Ministerstvo vnitra-generální ředitelství
Hasičského záchranného sboru České republiky

Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií

Ing. Pavel Rybář
Praha 2014

Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií

Ing. Pavel Rybář

Praha 2014

© Ministerstvo vnitra-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2014
ISBN 978-80-86466-71-2

ÚVOD

Jednou z možností omezování počtu požárů a souvisejících majetkových škod je instalace stabilních hasicích zařízení. Ta hasí požár krátce po jeho vzniku, tudíž za optimálních podmínek. Výsledkem je významné omezení nejen přímých, ale i nepřímých škod způsobených požáry, které jsou mnohdy vyšší než škody přímé. Nelze opominout ani přínos stabilních hasicích zařízení pro ochranu osob. Instalace adekvátních stabilních hasicích zařízení může být i jedním z opatření podmiňujících zrušení jednotky HZS podniku, k čemuž z ekonomických důvodů v praxi dochází.

Účelem této publikace je uvést základní informace o stabilních hasicích zařízení se zaměřením na druhy těchto prostředků aktivní ochrany před požáry, možnostmi jejich použití, principy navrhování a podmínkami zajištění jejich provozuschopnosti a účinnosti.

Druhé vydání je rozšířené o příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně budov a technologií před požáry a upravené podle posledního stavu vědy a techniky v tomto oboru.

Publikace je určená především pro pracovníky státního požárního dozoru. Využitelná je i pro širší odbornou veřejnost.

Autor touto cestou děkuje lektorům za podnětné připomínky a dodavatelům stabilních hasicích zařízení za poskytnuté informace.

1 Stabilní hasicí zařízení - všeobecně

Stabilní hasicí zařízení, zkráceně označovaná zkratkou „SHZ" (dále jen SHZ) patří do skupiny aktivních prostředků požární ochrany. Z pohledu požární bezpečnosti staveb jsou jedním z vyhrazených požárně bezpečnostní zařízení.

Z názvu je zřejmé, že jde o zařízení pevně zabudovaná ve stavbě nebo na technologii. Pod pojmem „hasicí" se skrývá účel těchto zařízení, kterým je uvést vzniklý požár pod kontrolu nebo ho uhasit.

SHZ obvykle sestávají z nádrže nebo tlakového zásobníku na hasivo, čerpacího zařízení, potrubních rozvodů s řídícími ventily a výstřikových koncovek účelně rozmístěných v chráněném prostoru nebo na technologii. Nedílnou součástí většiny SHZ je detekční, řídící, monitorovací a poplachové zařízení.

SHZ hasí požár za podstatně příznivějších podmínek než jednotky PO. To vyplývá ze skutečnosti, že jednotce PO musí být požár oznámen, další doba je potřeba k výjezdu, dojezdu na místo zásahu a zahájení hašení. V této době je požár v podstatně rozvinutějším stavu než v případě, že SHZ zahájí hašení krátce po vzniku požáru, obvykle do 1 až 5 minut. Vždy by to mělo být před dosažením celkového vzplanutí.

Při použití SHZ se snižují nejen přímé majetkové škody, ale i škody nepřímé způsobené přerušením činnosti podnikatelského subjektu. Nelze opominout ani škody ekologické způsobené kontaminací zeminy, spodních vod a ovzduší.

SHZ se navrhují pro konkrétní požární nebezpečí dané zejména požárně technickými charakteristikami hořlavých látek (výrobků), jejich rozložením v chráněném prostoru a pro konkrétní provozní podmínky jako je teplota, prašnost a vlhkost v chráněném prostoru. Doslova jsou „ušita na míru" čímž je zajištěna jejich vysoká účinnost. To platí za předpokladu, že jsou udržovaná v trvale provozuschopném stavu.

V praxi se nejčastěji používá rozdělení SHZ podle druhu hasiva což bylo použito i při členění této publikace – viz tabulka 1-1. *Pozn.: do oboru SHZ patří i hadicové systémy.*

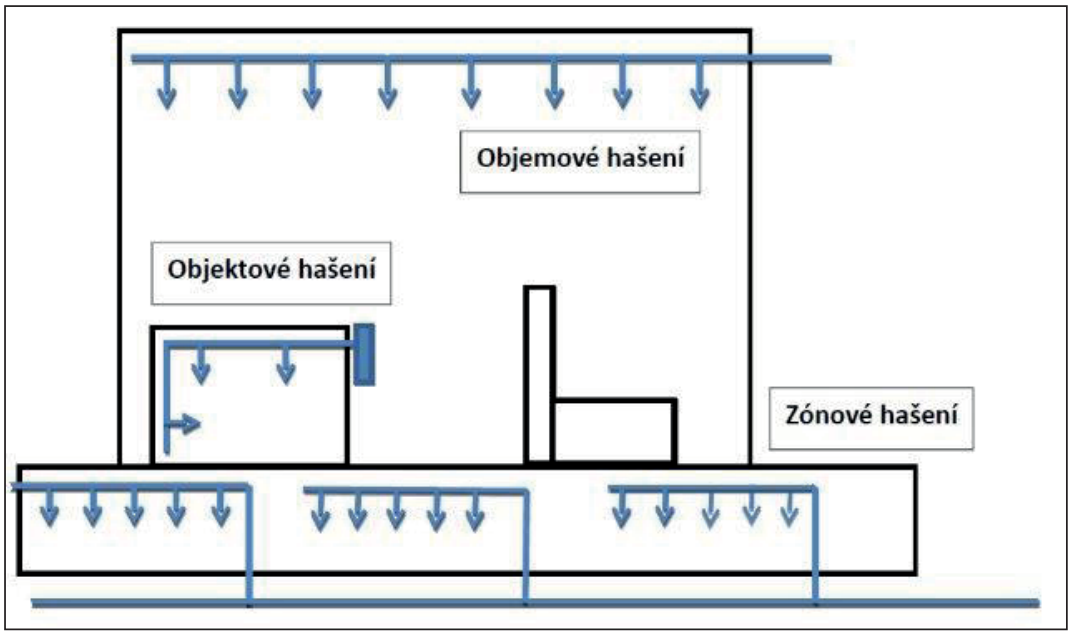
SHZ se navrhují pro lokální, objemové nebo zónové hašení.

Podle deklarace jsou určená pro uhašení požáru nebo uvedení požáru pod kontrolu.

SHZ mohou být v provedení jako polostabilní hasicí zařízení (bez zařízení pro zásobování hasivem) nebo jako doplňková hasicí zařízení, která přispívají ke zvýšení požární bezpečnosti, nicméně nesplňují v plném rozsahu požadavky příslušného návrhového dokumentu-viz Příloha.

Tab. 1-1 Druhy SHZ (kromě hadicových systémů) a jejich označení podle ČSN 730810:2010

Druh SHZ	Označení podle ČSN 730810:2010	Navrhované označení
Sprinklerové	SHZ	Sprinklerové SHZ (PHZ)
Sprejové	RHZ	Sprejové SHZ (PHZ)
Mlhové	MHZ	Mlhové SHZ
S lafetovými s proudnicemi	-	SHZ s lafetovými proudnicemi
Parní	-	Parní SHZ
Pěnové	WHZ	Pěnové SHZ (PHZ)
Plynové	GHZ	Plynové SHZ (PHZ)
Práškové	WHZ	Práškové SHZ
Aerosolové	AHZ	Aerosolové SHZ



obr. 1-1 Objemová, lokální ochrana a zónová ochrana

Prakticky ve stejné komponentní skladbě jako SHZ se v praxi navrhují požárně bezpečnostní zařízení, která požár přímo nehasí, ale zajistí omezení šíření tepelného toku (radiačního záření) nebo ochlazování povrchu konstrukcí a plášťů budov s cílem zvýšit jejich vlastní požární odolnosti.

SHZ jsou v širokém rozsahu reflektovaná v normách požární bezpečnosti staveb třídy 73 08XX.

Podle vyhl. MV.č 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) patří do skupiny vyhrazených zařízení. Z toho vyplývá, že pro jejich projektování, instalaci, provoz, kontrolu a údržbu platí zvláštní požadavky

2 Vodní SHZ

Vodní SHZ představují nejpočetnější skupinu stabilních hasicích zařízení. Důvodem je vysoká ochlazovací schopnost vody, její snadná dostupnost, relativně nízká cena a ekologická nezávadnost. Voda se od nepaměti používá k hašení požárů. Ani do budoucna nebude žádným jiným hasivem plnohodnotně nahrazena.

V některých případech jsou SHZ uzpůsobena i pro hašení pěnou. Tím se zvýší hasicí schopnost účinnost při hašení plastů, kabelů, plastových přepravek, syntetických tkanin nebo nádob s hořlavými kapalinami.

Vodu lze aplikovat několika způsoby. Liší se především velikostí kapek a způsobem aplikace kdy se výstřikové koncovky uvádí do činnosti postupně nebo současně. Specifické vlastnosti mají hadicové systémy a zařízení s lafetovými proudnicemi.

Do skupiny vodních SHZ patří:

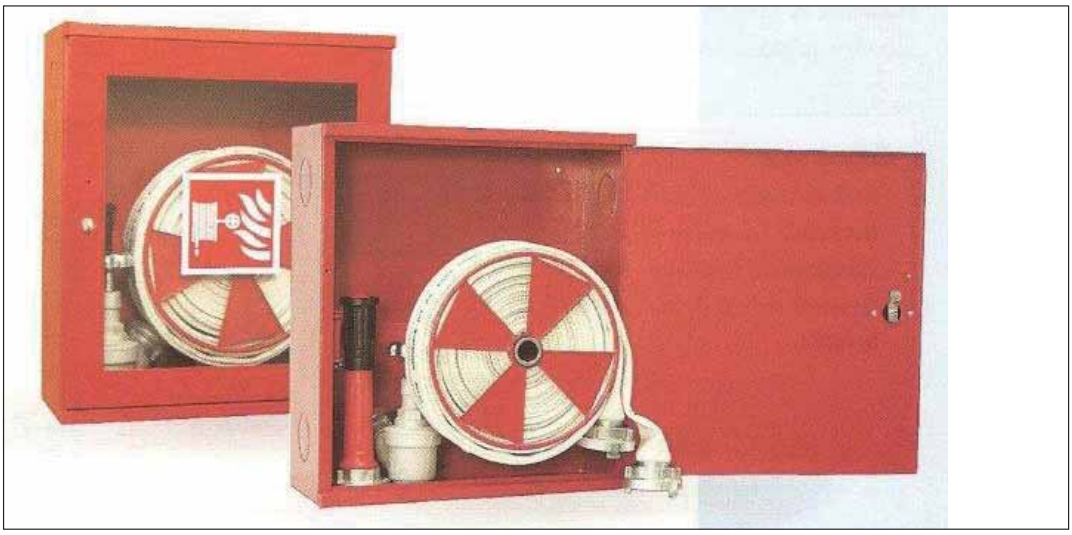
- hadicové systémy;
- sprinklerová zařízení;
- sprejová zařízení;
- mlhová zařízení;
- parní zařízení;
- zařízení s lafetovými proudnicemi.

3 Hadicové systémy

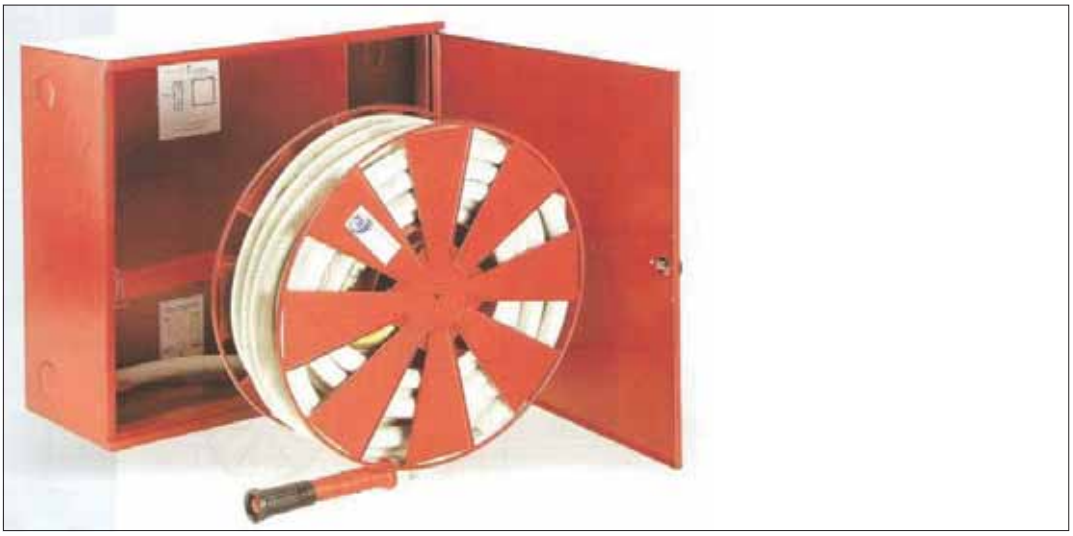
Hadicové systémy představují jednoduché, velmi účinné a okamžitě dosažitelné prostředky pro hašení požáru. Hasivem je obvykle voda nebo pěna. Mají snadnou obsluhu a rychlé uvedení do činnosti. Včasným použitím mohou podstatně snížit škody požárem a ohrožení osob.

Podle provedení jsou hadicové systémy:

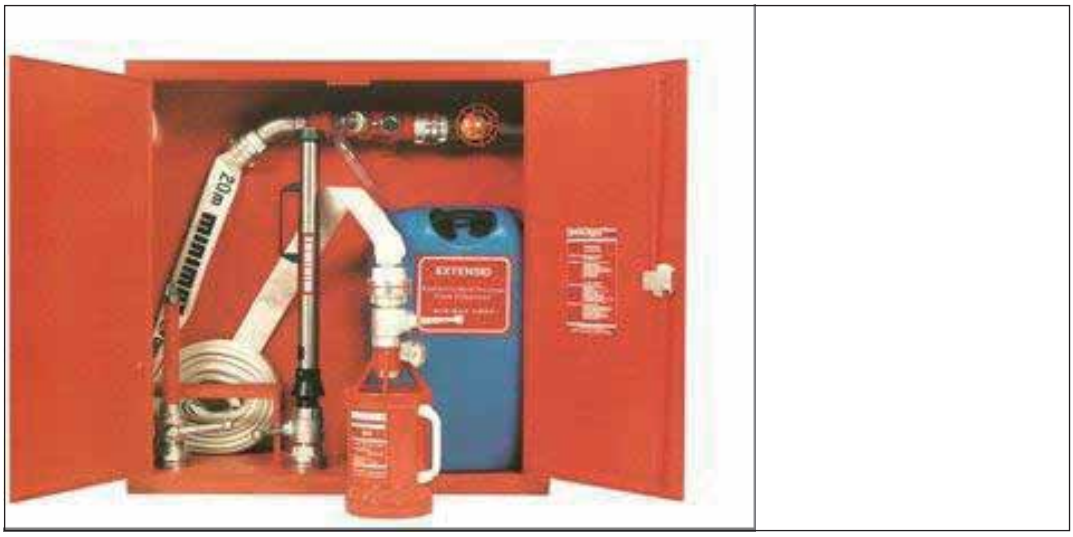
- hydrantové systémy se zploštitelnou hadicí;
- hadicobé navijáky s tvarově stálou hadicí.



obr. 3-1 Hadicový systém s tvarově stálou hadicí



obr. 3-2 Hadicový systém se zploštitelnou hadicí

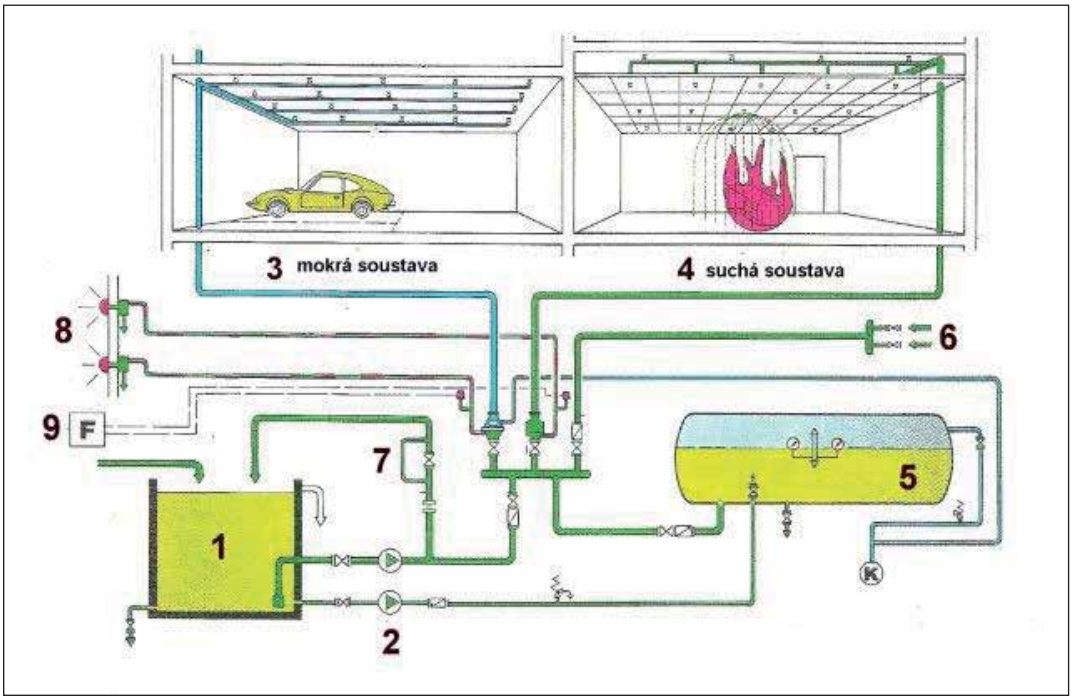


obr. 3-3 Hadicový systém pěno vodní

4 Sprinklerová zařízení

Sprinklerová zařízení patří prokazatelně k nejúčinnějším aktivním prostředkům ochrany osob a majetku před požáry. Požár hasí vodou ve formě sprchového proudu aplikovaného výstřikovými koncovkami označovanými jako sprinklery. Do činnosti se uvádějí sprinklery samočinně, teplem z požáru. Pouze ty, které se ohřejí na tzv. otevírací teplotu. Velikost kapek ve sprinklerovém výstřikovém proudu se udává 1 mm–3 mm.

Sprinklerové zařízení se spouští samočinně a odstavuje ručně.



obr. 4-1 Sprinklerové zařízení se suchou a mokrou soustavou

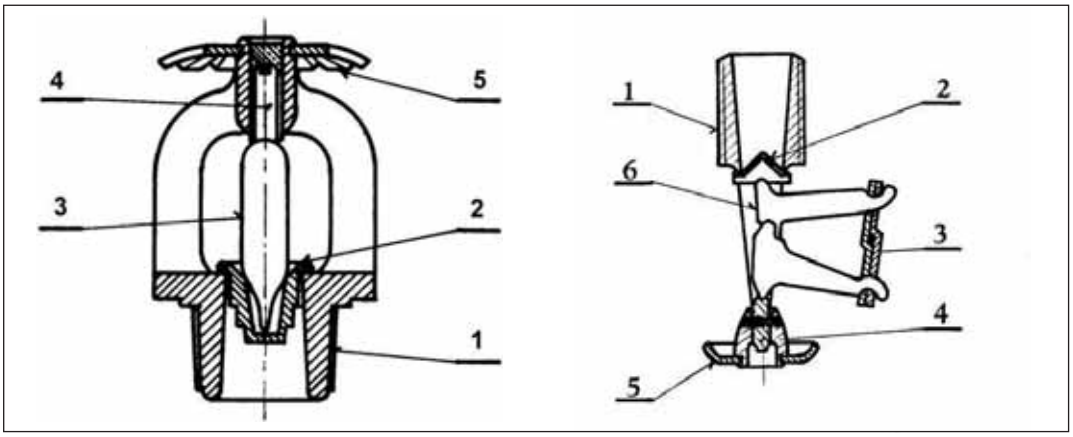
1 - nádrž na vodu, 2 - čerpací zařízení, 3 - mokrá soustava, 4 - suchá soustava, 5 - tlaková nádrž, 6 - armatura pro připojení CAS, 7 - zařízení pro měření průtoku, 8 - poplachový zvon, 9 - zařízení pro vyhlášení požárního poplachu na místo se stálou obsluhou

Provedení

Sprinklerové zařízení sestává ze zařízení pro zásobování vodou, případně pěnotvorným roztokem, zásobování elektrickou energií, ventilových stanic a sprinklerových soustav opatřených na konci rozváděcích potrubí sprinklery. Součástí sprinklerového zařízení je poplachové a monitorovací zařízení. To průběžně monitoruje tlak vody a vzduchu, hladiny v nádržích nebo polohu uzavíracích armatur a předává příslušné signály „porucha" a „požární poplach" na místo se stálou obsluhou.

Při požáru dojde k zahřátí tepelné pojistky sprinkleru na otevírací teplotu což způsobí prasknutí skleněné pojistky nebo roztavení tavné pojistky a otevření sprinkleru. Pokles tlaku v přívodním potrubí je impulsem pro otevření ventilové stanice a uvedení do činnosti zařízení pro zásobování vodou. Současně se uvádí do činnosti poplachový zvon a na místě se stálou obsluhou se signalizuje otevření ventilové stanice. Sprinklerové zařízení se odstavuje ručně, na pokyn velitele jednotky PO.

Sprinklerové zařízení se navrhuje i v provedení bez zásobování vodou. To zajišťuje mobilní požární technika. Za tím účelem je opatřené armaturou pro připojení cisternové automobilové stříkačky. Toto provedení se označuje jako polostabilní sprinklerové zařízení. Jeho předností je podstatně nižší cena. Obvykle je jeho použití limitováno časem dojezdu hasičů, který by neměl být delší než 8 min. Podle zahraničních zvyklostí patří do této kategorie i tzv. doplň-

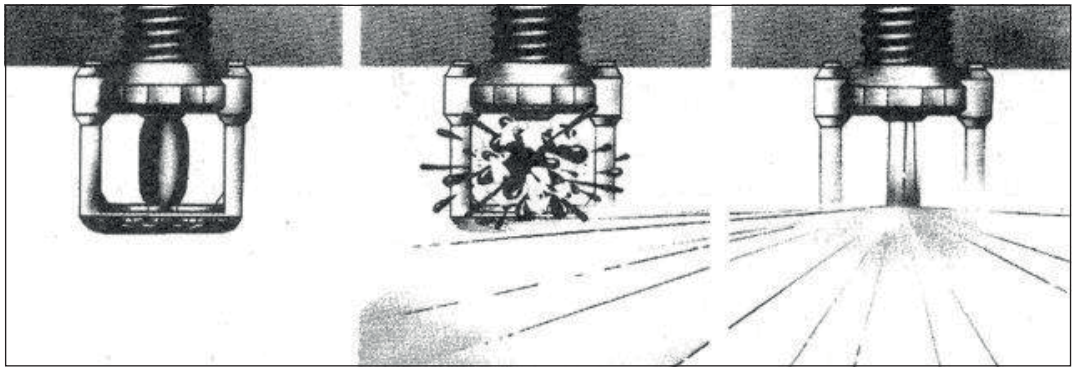


obr. 4-2 Provedení sprinkleru se skleněnou a tavnou tepelnou pojistkou

1 - těleso sprinkleru, 2 - těsnící kuželka, 3 - tepelná pojistka, 4 - seřizovací šroub a u tepelné pojistky držák tříštiče, 5 - tříštič, 6 - ramena tepelné pojistky

ková sprinklerová zařízení u nichž má nádrž na vodu objem, který neodpovídá požadavkům ČSN EN 12845. Předpokládá se, že vodu, jako u polostabilního provedení, budou následně po vyčerpání nádrže dodávat cisternové automobilové stříkačky.

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



obr. 4-3 Samočinné otevření sprinkleru teplem

Sprinklery jsou opatřené skleněnou nebo tavnou tepelnou pojistkou. Obvykle mají otevírací teplotou 68 °C čemuž odpovídá červená barva kapaliny ve skleněné baňce. Vyrábí se však sprinklery i s otevíracími teplotami 79 °C, 93 °C, 141 °C a 180 °C.

Podle reakce sprinkleru na teplotu jsou sprinklery s tepelnou odezvou:

- standardní;
- speciální;
- rychlou.

Sprinklery s rychlou reakcí na teplo se označují písmeny „QR". Poznají se podle toho, že skleněná baňka má průměr cca 3 mm. Pokud je sprinkler opatřen tepelnou tavnou pojistkou tvoří jí vzájemně spájené tenké plíšky o relativně velké ploše.

Podle výstřikového tvaru a provedení má projektant k dispozici širokou škálu sprinklerů, z nichž lze uvést např. sprinklery normální, sprejové, zapuštěné, zakryté, dvojité, s prodlouženým výstřikem nebo sprinklery skladové ESFR, ELO a VELO. Postupně, z důvodu prokazatelně nižší účinnosti, se omezuje používání tradičních normálních sprinklerů jejichž typickou vlastností byl částečný výstřik vody nad úroveň tříštiče.



obr. 4-4 Sprinklery s různou tepelnou odezvou a otevírací teplotou 68 °C

Sprinklerová zařízení se v závislosti na teplotě ovzduší v chráněném prostoru navrhují se soustavou:

- mokrou;
- suchou;
- předstihovou.

V prvním případě je celý potrubní rozvod až ke sprinkleru zavodněn. Z toho je zřejmé, že je tato soustava vhodná do míst kde nehrozí zamrznutí vody.

U soustavy suché je část potrubí od řídícího ventilu až ke sprinklerům natlakovaná obvykle vzduchem. Proto může být vystavená teplotám pod bodem mrazu nebo vyšším teplotám než 100 ^{0}C aniž dojde k jejímu poškození. Její nevýhodou je delší čas otevření řídícího ventilu, tudíž pomalejší reakce na požár.

Pro speciální případy se používá sprinklerové zařízení kombinované s elektrickou požární signalizací (EPS). Toto provedení se označuje jako sprinklerové zařízení s předstihovou soustavou nebo předstihovým řízením. EPS má za

účel blokovat talíř řídícího ventilu v zavřené poloze do doby než je potvrzen požár ústřednou EPS nebo urychlit otevření ventilové stanice v případě rizik s předpokládaným rychlým šířením požáru. Podle toho jde o předstihovou soustavu typu A nebo B.

Soustavy s blokováním se používají v prostorech, kde je třeba předejít nežádoucímu výstřiku vody mechanickým poškozením sprinkleru. Například v knihovnách, archivech, mrazírenských skladech nebo skladech elektroniky.

Navrhování

Evropská filosofie je založená na zvyšování intensity dodávky vody úměrně s nebezpečím, které je podle ČSN EN 12845:

- malé LH;
- střední OH / OH 1, OH 2, OH 3 a OH 4;
- vysoké – výrobní HHP / HHP1, HHP 2, HHP 3, HHP 4;
- vysoké – skladování HHS / HHS I, HHS II, HHS III, HHS IV.

Podle kategorie nebezpečí je intensita dodávky vody 2,5 l/min.m^2 až 30 l/min.m ^{2}.

Návrhové dokumenty stanovují i požadavky pro speciální nebezpečí jako je ochrana osob, výškových zařízení, různých typů technologií a nejrůznějších typů skladů. Ty vyžadují při navrhování zvláštní pozornost.

V této souvislosti nelze opominout systém ESFR (Early Suppression Fast Response). Jeho podstatou je hašení požáru co nejdříve po jeho vzniku velkým množstvím vody aplikované pouze od stropu. Bez nutnosti instalovat sprinklery v v regálech. Tím se dosáhne vysoká flexibilita skladu požadovaná nájemci a investory. Na straně druhé to předpokládá důsledné dodržení všech omezení, která vyplynula z ohňových zkoušek a jsou uvedená v návrhovém dokumentu pro tento specifický druh sprinklerové ochrany. Jako relevantní lze považovat dokumenty VdSCEA 4001, NFPA 13 a především dokumenty Factory Mutual (FM).



obr. 4-5 Rozdíl ve velikosti mezi standardním sprinklerem a sprinklerem pro ochranu skladů typu ESFR



obr. 4-6 Venkovní nádrž na vodu s čerpací stanicí

Součástí návrhu sprinklerového zařízení musí být vždy hydraulický výpočet, na základě kterého se stanoví rozměry potrubí, velikost nádrže na vodu a velikost čerpadel.

