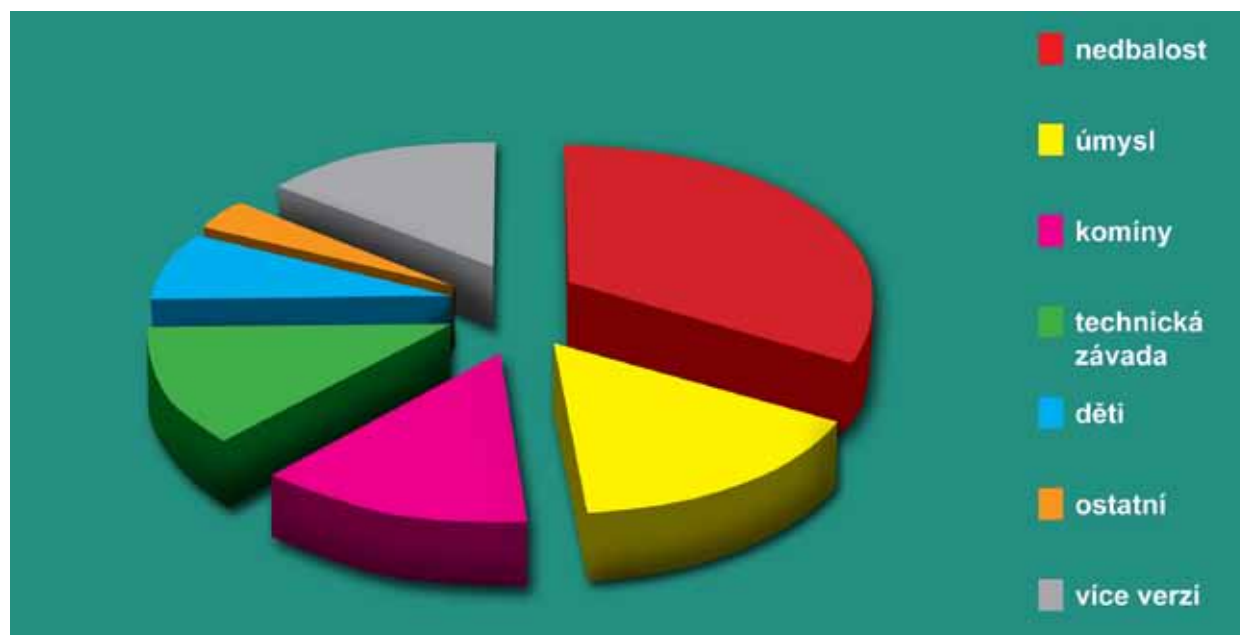
následující údaje: 39% zhářství, 19% elektrická zařízení, 5% topná zařízení, 5% otevřený plamen (hořáky) a 7% jiná zařízení.¹⁶

V podmínkách České republiky v období 1997 až 2004 v historických a církevních objektech vzniklo 28% požárů neopatrností či nedbalostí dospělých osob, 19% požárů vzniklo úmyslným založením požáru, 19% požárů vzniklo v souvislosti s topidly, kouřovody a komíny, 11,5% požárů vzniklo pro technickou závadu zařízení, včetně technické závady na elektroinstalaci, elektrickém zařízení atp. a konečně 11% požárů zavinily děti do 15 let.¹⁷

Názorněji příčiny vzniku požáru ukazuje obr. 2.1.¹

I když statistiky se do jisté míry liší (což je dáno i různými kritérii jejich zpracování), je účelné soustředit snahy na vzrůstající ochranu před takovými riziky, která vyvolávají největší počet požárů, tedy před zháři, před vadnými elektrickými rozvody a topnými zařízeními.

Obr. 2.1: **Příčiny vzniku požárů – Pl. Ing. Rudolf Kaiser**



2.2.2 KVALITATIVNÍ ODHAD RIZIKA POŽÁRU

Pro hodnocení požárního rizika v kulturní oblasti se používá několik postupů: ^{3, 4, 9, 13, 18, 19}

- Zpracování jednoduchého dotazníku, který umožní odhalení nejzávažnějších nebezpečí plynoucích z požáru.
- Zpracování výsledků do matice odhadu rizika.
- Zpracování výsledků metodou indexace.

Použití **jednoduchého dotazníku** pro zjištění požárních nebezpečí je střízlivou cestou, kterou může být vedení muzea upozorněno na slabá místa v požární ochraně jejich instituce. Metoda sama neposkytuje informaci o pravděpodobnosti rizika. Výhodou použití tohoto postupu je, že jeho zpracování je finančně nenáročné. Dotazníky jsou většinou jednoduché a mohou je vyplnit i zaměstnanci muzea – požární technik či jiný pracovník s nezbytnými technickými znalostmi. Je nezbytné, aby o výsledcích informoval vedení muzea, navrhl řešení a je na vedení muzea, jak a kdy budou realizovány závěry inspekce. Je přirozeně nezbytné, aby vedení muzea konzultovalo navrhovaná opatření s příslušnou hasičskou jednotkou. Jako příklad je dále uveden *Dotazník pro samostatné vyhodnocení požárního nebezpečí v malých muzeí* – příloha A.¹⁹

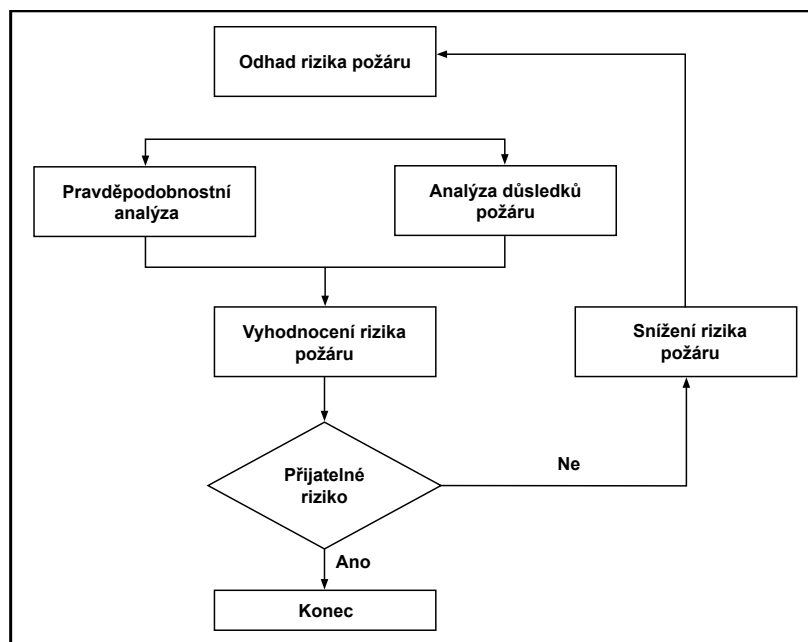
2.2.3 SEMIKVANTITATIVNÍ ODHAD RIZIKA POŽÁRU

Druhá metoda používá ke kvalitativnímu odhadu **matici odhadu rizika požáru**.^{3, 20, 21, 22} Při odhadu rizika požáru touto metodou pravděpodobnostní analýzy je posuzována pravděpodobnost požáru a jeho význam z hlediska důsledků (poškození ohněm, poškození osob, poškození kulturní hodnoty, náklady spojené s likvidací důsledků požáru atp.). Výsledky tedy poskytují čísla ukazující hladinu nebezpečí, kterému jsou vystaveny osoby a objekty (předměty), ale je uvažováno i jak je pravděpodobné, že událost nastane.

Obecné schéma pravděpodobnostního odhadu rizika požáru je patrné z obr. 2.2. Ze schématu je zároveň patrné, že po zjištění nepřijatelného rizika je nezbytné, aby vedení muzea uskutečnilo opatření, která povedou k zajištění přijatelného rizika požáru.

Jako příklad může být uvedena situace skansenu, kdy mezi stávající dřevěné domy má být vložen další dřevěný objekt. Tímto zásahem se výrazně zvýší požární riziko a na základě analýzy je řešení nepřijatelné. Přijatelné východisko může být nalezeno tím, že stěny mezi doby budou chráněny sprejovým systémem. Touto úpravou se sníží riziko přenosu požáru mezi budovami a „zahuštění“ se stane přijatelným.

Obr. 2.3: **Základní schéma pravděpodobnostní analýzy rizika.**²²



Základní úprava matice, která umožňuje odhad rizika požáru, je patrná v tab. 2.3.

Tab. 2.3: **Matice rizika požáru.**²⁰

Kategorie důsledků	1	2	3	4
Kategorie pravděpodobnosti				
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

Při použití matice může být riziko požáru zhruba klasifikováno různými kategoriemi závislejšími na parametrech os matice. Různé kategorie vyžadují různý rozsah navazujících opatření. Při konečné prezentaci je vhodné používat různé barvy, od zelené až po červenou, která ukazuje nepřijatelné riziko a případ, který je s ní označen musí být řešen bezprostředně. Kategorie pravděpodobnosti vynesené na ose Y je popsána v tab. 2.4.

Tab. 2.4: **Popis a kvantifikace kategorie pravděpodobnosti matice rizika požáru.**⁹

Kategorie pravděpodobnosti	Popis	Kvantitativní definice
1	Vysoce nepravděpodobné	0,001 - 0,0001
2	Málo pravděpodobné	0,01 - 0,001
3	Pravděpodobné, jedenkrát za 10 až 100 roků	0,1 - 0,01
4	Velmi pravděpodobné, jedenkrát za 1 až 10 roků	1 - 0,1

Kategorie následků vynesena na ose X je popsána v tab. 2.5.

Tab. 2.5: **Popis kategorie důsledků požáru matice rizika požáru.**^{3, 20}

Kategorie důsledků požáru	Všeobecný popis důsledků požáru	Zranění osob	Poškození kulturních hodnot	Přibližná cena likvidace důsledků požáru ² (Kč)	Přibližná cena likvidace důsledků požáru ¹⁵ (Kč)
1 Velmi malá	Poškození požárem nebo kouřem je omezeno na místnost	Nikdo nebyl vystaven teple požáru a kouři	Budova nebyla vůbec poškozena a nebo jen nepatrně	< 50 000	74 000 až 370 000
2 Malá	Významná škoda v místnosti, malé rozšíření požáru (kouře) do vedlejších místností	Malá zranění vyvolaná teplem požáru a kouřem	Omezené poškození části budovy	50 000 - 500 000	370 000 až 7,4 milionů
3 Velká	Úplné zničení náplně místnosti, rozsáhlé šíření požárních plynů (kouře) a menší rozšíření požáru do vedlejších místností	Několik osob je vystaveno teple požáru a kouři. Více osob je zraněno teplem požáru a kouřem, málo osob je vážně zraněno	Významné poškození části budovy	< 5 milionů	7,4 až 27 milionů
4 Velmi velká	Úplné zničení náplně místnosti, rozsáhlé šíření požárních plynů (kouře) a požáru do vedlejších místností	Více osob je vystaveno teple požáru a kouři. Několik osob je vážně zraněno teplem požáru a kouřem, jednotlivé osoby umírají	Vážné poškození budovy	5 milionů až 50 milionů	> 37 milionů

Důsledky požáru, které vyplývají, jsou uvedeny v tab. 2.6.

Tab. 2.6: *Vztah hodnoty rizika dle umístění v matici a odhadu důsledků požáru.*²⁰

Hodnota rizika dle umístění v matici	Odhad důsledků požáru a popis činnosti nezbytné k jejich odstranění
1 až 5	Místnost a v ní uložené sbírky jsou poškozeny požárem jen nepatrně. Bude nutný pouze zevrubný a malý konzervační zásah. Činnost muzea je ovlivněna v nepatrné míře.
6 až 7	Je patrný významný vliv požáru na zasaženou místnost. V blízké budoucnosti bude nezbytný rozsáhlejší konzervační zásah. Krátkodobě bude ovlivněna činnost muzea.
8 až 11	Je patrný závažný vliv požáru na místnost a budovu. V blízké budoucnosti bude nezbytný menší rekonstrukční zásah. Činnost muzea bude po dobu rekonstrukce ovlivněna.
12 až 16	Je patrný velký vliv požáru na budovu. Je nezbytný okamžitý rozsáhlý rekonstrukční zásah. Činnost muzea bude omezena případně zcela zastavena.

Při přípravě matice je nutné pro každou místnost vyplnit formulář pro sestavení matice – tab. 2.7.

Z formuláře je zjevné, že jak odhad pravděpodobnosti, tak odhad důsledků požáru je zcela subjektivní. Je na zkušenostech pracovníka, který provádí odhad rizika, aby pokud možná přesně odhadl pravděpodobnost vzniku požáru a velikost jeho důsledků. Nevýhodou odhadu rizika požáru maticí je, že tato metoda zachycuje především ohrožení požárem týkající se budovy, případně místností (sbírek). Obtížně je možno při jejím použití vyjádřit vliv požární technologie (detekční systém, stabilní hasící zařízení atp.), jak na pravděpodobnost požáru, tak na důsledky požáru.

Tab. 2.7: **Formulář pro sestavení matice.**²⁰

Poschodí	Místnost	Zdroj nebezpečí	Odhad rizika						
			Pravděpodobnost	Důsledky			Riziko		
				Poškození ohněm	Poškození osob	Kulturní hodnota	Poškození ohněm	Poškození osob	Kulturní hodnota
přízemí	1	Zámečnická dílna - svařování broušení	3	4	1	1	12	3	3
přízemí	2	Truhlářská dílna	3	4	1	2	12	3	6
1	3	Ústřední sál - poškozený historický lustr	2	2	1	3	4	2	6
1	4	Výstavní místnost - poškozené osvětlovaldo	2	2	1	3	4	2	6
1	5	Místnost průvodců - elektrický vaříč	3	3	1	1	9	3	3
1	6	Výstavní místnost - televizor	2	3	2	3	6	4	6
1	7	Restaurátorská dílna - použití rozpouštědel	3	4	2	1	12	6	3
2	8	Kuchyňský kout - kávovar, elektrický vaříč	3	3	1	1	9	3	3
2	9	Výstavní místnost - poškozené osvětlovaldo	2	2	1	3	4	2	6
2	10	Společenská místnost - vytápění krbem	2	4	1	4	8	2	8
2	11	Chemická laboratoř - použití rozpouštědel	4	4	3	2	16	9	8
2	12	Výstavní místnost - stará hliníková instalace el. proudu	3	4	2	3	12	6	9
2	13	Místnost uklízeček - elektrický vaříč, čisticí prostředky	4	3	1	1	12	3	3
3		Ubytování - garsoniéra	2	2	1	1	4	2	2
4		Půdní prostory - depozitář dřevěných předmětů	3	4	1	4	12	3	12

Další z používaných kvalitativních až semikvantitativních metod odhadu rizika požáru je **metoda indexace**, která je používána k hodnocení potenciálních požárních rizik v chemickém průmyslu.²³ Metoda je poměrně přesná, neboť analytici požárního rizika pracující v chemickém průmyslu mají k dispozici řadu dat charakterizujících požární nebezpečí plynoucí ze zařízení a z používaných či vyráběných chemikálií. Mimo to mají i podrobné znalosti pravděpodobnosti vzniku určité požární situace. Je pochopitelné, že odhadu rizika požáru v chemickém průmyslu se věnují i značné finanční prostředky.

Systémy indexace požárního rizika jsou zjednodušené modely požární bezpečnosti. Sestávají z různých analýz procesů a vyhodnocení nebezpečí (hazardu) a jiných rizikových parametrů ve snaze rychle a jednoduše určit relativní požární riziko. I když běžná vyhodnocení požárního rizika nejsou přizpůsobená k úvahám o subjektivních atributech požární bezpečnosti, jako je chování lidí a jejich postoje, struktura systému rizikového indexu usnadňuje poměrně objektivní kvantifikaci a zahrnutí i takových faktorů.

Výhodou indexačních systémů je, že jejich aplikace je poměrně levná. Jsou schopné překonat vyhodnocovací problémy vyplývající z nedostatku dat a konečně poskytují přehledné výsledky pro následné rozhodování.

Základem odhadu rizika požáru v objektu indexační metodou je jako v předchozích případech vyplnění a zpracování dotazníku. K odhadu rizika požáru může sloužit *Dotazník pro odhad rizika poškození muzea požárem* – příloha B. Základem dotazníku byl dotazník používaný v chemickém průmyslu a mimo to při jeho formulaci byly do značné míry akceptovány úpravy, které v dotazníku navrhl Kidd S.¹⁰ Dotazník je rozdělen na dvě části. Otázky první části A jsou většinou vztaženy k „negativním“ prvkům požární ochrany muzea, zatímco část B si všímá pozitivních skutečností, které ovlivňují kladně požární bezpečnost muzea.

Po dokončení odhadu nebezpečí jsou body části B odečteny od bodů části A a získané číslo představuje **skóre rizika**. Dle toho skóre je možno hodnotit požární bezpečnost muzea následujícím způsobem:

- Do 9 bodů nízké riziko požáru,
- 10 – 39 bodů běžné (normální) riziko požáru,
- 40 a více bodů..... vysoké riziko požáru.

Skóre rizika ukazuje jednak nedostatky požární ochrany muzea a jeho sbírek a zároveň naznačuje, kde je možno účinně zlepšit tuto ochranu.

2.3 VYUŽITÍ DAT ZÍSKANÝCH ANALÝZOU RIZIK POŽÁRU

Jakmile byla stanovena nebezpečí plynoucí z požáru, měla by být vyvinuta snaha tato nebezpečí odstranit nebo alespoň zmenšit.^{11,24} Proces stanovení rizika požáru zároveň umožňuje stanovit nejvýznamnější nebezpečí a jejich důsledky a zároveň umožňuje stanovení priorit v rozvoji požární ochrany a vložení nezbytných finančních prostředků.

Ku příkladu typická analýza rizika požáru v historické budově může ukázat na následující nebezpečí:

1. Vysoké nebezpečí plynoucí z poškozeného komínu.
2. Možnost opožděného zpozorování požáru.
3. Pravděpodobnost rozšíření požáru z kuchyně šachtou starého výtahu na jídlo.
4. Nebezpečí žhářského napadení zadním oknem depozitáře.

Tyto faktory mohou být řazeny podle předpokládaných důsledků. Nejjednodušším a také nejlevnějším řešením bodu (1) je přestat používat kamna či krb, které vedou k poškození komínu. Když to není možné, komínové těleso musí být opraveno nebo vyměněno.

V případě (2) je nezbytné zajistit 24 hodinovou přítomnost ostražky anebo instalovat automatický systém detekce požáru. Situaci (3) je možno řešit tím, že nepoužívaná šachta je uzavřena požárně odolným materiálem a konečně problém (4) je možno eliminovat přiměřeným bezpečnostním opatřením.

Z uvedeného je zjevné, že některá opatření, která povedou k snížení nebezpečí požáru, mohou vést k zásahu do historické budovy. V tom případě je nutno respektovat několik stanovisek:

Minimální zásah do budovy

Každá změna na historické budově smí mít co nejmenší vliv na budovu a její stavbu. Každá práce vedoucí k rozdělení budovy do menších požárních úseků, nebo k instalaci systémů detekce či potlačení požáru by neměla nezbytně vést k poškození budovy během instalace, údržby či eventuálního odstranění zařízení.

Reversibilita zásahu

Každá změna historické budovy by měla být v největší míře vratná.

Podstatnost zásahu

K dosažení stanovených cílů požární ochrany by mělo být použito minimální množství práce a všechny úkony by měly být podloženy detailní analýzou požárního rizika.

Citlivost zásahu

Zařízení a systémy požární ochrany by měly být instalovány s ohledem na celkový vzhled budovy. Měly by mít minimální vliv na konstrukci stavby, která má být chráněna. Je vhodné použít existující prvky budovy (jako jsou dutiny, stoupačky, staré komíny, světlíky a větrací kanály) k zakrytí potrubí a kabelů. Požadavek na naříznutí nebo vrtání nosných trámů by měl být předem posouzen znalcem, který by měl i dále sledovat dopad zásahu na dřevěnou konstrukci.

Přiměřenost zásahu

Použitá opatření požární ochrany musí být přiměřená úrovni požárního rizika. Na příklad je malý důvod k instalaci úplného automatického sprinklerového systému pro budovu nebo místnost, která je málo zařízená nábytkem, nebo ve které je malé nebo nulové požární zatížení.

Zlepšení požární ochrany je většinou požadováno v zájmu snížení požárního rizika nebo v zájmu zachránění růstu požárního rizika, které může být vyvoláno změnou použití objektu, zvýšením počtem přítomných osob (návštěvníků), změnou náplně výstav a doprovodných programů atp. Je řada faktorů, které musí být pečlivě uváženy a vyhodnoceny dříve, než jsou práce započaty. V závažných případech musí být ověřeno zkouškami, že navržené úpravy nevyvolávají zbytečné poškození stavby.

Soulad se zákony

Požární opatření by měla být uskutečněna v souladu s platnými zákony, vyhláškami a normami. I když historická budova není objektem zapsaným ve státním seznamu nemovitých kulturních památek a ani se nenachází v památkově chráněné oblasti, měl by být kladen důraz na ochranu její cenné stavby.

Odhad rizika požáru v objektech kulturního dědictví je z hlediska volby technologických zařízení požární ochrany velmi významný. I když v současné době nejsou vypracovány kvantitativní metody, jako je tomu v některých odvětvích průmyslu, přesto i zjednodušený odhad rizika je významný. V každém případě vede minimálně k podrobnému zamýšlení nad strategií požární ochrany daného objektu.

2.4 LITERATURA

- ¹ KAISER, R.: *Kulturní dědictví – zhodnocení příčin požáru*. In Sborník z diskusního semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně. Brno: květen 2009, s. 74.
- ² Kolektiv: *Fire Protection Measures in Scottish Historic buildings*. TAN 11 (Technical Advice Note), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland 1999.
- ³ KIDD, S.: *Fire Risk Management in Heritage Buildings*. TAN 22 (Technical Advice Note), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland 2001.
- ⁴ KIDD, S.: *Fire Safety Management in Heritage Buildings*. TAN 28 (Technical Advice Note), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland 2005.
- ⁵ NFPA 909: *Code for the Protection of Cultural Resource Properties – Museums, Libraries and Places of Worshi*. NFPA (National Fire Protection Association), Quincy, MA, USA 2005.
- ⁶ NFPA 914: *Code for Fire Protection of Historic Structures*. NFPA (National Fire Protection Association), Quincy, MA, USA 2001.
- ⁷ *Plán prevence a ochrany muzea*. Metodický pokyn k tvorbě plánů ochrany v muzeích a galeriích, MK ČR, čj. 14 725/2004.
- ⁸ Bailey, A. at al. *Fire Protection Measures for Royal Palaces*. HMSO. London: 1993.
- ⁹ BUMBA, J., KELNAR, L., SLUKA, V.: *Postupy a metodiky analýz a hodnocení rizik pro účely zákona č. 353/1999 Sb. O prevenci závažných havárií*. Metodika, Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha: 2002.
- ¹⁰ KIDD, S.: *Loss Prevention Consultancy: Heritage Fire Risk Assessment*. URL: < http://www.heritagefire.com/heritage_fire_wg_papers/wgl/app16.pdf > [cit. 2006-07-14].
- ¹¹ KIDD, S.: *Fire Risk Assessment*. URL: < <http://www.risk-consultant.com/pdf/riskasse.pdf> > [cit. 2006-07-14]
- ¹² VANDEVELDE, P., DE NAEYER, A., STREUVE, E., TWILT, L., BREUNESE, A., ÖHLIN, M.: *WG 8: Final Report. FIRE-TECH, Fire Risk Evaluation To European Cultural Heritage*. University Gent, Gent, Belgium 2005 URL: < <http://www.firetech.be/reports/finalreports/WG8finalreport.pdf> > [cit. 2006-09-28].
- ¹³ *Principles of Risk Management*. A&B Portal. The Hong Kong University of Science and Technology, Clearwater Bay, Kowloon, Hong Kong.
- ¹⁴ SAZONOFF, J., KELLER, S.: *Twenty-five years of museum fires of loss over US\$ 1M with cause, Protection afforded and lessons to learn*. URL: < <http://www.museums-security.org/listtex2.html> > [cit. 2009-01-05]
- ¹⁵ *Handbook SNZ HB 4525 Fire Risk Management*. New Zealand Fire Service Commission Research Report, No. 57, ISBN Number 1-877349-28-3, New Zealand: May 2006.
- ¹⁶ FREELAND, D. L.: *Managing/Reducing Hazards in Heritage Properties*. In *Conference Heritage Protection International*. Ljubljana, Slovenia: 2006.
- ¹⁷ HŮTTL, J.: *Rozbor požárů v historických a církevních objektech*. In *Sborník odborného semináře Požár na památkách. Příčiny, následky, prevence*. STOP, Praha: 2005, s. 12.
- ¹⁸ *Guidelines for Identifying and Preventing Fire Risk to Heritage Buildings*. New Zealand Fire

Service Commission Research Report, No. 48, ISBN Number 1-877349-13-5, New Zealand, November 2004.

- ¹⁹ FREELAND, D.: *Self-inspection Checklist for Small Museums*. In: Celebrating Innovation, Creating the Future, American Association of Museums, Annual Meeting, New Orleans, May 6-10, 2004.
- ²⁰ ROHLÉN, P.: *Risk analysis in Practice*. COST Action C 17: „Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings“. In: Conference proceedings, Historic Scotland, Edinburgh, 2008. Part 2, s. 145. ISBN 978 1 904966 61 6.
- ²¹ OYOG: *Designing an Effective Risk Matrix*. ioMosaic Corporation. 2002. URL: < <http://archives1.iomosaic.com/whitepaper/risk-ranking.pdf> > [cit. 2009-01-05]
- ²² GYERE, P. J.: *Fire Safety Engineering – An Introduction to Probability Assessment*. URL: < http://www.lwf.com.uk/documents/Introduction_Probability_Risk_Assessment.pdf > [cit. 2009-01-07]
- ²³ SINNOTT, R. K.: *Dow Fire and EXPLOSION Index*. Chemical engineering Design: Chemical Engineering, Vol. 6, Chapter 9.4, s. 371. Butterworth-Heinemann, 2005, ISBN 0750665386, 9780750665384.
- ²⁴ KIDD, S.: Risk Improvement in Historic and Heritage Buildings. In *The Colvin Trust – Uppark Seminar 13 June 2003*. URL: < http://www.risk-consultant.com/assets/Files/Colvin_Trust_Paper.pdf > [cit. 2009-12-07].

3. POŽÁR *

K pochopení systémů detekce požárů a systémů jeho hašení jsou nezbytné základní vědomosti o vzniku a vývoji požáru a jeho chování.^{1, 2, 3, 4, 5, 6}

Požár bývá definován jako proces zahrnující **rychlou** oxidaci paliva za zvýšené teploty, doprovázený vývojem horkých plynných produktů spalování a emisí viditelného a neviditelného (UV a IČ) záření. Významné je, že se jedná o rychlou oxidaci. Je řada oxidačních reakcí, ale převážná většina z nich probíhá pomalu (např. koroze železa).⁷

Požár je v principu chemická reakce, v níž materiál, který obsahuje uhlík (hořlavina, palivo) se mísí s kyslíkem (většinou obsaženým ve vzduchu) a je zahříván na teplotu, při níž vznikají hořlavé páry. V případě, že tyto páry přijdou do styku s něčím, co je dostatečně teplé, aby to vyvolalo jejich vznícení, vznikne požár. Po mnoho let byl požár představován „trojúhelníkem hoření“, který naznačoval, že k zahájení požáru jsou zapotřebí tři složky – oxidační činidlo, hořlavina a zdroje iniciace – obr. 3.1.^{8, 9, 10} Výzkum uskutečněný v posledních letech ale ukázal, že další nezbytnou složkou procesu hoření je chemická řetězová (radikálová) reakce. Z toho důvodu byl trojúhelník změněn na čtyřtět – obr. 3.2. Rozšíření o další složku je významné, neboť potlačením řetězové reakce (např. Halony, hasicí prášky – viz kap. 4.2.2.2.1 Systémy na bázi halonových alternativ), může být uhašen i požár.

Výjimku z těchto úvah tvoří některé samovolně se vzněcující systémy, jako je např. bílý fosfor při styku s kyslíkem, alkalické kovy (draslík, sodík atp.) při kontaktu s vodou. Tyto sloučeniny se v prostředí muzeí (s výjimkou chemických laboratoří) nevyskytují.

Budovy muzeí tradičně neobsahují četné hořlavé látky. Především při stavbě historických budov muzeí bylo ve velkém množství použito dřevo, např. při konstrukci střechy, trámových stropů, schodišť atp. Význam mají i hořlavé vnitřní úpravy místností (obložení stěn dřevem), nábytek, police, závěsy, záclony, koberce atp. K hořlavým předmětům patří i sbírkové předměty z papíru (knihy, rukopisy, mapy, grafiky), ze dřeva, textilu, slámy, obrazy atp. V poslední době přibývají předměty z plastů, jako počítače a paměťová média (DVD, CD, videokazety, audiokazety, diskety, paměťové karty atp.) V konzervátorských laboratořích se běžně nacházejí i hořlavé kapaliny a chemikálie. Je zřejmé, že každý předmět obsahující dřevo, plast, papír, textil a hořlavou kapalinu je potenciální hořlavina.

*Literatura ke kap. 3. je na str. 38. Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 3.XY.

V muzeích se také vyskytují některé běžné potencionální zdroje zapálení. K nim patří elektrické vedení a osvětlení, elektrické motory, tělesa elektrického vytápění, elektrické vařiče, zařízení úpravy vzduchu a konečně počítače, televizory atp. Zdrojem zapálení mohou být i konzervační a restaurátorské činnosti, při kterých vzniká teplo (např. vysoušení pomocí infračervené lampy, vysokofrekvenční ohřev atp.). Rovněž stavební a údržbářské činnosti jako svařování, letování a řezání jsou častým zdrojem zapálení. Žhářství je bohužel jedním z nejběžnějších zdrojů zapálení kulturních objektů a musí být vždy uvažováno při plánování požární bezpečnosti.

U většiny systémů hořlavina – kyslík nedochází za normální teploty k oxidační reakci. Zvýšením teploty se ale oxidační reakce urychluje do té míry, že nastane hoření. Když je nezbytná energie přivedena k hořlavině zvenčí (což je převážná většina případů, jedná se o **vnější zapálení**). Naopak, když systém si energii nezbytnou pro iniciaci vyprodukuje sám, mluvíme o **samovznícení**.

V každém případě, když zdroj energie přijde do styku s pevnou hořlavinou, může vypuknout požár. Po tomto kontaktu začíná typický požár pomalu rostoucím procesem bezplamenného hoření, tj. **doutnáním a žhnutím**, který může trvat od několika minut do několika hodin. Pro další hoření je nezbytné, aby pevné i kapalně palivo bylo vypařeno. Pevné palivo je zvýšenou teplotou rozkládáno (pyrolizováno) a vzniklé plynné produkty se uvolňují z povrchu paliva. Jakmile se hoření ustálí, přenos tepla z plamene k povrchu paliva pokračuje a pokračuje i uvolňování těkavých plynů. To umožňuje i další rozvoj požáru. Pro další pokračování požáru v plamenné podobě je nezbytně vysoká rychlost spalování. Tepelné ztráty spojené s převodem tepla z oblasti hoření kondukcí, konvencí a radiací musí být menší než energetický výkon požáru. Když jsou ztráty tepla větší než energetický výkon požáru, požár uhasne.

Pevné materiály, jako je dřevo, sláma, papír, uhlí mohou hořet jak plamenným, tak bezplamenným způsobem. Hořlavé kapaliny a plyny hoří jenom plamenným způsobem.

Průběh požáru v uzavřeném prostoru je možné přibližně popsat závislostí teploty při požáru vznikajících plynů na čase – obr. 3.3. ¹¹ Trvání počátečního období rozvoje požáru je závislé na řadě proměnných, jako je typ hořlaviny, její fyzikální uspořádání a množství přítomného kyslíku. Jak ukazuje typická závislost uvolněného tepla na čase pro požár v kancelářském pokusném modulu, v tomto počátečním období vzniká malé množství uvolněného tepla – obr. 3.4. ¹¹

Charakteristický zápach kouře je většinou první indikací, že začíná požár. Zároveň vzniká viditelný oblak kouře složený z kapalných a pevných částic produktů hoření. V tomto

stádiu detekce požáru (lidskými smysly nebo automatickým detekčním zařízením), následovaná včasným zásahem přenosným hasicím přístrojem, stabilním hasicím systémem nebo hasičů, může potlačit požár před vznikem významných ztrát.

Když oheň dojde na konec počátečního období, je k dispozici již dostatečné množství tepla, které umožňuje vznik otevřených a viditelných plamenů. Jakmile se objeví plameny, oheň se mění ze snadno zvládnutelného procesu na závažnou událost s rychlým růstem plamenů a tepla – obr. 3.3 a obr. 3.5.¹² Maximální teploty překračují 1000°C během několika minut. Plameny mohou zapálit spalitelné předměty v místnosti a bezprostředně ohrozit životy přítomných lidí. Během 3 – 5 minut je stoupající teplota dostatečně vysoká k celkovému vzplanutí (flashover), při němž se zároveň zapálí vše hořlavé v místnosti – obr. 3.6. V této chvíli je většina předmětů zničena a přežití lidí je nepravděpodobné. Tvoří se kouř v množství mnoha kubických metrů za minutu, snižuje se viditelnost a jsou napadány předměty vzdálené od ohně. Je pravděpodobné, že bude zničena celá budova, když byla především postavena z požárně méně odolných materiálů.

Rychlost vzniku tepla při požáru je ovlivněna především dvěma proměnnými. Patří k nim typ, množství, uspořádání hořícího paliva a jeho schopnost přejít do plynné formy a dále způsob ventilace uzavřeného prostoru (rychlost dodávky kyslíku). Vzájemnou kombinací těchto proměnných může vzniknout požár rychlý, střední a pomalý – obr. 3.7. Známe je, že např. střední požár se může proměnit v rychlý zvýšeným přívodem vzduchu vyvolaným otevřením nebo rozbitím oken.

Představu o množství uvolněného tepla při hoření různých objektů poskytuje tab. 3.1.

Tab. 3.1: Rychlost uvolňování tepla při požáru různých materiálů a objektů (dle NFPA 92 B a NFPA 72).

Typ požáru	Uvolněné teplo (kW)
Zmačkaný hnědý svačkový sáček (6 g)	1,2
Složená dvojstránka novinového papíru (22 g)	4
Zmačkaná dvojstránka novinového papíru (22 g)	17
Střední koš na odpadky s kartony od mléka	100
Plastový pytel s celulosovými odpadky (1,2 – 14 kg)	120 – 350
Křeslo čalouněné polyurethanovou pěnou	350
Vánoční stromek, suchý	500 – 650
Matrace z napěněného latexu (teplo u dveří místnosti)	1 200
Obývací místnost vybavená nábytkem	4 000 – 8 000

Je-li budova stavebně odolná, teplo a plameny spotřebují všechny zbývající spalitelné látky v místnosti nebo požárním úseku, oheň sám zhasne (dohoří) a teplota poklesne – obr. 3.4. Když ale odolnost stěn nebo stropů je proti ohni nedostatečná (tj. praskliny ve stěnách nebo stropu, nezajištěné průchody kabelů, požárně málo odolné záklopy ve stropě, spalitelná konstrukce celé budovy, otevřené dveře mezi požárními úseky atp.), oheň se může rozšířit do přilehlých prostor a proces může pokračovat. Není-li oheň včas uhašen, nastane úplná destrukce celé budovy a proces se konečně uzavírá.

Úspěšné potlačení požáru je závislé na tom, zda hašení bylo zahájeno před vznikem plamenného hoření nebo bezprostředně na jeho začátku. Když je hašení zahájeno až v rozvinutém stádiu plamenného hoření, požár je již tak intenzivní, že ve většině případů není možná záchrana objektu.

Zvažuje-li se trojúhelník hoření – obr. 3.1 –, potom hašení požáru je možné buď eliminací tepla, tj. ochlazením hořícího paliva nebo snížením koncentrace kyslíku – obr. 3.8. Potlačení požáru eliminací materiálu (inventáře a muzejních sbírek) v počáteční fázi požáru mimo zdroj tepla je možné a účinné, ale vyžaduje dokonale připravený krizový plán a vycvičený záchranný personál.

Když je zvažován čtyřstěn hoření – obr. 3.2 –, při hašení požáru se mohou uplatnit nejen všechna tři shora uvedené eliminace, ale požár je hašen především potlačením řetězové reakce hoření. To se děje chemickou reakcí radikálů vzniklých spalováním paliva s hasivem (halony, hasícími prášky, v menší míře halonovými alternativami) – 3.9.

Účinné hašení v prvním stádiu požáru mohou zajistit především stabilní hasící systémy, případně i vycvičené osoby s přenosnými hasícími přístroji. Když zásah není účinný, nebo když oheň roste příliš rychle, možnosti přenosných hasících přístrojů mohou být vyčerpány během několika minut. V tom případě je nezbytné použít účinnější hasící metody, především proudnice hasičské jednotky. Toto řešení však sebou přináší v každém případě významné poškození budovy a především devastaci muzejních sbírek v regálech depozitářů.

3.2 KOUŘ

Při požáru vznikají různé produkty hoření. Při nedokonalém spalování nábytku (především čalouněného), koberců, PVC podlahovin, textilních závěsů, předmětů z plastu a sbírkových materiálů vzniká pravidelně kouř.^{13, 14} Kouř je v podstatě hořlavina, která neshořela a která je viditelná díky tomu, že obsahuje malé částice uhlíku (sazí), popela (nespalitelné zbytky anorganických sloučenin), dehtu, kapalných uhlovodíků ve formě kapek nebo aerosolu a vody.

Tyto složky nejsou stabilní, mohou aglomerovat, usazovat se, kondenzovat, vypařovat se a navzájem reagovat za případné účasti vzdušného kyslíku. Velikost částic je menší než 10 µm, ale mohou být přítomny i částice menší než 1 µm. Kouř vznikající spalováním dřeva (papíru) může dále obsahovat oxid uhelnatý, methan, methanol, formaldehyd, kyselinu octovou, kyselinu mravenčí, benzen, toluen, oxidy dusíku a stopy těžkých kovů. Při spalování PVC podlahoviny se uvolňuje chlorovodík a při spalování polyurethanové pěny i kyanovodík. Nebezpečnost kouře spočívá i v tom, že snižuje viditelnost v prostorech hořícího objektu. Omezuje orientaci v chodbách a místnostech hořící budovy, ztěžuje evakuaci osob a konečně znesnadňuje i zásah hasičů. Zmíněné organické sloučeniny, především oxid uhelnatý, mohou mít vážné zdravotní účinky na osoby, které zůstaly v požárem zasaženém prostoru.

Tab. 3.2: Standartní optická hustota kouře D_m pro různé hořlavé materiály. ¹³

Materiál	D_m [m²/g] plamenné hoření	D_m [m²/g] bezplamenné hoření
Stavební dříví	0,04	
Douglasova jedle		0,28
Překližka		0,29
Bavlna	0,12 - 0,17	
Polymethylmethakrylát		0,15
PVC	0,34 - 0,40	0,12 - 0,64
Polychloropren (Neopren)	0,20 - 0,40	0,55
Polypropylen	0,24 - 0,53	
Polyethylen	0,29	
Parafinový vosk	0,23	
Polystyren	0,79 - 1,40	
Polystyren (pěna)	0,79 - 0,89	
ABS	0,52 - 0,54	
Styren (monomer)	0,96	
Polyurethan	0,22 - 0,34	
Požár smíšených materiálů	0,30	

Snížení viditelnosti vyvolané kouřem je způsobeno rozptylem světla částicemi kouře. Může být definováno standartní optickou hustotou D_m (německy: Rauchpotenzial, standart optische Dichte, anglicky: mass optical density), která je úměrná extinkančnímu koeficientu K_m . Základní orientaci v standartní optické hustotě D_m kouře vznikajícího při hoření různých materiálů poskytuje tab. 3.2. ¹³

Z tab. 3.2 plyne, že kouř nevzniká pouze během hoření dřeva, ale celé řady dalších materiálů, jako jsou plasty, pryž, syntetické textilny, atp. Významná je vysoká hustota kouře, který vzniká hořením polystyreny. Tento polymer je často používán pro přípravu součástek počítačů a různých obalů, např. kompaktních disků.

Hustota D_m kouře závisí dále na průběhu hoření a přívodu vzduchu. Kouř bezplamenného koření vykazuje většinou větší optickou hustotu než kouř plamenného hoření.

Hořením vzniká i složitá skupina kapalin a plynů vyznačující se nepříjemným zápachem. Kouř po uhašení požáru zdánlivě rychle zmizí z budovy. Náhlé ochlazení částic neúplného spalování ale zanechá na povrchu místností a objektů film, který zapáchá a proniká budovou a sbírkami. Kyselá podstata těchto filmů vyvolává poškození sbírkových předmětů, změnu barvy, korozi atp.

3.3 TRÍDY POŽÁRU

Jak vyplývá z předchozího, v muzeích se mohou vyskytovat hořlaviny různého typu. Když je na hašení požáru určité látky použit přenosný hasicí přístroj nebo stabilní hasicí zařízení s nevhodným druhem hasiva, požár nemusí být uhašen a může nastat zhoršení situace. Z tohoto důvodu byly požáry zařazeny do 4 tříd – tab. 3.3.

Tab. 3.3: **Dělení hořlavin do požárních tříd.**

Požární třída	Druh hořlavé látky
Třída A	požár pevných nekovových látek, zejména organického původu, žhnoucích nebo hořících plamenem, jako dřevo, papír, textil, odpadky, plasty atp.
Třída B	požár kapalin nebo látek přecházejících do kapalného skupenství, hořících plamenem, jako: ropa, benzin, organická rozpouštědla, barvy, laky, pryskyřice, oleje, tuky atp.
Třída C	požáry plynů hořících plamenem, jako acetylen, vodík, methan, propan-butan, atp.
Třída D	požáry kovů, jako: draslík, sodík, hliník, hořčík. Požáry těchto kovů se v muzeích nevyskytují. K jejich hašení jsou nezbytné speciální hasicí přístroje.
Třída F	požáry zahrnující jedlé tuky a oleje. Vysoká teplota olejů neumožňuje uhašení běžnými hasicími prostředky.

Je důležité tuto klasifikaci respektovat nejen při volbě ručních hasicích přístrojů, ale i při volbě stabilních hasicích systémů.

V literatuře je možno zaznamenat významnou samostatnou skupinu požárů a to třídu E, která zahrnuje požáry elektrických zařízení pod napětím. ⁷

3.3 POŽÁRNÍ ODOLNOST MATERIÁLŮ HISTORICKÝCH BUDOV

3.3.1 DŘEVO

Dřevo, které je patrně nejstarším stavebním materiálem, bylo již používáno prehistorickým člověkem a je používáno do současné doby. Důvodem jsou jeho některé vynikající vlastnosti, jako je nízká hmotnost, pevnost, pružnost a trvanlivost. Mimo to je snadno zpracovatelné a výrobky z něho mají pěkný vzhled, který si zachovává i po dlouhé době.

Tyto vlastnosti dřeva předurčují jeho použití jako stavební materiál. Jeho použití je ale daleko širší. V muzeích jej nacházíme jako součást obležení stěn, nábytku, regálů, výstavních skříní a i muzejních sbírek.

Zásadním nedostatkem dřeva je jeho vysoká hořlavost. ^{15, 16, 17} Ta je dána jeho chemickým složením. Dřevo představuje složitý komplex látek, jehož hlavní součástí je celulóza. Dále obsahuje hemicelulosa, lignin a další látky (gumy, pryskyřice, oleje atp.). Dřevo vždy obsahuje určité množství vody. Obsah jednotlivých komponent dřeva je závislý na typu dřeva. Některé typy měkkého dřeva (např. borovic) mají vyšší obsah pryskyřice, což zvyšuje jejich hořlavost.

Proces zapálení a hoření dřeva je poměrně složitý. Jeho základem je tepelný rozklad (pyrolýza) celulózy a jejich derivátů za zvýšené teploty. Tento proces začíná již při 200 °C, ale významné rychlosti dosáhne až v době, kdy teplota dřeva překročí 500 °C. Za této teploty nastává celkový exotermický rozklad dřeva a rychle se tvoří nízkomolekulární těkavé a hořlavé zplodiny. Základním produktem pyrolýzy je oxid uhelnatý. Rozkladem celulózy vznikají nejen zmíněné těkavé látky, ale i malé množství uhlíku. Proces zapálení a hoření ovlivňuje dále obsah vody ve dřevě a množství přítomného kyslíku.

Dřevo vykazuje určitou požární odolnost. Ta je dána tím, že na povrchu dřeva při hoření vzniká porézní vrstva uhlíku. Rychlost růstu zmíněné vrstvy během požáru se díky isolačním vlastnostem porézního uhlíku snižuje a při dostatečné tloušťce dřeva se její tvorba může zastavit. Porézní vrstva uhlíku izoluje jádro dřeva před hlubším působením tepla. Tvorba uhlíkové vrstvy je závislá na vlhkosti dřeva a na typu dřeva.

Isolační efekt vrstvy uhlíku vysvětluje skutečnost, že masivní dřevěné stavební prvky (např. trámy historických budov) si zachovávají poměrně dlouho svou schopnost nést zatížení při požáru. Zhroutí se až v okamžiku, kdy proces tvorby uhlíku zmenší průřez trámu pod minimální hodnotu schopnou nést předpokládané zatížení. Tímto jevem je zároveň vysvětlena skutečnost, proč různé moderní typy vazeb, např. dřevěné vazníky mají velmi nízkou požární odolnost.

Tyto úvahy platí do určité míry pro vybavení interiérů historických budov. Relativně dobrou požární odolnost mají dveře, skříně a truhly zhotovené z desek masivního dubu. Naopak zanedbatelnou požární odolnost má např. rokokový nábytek, který je většinou zhotoven z relativně slabých dřevěných částí, které za dostatečně velkého přístupu vzduchu rychle hoří. Rychlost hoření u čalouněného nábytku je podpořena textilem a náplní čalounění.¹⁸ Moderní polyurethanové náplně jsou značně rizikové, jak z hlediska jejich nízké požární odolnosti, tak z hlediska jedovatosti prvků vzniklých jejich spalováním.

Požární předpisy vyžadují, aby konstrukční dřevo střechy a interiéru bylo chráněno **retardéry hoření**.^{19, 20} Toto je sporný požadavek u historického dřeva, neboť bylo zjištěno, že retardéry hoření, případně jejich složky, jako fosforečnan či síran amonný, jsou schopné dřevo poškodit.²¹ Toto poškození se projeví povrchovým rozvláknováním dřeva – „chlupacení“. Zmíněný defekt, který byl dosud považován za estetický problém, může vést až k významnému poklesu mechanických vlastností. V této souvislosti je si třeba uvědomit, že odstranění ve vodě rozpustných komponent retardérů hoření ze struktury dřeva je prakticky nemožné. Proto je např. v Norsku použití retardérů hoření pro ochranu historického dřeva zakázáno.

Vzhledem k tomu, že není vyloučena možnost vzniku korosivních produktů dlouhodobým rozkladem retardérů hoření, nedoporučuje se jimi chránit skříně v depozitářích a výstavní vitríny. Dřevo stropů nemusí být chráněno retardéry hoření, když jsou chodby chráněny sprinklery.

Požární odolnost aglomerovaného dřeva (např. dřevotřískových desek, překližek atp.) je závislá na technologii jejich výroby, na hustotě dřeva, na použitém lepidle atp. Tento typ dřeva má většinou nízkou požární odolnost a výrobky z něho je nutno chránit vhodnými protipožárními úpravami.

3.3.2 OCEL

Ocel je anorganický stavební materiál, který je možno zařadit mezi nehořlavé materiály. Zásadní nevýhodou oceli je, že její mechanické vlastnosti jsou výrazně závislé na teplotě – obr.3.10.¹¹ Z tohoto obrázku vyplývá skutečnost, že pevnost oceli se při teplotě cca 550 °C

sníží se asi na 50% původní hodnoty. To znamená, že jakmile se konstrukční prvky z oceli (nosníky, sloupy atp.) zahřejí na teplotu cca 500 °C, ztrácí svou pevnost, deformují se a posléze se zřítí.^{15, 17}

Z tohoto důvodu je nutné stavební prvky z oceli chránit protipožárními omítkami, nástřiky nebo kalciumsilikátovými ochrannými deskami. Tyto úpravy prodlužují dobu, za kterou je dosažena kritická teplota oceli (cca 470 °C). Když je nutné zachovat vzhled ocelové konstrukce, je vhodné použít vhodný tepelně izolační, většinou intumescentní (napěnitelný) nátěr.^{22, 23}

3.3.3 TEXTIL

Textilní předměty, jako tapiserie, drapérie, vlajky, záclony, koberce atp., ale i historická oblečení představují vážné požární ohrožení a často bývají příčinou požáru v muzeích. Je to z toho důvodu, že většina vláken, z kterých byly historické textilie vyrobeny, je hořlavá.

Podstatou vláken bavlny, lnu, juty, konopí atp. je celulóza.²⁴ Celulózová vlákna jsou hořlavá. Kupř. teplota zapálení vlákna bavlny je 400 °C. Když jsou tato vlákna zapálena, vzniká teplo, kouř, oxid uhličitý a uhelnatý, voda a četné další sloučeniny. Tato vlákna uhelnatí, ale netaví se.

Proteinová vlákna, jako hedvábí, vlna a jiné vláknité produkty získané ze živočichů, se liší od celulosových vláken, protože je tvoří složité molekuly proteinu. Tyto molekuly obsahují vysoké procento dusíku, uhlíku, vodíku, kyslíku a v některých případech i síry. Např. vlnu je obtížné zapálit a hoří pomaleji než bavlna. Totéž platí např. o hedvábných kobercích. Moderní vlákna (polyamidová, polyesterová, polyolefinová atp.) jsou hořlavé a většinou se taví. Hořící kapky mohou přenášet požár a mimo to mohou způsobit i vážná zranění.

Pro úplnost je třeba uvést, že jsou vyráběny organické textilie, např. na bázi vláken Aramidu (**aromatického polyamidu**) s vysokou odolností proti požáru. Tyto textilie, které jsou známé pod názvem Nomex, Kevlar, jsou používány k šití hasičských obleků. Jsou vhodné i pro zhotovení nehořlavých divadelních opon atp.

Z důvodů, které byly v podstatě uvedeny v kapitole 3.3.1, se nedoporučuje, aby historický textil byl chráněn retardéry hoření. Dosud nebyly provedeny podrobné studie objasňující vliv retardéru hoření na stárnutí historických textilních vláken, na stárnutí barev atp.

Při renovaci historických budov se připouští použití soudobého textilu, který je chráněn retardéry hoření.²⁵ Rozsáhlými testy byly nalezeny optimální retardéry hoření bavlněného a polyesterového textilu, které nejen chránily textil před požárem, ale vyhověly široké škále dalších požadavků (zachování stálosti barvy při uměleckém stárnutí, odolnost vůči vyprání, neuvolňování těkavých organických produktů atp.). Retardéry hoření byly aplikovány při ochraně opon, závěsů, drapérií, kobereců atp.

3.4 LITERATURA

- ¹ ORLÍKOVÁ, K.: *Hasební látky*. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **1**, Ostrava 1995.
- ² ORLÍKOVÁ, K. – ŠTROCH, P.: *Chemie procesů hoření*. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **18**, Ostrava 1999.
- ³ ORLÍKOVÁ, K. – ŠTORCH, P.: *Hasiva klasická a moderní*. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **29**, Ostrava 2002.
- ⁴ KALOUSEK, J.: *Základy fyzikální chemie hoření, výbuchu a hašení*. Edice Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, **4**, Ostrava 1999.
- ⁵ *Hoření*. Hasík Cz. Citadela Bruntál. Bruntál 2006 URL: < <http://www.hasik.cz/publikace/index.html> > [cit. 2006-03-15].
- ⁶ DRYSDALE, D. D.: *Chemistry and Physics of Fire*. In Fire Protection Handbook. Nineteen Edition. National Fire Protection Association. Quincy, MA, USA: 2003. Vol. 1., Section 2, Chapter 3, s. 2-51 – 2-71. ISBN: 087765-474-3.
- ⁷ PACKER, J., NEILSEN, B.: *Chemistry in Firefighting*. XIV-Environment-C-Fire fighting-1. URL: < <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/environment/14C.pdf> > [cit. 2009-12-07].
- ⁸ MIALE, F. J.: *Fire Behavior*. In Firefighter's Handbook. Essentials of Firefighting and Emergency Response. Second Edition. Thomas Delmar Learning. USA. Chapter 4, s. 74 – 105. ISBN I-4018-3575-9.
- ⁹ KIDD, S.: *Schoß Schönbrunn Fire Risk Improvement Project*. COST C 17, Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings. WG4. Vienna: 8. December 2004 URL: < http://www.heritagefile.net/heritage_fire_wg_papers/wg_papers/wg4/app01.pdf > [cit. 2009-12-07]
- ¹⁰ PRŮHA, M.: *Použití dusíku při požární ochraně kulturního dědictví*. Ve sborníku diskusního semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně, Brno, 2009, s. 19 – 24.
- ¹¹ MILKE, J. – KODUR, V. – MARRION, C.: *Overview of Fire Protection in Buildings*. Federal Emergency Management Agency. World Trade Center Building Performance Study. Appendix A. URL: < http://www.fema.gov/pdf/library/fema403_apa.pdf > [cit. 2009-12-13].
- ¹² *Residential sprinkles. A step-by-step approach for communities*. Second edition. National Fire Sprinkler Association. S. 27. URL: < http://nfsa.org/info/RB1918-StepByStep_v5.pdf > [cit. 2009-12-13].
- ¹³ SCHNEIDER, V.: *Auswirkungen der Ausbreitung von Rauch und Wärme auf Personen Sicherheit*. VFDB. 2002, no. 3, s. 94 – 100

- ¹⁴BRENTHOLD, R.: *Rauch – die eigentliche Gefahr beim Feuer*. VFDB. 2001, no. 4, s. 165 – 166.
- ¹⁵Kupilík, V.: *Stavební konstrukce z požárního hlediska*. Grada Publishing. Praha: 2006. ISBN 80-247-1329-2
- ¹⁶CHOLIN, J. M.: *Wood and wood – Based Products*. In Fire Protection Handbook. Nineteen Edition. National Fire Protection Association. Quincy, MA, USA: 2003. Vol. II., Section 8, Chapter 3, s. 8-29 – 8-46. ISBN 087765-474-3.
- ¹⁷ZOUFAL, R. at al.: *Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokodů*. PAVUS, a. s., Centrum technické normalizace pro požární ochranu. Praha: 2009. ISBN 978-80-904481-0-0.
- ¹⁸BABRAUSKAS, V.: *Upholstered Furniture and Mattresses*. In Fire Protection Handbook. Nineteen Edition. National Fire Protection Association. Quincy, MA, USA: 2003. Vol. II., Section 8, Chapter 17, s. 8-243 – 8-267. ISBN: 087765-474-3
- ¹⁹SHAW, J.: *Fire-Retardant and Flame-Resistant Treatments of Cellulosic Materials*. In Fire Protection Handbook. Nineteen Edition. National Fire Protection Association. Quincy, MA, USA: 2003. Vol. II., Section 8, Chapter 3, s. 8-47 – 8-59. ISBN: 087765-474-3
- ²⁰ZELINGER, J., ČÍŽEK, J.: *Zpěnitelné protipožární nátěry*. Materiály pro stavbu, Praha: 1999, No. 3, s. 40.
- ²¹KUČEROVÁ, I. – OHLÍDALOVÁ, M. – NOVOTNÁ, M.: *Poškození dřeva historických krovů v důsledku aplikace požárních nátěrů*. In Sborník Z Konference konzervátorů-restaurátorů. Příbram: 9. – 11. 9. 2008. S.36 – 41.
- ²²KEJČLÍČEK, O.: *Pasivní požární ochrana historických staveb*. In Sborník z diskusního semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně. Brno: 12. – 13. Května 2009.
- ²³BUKOWSKI, R. W. – NUZZOLESE, V. – BINDO, M.: *Performance-Based Fire Protection of Historical Structures*. URL: < <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire01/PDF/f01109.pdf> > [cit. 2009-12-01].
- ²⁴CHINE, S. A. – STULL, J. O.: *Fibres and Textiles*. In Fire Protection Handbook. Nineteen Edition. National Fire Protection Association. Quincy, MA, USA: 2003. Vol. II., Section 8, Chapter 5, s. 8-51 – 8-85. ISBN: 087765-474-3.
- ²⁵MUSKALSKA, J.: *Flame retardant textil materials limiting fire hazard in historic buildings*. In COST Action C17. Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings. Conference Proceedings. Historic Scotland. Edinburgh: 2008, Part 4, s. 162. ISBN: 978 1 904966 61 6

4. POŽÁRNÍ OCHRANA BUDOV MUZEÍ A SBÍREK

Požární ochrana představuje systematický přístup k ochraně lidí a budov (včetně jejich obsahu), při němž se využívají pasivní a aktivní systémy – obr. 4.1.1. ¹ Pasivní systémy požární ochrany zahrnují součásti budovy nebo jejího vybavení, které jsou schopné omezit požár a rozšíření jeho zplodin na jednu část budovy. Cílem je minimalizovat škody způsobené požárem a umožnit přítomným lidem, aby včas opustili budovu do bezpečí.

Aktivní požární systémy zahrnují opatření, která působí až za situace, kdy požár již vypukl. Patří k nim především systémy detekce požáru a hasicí systémy.

Toto rozdělení na „pasivní“ a „aktivní“ opatření může být někdy matoucí. Kupř. požární dveře jsou vybaveny zavíracím mechanismem, který je ovládán signálem ústředny elektrické požární signalizace, jsou pokládány za prvek pasivní ochrany, protože jejich hlavním úkolem je uzavření prostoru a zamezení dalšího šíření požáru. Stejně jsou za prvky pasivní ochrany pokládány různé uzávěry potrubí, které se zavírají automaticky na příkaz zmíněné ústředny.

4.1 SYTÉMY PASIVNÍ POŽÁRNÍ OCHRANY *

Opatření pasivní požární ochrany jsou základním prvkem požární ochrany historických budov. ^{2, 3, 4, 5, 6} Aplikace těchto opatření je většinou relativně jednoduchým a i finančně přijatelným řešením. Jak již bylo řečeno v kap. 2 STRATEGIE POŽÁRNÍ OCHRANY, potencionální závažnost již vzniklého požáru ovlivňuje typ stavební konstrukce, počet a umístění požárních stěn, množství spalitelných látek skladovaných v prostoru, pořádek v prostorech budovy atp. Úpravou nebo změnou zmíněných parametrů může být výrazně zlepšena požární ochrana budovy a jejich sbírek, a to za vynaložení daleko nižších finančních nákladů, než vyžaduje budování aktivních systémů požární ochrany. V každém případě by opatření pasivní požární ochrany měla být výchozím bodem úvah o zlepšení požární ochrany muzejních objektů, především malých muzeí, která většinou nemají významné finanční prostředky.

Budovy, ve kterých jsou umístěna muzea, byly buď od počátku projektovány a stavěny pro muzejní účely nebo k umístění muzejních sbírek byly použity budovy, které byly původně stavěny a používány pro jiné účely a později byly upraveny pro potřeby muzeí. Je často nesnadné zavést účinnou požární ochranu do budovy, která nebyla projektována jako muzeum. Budova, která má být upravena pro nové použití, nemusí vždy splňovat požadavky na požárně

*Literatura ke kap. 4.1 je na str. 51. Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 4.1.XY.

odolnou stavbu, ve které stavební prvky, včetně stěn, příček, stropů, podlah a střeš mají být z nespalitelného, případně omezeně spalitelných materiálů.

4.1.1. BUDOVY NAVRŽENÉ A POSTAVENÉ PRO MUZEJNÍ ÚČELY

Budovy muzeí, které jsou speciálně navrženy a postaveny pro muzejní účely, jsou nejlépe schopné spojit požadavky na běžný provoz muzeí a požadavky na požární ochranu.

Projekty takových budov většinou rozdělují budovy na funkční zóny. Toto rozdělení umožňuje architektům a stavebním inženýrům navrhnout v budově různá protipožární zařízení. Projekt odděluje depozitáře muzejních materiálů od ostatních částí budovy. Umožňuje dále rozdělit budovu na **požární úseky**. Požárním úsekem se rozumí prostor, který je stavebně rozdělen od ostatních prostor budov tak, že vzniklý požár se z tohoto prostoru v daném časovém úseku nerozšíří do ostatních částí budovy nebo naopak do něj ze zbytku budovy nepronikne. Platí základní pravidlo pro stanovení velikosti požárního úseku, dle kterého čím obtížnější je uskutečnění evakuace osazenstva a předpokládaný zásah hasičů, tím menší by měl být požární úsek. Pro muzea, knihovny a archivy jsou navrhovány požární úseky o ploše 1500 m². Stěny a podlahy místností musí být požárně odolné. Materiály, které jsou použity k jejich stavbě, by měly mít minimálně dvouhodinovou požární odolnost. Projekt nové budovy umožňuje navrhnout nezbytnou minimální odolnost stavebních prvků vůči požáru, proti proudům vody z hasičských proudnic a konečně i volbu kvality materiálů a řemeslného zpracování. Stěny musí mít dostatečnou pevnost, aby vydržely dopad hroučících se stavebních prvků, v budově umístěných strojů a dalšího vybavení budovy. Rozdělení budovy na funkční zóny umožňuje omezení pohybu návštěvníků v budově.

Dosud byly uvažovány horizontální požární úseky. Význam má i vertikální ohraničení požárních úseků. Důvodem je skutečnost, že požár se především v jeho počáteční fázi šíří vertikálním směrem. Jednotlivá poschodí historických budov muzeí jsou propojena schodišti a mimo to vyšší poschodí jsou vybavena galeriemi. Tuto skutečnost je nezbytné vzít v úvahu při návrhu velikosti požárního úseku. Jejich velikost ovlivní i plánovaná aktivní ochrana budovy proti požáru, např. sprinklery.

Je vhodné, aby místnosti muzea, především depozitářů, byly vybaveny **požárně odolnými dveřmi**. Dveře musí být samouzavírací, což ale většinou činí potíže při provozu. Z toho důvodu je vhodné tyto dveře vybavit přidržovacím zařízením, které zajišťuje jejich trvalé otevření. Přidržovací zařízení jsou ovládána ústřednou EPS a v případě požáru dveře uvolní a zajistí jejich zavření, čímž zabrání šíření požáru a kouře – viz kap. 4.2.1.3 POPLAŠNÁ A POMOCNÁ ZAŘÍZENÍ. Když jsou (především z finančních důvodů)

k zajištění dveří používány pevné západky, případně klíny, vzniká nebezpečí, že dveře při požáru zůstanou otevřené.

Projektanti musí rovněž dbát na zajištění **únikových a záchranných cest** z různých prostor budovy pro návštěvníky a pro personál. Počet a typ cest je určen příslušnými stavebními předpisy. Požadavky jsou většinou závislé na velikosti místa, které má být evakuováno, na počtu osob, které se nacházejí v prostoru, na typu hasícího systému použitého v budově, na typu stavebního materiálu atp. Únikové a záchranné cesty musí zajistit při ohrožení bezpečný odchod přítomných osob z budovy.

Někdy evakuační předpisy vyžadují, aby každá zóna v budově, kde se shromažďuje významný počet osob, byla vybavena dvěma evakuačními cestami a dvěma východy. Umístění východů musí zajistit, aby se evakuační cesty navzájem nekřížily. Místnosti a chodby musí být dostatečně široké (minimálně 1,1 m) a přímé, což umožňuje evakuačnímu personálu mít přehled o evakuaci a požárníkům usnadňuje dosažení místa požáru. Požadavek na východy s nezávislými evakuačními cestami pomáhá architektům stanovit velikost a umístění budov. I když návštěvnost se často mění v závislosti na ročním období, na výstavách a na jiných speciálních událostech, při plánování kapacity východů by měl být uvažován maximální počet lidí, který je možno očekávat v budově v daném čase. Pro evakuační cesty sloužící chodby nesmí být zaplňovány zbytečnými hořlavými předměty, jako jsou skříně s méně významnými dokumenty, zásobami papíru atp. Nesmí být na nich umístěny xerox-kopírky. Tyto přístroje zužují chodby a omezují tak průchodnost chodby a mimo to zásoby papíru zvyšují riziko požáru. Kopírky musí být umístěny do samostatné místnosti, která je vybavena požárně odolnými dveřmi.

Požadavky na stavební prvky v budovách muzeí jsou stanoveny příslušnými stavebními a požárními normami a předpisy. Při jejich aplikaci při posuzování požárního zatížení muzejních objektů je nezbytné uvažovat i dodatečná rizika vzniklá laboratořemi a ostatními servisními pracovišti umístěnými v muzeích. Hodnocení rychlosti rozšíření požáru a rozsah poškození by měly být přímo vztaženy k celkovému množství spalitelných látek. Do úvahy ne nezbytné zahrnout výběr interiérových závěrečných úprav a nábytku. Neměly by být používány vysoce hořlavé povrchové úpravy stěn a stropů. Požární předpisy obvykle specifikují minimální požadavky na požární odolnost materiálů interiérových úprav.

Budovy vybavené systémy **klimatizace vzduchu** mají potrubí, která procházejí požárními stěnami uvnitř budovy. Každý průnik požární stěnou či stropem zvyšuje možnost rozšíření ohně vzniklým otvorem. Potrubí musí být zhotovena z nehořlavých, dobře tepelně izolujících materiálů. V místech, kde potrubí procházejí požárními stěnami nebo odolnými

stropními nebo podlažními panely, je vhodné udělat otvory co nejmenší a potrubí opatřit požární ochranou manžetou nebo požární ucpávkou. Potrubí musí být vybavena automatickými požárními klapkami. Měla by být udržována čistá, aby se zabránilo usazování prachu, který by mohl podpořit šíření ohně.

Obdobným způsobem je nutné řešit průchody kabelů stěnami. K utěsnění se používají požární přepážky nebo požární ucpávky.

Budova musí mít samostatný systém **odvodu kouře a tepla**, který je nezávislým na hlavním klimatizačním systému. Kouř často poškozují muzejní materiály více než samotný požár. Poškození je závislé na objemu kouře a na jeho složení – viz kap. 3.2 KOUŘ. Jestliže v depozitáři nejsou okna či jiné otvory (komíny, světlíky atp.), které umožňují přirozené větrání, předpisy vyžadují, aby místnosti byly vybaveny účinným zařízením pro odvod kouře a tepla. Toto zařízení musí být vybaveno dálkově ovládanými klapkami. Kouřovody a je obklopující součásti stavby musí být navrženy tak, aby byly odolné nejméně jednu hodinu proti požáru. Účinné odstraňování kouře umožňuje i hasičům reagovat na vzniklou požární situaci rychleji a účinněji.

Složitější je odstraňování kouře z víceposchodových budov. Systémy odstraňování kouře musí odčerpat kouř ze schodišť, která jsou používána k evakuaci personálu a návštěvníků z budovy a z chodeb. Musí pracovat i během požáru, tedy v době, kdy ostatní zařízení jsou vypnuta. Dobře uzavřená schodiště vybavena protipožárními a zároveň protikouřovými dveřmi brání rozšíření ohně a tepla z jednoho poschodí do druhého. Šachty osobních a nákladních výtahů a všechny ostatní vertikální otvory ve stropěch stavby musí být rovněž chráněny. Systémy pracující se vzduchem (ventilace, vytápění a chlazení) musí být stavěny a vybaveny tak, aby jejich potrubí neumožňovala průchod kouře, tepla a ohně z jednoho prostoru do druhého a z jednoho poschodí budovy do druhého.

Moderní projekty také oddělují laboratoře restaurování, prevence a kopírování od depozitářů a od prostoru, kde se normálně vyskytují návštěvníci. Riziko požáru je větší v laboratořích, což vyplývá z podstaty práce, která se zde provádí. Z toho důvodu jsou nejen fyzicky odděleny, ale mají oddělený ventilační systém a mají mít explozi odolné skladovací kontejnery (skříně) pro různé chemikálie používané v laboratoři. Ve většině zemí se vyvinuly předpisy omezující množství výbušných a hořlavých chemikálií, které mohou být skladovány na jednom místě a specifikující jakým způsobem mají být chemikálie uloženy. Prostory laboratoří musí mít požární stěny schopné odolat požáru, který zde může vzniknout a zabránit jeho rozšíření do ostatních částí budovy. Z praktického hlediska je rozumné rozdělit laboratorní

úsek na několik menších místností. Vyšší počet laboratorních místností poskytuje větší možnost omezit požár na jeden prostor a tak omezit škody. Je vhodné umístit tyto místnosti do přízemí budovy, což v případě požáru usnadňuje evakuaci osazenstva a hasičů.

Při stavbách nových knihoven a archivů a při jejich zásadní rekonstrukci se uplatňuje **kompaktní skladování**. Tato poměrně nová technologie uložení knihovních fondů a archivních materiálů používá regály uložené na podvozky, které se pohybují po kolejničkách – viz obr. 4.2.2.30, obr. 4.2.2.54 a obr. 4.2.2.57. Pro několik regálových jednotek je k dispozici jedna ulička, a když je nutné získat přístup k určitému regálu, je s regály pohybováno ručně nebo motoricky tak, aby vznikla ulička vedle požadovaného regálu. Je bezpečnější používat ruční ovládání kompaktních regálů. Snižuje se tím riziko vyřazení motorického ovládání regálů – obr. 4.2.2.30 –, jehož příčinou může být poškození elektrické instalace během požáru, nebo i centrální vypnutí proudu. Při volbě této skladovací technologie je nutno počítat s větším místním zatížením stropů.

Požár vzniklý v kompaktních regálech většinou bývá obtížně zvládnutelný. Mimo to většinou vyvolává vysoké požární zatížení, což může způsobit zhroucení stavby. Proto v depozitářích, kde jsou používány kompaktní regály, by měly být instalovány sprinklery nebo SHZ na bázi vodní mlhy – viz kap. 4.2.2.1.2.3 *Použití sprinklerů při požární ochraně kulturního dědictví* a kap. 4.2.2.1.2.9 *Použití systémů vodní mlhy při požární ochraně kulturního dědictví*.

Ve velkých depozitářích systém uložených regálů může být součástí striktury budovy knihovny nebo archivu. Vlastní budova tvoří pouze vnější plášť depozitáře. Kovové regály jsou samonosné a procházejí několika podlažimi budovy. Podlaží depozitářů jsou ve skutečnosti plošiny, které vytvářejí chodníky mezi jednotlivými depozitáři. To vede k vytvoření úzkých štěrbinových otvorů mezi depozitáři a chodníky, které umožňují rychlý, nerušený průtok vzduchu, tepla, kouře a plamenů.

Depozitáře tohoto typu proto vyžadují instalaci náročných systémů požární ochrany a to na bázi sprinklerů, vodní mlhy nebo inertních plynů.

Horizontální a vertikální transportní systémy v knihovnách a archivech by měly mít svůj samostatný systém požární ochrany. Vertikální transportní systémy, které zahrnují výtahy, kladkostroje, nákladní páternostery atp., jsou umístěny v budově ve speciálně stavěných šachtách. Úkolem požární technologie je zajistit, aby spaliny vytvořené během požáru se nedostaly do šachty. To je dosaženo vytvořením přetlaku vzduchu ve výtahové šachtě a instalováním přepážek z nespalitelného materiálu na úrovni každého poschodí. Stěny šachet

výtahů by měly být zhotoveny z nehořlavých materiálů. Horizontální dopravníky musí být opatřeny ochrannými zařízeními – klapkami – při průchodu požárními stěnami.

Velké archivy nebo knihovny používají horizontální nebo vertikální dopravníkové systémy, které umožňují transport materiálů z jedné části budovy do druhé. Tyto systémy procházejí požárními stěnami nebo stropními a podlažními panely a musí být opět chráněny automatickými ohnivzdornými uzávěrami, které zabrání průniku ohně a kouře.

Některé projekty archivních depozitářů zahrnují výstavbu tobogánů, kterými mohou být při požáru rychle evakuovány dokumenty a knihy. V každém poschodí by měl být poklop, který umožňuje přístup na tobogán a evakuaci materiálů z jednotlivých poschodí. Konec tobogánu musí být snadno přístupný pro personál a nákladní vozy tak, aby materiál mohl být naložen a odvezen do bezpečí. Je-li evakuace materiálů součástí plánu požární ochrany archivu, jsou tobogany významným prvkem projektu vzhledem k tomu, že výtahy jsou při požáru vypínány a schodiště jsou především používána pro evakuaci personálu a návštěvníků a pro pohyb hasičů.

4.1.2 HISTORICKÉ BUDOVY UPRAVENÉ PRO MUZEJNÍ POTŘEBY

Adaptace existujících, často historických budov pro potřebu muzea není snadný problém a je často jediným řešením snahy pracovníků muzea získat pro své muzeum. Když je zvažováno toto řešení, měla by být věnována velká pozornost rozboru, zda je možné vůbec budovu pro nové použití adaptovat. Je většinou nemožné z památkových důvodů měnit v historických budovách vnitřní uspořádání, měnit dveře, povrchové úpravy atp. Je někdy obtížné nebo nemožné stanovit nosnost podlah, jaký materiál byl použit při stavbě budovy, požární odolnost příček atp.

Je-li stav budovy pro muzeum vyhovující, musí být analyzovány základní prvky její požární bezpečnosti. Analýzy musí zahrnovat materiály stěn a jejich tloušťky, materiály stropních a podlahových panelů a jejich tloušťky, materiály oken, dveří a dalších stavebních prvků použitých v budově.

Rozdělení budovy na požární úseky je jednodušším a finančně méně náročným způsobem jak omezit šíření požáru a tak snížit i ohrožení přítomných osob a poškození budovy. Toto rozdělení na co nejmenší místnosti je ale většinou nepřijatelné z hlediska zachování historického charakteru budovy. Dříve než je rozhodnuto postupovat tímto způsobem, je nutno zvážit, zda není jiné, vzhled stavby méně narušující, řešení.

Pokud bude rozhodnuto přistoupit ke stavbě požárních příček, je nutno zvážit, jakou mají mít požární odolnost. Jejich stabilita musí být zaručena tím, že jsou postaveny na pevných

a požárně odolných základech, např. stávajících zdech. Požární příčky je nutno přizpůsobit původnímu prostředí. Jako například je možno uvést použití požárně odolného skla v historické budově knihovny – obr. 4.1.2.⁷

Při stavbě požárních příček je nutno zvážit, do jaké míry jeho přítomnost ovlivní pohyb vzduchu v budově. Potlačení přirozeného větrání stavbou příček, případně uzavřením původních větracích otvorů, může být významně sníženo proudění vzduchu a zvýšená jeho relativní vlhkost. To vytváří podmínky pro růst hub a plísní.

V historických budovách byly často používány dřevěné stavební prvky a mnohdy vyřezávané a malované vnitřní úpravy ze dřeva. Tyto prvky by měly být ošetřeny protipožárními prostředky. Důležité je i protipožární ošetření dřevěných trámů, které byly používány jako konstrukční prvky starých budov, protipožárními nátěry. V Norsku, jak již bylo řečeno, je ošetření dřeva historických objektů protipožárními prostředky zakázáno, neboť se předpokládá, že tyto prostředky mohou nevratně poškodit povrch dřeva.

Proto v některých případech je povolena technologie, kdy dřevěné sloupy nebo stropy, především na únikových cestách, jsou chráněny požárně odolnými kalcium silikátovými deskami – obr. 4.1.3 a obr. 4.1.4. Tento způsob ochrany byl zvolen při požární ochraně ocelových sloupů rekonstruovaného divadla „Theatro comunale di Piccinni“ v Bari.⁸ Je účelné, aby místnosti muzea v historické budově, pokud je to z památkářského hlediska přijatelné, byly vybaveny **požárně odolnými dveřmi** se samouzavíracími a přidržovacími zařízeními – obr. 4.1.5 – viz kap. 4.2.1.3 POPLAŠNÁ A POMOCNÁ ZAŘÍZENÍ.

Požární odolnost nově vložených požárních příček, požárních dveří a uzávěrů musí být ověřena příslušnými požárními testy.

Z hlediska šíření požáru jsou nebezpečné požárně málo odolné poklopy ve stropě – obr. 4.1.6.

Špatný stav **komínů** je rovněž častým zdrojem požárů – obr. 4.1.7. Proto je nutné komíny udržovat v dobrém stavu a pravidelně je vymetat. Kamna, pokud jsou používána, musí být pravidelně kontrolována. Používané krbů musí být opatřeny bezpečnostními sítěmi, které brání vypadnutí žhavých uhlíků. V blízkosti krbů a kamen nesmí být ukládány hořlavé materiály. Kuchyně, kotelny a podobná zařízení musí být vždy vybaveny přenosnými hasicími přístroji.

Vážné požární nebezpečí představuje **elektrický rozvodný systém, osvětlená a elektrické přístroje**. Průniky elektrických kabelů stěnami a stropy představují významné usnadnění šíření požáru a kouře – obr. 4.1.8. Je nezbytné, aby tyto průchody byly utěsněny na svém obvodu tak, aby v případě požáru bylo zabráněno průchodu kouře a plamenů. Stejně vážné nebezpečí představuje používání různých amatérsky upravených zásuvek – obr. 4.1.9. Rovněž by neměly být používány prodlužovací kabely.

Elektrické instalace jsou příčinou vzniku požárů asi v 25 % případů. V historických budovách je dosud často používáno staré vedení, mnohdy s hliníkovými dráty, které představuje jedno z nejvýznamnějších a nejčastějších nebezpečí vzniku požáru. Tak tomu bylo i při požáru Knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru v roce 2004, kdy zkorodované svěrky spojující hliníkové a měděné dráty vyvolaly doutnavý požár. Rekonstrukce elektrického rozvodného systému musí být provedena dle platné normy. Pro historické budovy muzeí je doporučováno zakryté vedení. Vedení musí být uzemněno a chráněno proti zkratu předepsanými pojistkami. ZA optimální se v současné době pokládá řešení, kdy elektrický rozvod je vybaven proudovým chráničem s reziduálním proudem < 100 mA, nebo chráničem vedení proti poškození obloukem (Arc-fault circuit interrupter – AFCI). Tyto chrániče významně omezují možnost vzniku požáru zkratem ve vedení a obloukem v zásuvkách.

Z tohoto důvodu musí být elektrická instalace pravidelně kontrolována a poškozené části musí být bezprostředně nahrazeny. Kontrola elektrické instalace může být prováděna infračervenou kamerou, s jejíž pomocí mohou být odhalena místa, kde vzniká mimořádné teplo – viz kap. 4.2.1.1.7.3 *termovizní kamery*. Jestliže budova není pravidelně používána, měl by být elektrický proud vypínán kdykoliv je to možné. Je důležité, aby elektrická instalace měla nezbytnou přepěťovou ochranu proti blesku. Tato ochrana je zvláště významná, když na rozvod je napojen systém detekce požáru a ústředna SHZ.

Pro elektrická vedení umístěná ve vlhkých místnostech, jsou jako konzervační a restaurátorské laboratoře, digestoře, kopírovací laboratoře, kde probíhají vyvolávací procesy a v dalších specializovaných laboratořích, existují speciální normy.

Váženým zdrojem požáru jsou různá elektrická zařízení, jako jsou vařiče, varné konvice, přímotopy atp. Tato zařízení musí být umístěna tak, aby jejich selhání nevyvolalo požár. Pokud nejsou používána, musí být vypnuta.

Osvětlení je vždy potencionálním požárním rizikem muzejní prostory – obr. 4.1.10. V místnostech depozitáře by mělo pevně instalované osvětlení poskytovat dostatečnou intenzitu osvětlení na takové úrovni, aby nebylo nutno používat dočasná osvětlovadla. Osvětlovadla by měla být parotěsná a odolná proti výbuchu a měla by být ovládána vypínači umístěnými mimo místnost depozitáře. Osvětlovací tělesa by měla být umístěna ve vzdálenosti nejméně 0,5 m od dokumentů. Nouzové osvětlení musí být vybaveno vlastním zdrojem proudu.

Důležitou součástí ochrany budovy muzea proti požáru jsou **bleskosvody**. Je nezbytné, aby bleskosvod byl bezpečně uzemněn a aby všechny tři součásti bleskosvodu, tj. jímací vedení, svod a uzemnění, byly pravidelně kontrolovány a udržovány. Svody bleskosvodu je možno umístit tak, aby co nejméně narušovaly vzhled budovy. ⁹

Blesk je často příčinou požáru kostelů v Norsku. Standardní instalace hromosvodů příliš zasahovaly do stavby historických budov, a proto Ředitelství kulturního dědictví v Norsku vyvinulo metodu, která umožňuje připevnění externích bleskosvodů bez narušení vzhledu budovy. Metoda je založena na principu Faradayovy klece. Pro její konstrukci byly vybrány měděné dráty a svody byly uchyceny speciálně navrženými, málo viditelnými měděnými drážky, které byly připevněny přímo na povrch budovy – obr. 4.1.11.¹⁰

Sbírkové předměty v depozitářích (především listinné materiály) je vhodné uložit do uzavřených skříní a schránek. Toto opatření chrání předměty nejen před ohněm, ale omezuje i případný průnik hasící vody k nim.

