

MV-GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR  
ODBORNÁ PŘÍPRAVA JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY

Konspekt

**2-01**

---

# POŽÁRNÍ TAKTIKA

POŽÁRY OTEVŘENÝCH  
TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ  
V CHEMICKÉM  
A PETROCHEMICKÉM PRŮMYSLU

Zpracoval: Ing. Zdeněk Teplý

Doporučený počet hodin: 6 hod

## Obsah

<b>1</b>	<b>Charakteristika otevřených technologických zařízení z hlediska požárního nebezpečí.....</b>	<b>3</b>
1.1	Obecná část .....	3
1.2	Možnosti vzniku a rozvoje požáru .....	4
1.3	Preventivní opatření proti vzniku a šíření požáru .....	14
<b>2</b>	<b>Hašení požárů otevřených technologických zařízení.....</b>	<b>19</b>
2.1	Úvod .....	19
2.2	Zajištění tepelné ochrany zařízení .....	20
2.3	Zastavení přítoku hořlaviny do prostoru požáru .....	23
2.4	Soustředění sil a prostředků .....	24
2.5	Lokalizace a likvidace požáru .....	25
<b>3</b>	<b>Taktické zásady pro hašení požárů v podmínkách otevřených technologických zařízení.....</b>	<b>41</b>
3.1	Obecné taktické zásady pro hašení OTZ.....	41
3.2	Specifické taktické zásady pro hašení některých OTZ .....	47
3.3	Praktické zkušenosti ze zásahové činnosti .....	62
<b>4</b>	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>68</b>

# 1 Charakteristika otevřených technologických zařízení z hlediska požárního nebezpečí

## 1.1 Obecná část

V chemickém a petrochemickém průmyslu se vyrábí velké množství dnes již nepostradatelných produktů, které přímo slouží ke spotřebě nebo se používají jako suroviny pro další výrobu. Neustále roste spotřeba např. plastických hmot, pohonných hmot pro motorová vozidla apod. Se zvyšujícími se potřebami roste i objem chemické výroby.

V řadě případů se v chemickém a petrochemickém průmyslu používají k výrobě požadovaných chemických produktů tzv. otevřená technologická zařízení (dále jen OTZ). Jedná se o zařízení, která jsou, z důvodu snížení nákladů na výstavbu, rychlosti montáže a zlevnění provozu a údržby, umístěná na otevřených prostranstvích. Probíhají v nich složité chemické nebo fyzikální procesy, zpravidla však jejich kombinace. Mezi OTZ patří i nádrže, které se používají ke skladování používaných surovin, meziproductů nebo konečných výrobků.

Při chemických procesech dochází ke změnám struktury látek a tedy i ke změnám jejich vlastností a technicko-bezpečnostních parametrů. Jako příklad z velkého množství chemických procesů lze uvést například chloraci, hydrogenaci, polymeraci, nitraci, pyrolýzu atd.

Fyzikální procesy se používají pro vytvoření optimálního režimu chemických procesů (navození optimálních reakčních podmínek), dále například při dělení směsí látek, atd. Příkladem fyzikálních procesů mohou být procesy ohřevu, rektifikace, absorpce, adsorpce, sušení atd.

OTZ jsou většinou sdružována do výrobních bloků, které lze charakterizovat jako různorodá, velmi složitá a rozměrná zařízení. Vyznačují se vysokým stupněm automatizace, kontinuálním provozem, značnými objemy zpracovávaných látek a velkou vzájemnou provázaností jednotlivých provozů a zařízení. Jejich výška může dosahovat 30 – 50 m a obsahovat až stovky m<sup>3</sup> hořlavých médií. Jsou složena z velkého množství aparatur, nádob<sup>1</sup>, ovládacích armatur a potrubních rozvodů, které propojují jednotlivé části. Součástí OTZ jsou dále zařízení sloužící pro měření a regulaci procesu a různá zabezpečovací zařízení. Nosné konstrukce bývají ocelové nebo železobetonové. Pod technologickým zařízením, u něhož hrozí nebezpečí úniku hořlavých kapalných médií, jsou v souladu s platnými předpisy<sup>2</sup> zřizovány záchytné a havarijní jímky, které v případě úniku kapalin zamezí jejich roztékání na větší plochu (v případě požáru omezí i jeho plochu). Podle druhu výroby se v OTZ mohou vyskytovat velká množství hořlavých látek, v řadě případů při vysoké teplotě a tlaku, což vytváří vysoké požární zatížení a způsobuje charakteristický proces šíření požáru.

<sup>1</sup> Velmi často se jedná o tlakové nádoby.

<sup>2</sup> ČSN 65 0201 Hořlavé kapaliny. Provozovny a sklady.

Podle účelu, ke kterému slouží, existuje velké množství různých OTZ. Lze konstatovat, že v podstatě každé složitější OTZ je originál, který se více či méně liší od jiných zařízení sloužících k obdobnému účelu. To také může mít vliv na podmínky vzniku, rozvoje a šíření požáru, které se i u obdobných zařízení mohou lišit. Dále je třeba říci, že požáry nebo výbuchy, jimiž se tato práce zabývá, tvoří pouze jednu ze skupin průmyslových havárií, tzv. havárie s exothermním průběhem. Dalšími haváriemi mohou být například úniky toxických látek do životního prostředí apod.