Pro účinné nasazení sprinklerového zařízení má zásadní význam zařízení pro zásobování vodou. Podle provedení je zásobování vodou:

- jednoduché, jako je např. veřejná vodovodní síť;
- jednoduché se zvýšenou spolehlivostí. Za takové se považuje např. zásobní nádrž, která musí mít plný objem vody stanovený hydraulickým výpočtem a dvě nebo více čerpadel. Tento druh zásobování vodou se považuje za prioritní a navrhuje se u většiny sprinklerových instalací. Obvykle je jedno čerpadlo poháněné elektrickým motorem a druhé dieselmotorem;
- zdvojené zásobování vodou. Sestává ze dvou jednoduchých zásobování vodou, kde každé zásobování je na druhém nezávislé;
- kombinované zásobování vodou. Je určené pro zásobování více než jednoho stabilního hasicího zařízení, např. když jde o kombinaci hydrantů, hadicových systémů a sprinklerových soustav. Toto zásobování tvoří jednoduchá zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí nebo zdvojená zásobování vodou.

obr. 4-7 Poplachové zvony a armatura pro připojení CAS



obr. 4-8 Sprinklerové čerpadlo s pohonem elektromotorem



Zásobní nádrže na vodu se navrhují na objem:

- plný;
- redukovaný.

Podle provedení jsou nádrže na vodu podzemní nebo nadzemní. K zásobování vodou lze využít i nevyčerpatelné zdroje jako je jezero, řeka nebo za zvláštních podmínek rybník.

obr. 4-9 Strojovna s mokrými ventilovými stanicemi



Tab. 4-1 Druhy sprinklerových zařízení podle ČSN 730810

Druh sprinklerového zařízení	Označení podle ČSN 730810	ČSN
Modifikované HZ	SHZ	ČSN EN 12845, ČSN 730810
Doplňkové HZ	DHZ	ČSN 730810
Polostabilní HZ	PHZ	ČSN 730810

Plný objem je stanoven hydraulickým výpočtem pro dobu činnosti:

- 30 min u nebezpečí LH;
- 60 min u nebezpečí OH;
- 90 min u nebezpečí HHP a HHS.

U specifických rizik jako je ochrana pneumatik může být doba činnosti 120 min.

Rozsah použití

Sprinklerová zařízení mají deklaraci uvedení požáru pod kontrolu z čehož vyplývá, že se předpokládá vždy součinnost s jednotkou PO. Ta dokončí uhašení požáru, pokud nebyl požár uhašen sprinklerovým zařízením již před jejím příjezdem.

Sprinklerová zařízení nacházejí uplatnění v ochraně hotelů, textilních závodů, pečovatelských domů, nemocnic, výrobních technologií, výškových budov, nejrůznějších druhů skladů, hromadných a zakladačových garáží, hyper a super marketů, multifunkčních budov a bezpočtu dalších aplikací. Lze je použít i v místech s teplotami pod bodem mrazu, ale i při teplotách nad 100 ^{0}C. Konečně to jsou i knihovny, archivy a další aplikace kde jsou ze strany uživatelů obvykle obavy ze škody způsobené únikem vody. Toto nebezpečí lze eliminovat použitím předstihové soustavy, u které se řídící ventil otevře pouze v případě, že EPS ohlásí požár. Sprinklerové zařízení představuje, jako jedno z mála opatření, i účinnou ochranu proti žhářství.

Sprinklerová zařízení mají však i omezení, která vyplývají z vlastností vody jako hasiva. Nesmí se používat pro hašení sil nebo zásobníků obsahujících látky, které při styku s vodou zvětšují svůj objem nebo jinak reagují s vodou, v blízkosti průmyslových pecí nebo sušáren, solných lázní, tavných licích pánví nebo podobných zařízení, jestliže by se riziko použitím vody při hašení zvýšilo. Nemohou se použít ani pro hašení elektrických zařízení pod proudem.

Sprinklerová ochrana je omezena výškou chráněného prostoru, která by neměla být větší než 15 m.

V praxi se lze setkat s řadou mýtů, které vznikají z neznalosti nebo ze snahy zlevnit sprinklerovou ochranu bez ohledu na její účinnost.

Projekční dokumenty stanovují striktně hlavní parametry sprinklerového zařízení, ze kterých se vypočítá množství vody resp. objem nádrže. K těm patří zejména doba činnosti, intensita dodávky vody a účinná plocha. Tyto parametry jsou stanovené na základě dlouholetých statistických sledování a v posledních letech na základě výsledků ohňových zkoušek v reálném měřítku. Jsou předmětem průběžné odborné diskuze, která reflektuje vývoj nových sprinklerů, které mají vyšší účinnost. To přináší i zlevnění sprinklerových instalací. Naopak, řešením není nezdůvodněné snižování návrhových požadavků expertními posudky, které nerespektují dosažený stav vědy a techniky ve sprinklerovém oboru v zemích jako je Německo, Velká Británie nebo USA.

Často se lze setkat s obavou z možných vodovodních škod způsobených netěsností potrubní soustavy. Toto nebezpečí je reálné. Pokud se však používají certifikované komponenty, hasicí zařízení je správně navržené a udržované, přichází v úvahu netěsnost potrubního systému včetně sprinklerů jako ojedinělá. Potenciální nebezpečí vodovodní škody je obvykle spojené s prováděním tlakových zkoušek bez dostatečných preventivních opatření v prostorech, kde se již nachází zařizovací předměty, zboží nebo technologická zařízení. Tyto škody mohou významně ovlivnit risk

manažeři pojišťoven, ale i vlastníci objektů aktivním prováděním prohlídek v době dokončování staveb nebo v rámci rekonstrukce objektů. Za kritickou lze považovat závěrečnou fázi dokončování stavby nebo rekonstrukce.



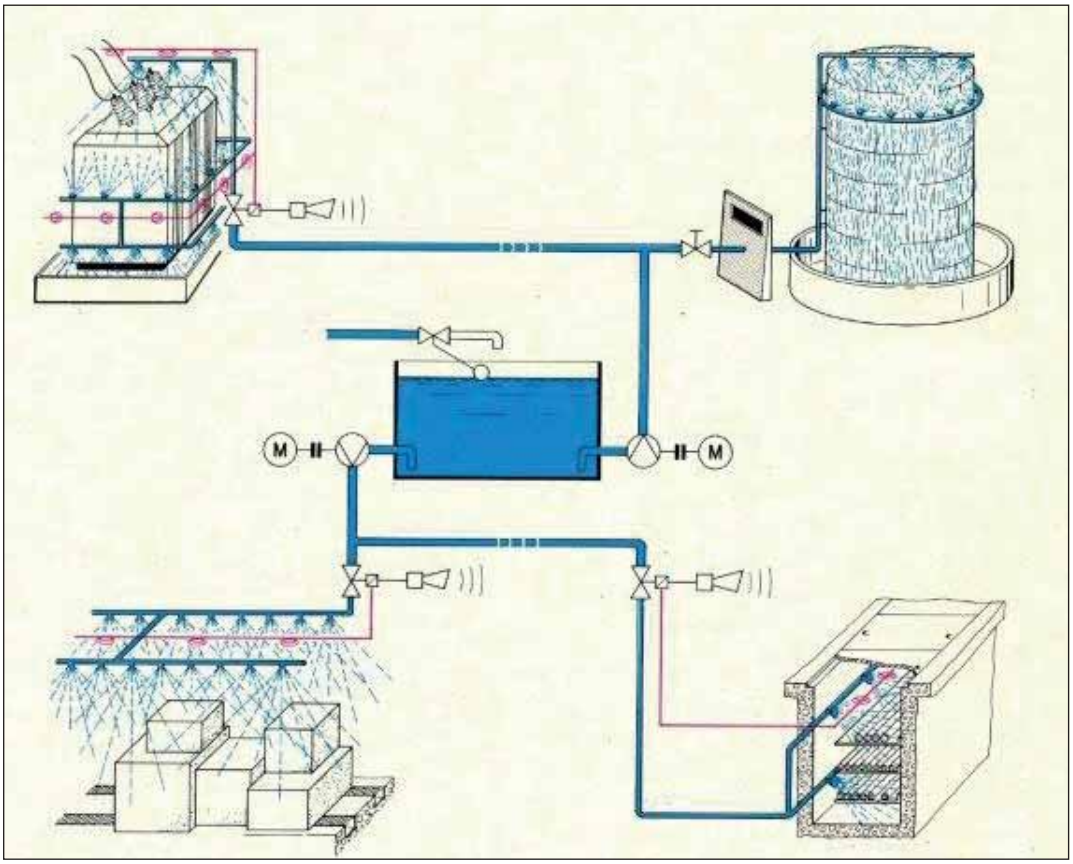
obr. 4-10 Typická aplikační oblast pro sprinklerovou ochranu- výškové budovy. Vlevo budova City Tower (109 m), uprostřed City Empiria (104 m), vpravo hotel Panorama (79 m)



obr. 4-11 Typická aplikační oblast pro sprinklerovou ochranu- vysokoregálové sklady

5 Sprejová zařízení

Sprejová zařízení slouží k aplikaci vody ve formě sprchového proudu otevřenými výstřikovými koncovkami. Hašení je možné vodou nebo pro zvýšení účinnosti pěnou. Podle toho jde o vodní sprejová zařízení nebo pěno-vodní sprejová zařízení. Sprejová zařízení jsou modifikaci sprinklerových zařízení. Oproti sprinklerovým zařízením, kde se sprinklery otevírají teplem postupně, následuje u sprejových zařízení po jejich spuštění výstřik vody ze všech sprejových hubic současně. Hlavní hasicí účinek je chladící. Při hašení pěnou i izolační.



obr. 5-1 Sprejové zařízení a hlavní možnosti jeho použití

Provedení

K výstřiku vody nebo pěnotvorného roztoku se u sprejových zařízení používají sprejové hubice. Řízení dodávky vody do potrubního systému je provedené prostřednictvím zaplavovacího řídícího ventilu. Pokud je požadavek na hašení pěnou je součástí sprejového zařízení přimešovací zařízení.

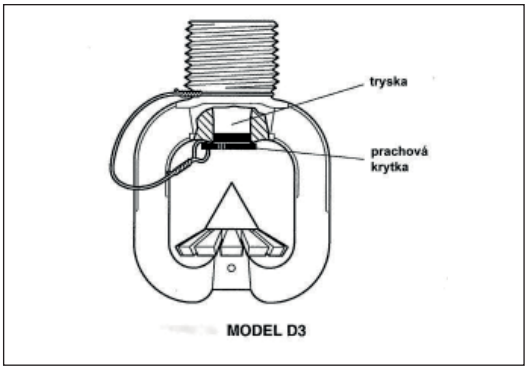
Sprejové hubice se liší konstrukcí, úhlem výstřiku, průtokem vyjádřeným jako u sprinklerů K faktorem, tvarem výstřiku a výstřikovou rychlostí.

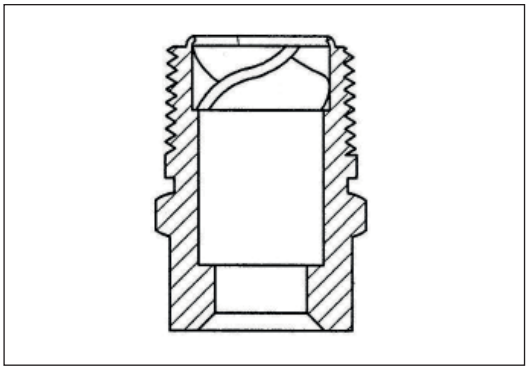


obr. 5-2 Sprejové hubice



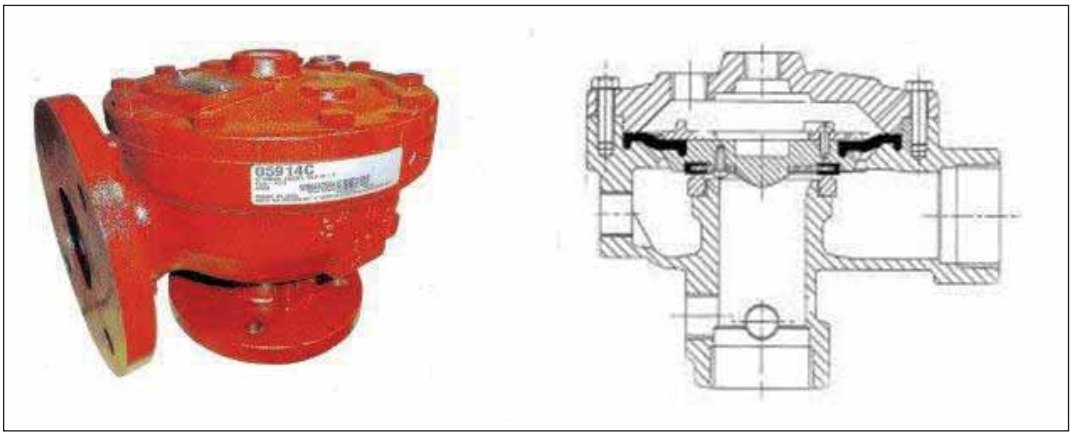
obr. 5-3
Clonové hubice se štěrbinou





obr. 5-4
Sprejová hubice středněrychlostní (vlevo)

obr. 5-5
Sprejová hubice vysokorychlostní (vpravo)



obr. 5-6
Zaplavovací řídící ventil VIKING

Podle výstřikové rychlosti jsou sprejové hubice se:

- střední rychlostní;
- vysokou rychlostí sprejového proudu.

Středněrychlostní sprejové hubice jsou určené pro hašení hořlavých kapalin s bodem vzplanutí nižším než 66 °C. Pro hořlavé kapaliny s vyšším bodem vzplanutí se používají vysokorychlostní hubice.

Podle účelu jsou sprejová zařízení určená:

- k uhašení nebo uvedení požáru pod kontrolu – sprejová SHZ;
- ke skrápění plášťů budov a konstrukcí za účelem zvýšení jejich vlastní požární odolnosti nebo snížení tlaku v zásobnících LPG – sprejová skrápěcí ochlazovací zařízení *Pozn.: v anglosaské literatuře se označují jako drenčerová zařízení.*
- k omezení šíření tepelného toku – sprejové vodní clony.

Do skupiny sprejových hubic patří i otevřené sprinklery (nemají tepelnou pojistku) a clonové hubice s plochým výstřikovým proudem. Obvykle jde o hubice se štěrbinou nebo tříštičem lopatkového tvaru.

Sprejová zařízení se spouští ručně nebo samočinně prostřednictvím EPS případně pneumatickým nebo hydraulickým detekčním systémem.

Navrhování

Návrh sprejových zařízení vychází z intensity dodávky vody stanovené návrhovým dokumentem pro konkrétní aplikaci. V závislosti na druhu nebezpečí se pohybuje od 5 $mm.min^{-1}$ do 30 $mm.min^{-1}$. Např. u skladů plastů s výškou vyšší než 4 m a zásobníků odpadů s výškou vyšší než 5 m je intensita dodávky 30 $mm.min^{-1}$a doba činnosti 60 min. Použití sprejových zařízení na ochranu skladů plastů nebo hořlavých kapalin předpokládá hašení pěnou.

Při návrhu je třeba respektovat omezení vyplývající z použití vody resp. pěny jako hasiva a řešit i bezpečnost osob proti úrazu elektrickým proudem. Typickým příkladem jsou kabelové kanály a šachty.

Z hlediska zajištění trvalé provozuschopnosti je třeba eliminovat náchylnost sprejových hubic, pokud nevyužívají nárazový způsob tříštění vodního proudu, k zanášení mechanickými nečistotami. Ty vznikají v potrubí v důsledku koroze. Nákladným, ale účinným opatřením je použití potrubí z nerez oceli. Kromě toho se potrubí a sprejové hubice podle potřeby opatřují síty a ve vysoce prašném prostředí sprejové hubice protiprachovými krytkami.

Rozsah použití

Sprejová hasicí zařízení mají obvykle deklaraci uvedení požáru pod kontrolu. K typickým aplikačním oblastem patří ochrana nejrůznějších technologických zařízení jako jsou transformátory, kabelové kanály a šachty, sila na štěpky, zařízení na výrobu dřevotřískových desek, pásové dopravníky, eskalátory, zásobníky na uhlí, spalovny odpadů, vysokotlaké olejové potrubní rozvody nebo olejové hospodářství. Z dalších aplikací lze uvést ochranu papírenských a tiskařských strojů a jiných strojních zařízení s předpokladem hašení požáru 3D.

Sprejová skrápěcí zařízení nacházejí uplatnění v ochraně kulových zásobníků zkapalněných plynů, plášťů skladovacích nádrží na hořlavé kapaliny, stáčecích stanovišť, ocelových nechráněných konstrukcí nebo plášťů budov. Chladící účinek se v těchto případech využívá ke zvýšení vlastní požární odolnosti stavebních prvků nebo k omezení nárůstu tlaku v zásobnících při vyšších teplotách.

obr. 5-7
Ochrana prostupu dopravníku vodní clonou



obr. 5-8
Vodní clona v zauhlovacím mostě



Sprejové vodní clony učené k omezení tepelného toku se navrhují pro zamezení šíření požáru otvory pro dopravníky, v zauhlovacích mostech nebo jako náhrada za požární uzávěry nebo oddělující stavební konstrukce.

Omezení použití sprejových zařízení z hlediska reakce vody na konkrétní látky jsou obdobná jako u sprinklerových zařízení.

Sprejová SHZ lze za předem stanovených podmínek použít i pro hašení zařízení pod proudem.



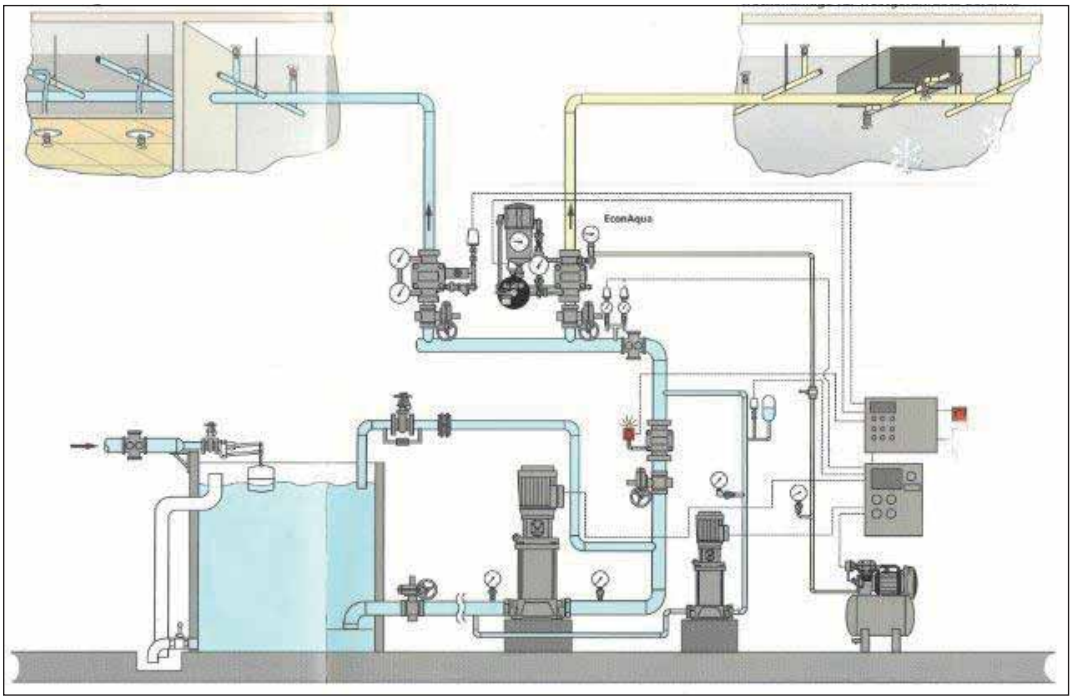
obr. 5-9 Typická aplikace skrápěcího sprejového zařízení ochrana kulových zásobníků LPG

6 Mlhová zařízení

K reminiscenci hašení vodní mlhou ve formě stabilních hasicích zařízení došlo v Evropě po roce 1990. Nejdříve v námořních aplikacích a posléze i v aplikacích pozemních. Kromě jiného k tomu přispěl i zákaz používání hasicích halonů 1211 a 1301.

Mlhová zařízení využívají k hašení vodní mlhu. Za tu považuje výstřikový proud vody v němž je 90 % kapek s průměrem menším než 1 mm. U vysokotlakých mlhových SHZ je to cca 0,2 mm - 0,025 mm. Tím se dosahuje vysoké hasicí účinnosti mlhového proudu s řadou dalších efektů, z nichž lze uvést zejména menší požadavky na množství vody a tudíž i velikost nádrže na vodu, rozměry strojovny a minimální ekologické škody. K hašení dochází kombinací chladícího a dusivého účinku při přeměně vody na páru. Tyto efekty se dostavují zejména v uzavřeném prostoru.

Každé mlhové zařízení je samostatný systém, navržený pro konkrétní podmínky použití sestávající ze specifické skladby komponentů. Ta je různá u jednotlivých výrobců mlhových hasicích zařízení. To se týká zejména vysokotlakých mlhových SHZ.



obr. 6-1 Provedení středotlakého mlhového SHZ

Provedení

Podle tlaku jsou mlhová zařízení resp. mlhové hubice a čerpací zařízení:

- nízkotlaká s tlakem max. 1,25, MPA;
- středotlaká s tlakem max. 1,25, MPA až 3,5, MPA;
- vysokotlaká s tlakem vyšším než 3,5, MPA.

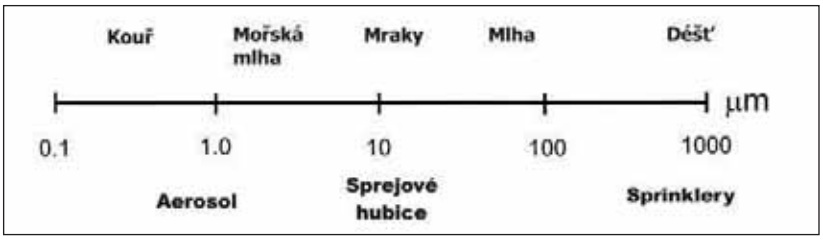
Podle způsobu tvorby mlhy jsou mlhová SHZ:

- jednofázová- vytváří mlhu pouze z vody;
- dvoufázová- vytváří mlhu směšováním vodního proudu a plynu, který se přivádí do hubice samostatným potrubím. Obdobné je provedení mlhového SHZ u něhož se do mlhové nízkotlaké hubice přivádí společným potrubím směs vody a dusíku. Příkladem tohoto systému je zařízení SINORIX GasSpray Siemens. Vysoce homogenní mlhový oblak vznikající turbulentním prouděním obou medií má vyšší hasicí schopnost než standardní řešení.

Mlhová SHZ nízkotlaká a středotlaká mají podobné provedení jako sprejová SHZ. Do této skupiny bylo při certifikaci zařazeno i hasicí zařízení na hašení jisker, žhavých částic nebo jiných zahřátých předmětů v pneumatických dopravních potrubích. Jeho účelem je ochladit nebo uhasit tyto částice a předměty, před tím než se dostanou do sil, zásobníků, bunkrů nebo filtrů kde by mohly způsobit výbuch nebo požár. Jako příklad je uvedeno v ČR velmi rozšířené zařízení firmy GreCon. Jeho podstatnou část tvoří unikátní hlásiče požáru, které dokáží identifikovat jiskry a žhavé částice v dopravních potrubích s rychlostí do 50 m.s.$^{-1}$. Tyto hlásiče jisker (plamene) s IR senzory s rychlostí reakce 0,01 s detekují jiskry a začínající ohnisko požáru i přes vrstvu prachu nebo v hustém toku dopravovaného materiálu. Hašení se provádí vodou aplikovanou mlhovými hubicemi, které jsou umístěné na dopravním potrubí ve směru toku materiálu, v příslušné vzdálenosti za hlásiči jisker. Součástí mlhového SHZ GreCon může být vlastní zásobování vodou s tlakovým zásobníkem na vodu a možností opakovaného spouštění.

U vysokotlakých mlhových SHZ jde o specifický soubor komponentů. Oproti sprinklerovým zařízením se používá potrubí z nerez oceli o malých průměrech. Místo rozměrných ventilových sprinklerových stanic se průtok vody

řídí solenoidovými ventily. Namísto odstředivých čerpadel, pokud není zásobování provedeno s využitím vysokotlakých láhví, se používají vysokotlaká pístová čerpadla. Výstřikovými koncovkami jsou otevřené mlhové vysokotlaké hubice nebo samočinné vysokotlaké mlhové sprinklery. Vyrábějí se v široké škále typů od velmi jednoduchých až po složité konstrukce, u kterých se k „atomizaci vody" využívá proud plynu.



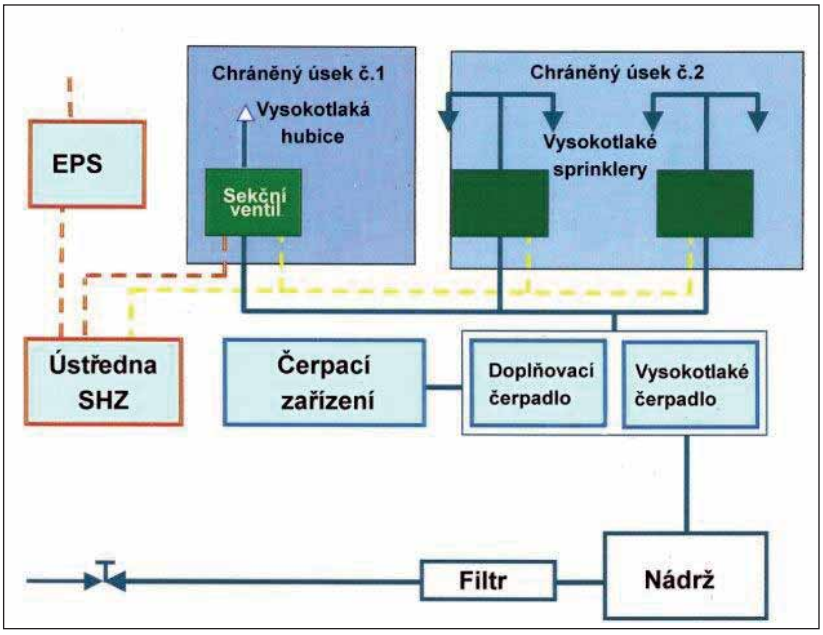
obr. 6-2 Velikost kapek u různého druhu vodní mlhy

Zásobování vodou se u vysokotlakých mlhových zařízení navrhuje jako:

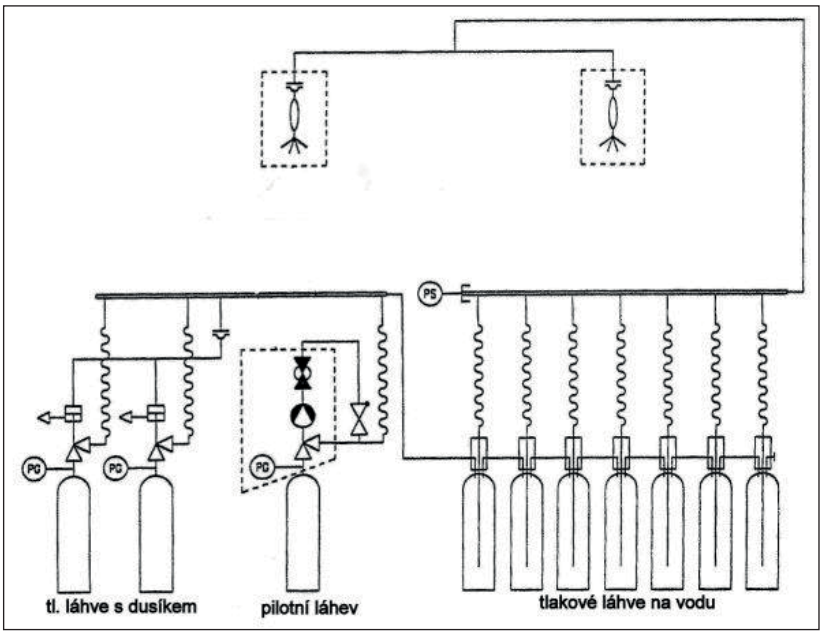
- systém SPU s pístovými čerpadly poháněnými elektromotory;
- systém GPU s pístovým čerpadlem na plyn a zásobníky vody ve formě tlakových lahví;
- systém MAU (akumulační) bez čerpadla - voda a výtlačný plyn (dusík) je uložený v tlakových láhvích.

Spouštění mlhových zařízení je ruční nebo samočinné. Obvykle prostřednictvím EPS.