Místnosti, v kterých jsou uloženy mimořádně cenné knihovní a archivní fondy, **trezorové místnosti**, musí být zvláště chráněny nejen proti nepovolaným návštěvníkům, ale i proti požáru. Pro tyto místnosti platí obdobné požadavky jako pro místnosti počítačů – viz dále –, při čemž je zdůrazněn požadavek na ochranu materiálů před proniknutím hasící vody. Doporučuje se, aby místnosti byly vybaveny na ochranu proti vodě a kouři dokonale těsníci dveřmi, aby vstupy měly dostatečně vysoké prahy, aby v místnosti byly jímky, kam by stekla případně stekla hasící voda. Tyto jímky by měly být vybaveny čerpadly, kterými by bylo možné tuto vodu odstranit. Materiály by měly být uloženy na regálech, v dostatečné vzdálenosti od země.

Základní vybavení místnosti depozitářů jsou většinou pevné **regály**. Tyto regály by neměly být umístěny u vnějších zdí a mezi zdí a regály by měla být ponechána malá mezera, která by umožnila cirkulaci vzduchu. Minimální vzdálenost uloženého materiálu od podlahy by měla být 150 mm. Mají být používány pouze kovové regály, ale v praxi jsou používány i dřevěné. Tyto regály zjevně vytvářejí stále nebezpečí požáru v depozitářích muzeí. Z kap. 3.3.1 Dřevo ale vyplývá, že když jsou použity k uložení materiálů robustní dřevěné regály, tyto zůstanou stabilní až do doby než jsou spotřebovány ohněm. Kovové police se naopak mohou zhroutit již při teplotách kolem 500 °C, což je teplota, která může být při požáru dosažena během několika minut – viz kap. 3.3 POŽÁRNÍ ODOLNOST MATERIÁLŮ HISTORICKÝCH BUDOV.

Zkušenosti získané vyhodnocením proběhlých požárů ukázaly, že poškození sbírek je závislé na způsobu jejich uložení. Např. dokumenty těsně uložené v otevřených regálech byly méně poškozené jak požárem, tak hasící vodou, než dokumenty uložené volněji. Těsné uložení bránilo přístupu kyslíku a poškození bylo omezeno na zuhelnatění krajů dokumentů.

Na **místnosti počítačů** jsou kladeny vyšší projekční a stavební požadavky. Podlahy a stěny musí být z nehořlavých materiálů a musí být stavěny za použití technik odolných proti ohni. Tradičně splňuje tyto požadavky železobeton. K izolaci počítačových ústředí jsou používány požární stěny. Ústředny jsou většinou stavěny tak, že prostory jsou vodotěsné, čímž se zabraňuje poškození počítačů vodou použitou při hašení požáru v jiných částech budovy. Kvalitní tepelná izolace místností zajišťuje, že teplota během požáru v nich nestoupne o více než o 50 °C nad teplotu na počátku požáru. Potrubí klimatizace vzduchu, používaná v počítačových ústřednách, musí být zhotovena z ohnivzdorných materiálů.

Kanceláře a studovny jsou většinou umístěny tak, že jsou odděleny od depozitářů, laboratoří, prostor technických služeb a ostatních prostor. Jsou lokalizovány do pásma chráněného požárními stěnami a dveřmi. Musí být vymezeny požární východy a únikové cesty. Architektonickým řešením chodeb a průchodů je ovlivněna evakuace velkého množství lidí. Proto je třeba zajistit, aby únikové cesty byly dostatečně široké a nebyly omezeny např. nábytkem. Nábytek vybraný pro místnosti studoven by měl vyhovovat požadavkům požární bezpečnosti. Potahy by měly být zhotoveny z materiálů chráněného retardéry hoření a materiál použitý na židle by měl odpovídat požárním předpisům. Stejně by měly být chráněny retardéry hoření záclony a závěsy.

Nejnebezpečnější částí vybavení muzeí z hlediska možných požárních rizik jsou **laboratoře, místnosti technického servisu a laboratorní skladby**. Významné požární riziko představují truhlářské dílny, dílny elektrikářské a instalatérské údržby a dále prostory, kde jsou umístěny boilers a kotelny ústředního vytápění. Pro tyto prostory platí běžné vyhlášky a normy ochrany proti požáru, ale pro určité části vybavení mohou platit speciální požadavky.

Uspořádání zařízení a nábytku v laboratořích musí brát v úvahu evakuaci personálu. Mimo to se musí zajistit, aby byl dostatečný prostor kolem místa, kde personál pracuje s potencionálně hořlavými materiály, čímž se zabrání nehodám.

V laboratořích jsou významné vhodné skladovací skříně. Mnohé chemikálie používané v laboratořích jsou hořlavé a některé výbušné. Tyto chemikálie musí být skladovány ve speciálních, explozi odolných, skladovacích skříních. Množství chemikálií skladovaných společně ve skladovací skříně nesmí překročit určité množství. Chemikálie, přicházejí se specifickými návody, které musí být přísně dodržovány. Jako v jiných částech muzejní budovy, i v laboratořích musí být umístěny individuální přenosné hasicí přístroje – viz 4.2.3 PŘESNÉ A POJÍZDNÉ HASICÍ PŘÍSTROJE. Použití v laboratoři může vyžadovat jiné druhy hasicích přístrojů, než se používají všeobecně v budově.

Mnohé požáry vznikly při činnosti **externích firem** pracujících v budově muzea. Tyto firmy, které provádějí opravy nebo rekonstrukce objektu, často používají technologie, které mohou být příčinou požáru. Nebezpečné je např. používání lahví s propan butanem. Obdobně rizikové je použití lepidel, která obsahují organická rozpouštědla, při lepení podlahovin. „Horké“ práce (svařování, letování, řezání, rozbrušování, odstraňování starých nátěrů apod.) by se neměly běžně provádět v historických budovách. Pokud je provedení těchto prací nezbytné, měly by být uskutečněny pracovníky, kteří byli speciálně vyškolení. Jak se ukázalo při rozboru příčin požáru zámku Windsor v roce 1992, požár iniciovala infračervená lampa, kterou používali při své práci restaurátoři. Dodavatelé a pracovníci, kteří provádějí práce v budově, by měli dostat náležitě instrukce o požární bezpečnosti a podepsat dohodu, která je činí jasně zodpovědnými za případné škody způsobené požárem.

Švédská rada pro národní dědictví také zpracovala protipožární instrukce během oprav historických budov. Vycházela ze skutečnosti, že když je budova přeměněna na staveniště, riziko požáru vzrůstá 30krát. Požární bezpečnostní systémy většinou nejsou při stavebních pracích aktivní a požární riziko stoupá zvláště tam, kde se na budově provádějí „horké“ práce. Z tohoto důvodu se pokusila vypracovat metody, jak učinit tato místa bezpečnější.

Opatření, která mohou být použita:

- Při provádění rizikových prací rozdělit objekt na požární oddělení provizorními požárními příčkami.
- Výhodné je použít přenosný požární poplašný systém nazvaný MADAMM. Jedná se o nasávací systém a jeho pracovní dosah je 50 m. Měl by být zapojen pouze v době, kdy se v místě nepracuje, jako v noci a o víkendu, kdy detekci nezkrusuje prach –obr. 4.1.12.
- Všichni pracovníci externích firem jsou od počátku instruováni a cvičeni, aby při práci zvažovali bezpečnostní rizika.

Významné požární ohrožení pro muzea představují **restaurace či prodejní stánky**, kde připravují teplá jídla. Obdobně je nutno počítat se zvýšeným rizikem v případě, kdy v budově muzea jsou **ubytovací prostory**.

V závěru této kapitoly je nutno zdůraznit, že nejučinnější, ale zároveň nejlevnější metodou, jak zabránit vzniku požáru, je pečlivé **udržování pořádku** ve všech prostorech muzea. To se týká především půdních prostor, kam nesmějí být odkládány hořlavé předměty.

Nepořádek v půdním prostoru, který je znázorněn na obr. 4.1.13., představuje vážné požární nebezpečí.

4.1.3. LITERATURA

- ¹ KIDD, S. *Fire Safety Management in Heritage Buildings*. TAN 28 (Technical Advice Note), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland 2005.
- ² SHEPILOVA, I. G.: *Main principles of fire Protection in libraries and archives: A RAMP study*. UNISIST and UNESCO, Paris:1992. URL <http://unesco.org/webworld/ramp/html/r9214e/r9214e01.htm> [cit. 2009-12-07].
- ³ KIDD, S. *Fire Safety Management in Heritage Buildings*. TAN 22 (Technical Advice Notes), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland 2001.
- ⁴ KIDD, S. *Fire Safety Management in Heritage Buildings*. TAN 28 (Technical Advice Notes), Technical Conservation, Restoration Education Group, Historic Scotland, Edinburgh, Scotland 2005.
- ⁵ KIDD, S. *Heritage Under Fire. A guide to the Protection of historic buildings*. Fire Protection Association. Second edition. London: 1995. ISBN 0 902167 90-1. URL http://www.heritagefire.net/heritage_fire_wg_papers/wg1/app03.pdf [cit. 2009-12-07]
- ⁶ Kupilík, V.: *Stavební konstrukce z hlediska požární ochrany*. GRADA, Praha: 2006. ISBN 80-247-1329-2.
- ⁷ KEJKLÍČEK, O.: *Pasivní požární ochrana historických staveb*. In Sborník z diskuzního semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně. Brno: 12. - 13. Května 2009.
- ⁸ BUKOWSKI, R. W. – NUZZOLESE, V. – BINDO, M.: *Performance-Based Fire Protection of Historical Structures*. URL <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire01/PDF/f01109.pdf> [cit. 2009-12-07].
- ⁹ DONLON, T.: *Lightning Protection for Historic Buildings*. Cathedral Communications Limited 2005. URL <http://www.buildingsconversation.com> [cit. 2009-12-07]
- ¹⁰ JOKINEN, M. – LAURILA, A. – LINNANMÄKI, S. – KARLSEN, E. – SØRMOEN, O. – ALEXANDERSSON, K. – ERENMALM, T. – LINDKVIST, S.: *Can we learn from the heritage lost in fire?* National Board of Antiquities, Department of Monuments and Sites, publication no. 26, Helsinki, Finland 2004. URL <http://www.nba.fi/tiedostot/b9cb571f.pdf> [cit. 2009-12-27]

4.2 SYSTÉMY AKTIVNÍ POŽÁRNÍ OCHRANY

4.2.1 PROSTŘEDKY DETEKCE POŽÁRU, ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE A POPLAŠNÁ ZAŘÍZENÍ*†

Elektrická požární signalizace (EPS) je základním zařízením požární bezpečnosti v historických budovách.‡ Při jejím použití je nezbytné řešit některé problémy spojené s detektory a kabely, na které jsou kabely připojeny.

Instalace EPS může způsobit:¹

- Nevratné poškození interiéru budovy a její výzdoby.
- Estetické narušení citlivého historického prostředí.
- Renovace, údržba a demontáž EPS způsobují poškození interiéru budovy a výzdoby.
- Některé typy detektorů neodpovídají na požár dostatečně rychle.
- Nadměrné potíže s poplachy; optické detektory kouře jsou citlivé např. na prach. Pavučiny. Je vhodné použít multisenzorové detektory.
- Kabelové instalace zvyšují riziko požáru vyvolaného vlivem blesku.
- EPS může být nevhodná z hlediska ceny účinnosti.

4.2.1.1 DETEKCE POŽÁRU

V současné době jsou k dispozici různé druhy **detektorů (hlásičů) ohně**, které jsou vhodné pro objekty kulturního dědictví.

Náročnější detektory požáru použitelné v historických budovách jsou následující:²,³,⁴,⁵

- 1 – Tlačítkové hlásiče
- 2 – Bodové detektory teploty
- 3 – Liniové detektory teploty
- 4 – Bodové detektory kouře
- 5 – Nasávací (vzorkující) detektory kouře
- 6 – Lineární (paprskové) optické detektory kouře
- 7 – Optické detektory plamene (sledují radiaci plamene)
- 8 – Detektory viditelného obrazu kouře (VSD)
- 9 – Detektory tepelného obrazu ohně – termovize (sledují tepelnou radiaci)

*Tato kapitola vznikla za významné podpory GŘ HZS, odboru prevence

†Literatura ke kap. 4.2.1 je na str. 84. Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 4.2.1.XY.

‡ČSN 34 2710 je možné místo zkratky EPS (elektrická požární signalizace) používat zkratku evropskými normami FDAS (Fire Detection and Alarm System – Požární detekční a požární poplachový systém a zařízení). Český ekvivalent zkratky FDAS je pak PDPPS.

4.2.1.1.1 Tlačítkové hlásiče

Tlačítkové hlásiče umožňují osobám, které odkryly požár, okamžitou aktivaci poplachu – obr. 4.2.1.1. Tyto hlásiče jsou umístovány na přístupech k únikovým cestám. Z toho důvodu je možno je nalézt u východových dveří chodeb nebo velkých místností. Výhodou tlačítkových hlásičů požáru je, že po objevení požáru umožňují personálu snadno identifikovatelnými prostředky aktivovat protipožární systém budovy. Požární signál v tom případě může nahrazovat varovný křik osoby. Jsou to jednoduchá zařízení, která jsou vysoce spolehlivá, když je budova obsazena personálem. Zásadním nedostatkem tlačítkových hlásičů požáru je, že jsou neúčinné, když personál a návštěvníci nejsou přítomni v budově. Mohou být také zneužity k vyvolání falešných poplachů. Nicméně jsou důležitou součástí protipožárních poplachových systémů. Většinou se kombinují s tísňovými hlásiči elektrického zabezpečovacího systému – viz dále.

4.2.1.1.2 Detektory teploty

4.2.1.1.2.1 Bodové detektory tepla

Detektory teploty jsou nejstarší typy automatických detekčních zařízení. Nejběžnější detektory teploty jsou termočlánky (termistory), které reagují na okolní teplotu. Detektory teploty se dále dělí na dvě hlavní skupiny: tepelně diferenciální detektory (rate-of-rise detectors) a s maximální prahovou teplotou (fixed treshold).

Tepelně diferenciální detektory reagují na náhlou změnu nebo vzrůst okolní teploty z normálních základních podmínek. Každý náhlý vzrůst teploty, který odpovídá nastaveným kritériím poplachu, vyvolá poplach. Běžně je poplach vyvolán, když rychlost vzrůstu teploty je 6 – 8 °C za minutu.

Detektory s maximální prahovou teplotou reagují, když teplota překročí určitou prahovou hodnotu, bez ohledu na to, jak rychle tato teplota rostla. Většinou bývá prahová teplota nastavena na hodnotu 57 °C až 74 °C.

V současné době se používají kombinované detektory, které sdružují systém maximální a diferenciální a jsou schopné vyhodnotit jak překročení maximální teploty, tak překročení růstu teploty.

Každá typ teplotního detektoru má své výhody. Na příklad, když je diferenciální detektor umístěn nad velkým zdrojem tepla (krb, kamna atp.), potom každé otevření dveří může vyvolat poplach odpovídající náhlému poklesu teploty v místnosti. Za takových podmínek je vhodnější použít detektor s maximální prahovou teplotou. V jiném případě, kdy místnost naplněná vysoce

hořlavým materiálem je chráněná detektorem s maximální prahovou teplotou, může teplota rychle hořícího požáru překročit hranici poplachu díky teplotnímu zpoždění. V takových podmínkách je vhodnější použít teplotně diferenciální detektor.

Oba popsané detektory jsou detektory bodového typu, což znamená, že jsou pravidelně v určité vzdálenosti rozmístěny podél stropu nebo výšky stěny. Výhodou těchto detektorů je, že jsou velmi spolehlivé a odolné proti vlivům prostředí. Jejich nevýhodou je, že reagují poměrně se značným zpožděním.

4.2.1.1.2.2 Liniové detektory teploty

Pro ochranu fasád dřevěných kostelů a domů, ale i dřevěných mostů se často používají liniové detektory teploty – obr. 4.2.1.2.⁶ Jejich zásadní předností je, že jsou velmi odolné proti vlivu prostředí. V technické praxi jsou používána následující řešení.

- Trubky z plastu naplněné vzduchem z kompresoru nebo tlakové láhve s tlakem 2 – 4 bar. Prasknutí trubky za zvýšené teploty požáru vyvolá pokles tlaku v potrubí, čímž je vyvolán poplach.
- Technicky náročnější řešení je založeno na známé zákonitosti, dle které se se změnou teploty mění tlak plynu.⁷ Nerezová nebo měděná trubka naplněná vzduchem je uzavřená na jednom konci elektronickým převodníkem tlaku – obr. 4.2.1.3. Zahřátí vyvolá zvýšení tlaku vzduchu v trubce, které je snímáno převodníkem tlaku a při překročení nastavené prahové hodnoty (např. při požáru) je vyhodnocovací jednotkou vyhlášen poplach. Testovací pumpou je vyvoláno v pravidelných intervalech v detekční trubce přesně definované zvýšení tlaku. Když toto zvýšení tlaku neodpovídá hodnotě snímané převodníkem tlaku, což může být způsobeno netěsností trubky nebo její deformací, aktivuje se poruchová indikace. Trubka může být dlouhá až 100 m. Vzhled detekční trubky je patrný z obr. 4.2.1.4.
- Kabely sestávají ze dvou zkroucených vodičů (ocelových drátů) opatřených samostatnou izolační vrstvou z plastu – obr. 4.2.1.5.⁸ Zkroucení drátů vyvolává přesně definované předpětí, které je stejné po celé délce kabelu. Lehce tavitelná izolační vrstva při zahřátí na určitou teplotu (68 °C, 86°C nebo 105 °C) změkne a zkroucené předpjeté dráty ji proříznou. Tím je vyvolán zkrat mezi vodiči a zároveň je dán impuls k vyhlášení poplachu. Systém umožňuje stanovení místa požáru. Délka kabelu může být dle údajů výrobce až 65 km. Vodiče jsou chráněny vnější izolací. Dle prostředí, kde budou umístěny, je možno volit opláštění z PVC, Nylonu nebo z opletení

z nerezové oceli. Tento systém byl použit při požární ochraně dřevěného krytého mostu v Haverhill-Bath v USA – obr. 4.2.1.6 a obr. 4.2.1.7⁹ a i při detekci požáru v doškové střeše – obr. 4.2.1.8.

- Dráty z tavitelných slitin. Velmi starý princip, který je založen na tom, že drát z nízkotavitelné slitiny je položen na fasádě domu ve smyčce a je trvale sledován slabý elektrický proud procházející smyčkou. Když se roztaví část drátu teplem z požáru, obvod se přeruší a je vyhlášen poplach. Tato metoda detekce požáru je velmi jednoduchá, spolehlivá byla použita při požární ochraně norských dřevěných měst.
- V poslední době se používají k detekci požárů, především v tunelech, světlovodné kabely.¹⁰ Malé optické zeslabení světla procházejícího vláknou kabelů je za běžných podmínek dáno rozptylem světla na amorfní části silikátového skla vláken. Zvýšením teploty kabelu (vláken), jimž prochází pulsní laserový paprsek, se zvyšuje vibrace mřížky skla, což zvyšuje rozptyl světla ve vláknech v místě požáru. Ztráta energie vyvolaná rozptylem světla a zpětně odražený rozptyl jsou náročným způsobem vyhodnoceny a umožňují se značnou přesností stanovit místo požáru. Metoda umožňuje např. měřit teplotní profil 4 km dlouhého kabelu s přesností ± 2 °C, při čemž místo požáru je možno stanovit s přesností 3 m. Je pochopitelné, že cena zařízení je mnohem vyšší než u dříve popsaných systémů.
- Jiné řešení liniového detektoru používá teplotně citlivý kabel, do něhož jsou v pravidelných intervalech vloženy teplotní senzory. Senzory jsou spojeny sběrníci s vyhodnocovací jednotkou, kde jsou zpracovány příslušným softwarem. I tento systém umožňuje přesné měření teploty v sledovaném prostoru a stanovení místa, kde došlo k požáru. Je rovněž finančně náročný.¹¹

Liniové detektory teploty jsou jen obtížně pozorovatelné na stěně objektu, jsou citlivé po své celé délce, velmi spolehlivé, nepřiliš nákladné a některé z nich mohou být opravené bez speciálních dílů. Jsou ale poměrně málo citlivé; jejich údržba je velmi snadná a levná. Výhodou liniových detektorů teploty, např. před bodovými detektory kouře, je jejich vysoká klimatická odolnost a odolnost vůči prachu. Tyto detektory byly navrženy jako součást požární ochrany regálů – obr. 4.2.1.9.¹²

4.2.1.1.3 Bodové detektory kouře

Konvenční bodové detektory kouře jsou používány v řadě budov a jsou nejběžnějším typem detektorů. Vyskytují se dva typy bodových detektorů kouře: **optický a ionizační**. V objektech kulturního dědictví se setkáváme především s optickým detektorem kouře.

4.2.1.1.2.1 Optické (fotoelektrické) detektory kouře

Optické (fotoelektrické) detektory kouře pracují na principu rozptylu světla malými částicemi kouře. Rozptyl je složitá interakce částic s elektromagnetickou radiací, která zahrnuje několik faktorů jako je absorpce, reflexe, refrakce, polarizace a difrakce. Součástí detektoru je optická komůrka, která obsahuje zdroj světla (infračervená LED) a čidlo – fotodiodu. Komůrka je uspořádána do tvaru šikmého písmena T – obr. 4.2.1.10. Světelný paprsek prochází horní vodorovnou příčkou písmene T. Fotodioda, která je umístěna ve spodním konci vertikální nožičky T, vytváří proud úměrný intenzitě osvětlení. Když nejsou ve vzduchu přítomny částice kouře, světlo prochází přímo bez rozptýlení a intenzita proudu vznikajícího ve fotodiodě je malá. Když je přítomný kouř, světlo se rozptyluje na kouřových částicích a jeho rozptýlená část světla směřuje dolů do vertikální části T a dopadá na fotodiodu, při čemž množství dopadajícího světla na fotodiodu je úměrné množství kouřových částic, které vstupují do optické komůrky detektoru. Když intenzita osvětlení fotodiody a tedy i intenzita proudu produkovaného fotodiodou dosáhne určené hodnoty, je vyvolán poplach.

Množství rozptýleného světla ovlivňuje několik faktorů. Mezi ně patří vlnová délka a intenzita použitého světla a úhel rozptylu. Významná je také velikost kouřových částic a jejich index lomu, tvar, reflektance a koncentrace.

Většina optických detektorů kouře používá jako zdroj světla LED (light-emitting diod), které poskytují blízké infračervené záření (NIR – vlnová délka 0,76 – 1,4 μm). Nejčastěji používané LED vhodné pro toto použití emitují neviditelné blízké IR záření, které má vlnovou délku 0,880 – 0,940 μm . Křemíkové fotodiody reagují velmi dobře na tyto vlnové délky a často slouží jako fotosenzory fotoelektrických detektorů.

Pro fotoelektrické detektory mohou být jako zdroj světla použity různé typy laserů. Laserové detektory kouře mají vyšší citlivost a jsou více odolné k rušení než LED typy.

Významné uplatnění našel laserový paprsek v detekčních jednotkách nasávacích systémů – viz dále.

Podrobněji je vnitřní uspořádání optického detektoru znázorněného na obr. 4.2.1.11 a jeho vnější vzhled je patrný na obr. 4.2.1.12. Praktické využití optického detektoru kouře v půdních prostorech státního zámku Mníšek pod Brdy je znázorněno na obr. 4.2.1.13. V současné době jsou optické detektory navrhovány tak, aby se velmi dobře přizpůsobily např. štukové výzdobě na stropě – obr. 4.2.1.14.

Běžný optický detektor musí vystupovat do prostředí, čímž je umožněn rychlý průnik vzduchu s kouřem do optické komůrky. Úplné zasunutí detektoru do stropu, jako je tomu např. u sprinklerů, není možné, neboť kouř by se dostával obtížně do optické komůrky

a se zpožděním. Optimální rychlost proudění vzduchu v jejich sousedství pro běžné optické detektory je 10 – 20 m/s, pro velmi citlivé typy pouze 1,5 m/s.¹³

Možné řešení tohoto problému je patrné z obr. 4.2.1.15.¹⁴ Jedná se o velmi tenký detektor, který zcela splývá se stropem chráněné místnosti. Jak je patrné z obr. 4.2.1.16, detektor nemá vnitřní optickou komůrku, ale LED (3) vyzařované světlo pod definovaným úhlem do otevřeného prostoru, kde je v určeném prostoru rozptýleno kouřovými částicemi (7). Odrážené světlo se vrací k fotodiodě detektoru (2) a je zaznamenána jeho intenzita, která je zpracována příslušným softwarem. Detektor vysílá poruchový signál, když je jeho optika znečištěna (6) a signál, když detektor je porouchán (5). Je vybaven rovněž senzorem pro detekci oxidu uhelnatého (4). Velmi tenký detektor se vyrábí v různých barvách a může být instalován v prostorech s vysokými estetickými nároky.

Optické detektory mohou reagovat rychleji než ionizační detektory na nízkoenergetické, pomalé, doutnající požáry. Tyto požáry většinou produkují velké kouřové částice, které jsou snadno odkryty optickými prostředky.

Citlivost optických detektorů kouře je udávána jako hladina obskuracy na délkovou jednotku, v ČR na metr. Porovnání citlivosti optických detektorů kouře umožňuje následující tab. 4.2.1.1.

Významné je, že i když je místnost naplněna kouřem mající hladinu kouře 6%/m, detektor nemusí bezprostředně reagovat. Časové zpoždění je vyvoláno tím, že kouř musí nejprve vstoupit do optické komůrky, dosáhnout v ní nastavené hladiny kouře a posléze rozptýlit detekční paprsek světla.

Tab. 4.2.1.1: *Typické hladiny rozptýlení světla (obskuracy) optických detektorů kouře.*¹⁵*

Typ detektoru	Hladina zeslabení světla
Ionizační	3% obs/m – 11% obs/m
Optický (IČ LED)	6% obs/m – 15% obs/m
Laserový	0,08% obs/m – 6,5% obs/m
Lineární optický	3% obs/m
Nasávací (VESDA)	0,005% obs/m – 20% obs/m

***Zeslabení světla (obskuracy) je jednotka, kterou se definuje citlivost detektoru kouře. Zeslabení světla je vyvoláno kouřem, který snižuje viditelnost. Čím vyšší je koncentrace kouře, tím vyšší je zeslabení světla a tím je nižší i viditelnost.**

Optické detektory kouře jsou používány k detekci kouře v potrubí klimatizačního zařízení (HVAC). Tímto systémem je možné odkrýt požár v budově, která je obsluhována klimatizační jednotkou a mimo to je možno zaznamenat i kouř vznikající požárem v klimatizační jednotce, např. filtru.¹⁶

Nevýhodou detektoru kouře je, že mohou být poměrně snadno příčinou vyhlášení falešného poplachu. Je to způsobeno tím, že detektory mohou reagovat např. na prach zviřený starým vysavačem, na prach během stavebních úprav, na pyl atp. Pokud optická komůrka není chráněna sítkou, falešný poplach mohou vyvolat např. i pavouci svými pavučinami soukanými uvnitř detektoru. Výhodou bodovým optických detektorů kouře je jejich relativně nízká cena.

Je velmi důležité chránit detektory kouře během prací, které produkují prach, kouř a aerosoly (tj. řezání dřeva, stříkání barev, sváření, pálení atp.) krytem. Aerosoly a prach se mohou shromažďovat uvnitř detektoru, čímž jej vyřazují z funkce nebo, jak bude uvedeno dále, vyvolávají falešný poplach. Je nutno zajistit, aby po ukončení uvedených prací byl kryt z detektoru sejmout a aby detekční systém byl po odchodu pracovníků z budovy zapojen a zkontrolován. Vzniká velké riziko požáru, když detektor nebo detekční systém je vypnutý přes noc, bez zajištění noční požární hlídky.

4.2.1.1.2.2 Multisenzorové detektory

Zmíněná nevýhoda snadného vyhlášení falešného poplachu bodovými optickými detektory kouře může být omezena tím, že jsou použity multisenzorové detektory, vybavené v nejjednodušším případě senzorem kouře a senzorem teploty. Toto uspořádání brání např. vyhlášení falešného požárního poplachu v restauraci, kde se fritují brambůrky. Kouř vznikající při fritování po vstupu do detektoru by přirozeně vyvolal poplach. Vzhledem k tomu, že ale nenastane významné zvýšení teploty v prostoru detektoru, teplotní senzor nehlásí poplachový stav a vyhodnocovací jednotka porovnáním obou hodnot stanoví, že nevznikla požární situace. Obdobná situace ale může nastat v truhlářských dílnách, či na obdobných pracovištích, kde jemný prach vniklý do detektoru by vyvolal poplach.

V poslední době se objevují multisenzorové detektory, které jsou schopné současně detekovat kouř, zvýšenou teplotu a oxid uhelnatý (CO) – obr. 4.2.1.17 a obr. 4.2.1.18.¹⁷ Měřením a vyhodnocením údajů jednotlivých senzorů inteligentním algoritmem se stává detektor velmi odolným vůči rušivým vlivům, které mohou být nesprávně identifikovány jediným senzorem jako skutečný požár, např. kouře. Shrnutím informací ze všech senzorů může být např. opravena pozitivní informace senzoru kouře. Kupř. jestliže detektor

zaznamená CO a kouř, je zřejmé, že se jedná o požár. Jestliže je ale detekován kouř bez CO, potom je zjevné, že se nemůže jednat o požár a proto není vyhlášen poplach. Tyto detektory jsou zvláště vhodné pro detekci doutnavého požáru, při kterém nevzniká významné množství kouře, ve větší vzdálenosti není možno ani zjistit zvýšenou teplotu, ale je možno zaznamenat vývoj CO. Je přirozené, že tyto detektory jsou podstatně dražší než běžné optické detektory.

4.2.1.1.2.3 Bezdrátové detektory kouře

Nevýhodou optických detektorů kouře je, že jsou poměrně objemné a spolu s přívodními kabely narušující vzhled interiéru budovy. Z toho důvodu se v poslední době stále více objevují na trhu bezdrátové detektory kouře,^{18,19} které jsou vhodné pro objekty s vysokou historickou hodnotou, jako kostely, sály historických paláců, knihovny, muzea, galerie atp. Bezdrátový systém detekce požáru se uplatňuje především v místech, ve kterých z konstrukčního, estetických a architektonických důvodů je nežádoucí použít bodové detektory kouře s příslušným kabelovým vedením. Příklad bezdrátového detektoru kouře je uveden an obr. 4.2.1.19. Detektor je napájen sadou alkalických baterií, které mají životnost 3 roky. Umožňuje bezdrátovou komunikaci s linkovým rozhraním. Z důvodu větší spolehlivosti mohou být tyto detektory vybaveny termistory pro detekci teploty.

Určitou nevýhodou bezdrátových detektorů je jejich poměrně vysoká cena. Jsou asi desetkrát dražší než konvenční detektory. Při úvahách o jejich použití je ovšem nezbytné zvážit nízkou cenu jejich instalace (včetně kabelů) a skutečnost, že nedojde k poškození cenného historického interiéru sekáním drážek a otvorů pro kladení kabelů. Příklad umístění bezdrátového detektoru kouře na stropě místnosti v divadle v Mariánských lázní je uveden na obr. 4.2.1.20.

O způsobu jejich zapojení je zmínka v kapitole 4.2.1.2.3 Bezdrátové systémy elektrické požární detekce.

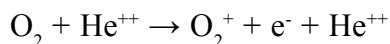
4.2.1.1.2.4 Ionizační detektory kouře

Ionizační detektory kouře používají iontový proud jako detekční mechanismus.^{5, 20} Zdrojem iontů je vzduch, který je ionizován radioaktivním zdrojem. Částice kouře, které vstupují do ionizační komůrky, snižují iontový proud. Toto snížení je zaznamenáno řídicí jednotkou a je spuštěn poplach.

Ionizační detektory kouře sestávají z ionizační komůrky a zdroje ionizujícího záření. Zdrojem ionizujícího záření je malé množství americia 241 (cca 0,2 mg). Americium je radioaktivní prvek, který má poločas rozpadu 432 roků a který vyzařuje alfa částice (jádra

helia) s vysokou rychlostí. Ionizační komůrka sestává ze dvou desek, vzdálených od sebe asi 1 cm. Desky jsou pod napětím dodaných baterií a jedna deska je tak nabitá kladně a druhá záporně – obr. 4.2.1.21.

Alfa částice produkované americiem se srážejí s molekulami dusíku a kyslíku a ionizují je. Příkladem může být např. reakce:



Vzniklé elektrony s negativním nábojem jsou přitahovány ke kladně nabitě desce a atomy kyslíku a dusíku s kladným nábojem jsou přitahovány k záporné desce. Potenciál napětí mezi deskami vytváří trvalý slabý proud. Když je komůrka čistá (tj. nejsou v ní částice kouře nebo jiné aerosoly), proud dosahuje maximální úrovně. Když do ionizační komůrky vstoupí vzduch obsahující kouř, částice kouře na sebe vážou ionty a neutralizují je. Tím se mění intenzita proudu procházejícího mezi deskami a její pokles je zaznamenáván a po vyhodnocení může být impulsem k vyvolání poplachu – obr. 4.2.1.22.²¹

Ionizační proud je závislý na barometrickém tlaku a na vlhkosti vzduchu. Zvýšený barometrický tlak zvyšuje množství molekul vzduchu v ionizační komůrce. Rovněž vyšší relativní vlhkost zvyšuje množství přítomných molekul vody. Nárůstem počtu molekul je mírně potlačen i ionizační proud, což v krajním případě může být vyhodnocovací jednotkou vyhodnoceno jako požární stav. Rychlost proudění vzduchu v jejich sousedství pro tyto detektory by neměla překročit 1,5 m/s.¹³

Referenční ionizační detektor je schopen kompenzovat tyto vlivy – obr. 4.2.1.23. Je vybaven dvěma ionizačními komůrkami, z nich jedna je otevřená okolnímu vzduchu (měřicí komůrka) a druhá je částečně zavřená a může být ovlivněna pouze atmosférickými podmínkami, jako je vlhkost a barometrický tlak. Referenční komůrka dovoluje přístup molekulám vzduchu a vodní páry, ale blokuje vstup kouřových částic. Z toho důvodu referenční komůrka vytváří iontový proud, který není ovlivněn kouřovými částicemi, ale pouze molekulami vzduchu a vody. Proud obou komůrek je porovnán řídicím panelem, a když je nalezen velký rozdíl mezi oběma hodnotami, je spuštěn poplach. Když se objeví náhlé velké atmosférické změny, obě komůrky budou mít stejnou odezvu a rozdíl mezi nimi bude zanedbatelný. Když do měřicí komůrky vstoupí kouřové částice, je zaznamenán velký rozdíl mezi referenční a měřicí komůrkou a je spuštěn poplach.

Ionizační detektory jsou vhodné pro rychle hořící požáry, které jsou typické tím, že produkují částice kouře o velikosti 0,01 až 0,4 μm. Optické detektory kouře se lépe uplatňují při detekci pomalu hořících, především doutnavých požárů, které jsou charakterizovány

částicemi o velikosti 0,4 až 10,0 μm . Zmíněné detektory jsou schopné reagovat na oba typy požáru, ale doba reakce na požár se bude měnit v závislosti na typu požáru.

V této souvislosti je třeba poznamenat, že nukleární záření neznamena při použití těchto detektorů nebezpečí. Je to především proto, že používané množství americia je mimořádně malé. Mimo to tento radionukleid vyzařuje především alfa záření. Toto záření má nepatrnou pronikavost, je absorbováno již 5 cm vrstvou vzduchu a nemůže pronikat lidskou kůží. Může být nebezpečné pouze v případě, že je vdechnuto, tedy v případě, že by někdo nekvalifikovaně rozebral detektor a americium rozptýlil do vzduchu. Širšímu využití ionizačních detektorů brání skutečnost, že jejich likvidace po ukončení činnosti podléhá předpisům o práci s radioaktivními materiály a je tedy poměrně nákladná. V České republice se ionizační detektory kouře používají poměrně málo.

V poslední době se objevují na trhu velmi citlivé bodové **laserové detektory kouře** – obr. 4.2.1.24.²² Tyto detektory, které rovněž pracují na principu rozptylu světla, používají jako zdroj světla laser místo infračervené LED. Detektor je až stokrát citlivější, než běžný detektor kouře s IČ LED zdrojem – tab. 1. Rovněž intenzita jeho signálu dosahuje prahovou hodnotu poplachu daleko dříve, než ostatní typy bodových detektorů kouře. – obr. 4.2.1.25. Detektory tohoto typu jsou díky své vysoké citlivosti schopné konkurovat nasávacím detektorům kouře – viz dále. Jsou vhodné pro detekci požáru v místnostech, kde vyžadují nejvyšší úroveň ochrany, např. počítačové místnosti, telefonní ústředny atp.

Detektory kouře je nutné umístit tak, aby je kouř v chráněném prostoru dosáhl s co nejmenším zpožděním.⁴ Z obr. 4.2.1.26 (levá strana) vyplývá, že není vhodné umístit detektory do kouta, kde se stýká strop se zdí. Obtížné bude nalezení optimálního umístění detektorů ve skrytých prostorech, jako jsou dutiny mezi zdvojenými podlahami nebo nad podhledy. V těchto případech je nutné zvážit, zda by nebylo vhodné použít nasávací detektor kouře – viz dále. Na stejném obr. 4.2.1.26 (praví strana) jsou uvedeny doporučené vzdálenosti detektorů umístěných na plochem stropě. Maximální chráněná plocha střežená jedním detektorem závisí na výšce místnosti, na tvaru stropu, na velikosti a počtu vyčnívajících nosníků atp.

4.2.1.1.4 Nasávací (vzorkovací) detektory kouře

Jako výhodné řešení pro vnitřní aplikace v historických budovách muzeí se ukazují nasávací (vzorkové) detektory kouře (ASD – aspirating smoke detection). Tyto detektory nasávají trubkami vzduch z chráněných místností, regálů, serverů atp. a průběžně jej analyzují na přítomnost částic kouře. Vzhledem k tomu, že nasávací trubky je možno snadno ukrýt

či je barevně přizpůsobit, tyto detektory minimálně zasahují do interiéru budovy a nenarušují jeho estetický vzhled.

Existují dva typy těchto detektorů. Prvním z nich používá stejný typ detekce jako je tomu u konvenčního typu bodového detektoru kouře. Jako zdroj světla se používá výkonná infračervená LED.

Druhý typ pracuje s laserovou detekční komorou a je schopen detekovat zeslabení světla (obskuraci) kouřem s větší přesností a citlivostí. Posledně zmíněný typ, známý jako VESDA (Very Early Smoke Detection Aparatus) je nákladnější, umožňuje detekci ve větších prostorech a je podstatně spolehlivější.^{23, 24, 25, 26}

V systému VESDA vestavěné nasávací zařízení (ventilátor) nasává sítí trubek vzorky vzduchu ze střežených prostor a přivádí je k laserovému detektoru – obr. 4.2.1.27. Síť nasávacího potrubí se sestává z 1 až 4 trubek, každá z trubek může mít množství nasávacích otvorů. Kterýkoli nasávací otvor je srovnatelný s bodovým detektorem kouře.

Detektor pracuje na principu rozptylu světelného paprsku – obr. 4.2.1.28. Vysokoenergetický pulsní laser vytváří i při nízké koncentraci kouře dostatečné množství rozptýleného světla, které je detekováno výkonnými fotosenzory. Vestavěný filtr zachycuje prachové částice a propouští pouze aerosol kouře, což i při vysoké citlivosti laserové komory snižuje nebezpečí vyhlášení falešného poplachu.

Z tab. 1 vyplývá, že systémy VESDA pracují v rozsahu obskurace 0,005 až 20 %/m, při čemž je možné definovat s odstupňovanou citlivostí různé poplachové úrovně, jejichž dosažení může být odlišně vyhodnoceno – obr. 4.2.1.29.

Při standardním uspořádání detektor používá několik větví nasávacích trubek (max. 4). U standardní verze není možné zjistit, ze které z trubek je nasáván vzduch s kouřem. Vyspělejší verze umožňuje rozlišit jednotlivé trubky, tj. detektor signalizuje, která z trubek přivedla vzduch s kouřem a aktivuje výstupy příslušné této trubce. Detektor je navíc schopen určit trubku, která přivedla vzduch s kouřem jako první.

Nasávací síť tvoří trubky a fitinky (spojky, kolena, redukce a šroubové spojky) z ABS polymeru a PVC. Pro připevnění trubek na strop se používají trubkové příchytky. Trubky a fitinky se spojují lepením.

Střežená plocha může být maximálně 2000 m², při čemž celková délka trubek může být 200 m (2 a 4 trubky) a délka jedné trubky maximálně 100 m. Průměr trubky vnější/vnitřní bývá 25/19 mm.

Ústředna VESDA umožňuje nastavení detektoru, včetně jeho citlivosti a reakce na intenzitu signálu. Umožňuje automatické nastavení hlásiče při obnovení činnosti ústředny

po poplachu. Prvky systému VESDA je možné spojovat do sítě nebo více hlásičů může mít společnou programovací jednotku (externí nebo jako součást jednoho z detektorů). Při zkratu nebo přerušení na vedení nebo při výpadku jednoho z prvků sítě zůstává systém nadále funkční.

Hlásiče mohou být napájeny přímo z ústředny EPS nebo ze samostatného zdroje.

V interiérech historických budov mohou být místo bodových detektorů kouře, které mohou působit rušivě, nainstalovány nenápadné trubky z plastů poměrně malých vnějších průměrů. Trubky mohou být skryty např. na římsách – obr. 4.2.1.30. V některých případech je účelné na nasávací body hlavní trubky napojit krátké tenké kapilární trubky o průměru 5 – 6 mm, které procházejí stropem místnosti – obr. 4.2.1.27, 4.2.1.30 a 4.2.1.31. Vyústění trubek do místnosti je obtížně zpozorovatelné – obr. 4.2.1.31 až 4.2.1.34. Trubky mohou být barevně přizpůsobeny povrchu místnosti. Ústředny nasávacích detektorů kouře mohou být umístěny tak, aby nenarušovaly vzhled místnosti a aby jejich ventilátory svým hlukem nerušily okolí, např. ve skříni – obr. 4.2.1.35. Významné příklady použití systému VESDA v historických objektech jsou patrné z obrázků – obr. 4.2.1.36 a 4.2.1.37.

Nasávací detektor kouře VESDA byl použit na Státním hradě Pernštejn a na Státním zámku Mníšek pod Brdy – obr. 4.2.1.38 a 4.2.1.39. při použití tohoto systému se projevily určité nedostatky. Na Státním hradě Pernštejn se projevilo nasávání vzduchu do detekčního potrubí trvalým nepříjemným pískáním a na Státním zámku Mníšek pod Brdy vznikala kolem vyústění trubek do chráněné místnosti vlhká kola – obr. 4.2.1.40. příčina vzniku mokrých kol nebyla nalezena.

Přenosný nasávací systém nazvaný MADAMM se používá na stavbách v Norsku a Švédsku k protipožární ochraně objektů, kde probíhají stavební úpravy – obr. 4.2.1.41. Pracovní dosah trubek je 50 m. Je zapojen pouze v době, kdy se v místnosti nepracuje, jako v noc a o víkendu, kdy detekci nezkrusuje prach.

Systémy VESDA, vzhledem ke své schopnosti velmi časté detekce požáru, jsou výhodné tam, kde je nutno získat čas pro evakuaci lidí, jako jsou divadla, kostely, čítárny atp. Protože detekují pouze přítomnost kouře, mohou stejně jako bodové optické detektory kouře vyvolat falešný poplach. Nebývají používány k iniciaci SHZ. Tam je bezpečnější použít multisenzorové hlásiče – viz předchozí stať multisenzorové detektory.

4.2.1.1.5 Lineární (paprskové) optické detektory kouře

Lineární (paprskový) optický detektor kouře pracuje na principu zeslabení světelného paprsku částicemi kouře – obr. 4.2.1.42 až 4.2.1.44.^{20, 27, 28} Součástí detektoru je zdroj světla

(většinou IČ záření) nebo laserového paprsku, dále detekční (přijímací) jednotka a řídicí jednotka. Přijímaný signál je analyzován, a když dojde k zeslabení paprsku přítomností kouře, je řídicí jednotkou vyvolán poplach – obr. 4.2.1.45.

Detekční jednotka může být vzdálená od zdroje světla 5 – 100 metrů, při čemž šířka pokrytí je až 15 m, což znamená, že jeden detektor je schopen zabezpečit plochu cca 1500 m². Pro stejnou plochu by bylo nezbytné instalovat až 16 bodových detektorů kouře. Systém se umísťuje tak, aby paprsek procházel přibližně 0,6 m pod střešou nebo stropem. V některých případech je používán systém, kdy zdroj světla a detekční jednotka tvoří jeden celek – obr. 4.2.1.44 a 4.2.1.46 – a na protilehlé stěně je umístěno speciální zrcadlo (odrazový hranol), od kterého se odráží paprsek zpět k detekční jednotce. Výhodou tohoto uspořádání je, že není nutné instalovat kabelové vedení k přijímací jednotce. Lineární detektor kouře s příslušným zrcadlem, umístěný na stěně sálu Technické knihovny v Praze Dejvicích, je vidět na obr. 4.2.1.47.

Nevýhodou lineárních detektorů kouře je, že jsou poměrně náchylné k vyvolání falešných poplachů. Spolehlivost těchto detektorů mohou narušit např. částice aerosolů (pára, pyl, páry z odsávacích zařízení, prach atp.). Detekční paprsek může být narušen i ptáky. V určitém denním i ročním období může sluneční světlo (především jeho IČ složka) dopadnout oknem či světlíkem na přijímací jednotku detektoru a tím vyvolat falešný poplach.

Zeslabení IČ paprsku může vyvolat nevhodné umístění překážky do dráhy IČ paprsku vysílače, ať již trvalé překážky (např. potrubí klimatizace) – obr. 4.2.1.48 nebo dočasné – obr. 4.2.1.49.

Významný problém mohou vyvolat i malé pohyby stěn stavby, na nichž jsou upevněny součásti detektoru, vyvolané např. tepelnou roztažností nebo působením větru, váhy sněhu, sesedání nově postavených budov, což je významné u dřevěných a ocelových staveb – obr. 4.2.1.50. Je nutno si uvědomit, že vychýlení stěny budovy, na které je umístěn vysílač detektoru o 1° působí na vzdálenost 100 m odchylkou paprsku o 1,75 m od přijímače nebo odrazového zrcadla, což způsobí výrazný pokles intenzity paprsku dopadajícího na přijímač. To je příčinou vyvolání falešného poplachu. Komplikace vytváří i usazování prachu na čočkách. Výrobci těchto detektorů se snaží různými úpravami a zlepšeními, ať již hardwarovým či softwarovým, tyto nedostatky odstranit.

Je nutno si uvědomit, že vysílač i přijímač, případně odrazové zrcadlo lineárního detektoru kouře jsou většinou umístěny ve velké výšce. Proto nejen samotná instalace, ale i seřízení detektorů, je poměrně náročné a svým způsobem rizikové. Zajímavým řešením tohoto problému je použití motorizované vysílací a detekční jednotky.²⁹ Jednotka je ovládána

pomocí krokových motorků, které umožňují pohyb jednotkou nejen během základního nastavení detektoru, ale i při následných úpravách. Pokud se např. budovy pohne, přijímač zaznamená sníženou intenzitu paprsku a automaticky pomocí motorků nastaví vysílač tak, aby paprsek směřoval do středu zrcadla a aby byla získána maximální intenzita paprsku. Motorky jsou ovládány pomocí klávesnice ze země.

Detektory tohoto typu se uplatňují především při požární ochraně velkých sálů, chodeb a rozsáhlých půdních prostorů. Jsou vhodné pro prostory, jako jsou umělecké galerie, katedrály a kostely, kde z důvodů zdobených a historicky cenných stropů není možné montovat klasické požární hlásiče. Jsou cenově výhodnější ve srovnání se systémem bodových detektorů kouře nezbytným pro daný prostor. V současné době jsou tyto detektory nahrazovány spolehlivějšími nasávacími detektory.

4.2.1.1.6 Detekce požáru videotechnikou

Detekce požáru videotechnikou, tj. uzavřeným televizním okruhem (CCTV), představuje relativně nový vývojový trend.^{30,31,32} Během posledních desetiletí se výrazně zlepšila technologie počítačové analýzy obrazu.. Rychlé rozvíjení této technologie spolu s rozvojem televizní zabezpečovací techniky podpořilo vývoj efektivní detekce obrazu videotechnikou (VID – video image detection) pro požár. Detekce na bázi videotechniky nachází stále širší uplatnění ve velkých zařízeních, jako jsou tunely, elektrárny, sklady atp. Postupně nachází uplatnění i v historických budovách.

Obecně požární VID systém sestává z analytického algoritmu založeného na video technice, která začleňuje TV kamery do pokročilých systémů detekce plamenů a kouře. Video obraz z analogové nebo digitální kamery je zpracován speciálním softwarem, který umožňuje detekci kouře nebo plamenů pocházejících z požáru. Detekční algoritmus používá různé techniky k identifikaci charakteristik plamenů a kouře. Proces detekce zahrnuje odhad změn jasu, kontrastu, optické hustoty, pohybu, dynamických frekvencí, tvaru a barvy. Systémy jsou vybavené databázemi charakteristik různých typů požárů, s kterými detekční algoritmus porovná charakteristiky detekovaného požáru. V současné době je pouze k dispozici asi pět systémů, které jsou komerčně k dispozici. Tyto systémy jsou buď schopné rozpoznat pouze plameny nebo kouř, nebo sledují obě veličiny a zároveň jsou schopné detekovat pohyb a sledovat ostatní bezpečnostní požadavky. Viditelný obraz umožňuje ostraze vyhodnotit situaci v daném prostoru a vyvodit z toho závěry. Použití softwaru je možné u existujících bezpečnostních kamer za předpokladu, že poskytují kvalitní video obraz.

V ČR je k dispozici systém videodetekce kouře (VSD – video smoke detection).³³ Princip detekce kouře videotechnikou je patrný na obr. 4.2.1.51 a schéma celého systému VSD je patrné na obr. 4.2.1.52. Obraz kouře, který je sledován a vyhodnocován VSD systémem, je ukázán na obr. 4.2.1.53.³⁴

Systém VSD je založen na náročné počítačové analýze videoobrazu, který je sledován televizní kamerou (senzorem). Systém automaticky identifikuje zvláštní charakteristiky kouřového oblaku, rychle sleduje změny v malých plochách obrazu a nalezené změny propouští dál do procesoru k filtrování. Při této operaci se hledají zvláštní charakteristiky, které mohou být přiřazeny k charakteristikám kouře. Tyto charakteristiky minulých požárů jsou uloženy v databázi počítače. Další analýza umožňuje stanovit, zda nalezené charakteristiky odpovídají podmínkám, kdy je možno bezpečně potvrdit přítomnost kouře.

Základem systému je jednotka, k níž je možno připojit 4 běžné analogové kamery CCTV. Obraz kamery je rozdělen na 16 zón, při čemž každá zóna může být nastavena na různou citlivost. To umožňuje, aby v poměrně malých úsecích byla nastavena různá reakce na sledovaný obraz. Při instalaci je možno nastavit systém tak, aby nereagoval na páru nebo provozní kouř v určité zóně, ale aby dokázal vyhodnotit skutečný požár.

Vzhledem k tomu, že jsou používány běžné kamery pracující ve viditelné oblasti světla, je nutné, aby sledovaný prostor byl osvětlen. K osvětlení je používáno IČ záření.

Detekce kouře videotechnikou byla zvolena při požární ochraně Křížové kaple státního hradu Karlštejn.³⁵ Důvodem volby této technologie byla snaha zabránit jakémukoliv poškození vzácného interiéru kaple, ke kterému by došlo při použití jiných detektorů kouře. Byl použit systém anglického výrobce Detector Technologies, který nainstalovala firma COMPRIMA.

Jako snímače systému VSD byly použity 2 černobílé CCD kamery s vysokou citlivostí na světlo a s vysokým rozlišením obrazu. Kamery jsou citlivé i na IČ záření. Nejsou umístěny v prostoru kaple, ale do prostoru kaple „vidí“. Jsou instalovány na stojanu v přetlakové komoře klimatizační jednotky za otevřeným jižním okénkem – obr. 4.2.1.54 – a sledují prostor kaple – obr. 4.2.1.55. použití dvou kamer umožňuje kontrolovat prostor kaple ve dvou horizontálních hladinách. Na stojanu je rovněž upevněn infrareflektor, který osvětluje prostor, který osvětluje prostor kaple při horších světelných podmínkách. Ústředna VSD je umístěna v prostoru komory a je napojen optickým kabelem na řídicí systém v serverové místnosti purkrabství hradu.

V zájmu zvýšení bezpečnosti bude ve významných budovách skanzenu Norsk Folkemuseum (Norské lidové muzeum) na poloostrově Bygdøy v Oslo, především v kostele Gol a jeho okolí, umístěno 16 videokamer systému VSD. Předpokládá se, že vybudováním tohoto systému se zároveňlepší i ochrana před napadením žháří z řad návštěvníků.

System VSD je perspektivní způsob detekce požárů. Jeho výhodou je, že na rozdíl od dříve zmíněných detektorů, nemusí přijít do bezprostředního kontaktu s kouřem. Dostačuje, když na kouř „vidí“. Detekce není ovlivněna prouděním vzduchu, stratifikací kouře atp. Výhodou je, že je možno použít stávající CCTV bezpečnostního systému pokud je vybaven kvalitními kamerami. Tím je možno výrazně snížit náklady na budování systému, ať již o pořizovací ceny samotných kamer, nebo o instalační a servisní práce s tím spojené. Významné je, že ostraha objektu může bezprostředně sledovat nejen pohyb osob v chráněném prostoru, ale i vznik a případný vývoj požární situace.

Nevýhodou systému VSD je, že jeho vyhodnocovací software je dosud velmi nákladný a tedy obtížně dostupný pro běžná muzea. Je pravděpodobné, že se v dohledné budoucnosti bude uplatňovat především při požární ochraně mimořádně cenných historických objektů, jako je Křížová kaple na státním hradu Karlštejn.

4.2.1.1.7 Detektory vyzařování plamene

Detektory vyzařování plamene spadají do skupiny optických detektorů, které pracují na principu sledování vzniku ultrafialového, viditelného a především infračerveného záření při požáru. Všechny objekty vysílají teplotní záření a toto záření je podkladem technik používaných k detekci požáru. Vlnová délka vysílaného záření plamene závisí na jeho teplotě, která je dále daná typem paliva a množstvím kyslíku, který je při spalování k dispozici.

Vývoj detektorů se zaměřil na senzory pracující v ultrafialovém a infračerveném pásmu. Protože existuje v této oblasti spektra řada přirozených a lidskou činností vytvořených zdrojů záření a většina výzkumného úsilí byla věnována snaze minimalizovat výskyt falešných poplachů yaviněných těmito zdroji.

4.2.1.1.7.1 Ultrafialové (UV) detektory

Ultrafialové (UV) detektory používají senzory citlivé v pásmu radiace 0,185 až 0,245 μm , teda v pásmu záření, v kterém vysílá záření většina plamenů. UV detektory jsou vybaveny sluneční clonou a nevyvolávají falešné poplarchy jako odezva na sluneční záření. Potenciální zdroje falešných poplachů jsou svařování elektrickým obloukem, elektrické oblouky, blesk a rentgenové paprsky. Do elektroniky systému je normálně zařazeno zpoždění, které umožňuje eliminovat vliv blesků a krátkých elektrických oblouků.

Všeobecně UV detektory se uplatňují především při detekci vnitřních požárů. Detektor je schopen odhalit požár během 10 ms, ale ochrana proti falešným poplachům vyžaduje dobu zpoždění 3 až 5 sekund.

4.2.1.1.7.2 Infračervené (IR) detektory vyzařování plamene

Infračervené (IR) detektory jsou citlivé na záření v rozsahu 4,1 až 4,6 μm . Snadno detekují záření, které vysílají hořící plyny. I v tomto případě plameny nejsou jediným zdrojem IR záření a ve skutečnosti každý horký povrch (wolframové žárovky, halogenové žárovky, pece a sluneční povrch atp.) vyzařuje záření, které se shoduje s vlnovými délkami IR záření plamene. Ve snaze odlišit spektrální charakteristiky plamene od spektrálních charakteristik jiných zdrojů IR záření, byly použity při zpracování získaných parametrů různé analytické metody. Nejvíce přijímaná je metoda analýzy blikání plamene. Významný je i poznatek, že v oblasti 4,3 μm je lokální minimum vyzařování plamene a lokální maximum slunečního záření. Pokud v hlásiči jsou detektory schopné stanovit intenzitu IR záření ve zmíněných vlnových délkách, potom jejich porovnáním je možno určit, zda se jedná o vyzařování plamene či nikoliv.

Moderní a náročné detektory plamene, ve snaze rozlišit mezi zářením vzniklým přítomností plamene a náhodně odraženým slunečním světlem, pracují se dvěma pyroelektrickými senzory a s jednou křemíkovou fotodiodou.³⁶ Jeden pyroelektrický senzor reaguje na emisi žhavého oxidu uhličitého v charakteristickém spektrálním rozsahu 4,0 μm až 4,8 μm , druhý sleduje infračervené záření interferenčních zdrojů v rozsahu 5,1 μm až 6,0 μm a konečně křemíková fotodioda měří sluneční záření v blízké infračervené oblasti 0,7 μm až 1,1 μm . Signály zaznamenané těmito třemi senzory jsou analyzovány algoritmy počítače ústředny EPS a srovnány s typickými daty získanými vyhodnocením dat skutečného plamene. V případě shody je vyhlášen poplach.

V jiném případě je používán detektor vyzařování plamene pracující se senzory pracujícími při dvou vlnových délkách záření, tj. v UV a IR oblasti.³⁷ Přidáním IR senzoru, který pracuje při vlnové délce 2,7 nebo 4,3 μm , se výrazně omezí rušící vlivy různých záření (sváření el. Obloukem, blesků, umělého osvětlení, rentgenového záření) na UV senzor a zvýší se tak spolehlivost celého detektoru a omezí vyvolání falešných poplachů.

Jiné uspořádání umožňuje omezení falešných poplachů používá trojnásobnou detekci IR záření senzory, které pracují při různých vlnových délkách.³⁸ Poplach je vyhlášen, když

všechna tři IR záření byla nalezena senzory v dostatečné intenzitě v plamenech požáru – obr. 4.2.1.56.

Výhodou detekce vyzařování plamene je, že je mimořádně spolehlivá v nepříznivém prostředí. Většinou se používá v odvětví, kde se pracuje s vysokými energiemi a v transportu a kde jiné detektory mohou být falešně aktivovány. Běžně se používají v zařízeních, kde jsou opravovány dopravní prostředky, včetně letadel, v rafinériích a překladištích paliv a v dolech. Nevýhodou je, že jsou poměrně drahé, a že jejich údržba je nákladná. Detektory plamene musí přímo „hledět“ na zdroj požáru. Jejich použití v oblasti muzeí je omezené.

4.2.1.1.7.3 Termovizní kamery

Pro sledování historických městských center, míst s větším počtem historických budov nebo dřevěných staveb, jsou vhodné termovizní kamery, které zaznamenávají tepelné záření. Tyto kamery jsou dosud poměrně nákladné, což omezuje jejich použití pouze pro jednu budovu. Když je sledována skupina domů, jako je historické centrum města, může být jedna kamera levnější než bodové detektory požáru pro každý dům – obr. 4.2.1.57. Termovizní kamery jsou ale účinnější než kamery pracující ve viditelné oblasti. Velmi spolehlivě odkrývají vnější požár ve dne i v noci bez ohledu na počasí. Živý obraz je přenášen do ústředny, kde operátor po vyhodnocení obrazu zvolí odpovídající postup. Je schopen odlišit neškodnou příhodu od skutečného požáru a zabrání tak zbytečnému výjezdu jednotky požární ochrany. Instalace kamer většinou narušuje vzhled budov.

Termovizní kamery je možno použít i ke kontrole stavu (zahřívání) elektrického vedení, krabic, pojistkových skříní atp. – obr. 4.2.1.58.

4.2.1.1.8 Souhrn detekce požáru

Představu o zastoupení jednotlivých typů detektorů na trhu udává obr. 4.2.1.59. V tab. 4.2.1.2 je uveden pro snadnější orientaci přehled detektorů kouře, které jsou v současné době k dispozici v ČR, a které jsou vhodné pro detekci požáru objektů kulturního dědictví.

Tab. 4.2.1.2: *Typy detektorů požáru*

Typ detektoru	Optimální použití detektoru	Kde má být detektor umístěn?	Chyby v umístění
Bodový optický detektor kouře	Vhodný pro detekci pomalého, doutnavého požáru, který vytváří velké množství kouře.	<ul style="list-style-type: none"> • Na stropě nebo stěně, nejméně 10 cm od styku stropu a stěny. • V cestě cirkulace vzduchu tak, aby kouř dosáhl na detektor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Umístění detektoru do cesty vzduchu vycházejícího z „přirozeného“ zdroje kouře, např. grilu. • Teplá (>40 °C) nebo studená (>0 °C) místa. • Mrtvé prostory pro proudění vzduchu. • V prostorech, kde je možno očekávat prach nebo páru – kotelny, truhlářské dílny atp. • Venkovní prostory - nebezpečí hmyzu, především malých pavouků.
Bodový ionizační detektor kouře	Vhodný pro detekci rychlého, plamenného požáru, při kterém nemusí vznikat mnoho viditelného kouře.	Stejně jako u bodového optického detektoru kouře.	<ul style="list-style-type: none"> • Stejně jako u bodového optického detektoru kouře. • Velmi citlivý na páru, nebo na produkty spalování přítomné v kotelnách.
Lineární (paprskový) optický detektor kouře	<ul style="list-style-type: none"> • Vhodný pro velké prostory (10×10 m nebo větší, s vysokými stropy (> 3,5 m). • Vhodný pro malé doutnající požáry. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velké chodby. • Velké posluchárny. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stejně podmínky jako u bodového optického detektoru kouře. • Nízká instalace detektoru (< 2,5 m) vede k částečnému náhodnému narušení paprsku a vyvolání falešného poplachu.
Nasávací detektor kouře	Pro prostory, kde je významné včasné varování dříve než požár dosáhne plamenného stádia.	V prostorech, kde jsou umístěny cenné předměty nebo v citlivých prostorech, jako jsou počítačové místnosti.	V prostorech, kde jsou pravidelně používány svíčky, krby nebo jiné zdroje otevřeného plamene.
Detektor vyzařování plamene	Stejně jako u nasávacích detektorů kouře.	V prostorech, kde jsou uložena velká množství hořlavých kapalin a plynů.	Vzhledem k tomu, že reagují až na plamenný požár, nejsou v muzeích používány.
Teplotní detektory	Prostory, kde podmínky prostředí mohou vyvolat falešný poplach detektorů kouře nebo je poškodit.	Stejně jako u bodového optického detektoru kouře.	Teplotní detektory nemohou být použity pro ochranu lidských životů.
Liniové detektory teploty	Prostory s náročným prostředím – prašné prostory, fasády domů, především dřevěných.	V prostorech, kde je možno očekávat poškození optických detektorů kouře prachem nebo prostředím.	Nedoporučuje se jejich upevnění bezprostředně na fasádu a dále nemají být osvětleny přímo dopadajícím slunečním světlem.
Detekce požáru videotechnikou (VSD)	Stejně jako u nasávacích detektorů kouře.	V prostorech, kde jsou umístěny cenné předměty nebo kde není možné poškodit vzácný interiér místnosti.	Vysoká cena zařízení.
Bezdrátové detektory kouře	Stejně jako u bodového optického detektoru kouře	V prostorech kde není možné poškodit vzácný interiér místnosti.	Cena zařízení je cca 10krát vyšší než u konvenčního bodového detektoru kouře. Snadněji narušitelné.

4.2.1.2 ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE

Ústředna elektrické požární signalizace (EPS) je „mozkem“ detekce požáru a vyvolání poplachu. Je zodpovědná za monitorování různých „vstupních“ poplašných zařízení, jako jsou ruční a automatické detekční komponenty a dále za aktivaci „výstupních“ zařízení, jako např. houkačky, zvony, varovná světla, atp.^{2,39,40} Součástí výstupu je i informace zodpovědného pracovníka vedení instituce o nastalé krizové situaci. Stejně ústředna EPS zařízením dálkového přenosu (ZDP) automaticky informuje o požáru či poruše na předem stanovené místo (např. policii a operační středisko hasičského záchranného sboru kraje, jednotku požární ochrany instituce atp.). Ústředny EPS mohou být na jedné straně jednoduché jednotky s jednou vstupní a výstupní zónou a na druhé straně složité, počítačem ovládané systémy, které monitorují několik budov v určité oblasti. Používány jsou dva základní typy ústředen EPS – konvenční a adresovatelné.

4.2.1.2.1 Konvenční systémy

Konvenční systémy detekce požáru byly po mnoha let standární metodou pro předání krizového signálu – obr. 4.2.1.60. V konvenčním systému je jeden nebo několik hlásících okruhů (smyček), které jsou vedeny chráněným prostorem nebo budovou. Do každého okruhu je připojeno jeden nebo více detektorů. Výběr a umístění těchto detektorů závisí na řadě faktorů, na okolní teplotě a podmínkách prostředí, na předpokládaném typu požáru a na požadované rychlosti reakce.

Konvenční systémy normálně pracují s linkou o stejnosměrném napětí 24 V. V pohotovostním stavu detektory odebírají malý proud (typicky 100 μ A). Když detektor zaznamená požár, přejde do poplachového stavu a rozsvítí se na něm LED. Zároveň poklesne odpor linky a je odebírán větší proud (typicky 50-80 mA). Ústředna EPS tuto změnu zaznamená a vyvolá příslušný poplach. Detektor zůstává v poplachovém stavu s rozsvícenou LED i za situace, kdy je odstraněn kouř nebo teplo a to do doby, kdy je systém resetován krátkodobým odpojením od proudu. To umožňuje určit případné zdroje falešného poplachu.

Závada na lince vyvolaná např. přetržením kabelu přeruší stejnosměrný proud a vzniklá situace je zaznamenána jako stav narušení. Místo poruchy musí hledat technický servis v celém sledovaném okruhu.

V případě výskytu požáru může reagovat jeden nebo více detektorů.

Nevýhody funkce konvenčního systému je možno vysvětlit na následujícím příkladu:⁴¹ Předpokládejme, že požární poplachový systém budovy má 5 okruhů, zóny „A“ až „E“,

příčemž každý z okruhů má 10 detektorů kouře a 2 ruční tlačítkové hlásiče požáru umístěné v různých místnostech každé zóny. Vznik požáru v jedné z místností monitorovaných zónou „A“ způsobí, že detektor kouře vyvolá poplach. To je zaznamenáno v ústředně EPS jako požár v okruhu nebo zóně „A“. Nebude známo, který typ detektor vyslal signál a ani nebude známa jeho poloha v této zóně. Osoby pověřené řešením krizové situace musí prohledat celou zónu, aby určili místo, odkud detektor vyslal signál o požáru. V případě, že zóna zahrnuje několik místností nebo uzavřený prostor, toto hledání může být časově náročné a zpožďuje možnost zásahu proti požáru.

Výhodou konvenčních systémů je jejich relativní jednoduchost pro malou a střední velikost budov. Obsluha nevyžaduje velký rozsah specializovaného výcviku.

Konvenční systémy mohou být také náročnější na práci a dražší na údržbu. Každý detektor vyžaduje pravidelnou zkoušku funkčnosti. Detektory kouře musí být periodicky vyjmuty, čištěny a recalibrovány, aby bylo zabráněno jejich nepřesné funkci. V konvenčním systému není možno přesně určit, který detektor potřebuje údržbu. Z toho důvodu musí být vyjmuty a zkontrolovány, příp. opraveny všechny detektory, což může být časově a finančně náročné. Když se objeví hlášení stavu narušení linky, znamená to pouze, že byl přerušen okruh, ale není určeno přesně místo, kde se tento problém projevil. V důsledku toho technici musí zkontrolovat celý okruh, aby stanovili místo závady.

4.2.1.2.2 Adresovatelné systémy

Adresovatelné systémy reprezentují vyspělý stav v technologii detekce požáru – obr. 4.2.1.61. Na rozdíl od konvenčních systémů požárního poplachu je u adresovatelných systémů každý detektor vybaven mikroprocesorem. V paměti tohoto mikroprocesoru jsou uloženy vyhodnocovací algoritmy pro různé aplikace, přičemž jejich výběr se provádí pomocí softwaru ústředny EPS. Tyto systémy monitorují a ověřují schopnosti každého detektoru požáru prostřednictvím mikroprocesoru a softwarovým systémem.

Stejně jako konvenční systém adresovatelný systém sestává z jedné nebo několika smyček, které procházejí sledovaným prostorem nebo budovou. Ve smyčkách může být umístěno až 2000 adresovatelných detektorů; malé systémy mají cca 200. Největší rozdíl mezi oběma typy systémů je způsob, jak je sledováno každé detekční zařízení. V adresovatelném systému, každé iniciační zařízení (automatický detektor požáru, tlačítko hlásiče požáru, ventil dodávky vody do sprinklerů atd.) má specifickou identifikaci nebo „adresu“. Tato adresa je naprogramována do paměti počítače ústředny EPS spolu s informací o jaká typ přístroje se jedná, jeho umístění a další údaje, které umožňují identifikovat, který přístroj v případě požáru

byl aktivován. Stejně je naprogramovaná ústřednou nebo výrobcem citlivost každého detektoru. Detektor srovnává současnou hodnotu senzoru s nastavenou prahovou hodnotou, a když je překročena, vyšle krizový signál do ústředny.

Počítač ústředny EPS vysílá konstantní dotazový signál každým okruhem, na který jsou napojena jednotlivá detekční zařízení, čímž kontroluje jejich stav (normální nebo krizový). Tento aktivní sledovací proces se často opakuje, u současných systémů každých 5 až 10 sekund.

Adresovatelné systémy také sledují podmínky jednotlivých okruhů a rozpoznávají každou závadu, která se může objevit. Jedna z výhod, které nabízejí tyto systémy, je jejich schopnost identifikovat, kde chyba nastala. Informují nejen, že nastala porucha někde v okruhu, ale určují i místo, kde problém vznikl. To umožňuje rychlejší diagnózu potíží a zároveň i opravu a návrat do normálního stavu. Moderní systémy jsou vybaveny grafickým ohlašovacím panelem, na kterém obsluha může určit polohu požáru.

Výhody, které poskytuje adresovatelný poplašný systém, zahrnují stabilitu, snadnější údržbu a méně náročnou modifikaci. Stabilitu je dosaženo softwarovým systémem. V případě, že detektor rozpozná podmínky, které mohou naznačovat vznik požáru, ústředna EPS se nejprve pokusí rychle znovu seřídít systém. Při většině klamných situací vyvolaných hmyzem, prachem nebo prouděním vzduchu je závada odstraněna během znovuseřízení a je tak snížena pravděpodobnost poplachu. V případě, že skutečně existuje kouř, tzn. že jsou objektivně požární podmínky, detektor bezprostředně opakuje poplachové hlášení i po pokusu o znovuseřízení. Ústředna EPS to vezme na vědomí jako podmínky požáru a vstoupí do poplachového režimu.

Z hlediska údržby tyto systémy nabízejí několik klíčových výhod před konvenčními. Především jsou schopné sledovat stav každého detektoru. Pokročilé systémy umožňují nastavení citlivosti detektoru tak, že jsou např. kompenzovány na minimální prachové podmínky. To zabraňuje vyvolání falešných poplachů v případě, že na optice přístroje zůstanou zbytky prachu. Když ale kompenzace detektoru dosáhne určitou hranici, mikroprocesor zaznamená jeho sníženou schopnost detekce a vyvolá údržbový poplach, který upozorní servisní techniky, že je nutno provést údržbu. Přesné určení znečištěného detektoru umožňuje nalézt a opravit pouze ten detektor, který potřebuje ošetření, namísto toho, aby byly obtížně a časově náročně čištěny všechny detektory.

Modifikace těchto systémů, představující většinou přidání nebo odejmutí detektoru, je poměrně snadná. Představuje připojení nebo odpojení detektoru od adresovatelného okruhu a změnu příslušné části paměti v počítači ústředny EPS.

Hlavní nevýhodou adresovatelného systému je, že každý systém má své jedinečné operační charakteristiky. Z toho důvodu servisní technici musí být školeni pro každý systém. Je nezbytné doplňkové školení v případě, že byly vyvinuty nové servisní metody.

Ústředny EPS jsou základním prvkem elektrické požární signalizace. Musí trvale zajišťovat napájení detektorů požáru elektrickým proudem, jejich kontrolu a případně i provoz dalších zařízení. Většinou jsou napojeny na síťové napětí 220V/50Hz, ale v případě vypadnutí sítě jsou dostatečně napájeny akumulátorem. Samostatně pracující detektory kouře mohou být napájeny bateriemi – s výhodou lithnými nebo alkalickými manganovými, které mají dlouhou životnost. Je nezbytné pravidelně sledovat jejich napětí a v případě potřeby je včas vyměnit. Současné detektory jsou schopné případná pokles napětí nahlásit ústředně.

4.2.1.2.3 Bezdrátové systémy elektrické požární detekce

Jak již bylo řečeno, v poslední době se stále více objevují na trhu bezdrátové systémy elektrické požární detekce, které jsou vhodné pro interiéry s vysokou historickou hodnotou. Základní náčrt kombinovaného systému adresovatelných a bezdrátových detektorů kouře je patrný na obr. 4.2.1.62.¹⁹

Bezdrátové přenosové rozhraní, napojené sběrnici detektorů na řídicí jednotku detekce požáru, komunikuje s bezdrátovými detektory kouře – obr. 4.2.1.63.^{18,19,42} Každý detektor má svou vlastní adresu definující jeho umístění. Bezdrátové přenosové rozhraní předává informace od bezdrátových detektorů kouře prostřednictvím sběrnice detektorů do řídicí jednotky detekce požáru a zpětně předává příkazy z řídicí jednotky jednotlivým adresovatelným detektorům. Zmíněný bezdrátový systém pracuje při frekvenci od 868 MHz, tedy při frekvenci, která dle návrhu evropské normy prEN54:25 je určena pro bezpečnostní zařízení a zaručuje optimální přenos signálu a funkční spolehlivost. Kombinovaný systém adresovatelných a bezdrátových detektorů kouře byl např. použit k detekci požáru ve výstavní místnosti Rijksmuseum v Amsterdamu – obr. 4.2.1.64, v Royal Albert Hall v Londýně a v divadle v Mariánských lázních – obr. 4.2.1.65.

Výhodnost použití těchto systémů se zlepšila tím, že není nutná častá výměna baterií v detektorech. Používají se lithiové baterie, které mají životnost až 5 let. Je nezbytné pravidelně sledovat jejich napětí a v případě potřeby je včas vyměnit. Většina používaných systémů sledování stavu baterií provádí automaticky a případnou závadu hlásí automaticky rozsvícením příslušné LED.

Přes značné technické zdokonalení je bezdrátové spojení detektorů kouře s ústřednou EPS pokládáno některými odborníky za méně spolehlivé než dosud běžnější spojení kabely.

Ústředny EPS jsou základním prvkem elektrické požární signalizace. Musí trvale zajišťovat napájení detektorů požáru elektrickým proudem, jejich kontrolu a případně i provoz dalších zařízení. Většinou jsou napojeny na síťové napětí 220V/50Hz, ale v případě vypadnutí sítě jsou dočasně napájeny akumulátorem.

Významnou součástí výstupu EPS je **vyhlášení požárního poplachu**. O nastalé krizové situaci musí být bezprostředně informován zodpovědný pracovník vedení instituce, dále místně příslušné operační středisko hasičského záchranného sboru, případně policie. Nejběžnějším řešením je automatický telefonní nebo radiový signál, který je zaslán do ohlašovny požárů s trvalou obsluhou. Po obdržení poplašného signálu, ohlašovna se spojí s příslušnou požární jednotkou a poskytne jí informaci o místě poplachu. V některých případech hlášení o požáru může přebírat policie, místní oddělení požární ochrany nebo centra na telefonních linkách 150, příp. 158, nověji 112. V jiném případě to může být soukromá monitorovací organizace, se kterou má kulturní instituce smlouvu. V některých velkých kulturních objektech centrum vnitřní ochrany může sloužit i jako monitorovací centrum požáru celého objektu.

Napojení ústředny EPS na hasičskou záchrannou jednotku, zvláště u malých objektů, často dělá potíže, mnohdy z cenových důvodů. V poslední době vyhláškou č. 23/2008 o technických podmínkách požární ochrany staveb bylo umožněno řešení, které dovoluje v rámci elektronické zabezpečovací signalizace podat hlášení o nastalé krizové situaci zodpovědným osobám instituce pomocí komunikátoru GSM, např. formou zaslání SMS.

4.2.1.3 POPLAŠNÁ A POMOCNÁ ZAŘÍZENÍ

Ústředna EPS po pozitivním vyhodnocení signálu o vzniku požáru dále upozorní vhodným způsobem osoby přítomné v budově o vzniklé krizové situaci a o nezbytnosti opustit budovu. Je nutno dbát na to, aby v studovnách knihoven byla zařízení, která by světelnými signály upozornila špatně slyšící návštěvníky o vzniklé krizové situaci.

Zařízení, signalizující osobám pobývajícím v objektu vznik požáru, zahrnují různé zvukové a optické přístroje a jsou primárními poplašnými zařízeními. **Elektrické zvonky** jsou nejběžnějšími zvukovými poplašnými zařízeními a jsou vhodné pro použití ve většině budov – obr. 4.2.1.66. **Sirény** jsou jiným řešením, které je především vhodné pro prostory, kde je nezbytný hlasitý signál, jako jsou depozitáře – obr. 4.2.1.66. **Zvonkohra** může být použita tam, kde je dáována přednost mírnému poplachovému tónu, jako jsou zdravotnická zařízení a divadla. **Tlampače** jsou další možností zvukového poplašného zařízení, které může vysílat reprodukováný signál, živou nebo předem nahranou hlasovou informací. V poslední

době se objevily na trhu **hlasové sirény** – obr. 4.2.1.67. Ačkoliv elektronické sirény jsou schopné efektivně signalizovat požár, přesto při požáru může dojít ke zmatkům a to hlavně pro nedostatek srozumitelných informací a příkazů. Sirény tohoto typu nabízejí možnost sdělit ohroženým osobám další informace a to jak předem výrobcem nahrané, tak uživatelem namluvené. Před každým hlášením lze vysílat varovný tón, který je vyhrazený k dané zprávě. Hlasové sirény jsou vhodné pro velké mnohaposchod'ové budovy, kde je dáována přednost fázované evakuaci. Některé zvukové sirény jsou vybaveny majákem a předpokládá se uplatnění především v čítárnách knihoven a archivů, kde světelným signálem informují o nastalé krizové situaci neslyšící návštěvníky. K vyvolání optického poplachu je vhodná řada optických zařízení – **majáků** – obr. 4.2.1.68. V poslední době se místo majáků vybavených xenonovými výbojkami, stále více prosazují vysoce výkonné LED, které při napětí 24 V odebírají pouhých 18 mA. Tento druh poplašného zařízení je nezbytný všude tam, kde hladina okolního hluku přehlušuje zvuk poplachového zařízení a dále tam, kde se mohou nalézat neslyšící návštěvníci. V USA a ve Velké Británii normy nařizují optická zařízení v muzeích, knihovnách a historických budovách a obdobný přístup lze očekávat i v ČR.

Ústředny EPS jsou v mnohých případech schopné splnit při požáru další úkoly požární ochrany, jako je vypnutí elektrického proudu v budově, zavření požárních dveří uvolněním přídržných magnetů, odblokování dveří na evakuačních cestách, spuštění systému odsávání kouře, případně otevření ventilačních oken – obr. 4.2.1.69 a konečně může být ústřednou EPS (v případné spolupráci s ústřednou SHZ) dán impuls k aktivaci stabilního hasícího systému.

Z hlediska požární bezpečnosti je užitečné, aby požární dveře mezi jednotlivými požárními úseky nebo místnostmi byly trvale zavřené. Když je z provozních důvodů nezbytné mít dveře otevřené, musí být instalována **zařízení pro koordinované zavření dveří**, která sice drží dveře v otevřené poloze během normálního provozu, ale uvolní je a umožní jejich automatické zavření, když je aktivován systém požárního poplachu – obr. 4.2.1.70.⁴³ Detail přídržovacího zařízení je patrný na obr. 4.2.1.71. Zařízení, které přídržuje dveře elektromagnetem, je vloženo do hliníkového masivního odlitku, který je chrání před vandalismem nebo náhodným poškozením. Zařízení je kabely napojeno na ústřednu EPS. Po vypnutí proudu ústřednou EPS v případě požáru elektromagnet přestane dveře přídržovat, dveře jsou pružinou od něj odtlačeny a samouzavíracím mechanismem (např. BRANO) zavřeny. Přídržovací zařízení je možno individuálně uvolnit sešlápnutím.

V poslední době se objevilo bezdrátové bateriemi napájené zařízení určené k bezprostřednímu přídržení požárních dveří, které se automaticky uvolní v případě akustické signalizace požáru – obr. 4.2.1.71.⁴⁴ V blízkosti zvonku požárního poplachu nebo sirény

je umístěna radiová vysílací jednotka, která je schopna identifikovat vyhlášení požárních podmínek a automaticky vyslat signál přídržovacím zařízením ve své oblasti. Tuto jednotku je možno nastavit tak, že v nastaveném nočním čase nejen uvolňuje, ale i zavírá dveře, čímž se zvyšuje bezpečnost objektu.⁴⁵ Opětné zavření dveří je možné až v předem nastaveném čase.