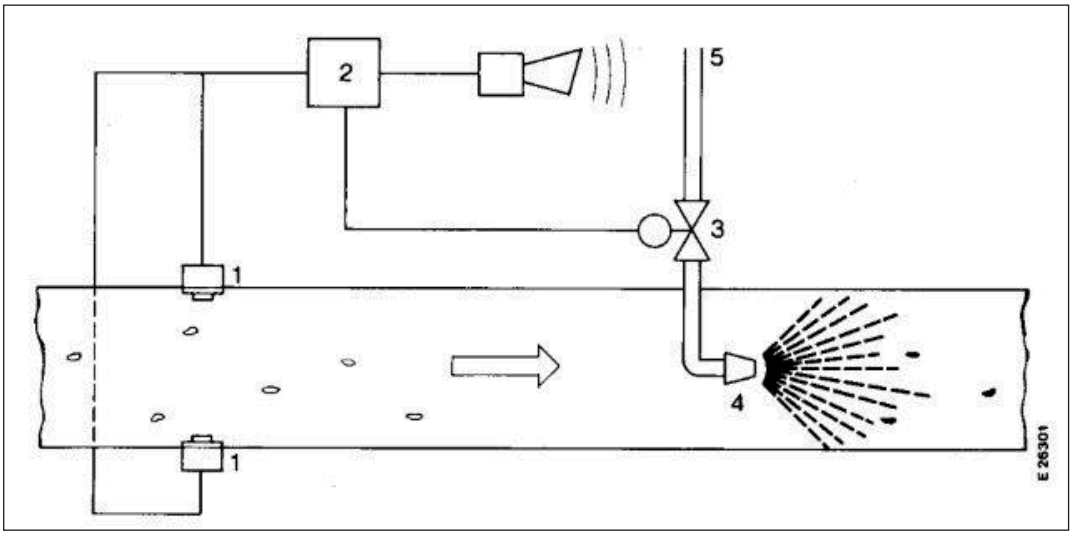
U vysokotlakých mlhových SHZ jsou významnou výhodou malé rozměry potrubí a malé nádrže na vodu. To snižuje požadavky na velikost strojovny a v neposlední řadě zrychluje a zjednodušuje montáž potrubního systému.



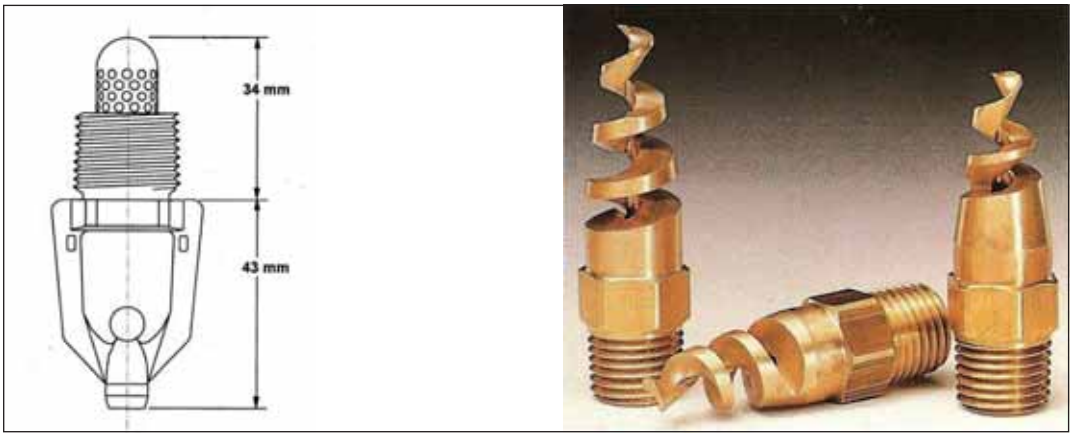
obr. 6-3 Blokové schéma vysokotlakého mlhového SHZ



obr. 6-4 Vysokotlaké mlhové SHZ typu MAU



obr. 6-5 Schéma mlhového SHZ na hašení jisker a žhavých částic



obr. 6-6 Nízkotlaká mlhová hubice TYCO nárazového typu (vlevo) a středotlaká mlhová hubice nárazového typu se šroubovicí (vpravo)

Navrhování

Výchozím dokumentem pro návrh mlhových SHZ je návrhový manuál a normativní dokument, který stanovuje rámcové požadavky. Tato SHZ lze navrhovat jenom pro aplikace, pro které je konkrétní mlhové SHZ certifikováné na základě zkoušek hasicí schopnosti. Výsledky zkoušek může interpretovat pouze autorizovaná osoba, která vydala příslušný certifikát. Ten obsahuje skladbu v úvahu přicházejících komponentů, jejich rozmístění a další omezující podmínky. Pro mlhová SHZ platí, že i malá pochybení a odchylky od návrhových požadavků mohou mít za následek nesplnění předpokládané deklarace uvedení požáru pod kontrolu nebo jeho uhašení. Zejména proto, že tato zařízení hasí požár s hraniční intensitou dodávky.



obr. 6-7 Vysokotlaký mlhový sprinkler (vlevo) a vysokotlaká hubice (vpravo)

V návrhovém manuálu výrobce musí být kromě jiného uvedeny následující parametry:

- druh nebezpečí;
- typ hubice/hlavice;
  - » rozmístění hubic/hlavic - vzdálenosti od stěn od chráněného objektu, mezi sebou, od překážek, od stropu, kolem otvorů;
  - » orientace hubic/hlavic;
  - » průtok a min. návrhový tlak;
- výška stropu / max. objem chráněného prostoru a jeho geometrie;
- rychlost proudění vzduchu, otvory, větrání;
- přísady.

U vysokotlakých mlhových SHZ se vysoké požadavky kladou na čistotu vody. Řeší se soustavou filtrů a potrubím z nerez oceli.

Rozsah použití

Podle deklarace jsou mlhová SHZ určená pro uvedení požáru pod kontrolu nebo ve specifických případech k jeho uhašení.

K dosažení dusivého efektu se upřednostňuje použití mlhových SHZ v uzavřených prostorech. Vysoce účinná jsou při hašení požárů s velkou tepelnou energií což je případ požárů hořlavých kapalin. Pro zvýšení hasicího účinku se používá pěnidlo AFFF.

K typickým aplikacím nízko a středotlakých mlhových SHZ patří ochrana kabelových kanálů, zkušeben motorů, strojoven lodí, plynových turbin a zauhlovacích mostů.

Vysokotlaká mlhová zařízení nacházejí uplatnění v ochraně kabin letadel, generátorů, parních a plynových turbín, zkušebních stolic, hromadných garáží, tunelů, kolejových vozidel, elektronických zařízení a telefonních ústředen. Z dalších aplikací je to zpracování hořlavých kapalin, ochrana hangárů, papírenských a obráběcích strojů, fritéz, větrných elektráren nebo podzemních velitelských stanovišť. Široké uplatnění nacházejí v ochraně památek, kde umožňují minimalizovat zásahy do stavby nebo interiéru. Postupně se prosazují v typických sprinklerových aplikacích zahrnujících nebezpečí LH, OH 1- OH 3 jako jsou hotelové pokoje, kanceláře, knihovny nebo archivy. Velmi rozšířené jsou námořní aplikace zejména ochrana kajut a strojoven námořních lodí. Vzhledem k vysokým nárokům na požární bezpečnost lodí jsou průkaznou referencí i pro pozemní aplikace.

Typickým příkladem více zónových mlhových SHZ jsou mlhová SHZ určená pro ochranu liniových technologií a staveb jako jsou kabelové kanály nebo tunely. Důvodem je v tomto případě snížení požadavků na zásobování vodou, které se obvykle navrhuje max. pro 3 zóny.

Širokého rozšíření doznala nízkotlaká mlhová zařízení pro hašení a detekci jisker a žhavých částic. Navrhují se např. pro ochranu pneumatických a dalších dopravních systémů, hoblovacích strojů v dřevařském průmyslu, prachových filtrů a sil, sušáren, zpracování a dopravu biomasy, pelet nebo drtících zařízení a mlýnů.

Nelze opominout ani využití mlhových zařízení ke zvýšení vlastní požární odolnosti stavebních konstrukcí a k omezení tepelného toku. V této aplikaci mají zejména vysokotlaká mlhová zařízení podstatně vyšší účinnost než vodní clony vytvořené ze sprejových hubic nebo sprinklerů.

Vodní mlha jako hasivo je:

- ekologicky nezávadná;
- zdravotně nezávadná;
- za určitých podmínek málo vodivá;
- nenechává žádné zbytky po hašení;
- v maximální míře se využije pro hašení bez následných škod promáčením.

V praxi se lze setkat s nekritickým zveličováním významu malé kapky pro účinnost hašení. Rovněž platí, že mlhová SHZ nemají universální použití. Naopak, velmi specifické. Vždy musí vycházet ze zkoušek hasicí schopnosti pro daný systém a danou aplikaci.

K rizikovým faktorům patří zejména výška chráněného prostoru větší než 5 m -7 m a rychlost proudění v chráněném prostoru vyšší než 5 m/s.

Mlhová SHZ se nesmí používat pro hašení látek, které reagují s vodou jako jsou reaktivní kovy, armidy kovů, karbidy, hybridy, silany nebo sulfidy. Zkušenosti z ochrany skansenů vedou k obezřetnosti k použití vysokotlakého mlhového SHZ za nízkých teplot. To je i případ hašení zkapalněných plynů.



obr. 6-8 Národní technická knihovna (NTK) se 100 % ochranou vysokotlakým mlhovým SHZ

7 Parní hasicí zařízení

Jedná se o typická technologická zařízení využívající páry jako hasiva. Především tam kde jsou k dispozici rozvody technologické páry. Pára vykazuje vysokou hasicí účinnost založenou na vytěsňování kyslíku ze zóny plamenného hoření což vyvolává intensivní dusivý účinek. S parními hasicími SHZ se lze setkat v petrochemickém průmyslu, kde se používají pro ochranu kolon nebo v textilním průmyslu k ochraně technologií pro pogumování textilií.

8 Zařízení se stabilními lafetovými proudnicemi

Může se jednat o samostatné potrubní soustavy s lafetovým proudnicemi nebo o soustavy, které jsou součástí pěnového nebo pěno vodního SHZ. Charakteristickým komponentem jsou u těchto hasicích zařízení stabilní lafetové proudnice. K jejich zásobování vodou, pěnotvorným roztokem nebo práškem slouží zařízení pro zásobování hasivem navržené podle příslušného návrhového dokumentu pro vodní, pěnová nebo prášková SHZ.

Stabilní lafetové proudnice se ovládají ručně nebo dálkově. Dálkové ovládání je nejčastěji elektrické.

Podle potřeby se lafetové proudnice opatřují proudnicí na vodu, pěnotvornou proudnicí nebo oběma.

Pro představu, Jumbo přívěsné lafetové proudnice mohou mít průtok 40 000 l.min^{-1}–60 000 l.min^{-1} a dálku dostřiku vody až 160 m a pěny až 130 m. Standardně je průtok cca 3000 l.min^{-1}–4000 l.min^{-1} a dálka dostřiku 70 m u vody a 60 m u pěny. Vlivem větru se dostřik pěny snižuje až o 30 %.

Lafetové proudnice ve stabilním provedení se používají k hašení hangárů, heliportů, hořlavých kapalin nebo stáčecích stanovišť železničních cisteren na zkapalněné plyny. Využívají se i k ochlazování ocelových konstrukcí technologických zařízení a plášťů skladovacích nádrží hořlavých kapalin.

Nejsou vhodné pro hašení hořlavých kapalin mísitelných s vodou.



obr. 8-1 Stabilní pěnová lafetová proudnice s vlastním přimšovačem a proudnicí na vodu a pěnu



obr. 8-2 Stabilní lafetová proudnice s dálkovým ovládáním

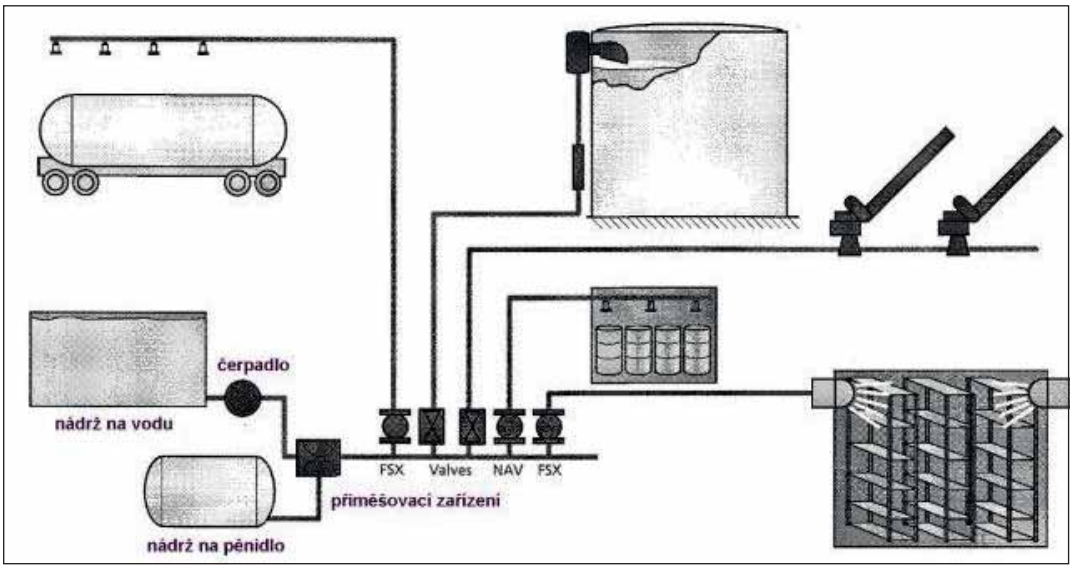
9 Pěnová zařízení

Pěnová SHZ jsou určená pro hašení požáru pěnou, která se aplikuje různým typem výstřikových zařízení nebo koncovek na povrch hořlavé kapaliny nebo do chráněného prostoru.

Liší se provedením výstřikových koncovek, které mohou být bez přisávání vzduchu nebo aspiračního typu tj. s přisáváním vzduchu.

Hasicí účinek pěny je založený na omezení přístupu kyslíku k povrchu hořlavé kapaliny. Tento izolační efekt je u pěn s nízkým napěněním doprovázen i intensivním chladícím účinkem. Ten s číslem napěnění pěny klesá. To se týká i odolnosti pěny proti teplu.

U pěnových SHZ na těžkou a střední pěnu se pěna roztéká po povrchu hořlavé kapaliny. Při použití lehké pěny se pěnou zaplavuje chráněný prostor v celém objemu.



obr. 9-1 Schéma pěnového SHZ a typické možností jeho použití

Provedení

Systémové řešení pěnového SHZ závisí zejména na způsobu aplikování pěny, který může být proveden:

- standardními sprinklery;
- standardními sprejovými hubicemi;
- pěnovými sprejovými hubicemi, otevřenými sprinklery nebo pěnovými sprinklery;
- pěnotvornými soupravami na povrchovou dodávku pěny;
- pěnotvorným zařízením s vysokým protitlakem na podpovrchovou dodávku pěny;
- hadicovými jednotkami na podpovrchovou dodávku pěny;
- proudnicemi na střední pěnu;
- pěnovými generátory na lehkou pěnu;
- ·zařízeními na stlačenou pěnu CAFS;
- lafetovými proudnicemi na těžkou pěnu.

Podle druhu pěny jsou pěnová SHZ na:

- těžkou pěnu s číslem napěnění do 20;
- střední pěnu s číslem napěnění 21 až 200;
- lehkou pěnu s číslem napěnění více než 200.

Číslo napěnění vyjadřuje kolik pěny se vytvoří z jednoho litru pěnotvorného roztoku vytvořeného z pěnotvorného roztoku. Ten tvoří voda a pěnidlo s koncentrací 1 %, 3% nebo 6 %. U těžké pěny s číslem napěnění 10 je to 10 l pěny. V případě agregátu na lehkou pěnu s číslem napěnění 1000 je to 1 m^3 pěny.

Pěnová SHZ na těžkou a střední pěnu mají, s výjimkou výstřikových zařízení, základní skladbu komponentů a montážních celků obdobnou jako zařízení sprinklerová nebo sprejová. Navíc je jejich součástí zařízení pro zásobování pěnotvorným roztokem.

K vytvoření lehké pěny s číslem napěnění vyšším než 800 se používají generátory na pěnu. Kromě ventilátoru jsou opatřené nezpěňovacím sítem o velké ploše. Na něm se vytvářejí tisíce bublinek pěny na stejném principu jako u dětských bublifuků.

Možná je i přímá aplikace pěnotvorného roztoku standardními sprinklery nebo sprejovými hubicemi bez výraznějšího přisávání vzduchu a bez použití napěňovacího síta, které by negativně ovlivňovalo tvar výstřiku resp. plochu smáčenou sprinklerem nebo sprejovou hubicí. Tato varianta hašení těžkou pěnou předpokládá použití pěnidla typu AFFF nebo FFFP, které na povrchu hořlavé kapaliny vytvoří film nevyžadující ke svému vzniku vzduch.

Nejčastěji se lze u pěnových SHZ setkat s přiměšovacím zařízením s nádrží na pěnidlo s vnitřním pryžovým vakem. Pěnidlo se vytlačuje do přiměšovače tlakem vody působícím na vnější stěnu vaku. U tohoto řešení odpadá čerpadlo na pěnidlo což zjednodušuje přiměšovaní zařízení.



obr. 9-2 Číslo napěnění pěnotvorného roztoku a jeho příprava

K nejjednodušším zařízením zásobování pěnotvorným roztokem patří systém s nádrží na předmíchaný roztok, u kterého odpadá přiměšovač. Nevýhodou je omezená zásoba pěnotvorného roztoku a nezanedbatelná cena nádrže, která musí být vyrobena z nerez oceli. Předmíchaný roztok se používá i u pěnových SHZ typu CAF (Compressed Air Foam Systém). Připravený pěnotvorný roztok se v tomto případě vytlačuje z tlakové nádrže dusíkem nebo vzduchem do směšovací komory.

U zařízení zásobování pěnotvorným roztokem s čerpadlem na pěnidlo se používají čerpadla odstředivá. Pouze v případě nenewtonovských pěnidel, charakterizovaných nárůstem viskozity s klesající teplotou, čerpadla pístová. Čerpadla, jako všechna další zařízení zásobování pěnotvorným roztokem, která přicházejí do kontaktu s pěnidlem nebo pěnotvorným roztokem musí být z materiálu odolného proti korozi. Nejčastěji z bronzu nebo nerez oceli případně litiny.

Řídící ventily mají stejné provedení jako zaplavovací ventily pro sprejová zařízení. Obvykle se používají ventily s řídící komorou opatřenou pryžovou membránou. Ta umožňuje samočinné nebo ruční otevření ventilu odpuštěním tlaku z řídící komory na základě signálu detekčního systému. Tím může být EPS s liniovými hlásiči nebo pneumatický případně hydraulický detekční systém.

V praxi je rozšířené i polostabilní provedení u něhož se neinstaluje nákladné zásobování vodou a pěnotvorným roztokem. Toto řešení nachází uplatnění ve velkých petrochemických a chemických závodech kde je jednotka HZS podniku vybavená velkými pěnovými hasicími automobily. Připojení mobilní techniky k potrubnímu pevně instalovanému rozvodu s výstřikovými koncovkami se provádí na stanovišti opatřeném ochrannou stěnou. K zásobování vodou se využívá k tomu účelu dimenzovaný rozvod požární vody.



obr. 9-3 Zkušební aparatura na stanovení parametrů pěny

Navrhování

Zásadním návrhovým požadavkem je u pěnových SHZ vytvořit na povrchu hořlavých látek (obvykle hořlavých kapalin) homogenní vrstvu pěny o intensitě dodávky stanovené pro dané nebezpečí. K tomu účelu musí být vybráno, v závislosti na typu pěnového SHZ, vhodné pěnidlo. Hasivem je obvykle pěna vytvořená z pěnotvorného roztoku o stanoveném stupni přiměšování. U pěno-vodních SHZ je to i voda.

Podle hasicí schopnosti a úrovně odolnosti proti zpětnému rozhoření se pěnidla zařazují do třídy I, II a II. Kritériem je doba uhašení pro daný způsob aplikace pěny. Úroveň odolnosti proti zpětnému rozhoření se klasifikuje písmeny A (nejlepší), B, C a D. Z dalších parametrů je to součinitel rozprostření pěnotvorného roztoku, napěnění a doba rozpadu pěny.

Pěnidla mají korosivní účinky a obsahují toxické látky. Použít lze pouze pěnidla, která neovlivňují negativně životní prostředí.

U specifických hořlavých kapalin musí být provedené malorozměrové nebo velkorozměrové zkoušky hasicí schopnosti, aby byla jistota dosažení deklarace uhašení. Návrh intensity dodávky vychází z minimální intensity 4 l/min.m^2, která se upravuje korekčními součiniteli.

obr. 9-4
Pěnová sprejová hubice (vlevo)

obr. 9-5
Pěnový sprinkler (vpravo)



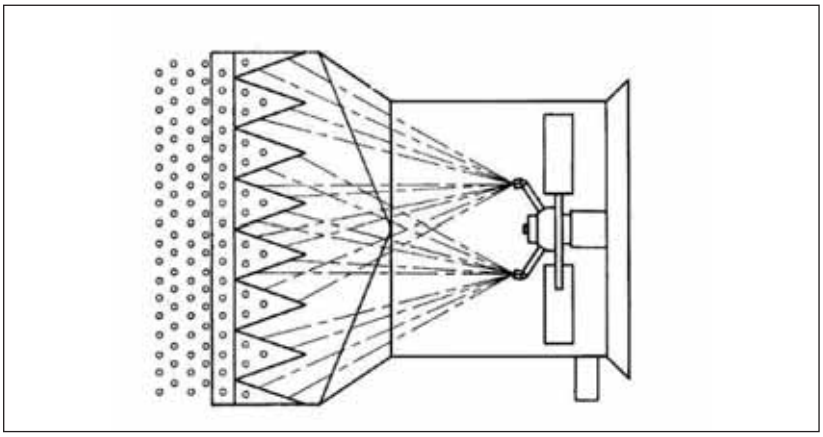
obr. 9-6
Proudnice na střední pěnu

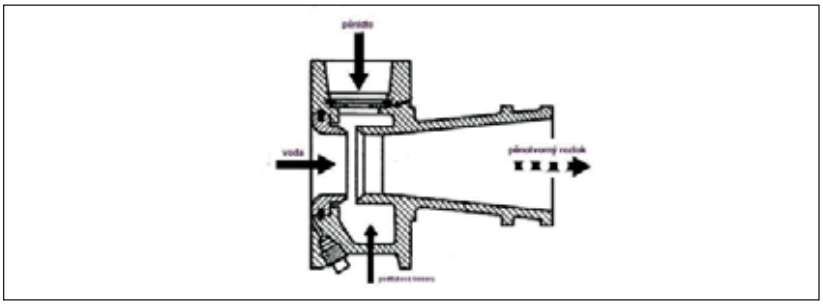


Sprinklerová zařízení pěno-vodní se mají navrhovat pouze pro hašení hořlavých kapalin uložených v kontejnerech. Nedoporučují se pro případy, kdy by počáteční únik hořlavé kapaliny vytvořil velkou plochu požáru. V takovém případě se použije pěnové zaplavovací zařízení sprejové s pěnovými hubicemi nebo pěnovými sprinklery.

Zvláštní pozornost se u pěnových SHZ musí věnovat ekologickým požadavkům. Jednak z hlediska zachycení kontaminovaného hasiva v retenčních jímkách, ale i použití ekologicky nezávadných pěnidel. To se týká zejména pěnidel syntetických obsahujících fluorované tensidy.

obr. 9-7
Generátor na lehkou pěnu





obr. 9-8
Princip přisávání pěnidla v přimešovači ejektorového typu

Při návrhu pěnových SHZ je třeba věnovat i odpovídající pozornost korosivním účinkům pěnidel. Řešením je použití potrubí z nerez oceli, nádrží na pěnidlo z plastů a vybavení hasicího zařízení vhodnými armaturami pro jeho proplach po skončeném zásahu nebo funkční zkoušce.



obr. 9-9
Nádrž na pěnidlo s vnitřním vakem



obr. 9-10
Ochranná stěna pěnového SHZ s připojovacími armaturami

Rozsah použití

Pěnová SHZ mají obvykle deklaraci uhašení požáru. Možná je i deklarace uvedení požáru pod kontrolu případně potlačení uvolňování hořlavých par. Navrhují se zejména pro hašení třídy požárů B. Za určitých okolností i požárů třídy A. Může se jednat o požáry 2D což jsou požáry rozlitých hořlavých kapalin v nádržích nebo záchytných jímkách nebo požáry 3D jako jsou požáry skladů nebo přečerpávacích stanic.

K typickým aplikacím pěnových SHZ na těžkou pěnu patří skladovací nádrže hořlavých kapalin, výrobní prostory, záchytné jímky, hangáry, opravny letadel, přečerpávací stanice, nakládací a vykládací doky, sklady pneumatik a plastů, recyklace odpadů, papír v rolích a sklady hořlavých látek třídy požáru A a B. U zkapalněných plynů se využívá pěna k omezení uvolňování hořlavých par a ochlazení paliva a horkých povrchů.

Specifickou aplikaci představuje hašení kuchyňských fritéz. Kromě jiného lze v tomto případě použít lokální pěnové SHZ R-102 s hasivem Ansulex vhodným pro třídu požáru F. Bylo vyvinuté firmou Ansul v roce 1962 jako reakce na řadu požárů kuchyňských zařízení. Jejich příčinou je obvykle přehřátí fritovacího oleje v důsledku závady termostatu. Příčinou rozšíření požáru do odvětrávacího potrubí je jeho zanešení mastnými usazeninami.



obr. 9-11 Typické použití pěnových SHZ – ochrana skladovacích nádrží

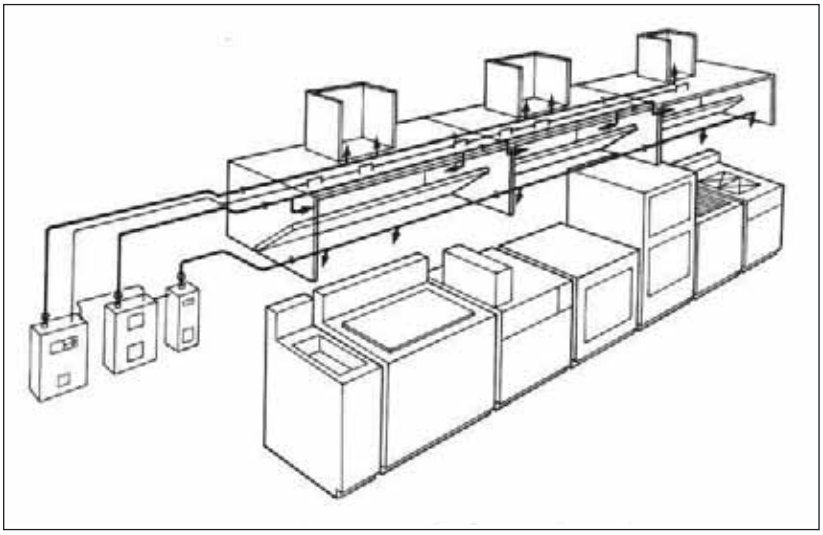
Střední pěna se používá pro ochranu jímek skladovacích nádrží na hořlavé kapaliny, přečerpávacích stanic a jímek na zkapalněné uhlovodíkové plyny LPG.

Pěnová SHZ na lehkou pěnu lze použít pro ochranu sběrných jímek na LPG a LNG, výrobních prostorů, hangárů, přečerpávacích stanic, plastových obalů a jejich skladování, skladů pneumatik, papíru v rolích, kabelových kanálů a šachet. Aplikace lehké pěny předpokládá více méně uzavřený prostor a delší čas dodávky, jelikož lehká pěna má malou odolnost proti teplu.

Pěnová SHZ jsou obecně nevhodná pro chemické látky jako je celulóza nebo oxidační činidla, které podporují hoření, elektrická zařízení pod napětím, kovy jako sodík, draslík a další které reagují s vodou, nebezpečné látky reagující s vodou jako je forforpentoxid a pro hašení hořlavých kovů jako je hliník nebo hořčík.

I u pěnových SHZ platí zásada, že nelze míchat jednotlivé druhy pěnidel. Změna pěnidla je možná pouze v souvislosti s revizí celého systémů. Důvodem jsou rozdílné fyzikálně chemické vlastnosti jednotlivých druhů pěnidel.

U venkovních instalací zejména při aplikaci střední a lehké pěny je třeba počítat s účinkem větru, který při větší rychlosti může způsobit lokální snížení intensity dodávky nebo rozvíření hladiny hořlavé kapaliny a znovuvzplanutí požáru.