Z předchozího vyplývá, že ústředna EPS mimo detekci a nahlášení požárního poplachu většinou plní další významné funkce ve spolupráci s ostatními bezpečnostními technologiemi jako jsou stabilní hasící systémy, elektronické bezpečnostní systémy, systémy kontroly vstupu, kouřové klapky, systémy otevírání nebo zavírání dveří a požárních uzávěrů, systémy odpojování elektrických a technologických zařízení a podobně. Na systém EPS je možné navázat lokální poplachový systém.

Je však nutno si uvědomit, že se stoupající kapacitou ústředny EPS bude stoupat její složitost a zákonitě její poruchovost. Pro bezvadnou funkci detekčního systému je nezbytné jeho pravidelné zkoušení a údržba. Před výběrem systému je žádoucí získat předem reference o zařízení a dodavatelské firmě; je rovněž vhodné se informovat o kvalitě servisu. Je účelné volit co možná jednoduchá řešení s prokázanou spolehlivostí. Běžně se předpokládá, že životnost EPS je dvacet let. Je nezbytné si položit otázku, zda při současném rychlém rozvoji elektronických systémů bude možné již za deset let zajistit příslušné náhradní díly, případně sehnat servisního technika, který bude schopen ústřednu opravit.

4.2.1.4 FALEŠNÉ POPLACHY

Je proto naprosto přirozené, že stoupají nároky na systémy detekce požáru. Vzrůstá potřeba spolehlivých systémů požární detekce, které včas varují před požárem. Se vzrůstajícím používáním detektorů požáru vyvstaly zmíněné problémy s falešnými a nechtěnými poplachu. Falešné poplachu mohou vážně podlomit účinnost instalovaných poplašných systémů, přerušit činnost instituce a mohou způsobit (a to je nejhorší), že obyvatelé ignorují požární poplašný signál při vzniku a během skutečného požáru.

Historicky výrobci požárních poplachů řeší potlačení falešných poplachů dvěma přístupy:

- Snížením citlivosti detektoru. Servisní technici jsou schopni nastavit jednotlivé instalované detektory na nižší citlivost, čímž je snížena možnost falešných poplachů.
- Prodloužením doby ověření poplachu. Když detektor ohlašuje stav poplachu, ústředna EPS čeká po specificky programovanou dobu zpoždění (většinou je 30 vteřin), zda detektor pokračuje v hlášení poplachových podmínek. Jestliže detektor potvrdí stav poplachu i po době zpoždění, je aktivován poplachový program.

Snížení citlivosti detektoru a prodloužení doby ověření poplachu může snížit možnost falešného poplachu, ale zároveň může být významně zpožděna informace pro obyvatele o hrozícím nebezpečí.

Byly vyvinuty **inteligentní systémy** požárního poplachu, které mohou zabránit falešným poplachům při zachování požadované hladiny citlivosti detektoru.⁴⁶ I když kvalita inteligentních systémů se mění jednotlivými výrobci, přesto mohou tyto systémy zajistit řadu výhod, včetně rychlejší informace pro obyvatele, vyšší citlivost detektoru a sníženou možnost falešného poplachu. Mimo to inteligentní systémy mohou poskytnout uživateli informaci o údržbě detektoru.

Inteligentní systémy požárního poplachu byly původně jiným jménem pro adresovatelné systémy. Adresovatelné systémy poskytují, jak již bylo uvedeno dříve, jedinečnou adresu pro každé detekční zařízení, čímž je zajištěna vyšší hladina informací pro uživatele. V současné době inteligentní systémy mohou udělat více.

Běžně inteligentní systémy požárního poplachu zahrnují detektory, které používají k určení podmínek poplachu rozhodovací algoritmy. Některé používají multisensorové řešení, jiní multidetektorové řešení nebo srovnání profilu. Ve většině případů informace o koncentraci kouře a teploty je získána jedním nebo několika senzory. Tyto informace jsou následně analyzovány specifickými algoritmy ve snaze stanovit, zda tato měření ukazují, že nastaly podmínky požáru.

Zařízení požárního poplachu označená jako inteligentní většinou používají analogové typy detektorů. Detekční komora detektoru je ovlivněna okolním vzduchem a tyto typy detektorů kontinuálně měří v reálném čase vlastnosti procházejícího vzduchu (jeho znečištění kouřem). Detektory mohou mít nastavenou prahovou hodnotu jako konvenční detektory, což umožňuje zahájení poplašné sekvence na základě těchto měření. Navíc mnohé inteligentní detektory používají algoritmy, které umožňují zpracování nižších hladin, než jsou prahové hodnoty poplachu. Tyto hladiny jsou definovány jako předpoplachové (prealarm) signály. Předpoplachové signály mohou být porovnány s řadou analogových signálů jiných detektorů a senzorů v daném prostoru. Mohou být porovnány s dřívějšími signály obdrženými ze sledovaného detektoru, nebo srovnány s předem stanovenými požárními profily získanými při požárních testech. Tyto techniky umožňují vzrůst citlivosti detektoru a zároveň snížení možnosti falešného poplachu.

Prach, špína, vlhkost, stáří a jiné faktory prostředí ovlivňují citlivost detektorů kouře. Tyto faktory posouvají reálné údaje detektorů blíže k prahové hodnotě poplachu, v závislosti na znečištění a typu senzoru. Tak jak tyto údaje se posouvají, k dosažení předem stanovené

prahové hodnoty u konvenčních detektorů je nezbytná nižší koncentrace kouře. To činí detektory kouře náchylnými k falešným poplachům nebo k prodloužení doby aktivace.

Některé analogové inteligentní detektory mají kompenzaci růstu znečištění (drift compensation). Jestliže se u těchto detektorů zvyšuje znečištění detekční komůrky, rozdíl mezi hladinou pozadí komůrky a prahovou hodnotou předpoplachu či poplachu se zmenšuje – obr. 4.2.1.73.²⁰ Důsledkem je, že během času velmi malé množství kouře nebo jiných nečistot může vyvolat předpoplach a posléze poplach. Inteligentní detektory jsou schopné kompenzovat tento pomalý vzrůst hladiny pozadí komůrky. Když během času analogový signál posunout až k prahové hodnotě předpoplachu, detektor vyšle údržbový signál, který informuje uživatele o nezbytnosti údržby dříve, než se objeví nechtěné poplasy. Popsaná úprava umožňuje kompenzovat detektor vzhledem k znečištění a k faktorům prostředí při zachování optimální citlivosti detektoru.

Detektory s předvolenou citlivostí pracují podobně jako detektory, které mají automatickou kompenzaci citlivosti. Tato úprava zajišťuje citlivost podle předem stanovených podmínek. Některé prostory mohou běžně požadovat vzrůst nebo pokles citlivosti detektoru. Ku příkladu prostor depozitáře vzácných sbírek může vyžadovat vyšší hladinu citlivosti během slabého provozu. Naopak společenská místnost téže budovy může vyžadovat snížení citlivosti detektorů během provozních hodin, čímž je kompenzováno kouření návštěvníků. To umožňuje optimální citlivost podle předvídatelných měnících se podmínek v daném prostoru.

Požáry většinou mají jedinečný kouřový a tepelný profil v závislosti na hoření specifického paliva. Ku příkladu požáry plastů mají sklon produkovat více kouře, než požáry hořlavých kapalin. Někteří výrobci požárních poplašných zařízení vyvinuli databáze s detaily charakterizujícími produkty spalování pro široký rozsah paliv. Tyto databáze zahrnují měření časově závislých údajů, jako jsou hodnoty stanovené optickými detektory, ionizačními detektory a teplotními detektory. Data jsou rozdělena podle souboru paliv a pro tyto soubory byl určen specifický způsob zpracování ústřednou EPS.

Analogová měření z jednotlivých detektorů jsou v řadě případů srovnávána s hodnotami měření získanými při požárních testech. Srovnávací algoritmus umožňuje detektorům odfiltrovat podmínky, které nejsou typicky spojené s požárem. Z toho důvodu je např. možno pominout náhlou velkou změnu v obskureci optického detektoru, vyvolanou vstupem hmyzu do detekční komůrky. Obdobně mohou být rozpoznány a ignorovány velké změny v proudových hodnotách ionizačních detektorů, které byly vyvolány interferencí radiových frekvencí.

Některé detektory mohou využít dobu ověření poplachu k analýze předpoplachového signálu. Když předpoplachová hodnota je konsistentní s podmínkami typicky spojenými s podmínkami požáru, požár je potvrzen a poplach je bezprostředně vyhlášen.

Určité skupiny výrobců používají výsledky požárních testů z různého prostředí, jako jsou kanceláře, sklady nebo nemocnice, zatím co jiní používají přístup, při kterém jsou používány pouze výsledky jednoho reprezentativního testu, které jsou srovnávány s aktuálními hodnotami.

Detektory používající multisenzorové srovnání pracují s několika detekčními metodami. Kombinace ionizačních, optických a tepelných senzorů je vložena do jednoho detekčního zařízení, které může srovnávat informace z několika různých senzorů. Tento přístup může podpořit schopnost odfiltrovat nežádoucí podmínky a umožní vzrůst citlivostí. Kupř. rychlý nárůst obskurace bez souvisejícího nárůstu teploty, může být odfiltrován. Jinou výhodou je, že tyto detektory používají algoritmy k zpracování analogových hodnot ze všech senzorů. Podmínky pro vyvolání poplachu mohou potom být založeny na kombinaci dat ze všech senzorů, čímž dále vzrůstá stabilita a citlivost, případně obě vlastnosti. Složitost vyhodnocení multisenzorového detektoru je znázorněna na obr. 4.2.1.74.

Multidetektorové srovnání využívá skutečnost, že kouř proudící podél stropu ovlivňuje zároveň několik detektorů. Ovlivněné detektory analyzují předpoplachové podmínky přilehlých detektorů. Poplach je vyvolán, když předpoplachové podmínky přilehlých detektorů ukazují podobný nárůst sledovaných hodnot. Podobně jako detektory, které sledují profily nárůstu hodnot, tyto detektory mohou porovnat několik míst a eliminovat lokální nárůst hodnot vyvolaný hmyzem nebo interferencí radiových frekvencí. To umožňuje snížit prahy poplachu, snižuje doby detekce a zvyšuje stabilitu systému.

Výkonné procesory systému dodávají současným detekčním systémům další přednosti, jako:

- Automatické adresování: detektory automaticky získávají nezávislou adresu a jsou začleněny do systému.
- Nastavení předpoplachů: může být nastaven jeden nebo více předpoplachů.
- Paměť detektoru: detektory mohou ukládat různé informace, včetně rychlosti kompenzace v závislosti na změně prostředí, poslední datum údržby a analogový signál pro poslední poplach.
- Inteligentní ohlašovací zařízení může pokrýt několik nezávislých ohlašovacích zón. To také umožňuje testování individuálního ohlašovacího zařízení.

Inteligentní systémy požárního poplachu mohou poskytnout dodatečné informace nezbytné ke kontrole zařízení a konečně i uživatele. Každé uspořádání budovy a jejího prostředí je jedinečné a použití systémů detekce požáru musí být pečlivě vyhodnoceno, aby byl zvolen nejlepší přístup. I když analogové detektory mohou srovnat podmínky se známými hodnotami a poskytovat vzrůstající množství informací, inteligentní technologie poskytuje mnohá zlepšení současných systémů.

Inteligentní multisenzorové detektory se pravděpodobně stanou běžné jako standardní detektory pro mnohé aplikace. To bude částečně umožněno tím, že cena těchto detektorů bude srovnatelná s cenou normálních detektorů. Některá inteligentní zařízení jsou již v současné době jenom mírně dražší než standardní zařízení. Jakmile cena inteligentní technologie poklesne, stále více těchto zařízení bude používáno jako poplašný systém. Jak vyplývá z obr. 4.2.1.59, multisenzorové detektory zaujímají již v současné době významné místo na trhu detektorů požáru.

Konečně je důležité zaznamenat, že všechny detektory, ať již standardní, či inteligentní, vyžadují údržbu k zachování spolehlivé účinnosti. Je zřejmé, že uvedené nové technologie a programy údržby detektorů a požárních poplašných systémů by měly být pokládány za nejdůležitější aspekt rozvoje požárních poplašných systémů.

4.2.1.5 SELHÁNÍ SYSTÉMU DETEKCE POŽÁRU

Příčinou selhání systému detekce požáru může být často selhání detektorů kouře.⁴⁷ Pravděpodobnost selhání detektorů kouře, které jsou zapojeny do inteligentních systémů, je ale malá. Procesor detektoru včas odhalí jeho chybnou funkci, ohlásí ji ústředně EPS a detektor je včas vyměněn.

Poněkud jiná situace je u konvenčních bodových detektorů, které samostatně sledují vznik kouře v chráněném prostoru. Jak ukazuje obr. 4.2.1.75, hlavní příčinou selhání detektoru není jeho vadná funkce, ale především selhání dodávky elektrické energie. Velmi častou příčinou selhání je scházející nebo nezapojená baterie (54%), případně vybitá baterie (19%). Selhání, které by bylo zaviněno závadou detektoru, je poměrně málo časté (3%). Významné je, že pouze 7% selhání bylo způsobeno detektory, které byly napájeny pevnými kabely z ústředny EPS. Z uvedeného plyne, že pro spolehlivý chod nejen detektoru kouře, ale celého systému detekce požáru je zásadní pravidelná kontrola stavu nabití baterie, čistoty kontaktů atp.

Tyto systémy musí být pravidelně **udržovány a zkoušeny**. Je známo, že mimo detektory kouře může selhat i ústředna EPS. Může být vyřazena z činnosti zásahem blesku,

anebo nespolehlivou dodávkou elektrické energie. Může selhat evakuační poplach nebo osoby přítomné v budově jej nebudou slyšet ve všech prostorech budovy. Konečně může selhat telefonní spojení s ústřednou hasičské jednotky.

Vedení muzea zodpovídá za to, že systém detekce požáru je v provozuschopném stavu. Výjimkou je období, kdy probíhá údržba nebo opravné práce.

Operace údržby a zkoušení systému EPS ve většině případů uskutečňuje dodavatelská společnost nebo technici, kteří se touto činností profesně zabývají. Je samozřejmé, že celý systém detekce požáru musí být odzkoušen po jeho instalaci. Potom probíhají pravidelné kontroly a zkoušky dle rozvrhu, který je určen vyhláškou.^{48,49} Ústředny EPS jsou kontrolovány jednou za měsíc a detektory jednou za půl roku.

4.2.1.6 ÚSTŘEDNY ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE – ZÁVĚR

Použití systémů detekce požáru v objektech kulturního dědictví není jednotné. Prakticky každý významný stát má vlastní legislativu, dle které se řídí projekce a instalace požární detekce ve zmíněných objektech. Jako příklad může sloužit srovnání systémů detekce požáru, které bylo provedeno v 8 zemích – tab. 4.2.1.3.

Tab. 4.2.1.3: ***Shrnutí systémů detekce požáru při požární ochraně depozitářů archivů v různých zemích.***⁵⁰

Země	Typ detektoru
Austrálie	Detektory kouře a teploty pro depozitáře papíru. VESDA pro fotografické, magnetické a smíšené materiály.
Francie	Optické detektory kouře a detektory CO pro depozitáře. Teplotní a IR detektory vyzařování plamene pro ostatní prostory.
Itálie	Předpokládá se detekce požáru ve všech historických budovách, ale typ detektoru není specifikován.
Nový Zéland	Detektory kouře a teploty.
Španělsko	Detektory kouře
Švédsko	Detektory kouře
Spojené království	Detektory kouře, teploty nebo detektory vyzařování plamene, VESDA
USA	Optické a ionizační detektory kouře. VESDA

Volba optimálního systému detekce požáru v historických budovách muzeí je náročný úkol. Výběr bude záviset na celkovém uspořádání budovy a na jejím obsahu. Je nutno si uvědomit, že ani kvalitní a spolehlivý systém EPS bez účinného stabilního hasicího systému,

nemůže ochránit budovu muzea, jejíž místnosti jsou naplněny vysoce hořlavým materiálem před ničivými účinky požáru. Je zřejmé, že většina místností muzeí obsahuje vysoce hořlavý materiál jako je dřevěný čalouněný nábytek, dřevěné obložení stěn, dřevěné stropy, dřevěná schodiště, tapiserie, záclony, dřevěné, textilní, papírové sbírkové předměty atp. Je-li do místností muzea umožněn dostatečný přístup vzduchu (např. rozbitím oken), potom rychlost rozvinutí požáru je vysoká a stav celkového vzplanutí je dosažen během 5 až 10 minut. Jakmile se objekt dostane do tohoto stavu, není možné jej ve většině případů uhasit běžnými hasičskými prostředky.

To jasně ukázal požár v knihovně vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru v roce 2004 a požár Průmyslového paláce v Praze v roce 2008. Oba objekty naplněny hořlavým materiálem byly vybaveny fungujícím systémem EPS, který okamžitě informoval příslušné hasičské jednotky o vzniklé krizové situaci. Hasiči byli se svou technikou na místě během několika minut, za cca 10 minut začali hasit, a přesto oba objekty byly vážně poškozeny až zničeny požárem.

Z uvedeného plyne, že budovy muzeí je nutno postupně vybavit nejen spolehlivou elektrickou požární signalizací, ale i účinným stabilním hasicím zařízením, které by dokázalo kontrolovat požár během prvních 5 až 10 minut do příjezdu a zásahu hasičské jednotky.

4.2.1.7 LITERATURA

- ¹ JENSEN, G.: *Minimum Invasive Fire Detection for Heritage*. Riksantikvaren, The Norwegian Directorate for Cultural Heritage, COST Action C17, Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings, Norway 2006, ISBN 82-7574-040-1.
- ² BEBČÁK, P. – DUDÁČEK, A. – ŠENOVSKÝ, M.: Elektrická požární signalizace (EPS) In *Vybrané kapitoly z požární ochrany*, III- Díl., Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2006, s. 14-27.
- ³ NFPA 72® *National Fire Alarm Code*®. 2007 Edition, NFPA, Quincy, MA, USA.
- ⁴ ČSN 34 27 10 *Elektrická požární signalizace – Pokyny pro projektovou přípravu, navrhování, montáž, uvedení do provozu, kontroly, servis a údržba*. Návrh normy. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha: 2009.
- ⁵ DZIEKAN, M.: Where there`s smoke, there`s fire: inside look at Smoke Detector. *Featured articles*. Society for Amateur Scientists, 2004.
- ⁶ ARVIDSON, M.: Protection of Cultural Resources Sprinkler Protection for Historic Wood churches. In *7th International Fire Sprinkler Conference & Exhibition*, Copenhagen, 2008.
- ⁷ *How warm air can prevent a fire. The SecuriSens® ADW linear heat detector*. Zollikofen Switzerland: Securition, 2009
- ⁸ *Lineární teplotní kabel Proline*. Proline, Euroalarm. Praha: 2009
- ⁹ *Application Profile: Covered Bridge Fire*. Protectowire Fire systems, Plymouth, MA, USA. URL <http://www.protectowire.com/applications/profiles/covered_bridge_fire.htm> [cit.2009-10-29]
- ¹⁰ GLOMBITZA, U., HOFF, H.: Fibre Optical Radar System for Fire Detection in Cable Trays. In *13th International Conference on Automatic Fire Detection*. Duisburg: Universität Duisburg-Essen, 2004.
- ¹¹ *Rapid fire detection – thanks to clever cables. The SecuriSens® TSC temperature sensor cable*. Zollikofen Switzerland: Securition, 2009
- ¹² MAWHINNEY, J.R.: A Linear water mist fire suppression system for fixed shelving in archival vaults In *International Water Mist Association Conference*, Rome, Italy: October 6-8, 2004.
- ¹³ BRAZZELL, D.: *The Effects of High Air Velocity and Complex Airflow Patterns on Smoke Detector Performance*. AFCOM Central Ohio Chapter. Ohio, USA: 2009 URL <<http://www.afcom8-21.afcom-miami-admin.com/AFCOM%20%20-%20Effects%20of%20High%20Airflow%20and%20Complex%20Patt.pdf>> [cit.2009-11-20].
- ¹⁴ *Smoke detector 500 Series*. Invented for life – Bosch. Frankfurt/Main: 2009 URL <http://www.boschsecurity.co.nz/content/language1/html/1894_ENU_XHTML.asp> [cit.2009-10-29]
- ¹⁵ *Aspirated smoke detector*. Wikipedia, the free encyclopedia. 2009 URL <http://en.wikipedia.org/wiki/Aspirated_smoke_detector> [cit.2009-02-23]
- ¹⁶ *The Efficacy of Duct Smoke Detection*. National Electrical Manufacturer`s Association (NEMA). Fire Protection Engineering (FPE), Winter 2006. URL <http://www.fpemag.com/archives/article.asp?issue_id=35&i=195> [cit.2009-10-31]
- ¹⁷ *Bosch Automatic Fire Detector 420/320 Series*. Bosch. Frankfurt/Main: 2009 URL <http://www.boschsicherheitsprodukte.de/content/language2/html/1871_ENU_XHTML.asp> [cit.2009-10-31]

- ¹⁸ *XPander.Apollo*. Havant, Hampshire, U.K.: 2009
- ¹⁹ *Telerex, the wireless Cerberus® AlgoRex technology*. Siemens Fire Safety. Männedorf, Switzerland. URL <http://www.siemens.be/cmc/upload/cms/docs/sbt/BR_TeleRex_en.pdf> [cit.2009-11-09]
- ²⁰ BRAIN, M.: *How Smoke Detectors Work*. HowStuffWorks. 2008. URL <<http://home.howstuffworks.com/home-improvement/household-safety/fire/smoke.htm/printable>> [cit.2007-04-27]
- ²¹ VOJÁČEK, M.: *Detektory kouře - princip & Freescale*. Automatizace. URL <<http://automatizace.hw.cz/view.php?cislociklanku=2006091701>> [cit.2007-04-27]
- ²² PINNACLE™ *Laser Technology Smoke Detector*. Systém Sensor®. St. Charles, IL, USA. URL <<http://systemsensor.com/pdf/A05-1028.pdf>> [cit.2009-10-29]
- ²³ *Introduction the Vesda Aspirating Smoke Detection & it's Value in modern Data center environments...* Xtralis Pty Ltd., Hemel Hempstead, UK. URL <<http://www.afrocomcentralohio.org/documents/AspiratingSmokeDetection.pdf>> [cit.2009-11-01]
- ²⁴ *VESDA LaserPLUS™ - kouřové nasávací hlásiče*. Zettler Liberec, ČR. URL <<http://www.alpos.cz/pol123.htm>> [cit.2009-11-01]
- ²⁵ MASSINGBERD-MUNDY, P.: *Aspirating smoke Detectors. What's coming...* FIC Conference at International Fire Expo 2005.
- ²⁶ MASSINGBERD-MUNDY, P.: *Sampling Points*. *FEJ&FP*, 2004, February, s.37-40.
- ²⁷ *Linear smoke beamdetector PBA 1191*. Siemens. 2003. URL <<http://sbt.siemens.com/FIS/productdoc/catalogs/6171.pdf>> [cit.2009-11-01]
- ²⁸ *Infrared and Ultraviolet Detectors*. Safelines. Fire Safety Products. 2009 URL <<http://www.safelines.co.uk/html/beam-detector-info.htm>> [cit.2009-11-01]
- ²⁹ *Inovace použitím krokových motorků v odrazové detekci kouře*. Thefirebeam, Euroalarm. Praha: 2009
- ³⁰ XIONG, Z. AT AL.: *Video-based smoke detection: Possibilities, Techniques and Challenges*. URL <http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/Proceedings/Video-based_Smoke_Detection...-Z.Xiong_et_al.pdf> [cit.2009-11-01]
- ³¹ ELLIOT, B.: *Performance Based Testing of Video Image Detection Device*. URL <<http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/Foundation%20proceeding/Elliott.pdf>> [cit.2009-11-01]
- ³² *DTec camera based fire detection*. Detector Technologies. Alton, Hampshire, UK? 2009. URL <<http://www.dtec-fire.com/vsdpage.htm>> [cit.2009-11-01]
- ³³ *Požární videodetekce. Detekce požáru pro třetí tisíciletí*. Euroalarm. Praha: 2009.
- ³⁴ *SigniFire*. Fike Alarm Systems. Blue Springs, MO, USA: 2009 URL <http://www.axonx.com/Spec%20sheets/New%20Fike%20Specsheets/SigniFire_Spec.pdf> [cit.2009-11-08]
- ³⁵ ČERNÝ, M.: *Projekt požárního zabezpečení prostoru kaple sv. Kříže ve Velké věži objektu státního hradu Karlštejn na bázi video detekčního požárního systému*. Prezentace přednesená na 8. Sekci: Důležitost požární prevence pro památkový objekt konference: Hrady, zámky, quo vadis? Jindřichův Hradec: 13. Listopadu 2009.
- ³⁶ *Hlásič vyzařování plamene aktivovaný infračerveným zářením*. Siemens Building Technologies, divize Cerberus, Praha: 2009. URL <[http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/13088_DF1101\\$Ex.pdf](http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/13088_DF1101$Ex.pdf)>
- ³⁷ *UV/IR Flame Detector SharpEye™ 20/20L&20/20LB*. The Protectowire, Hannover, MA, USA: 2009. URL <http://www.diamondelectricals.com/Downloads/flame_det_uv_ir.pdf> [cit.2009-11-10]

- ³⁸ *The Net Safety Phoenix Triple IR Flame Detector*. Net Safety. 2009. URL <http://www.globalspec.com/FeaturedProducts/Detail/The_Net_Safety_Phoenix_Triple_IR_Flame_Detector/105050/0> [cit.2009-11-10]
- ³⁹ *Guide to conventional fire systems*. Systém Sensor®. St. Charles, IL, USA. URL <http://www.systemsensoreseurope.com/English/Guides/Conventional_guide%20May-04.pdf> [cit.2009-11-10]
- ⁴⁰ *Guide to intelligent fire systems*. System Sensor®. St. Charles, IL, USA. URL <http://www.systemsensoreseurope.com/English/Guides/Intelligent_guide.pdf> [cit.2009-11-10]
- ⁴¹ ARTIM, N.: *An Introduction to Fire Detection, Alarm and Automatic Fire Sprinklers. Technical leaflet*. Emergency management. Section 3, Leaflet2. Northeast Document Conservation Center. Andover. URL <http://nedcc.org/resources/leaflets/3Emergency_Management/02IntroToFireDetection.php> [cit.2009-11-22]
- ⁴² *LSN RF Fire Detection Systém*. Bosch Security Systems, Eindhoven, The Netherlands: 2009 URL <http://resource.boschsecurity.com/documents/LSNRFireDetect_DataSheet_enUS_T1749636363.pdf> [cit.2009-11-10]
- ⁴³ Closing time. Cranford Controls. *Fire Safety Engineering*. London: July/August 2007, s. 33-35
- ⁴⁴ *Bezdrátový přidržovač požárních dveří*. Dorgard, Euroalarm, Praha: 2009.
- ⁴⁵ System X radio: The new generation. Fireco. *Fire Safety Engineering (FSE)*. October 2007, s. 44-45.
- ⁴⁶ TUBBS, J. S.: *Inteligent Fire Alarm System*. Fire Protection Engineering. Summer 2001, s. 15-18.
- ⁴⁷ AHRENS, M. U. S.: *Experience with Smoke Alarms and Other Fire Detection/Alarm Equipment*. National Fire Protection Association, Quincy, MA, USA: 2007. URL <<http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/AlarmExSum.pdf>> [cit.2009-11-10]
- ⁴⁸ 246/2001. *Vyhláška o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru*. Ministerstvo vnitra ČR, Praha: 2001
- ⁴⁹ Testing, inspection, and maintenance frequencies for fire detection and alarm systém. University of Colorado at Boulder. Co, USA: 2004 URL <<http://www.colorado.edu/facilitiesmanagement/pdc/safety/documents/FireDetAlarmInspTestFreq.pdf>> [cit.2009-11-10]
- ⁵⁰ *Fire Detection in Archives Repositories*. Archivio di Stato Milano, Milano: 17. April 2004. URL <<http://archiviodistatomilano.it/uploads/progetti/viennabertini/FireDetectioninArchive.pdf>> [cit.2009-11-22]

4.2.2 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY*

Z rozboru řady požárů objektů kulturního dědictví, jako byl požár zámku Windsor v Londýně, Hofburgu ve Vídni, norských a švédských sloupových kostelů, knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru a v našich podmínkách požár zámku Zahrádka, hradu Pernštejn a konečně nedávného požáru Průmyslového paláce v Praze jasně vyplývá, že v obdobných objektech není možno uhasit rozvinutý požár bez účinného automatického stabilního hasicího systému.

Je třeba si uvědomit, že v podobné situaci se nachází většina objektů kulturního dědictví ČR. Aniž by byly podceněny prostředky pasivní prevence požáru, rozhodující možností, jak omezit požáry v objektech kulturního dědictví, je vybavovat je postupně účinnou technikou detekce požáru a především automatickými stabilními hasicími systémy. Navíc vysoké krovové systémy budov, především vysoké věže kostelů pokryté plechem, není prakticky možné hasit běžnou hasičskou technikou. Účinný požární zásah umožňuje pouze vnitřní sprejový, sprinklerový nebo mlhový systém.

V současné době je k dispozici řada automatických stabilních hasicích systémů. Ne vždycky jsou ale k dispozici objektivní a přesné informace o jejich účinnosti, spolehlivosti, a tedy o vhodnosti pro požární ochranu daného kulturního objektu či sbírek. Často jsou tyto informace ovlivňovány komerčními zájmy dodavatelských firem – jsou vytvářeny mythy o jednotlivých stabilních hasicích systémech.

Stabilní hasicí zařízení (SHZ) použitelná pro ochranu objektů muzeí by měla splňovat zejména následující požadavky:

1. Bezpečnost přítomných osob, dostatečný časový prostor pro možnost jejich úniku, přežití „zapomenutých“ osob.
2. Spolehlivost, rychlost a účinnost SHZ.
3. Co nejnižší poškození interiéru a exteriéru historických budov při instalaci a demontáži SHZ.
4. Co nejnižší poškození budovy a sbírek při a po předpokládaném hasicím zásahu.
5. Co nejnižší poškození interiéru budovy a sbírek hasivem a jeho degradačními produkty vzniklými tepelným rozkladem při hašení požáru

* Literatura ke kap. 4.2.2 je na straně 140. Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 4.2.1.XY.

6. Zdravotní nezávadnost hasiva, včetně zdravotní nezávadnosti degradačních produktů vzniklých tepelným rozkladem hasiva při hašení požáru.
7. Přijatelná cena SHZ a jeho údržby
8. Akceptovatelná cena náhradního hasiva.
9. SHZ prověřené praxí v oblasti požární ochrany muzeí nebo ověřené plnoměřítkovým testem v podmínkách, které odpovídají předpokládanému použití k ochraně muzea
10. Osvědčená dodavatelská firma, schopná předložit pozitivní reference.

Obecně základní podmínkou spolehlivosti požární techniky, a tedy i SHZ je, aby byly pravidelně zkoušeny. U těchto systémů je to zvláště významné, neboť (s výjimkou sprinklerů s mokřým potrubím se jedná o složitá a technicky náročná zařízení, u kterých riziko selhání je poměrně vysoké. Příkladem takového selhání může být plnoměřítkový hasicí pokus archivních regálů vodní mlhou uskutečněný pro General Register House, Edinburgh, kdy nastalo ucpání filtrů hlavice blíže nedefinovanou hmotou, a dále plnoměřítkový pokus hašení skladiště hořlavých kapalin firmy InfrServ, Gendorf, kdy selhal regulátor tlaku. V obou případech hasicí účinnost systémů byla významně omezena.

Problémem je, že při zkouškách systémů, které pracují s interními plyny a s halonovými alternativami, není možno vypouštění plynu zastavit a je vypuštěno veškeré hasivo. To je přirozeně spojeno s velkými finančními náklady, které vedou management instituce k odkladu zkoušek. Uvážíme-li, že od instalace zmíněných zařízení mohla uplynout řada let, potom přesvědčení, že hasicí systém bude v případě požáru spolehlivě a účinně hasit, je pouze vírou a to velmi nebezpečnou.

Pro požární ochranu objektů muzeí je možno zvažovat dva typy automatických stabilních hasicích systémů, a to systémy pracující na bázi vody, a systémy pracující na bázi plynů. Obecnou úvodní představu o vhodnosti jednotlivých hasicích systémů poskytuje tab. 4.2.2.1.

Volba stabilního hasicího systému je závislá na typu muzea, na charakteru budovy, na typu a významu sbírek atp. Ve významné míře bude záviset i na finančních možnostech instituce. Všeobecně řečeno, pro ochranu muzeí jsou vhodné především hasicí systémy na bázi vody (sprinklery nebo vodní mlha) nebo inertních plynů.

Výhodnost jednotlivých systémů ukazuje zjednodušený vztah mezi odolností a spolehlivostí a sekundárním poškozením na obr. 4.2.2.1.¹

Tab. 4.2.2.1: **Vhodnost stabilních hasicích systémů pro hašení muzeí.**

Hasicí systém	Vhodnost použití
Sprinklerové systémy	Ano, pokud se používá čistá voda; nutno počítat s poškozením budovy i muzejních materiálů vodou. Poškození vodou je reversibilní a je možno je odstranit do značné míry konzervačním zásahem.
Systém vodní mlhy	Ano, pokud se používá čistá voda; poškození vodou je menší než v případě sprinklerů; případný přídavek prostředků proti zamrznutí vody atp. do hasicí vody může poškodit sbírkové předměty. Poškození vodou je reversibilní a je možno je odstranit do značné míry konzervačním zásahem. Systém vodní mlhy jsou podstatně dražší než sprinklerové systémy.
Systémy pracující s inertními plyny (dusík, INERGEN)	Ano, vhodné pro menší, dokonale těsnící prostory trezorových místností.
Systém pracující s halonovými alternativami	Jsou pochybnosti. Vzhledem k omezené hasicí účinnosti a nebezpečí vzniku jedovatých zplodin při požáru je možno je použít pouze pro ochranu malých dokonale těsnících trezorových místností.
Systémy pracující s hasicími prášky	Vhodné pro ruční hasicí přístroje mimo prostory, kde jsou uloženy sbírky (např. pro lokální hašení elektrických zařízení); mohou poškodit sbírkové předměty, především závěsné obrazy. Jsou obtížně odstranitelné z muzejních materiálů.
Systémy pracující s vodními emulzemi	Vhodné pro ruční hasicí přístroje mimo prostory, kde jsou uloženy sbírky; přidané látky (emulgátory, filmotvorné látky atp.) mohou poškodit sbírkové předměty a jsou obtížně odstranitelné z muzejních materiálů.

4.2.2.1 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY NA BÁZI VODY

Voda je inertní levné hasivo, které je většinou k dispozici v dostatečném množství. Čistá voda nemá vliv na lidské zdraví a prostředí a je schopna uhasit většinu požárů. Odpařením vody se chladí hořící palivo a z místa požáru se odčerpává významné množství tepla. Vynikající hasicí účinek je odvozen od vysoké hodnoty jejího výparného tepla a i vysoké hodnoty specifické tepelné kapacity – obr. 4.2.2.. Specifická kapacita c_p je $4,18 \text{ J K}^{-1}\text{g}^{-1}$, tzn., že samotným zahřátím 1 litru vody z $25 \text{ }^\circ\text{C}$ na $100 \text{ }^\circ\text{C}$ voda absorbuje 313 kJ tepla. Ještě významnější je podíl výparného tepla, které umožňuje, aby 1 litr vody při úplném vypaření při $100 \text{ }^\circ\text{C}$ absorbovala 2300 kJ.

Existují dva typy hasicích systémů na bázi vody: sprinklerové systémy a systémy na bázi vodní mlhy.

4.2.2.1.1 Sprinklerové hasicí systémy^{2,3,4,5,6}

Sprinklerové systémy pracující s vodou jsou nejvýznamnějším systémem ochrany kulturních objektů proti požáru. Tyto systémy byly vyvinuty již 19. Století pro zajištění spolehlivé, účinné a finančně nenáročné protipožární ochrany průmyslových budov v počátečním stádiu rozvoje požáru. Z hlediska péče o muzea jsou sprinklerové systémy výhodné jak pro ochranu samotných budov, tak i pro ochranu v nich uložených předmětů a sbírek. Jsou bezpečné i z hlediska ochrany životů v budovách přítomných lidí (personálu, badatelů, návštěvníků atp.).

Základní výhody sprinklerových systémů je možno shrnout do následujících bodů:

1. Sprinklery k hašení používají vodu, tedy hasivo, které má největší výparné teplo a specifickou tepelnou kapacitu ze všech hasiv, která připadají v úvahu – obr. 4.2.2.2.
2. Voda je pravidelně k dispozici v dostatečném množství a v případě ochrany malých objektů dostává k bezpečné funkci sprinklerů tlak veřejné vodní sítě. Při ochraně velkých objektů je většinou nutné instalovat nádrže a čerpadla.
3. Dostatečně velká nádrž vody, která je většinou automaticky doplňována z veřejné vodní sítě a spolehlivá čerpadla prakticky neomezují dobu hašení objektu. To je významný rozdíl např. od hašení inertními plyny, kdy po vypuštění zásoby plynu není k dispozici další prostředek k hašení, když se požár náhodně obnoví.
4. Instalace a držba sprinklerů je relativně levná.
5. Voda neohrožuje zdraví personálu, hasičů, případně „zapomenutých“ osob. Např. v Anglii nezemřel nikdo při požáru budovy, která byla chráněna sprinklery.
6. Sprinklery jsou velmi spolehlivé. Statistiky udávají, že z důvodů vadné funkce selže 1 sprinkler na 16 milionů instalovaných sprinklerů ročně.
7. Funkce sprinkleru je jednoduchá. Voda je po narušení tepelné pojistky teplem požáru ve formě sprchy vnášena přímo na místo požáru. Jednoduchost je zárukou spolehlivosti. Pokud sprinklerový systém selže, je to zaviněno jinými příčinami než vlastním selháním sprinkleru – obr. 4.2.2.3.
8. Sprinklery reagují bezprostředně na teplo požáru. Udává se, že 45% požáru bylo zvládnuto spuštěním 2 sprinklerů, 80% požárů bylo uhašeno méně než 10 sprinklery – obr. 4.2.2.4. Neotvírají se tedy nejednou všechny sprinklery v místnosti.
9. Sprinklery vypouštějí až 15krát méně vody, než hasičská proudnice. Poškození budovy a sbírek je podstatně menší než při hasičském zásahu.
10. Sprinklery jsou účinné i v prostorech, které nejdou plynotěsné.
11. Sprinklery nevyvolávají falešný poplach vlivem prachu, kouře, hmyzu atp.

Ve své nejjednodušší formě představuje sprinklerový systém síť potrubí umístěnou pod stropem místnosti napojenou na zdroj tlakové vody. Na tato potrubí jsou v pravidelných vzdálenostech napojeny automatické hlavice sprinklerů – obr. 4.2.2.5.

- **Sprinkler – sprinklerová hlavice** představuje ve své podstatě sprchovou hlavici, která rozptyluje vodu na definovanou plochu ohroženou požárem (většinou 9 – 21 m²). Sprinkler se uvádí v činnost uvolněním (prasknutím) tepelné pojistky. Typický sprinkler sestává z tělesa, tepelné pojistky, těsnící zátky, ústí a tříšnice (deflektoru). Vzhled každé součásti se může měnit, ale základní principy zůstávají stejné – obr. 4.2.2.6 a obr. 4.2.2.7.
- **Těleso sprinkleru** představuje hlavní konstrukční složku, která drží sprinkler pohromadě. Potrubí dodávající vodu je napojeno na sprinkler závitem na spodní části tělesa. Těleso spojuje teplotní pojistku, těsnící zátku a tříštic během vypuštění vody. Výběr určitého typu tělesa závisí na velikosti a typu prostoru, který má být kryt, na požadovaném tvaru výstřiku, na předpokládaném riziku, na vizuálním vjemu a na atmosférických podmínkách.
- **Tepelná pojistka** je součástka, která ovládá vypuštění vody. Za normálních podmínek pojistka drží těsnící zátku na místě a zabraňuje vytékání vody. V podmínkách ČR se většinou používá skleněná pojistka (baňka). Skleněná baňka je naplněna kapalinou, která se teplem roztahuje a při předem určené jmenovité otevírací teplotě vyvolá její prasknutí. Otvírací teplota baňky je patrná z její barvy – obr. 4.2.2.8 a tab. 4.2.2.2.

Prasknutím baňky nebo roztavením tavné pojistky se sprinklerová hlavice otevře a voda ve formě sprchy (rozstříku) je vypuštěna na požár, který uhasí nebo alespoň zabrání jeho rozšíření – obr. 4.2.2.9.

Tab. 4.2.2.2: **Barevné označení sprinklerů s tavnými pojistkami a s pojistkami se skleněnou baňkou.**

Maximální teplota místnosti (°C)	Jmenovitá otevírací teplota (°C)	Teplotní klasifikace	Barva tavné pojistky	Barva skleněné baňky
38	68	normální	bez barvy nebo černá	červená
49	79	vyšší		žlutá
63	93, 107	střední	bílá	zelená
111	121, 141	vysoká	modrá	modrá
145	162, 182	extra vysoká	červená	nachová

Po dosažení požadované otevírací teploty následuje zpoždění přibližně 30 sekund až 4 minuty. Toto zpoždění představuje dobu nezbytnou pro prasknutí pojistky a je řízeno materiálem pojistky a její hmotností. Standardní sprinklery reagují většinou po 3 – 4 minutách, zatímco sprinklery s rychlou odezvou začínají pracovat ve významně kratší době. Volba rychlosti odezvy sprinkleru závisí na existujících rizicích, přijatelné míře ztrát a požadované odezvě.

Při požární ochraně muzeí je výhoda sprinklerů s rychlou odezvou zjevná. Čím rychleji sprinkler reaguje na požár, tím rychleji je zahájeno hašení a tím nižší je potenciální hladina poškození. To je zvláště výhodné při ochraně vysoce cenných památek a při ochraně životů, kdy je nejrychlejší potlačení ohně je základní úkol.

Sprinklerové hlavice mohou být upraveny tak, že o svém porušení a tedy o zahájení hasicí operace informují ústřednou EPS a umožňují tak vyhlásit požární poplach.

- **Těsnící zátka** představuje vodotěsný uzávěr. Který je umístěn pod ústím sprinkleru – obr. 4.2.2.6. Je držena na místě tepelnou pojistkou a uvolňuje se po jejím porušení a umožňuje výtok vody. Těsnící zátka je vyráběna buď pouze z nerezavějícího kovu, nebo z kovu s teflonovým těsněním.
- **Ústí** je opracovaný otvor v bázi sprinklerového tělesa, z něhož vytéká hasicí voda. Většina otvorů ústí má průměr 15 mm, při čemž menší otvory se používají pro domovní aplikace a větší pro vyšší rizika.
- **Tříštic** je umístěn na tělese proti ústí. Jeho účelem je rozptýlit proud vody vycházející z ústí do formy drobných kapek a pokrýt jimi celou oblast požáru – obr. 4.2.2.9. Tím se dosáhne hasicího efektu. Tvář tříštic (deflektoru) určuje způsob, jak je sprinkler instalován.

Jsou používány i hlavice s tavnou pojistkou, u nichž se předpokládá, že jsou odolnější k mechanickému poškození – obr. 4.2.2.10.

4.2.2.1.1.1 Typy sprinklerových hlavice

Standardní sprinklerové hlavice jsou vyráběny pro umístění ve stojaté nebo zavěšené pozici a musí být umístěny v pozici, pro kterou byly vyrobeny. Architekti někdy vyžadují speciální sprinklerové typy, které mají být použity pro některé vybrané aplikace. Typ hlavice ovlivňuje významně tvar rozstřiku vody. Existuje asi 20 typů komerčně vyráběných sprinklerů. Některé z nich jsou uvedeny dále:

- *Stojaté sprinklery* – jsou instalované nad rozváděcím potrubím – obr. 4.2.2.11.
- *Zavěšené sprinklery* – jsou instalované pod rozváděcím potrubím – obr. 4.2.2.11 a 4.2.2.12.

- *Horizontální nebo vertikální stranové sprinklery* – jsou podobné standardním sprinklerovým hlavicím. Mají ale speciální tříštice, které umožňují vypouštět rozstřík pouze na jednu stranu v profilu připomínajícím ½ polokoule. Jejich horizontální dosah je asi o 4,5 m větší než u standardního sprinkleru . obr. 4.2.2.11 a 4.2.2.12.
- *Suché stojaté a suché závěsné sprinklery* – jsou používány v prostoru, kde je možnost zamrznutí. Mohou být připojeny k systému mokrého potrubí suchou trubkou, uzavřenou na jednom konci sprinklerovou hlavicí a na druhém konci (horním) ventilem. Vzduch v trubce po roztavení tepelné pojistky sprinkleru unikne, otevře se ventil a tím se uvolní průtok vody – obr. 4.2.2.12.
- *Sprinklery rychlého potlačení požáru s rychlou odezvou (ESFR)* – speciální druh sprinklerů vyvinutý nedávnou v USA. Používá se především při požární ochraně prostor s vysokým požárním rizikem (např. velkých regálových skladů). Sprinklery tohoto typu jsou schopny zcela uhasit požár. Vzhledem k velkému průtoku vody (600 litrů za minutu) je jejich použití k ochraně muzeí velmi nepravděpodobné.
- *Ozdobné sprinklery* – 4.2.2.12.
- *Zapuštěné sprinklery* – větší část tělesa sprinkleru je nainstalována do zapuštěného krytu. Funkce sprinkleru je stejná jako u standardních sprinklerů – obr. 4.2.2.11.
- *Zapuštěné a výsuvné sprinklery* – jsou navrhovány tam, kde má být sprinkler nenápadný – obr. 4.2.2.14. zapuštěné sprinklery jsou zavěšené a mají základnu v rovině stropu. Mají na teplo citlivý element a výsuvný tříštič, který se spouští dolů při aktivaci sprinkleru. Zapuštěné sprinklery se většinou používají v hotelových halách, jídelnách, kancelářích a reprezentačních prodejnách. Tyto sprinklery není vhodné používat v korozivní atmosféře a v prašném prostředí.
- *Skryté sprinklery* – celé těleso sprinkleru, včetně mechanismu, je zakryto krycím kotoučem, který je odhozen, když je sprinkler aktivován požárem. Kotouč bývá barevně přizpůsoben barvě stropu. Tříštič může být pevný nebo se může vysunout pod úroveň stropu, když začne voda vytékat – obr. 4.2.2.15.
- *Otevřené sprinklery* – nemají tepelnou pojistku, používají se pro sprejové (zaplavovací) systémy.

Třída požárního nebezpečí je výchozím parametrem, ze kterého se odvozují další návrhové požadavky, jako je intenzita dodávky vody, účinná plocha, provozní čas, druh zásobování vodou apod. V souladu s celosvětovou praxí se při návrhu sprinklerových systémů uvažují čtyři třídy nebezpečí, které jsou taxativně definovány normou – tab. 4.2.2.3.

Tab. 4.2.2.3: **Třídy požárního nebezpečí** ^{7,8}

Malé nebezpečí – LH	Jsou to neprůmyslové prostory s malým požárním zatížením a nízkou hořlavostí, kde žádný jednotlivý požární úsek není větší než 126 m ² a kde požární odolnost je nejméně 30 minut.
Střední nebezpečí – OH 1, OH 2, OH 3, OH 4	Zahrnuje prostory, kde se zpracovávají nebo vyrábějí hořlavé materiály se středním požárním zatížením a střední hořlavostí. Střední nebezpečí se dále dělí na 4 skupiny OH1 až OH4
Vysoké nebezpečí, výroba – HHP	Vysoké nebezpečí se dále dělí na čtyři podskupiny HHP1 až HHP4
Vysoké nebezpečí, skladování – HHS	Vysoké nebezpečí tohoto typu se dělí do čtyř kategorií podle skladování, a to na kategorie I, II, III a IV.

Významnou veličinou, která charakterizuje výtokovou rychlost sprinklerové hlavice je K-faktor. Tento faktor je vyjádřen rovnicí:

$$Q = K\sqrt{P} = K \cdot P^{0,5}$$

kde Q je průtok sprinkleru (L/min),

P je tlak (bar).

Z rovnice (1) je možno vypočítat výtokovou rychlost daného sprinkleru při stanoveném tlaku.

K-faktor je udáván výrobcem na jednotlivých typech sprinklerů. Pro použití v oblasti kulturního dědictví, vzhledem k tomu, že se jedná o třídy nebezpečí L, OH 1, OH 2 (viz tab. 4.2.2.3), většinou se používají sprinklery s K-faktorem 57 a 80.

Dalším důležitým údajem, který charakterizuje rychlost tepelné odezvy, je veličina RTI (Response time index). RTI index bývá používán k předpovědi rychlosti reakce v prostředí požáru. Údaje, které charakterizují rychlost tepelné odezvy sprinkleru, jsou uvedeny v tab. 4.2.2.4.

Tab. 4.2.2.4: **Rychlost tepelné odezvy sprinkleru (RTI)**

Typ	Hodnota RTI (m ^{1/2} ·s ^{1/2})	Průměr baničky (mm)
Standardní	do 120	5
Speciální	do 80	4
Rychlý	do 50	3

Základní parametry, které umožňují hydraulický výpočet sprinklerového systému, poskytuje tab. 4.2.2.5. Muzea, knihovny, archivy a galerie jsou zahrnovány do nebezpečí LH a OH 1, ale depozitáře těchto institucí začleněny do nebezpečí OH 3.9

Významné je, že za požární situace se otevřou a rozstříkují vodu na požár **pouze** sprinklerové hlavice, které jsou nejbližší požáru. Důležité rovněž je, že k uhašení objektu dostačuje poměrně malé množství vody. Typická hlavice sprinkleru vypouští cca 75 litrů vody za minutu, zatím co běžná hasičská proudnice vypouští 475 – 950 litrů za minutu.

Tab. 4.2.2.5: Některé výchozí parametry, ze kterých se musí vycházet při hydraulickém výpočtu sprinklerového systému dle ČSN EN 12 845

Nebezpečí	Návrhová intenzita dodávky vody (mm/min)	Účinná plocha pro mokrou soustavu (m ²)	Doba činnosti (min)	Max. plocha chráněná jedním sprinklerem (m ²)	Min. tlak (bar)	Max. rychlost v armatuře/potrubi (m/min)	Velikost sprinkleru K-faktor
LH *	2,25	84	30	21	0,7	6/10	57 pro všechny druhy sprinklerů
OH1 *	5	72	60	12	0,35		80 pro všechny druhy sprinklerů
OH2 *	5	144	60	12	0,35		80 pro všechny druhy sprinklerů
OH3 **	5	216		12			
OH4	5	360		12			
HHP1	7,5	260	90	9	0,5		80 nebo 115 podle intenzity dodávky, vždy pouze pro splinkler normální nebo sprejový
HHP2	10,0	260	90	9	0,5		80 nebo 115 podle intenzity dodávky, vždy pouze pro sprinkler normální nebo sprejový
HHP3	12,5	260		9			
HHP4	podle zvl. posouzení	podle zvl. posouzení		9			
HHS při stropním jištění	7,5-30,0	260-300		9			

* Požární nebezpečí nejčastěji se vyskytující v požární ochraně kulturního dědictví.

** Požární nebezpečí depozitářů knihoven a archivů

4.2.2.1.1.2 Typy sprinklerových systémů

V současné době jsou v oblasti kulturního dědictví používány 3 typy sprinklerových systémů: sprinklery s mokrým potrubím, sprinklery se suchým potrubím, sprinklery s předstihovým řízením. Jsou používány i sprejové systémy. Každý systém má různou vypouštěcí strategii.

Systém mokrého potrubí byl již v podstatě popsán a je pokládán za velmi spolehlivý – obr. 4.2.2.5. Může se použít v prostorech, kde teploty neklesají pod bod mrazu a kde není možné mechanické poškození sprinklerových hlavíc nebo potrubí. Plnění systému vodou, která obsahuje organické látky bránící zamrznutí, není žádoucí, neboť tyto látky mohou poškodit sbírkové předměty.

Použití nemrznoucí směsi ve sprinklerovém systému mokrého potrubí není časté a to z následujících důvodů: zvýšená viskozita hasicího prostředku vyžaduje rozdílný hydraulický výpočet, může vyžadovat větší průměry potrubí, může se uplatnit vliv nemrznoucí směsi na potrubí a trysky, vzrůstá riziko vzniku netěsnosti, může být ovlivněna hasicí účinnost vody, mohou se vyskytnout problémy ekologické a zdravotní. Systém je většinou složitější a proto i dražší.

Nemrznoucí směs je většinou vytvářena smícháním ethylenglykolu a propylenglykolu nebo laktátu draselného, acetátu draselného a mravenčanu draselného s vodou. Je významné, že interiéry muzeí a muzejní sbírky jsou mimořádně citlivé na poškození nemrznoucími roztoky. Zbytky použitých organických sloučenin budou vytvářet na povrchu předmětů obtížně odstranitelné skvrny a budou komplikovat konzervaci muzejních materiálů po požáru, např. vysoušení papíru.

V zámku Schönbrunn ve Vídni bylo k ochraně potrubí sprinklerů před zamrznutím v původních prostorech použito elektrické vytápění. Po celé délce potrubí byly nainstalovány topné pásky, které jsou schopné vyhřát potrubí na teplotu vyšší než 4 °C. tento typ ochrany vzhledem k jeho nákladnosti, náročnosti údržby a pravděpodobné citlivosti na okolní prostředí není běžný. Jeho použití omezuje i spotřeba elektrického proudu, která vzhledem k nízkým teplotám panujícím v původních prostorech, může být vysoká.

Sprinklerový systém musí být vybaven signálním zařízením, že potrubím protéká voda. V opačném případě při náhodném otevření sprinkleru vyvolaném prasknutím tepelné pojistky může dojít k vyplavení objektu.

Příkladem může být neúmyslná aktivace sprinkleru na půdě budovy Riksantikavern (Ředitelství pro kulturní dědictví) v Oslo. Budova tohoto ředitelství je hrázděná a její

konstrukce obsahuje velké množství dřeva. Z toho důvodu je celá, včetně půdních prostor, chráněná systémem sprinklerů s mokrým potrubím. Jeden sprinkler byl dle projektu umístěn do těsné blízkosti půdního okna tak, že na něj dopadalo přímé sluneční světlo – obr. 4.2.2.16. Na počátku léta roku 2008 v Oslu panovaly teploty kolem 30 °C a teplota v půdním prostoru dosáhlo teploty blížíící se jmenovité otevírací teplotě 68 °C – tab. 4.2.2.2 a obr. 4.2.2.8 – použitého sprinkleru a ten se aktivoval prasknutím pojistky. Ventilová stanice sprinklerového systému nebyla vybavena dálkovým poplachovým zařízením průtoku vody, a proto spuštění sprinkleru bylo objeveno poměrně pozdě. Voda protékla do nižších poschodí – obr. 4.2.2.17. Selhání bylo řešeno tím, že sprinkler byl nahrazen sprinklerem se jmenovitou otevírací teplotou 93 °C a byl chráněn papírem proti přímému dopadu světla – obr. 4.2.2.16.

Systém suchého potrubí má u stropu vedené rozváděcí potrubí naplněné tlakovým vzduchem. Potrubí pod tlakem uzavírá řídicí ventil, který ovládá vstup vody z hlavního potrubí do stoupačky a rozváděcího potrubí. V okamžiku, kdy je sprinklerová hlavice otevřena teplem požáru, vzduch unikne, poklesne tlak v potrubí a otevře se řídicí ventil, Voda následně protéká stoupačkou a rozváděcím potrubím a rozstříkuje se otevřenou sprinklerovou hlavici. Tento systém je používán především v prostorech, kde hrozí zamrznutí. Jeho nevýhodou je, že mezi prasknutím skleněné pojistky ve sprinklerové hlavici a zahájením rozstříku v ohroženém prostoru je časová prodleva daná dobou nezbytnou pro naplnění potrubí.

Systém suchého potrubí s předstihovým řízením (pre-akční systém). Rozvodné potrubí pod stropem je jako v předchozím případě suché. V zájmu zvýšení spolehlivosti systému je v chráněném prostoru nainstalován i systém detekce kouře. Aktivace tohoto systému při požáru vyvolá otevření řídicího ventilu na hlavním potrubí, čímž se umožní vodě přístup do sítě rozvodných trubek až po sprinklery. Tím se systém v podstatě přemění na systém mokrého potrubí. Voda není vypouštěna na místo požáru, dokud teplotou požáru nepraskne pojistka sprinkleru a není aktivována sprinklerová hlavice. Tento systém minimalizuje možnost náhodného vypouštění vody, když je náhodně mechanicky poškozeno potrubí nebo sprinklerová hlavice. Nevýhodou je, že systém suchého potrubí s předstihovým řízením má další pohyblivé součásti a vyžaduje náročnější údržbu. Proto jeho spolehlivost není tak vysoká jako u systému mokrého potrubí. Rovněž doba reakce tohoto systému na požár je delší než u systému s mokrým potrubím.

V poslední době je spolehlivost systému suchého potrubí s předstihovým řízením diskutovaným problémem a v některých institucích kulturního dědictví je pro vyšší spolehlivost dávána přednost jednoduchým sprinklerům s mokrým potrubím.

Mimo to systém suchého potrubí s předstihovým řízením jsou finančně nákladné.

Váženým problémem sprinklerů je **materiál rozvodného potrubí**. Pokud jako materiál potrubí byla zvolena nelegovaná ocel (černé potrubí), potom je nezbytné počítat s tím, že potrubí bude korodovat a korozní produkty jednak mohou ucpat trysky sprinklerů a mimo to silně znečištěná voda po hasicím zásahu může znečistit sbírky prakticky neodstranitelným způsobem. Značné zlepšení představují trubky uvnitř pozinkované. Trubky z plastu (CPVC – chlorovaného PVC, příp. vysokohustotního polyethylenu), které by poskytly rovněž vyhovující řešení, se v ČR dosud nepoužívají.

Chemická kvalita vody, především obsah chloridů, je významná hlavně u sprinklerových systémů, kde potrubí je vyráběno z nelegovaných ocelí. Důležitá je i mikrobiální kvalita vody. Růst mikrobů probíhá v každé vodě, a tedy i v pitné vodě. Zbytkový chlor, který je obsažen v pitné vodě, pouze kontroluje obsah bakterií. Množství mikrobů je v pitné vodě za normálních podmínek malé, ale může se zvýšit za určitých podmínek. Když mikrobiální populace dostatečně vzroste, může mikrobiální znečištění vyvolat vážné problémy. K nim patří ucpání filtrů, zápach vody, biologická vrstva na povrchu vody v zásobníku, mikrobiální koroze a konečně i zatuhnutí ventilů. Mimo to bakterie jsou schopny vytvářet kyseliny, které mohou korodovat, jak potrubí z nelegovaných ocelí, tak i samotné sprinklery – obr. 4.2.2.18. hrozí korozní poškození celého systému a proto je nezbytné, aby sprinklerový systém byl pravidelně podroben tlakovým zkouškám.

Z dlouhodobých zkušeností vyplývá, že voda vytékající ze sprinklerového systému, které používá potrubí vyráběné z běžné ocele, bývá silně znečištěna a mohla by při hašení výrazně znečistit muzejní sbírky.

Zásobování vodou má zásadní význam pro účinné použití sprinklerového zařízení. Musí být schopné automaticky zajistit minimálně požadované podmínky na tlak a průtok vody v zařízení. S výjimkou tlakových nádrží musí mít každé zásobování vodou k dispozici objem vody dostatečný na dobu činnosti 30 minut (pro třídu nebezpečí LH), 60 minut (pro třídu nebezpečí OH) a 90 minut (pro třídy nebezpečí HHP a HHS) – viz tab. 4.2.2.5.

V úvahu přicházejí následující typy zásobování vodou:

- Napojení na veřejnou vodovodní síť. Vzhledem ke stavu vodovodních sítí ČR se nelze na tento způsob spolehnout.
- Vybudování zásobní nádrže o plné kapacitě.
- Vybudování nádrže o redukováném objemu. V tomto případě se počítá s instalací menší nádrže s tím, že chybějící množství vody bude doplňováno během hašení z veřejné vodovodní sítě.

Objekty s požárním rizikem OH 1, jako jsou kostely, zámky, muzea, archivy, knihovny, čítárny atp., vyžadují zásobu vody uvedenou v tab. 4.2.2.6.

Tab. 4.2.2.6: Minimální velikost nádrže a minimální přítok z veřejné vodovodní sítě pro požární nebezpečí OH 1 podle ČSN EN 12 845.

Typ zásobování	Minimální velikost nádrže (m ³)	Minimální přítok z veřejné sítě (l/min)
Napojení na veřejnou síť	0	450
Nádrž s redukováným objemem	10	290
Nádrž s plným objemem	27	0

Použití nádrže s redukováným objemem může výrazně snížit náklady na zásobování vodou 4.2.2.4 CENOVÉ POROVNÁNÍ STABILNÍCH HASICÍCH SYSTÉMŮ. V případě třídy nebezpečí LH lze redukovat objem nádrže až na 5 m³.

Pokud je sprinklerový systém napojen na veřejnou vodovodní síť o dostatečném tlaku a průtoku, není nutné instalovat čerpací zařízení. Ve všech ostatních případech je ale nutné instalovat minimálně jedno čerpadlo se zajištěnou dodávkou energie 1. Stupně. To v praxi nejčastěji znamená čerpadlo s elektropohonem, které může být kromě ze standardní elektrické sítě napájeno ještě z dieselgenerátoru, nebo čerpadlo s dieselpohonem. Přibližný příkon čerpadla se pohybuje od 18 do 55 kW v závislosti na typu objektu.

Při použití sprinklerů je nutné zajistit bezúčinný odvod hasicí vody z podlahy místností. Není-li provedena účinná drenáž, je nutno počítat s promočením stropů, případně celých místností pod místností hasebního zásahu.

4.2.2.1.1.3 Použití sprinklerů při požární ochraně kulturního dědictví

Mezi pracovníky muzeí panuje názor, že sprinklery jsou nevhodné pro ochranu objektů muzeí. Jsou často vnášeny námitky plynoucí z předpokládaného poškození objektu vodou. Při tom spolehlivé statistické záznamy NFPA (National Fire Protection Association – USA) z let 1897 až 1969 ukazují, že kolem 96 % požáru v budovách, které jsou opatřeny sprinklery, bylo zvládnuto těmito systémy. Spolehlivost sprinklerů překračuje 99 %. Pokud tyto systémy selhaly, bylo to zapříčiněno nekvalitním projektem, nedbalou instalací či špatnou údržbou – obr. 4.2.2.3. Nedostatek vody, který zavinil selhání sprinklerů, je většinou

vyvolán neoprávněným zavřením řídicích ventilů, případně špatným hydraulickým výpočtem či zamrznutím potrubí, tento poznatek byl potvrzen i analýzou příčin selhání sprinklerů v norských historických budovách za léta 1986 až 2005.

Význam použití sprinklerů v budovách kulturního dědictví spočívá i v podstatném snížení škod vyvolaných požárem. V tab. 4.2.2.7 jsou porovnány průměrné škody na objektech, které jsou nebo nejsou vybaveny sprinklery.

Názory, zda je vhodné, aby sprinklery na stropě či stěnách ve výstavní místnosti muzea či galerie byly viditelné pro návštěvníky, se různí. V Norsku, kde použití sprinklerů při požární ochraně staveb je naprosto běžné, přítomnost sprinklerů v muzeích je na první pohled naprosto patrná – obr. 4.2.2.19 až 4.2.2.21. Rovněž v části zámku Schönbrunnu věnované umělecké výchově dětí jsou sprinklery viditelně zabudované do barokního štuku – obr. 4.2.2.22. U rodičů to vyvolává příznivý dojem, neboť vědí, že místnosti jsou chráněny proti požáru – viz kap. 5.1. Jiný příklad viditelného sprinkleru je uveden na obr. 4.2.2.23.

Tab. 4.2.2.7: Požáry na objektech kulturního dědictví vybavených nebo nevybavených sprinklery.10 (Průměrné roční údaje v USA)

Typ objektu	Vybavení sprinklery	Požáry		Průměrné škody na objektech	
		Počet	(%)	Částka (US dol.)	
Muzea	Ano	20	32,8	145000	11,5
	Ne	42	67,2	1111000	88,5
Historické budovy	Ano	3	9,0	42000	5,1
	Ne	32	91,0	778000	94,9
Knihovny	Ano	45	31,0	29000	4,2
	Ne	98	67,4	662000	95,7
	Neuvedeno	2	1,6	Neuvedeno	Neuvedeno
Sakrální místa	Ano	76	4,4	1129000	2,3
	Ne	1642	94,7	47551000	97,4
	Neuvedeno	17	1,0	Neuvedeno	Neuvedeno

Výhrada, že sprinklerové hlavice narušují vzhled místnosti, je řešena tím, že sprinklery se zakomponují do štukové výzdoby – obr. 4.2.2.24. V objektech kulturních institucí je možno použít hlavice, které jak svým tvarem, tak barvou dokonale splynou s výzdobou

stropu chráněné místnosti – obr. 4.2.2.15 a obr. 4.2.2.25. Dobré projekty řeší i ukrytí rozvodového potrubí za římsy, do falešných stropů atp. V zámku Schönbrunn ve Vídni byly sprinklery ukryty do „servisních“ sloupů – obr. 4.2.2.26. tímto řešením se zabránilo poškození historických nástěnných maleb, které by nastalo při běžné instalaci sprinklerů – viz kap. 5.1.

Sprinklerové potrubí může být schováno za římsy, ukryto do prázdných prostor, může být vedeno pod podlahou nad chráněným prostorem ležící místnosti atp. Použití potrubí z mědi a plastu může snížit průměr potrubí a sprinklery umístěné na stěnách místnosti omezí potřebu vést potrubí přímo u stropu. Falešné stropy mohou také zakrýt potrubí, aniž by byla poškozena architektura interiéru.

Sprinklery jsou výhodné především pro malá muzea, neboť pro zásobování vodou většinou jak co do množství, tak co do tlaku vody dostačuje veřejná vodovodní síť. Když se jedná o velké objekty, jako je např. zámek Schönbrunn, potom je nutno počítat s nákladnou výstavbou zásobníku vody a strojovny, která musí být vybavena příslušnými čerpadly. Většinou jsou instalována rezervní elektrická čerpadla a mimo to čerpadlo, které je vybaveno dieselovým motorem – obr. 4.2.2.27 a 4.2.2.28 – viz též kap. 5.1. Strojovna je dále vybavena záložním dieselgenerátorem.

O významu sprinklerových systémů pro ochranu kulturních památek svědčí rozsáhlý seznam kulturních institucí, které jsou jimi chráněny. Patří k nim např. Národní knihovna Skotska v Edinburghu – obr. 4.2.2.29 –, Duff House v Banff, Skotsko, Skotská vědecká knihovna v Edinburghu, Windsorský zámek, Sainsburské křídlo Národní galerie Londýn, britská knihovna, Tate Modern Galery atp. Sprinklery byly použity k ochraně zámku Corgaff ve Skotsku. Tradičně jsou sprinklery používány k ochraně norských a švédských dřevěných kostelů. Sprinklery je chráněn i zámek Schönbrunn ve Vídni. Aplikace sprinklerů při požární ochraně muzeí se prosadila i v Kanadě. Pro úplnost je třeba uvést, že všechna muzea Smithsoniané instituce ve Washingtonu jsou chráněny sprinklerovými systémy¹¹ a stejně tak jsou chráněny i objekty Národního archivu USA.

Je známo, že hašení archivních materiálů, uložených v běžných kovových regálech nedělá potíže. Je to patrné ze série plnoměřítkových požárních pokusů, který uskutečnila Správa národních archivů a archivních materiálů (The National Archives and Records Administration – NARA) v USA.¹² Pokud byly sprinklery umístěny nad uličkami mezi regály, požár se podařilo poměrně rychle zvládnout. Významné potíže dělá hašení kompaktních (mobilních) regálů. Uzavření regálů zpožďuje jak detekci kouře, tak hašení. Tato skutečnost je patrná z tab. 4.2.2.8.

Tab. 4.2.2.8: **Výsledky plnoměřítkových požárních testů kompaktních regálů.**¹³ (Plnoměřítkové požární testy uskutečnila U.S. National Archives and Records Administration – NARA)

Kompaktní regál zavřený
Výška regálu: 2,15 m
Sprinklery: standardní, otevírací teplota 113 °C
Síť sprinklerů: 3 × 3 m
Dodávka vody: 1,1 litrů/min.m ²
Požár vznikl uvnitř regálu
Kouř detekován u stropu po 12 min. 45 sec.
První sprinkler po 48 min.
Druhý sprinkler otevřen po 1 hod. 18 min.
Třetí sprinkler otevřen po 2 hod. 1 min. Čtvrtý sprinkler otevřen po 2 hod. 5 min.
Zničeno bylo 41,34 m ³ archivního materiálu

Tab. 4.2.2.8: **Výsledky plnoměřítkových požárních testů kompaktních regálů. (pokračování)**

Kompaktní regál v „požárním parkovacím režimu“
Výška regálu: 2,15 m
Síť sprinklerů: 3 × 3 m
Sprinklery: rychlá reakce, otevírací teplota 74 °C
Dodávka vody: 1,1 litrů/min.m ²
Požár vznikl uvnitř regálu
Kouř detekován u stropu po 1 min. 27 sec.
Otevřeny 3 sprinklery v rozmezí 1 min. 35 sec.
Nebyly zaznamenány významné ztráty na archivním materiálu

Závěry, které vyplynuly z plnoměřítkových požárních testů hašení kompaktních (mobilních) regálů, které uskutečnila NARA v Archives II byly následující:¹⁴

1. Během požárního poplachu a v noci by měly být mezi jednotlivými mobilními regály 10 – 15 cm široké mezery. Regály přejdou automaticky do „požárního parkovacího“ nebo do „nočního parkovacího“ režimu.

2. Toto uspořádání umožňuje proniknutí kapek vody sprinklerů mezi regály. Tím se se srovnání se sevřenými regály urychluje uhašení požáru a snižují se škody na archivních materiálech. Čím větší je mezera, tím rychleji je detekován požár a tím rychleji jsou aktivovány sprinklery. Jakmile jsou sprinklery aktivovány, mezera mezi regály umožňuje vodě stékat po straně regálu a zabraňuje „přeskočení“ požáru přes uličku do druhého regálu.
3. K hašení je použit teplem aktivovaný sprinklerový systém mokrého potrubí umístěný u stropu nad regály, při čemž se dává přednost sprinklerovým hlavicím s rychlou odezvou s otevírací teplotou 74 °C.
4. Depozitáře byly obsazeny adresovatelnými kouřovými detektory. Tyto detektory zajišťují včasné varování, i když jsou regály sevřené a prostřednictvím řídicího systému budovy dávají impuls k uvedení regálu do „požárního parkovacího“ režimu.
5. Aktivací sprinklerového systému může být požár omezen pouze na jeden mobilní regálový modul. To je základní požadavek všeobecné požární bezpečnosti archivů.
6. Každý skladovací prostor musí být oddělen od přilehlých prostor (např. chodeb) stěnami s dvouhodinovou požární odolností.
7. Vzájemná vazba systému vytápění, ventilace a kondicionace vzduchu umožní v případě požáru účinné odstranění kouře.
8. U vstupu do každého depozitáře by měl být umístěn hydrant s hadicí umožňující ruční hašení požáru.

Z uvedeného plyne, že v Archives II Národního archivu v USA Washington, DC, je regálový systém nastaven tak, že když se spustí požární poplach během pracovních hodin, systém řízení budovy uvede mobilní regály do „požárního parkovacího“ režimu. Na každém regálu bliká červené světlo a regály se automaticky pohybují tak, aby vytvořily mezery přibližně 12,5 cm a zablokují se na místě. Pro dodatečnou bezpečnost je nainstalováno zařízení, které zabrání přesunu do „požárního parkovacího“ režimu, když IČ senzory hlásí, že mezi regály je osoba nebo předmět.

Když je zrušen stav požárního poplachu, je uvolněno blokování regálů, ale regály zůstanou na místě, které odpovídá „požárnímu parkovacímu“ režimu. V tomto „požárním parkovacím“ režimu nebo „nočním parkovacím“ režimu zůstanou regály až do doby, když jsou reaktivovány řídicím systémem budovy. Celkové uspořádání kompaktních regálů a jejich elektrického pohonu je patrné z obr. 4.2.2.30.

Sprejové systémy (drenčery) jsou v Norsku a Švédsku používány především k ochraně fasád a střech kostelů. Tyto systémy používají otevřené trysky, které jsou napojeny

na rozváděcí potrubí, jež je dále připojeno na stoupačku a řídicí ventil ventilové stanice. Tento ventil se otevírá po aktivaci detekčního systému instalovaného na fasádě. Když se řídicí ventil otevře, voda vtéká do systému potrubí a vytéká všemi tryskami. Sprejový systém má časové zpoždění mezi detekcí požáru a vypouštěním vody, což je zdůvodněno dobou nezbytnou k otevření ventilu a k naplnění ventilu vodou.

Při hašení věží nebo půdních prostor sprejovými systémy se používá vnější požární vodovod, na který se napojuje cisternový vůz hasičské jednotky.

Zajímavý sprejový systém byl použit k ochraně budovy „Kunsthhaus“ (dům umění) ve Štýrském Hradci (Rakousko) – 4.2.2.31. tato moderní budova postavená v roce 2003 má ocelovou konstrukci obloženou pláštěm z plexiskla. Vnější plášť by se v případě požáru roztavil a následně by hroutil. Pro ochranu budovy byl vyvinut speciální sprejový systém, který chrání z vnějšku plexiglásový plášť a dále dutiny pod pláštěm, kde je umístěna instalace elektrického osvětlení. Velká plocha střechy si vyžádala rozdělení hasičího systému na 16 sekcí. K detekci požáru byl použit liniový systém na bázi kabelů skleněných vláken upravený tak, že v případě požáru spouští sprejový systém pouze v ohrožené oblasti. Citlivá detekce snižuje množství vody k hašení.

4.2.2.1.2 Systémy vodní mlhy

Ukázalo se, že pro hašení muzeí je žádoucí nalézt alternativu ke sprinklerům. Sprinklerové systémy jsou sice spolehlivé, vysoce vyzkoušené, ale nejsou optimální řešení pro muzea z následujících důvodů:

- Poškození konstrukce budovy a jejího interiéru při instalaci sprinklerového systému.
- Poškození konstrukce budovy a jejího interiéru během oprav, údržby a náhrady sprinklerového systému.
- Poškození budovy a sbírek vodou v případě neúmyslného spuštění sprinklerů, případně netěsnoti systému.
- Estetické problémy (narušení vzhledu historického interiéru muzea masivním rozváděcím potrubím).

Systémy SHZ pracující s vodní mlhou byly vyvinuty k hašení požárů třídy B a C (hořlavé kapaliny a hořlavé plyny) při těžbě ropy a při námořní dopravě. V poslední době se začínají ve stoupající míře používat i k ochraně budov muzeí a v nich umístěných sbírek, tedy tam, kde jsou uloženy především hořlaviny typu A (papír, dřevo, plasty atp.).

Tyto systémy používají významně menší vodní kapky (průměr 10 μm až 200 μm) než jsou průměry kapek sprinklerů (600 μm až 1000 μm) – obr. 4.2.2.32. Malé kapky vodní mlhy

se rychle vypařují a absorbují teplo požáru mnohem rychleji než větší kapky z tradičních sprinklerů. Vodní mlha slouží k celkovému ochlazení chráněného prostoru. Značným nedostatkem je, že jemné kapičky vodní mlhy se odpaří dříve než dopadnou na hořící objekt a nemohou jej ochladit.¹⁵ proto systémy vodní mlhy obtížně hasí doutnavé, hluboké požáry materiálů třídy A, např. doutnavé požáry papíru v regálech.

Je znám tzv. „**paradox**“ **vodní mlhy**.¹⁶ Vodní mlha, zejména vysokotlaká, je účinná především při hašení velkých požárů třídy B a třídy C, kdy při vysoké teplotě (>70 °C) se rychlým odpařením malých kapek vody vytváří koncentrace vodní páry cca 30 % a její přítomnost snižuje koncentraci kyslíku pod 15 %. To umožňuje plné rozvinutí hašení požáru inertizačním efektem, tj. vytlačení kyslíku z chráněného prostoru – obr. 4.2.2.33.

Při malých požárech třídy A, které jsou typické pro muzea, neveliký požár vzhledem k malému vývoji tepla nevyvolá dostatečné zvýšení koncentrace vodní páry, požár není uhašen a může (např. v regálech), byť v omezené míře, dále pokračovat.

Představu o chování kapek vysokotlaké vodní mlhy při hašení požáru poskytuje obr. 4.2.2.34.¹⁵ Malé kapky vodní mlhy zůstávají suspendované ve vzduchu a tím omezují přenos radiálního tepla na hořlavé látky umístěné v blízkosti požáru. Vodní mlha účinně pohlcuje částice kouře. Rovněž neohrožuje zdraví lidí, kteří zůstali v hašeném prostoru.

Nevýhodou vodní mlhy je, že malé kapičky nepronikají tak snadno do plamenů ohně jako kapky tradičních sprinklerů. To může být překonáno tím, že jsou používány vysokotlakové systémy, které udělují kapičkami dostatečnou hybnost, nezbytnou k dosažení centra požáru.

Systémy vodní mlhy spotřebují cca 20 % vody ve srovnání s konvenčními sprinklery. Hlavním důvodem velké spotřeby vody sprinklerového systému je, že většina vody není účinně využita při potlačení požáru a odtéká nevyužita. Investiční a provozní náklady systému vysokotlaké vodní mlhy jsou ve srovnání s konvenčními sprinklerovými systémy podstatně vyšší.

V současné době se k ochraně muzeí používají dva systémy vodní mlhy:

- Vysokotlaký systém, pracující při tlacích 90 – 120 barů.
- Nízkotlaký systém, pracující při tlacích < 12,5 barů.

4.2.2.1.2.1 Systém vysokotlaké vodní mlhy^{17,18}

Dodávku vody pro vysokotlaké systémy vodní mlhy zajišťují **čerpací jednotky**. Při volbě čerpacích jednotek vysokotlakého systému jsou k dispozici zásadně tři možnosti, které jsou voleny dle velikosti chráněného prostoru a podle možnosti dodávky elektrického proudu:

- Systém pracující s vysokotlakým pístovým čerpadlem poháněným elektrickým pohonem.

- Samostatný lahvový systém.
- Samostatný systém pracující s čerpadlem poháněným plynem (GPU).

Nejvýznamnějším systémem vysokotlaké vodní mlhy je systém pracující s **vysokotlakým pístovým (objemovým) čerpadlem** poháněným elektrickým motorem. Základní schéma tohoto systému je uvedeno na obr. 4.2.2.35. Celá napájecí jednotka, včetně zásobníku hasící vody z polypropylenu, je patrná z obr. 4.2.2.36. Pro systémy vysokotlaké mlhy chránící větší budovy se používá většinou několik čerpadel, která tvoří čerpadlový agregát – obr. 4.2.2.37. Výhodou tohoto systému je, že čerpadlo udržuje trvale vysoký tlak vody v potrubí – viz obr. 4.2.2.35 vpravo nahoře.

V podmínkách objektů, kde není k dispozici elektrický proud, je čerpadlo poháněno diesellovým motorem. Když příkon elektrického proudu z veřejné sítě nedostačuje k pohonu elektrického motoru, nebo když se předpokládá přerušení dodávky elektrického proudu, je ve strojovně umístěn dieselektrický agregát s výkonem dostačujícím pro pohon motoru čerpadla.

Vysoké tlaky udělají kapkám vodní mlhy vyšší rychlost, což vyvolá i jejich větší doletovou vzdálenost. To umožňuje, aby vzdálenosti mezi tryskami byly větší než u nízkotlakových systémů. Vysokotlaké systémy mohou používat potrubí o menším průměru než nízkotlaké systémy. Mimo to vysokotlaká čerpadla snadněji překonají ztráty třením v potrubí než je tomu u odstředivých čerpadel nízkotlakých systémů. Ve srovnání s nízkotlakým systémem je nutno obecně počítat s většími finančními náklady spojenými s použitím vysokotlakých čerpadel, s instalací vysokotlakého nerezového potrubí a se zjištěním spolehlivosti (složitější systém ventilů a kontroly čerpadel).

V **samostatném lahvovém systému** je voda nezbytná pro hašení uložena ve vysokotlakých ocelových lahvích. V případě požáru je voda vytlačena potrubím k tryskám vysokotlakým dusíkem, umístěným rovněž v ocelových lahvích. Základní schéma systému je patrné u obr. 4.2.2.38 a vzhled systému ukazuje obr. 4.2.2.39. Používají se sifonové lahve s vodou, což umožňuje odběr vody ode dna lahví. Tento systém je vhodný pro malé chráněné prostory (<260 m³), je samostatný, nezávislý na dodávce energie a pracuje při tlacích 200 barů. Vnitřek lahví s vodou musí být chráněn speciálním antikoročním povlakem.

Analogový je samostatný systém Micromist, který vyvinula spol. Fike. Systém je nízkotlaký a místo běžné ocelové lahve na vodu používá tlakovou nádobu – obr. 4.2.2.40.