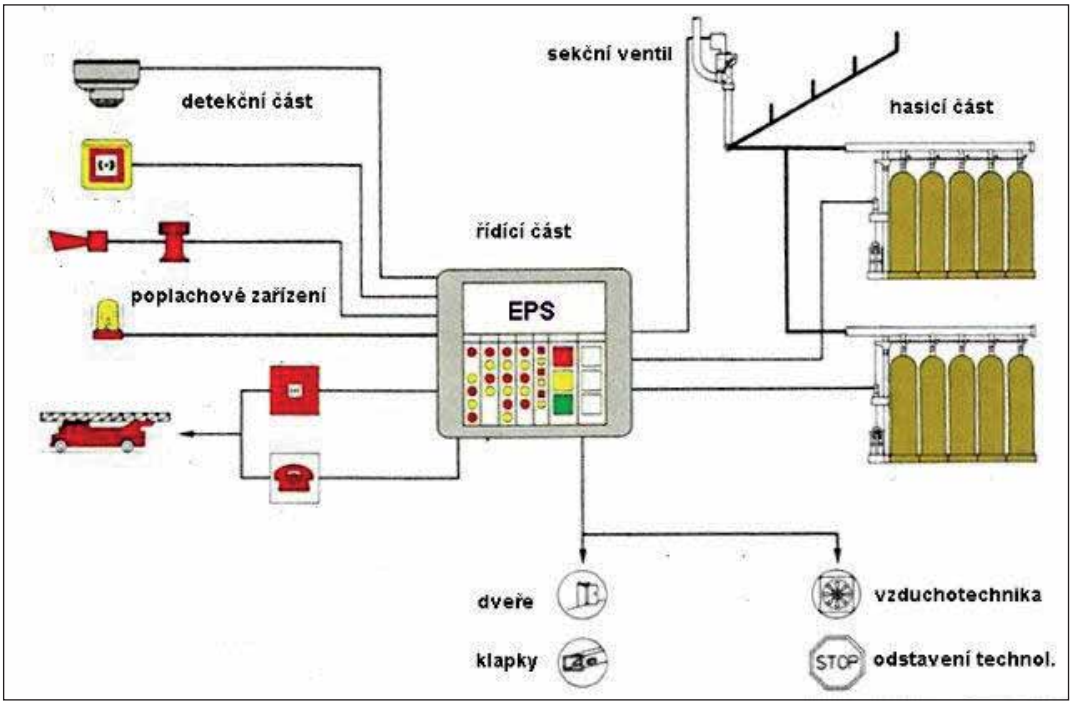
obr. 9-12 Ochrana kuchyňských zařízení „pěnovým" SHZ

10 Plynová hasicí zařízení

Plynová SHZ jsou určená pro zaplavení chráněných úseků hasicím plynem nebo pro lokální hašení možných ohnisek požáru v technologických zařízeních. Uhašení požáru je podmíněné dosažením předepsané hasicí koncentrace do stanovené doby a její udržení po dobu min. 10 min.

V posledních letech doznala tato hasicí zařízení velkého rozšíření v souvislosti s masovým zaváděním nejrůznějších elektronických systémů a technologií. Tam představují optimální způsob ochrany jelikož používají tzv. čistá hasiva, která po hašení nezanechávají žádná rezidua a jsou elektricky nevodivá.

Hasicí účinek je u inertních plynů dusivý v důsledku snížení obsahu kyslíku v chráněném prostoru. U chemických plynů je hlavní účinek ochlazovací v zóně plamenného hoření. Výrazný chladící účinek má také CO_2.



obr. 10-1 Schéma vysokotlakého plynového SHZ se záložní baterií láhví

Provedení

Standardní plynové SHZ je obvykle samočinné zařízení sestávající z detekční, řídící a hasicí části, které musí tvořit jeden integrální celek. Řídící funkce zajišťuje samostatná tzv. hasicí ústředna nebo ústředna EPS certifikovaná pro ovládání hasicí části.

K detekci požáru se používá nejčastěji EPS. Detekční část má za účel zjistit požár a na základě hlášení minimálně dvou hlásičů předat příslušný signál do řídícího zařízení, které zajistí spuštění hasicího zařízení, aktivuje poplachová zařízení, odstavuje vzduchotechnické zařízení, spouští požární klapky a zavírá požární uzávěry. Pokud je instalované, aktivuje se zpožďovací zařízení, které zpozdí zaplavení chráněného prostoru, aby ho mohli přítomné osoby bezpečně opustit.

Hasicí část tvoří zásobníky s hasivem, potrubní rozvod s hubicemi, sekční ventily a další armatury.

Podle tlaku jsou plynová SHZ:

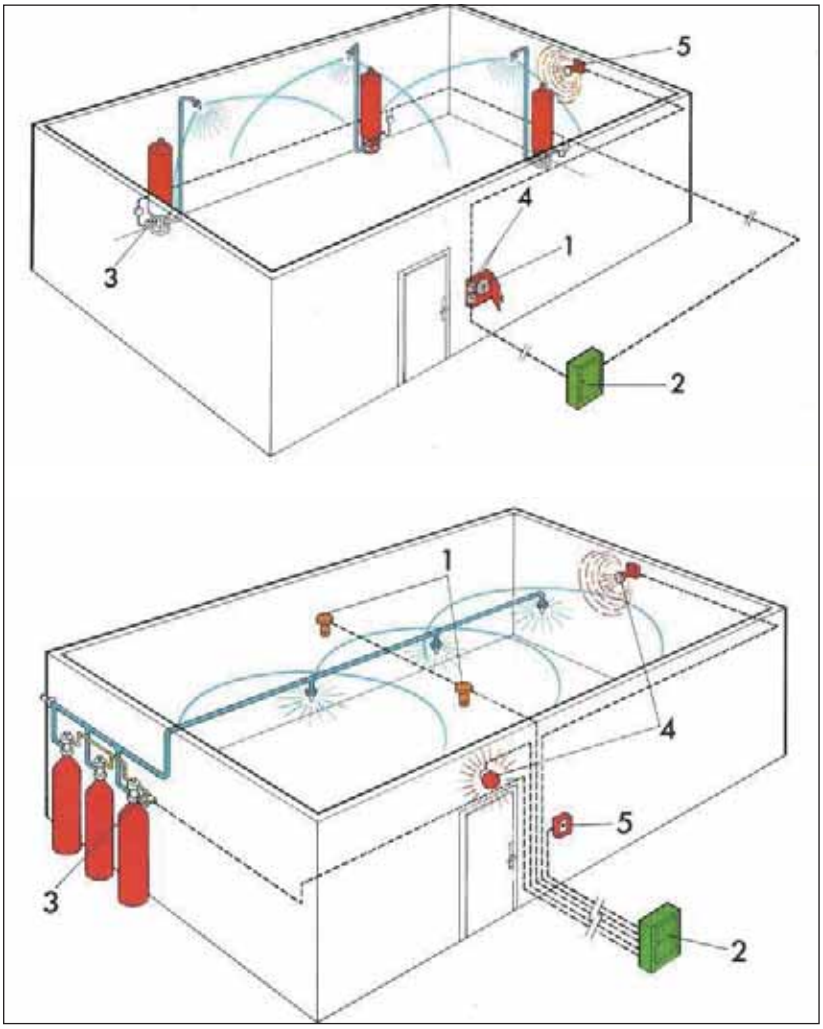
- nízkotlaká, u nichž se hasivo nachází v zásobníku ve zkapalněném stavu. U CO_2 je to při – 143 °C a tlaku 20 až 30 bar, u Argonu při -20 °C a tlaku 20 bar. Toto řešení je vhodné pro rozsáhlé požární úseky s množstvím hasiva větším než 6 t u CO_2 a 5 t u Argonu;
- vysokotlaká, u nichž je hasivo obvykle v tlakových láhvích nebo zásobnicích o objemu 50 l, 80 l, 140 l nebo 180 l. Inertní plyny se skladují při tlaku 200 bar nebo 300 bar a chemické plyny při tlaku 25 bar nebo 42 bar. V tlakových láhvích s CO_2 je tlak při teplotě 20 °C 54 bar.

Podle umístění zdroje hasiva jsou plynová SHZ:

- bateriového typu s tlakovými láhvemi nebo zásobníky umístěnými v samostatném požárním úseku;
- modulová, která se nacházejí přímo v chráněném prostoru. Jelikož u nich není rozváděcí potrubí, není potřeba ani komplikovaný hydraulický výpočet což instalaci zlevňuje.

Podle druhu hasiva jsou plynová SHZ na:

- $CO_{2;}$
- inertní plyny jako argon, dusík nebo jejich směsi jako je Aragonite nebo Inergen;
- halonové alternativy. Těmi jsou halogenované uhlovodíky typu HFC např. hasivo FM 200 nebo hasiva na bázi ketonů jako je hasivo NOVEC nebo Sapphire.



obr. 10-2 Provedení plynového SHZ pro ochranu servrovny modulového a bateriového typu

Podle počtu chráněných úseků jsou:

- jednozónová;
- vícezónová.

Kromě plynových SHZ zaplavovacího typu jsou velmi četná plynová SHZ pro objektové (lokální) hašení kdy se hasivo aplikuje do místa předpokládaného výskytu požáru. Do této skupiny SHZ patří i jednoduchá plynová SHZ sestávající z maloobjemové tlakové nádoby s hasicím plynem a ručním nebo samočinným spouštěním. To může být provedené pomocí speciální plastové trubičky, která je umístěná např. v motorovém prostoru automobilu, člunu nebo racku. Při teplotě 85 °C se trubička roztaví a uvolní cestu hasivu do chráněného prostoru. Může být použitá i jako detekční prvek napojený na diferenciální vypouštěcí ventil. Tato hasicí zařízení mají znaky SHZ s tím, že jejich použití je omezené na specifické aplikace, kde jejich instalace nevyplývá z požárně bezpečnostního řešení. Obvykle nesplňují požadavky ČSN EN 15004-1.

Navrhování

Návrh plynových SHZ určených pro objemové hašení patří k nejkomplikovanějším. Předpokladem pro dosažení požadované hasicí schopnosti je u plynových SHZ prokazatelná těsnost chráněného prostoru. Ověřuje se zkouškou těsnosti označovanou Door Fann Test.

Projektant musí především vybrat pro danou aplikaci vhodné hasivo. O tom rozhoduje velikost místnosti pro uložení zásobníků hasiva, únosnost podlahy, teploty v chráněném prostoru, ekologické aspekty, perspektivnost hasiva, zdravotní aspekty a v neposlední řadě cena.

Návrh musí být proveden podle relevantního návrhového dokumentu a doložen kromě jiného hydraulickým výpočtem. Musí řešit ochranu zdraví osob v chráněném prostoru, tlakovou bezpečnost a hasicí účinnost.

Parametrem zásadní důležitosti je dodržení předepsané doby pro dosažení stanovené návrhové koncentrace. U zkapalněných hasiv nesmí tato doba překročit 10 s a u nezkapalněných hasiv 60 s. Kromě jiného ovlivňuje tuto dobu délka potrubí. U hasicích plynů HFC by mělo být co nejkratší. Hasicí koncentrace se musí udržet v chráněném prostoru min. 10 min.

V souvislosti se zaplavením chráněného prostoru plynem může dojít v chráněném prostoru k přetlaku nebo podtlaku. S přetlakem je třeba počítat u inertních plynných hasiv. Aby nedošlo k porušení stability budovy musí být eliminován správně navrženými přetlakovými klapkami. K podtlaku dochází u většiny chemických hasiv.



obr. 10- Hubice na plynná hasiva (kromě CO_2) a výstřik hasiva NOVEC po spuštění plynového SHZ

Inertní plyny nebo jejich směsi mají v porovnání s chemickými plyny podstatně nižší hasicí účinnost. S tím souvisí větší počet tlakových lahví, větší nároky na únosnost podlah a velikost místností pro jejich umístění. Na straně druhé jsou tato hasiva trvale perspektivní, jelikož jsou ekologicky nekonfliktní a obecně, zejména pokud jde o dusík a CO_2, levnější než chemické plyny. Naopak chemická hasiva mají výrazně vyšší hasicí účinnost. Požadavky na prostor a únosnost podlahy strojovny jsou proto podstatně nižší. Snazší je i manipulace s tlakovými lahvemi.

V souvislosti se zpřísňováním ekologických požadavků na chemické látky je perspektivnost použití chemických plynných hasiv problematická což je třeba při výběru vhodného hasiva mít na zřeteli. V současné době ekologicky bezkonfliktní chemické hasivo může být v blízké budoucnosti předmětem restrikčních opatření nebo dokonce zakázáno. Připomeňme v této souvislosti např. osud hasiv 1301, 1211, 2402 nebo FM 100 a restrikční opatření týkající se skleníkových plynů kam patří velmi rozšířený FM 200.

Zkušenosti z posledních let ukazují, že nové vysoce výkonné servrovny s intensivní výměnou vzduchu a chlazením vyžadují novou koncepci řešení plynového SHZ. Zejména z hlediska rozmístění hlásičů požáru a hubic. Po dohodě se specialisty na výpočetní techniku resp. dodavatelem datové technologie je třeba navrhnout řešení, které zajistí jak bezkonfliktní funkci plynového SHZ, tak i korektní odstavení servrů, aby nedošlo k poškození uložených dat v důsledku přehřátí.

Rozsah použití

Plynová SHZ mají obvykle deklaraci uhašení požáru. Z tohoto důvodu nacházejí uplatnění v ochraně elektrických a elektronických zařízení kde se požaduje prokazatelné uhašení požáru a rychlé obnovení činnosti bez nutnosti nákladné a zdlouhavé sanace chráněného prostoru po požáru.

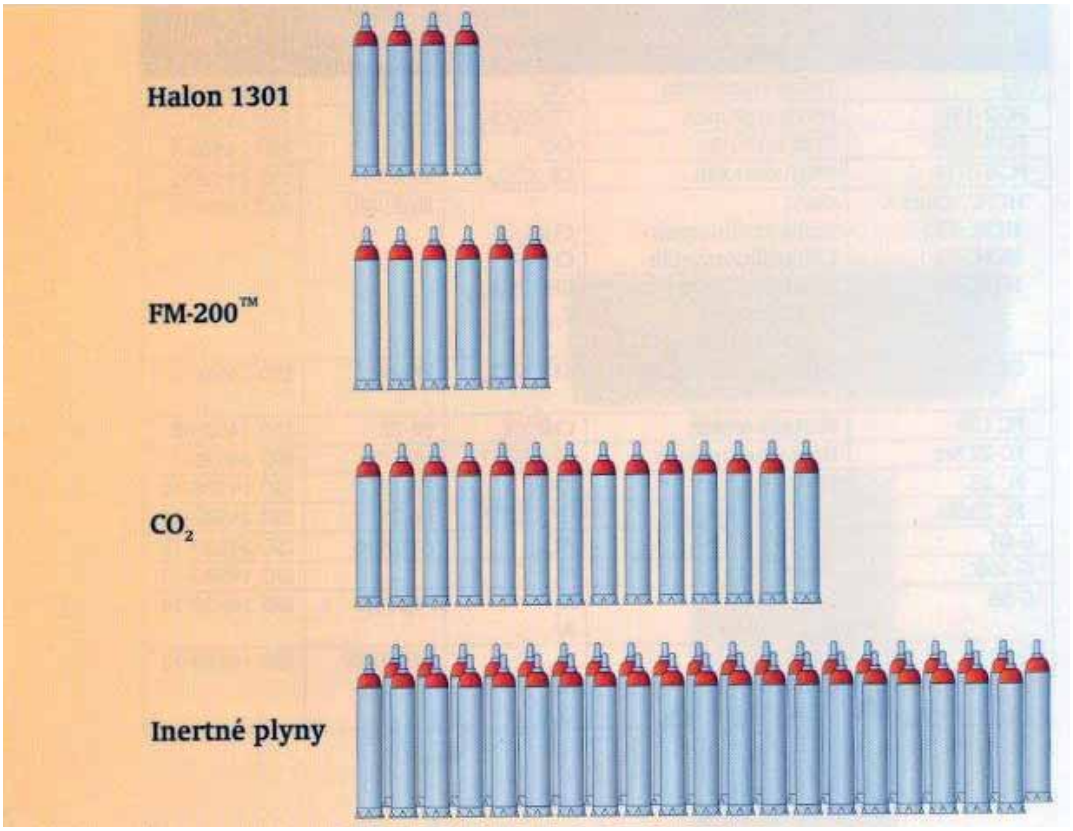
Pokud není stanoveno jinak musí být provozní teploty u plynových SHZ úplným zaplavením v rozmezí -20 °C až +50 °C.

Hlavní aplikační oblastí plynových SHZ jsou serverovny, rozvodny, telekomunikační zařízení nebo řídicí systémy, muzea, galerie, kulturní památky, ale i hořlavé a zkapalněné plyny. Požárně bezpečnostní řešení předpokládá, že tato zařízení splňují požadavky normativního dokumentu v daném případě ČSN EN 15004. Tím je vytvořen předpoklad pro dosažení deklarace uhašení požáru a dostatečné ochrany zdraví osob nacházejících se v chráněném prostoru. Doba levných instalací s pochybnou hasicí účinností přivedla většinu provozovatelů IT k rozhodnutí nahradit tato hasicí zařízení plnohodnotnými systémy ochrany a to i za cenu vyšších pořizovacích nákladů.

Z aplikací určených pro objektové (lokální) hašení lze uvést ochranu lakoven, číslicově řízených obráběcích strojů, strojů na obrábění slitin hořčíku, větrných elektráren a serverů nebo racků, závodních automobilů, automobilů VIP, lokomotiv, bojových vozidel nebo letadel.



obr. 10-4 Strojovna vysokotlakého plynového SHZ na hasivo KD 1230 se sekčními ventily a pilotní řídící láhví



obr. 10-5 Srovnání vybraných plynných hasiv z hlediska počtu tlakových láhví pro daný chráněný úsek



obr. 10-6 Plynové SHZ pro lokální ochranu číslicově řízeného obráběcího stroje

V minulosti se v řadě případů lokální ochrany rozšířila plynová SHZ na CO_2. Důvodem byla jeho nízká cena, ale i to, že toto hasivo je těžší než vzduch což vede při jeho aplikaci do otevřených nebo ne zcela zakrytých prostorů ke snadnějšímu dosažení potřebné hasicí koncentrace. Příkladem jsou válcovací stolice, kalící vany, papírenské stroje nebo generátory. V posledních letech je CO_2 nahrazován hasivem IG 541.

Tam kde je limitovaná hmotnost hasicího zařízení nebo prostoru pro jeho instalaci, jako jsou motory letadel nebo bojových vozidel, se používají plynová SHZ s halonovými náhradami.

Plynná hasiva se nesmějí používat bez příslušných zkoušek pro hašení požárů chemikálií, které obsahují vlastní množství kyslíku, směsí, které obsahují oxidační látky, chemikálií s autoterminálním rozkladem jako jsou některé organické peroxidy, reaktivních kovů jako sodík, draslík, hořčík a reaktivních hybridů nebo amidů kovů. Problémy mohou vzniknout u větších povrchů ohřívaných jinými zdroji než požárem kde při vyšších teplotách může dojít k rozkladu hasiva. Zvýšenou pozornost vyžadují aplikace s předpokládaným hloubkovým žhnutím a s výbušným prostředím. V důsledku vývinu vysokého elektrostatického náboje může dojít v těchto případech k iniciaci explose.

Samočinná plynová SHZ patří k hasicím zařízením, u kterých musí být před uvedením do provozu ověřeno, že jsou bezkonfliktně zajištěné všechny funkce jednotlivých částí plynového SHZ. To je zvlášť důležité v případech kdy jsou různí dodavatelé detekční a hasicí části plynového SHZ. To se týká i součinnosti se zařízením pro odvětrání kouře a tepla a vzduchotechnickým zařízením, která nesmí negativně ovlivňovat funkci plynového SHZ. V případě datových sálů s velkým příkonem je třeba řešit i způsob korektního odstavení servrů, aby nedošlo k poškození uložených dat.

K rizikovým faktorům, kterým jsou vystavené osoby nacházející se v místnosti chráněné plynovým SHZ patří zejména škodlivé látky, které vznikají rozkladem hasiva při požáru. V případě chemických plynů mají toxické účinky a u inertních plynů to jsou fyziologické účinky.

Kromě popsaného nebezpečí je třeba počítat i s tím, že při přeměně kapalné fáze na plynnou je výstřik plynu z hubic doprovázen snížením teploty a zhoršením viditelnosti. Typickým příkladem je CO2. Supersonický výstřik hasiva, ke kterému dochází u některých hubic má za následek vysokou hladinu hluku. Některé studie došly k závěru, že může být příčinou poškození mechaniky harddisků.

Pro operativní výměnu tlakových lahví na chemické plyny byla vybudovaná a je úspěšně provozovaná u firmy ESTO Cheb, s. r. o. halonová banka. Ta jako jediná v ČR provozuje i unikátní recyklační a regenerační zařízení Reach-system pro plynná hasiva na bázi halogenderivatů uhlovodíků.



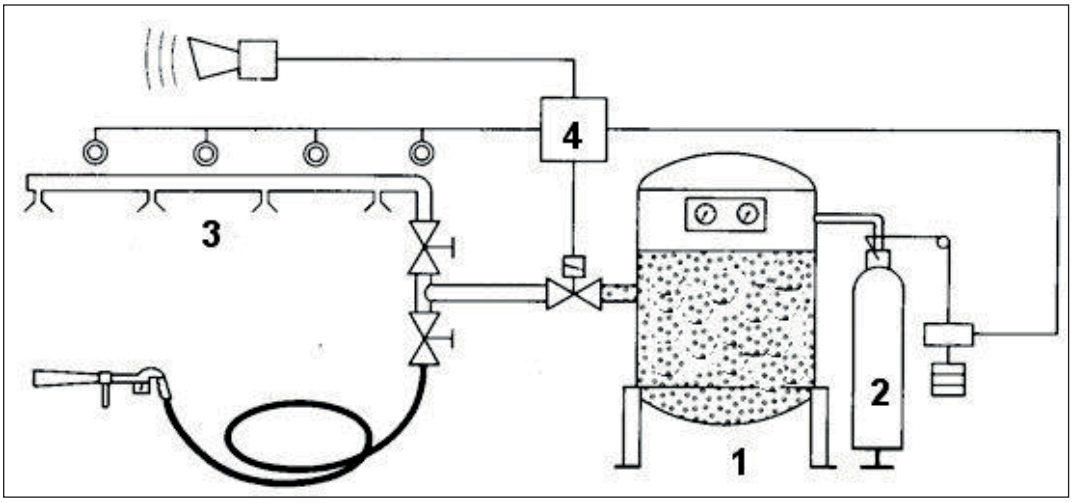
obr. 10-7
Archiv hl. m. Prahy s ochranou plynovým SHZ na IG 541

11 Prášková zařízení

Práškové SHZ hasí požár hasicím práškem, který se aplikuje o stanové intensitě dodávky po stanovenou dobu činnosti na hořící objekt otevřenými práškovými hubicemi. Jelikož hasicí prášky nemají chladící účinek doplňuje se v některých případech práškové SHZ pěnovým SHZ, které má za účel zabránit zpětnému vzplanutí požáru od rozžhavených ploch ocelových konstrukcí. Toto řešení známé i z mobilního provedení se někdy označuje jako „twin" provedení.

Hlavní hasicí účinek prášků je antikatalický. Spočívá v přerušení chemické reakce při požáru v zóně plamenného hoření. Významný je i tzv. stěnový efekt, kterým se intensivně snižuje sálavé teplo.

obr. 11-1 Schéma práškového SHZ



1– tlaková nádoba na prášek, 2 – tlaková láhev s dusíkem, 3 – potrubní rozvod s práškovými hubicemi, 4 – řídící zařízení

Provedení

Prakticky se jedná o „velké práškové hasicí přístroje". Výtlačným plynem je nejčastěji dusík uložený v tlakových láhvích. Po aktivaci se hasivo vytlačuje plynem z nádrže do chráněného prostoru nebo na otevřená technologická zařízení práškovými hubicemi ve formě práškového oblaku. K aplikaci prášku na venkovní technologie lze použít i práškové lafetové proudnice nebo hadicové systémy s ruční práškovou proudnicí.

Nádrže na prášek jsou ocelové tlakové nádoby o objemu 50 kg–3000 kg prášku. Řídící a sekční ventily se ovládají pneumaticky výtlačným plynem nebo ručně. Pracovní tlak v zásobníku je obvykle 14 bar, maximálně 25 bar.

Součástí samočinného práškového SHZ je detekční, řidící a hasicí zařízení. Provedení řídícího zařízení je obdobné jako u plynových hasicích zařízení. Spouštění je ruční nebo samočinné prostřednictvím EPS.

Prášková SHZ mohou být i v provedení HRD (High Rate Discharge) kdy je prášek udržován v zásobníku pod stálým tlakem. Zařízení HRD se spouští pyrotechnickými patronami na základě signálu od detekčního zařízení. Do chráněného prostoru se prakticky bez zdržení vypouští velké množství prášku, které má v takovém případě protiexplosivní účinek.

Navrhování

Klíčovým návrhovým parametrem je tzv. základní množství prášku, které je u objemového hašení 0,65 kg.m^{-3} a doplňkové množství, kterým se kompenzuje velikost otvorů v chráněném prostoru, velikost chráněné plochy a všechny větrací systémy, které nelze vypnout.

Doba od spuštění práškového SHZ do vyprázdnění výpočtového množství je max. 30 s.

Pokud se nachází v chráněném prostoru osoby musí se učinit obdobná opatření jako u plynových SHZ. Patří k nim poplachová zařízení, neelektrické blokovací zařízení a v neposlední řadě zařízení, kterým se nastaví zpoždění výstřiku prášku, aby osoby mohli bezpečně opustit chráněný prostor během předpoplachu.

Rozsah použití

Prášková SHZ mají deklaraci uhašení požáru. Jsou určená pro objemové nebo lokální hašení v rozsahu teplot -20 °C až +50 °C. Pokud je výtlačným plynem CO_2 je rozsah pracovních teplot 0 °C až 40 °C.

Typickou aplikační oblastí je chemický a petrochemický průmysl. Prášková SHZ se používají pro ochranu čerpadel na hořlavé kapaliny, kompresorů v tlakových stanicích zemního plynu, přečerpávacích stanic, mlýnů, zkušebních stanovišť, hydraulických systémů a recyklačních technologií.

Praxe potvrdila, že jde o vysoce účinné hašení požárů v případech kde ostatní hasiva jsou málo účinná. To se týká především hašení hořlavých plynů pod tlakem a hořlavých kapalin. Prášková SHZ jsou za určitých podmínek využitelná i pro hašení hořlavých látek jako je naftalen nebo asfalt, které se při požáru taví a látek jako dřevo nebo papír.

Prášková SHZ se nesmějí používat k hašení chemických látek, které obsahují kyslík jako je nitrát celulózy a hořlavých látek, u kterých může být ohnisko požáru pro hasicí prášek nedosažitelné, jako jsou dutiny nebo zakryté prostory. Použití prášku ABC se nedoporučuje na požáry mykacích strojů v textilních provozech a elektrických zařízení. Důvodem je vytváření usazenin při teplotách vyšších než 1200 ^{0}C a relativní vlhkosti nad 50 %. Ty mohou být korozívní, vodivé a obtížně odstranitelné.

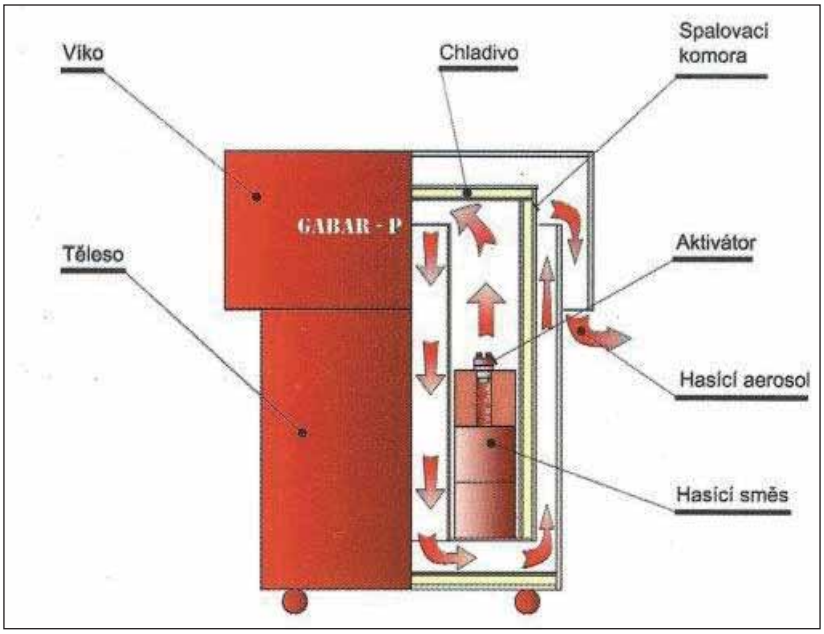
K zamezení koroze způsobené působením vlhkosti na zbytky prášku po výstřiku je nutné co nejrychleji očistit všechny plochy kam práškový oblak dopadl. Nezbytná sanace místa požáru předurčuje použití práškových SHZ zejména na otevřené technologie.

Různé druhy hasicích prášků, obdobně jako pěnidel, nelze míchat. V případě prášků to může způsobit spékání a tvorbu plynů s možným nárůstem tlaku v nádobě na prášek.