Nevýhodou lahvového systému je, že pracuje s limitovaným množstvím vody a dusíku a mimo to, že tlak vody v potrubí během hašení plynule klesá – viz obr. 4.2.2.38 vpravo nahoře. Po vyčerpání zásoby dusíku v lahvích je systém neúčinný. Systém byl vyvinut

k ochraně lodních turbín a pro svou jednoduchost, spolehlivost a menší finanční náročnost našel uplatnění při ochraně rodinných domů a mohl by se uplatnit při ochraně interiéru malých trezorových místností muzeí.

Systém pracující s **čerpádlem poháněným plynem** (Gas-driven pump unit – GPU) rovněž používá tlakový dusík uložený v ocelových lahvích, který je ale v tomto případě používán k pohonu speciálního dvoupístového čerpadla – obr. 4.2.2.41 a obr. 4.2.2.42. Zásobník s vodou, který nemusí být tlakový, je součástí jednotky. V případě požáru se otevře ventil, který vpustí dusík do čerpadla, které čerpá směs vody a dusíku v řízeném sledu do trysek. Tento systém je rovněž samostatný, nezávislý na dodávce elektřiny a byl vyvinut pro požární ochranu lodních strojoven. Je schválený pro prostory <500 m³. Nevýhodou opět je, že po vyčerpání zásoby tlakového dusíku je neúčinný. Je pravděpodobné, že během hašení se bude díky pulsaci tlaku – obr. 4.2.2.41 vpravo nahoře – měnit velikost kapek vody. Systém pracující s čerpádlem poháněným plynem byl použit pro ochranu interiéru knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru.

4.2.2.1.2.2 Systém nízkotlaké vodní mlhy

Systémy nízkotlaké vodní mlhy jsou v podstatě pokračováním vývoje sprinklerů – obr. 4.2.2.43. rozstříky vody co do velikosti kapek vody jsou kompromisem mezi velikostí kapek ze sprinklerů a z trysek vysokotlaké mlhy. Obdobně jako sprinklery i trysky nízkotlaké mlhy vytvářejí poměrně velké kapky vody, které proniknou do zóny požáru, smáčejí hořící předměty a tak potlačují požár. Zároveň ale rozstříky nízkotlaké mlhy obsahují i malé kapky, které obdobně jako kapky vysokotlakých systémů mohou působit na požár svým chladícím a inertizačním efektem. Systémy nízkotlaké vodní mlhy pracují většinou s tlaky pod 12, 5 barů. Průměr typických částic těchto systémů je mezi 150 μm – 300 μm.

Pracovní tlaky systémů nízkotlaké vodní mlhy se blíží tlakům tradičních sprinklerových systémů, a proto mohou být použity komponenty těchto systémů i při projekci a instalaci systémů nízkotlaké mlhy – srovnej obr. 4.2.2.5 a obr. 4.2.2.43. Nízké tlaky vody umožňují použití hubice s relativně větším ústím. Používají se standardně odstředivá čerpadla, běžně používaná u sprinklerových systémů, s relativně malou spotřebou energie. Projekce systému nízkotlaké vodní mlhy je až na některé odlišnosti (např. filtrace vody a materiály potrubí), obdobná jako u tradičních sprinklerových systémů. Na rozdíl od sprinklerových systémů je potrubí zhotoveno z nerezavějící oceli nebo mědi a do potrubí jsou vložena síta. Obě opatření mají zabránit zanesení trysek. Systémy nízkotlaké vodní mlhy mají hasicí výkonnost a spotřebu vody obdobnou jako

systemy vysokotlaké vodní mlhy. Udává se, že i systémy nízkotlaké mlhy spotřebují 20 – 30 % vody ve srovnání se sprinklery. Vzhledem k použitým nízkým tlakům jsou jak investiční, tak provozní náklady nižší. V oblasti kulturního dědictví jsou systémy nízkotlaké vodní mlhy doporučovány pro požární ochranu budov s lehkým rizikem, např. pro muzea, archivy.

5.2.2.1.2.3 Hlavice/hubice a potrubí systému vodní mlhy

Hlavice/hubice vysokotlaké vodní mlhy je možno rozdělit z hlediska aktivace při požáru do dvou hlavních skupin:

- Otevřené hubice (mlhové hubice),
- Automatické hlavice (mlhové sprinklery) – typ spouštěný tepelnou pojistkou.

Otevřená hubice (mlhová hubice) je analogií trysky sprejového systému. Vodu začne vypouštět po aktivaci čerpací jednotky signálem detekčního systému, případně po aktivaci ručním tlačítkovým spínačem. V prostorech chráněných těmito tryskami jsou většinou všechny trysky aktivovány současně. Je ale možné uspořádání aktivace na jednotlivé sekce, kdy každá řada trysek vodní mlhy má samostatný ventil, která je individuálně aktivován signálem detektorů kouře dané zón. Otevřená hubice (mlhová hubice) s několika tryskami je znázorněna na obr. 4.2.2.44 dole.

Automatická hlavice (mlhová sprinkler) je obdobně jako sprinklerová tryska spouštěna prasknutím tepelné pojistky – skleněné baňky. I v tomto případě je do hlavice vkládáno většinou několik otevřených trysek – obr. 4.2.2.44 nahoře. Vstup vody do nich umožňuje axiální posunutí pístu, které nastane po prasknutí tepelné pojistky. Hlavice jsou používány obdobně jako sprinklery, a to jak u mokrých systémů, tak u systémů s předstihovým řízením. Rozstřík vody poskytovaný automatickou hlavici systému vysokotlaké mlhy je patrný z obr. 4.2.2.45.

Hlavice systémů vodní mlhy, především pak vysokotlakých systémů, jsou konstrukčně mnohem náročnější než hlavice trysek. Proto je náročná i jejich výroba. Většinou jsou vyráběny z nerezavějící oceli, a proto je jejich cena mnohem vyšší než cena sprinklerových hlavice.

5.2.2.1.2.4 Hubice a potrubí nízkotlaké vodní mlhy

Hubice nízkotlaké mlhy jsou různého typu – obr. 4.2.2.46. Většinou se používají otevřené hubice se šroubovicí, které v závislosti na tlaku proudu vody vytvářejí vodní kapky o průměru 20 – 200 μm . Na obrázku v levém rohu nahoře znázorněná hubice vytváří rozstřík s dvěma kužely kapek vody. Vnější rozstříkovací kužel má úhel 110° a vnitřní 80°. Vnitřní část kužele obsahuje především menší kapky mlhy. Hubice je vybavena vnitřním jemným sítkem proti nečistotám ve vodě a proti vnějším nečistotám je chráněna ochranným víčkem. Používají se i nárazové hubice.

Potrubí pro vysokotlaké systémy vzhledem k citlivosti trysek na nečistoty musí být vyrobeno

z nerezavějící oceli. Průměry trubek se liší v závislosti na umístění v rozvodné síti a leží mezi 10 až 40 mm. Jsou podstatně menší než průměry trubek sprinklerů. To je výhodné při použití v historických budovách, kde méně narušují vzhled místností. Do potrubí jsou za čerpadlem vkládány filtry, které zachycují případné nečistoty ve vodě a brání ucpání trysek. Vzhledem k podstatně menší spotřebě vody mají **nádrže na vodu** systémů vysokotlaké mlhy pouze cca 10 % objemu ve srovnání s nádržemi systému tradičních sprinklerů. V mnohých případech mlže být agregát vysokotlakého čerpadla napojen přímo na veřejný rozvod vody přes malou vyrovnávací nádrž.

4.2.2.1.2.5 Způsoby použití systému vodní mlhy při požární ochraně

Systémy vodní mlhy je možno při hašení v uzavřeném prostoru použít třemi způsoby:

- Lokální ochrana,
- Úplná ochrana uzavřeného prostoru
- Zónová ochrana

Místní ochrana je používána k selektivní ochraně určitého objektu. Jako příklad může sloužit ochrana rizikového zařízení (např. elektromotoru, transformátoru) ve velké místnosti. Systém je projektován tak, že vodní mlha je vypouštěna přímo na ochranný objekt – obr. 4.2.2.47. jsou používány automatické hlavice.

Ochrana celého prostoru zajišťuje požární ochranu všech objektů v daném prostoru. Otevřené trysky jsou umístěny na síti potrubí u stropu a vodní mlha je po aktivaci vypouštěna do značné míry rovnoměrně do celého prostoru – obr. 4.2.2.47.

Zónová ochrana dovoluje vypouštění vodní mlhy pouze v části hasicího systému, což umožňuje potlačit požár v určitém úseku chráněného prostoru. – obr. 4.2.2.47. Tento systém ochrany je např. navrhován za podmínek, kdy požadavek na dodávku vody pro celý chráněný prostor převyšuje možnosti zařízení dodávajícího vodu, případně tam, kde vypouštění vodní mlhy do celého prostoru by zbytečně poškodilo vodou předměty, které nebyly přímo ohroženy požárem (např. muzejní sbírky). Zónový systém rozvodného potrubí vyžaduje instalaci detekčního systému, schopného přesně odhalit místo požáru. Mimo to rozvodné potrubí musí být vybaveno sekčními ventily, které jsou otevřeny na povel z řídicí ústředny po lokální detekci požáru – obr. 4.2.2.48.

4.2.2.1.2.6 Potlačení náhlého vzplanutí v celém prostoru (flashover) vodní mlhou

Náhlé vzplanutí v celém prostoru představuje požární situaci, kdy téměř všechny spalitelný materiál v uzavřeném prostoru začne najednou hořet. Podmínky pro náhlé vzplanutí jsou vytvořeny tím, že většina povrchů spalitelných materiálů v místnosti je zahřátá

na teplotu, při které pyrolýzou vznikají hořlavé plyny dostatečně horké, aby přispěly k rychlému růstu požáru. Náhlé vzplanutí v celém prostoru za normálních podmínek nastane při cca 500 – 700 °C. Zásadní podmínkou je, aby v prostoru byla naráz zvýšená koncentrace kyslíku, např. náhlým přívodem vzduchu otevřenými dveřmi, rozbitým oknem atp. Mechanismus náhlého přechodu z poměrně malého požáru v zcela rozvinutý požár je spojen s přenosem tepelného záření z horké vrstvy kouře zachycené pod stropem. Je propojen s řadou reakcí charakterizovaných zapálením kouřové vrstvy, vysokou hladinou tepelného záření a vysokým vzrůstem rychlosti uvolnění tepla.

Plnoměřítkové požární testy prokázaly, že vznik celkového vzplanutí, např. v půdním prostoru, je možno potlačit vystřikováním vodní mlhy. Po jejím použití teplota plynů u stropu poklesne na cca 200 °C. tímto preventivním zásahem je požár významně zpomalen a jeho velikost je udržena na velikosti, kterou snadno zvládne požární jednotka.

4.2.2.1.2.7 Odstranění kouře

Vysoký počet malých kapek vody, případně jejich vysoká rychlost, zvyšují schopnost vodní mlhy odstraňovat kouř. Ve vodě rozpustné plyny, případně pevné částice kouře, jsou zachyceny kapkami a spolu s nimi sedimentují na okolní povrch. Předpokládá se, že je možno zachytit 50 až 99 % kouře. Je možno soudit, že schopnost zachytit a odstranit je u vodní mlhy mnohem větší než u sprinklerů.

V oblasti kulturního dědictví jsou dvě možnosti jak odstranit škodlivé plyny a částice kouře při/po požáru: rychle omezit systémem vodní mlhy tvorbou kouře a dále zajistit účinné větrání. Druhý způsob nemusí být dostatečně rychlý a může vyžadovat změny stavby vedoucí k vytvoření vstupních a výstupních otvorů. Zařízení odvětrání vyžadují rozsáhlou údržbu, mají-li být dostatečně účinná a spolehlivá.

Odstranění kouře při ochraně kulturního dědictví má značný význam. Zabrání se tak negativním účinkům kouře na přítomné osoby, chráněné prostory či sbírky.

4.2.2.1.2.8 Stěnové hydranty a mobilní systémy vysokotlaké vodní mlhy

Stěnové hydranty představují další významné využití pevného systému vodní mlhy. Při této aplikaci je vysokotlaká mlha rozptylována do prostoru požáru ruční hasicí pistolí – obr. 4.2.2.49. Stěnové hydranty s vysokotlakou jemnou mlhou jsou instalovány na strategických místech chráněných budov a jsou účinným prostředkem trvale připravený k potlačení požáru. Jejich výhodou je snadná ovladatelnost, která umožňuje, aby byly použity personálem muzea

v počátečním stádiu požáru. Obsluha může nastavit optimální charakter rozstříku vodní mlhy pákou, která ovládá kulový uzávěr pistole – obr. 4.2.2.50. Proti běžným stěnovým hydrantům, které pracují s plným proudem vody, stěnové hydranty pracující s vodní mlhou mají menší spotřebu vody. Jsou-li použity k ochraně historických interiérů, je poškození inventáře, sbírek a i nástěnných maleb vodou významně menší. Používají většinou tvarově stálé hadice o malém průměru a délce až 60 m. Stěnové hydranty mohou být součástí stabilního hasicího systému vysokotlaké mlhy nebo mohou být instalovány samostatně. V druhém případě jsou vybaveny centrálním vysokotlakým čerpadlem, na které jsou trubkami napojeny jednotlivé hydranty. Jsou používány v případech, kdy stabilní hasicí systém je obtížně použitelný z technických nebo ekonomických důvodů. Použití hydrantů předpokládá použití citlivé elektrické požární signalizace (nejlépe VESDA), která by včas varovala ostrahu muzea před hrozícím nebezpečím požáru. V místnosti ostrahy musí být trvale přítomny fyzické i psychické zdatné osoby, které budou schopné bez problémů hydrant použít.

Na rozdíl od ručních hasicích přístrojů mají stěnové hydranty neomezený operační čas a je možno předpokládat, že poškození interiéru místnosti a sbírek vodní mlhou bude menší než poškození hasicími prášky či vodní pěnou.

Mobilní systémy vysokotlaké vodní mlhy pracují na obdobném principu jako stěnové hydranty s tím rozdílem, že jako zdroj vody slouží mobilní vysokotlaká jednotka – obr. 4.2.2.51. tato jednotka je vybavena vysokotlakým čerpadlem (s průtokovou rychlostí 25 l/min nebo 40 l/min při tlaku 140 barů) a je poháněná benzinovým motorem. Jednotka má vlastní 200litrový zásobník vody, což ji umožňuje pracovat jako nezávislý hasicí systém. Mimo to je vybavena navíc s 60 m vysokotlaké, ohnivzdorné, tvarově stálé hadice, která je ukončena pistolí. Výhodou těchto jednotek je, že mohou být velmi rychle přesunuty na místo požáru a proto mohou být v některých případech použity jako levnější varianta stabilních vysokotlakých systémů vodní mlhy. Jejich použití opět předpokládá fyzickou a psychickou zdatnost obsluhy a její výcvik.

4.2.2.1.2.9 Použití systémů vodní mlhy při požární ochraně kulturního dědictví

Systémy vodní mlhy našly již uplatnění při ochraně interiéru dřevěných kostelů v Norsku – obr. 4.2.2.52. Uvažuje se o jejich využití v některých významných institucích v USA a Kanadě, ale přesnější informace o výsledcích těchto snah nebyly dodnes publikovány. Systém vysokotlaké vodní mlhy byl nainstalován v knihovně Anny Amálie ve Výmaru, v půdních prostorech opery La Scala v Miláně, v kopuli basiliky sv. Marka v Benátkách

a ve veřejné knihovně v Trevíru – obr. 4.2.2.53 a Biskajské knihovny v Bilbao, Španělsko – obr. 4.2.2.54. nevýhodou je, že použití systémů vysokotlaké vodní mlhy pro ochranu historických objektů nebylo dosud certifikováno. Projekce a instalace by měla být uskutečněna na základě plnoměřítkových požárních testů, jejichž provedení by se co možná nejvíce blížilo plánovanému použití.

Společnost Hughes Associates, USA ve spolupráci se společností Marioff, Finsko se intenzivně zabývala problematikou použití vysokotlaké mlhy k ochraně regálů depozitářů knih pro Kongresovou knihovnu, Washington, DC.¹⁶ Závěry, které vyplynuly z tohoto výzkumu jsou následující:

- Vzhledem k tomu, že se jedná požáry třídy A, je primárním mechanismem hašení požáru smočení paliva a ne totální zaplavení vodní mlhou.
- V menším depozitáři většinou nevznikne „velký“ požár nezbytný pro vyvinutí zaplavovacího (objemového) mechanismu hašení vodní mlhou – viz „paradox“ vodní mlhy.
- Ochlazení horkých plynů snižuje rozšíření kouře.
- Vodní mlha pravděpodobně více poškodí olejové obrazy než rozstříky klasických sprinklerů s většími kapkami vody. Vzniklá vodní pára při teplotě $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bude poškozovat více než kapky vody.

Výsledky plnoměřítkových experimentů zmíněné společnosti Hughes Ass. jsou shrnuty v následující tab. 4.2.2.9

Tab. 4.2.2.9: Porovnání požadavků na prototypový systém vysokotlaké vodní mlhy s výsledky plnoměřítkových testů (Hughes Ass.)

Požadavky na systém vysokotlaké vodní mlhy při požární ochraně archivního depozitáře	Naměřené výsledky	Splnění požadavků Ano/Ne
Zabránit rozšíření požáru přes uličku	Nastalo rozšíření požáru přes uličku	Ano
Omezit přímé poškození plamenem/požárem na 1 m šířky pro celou výšku regálu	Šířka poškození 1,5 m na vrcholu regálu; $< 1,06$ v nižších policích	Ne s malým rozdílem
Zabránit zhroucení regálu vlivem tepla	Nenastalo zhroucení	Ano
Zabránit přenesení požáru stropem do místnosti nad depozitářem	Nejvyšší teplota u stropu byla $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu < 1 min	Ano
Minimalizovat plochu přímého smočení archivních materiálů nacházejících se mimo požár	Byly aktivovány 4 linky automatických hlavíc. Byly smočeny 4 regály v délce 11,6 m (celkem 46,4 m)	Ne
Minimalizovat celkové množství použité vody při hašení v depozitáři	Doba vypouštění byla 15 min. Celkem bylo vypuštěno 1985 litrů vody	Ano
Požadovaná průtoková rychlost čerpadla $< 133\text{ L/min}$	Při 4 aktivovaných linkách byl celkový požadavek na průtokovou rychlost 132 L/min	Ano

Konkrétní představu společnosti Hughes Ass. o uspořádání hašení reálů vysokotlakou vodní mlhou v objektech Kongresové knihovny USA, která vznikla na základě plnoměřítkových testů, ukazuje obr. 4.2.2.55. V zájmu dosažení maximální efektivity hašení byly zvoleny dva typy hubic vysokotlaké mlhy, které poskytují kapky mlhy o různé hybnosti.¹⁶

Konečně byl v roce 2008 tento systém nainstalován v nové budově Technické knihovny v Praze - Dejvicích – obr. 4.2.2.56, 4.2.2.57 a 4.2.2.59.

Nová budova **Technické knihovny v Praze Dejvicích** má 3 podzemní a 6 nadzemních podlaží. Celková plocha jednoho podlaží je 4797 m². V 2. a 3. podzemním podlaží jsou umístěny depozitáře knih, každý o pleše cca 1300 m². V 1., 2. a 3. podzemním patře jsou umístěna parkoviště o ploše 2451 m², 3126 m² a 3103 m².

SHZ byla navrženo a instalováno ve všech prostorech budovy s výjimkou WC, umývárén a ostatních prostorů bez požárního rizika.

Systém se skládá z vysokotlakého zdroje vody, poplachového a monitorovacího zařízení, sekčních ventilů a rozváděcího potrubí s automatickými tryskami. Celkem bylo nainstalováno 6 čerpadel, schopných poskytnout vodu s min. tlakem 100 bar a s průtokem 120 l/min.

Při výběru soustavy byly zohledněny předpokládané teplotní podmínky v chráněném prostoru. Např. v depozitářích knih a v prostorech volného výběru knih byla instalována mokrá soustava s automatickými tryskami (s tepelnou pojistkou) s průtokem vody 6,96 l/min. Vzdálenost trysek byla max. 3 m. Tyto trysky s mimořádně nízkým průtokem vody, výhodným z hlediska možného poškození knih vodou, byly použity na základě výsledků plnoměřítkových požárních testů, uskutečněných v Institutu pro bezpečnostní techniku a dopravní bezpečnost, Rostock, Německo.

V trezorovém archivu, ve kterém budou uloženy vzácné knihy, a v serverových místnostech byla použita soustava s předstihovým řízením. Je tak sníženo nebezpečí falešného spouštění SHZ.

Ve veřejných prostorech (kanceláře, studovny) s výškou do 4 m a ve strojovně vzduchotechniky, v rozvodnách NN byla instalována opět mokrá soustava s automatickými tryskami s průtokem vody 12 l/min. Vzdálenost trysek byla max. 3,75 m.

Pro prostory parkoviště byla pro nebezpečí zamrznutí zvolena suchá soustava s automatickými tryskami. Každé poschodí má svůj samostatný ventil. Průtok tryskou byl opět 12 l/min a vzdálenost trysek max. 3,75 m.

Pro skladové prostory mimo skladů knih byla navržena mokrá soustava s automatickými tryskami o průtoku 17,04 l/min a vzdálenost trysek max. 3,75 m.

Pro ostatní veřejné prostory (kanceláře, studovny) s výškou nad 4 m byla navržena mokrá soustava s tryskami o průtoku 27 l/min a vzdáleností trysek max. 3,75 m.

Pro vnitřní prostor v hale služeb byla instalována suchá soustava, ovládaná EPS s otevřenými tryskami s bočním rozstříkem a s průtokem 27 l/min. Pro ochranu prosklení v hale služeb byly použity v suché soustavě, ovládané EPS, otevřené trysky o průtoku 5,8 l, rozmístěné ve vzdálenosti 1,5 m po obvodu této haly.

Veškeré potrubí rozvody byly provedeny z vysokotlakých bezešvých nerezových trubek. Polypropylenový zásobník vody, který obsahuje 30 000 litrů vody, je umístěn v prostoru strojovny.

Ochrana Technické knihovny v Praze - Dejvicích systémem vysokotlaké mlhy je mimořádné dílo v oblasti technologie požární ochrany kulturního dědictví. Jedná se o jednu z největších instalací tohoto systému v kulturním objektu v Evropě.

4.2.2.1.2.10 Poškození malby a výzdoby historických dřevěných kostelů vodou rozstříků sprinklerů a vodní mlhy

Následující stať objasňuje vliv kapek vodních systémů na nástěnnou malbu.¹⁹ Je možno jej chápat v širším měřítku a může pomoci vysvětlit i působení kapek vodní mlhy na jiné součásti interiéru muzeí. Proto, i když se netýká bezprostředně ochrany muzejních materiálů, byla zahrnuta do této publikace.

Jedním z hlavních důvodů, proč k požární ochraně interiérů skandinávských kostelů nebyly navrženy sprinklery, ale systém vysokotlaké vodní mlhy, byl předpoklad, že malé kapky vodní mlhy budou nástěnnou malbou sloupových kostelů poškozovat méně, než nepoměrně větší kapky sprinklerů.

Stěny a stropy mnohých historických dřevěných kostelů ve skandinávských zemích jsou ozdobeny cennými malbami, plastikami a jinou výzdobou – obr. 4.2.2.58. barvy těchto maleb jsou většinou rozpustné ve vodě, a proto se předpokládalo, že budou velmi citlivé na vodu rozstříkovanou sprinklery.

Ve snaze podrobněji objasnit vliv vody na nástěnnou nebo stropní malbu, byly uskutečněny obsáhlé pokusy v SP Technickém výzkumném institutu Švédska, v oddělení požární technologie. Při nich bylo sledováno působení rozstříků sprinklerů, nízkotlaké mlhy a vysokotlaké mlhy na vzorky historické nástěnné malby, malované knihovou distemperou v první polovině 16. století.

Vycházelo se z předpokladu, že jemná mlha vysokotlakého systému nebude poškozovat zmíněnou nástěnnou malbu. Výsledky výzkumu ale ukázaly – obr. 4.2.2.59 a 4.2.2.60 –

že poškození nástěnné malby sprinklery a systémem vysokotlaké vodní mlhy je srovnatelné. Poškození systémem vysokotlaké mlhy je zjevně dáno vysokou kinetickou energií kapek této mlhy.

Výrobci systémů vysokotlaké vodní mlhy, ve snaze dosáhnout i s malými kapkami co největší pokrytí, zvýšením tlaku vody zvyšuje rychlost kapek.

Vyjdeme-li ze známého vztahu pro kinetickou energii

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2, \quad (2)$$

kde E_k je kinetická energie,

m je hmotnost, v daném případě vodní kapky a

v je rychlost, v daném případě vodní kapky,

potom je zjevné, že i malé kapky vodní mlhy díky tomu, že jejich kinetická energie se zvyšuje s druhou mocninou rychlosti, mohou mít vysokou energii a tedy i vysoký fyzikální poškozující účinek srovnatelný s kapkami sprinklerů.

Systém nízkotlaké vodní mlhy se ukázal přijatelným kompromisem – obr. 4.2.2.61.

Je nutno dodat, že výzkum nebyl uskutečněn za podmínek, které by odpovídaly podmínkám skutečného požáru, kdy by se např. uplatnil hydrolytický účinek vodní páry na pojivo temper (klíh). Ve zkoumaných případech byly poškozujícími parametry pouze smočení vzorku studenou vodou a hybnost kapek vody. Nebyl sledován možný vliv horké vodní páry vzniklé při hašení reálného požáru. Tato pára může vyvolat teplotní změny v barevné vrstvě, v podkladu a v samotném dřevě. Rozdílnou tepelnou roztažností jednotlivých materiálů vzniknou napětí, která vyvolají separaci základu malby od dřeva. Není rovněž možné zanedbat vliv horké páry na hydrolytickou degradaci pojiva barvy – živočišného klišu či vaječného žloutku.

4.2.2.1.2.11 Systémy SHZ na bázi vodní mlhy – shrnutí

Systémy SHZ na bázi vodní mlhy používají řádově menší množství vody než konvenční sprinklery, a proto se předpokládá, že škody vyvolané smočením vodní mlhou na historických budovách a na muzejních sbírkách budou významně menší. Investiční náklady jsou ale ve srovnání s konvenčními sprinklerovými systémy podstatně vyšší. Výhodou mlhových systémů oproti plynovým systémům je, že neztrácejí hasicí účinnost, když místnost není dobře uzavřená. Přibližné porovnání různých systémů pracujících s vodou umožňuje tab. 4.2.2.10.

Tab. 4.2.2.10: Přibližný odhad výhod a nevýhod stabilních hasicích systémů pracujících s vodou. (Minimax)

Kritérium	Klasický sprinklerový systém	Systém nízkotlaké vodní mlhy	Systém vysokotlaké vodní mlhy
Technická kritéria			
Množství použité vody	–	+	++
Prostor nezbytný pro strojovnu čerpadel + zásobník vody	–	+	+
Prostor nezbytný pro instalaci potrubí	–	+	++
Možnost napojení na jiné vodní sítě, možnost vstupu požární jednotky	++	+	■
Zajištění systému proti ucpání	++	+	■
Ekonomická kritéria			
Cena přímých instalačních nákladů	++	+	--
Cena konstrukce strojovny čerpadel + zásobníku vody	–	+	–
Cena připojení na elektrickou a vodovodní síť	■	+	■
Cena údržby	+	+	--
Celková cena zařízení	+	++	–
++ velmi vhodné + výhodné ■ neutrální – nevýhodné -- velmi nevýhodné			

Další srovnání hasicích systémů na bázi vodní mlhy umožňuje tab. 4.2.2.11.

Tab. 4.2.2.11: **Základní parametry stabilních hasicích systémů pracujících s vodou.**

Typ systému	Plocha povrchu krytá 1 litrem vody	Viditelnost během hašení	Jmenovitá operační teplota automatických tysek	Průtok vody jednou hlavou	Požadovaná doba toku vody z nádrže při aktivaci 4 hlavíc	Vzdálenost hlavíc
Bytové a domovní sprinklery	2 m ²	dobrá	57 – 68 °C	60 L/min	15 minut bytové 30 minut domovní	3 – 4 m
Systém nízkotlaké vodní mlhy	2500 m ²	dobrá	57 – 68 °C	Závisí na výšce stropu 8 – 21 L/min	15 minut bytové 30 – 60 minut domovní	2 – 3 m
Systém vysokotlaké vodní mlhy	2000 – 6000 m ²	omezená	57 – 68 °C	8 L/min	30 minut	2 – 3 m

4.2.2.2 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY NA BÁZI PLYNŮ

Po více jak 30 let Halon 1301 a Halon 1211 sloužily jako ideální čistá plynná hasiva. Díky svým jedinečným vlastnostem halony byly vhodné pro ochranu cenných a citlivých objektů v řadě aplikací, včetně ochrany počítačových místností, telekomunikačních ústředí, muzeí, vojenských zařízení. Uplatnily se i při požární ochraně závodů zpracování ropy, platforem příbřežní těžby ropy a skladišť.^{20,21,22,23,24}

Molekuly Halonů představují molekuly nízkomolekulárních uhlovodíků, v nichž atomy vodíku jsou nahrazeny kombinací atomů halogenů (bromu, chloru, fluoru). Jejich rozsáhlé použití zajistily jejich následující vlastnosti:

- Byly vynikajícími hasivy, protože byly schopné vstoupit do chemické řetězové reakce hořících materiálů a zastavit ji.
- Halony měly vysokou hasicí účinnost, byly při návrhových hasicích koncentracích málo jedovaté, elektricky nevodivé, bezbarvé a byly dlouhodobě skladované.
- Vzhledem k tomu, že po hašení zanechávaly jen malé zbytky korozních plynů, byly vhodné pro hašení muzeí.
- Jako hasiva byl používán především Halon 1301 (bromtrifluormethan), Halon 1211 (bromchlorodifluoromethan) a v omezené míře Halon 2402 (dibromtetrafluorethan).

- Halon 1301 bylo plynné hasivo, které bylo většinou používáno v SHZ pro hašení prostor telefonních ústředěn, telekomunikačních zařízení a novější prostor, kde byla umístěna velká počítačová zařízení (serveroven).
- Halon 1211 bylo kapalně hasivo, používané v ručních hasicích přístrojích při hašení v domácnostech, v kancelářích, v hotelech, v autech a v letadlech.
- Halon 2402 byl především vyráběn v bývalé SSSR a ostatních zemích východní Evropy.

Bylo ale zjištěno, že Halony způsobují vážné poškození ozonové vrstvy, a proto jejich výroba byla na základě Montrealského protokolu (1987) ukončena k 1. Lednu 1994. Tyto plyny se dále nemohou používat k požární ochraně objektů kulturního dědictví.²⁵

Byla vyvinuta intenzivní snaha zmíněné plyny nahradit. Ideální náhražka halonů by při zachování vlastností halonů měla mít mnohem menší dopad na prostředí vzhledem k jejich potenciálu odčerpání ozonu (ODP). Ideální halonová náhrada (alternativa) by měla mít následující vlastnosti:

- Čistota (žádné zbytky)
- Vysoká hasicí účinnost
- Nízká chemická reaktivita (dlouhodobá skladovací stabilita, zanedbatelná koroze kovů, plastů, pryže atp.)
- Elektrická nevodivost
- Nízká jedovatost
- Nulový potenciál odčerpání ozonu (ODP)
- Nulový potenciál oteplení Země (GWP)
- Rozumná výrobní cena
- Nízký vznik korozních a jedovatých sloučenin při hašení požáru.

V oblasti depozitářů muzeí se jako náhrada Halonů významně prosadily systémy na bázi vodní mlhy. Je jim věnována pozornost jak po teoretické, tak praktické stránce – viz kap. 4.2.2.1.2. Paralelně je vyvíjena značná snaha vyvinout náhrady Halonů, které by splňovaly shora uvedené požadavky. Je nutno zaznamenat, že do současné doby nebyla tato snaha zcela úspěšná. Z počátku byla navržena řada sloučenin, které se ale později ukázaly jako nevhodné. Uhlovodíky obsahující ve své molekule vodík, brom a fluor (HBFCs) a bromované olefiny se ukázaly jako účinná hasiva, ale byly odmítnuty vzhledem k svému nenulovému potenciálu poškozování ozonu (ODP) a relativně vysoké toxicitě. Perfluorované

uhlovodíky (PFC) jsou sice toxicky přijatelné a vyhovují z hlediska hasicí účinností, ale nebyly akceptovány jako hasiva vzhledem k jejich extrémně vysoké životnosti v atmosféře a GWP. Sloučeniny obsahující jód, především jodtrifluormethan (CF₃J) jsou sice velmi účinná hasiva, ale vyznačují se vysokou toxicitou, nenulovým ODP a odrazujícími výrobními cenami.

V současné době jsou komerčně k dispozici následující halonové alternativy: částečně halogenované fluorované uhlovodíky (HFC), částečně halogenované chlorfluorované uhlovodíky (HCFC, tzv. měkké halony), perfluorované ketony a inertní plyny – tab. 4.2.2.12.

K ochraně muzeí jsou používány stabilní hasicí systémy na bázi částečně halogenovaných fluorovaných uhlovodíků (HFC), perfluorovaných ketonů a inertních plynů. Tyto halonové alternativy mají, jak ukazuje tab. 4.2.2.12, významný vliv na prostředí a lidské zdraví.

Tab. 4.2.2.12: Vliv hasicích plynů na prostředí a lidské zdraví.

	ODP	GWP	AL (roky)	NOAEL (obj. %)	LOAEL (obj. %)	LC ₅₀ (% obj.)
Halon 1301	12	6900	65	5	7,5	83
HFC 227ea FM-200	0	3500	33	9	>10,5	>80
FK-5-1-12 Novec 1230	0	1	0,014	10	>10	>10
HFC Blend B Halotron I	0,0098	77	1,4			
INERGEN	≈ 0	≈ 0	0	43	52	
Dusík	0	0	0	43	52	

ODP (Ozone Depletion Potential) - potenciál poškozování ozonu

GWP (Global Warming Potential) - potenciál globálního oteplování

ALT (Atmospheric Lifetime) - doba životnosti v atmosféře

NOAEL (No Observable Adverse Effect Level) - hladina koncentrace látky v ovzduší, při níž nebyly pozorovány nepříznivé účinky na lidský organismus.

LAOEL (Low Observable Adverse Effect Level) je nejnižší hladina koncentrace látky v ovzduší, při níž byly pozorovány nepříznivé účinky na lidský organismus.

LA₅₀ je smrtelná koncentrace pro 50 % krysí populace během 4 hodin. Se stoupající číselnou hodnotou klesá toxicita sledované látky.

Při ochraně kulturního dědictví ve světovém měřítku je možné se setkat s hasicími plyny uvedeny v tab. 4.2.2.13.

Tab. 4.2.2.13: *Inertní plyny a halonové alternativy používané v SHZ a v přenosných hasicích přístrojích.*

Interní plyny				
Název	Alternativní název	Chemické složení	ČSN EN 15004	
INERGEN	IG-541	Dusík 52 obj. % Argon 40 obj. % Oxid uhličitý 8 obj. %	Příloha 10	
Argonite	IG-55	Dusík 50 obj. % Argon 50 obj. %	Příloha 9	
Dusík	IG-100	Dusík 100 obj. %	Příloha 8	
Argon	IG-01	Argon 100 obj. %	Příloha 7	
Oxid uhličitý*		Oxid uhličitý 100 obj. %	EN 25923 (ČSN 38 9230)	
Halonové alternativy				
Název	Alternativní název	Chemický název	Chemický vzorec	ČSN EN 15004
HFC-23	FE-13	Trifluormethan	CHF_3	Příloha 6
HFC-227fa	FM-200	1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropan	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	Příloha 5
HFC-125**	FE-25	1,1,1,2,2-pentafluorethan	CF_3CHF_2	Příloha 4
Novec 1230	FK-5-1-12	Dodekafluor-2-methylpentan-3-on	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$	Příloha 2
HCFC Blend B***	Halotron I	Směs 2,2-dichlor-1,1,1-trifluorethanu a argonu	CF_3CHCl_2 CF_4 Ar	
HFC-236fa***	FE-36	1,1,1,3,3,,3-hexafluorpropan	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	

* SHZ na bázi oxidu uhličitého, vzhledem k jeho vysoké zdravotní závadnosti, nejsou používány při ochraně prostorů obvykle obývaných osobami. Oxid uhličitý je používán jako náplň ručních hasicích přístrojů.

** HFC-125 a HFC-23 nejsou v ČR používány jako náplň SHZ pro ochranu objektů kulturního dědictví.

*** HFC-236fa HCFC Blend B (Halotron I) je v ČR používán jako náhrada Halonu 1211 při plnění ručních hasicích přístrojů.

**** Použití 2,2-dichlor-1,1,1-trifluorethanu, jako částečně halogenovaného chlor-fluorovaného uhlovodíku (HCFCs) s ODP = 0,02, není Montrealským protokolem doporučováno.

Chemické a fyzikální vlastnosti plyných hasiv významně ovlivňují použití v praxi. Jsou shrnuty v tab. 4.2.2.14.

Tab. 4.2.2.14: **Chemické a fyzikální vlastnosti plynných hasiv.**^{26,27,28,29,30}

Název	Relativní molekulová hmotnost (g/mol)	Bod varu (°C)	Tlak par při 25 °C (bar)	Hustota kapaliny při 25 °C (g/cm ³)	Hustota par (plynu) při 1 bar 20 °C (g/dm ³)	Relativní hustota páry (vzduch = 1)	Specifická tepelná kapacita (J/g°C)
Halon 1301 bromtrifluormethan	148,93	-57,8	16	1,55	6,18	5,1	0,465
Halon 1211 bromchlorodifluormethan	165,38	-3,4	2,8	1,83	6,75	5,6	0,460
FM-200, HFC-227ea, 1,1,1,2,3,3,3- heptafluorpropan	170,03	-16,36	4,58	1,388	7,19	6,0	0,808
Novec 1230 dodekafluor-2- methylpentan-3-on	316,04	49,2	0,46	1,6	13,6	11,3	0,891
HFC-23, FE-13, trifluormethan	70,0	-82,2	47,3	1,44	6,48	5,4	0,737
HFC-236fa, FE-36 1,1,1,3,3,3- hexafluorpropan	152,04	-1,4	27,4	1,36	6,41	5,3	0,840
Dusík IG-100	28,01	-195,8	144,8	–	1,17	0,98	1,041
Argon IG-01	39,34	-185,7	–	–	1,78	1,5	0,520
INERGEN	48,6	–	152	–	1,44	1,2	0,574
Oxid uhličitý	44	Sublimace 78,5	55,75 (při 20 °C)	1,6 (pevný)	1,98	1,6	0,843

Další vlastnosti hasicích plynů mající vztah k jejich použití v SHZ jsou uvedeny v tab. 4.2.2.15 na obr. 4.2.2.2 a 4.2.2.62.

Tab. 4.2.2.15: **Hasicí koncentrace vybraných hasicích plynů.**^{31,32,33,34}

Název	Minimální objemová hasicí koncentrace stanovená metodou požáru hranice dřeva (obj. %)	Minimální objemová hasicí koncentrace stanovená metodou kelímkového hořáku (obj. %)	Minimální návrhová objemová hasicí koncentrace (obj. %)		
			Pažár třídy A*	Požár třídy A**	Požár třídy B
Halon 1301	3,5	3,6	5,0	–	5,0
NOVEC 1230	4,3	4,5	5,6	–	5,9
FM-200	5,8	6,8	7,5	–	8,8
INERGEN	30,7	31,7	39,9***	61****	41,2
Dusík	31,0	33,6	40,3***	61****	43,7

* Dle ČSN EN 15 004

** Dle VdS 2380 hodnota platná pro knihy. Důvodem je, že pouze zvýšená koncentrace hasiv je schopna uhasit hluboká doutnající ložiska požáru (deep seated fire).

*** Hodnota platná i pro polymery, jako je PMMA, PP a ABS.

**** Zatím co u běžných požárů třídy A je doba, po kterou je nezbytné udržet v chráněném prostoru minimální návrhovou koncentraci 10 minut, u požáru knih je doporučeno tuto dobu prodloužit na 20 minut.

Plynové systémy jsou vhodné pouze pro ochranu dobře uzavřených (těsnících), místností (především depozitářů), které jsou schopné udržet návrhovou hasicí koncentraci plynu po dobu nezbytnou k uhašení požáru. Každé narušení těsnosti budovy, jak jsou otevřené dveře, okno, pracující ventilační systém, otvory ve zdech a stropěch, netěsnící průchody potrubí a kabelů, praskliny ve zdech atp., umožňují únik plynu a zabraňují tak úspěšnému uhašení požáru. Vzhledem k požadavku těsnosti chráněných místností není možno tyto systémy prakticky použít v historických budovách. Když je to přesto nutné, je nutné počítat s poměrně nákladnou rekonstrukcí místností, při které se vymění okna a dveře a utěsní různé průchody stěnami. V některých případech je nutno stěny a strop místností opatřit plynotěsným nátěrem. Zkouška těsnosti chráněných místností tzv. Door Fan Testem je popsán v dalším textu.

Jak je patrné z tab. 4.2.2.15, významnou hodnotu, která často rozhoduje o použití plynného hasiva je **minimální návrhová hasicí koncentrace**. Tato koncentrace je odvozena od **minimální hasicí koncentrace** hasiva, což je koncentrace potřebná k uhašení určitého typu požáru. Stanoví se experimentálně dle platných norem podle přesně stanovených protokolů.

Pro požáry pevných materiálů (třída A) je tato minimální hasicí koncentrace testem ve zkušební komoře malých rozměrů – obr. 4.2.2.63. Spolehlivější výsledky jsou získány plnoměřítkovými testy hašením hranice dřeva v prostoru s minimálním objemem 100 m³. Tato stanovená minimální koncentrace hasiva je vynásobena koeficientem 1,2, čímž je získána minimální návrhová koncentrace. Zvětšení koncentrace o 30 % představuje bezpečnostní přídavek.

Pro stanovení minimální hasicí koncentrace hořlavých kapalin (třída B) je převážně používána zkušební metoda na bázi kelímkového hořáku (cup-burner test method) – obr. 4.2.2.64 – a dle některých norem i ploměřítková metoda, při níž je hašena kapalina hořící ve vaničce definovaných rozměrů. Získané hodnoty jsou opět zvětšeny o přídavek 30 %, čímž je získána hodnota minimální návrhové koncentrace.

Hodnoty minimální návrhové koncentrace pro různá plynná hasiva jsou uváděny v příslušných normách. V České republice to jsou normy ČSN EN 15004, případně VdS 2380.

Plynové systémy jsou tedy vhodné především pro nově stavěné poměrně málo navštěvované depozitáře, a nebo pro malé depozitáře, které byly v historické budově speciálně stavebně upraveny.

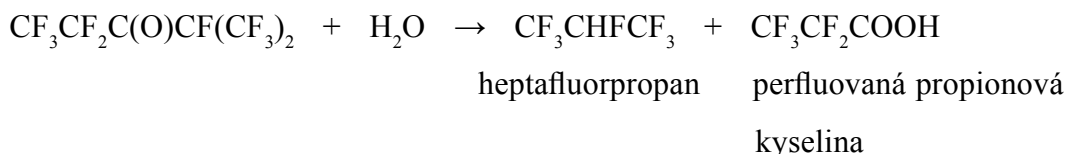
4.2.2.2.1 Systémy na bázi halonových alternativ

Jako náhrada halonu 1301, případně Halonu 1211, byla vyvinuta řada „náhradních“ plynů, které jsou známy pod názvem **halonové alternativy**. Z celé řady sloučenin, které byly vyvinuty a zkoušeny, je to především FM-200 (heptafluorpropan) a NOVEC 1230 (dodekafluor-2-methylpentan-3-on), které jsou v současné době používány v ČR v stabilních hasicích zařízeních – tab. 4.2.2.12 až 4.2.2.15. Molekula Novecu 1230 je znázorněna na obr. 4.2.2.65.

Významné je, že částečně halogenované fluorované uhlovodíky (HFCs), částečně halogenované chlor-fluorované uhlovodíky (HCFCs) mají za normální teploty velmi nízkou chemickou reaktivitu. Je to důležité, neboť systémy naplněné zmíněnými halonovými alternativami jsou umístěny ve strojnách 10 až 20 let a po tuto dobu nesmí zařízení ztratit těsnost. Následné chemické reakce malých množství kyselých produktů, vzniklých rozkladem hasiva, mohou korodovat zařízení (lahve, potrubí, ventily, hubice atp.) a jsou schopné vyvolat i únik hasiva. To se může projevit snížením účinnosti a bezpečnosti systému.³⁵

Z tohoto hlediska je důležité, že Halony, HFCs a HCFCs za normální teploty nereagují s vodou a obvyklými rozpouštědly. Perfluorketony naopak reagují s běžnými chemikáliemi, jako je voda, alkoholy a aminy.

Tak např. reakce FK-5-1-12 (Novec 1230) s vodou probíhá dle následující rovnice:



Potencionální rozklad hasiva nepovede ke ztrátě hasiva a významnému snížení účinnosti zařízení, neboť vzniká ekvimolární množství heptafluorpropanu (FM-200). Významný je vznik perfluorované propionové kyseliny, která má silné korozní účinky a s ocelí zařízení vytváří odpovídající soli železa. Zmíněná citlivost perfluorketonů (např. Novecu 1230) na vodu vyžaduje speciální postupy při instalaci a provozu SHZ, které zabraňují přístupu vlhkosti do hasiva.

O vysoké reaktivitě Novec 1230 vypovídá i jeho doba životnosti v atmosféře, která je pouze 0,014 roku – viz tab. 4.2.2.12. Ta ale není vyvolána zmíněnou hydrolytickou reakcí,

ale fotolytickou reakcí, která je umožněna vysokou absorpcí Novecu 1230 v oblasti UV záření.³⁶ Při této reakci vzniká silná trifluoroctová kyselina.

Halonové alternativy obsahující atomy halogenů mohou hasit buď fyzikálním, nebo chemickým způsobem.

Fyzikální způsob může být:

- tepelné, kdy specifická tepelná kapacita uváděného hasicího plynu odčerpává teplo z plamene, snižuje tak rychlost vzájemné reakce plamene s palivem a tím zpomaluje, případně zastavuje spalovací proces.
- Zředovací, kdy přidání hasicího plynu se zpomalují spalovací reakce snížením koncentrace kyslíku, který je k dispozici pro spalovací proces.

Chemické potlačení požáru je vyvoláno tím, že halogenové radikály, vznikající při tepelném rozkladu hasiva [brom (Br*), chlor (Cl*), fluor (F*) a jod (J*)], reagují s aktivními vodíkovými, hydroxylovými a kyslíkovými radikály [H*, OH*, O*].³⁷ Zmíněné aktivní radikály vznikají při spalování paliva a jsou nezbytné pro další rozvoj spalovací reakce. Snížením jejich koncentrace se spalování zpomaluje a posléze zastavuje.

Pevnost vazeb mezi halogeny a uhlíkem v molekule hasiva je různá. Nejsnadnější se odštěpuje atom jodu a nejobtížněji atom fluoru – tab. 4.2.2.16.

Tab. 4.2.2.16: **Energie disociace vazeb halogenových sloučenin.**³⁸

Reakce	Energie disociace vazeb ΔH°_{298} (kJ/mol)
$\text{CH}_3\text{J} \rightarrow \text{CH}_3 + \text{J}$	234
$\text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3 + \text{Br}$	292
$\text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3 + \text{Cl}$	350
$\text{CH}_3\text{F} \rightarrow \text{CH}_3 + \text{F}$	469

Z tab. 4.2.2.16 je patrné, že z hlediska snadnosti odštěpení halogenu je účinným prostředkem k hašení požáru trifluorjodmethan (Triodide), jehož minimální návrhová koncentrace je 3,6 obj. %, tedy koncentrace nižší než minimální návrhová koncentrace Halonu 1301 – viz tab. 4.2.2.15. Trifluorjodmethan není doporučován pro požární ochranu prostor, kde mohou být přítomny osoby. Je to z toho důvodu, že vyvolává podráždění srdce

při koncentracích podstatně nižších než je minimální návrhová koncentrace.³⁹ K hašení požáru byl nejčastěji používán bromtrifluormethan (Halon 1301). Atom bromu se z jeho molekuly rovněž snadno odštěpuje a vstupuje jako radikál do spalovací reakce. Toto hasivo potlačuje požár velmi účinně především chemickým působením. Předpokládá se, že Halon 1301 hasí z 80 % chemickým účinkem a z 20 % fyzikálním účinkem, zatímco u heptafluorpropanu (FM-200) a dodekafluor-2-methylpentan-3-onu (Novecu 1230) se předpokládá převážně fyzikální hasicí účinek.

Molekula heptafluorpropanu (FM-200) je daleko stabilnější než molekula bromtrifluormethan (Halonu 1301) a fluorový radikál se odštěpuje daleko obtížněji a za vyšších teplot ($> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$).[†] Poměrně nízká minimální návrhová koncentrace dodekafluor-2-methylpentan-3-onu (Novec 1230) – tab. 4.2.2.15 – ve srovnání s heptafluorepropanem (FM-200) je vysvětleno tím, že do inhibiční reakce s aktivními vodíkovými, hydroxylovými a kyslíkovými radikály vedle F radikálů vstupují radikály CF_3^* a především C_2F_3^* , na kterém se může štěpit dodekafluor-2-methylpentan-3-on za vysokých teplot.⁴⁰

Zmíněná hasiva potlačují požár především fyzikálním působením a při vyšších teplotách se rozkládají na řadu sloučenin, zejména na kyselinu fluorovodíkovou (HF). Množství vzniklé HF závisí na velikosti požáru, teplotě plamenů, na typu hasiva a jeho koncentraci. Představu o hasicím vlivu různých plynných hasiv poskytuje obr. 4.2.2.62, kde je vynesena závislost hasicí koncentrace na specifické molární tepelné kapacitě.³³ Většina hasiv, jejichž hasicí koncentrace odpovídají hornímu, v podstatě lineárnímu vztahu, hasí fyzikálním působením. Nižší hasicí koncentrace Halonu odpovídají jejich výraznému chemickému působení na požár.

Velmi často se můžeme setkat se stanoviskem výrobců a dodavatelů, že halonové alternativy ve stabilních hasicích zařízeních zcela nahrazují Halon 1301, a že především nepoškozují při hašení budovy a v nich uložené sbírky. Toto tvrzení je do určité míry oprávněné pouze u malých požárů ve velkých místnostech, tedy za situace, kdy poměr velikosti požáru k objemu místnosti je malý.

Jakmile požár dosáhne reálných rozměrů ($100\text{ W} \rightarrow 1\text{ MW}$), pak se situace výrazně mění. Reálnou představu o vzniku HF tepelnou degradací halonových alternativ poskytuje obr. 4.2.2.66.⁴¹ Je zřejmé, že již při relativně malých požárech v malých místnostech vzniká koncentrace HF zdravotně vysoce nebezpečná. Pro ilustraci lze uvést, že při reálném požáru

[†] Stabilitu vazby C–F potvrzuje mimo jiné tepelná odolnost tetrafluorethylenu (Teflonu), který je používán jako separační vrstva na pánvích na smažení, kde musí trvale odolávat vysokým teplotám.

o velikosti 7,95 MW, vzniká při hašení rozkladem Halonu 1301 přibližně 100 ppm HF a rozkladem FM-200 8100 ppm.

Podrobným výzkumem bylo ale zjištěno, že žádná z těchto alternativ se svým účinkem a cenou nevyrovná Halonu 1301. Koncentrace HF, která vzniká při hašení Halonem 1301 je 2 až 10-krát menší, než u halonových alternativ. Je to dáno tím, že chemický hasicí účinek těchto alternativ je významně menší než u Halonu 1301 – obr. 4.2.2.67.

Pro Novec 1230 byly publikovány vynikající výsledky uvedené na obr. 4.2.2.68.⁴² Podmínkou dosažení těchto výsledků bylo dokonalé navržení a instalace systému a použití velmi citlivé detekce požáru. Z obr. 4.2.2.68 vyplývá, že byly hašeny relativně malé požáry.⁴³ Pro srovnání je nutno uvést, že požár o velikosti 3,7 kW vznikne při hoření složené dvojstránky novinového papíru – viz tab. 3.1: *Rychlost uvolňování tepla při požáru různých materiálů a objektů (dle NFPA 92 a NFPA 72)*.

Zásadní námitka proti použití halonových alternativ spočívá na již zmíněném předpokladu jejich chemického rozkladu za podmínek rozvinutého požáru. Působení tepla na tyto sloučeniny vede zákonitě ke vzniku toxických produktů, jak oje fluor, fluorovodík (HF), karbonyldifluorid a v případě Novecu 1230 kyselina trifluoroctová atp. Tyto zplodiny pronikavě zapáchají a jsou vysoce jedovaté. HF mimo to koroduje kovy, především hliník a hořčík a jeho slitiny a sklo. Obdobný účinek mají i vodné roztoky HF. Navíc fluorovodík je schopen vázat do bezbarvého komplexu ionty železa železo-gallového inkoustu a tím jej nevratně poškodit.

Z toho důvodu je možné uvažovat o použití halonových alternativ pouze v případě, že je rychle hašen malý požár (< 3,5 kW) během cca 10 vteřin v uzavřeném prostoru (např. trezorové místnosti).⁴⁴ Za této situace je teplota plamenů poměrně nízká a nedojde k významnému rozkladu hasiva. Uplatňuje se především specifická tepelná kapacita zmíněných hasiv. Za těchto podmínek je možno halonové alternativy pokládat za čistá hasiva, která po hašení a následném ovětrávání nezanechávají zbytky. Při hašení větších požárů (> 3,5 kW, což je převážná většina požárů) halonovou alternativou FM-200, se již uvolňuje významné množství HF a COF₂, které je lidskému zdraví nebezpečné – obr. 4.2.2.69. Obdobné výsledky byly stanoveny i pro Novec 1230 – obr. 4.2.2.70. **V této souvislosti je nutno konstatovat, že bezprostřední koncentrace HF nebezpečná pro život a zdraví je 30 ppm.**⁴⁵

O pochybnostech o účinnosti a zdravotní bezpečnosti stávajících halonových alternativ svědčí i snaha vyvíjet další halonové alternativy, které by byly obdobně účinné jako Halon 1301. Nadějnými se ukazovaly bromfluoralkeny, např. bromtrifluoralken, který vykázal

poměrně nízkou hasicí koncentraci 4,6 vol%. Jeho hodnoty NOAEL = 0,5 vol% a LOAEL = 1,0 vol% však ukazují, že je ze zdravotního hlediska nepřijatelný.

Při rozvinutém požáru s vyšší intenzitou dosáhne teplota plamenů teplot, při nichž probíhá již zmíněný tepelný rozklad hasiva a prostředí se stane nebezpečné jak pro sbírky, tak pro přítomné osoby. Se vznikem požáru s vysokou intenzitou je nezbytné počítat při náhodném selhání elektronického detekčního řídicího systému. Nutnost rychlého uhašení požáru vyžaduje citlivý, rychle reagující systém detekce požáru a bezprostřední spuštění hasicího systému (většinou do 10 vteřin). Takový citlivý systém ale umožňuje i snadné vyvolání falešného poplachu a zbytečné vypuštění hasiva. Dále je nutno počítat s tím, že hasivo může být zlovolně vypuštěno stisknutím spouštěcího tlačítka. Při vysoké ceně hasiva (FM 200 = 1650 Kč/kg, Novec = 1157 Kč/kg) je potom finanční ztráta pro instituci významná.

Je znám případ, kdy ve Watkinsově obecním muzeu historie (Massachusetts, USA) SHZ zařízení na bázi FM-200 bylo aktivováno zásahem blesku. Původní cena zařízení byla 75 000 US dolarů. Bylo vypuštěno 6 tlakových láhví a jejich znovunaplnění by stálo 40 000 US dolarů. Vedení muzea se rozhodlo nahradit SHZ na bázi FM-200 sprinklery.⁴⁶

Obdobně i v Českém muzeu hudby došlo k bezdůvodnému vypuštění plynového SHZ na bázi FM-200. Vypuštění bylo iniciováno detektorem kouře, který reagoval na dým insekticidního prostředku, který byl použit při ochraně dřevěných objektů muzea před hmyzem. Zakoupení nové náplně hasicího systému údajně stálo 750 000 Kč. Této ztrátě se dalo snadno zabránit dočasným vypnutím systému detekce požáru.

Výchozí finanční srovnání systémů na bázi halonových alternativ a inertních plynů umožňuje obr. 4.2.2.71.

Mimo to vyžadovaná rychlá reakce hasicího systému neposkytuje dostatečný časový prostor přítomným osobám k opuštění místnosti.

Za zmínku stojí, že halonová alternativa FM-200, která byla použita v ČR, např. při ochraně Českého muzea hudby, má sice vyhovující nulový potenciál odčerpání ozonu ODP, ale nevyhovující potenciál oteplování země GWP (3500). Z toho hlediska nevyhovuje platnému evropskému parlamentu a rady ze 17. května 2006.⁴⁷ Vzhledem k tomu, že při hašení dojde k přímému odpaření hasiva, jedná se ve smyslu přílohy II zmíněného nařízení o neuzavřené systémy s přímým odpařováním obsahující chladiva, na které se vztahuje zákaz uvádění na trh ke dni 4. července 2007.

Halonové alternativy jsou škodlivé z hlediska poškození lidského zdraví i ve formě plyného hasiva. Vdechování vysokých koncentrací těchto sloučenin může vést u „zapomenutých“ osob k omámení, dušnosti, narkóze, srdečním nepravidlostem, bezvědomí a konečně i ke smrti.

Pochybnosti o proklamované zdravotní neškodnosti halonových alternativ zvýrazňuje nedávná událost na ruské atomové ponorce, kdy po náhodném spuštění hasicího systému zemřelo 20 námořníků. I když se údajně jednalo o hasivo Halon 2402 (1,2-dibromtetrafluorethan) je nutno zvážit, že se jednalo o sloučeninu chemicky blízkou používaným halonovým alternativám.

Mimo to je nezbytné vzít v úvahu, že hustota páry Novecu 123é při 21°C a tlaku 1 bar je extrémně vysoká ($\rho = 1,20 \text{ kg/m}^3$ – tab. 4.2.2.14). „Zapomenutá“ osoba, která by během rychlé evakuace muzea upadla, by se velmi pravděpodobně otráвила, protože páry Novecu 1230 se budou ve vysoké koncentraci držet při zemi.

O pochybnostech panujících v otázkách vhodnosti hasicích systémů pracujících s halonovými alternativami pro ochranu kulturních památek svědčí mimo jiné zkušenost, že významné kulturní instituce, jako je Národní galerie ve Washingtonu a Kongresová knihovna ve Washingtonu přestaly používat tyto systémy k ochraně svých sbírek a nahradily je sprinklerovými systémy nebo systémy vodní mlhy. Z uvedených skutečností vyplývá, že systémy pracující s halonovými alternativami mohou najít uplatnění racionálně pouze při ochraně mimořádně cenných předmětů, které budou uloženy v malých trezorových místnostech.

Schéma SHZ na bázi halonových alternativ je patrné na obr. 4.2.2.72.⁴⁸ Tvar trysky je patrný z obr. 4.2.2.73 a vzhled rozstříku z obr. 4.2.2.74. Hasivo je skladováno v tlakových lahvích v kapalném stavu a po detekci požáru je rozváděno potrubím do trysek v chráněné místnosti. V některých případech je hasivo skladováno pod tlakem dusíku, např. FM-200 pod tlakem 25 nebo 42 bar.^{49,50,51} Vysokotlaká varianta zajišťuje rychlé vypouštění hasiva (během 10 sekund) a jeho homogenní smíšení se vzduchem v celém chráněném prostoru ve velmi krátké době. To umožňuje následné uhašení požáru za max. 30 sekund. Rychlé vytvoření hasební koncentrace se odrazí v rychlosti hašení a tedy i nízké produkci degradačních produktů. Skladování hasiva v kapalném stavu vyžaduje menší počet tlakových lahví než je tomu u inertních plynů – obr. 4.2.2.71.⁵² Porovnání plochy skladovacího prostoru (strojovny) pro SHZ s různými hasivami umožňuje dále obr. 4.2.2.75.⁵³

Významné je, že při použití halonových alternativ během vypouštění hasiva dochází v chráněné místnosti k poklesu tlaku. Je to dáno celkovým ochlazením místnosti, které

je vyvoláno rychlým odpařením hasiva – obr. 4.2.2.76.⁵⁴ Při použití SHZ na bázi halonových alternativ nejsou nutné přetlakové klapky.

Informativní výpočet počtu lahví halonové alternativy FM-200 umožňuje rovnice 3:⁵⁵

$$n = \frac{V_{\text{místnosti}} \times DF}{M_{\text{láhve}} \times K}, \quad (3)$$

kde n nezbytný počet lahví halonové alternativy FM-200

$V_{\text{místnosti}}$ je objem místnosti m^3 ,

$M_{\text{láhve}}$ obsah láhve (7, 32, 67 nebo 85 kg)

DF zaplavovací faktor závislý na třídě požáru (třída A 0,595, třída B 0,684)

K koeficient závislý na velikosti chráněného prostoru (0,85...0,9)

Vzhledem k tomu, že hasivo je dopravováno potrubím jako kapalina, tedy s viskozitou přibližně o řád vyšší než je viskozita inertních plynů, je vhodné, aby vzdálenost mezi skladem tlakových lahví a chráněným prostorem byla co nejmenší.

4.2.2.2.2 Systémy na bázi inertních plynů

Jako náhrada Halonu 1301 bylo paralelně, především pro ochranu nově stavěných depozitářů archivů a knihoven, rozvinuto používání **inertních plynů** – dusík, INERGEN, argon atp.

Podstatou **hasicího účinku** inertních plynů je snížení koncentrace kyslíku v chráněném prostoru při vypuknutí požáru z původních 21 % na koncentraci ležící pod hodnotou 13 %, kdy většina látek již nehoří, a nebo je obtížně zapalitelná – obr. 4.2.2.77.^{56,57} Uvedené plyny se ukázaly při potlačování požáru v dobře těsnících místnostech jako účinné a „čisté“ za předpokladu, že systém byl řádně navržen, zkoušen a je pravidelně udržován. Podmínkou účinnosti a především bezpečnosti těchto systémů je, že množství hasiva musí být přesně vypočítáno dle velikosti místnosti a při hašení (vypouštění) spolehlivě dodrženo. Dále musí být uvážena rychlost vypouštění plynu, neboť přetlak plynů je schopen poškodit uložené objekty nebo okna, dveře atp. Systémy pracující s inertními plyny vyžadují nadprůměrnou údržbu a nechrání konstrukci stavby před požárem.

Při požární ochraně depozitářů archivu, knihoven atp. inertními plyny mohou v současné době být použita v podstatě 2 řešení:

- Hašení již vzniklého požáru uvedením inertního plynu – dusíku, argonu, INERGENU.
- Snížení koncentrace kyslíku pod cca 13 % trvalým přiváděním dusíku – trvalou inertizací hypoxickým vzduchem.

Výchozím požadavkem všech zmíněných řešení je, jak již bylo řečeno, aby prostory depozitáře byly co nejvíce plynotěsné.

Při ochraně zmíněných depozitářů jsou v současné době používány dva plyny: dusík a INERGEN. Oxid uhličitý není používán, neboť při hasební koncentraci je životu nebezpečný pro přítomné zaměstnance a především pro osoby „zapomenuté“ v chráněném prostoru. Hašení argonem je poměrně nákladné a při hašení muzeí neposkytuje výhody proti dusíku a INERGENU.

4.2.2.2.1 Stabilní hasicí zařízení na bázi dusíku

Dusík je plyn, který je zastoupen 78,03 % v zemské atmosféře. Průmyslově je vyráběn destilací kapalného vzduchu a v poslední době se prosazuje jeho získávání pomocí membránové separace – viz dále. Pro lidský organismus je neškodný a stejně nezávadný je i z hlediska ochrany prostředí. Hašení dusíkem za běžných teplot plamene nevyvolává následné chemické reakce, a proto také nemohou vznikat vedlejší škodlivé produkty.

Princip **stabilního hasicího systému na bázi dusíku** je poměrně jednoduchý – obr. 4.2.2.78. Do chráněné místnosti se během krátkého intervalu (během 60 sec) napustí dostatečný objem dusíku, aby po smíchání se vzduchem koncentrace kyslíku klesla pod 10 – 12 % a vytvořila se inertní atmosféra, v níž většina látek nehoří. Dusík se skladuje v plynné formě v tlakových lahvích o objemu 80 l při tlaku 200, případně 300 barů. Ve srovnání s halonovými alternativami je nezbytné použít větší množství tlakových lahví, které jsou uspořádány do baterií – obr. 4.2.2.71. Při projekci velkých zařízení je nutno počítat s tím, že tyto baterie zabírají poměrně velkou plochu strojovny – obr. 4.2.2.75 – a mimo to svou hmotností výrazně zvýší zatížení podlahy. Má-li být po požadovanou dobu udržena dostatečně vysoká hasební koncentrace dusíku, je nezbytné, aby chráněný prostor byl dostatečně těsný. Vypouštění plynu během hasebního zásahu je nutno provést velmi rychle (během 60 sekund), a proto může v chráněné místnosti vzniknout přetlak, který je schopen poškodit okna, dveře, sádkartonové příčky atp. proto chráněné místnosti musí být vybaveny přetlakovými klapkami, které umožní vyrovnání tlaku a vytlačení vzduchu s vysokým obsahem kyslíku mimo chráněný prostor – obr. 4.2.2.79.

Základní představu o SHZ na bázi dusíku poskytují obr. 4.2.2.78 a obr. 4.2.2.80. Ochrana místností v tomto případě je řešena tak, že každá místnost má samostatné SHZ, tzn., že má své samostatné ovládací a hasicí zařízení. Do systému jsou zahrnuty všechny běžné komponenty elektrické požární signalizace (EPS), např. kouřové hlásiče, spouštěcí popř. blokovací tlačítka

a ovládací ústředna. Láhve s hasivem je možno umístit přímo v chráněných prostorech nebo v jejich těsné blízkosti. Láhve jsou spojeny do baterie a pomocí tlakových hadic napojeny na sběrné potrubí. To je napojeno na rozváděcí potrubí, které je vedeno do chráněného prostoru, kde je opět ukončeno hubicemi.

Při větším počtu chráněných prostor je možno systém navrhnout tak, že dusík je přiváděn do jednotlivých místností z centrální stanice SHZ s použitím sekčních ventilů – obr. 4.2.2.80 a obr. 4.2.2.81. Tímto uspořádáním se významně snižuje počet tlakových lahví potřebných k uskladnění hasiva. Toto řešení potřebuje společnou pohotovostní a současně 100 %-ní rezervní zásobu hasiva, která je vypočítána pro největší místnost. Při této alternativě lze hasit pouze jednu místnost. Není možné hašení dvou a více prostorů najednou. Vypouštění hasiva probíhá adresně na základě detekce požáru v dané místnosti.

Tlakové láhve jsou uloženy do baterií a lze je kombinovat v jedno, dvou a čtyřřadém provedení, čímž je možná vyšší využití plochy pro instalace baterie tlakových lahví. Při návrhu je nutné zohlednit i zatížení na podlahu způsobené vahou tlakových lahví s plynem. Toto zařízení může představovat problém v případě umístění lahví v nadzemních podlažích nebo starých objektech. Dle ČSN 07 8304 není dovoleno je skladovat v podzemních prostorech (sklepech).

Výhodou systémů pracujících s inertními plyny, ve srovnání se systémy pracujícími s halonovými alternativami, je, že vzhledem k nízké viskozitě plynu může být vzdálenost mezi chráněnými prostory a centrální stanicí SHZ, kde jsou uloženy tlakové láhve, poměrně velká.

Všechny tlakové láhve jsou osazeny vypouštěcími ventily s manometrem, který umožňuje kontrolu a monitorování tlaku plynu v ústředně SHZ. Ventily lahví jsou aktivovány elektricky nebo pneumaticky dusíkem uváděným z pilotní lahve. Tlakové láhve jsou pomocí hadic napojeny na sběrné trubice. Sběrné potrubí je spojeno s rozdělovacím potrubím, na kterém jsou osazeny sekční ventily. Příslušný ventil je rovněž aktivován elektricky nebo pneumaticky plynem z pilotní lahve. Ventil pilotního ventilu je ovládán elektromagneticky. Od sekčních ventilů je do chráněných prostorů vedeno rozváděcí potrubí, které je zakončeno hubicemi. Hubice jsou umístěny tak, aby zajistily rovnoměrné zaplnění prostoru plynem. Potrubní rozvod je zhotoven z vysokotlakých pozinkovaných trubek. Trubky jsou spojovány pomocí fitinků a ke stropu nebo konzolám jsou připojovány pomocí třmenů nebo objímek. Jednotlivé sekční ventily osazené na rozdělovacím potrubí jsou vybaveny blokovacím zřízením a redukcí tlaku. Jsou ovládány ústřednou SHZ, která je otvírá, když dostane signál z detektoru požáru ohrožené místnosti – obr. 4.2.2.80.

Srovnáním obou variant tj. samostatného systému SHZ a víceprostorového systému SHZ, vychází najevo, že instalaci obou variant je možno provádět v etapách. Jednodušší je rozšiřování první varianty, kterou je možno budovat po menších částech a další část systému je možno přidat kdykoliv.

Víceprostorové řešení vzhledem k menšímu předpokládanému počtu tlakových lahví bývá cca o 30 % levnější než řešení samostatné.

Z hlediska funkčnosti víceprostorové řešení připouští hašení pouze dvou chráněných prostor, a to i s přepnutím na záložní zásobu hasiva. Ostatní úseky jsou po vypuštění zásoby plynu již bez požární ochrany. Při samotném řešení má každý chráněný prostor svoji zásobu hasiva.

Dusíkový SHZ je možno aktivovat automaticky nebo manuálně. Pro automatickou aktivaci je systém vybaven vlastní ústřednou EPS, která zároveň trvale monitoruje tlak hasiva a stav aktivačních jednotek. Pro eliminaci falešných požárů a zbytečného použití hasiva se systém SHZ spouští na základě dvousmyčkové závislosti, tzn. nutnosti potvrzení pozitivní detekce kouře od dvou nezávislých detektorů v daném chráněném prostoru. Systém EPS by měl také umožňovat manuální elektrické spuštění a manuální elektrické zablokování. Tento typ ovládání je zpravidla prováděn pomocí tlačítkových hlásičů s ochranným sklíčkem, umístěných v těsné blízkosti dveří. Součástí EPS je optická a akustická signalizace ve všech chráněných prostorech, která při aktivaci EPS varuje přítomné před vypuštěním hasiva.

Průběh požárního poplachu a hašení je následující:

Při aktivaci prvního detektoru probíhá předpoplach, zní přerušovaná optická a zvuková signalizace a začíná odpočítávání časového zpoždění nezbytného, aby osoby přítomné v místnosti ji mohli bezpečně opustit (lze nastavit dle velikosti chráněných prostor od 0 – 60 sekund). Následně je spuštěno plynové SHZ otevřením ventilů a nejpozději do 60 sekund je dosažena hasicí koncentrace v celém prostoru. Po tuto dobu hašení jsou v chodu výstražná zařízení. Po uplynutí cca 10 minut je hašení ukončeno a po vyvětrání se prostor stává přístupným. Osoba zodpovědná za zařízení provede zpětné nastavení ústředny. Pro názornost je uveden postupový diagram hašení dusíkem – obr. 4.2.2.83.⁵⁸

Kalkulace počtu tlakových lahví

V současné době hasicí systémy jsou projektovány a počítány pomocí speciálně vyvinutých a schválených softwarů. Pro stanovení potřebného množství hasiva (počtu lahví) lze použít jednoduchý vztah:⁵⁵

$$n = - \frac{V_{místnosti}}{V_{láhve}} \times \ln \left(1 - \frac{C_{hasiva}}{100} \right), \quad (4)$$

kde $V_{místnosti}$ je objem místnosti m³,

$V_{láhve}$ je objem plynu z jedné tlakové láhve v m³ (při láhvi 80 l a tlaku 200 bar je 17,9 m³, při tlaku 300 bar je 24,9 m³),

C_{hasiva} je návrhová koncentrace hasiva (pro materiály typu A 40,3 %),

ln je přirozený logaritmus.

Konkrétní představu o počtu tlakových lahví nezbytných k uhašení určitého typu požáru v různě velké místnosti poskytuje tab. 4.2.2.17.

Tab. 4.2.2.17: **Počet tlakových lahví dusíku (80 litrů/300 bar) dle velikosti chráněných prostor.**^{34,59,60}

Objem	Pevné látky		Knihy		Elektrická razítka	
	Konc. N ₂	Počet tlakových lahví	Konc. N ₂	Počet tlakových lahví	Konc. N ₂	Počet tlakových lahví
50m ³	40,3%	2 ks	61,0%	3 ks	45,2%	2 ks
200m ³	40,3%	6 ks	61,0%	10 ks	45,2%	7 ks
1000m ³	40,3%	27 ks	61,0%	49 ks	45,2%	31 ks
2500m ³	40,3%	67 ks	61,0%	122 ks	45,2%	78 ks
5000m ³	40,3%	133 ks	61,0%	243 ks	45,2%	155 ks

Zvýšená koncentrace dusíku nezbytná při hašení knih je dána potřebou snížit koncentraci kyslíku pod 10 %, která pravděpodobně umožní potlačit doutnavý požár.

Pro **cenové srovnání** SHZ na bázi dusíku a FM-200 spol. Siemens udává následující stanoviska:⁵⁵

- Cena systému, který chrání méně než 250 m³ je vyšší u dusíku než u FM-200 (dražší strojní vybavení, především tlakových lahví).
- Cena pro složitější a větší systémy (< 250 m³) je nižší než u FM-200 (levnější hasivo).
Čím větší systém, tím je cenově výhodnější použít dusík.
- Cena u doplňovaného dusíku je bez ohledu na velikost systému podstatně nižší než u FM-200.

Toto srovnání v podstatě odpovídá srovnání uvedenému na obr. 4.2.2.71.

Jak již bylo řečeno, významným kritériem pro posouzení účinnosti instalovaných plynových hasicích zařízení je **těsnost chráněného prostoru**. Na zmíněné těsnosti je závislá doba, po kterou je možné udržet v chráněném prostoru nezbytnou hasicí koncentraci plynu. Účinnost hasicího zařízení je možno přirozeně vyzkoušet tím, že chráněný prostor je zaplaven uvažovaným hasicím prostředkem. Toto řešení vzhledem k ceně hasicího prostředku se nepoužívá. Místo toho se většinou provádí dle příslušných norem zkouška těsnosti chráněných místností tzv. **Door Fan Testem**.⁵⁴ Při tomto testu se do dveří chráněného prostoru zabuduje těsnicí rám s ventilátorem, který je schopen v chráněném prostoru vytvořit přetlak nebo podtlak (většinou 50 Pa) – 4.2.2.83. Ventilátor má regulovatelné otáčky. Při testu je snímán přetlak a podtlak vytvořený ventilátorem a je sledováno množství vzduchu, které jím za daných podmínek proteče.

Získané veličiny jsou zadány do počítače, který pomocí softwaru vyhodnotí plochu netěsnosti chráněného prostoru. Jsou-li do počítače zadány další parametry, jako velikost místnosti, druh hasiva, návrhová hasicí koncentrace hasiva, je možno stanovit, zda je utěsnění prostoru dostačující pro udržení koncentrace plynu. Minimální doba udržení koncentrace je zpravidla 10 minut. Když pomocí softwaru je zjištěno, že chráněný prostor není schopen udržet hasební koncentraci po dobu 10 minut, je nezbytné prostor utěsnit (např. pilyurethanovou pěnou, nátěrem) a zkoušku těsnosti opakovat. Teprve, když je zjištěno, že doba udržení plynu je větší než 10 minut, je možno pokládat chráněný prostor za vhodný pro použití daného hasicího plynu.

Vzhledem k tomu, že většina budov během času mění svou plynotěsnost (vznikají praskliny ve stěnách a stropech), doporučuje se, aby zkoušky plynotěsnosti byly opakovány. Zcela jistě by se tyto zkoušky měly uskutečnit při významné přestavbě chráněných prostor.

Jak již bylo řečeno, v chráněné místnosti během vypouštění plynu vznikne přetlak, který by mohl poškodit okna, dveře, lehké sádkartonové příčky atp. Je proto nezbytné, aby tento přetlak byl vypuštěn mimo chráněnou místnost. Přípustný přetlak určuje velikost přetlakové klapky. Místnost běžné konstrukce může být bez problémů vystavena tlaku 3mbar a při velmi pevné konstrukci až 8 mbar. Optimálním řešením je vypuštění přetlaku přímo do venkovního prostoru. Vedou-li přetlakové klapky do vedlejší místnosti, je nutné, aby tato místnost byla 20 – 40 krát větší než chráněná místnost. Jinak je nutné vybavit i ji přetlakovými klapkami.

4.2.2.2.2 Inertizace hypoxickým vzduchem^{56,57}

Druhý způsob použití dusíku při požární ochraně knihoven a archivů inertizace hypoxickým vzduchem (Hypoxy Air Inerting), tj. trvalé snížení koncentrace kyslíku v depozitáři na

hodnoty mezi 13 – 15 %, se objevilo teprve nedávno a byl umožněn vyvinutím nové, finančně poměrně přijatelné výroby dusíku pomocí semipermeabilních membrán ve tvaru dutých vláken. Vzhledem k tomu, že tomuto systému věnovali v poslední době pracovníci knihoven a archivů značnou pozornost, bude inertizace hypoxickým vzduchem pojednána podrobněji.

Inertizace vychází ze skutečnosti, že většina pevných a kapalných látek nehoří při koncentraci kyslíku ve vzduchu nižší než 15 %. Je-li tedy koncentrace kyslíku v chráněném prostoru trvale snížena pod tuto hranici kontrolovaným přívodem dusíku, nemůže ve vzniklé inertní atmosféře vzniknout požár. Z tohoto hlediska zmíněná metoda zcela vyhovuje požadavkům preventivní konzervace, neboť vytváří v depozitářích trvalé podmínky, za kterých požár nemůže vzniknout a tedy ani nemohou být poškozeny knižní nebo archivní sbírky. Kvalitativní srovnání různých SHZ pro prostředí kulturního dědictví je patrné z obr. 44. Obrázek ukazuje výhody inertizace hypoxickým vzduchem založené na skutečnosti, že sbírkové předměty skutečně nejsou poškozené požárem, protože požár vůbec nevznikne a dále na jednoduchosti a spolehlivosti systému.

Výchozí surovinou pro výrobu dusíku je stlačený vzduch, který po vysušení a přefiltrování je uváděn do generátoru pro výrobu dusíku – obr. 4.2.2.84. V zařízení se nacházejí moduly se semipermeabilními membránami z dutých vláken. Dusík a kyslík těmito membránami difundují různou rychlostí. Zjednodušeně řečeno je kyslík odfiltrován ze vzduchu a zbývající dusík je uváděn do chráněného prostoru – obr. 4.2.2.85. Chráněný prostor není vybaven detekcí kouře, ale je vybaven čidly, která sledují koncentraci kyslíku. Když čidla zaznamenají v chráněném prostoru vzestup koncentrace kyslíku nad stanovenou hodnotu, je prostřednictvím řídicí ústředny aktivován dusíkový generátor, který dodá nezbytné množství dusíku. Je nutno uvážit, že množství dodaného dusíku bude záviset na těsnosti místnosti, na frekvenci návštěv atp. Vzhled generátoru je patrný z obr. 4.2.2.86 a celkové schéma ochrany místnosti inertizací hypoxickým vzduchem systémem OxyReduct společnosti Wagner je patrné na obr. 4.2.2.87.

Tímto systémem jsou chráněny především depozitáře bank a pojišťoven. Vzhledem k vysokým investičním a provozním nákladům nenašla dosud tato technologie širší uplatnění při ochraně kulturního dědictví.

Tento systém byl použit např. k ochraně památkově chráněné budovy Veřejné knihovny v Arrezu (Itálie), k ochraně místností archivu Britské knihovny v Londýně, depozitáře rostlinných sbírek v Linnékuben (Švédsko), depozitáře Norského kulturního historického muzea Univerzity Oslo (Norsko) a archivu konzervačního centra Stehouse (Skotsko).

Výhodou tohoto řešení je, že personál může krátkodobě bez problémů vstupovat do chráněných místností archivu. I když autoři technologie tvrdí, že v prostředí mohou lidé pracovat trvale, zůstává tato otázka sporná, především pro starší osoby a osoby s potencionálním zdravotním rizikem.

Při navrhování tohoto systému je nutno uvážit, že při tomto způsobu ochrany vznikají významné investiční a provozní náklady. Především je nutno hradit náklady na elektrickou energii nezbytnou k pohonu kompresoru, což při trvale stoupající ceně této energie bude významný ekonomický problém.

Mimo to je nezbytné počítat s náklady na mzdy pro obsluhu kompresoru a dále s náklady spojenými se spotřebními materiály (mazací oleje, náhradní filtry, náhradní moduly s membránami z dutých vláken atp.). Dosud nebyly zveřejněny informace o dlouhodobém provozu tohoto systému, jako např. životnost semipermeabilních membrán, spotřeba energie, náklady na údržbu atp.

Není sporu o tom, že tento systém by byl ideálním řešením požární ochrany sbírek díky tomu, že neumožňuje vůbec vznik požáru. Navíc je možno předpokládat, že trvalé uložení sbírek v prostředí se sníženou koncentrací kyslíku je bude do určité míry chránit před degradací vyvolanou oxidací. Je ale pravděpodobné, že poměrně vysoké investiční a provozní náklady (ve srovnání s provozními náklady při hašení inertními plyny) budou tuto metodu limitovat pouze na archivy se speciálně cennými materiály (např. bank, pojišťoven atp.).

Investiční a provozní náklady spojené s provozem systému inertizace hypoxickým vzduchem OxyReduct společnosti Wagner

Ve snaze ujasnit investiční a cenové náklady systému inertizace hypoxickým vzduchem, který dodává spol. Wagner pod názvem OxyReduct, byla požádána tato společnost o bližší cenové informace o tomto systému. Společnost údaje poskytla a byly z nich vyvozeny následující závěry:

Objem uvažované chráněné místnosti byl zvolen 300 m³ a index vzduchové prostupnosti budovy byl (Building Air Leakage Index) n₅₀ = 1.

Dle údajů, které poskytla společnost Wagner, investiční náklady by byly následující:

Cena OxyCompact-Systemu (včetně modulu semipermeabilní blány, kompresoru)	76080 €
Cena OxySensors (2 kusy)	2640 €

Celková cena zařízení

78720 € × 26 = 2 046 720 Kč

Cena údržby/rok	4176 €/rok = 108 576 Kč/rok
Cena el. energie:	
Při chodu kompresoru: 11 hod/den	
Příkon motoru: 7,05 kW	
Uvažovaná cena elektrické energie 2,90 Kč/kWh [‡]	
Cena el. energie/den $7,05 \times 11 \times 2,90$ Kč/den	
Cena el. energie/rok	82 088 Kč/rok

Náklady na provoz ročně **190 664 Kč/rok**

Při životnosti 20 let budou náklady:

Cena el. energie	$82\,088 \text{ Kč} \times 20$	1 641 760 Kč
Cena údržby	$4176 \text{ €} \times 20 = 83\,520 \text{ €} \times 26$	2 171 520 Kč

3 813 280 Kč

Původní cena zařízení: 2 046 720 Kč

Celkové výdaje za 20 let provozu (včetně investičních nákladů) **5 860 000 Kč**

Ve výdajích není započítána cena kompresoru, který se bude muset vyměnit cca 6 krát a cena nových membránových modulů, o jejich životnosti nejsou údaje.

Investiční a finanční náklady na nákup a provoz systému OxyReduct společnosti Wagner byly porovnány s údaji, které poskytla Fire Easter pro SHZ na bázi INERGENU (ceny bez DPH).

Cena zařízení SHZ INERGENU	430 000 Kč
Cena řídicího systému (případného detekčního systému + řídicí ústředny)	58 000 Kč
Cena instalace celého zařízení	45 000 Kč

Celkem pořizovací náklady **533 000 Kč**

Cena hasiva při novém naplnění za 1 ks 80 l/300 bar (INERGEN) 6 000 Kč

Pro místnost o objemu 300 m³ bude třeba cca 10 lahví, tzn., že jejich výměna bude stát 60 000 Kč.

[‡] Cena el. energie, kterou v současné době platí Technické muzeum v Brně

Po deseti letech provozu bude nutno láhve zkontrolovat, tzn., že náklady s tím spojené budou	60 000 Kč
Cena předpokládané údržby 13 600 Kč/rok, tj. za 20 let $13\,600\text{ Kč} \times 20 =$	272 000 Kč
<hr/>	
Celkem náklady na provoz za 20 let	332 000 Kč
Celkem výdaje za 20 let provozu (včetně investičních nákladů)	865 000 Kč

Z těchto jednoduchých přibližných propočtů vyplývá, že náklady na „klasický“ SHZ pracující s INERGENEM (základní investice, instalace, údržba, pravidelné zkoušky atp.) za 20 let provozu ve srovnání se systémem inertizace hypoxickým vzduchem jsou cca šestkrát nižší.

Je možno shrnout, že systém inertizace hypoxickým vzduchem bude možné použít v oblasti kulturního dědictví pouze ve výjimečných případech, např. k ochraně archivních depozitářů s mimořádně cennými historickými listinami. V každém případě je nutno počítat s vysokými provozními náklady (vysokou cenou spotřebované elektrické energie) tohoto systému.

4.2.2.2.3 Stabilní hasicí systémy na bázi INERGENU

INERGEN je další inertní plyn, přesněji řečeno směs plynů, která se uplatňuje při požární ochraně archivních a knihovních depozitářů.

INERGEN je směs 52 % dusíku, 40 % argonu a 8 % oxidu uhličitého. Při hašení klesá hodnota kyslíku chráněného prostoru, obdobně jako v případě dusíku, na cca 11 % a zároveň stoupá koncentrace oxidu uhličitého na cca 4 %. Přítomnost oxidu uhličitého má vyvolat „hluboké“ dýchání u osob, které nedopatřením zůstali „zapomenuty“ v místnosti, kam byl vypuštěn INERGEN a tím i zvýšenou absorpcí kyslíku ze vzduchu v prostředí s nižším parciálním tlakem kyslíku. To má umožnit přežití „zapomenutých“ osob.

Skutečnost je ale taková, že běžná zdravá osoba je schopna bez problémů krátkodobě existovat při koncentraci kyslíku 10 – 12 %, aniž by byla přítomná zvýšená koncentrace oxidu uhličitého. Parciální tlak kyslíku ve vzduchu při zmíněných koncentracích odpovídá parciálnímu tlaku kyslíku ve výšce 5700 m až 4700 m nad mořem, tedy výšce, která normální zdravé osobě při minimální fyzické námaze umožňuje krátkodobé přežití.

Obdobné stanovisko vyjádřila i National Fire Protection Association (Národní asociace požární ochrany – NFPA), která ve standardu 2001 „Clean agent Fire extinguishing Systems“, s. 28, tab. A-1-6.1.3 „Physiological Effects for Inert Gas Agents“ stanovila, že minimální koncentrace 12 % kyslíku odpovídá NOAEL (vysvětlení pojmu – viz vysvětlivky tab. 4.2.2.12) a minimální koncentrace 10 % kyslíku odpovídá LOAEL.

Z uvedeného vyplývá, že zdůvodnění přidavku oxidu uhličitého je sporné, a že pro hašení je možno použít čistý dusík, který při přesném dodržení technologie hašení zaručí koncentraci kyslíku nad 10 % a tím i bezpečnost „zapomenutých“ osob.

Autor této příručky osobně vyzkoušel účinek jak dusíku, tak INERGENU ve zkušební komoře. V obou případech byla uvedením plynů snížena koncentrace kyslíku na cca 11 % a došlo k uhašení zkušebního plamene. Na základě osobní zkušenosti mohl konstatovat, že po cca 10 minutách pobytu ve zkušební komoře byl schopen koordinovaného pohybu a mohl posléze komoru bez problémů opustit. Nezaznamenal rozdíl ve vlivu obou plynů na svou mentální či pohybovou schopnost.

Systémy na bázi INERGENU jsou obdobné jako systémy na bázi dusíku, které byly popsány v předchozích statích. Základní představu o uspořádání SHZ na bázi INERGENU poskytuje obr.4.2.2.88. Vzhled strojovny systému INERGEN je patrný na obr. 4.2.2.89 a rozvodného potrubí na obr. 4.2.2.90. Na obr. 4.2.2.91 je znázorněn případ, kdy INERGEN byl použit k ochraně serverové místnosti a na obr. 4.2.2.92 galerijního depozitáře.

Plnoměřitkové testy hašení systému INERGEN uskutečněné v Technickém muzeu v Brně v roce 2009 prokázaly, že SHZ na bázi INERGENU při koncentraci plynu cca 60 obj. % (tab. 4.2.2.15) je schopno zcela uhasit i doutnavý požár. Ostatní SHZ (sprinklery a systémy vodní mlhy) byly schopné požár potlačit, ale doutnavý požár nebyl uhašen. Je ale zřejmé, že koncentrace INERGENU 60 obj. % nezaručuje přežití zapomenutých osob.

Nespornou výhodou systému INERGEN, ale i dusíkového systému je, oba plyny po vypuštění nezhoršují viditelnost a umožňují bezpečný odchod osob.

4.2.2.3 LITERATURA

- ¹ JENSEN, G.: *A white Paper on Water Mist for Protection of Heritage*. Directorate for Cultural Heritage, Norway. COST Action C17 – Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings. Oslo: 2004.
- ² DUNCAN, J.: *Automatic Sprinkler System*. Continuing Education from Plumbing Systems & Design. PSD 135. September, October 2006. URL <<http://www.psdmagazine.com/ContinuingEducation/PS&DCEUSep-Oct06.pdf>> [cit.3007-05-09].
- ³ ARTIM, N.: *An Introduction to Fire Detection, Alarm, and Automatic Fire Sprinklers*. Northeast Document Conservation Center, Andover, MA, USA: 2007. URL <http://www.nedcc.org/resources/leaflets/3Emergency_Management/02IntroToFireDetection.php> [cit.2009-12-11].
- ⁴ ARTIM, N.: *An Introduction to Automatic Fire Sprinklers, Part I*. WAAC Newsletter, September 1994, vol. 16, no.3, s. 20. URL <<http://cool.conversation-us.org/waac/wn/wn/16/wn16-3/wn16-309.html>> [cit.2009-12-11].

- ⁵ A RTIM, N.: *An Introduction to Automatic Fire Sprinklers, Part II*. WAAC Newsletter, May 1995, vol. 17, no.2, URL <<http://cool.conversation-us.org/waac/wn/wn/17/wn17-2/wn17-206.html>> [cit.2009-12-11].
- ⁶ NFPA 13: *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, 2007 Edition
- ⁷ EN 12 845 *Sprinklerová zařízení – navrhování, instalace a montáž*
- ⁸ *Sprinklerové hasicí systémy*. SHARK, Praha: 2006 URL <<http://www.sharkspol.cz/sprinklery-norma.html>> [cit.2009-12-11].
- ⁹ Tuomisaari, M.: CEN Hazard Classification for Sprinkler and Water Mist. IFSA 2008, 25-28 June, 2008. URL <http://www.sprinklerworld.org/events/2008_conference/Tuomisaari.ppt> [cit.2009-12-11].
- ¹⁰ FREELAND, D.: *Managing/reducing Hazards*. In: Conference Heritage International Protection, Ljubljana: 2006.
- ¹¹ WILSON, J. A.: *Fire Protection in Cultural Institutions*. In: Conference ICMS, Lisbon, Portugal: 1990. URL <<http://www.archives.gov/presentation/emergency-prep/fire-prevention.html>> [cit.2009-12-11].
- ¹² HANNESTAD, S. E.: *Permanent record: Trial by fire: Protection federal records*. NFPA Journal, Mar/Apr 2002. URL <http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3737/is_200203/ai_n9053941/?rag=content;coll> [cit.2009-12-11]
- ¹³ HANNESTAD, S. E.: *NARA-Sponsored Research in Records Fire Suppression*. National Archives and Records Administration's Annual Preservation Conferences, 17th Annual Conference, College Park, MD, USA: 2002. URL <<http://www.archives.gov/presentation/conferences/emergency-prep/fire-suppression-research.pdf>> [cit.2006-09-17].
- ¹⁴ *Archives II. National Archives at College Park. Using Technology to Safeguard Aechival Records*. National Archives and Records. Administration Technical Infromation Paper Number 13. College Park, MD, USA: 1997. URL <<http://www.archives.gov/preservation/technical/tip13.pdf>> [cit.2009-12-11].
- ¹⁵ WIGHUS, W., AUNE, P., BRANDT, A. A. W.: *Water Mist versus Sprinklers and Gas Fire Suppression Systems – Differences and Similarities*. In International Water Mist Conference, Amsterdam, The Netherlands: 10-12 April 2002.
- ¹⁶ MAWHINNEY, J. R.: *Using Water Mist as an Alternative to Sprinklers in Heritage Buildings*, NFPA 914 Workshop, September 2002.
- ¹⁷ VAARI, J.: *The Fundamentals of Water Mist technology*. VTT Fire Technology, Helsinki, Finland. URL <<http://www.aiia-sfpe.org/convegni/conv11/rel/Vaari.pdf>> [cit.2009-12-12]
- ¹⁸ ČSN P CEN/TS 14972: *Stabilní hasicí zařízení – Mlhová zařízení – Navrhování a instalace*. Český normalizační institut. Praha: březen 2009.
- ¹⁹ ARVIDSON, M. at al.: *Påverkan av vatten från sprinkler på vägg-och takmålningar. (Vliv vody ze sprinklerů na cenné nástěnné malby v historických budovách)* SP Technical Research Institute in Sweden. Rapport 2007:25. Borås, Sweden.
- ²⁰ UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP): *Montreal protocol on substance taht deplete the ozone layer*. Report of the Halon Fire Extinguishing Agents Technical Options Committee. Nairobi, Kenya, December 1994. URL <<http://www.unep.org/OZONE/TEap/Reports/HTOC/HTOC94.pdf>> [cit.2009-10-08].
- ²¹ UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP): *Montreal protocol*

- on substance taht deplete the ozone layer. *New technology Halon Alternatives*. Halon Technical Options Committee. Technical Note #1 – Revision 3, Nairobi, Kenya, December 2007. URL <<http://ozone.unep.org/teap/Reports/HTOC/Technical%20Note%201%20%20New%20Technology%20Halon%20Alternatives%20-%20Revision%203.pdf>> [cit.2009-10-08]
- ²² WICKHAM, R. T.: *Status of Industry Efforts to Replace Halon Fire Extinguishing Agents*. Stratham, New Hampshire, 03885 USA, Wickham Associates. 2002. URL <<http://epa.gov/ozone/snap/fire/status.pdf>> [cit.2009-10-08].
- ²³ ROBIN, M. L., QUELLETTE, J.: *Recent Developments in Clean Agents and Clean Agent Systems*. Hughes, Associates, Inc. MDM Publishing Ltd., 2000-2003. URL <<http://haifire.com/magazine/clean-agent.htm>> [cit.2009-10-08]
- ²⁴ PLEß, G., SELIGER, U.: *Subtitution bestimmter umweltschädlicher Feuer-löschmittel in asusgewählten Anwendungsbereichen*. Institut der Feuerwehr Sachsen – Anhalt, Heyrothsberge. Juni, 2003. URL <<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/2403.pdf>> [cit.2009-10-08]
- ²⁵ Hrdý, R.: *Náhrada hasiv a halonových management*. In: *Ochrana ozonové vrstvy v české republice; 20 let od podepsání Montrealského protokolu*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 2009, ISBN: 978-80-7212-471-8, str. 8-87
- ²⁶ 3M® *Novec 1230 Fire Protection Fluid*. 3M Speciality Materials, St. Paul, MN, USA, 2002. URL <<http://multimedias.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf61Vs6EVs666DcyCOrrrrQ->>> [cit.2009-10-08].
- ²⁷ *FM-200™ Technical information; Physical properties*. DuPont™ Fire Extinguishants, Wilmington, DE, USA, 2008. URL <http://www2.dupont.com/FE/en_US/assets/downloads/pdf_fm/k17649.pdf> [cit.2009-10-08].
- ²⁸ *DuPont™ FE-36™ Fire extinguishing agent (HFC-236fa) Properties, Uses, Storages, and Handling*. DuPont Fluoro Products, Wilmington, De, USA, 2007 URL <http://www2.dupont.com/FE/en_US/essets/downloads/pdf/h77974.pdf> [cit.2009-10-08].
- ²⁹ *DuPont™ FE-13™ Fire extinguishing agent Properties, Uses, Storages, and Handling*. DuPont Fluoro Products, Wilmington, De, USA, 2006 URL <http://www2.dupont.com/FE/en_US/essets/downloads/pdf/h15777.pdf> [cit.2009-10-08].
- ³⁰ *DuPont™ FE-25™ Fire extinguishing agent (HFC-125) Properties, Uses, Storages, and Handling*. DuPont Fluoro Products, Wilmington, De, USA, 2003 URL <http://www2.dupont.com/FE/en_US/essets/downloads/pdf/h92064.pdf> [cit.2009-10-08].
- ³¹ DITCH, B. D.: *Thermal Decomposition Products Testing With 1,1,1,2,2,4,5,5,5 nonafluoro-4-trifluoromethyl pentan-3-one (C6 F-ketone) During Fire Extinguishing*. These doktorské práce na fakultě worcerského polytechnického instituce (WPI). Worcester, MAS, USA. 2002, s. 98. Main advisor prof. Jonathan Barnett. URL <<http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-0106103-152708/unrestricted/bdditch.pdf>> [cit.2009-10-08].
- ³² DiNENNO, P. J.: *Content and Relevance of ISO and NFPA Guidelines*. In *VdS Technical Conference on Fire Extinguishing Systems*. Cologne. Germany, 1998. URL <<http://www.haifire.com/publications/vsd-update-paper.pdf>> [cit.2009-10-08].
- ³³ MOORE, P. E.: *Developments in Chemical Extinguishing Agents*. In *International Fire Expo 2005*. Birmingham: 2005. URL <http://www.the.org.uk/Presentations/IntFireExpo_2005/Session%201_speaker1_PeterMoore.ppt> [cit.2007-11-12].
- ³⁴ PRŮCHA, M.: *Použití dusíku při požární ochraně kulturního dědictví*. Ve sborníku diskuzního

- semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně, Brno, 2009, s. 19-24.
- ³⁵ ROBIN, M. L.: *The role of hydrocarbons in global fire Protection*. DuPont Fluorocarbons, Wilmington, De, USA, 2009. URL <www2.dupont.com/FE/en_US/assets/downloads/pdf/k22197.pdf> [cit.2009-10-08]
- ³⁶ *3M Novec™1230 Fire Protection Fluid*. 3M Company. St. Paul. MN, USA, [2005?]. URL<<http://www.alpinesystem.com/var/9157/287533-Novec1230OEM.ppt>> [cit.2009-10-08]
- ³⁷ FAETH, G. M. – KIM, C. H. – KWON, O. C.: *Mechanisms of Fire Suppression by Halons and Halon alternatives: A Review*. International Journal of Energy for Clean Environment, 2003, vol. 4, no. 2.
- ³⁸ VOHLÍDAL, J. – JULÁK, A. – ŠTULÍK, K.: *Chemické a analytické tabulky*. 1. Vyd. Praha: Grada, 1999, s. 486. ISBN 80-7169-855-5.
- ³⁹ BURCH, I. R. – KENNETT, S. R. – FLETCHER, L. E.: *A Risk Assessment Approach for Selecting a Replacement for Halon 1301 Fire*. Suppressant DSTO Aeronautical and Maritime Research Laboratory. Fishermans Bend, Victoria, Australia, DSTO-TR-1126, March 2001. URL <<http://dSPACE.dsto.defence.gov.au/dSPACE/handle/1947/4310>> [cit.2008-02-02].
- ⁴⁰ ABE, T.: *Studies on the Molecular Design of Highly Efficient Halon Replacements and Their Basic Evaluation as Fire Extinguisher*. Fluorine Chemistry, National Industrial Research Institute of Nagoya, Japan. Report FY 1996-FY, 1998. URL <<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/e/pdf/E98A0226.pdf>>
- ⁴¹ ROBIN, M. L.: *DuPont™ FM-200® Technical progress*. In 1995 International CFC and Halon Alternatives Conference, Washington, DC, 1995. URL <http://www2.dupont.com/FE/en_US/assets/downloads/pdf_fm/k17645.pdf> [cit.2009-10-12].
- ⁴² *Thermal Decomposition Considerations with 3M™ Novec™ 1230 Fire Protection Fluid*. 3M Company. St. Paul. MN, USA, [2004]. URL <<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf51Vs6EVs66SXUWCOrrrrQ->>> [cit.2009-10-08]
- ⁴³ ROBIN, M. L., FORSELL, E. W.: *Comparative Examination of Thermal Decomposition Product Formation from HFC-227ea and Novec™ 1230*. Baltimore, MD, USA: Hughes Ass. HAI Report 8739-227, 2003.
- ⁴⁴ ROBIN, M. L., FORSELL, E. W.: *DuPont™ FM-200®. Comparison testing in simulated data processing/telecommunications facility*. DuPont Fluorocarbons, Wilmington, De, USA, 2009. URL <http://www2.dupont.com/FE/en_US/assets/downloads/pdf_fm/k17648.pdf> [cit.2009-10-12]
- ⁴⁵ *Hydrogen fluorides (as F) IDLH Documentation*. Centres for Disease Control and Prevention Washington Office, Washington, DC, 2009. URL <<http://www.cdc.gov/Niosh/idlh/7664393.html>> [cit.2009-10-09].
- ⁴⁶ DAVID; *Museum fire prevention: gas vs sprinklers*. URL <www.cronaca.com/archives/005259.html> [cit.2009-10-09].
- ⁴⁷ *Nariadení evropského parlamentu a rady (ES) č. 842/2006 ze dne 17. Května 2006 o některých fluorovaných skleníkových plynech*. Evropský parlament a rada evropské unie Úřední věstník Evropské unie, Štrasburk, 17. Května 2006.
- ⁴⁸ *KD-1230® High Performance Clean Agent Fire Suppression System*. Kidde Fire Protection Oxon OX9 3RTm United Kingdom: 2004. URL <www.alarmsystems.ph/prods/fd/KD1230%20Brouchure.pdf> [cit.2009-10-13].
- ⁴⁹ PRŮCHA, M.: *Plynové hasicí systémy*. Materiály pro stavbu, 2006, no. 3, s. 58-60.

- ⁵⁰ PRŮCHA, M.: *Plynové hasicí systémy II. Praktické aspekty návrhu zařízení*. Materiály pro stavbu, 2006, no. 4, s. 48-50.
- ⁵¹ PRŮCHA, M.: *použití halonových alternativ při požární ochraně kulturního dědictví*. Ve sborníku diskusního semináře Technologie požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně, Brno, 2009, s. 25-28
- ⁵² *Failure is not an option*. Diversified Protection systems Inc. Anethem, CA, USA. URL <<http://www.cfroundtable.org/meeting/062405/DPSI.pdf>> [cit.2009-10-13].
- ⁵³ Wickham, R. T.: *Review of the use of carbon dioxide total flooding fire extinguishing systems*. Wickham Associates, USA, 2003 URL <<http://www.epa.gov/Ozone/snap/fire/co2/co2report2.pdf>> [cit.2009-10-13].
- ⁵⁴ GENGE, C.: *Peak pressure Versus Retention Time Solution for Clean Agent Enclosures*. Retrotec Energy Innovations, Ltd. Vancouver, Canada. URL <http://www.retrotec.com/fire_testing/nafed2007/peakPressure.pdf> [cit.2009-10-13].
- ⁵⁵ *Stabilní hasicí zařízení (SHZ)*. Siemens Buildings Technologies, Praha: [2003?], s. 9.
- ⁵⁶ KOTLIAR, I.: *FirePass. Next generation prevention and suppression systems*. In Heritage Protection International Conference Presentation, Ljubljana: 2006. URL <<http://www.firepass.com/presentations/FirePASS%20%20Ljubljana%202006%20Heritage%20Protection.ppt>>
- ⁵⁷ KOTLIAR, I. K. – CURRIN, J. D.: *FirePass – a New Technology for Total Flooding Application*. In 16th Proceedings Halon Options Technical Working Conference (HOTWC). Albuquerque, NM, 2006. URL <<http://www.brfl.nist.gov/866/HOTWC/HOTWC2006/pubs/R0301571.pdf>> [cit.2009-10-13].
- ⁵⁸ *NN 100. Clean Agent fire system*. Koatsu Co. Ltd. Kitahonmachi, Japan. URL <http://www.koatso.co.jp/img/pdf/nn100system_e.pdf> [cit.2009-10-13]
- ⁵⁹ VdS 2380 und CEA 4008: *Planung und Einbau von Gaslöschanlagen mit nicht verflüssigten Löschmitteln*.
- ⁶⁰ ČSN EN 15004-1: *Stabilní hasicí zařízení – plynová hasicí zařízení – Část 1: návrh, instalace a údržba*.

4.2.2.4 CENOVÉ POROVNÁNÍ STABILNÍCH HASICÍCH SYSTÉMŮ

Jak bylo již dříve uvedeno, jedním z důvodů rozšíření Halonu 1301 byla nízká cena tohoto hasiva. Výhoda nízké ceny se však neuplatňuje u nových alternativních prostředků, které mají nahradit „tvrdé“ halony po jejich zákazu. Všechny systémy používající tyto prostředky jsou dražší než systémy pracující s „tvrdými“ halony. Výsledky porovnání některých SHZ pro podmínky trhu USA jsou uvedeny v tab. 4.2.2.3.1. Ceny jsou založeny na ceně stabilního hasicího zařízení a ceně hasiva schopného chránit zkušební místnost o objemu 500 m³. Za základ byly brány prodejní ceny zařízení u výrobce platné v roce 2002. Nezahrnují cenu práce, materiálu a dalších nákladů nezbytných k instalaci systému a neobsahují ani cenu EPS a řídicí ústředny.

Tab. 4.2.2.3.1: **Porovnání cen plyných SHZ.^a** (Ceny platné v roce 2002 v USA)

Typ hasicího systému	Celková hmotnost hasiva (kg)	Objem tlakové lahve (litry/láhev)	Počet lahví	Celková cena hasiva (US \$)	Cena hasiva (US \$/kg)	Cena zařízení systému (US \$)	Celková cena systému (US \$)
Halon 1301 ¹	200	141	2	1544	7,72	4345	5889
HFC-23	322	68	7	4960	15,4	7687	12647
FM-200	347	141	3	11833	34,1	5845	17678
INERGEN ²		80	19			22897	22897
Oxid uhličitý ²	900	68	18	nevýznamná		11345	11345
Vodní mlha ³		47	15	nevýznamná		21015	21015

Pozn. k tab. 4.2.2.3.1:

¹ Údaj o ceně Halonu 1301 je z doby před zastavením výroby prostředku a je uveden jako referenční údaj o tomto typu SHZ před zrodem problémů poškození ozónové vrstvy.

² Cena INERGENU, oxidu uhličitého a dusíku nezbytného pro systém vodní mlhy je zahrnuta v ceně zařízení systému.

³ V případě systému vodní mlhy pro pohon jednotky vysokotlakého vodního čerpadla GPU je nutno použít 15 lahví s dusíkem.

Jiné cenové porovnání bylo již uvedeno na obr. 4.2.2.71. Z tohoto obrázku je patrné, jak významné náklady vznikají při vypuštění halonových alternativ a při novém naplnění SHZ hasivem.

^a Wickham, R. T. *Review of the use of carbon dioxide total flooding fire extinguishing systems*. Wickham Associates, USA, 2003.

URL <<http://www.epa.gov/Ozone/snapp/fire/co2/co2report2.pdf>> [cit.2009-10-13].

Pro podmínky trhu v ČR jsou ceny plyných SHZ, udávané v roce 2002 společností TOTAL WALTHER – Stabilní hasicí zařízení, s.r.o. (nyní Tyco/Fire&Integrated Solutions) uvedeny v tab. 4.2.2.3.2:

Tab. 4.2.2.3.2: Porovnání cen plyných SHZ (ČR rok 2004).^b

Objem chráněné místnosti	Typ SHZ	Počet lahví (ks)	Plocha strojovny (m ²)	Hmotnost hasiva (kg)	Cena hasiva (bez DPH) (Kč)	Cena zařízení (bez DPH) (Kč)
100	INERGEN	4	4		24 000,-	525 000,- ^{6,7)}
200	INERGEN	8	6		48 000,-	675 000,- ^{6,7)}
400	INERGEN	16 ³⁾	8		96 000,-	950 000,- ^{6,7)}
400	CO ₂	24 ⁴⁾		720	144 000,-	950 000,- ^{6,7)}
400	FM-200	2 ⁵⁾		294	588 000,-	850 000,- ^{6,7)}
400	Sprinkler ¹⁾				nevýznamná	120 000,-
400	Micro Drop ²⁾				nevýznamná	550 000,- ⁷⁾

Poun. K tab. 4.2.2.3.2:

- ¹⁾ Při výšce místnosti do 3 m a při napojení na městský rozvod vody či jiný bezpečný vodovod.
- ²⁾ při napojení na městský rozvod vody či jiný bezpečný vodovod.
- ³⁾ Jsou používány 80 litrové lahve INERGENu, při čemž každá poskytuje 22 m³ hasicího plynu; cena jedné lahve je 2000,- Kč, včetně nákladů spojených s dopravou, demontáží, instalací, odzkoušením atp.
- ⁴⁾ Pro vysokotlaké systémy CO₂ jsou v ČR používány 40 litrové lahve o obsahu 30 kg CO₂; cena jedné lahve je 2000,- Kč, včetně nákladů spojených s dopravou, demontáží, instalací, odzkoušením atp.
- ⁵⁾ Jsou používány lahve obsahující 147 kg FM-200; cena jedné lahve je 294 000,- Kč; cena 1 kg FM-200 je 2000,- Kč; Hasební koncentrace je 0,6 kg FM-200 na 1m³ chráněného prostoru.
- ⁶⁾ Cena hasiva je zahrnuta v ceně zařízení.
- ⁷⁾ Cena detekční a řídicí části SHZ je zahrnuta v ceně zařízení.

Je nutno poznamenat, že ceny uvedené v tab. 4.2.2.3.1 jsou orientační a při dodávce SHZ od jiných dodavatelů se mnohou lišit.

Z tab. 4.2.2.3.2 a dále ze vzorové nabídky na SHZ pracující s FM-200 firmy Siemens Building Technologies A.G. z roku 2004 je zřejmé, že cena SHZ je výrazně závislá na velikost

^b Údaje poskytnuté v roce 2004 Ing. L. Perníkem, Tyco/Fire&Integrated Solutions, Total Walther SHZ

i chráněného systému.^c Dle údajů zmíněné firmy při velikosti chráněného prostoru 20 m³, je cena SHZ 275 000,- Kč (bez DPH). V tom případě cena za 1 m³ chráněného prostoru je 3 750,- Kč. Je-li ale objem chráněného prostoru 370 m³, je cena SHZ 670 000,- Kč (opět bez DPH). Cena za 1 m³ v tomto případě činí 1811,- Kč. Tato cena je v poměrně dobrém souhlasu s cenou 1956,- Kč na 1 m³ vypočítanou z tab. 4.2.2.3.2 pro SHZ pracující s FM-200.

V ceně firmy Siemens Building Technologies A.G. nejsou zahrnuty investiční náklady spojené s dodávkou EPS a řídicí ústředny. Tyto náklady při chráněném prostoru 20 m³ činí orientačně 260 000,- Kč.

Tab. 4.2.2.3.3: **Podklady pro hodnocení investičních nákladů stabilních hasicích zařízení.^d**
Chráněný prostor 300 m³

Typ SHZ	Přibližná cena (Kč)	Přibližný počet hlavice/hubic nebo lahví na místnost	Spouštění systému SHZ při požáru	Přibližná cena za uvedení do pohotovosti po hasicím zásahu (Kč)
Sprinklerové SHZ¹	100.000	10-15 hlavice	Automaticky	10.000
Inergen	650.000	10-12 tlakových lahví	EPS	100.000
FM 200	650.000	2-3 tlakové lahve	EPS	200.000
NOVEC 1230	700.000	2-3 tlakové lahve	EPS	250.000
Microdrop² nízkotlaká vodní mlha	300.000	20-30 hubic	EPS	35.000

Poznámky:

- ¹⁾ Cena SHZ na bázi sprinklerů je nízká pouze tehdy, když je možno SHZ napojit přímo na vodovodní řád, pokud bude splňovat požadavky dané normou (dostatečný tlak, vydatnost, přívod vody potrubím ze dvou stran atd.). Nejsou-li tyto podmínky splněny, je nutno počítat s instalací strojovny SHZ (čerpadla, nádrže atd.), která může stát až 1.000.000 Kč. Z toho plyne, že pro hašení jenom jednoho relativně malého prostoru je systém sprinklerového SHZ cenově výhodný pouze za uvedených příznivých podmínek. Při zvětšení počtu chráněných prostorů se celá za strojovnu rozpočítává do ceny všech chráněných místností (10 prostorů = 100.000,- za prostor).
- ²⁾ Výhodou je malé množství vody při zásahu v porovnání se sprinklery. Nutnost vybudování strojovny, podobně jako u sprinklerů, systém neúměrně prodražuje při ochraně malého prostoru.

^c Údaje poskytnuté v roce 2004 Ing. M. Průchou, produktovým managerem SHZ Siemens s.r.o. divize Building Technologies, úsek FS Solution.

^d Údaje poskytnuté v roce 2008 Ing. L. Perníkem, vedoucím úseku SHZ, společnost SCHEU+WIRTH Praha.

Z údajů, které se podařilo nalézt a získat od různých dodavatelů vyplývá, že odstředivé čerpadlo s elektromotorem o průtoku 1300 l/min stojí cca 180.000 Kč a s dieselovým motorem cca 250.000 Kč. Vysokotlaké pístové čerpadlo o průtoku 120 l/min a tlaku 120 barů je dodáváno za cca 450.000 Kč.

K tab. 4.2.2.3.3 je třeba dodat, že ceny jsou pouze orientační (průměrné) a nezohledňují specifika jednotlivých chráněných budov. Výběr systému je vždy nutno zvážit dle charakteru chráněného prostoru, typu budovy a dalších projekčních podkladů ze strany stavby. Rovněž nezahrnují stavební náklady spojené s instalací EPS (sekání drážek, vrtání otvorů atp.).

Zajímavé cenové informace byly získány z nabídek několika společností na požární ochranu místností deponitáře knihovny. Chráněno mělo být celkem 6 místností o celkovém objemu 1959 m³ a ploše 404 m².

SHZ zařízení (bez DPH) na bázi INERGENU při použití společné pohotovostní a rezervní zásoby hasiva (10 + 10 lahví 80 l/300 bar) s použitím sekčních ventilů byla stanovena na 4.975.000 Kč. Naproti tomu cena zařízení, které mělo lahve s hasivem samostatně pro každou místnost (celkem 55 lahví) byla určena na 5.450.000 Kč. Cena za opětovné naplnění jedné lahve 80 l/300 bar byla 4.800 Kč (bez DPH dopravy a servisních prací).

Jiná společnost předpokládala, že cena SHZ s **INERGENEM** při použití společného zdroje hasiva pro všechny místnosti a se sekčními ventily pro každou místnost bude 2.490.000 Kč a při samostatném zdroji hasiva pro každou místnost bude 3.520.000 Kč (bez DPH, včetně provedení Door fan testů).

Cena SHZ (bez DPH) na bázi **dusíku** se zdrojem hasiva samostatně pro každou místnost byla stanovena na 7.100.000 Kč. Předpokládá se, že by bylo použito 93 lahví s dusíkem a objemu 80 l a tlaku 300 bar.

Konečně cena za SHZ pracující s **vysokotlakou vodní mlhou** se sekčními ventily pro každou místnost byla stanovena na 3.334.967 Kč a se společným ventilem pro celý deponitář na 2.555.882 Kč. Cena jednotky čerpadel 2×120 l/min byla 1.287.198 Kč a cena propylenové nádrže na požární vodu o objemu 1500 l byla 300.000 Kč.

Z uvedeného vyplývá, že mezi cenami stabilních hasicích zařízení vhodných pro ochranu deponitáře knihovny byly značné rozdíly. Vyplynuly především z toho, že nebylo vždy jasně definováno, která zařízení a které práce jsou do rozpočtu zařazeny. Zároveň je zřejmé, jak náročné je jednání zodpovědných pracovníků muzeí a dodavatelskými společnostmi v zájmu toho, aby bylo dosaženo optimální ceny SHZ při zaručení jeho kvality.

Cenové údaje o SHZ pracujícím s hypoxickým vzduchem jsou podrobně rozvedeny v kap. 4.2.2.2.2.2: Inertizace hypoxickým vzduchem.

4.2.2.5 CELKOVÉ POSOUZENÍ STABILNÍCH HASICÍCH SYSTÉMŮ

Porovnání hasicích systémů je možné na základě celé řady faktorů. Nejdůležitější jsou: potencionální ohrožení budovy a sbírkových materiálů požárem, počáteční investiční náklady, spolehlivost, cena hasebního prostředku, náchylnost k falešné operaci, typ a velikost prostoru chráněného systémem, předpokládané poškození budovy a sbírek požárem a hasebním prostředkem a důsledky selhání SHZ. Základní porovnání jednotlivých systémů umožňuje tab. 4.2.2.4.1.

Z této tabulky vyplývá, že dosud nebyl vyvinut a především v muzejní praxi vyzkoušen hasicí systém, který by beze zbytku splňoval všechny potřeby muzeí z hlediska bezpečnosti personálu, z hlediska ekologie, z hlediska hasicí účinnosti, z hlediska poškození budovy a muzejních materiálů a konečně z hlediska investičních a provozních nákladů. Základní informace o jednotlivých vlastnostech systému je možné získat studiem literatury a především stykem se zahraničními kulturními institucemi, které již dané SHZ použily pro požární ochranu svého objektu a sbírek. Důležité jsou kontakty s firmami, které zařízení dodávají. Konečné stanovisko k použití některých technologií, např. k SHZ na bázi vodní mlhy je možno zaujmout pouze po předložení věrohodných dokladů o tom, že uvažované zařízení bylo ověřeno plnoměřítkovými požárními testy za podmínek, které se blíží podmínkám uvažované budovy a v ní uložených muzejních materiálů. Je nutné si uvědomit, že ochrana objektů a sbírek kulturního dědictví proti požáru, vzhledem k omezenému trhu a limitovaným finančním prostředkům kulturních institucí, je pro výrobce SHZ komerčně málo zajímavé a stojí na samém okraji jejich zájmu. Proto se jí výzkumně věnují jenom okrajově a s ochranou kulturních památek před požáry nemají ani významné zkušenosti.

Při výběru technologie požární ochrany pro muzea budou platit následující obecná kritéria:

- Volba technologie požární ochrany bude významně ovlivněna finančními možnostmi muzea.
- Vedení muzea musí zvolit optimální kompromis mezi cenou zařízení požární ochrany a přijatelným rizikem požáru.
- Použitá technologie musí být robustní, pokud možno jednoduchá, spolehlivá a dosažitelná za rozumnou cenu.
- Musí být dosaženo maxima požární bezpečnosti (jak osob, tak budovy a sbírek) s minimálním fyzickým a estetickým poškozením objektu muzea.
- Instalovaná technologie při/po předpokládaném hasicím zásahu nesmí vyvolat ohrožení osob a závažné poškození budovy muzea a v ní uložených sbírek.

Tab. 4.2.2.4.1: **Porovnání výhod a nevýhod stabilních hasicích zařízení pro ochranu muzeí.**

Hasební prostředek	Hlavní výhody	Hlavní nevýhody
Hasičské proudnice	Vysoká účinnost, velký dosah, zdravotně a ekologicky nezávadné.	Významné poškození sbírek přebytkem a tlakem vody.
Sprinklery - mokré potrubí	Vysoká účinnost, zdravotně a ekologicky nezávadné, podstatně menší spotřeba vody než u hasičských proudnic, automatické spuštění, limitovaná plocha zásahu.	Poškození vodou, riziko náhodného spuštění. Nebezpečí zamrznání.
Sprinklery - suché potrubí	Vysoká účinnost, menší spotřeba vody než u hasičských proudnic, zdravotně a ekologicky nezávadné, automatické spuštění, limitovaná plocha zásahu, systém nezamrzá.	Poškození vodou, riziko náhodného spuštění.
Sprinklery - suché potrubí, předstihové řízení	Vysoká účinnost, zdravotně a ekologicky nezávadné, menší spotřeba vody než u hasičských proudnic, limitovaná plocha zásahu, automatické spuštění, riziko náhodného spuštění je významně potlačeno, systém nezamrzá.	Poškození vodou, vyšší finanční náklady, složitý systém může selhat.
Mlhové systémy	Vzhledem k malým částicím vody vysoká hasicí účinnost, menší spotřeba vody než u sprinklerových systémů , limitovaná plocha zásahu, malé poškození muzejních materiálů , zdravotně a ekologicky nezávadné.	Nadějně systémy, které nebyly dosud certifikovány pro oblast požární ochrany muzeí. Při projektu SHZ na bázi vodní mlhy je nutno vycházet z podkladů, které byly získány plnoměřítkovými požárními testy. Vysokotlaké systémy vodní mlhy vyžadují vysoké investiční náklady.
Inertní plyny (INERGEN, dusík atp.)	Spolehlivé, čisté hasicí prostředky, při dodržení návrhové hasicí koncentrace umožňují přežití v chráněném prostoru „zapomenutých“ uzavřených osob , zdravotně a ekologicky nezávadné, optimální řešení pro plynotěsné depozitáře muzeí.	Vysoké investiční náklady.
Oxid uhličitý	Spolehlivý, čistý hasicí prostředek, nízká cena.	Nezbytná vysoká koncentrace hasiva (34% obj.) neumožňuje přežití v prostoru náhodně „zapomenutých“ osob, ekologicky závadný. Pro zdravotní závadnost není používán v SHZ pro ochranu muzeí.
Halony Halon 1301 bromtrifluormethan Halon 1211 bromchlordifluormethan	Spolehlivé, za nižších teplot čisté hasicí prostředky s vysokým chemickým účinkem na požár, při návrhové hasicí koncentraci umožňuje přežití v chráněném prostoru náhodně „zapomenutých“ osob.	Ekologicky závadné , výroba a použití zakázány dle Montrealského protokolu z roku 1987. Při nadměrné expozici mohou vyvolat srdeční, dýchací a nervové potíže, rozkladné produkty mají korozní účinky na materiály muzejních sbírek. Při požární ochraně muzeí nejsou používány.
Halonové alternativy: FM-200, HFC-227ea, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropan Novec 1230 dodekafluor-2-methylpentan-3-on	Nižší hasicí účinek než u Halonů vyvolaný malým chemickým účinkem na požár. Spolehlivé, za nízkých teplot požáru čisté hasicí prostředky, při návrhové hasicí koncentraci umožňují přežití v chráněném prostoru náhodně zapomenutých osob. Vhodné pouze pro malé depozitáře muzeí.	Cenově velmi nákladná hasiva, nižší hasicí účinek než u halonů, při nadměrné expozici mohou vyvolat srdeční, dýchací a nervové potíže. Produkty tepelného rozkladu hasiva, především HF, jsou zdravotně závadné a mají korozní účinky na muzejní materiály, především kovy. Použití FM-200 dle nařízení Evropského parlamentu a rady č. 842/2006 je sporné.

4.2.3 PŘENOSNÉ A POJÍZDNÉ HASICÍ PŘÍSTROJE*

Bez hledu na typy automatických hasicích systémů, kterými jsou chráněny budovy a depozitáře archivů proti požáru, je nezbytné, aby tyto objekty byly vybaveny přiměřeným množstvím dobře umístěných přenosných hasicích přístrojů.^{1,2,3,4} Přístroje musí být vhodné pro hašení hořících muzejních materiálů sbírkových předmětů – tedy většinou požáru typu A – viz tab. 3.3. Laboratoře mimo to musí být vybaveny hasicími přístroji vhodnými pro hašení hořlavých kapalin – požáru typu B. Je nutné, aby hasicí přístroj měl spouštěcí mechanismus, kterým obsluha může zahájit vypouštění proudu hasiva a případně jej i zastavit. Přítomnost vhodných hasicích přístrojů umožňuje zaměstnancům nebo členům ostrahy po odkrytí požáru nebo po poplachu vyvolaném detekčním systémem včasného varování, uhasit požár v počáteční fázi a zamezit tak větším škodám na muzejních materiálech. Je důležité, aby personál byl náležitě poučen o použití malých přenosných hasicích přístrojů. Přenosné hasicí přístroje představují významnou složku požární ochrany. Včasným individuálním zásahem je možno zabránit škodám.

Přenosné hasicí přístroje mají celkovou hmotnost do 20 kg. Podle druhu hasiva a konstrukce mají dobu účinnosti v rozpětí od 6 do 20 sekund, vodní až do 70 sekund. Délka dostřiku je zpravidla od 1,5 do 10 m. Vnější povrch nádoby přenosných hasicích přístrojů je červený. Přenosné hasicí přístroje jsou opatřeny držadlem umožňujícím jejich přenášení a jsou uzpůsobeny pro pohotovostní upevnění. Jejich konstrukce musí umožňovat opakované naplnění nádoby hasivem.

Přenosné hasicí přístroje musí být opatřeny typovým štítkem, který kromě jiných údajů musí obsahovat vyobrazení, jak se hasicí přístroj uvádí do činnosti, a dále pro jakou třídu požárů je vhodný. Na štítku je uvedeno, co se s daným přístrojem nesmí hasit a jaké podléhá kontrole.

4.2.3.1 TYPY PŘENOSNÝCH HASICÍCH PŘÍSTROJŮ

Přenosné hasicí přístroje můžeme rozdělit dle konstrukce na:

- Přístroje, v kterých je hasivo v tlakové nádobě pod stálým tlakem výtlačného plynu,
- Přístroje, v kterých je výtlačný plyn v tlakové patroně či lahvi a do kontaktu s hasivem přichází pouze při vypouštění hasiva.
- Vytlačený plyn může být vzduch, dusík nebo oxid uhličitý.

* Literatura ke kap. 4.2.3 je na str. 160. Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 4.2.3.XY.

Dále můžeme přenosné hasicí přístroje rozdělit dle druhu použitého hasiva:

- Vodní přenosné hasicí přístroje.
- Přenosné hasicí přístroje používající vodní mlhu.
- Pěnové přenosné hasicí přístroje.
- Práškové přenosné hasicí přístroje.
- Přenosné hasicí přístroje CO₂.
- „Halonové“ přenosné hasicí přístroje používající halonové alternativy.

4.2.3.1.1 Vodní přenosné hasicí přístroje

Vodní přenosné hasicí přístroje jsou vhodné k hašení požárů třídy A, tj. Hořících pevných látek organického původu. Můžeme je často nalézt v muzeích. Mají většinou omezený rozsah pracovních teplot 0 – 60 °C a nesmějí se používat k hašení požárů elektrických zařízení pod napětím. Tlaková nádoba je naplněna vodou, která obsahuje uhličitán draselný, K₂CO₂. Tato přísada zaručuje, že voda v přístroji nezamrzá. Schéma vnitřního uspořádání přístroje je patrné z obr. 4.2.3.1. Voda je udržována v tlakové násobě pod trvalým tlakem dusíku cca 15 bar. Tlak plynu je možno odečíst z manometru na vrchu přístroje – obr. 4.2.3.1. Vodní přenosné hasicí přístroje mají v muzeích omezené použití vzhledem k tomu, že použitá voda může vážně poškodit sbírkové předměty.

4.2.3.1.2 Přenosné hasicí přístroje na bázi vodní mlhy

V poslední době se objevují na trhu přenosné hasicí přístroje pracující s vodní mlhou, které jsou schopné do značné míry v oblasti muzeí nahradit halonové přístroje, vzhledem k tomu, že jejich rozstřík tvoří jemné kapičky a má vysoký hasicí účinek – obr. 4.2.3.2 a viz dále kap 4.2.2.1.2 *Systémy vodní mlhy*. Tlak o velikosti cca 150 barů je vyvozován uvolněním dusíku z tlakové patrony umístěné v tlakové nádobě – obr. 4.2.3.2. Vodní mlha neznečišťuje životní prostředí a její použití ze zdravotního hlediska je bezpečné. Vzhledem k tomu, že vodní mlha je nevodivá, je možno hasit těmito přístroji i elektrická zařízení pod nízkým napětím.

Finančně nákladnější jsou **mobilní jednotky vysokotlaké mlhy** – obr. 4.2.3.3. zařízení jsou vybavena benzinovým motorem a vysokotlakým čerpadlem, které poskytuje vodě pracovní tlak až 250 barů. Jednotky jsou vybaveny plastovým zásobníkem vody. Tato zařízení, když budou obsluhována kvalitně vycvičenou obsluhu, mohou do značné míry v muzejních depozitářích nahradit SHZ na bázi vodní mlhy- viz 5.2.2.1.2.8 *Stěnové hydranty a mobilní systémy vysokotlaké vodní mlhy*. Vodní mlha je rozstříkována do prostoru požáru ruční hasicí pistolí, která je připojena k čerpadlu plnoprofilovou hadicí.

4.2.3.1.3 Pěnové přenosné hasicí přístroje

Pěnové přenosné hasicí přístroje jsou vhodné pro hašení požárů třídy A a B, především pro hašení hořících kapalin nebo pevných látek – obr. 4.2.3.4. Stejně jako v případě vodních přenosných hasicích přístrojů je voda obsahující pěnotvorný prostředek udržována v tlakové nádobě je pod stálým tlakem dusíku 15 barů. Tyto přístroje mají většinou omezený rozsah pracovních teplot 0°C – 60°C.

Pro přípravu pěn se používají většinou víceúčelové pěnotvorné prostředky. Jejich základem jsou syntetické tenzidy s přísadou stabilizátorů, konzervačních prostředků a ochranných prostředků proti mrazu. Jejich výhodou je, že snižují i povrchové napětí vody, což umožňuje smočení povrchu chráněných předmětů. Běžné typy nejsou vhodné pro hašení polárních kapalin, např. alkoholů, ketonů, které narušují pěnu.

V oblasti muzeí není doporučováno použití pěnotvorných hasicích přístrojů při hašení muzejních sbírek, protože se může negativně projevit vliv pěnotvorných prostředků a dalších přísad na tyto materiály. Z chemické podstaty pěnotvorných prostředků vyplývá, že po vysušení muzejních materiálů budou tyto prostředky vyvolávat trvale zvýšenou hydrofilitu povrchu materiálu. Vzhledem k tomu, že pěnotvorné prostředky jsou vysoce polární, bude velmi obtížné je odstranit. Je možno dále očekávat, že zbytky pěnotvorných prostředků budou působit korosivně na některé muzejní materiály. Když jako pěnotvorný prostředek jsou použity sloučeniny na bázi hydrolyzovaných přírodních bílkovin, je nutno počítat s tím, že se zhorší odolnost muzejních materiálů vůči mikrobiologickému napadení.

Pro hašení větších požárů je určen **pojízdný pěnový hasicí přístroj** – obr. 4.2.3.4. Zařízení je vybaveno 50 l nádobou na vodu s pěnotvorným prostředkem. Tlak 8 barů v nádobě je vyvolán vpuštěním vzduchu z tlakové lahve, která je umístěna vně přístroje. Zařízení je vybaveno složenou tlakovou hadicí, která je rovněž umístěna na boku nádrže. Pěnotvorné hasicí přístroje se nesmějí používat k hašení požárů elektrických zařízení pod napětím.

4.2.3.1.4 Práškové přenosné hasicí přístroje

V práškových přenosných hasicích přístrojích je hasicí prášek v tlakové nádobě vystaven stálému tlaku dusíku 15 barů, nebo je tlak vyvinut oxidem uhličitým uvolněným z tlakové patrony, která se nachází uvnitř tlakové nádoby – obr. 4.2.3.6. Tyto přístroje jsou určeny pro hašení požárů třídy A, B, C a (D). Konkrétní rozsah použití přenosného hasicího přístroje je vyznačen na typovém štítku v závislosti na použitém prášku. Je možno jimi hasit i požáry elektrických zařízení pod napětím. Mají široký rozsah pracovních teplot –20 °C až 60 °C. Pro hašení požárů kovů se používají přenosné hasicí přístroje naplněné speciálním práškem

a jsou označeny symbolem třídy D. Práškové přenosné hasicí přístroje se nesmějí používat k hašení požárů v prašných prostorech nebo k hašení sypkých hmot. Nejsou vhodné k hašení točivých strojů a k hašení elektronických zařízení.

Hasicí prášky jsou vysoce účinné a rychlé hasicí prostředky. Bezprostřední hasicí účinek oblaku prášku vyplývá z dusícího efektu a z tak zvaného antikatalytického efektu, který se uplatňuje při procesu spalování – viz kap. 3.1 *Vznik požáru, jeho růst a chování*.

Vzniklá tavenina mimoto pokrývá žhavý povrch hořící látky, zabraňuje přístupu kyslíku ze vzduchu a ohřevu bezprostředního okolí. Je odvráceno nové rozhoření požáru. Hasicí prášky jsou většinou složeny z anorganických solí smíchaných s hydrofobizačními prostředky a ztekucovadly.

Kupř. „normální hasicí prášek“ (BC prášek – kap. 3.3 *Třídy požáru*), vhodný pro hašení elektrických zařízení, je směs klouzku (méně než 5 %), křemičitanu hořečnatého (méně než 4 %), hydrogenuhlčitanu sodného (kolem 90 %), methylhydrogen polysiloxanu (hydrofobizační činidlo) a pigmentu (dohromady méně než 1 %). Jako hydrofobizační činidlo může být použit i stearát hořečnatý. Průměrná velikost částic je cca 20 μm . Prášek v suché formě je inertní. Teprve ve styku s vodou vytváří silně alkalické roztoky, které mohou korodovat některé povrchy, např. železa. Je používán k hašení hořlavých kapalin a elektrických zařízení.

Obdobně hasicí prášek jiného typu obsahuje jako základní složku hydrogenuhlčitan draselný, KHCO_3 , který spolu s močovinou, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, poskytuje adiční sloučeninu s empirickým vzorcem $\text{KC}_2\text{N}_2\text{H}_3\text{O}_3$ se zvláštní účinností. Přítomnost močoviny usnadňuje rozpad částic prášku při teplotách požáru na částice menší než 0,01 μm , což urychluje uvolnění vlastního inhibitoru ohně. Hasební účinek těchto prášků spočívá především v heterogenní inhibici. Část hydrogenuhlčitanu draselného se za zvýšené teploty rozkládá na hydroxid draselný a volné atomy draslíku, které působí jako inhibitor. Povrch části prášku na sebe váže radikály, čímž jsou potlačovány řetězové radikálové reakce, které probíhají při hoření – viz kap. 3.2 *VZNIK POŽÁRU, JEHO RŮST A CHOVÁNÍ*. Čím jsou částice jemnější, příp. čím je povrch částic prášku větší, tím je jeho hasební účinek větší. Mimoto uhličitan draselný se taví a tavenina chrání povrch materiálu před přístupem vzduchu. Význam má i působení vypouštěného kompaktního paprsku prášku, který je schopen „odtrhnout“ plamen od hořící látky. Hasicí prášek dále obsahuje jako v předchozím případě aditiva, která zvyšují jeho odolnost vůči vlhkosti, zabraňují tvorbě hrudek a zlepšují jeho tekutost.

Tyto prášky jsou především vhodné pro hašení hořlavých kapalin a elektrických zařízení. Jejich významným nedostatkem je možné znečištění zařízení a přístrojů. To je důležité především při hašení elektrických motorů, elektronických přístrojů atp., kde použití těchto prášků není doporučováno.

Jiné mnohoúčelové prášky (ABC prášky) jsou směsí křemičitanu hořečnatohlinitého (5 až 7 %), uhličitanu vápenatého (méně než 2 %), dihydrogenfosforečnanu amonného $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (65 až 82 %), případně hydrogenfosforečnanu diamonného $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, síranu amonného (12 až 22 %), methylhydrogen polysiloxanu (méně než 1 %) a pigmentu (méně než 0,5 %). Tyto prášky vedle inhibičního (antikatalyckého) efektu působí i tím, že hydrogenfosforečnany se v teplotě plamene rozkládají na kyseliny fosforečné. Tyto kyseliny jsou schopné vytvořit na povrchu tuhých hořících látek viskózní taveninu polyfosforečných kyselin, která se vsákne do pórů hořících látek a tím brání přístupu vzduchu. Vzniklá vrstva glazury současně odráží zářivé teplo. Tím se omezuje další rozšíření požáru. Průměrná velikost částic je kolem 20 μm . prášek je lehce alkalický. Prášky tohoto typu se uplatňují při hašení hořlavých pevných látek, hořlavých kapalin a elektrických zařízení.

Hasicí prášky mají vliv na muzejní materiály podle svého složení. Mohou být alkalické nebo lehce kyselé. Alkalické prášky zřejmě nebudou např. významně negativně ovlivňovat vlastnosti papíru. Je možno ale předpokládat, že budou mít korozní vliv na některé kovy, při čemž korozní účinnost prášku bude zvýšena přítomností vody. Prášky ABC při teplotě požáru uvolňují amoniak, který může působit korozně na barevné kovy (měď, bronz atp.). na povrchu železa vzniká hnědá korozní vrstva.¹ Zmíněné prášky vyvolávají při hašení změnu zabarvení barevné vrstvy a ztmavnutí damarového laku. Způsobují deformaci usně a změnu barvy vlny i bavlny. Hasicí prášky budou zejména negativně působit na elektrická zařízení, motory atp. Není možno je použít k ochraně počítačových místností. Rozptýlení prášku v prostoru depozitáře je závislé především na způsobu hašení. Je-li prášek při hasicím zásahu vnášen nezkušenou osobou pouze do plamenů, nastává vysoké rozptýlení prášku, které dělá později potíže při jeho odstranění. Vzhledem k malým částicím hasicího prášku (cca 20 μm) je čištění muzejních materiálů po hasení zásahem obtížným problémem. Je nutno počítat s tím, že určitou část malých částic prášku se nepodaří odstranit a tyto částice budou dlouhodobě působit korozivně na povrchy muzejních materiálů. K odstranění prášků je možné použít účinné vysavače prachu.

4.2.3.1.5 Přenosné hasicí přístroje CO_2

Přenosné hasicí přístroje CO_2 jsou pokládány za „čistě“ vzhledem k tomu, že nezanechávají po hašení na povrchu předmětu znečišťující, často škodlivá residua. Tlaková nádoba je naplněna kapalným CO_2 a přístroj je pod stálým tlakem hasiva 58 barů při 20 °C – obr. 4.2.3.7. Přenosné hasicí přístroje CO_2 nejsou vybaveny manometrem. Byl zbytečný, neboť tlak naměřený manometrem nevypovídá o množství kapalného CO_2 , které je v přístroji. Místo toho je na nádobě přístroje vyražena hmotnost prázdného přístroje a vážením je možno zjistit kolik přístroje obsahuje CO_2 .

Tyto přístroje jsou vhodné pro hašení požárů třídy B a C, zejména v uzavřených místnostech. Nejsou pokládány za optimální při hašení požáru třídy A, vzhledem k tomu, že tyto materiály se většinou znovu vznítí. Nicméně jejich zásahem je možno velmi rychle potlačit plamenný požár pevných materiálů a tím je získán čas k dalšímu účinnějšímu zásahu. Na volném prostranství dochází zejména oří větru k rychlému snížení koncentrace CO₂ a tím k snížení hasicího účinku. Uvedené přenosné hasicí přístroje se nesmí používat při hašení v prašných prostorech nebo k hašení sypkých hmot. Uplatňují se při hašení elektrických zařízení pod elektrickým napětím a výsadní uplatnění nacházejí při hašení hořících kapalin v konzervátorských laboratořích. Při použití v uzavřených prostorech je nutné uvážit, že CO₂ sice vytěsňuje z těchto prostor kyslíku a brání tím proces hoření, ale zároveň vytváří atmosféru s nízkou koncentrací kyslíku a zvýšeným obsahem CO₂, která je nepříjemná pro pobyt lidí. Když je překročena koncentrace 5 % ve vzduchu, může dojít k nevolnosti, ztrátě vědomí a při vyšší koncentraci i k úmrtí.

Pro hašení větších požárů, především hořlavých kapalin, jsou vyráběny **pojízdné hasicí přístroje CO₂** – obr. 4.2.3.8. Přístroj má jednu nebo dvě tlakové lahve, z nichž každá obsahuje 30 kg CO₂ pod tlakem 58 barů. Umístění lahví na podvozek umožňuje rychlé přemístění přístroje po chodbách muzea. Je velmi účinným hasicím zařízením, které se uplatní především při hašení větších požárů hořlavých kapalin třídy B v konzervátorských laboratořích, v skladech hořlavin atp. Vzhledem k tomu, že při hašení je použito velké množství CO₂, je nutno dbát na dokonalé ovětrání místnosti po uhašení požáru.

Oxid uhličitý při delším působení na muzejní materiály může zvýšit jejich kyselost. Vzhledem k tomu, že mohou vznikat pouze soli slabé kyseliny uhličitě, poškození není závažné. Významnější je, že vypouštění plynného CO₂ z nádoby sněhovou proudnicí vyvolává výrazné snížení teploty. To vede k tvorbě „sněhu“ CO₂. Studený sníh dopadající bezprostředně na muzejní předměty může vyvolat tepelný šok. Náhlá tepelná změna může výrazně poškodit kompozitní předměty, jako jsou polychromované dřevěné plastiky, intarzovaný nábytek, iluminace, knižní vazby atp. Proud oxidu uhličitého vypouštěný z přenosných hasicích přístrojů pod vysokým tlakem (cca 50 barů) může dále vyvolat posun a mechanické poškození sbírkových předmětů.

4.2.3.1.6 „Halonové“ přenosné hasicí přístroje

Původní halonové přenosné hasicí přístroje plněné „tvrdými“ halony (Halon 1301 a Halon 1211) byly vhodné pro hašení požárů třídy B a C, tedy požárů kapalin a plynů. Byly dostupné za přijatelnou cenu a měly široké použití. Halony byly „čistá“ hasiva, která nezanechávala zbytky. Byly mírně zdravotně závadné. Výborně se uplatnily při hašení požárů počítačů a elektrických zařízení. Byly jednou z nejlepších možností pro muzea, především pro

menší místnosti obsahující vzácné objekty. Jejich použití bylo od 1. Dubna 1994 vzhledem k poškozujícím vlivům halonů na ochrannou ozónovou vrstvu Země zakázáno – viz kap. 5.2.2.2.1 *Systémy a bázi halonových alternativ*. Je vyvíjena snaha, aby přístroje, kterým prošla záruční doba, mohly být znovu plněny recyklovanými halony.⁵

„Halonové“ přenosné hasicí přístroje, které v současné době nahrazují původní halonové přístroje, používají **halonové alternativy**, které neobsahují ve své molekule atomy bromu, jsou méně účinné. Jejich hasební účinek je obdobný jako CO₂, tzn. že hasí především dusivým efektem – viz kap. 4.2.2.2.1 *Systémy na bázi halonových alternativ*.

V současné době se objevují na trhu přenosné přístroje plněné **HALOTRONem I**. Základní sloučenina tohoto prostředku 2,2-dichlor-1,1,1-trifluorethan (CF₃CHCl₂) obsahuje atomy chlóru, a proto hasicí účinek HALOTRONu je přijatelný. HALOTRON I poškozuje méně ozonovou vrstvu než Halon 1211, ale přesto se počítá s jeho vyřazením v roce 2015. Toto hasivo je vypouštěno z přístroje jako kapalina a nevyvolává tepelný šok. Používá se při hašení počítačových místností, telekomunikačních zařízení a elektrotechniky.

Jako náplň hasicích přístrojů je v ČR rovněž používán i 1,1,1,3,3,3-hexafluorpropan (CF₃CH₂CF₃) pod označením **FE-36** – viz tab. 4.2.2.13: *Inertní plyny a halonové alternativy používané v SHZ a v přenosných hasicích přístrojích*. Vzhled hasicího přístroje je patrný z obr. 4.2.3.9. Tlaková nádoba je naplněna hasivem, které při teplotě 25 °C vyvíjí tlak 27,4 barů, což je dostatečný tlak umožňující dokonalé rozptýlení hasiva. Tlak plynu je možno odečíst z manometru na vrchu přístroje. FE-36 je méně jedovatý než Halon 1211 a Halotron I, má nulový potenciál poškození ozonu a nepočítá se s jeho vyřazením. Používá se stejně jako HALOTRON I.

V každém případě je nutno počítat s tím, že uvedená hasiva použitá při hašení větších požárů se budou teplem rozkládat na degradační produkty škodlivé jak lidskému zdraví, tak muzejním předmětům – viz kap. 4.2.2.2.1 *Systémy na bázi halonových alternativ*.

4.2.3.2 KONTROLA, VÝBĚR A UMÍSTĚNÍ PŘENOSNÝCH HASICÍCH PŘÍSTROJŮ⁶

Přenosné hasicí přístroje podléhají pravidelné kontrole, při níž se provádí povrchová prohlídka, kontrola značení, prohlídka vnitřku nádoby, zkouška pevnosti a těsnosti nádoby a zkouška těsnosti spouštěcí armatury nebo ventilu. Pro každý typ přenosného hasicího přístroje je stanoveno, za jakou dobu se má kontrola provádět. Kontrolu mohou provádět pouze oprávněné osoby podle postupů schválených výrobcem. O provedené kontrole vystaví kontrolující osoba záznam a přístroje, u nichž nebyla zjištěna závada, opatří kontrolním štítkem a plombou.

Výběr vhodného typu přenosného hasicího přístroje a jeho velikost je závislý na druhu

materiálu, který má být při požáru chráněn. Zaměstnanec je nezbytné seznámit s umístěním přenosných hasicích přístrojů, s jejich použitím a s jejich omezením při hašení různých požárů. V muzeích a památkových objektech je sporné skryté umístění hasicích přístrojů ve skříních tak, aby nebyl narušen interiér místnosti. Toto umístění do skrytých prostor umožňuje vyhláška č. 246/2001 Sb.⁶ V každém případě bude hledání skrytého přenosného hasicího přístroje za podmínek vznikajícího požáru sezónními průvodci nebo i akceschopnými návštěvníky udržovat a komplikovat hasicí zásah. Je nutno zvážit, zda by nebylo praktičtější zvolit pro instalaci vnitřního hydrantu a přenosného hasicího přístroje ve výstavní místnosti řešení znázorněné na obr. 4.2.3.10.

I když byl přenosný hasicí přístroj použit k úspěšnému potlačení požáru, je nezbytné o zásahu uvědomit příslušnou hasičskou jednotku a evakuovat prostor. Povinností hasičů je zkontrolovat, zda požár byl úplně zlikvidován. Malý požár, který byl objeven a uhašen, může být pouze součástí většího požáru, který probíhá nepozorovaně uvnitř zdi a může se rozšířit později nekontrolovatelně do jiných prostor.

4.2.3.3 POUŽITÍ PŘENOSNÝCH HASICÍCH PŘÍSTROJŮ

Hašení požáru je vždy nebezpečná operace. **Jestliže zasahující osoba má nejmenší pochyby o tom, že situaci zvládne, nemá přistoupit k hašení požáru.**

- a. Použití přenosných hasicích přístrojů je přípustné jen tehdy, když byly splněny následující požadavky:
- Požár je malý a nerozšiřuje se z výchozího místa, kde vznikl,
 - Úniková cesta je volná a hasicí osoba může hasit obrácená zády k východu z místnosti,
 - Požár nemůže zablokovat jedinou únikovou cestu,
 - Hasicí osoba se může pohybovat při zemi a vyhnout se tak kouři,
 - Hasicí osoba má k dispozici vhodný přenosný hasicí přístroj, přečetla si návod k jeho použití a umí s ním zacházet.

Když není splněna kterákoliv z těchto podmínek, není přístupné se pouštět samostatně do hašení požáru. Je vhodné zavolat pomoc, vyhlásit požární poplach a opustit ohrožený prostor.

Je nutné, aby hasicí osoba při použití přenosného hasicího přístroje byla sledována jinou osobou. Když hasicí osoba má pochybnosti o své osobní bezpečnosti nebo když dojde k názoru, že sama neuhasí požár, musí bezprostředně opustit prostor. Stejně učiní v případě, když přenosný hasicí přístroj spotřebuje hasivo nebo se ukáže neúčinným. Je třeba si uvědomit, že typický hasicí přístroj je schopen hasit cca 10 vteřin; může to být i méně, když nebyl řádně

udržován a pouze částečně naplněn. Při odchodu z místnosti ji zavře, ale **nezamkne** dveře. Po odchodu z prostoru požáru naváže kontakt s požiárníky a sdělí jim informace o stavu požáru.

- b. Je nutné, aby všichni zaměstnanci byli informováni o umístění přenosných hasicích přístrojů a aby byla zajištěna trvalá přístupnost těchto přístrojů.
- c. Způsob použití přenosných hasicích přístrojů.
 - Hasicí osoba v případě požáru sejme hasicí přístroj k držáku.
 - Postaví se do bezpečné vzdálenosti do požáru a namíří hubici přístrojem na spodek plamenů.
 - Drží přístroj kolmo a zmáčkne ventil.
 - Kývá přístrojem ze strany na stranu a pokrývá místo požáru hasivem.
- d. Při hašení je nezbytné dodržet následující zásady:
 - Proud hasiva je nutné směřovat na zdroj ohně tak dlouho, že je požár zcela zneškodněn.
 - Není vhodné odejít z prostoru v případě, že požár nebyl „uhašen“ a je nebezpečí, že se znovu vznítí.
- e. Při zranění hasicí osoby při zásahu je nezbytné, aby nemocnice, kam je zraněná osoba dopravena, byla informována o typu hasicího přístroje, s kterým pracovala.
- f. Je nezbytné **bezprostředně** znovu zaplnit použitý hasicí přístroj, případně nahradit použitý přístroj naplněným přístrojem.
- g. Je nutné, aby pracovníci archivů byli cvičeni v používání hasicích přístrojů.

4.2.3.4 LITERATURA

- ¹ JENSEN, G.: *Manual Fire Extinguishing Equipment for Protection of Heritage*. COWL, Norway, Riksantikvaren, The Norwegian Directorate for Cultural Heritage, COST Action C17, Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings, Norway 2006.
- ² *Fire Extinguisher*, Wikipedia, the free encyclopedia. URL <http://en.wikipedia.org/wiki/Fire_extinguisher> [cit.2009-12-21]
- ³ KRATOCHVÍL, M. – KRATOCHVÍL, V.: *Technické prostředky požární ochrany*. Ministerstvo vnitra. GŘ HZS ČR. Praha: 2007. ISBN 978-80-86640-86-0.
- ⁴ *Fire Safety and Fire Extinguisher*, ILFI, New Jersey: September 2008. URL <<http://www.ilpi.com/safety/extinguishers.html>> [cit.2009-12-21].
- ⁵ HRDÝ, R.: *Hasiva z pohledu hasicí schopnosti, zdravotního rizika a ekonomiky*. In Plynová stabilní hasicí zařízení podle požadavků nových norem řady ČSN EN 12004 a dotčených právních a technických předpisů. Sborník přednášek ze semináře pořádaného společností PAVUS, a.s. Praha: 3. Února 2009.
- ⁶ Vyhláška č. 246/2001 Sb. *Vyhláška Ministerstva vnitra ze dne 29. června 2001 o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)*.

5. POŽÁRNÍ OCHRANA ZÁMKŮ, HRADŮ, KOSTELŮ A DŘEVĚNÝCH OBJEKTŮ SKANSENU*

V předchozích kapitolách byly diskutovány všeobecné zásady požární prevence historických budov muzeí. Byla sledována požární opatření, která zajišťují bezpečnou ochranu uložených muzejních sbírek proti požáru. V následující kapitole budou probrány podrobněji principy preventivní ochrany dalších důležitých historických budov, jako jsou zámky, hrady, kostely a dřevěné objekty skansenu.^{1,2} Tyto principy mohou být ovlivněny jednak typem budov, ale i jejich výškou, umístěním a přístupností, druhem stavebního materiálu, druhem krytiny, vzdáleností od vodních zdrojů atp. I když tyto zásady nemusí bezprostředně souviset s preventivní ochranou muzeí proti požáru., přesto některé dále uvedené informace mohou být inspirací pro pracovníky, kteří zodpovídají za ochranu zmíněných historických budov.

Dostatek hasicí vody je rozhodující pro účinnost zásahu hasičské jednotky, a i pro dobrou funkci sprinklerů či SHZ na bázi vodní mlhy – viz kap. 4.2.2.1 STABILNÍ HASICÍ SYSTÉMY NA BÁZI VODY. Proto základem účinné požární ochrany je bezpečný a dostatečný zdroj hasicí vody. Zasahující požární jednotka ve většině případů má ve svých cisternových automobilových stříkačkách omezené množství vody, které dostačuje pouze k uhašení menších požárů. Při větších požárech odlehlých historických budov, např. hradů, tato množství nedostačují a voda se musí dopravovat cisternami. Stejně časově náročná je doprava vody hadicemi a čerpadly z někdy vzdáleného rybníka či řeky. Jak ukazuje hašení požáru Knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru, hradu Pernštejn a dalších, dlouhá doba rozvíjení požární techniky byla příčinou, proč požární zásah byl neúčinný.

Při větších městských požárech je odebírána voda z městských hydrantů. Když v blízkosti historických budov nejsou hydranty, je nezbytné určit a udržovat vhodné alternativní zdroje vody, jako jsou rybníky, nádrže, řeky atp. Musí být přístupné pro motorová čerpadla nebo v jejich blízkosti mohou být umístěny stabilní čerpací stanice, které jsou spojeny pevným potrubím s chráněným objektem. Čerpání vody z náhradních zdrojů je nutné pravidelně odzkoušet. Je nezbytné zajistit, ale tyto zdroje poskytovaly čistou vodu.

V případě staveb na kopci (hrad, zámek) je vhodné vybudovat na úrovni základů stavby dostatečně dimenzovanou vodní nádrž, do které je stabilním čerpadlem dopravována voda potrubím z níže položeného zdroje, např. řeky. Zařízení je nutno chránit před zamrznutím. Dalším účinným krokem je rozvést vodu z nádrže sítí potrubí do hydrantů do blízkosti stavby.

* Literatura ke kap. 5 je na str. 173. Obrázky kapitoly jsou uvedeny v příloze pod čísly 5.XY.

System musí být vybaven čerpadlem, jehož motor není odpojen od elektrické sítě v případě požáru objektu. Hydranty musí být umístěny na každé straně budovy, nejméně 17 m od ní. Toto uspořádání celkově urychluje a usnadňuje zásah požární jednotky – viz dále.

Dalším důležitým parametrem, který rozhoduje o účinnosti a rychlosti požárního zásahu, je přístupnost objektu pro požární techniku. V řadě objektů vstupní brány byly budovány pro koňské potahy a jsou neprostupné pro většinu současných cisternových automobilových stříkaček. Způsob zajištění dostatečného množství tlakové vody pro účinné hašení je nezbytné dohodnout s příslušnou hasičskou jednotkou. Důležité je, aby hašení objektu bylo pravidelně testováno prověřkovým cvičením hasičské jednotky.

5.1 ZÁMKY

Zámky představují masivní stavby, často umístěné stranou v parcích nebo na vyvýšeninách. Tyto stavby mají cenné dřevěné stropy a rozsáhlé systémy krovů, které jsou obtížně přístupné, nebo zcela nepřístupné pro hasiče. Reprezentační schodiště, která představují otevřená spojení několika poschodí budovy, usnadňují rozšíření kouře a tepla, ale většinou nezajišťují dostatečný přístup pro zasahující hasiče do všech částí budovy. Rozsáhlá poschodí a těsně uspořádané budovy nejsou často účinně odděleny požárními stěnami. Zámky, i když jsou v nich umístěny kulturní a umělecké sbírky, hořlavé a citlivé na hasicí vodu, většinou nejsou vybaveny systémem automatické detekce požáru a automatickým systémem hašení.

Zásady, které jsou nezbytné dodržovat při budování systému prevence požární ochrany zámků, byly již uvedeny v předchozích kapitolách. Je ale třeba zdůraznit **naprostou nutnost vybudování automatického systému detekce požáru** a v návaznosti automatického stabilního hasicího zařízení. Nestačí umístit detektory pouze do depozitářů nebo do výstavních místností, ale je nutné je umístit především do půdních prostor, kam běžně nechodí personál a ostraha, a kde vznik požáru může zůstat nejdéle utajen. Vzhledem k rozsáhlosti těchto prostor je vhodné používat lineární fotoelektrické detektory kouře. Na potřebu automatických stabilních hasicích systémů ukazuje i nedávný požár v zámku Zahrádky na Českolipsku, kde účinný zásah hasičů byl omezen, ne-li znemožněn tím, že objekt byl kryt plechovou střechou. Kdyby půdní prostory byly vybaveny sprinklerovým systémem, požár by se patrně podařilo uhasit automaticky uvnitř půdních prostorů, bez nutnosti zničit střešní krytinu; konečný zásah hasičů by byl rychlejší a bezesporu účinnější.

Je třeba si uvědomit, že při hasicím zásahu běžnou hasičskou technikou je často použito velké množství vody a tu je nutno odstranit. Pro ilustraci je vhodné zmínit, že např. při požáru zámku Windsor v roce 1992 bylo do budovy zámku vneseno sedm a půl milionů litrů vody. Odstranění hasicí vody je mimořádně významné u středověkých budov, které mají cihlové klenby. Neodstraněná hasicí voda může nejen vyvolat promočení zdi a kleneb, ale její hmotnost může způsobit zhroucení kleneb. Z toho důvodu všechny klenby musí mít na svém spodku průchodné odvodňovací kanálky.

Působivé řešení požární ochrany zámku je možno demonstrovat na řešení požární ochrany zámku **Schönbrunn** ve Vídni.^{3,4} – obr. 5.1. Požární ochrana tohoto zámku byla významně zlepšena po rozsáhlém požáru císařského paláce Hofburg v roce 1992.

V zájmu zvýšené požární bezpečnosti návštěvníků, budov a exponátů jsou vybrané místnosti zámku postupně vybavovány sprinklerovým systémem.⁵ Důvodem volby těchto systémů je snaha uhasit nebo alespoň do značné míry potlačit požár v jeho počáteční fázi, tj. před příchodem profesionálních hasičů. Tato doba (včetně rozvinutí požární techniky) je odhadována na cca 17 minut, což je interval příliš dlouhý. Předpokládá se, že v této době by došlo k významnému poškození zámku a jeho inventáře.

V přízemí pravého křídla zámku Schönbrunn jsou místnosti dětského musea, které slouží k výuce dětí. V přístupové chodbě je detekce kouře zajištěna lineárním detektorem kouře. V následující konferenční místnosti je detekce kouře uskutečněna běžnými optickými detektory kouře, jejichž EPS ovládá i horizontální stropní okna, která mohou odvádět kouř v případě požáru.

Většina místností se štukovou výzdobou je chráněna sprinklery, které dobře splývají s výzdobou – obr. 5.2. Sprinklerový systém s předstihovým řízením byl vybudován při úplné rekonstrukci místností. Pouze v místnostech dětského muzea byly sprinklerové hlavice ponechány úmyslně nezakryté, což má vyvolat v rodičích dětí pocit bezpečnosti – obr. 5.3. K detekci kouře v místnostech muzea je použita nasávací detekce kouře (VESDA). Nasávací otvory jsou umístěny v blízkosti lustrů a neruší vzhled stropů.

Místnosti, jejichž stěny jsou zdobeny cennými nástěnnými malbami, které nebylo možno při instalaci sprinklerového systému narušit, jsou vybaveny „servisními“ sloupy – obr. 5.4. Tyto sloupy obsahují přípoje na elektřinu, reproduktory, nastavitelné bodové reflektory a hlavně na jejich vrcholu jsou umístěné vodorovné sprinklerové hlavice. Sloupy jsou v místnosti většinou dva a směřování hlavic je upraveno tak, aby paprsky vody pokryly celou místnost. Povrch sloupů je ze zeleného plastu a neruší vzhled místnosti.

Další místnosti jsou v současné době vybaveny mlhovým nízkotlakým systémem. Důvodem použití tohoto systému je, že chráněné místnosti jsou blízko místnosti, kde se vaří a je vyšší nebezpečí požáru. Dalším důvodem, proč je použit mlhový systém, je asi o 60 % nižší spotřeba vody. Nízkotlakému systému je dáována přednost z toho důvodu, že k jeho činnosti dostačuje tlak městského vodovodního potrubí, případně tlak, který poskytují čerpadla centrální stanice zásobování požární vodou. Síť hlavic je hustší jsou opět nezakrytě umístěny na stropě. Jedná se zase o systém s předstihovým řízením; detekce kouře je uskutečněna běžnými optickými detektory kouře umístěnými na stropě. V tomto případě mlhový systém byl budován při totální rekonstrukci místností a hlavní rozvody jsou umístěné v prostorech pod podlahou.

Místnosti jsou vybaveny ručními vodními hasicími přístroji. Práškové hasicí přístroje nejsou pokládány za vhodné, neboť zaprášené prostředí znesnadňuje orientaci v chráněném prostoru a mimo to zahřátý hasicí prášek může poškodit povrchy obrazů.

Připravuje se instalace požární ochrany všech půdních prostor zámku Schönbrunn. Celková plocha chráněného prostoru bude 6000 m². Bude použit sprinklerový systém s předstihovým řízením s vertikálním postavením hlavic, což umožní směřovat výstřik vody směrem ke střeše. K detekci požáru bude použit opět nasávací detektor kouře (VESDA). Předpokládá se, že tento detekční systém vyžaduje sice vyšší pořizovací náklady, ale provozní náklady (včetně kontroly zařízení), ve srovnání s detekcí požáru lineárním detektorem kouře, jsou nižší. Cena celé instalace hasicího systému bude přibližně 180 00 euro, tj. 30 euro/m².

Systém požární ochrany zámku Schönbrunn je vybaven centrální stanicí zásobování požární vodou. Tato stanice je umístěna pod povrchem zahrady. Patří k ní nádrž na 8000 m³ vody – obr. 5.5 – a dále je vybavena čerpadlem, které je poháněno elektrickým motorem, čerpadlem, které je poháněno dieselovým motorem a konečně dieselelektrickým generátorem – obr. 5.6.