12 Aerosolová zařízení

Aerosolová SHZ hasí požár aerosolem. Ten vzniká při procesu hoření pevné směsi v generátoru aerosolu a zaplavuje chráněný úsek obdobně jako je tomu u práškových nebo plynových SHZ. Hlavní hasicí účinek je chemický. Aerosol zasahuje do řetězové reakce hoření odstraňováním volných radikálů. Jako vedlejší účinek se uvádí ochlazování ohniska požáru. Čím jemnější jsou pevné částice aerosolu, tím je hašení účinnější. Aerosol proto vykazuje vyšší účinnost než hasicí prášek. Typická pro tato SHZ je jednoduchost, snadná montáž a nízká cena.

Významnější rozšíření této technologie se datuje od devadesátých let. Nejdříve to byly horké aerosolové generátory, později tzv. studené generátory aerosolu.



obr. 12-1 Provedení generátoru aerosolu GABAR-P

Provedení

Aerosolové SHZ sestává z generátoru hasicího aerosolu, detekčního a řídicího zařízení. Vlastní generátor aerosolu tvoří plechové pouzdro, v němž je hasicí směs ve formě pevných tablet a iniciační zařízení k zapálení hasicí směsi. To může být provedené topnou spirálou, zápalnou šňůrou, nejčastěji pyropatronou.

Za aerosol se považují jemně rozptýlené pevné částice obsahujících obvykle soli a plyny alkalických kovů obsahující dusík, oxid uhličitý a vodní páru. U aerosolového generátoru ruské provenience GABAR-P obsahuje náplň dusičňan amonný, chloristan draselný a epoxyd. Prakticky jde o velmi jemný hasicí prášek s velikostí zrn 0,001 mm–0,1 mm.

Aerosolový generátor nemá žádné pohyblivé součásti, potrubí a tlakové medium nebo čerpadlo obvyklé u ostatních SHZ. Studený generátor aerosolu je opatřen chladičem, který sníží povrchovou teplotu generátoru, jakož i teplotu aerosolu vypouštěného do chráněného prostoru. Aerosol jako takový je netoxický, nevodivý a ekologicky nezávadný.

Náplň aerosolového generátoru bývá 1 kg–10 kg. V případě aerosolového generátoru GABAR-P je hmotnost náplně 2 kg nebo 6 kg. Doba vyvíjení aerosolu je podle velikosti 18 s nebo 30 s.

Navrhování

Použití aerosolových SHZ je možné jenom v uzavřených prostorech, za řady dalších omezujících podmínek.

Za výchozí návrhový parametr se považuje množství hasiva v gramech na 1 m^3. Minimální hodnota podle normativního dokumentu (viz příloha) je 23 g/m^3–32 g/m^3. Podle návrhového dokumentu NPB88-2001 (2003) je to 50 g/m^3 s tím, že se navyšuje součiniteli, které zohledňují netěsnosti, hašení kabelů nebo nerovnoměrnost zaplavení. Při návrhu se musí respektovat i nadmořská výška a účinky teploty jelikož se aerosol při vyšší teplotě a vyšší nadmořské výšce rozpíná a má tudíž větší objem. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat ochraně zdraví osob, pokud se nachází v chráněném prostoru. Důvodem je snížení viditelnosti při vypouštění aerosolu na nulu a potenciální nebezpečí toxicity vyprodukovaných plynů. V neposlední řadě je to i tepelné nebezpečí. Teplota pláště aerosolového generátoru může být až 400 °C což za určitých podmínek může vést k dalšímu rozšíření požáru např. zvířeným prachem, poletujícími volně uloženými papíry nebo lehčími hořlavými předměty. K tomu může dojít v důsledku vysoké rychlostí vypouštění aerosolu z hubic zejména při nedodržení bezpečných odstupových vzdáleností stanovených výrobcem. Vstup do chráněného prostoru který byl zaplaven aerosolem je možný až po jeho intensivním odvětrání jelikož malé aerosolové částice vydrží ve vznosu několik hodin.

Uvedená nebezpečí se eliminují bezpečnostními opatřeními v obdobném rozsahu jako u plynových a práškových SHZ. Pro připomenutí je to zpoždění vypouštění aerosolu, blokovací zařízení k zamezení aktivace generátorů při servisu, poplachové zařízení a v neposlední řadě proškolení dotčených osob.

U aerosolových generátorů dochází v důsledku hoření hasicí směsi k ohřátí pláště generátoru. Zvýšené teploty pláště a vlastního aerosolu, zejména v případě prvních horkých generátorů, vedly k rozšíření požáru. U chladných generátorů je toto nebezpečí nižší avšak na úkor hasicí schopnosti. Dodavatel musí i u generátorů moderní konstrukce stanovit hraniční bezpečné vzdálenosti od otvorů aerosolového generátoru s teplotami 75 °C, 200 °C a 400 °C platné pro bezpečný pohyb osob, rozmístění hořlavých látek a od stavebních konstrukcí.

Doba vypouštění hasiva je max. 90 s od okamžiku spuštění a doba udržování intensity dodávky je 10 min. Teplota pláště aerosolového generátoru nesmí být z bezpečnostních důvodů vyšší než 400 °C.

Jako příklad lze uvést aerosolové SHZ STAT-X s aerosolem vyvinutým v USA. Výstupní teplota aerosolu je v tomto případě jenom 75 °C a životnost se uvádí cca 20 roků. U těchto generátorů je třeba počítat s několikanásobně vyšší cenou oproti běžným generátorům aerosolu s teplotou kolem 200 °C.

Rozsah použití

Aerosolová SHZ mají deklaraci uhašení požáru. Jsou určená pro aplikaci s úplným zaplavením obvykle v neobývaných a nepřístupných prostorech. V závislosti na výsledcích zkoušek hasicí schopnosti je lze použít pro hašení třídy požárů A, B a C. Rozsah provozních teplot je -20 °C až +50 °C. Některé návrhové dokumenty nedoporučují použití aerosolových SHZ v prostorech vyšších než 15 m a v prostorech s větším objemem než 5000 m^3.

K typickým příkladům použití patří ochrana elektrických zařízení jako jsou rozvaděče, hořlavých kapalin a plynů. V této souvislosti lze uvést ochranu kabelových kanálů nebo olejového hospodářství. Široké uplatnění našla tato SHZ v ochraně rypadel a zakladačů.

Podstatnou nevýhodou hašení aerosolem je znečištění chráněného prostoru všudy přítomnými zbytky hasiva.

Aerosolová SHZ se obecně nesmějí používat k hašení chemikálií, které obsahují vlastní množství kyslíku jako je nitrát celulosy, směsí, které obsahují oxidační látky, chemikálií s autoterminálním rozkladem, reaktivních kovů jako sodík, draslík, a hořčík, činidel jako je oxid dusíku nebo fluor, látek, které nehoří plamenem jako jsou polymerní látky, vláknité, sypké a porézní materiály a pyroforních materiálů jako bílý fosfor nebo organikovy. Nedoporučují se ani pro hašení v objektech obsazených osobami se sníženou pohyblivostí, s velkým počtem osob, kulturních a historických památek a všude kde by usazeniny po hašení nebo teploty generátoru měly za následek poškození uměleckých děl a cenných předmětů nebo ohrožení zdraví osob. Aerosol dráždí sliznice.

Aerosolová SHZ jsou nevhodná pro místa kde nelze umístit hořlavé látky v bezpečné vzdálenosti od aerosolového generátoru.

Při provozování je třeba mít na zřeteli, že životnost generátorů není daná životností náplně, ale životností iniciačního zařízení např. pyropatrony. Problematická může být i likvidace generátorů zejména když je iniciační zařízení zalito do náplně generátoru. Vždy je třeba požadovat dodání bezpečnostních listů, které stanovují podmínky pro použití konkrétního výrobku.

13 Příklady použití SHZ k ochraně vybraných budov a technologií

Pro ilustraci o možnostech použití SHZ jsou uvedené následující příklady vybraných budov a technologií. Účelem těchto příkladů není uvádět další požárně bezpečnostní zařízení a související podmínky požární bezpečnosti staveb.

13.1 Výškové budovy

Za výškové budovy se považují v ČR budovy s výškou větší než 22,5 m. K nejvyšším patří v ČR AZ Tower v Brně s výškou 111 m a City Tower v Praze s výškou 109 m. Světový primát (stav 2014) má budova Burdž Chalifa v Dubaji. Má výšku 828 m. Obvykle se výškové budovy využívají pro ubytování (hotely) a bydlení, pro administrativní činnost nebo jde o multifunkční využití. Způsob jejich využívání má podstatný vliv na míru rizika požáru stejně jako výška na rychlost šíření požáru ve vertikálním směru v důsledku komínového efektu. Obecně platí, že s výškou narůstá riziko a technické problémy s mocninou. To se týká i požární bezpečnosti těchto staveb.

Potenciální nebezpečí vzniku požáru je v podzemích garážích, v restauracích, nočních klubech, strojovně vzduchotechniky nebo systému vytápění. V případě hotelů to jsou navíc hotelové pokoje nebo prádelny. Po 11. září 2001 nelze podcenit ani nebezpečí terorismu jehož projevy mají vzestupný trend.

Na základě zkušeností z hašení požárů výškových budov jsou tyto budovy považované za místa se složitými podmínkami pro zásah. Kromě ohrožení osob je třeba mít u výškových budov na vědomí i výši přímých a nepřímých škod způsobených požárem nebo výbuchem. U hotelů jde například o nepřímé škody způsobené přerušením činnosti, ztrátou zaměstnání a v neposlední řadě poškozením kreditu hotelu. Při devastujících požárech výškových budov se tyto škody týkají i dalších subjektů v nejbližším okolí.

V řadě zemí jsou proto cestou právních předpisů a normativních dokumentů stanovené specifické požadavky na požární bezpečnost výškových budov. Ty zahrnují i požadavky na jejich vybavení sprinklerovým zařízením. To má u těchto budov v souboru pasivních a aktivních prostředků požární ochrany dominantní roli. Do budoucna lze očekávat, že se v ochraně výškových budov uplatní v daleko větší míře i vysokotlaká mlhová SHZ.

V širokém spektru v úvahu přicházejících výškových budov, z hlediska jejich využití, přicházejí nejčastěji v úvahu SHZ uvedená v tab. 13 -1.

Tab. 13-1 Nejčastěji používaná SHZ pro ochranu výškových budov

Druh SHZ	Poznámka
Sprinklerové	Hotelové pokoje, bytové buňky, kanceláře, restaurace, kluby, konferenční sály, prádelny, sklady, vzduchotechnická zařízení, kotelny, podzemní garáže….
Vysokotlaké mlhové	Jako v případě sprinklerové ochrany + kuchyňská zařízení, servry, podzemní nebo zakladačové garáže.
Plynové	Velíny, servrovny
Pěnová SHZ	Kuchyňská zařízení

V případě sprinklerové ochrany výškových budov jsou pro její provedení stanovené v ČSN EN 12845 specifické požadavky. Ty definuje příloha D citované normy „Rozdělení sprinklerových soustav do zón", příloha E „Speciální požadavky na výšková zařízení " a příloha F „Speciální požadavky na zařízení pro ochranu osob".

U výškových budov kde je rozdíl mezi nejvýše a nejníže umístěným sprinklerem větší než 45 m se sprinklerová ochrana navrhuje pro nebezpečí OH3 tj. s intensitou dodávky 5 $mm.min^{-1}$ na účinné ploše 216 m^2. Jinak by se vycházelo z nebezpečí OH1 (hotelové pokoje nebo restaurace) kde je plocha pro výpočet zásoby vody pouze 72 m^2. V případě kanceláří by to bylo nebezpečí LH (kanceláře) s intensitou dodávky 2,25 $mm.min^{-1}$ na účinném ploše 84 m^2.

K zásadnímu opatření u shora uvedených budov patří požadavek na vytvoření samostatných tlakových pásem – zón, ve vertikálním směru kde výškový rozdíl mezi nejvýše a nejníže umístěným sprinklerem musí být menší než 45 m. V případě ochrany osob se navíc požaduje horizontální zónování. To spočívá v rozdělení potrubního rozvodu na podlaží do zón s definovaným počtem sprinklerů resp. velikostí chráněné plochy jednou zónou. Max. plocha zóny je v tomto případě 2400 m^2 oproti 6000 m^2 u zón kde není požadavek na ochranu osob. Účelem toho opatření je minimalizovat ohrožení osob požárem při kontrolách a opravách sprinklerového zařízení.

Kromě tohoto opatření se požaduje použití sprinklerů s rychlou tepelnou odezvou s výjimkou místností o ploše větší než 500 m^2 nebo s výškou minimálně 5 m kde se mohou použít sprinklery se standardní nebo speciální tepelnou odezvou. Zásobování vodou musí být min. jednoduché se zvýšenou spolehlivostí. To lze považovat za kriticky minimální požadavek. V řadě zemí se zvyšuje až na úroveň zdvojeného zásobování vodou s tím, že stoupačky sprinklerového zařízení se umisťují v oddělených šachtách se střídavým napojením horizontálních potrubních větví.

Zvláštní pozornost se u výškových budov musí věnovat volbě sprinklerových komponentů v potrubním systému z hlediska tlakové pevnosti. Je třeba mít na zřeteli, že každých deset výškových metrů vygeneruje statický tlak 1 bar. K překonání statické výšky a k zajištění dostatečného tlaku na nejvýše umístěném sprinkleru se požaduje, aby tlak na vstupu kteréhokoliv zpětného nebo řídícího ventilu sprinklerové soustavy byl nejméně o 25 % vyšší než sta-

tický vyplývající z rozdílu statické výšky mezi uvedenými komponenty a nejvýše umístěným sprinklerem v kterékoliv soustavě.

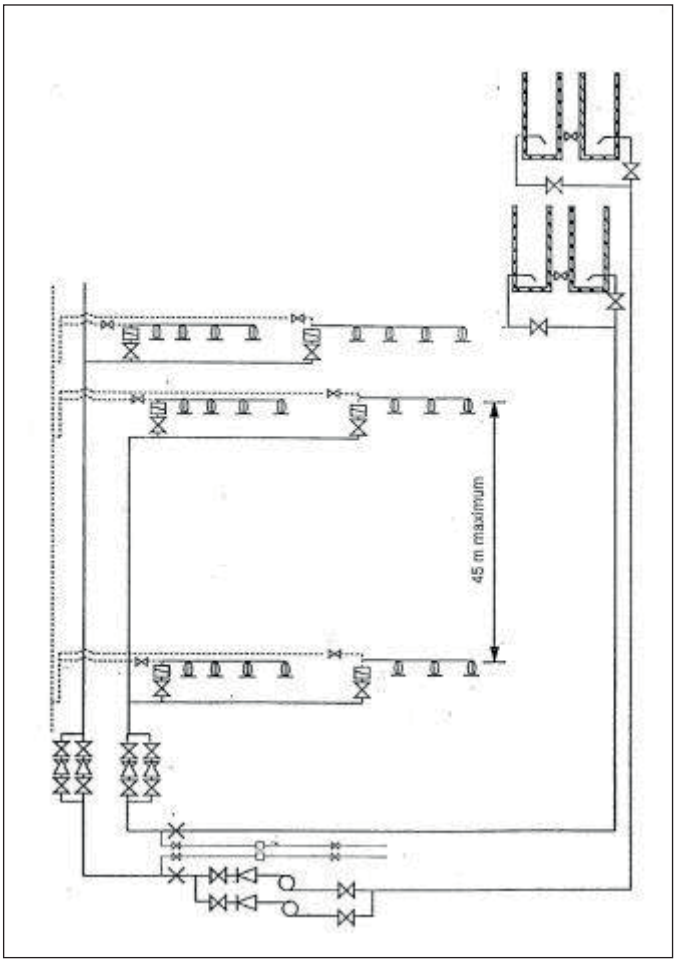
Ventilová stanice u zónových sprinklerových zařízení musí být před vstupem a na výstupu opatřená uzavírací armaturou a obtokem. Tím se umožní provádět kontrolu jejího stavu nebo její demontáž bez vyřazení příslušné potrubní soustavy, do které ventilová stanice řídí dodávku vody.

Specifické požadavky se při zónování kladou na monitorování a indikaci poplachových signálů. Kromě jiného se požaduje indikace poklesu tlaku v hlavním přívodním potrubí na hodnotu 0,5 bar nebo nižší a indikace stavu otevřeno/zavřeno každé uzavírací armatury.

K zásobování vodou lze za určitých podmínek využít i bazén, který bývá v hotelech umístěný na nejvyšším nadzemním podlaží. Zásobování vodou ze spádové nádrže snižuje pořizovací náklady na čerpací zařízení jelikož pro zásobování vodou nižších podlaží lze využít statický tlak. S tím souvisí i menší požadavky na velikost strojovny. Na straně druhé musí provozovatel navrhnout odpovídající opatření pro dobu kdy se v bazénu mění voda nebo provádí údržba.

Bazén jako spádová nádrž byl využitý pro zásobování vodou v hotelu Panorama (79 m) v Praze. Nachází se v 24. nadzemním podlaží a má objem 63 m^3. S využitím statického tlaku se z bazénu zásobují vodou vodorovné sprinklerové větve v 8. až 15. podlaží. Pro vyšší podlaží, 16 až 23, se statický tlak zvyšuje posilovacími čerpadly hlavním a záložním, která mají průtok 60 $m^3.h^{-1}$ při výtlačné výšce 30 m.

Obava před vodovodní škodou vedla provozovatele k požadavku řídit průtok vody do jednotlivých podlaží prostřednictvím ventilových stanic VIKING s předstihovým řízením a jednoduchým blokováním. K zavodnění potrubí dojde v tomto případě pouze při odblokování talíře řídícího ventilu na základě signálu EPS.



obr. 13-1 Schéma výškového zařízení podle ČSN EN 12845 se spádovými nádržemi a posilovacím čerpadlem

V roce 2008 rozhodl management hotelu Corinthia (dříve hotel Forum, 84 m, 24 NP a 3 PP, 550 pokojů) rozšířit sprinklerovou ochranu z původního krytí jednoho podzemního a dvou nadzemních podlaží na celou ubytovací část hotelu. Návrh a realizaci provedla firma Minimax podle ČSN EN 12845 s přihlédnutím k dokumentu VdS CEA 4001, který definuje požadavky na horizontální stranové sprinklery s prodlouženým výstřikem. U těch musí být min. tlak na sprinkleru 2,5 bar. Sprinklerové zařízení má jednoduché zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí. Strojovna je umístěná v 3. podzemním podlaží a dvě spojené původní nádrže na vodu, o celkovém objemu 180 m^3, jsou v 2. podzemním podlaží. Ačkoliv je i tento hotel vybaven bazénem s objemem 92 m^3 v 25. nadzemním podlaží, pro zásobování vodou nebyl využitý. Zásoba vody je v souladu s citovanou normou kalkulovaná na dobu činnosti sprinklerového zařízení 60 min pro nebezpečí OH 3. Potrubní rozvod je rozdělený na dvě tlaková pásma. První pokrývá podlaží 4–14



obr. 13-2 Bazén v hotelu Panorama Praha využitý jako spádová nádrž sprinklerovového SHZ

a druhé 15 až 27. Pro každé tlakové pásmo jsou použitá dvě čerpací zařízení s hlavním a záložním čerpadlem poháněnými diesel motorem. V prvním pásmu mají čerpadla KSB průtok 3032 l/min při výtlačné výšce 82 m a v druhém tlakovém pásmu 3670 $l.min^{-1}$ při výtlačné výšce 133,5 m. V potrubí mokré soustavy je tlak 9 bar. Hlavní čerpadlo se zapíná při tlaku 8 bar a záložní čerpadla při tlaku 6,5 bar.

Ke zvýšení spolehlivosti zásobování vodou byly na základě doporučení VdS použity pro každé tlakové pásmo oddělené stoupačky na něž jsou střídavě připojené vodorovné větve v podlažích. Mokré ventilové stanice pro řízení vody soustav určených pro ochranu ubytovací části jsou opatřené obtokem.



obr. 13-3 Hotel Corinthia a ventilová stanice s obtokem



obr. 13-4 Armatury pro zásobování požárního potrubí a prvního a druhého tlakového pásma sprinklerového SHZ z CAS v hotelu Corinthia



obr. 13-5 Možnosti záchrany osob automobilovým žebříkem s dostupnou výškou 52 m z budovy City Tower a provedení „patrové" odbočky s hlásičem průtoku, uzavírací a odvodňovací armaturou

Druhá nejvyšší budova v ČR City Tower (109 m, 28 NP, 3 PP) je převážně administrativního typu. Denně se zde nachází cca 2 500 osob. V posledním nadzemním podlaží jsou technologická zařízení. Dále je zde vyhlídková restaurace, konferenční sál, denní velkokapacitní restaurace a kuchyň a 4 servrovny většího rozsahu. Pod budovou jsou ve třech podzemních podlažích hromadné garáže pro 864 stání. Sprinklerovou ochranu navrhla firma TPI. Systém zásobování vodou sestává ze dvou strojoven. První se nachází v 3. podzemním podlaží. Je určená pro zásobování – 3. až 13. podlaží, garáží a vodních clon v garážích. Ventilové stanice jsou od firmy VICTAULIC. Čerpací zařízení sestává z hlavního a záložního čerpadla KSB s pohonem elektromotorem a s průtokem 1400 $l.min^{-1}$ při výšce 113 $l.min^{-1}$. Zásoba vody je v nádrži o objemu 150 m^3. Druhá strojovna je v 24. nadzemním podlaží a slouží k zásobování 14.–24. podlaží a 25.–27. podlaží. Čerpadla (hlavní a záložní s elekropohonem) mají průtok 1515 $l.min^{-1}$ při 5,3 bar. Zásoba vody pro tato čerpadla je v nádrži o objemu 115 m^3 nacházející se v 27. nadzemním podlaží. Jako náhradní zdroj je budova vybavená diselgenerátory. K monitorování sprinklerového zařízení je použitá ústředna RSK1-ESSER 8000-C.

V několika servrovnách jsou instalovaná plynová SHZ s hasivem HFC 227ea modulového a bateriového typu, podle velikosti místnosti.

13.2 Ochrana hotelových pokojů, bytových buněk

V případě hotelů je prioritním cílem zajistit max. ochranu hotelových hostů před požárem. Podle sprinklerové klasifikace jde o střední nebezpečí OH1. Standardně vybavený hotelový pokoj o ploše 20 m^2 má tepelný výkon cca 11 000 kW.

Tab. 13-2 Nejčastěji používaná SHZ pro ochranu hotelových pokojů

Druh SHZ	Poznámka
Sprinklerové se standardními sprinklery	Celosvětově rozšířené, statisticky ověřené přínosy v ochraně osob a majetku.
Sprinklerové Residential s bytovými sprinklery	Typické pro USA, Velkou Británii a skandinávské země.
Vysokotlaké mlhové	Postupně se prosazuje jako plnohodnotná ochrana.

V ČR byly v minulých letech prakticky všechny mezinárodní hotely vybavené sprinklerovou ochranou. Ve většině případů na základě iniciativy samotných provozovatelů. Ti si byly vědomi, že sprinklerová ochrana hotelu je nejen vysoce spolehlivá a účinná, ale je i kritériem ovlivňujícím obsaditelnost hotelu. To se týká zejména amerických turistů.

Jedním z prvních hotelů v ČR vybavených sprinklerovým zařízením byl v roce 1989 hotel Atrium (Hilton). V té době byla v tomto hotelu navržená pouze částečná sprinklerová ochrana hotelových pokojů orientovaných do atria. V pozdějších letech byla rozšířená na celý objekt včetně podzemních garáží.

Od roku 2000 dochází v ochraně hotelových pokojů, ale i celých hotelů se všemi typickými nebezpečími k postupnému rozšiřování vysokotlakých mlhových SHZ. Důvodem jsou jejich nesporné výhody což vyplývá z dalšího srovnání. Nelze však nevidět i omezení, která je třeba respektovat.

Sprinklerové zařízení je sestavené z vysoce unifikovaných komponentů, pro které platí jednotné zkušební metody. Pracovní tlak u sprinklerů pro ochranu hotelových pokojů je min. 0,35 bar a při použití stranových horizontálních sprinklerů s prodlouženým výstřikem 2,5 bar. Max. tlak v potrubní soustavě je 12 bar. U vysokotlakého mlhového SHZ je to cca 40 bar–60 bar a max. tlak na vysokotlakém čerpadle 100 bar–150 bar. Jde tudíž o vysokotlaké zařízení s vysokými požadavky na mechanickou bezpečnost potrubí a komponentů.

Sprinklerová zařízení hasí požár sprchovým proudem s průměrem kapek 1 mm - 3 mm. To má za následek, že se značná část vody, v porovnání s hašením vodní mlhou, pro hašení nevyužije. Odtéká a způsobuje vodovodní škody. Vysokotlaká mlha naproti tomu má ve výstřikovém proudu podstatně menší kapky. Ty se snadno přemění na páru a v max. míře využijí pro uhašení požáru. Prakticky to znamená, že je potřeba menší množství vody k hašení, menší čerpadla a nádrže na vodu tudíž i menší strojovna.

Konstrukce vysokotlakých mlhových sprinklerů a hubic je, oproti nárazovému tříštění typickému pro sprinklery, komplikovanější a energeticky náročnější. S tím souvisí i vysoké nároky na čistotu vody.

V závěsném provedení může mlhový sprinkler chránit plochu až 25 m^2 a v horizontálním provedení až 28 m^2. U sprinklerů je pro nebezpečí OH 1 plocha chráněná jedním sprinklerem 9 m^2 nebo 12 m^2 podle druhu sprinkleru. U sprinklerů s prodlouženým dostřikem může být až 37 m^2.

U sprinklerových zařízení se k řízení dodávky vody do potrubní soustavy používají robustní ventilové stanice. U mlhových SHZ se pro stejný účel používají podstatně menší solenoidové ventily což souvisí i s velikostí potrubí. U sprinklerových zařízení má hlavní přívodní potrubí průměr 100 mm–200 mm zatímco u vysokotlakého mlhového SHZ má hlavní přívodní potrubí 50 mm–60 mm a rozváděcí potrubí průměr 12 mm–40 mm. Tím se zjednodušuje montáž a nároky na místo pro umístění přívodních potrubí. Nicméně, z důvodu vyloučení koroze nepřichází u vysokotlakých mlhových SHZ v úvahu jiný materiál na potrubí a jeho komponenty než nerez ocel. To zvyšuje pořizovací náklady na vysokotlaká mlhová SHZ o 20 %–50 %.

Zatímco u sprinklerových SHZ se používají levnější odstředivá čerpadla musí se u vysokotlakých mlhových SHZ použít dražší čerpadla objemová - pístová nebo vysokotlaké láhve jako zásobníky vody. Na straně druhé vysokotlaká čerpací zařízení jsou kompaktní, mají podstatně menší rozměry než sprinklerová čerpací zařízení. Kromě toho lze jimi u velmi vysokých budov zajistit zásobování vodou bez dalších tlakových mezistupňů a přečerpávacích nádrží.

Dodavatel vysokotlakého mlhového SHZ musí být držitelem návrhového manuálu, protokolu ze zkoušek hasicí schopnosti a osvědčení o stálosti vlastností. Očekává se, že má reference prokazující schopnost deklarovat provedení návrhu, montáže a údržby mlhového SHZ v souladu s požadavky relevantního návrhového dokumentu. Tato omezení, u sprinklerových zařízení určených pro ochranu hotelových pokojů, nejsou.

Hašení zejména vysokotlakými mlhovými SHZ lze z důvodu převažujících výhod považovat za vysoce perspektivní. Nejen pokud jde o hotelové pokoje, ale i pro komplexní ochranu všech nebezpečí v hotelech jako jsou restaurace, prádelny, podzemní hromadné a zakladačové garáže, velíny (servry), sklady nebo náhradní zdroje proudu. Snadná montáž předurčuje tato SHZ pro dodatečnou ochranu stávajících hotelů kde je většinou nedostatek místa pro standardní potrubní rozvody a čerpací stanice sprinklerových SHZ.



obr. 13-6 Sprinkler s prodlouženým výstřikem (vlevo), sprinkler Residential, typu Aquarius (uprostřed) a vysokotlaký sprinkler Marioff (vpravo)

Srovnávací pokus hašení hotelového pokoje vysokotlakým mlhovým SHZ a sprinklerovým SHZ

Zkušebním objektem byla místnost o ploše 18,75 m^2 se standardním vybavením obvyklým pro dvoulůžkový hotelový pokoj. U referenčního sprinklerového zařízení byly použité k hašení dva sprinklery VIKING jeden v pokoji a druhý v předsíni s celkovým průtokem 199 l/min. Návrhová intensita byla 5 $mm.min^{-1}$. Vysokotlaké mlhové SHZ bylo opatřené horizontálním vysokotlakým mlhovým sprinklerem HI-FOG 2000 s průtokem 25,3 l/min. Spotřeba vody za 15 min, kdy se ukázka ukončila, byla cca 2 980 l u sprinklerového referenčního zařízení a 380 l při hašení mlhovým sprinklerem. Oba typy sprinklerů se aktivovaly za cca 7 min při zkušebním ohni umístěným pod lůžkem. Škody způsobené požárem na vybavení pokoje byly evidentně menší po hašení vysokotlakým mlhovým zařízením. Max. teplota u stropu při hašení referenčním sprinklerovým SHZ byla 155 ^{0}C a při hašení mlhovými sprinklery 95 ^{0}C. Zkouška byla ukončená v 15 min.

Požár na lodi Star Princess

Tato luxusní zaoceánská výletní loď má celkovou délku 289 m a hmotnost 108 000 t. K požáru došlo 23. března 2006 na otevřeném moři. Na lodi bylo 2690 cestujících a 1123 členů posádky. Příčinou požáru byl patrně odhozený nedopalek na jeden z balkónů. Vítr, plastový nábytek, polykarbonátové přepážky mezi balkóny a další hořlavé

stavební součásti způsobily rychlé rozšíření požáru na sousední balkóny. Postupně se požár rozšířil i do kajut. Šetření ukázalo, že k podstatnému omezení rozvoje požáru v kajutách přispělo instalované vysokotlaké mlhové SHZ typu HI-FOG. To prokázalo vysokou účinnost i přesto, že byly aktivovány vysokotlaké mlhové sprinklery v podstatně větším počtu, než který předpokládal návrh. Celkem se otevřelo 168 mlhových sprinklerů, které účinně hasily a posléze chladily kajuty a chodby na celkové ploše 2000 m^2 po dobu 4 hodin. Vzhledem k vysokému počtu otevřených mlhových sprinklerů se snížil tlak před sprinklery na 48 bar. I přes tyto okolnosti splnilo mlhové SHZ svůj účel. V kajutách, kde se otevřely mlhové sprinklery, byl požár uhašen a škody z požáru byly podstatně menší než u kajut, kde nebylo mlhové SHZ v činnosti. Tato reference bez ohledu na to, že jde o námořní aplikaci, prokazatelné dokladuje hasicí schopnost vysokotlakého mlhového SHZ.

obr. 13-7 Množství vody po uhašení hotelového pokoje standardním sprinklerem a vysokotlakými sprinklery



Ochrana bytových buněk sprinklery Residential

Impulsem k využití sprinklerové ochrany i pro ochranu bytových buněk byly vysoké počty usmrcených osob v USA. Ty se jenom částečně podařilo snížit zavedením autonomních hlásičů požáru. Pozornost se proto zaměřila na sprinklerovou ochranu, která by zajistila podmínky pro bezpečnou evakuaci osob při požáru a byla by cenově dostupná. Nejdříve se přikročilo k ochraně mobilních a rodinných domů. Tu řešil návrhový dokument NFPA 13D vydaný v roce 1975. V roce 1989 vyšla norma NFPA 13R stanovující návrhové požadavky na sprinklerovou ochranu určenou pro budovy pro bydlení (hotely apod.) s maximálně čtyřmi podlažími. Pro uvedené aplikační oblasti byly vyvinuté bytové sprinklery Residential. Oproti standardním sprinklerům mají specifické provedení a vlastnosti. Jelikož jsou určené pro ochranu osob platí i pro ně, že musí být vysoce citlivé na teplo což se dosáhne tepelnou pojistkou s rychlou tepelnou odezvou.

Shora uvedené přístupy nemění nic na standardní sprinklerové ochraně osob v hotelech, kancelářích, nemocnicích nebo pečovatelských domech navrhované podle NFPA 13 nebo podle EN 12845. Ta nepředpokládá, ale ani nevylučuje použití sprinklerů Residential pokud je intensita dodávky vody 4,1 $mm.min^{-1}$ (podle NFPA 13) nebo 5 $mm.min^{-1}$ (podle EN 12845).

V Evropě byla zavedena sprinklerová SHZ Residential zatím jenom ve Velké Británii a ve skandinávských zemích. Lze předpokládat, že v příštích letech, v souvislosti s rostoucím počtem dřevostaveb v ČR, najdou uplatnění v jejich ochraně právě sprinklerová SHZ Residential. Pro představu lze uvést, že cena těchto zařízení zajišťujících ochranu lidských životů nepřevyšuje cenu vybavení těchto textilními podlahovinami.

Tab. 13-3 Hlavní parametry ochrany Residential

Vlastnost	NFPA 13D	NFPA 13R
Intensita dodávky $mm.min^{-1}$	2,04	2,04
Soustava	mokrá	
Účinná plocha m^2	2 sprinklery	4 sprinklery
Průtok sprinkleru (ů) $l.min^{-1}$	68 jeden, 49–2 sprinklery	
Max plocha chráněná m^2 jedním sprinklerem Residential	37 (pro jiné než Residential 13,4)	
Doba činnosti min	10	30

13.3 Ochrana kulturních a zábavních zařízení – divadla, multifunkční haly, kluby

Obecně jde o shromažďovací prostory s vysokým počtem osob. U divadel je to až 1500 a u multifunkčních hal až 20 000 (30 000). I přes značné stavební rozdíly, velikost, využití a řešení interiéru je pro tyto budovy charakteristické jejich vybavení výkonným vzduchotechnickým zařízením, kuchyňskými provozy, restauracemi, šatnami, dílnami, výtahy a eskalátory. V podzemních podlažích se obvykle nacházejí hromadné garáže. Nezřídka jsou jejich součástí prostory s velkou výškou jako jsou sály, auditoria, proscénia, jeviště a hlediště. Provoz těchto budov předpokládá i výkonné zásobování elektrickým proudem včetně náhradních zdrojů pro případ výpadku proudu.

Příčinou požáru v těchto budovách jsou obvykle elektrické rozvody, vysoce výkonné reflektory s nedostatečnými bezpečnými vzdálenostmi a nejrůznější režijní záměry vyžadující pyrotechnické efekty, používání otevřeného ohně nebo kouření v rámci programu. K rozšíření požáru napomáhají nejrůznější textilní závěsy, vysoká prašnost (di-

vadla), kulisy ze dřeva a papíru apod. Nelze opominout ani vysoké požární zatížení, které představuje v některých budovách (např. divadla) olejové hospodářství s tisíci litry oleje.

Zkušenosti z požárů a ohrožení velkého množství osob jsou důvodem, že se požární bezpečnosti těchto budov věnuje zvýšená pozornost v příslušných právních předpisech a normativních dokumentech. Z hlediska aktivních prostředků ochrany před požáry má v těchto objektech nezastupitelné místo elektrická požární signalizace a vodní SHZ. Ta kromě schopnosti vzniklý požár co nejrychleji uvést pod kontrolu musí vytvořit i podmínky pro bezpečnou evakuaci osob.

Tab. 13-4 Nejčastěji používaná SHZ pro ochranu kulturních a zábavních zařízení

Druh SHZ	Poznámka
Sprinklerová	Jeviště, hlediště, sklady kulis, podzemní garáže, vzduchotechnická zařízení….
Sprejová	Požární opona, jeviště….
Mlhová vysokotlaká	Jako sprinklerová SHZ
Plynová	Velíny (servrovny)

Pozn.: ochrana olejového hospodářství jako samostatné nebezpečí je uvedená v další kapitole.

K tradičnímu opatření v divadlech patří oddělení jeviště od hlediště požární oponou. Podle ČSN EN 12845 se požární opona mezi jevištěm a hledištěm u divadel s odděleným hledištěm, opatřuje sprejovými skrápěcím zařízením a jeviště sprejovým SHZ se samočinnou funkcí a možností ručního spouštění z bezpečného místa. Spouštění skrápěcího zařízeni je obvykle ruční, aby se předešlo případné vodovodní škodě. Zásobování vodou skrápěcího sprejového zařízení se napojuje před jakoukoliv ventilovou stanicí.

Sprejové zařízení pro ochranu jeviště se navrhuje s intensitou dodávky 5 $mm.min^{-1}$ na dobu činnosti 30 min. U jeviště s výškou větší než 10 m–12 m se zvyšuje intensita dodávky na 7,5 $mm.min^{-1}$ (podle CEN/TS 14816:2008). Do výšky max. 12 m může být místo sprejového zařízení použité sprinklerové zařízení navržené pro nebezpečí OH 4 s intensitou dodávky 5 $mm.min^{-1}$. Další požadavky vyplývají z ČSN 730831. Tepelný tok směrem do hlediště, ve vzdálenosti 3 m před středem opony do hlediště, nemá být vyšší než 15 $kW.m^{-2}$. Požární oponu lze nahradit vodní clonou v případě, že je jeviště chráněno sprinklerovým SHZ. Tam kde nelze instalovat sprinklerové zařízení (jeviště je vyšší než 12 m) musí se zvýšit vodní clonou vlastní požární odolnost opony o 15 min na EW 30 resp. EW45. Pokud nelze oponu použít musí mít vodní clona schopnost omezit tepelný tok (sálavé teplo) na shora uvedenou hodnotu 15 $kW.m^{-2}$. *Pozn.: z uvedeného jsou zřejmá omezení použití sprinklerové ochrany v místnostech vyšších než 12 m. Důvodem je snižování účinnosti hašení úměrně s výškou z důvodu delší doby potřebné k otevření sprinklerů. To lze jenom částečně kompenzovat vyšší intensitou dodávky. Uvedená limitní výška platí obecně i pro atria, letištní haly, koncertní sály apod. V USA se diskutuje navýšení limitní výšky do 15 m. U vysokotlakých mlhových SHZ lze akceptovat výšku 15 m, případně vyšší pokud to dodavatel prokáže zkouškou hasicí schopnosti v dané aplikaci. Možným řešením je, použití sprejových SHZ spouštěných EPS. V některých případech se definuje max. přípustné požární zatížení v těchto prostorech nebo se použijí mobilní sprinklerové stojany.*

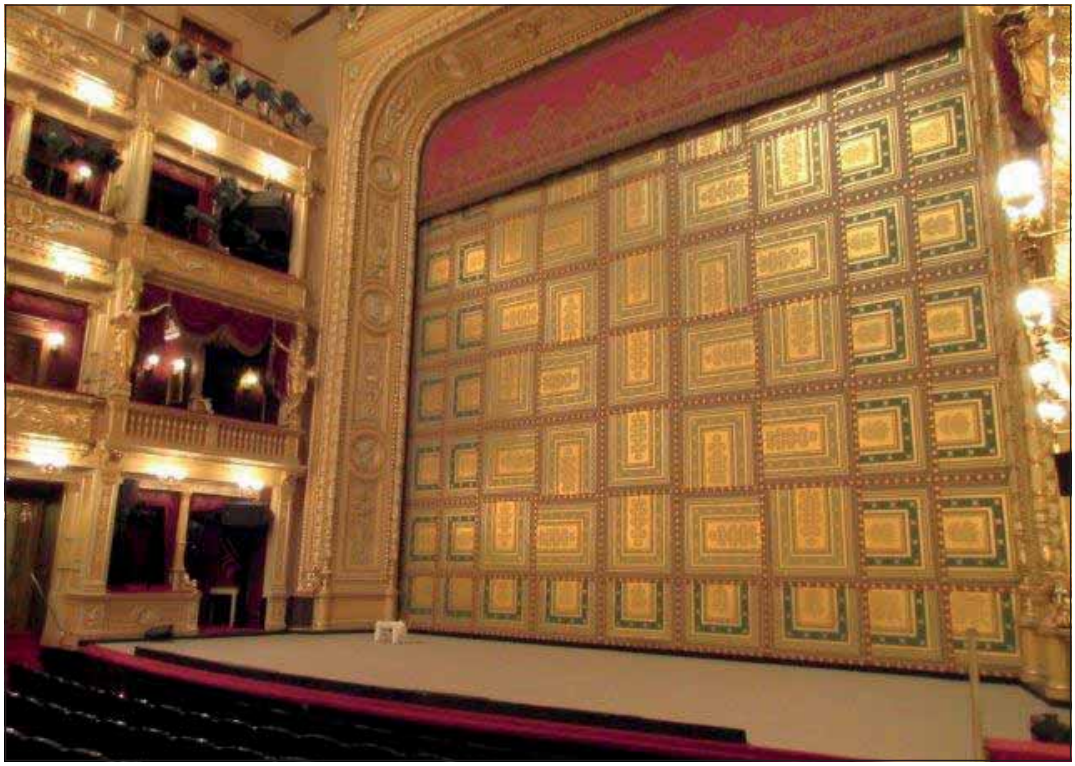
Pokud je jeviště vybavené sprinklerovým zařízením doporučuje NFPA 13 pro oddělení jeviště a hlediště vodní clonu vytvořenou otevřenými sprinklery umístěnými max. 900 mm před hranou jeviště. Min. tlak na sprinkleru má být 0,5 bar a průtok otevřeného sprinkleru je 56,8 $l.min^{-1}$. Návrhová intensita dodávky vody je 37 l/min na 1metr délky clony.

Jako příklad je uvedeno ***Národní divadlo*** (986 míst k sezení) v Praze. Historická budova má výšku 32 m a výška jeviště až k tzv. roštu kde končí technologie pro zvedání a spouštění kulis je 25 m. V roce 1983 prošlo Národní divadlo generální rekonstrukcí. Její součástí bylo i zvýšení požární bezpečnosti. Jako v prvním v ČR, zde bylo instalované sprinklerové zařízení a elektrická požární signalizace Siemens nadstavbového typu. Sprinklerová ochrana byla provedena ve všech pěti podzemních podlažích, které slouží jako sklady kontejnerů kulis, v podzemních garážích a v prostoru jeviště. Strojovna sprinklerového zařízení byla situovaná v pátém podzemním podlaží. Jako zdroj vody byla navržena podzemní nádrž o objemu 240 m^3 a tlaková nádrž o objemu 7000 l. K ochraně uvedených prostorů bylo instalováno 5 suchých soustav opatřených ventilovými stanicemi firmy Minimax. Pro Národní divadlo byly dodány po provedení funkčních zkoušek u výrobce tehdejší inspekční organizací Inspekta. *Pozn.: Spolu se sprinklery to byly první sprinklerové komponenty od tohoto předního německého výrobce, které se začaly do ČR dovážet od osmdesátých letech minulého století. V ČR se ani dosud nevyrábějí. Zajišťují se dovozem, kromě jiného i od firmy Minimax.*

Přední i zadní požární opona byly ke zvýšení jejich vlastní požární odolnosti opatřené sprejovým skrápěcím zařízením spouštěným ručně. Ke spouštění opony o hmotnosti 12 t, přestavování orchestřiště, stolů, které tvoří podlahu jeviště a k zajištění pohybu točny a výtahů byly navrženy hydraulické pohony. Související olejové hospodářství je umístěné pod jevištěm. Nádrž na olej s náplní 17 m^3, se nachází v samostatném požárním úseku. Dosažení teploty oleje cca 50 °C se signalizuje strojmistrovi a současně se vypne čerpadlo tlakového oleje.

Pro protipožární ochranu jeviště byly instalovány čtyři generátory na lehkou pěnu TURBEX MK II. V roce 2010 byly demontované z důvodu malé operativnosti. Kompenzovány byly větším počtem hydrantových systémů na jevišti a v jeho blízkosti.

V roce 2009 došlo k rekonstrukci původní strojovny sprinklerového SHZ, aby splňovala požadavky ČSN EN 12845. Byla zrušena tlaková nádoba a instalovány dvě mokré ventilové stanice TYCO namísto stávajících stanic Mini-



obr. 13-8 Požární opona v historické budově Národního divadla v Praze

max. Následně, v roce 2014, byla uvedena do funkčního stavu nová adresovatelná EPS Siemens a kamerový systém, které nahradily morálně zastaralou EPS Cerberus. Obsluha velínu má průběžné vizuální informace z šesti budov na různých místech v Praze a hlášení požárního poplachu z pěti budov s konkrétním zobrazením adresy a místa požáru na plánu budovy.

Pokud jde o multifunkční haly je třeba v těchto budovách počítat s častou změnou jejich využití. To přináší i změny v požárním nebezpečí. Nezřídka je součástí programu otevřený oheň nebo pyrotechnické efekty. U hal s ledovou plochou je další nebezpečí spojené s provozováním chladícího zařízení, u kterého může dojít k úniku chladiva a ohrožení návštěvníků v počtu desítek tisíc. Podstatně rozsáhlejší je u tohoto typu budov technologické zázemí. Zejména systém vytápění a odvětrání.

K jedné z největších multifunkčních hal v ČR patří ***Arena O_2*** s kapacitou 18 500 diváků. Jde o tzv. inteligentní budovu s řadou požárně bezpečnostních zařízení, která musí vykazovat vzájemnou bezkonfliktní součinnost a funkční schopnost při nejrůznějších scénářích. Z požárního hlediska nelze opominout unikátní nechráněnou ocelovou střešní konstrukci deštníkového tvaru. Pro představu výška stropu je cca 35 m. Kromě jiného se v této hale nachází velkokapacitní kuchyň, restaurace, rozsáhlé vzduchotechnické zařízení, šatny, klubovny a podzemní hromadné garáže pro 200 VIP.

Sprinklerová ochrana není 100 % což je obvyklé v zahraničí, ale cílená na vytypovaná místa podle požárního zatížení. Strojovna sprinklerového zařízení je v prvním nadzemním podlaží. Zásobování vodou je provedeno dvěma čerpadly (hlavní a záložní) s průtokem 3670 $l.min^{-1}$ při 8,4 bar. Nádrž na má objem 300 m^3. Kromě 4 ventilových stanic jsou z ní zásobované i vodní clony na předělu malé a velké haly a čtyři lafetové proudnice SKUM. Jsou určené pro skrápění ocelové konstrukce střechy. Mají průtok 1200 $l.min^{-1}$ a lze je ovládat dálkově z velínu a ze stanoviště hasičů. Nacházejí se ve výšce 26,5 m.

Velín je chráněn modulovým plynovým SHZ Siemens.



obr. 13-9 Arená O_2 a lafetová proudnice umístěná ve střešní konstrukci

Z uvedeného výčtu zábavních podniků patří k nejrizikovějším noční kluby. Jejich specifikou jsou jako v předešlém případě měnící se, mnohdy požárně nebezpečné programy, přeplněnost, podceňování preventivních opatření a nepředvídatelné chování návštěvníků. Mnohdy jsou umístěné v podzemních podlažích. Pro vyšší efekt se v interiéru instalují různé neupravené textilní závěsy a podhledy. Jen v málo případech je v těchto zařízeních instalovaná sprinklerová ochrana, která by uvedená pochybení kompenzovala. Několik příkladů s tragickými následky to přesvědčivě dokumentuje.

V roce 2009 přišlo o život přes 150 oso při požáru nočního klubu ***Lame Horse v ruském Permu***. Příčinou požáru byly pyrotechnické efekty. Z řady dalších ze stejnou příčinou patří požár nočního klubu ***Station na Rhode Island*** v USA. Při požáru v roce 2003, zde přišlo o život 100 osob. To bylo důvodem k rekonstrukci tohoto případu v reálném měřítku provedené ve zkušební laboratoři. Bylo zjištěno, že při volném rozvoji požáru došlo již za 90 s k posunutí neutrální roviny toxických plynů k podlaze což vytvořilo podmínky neslučitelné se životem. Při použití sprinklerového zařízení se otevřel při zkoušce první sprinkler za 26 s a požár byl uveden pod kontrolu za 50 s. Tento pokus jednoznačně prokázal význam požárně bezpečnostních opatření a sprinklerové ochrany.

13.4 Ochrana skladů pneumatik

Po řadu let jsme svědky rozvoje automobilového průmyslu a nárůstu počtu automobilů v silniční dopravě. Z hlediska požární ochrany je možné z řady nebezpečí, která je třeba v této souvislosti řešit uvést i sklady pneumatik. Bezpochyby patří vedle skladů papíru a maloobjemových plastových kontejnerů k nejkomplikovanějším skladovým rizikům. Důvodem je množství uvolněného tepla 23 MJ/kg–46,5 MJ/kg (podle Factory Mutual 33 MJ/kg–34 MJ/kg), hladký vnitřní povrch, který neabsorbuje vodu a obtížné skrápění vnitřního povrchu pneumatiky. Nemalou roli mají i použité materiály. Zejména pokud jsou syntetické, což je důvod proč jsou pneumatiky zařazeny podle americké klasifikace nebezpečí, uvedené v normě NFPA 13, do kategorie „Plastové a pryžové výrobky". Tam patří kromě jiného i látky jako polypropylen nebo polyuretan. Při určitém typu skladování je třeba počítat i se ztrátou stability uskladněných pneumatik. Pokud se při požáru zbortí, vede to k rozšíření požáru jako v případě rozlití hořlavých kapalin. Pro ilustraci, požár v roce 1999 ve Wesley v Kalifornii trval 35 dnů a shořelo při něm pět milionů pneumatik. V České republice jsou známé požáry venkovních skládek pneumatik, které mají obdobnou charakteristiku. Vždy je třeba počítat s intensivní tvorbou hustého černého kouře, který komplikuje hasební zásah jednotek PO a vede ke znečištění ovzduší toxickými produkty hoření.

Průběh požáru skladů pneumatik ovlivňuje především způsob jejich skladování. Relativně nejkomplikovanější je hašení střídavě uložených pneumatik, které se upřednostňuje, jelikož zajišťuje maximální využití prostoru ve skladovacím koši. V úvahu přichází i blokové stohování nebo uložení pneumatik v regálech na stojato nebo na plocho.

Tab. 13-5 SHZ vhodná pro ochranu skladů pneumatik

Druh SHZ	Poznámka
Sprinklerové se sprinklery CMD	CMD - Control Mode Demand Area
Sprinklerové se sprinklery CMSA	CMSA - Control Mode Speciál Application
Sprinklerové – se sprinklery ESFR	ESFR – Early Suppression Fast Response
Pěnové sprejové SHZ	Např. systém VIKING

Tab. 13-6 Návrhové požadavky pro sprinklery ESFR při ochraně skladů pneumatik podle NFPA 13

Max. výška skladování výška m	Max. výška stropu m	
	9,1	12,2
	Druh sprinkleru ESFR a min. tlak na sprinkleru bar	
7,6	K200 – 3,5	-
7,6	K240 – 2,4	-
7,6	K320 – 1,7	-
7,6	K360 – 1,4	-
7,6	-	K360 – 5,2

Výchozím návrhovým dokumentem je pro danou aplikaci dokument NFPA 13 nebo Factory Mutual (FM). Tyto dokumenty reflektují výsledky ohňových zkoušek v reálném měřítku. Složitost hašení skladovaných pneumatik naznačují výsledky zkoušek uvedené v tabulce 13 - 7. Předpokládá se, že k otevření sprinklerů dojde po 2 až 5 minutách od vzniku požáru. Až do uvedení požáru pod kontrolu se nedoporučuje spouštět ZOKT. K tomu může dojít až po cca 60 min–90 min, v závislosti na průběhu hašení, což indikuje barva a hustota kouře. Během této fáze se doporučuje neodstavovat sprinklerovou ochranu z činnosti. *Pozn.: dokumenty ČSN EN 12845 ani VdS CEA 4001 neuvádějí návrhové požadavky na ochranu skladů pneumatik (stav 2014). VdS odkazuje na dokumenty FM. Ke změně v ČSN EN 12845 má dojít v rámci její revize v roce 2014/2015.*

Ohňové zkoušky provedené ve zkušebně Factory Mutual ukázaly, že ZOKT nepředstavuje účelnou investici a může zvýšit požadavek na dodávku vody. Pokud se instaluje, musí mít pouze ruční spouštění. Kromě jiného se nepřipouští otevírání odvětrávacích klapek elektrickou požární signalizací s nastaveným zpožděním. Ve skladech se nedoporučuje instalovat kouřové zábrany. Zkoušky prokázaly jejich negativní vliv na hasicí účinnost sprinklerového zařízení. Pokud jsou požadovány národním orgánem, musí se umístit v uličkách s definovanou šířkou.

Minimální doba činnosti pro ESFR sprinklery je 60 min a pro ostatní druhy 120 min. Podle NFPA 13 může být v konkrétním případě až 180 min. Pro představu jsou uvedené mezní výšky skladu pneumatik s ochranou systémem ESFR podle NFPA 13.

Systém VIKNG pro ochranu skladů pneumatik

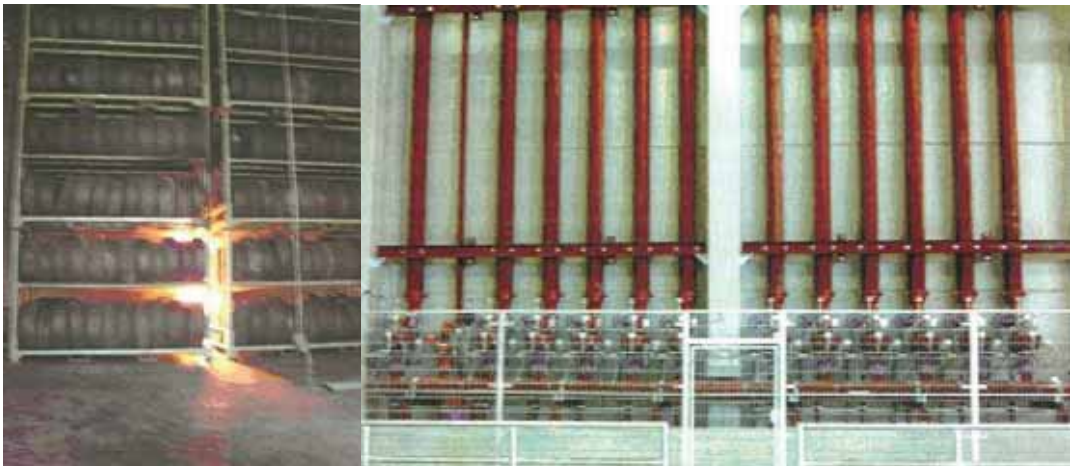
Databáze NFPA uvádí tři úspěšné ohňové zkoušky, u kterých se k hašení použily sprinklery ESFR s pneumatikami uloženými na paletách do výšky 7 m při intensitě dodávky vody 48 $mm.min^{-1}$. Tyto zkoušky byly považované za průkazné pro sklady s pneumatikami v koších o výšce 2 m s pneumatikami uloženými „na stojato" do výšky skladování 8,5 m. Pro větší výšky skladování než 8,5 m a pro koše, které jsou vyšší než 2 m, ve skladech vyšších než 8,5 m, nebyly relevantní. To bylo důvodem navrhnout pro tuto konfiguraci skladování požadovanou investory a provozovateli skladů nový požární koncept osvědčený zkouškou hasicí schopnosti. Jako neúspěšné bylo vyhodnoceno hašení lehkou pěnou s nasáváním vzduchu do generátoru na lehkou pěnu z vnitřku budovy (Hot Foam). Ukázalo se, že generátory na lehkou pěnu umístěné uvnitř budovy nedokázaly vytvořit lehkou pěnu ze zahřátého vzduchu. *Pozn.: pro tuto aplikaci se musí použít generátory, u nichž je prokázáno vytvoření lehké pěny z teplých produktů hoření.* Jelikož v daném případě nebylo aktuální provádět další zkoušky s generátory na lehkou pěnu umístěnými vně skladu, bylo pro danou skladovací konfiguraci navrženo pěnové sprejové SHZ. Z předcházejících poznatků bylo zřejmé, že k aktivaci SHZ musí dojít za co nejkratší dobu, k hašení je třeba použít filmotvorné pěnidlo a pěnotvorný roztok aplikovat s vysokou intenzitou dodávky.

Firma VIKING navrhla pro tuto aplikaci otevřené sprinklery typu „High Challenge Large Drop" s minimálním tlakem na sprinkleru 1,7 bar. Z označení těchto sprejových hubic vyplývá, že mají ve výstřikovém proudu vysoký podíl velkých kapek schopných proniknout k ohnisku požáru. K eliminování zpoždění ve výstřiku byl chráněný úsek rozdělen do zón po 100 m^2 a dodávka vody do zón byla řízena přes zónové ventily aktivované elektrickou požární signalizací. Každá zóna má vlastní potrubí pro dopravu pěnotvorného roztoku. Zóny, které jsou dotčené předpokládaným požárem o průměru 7 m, mají zajištěnou současnou dodávku vody. Součástí požárního konceptu je detekční zařízení s liniovými hlásiči umístěnými tak, aby spolehlivě zaznamenaly požár v konkrétní zóně a aktivovaly řídící ventily příslušných zón nacházejících se v okruhu 7 m od ohniska požáru.

Hodnotícím kritériem zkoušky bylo:

- uhašení požáru;
- nepřekročení teploty 350 °C ve vzdálenosti 2 m od ohniska požáru;
- za hranicí zkušebního objektu nesmí dojít k žádnému poškození v důsledku požáru.