Poplachový požární signál se z ústředny ochrany paláce předává automaticky na hasičskou stanici a mimo to se předává pomocí SMS jednotlivým členům vedení společnosti. Ti zařizují další.

Společnost Schloß Kultur- und Betriebsgesellschaft m.b.H. vypracovala *Handbuch Krisenorganisation und Kommunikation*. Příručka detailně určuje zodpovědnost jednotlivých pracovníků společnosti (především vedení) za řešení krizové situace (nejen požáru) a jejich chování za takových podmínek.

Hierarchie požární ochrany je následující:

- Ochrana života a zdraví lidí

- Ochrana budov a místností
- Ochrana exponátů
- Ochrana reputace

Vedení muzea klade důraz na připravenost personálu řešit krizovou situaci, především v její prvé fázi, vlastními silami. Z toho důvodu, zámek Schönbrunn má vlastní 30 člennou záchrannou jednotku (Damage limitation Team), která je solidně vybavena prostředky pro záchranu lidí. Někteří členové jednotky bydlí v zámku a ostatní se musí do něj v případě krizové události dostavit do 20 minut. Jsou pravidelně školeni a cvičeni. Za účast v jednotce nejsou honorováni. Zvláštní důraz je kladen na výcvik při záchraně návštěvníků z požárem ohrožených prostor zámku.

5.2 HRADY

Hrady jsou historické stavby, jejichž požární ochrana je patrně nejobtížnější. Je to proto, že původní požadavky obrany, které hrady musely splnit, jsou v přímém rozporu s požadavky současné požární ochrany. Jejich zásadní nevýhodou z hlediska požární prevence je, že jsou většinou postaveny na nepřístupných vysoko položených místech. Činnost požární jednotky nepříznivě ovlivňuje složitá stavební struktura budov, úzké a často zakřivené chodby, různá zákoutí atp. Střechy budov a věží jsou pro svou výšku pro zasahující požární jednotku prakticky z vnějšku nepřístupné. Jsou často zasaženy bleskem. Vzhledem k tomu, že budovy mají malá okna, je odvětrání dýmu omezené. Vážným problémem je nebezpečné zásobování hasicí vodou. Situaci dále komplikuje skutečnost, že na hradě, především v zimních měsících, je přítomno málo osob, které jsou schopny aktivně reagovat na požár.

Hrady, především pak půdní prostory věží a budov, by měly být vybaveny automatickým detekčním systémem požáru a na kritických místech by měly být umístěny sprinklerové hasební systémy. Vzhledem k vysokému požárnímu riziku, by měly být místnosti hradů vybaveny v nadměrné míře přenosnými hasicími přístroji, které by umožnily potlačení požáru v jeho počáteční fázi i ve složitých podmínkách hradu.

Velká pozornost by měla být v současné době věnována požární ochraně hradů vzhledem k nárůstu turistického ruchu. Různá představení, předvádění „horkých“ řemesel, ohňostroje atp. představují pro tyto objekty vážné nebezpečí. Stejně nebezpečné jsou různé společenské akce, konané v místnostech hradu. Před natáčením filmů v prostorech hradu by měl být uskutečněn odhad rizika požáru, z něhož by se odvodila požární opatření, která by byla schopna čelit vzniklé situaci. Zcela zakázáno by mělo být kouření a použití otevřeného světla (svíčky, pochodně atp.).

Jako příklad následování zásobování hradu je možno uvést příklad státního **hradu a zámku Bečov nad Teplou** (dále jen hrad) – obr. 5.7.⁶ Tento významný hrad, kde je uložen relikviář sv. Maura, je postaven na skalnaté ostrožně nad říčkou Teplou. Na nejvyšším místě je umístěn goticko-renesanční hrad s dřevěnými konstrukcemi ze 14. Století. Vedle se nachází horní zámecká budova, níže dolní barokní zámek s věží. Z hlediska dopravy požární vody do prostorů hradu je významné velké převýšení terénu – obr. 5.8. Vrchol ostrožny se nachází cca 50 m nad hladinou říčky a dalších 30 m představuje výšku hradu. Při zásah hasičské jednotky je důležitá skutečnost, že barokní most pro svou nízkou nosnost a průjezd do spodní části hradu pro svou malou světlost neumožňují vjezd cisternových automobilových stříkaček do hradu. Tato technika by musela v případě požáru zůstat na omezeném manipulačním prostoru před mostem – obr. 5.9.

Po dlouhotrvajících jednáních bylo rozhodnuto instalovat na hradě následující systém požární ochrany:

- Vybudovat samostatnou vodní nádrž.
- Vybudovat vnější a vnitřní rozvod požární vody
- Instalovat čerpadlový systém, který zajistí dostatečný tlak vody.
- Instalovat záložní diesela agregát, který zajistí dodávku elektrického proudu v případě výpadku nebo nuceného vypnutí při požáru.

Nádrž vody o objemu 37 m³ byla umístěna do rekonstruovaného domku pod spodním zámekem – obr. 5.10 a obr. 5.11. Voda je naplňována z infiltrační studny u řeky Teplá. Velikost nádrže je dimenzována na 45 minut maximální spotřeby hasicí vody. Tato doba poskytne dostatečný časový prostor, aby nádrž v případě potřeby mohla být doplňována cisternovými vozy.

Zařízení je vybaveno dvěma rozvody:

- Mokrý rozvod vody pod stálým tlakem, který zajišťuje přívod vnitřní požární vody do hydrantů v objektech. Potrubí je napojeno na automatickou tlakovou stanici s trvalým vstupním tlakem 7,5 bar.
- Suchý vnější rozvod, který bude zaplaven a natlakován v případě požáru. Tento rozvod je vybaven dvěma ponornými čerpadly (jedno záložní) s průtokem vody 45,7 m³/hod při dopravě výšce 102 m. Na výtoku při 6 bar poskytuje výtoku 43,2 m³/hod.

Souborně je možno konstatovat, že i když hrad nebyl vybaven stabilním hasicím zřízením, přesto instalace shora popsaného zařízení představuje značné zlepšení požární ochrany. Hasičská jednotka se nemusí v případě požáru zdržovat rozvíjením své techniky, dovážet vodu cisternovými automobilovými stříkačkami, případně organizovat přepravu hasicí

vody z říčky Teplá, ale může se napojit hadicemi přímo na jednotlivé hydranty v prostorech hradu. Tím se významně zkrátí doba, za kterou budou hasiči schopni zahájit hašení.

Jiným zajímavým příkladem významného zlepšení požární ochrany jsou úpravy, které byly uskutečněny na **státním hradu Pernštejn** – 5.12.⁷

Na tomto hradě došlo v dubnu 2005 k požáru sýpky, kdy shořely střechy, podlahy a mobiliář uložený v depozitáři – obr. 5.13. První výjezdová skupina HZS byla na místě za 13 minut po nahlášení požáru. Zásah provedlo 26 jednotek hasičského záchranného sboru a trval 24 hodin. Hlavním problémem při hasebním zásahu se stal nedostatek požární vody na objektu, jenž se řešil kyvadlovým dovozem vody cisternami z požární nádrže z nedaleké obce Nedvědice. Úzká brána hradu rovněž bránil vjezdu cisternovým automobilovým stříkačkám na nádvoří hradu.

Sýpka poničená požárem byla rekonstruována – obr. 5.14. při její obnově se řešila požární ochrana objektu:

Samotná technická řešení zabezpečení požární ochrany jsou následující:

- V celé budově je instalována elektrická požární signalizace (EPS) s dvěma druhy hlásičů požáru, a to standardní opticko-kouřové a laserový kouřový nasávací systém
- EPS je svedena do centrály v budově správy hradu a napojena prostřednictvím firmy PATROL group s.r.o. na radiotelefonní monitorovací pult centralizované ochrany Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje – krajské operační informační středisko Brno
- U jednotlivých vstupů do budovy a na dalších místech jsou instalovány tlačítkové hlásiče požáru
- Sál sýpky je opatřen druhým únikovým východem, u východu je instalován „panikový zámek“
- Únikové cesty jsou označeny fotoluminiscenčními bezpečnostními tabulkami
- V místnostech a na únikových komunikacích je instalováno nouzové osvětlení jištěné náhradním zdrojem
- Prostupy mezi místnostmi byly osazeny protipožárními dveřmi
- V celém objektu jsou instalovány přenosné hasicí přístroje a hydranty – obr. 5.15.

V objektech byl vybudován také suchý rozvod požární vody. Je napojen na historickou, ve skále vylámanou, cisternu se značnými zásobami vody, kde jsou instalována tři výkonná čerpadla – obr. 5.16. Vývody s přírubami na hasičské hadice jsou ve třech jímkách krytých poklopy v úrovni nádvoří a jsou rozmístěny tak, aby byl zajištěn dostatečný přísun požární

vody při případném rozsahu HZS v celém areálu hradu. Celý systém je jištěn náhradním zdrojem energie spouštěným z ovládacího panelu.

I když v současné době je zbytek hradního areálu zabezpečen proti případnému požáru dle platných požárních norem a předpisů, přesto je zřejmé, že hašení hlavní části hradu, která se zdvihá nad nádvořím, by bylo i s použitím současné vylepšené požární techniky obtížné. V budoucnosti je počítáno s dalším rozvojem požární ochrany SH Pernštejn např. rozšiřováním elektrické požární signalizace.

Jako příklad požární ochrany hradu může sloužit instalace sprinklerového systému na **hradě Corgaff**, v hrabství Aberdeenshire ve Skotsku – obr. 5.17.⁸ Jedná se o první historickou budovu zapsanou v památkovém seznamu ve Spojeném království, která je vybavena automatickým systémem potlačení požáru. Hrad pochází z poloviny 16. století a představuje pětioschodový dům obklopený hradebními zdmi.

V blízkosti hradu není zdroj hasicí vody, je k němu velmi obtížný přístup, má slabý příkon elektřiny a v zimních měsících je k němu velmi obtížný přístup. Po důkladném rozboru rizika požáru bylo rozhodnuto vybavit hrad sprinklerovým systémem.

Instalace systému byla komplikovaná tím, že teplota v zimních měsících může dosáhnout až $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tím, že pro instalaci nádrže a čerpadel byl k dispozici pouze omezený prostor. Systém nesměl významně poškodit estetické působení interiéru.

Instalovaný systém je vybaven nádrží na vodu o objemu $2,9\text{ m}^3$. Nádrž je zhotovena ze skelného laminátu. Potrubí je převážně měděné – obr. 5.18. Systém je vybaven dvěma čerpadly o průtoku 150 l/min při tlaku $3,5\text{ barů}$. Strojovna, ve které je umístěna i nádrž, je vyhřívána. Systém je naplněn nemrznoucí směsí vody a glykolu. V místnosti hradu je umístěno celkem 34 sprinklerových hlavíc, z nichž některé jsou zakryté – obr. 5.18. Předpokládá se, že v budoucnu budou čerpadla připojena na dieselgenerátor.

Určitým nedostatkem projektu je, že neřeší odvod hasicí vody z objektu. I když množství použité vody bude podstatně nižší, než při zásahu hasičským proudem, přesto je nutno počítat s tím, že množství vody vypuštěné sprinklery bude velké, a že může vážně poškodit budovu, především její klenby a zdi.

Vyjdeme-li z předpokladu, že byl použit sprinkler Tyco TY-B pro lehká rizika LH1 (tab. 4.3.) s $K_m = 40,3$, potom průtok vody dle rovnice 4.1 bude $Q = 40,3 \cdot 3,5^{1/2} \approx 75\text{ l/min}$. Když bude aktivován pouze 1 sprinkler po předepsanou dobu 30 min (tab. 4.5), potom do chráněného prostoru bude vypuštěno $75 \times 30 = 2250\text{ litrů} = 2,25\text{ m}^3$. Toto množství vody se blíží objemu zásobní nádrže systému a je schopno významně poškodit chráněnou budovu

a její interiéry. Proto měla být při instalaci sprinklerového systému učiněna včas opatření, která by zajistila odvod vody z místnosti, případně, která by potlačila prosakování vody do stěn a kleneb.

Projekt požární ochrany hradu Corgaff je přes uvedené výhrady dobrým příkladem, jak sprinklerový systém může být instalovaný v důležité historické budově. Systém, i když byl omezen malým prostorem, slabou dodávkou elektrického proudu a nedostatkem hasicí vody, zajistí základní bezpečnost pro návštěvníky, což umožní, aby hrad zůstal přístupný pro veřejnost.

5.3 KOSTELY

Mezi hlavní příčiny požárů kostelů je možno zařadit válečné události, zhářství (často uskutečněné ve snaze zakrýt krádeže), vadná elektrická instalace a konečně rekonstrukce – obr. 5.19 a 5.20.⁹ Kostely představují z hlediska požární prevence opět masivní stavby, historicky cenné, postavené alespoň z části ze spalitelných materiálů.^{10,11} Kostelní věže kryté plechem jsou často vystaveny zásahu bleskem, což při špatném uzemnění může vyvolat požár. Krovky věží a lodí, zhotovené z vyschlého dřeva, většinou vylučují pro svou výšku účinné potlačení požáru. Kostely jsou většinou obklopeny další městskou zástavbou, která ztěžuje příjezd požární jednotky a rozvinutí její techniky; nemají zajištěné příjezdové cesty a odstavné plochy.¹² Kostely nemají požárně technicky účinné dělící konstrukce mezi hlavními částmi kostela, zejména mezi věžemi a střešními prostory nad kostelními loděmi. Nemají zajištěné únikové cesty, například z empory nebo z místností ve věžích. Nemají požárně odolné a proti nárazu zabezpečené stropy pod zvony. Plechové krytiny kostelních věží a střech představují významné omezení odvozu tepla z požáru a zároveň omezují i průnik vodních proudů z vnějšku do místa požáru a tím rozhodujícím způsobem omezují účinnost hasebního zásahu. Z téhož důvodu kostely nemají v případě požáru zajištěný dostatečný odvod kouře, což je nežádoucí i z toho důvodu, že kouř jako základní jev informující o vzniku požáru, není dlouho vidět. Kostely většinou nejsou vybaveny systémem automatické detekce požáru a ani stabilním automatickým systémem hašení sprinklery. Má-li být zvýšena ochrana kostelů před požáry, je nezbytné postupně zmíněné nedostatky odstranit.

Základem úvah o prevenci by ale měla být skutečnost, že požár, který se nepodaří uhasit během prvních 5 – 10 minut je vzhledem k výšce kostelní věže a stavby prakticky nevládnutelný. Základem účinné požární prevence je především vybavení kostelů systémem automatických detektorů požáru. V tomto směru se uplatňují bezdrátové detektory kouře a nasávací detektory kouře. Tyto systémy byly použity např. při požární ochraně katedrály

v Coventry – obr. 5.19.¹³ Účelné vybavení nejvíce ohrožených prostor, především kopulí věží a půdních prostor nad loděmi zmíněnou technikou, umožňuje včasné získání informace o vzniku požáru a zároveň dává možnost potlačení požáru uvnitř kostela přenosnými hasicími prostředky. To je často mnohem účinnější než vnější zásahy, které jsou většinou možné až po prohoření nebo zničení střešní krytiny, po proražení oken atp. Jak bude dále uvedeno, současná technika automatické detekce i automatického hašení je natolik účinná a relativně levná, že náklady spojené s její instalací jsou mnohonásobně nižší než finanční náklady spojené s obnovením kostela.

Reálnost použití takového systému ukazuje příklad ochrany **dómu v Cáchách** před požárem.¹⁴ Systém vybudovaný v roce 1923 sestává z tepelných hlásičů a v podstatě ze sprinklerového systému se suchým potrubím rozvodu vody. Dostatečný tlak vody nezbytný k hašení krovů 71 metrů vysoké věže dodává samostatné čerpadlo, které dopravuje vodu zmíněným potrubím do sprinklerů. Funkční spolehlivost systému je zajištěna pravidelnou kontrolou hasiči z povolání. Systém během 60 let nebyl významně měněn, je plně funkční a zabezpečuje bezpečné uhašení požáru v zárodku.

Obdobný systém byl vybudován pro ochranu kostelní věže kostela sv. Petra v Hamburku.¹⁵ V roce 1997 byla do kostelní věže vysoké 41 m vloženo suché potrubí o průměru 80 mm, které je možno na úpatí věže zásobovat čerpadlem cisternové hasičské stříkačky. Ve vlastní věži se potrubí dělí na dvě větve o průměru 28 mm. Do těchto potrubí jsou vyvrtány spirálové otvory o průměru 2 mm, které v případě požáru rozstříkují vodu. Mimo to stoupačka je opatřena na úrovni střechy kostela tlakovými hrdlovými spojkami, které umožňují připojení požárních hadic.

Systém nainstalovaných pro ochranu věže katedrály sv. Víta v Praze je obdobný – obr. 5.21.¹⁶ Použitý systém nemá vlastní čerpadlo, ale suché potrubí je zakončeno na svém dolním konci tlakovou hrdlovou spojkou – obr. 5.21. K tomuto hrdlu se v případě požáru připojuje tlakovou hrdlovou hadicí čerpadlo cisternové automobilové stříkačky. Vzhled suchého potrubí připevněného na stěnu katedrály a sprinklerů ve věži je patrný na obr. 5.22.

K ochraně kopule basiliky sv. Marka v Benátkách – obr. 5.23 – bylo použito SHZ na bázi vysokotlaké mlhy.¹⁷ Po rozsáhlých ploměřitkových požárních zkouškách, které byly uskutečněny ve spolupráci společnosti Hughes Associates Europe a společnosti Marioff,¹⁸ byl v kopuli kostela nainstalován vysokotlaký systém HI-FOG zmíněné společnosti Marioff. Byla použita jednotka GPU, na kterou bylo napojeno celkem 670 sprinklerových hlavíc – viz kap. 4.2.2.1.2.1 *Systém vysokotlaké vodní mlhy*. Podrobnosti instalace nejsou známy.

5.4 SKANSENY

V případě skansenů platí všechny dříve uvedené zásady požární prevence. Vzhledem k tomu, že se jedná většinou o dřevěné stavby, často soustředěné na omezený prostor, riziko vzniku požáru je mnohem vyšší.^{19, 20, 21,22}

Z hlediska pasivní požární ochrany základní ohrožení skansenů a jiných dřevěných staveb vyplývá již z jejich umístění ve venkovském, případně lesním prostředí, ve kterém je snadný vznik „divokých“ požárů. V okolí staveb bývají různé stromy, křoví a suchá tráva. Maximální ohrožení nastává v podzimních měsících, kdy tato tráva je vypalována. Nebezpečí ohrožení divokým požárem je možno snížit vybudováním a udržováním 30 m široké bezpečnostní zóny kolem staveb. V této oblasti by měly být vykáceny všechny suché stromy a keře a měla by být vysekaná tráva; stromy by měly být zbaveny větví do výše 3 až 4,5 m. Křoviny by měly být vzdáleny od budovy nejméně 7 m, měly by být pěstovány spíše v „ostrůvcích“ než v souvislém pásu. Půda by měla být pokryta nehořlavými materiály, jako je štěrk nebo písek. V blízkosti budov by měly být pěstovány stromy s tvrdým dřevem (dub, buk, javor, topol atp.), jejichž dřevo je méně hořlavé než dřevo borovice, smrku a jiných jehličnanů. Okolí budov by mělo být pravidelně udržováno. Bezpečnostní zóna by měla být striktně dodržován zákaz kouření a rozdělávání ohně.

Požáry dřevěných staveb jsou většinou vyvolány vadným rozvodem elektrického proudu, nepozorností řemeslníků při údržbě budov, vnějším „divokým“ požárem a žhářstvím. Ve stále stoupající míře je nezbytné počítat s tím, že osamělé objekty budou zapáleny i s v nich přežívajícími bezdomovci.

Požární prevence skansenů je založena na dříve uvedených principech. Zásadní rozdíl vyplývá ze samé podstaty staveb, ze stavebního materiálu – dřeva. Dřevo, především však dokonale vyschlé dřevo staveb skansenů, je vynikající hořlavinou. Znamená to, že se nejen snadno zapálí, ale i v případě dostatečného přísunu vzduchu i rychle hoří. Z hlediska požární prevence to znamená, že doba, kdy je možno požár účinně hasit, se významně zkracuje, a to na několik málo minut. Po uplynutí této doby, zvláště za teplých letních dnů, není možno již stavbu zachránit.

Z této skutečnosti se musí odvíjet i zásady požární prevence.

- Nové dřevo staveb je účelné chránit protipožárními nátěry, především zpěnitelnými. U historického dřeva se použití protipožárních nátěrů, především penetračních, nedoporučuje vzhledem k tomu, že je nebezpečí koroze dřeva – viz kap. **3.3.1 DŘEVO**.
- Střechy budov je vhodné pokrýt požárně odolným materiálem, jako jsou tašky, prejzy, břidlicové tabulky atp.

- Stavby je nutné vybavit spolehlivým automatickým systémem detekce požáru spolu s poplašným signalizačním zařízením a tísňovými hlásiči.
- Je účelné budovy skansenu, nebo alespoň jejich kritická místa (např. místa, kde probíhají ukázky řemeslné výroby), vybavit automatickým stabilním hasicím zařízením. Vzhledem k tomu, že většina budov skansenu v zimě promrzá, není možno použít sprinklerový systém s mokřým potrubím, ale je nutno volit sprinklerový systém se suchým potrubím. SHZ pracující s plynnými hasebními prostředky, vzhledem k netěsnosti staveb skansenu není možné použít.
- Budovy skansenu je nutno vybavit v co největší míře účinnými přenosnými hasicími přístroji a personál skansenu vycvičit v jejich používání.
- Zajistit rychlý příjezd požárních jednotek tím, že ve skansenu budou vybudovány přístupové cesty, které snesou zatížení těžkými cisternovými automobilovými stříkačkami za deštivého počasí (hmotnost stříkačky s náplní hasicí vody může být až 22 000 kg). Cesty by měly být široké 4,5 m a v blízkosti nich by neměly být stromy či jiné překážky. Je nutné vytvořit prostor pro rozvinutí požární techniky.
- Ve skansenu musí být vybudovaná síť hydrantů.
- Je vhodné postavit v areálu hydrantové skříně, vybavené hadicemi a průměru 25 mm a vycvičit personál v jejím používání v případě požáru. Hadice by měly dosáhnout na všechny budovy a na jejich střechy.
- Je nezbytné zajistit snadný přístup k požárnímu nářadí, jako jsou žebříky, sekery, háky, lopaty.
- Kolem skansenu musí být vytvořena a udržována požární bezpečnostní zóna. Skansen musí být trvale střežen (především v noci) proti vniknutí nepovolaných osob.

Preventivní ochrana **dřevěných kostelů** před požáry vyžaduje obdobný přístup, jaký byl popsán v případě preventivní ochrany skansenu. Vzhledem k tomu, že kostely jsou často zavřeny a nejsou pod trvalou ostrahou, je nezbytné zabezpečit jejich ochranu nejen systémem automatické detekce požáru, ale i systémem elektrické zabezpečovací signalizace. Tím je možno zabránit vstupu nepovolaných osob, které se mohou např. pokusit zakrýt krádež následným zapálením kostela. Zabezpečovací systémy, pracující např. s pasivními infračervenými čidly, jsou velmi účinné a v poslední době i poměrně málo nákladné. Mohou informovat obyvatele žijící v blízkosti kostela, trámy a zařízení interiéru chránit sprinklerovým systémem.

Podrobnosti o požární ochraně skandinávských historických dřevěných staveb je možno nalézt v publikaci: ZELINGER, J.: *Požární bezpečnost dřevěných staveb, které jsou kulturním dědictvím.*²⁰

5.5 LITERATURA

- ¹ KABAT, S.: *Kulturschutz als Schutzziel des Brandschutzes*. VFDB, 1998, No, 1, s. 16-22.
- ² EMERY, S.: *Fire Safety in Historic Towns*. English Heritage, London: 2008. URL <http://www.sheilapantry.com/frsug/reports/Fire_Safety_in_Historic_Town_Centres.pdf> [cot.2009-12-28].
- ³ KIDD, S.: *Schoß Schönbrunn Fire Risk Improvement Project*. COST C 17, Built Heritage: Fire Lost to Historic Buildings. WG4. Vienna: 8. December 2004 URL <http://www.heritagefire.net/heritage_fire_wg_papers/wg4/app01.pdf> [cit.2009-12-07].
- ⁴ KIPPES, W.: *Property Management Strategies*. . COST C 17, Built Heritage: Fire Lost to Historic Buildings. WG4. URL <http://www.heritagefire.net/heritage_fire_wg_papers/wg4/WG4finalrepv5.doc> [cit.2009-12-07].
- ⁵ KIPPES, W.: *Schönbrunn Palace Fire Protection with Automatic Sprinkler Systems*. Prezentace. URL <<http://bafsa.org.uk/pdfss/resources/00000025.pdf>> [cit.2009-12-07]
- ⁶ CINK, O.: *Komplexní ochrana památkových hodnot NKP. Protipožární systém na hradě a zámku Bečov*. Prezentace přednesená na 8. Sekci: Důležitost požární prevence pro památkový objekt konference: Hrady, zámky, quo vadis? Jindřichův Hradec: 13. Listopadu 2009.
- ⁷ POLATOVÁ, E.: *Technologie požární ochrany používané v oblasti památkové péče a perspektivy jejich využití*. In Sborník diskuzního semináře Technologie Požární Ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně. Brno: květen 2009, s. 14.
- ⁸ TAYLOR, J.: *Protecting an Ancient Monument*. Fire Prevention and Fire Engineers` Journal, September 2007, s. 2. URL <<http://www.risk-consultant.com/assets/Files/Corgarff.pdf>> [cit. 2009-12-07].
- ⁹ TAYLOR, J.: *Fire, Fire!* Cathedral Communications Limited 2005. URL <<http://www.buildingconversation.com/article/churchfire/churchfire.htm>>
- ¹⁰ KABAT, S.: *Grundlagen und Durchführung der Brandsicherheitsschau in Kirchen (Teil 1)*. VFDB, 1990, No. 1, s. 39-44.
- ¹¹ KABAT, S.: *Grundlagen und Durchführung der Brandsicherheitsschau in Kirchen (Teil 2)*. VFDB, 1990, No. 2, s. 37-46.
- ¹² KABAT, S.: *Brandgefährdung der Kirchen über die Dächer*. VFDB, 1994, No. 1, s. 34-41.
- ¹³ *Kidde Fire Detection Solution Speaks Volumes at Historic Coventry Cathedral* Kidde Fire Protection Services, Colnbrook, Slough, Berkshire, UK URL <<http://kiddefps.com/utsfs/Templates/Pages/Template-54/0,8063,pageId%D17437&siteId%3D407,00.html>>
- ¹⁴ Starke, J.: *Brandschutz für ein europäisches Denkmal: Der Dom zu Zachen*. Brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung, 1984, No. 3, s. 74-76.
- ¹⁵ GÜNTHER, K. P.: *Brandschutz in Kirchen*. Vfdb Zeitschrift Forschung und Technik im Brandschutz. November 1987, Vol. 36, No. 4, s. 148-152.
- ¹⁶ KAISER, R.: *Kulturní dědictví – zhodnocení příčin vzniku požárů*. Přednáška na diskusním semináři Technologie Požární ochrany muzeí. Technické muzeum v Brně. Brno: květen 2009.
- ¹⁷ *Selected Heritage References. Saint Mark`s Basilica (Basilida di San Marco)*. HI-FOG, Marioff, Finland: 2009.
- ¹⁸ FERARI, A.: *Water Mist Test Report*. Procuratoria di San Marco. Basilica di San Marco – Venezia. Hughes Associates Europe. Venezia: 2006.
- ¹⁹ ARVIDSON, M.: *An overview on fire Protection of Swedish wooden churches*. SP, Technický

výzkumný institut Švédska, oddělení požární technologie, Borås, Švédsko, SP Report 2006:42, Švédsko 2006.

- ²⁰ JOKINEN, M. – LAURILA, A. – LINNANMÄKI, S. – KARLSEN, E. – SØRMOEN, O. – ALEXANDERSSON, K. – ERENMALM, T. – LINDKVIST, S.: *Can we learn from the Heritage lost in fire?* National Board of Antiquities, Department of Monuments and Sites, Publication no. 26, Helsinki, Finland 2004. URL <<http://www.nba.fi/tiedostot/b9cb571.pdf>> [cit.2009-12-07]
- ²¹ KARLSEN, E.: *Fire Protection of Norwegian Cultural Heritage*. URL <http://www.archeshop.cz/w04/w04_Karlsen.pdf> [cit.2009-12-07]
- ²² ZELINGER, J.: *Požární bezpečnost dřevěných staveb, které jsou kulturním dědictvím*. Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, Praha, 2009.

6. CELKOVÉ SHRnutí

V podmínkách České republiky je již delší dobu pocíťována potřeba vytvoření strategie, která by se podrobně zabývala ochranou muzeí před požárem. Je to zdůvodněno především tím, že většina muzeí je umístěna v historických budovách, které mají jedinečnou podstatu většinou velmi odlišnou od běžných, v nedávné době vzniklých budov např. komerčního charakteru. Obdobně náročné řešení požární ochrany, vzhledem ke své historické hodnotě, vyžadují i muzejní sbírky. Historické budovy mají přesně definovanou formu a vnitřní uspořádání a dodatečná instalace systémů požární ochrany je v nich z různých důvodů obtížně proveditelná. Mimo to zabudování systémů požární prevence může být z finančních důvodů pro malé, ale historicky přesto významné objekty, obtížné. Mnohá úspěšná a přijatelná pro historické budovy.

Z uvedeného vyplývá, že rozhodnutí o tom, jak určité museum bude řešit požární ochranu své budovy a sbírek musí vycházet z podrobného rozboru požárních rizik, která hrozí muzeu. Pouze na základě analýzy výsledků tohoto rozboru je možno navrhnout technologická opatření, která by za přijatelnou cenu poskytla optimální požární ochranu.

V této souvislosti je nutno konstatovat, že společnosti dodávající stabilní hasicí systémy většinou nemají s problematikou požární ochrany objektů kulturního dědictví významné zkušenosti a své nabídky nemají často ani podložené plnoměřítkovými požárními testy. Velmi často navrhuji řešení odvozená od jiných objektů, např. bank, počítačových center, obchodních domů atp. Tyto instituce většinou čelí zcela odlišným požárním rizikům a mimo to jejich finanční možnosti jsou naprosto odlišné od těch, které mají muzea. V návrzích dodavatelů EPS a SHZ významnou roli přirozeně hraje předpokládaný zisk.

Příkladem seriózního systematického přístupu k těmto problémům mohou být již dříve zmíněné publikace USA, skandinávských zemí a některých zemí Evropské unie. Z tohoto hlediska má mimořádný význam norma NFPA 909: *Code for the Protection of Cultural Resource Properties – Museums, Libraries, and Places of Worship* a norma NFPA 914: *„Code for Fire Protection of Historic Structures“*, kterou vydala v USA NFPA (National Fire Protection Association – Národní asociace ochrany proti ohni), případně Technical Advice Notes (TAN), které vydalo Historic Scotland. Tyto poměrně rozsáhlé publikace přináší řadu informací a názorů, které jsou využitelné i pro požární ochranu muzeí, galerií, knihoven a archivů v České republice.

Orientaci v náročné problematice požární ochrany muzeí podpořil výzkumný projekt Ministerstva kultury „Technologie ochrany kulturního dědictví před požáry“. Cílem výzkumu

bylo vybrat a doporučit optimální technická řešení požární ochrany historických budov muzeí a sbírek a to především taková, která budou při zachování funkční bezpečnosti a spolehlivosti cenově přijatelná i pro malá muzea a galerie v ČR.

V roce 2007 až 2009 byly provedeny v technickém muzeu v Brně – Líšni ve spolupráci se společnostmi FOGTEC, Fire Protection, Tyco Fire & Integrated Solutions s.r.o., Vysoké Mýto a Fire Eater CZ, Praha plnoměřítkové požární testy SHZ na bázi sprinklerů, vysokotlaké a nízkotlaké vodní mlhy a INERGENU, které objasnily možnosti těchto systémů při ochraně muzejních objektů. Výsledky výzkumu jsou shrnuty do publikace, která pracovníkům zmíněných institucí umožní bezpečnou orientaci a kvalifikované rozhodování v problematice ochrany kulturního dědictví před požárem.

PŘÍLOHA A

Dotazník pro samostatné vyhodnocení požárního nebezpečí v malých muzeích

1. STŘECHA		
Žlaby a svody střešních okapů nejsou ucpané	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Bleskosvody jsou v pořádku	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Světlíky jsou kryté sítí	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Přístup na střechu je omezený, poklopy zavřené a žebříky nejsou ponechané v blízkosti budovy	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Půdní prostory jsou čisté, bez hořlavých látek a zavřené	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
2. CHODBY		
Vchody do budovy a chodby jsou bezpečně průchodné	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Evakuační cesty a nouzové východy jasně označení	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Dveře požárních východů jsou volné a v případě požáru je zaručeno jejich otevření	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Když budova není obsazená (např. v noci), vnitřní dveře jsou zavřené	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Nouzové osvětlení je v činnosti	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Sprinklery nejsou zatarasené	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Ventily sprinklerového systému jsou otevřené a přístupné	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Tlakoměr sprinklerového systému ukazuje, že systém je pod tlakem	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Ruční hasicí přístroje jsou na místě, nejsou zjevně poškozené a jsou ročně kontrolované	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Speciální hasicí systémy (interní plyny, halonové alternativy) jsou funkční	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Závěsy, obrazy a jiné ozdobné předměty na stěnách jsou umístěny mimo zdroje tepla (osvětlovač, topidla atp.)	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne
Odpad je shromažďován a odvážen každý den	<input type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne

Naolejované hadry a jiné odpadní materiály znečištěné olejem, rozpouštědly, vosky, leštidla na nábytek, jsou ukládány odděleně do kovových nádob s těsnícími víky.

Ano Ne

Potrubí a kanály jsou čisté a bez nánosů

Ano Ne

3. ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

Elektrické a telefonické ústředny jsou bez hořlavin, nejsou vystaveny vlhkosti a jsou zamknuté

Ano Ne

Elektrické rozvaděče jsou bezpečně zavřené, nejeví známky přehřátí, koroze, přítomnosti prachu a vlhkosti

Ano Ne

Jsou používány předepsané tavné pojistky, pojistky nejsou opravované a nepřehřívají se

Ano Ne

Elektrické vedení není poškozené, izolace není zbarvená

Ano Ne

Přenosné přístroje nevyvolávají přetížení elektrického obvodu

Ano Ne

Topidla jsou připojena přímo na zásuvku (nepoužívají se prodlužovací kabely), jsou opatřeny časovým spínačem, pojistkou proti překlopení a nejsou umístěna blízko hořlavých látek

Ano Ne

Prodlužovací kabely nejsou umístěny na podlaze. Jsou vzdáleny od zdrojů tepla, od pohybujícího se nábytku, zařízení a dveří. Izolace a vidlice nesmí být teplé nebo poškozené

Ano Ne

Nejsou náznaky elektrických problémů (kolísání výkonu, tlumení a blikání světla, bzučení, poškozené, nebo horké zásuvky, časté vypínání jističe a spálení pojistek

Ano Ne

4. Exteriér budovy

Kovové kontejnery na odpad jsou vzdáleny nejméně 5 metrů od budovy

Ano Ne

Odpad je odvážen pravidelně a nehromadí se

Ano Ne

Kolem budovy nejsou shromažďovány hořlavé látky, jako hranice dřeva, papírové krabice atp.

Ano Ne

Jsou přístupové cesty pro hasiče, hydranty a přípojky sprinklerů volné

Ano Ne

Shrnutí nejzávažnějších nebezpečí:

Jak, kým a do kdy budou zjištěná nebezpečí odstraněna:

Kdo a kdy provedl inspekci:

Pro zpracování dotazníku byl použit dotazník navržený pro malá muzea Deborah Freeland.

PŘÍLOHA B

DOTAZNÍK PRO ZJIŠTĚNÍ RIZIKA POŠKOZENÍ MUZEA POŽÁREM

Název a adresa muzea:

Adresa hodnocené budovy:

Jméno kontaktní osoby nebo osoby, která dotazník vyplňovala:

Všeobecné informace o budově:

- Přibližné stáří budovy:
- Počet pater nad zemí:
- Je muzeum jedinou institucí v budově?
- Byla budova stavěna pro muzejní účely?
- Je muzeum vlastníkem budovy?
- Kolik sbírkových předmětů je uloženo v budově?

.....
.....

- Stručný charakter sbírkových předmětů
(typy předmětů nebo a jejich materiál, přibližné procentuální zastoupení) :

.....
.....
.....

- Nacházejí se v budově sbírkové předměty, movité památky, archiválie
příp. předměty kulturní hodnoty, jejich historická nebo umělecká hodnota
je nenahraditelná:

.....
.....
.....

ČÁST A. HODNOCENÍ POŽÁRNÍHO NEBEZPEČÍ

1. Převažující stavební materiál budovy [.....]

Při použití několika materiálů se uvažuje nejvyšší počet bodů.

- Beton, kámen (2) []
- Cihla (4) []
- Kov a kovová konstrukce (5) []
- Kombinace skla a kovu (6) []
- Dřevo (7) []
- Jiné (např. plasty) 8 []

2. Krytina střechy [.....]

Při použití několika materiálů se uvažuje nejvyšší počet bodů.

- Pálená či betonová taška, břidlice (2) []
- Plech, případně jiný souvislý materiál (desky litého betonu, který neumožňuje hasičům vstup do půdních prostor a jejich účinné hašení (6) []
- Asfaltové šindele, lepenka s vrstvou kačírku (s vrstvou malých oblázků) (3) []
- Dřevěný šindel (4) []
- Asfaltové šindele, lepenka bez vrstvy kačírku (bez vrstvy malých oblázků) (5) []
- Došky (6) []

3. Konstrukce střechy [.....]

Při použití několika materiálů se uvažuje nejvyšší počet bodů.

- Krovky dřevěné nechráněné protipožárním nátěrem (6) []
- Krovky dřevěné chráněné protipožárním nátěrem (3) []
- Krovky ocelové (3) []
- Krovky betonové (2) []

4. Provedení stěn chodeb/ únikových cest [.....]

Do součtu bodů se zahrnují všechny nalezené položky

- Holé stěny, vápenné omítky (0) []
- Stěny s vápennou omítkou s malým množstvím plakátů, obrazů nebo gobelínů (1) []

- Plakáty, vývěsky, postery (2) []
- Dřevěné panely (4) []
- Textilní tapeta, závěs, gobelíny (6) []

5. Struktura stavby a rozdělení na požární úseky [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Podlaží budovy (depozitáře) nejsou rozdělena na požární úseky (10) []
- Neuzavřené světlíky, výtahové šachty, instalační šachty a kanály (4) []
- Neuzavřené otvory a prostupy (kabelů, trubek atp.) ve stěnách a stropěch (4) []
- Otevřená schodiště v celé výšce budovy (6) []
- Poschodí nejsou požárně oddělena (6) []
- Dveře nemají požární odolnost a odolnost proti průniku kouře (6) []

6. Vnitřní úprava stěn a stropu interiéru místností [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Nespalitelné povrchy (např. vápenná omítka) (0) []
- Sádrokarton (2) []
- Dřevo a dřevotříska (4) []
- Plastový (např. polystyrenový) podhled (6) []
- Textilní tapeta, závěs, gobelíny (6) []
- Textilní závěsy (záclony) na oknech (6) []

7. Požární zatížení místností [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Malé množství nábytku / hořlavých předmětů (1) []
- Kovový nábytek, regály apod. (1) []
- Dřevěný nábytek, regály apod. (3) []
- Větší množství polstrovaného nábytku (4) []
- Velmi vysoké požární zatížení (polstrovaný nábytek, obrazy, knihy, závěsy ve velkém množství) (6) []
- Jsou skladovány hořlaviny I. třídy a tlakové láhve (1) []

8. Vnitřní členění prostor [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Malé místnosti do 20 m² (1) []
- Velké místnosti nad 20 m² (2) []
- Velké otevřené místnosti (4) []
- Otevřené prostory (haly, sály, kaple atp.) procházející jedním nebo několika poschodími (6) []

9. Výška stropů [.....]

Uvažuje se položka s nejvyšším počtem bodů

- Nízké stropy (do 2 m) (1) []
- Stropy od 2 – 3 m (2) []
- Stropy od 3 – 4 m (4) []
- Stropy nad 4 m (6) []

10. Možné zdroje zapálení [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Otevřený oheň, pravidelně požívané krby (za každý krb 4 body) []
- Otevřený plamen (svíce, petrolejové lampy, pochodně) (5) []
- Rozšířené použití prodlužovacích kabelů, adaptérů apod. (6) []
- Používání nebezpečných el. spotřebičů (přímotopy, přenosná elektrická kamínka, kávovary, vařiče) (6) []
- V budově není zakázané kouření (6) []
- Restaurace, vaření a příprava jídel (10) []
- Ubytovací prostory v budově (za každou ubytovací jednotku 5 bodů) []
- V půdních prostorech jsou skladovány hořlavé předměty (8) []
- Elektroinstalace starší 30 let, provedení v hliníku (10) []
- Dodavatelsky prováděné práce, včetně restaurátorských prací (svařování, broušení, odstraňování starých nátěrů apod.) (10) []
- V budově muzea je restaurátorské a konzervátorské pracoviště, chemická laboratoř, údržbářské dílna či jiné pracoviště, kde se pracuje s vysokými teplotami (za prvé pracoviště 10 bodů a za každé další 4 body) []

11. Hrozba rozšíření požáru ze sousedství [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Předchozí požár či zahoření (2) []
- V běžné městské zástavbě (2) []
- V blízkosti průmyslové výroby, restaurace, zábavního podniku atp. (4) []
- V neobydlené oblasti (6) []
- Ohrožení lesním požárem, požárem trávy (6) []
- Nebezpečí žhářství (6) []
- Nevysvětlený požár v blízkosti (8) []

11. Materiály sbírkových předmětů [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Kovy, kámen, keramika (0) []
- Papír (1) []
- Dřevo (2) []
- Textil, sláma (5) []
- Plasty, filmy a nosiče (acetát celulosy, PET) (6) []
- Nitrocelulóza (hlavičky panenek, filmy) (8) []
- Biologické preparáty uložené v lihu (8) []

ČÁST A – SOUČET BODŮ:

ČÁST B. OPATŘENÍ POŽÁRNÍ OCHRANY

a. Systém detekce požáru a poplachu [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Není (0) []
- Automatická detekce požáru v hlavních místnostech (uved'te typ detekce) (3) []
- Automatická detekce požáru ve všech místnostech (4) []
- Automatická detekce požáru v celé budově, např. včetně půdních prostor (5) []
- Trvalé připojení na požární jednotku (3) []
- Elektrická zabezpečovací signalizace – detekce pohybu uvnitř budovy (3) []
- Elektrická zabezpečovací signalizace – detekce pohybu v blízkosti budovy (3) []

b. Automatické stabilní hasicí systémy (SHZ) [.....]

Při použití několika způsobů ochrany se uvažuje nejvyšší počet bodů

- Nejsou (0) []
- Ochrana vybraných místností (4) []
- Ochrana všech místností (6) []
- Ochrana celé budovy (např. sprinklery, systém vodní mlhy, dusíkový systém, CO₂ systém, systém Inergen, systém s halonovou alternativou – uveďte kterým) (10) []

c. Regulace odvodu kouře [.....]

Při použití několika způsobů regulace se uvažuje nejvyšší počet bodů

- Není (0) []
- Ruční (1) []
- Automatická (2) []

d. Požární vybavenost [.....]

- Přenosné hasicí přístroje (v předepsaném množství a hasicí schopností) (2) []
- Vnitřní hydranty – navijáky hadic (3) []
- Vnější požární vodovod (2) []

e. Technické prostředky pro požární jednotky [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Objekt dosažitelný pro požární jednotku během 10 min. po ohlášení požáru (3) []
- Dobrý přístup k celé budově (2) []
- Pevné a snadno dosažitelné stanoviště pro techniku požární jednotky (2) []
- Výška budovy umožňuje její ochranu disponibilní technikou požární jednotky (2) []
- Budova je připojena na veřejnou vodovodní síť (3) []
- Venkovní hydrant v blízkosti budovy (2) []
- Požární nádrž (3) []

f. Dveře [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Masivní dřevěné dveře dobře těsnící, s kvalitními zárubněmi a kováním (2) []
- Dveře s dvouhodinovou požární odolností (4) []
- Požární dveře mezi místnostmi jsou trvale zavřené, příp. se automaticky zavírají v případě požáru (3) []
- Dveře na únikových cestách – zajištěné otevření při evakuaci (3) []

g. Únikové cesty (maximum 4) [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Obtížně průchodné pro překážky (kopírky, tiskárny, balíky papíru, prodejní automaty atp. (0) []
- Průchodné, ale dlouhé a složité (1) []
- Průchodné a snadno přístupné (2) []
- Únikové cesty vedou na bezpečné místo mimo budovu (2) []
- Únikové cesty mají vyhovující značení (2) []
- Únikové cesty mají vyhovující osvětlení (2) []
- Únikové cesty jsou dostačující pro evakuaci předpokládaného počtu osob personálu a návštěvníků (2) []

h. Ochrana proti blesku [.....]

Při použití několika způsobů ochrany se uvažuje nejvyšší počet bodů

- Není (0) []
- Existuje, ale potřebuje opravu (1) []

DOTAZNÍK PRO ZJIŠTĚNÍ RIZIKA POŠKOZENÍ MUZEA POŽÁREM

- Je v dobrém stavu (2) []
- Je budova vybavena ochranou proti napěťovým rázům a atmosférickému přepětí (2) []

i. Péče o budovu [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- Bezpečné skladování hořlavých látek mimo budovu (hořlavých kapalin, dřeva, plynů atp.) (2) []
- Pravidelné odstraňování odpadu a jeho bezpečné skladování (2) []
- Pravidelná revize elektrického vybavení (přístrojů) (2) []
- Pravidelná revize elektrického vedení, zásuvek, vypínačů atp. (2) []
- Je elektrický rozvod vybaven proudovým chráničem s reziduálním proudem < 100 mA nebo chráničem vedení proti poškození obloukem (Arc-fault circuit interrupter – AFCI) (3) []

j. Správa budovy [.....]

Do součtu se zahrnují všechny nalezené položky

- V budově je 24 hodinový dozor s požární signalizací ve vrátnici (4) []
- Existuje požární hlídka (1) []
- Probíhá pravidelné školení a výcvik personálu v požární prevenci (2) []
- Je vytvořen speciální interní team pro řešení mimořádných situací, vycvičený a vybavený i pro zásah při malém požáru (4) []
- V budově je sledován a regulován počet návštěvníků a to nejen v otevírací době, ale i při různých slavnostních příležitostech, např. recepcích, vernisážích atp. (2) []
- Organizace má zpracovaný aktuální plán evakuace sbírek (2) []

Obr. 1.1: Požár dřevěného farního kostela v Ostravě-Hrabové.⁶
24. březen 2002, škoda 23.067.800,- Kč.
Kostel po rekonstrukci



Obr. 1.2: Požár zámku v Zahrádkách⁶
30. ledna 2003. Škoda 91.924.000,- Kč



Obr. 1.3: Požár části hradu Pernštejn s depozitářem.⁶
15. dubna 2005. Škoda 48.000.000,- Kč.



Obr. 1.4: Požár levého křídla secesního Průmyslového paláce
na pražském Výstavišti.⁶
16. října 2008. Škoda 1 – 1,5 miliardy Kč.



Obr. 1.5: Knihovna vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru.
Pohled na ústřední část knihovny před požárem v září 2004.



Obr. 1.6: Interiér knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru
před požárem v roce 2004.⁹

Foto: Petr Rohlén



Obr. 1.7: Požár knihovny vévodkyně Anny Amálie ve Výmaru.
2. září 2004.10 Škoda 12,5 milionů €



Požár vznikl v původních prostorech knihovny, zničil horní poschodí a větší část druhé galerie rokokového sálu. Budova byla vybavena EPS. Přesto, že hasiči byli na místě během deseti minut a začali bezprostředně hasit, škodám se nepodařilo zabránit.

Obr. 1.8: Škody způsobené požárem v knihovně vévodkyně Anny Amálie.¹¹
Foto: Petr Rohlén



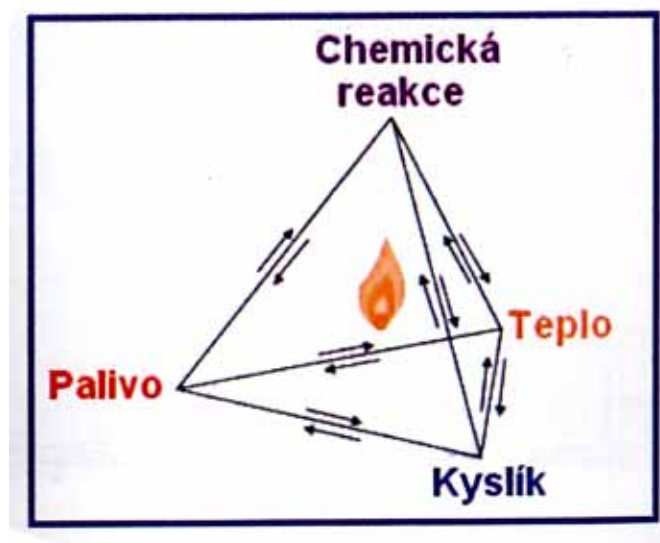
Obr. 1.9: Škody způsobené požárem v knihovně vévodkyně Anny Amálie.¹¹
Foto: Petr Rohlén



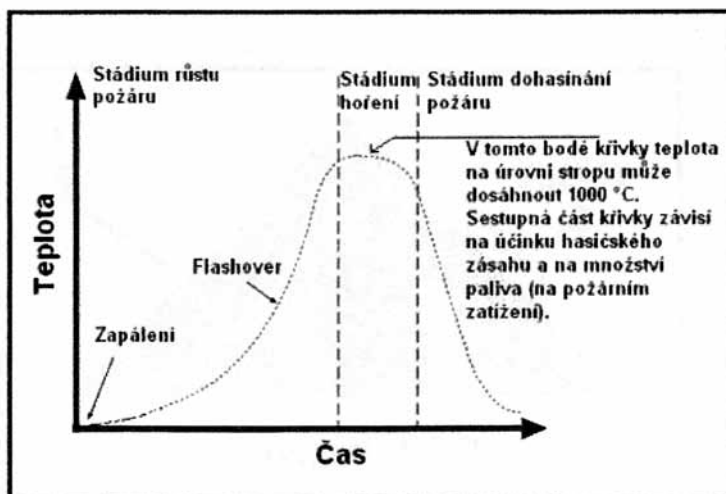
Obr. 3.1: Trojúhelník požáru



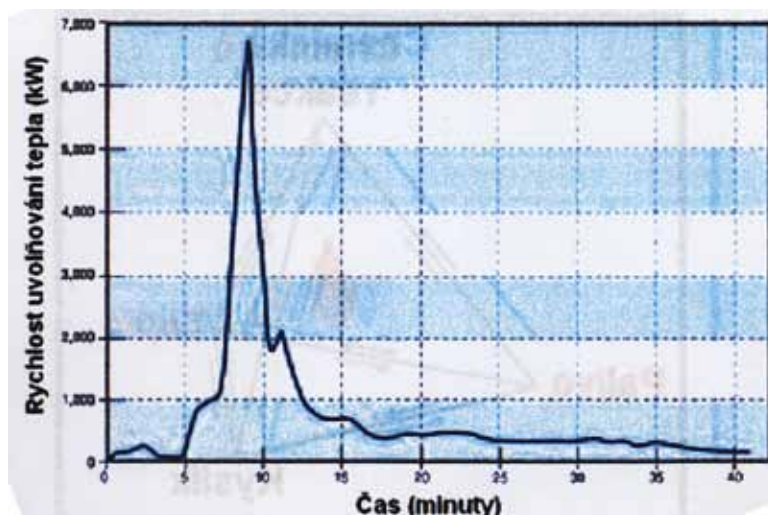
Obr. 3.2: Čtyřstěn požáru.
3M



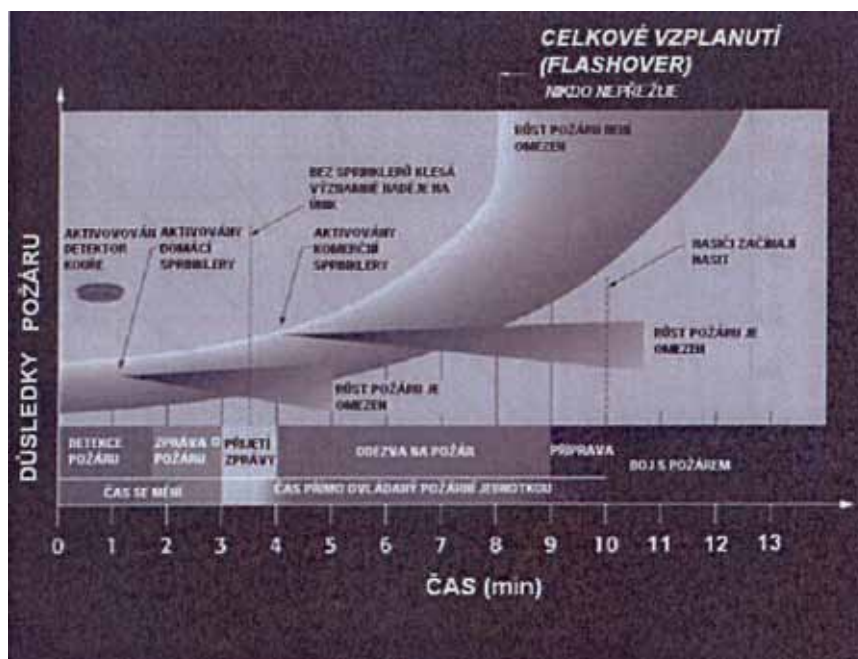
Obr. 3.3: Závislost teploty plynů nad požárem na čase pro různá stádia požáru.



Obr. 3.4: Závislost rychlosti uvolňování tepla na čase pro požár v kancelářském pokusném modulu.¹¹



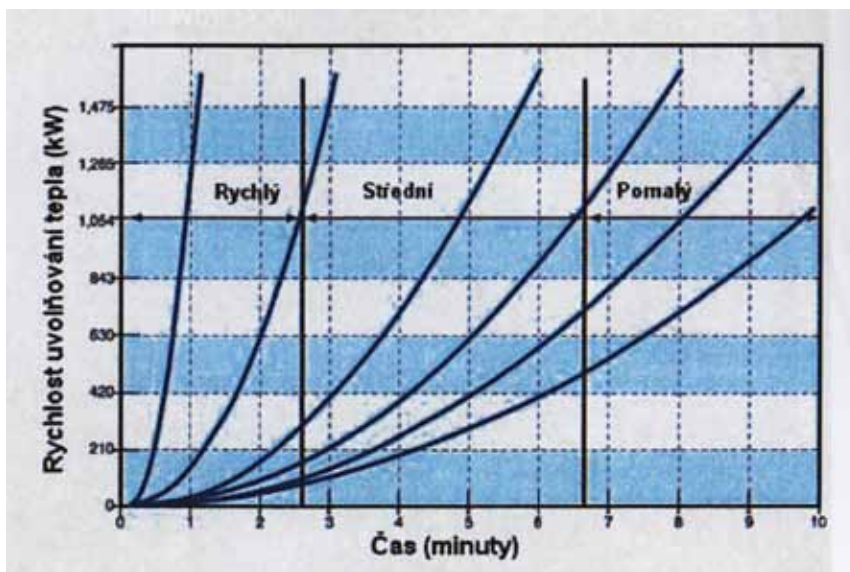
Obr. 3.5: Závislost důsledků požáru na čase pro různá stádia požáru.¹²



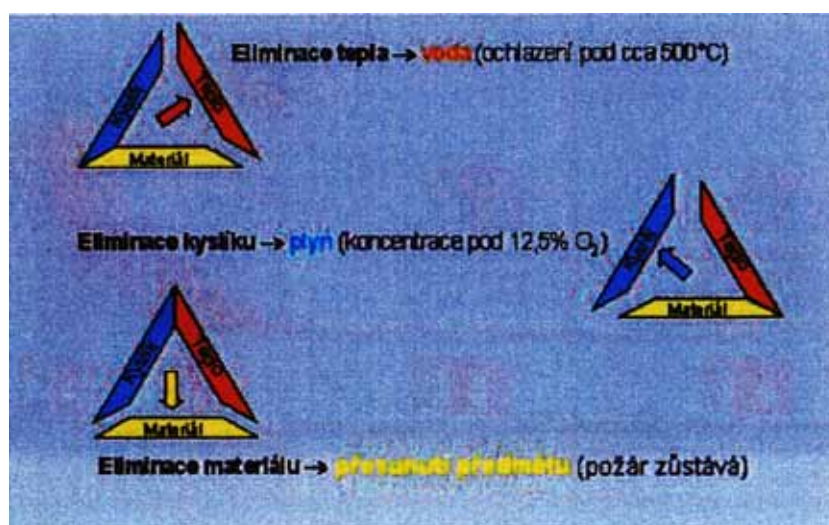
Obr. 3.6: Závislost vzniklých škod na době trvání požáru.



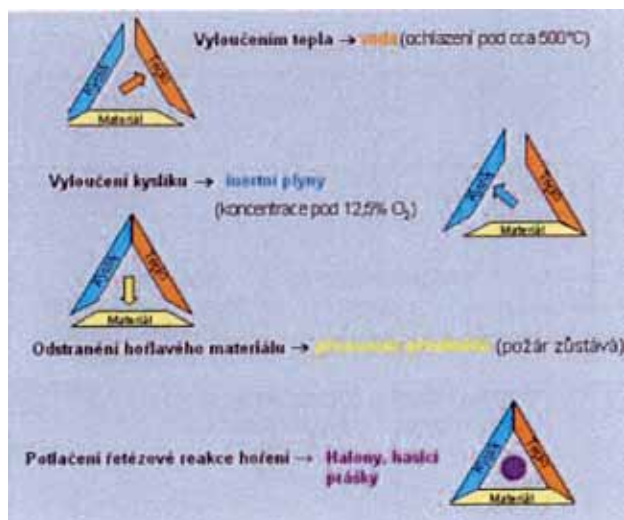
Obr. 3.7: Závislost rychlosti uvolňování tepla na čase pro požáry s různou rychlostí.¹¹



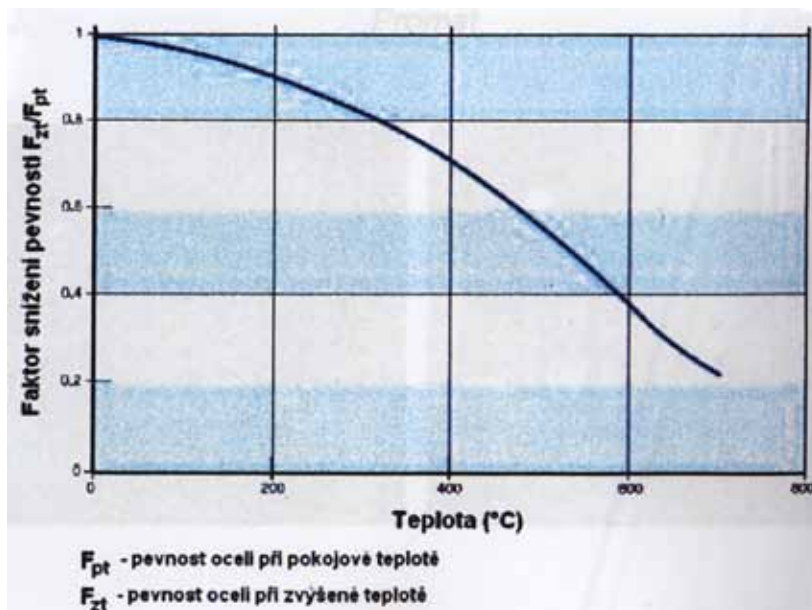
Obr. 3.8: Možnosti hašení požáru.
Siemens



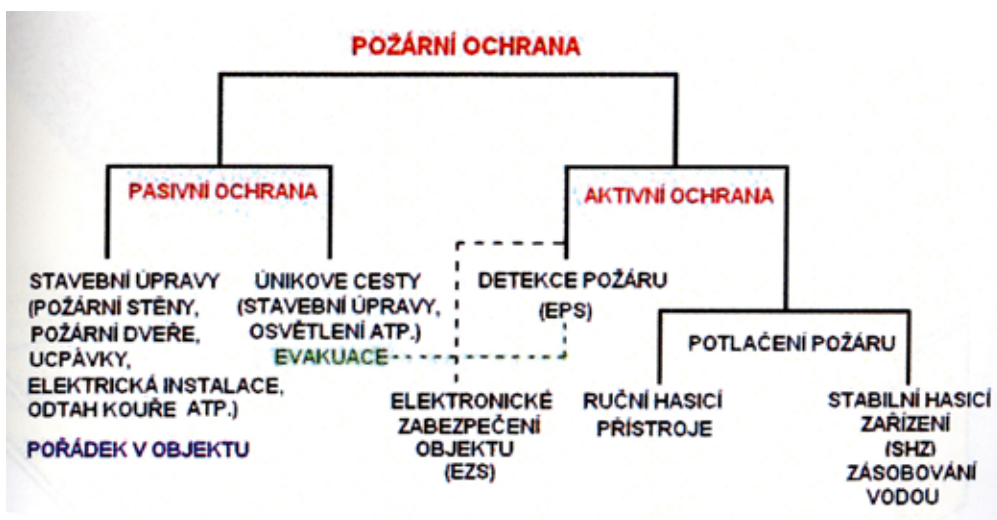
Obr. 3.8: Možnosti hašení požáru při aplikaci čtyřstěnového modelu.



Obr. 3.10: Závislost snížení pevnosti oceli na teplotě.¹¹



Obr. 4.1.1: Struktura požární ochrany památkových objektů.

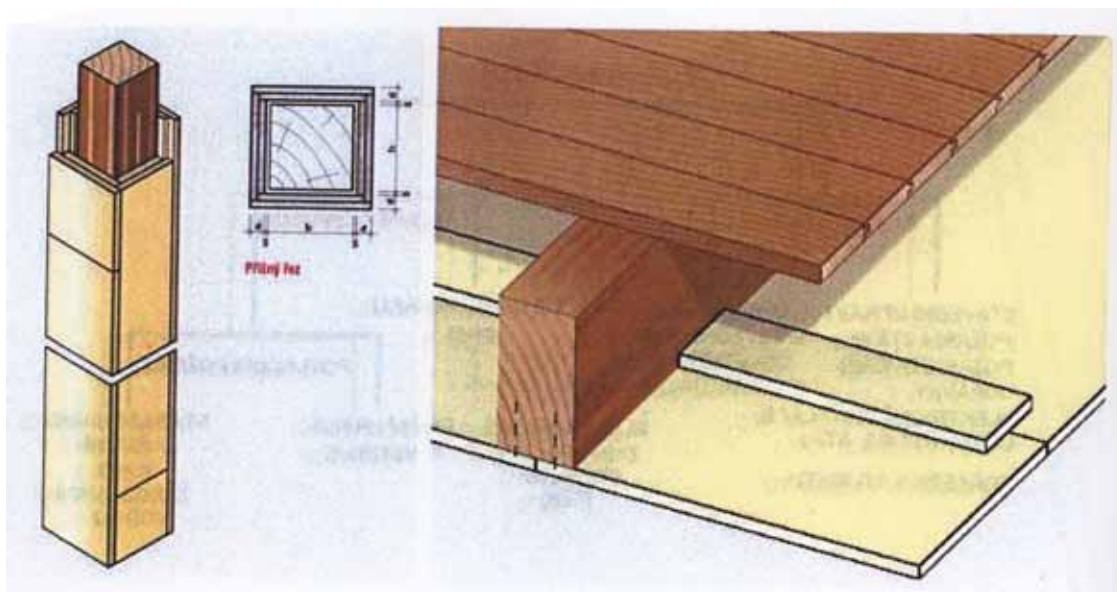


Obr. 4.1.2 Zasklený interiér historické budovy.
Promat



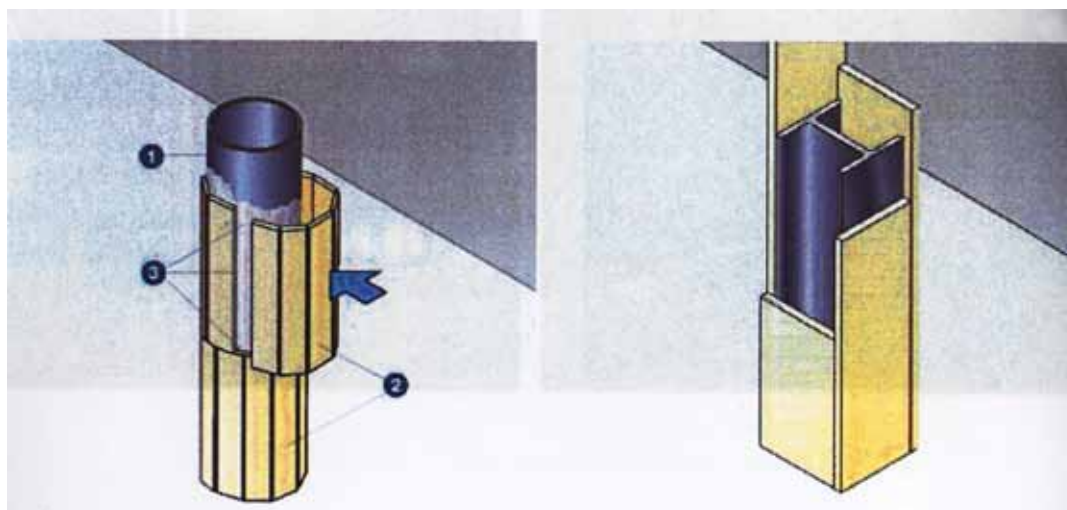
Obr. 4.1.3: Ochrana dřevěných sloupů a trámových stropů
kalciumsilikátovými deskami.

Promat

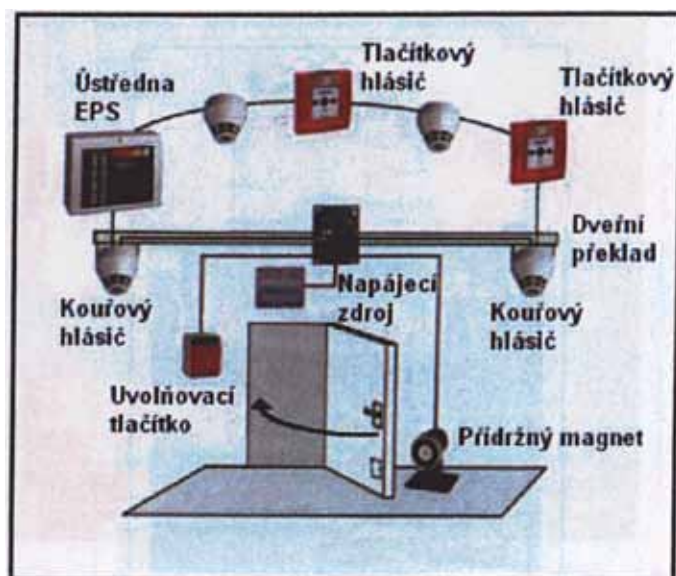


Obr. 4.1.4: Ochrana ocelového sloupu a nosníku sloupu
kalciumsilikátovými deskami.

Promat



Obr. 4.1.5: Schéma přidržovacího systému,
který zajišťuje zavření požárních dveří v případě požáru.
Honeywell



Obr. 4.1.6: Nezajištěný poklop v dřevěném stropě.

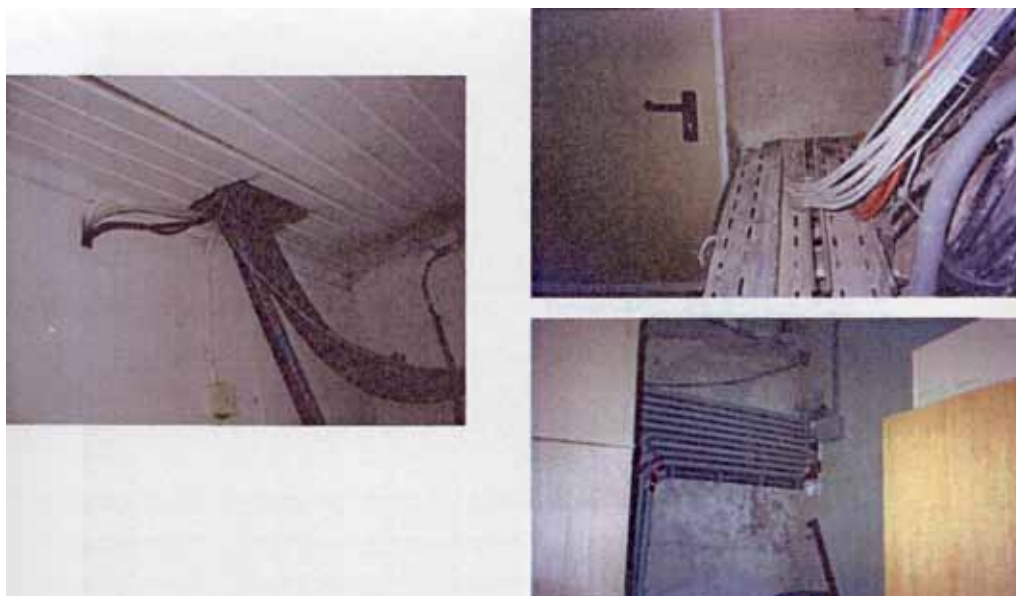


Obr. 4.1.7: Poškozené vnější zdivo komína historické budovy.
Obdobné poškození v půdních prostorech vytváří požární riziko.

Foto: Ingval Maxwell



Obr. 4.1.8: Požárně nezajištěný průchod kabelů.



Obr. 4.1.9: Nebezpečné použití zásuvek.
Foto: Petr Rohlén



Obr. 4.1.10: Nebezpečné umístění osvětlovadla.



Obr. 4.1.11: Instalace bleskosvodů v Norsku.



Obr. 4.1.12: Mobilní nasávací systém detekce kouře MADAMM vhodný pro použití při rekonstrukcích staveb.



Obr. 4.1.13: Nepořádek v půdním prostoru zvyšující riziko požáru.



Obr. 4.2.1.1: Ruční hlásiče požáru.



Obr. 4.2.1.2: Kabely liniové detekce teploty na fasádách dřevěných kostelů.⁶



Obr. 4.2.1.3: Blokové schéma pneumatického liniového detektoru teploty.
Securiton



Obr. 4.2.1.4: Detekční trubka pneumatického hlásiče teploty.
Schrack Seconet



Obr. 4.2.1.5: Liniový detektor teploty.
Proline, Euroalarm⁸



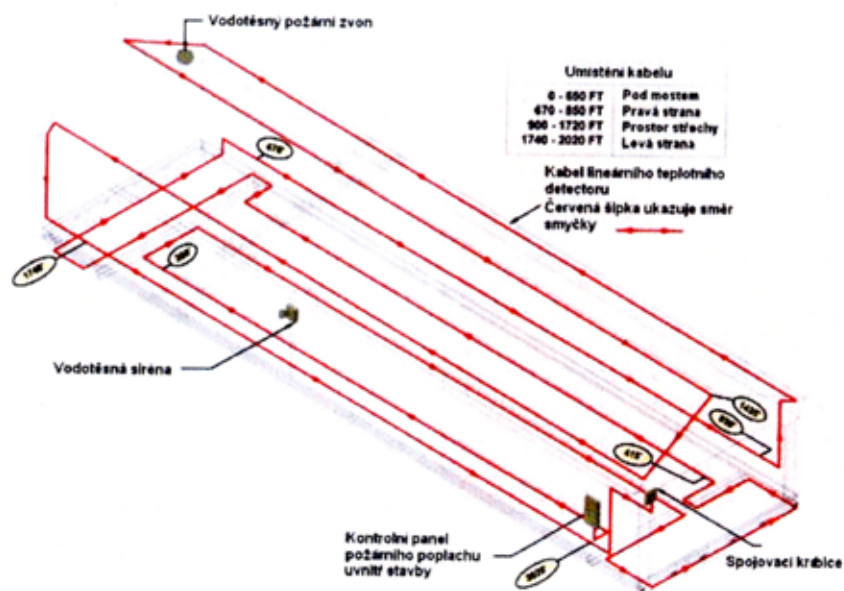
Celkový vzhled

Zkroucené ocelové dráty

Obr. 4.2.1.6: Krytý dřevěný most u Haverhill-Bath (USA)
chráněný systémem liniové detekce teploty.⁹
Proctowire



Obr. 4.2.1.7: Schéma systému liniové detekce teploty chránícího krytý dřevěný most u Haverhill-Bath.⁹
Protectowire

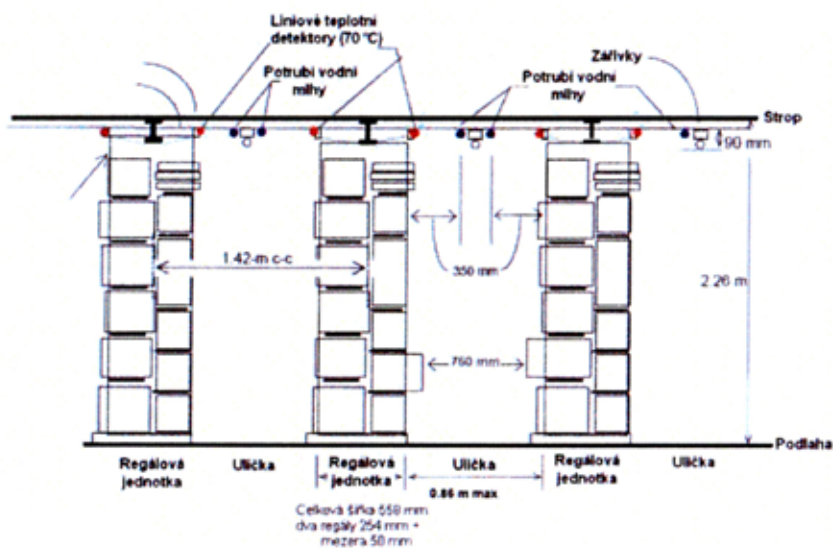


Obr. 4.2.1.8: Vkládání liniového detektoru kouře do doškové střechy.⁸
Proline, Euroalarm.

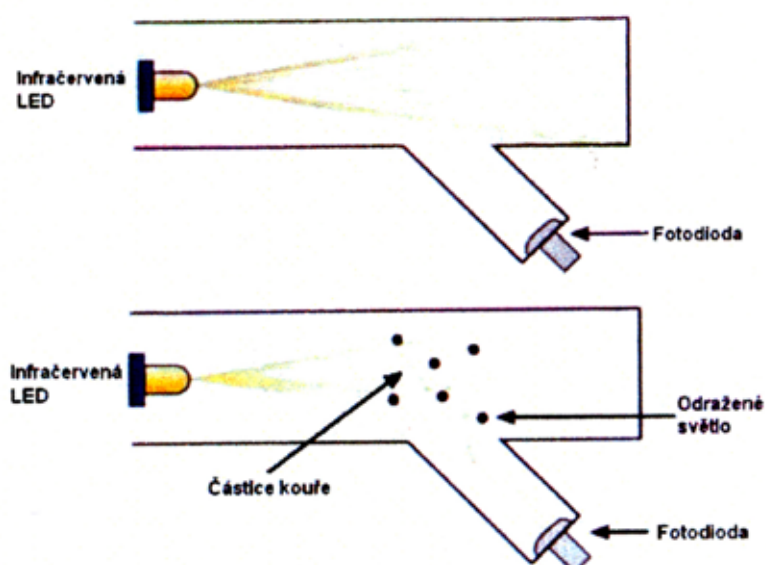


Obr. 4.2.1.9: Detaily uspořádání regálů a použití liniových detektorů teploty pro trezory vzácných knih.¹²

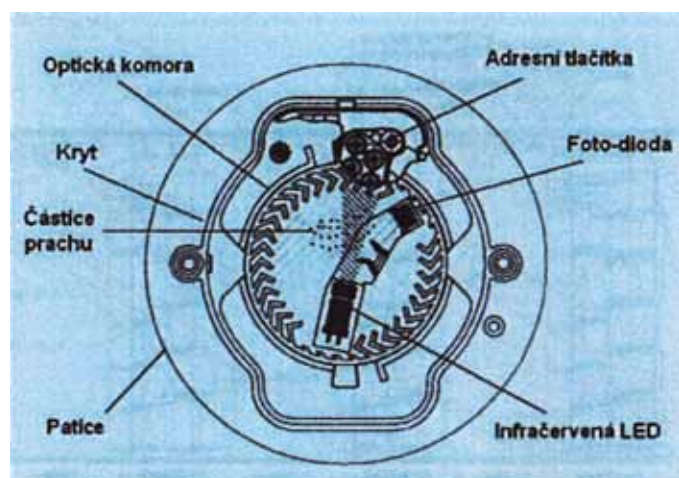
Kongresová knihovna, Washington, USA



Obr. 4.2.1.10: Princip optického detektoru kouře.



Obr. 4.2.1.11: Vnitřní uspořádání optického detektoru kouře.



Obr. 4.2.1.12: Optický detektor kouře.



Obr. 4.2.1.13: Bodové optické detektory kouře umístěné v půdních prostorech státního zámku Mníšek pod Brdy.

Foto: J. Zelinger



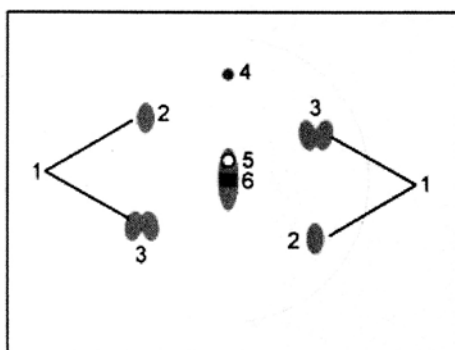
Obr. 4.2.1.14: Optický detektor nenápadně nainstalovaný na štukovém stropě.



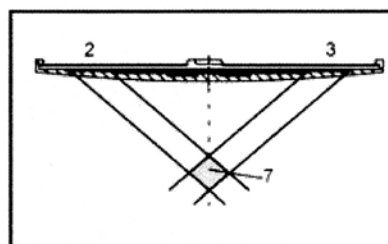
Obr. 4.2.1.15: Ultra-tenký optický detektor kouře.¹⁴
Bosch



Obr. 4.2.1.16: Schéma ultra-tenkého optického detektoru kouře.¹⁴
Bosch



- 1 - optický detektor
- 2 - fotodioda
- 3 - LED
- 4 - detektor oxidu uhelnatého (CO)
- 5 - hlásič provozního stavu detektoru
- 6 - senzor znečištění

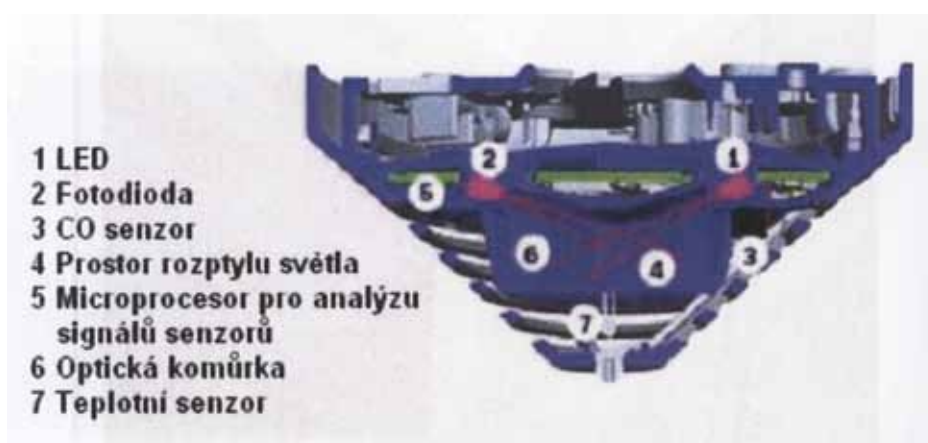


- 2 - fotodioda
- 3 - LED
- 7 - prostor rozptylu paprsku částicemi kouře

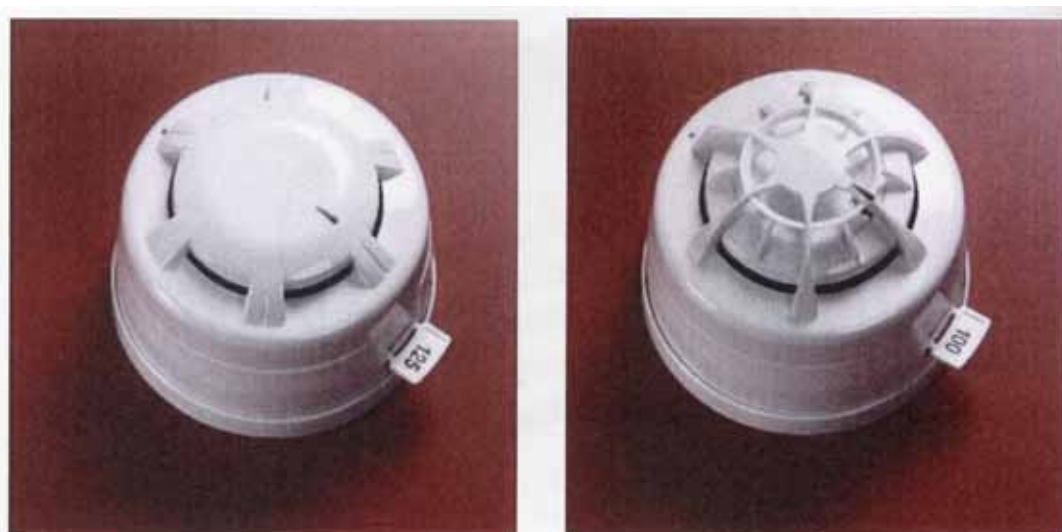
Obr. 4.2.1.17: Multisenzorový detektor kouře.¹⁷
Bosch



Obr. 4.2.1.18: Schéma multisenzorového detektoru kouře.¹⁷
Bosch



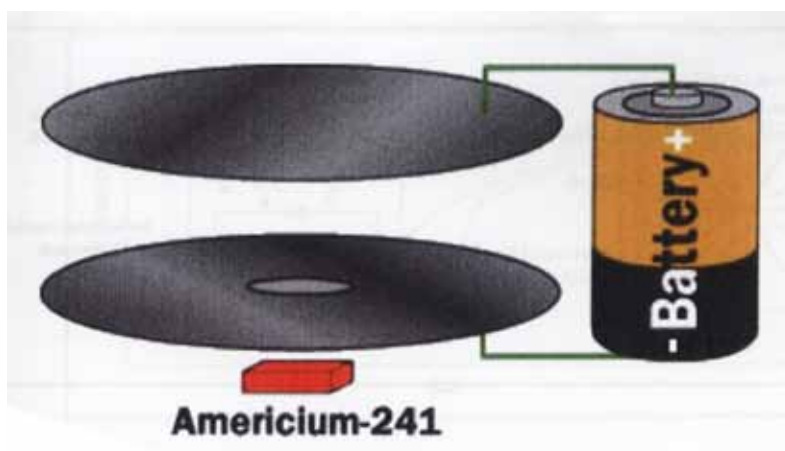
Obr. 4.2.1.19: Bezdrátový optický a multisenzorový (optický & teplotní) detektor kouře.¹⁸
XPader, Apollo



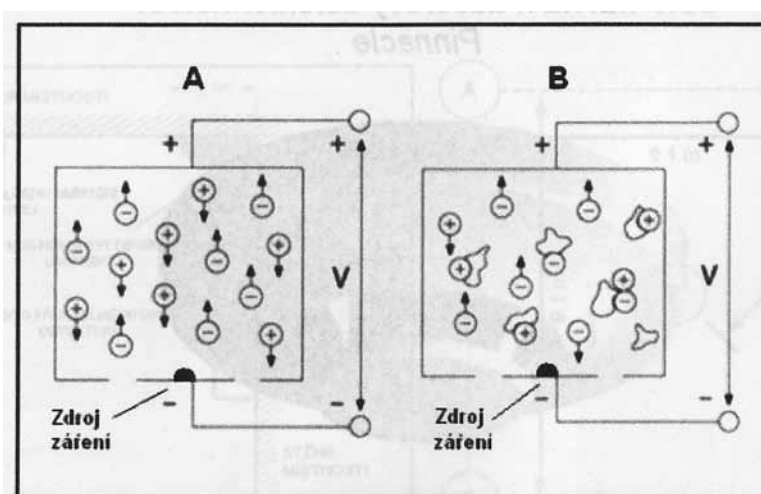
Obr. 4.2.1.20: Instalace bezdrátového optického detektoru kouře v divadle v Mariánských lázních.
XPander, Apollo, Euroalarm.



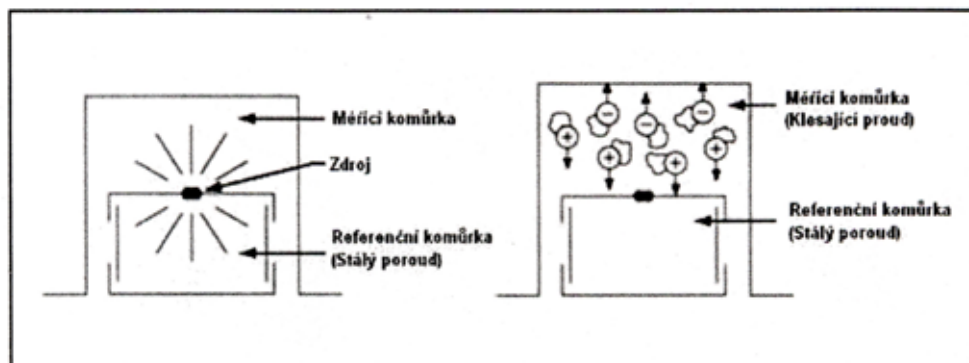
Obr. 4.2.1.21: Princip ionizačního detektoru kouře.²⁰



Obr. 4.2.1.22: Komůrka ionizačního detektoru.²¹
A – bez kouře B – s kouřem



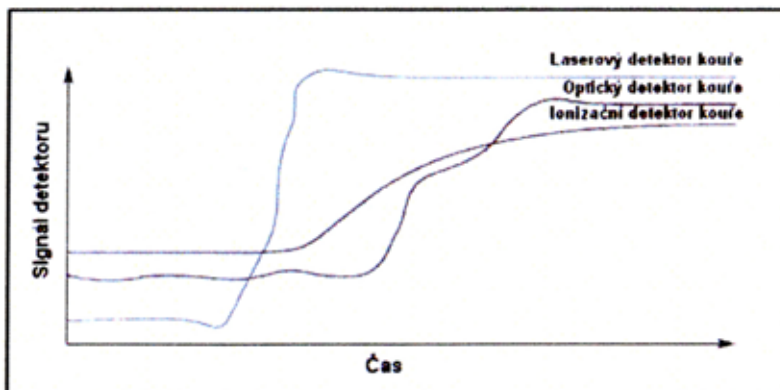
Obr. 4.2.1.23: Komparační provedení ionizačního detektoru s měřicí a referenční komorou.²¹



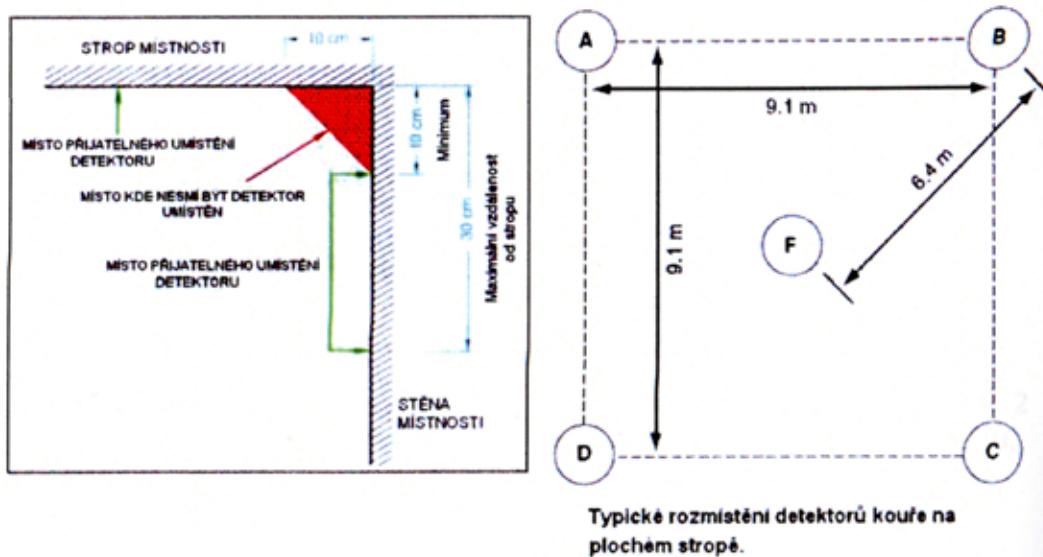
Obr. 4.2.1.24: Laserový detektor kouře.²²
Pinnacle



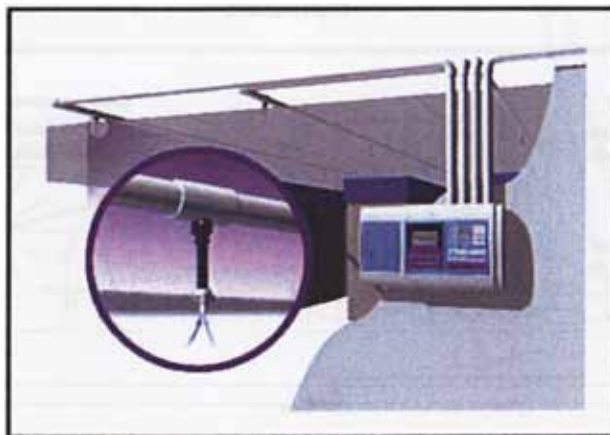
Obr. 4.2.1.25: Závislost signálu na čase pro různé typy bodových detektorů kouře.²²
Pinnacle



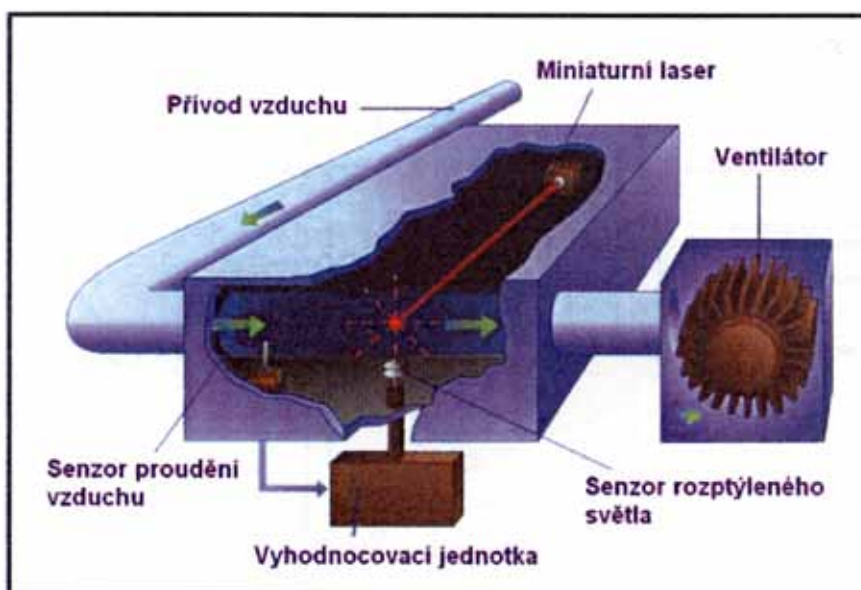
Obr. 4.2.1.26: Možnosti umístění detektoru kouře v místnosti.^{4,5}



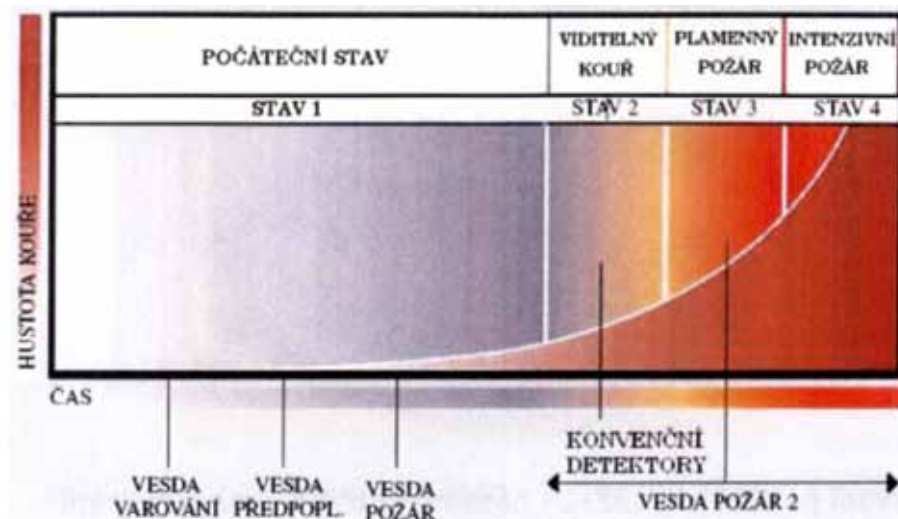
Obr. 4.2.1.27: Princip detekce požáru nasávacím detektorem kouře VESDA.²⁵
Xtralis



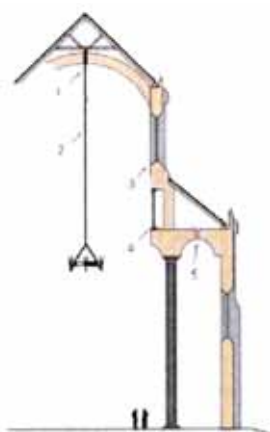
Obr. 4.2.1.28: Princip detekční jednotky nasávacího detektoru kouře VESDA.²⁵



Obr. 4.2.1.29: Závislost hustoty kouře na čase pro nasávací detektor kouře VESDA.²⁵

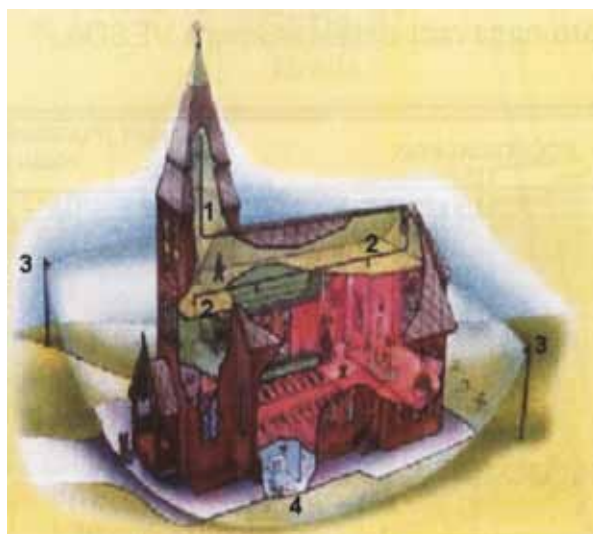


Obr. 4.2.1.30: Uspořádání nasávacích bodů a potrubí nasávacího detektoru kouře VESDA v katedrále.



- 1-nasávací bod – kapilární trubky jsou vedeny stropem z půdního prostoru,
- 2-nasávací bod – kapilární trubka je umotána kolem závěsného řetězu lustru,
- 3-vzorkovací potrubí umístěno nenápadně na spodku oken,
- 4-nasávací bod – kapilární trubka je umístěna na hraně galerie,
- 5-nasávací bod – kapilární trubky jsou vedeny stropem z půdního prostoru

Obr. 4.2.1.31: Nasávací systém detekce kouře v kostele.



- 1 - nasávací potrubí pro věž,
- 2 - nasávací potrubí s navazujícími kapilárními trubkami procházejícími stropem kostelní lodi,
- 3 - detekce požáru termovizní kamerou,
- 4 - ústředna EPS

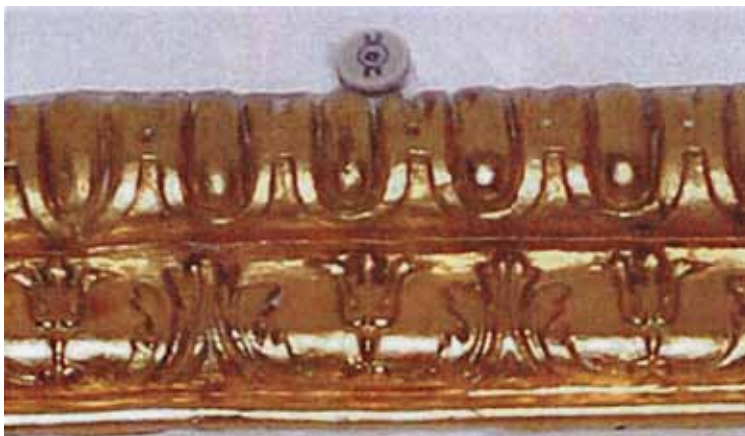
Obr. 4.2.1.32: Jediná viditelná část nasávacího systému detekce kouře je tenká plastová trubka. Hlavní potrubí je umístěno v prostoru půdy nad místností.⁶



Obr. 4.2.1.33: Koncovka jednotky nasávací detekce kouře umístěná nad zlacenou římsou.
Chateu de Versailles



Obr. 4.2.1.34: Detail koncovky jednotky nasávací detekce kouře umístěná nad zlacenou římsou.
Cateu de Versailles



Obr. 4.2.1.35: Příklad umístění ústředny systému nasávací detekce kouře VESDA.
Chateau de Versailles



Obr. 4.2.1.36: Systém nasávací detekce kouře je použit ve velkých otevřených prostorech katedrály v Gloucesteru.²⁶



Obr. 4.2.1.37: Systém nasávací detekce kouře chrání vysoce rizikové prostory paláce Topkapi v Istanbulu.²⁶



Obr. 4.2.1.38: Ústředna a potrubí systému nasávací detekce kouře umístěného v půdních prostorech státního zámku Mníšek pod Brdy.
Foto: J. Zelinger



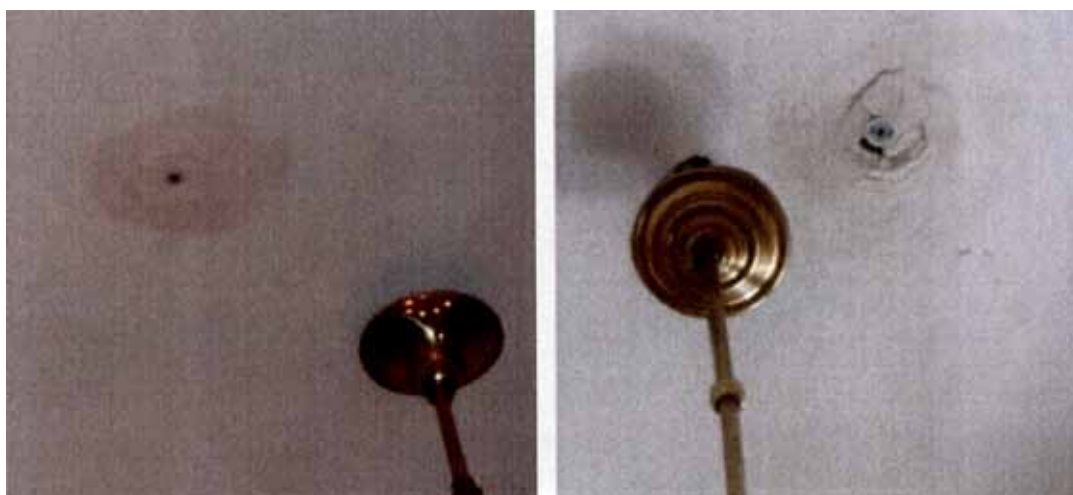
Obr. 4.2.1.39: Průchod stropem potrubí systému nasávací detekce kouře umístěného v půdních prostorech státního zámku Mníšek pod Brdy.

Foto: J. Zelinger



Obr. 4.2.1.44: Poškození stropní omítky v okolí vyústění detekčních trubek systému nasávací detekce kouře na státním zámku Mníšek pod Brdy

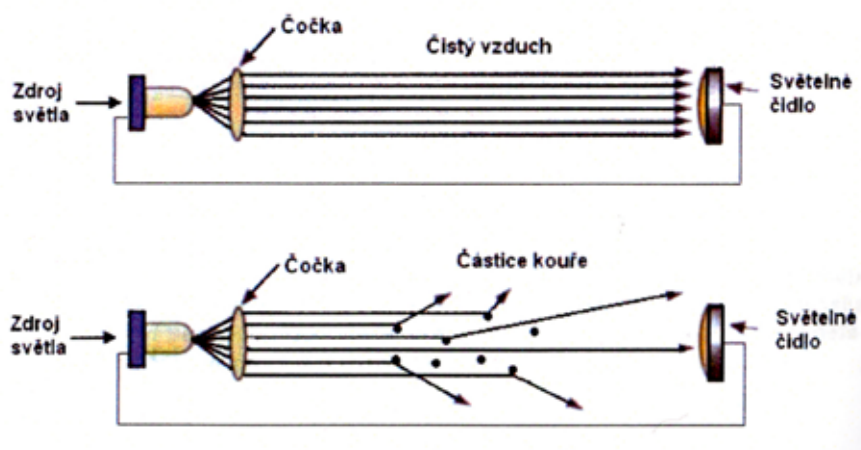
Foto: J. Zelinger



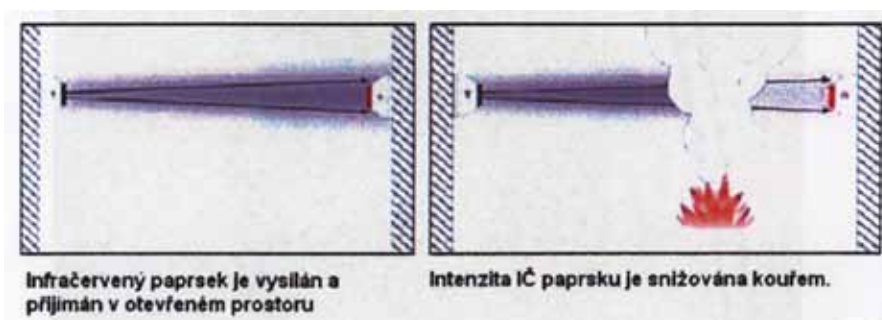
Obr. 4.2.1.41: Mobilní systém nasávací detekce kouře MADAMM vhodný pro použití při rekonstrukci staveb.⁶



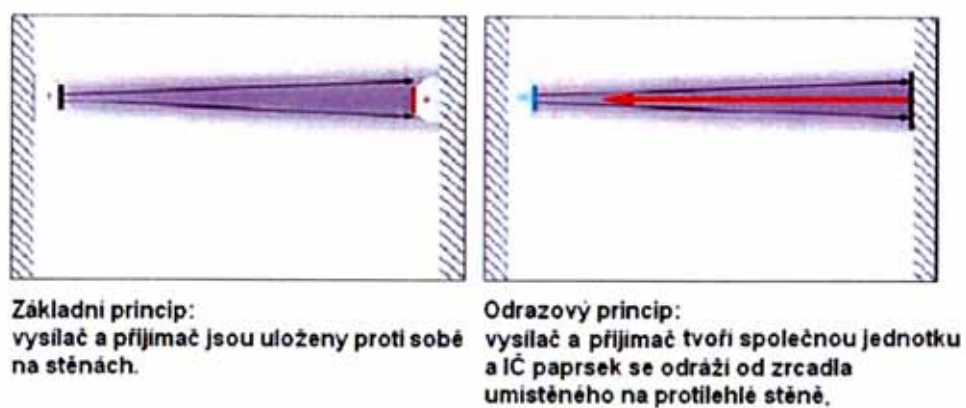
Obr. 4.2.1.42: Schéma funkce lineárního (rozptylového) detektoru kouře.



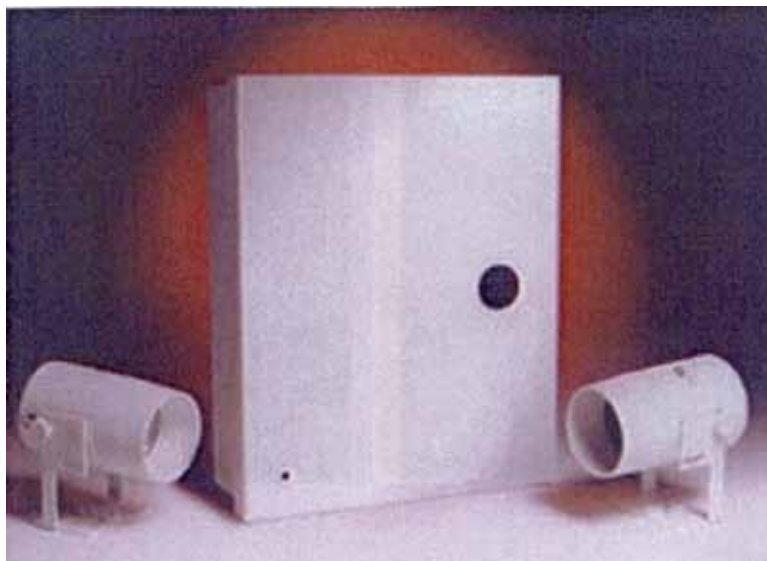
Obr. 4.2.1.43: Princip detekce kouře lineárním detektorem kouře.²⁰



Obr. 4.2.1.44: Možnosti uspořádání lineárního detektoru kouře.²⁰



Obr. 4.2.1.45: Lineární detektor kouře.
(zdroje světla, řídicí jednotka a detekční jednotka)

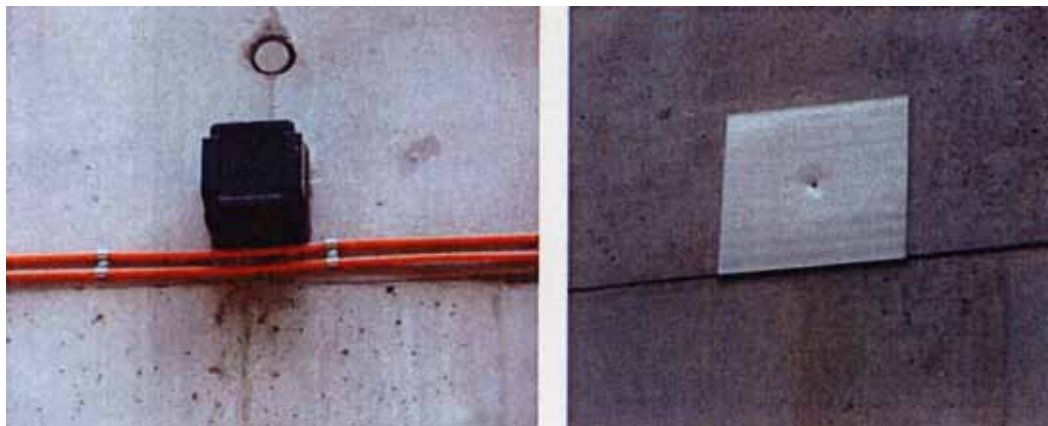


Obr. 4.2.1.46: Lineární detektor kouře.
(zdroj IR paprsku a detekční jednotka jsou společné)

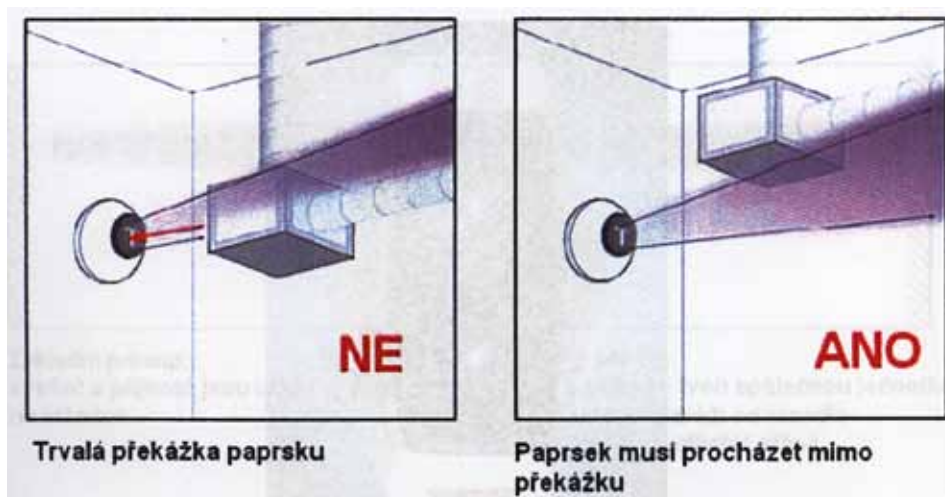


Obr. 4.2.1.47: Lineární detektor kouře a zrcadlo na stěně sálu technické knihovny v Praze, Dejvicích.

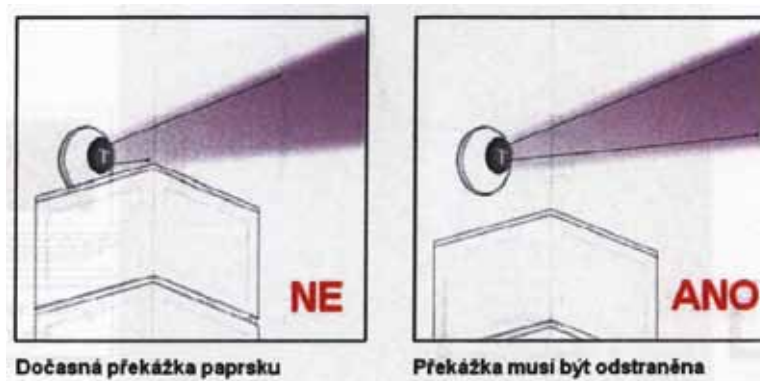
Foto: J. Zelinger



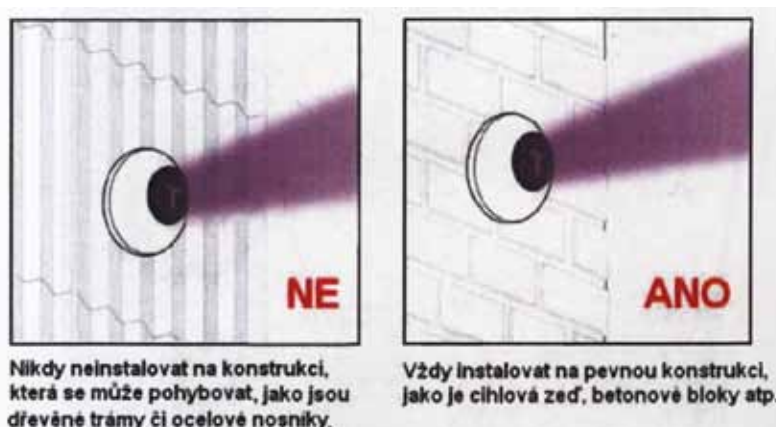
Obr. 4.2.1.48: Trvalé překážky snižující účinnost lineárního detektoru kouře²⁰



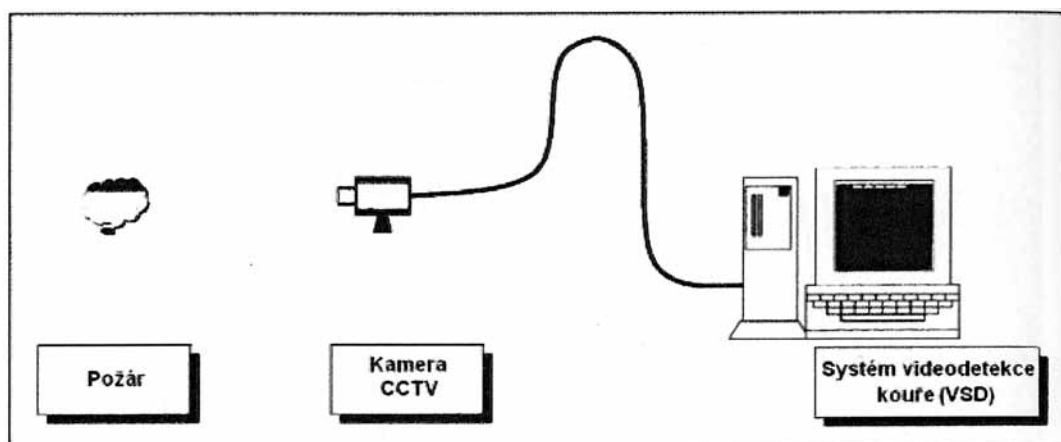
Obr. 4.2.1.49: Dočasné překážky
snižující účinnost lineárního detektoru kouře.²⁰



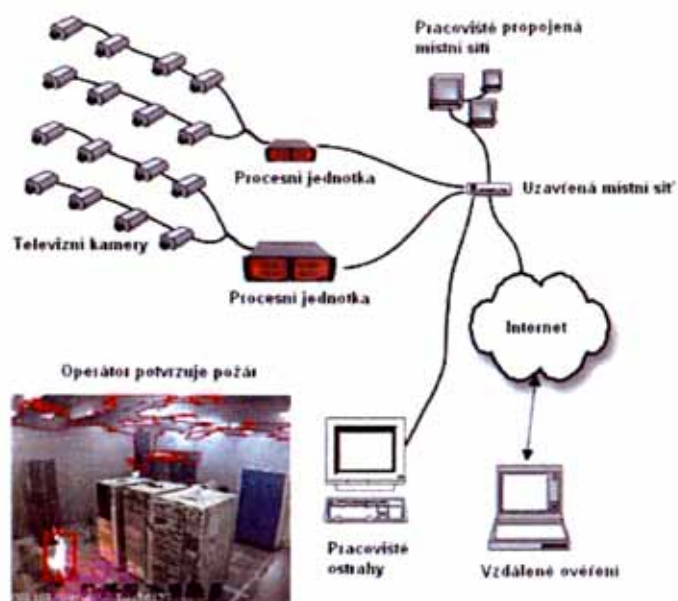
Obr. 4.2.1.50: Pohyby konstrukce, na nichž je instalován
lineární detektor kouře, snižuje jeho účinnost.²⁰



Obr. 4.2.1.51: Princip systému videodetekce kouře (VSD)



Obr. 4.2.1.52: Schéma systému detekce kouře videoteknikou.



Obr. 4.2.1.53: Obráz kouře, který je sledován a vyhodnocován systémem VSD.²⁰

SigniFire

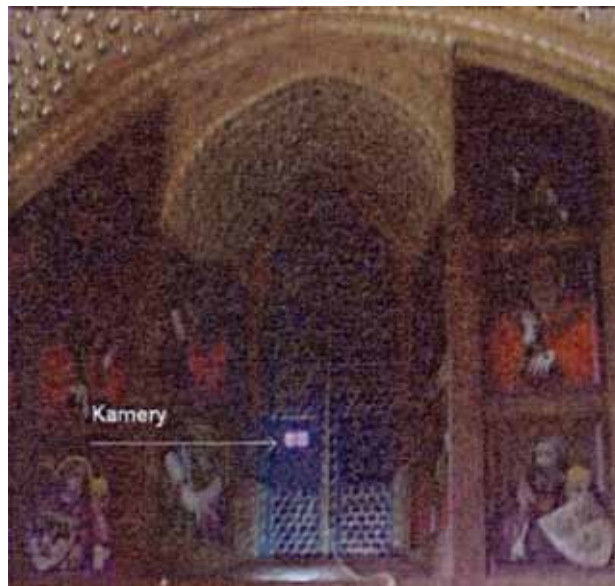


Obr. 4.2.1.54: Pohled na instalovaný systém VSD chránící Křížovou kapli na státním hradě Karlštejn.

Foto: M. Černý



Obr. 4.2.1.55: Pohled na okno Křížové kaple státního hradu Karlštejn, za nímž jsou umístěny kamery VSD.
COMPRIMA, Fot: J. Zelinger



Obr. 4.2.1.56: Detektor vyzařování plamene s trojnásobnou detekcí IR zařízení.
Net Safety



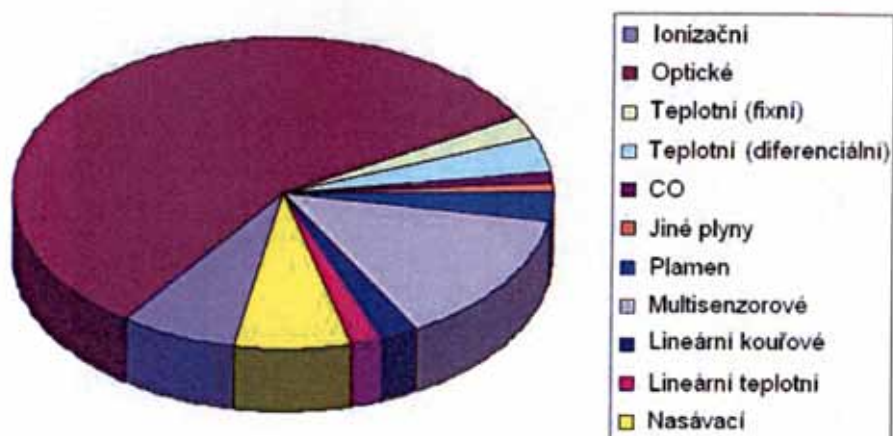
Obr. 4.2.1.57: Sledování historického centra dřevěného města termovizní kamerou.



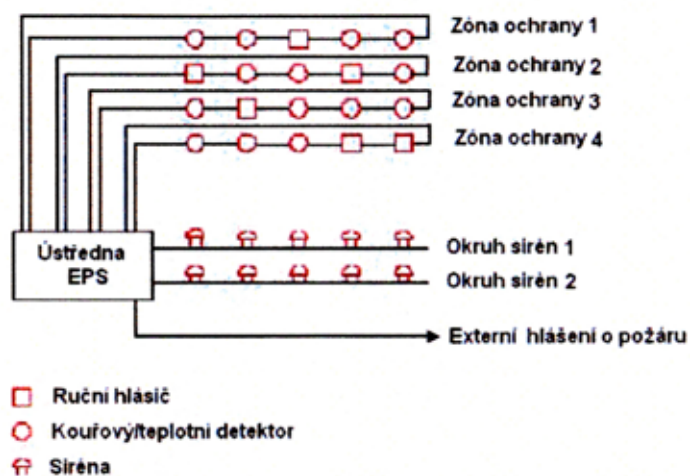
Obr. 4.2.1.58: Sledování zahřátí elektrických pojistek termovizní kamerou.



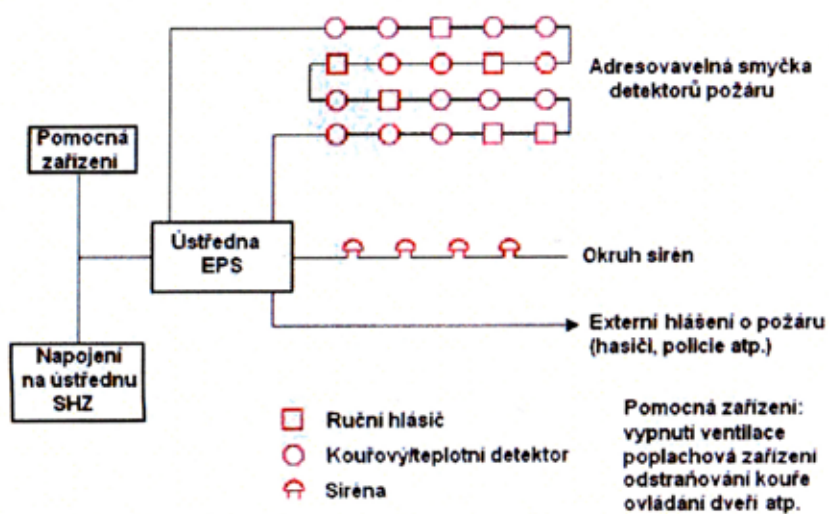
Obr. 4.2.1.59: Rozložení trhu s detektory požáru v EU v roce 2003.²⁵



Obr. 4.2.1.60: Konvenční systém detekce požáru.

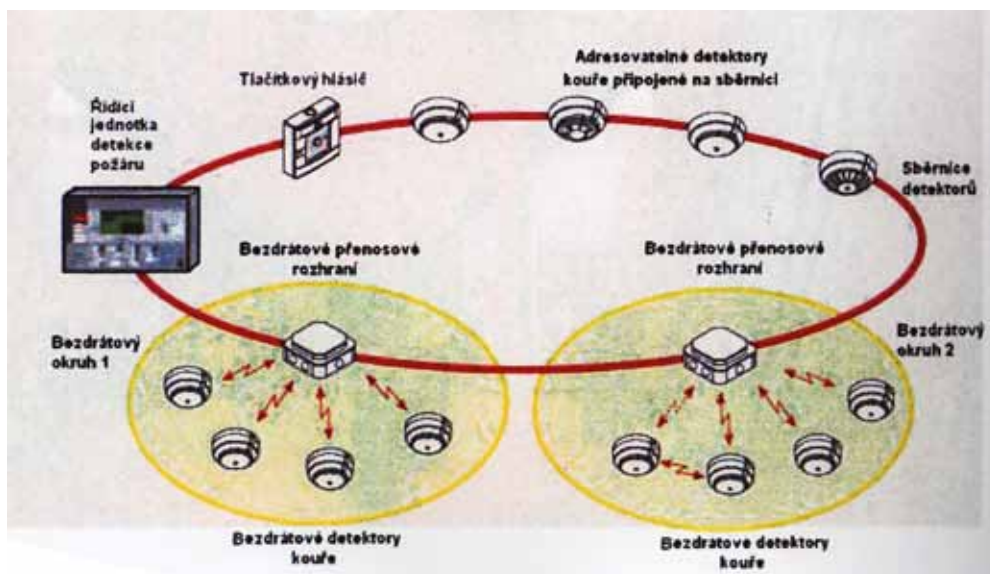


Obr. 4.2.1.61: Adresovatelný systém detekce požáru.



Obr. 4.2.1.62: Systém detekce požáru – kombinace adresovatelného a bezdrátového připojení detektorů.

Siemens



Obr. 4.2.1.63: Bezdrátové detektory kouře.



Obr. 4.2.1.64: Výstavní místnost Rijksmuseum, Amsterdam, Holandsko, kde k detekci požáru je použit kombinovaný systém adresovatelných a bezdrátových detektorů kouře.



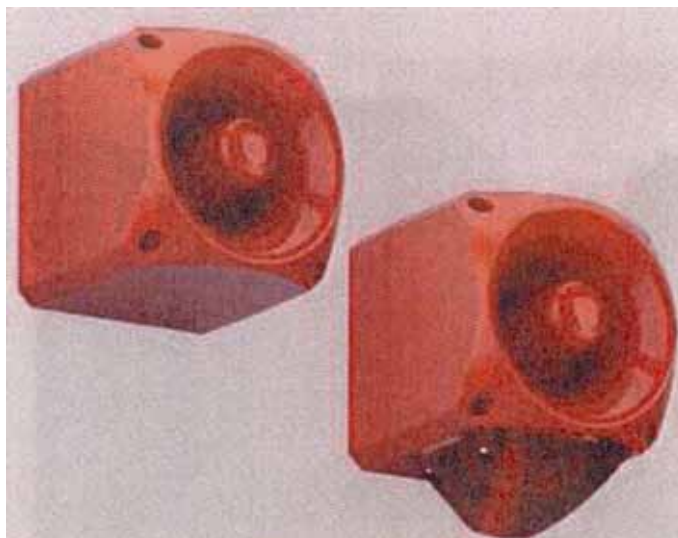
Obr. 4.2.1.65: Divadlo Mariánské Lázně, kde je k detekci požáru použit kombinovaný systém adresovatelných a bezdrátových detektorů kouře.
Euroalarm



Obr. 4.2.1.66: Elektrický požární zvonek a elektrická poplachoá siréna.
Klaxon



Obr. 4.2.1.67: Hlasové sirény.
Nexus, Klaxon



Obr. 4.2.1.68: Soustava světelných majáků.
Klaxon

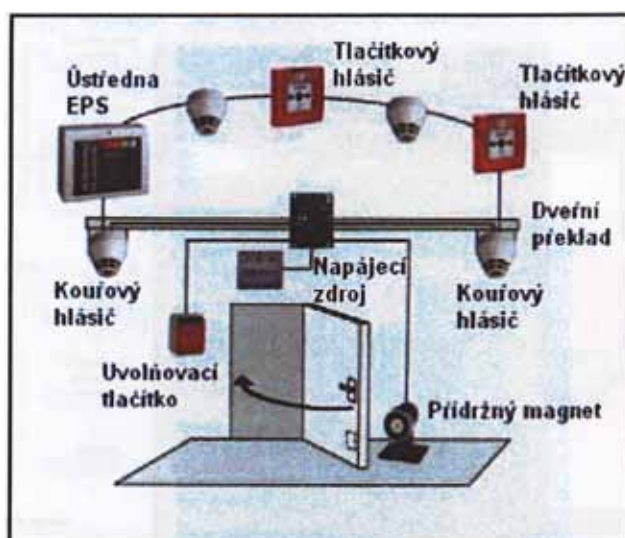


Obr. 4.2.1.69: Dálkově ovládané zařízení pro odvod kouře.



Obr. 4.2.1.70: Schéma zařízení pro koordinované zavírání požárních dveří v případě požáru.

Honeywell



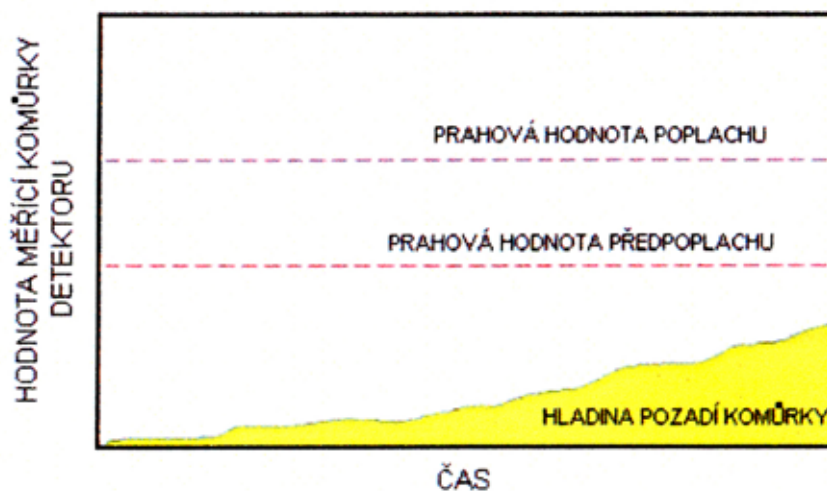
Obr. 4.2.1.71: Detail zařízení pro koordinované zavření dveří.⁴³
Cranford Controls



Obr. 4.2.1.72: Bezdrátově bateriemi napájené zařízení pro koordinované zavření dveří.⁴⁴
Dorgard, Euroalarm

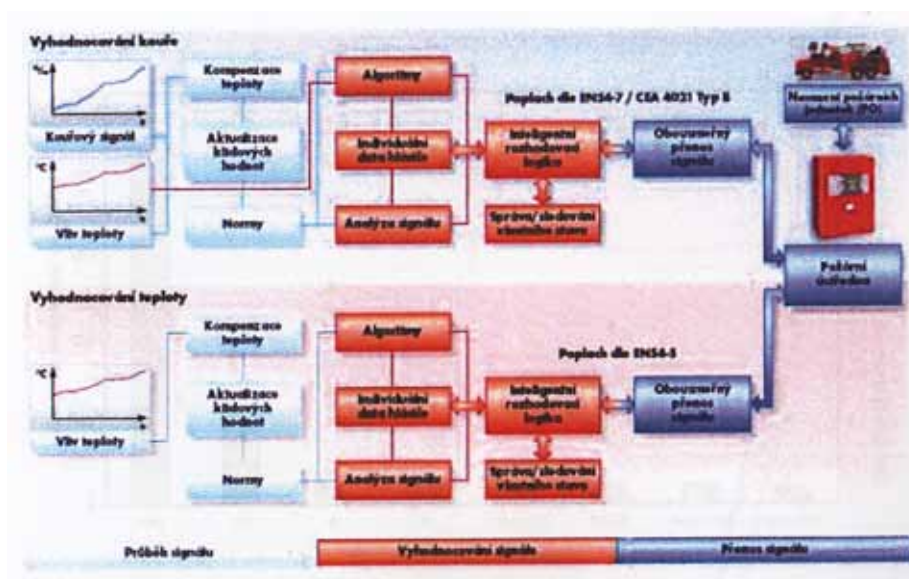


Obr. 4.2.1.73: Vzrůst citlivosti detektoru kouře vlivem znečištění.²⁰

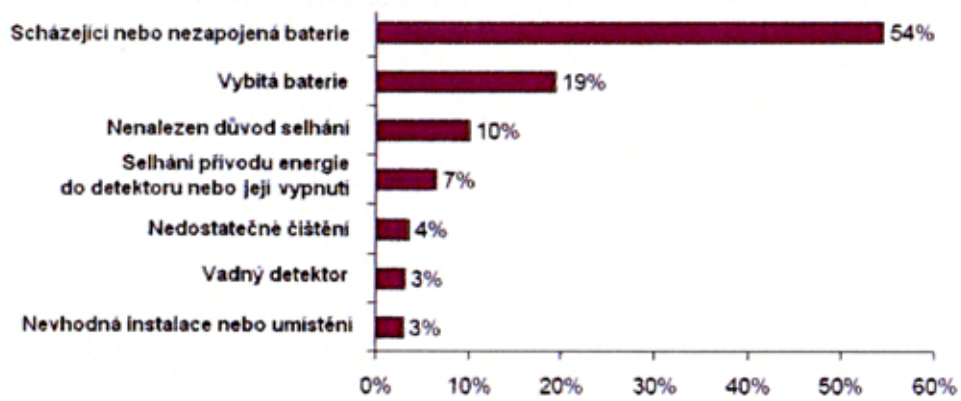


Obr. 4.2.1.74: Blokové schéma vyhodnocení signálu multisenzorového detektoru.

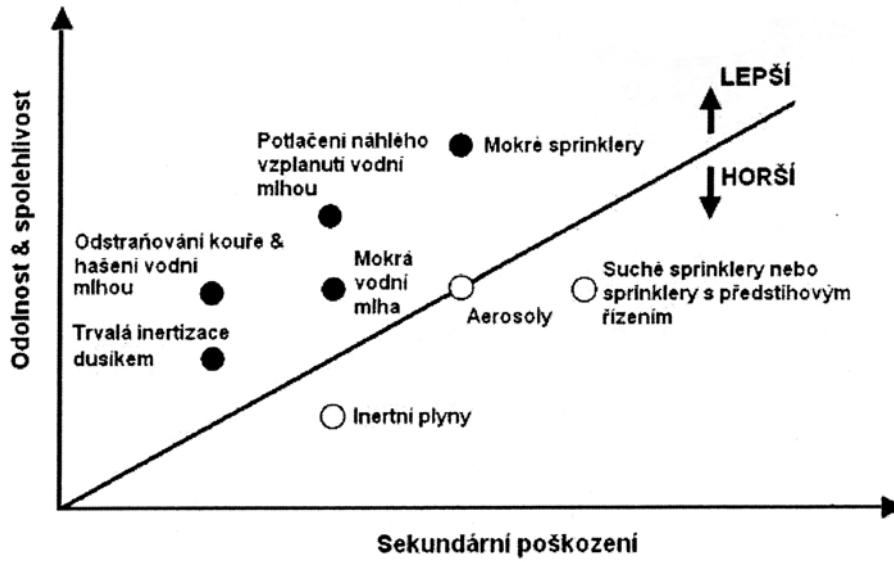
Schrack



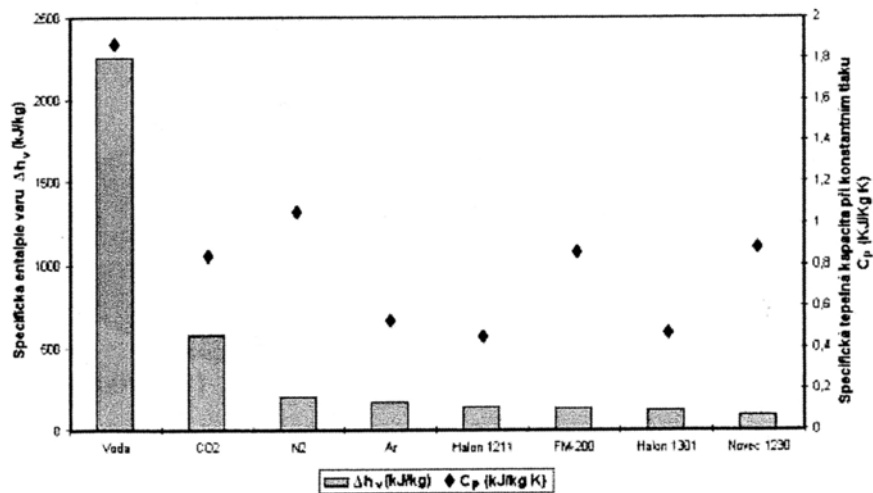
Obr. 4.2.1.75: Důvody selhání detektorů kouře.⁴⁹



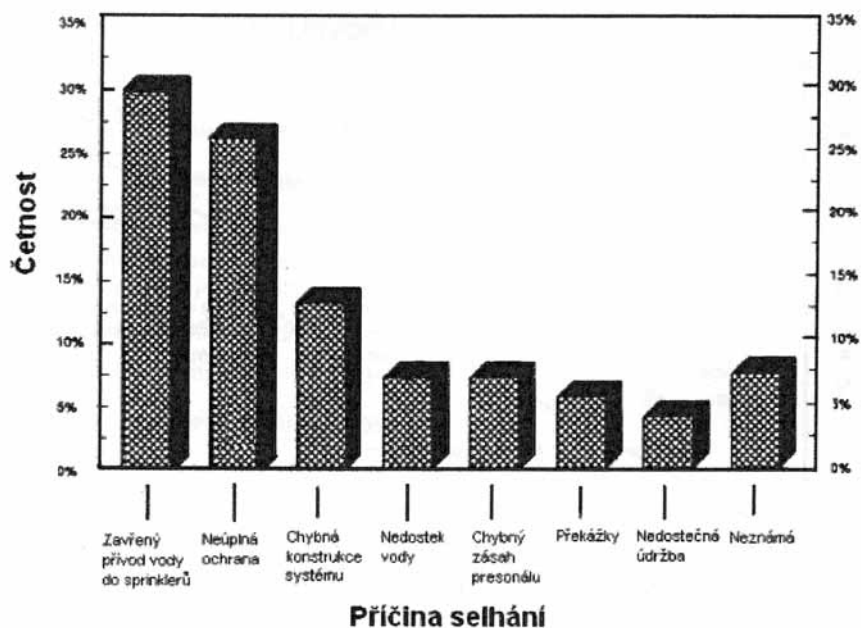
Obr. 4.2.2.1: Vztah mezi odolností a spolehlivostí a sekundárním poškozením pro různé SHZ.



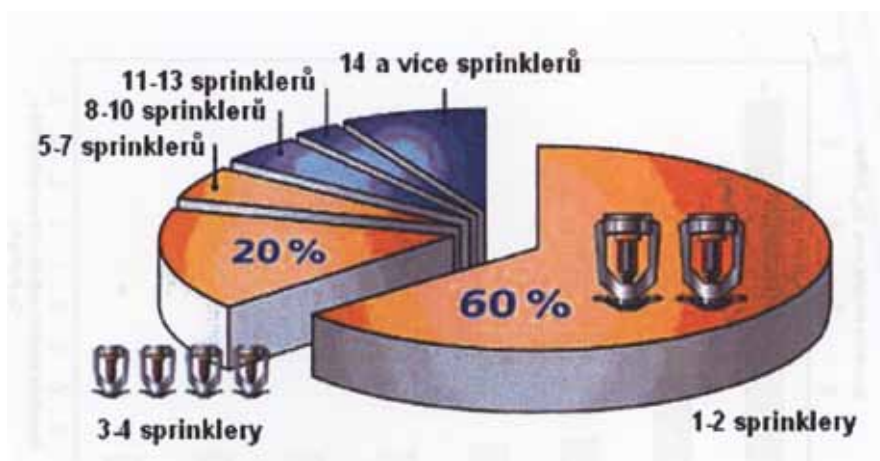
Obr. 4.2.2.2: Srovnání tepelných vlastností hasiv.



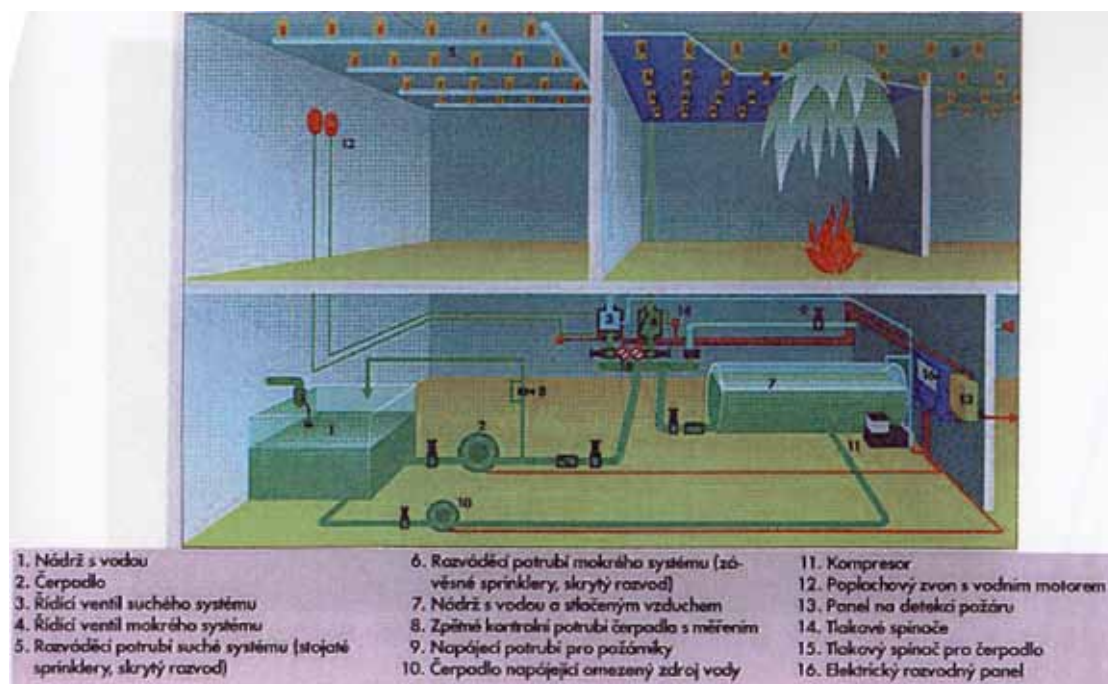
Obr. 4.2.2.3: Hlavní příčiny selhání sprinklerového SHZ.



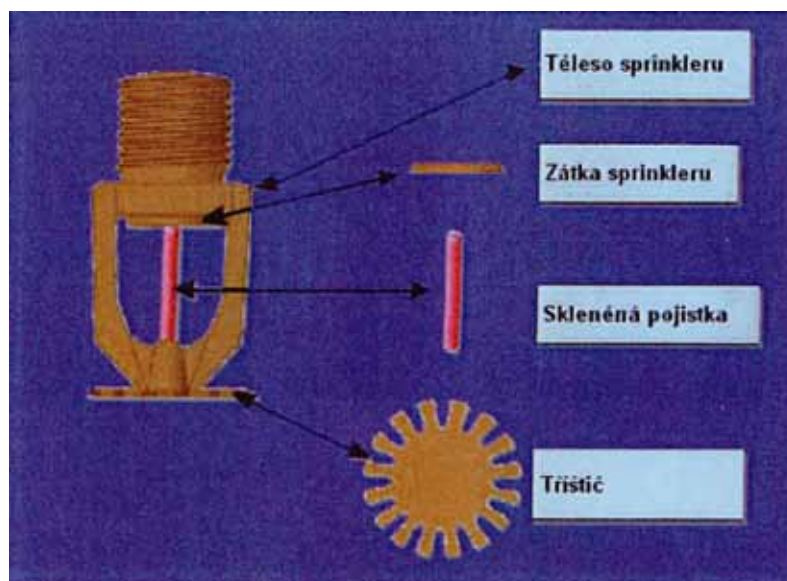
Obr. 4.2.2.4: Počet sprinklerů nezbytný k uhašení požáru.



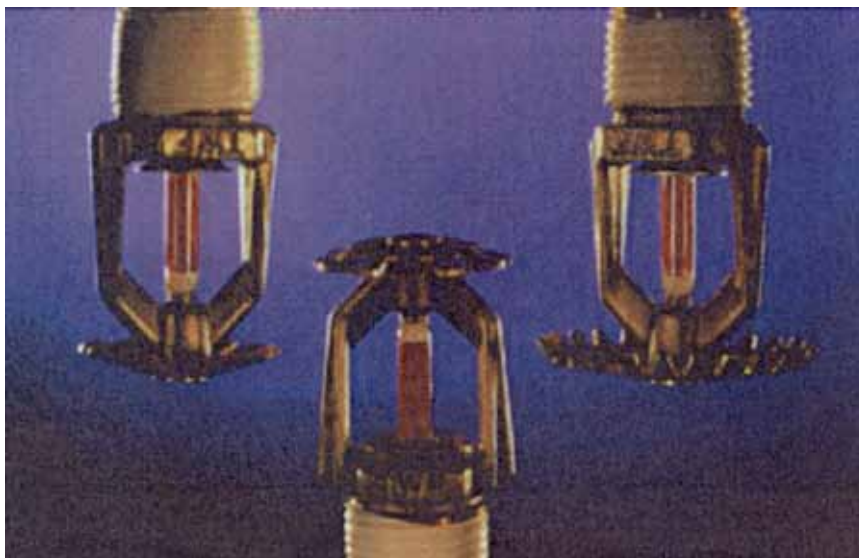
Obr. 4.2.2.5: Schéma sprinklerového systému.
Tyco



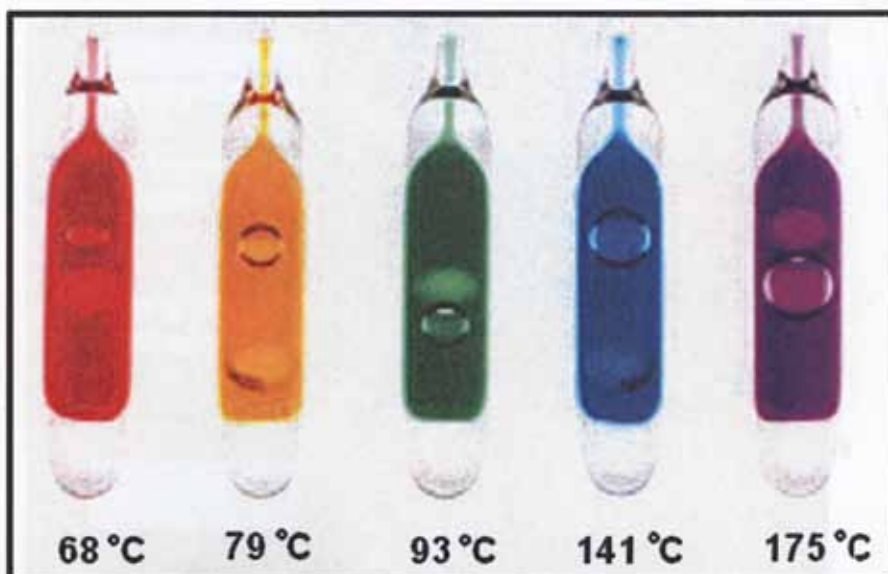
Obr. 4.2.2.6: Základní součástky sprinkleru.



Obr. 4.2.2.7: Zavěšené a stojaté sprinklery.



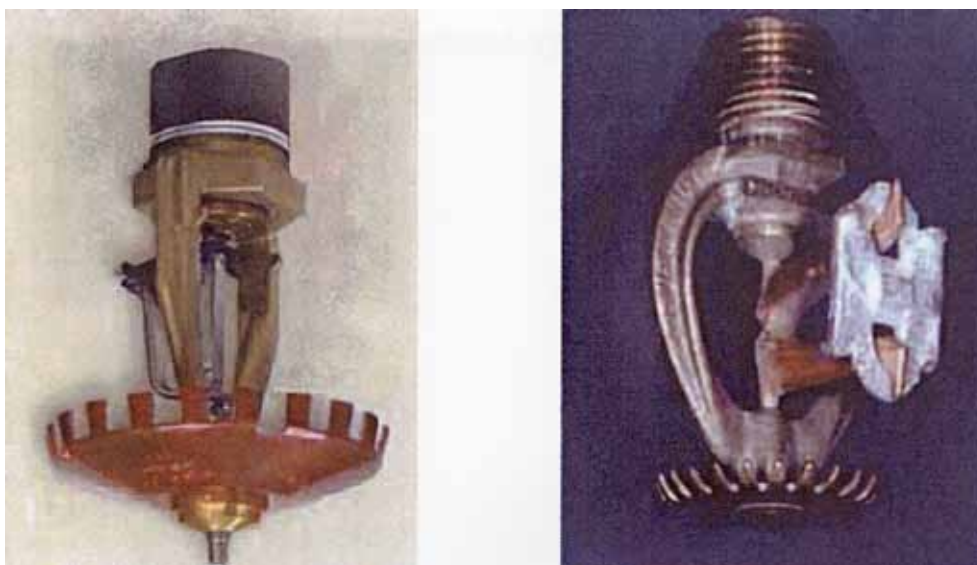
Obr. 4.2.2.8: Skleněné pojistky sprinklerů.
Barvou je označena otevírací teplota sprinklerové hlavice.



Obr. 4.2.2.9: Rozstřík sprinklerové hlavice.



Obr. 4.2.2.10: Sprinklery s tavnou pojistkou.



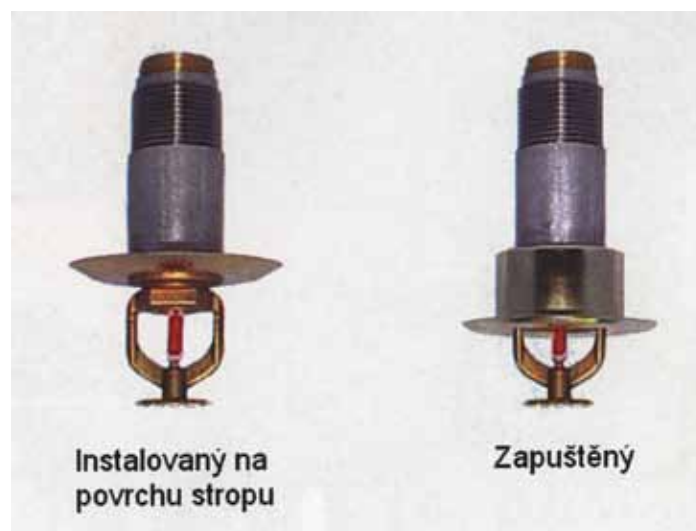
Obr. 4.2.2.11: Základní typy sprinklerových hlavíc.
Viking



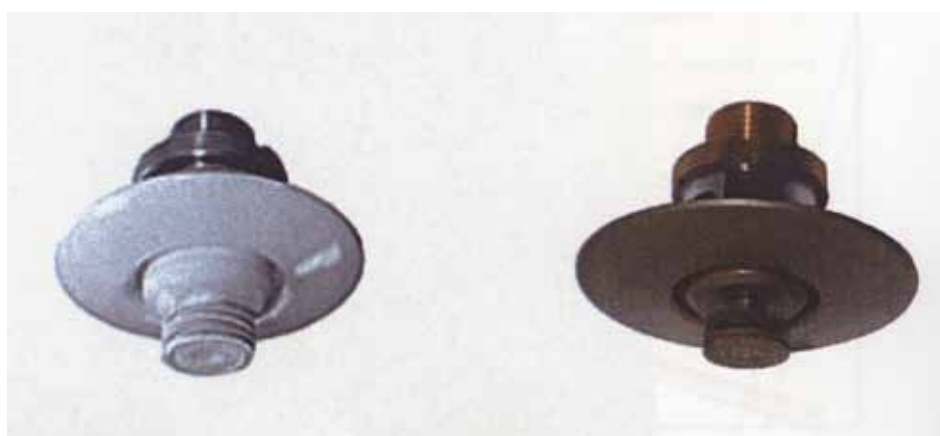
Obr. 4.2.2.12: Vzhled zavěšené a horizontální stranové sprinklerové hlavice s kvalitní povrchovou úpravou.



Obr. 4.2.2.13: Suchý zavěšený sprinkler.



Obr. 4.2.2.14: Ozdobné zapuštěné výsuvné
sprinklerové hlavice.



Obr. 4.2.2.15: Zakryté sprinklerové hlavice.



Obr. 4.2.2.16: Selhání sprinkleru na půdě budovy
Ředitelství pro kulturní dědictví v Oslo
Foto: J. Zelinger

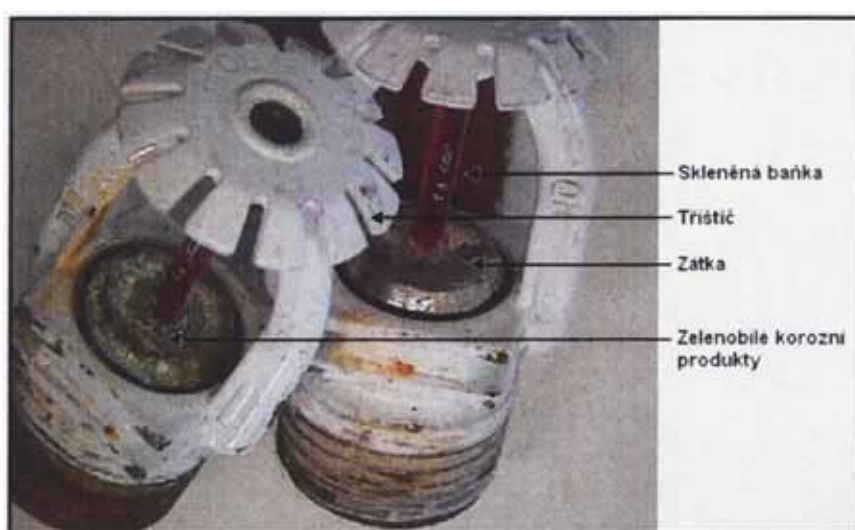


Obr. 4.2.2.17: Důsledky selhání sprinklerů
na půdě budovy Ředitelství pro kulturní dědictví v Oslo.

Foto: J. Zelinger



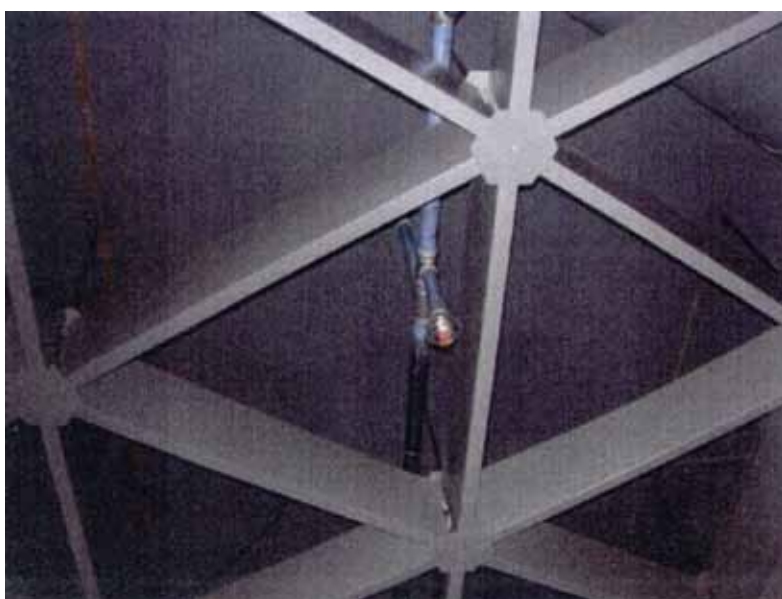
Obr. 4.2.2.18: Koroze sprinklerů



Obr. 4.2.2.19: Použití sprinklerů v Muzeu norské námořní plavby, Oslo.
Foto: J. Zelinger



Obr. 4.2.2.20: Použití sprinklerů v Muzeu norské námořní plavby, Oslo.
Foto: J. Zelinger



Obr. 4.2.2.21: Použití sprinklerů v Muzeu norské námořní plavby, Oslo.
Foto: J. Zelinger



Obr. 4.2.2.22: Stropní sprinkler.
Schönbrunn
Foto: W. Kippes



Obr. 4.2.2.23: Strop se sprinklery



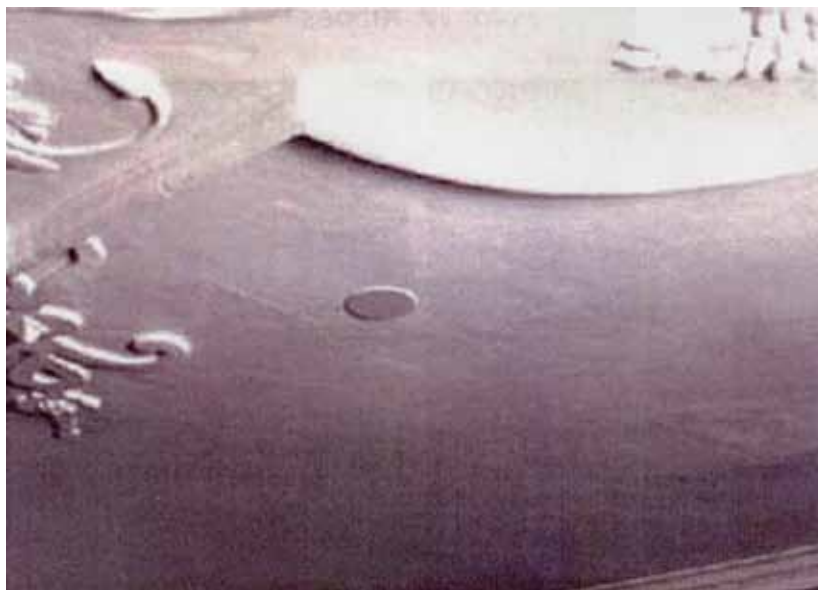
Obr. 4.2.2.24: Stěnový sprinkler málo patrný ve štukové výzdobě.

Schönbrunn

Foto: W. Kippes



Obr. 4.2.2.25: Detail zakrytého sprinkleru.



Obr. 4.2.2.26: Servisního sloupy,
v nichž jsou umístěny sprinklerové hlavice.

Schönbrunn.

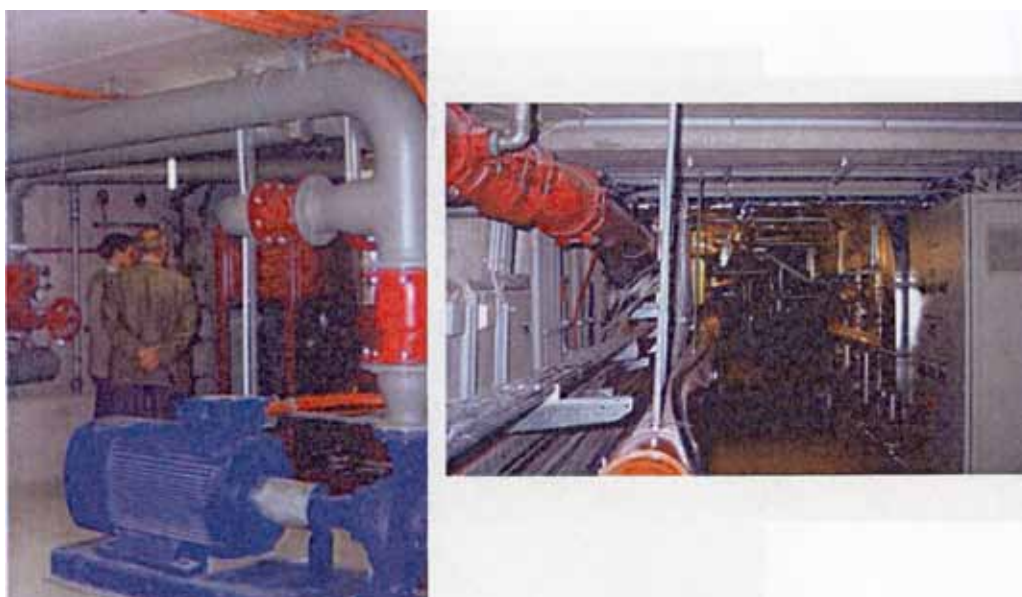
Foto: Petr Rohlén



Obr. 4.2.2.27: Výstavba nádrže vody pro zásobování sprinklerů.
Schönbrunn.
Foto: W. Kippes



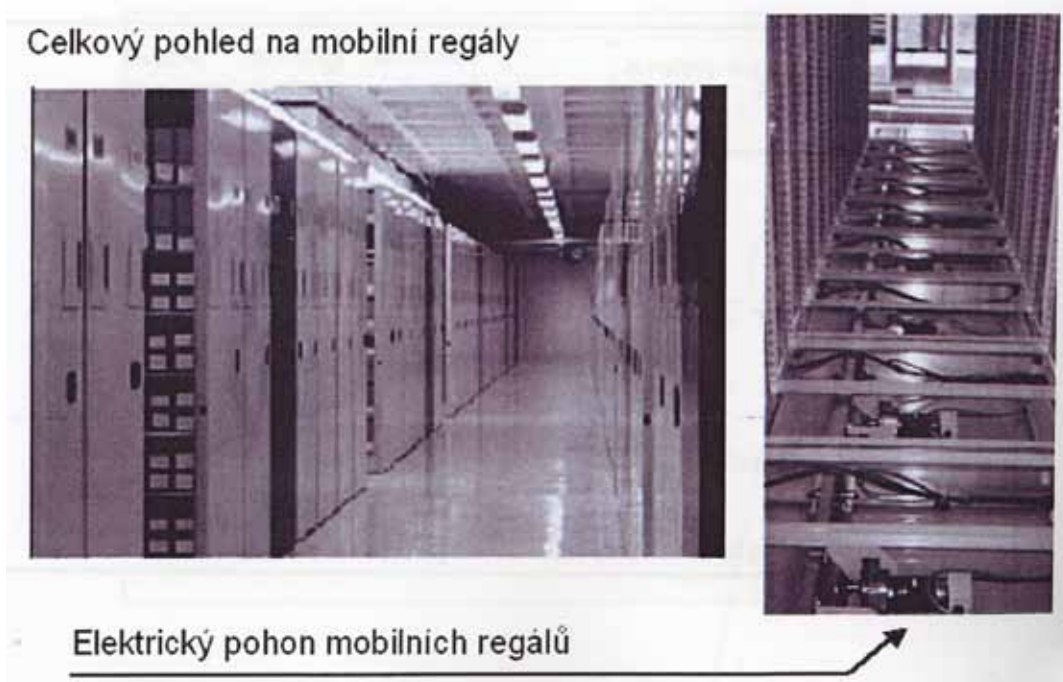
Obr. 4.2.2.28: Strojovna sprinklerů spolu s distribučním potrubím.
Schönbrunn
Foto: W. Kippes



Obr. 4.2.2.29: Ochrana regálů s knihami sprinklery.
Národní knihovna Edinburgh






Obr. 4.2.2.30: Mobilní regály v Národním archivu USA.¹⁴
Washington, DC, USA



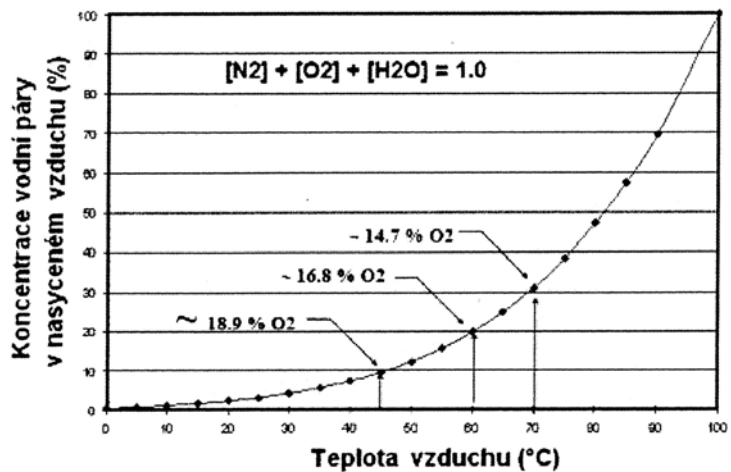
Obr. 4.2.2.31: Ochrana plastové střechy Domu umění sprejovým systémem.
 Gratz
 Total Walther



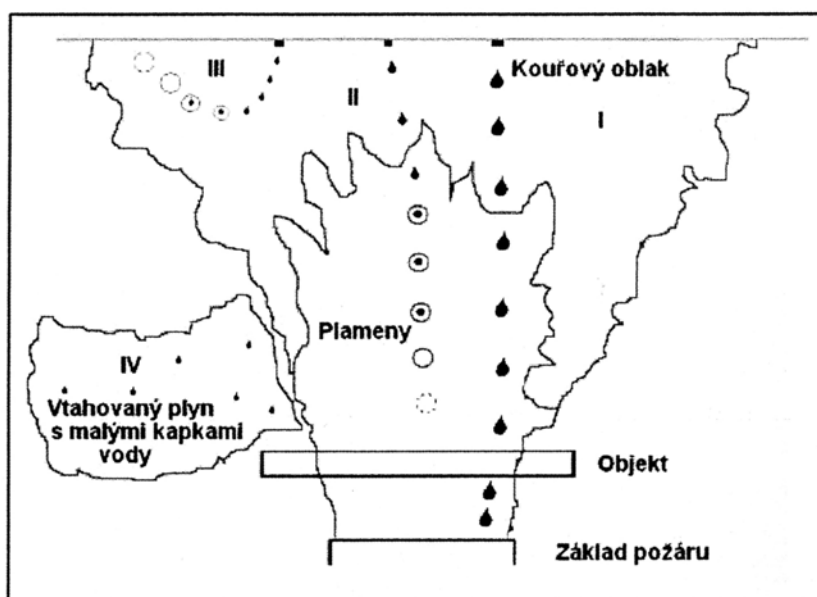
Obr. 4.2.2.32: Porovnání velikosti kapek vody
 hasicích systémů na bázi vody.
 Fogtec

Typ zařízení		Velikost kapek (μm)	Plocha povrchu	Počet kapek
Konvenční sprinklery		>1000	1	1
System nizkotlaké vodni mlhy		300	10	40
System vysokotlaké vodni mlhy		50	400	8000

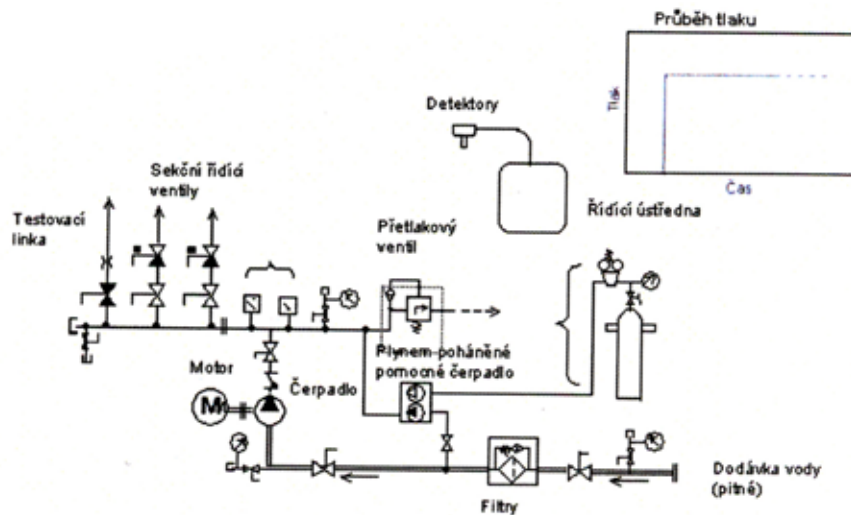
Obr. 4.2.2.33: Vztah mezi teplotou plynu a objemovou koncentrací vodní páry ve vodou nasyceném vzduchu.