Ohňové zkoušky byly provedené ve zkušební laboratoři s výškou 14 m, kde byl instalován sklad s pneumatikami uloženými „na stojato". Výška skladování byla 8,8 m. Detekční zařízení instalované na stropě vyhlásilo požární po-



obr. 13-10 Skladové uspořádání při ohňových zkouškách systému VIKING a potrubní rozvody se zaplavovacími ventily zónového sprejového pěnového SHZ VIKING

Tab. 13-7 Výsledky ohňových zkoušek hašení pneumatik sprinklerem ESFR a sprinklery typu Sprej

Sklad	na stojato	na plocho	střídavě
Výška skladování (m)	7,45	5,95	5,95
Výška stropu (m)	10,5	10,5	10,5
Vzdálenost tříštiče od horní roviny skladování (m)	2,75	4,25	4,25
Sprinkler	K-25,2 (Km-360) ESFR	K-16,8 (Km-240) Sprej	K-16,8 (Km-240) Sprej
Otevírací teplota (°C)	74	141	141
Minimální tlak na sprinkleru (bar)	2,8	1,8	1,8
Intenzita dodávky (mm/min)	67	36	36
Počet otevřených sprinklerů	2	20	18
Dosažený stav hašení	potlačení	uvedení pod kontrolu	uvedení pod kontrolu

plach za 30 s a za 32 s při druhé zkoušce. K uhašení došlo při první zkoušce za 1 min 51 s a při druhé zkoušce za 2 min 45 s. Maximální doba, potřebná k zavodnění potrubí od hlášení EPS, byla 45 s a teplota pod stropem nepřekročila 100 °C. V různých výškách ve vzdálenosti 2 m od regálu nepřekročila 50 °C.

Na základě provedených zkoušek byly stanovené návrhové požadavky, jejichž hodnoty jsou oproti zkušebním podmínkám navýšeny, aby byla záruka uhašení tohoto typu požáru v reálných podmínkách. K zavodnění potrubí od hlášení EPS musí dojít maximálně za 25 s a intenzita dodávky pěnotvorného roztoku musí být 30 $mm.min^{-1}$. Požaduje se aktivace řídících ventilů místo signálů od dvou lineárních hlásičů třemi hlásiči. Vzdálenost mezi lineárními hlásiči nesmí být větší než 7 m. VdS toto SHZ schválilo pro budovy s výškou stropu 14 m a skladovací výškou maximálně 8,8 m.

13.5 Super a hyper markety, mally

Prakticky se jedná o prodejní sklady. Specifikou těchto rizik jsou velké prodejní plochy s vysokou kumulací požárního zatížení a velký počet osob zejména v době. slev a vánoc. Vzhledem k těmto okolnostem dochází při požáru k jeho rychlému šíření v rámci celého požárního úseku. Dominantní postavení v ochraně hyper a super marketů, ale i dalších větších obchodů mají sprinklerová SHZ. Bez ní je vysoká pravděpodobnost totální škody v řádu několika stovek miliónů Kč a to i při relativně krátké době dojezdu jednotek PO. Výjimku představují haly s výškou nad 12 m kde je použití sprinklerové ochrany považované za neúčinné. Vyskytují se především v mallech.

Jako příklad prodejního skladu je uvedená IKEA, která se zabývá prodejem bytového zařízení. Sortiment zboží je charakterizovaný vysokým požárním zatížením. Požární nebezpečí zvyšuje jak množství, tak i způsob skladování. Z hlediska požární bezpečnosti jde současně o shromažďovací prostor s vysokou návštěvností což klade zvýšené požadavky na ochranu osob. Koncem roku 2013 provozovala IKEA 345 obchodních center ve 42 zemích. Obvykle má prodejní centrum plochu 27 000 m^2. V USA jsou objekty s plochou 41 800 m^2 a staví se i objekty s plochou 51 000 m^2. V ČR působí IKEA od roku 1991.

IKEA stojí v jednotlivých zemích před problémem splnit místní požadavky na požární bezpečnost a to jak z hlediska ochrany osob, tak i ochrany majetku. V komplexu opatření mají nezastupitelnou roli aktivní prostředky ochrany, na prvním místě sprinklerová zařízení. Vzhledem k celosvětovému působení společnosti IKEA se sprinklerová zařízení navrhují podle amerických norem NFPA 13. Ty však i přes průběžně prováděné revize nepokrývají úplně požadavky IKEA, které vyplývají ze změn v sortimentu zboží a z požadavků na zvyšování výšky skladování. Jde o zboží s vysokým podílem plastů jako jsou polyuretanové nebo latexové matrace, čalouněný nábytek, textilní výrobky a některé příslušenství domácnosti. Plasty používané k výrobě matrací a k výplni čalouněného nábytku patří z hlediska hašení k nejkomplikovanějším komoditám s vysokou tepelnou energii, vysokým tepelným tokem a vysokou rychlostí šíření požáru ve vertikálním a horizontálním směru zejména pokud jsou skladované ve vysokoregálovém skladu. Hoření doprovází intensivní tvorba hustého černého kouře s vysokým podílem toxických látek a nulovou viditelností. Při skladování ve vysoregálových skladech je třeba brát v úvahu i způsob balení. V převážné míře to jsou kartonové obaly a částečně igelitové fólie.

Typickým požadavkem, i v případě společnosti IKEA, je max. flexibilita prodejních samoobslužných skladů, které musí být lehce přestavitelné. Z toho vyplývá, že lze použit pouze stropní sprinklerovou ochranu. IKEA byla jedním z prvních kdo využíval sprinklery ESFR, které toto řešení umožňují.

Nové požadavky na skladování, překračující limitní výšky dané normou NFPA 13,

vedly společnost IKEA k rozhodnutí iniciovat a sponzorovat výzkumný program jehož cílem je navrhnout vhodný koncept protipožárního zabezpečení vysokoregálových skladů s výškou 14 m resp. 12 m pro nejvyšší třídu nebezpečí IV- napěněné plasty přímo vystavené účinkům požáru (bez kartonových obalů). Z analýzy prodejního sortimentu vyplynulo, že se v prodejních centrech IKEA vyskytují všechny třídy skladového nebezpečí podle klasifikace NFPA 13 včetně kategorie IV, která zahrnuje skupinu komodit s hmotností plastů na paletě 5 %–15 % a skupinu s objemem plastů na paletě 5 %–25 % označovanou jako „Plasty A". Ta je v sortimentu IKEA zastoupená ve 20 %.

Od začátku bylo zřejmé, že pouze stropní ochrana by nebyla možná bez dalších již dříve ověřených opatření. Jedním z nich je zamezení rozšiřování požáru v horizontálním směru vertikálními stěnami instalovanými uvnitř regálů. Druhým opatřením je definovaná šířka uliček 2,4 m, která umožňuje průjezd zakládačových vozíků a současně je dostatečnou vzdáleností proti přenesení požáru na sousední regálovou řadu.

K hašení byly navržené osvědčené sprinklery ESFR s vyšší otevírací teplotou 79 °C–107 °C. Tím se má předejít otevření většího počtu sprinklerů tzv. přeskakováním. Při něm se otevírají sprinklery mimo stanovenou oblast účinného hašení. Vzdálenost tříštiče sprinkleru od horní plochy zboží byla stanovena na max. 356 mm. Při větší vzdálenosti se prodlužuje doba aktivace sprinkleru což by vedlo k rozšiřování požáru v horizontálním směru.

Zapálení zkušebního ohně bylo zvoleno mezi dvěma stropními sprinklery a přímo pod sprinklerem. Skladovanou komoditou byly palety s definovaným požárním zatížení podle NFPA 13 pro skupinu „Plasty A". Celkem bylo použito při zkouškách 1000 palet což dává představu o jejich rozsahu a souvisejících finančních nákladech. Ty se odhadují na 500 000 dolarů.

Prvních 6 ohňových zkoušek bylo provedeno v roce 2012. Kritériem úspěšnosti zkoušky bylo uvedení požáru pod kontrolu a nepřekročení mezní teploty u stropní ocelové konstrukce. Zkoušky ukázaly, že vertikální stěny v kombinaci se sprinklerovou stropní ochranou byly účinné ve zpomalení šíření požáru v horizontálním směru. Plameny

dosáhly výšky 13,7 m za cca 45 s. K otevření prvního sprinkleru došlo za 39 s–52 s při všech skladových uspořádáních. Z toho si lze udělat představu o intenzitě komínového tahu ve vysokoregálovém skladu s komoditou „ Plasty A". Při zkouškách se otevřelo 6–18 sprinklerů. To je odpovědí na otázku, proč je zásobování vodou pro sprinklerová zařízení předimenzované když by k uhašení požáru stačily podle statistiky ve většině případů 4 sprinklery. U extrémních rizik jako je hašení skladů plastů, rolí papíru, plastových kontejnerů nebo sprejů se otevírá obvykle více sprinklerů než 4. To platí i pro chybně navrženého sprinklerové zařízení což je situace v zemích kde se neprovádějí.

Navržený koncept ochrany skladu sprinklery ESFR s požárním zatížením reprezentovaným napěněnými plasty bez obalů tj. s přímým působením ohně byl celkově vyhodnocený jako úspěšný. Zkušební oheň byl uvedený pod kontrolu a nedošlo ke nepřiměřenému zvýšení teploty u stropu. Kritérium zamezení rozšíření ohně na sousední regál nebylo stoprocentně splněno. Na otázku, zda je požární zatížení „Plasty A", simulované polystyrénovými tácky, reprezentativní pro polyuretanové nebo latexové matrace IKEA, odpověděly zkoušky provedené ve zkušebně UL. inspekční prohlídky dokončených instalací. Zkušebním objektem byly čtyři palety. Dvě palety dole a dvě palety nad nimi s polyuretanovými a latexovými matracemi IKEA. Na paletách byly složené na plocho vertikálně nebo horizontálně, případně stočené jako v regále. Zkušební oheň byl založen u země v mezeře uprostřed palet. K objektivizaci výsledku byl použit kalorimetr. Ukázalo se, že požární nebezpečí „Plasty A" simulované polystyrénovými tácky vykazuje oproti matracím IKEA rychlejší zvětšování ohně. Uvedení ohně latexových matrací pod kontrolu bylo méně účinné než v případě matrací polyuretanových. Polyuretanové matrace vygenerovaly, ve srovnání s plastovými tácky nebo latexovými matracemi, podstatně menší oheň. Došlo se k závěru, že ohňové zkoušky s požárním zatížením definovaným normou NFPA 13 a z nich vyplývající závěry lze přenést na matrace IKEA.

obr. 13-11 Jedna z požárně nebezpečných komodit v IKEA



13.6 Ochrana karuselových skladů

Jedná se o uzavřené sklady se zbožím uloženým v plastových maloobjemových kontejnerech. Řízené jsou počítačem, který obsluze nabídne požadovaný kontejner a zpětně jej uloží na příslušnou adresu. Na přední straně jsou kontejnery opatřené otvory pro vyjímání a ukládání. Karuselové sklady přinášejí velkou úsporu místa což vede k jejich narůstající oblibě u investorů a vlastníků.

Specifika těchto skladů z hlediska požární bezpečnosti je v jejich vertikálním uspořádání, které může mít výšku až 30 m. Tím vzniká při požáru komínový efekt zvyšující rychlost šíření požáru. Kumulované požární zatížení vytvářejí plastové maloobjemové kontejnery, které samy o sobě jsou obtížně uhasitelné. Kromě jiného je to způsobeno i členitou konstrukcí karuselového skladu. Lze použít přirovnání k hašení zakladačových garáží nebo parkovacího zakladačového systému Hophop. Úměrně velikosti těchto skladů je třeba při absenci SHZ počítat s velkou přímou škodou, ale i škodou nepřímou z důvodu přerušení činnosti.

Příčinou požáru může být závada na elektroinstalaci nebo teplo v důsledku tření při mechanické závadě na zakladačovém zařízení.

Tab. 13-8 SHZ vhodná pro ochranu karuselových skladů

Druh SHZ	Poznámka
Pěno - vodní sprejové	Pro sklady s definovanou velikostí vyplývající z ohňových zkoušek
Plynové SHZ na dusík	Sklady s výškou do 12 m
Inertizační zařízení	Pro zvlášť vysoké samočinné sklady bez přítomnosti osob

Zkouškami ověřený požární koncept protipožární ochrany karuselových skladů nabízí firma Minimax-Viking. U skladů s výškou do 12 m se doporučuje použít plynové SHZ na dusík a pro nižší karuselové sklady pěnové sprejové SHZ. V obou případech se jedná o SHZ samočinná jejichž součástí je EPS HELIOS AMX 5000 s nasávacími hlásiči kouře. Výhodou dusíku je, že při hašení zaplavuje chráněný prostor od spodu nahoru jelikož je lehčí než vzduch.

Sprejové SHZ bylo vyvinuté firmou VIKING (součást koncernu MINIMAX) na základě ohňových zkoušek v reálném měřítku. Zkušební objekt měl objem 166 m^3. Na přední straně byl opatřen otvorem o výšce 1 m situovaným 1 m nad zemí. V horní části byly otvory pro odvod kouře, které byly během zkoušky nezakryté. Požární zatížení bylo simulováné polyuretanovými matracemi zabalenými ve fóliích a otevřenými plastovými maloobjemovými kontejnery.

Obě komodity byly střídavě rozmístěné na nepropustných podlážkách s minimálními vertikálními a horizontálními mezerami. Sprejové hubice s kuželovým výstřikem VIKING typ A-1a clonová hubice s K 21 určená pro stropní ochranu byly uvedené do činnosti řídícím ventilem typu MJT (Multi Jet Control) s tepelnou pojistkou s rychlou tepelnou odezvou. Tlak na hubicích byl 4 bar a celkový průtok vody 700 l.min $^{-1}$.

Na základě třech úspěšných ohňových zkoušek schválilo VdS toto SHZ uváděné na trh s obchodním označením VIKING RACATAC, pro karuselové sklady s výškou 12 m, šířkou 6,4 m a hloubkou 5,6 m pro nebezpečí HHS1-HHS4.

Tab. 13-9 Výsledky ohňových zkoušek karuselového skladu zabezpečeno systémem VIKING RACATAK

Čas aktivace min:s			
	Zkouška č. 1	**Zkouška č. 2**	**Zkouška č. 3**
Kouřový hlásič požáru	2:05	2:19	2:21
Hasicí zařízení	1:18	1:16	1:06
Plný tlak na hubici	3:15	2:38	2:48
Teplota °C			
Zadní stěna	68	67	97
Přední stěna	38	35	62
Pravá kratší stěna s otvorem	100	40	47

13.7 Ochrana kabelových objektů

Kabelové kanály a kabelové šachty jsou vzhledem ke svému významu pro zajištění kontinuální výroby, označovány za páteř průmyslových a zejména energetických závodů. Jejich vyřazení z provozu požárem je spojeno s velkými přímými a zejména nepřímými škodami. Příčinou požárů je obvykle zkrat nebo přehřátí kabelů např. při přetížení. Pokud nejsou realizovaná účinná opatření požár se rychle rozšíří po celé délce kabelového kanálu nebo šachty. Kromě pasivních opatření a v současné době možnosti použít kabely s podstatně vyššími požárně technickými parametry, lze v rámci požárně bezpečnostního řešení navrhovat pro ochranu kabelových kanálů i aktivní prostředky – viz tabulka.

Tab. 13-10 SHZ vhodná pro ochranu kabelových objektů

Druh SHZ	Poznámka
Pěnové na lehkou pěnu	Rozšířené v elektrárnách
Pěno - vodní sprejové	
Mlhové –nízkotlaké, středotlaké nebo vysokotlaké	
Aerosolové	

V ČR se zejména v energetice rozšířila ochrana kabelových objektů generátory na lehkou pěnu. Jejich nevýhodou byla menší operativnost nasazení což se částečně zlepšilo opatřením kabelových kanálů nástavci pro rychlé připojení generátoru na lehkou pěnu.

Návrhem vhodného sprejového SHZ se v letech 1980–1989 zabýval tehdejší n.p. Karosa. Na základě ohňových zkoušek v reálném měřítku byly úspěšně ověřené nově vyvinuté hubice s K 7,5 a pracovním tlakem 0,4, MPA - 0,8, MPA. V té době byly označované jako mlhové. Návrh respektoval specifické provedení kabelových kanálů s kabely uloženými na dupronitových deskách. Aby se dosáhlo smočení všech povrchů kabelů byla definovaná výška svazkování kabelů max.120 mm. Ohňové zkoušky se prováděly ve speciálně pro tento účel vybudovaném zkušebním objektu, na zkušebním polygonu ve Vysokém Mýtu. Zkouškami byl prokázán i požadavek hašení pod proudem do 22 kV. Tehdejší HSPO MV ČSSR schválila technické podmínky na provedení tohoto SHZ, které v souladu s dnešním přístupem k mlhovým SHZ stanovovaly návrhové požadavky na rozmístění hubic, výšku svazkování, šířku uliček a kabelových lávek.

Navržené SHZ sice nedoznalo využití v jaderných elektrárnách v ČR, pro které bylo určené, nicméně poznatky z jeho vývoje byly využité firmou Total Walther. Ta uvedla na trh obdobné SHZ pod názvem MicroDrop. Vzhledem ke konstrukci hubic a kvalitě výstřikového proudu se toto SHZ klasifikovalo jako nízkotlaké mlhové SHZ s deklarací uhašení požáru.

Hašení kabelových objektů vysokotlakým mlhovým SHZ ověřovala firma Marioff. Zkušebním objektem byl kabelový kanál o délce 18 m s profilem 2,3 m × 2,3 m. PVC kabely měly celkovou délku 3000 m. Cílem ohňových zkoušek bylo vyhodnotit hasicí schopnost vysokotlakého mlhového SHZ s různými hubicemi/hlavicemi při různých tlakových režimech a době rozhoření. Hubice/hlavice byly umístěné ve zkušebním objektu na stropě v závěsné poloze.

Tab. 13-11 Výsledky zkoušek vysokotlakých mlhových SHZ Marioff pro ochranu kabelového kanálu

Druh vysokotlakého mlhového zařízení	Intensita mm.min^{-1}	Tepelný výkon kW	K faktor/tlak bar	Doba rozhoření min
Zaplavovací A	4,8	250	3,4 / 100	15
Zaplavovací B	2,6	250	2,1 / 70	5
Zaplavovací B	2,6	250	2,1/ 70	10
Mokrá soustava s mlhovými sprinklery	3,1	50	2 / 70	-

Z hlediska míry poškození kabelů byly nejlepší výsledky dosažené při zkoušce s vysokotlakými mlhovými sprinklery. Otevřely se postupně za 7:40 min, 9:19 min a poslední, po směru proudění 1 $m.s^{-1}$, za 12:49 min. V horní lávce (vždy nejhorší) byl odhořelý kabel v délce cca 2,5 m. Při ostatních zkouškách s mlhovými hubicemi (zkoušky A a B) bylo množství odhořelých kabelů vždy větší. Podle doby rozhoření odhořelo na této lávce 15 m při době rozhoření 15 min, 12 m při době rozhoření 10 min a cca 7 m při době rozhoření 5 min. Ve všech případech došlo za 5 minut po spuštění SHZ k prudkému poklesu teploty v kanálu z 800 °C–900 °C pod 100 °C. U konkrétních SHZ bylo prokázáno potlačení nebo uhašení požáru.

Na základě provedených zkoušek byly stanovené konkrétní typy hubic a hlavic a jejich rozmístění pro deklaraci potlačení požáru intensitou dodávky 2 $mm.min^{-1}$ a 2,6 $mm.min^{-1}$ a pro deklaraci uhašení požáru intensitou dodávky 3,8 $mm.min^{-1}$.

Kromě uvedených zkoušek byl proveden bezpočet dalších ohňových zkoušek, kterými byla prokázána hasicí schopnost v této specifické aplikaci i nízkotlakých sprejových a mlhových SHZ.

13.8 Ochrana leteckých hangárů

S rozvojem letecké dopravy a tím i počtu letišť se do popředí zájmu dostávala protipožární ochrana leteckých hangárů a posléze heliportů. Cílem bylo předejít vzniku požáru a tím poškození nebo totální škodě na letadlech jejichž cena je v souvislosti s jejich narůstající velikostí a sofistikovaným vybavením stále vyšší. V případě požáru to není jenom přímá škoda, ale i ztráta přepravní kapacity což pro dopravce generuje škodu nepřímou.

Letecké hangáry nejsou vždy určené jenom pro běžný servis letadel, ale i pro provádění předepsaných kontrol a oprav. A právě tyto činnosti zvyšují pravděpodobnost vzniku požáru v hangáru.

Tab. 13-12 SHZ vhodná pro ochranu hangárů

Druh SHZ	Poznámka
Pěno - vodní sprinklerové	
Pěno - vodní sprejové s pěnovými sprinklery nebo pěnovými sprejovými hubicemi	
Pěno - vodní s lafetovými proudnicemi	
Pěnové na lehkou pěnu	

Cílem pěnových SHZ je zajistit pokrytí celé podlahové plochy hangáru pěnou. Předpokládá se lokalizace požáru do 30 s od zahájení výstřiku pěny a uhašení požáru do 60 s. To je obvyklá podmínka i pro záchranu lidských životů v letadlech. Rozsah ochrany závisí na typu hangáru, který je dán jeho velikostí, počtem letadel a úrovní prováděné údržby. Detailně je definován v návrhových dokumentech NFPA a FM. Jako hasivo se používá pěna třídy 1 A/B tvořící vodní film. Zásoba pěnidla musí mít 100% zálohu.

Podle ČSN EN 13565-2 jsou hangáry:

- Typu 1 – o ploše požárního úseku větší než 3700 m^2, se vstupními vraty o výšce větší než 8,5 m;
- Typu 2 – o ploše 1400 m^2–3700 m^2 se vstupními vraty o výšce do 8,5 m;
- Typu 3 – o ploše menší než 1400 m^2, se vstupními vraty o výšce menší než 8,5 m.

Pěno-vodní zaplavovací zařízení se obvykle navrhují pro stropní/střešní ochranu. Pro případ požáru rozlitého paliva se doplňuje o ochranu podlahy. K tomu účelu se používají samočinné vysunovací sprejové hubice.

Pro letecké hangáry typu I a II připouští FM pěno-vodní sprinklerová SHZ pokud jsou letadla bez paliva. Intensita dodávky je 6,9 $mm.min^{-1}$. Střední pěnu lze použít pouze pro hangáry typu 3 s tím, že chráněná plocha může být max. 1400 m^2.

Generátory na lehkou pěnu se umisťují na střechu nebo těsně pod ní, aby vytvořily dostatečně vysokou vrstvu pěny na letadle a kolem něj. Za max. výšku dostřiku se považuje 30 m. Pokud nebyly odzkoušené pro nasávání vzduchu z hašeného prostoru musí se instalovat tak, aby nasávaly čerstvý vzduch.

U lafetových proudnic se předpokládá dálkové ovládání a samočinný kyvadlový rozstřik pěny. Rozmísťují se tak, aby pokryly prostor pod i nad křídly.

U velkých požárních úseků se provádí rozdělení na zóny vymezené kouřovými zábranami. U hangárů skupiny I musí být použité dva druhy hlásičů požáru. K zajištění bezpečné evakuace se navrhuje poplachové zařízení s akustickou a světelnou signalizací a předpoplachem.

Pěnová SHZ určená pro ochranu leteckých hangárů typu I představují rozsáhlé pěnové instalace. Jako příklad lze uvést čerpací stanici určenou pro pěnové SHZ v hangáru pro letadla Concord v Londýně. Celkový průtok čerpacího zařízení je 90 000 l/min. Podlahové vysunovací teleskopické hubice dodala firma Chubb. Nádrž na pěnidlo má objem 80 000 l a doba hašení se předpokládala 10 min.

Na letišti v Lisabonu instalovala v r. 1971 švédská firma Svenska SKUM pěnové SHZ pro ochranu hangáru s plochou 14 740 m^2 určeného pro letadla Boening 747-Jumbo. Čerpací zařízení jsou 3 s celkovým průtokem 50 000 $l.min^{-1}$. Zásobují pěnové zaplavovací zařízení určené pro stropní ochranu, tři lafetové proudnice a pěnové hadicové systémy. Detekční a spouštěcí zařízení navrhla firma Cerberus. Zkouška prokázala, že za 60 s se na celé ploše hangáru vytvoří vrstva pěny o výšce 125 mm. Do činnosti se pěnové zaplavovací SHZ uvede do 7 s. Svenska Skum zabezpečila kromě jiného i hangár II ve Stockholmu. V tomto případě pěnovým SHZ na lehkou pěnu. Zkouškou bylo potvrzeno vytvo-

ření vrstvy lehké pěny o výšce 4,7 m za 2:59 min a 6,13 m za 3:40 min na ploše 8 625 m^2. Generátory na lehkou pěnu mají dodávkou 1000 m^3/min. Čerpací zařízení byla tři, každé s průtokem 12 000 l/min.

Pro letecký hangár v Cardifu, o objemu 22 000 m^3 a plochou pro tři stání letadel Boening 747, byly navržené lafetové proudnice k pokrytí křídel a prostoru pod křídly s automatickou oscilací. To umožnilo omezit rozsah stropní ochrany pěnovým zaplavovacím zařízením jenom ochranu ocasu a nosu letadla. Hasicí zařízení se spouští ručně až po ověření požárního poplachu, aby se předešlo nechtěnému výstřiku hasiva. Možné je i samočinné spouštění. Čerpací zařízení sestává ze šesti čerpadel každé s průtokem 16 250 l/min při tlaku 9,5 bar. Zdrojem vody jsou dvě vzájemně propojené nádrže každá s objemem 1 800 m^3. Pěnidlo je ve dvou nádržích každá s objemem 24 m^3.

13.9 Ochrana tankovišť ropy

V případě skladů hořlavých kapalin se může jednat o skladování nejrůznějších produktů ve zpracovatelském petrochemickém průmyslu, paliva pro leteckou, silniční a železniční dopravu apod. Součástí skladovacích areálů jsou kromě skladovacích nádrží i čerpací zařízení pro jejich plnění a přečerpávání. Mnohdy jde o sklady s kapacitou tisíce tun hořlavých kapalin.

Ke skladování ropy se používají stojaté skladovací nádrže opatřené záchytnou jímkou pro případ porušení nádrže a vylití ropy. Ta je vytvořená kolem nádrže na zemi a ohraničená valy. V posledních letech se používají pro tento účel záchytné ocelové nádrže uvnitř, kterých se nachází vlastní skladovací nádrž. *Pozn.: toto provedení se někdy označuje jako dvouplášťová nádrž.*

K ochraně jímky a nádrže se navrhuje pěnové SHZ na těžkou pěnou, která se obvykle se aplikuje na hladinu. Možná a používaná je i aplikace pěny ode dna nádrže. V tomto případě odpadá potrubí pro dopravu pěnotvorného roztoku vedené k hornímu okraji nádrže (nebo jímky) po vnější straně pláště nádrže. Výhodou tohoto řešení je, že nemůže dojít při explozi k poškození přívodního potrubí pěnotvorného roztoku.

Ze statistiky vyplývá, že nejčastější příčinou požáru skladovacích nádrží ropy je blesk. Nezanedbatelné nejsou ani případy kdy dojde k devastujícímu výbuchu.

Tab. 13-13 SHZ vhodná pro ochranu tankovišť ropy

Druh SHZ	Poznámka
Pěnová na těžkou pěnu	Stojaté nádrže
Pěnová na střední pěnu	Čerpací zařízení
Pěno-vodní s lafetovými proudnicemi nebo mobilními lafetovými proudnicemi	Jako doplňujíc prostředek pro případ selhání instalovaných SHZ
Skrápěcí sprejová	Pro ochlazování plášťů nádrží

Mezi největší v ČR i v Evropě patří tankoviště provozované podnikem MERO, a. s. v Nelahozevsi, které má skladovací kapacitu 1,55 mil. tun ropy. Unikátní je nejenom konstrukce skladovacích nádrží s plovoucí střechou opatřených ocelovou jímkou (dvouplášťové nádrže), ale i rozsah protipožární ochrany tohoto strategického tankoviště. Pro představu, největší nádrže mají objem 125 000 m^3. Vnější průměr je 90 m a výška 24 m. K ochraně nádrží je použité pěnové SHZ na těžkou pěnu a vodní sprejové skrápěcí zařízení pro ochlazování plášťů nádrží. Ochrana čerpacích zařízení ropy je provedená pěnovým SHZ na střední pěnu.

obr. 13- 12 Tankoviště ropy MERO, a. s. a ochrana jímky pěnovým SHZ na těžkou pěnu





Pro nejhorší scénář hašení největší nádrže a chlazení jímky této nádrže a jímek sousedních nádrží byla vykalkulovaná potřena 2 600 m^3 vody pro předpokládanou dobu činnosti 120 min. K zásobování vodou slouží venkovní nádrže o celkovém objemu 23 000 m^3. Doplňování těchto nádrží je provedené přivaděčem vody z Vltavy. Pro zásobování pěnotvorným roztokem byl navržen systém s nádržemi s vnitřním vakem od italské firmy Caccialanza. Jsou čtyři, každá s objemem 12 m^3. Spouštění pěnového SHZ je automatické na základě hlášení EPS, po vyhodnocení signálů od hlásičů plamene a lineárních teplotních hlásičů. Možné je i ruční spouštění. Ve dvou strojovnách je celkem pět čerpacích zařízení, každé s průtokem 14 000 l/min při tlaku 12 bar.

13.10 Ochrana olejového hospodářství

Olejové hospodářství sestává zejména z nádrží na olej, filtrů, potrubních rozvodů s armaturami a čerpadel. Slouží k zásobování technologických zařízení a strojů olejem k mazání nebo k pohonu hydraulických motorů. Specifika tohoto nebezpečí je ve vysoké kumulaci této hořlavé kapaliny v kombinaci s elektrickými zařízeními nebo teplými povrhy případně pohybujícími se rožhavenými tělesy jako jsou ingoty. Kritickým komponentem jsou obvykle pružné spoje provedené pryžovými hadicemi a spojky případně příruby potrubí. V obou případech může při jejich poškození nebo netěsnosti vystřikující olej směřovat na zdroje tepla což má za následek jeho vznícení a rychlé rozšíření po technologickém zařízení nebo olejovém hospodářství. Vzniklý požár tryskajícího oleje je obtížně uhasitelný. K takovému požáru došlo v ČR např. na lince konti lití v Kladně.

Problematiku protipožární ochrany olejového hospodářství lze rozšířit i další rizika jako jsou velké transformátory, kalící pece, velké stavební stroje, lisy na výrobu dřevotřísek a další technologie a strojní zařízení - viz také kap. 13. 3. Zvlášť vysoké riziko požáru je v případě, že nádrž na olej není umístěná v samostatném požárním úseku.

Tab. 13-14 SHZ vhodná pro ochranu olejového hospodářství

Druh SHZ	Poznámka
Plynová na CO_2 nebo inertní plyny	Válcovací stolice, kalící lázně…
Pěnová na střední pěnu	Použité v JE Jaslovské Bohunice
Vodní nebo pěno-vodní sprejová	Transformátory
Mlhová	Např. systém Minifog Minimax navrhovaný pro lisy na výrobu dřevotřískových nebo OSB desek…
Aerosolová	Rýpadla, zakladače…

Převládající ochrana olejového hospodářství je založená na používání plynových SHZ na CO_2. V poslední době se CO_2 nahrazuje inertními plyny. Postupně se prosazují v ochraně shora uvedených rizik i SHZ aerosolová. Ta se ukázala jak z hlediska ceny, spolehlivosti a jednoduchosti a odolnosti optimální např. v ochraně velkostrojů pracujících na povrchových dolech v ČR. Do doby zákazu používání halonů se zde používala plynová SHZ s halonem 1211 a 1301.

Pro protipožární zabezpečení rýpadel a zakladačů různé velikosti na povrchových dolech se od roku 2003 používají generátory aerosolu GABAR-P dovážené firmou PRODECO. Pro ochranu kolesového rýpadla SchRs 1550/4×30 byly použité generátory aerosolu s dvoukilovou náplní. Jsou určené pro ochranu hydrauliky, transformátorů a nízko a vysokonapěťových rozvoden.

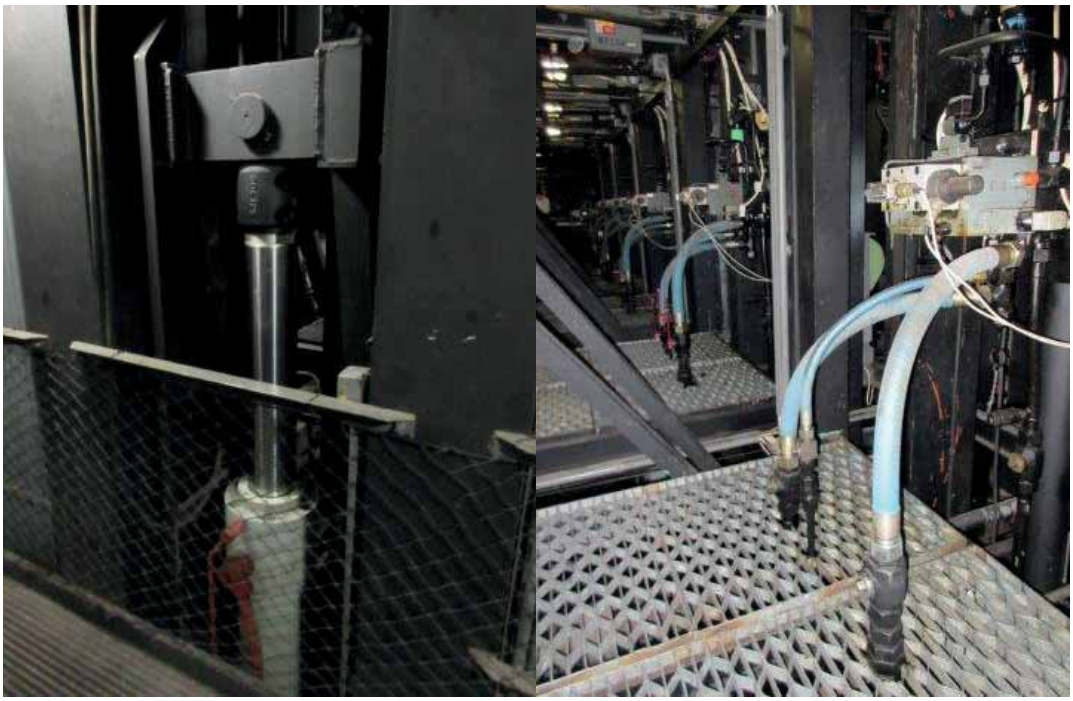
obr. 13-13 Zakladač ZP 6699 a generátor GABAR--P s náplní 6 kg v zakladači ZDP 8000





O ceně chráněných hodnot si lze udělat představu z parametrů tohoto stroje. Jmenovitý výkon 5 500 m ^{3} sypané zeminy za hodinu, výkon pohonu kolesa 1 000 kW, délka kolesového výložníku 121 m, výškový dosah 34 m a celková hmotnost 3400 t. Pohyb velkostroje zajišťují housenice s hydraulickým řízením. Prostory ve spodní stavbě rýpadla a prostorech uvnitř ramene protizávaží chrání celkem 18 generátorů aerosolu. Nakládací vůz, který je další podstatnou součástí rýpadla, je rozdělený na 4 prostory kde je umístěno celkem 9 generátorů aerosolu. U vchodu do každého prostoru se nachází spouštěcí a potvrzovací tlačítko. Na ochozu kabiny řidiče je pět tlačítek, kterými lze na základě hlášení EPS Integral C Schrack Seconet dálkově aktivovat aerosolové SHZ v příslušných chráněných prostorech. Tomu předchází potvrzení přijetí a oprávněnosti poplachového signálu. Na ochozu kabiny řidiče nakládacího vozu jsou umístěná 4 spouštěcí tlačítka. Z kabiny řidiče rýpadla a řidiče nakládacího vozu lze přerušit uvedení aerosolového SHZ do činnosti blokovacím tlačítkem. Součástí aerosolové SHZ je poplachové zařízení.

Pro ochranu zakladače ZPD 8000 bylo navrženo 27 generátorů aerosolu s náplní 6 kg. Zakladač má délku výložníku 124 m, výškový dosah 26 m a hmotnost 2900 t. Je postaven na kráčivém podvozku s hydraulickým pohonem. Obdobný koncept ochrany je použit i u dalších velkostrojů včetně těch nejvýkonnějších jakým je rýpadlo K 10 000 a zakladač ZP 10 000. Výrobce má s tímto způsobem ochrany velkostrojů více než desetiletou zkušenost.



obr. 13-14 Hydraulické válce a ohebné hadice jako součást zařízení pro přestavování podlahy na jevišti Národního divadla v Praze

14 Hasicí schopnost a provozuschopnost SHZ

Zajištění trvalé provozuschopnosti a hasicí schopnosti SHZ je předpokladem pro dosažení očekávaného snížení škod způsobených požárem a zajištění požadované úrovně ochrany osob.

14.1 Hasicí schopnost

O hasicí schopnost (hasicí účinnost) SHZ rozhoduje především kvalifikovaný návrh podle normativních požadavků vyplývajících z relevantních normativních dokumentů. Za takové se považují dokumenty, které odrážejí stav vědy a techniky v daném oboru, jsou veřejně dostupné a jsou v posledním platném znění. Prioritně to jsou požadavky obsažené v platné české technické normě, v evropských normách nebo technických dokumentech VdS, NFPA nebo Factory Mutual. Kromě toho musí projektant postupovat v souladu s návrhovými manuály, které jsou např. pro mlhová, plynová, prášková nebo inertizační zařízení zpracovány nositeli know how na základě výsledků zkoušek hasicí schopnosti. Prakticky jde o prováděcí podmínky platné pro daný typ SHZ a konkrétní aplikaci v návaznosti na příslušné normativní dokumenty a zkoušky hasicí schopnosti.

Podle vyhl. MV č. 246/2001 Sb., o požární prevenci se u vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení a tudíž i SHZ se zabezpečuje projektování *„prostřednictvím osoby způsobilé pro tuto činnost, která získala oprávnění k projektové činnosti podle zákona č. 360/1992Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě ve znění zákona č. 164/1993 Sb. a zákona č. 275/1994 Sb."*

Předpokladem kvalitního návrhu je vysoká odborná způsobilost projektantů a relevantní reference. Průkazem, že je konkrétní SHZ navržené v souladu s návrhovými požadavky, je pouze výsledek inspekční prohlídky provedené nezávislou expertní organizací jako je VdS nebo Factory Mutual. Tyto prohlídky se zaměřují nejen na skutečné provedení instalovaného SHZ, ale i na projektovou dokumentaci, jejíž součástí musí být hydraulický výpočet. Bez přejímací inspekční prohlídky by neměla být uvedena do užívání samočinná SHZ spouštěná EPS jakož i sprinklerová SHZ určená pro ochranu výškových budov, vysokoregálových skaldů a shromažďovacích prostorů. V prvním případě jde především o mlhová, plynová, aerosolová a inertizační SHZ. U nich je třeba věnovat odpovídající pozornost nejen dosažení požadované deklarace, ale i ochraně osob, součinnosti a systémové integritě s ostatními PBZ a dalšími instalovanými technickými a technologickými zařízení.

Na hasicí schopnost má nezanedbatelný vliv i kvalita montáže. Citovaná vyhláška MV v této souvislosti stanovuje následující požadavky:

- *„při montáži PBZ musí být dodrženy podmínky vyplývající z ověřené projektové dokumentace, popřípadě podrobnější dokumentace a postupy stanovené v průvodní dokumentaci výrobce ",*
- *„osoba, která provedla montáž PBZ, potvrzuje splnění požadavků uvedených výše písemně".*

14.2 Provozuschopnost

Po uvedení SHZ do provozu rozhoduje prioritně o jeho trvalé provozuschopnosti a účinnosti provozovatel a potažmo i personál obsluhující technologická, skladovací a manipulační zařízení a osoby pověřené zajišťováním údržby, kontrol a oprav instalovaných SHZ. V neposlední řadě i osoby odpovědné za přijetí signálu požární poplach a porucha což jsou obvykle zaměstnanci bezpečnostní agentury. Ti všichni musí být seznámeni s účelem instalovaného SHZ, jeho funkcí a způsobem reakce po jeho spuštění a obdržení poplachových signálů.

Provozovatel SHZ musí určit osobu odpovědnou za provoz SHZ s definovanou odpovědností, která po prokazatelném zaškolení u dodavatele SHZ zajišťuje provádění kontroly, údržbu a opravy instalovaných SHZ v předepsaném rozsahu a na odpovídající odborné úrovni, jakož i školení dalších dotčených osob.

Výchozím podkladem pro tyto činnosti jsou zejména:

- vyhl. MV č. 246/2001Sb., o požární prevenci;
- návody k obsluze a údržbě pro hasicí zařízení a jeho komponenty;
- další právní předpisy týkající se např. životního prostředí, ochrany zdraví osob, provozování a kontrol tlakových nádob apod.

Vyhl. MV č. 246/2001Sb., o požární prevenci stanovuje povinnost provádět kontroly provozuschopnosti minimálně jednou za rok pokud výrobce nebo další vyhláškou specifikovaná dokumentace nestanoví lhůty kratší. To může být např. v textilních závodech, v zauhlovacích mostech, lakovnách a dalších provozech s vysokou prašností nebo vlhkostí.

Kontrola provozuschopnosti se provádí podle právních předpisů, normativních dokumentů a průvodní dokumentace. Např. u sprinklerových zařízení v rozsahu jednoroční prohlídky definované v ČSN EN 12845, pokud v průvodní dokumentaci nejsou přísnější požadavky. V žádném případě nelze za tuto kontrolu považovat pouze vizuální prohlídku a spuštění čerpadla.

Provozuschopnost instalovaného SHZ se prokazuje dokladem o:

- montáži;
- funkční zkoušce;
- kontrole provozuschopnosti;

- údržbě a opravách.

Kontrola provozuschopnosti se prokazuje také záznamy v provozní dokumentaci, kterou je např. provozní kniha. Ta je jedním ze zásadních dokumentů dokladujících aktuální stav SHZ jak pro pracovníky státního požárního dozoru, tak i risk manažery pojišťoven.

Doklad o kontrole provozuschopnosti musí obsahovat:

- údaj o firmě - jméno, název a další;
- adresu objektu, ve kterém byla kontrola SHZ provedená;
- umístění, druh, označení výrobce, typové označení a další;
- výsledek kontroly provozuschopnosti, zjištěné závady včetně způsobu a termínu jejich odstranění a vyjádření o provozuschopnosti zařízení;
- datum, jméno a podpis osoby, která kontrolu provedla.

Opatřením, které na potřebné odborné úrovni a nezpochybnitelným způsobem poskytne informaci o skutečném stavu dotčené instalace, jsou opakované inspekční prohlídky. Ty musí provádět nezávislá třetí osoba akreditovaná pro tuto činnost. Zásadní význam mají tyto prohlídky u „starých" vodních a pěnových SHZ. Důvodem je očekávatelná pokročilá koroze potrubí a závadová funkce sprinklerů. Za praxí ověřenou dobu je provádění těchto kontrol za 12,5 roků u suchých soustav a max. za 25 roků u mokrých soustav. U pěnových SHZ je třeba počítat s korozí nejen úměrnou stáří instalace, ale i z důvodu používání pěnotvorného roztoku, který je silně korosivní. Proto se tyto kontroly provádějí častěji, v termínech uvedených v návodu k obsluze a údržbě.

Provozovatel SHZ by měl uzavřít servisní smlouvu pouze s firmou, která má prokazatelně proškolené zaměstnance u nositele know how, kterým je obvykle dodavatel nebo výrobce SHZ. Servisní organizace by měla být držitelem ISO 9000, mít prokazatelné reference pro daný typ SHZ, vybudované školící zařízení a call centrum. Pro opravy musí mít potřebné náhradní díly.

Jaké kontroly vyžadují zvláštní pozornost a neměly by být opomíjeny?

Kontroly zaměřené na volný výstřik z hubic a hlavic. U všech SHZ by měl být výstřik hasiva volný, bez překážek. Zvlášť citlivé na překážky jsou vodní SHZ jelikož voda neteče za roh. K nedostatečnému výstřiku hasiva z výstřikové koncovky nebo jejímu zablokování může dojít např. v důsledku zanesení prachem, textilními částicemi, barvou, olejovým nánosem z fritéz nebo zakrytím igelitovými pytlíky, které nebyly odstraněny pop malování. Zvýšenou pozornost proto vyžadují lakovny, textilní závody, dřevovýroba nebo kuchyňské fritézy. Výstřik může omezit i dodatečně instalovaná osvětlovací tělesa, podhledy a vzduchotechnická potrubí. To je typické zejména pro obchodní domy a butiky kde s novými nájemci dochází ke změně interiéru. Specifická je v tomto směru situace ve skladech kde dochází k nedodržování max. skladovací výšky. Zboží se skladuje až do těsné blízkosti sprinklerů což zásadním způsobem omezuje výstřik vody a snižuje hasicí schopnost instalovaného sprinklerového zařízení.



obr. 14-1 Stav hlavního uzavíracího šoupátka sprinklerového zařízení po třiceti letech provozu a sprinkler zanešený vlákny bavlny

Kontroly funkce detekčních, monitorovacích a řídících zařízení a signalizace jejich stavů na místo se stálou obsluhou. Tyto kontroly jsou důležité zejména u samočinných SHZ. Zkušenosti z inspekčních prohlídek prováděných VdS signalizují vysoký počet nedostatků v signalizaci provozních stavů a reakci osob odpovědných za provoz SHZ na přijímané signály. Řada velkých škod vznikla neadekvátní reakcí na signál „požární poplach". Výsledkem bylo

pozdní ohlášení požáru jednotce PO s negativním dopadem na výši škody. Spatná reakce na signál „porucha" může vést k fatální škodě např. čerpacího zařízení, která v konkrétním případě dosáhla 1 mil. Kč.

Kontroly chráněného prostoru z hlediska změn majících vliv na funkčnost a hasicí schopnost SHZ. Tyto kontroly se týkají zejména skladů, kde se mění často nájemci a s nimi skladované komodity a způsob skladování. Obdobně je tomu u nájemců obchodních ploch. Odpovídající pozornost je třeba věnovat i změnám stavebního provedení, vytápění a osvětlení. Dodatečně instalované technologie, topidla nebo výkonná osvětlovací tělesa mohou u sprinklerových zařízení způsobit nežádoucí otevření sprinkleru, jelikož původní otevírací teplota sprinkleru je příliš nízká nebo není dodržena bezpečná vzdálenost od možného zdroje tepla. Výsledkem může být nežádoucí vodovodní škoda doprovázená obvykle přerušením činnosti. Je proto nutné adekvátně reagovat na uvedené změny a podle jejich závažnosti nechat provést revizi dotčeného SHZ.

U prostorů chráněných plynovým SHZ se musí reagovat na všechny stavební úpravy, které mohou změnit jeho těsnot. Jako příklad lze uvést výměnu oken nebo nové dělení chráněného prostoru.

Kontroly „starých" vodních a pěnových SHZ. V ČR se prakticky neprovádějí. To by mělo být pro provozovatele a pojišťovny varující. Zkušenosti z inspekčních prohlídek ukazují, že u 25 % instalací se vyskytuje silná koroze potrubních rozvodů vyžadující jejich výměnu. U 45 % se vyskytuje střední rozsah koroze. Pokud jde o sprinklery, pak u 4 % kontrolovaných sprinklerů se vyskytují závažné nedostatky v jejich funkci a otevírací teplotě. Je zřejmé, že bez kontrol zaměřených na stav „starých" instalací je jejich přínos pro ochranu majetku a osob více než problematický. V případě chladírenských a mrazících skladů přímo varující. *Pozn.: v souvislosti s používáním tenkostěnných trubek lze s netěsností v důsledku vnitřní počítat již 7-10 let.*

14.3 Opravy, rekonstrukce a rozšiřování SHZ

Pro uvedené činnosti lze používat jenom náhradní díly odpovídající technickým podmínkám výrobce nebo projektové dokumentaci výrobce. Za toho se považuje dodavatel projektové dokumentace, pokud smluvně není stanoveno jinak. To se týká i rozšíření SHZ, výměny komponentů, ale i hasiva. V žádném případě nelze zaměňovat nebo dokonce míchat různé druhy pěnidel a prášků.

Pokud u starších SHZ již původní dodavatel neexistuje, postupuje se podle technických podmínek výrobce technicky nebo funkčně srovnatelného druhu zařízení, který má odpovídající odbornou úroveň podloženou referencemi.

14.4 Odstavení SHZ z používání

Před celkovým nebo částečným odstavením SHZ se musí zkontrolovat všechny části objektu, aby se ověřilo zda někde nejsou známky požáru. V budovách a členitých komplexech kde je provedena ochrana společným sprinklerovým zařízením nebo soustavami je třeba vyrozumět o zamýšleném uzavření vody dotčené uživatelé. Provozovatel je povinen zřetelně označit SHZ a prostor kde je instalované, že je v nefunkčním stavu a realizovat technicko organizační opatření k jeho urychlenému uvedení do provozuschopného stavu. Kromě toho musí přijmout v potřebném rozsahu náhradní technická nebo organizační opatření do doby než je uvedené do funkčního stavu. Tyto zásady platí jak pro plánované odstávky zařízení, tak i případy, že se hasicí stane náhle nefunkční. Uvedené zásady je nanejvýš žádoucí aplikovat i na zařízení, která nemají klasifikaci SHZ např. vodní clony nebo zařízení pro zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo SHZ, která nepodmiňují požární bezpečnost budov.

Závěr

Stabilní hasicí zařízení mají trvalý trend rozvoje. To se týká především sprinklerových, mlhových a plynových SHZ. Tyto klasické technologie hašení se postupně rozšiřují o aerosolová SHZ a nejnověji o inertizační systémy.

Významnou okolností je zpracování návrhových dokumentů na základě ohňových zkoušek v reálném měřítku. To je kromě jiného cesta ke zvýšení účinnosti a ekonomickému návrhu SHZ. V neposlední řadě se tak urychluje přechod od národních k mezinárodně uznávaným návrhovým dokumentům.

I nadále platí, že žádné SHZ nemá universální použití. U každého druhu SHZ je třeba znát jeho optimální použití a vnímat SHZ jako jedno z významných, nicméně, pouze jedno z mnoha opatření k zajištění požární bezpečnosti staveb a technologií.

Zásadní podmínkou, aby SHZ byla účinná a provozuschopná je provádět jejich údržbu ve stanoveném rozsahu a na odpovídající odborné úrovni.

Cestou ke zvýšení přínosu SHZ pro požární bezpečnost je zavedení systematických přejímacích a průběžných inspekčních prohlídek třetí nezávislou osobou podle některého z ověřených zahraničních systému kvality.

Příloha

Druh SHZ	ČSN EN
Sprinklerová zařízení	ČSN EN 12845 +A2 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba
Sprejová zařízení	ČSN P CEN/TS 14816 Stabilní hasicí zařízení – Vodní sprejová zařízení – Navrhování, instalace, údržba
Mlhová zařízení	ČSN P CEN/TS 14972 Stabilní hasicí zařízení – Mlhová zařízení – Navrhování a instalace
Pěnová zařízení	ČSN EN 13565-2 Stabilní hasicí zařízení – Pěnová zařízení – Část 2: Navrhování, konstrukce a údržba
Plynová hasicí zařízení	ČSN EN 15004-1 Stabilní hasicí zařízen – Plynová hasicí zařízení – Část 1: Návrh, instalace a údržba, Část 2-10: Plynná hasiva
Prášková zařízení	ČSN EN 12416-2 +A1 Stabilní hasicí zařízení – Prášková zařízení – Část 2: Navrhování, konstrukce a údržba
Aerosolová zařízení	ČSN P CEN/TR 15276-2 Stabilní hasicí zařízení – Aerosolová zařízení – Část 2: Navrhování, instalace a údržba
Hadicové systémy	ČSN EN 671-1 Stabilní hasicí zařízení – Hadicové systémy – Část 1: Hadicové navijáky s tvarově stálou hadicí
	ČSN EN 671-2 Stabilní hasicí zařízení – Hadicové systémy – Část 2: Hydrantové systémy se zploštitelnou hadicí
	ČSN EN 671-3 Stabilní hasicí zařízení – Hadicové systémy – Část 3: Údržba hadicových navijáků s tvarově stálou hadicí a hydrantových systémů se zploštitelnou hadicí

Bibliografie

1) Mizerski A a kol., Hasicí pěny, Edice SPBI SPEKTRUM, č. 66, 2009
2) Rybář P., Sprinklerová zařízení, Edice SPBI SPEKTRUM č 77, 2011
3) Rybář P., Mlhová stabilní hasicí zařízení, MV GŘ HZS ČR, 2011
4) Rybář P., Sprinklerová hasicí zařízení, Výzbrojna požární ochrany, 1993
5) Rybář P., Drenčerová hasicí SHZ, Knižnice požární ochrany, svazek 72, Praha 1988
6) Macák V., Hašení vodní mlhou, Knižnice požární ochrany, svazek 2, Praha 1961
7) Baratov A.N. a Ivanov E.N.,Hašení požárů v provozech chemického, petrochemického a ropného průmyslu, Knižnice požární ochrany, svazek 55, Praha 1980
8) Bryan J.L, Automatic sprinkler and standpipe system, 1990
9) W. Klein, J. Böke, Brandschutzanlagen,VdS Schadeverhütung Verlag, 2006
10) Designe of buildings for fire situation, Leonardo da Vinci pilot project CZ/02/b/F/PP-134000, Luxemburg, 2005
11) Fire Protection Handbook, NFPA, 20 vydání
12) Hanuaska and Back, Halons Alternative Fire Protection Systéms, an Overview of Mist Fire Suppression Systéms Technology, Hughes Assoiciates, Inc. Columbia, MD 1993
13) Dr. J. Vaari a Dr. M. Tuomisaari, Study on operation area, VTT, Finland, 2008
14) Report „Demo Fire Test of Hotel Room", Lohja, Marioff 2011
15) Runcan CR, Wade, CA and Saunders, NM, Cost efective domestic fire sprinkler system, New Zeeland Fire Service Commission research, Report No 1, August 2002
16) Shell Global Solution, Efficiancy of water spray protection against butane jet fire impinging on Liquefied Petroleum Gas (LPG) storage tanks, Research report 298/2000
17) A.K. Kim and G.N. Doughed, Fire protection of windows using sprinklers, NRC-IRC, 1997
18) W.K. Chow, Recent experimental studies on blocking heat and smoke by water curtain, International Journal on Engineering performance, volumen 10, 2011
19) B.G.Thomas, D.N.Ruzic, Heat transfer due spray water cooling using steady experiments, University of Illinois, 2009
20) K.B. McGrattan a kol, Thermal radiation from large pool fires, NIST, č. NISTIR 6546, 2006/11
21) G.Ellicott, DEJ a FP, Boiling points, 2006/11
22) Dr. C.Williams and Dr. L.Jackman, An independent guide on water mist systéms for residential buildings, Building Research Establisment, 2006
23) A.Taylor, Mist Opportunities, FEJ and FP, 2005/11
24) ČSN třídy 73 08XX
25) ČSN (EN) týkající se stabilních hasicích zařízení (jsou uvedené v příloze)
26) NFPA 11, 13, 13R, 13D, 13E, 15, 16, 25, 750
27) Soubor Loss Prevention Data Sheets, Factory Mutual, 2014
28) Soubor Guidelines, VdS, 2014
29) Firemní dokumentace TYCO, Marioff, Siemens, Euroalarm, Skanska, UltraFog, Danfoss, Aquasys, Viking, Minimax, Victalulic, Rosenbauer, FASS, Siemens, PRODECO
30) Referáty z konferencí VdS 2006, 2008, 2010, 2012
31) Referáty z konferencí IFSA 2002-2010
32) BASA, Sprinkler Yearbook 2009/10, 2011/12, 2013/2014

Obsah

	ÚVOD	5
1	Stabilní hasicí zařízení - všeobecně	6
2	Vodní SHZ	8
3	Hadicové systémy	9
4	Sprinklerová zařízení	10
5	Sprejová zařízení	16
6	Mlhová zařízení	20
7	Parní hasicí zařízení	24
8	Zařízení se stabilními lafetovými proudnicemi	25
9	Pěnová zařízení	26
10	Plynová hasicí zařízení	31
11	Prášková zařízení	36
12	Aerosolová zařízení	38
13	Příklady použití SHZ k ochraně vybraných budov a technologií	40
13.1	Výškové budovy	40
13.2	Ochrana hotelových pokojů, bytových buněk	43
13.3	Ochrana kulturních a zábavních zařízení – divadla, multifunkční haly, kluby	45
13.4	Ochrana skladů pneumatik	48
13.5	Super a hyper markety, mally	50
13.6	Ochrana karuselových skladů	51
13.7	Ochrana kabelových objektů	52
13.8	Ochrana leteckých hangárů	53
13.9	Ochrana tankovišť ropy	54
13.10	Ochrana olejového hospodářství	55
14	Hasicí schopnost a provozuschopnost SHZ	57
14.1	Hasicí schopnost	57
14.2	Provozuschopnost	57
14.3	Opravy, rekonstrukce a rozšiřování SHZ	59
14.4	Odstavení SHZ z používání	59
	Závěr	60
	Příloha	61
	Bibliografie	62

Název • Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií
Autor • Ing. Pavel Rybář
Vydatel • MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR
Grafická úprava a zlom • Lubomír Mašek
Vydání • druhé
Náklad • Elektronické vydání
Rok vydání • 2014
ISBN • 978-80-86466-71-2

Publikace neprošla jazykovou úpravou