Obr. 4.2.2.34: Typické dráhy vodních kapek vodní mlhy různé velikosti v oblaku požáru.



Obr. 4.2.2.35: Schéma vysokotlakého systému vodní mlhy s vysokotlakým čerpadlem.



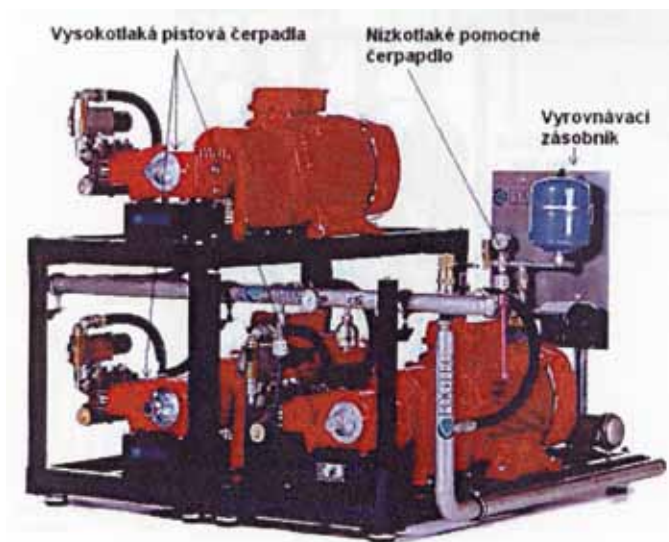
Obr. 4.2.2.36: Strojovna systému vysokotlaké vodní mlhy v Technické knihovně v Praze, Dejvicích.

Fogtec

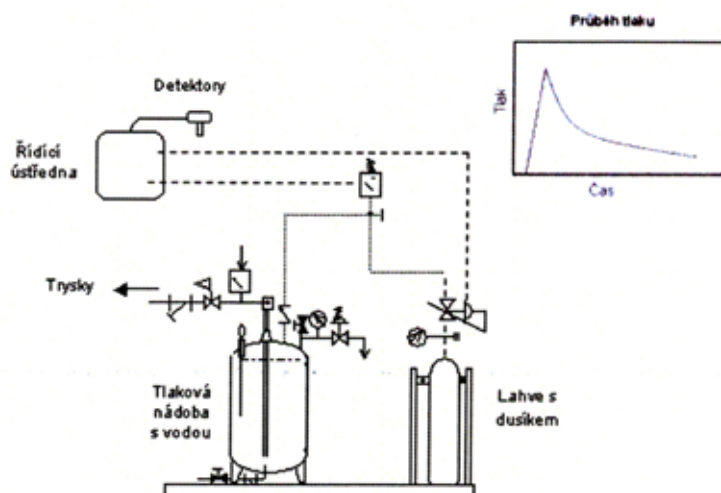
Foto: J. Zelinger



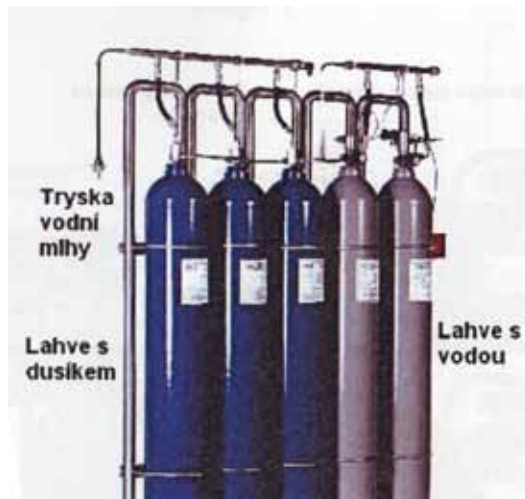
Obr. 4.2.2.37: Čerpadlový agregát systému vysokotlaké mlhy.
Fogtec



Obr. 4.2.2.38: Schéma samostatného lahvévého systému vodní mlhy.



Obr. 4.2.2.39: Samostatný lahvový systém vysokotlaké vodní mlhy.
Fogtec

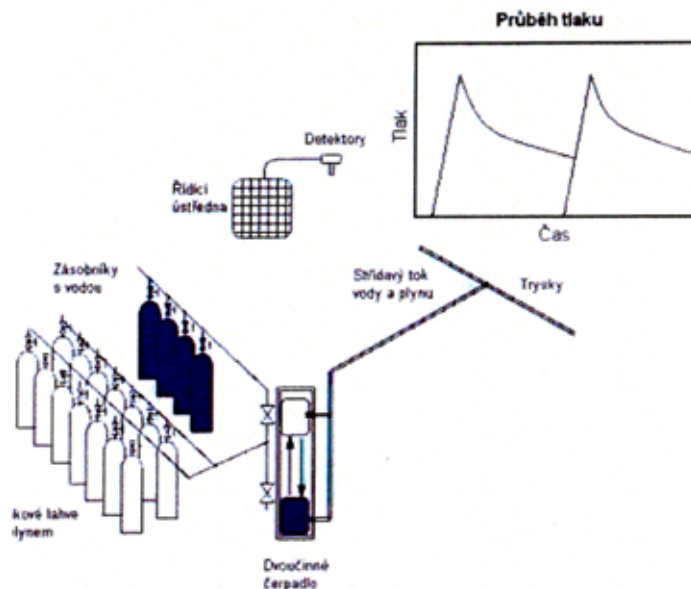


Obr. 4.2.2.40: Samostatný systém nízkotlaké vodní mlhy.
Micromist, Fike



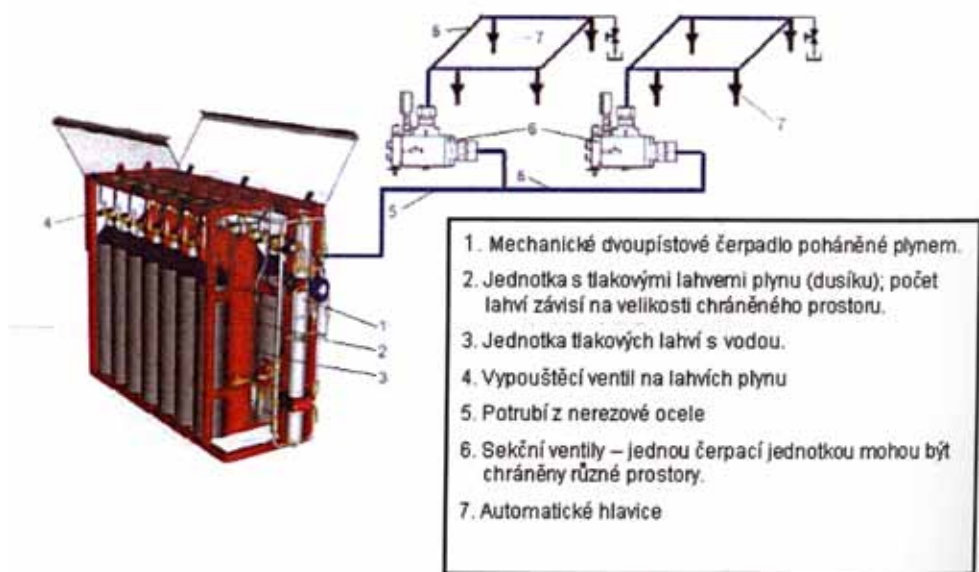
Obr. 4.2.2.41: Schéma samostatného systému vysokotlaké vodní mlhy pracujícího s čerpadlem poháněným plynem – GPU.

Marioff, HI-FOG

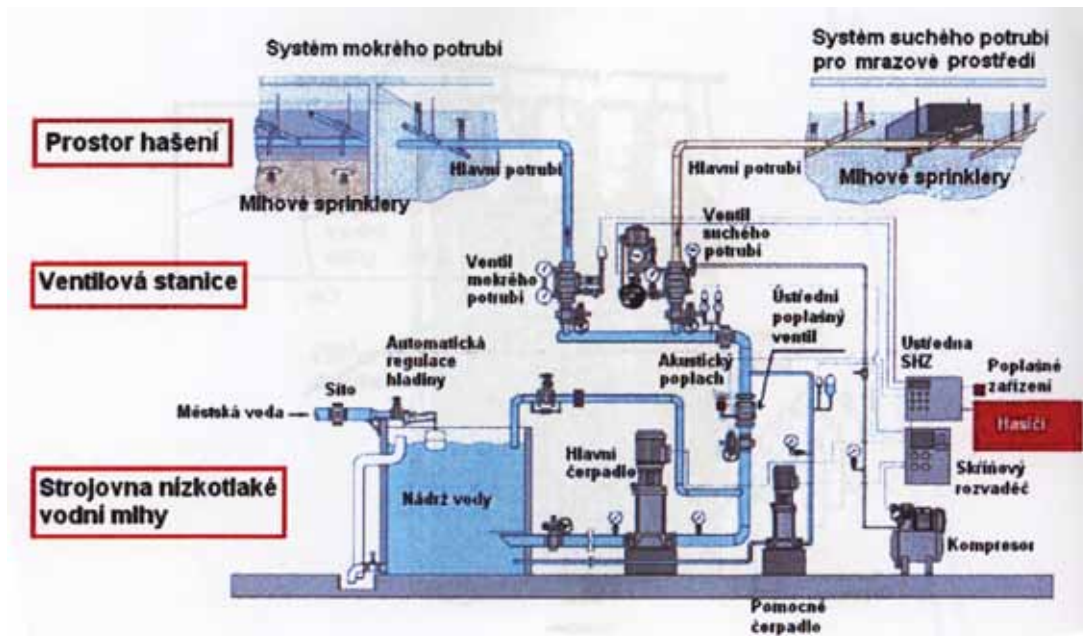


Obr. 4.2.2.42: Samostatný systém vysokotlaké vodní mlhy pracující s čerpadlem poháněným plynem – GPU.

Marioff, HI-FOG



Obr. 4.2.2.43: Systém nízkotlaké vodní mlhy.
Minimax



Obr. 4.2.2.44: Různé typy hlavice/hubice vysokotlaké vodní mlhy.



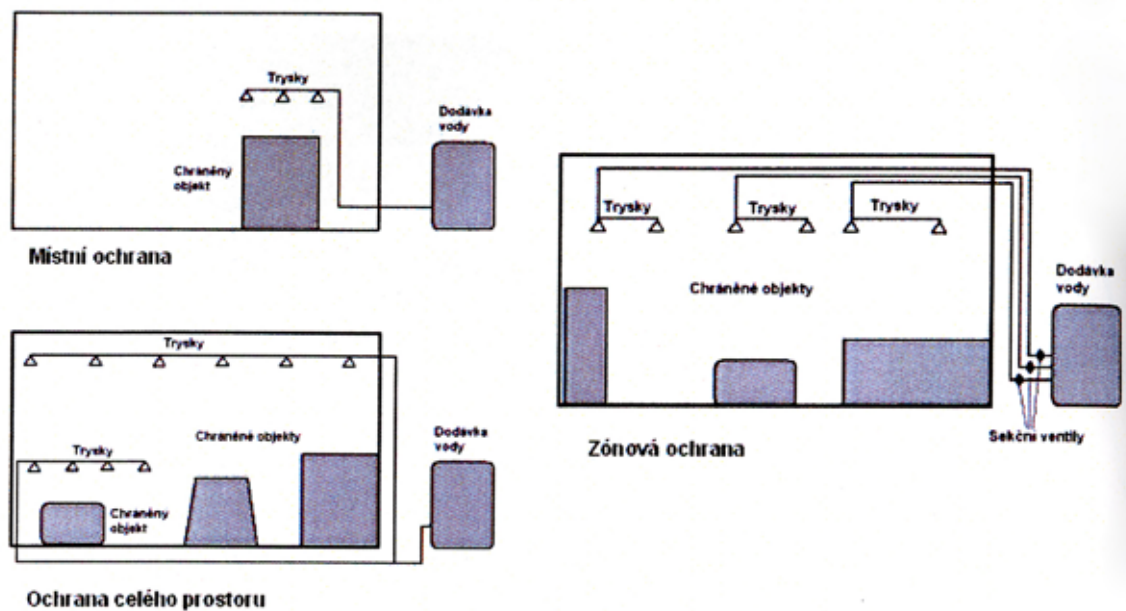
Obr. 4.2.2.45: Rozstřík automatické hlavice systému vysokotlaké vodní mlhy.
Fogtec



Obr. 4.2.2.46: Hubice nízkotlaké vodní mlhy.



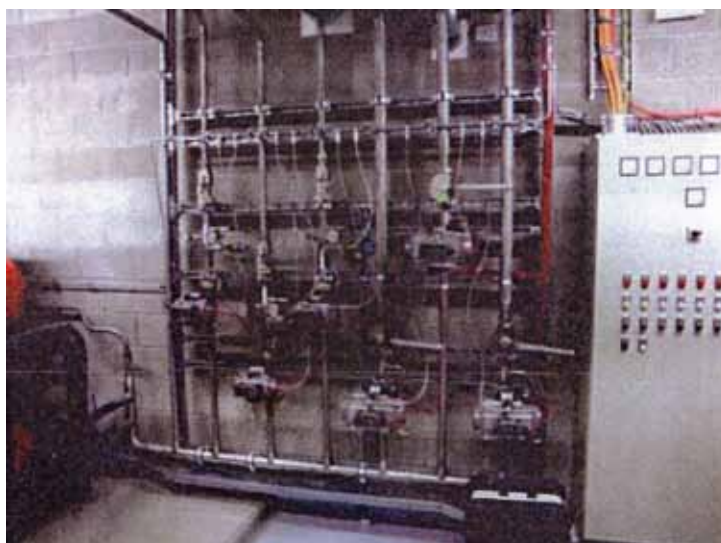
Obr. 4.2.2.47: Způsoby ochrany objektů vodní mlhou.



Obr. 4.2.2.48: Soustava sekčních ventilů systému vysokotlaké mlhy v Technické knihovně v Praze, Dejvicích.

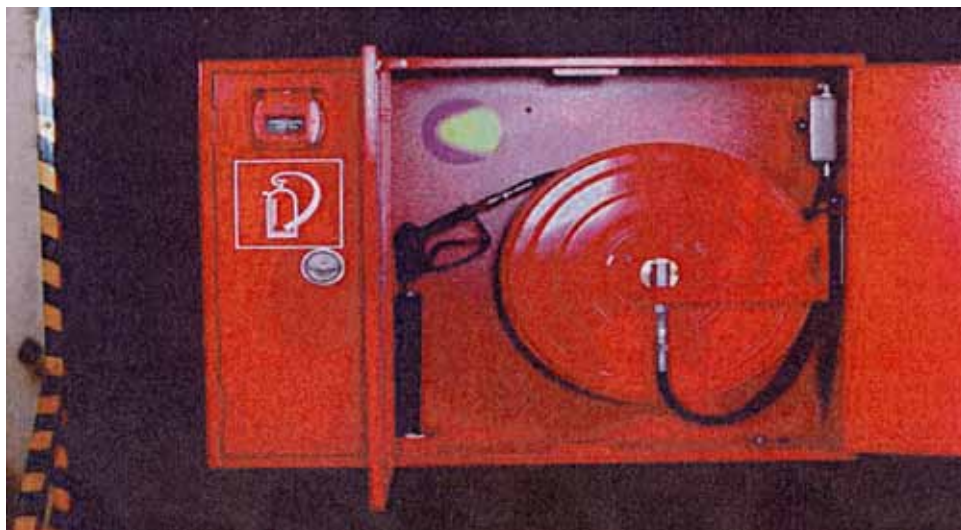
Fogtec

Foto: J. Zelinger



Obr. 4.2.2.49: Nástěnný hydrant pracující s vysokotlakou vodní mlhou.
Skříň hydrantu obsahuje naviják s plastovou tvarově stálou hadicí
a ruční hasicí pistolí.

Fogtec



Obr. 4.2.2.50: Nástěnný hydrant pracující s vysokotlakou vodní mlhou.
Skříň hydrantu obsahuje naviják s plastovou tvarově stálou hadicí
a ruční hasicí pistolí.

Fogtec

Foto: J. Zelinger



Obr. 4.2.2.51: Mobilní hasicí jednotka vysokotlaké vodní mlhy.
Fogtec



Obr. 4.2.2.52: Požární ochrana dřevěného sloupového kostela Habo systémem vysokotlaké vodní mlhy – rozvodné potrubí a hlavice jsou umístěny na římsách a jsou zespoda obtížně pozorovatelné.

Foto: Arvidson, M.: SP Technický výzkumný institut Švédska, oddělení požární technologie, Borås, Švédsko



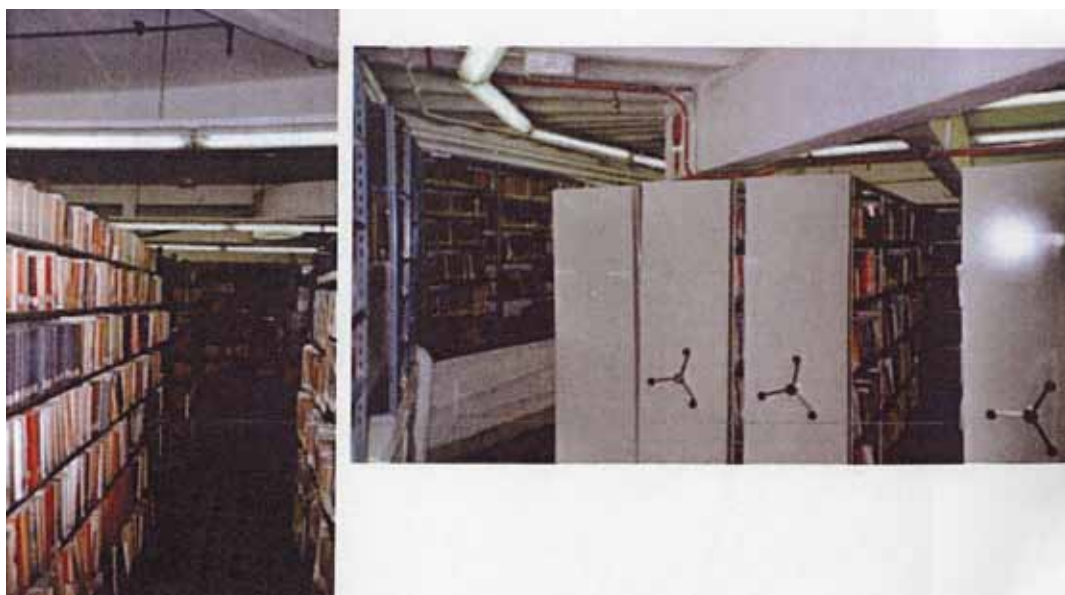
Obr. 4.2.2.53: Ochrana veřejné knihovny v Trevíru
systémem vysokotlaké vodní mlhy s předstihovým řízením.

Foto: FOGTEC

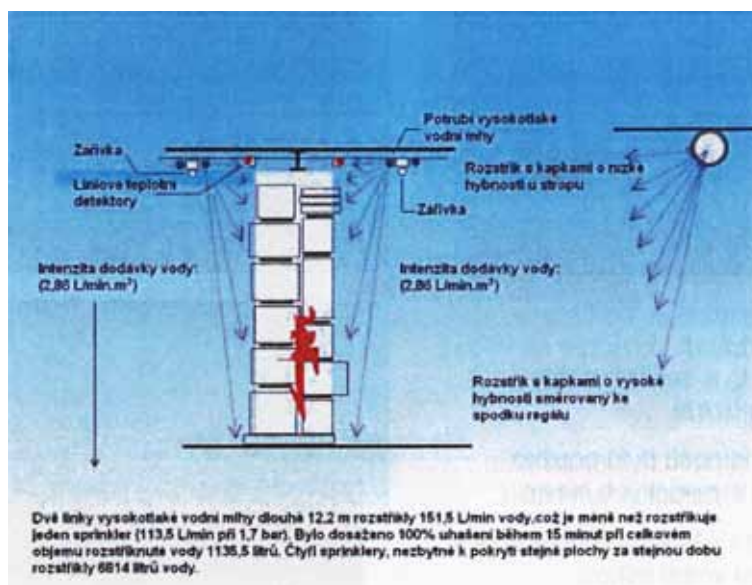


Obr. 4.2.2.54: Ochrana Biskajské knihovny v Bilbao, Španělsko,
systémem vysokotlaké vodní mlhy

Foto: FOGTEC



Obr. 4.2.2.55: Detail uspořádání regálů a prototyp vysokotlakého systému vodní mlhy pro trezory vzácných knih.¹⁶
Kongresová knihovna



Obr. 4.2.2.56: Nová budova Technické knihovny v Praze, Dejvicích.
Foto: J. Zelinger



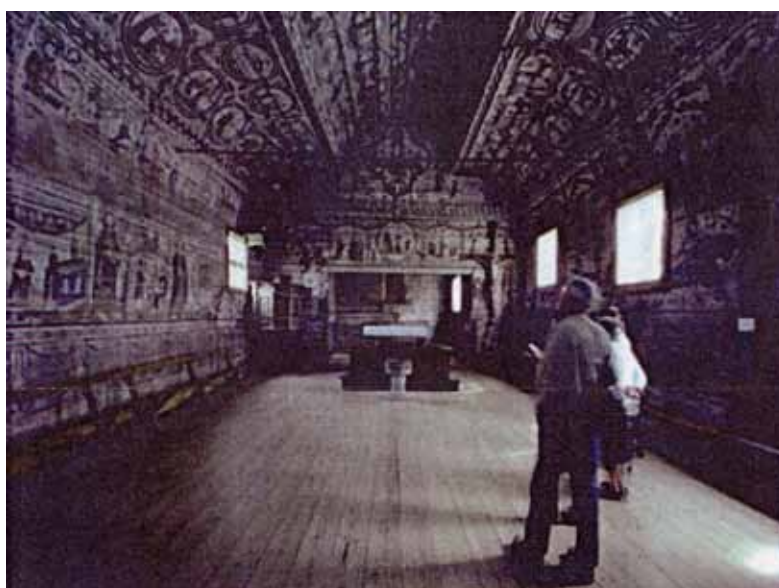
Obr. 4.2.2.57: Ochrana kompaktních regálů systém vysokotlaké vodní mlhy FOGTEC v prostorech Technické knihovny v Praze, Dejvicích

Foto: J. Zelinger

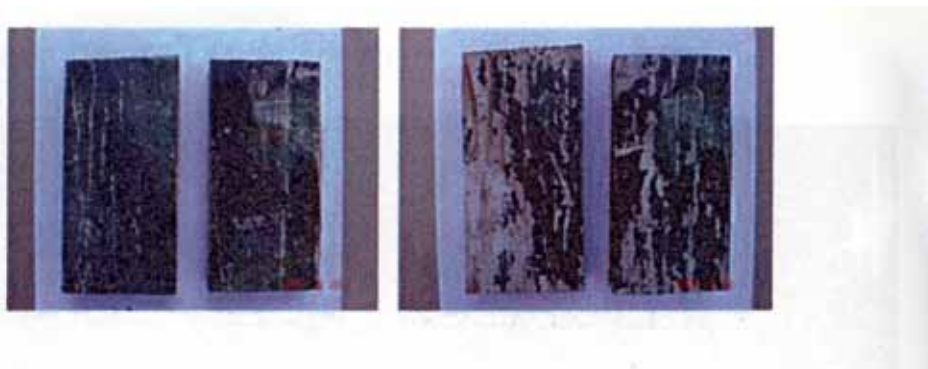


Obr. 4.2.2.58: Jedinečné a nenahraditelné nástěnné malby kostela Södra Råda

Foto: Arvidson, M.: SP Technický výzkumný institut Švédska, oddělení požární technologie, Borås, Švédsko.

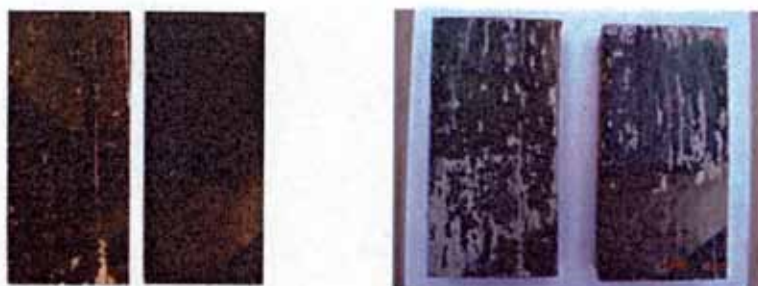


Obr. 4.2.2.59: Vliv sprinklerů na nástěnnou malbu.¹⁹
*Foto: Arvidson, M.: SP Technický výzkumný institut Švédska,
oddělení požární technologie, Borås, Švédsko.*



Levá strana: Původní malba na dřevěných deskách namalovaná klišovou temperou.
Pravá strana: Tatáž malba po působení dopadajících kapek sprinklerového systému.

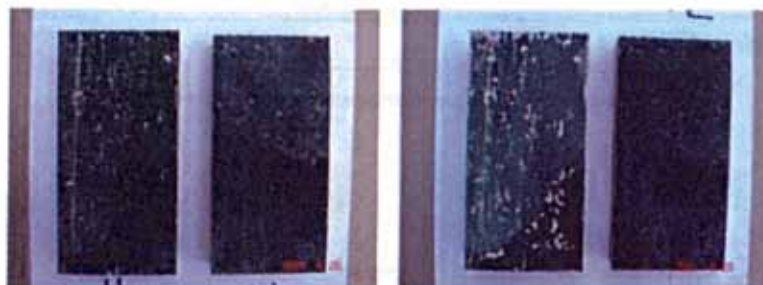
Obr. 4.2.2.60: Vliv vysokotlaké vodní mlhy na nástěnnou malbu.¹⁹
*Foto: Arvidson, M.: SP Technický výzkumný institut Švédska,
oddělení požární technologie, Borås, Švédsko.*



Levá strana: Původní malba na dřevěných deskách namalovaná klišovou temperou.
Pravá strana: Tatáž malba po působení dopadajících kapek systému vysokotlaké vodní mlhy.
Poškození malby kapkami tohoto systému je srovnatelné s poškozením kapkami sprinklerového systému.

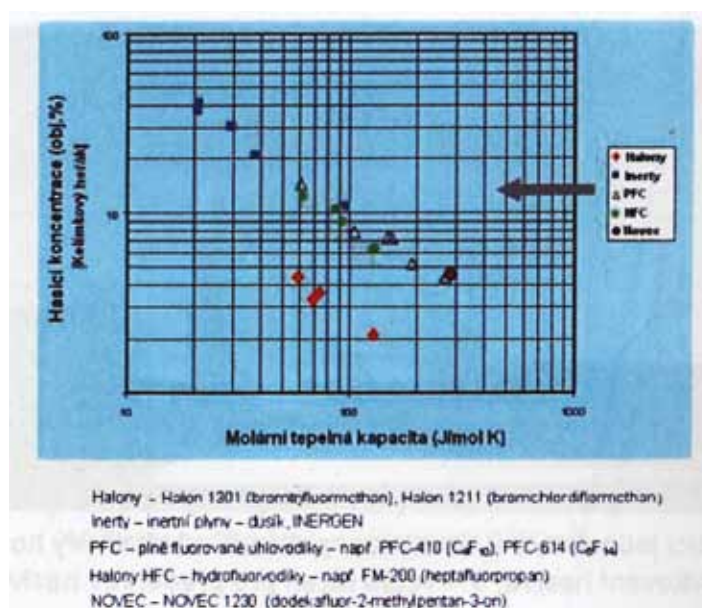
Obr. 4.2.2.61: Vliv nízkotlaké vodní mlhy na nástěnnou malbu.¹⁹

Foto: Arvidson, M.: SP Technický výzkumný institut Švédska, oddělení požární technologie, Borås, Švédsko.

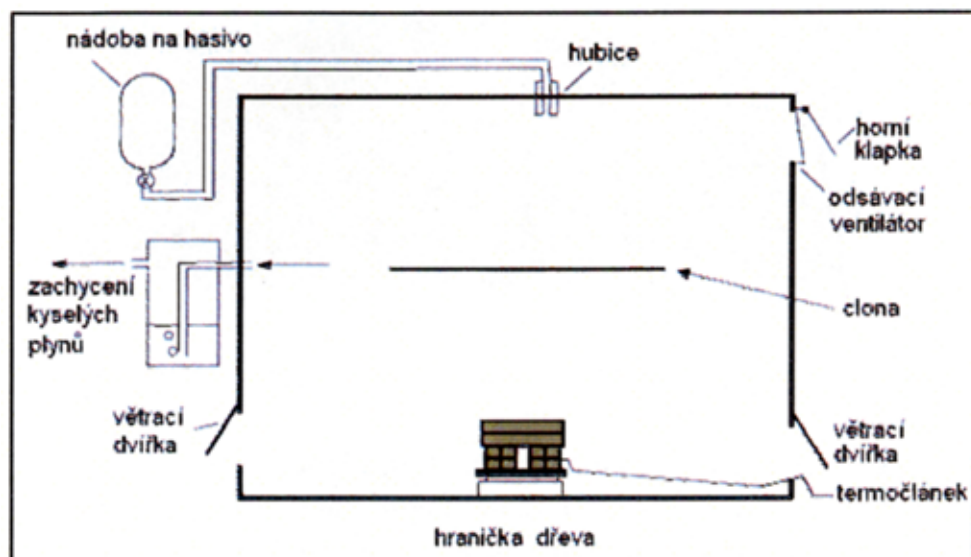


Levá strana: Původní malba na dřevěných deskách namalovaná kličovou temperou.
Pravá strana: Tatáž malba po působení dopadajících kapek systému nízkotlaké vodní mlhy.
Kapky tohoto systému nejméně poškodily malbu.

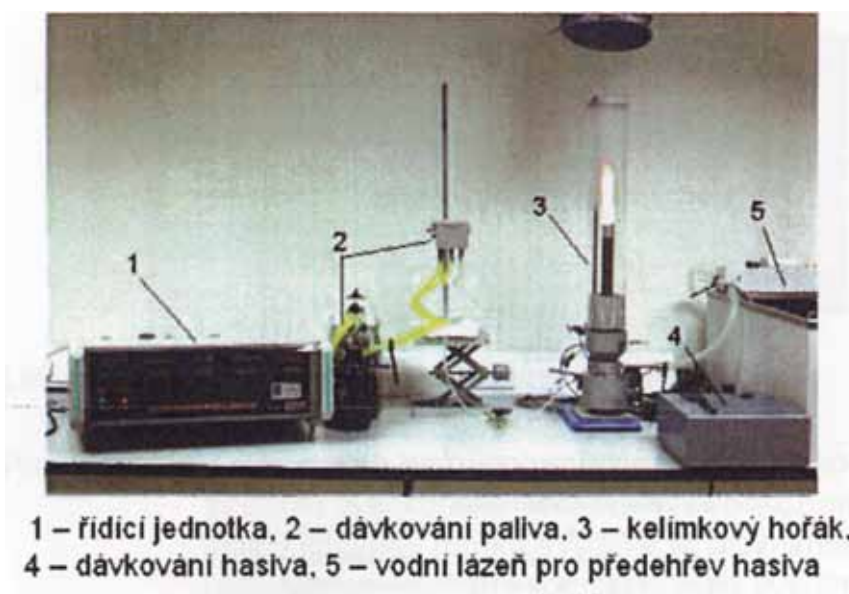
Obr. 4.2.2.62: Závislost hasící koncentrace na molární tepelné kapacitě při konstantním tlaku pro různé hasící plyny.³³



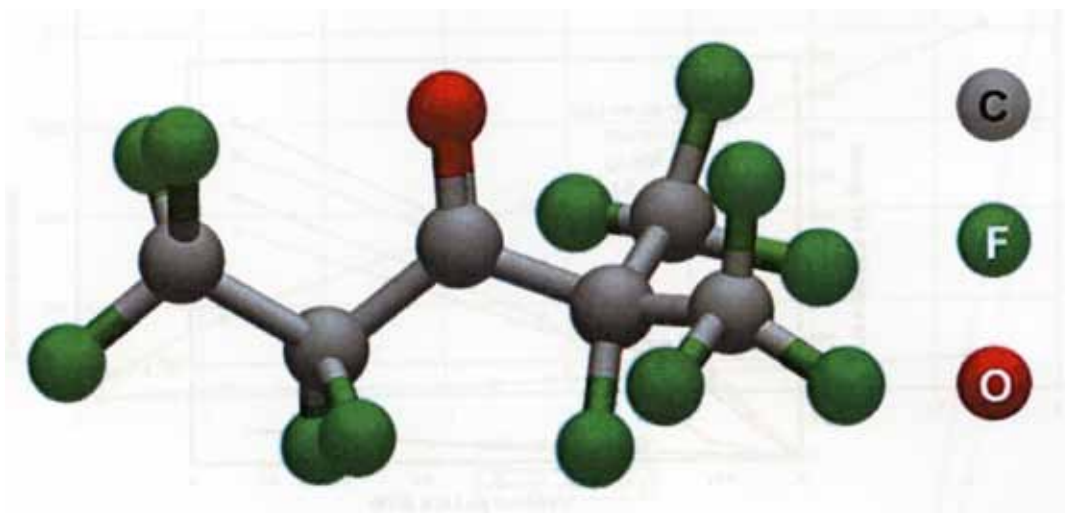
Obr. 4.2.2.63: Testovací komora pro požáry třídy A.³³
 Velikost komory 287 L.
 Poměrně velikost požáru k objemu komory 6,9 kW/m³.



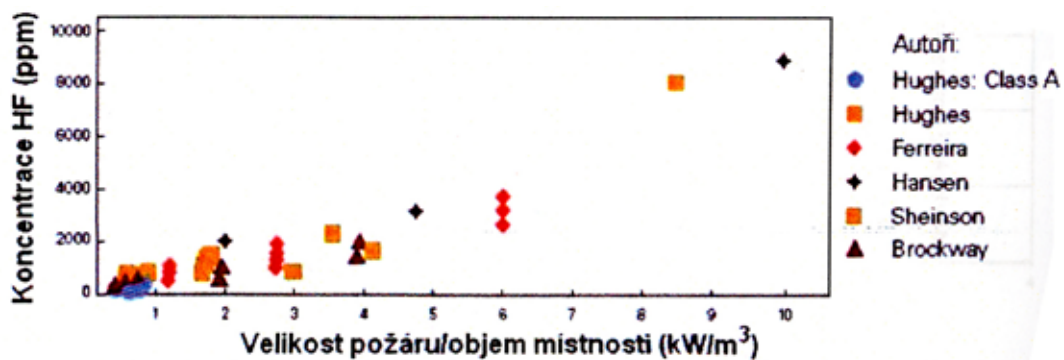
Obr. 4.2.2.64: Stanovení minimální hasící koncentrace hořlavých kapalin (třída B) metodou kelímkového hořáku (cup-burner test method).³³



Obr. 4.2.2.65: Molekula Novecu 1230.³⁶
3M Company.

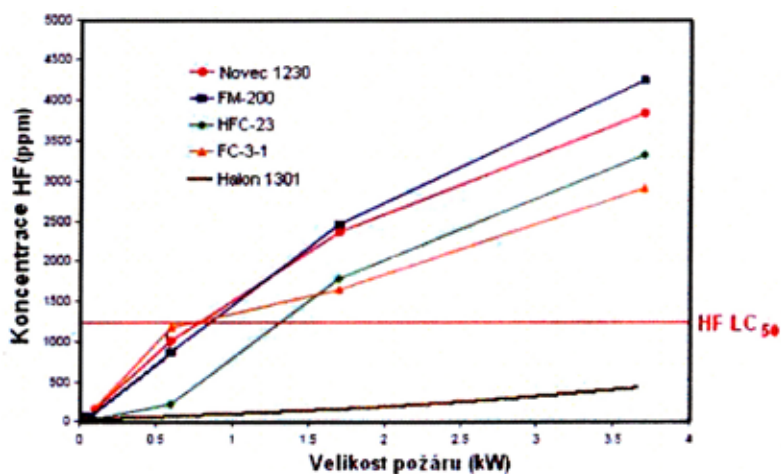


Obr. 4.2.2.66: Závislost koncentrace HF na poměru velikost požáru/objem místnosti pro požáry třídy A a B.
Hasivo: FM-200, koncentrace 7 – 8 obj.%.⁴¹
DuPont



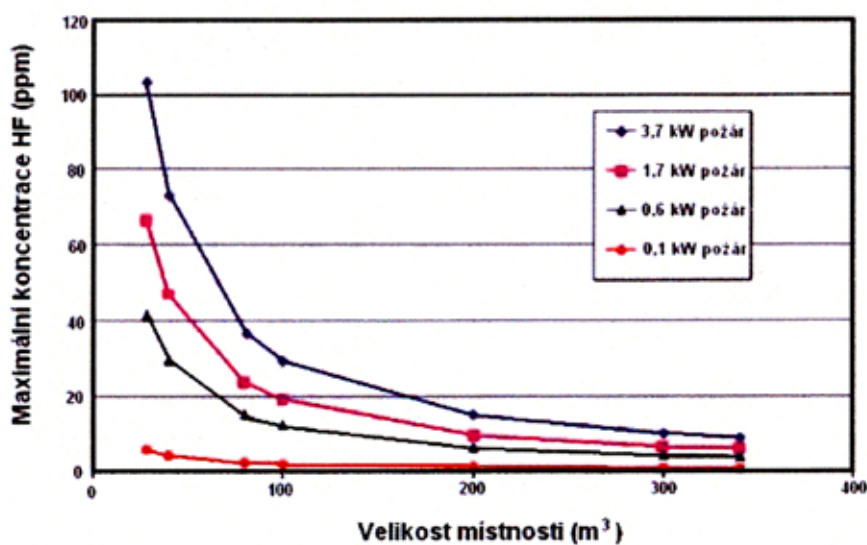
Obr. 4.2.2.67: Nezávislost koncentrace HF na velikosti požáru.

Použita minimální hasicí koncentrace hasiva,
doba vypouštění 9 – 10 s, zkušební prostor 1,28 m³.

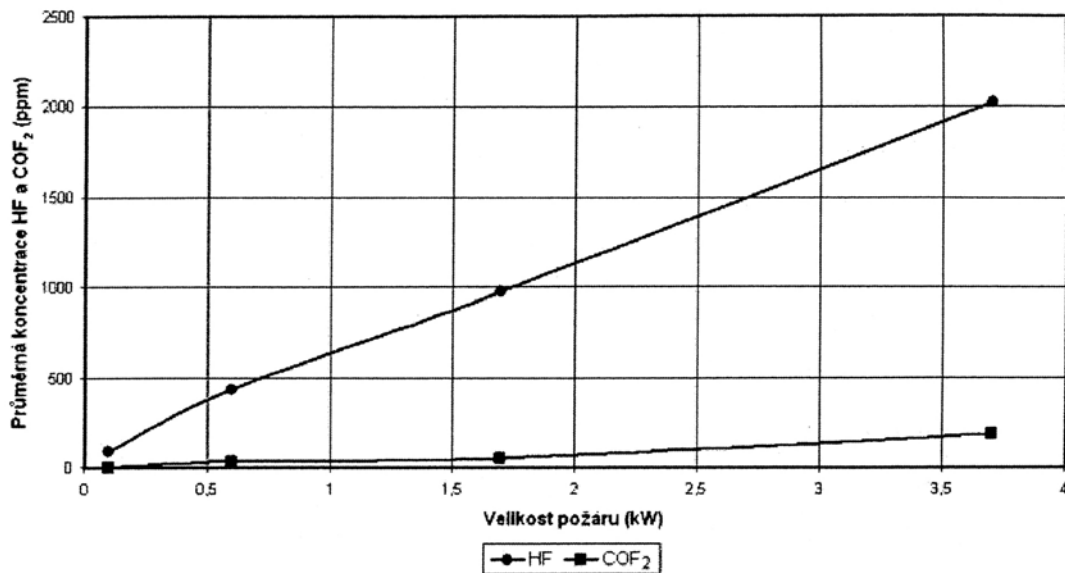


Obr. 4.2.2.68: Závislost maximální koncentrace HF na velikosti místnosti pro požár s různou velikostí.

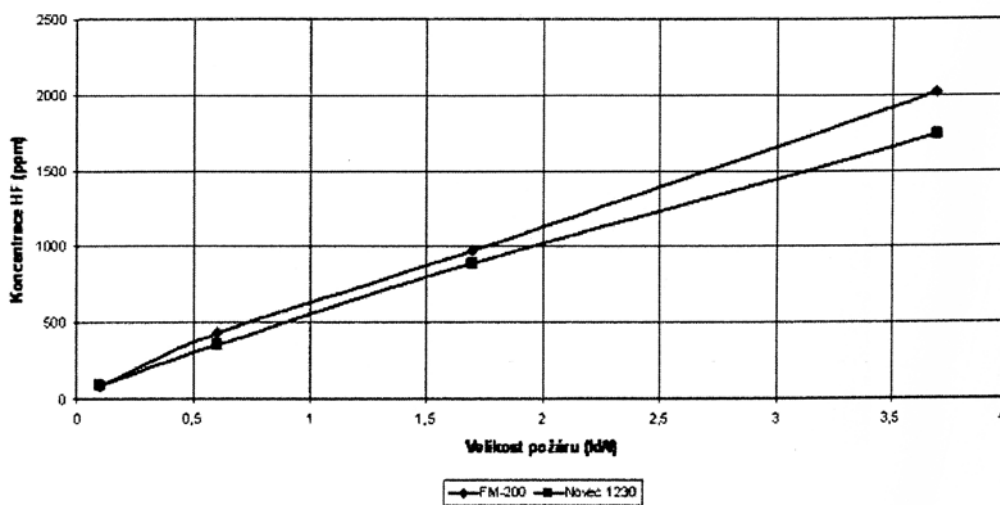
Hasivo Novec 1230, koncentrace 4,9 obj.%.
3M™ Company.






Obr. 4.2.2.69: Závislost koncentrace tepelných
degradačních produktů FM-200 na velikost požáru.³¹



Obr. 4.2.2.70: Závislost koncentrace HF na velikosti požáru
pro FM-200 a NOVEC 1230.³¹



Obr. 4.2.2.71: Cenové porovnání plynových hasicích systémů.
Objem místnosti 254 m³.⁵²

Počet lahví	Hmotnost/objem plynu	Počáteční cena instalace zařízení	Cena plynu při novém naplnění
 FM-200	140 kg	34 000 \$	8 500 \$
 NOVEC 1230	163 kg	35 000 \$	9 100 \$
 INERGEN	122 m ³	41 000 \$	2 200 \$

Obr. 4.2.2.72: Schéma hašení serverové místnosti SHZ
na bázi KD-1230 (Novec 1230)⁴⁸
Kidde



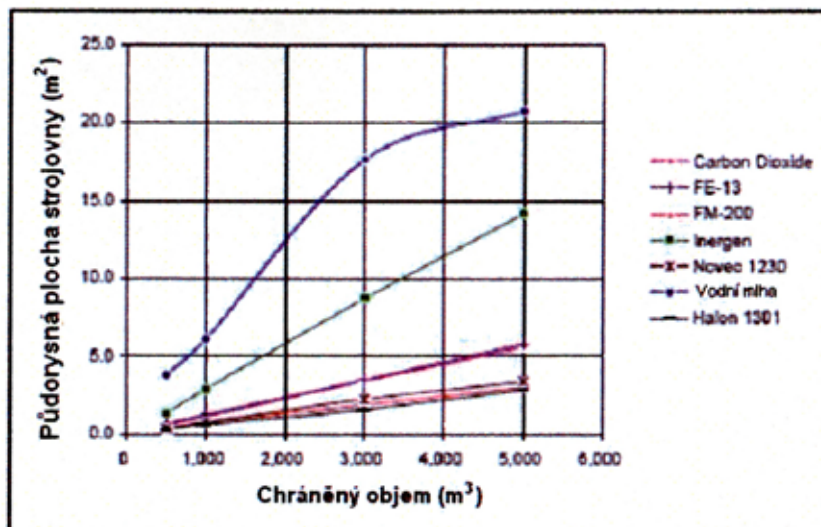
Obr. 4.2.2.73: Hubice pro rozstřík FM-200.
Great Lakes Chemical Corp.



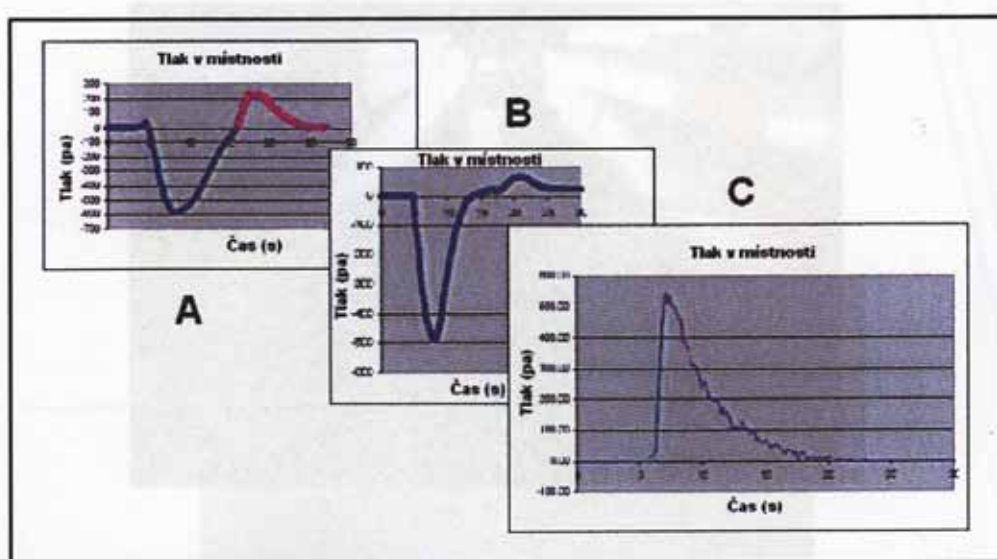
Obr. 4.2.2.74: Vzhled rozstříku Novecu 1230.
3M Company



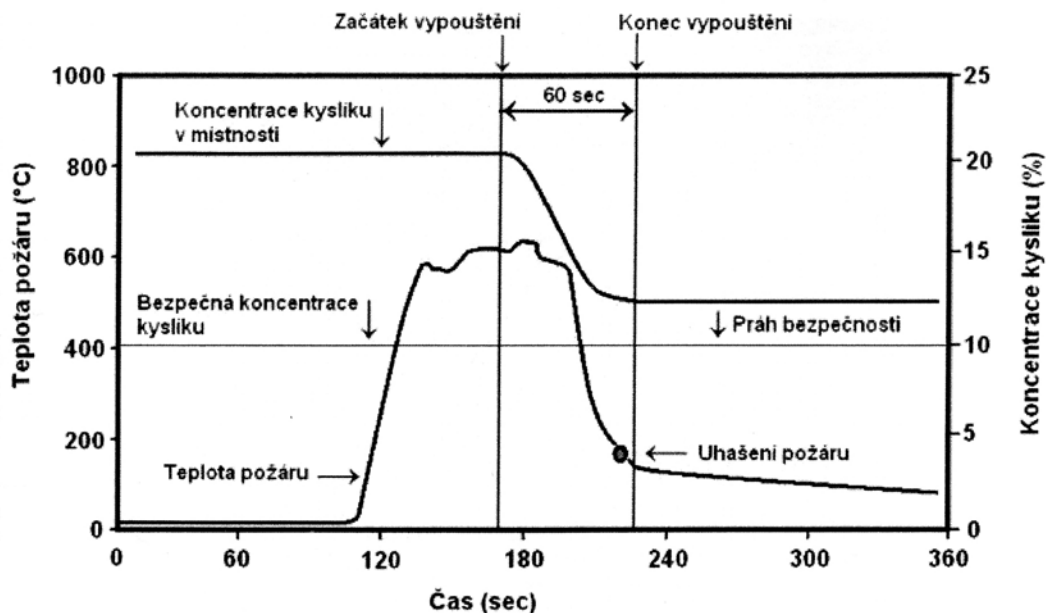
Obr. 4.2.2.75: Závislost půdorysné plochy strojovny na velikosti chráněného prostoru pro různá hasiva.



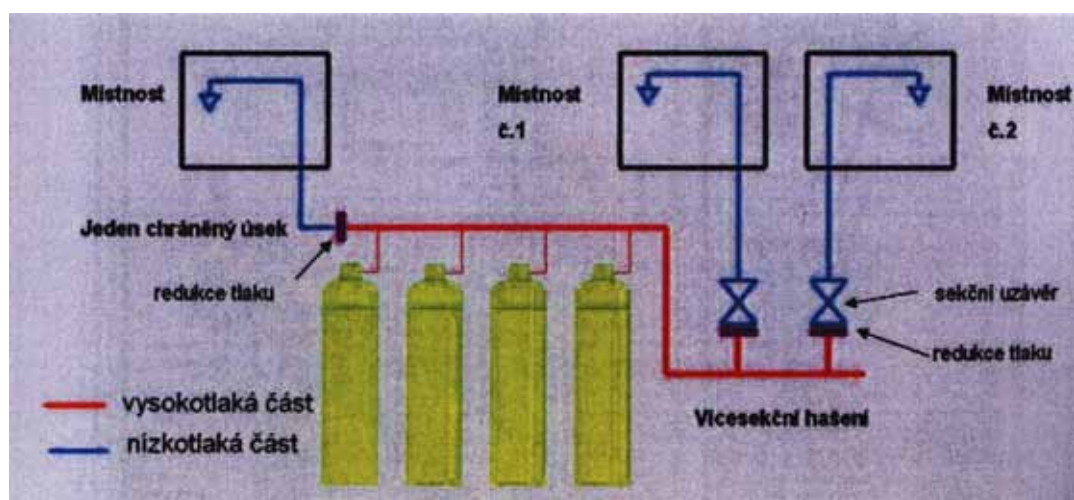
Obr. 4.2.2.76: Závislost tlaku na čase v chráněné místnosti.⁵⁴
 A – FM-200, B – Novecu 1230, C – INERGEN



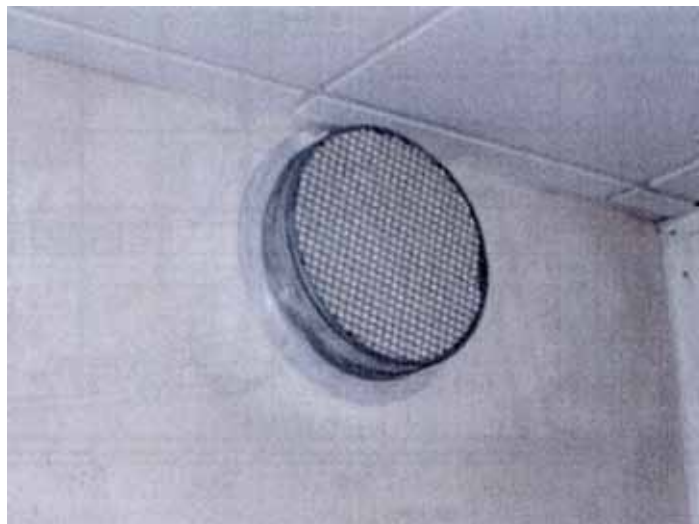
Obr. 4.2.2.77: Závislost teploty a koncentrace kyslíku při hašení požáru SHZ na bázi dusíku.



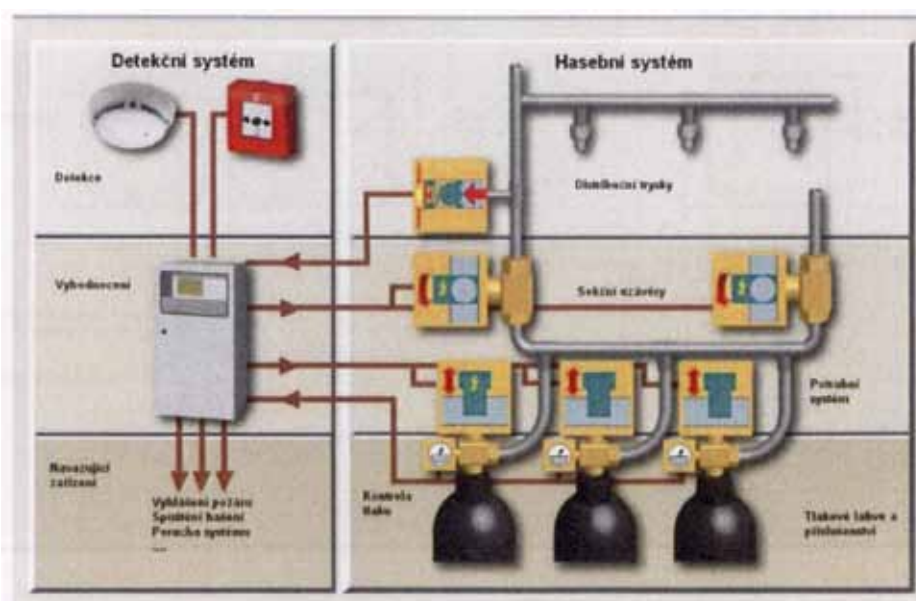
Obr. 4.2.2.78: Schéma SHZ na bázi dusíku.
Siemens, Průcha, M



Obr. 4.2.2.79: Přetlaková klapka.
Fire Eater CZ



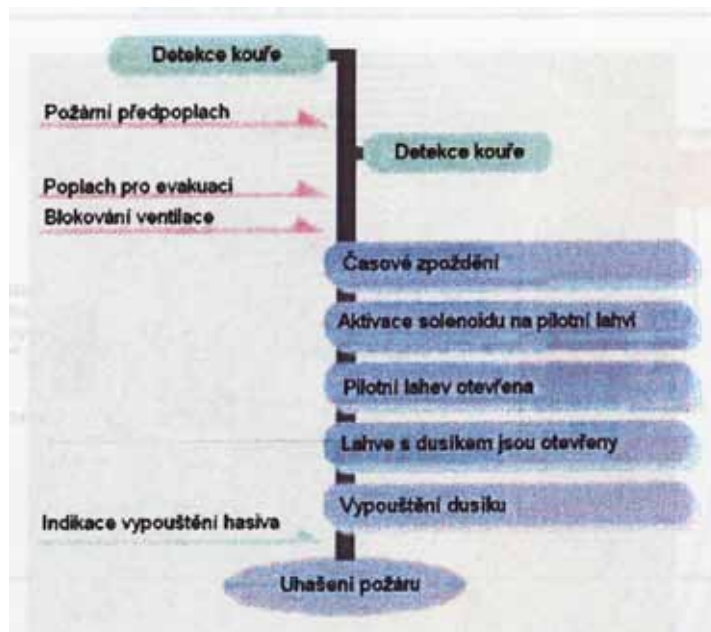
Obr. 4.2.2.80: Typické uspořádání plynových hasicích systémů.
Siemens



Obr. 4.2.2.81: Strojovna SHZ na bázi dusíku.
Siemens, Průcha, M.



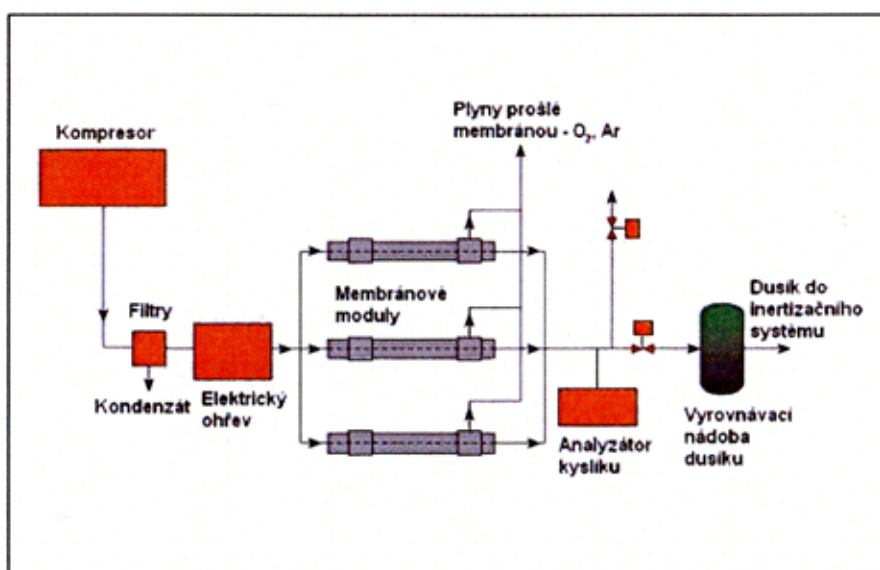
Obr. 4.2.2.82: Postupový diagram hašení SHZ na bázi dusíku.⁵⁸



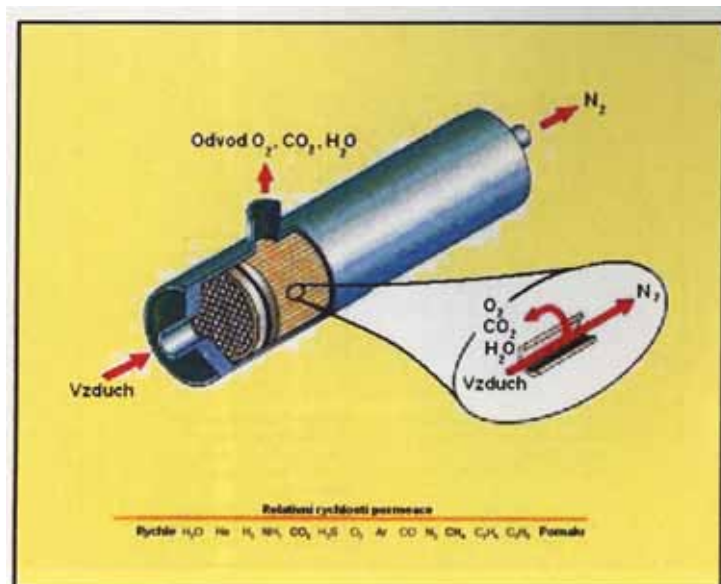
Obr. 4.2.2.83: Zkouška plynotěsnosti prostoru.
Door fan test



Obr. 4.2.2.84: Schéma generátoru pro výrobu dusíku
na bázi semipermeabilních blan.



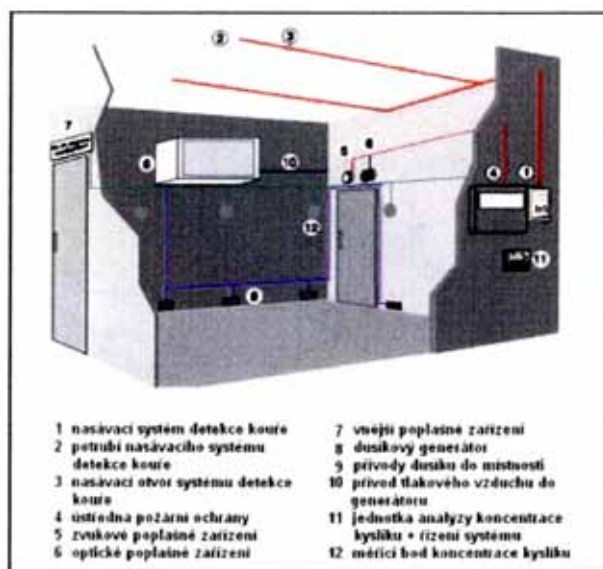
Obr. 4.2.2.85: Modul semipermeabilních blan generátoru pro výrobu dusíku.



Obr. 4.2.2.86: Generátor pro výrobu dusíku na bázi semipermeabilních blan.



Obr. 4.2.2.87: Schéma ochrany místnosti inertizací hypoxickým vzduchem (Hypoxxy Air Inerting)
OxyReduct, Wagner



Obr. 4.2.2.88: Typický INERGENOVÝ systém instalovaný v elektrické rozvodně,
General Register House, Edinburgh



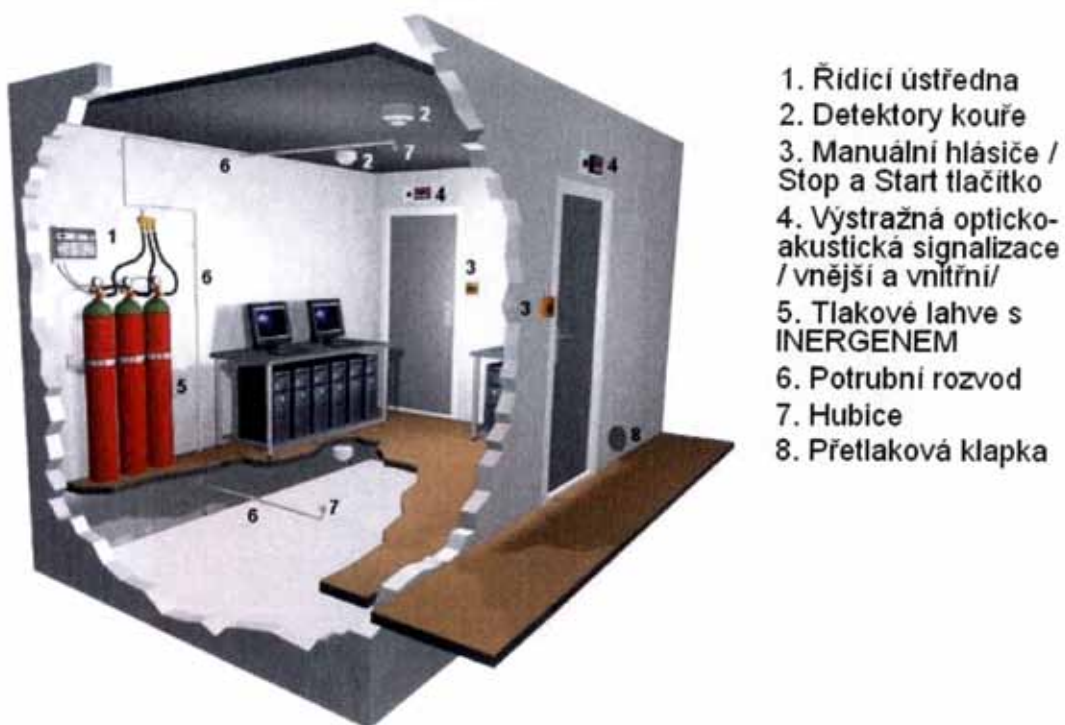
Obr. 4.2.2.89: Ukázka strojovny se 123 lahvemi 80 l/300 bar INERGENU.
Plocha strojovny 32 m², chráněný prostor napojený na strojovnu 4.550 m².
Fire Eater CZ



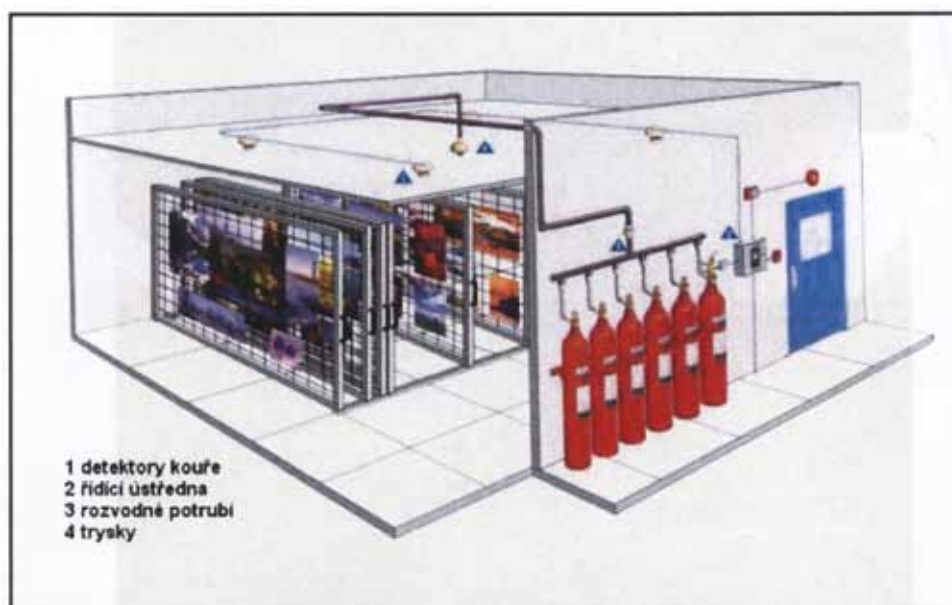
Obr. 4.2.2.90: Rozvod INERGENU.
Fire Eater CZ



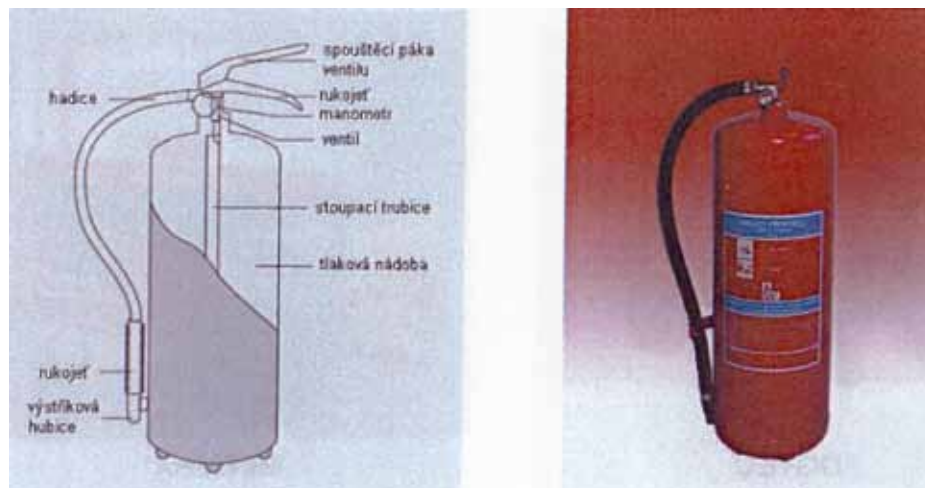
Obr. 4.2.2.91: Schéma ochrany serverové místnosti SHZ na bázi INERGENU.
Fire Eater CZ



Obr. 4.2.2.92: Schéma ochrany depozitáře obrazů SHZ na bázi INERGENU.



Obr. 4.2.3.1: Přenosný vodní hasicí přístroj.
Minimax



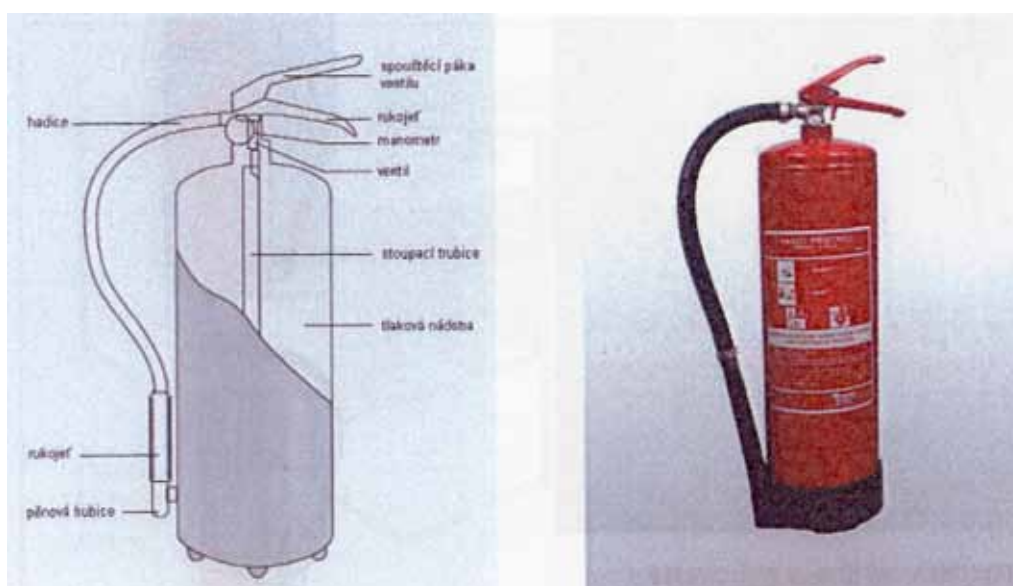
Obr. 4.2.3.2: Přenosný hasicí přístroj na bázi vodní mlhy.
Minimax



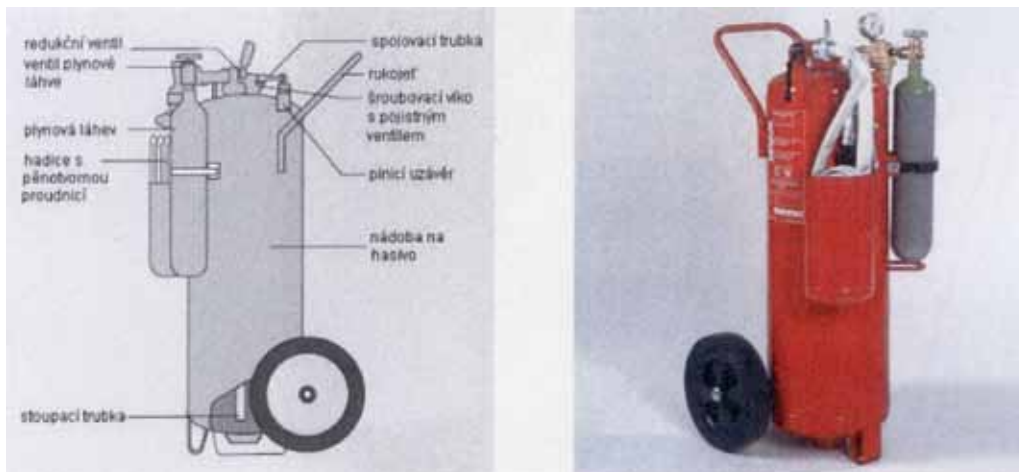
Obr. 4.2.3.3: Mobilní hasicí jednotka vysokotlaké vodní mlhy.



Obr. 4.2.3.4: Přenosný pěnový hasicí přístroj.
Minimax



Obr. 4.2.3.5: Pojízdný pěnový hasicí přístroj s vnější tlakovou lahví.
Minimax



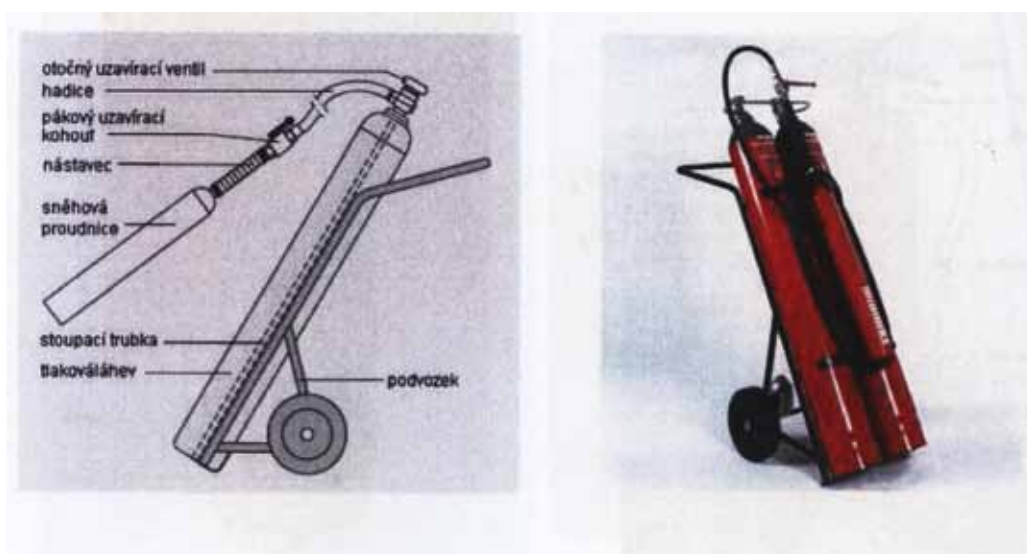
Obr. 4.2.3.6: Přenosný práškový hasicí přístroj.
Minimax



Obr. 4.2.3.7: Přenosný hasicí přístroj CO₂.
Hasičský servis



Obr. 4.2.3.8: Pojízdny hasicí přístroj CO₂.
Minimax



Obr. 4.2.3.9: Přenosný „halonový“ hasicí přístroj
na bázi halonové alternativy FE 36.
Hasičský servis



Obr. 4.2.3.10: Instalace vnitřního hydrantu
a přenosného hasicího přístroje ve výstavní místnosti.
Emery, S.



Obr. 5.1: Zámek Schönbrunn ve Vídni.



Obr. 5.2: Stěnový sprinkler málo patrný ve štukové výzdobě.
Schönbrunn



Obr. 5.3: Viditelný stropní sprinkler.
Schönbrunn



Obr. 5.1: Servisní sloupy, v nichž jsou umístěny sprinklerové hlavice.
Schönbrunn,
Foto: Petr Rohlén



Obr. 5.5: Výstavba nádrže vody pro zásobování sprinklerů.
Schönbrunn



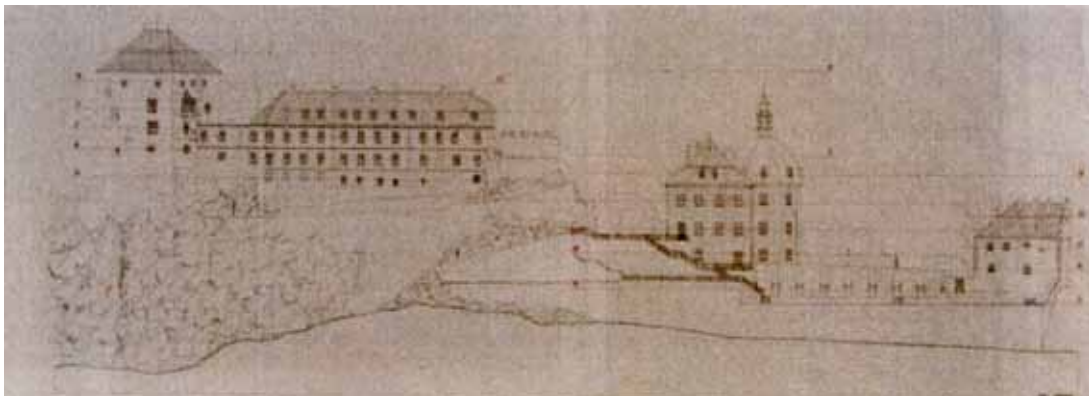
Obr. 5.6: Strojovna sprinklerů spolu s distribučním potrubím.
Schönbrunn



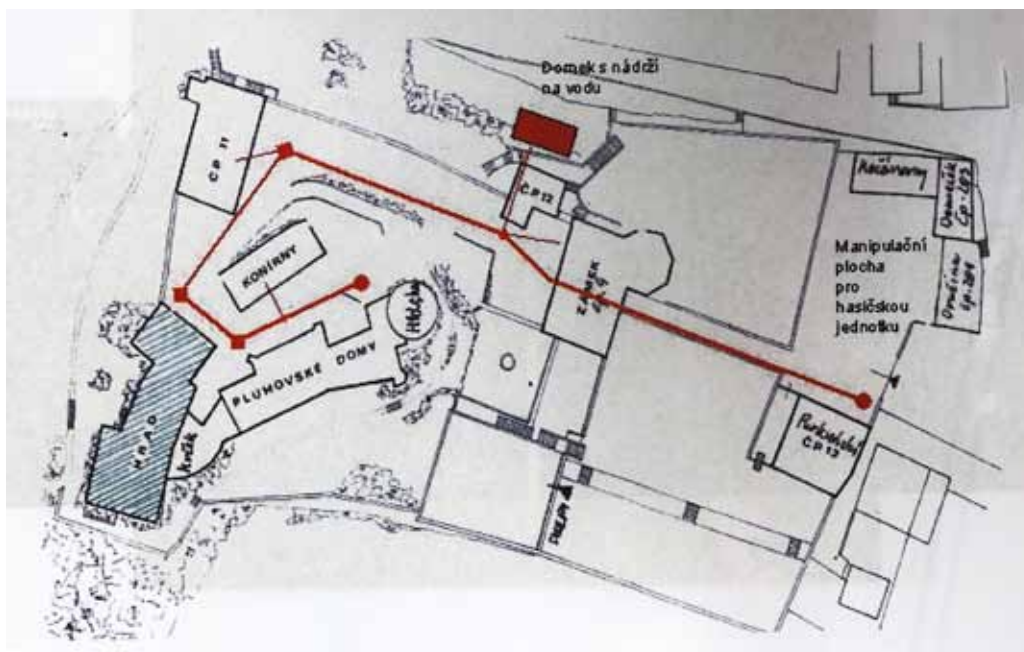
Obr. 5.7: Hrad a zámek v Bečově nad Teplou.



Obr. 5.8: Výškové rozdělení objektu hradu a zámku nad Bečov nad Teplou



Obr. 5.9: Protipožární systém na hradě a zámku Běčov – rozvody potrubí po areálu.



Obr. 5.10: Protipožární systém na hradě a zámku Běčov – umístění nádrže s vodou – stavba domku s nádrží.



Obr. 5.11: Požární nádrž na hradě a zámku Bečov.
Vpravo: při cvičení požárních jednotek 4.12.2009.



Obr. 5.12: Státní hrad Pernštejn



Obr. 5.13: Stav sýpky SH Pernštejn po požáru.
Foto: Zdeněk Škrabal



Obr. 5.14: Víceúčelový sál v rekonstruované sýpce SH Pernštejn.
Foto: Zdeněk Škrabal



Obr. 5.15: Hydrant a tlačítkový hlásič v obnovené sýpce.
Foto: Jiří Zelinger



Obr. 5.16: Vchod k cisterně spolu s hydrantem pro připojení hasičských hadic.
Foto: Jiří Zelinger



Obr. 5.17: Hrad Corgarff, hrabství Aberdeenshire, Skotsko.⁸



Obr. 5.18: Instalace sprinklerového systému na hradě Corgarff.⁸



Zakrytá sprinklerová hlavice



Měděné potrubí sprinklerového systému

Obr. 5.19: Katedrála v Coventry.¹³



Středověká katedrála zničená bombardováním v roce 1940.

Nově postavená katedrála S. Michala.

Obr. 5.20: Požár kostela Všech svatých ve West Dulwich, Londýn (2000) a Trojického kláštera v Petrově (2006).



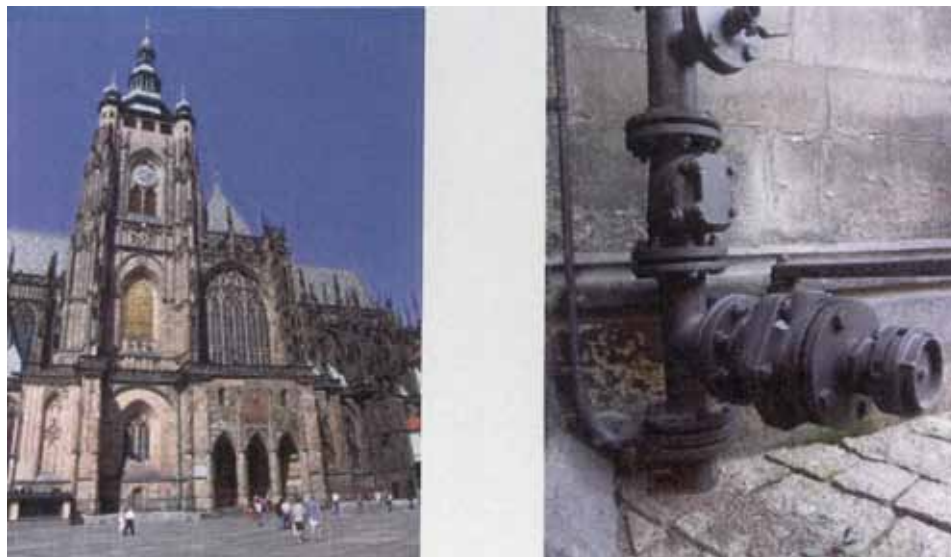
Příčina požáru: nevypnutý fén na vlasy.



Příčina požáru: neopatrnost při rekonstrukčních pracích.

Obr. 5.21: Požární ochrana věže katedrály sv. Víta v Praze.¹⁶

Foto: Rudolf Kaiser



Tlaková hrdlová spojka suchého potrubí.

Obr. 5.22: Požární ochrana věže katedrály sv. Víta v Praze.¹⁶

Foto: Rudolf Kaiser



Suché potrubí připevněné ke stěně katedrály sv. Víta.

Sprinkler a detektor kouře ve věži katedrály sv. Víta.

Obr. 5.23: Basilika sv. Marka v Benátkách.
Kopule je chráněná proti požáru GPU jednotkou vysokotlaké mlhy.
HI-FOG. Marioff