### 1.1.1 Příklady otevřených technologických zařízení

*a/ zařízení, v nichž probíhají fyzikální procesy:*

- zařízení pro ohřev nebo chlazení látek (kotle, trubkové pece, výměníky tepla atd.),
- technologické kolony (rektifikační, destilační kolony atd.),
- zařízení na dělení plyných směsí (absorbéry, atd.),
- zařízení na sušení látek (sušárny, odstředivky, kondenzátory atd.),

*b/ zařízení, v nichž probíhají chemické procesy:*

- chemické reaktory,
- trubkové pece na provádění pyrolýzy (krakování),

*c/ skladování a doprava chemických látek:*

- skladovací nádrže,
- potrubní rozvody,
- čerpací a kompresorové stanice atd.

## 1.2 Možnosti vzniku a rozvoje požáru

V provozech, kde se vyrábí nebo zpracovávají hořlavé chemické látky nebo kde se tyto látky skladují, se téměř vždy vyskytují podmínky pro rychlé šíření požáru. To je způsobeno přítomností velkého množství hořlavých látek v různých skupenstvích, které se zpracovávají za různých technologických podmínek (vysoké teploty a tlaky).

Při posuzování požárního nebezpečí je možné nalézt, i přes specifika jednotlivých druhů zařízení, společné charakteristické rysy pro všechny typy OTZ:

- Požární nebezpečí je přímo závislé na množství a na technicko-bezpečnostních parametrech surovin, meziproduktů nebo výrobků<sup>3</sup> a na podmínkách jejich zpracování.
- Požárům OTZ často předcházejí výbuchy, ke kterým dochází po vytvoření výbušného prostředí v zařízení (nasátí vzduchu do zařízení pracujícího v podtlakovém režimu) nebo mimo něj (únik hořlaviny mimo zařízení) v důsledku ztráty těsnosti zařízení.
- K havarijní situaci může dojít i při narušení technologického procesu a nedodržení některého ze základních provozních parametrů (teplota, tlak, reakční rychlost, složení reakční směsi atd.) a nezvládnutí průběhu chemických reakcí.

<sup>3</sup> Technicko bezpečnostní parametry produktů se mohou výrazně lišit od technicko bezpečnostních parametrů surovin, které do výroby vstupují.

### 1.2.1 Požáry OTZ jsou charakterizovány

- Nebezpečím výbuchu s následným zřícením zařízení a destrukcí navazujících objektů.
- Vysokou rychlostí šíření požáru, velkou intenzitou hoření spojenou s vývinem velkého množství tepla a intenzivní výměnou plynů.
- Velkým sálavým teplem.
- Možností rychlého zřícení nechráněných nosných konstrukcí.
- Možností výronů toxických látek ze zařízení a vzniku velkých oblaků, které se mohou šířit do okolí.
- Možností výronů hořlavých plynů nebo par ze zařízení a vzniku velkých oblaků výbušných směsí hořlavých par nebo plynů se vzduchem, které mohou ohrozit nejen areál podniku, ale i jeho okolí.
- Možností neočekávaného "skokového" přenesení požáru na další navazující zařízení nebo zařízení, která se nacházejí v blízkosti místa události (DOMINO efekt).

### 1.2.2 Možnosti vzniku požárů a výbuchů

Podmínky pro vznik požáru nebo výbuchu jsou u OTZ obdobné jako v ostatních případech – tzn., že musí dojít ke vzniku hořlavého nebo výbušného souboru a k jeho iniciaci dostatečným energetickým zdrojem. Navíc se u OTZ vyskytuje možnost havárie nebo výbuchu zařízení v důsledku nedodržení předepsaných technologických parametrů a nevládnutí chemických reakcí.

K požárům nebo výbuchům u OTZ obvykle dochází:

1. **vně zařízení** - po úniku hořlavého média ze zařízení v důsledku poruchy nebo chyby obsluhy dojde k jeho iniciaci. K iniciaci může dojít:
  - Okamžitě - pokud je u místa úniku k dispozici dostatečný zápalný zdroj nebo pokud je teplota uniklé hořlaviny vyšší než je její teplota vznícení.
  - Po dosažení vhodných podmínek (vhodného iniciačního zdroje) - při úniku hořlavých kapalin nebo plynů při teplotě nižší než je jejich teplota vznícení.
2. **uvnitř zařízení** - při porušení hermetičnosti, vniknutí vzduchu do zařízení a vytvoření podmínek pro hoření nebo výbuch nebo při porušení technologického procesu v důsledku nežádoucích nebo příliš rychlých nevládnutých reakcí (tzv. "runaway" reakcí). K výbuchům uvnitř zařízení často dochází v souvislosti s najížděním nebo odstavováním technologií (chybný postup obsluhy, nedostatečná inertizace zařízení apod.).

### 1.2.3 Rozvoj a průběh požáru

Vlastní rozvoj a průběh požáru nebo výbuchu závisí na celé řadě okolností a podmínek, za jakých k němu došlo. Jedná se především o druh

hořlavé látky a její vlastnosti, skupenství a množství, dále záleží na technologických parametrech (především tlak a teplota), při kterých se látky v zařízení vyskytují apod. Pokud mimořádná událost nastala v důsledku úniku látky ze zařízení, může mít na její průběh vliv i to, zda se jedná o únik jednorázový nebo kontinuální. Průběh a rozvoj požáru ovlivňuje také stavební uspořádání OTZ. Kompaktnost celého zařízení a rozmístování aparatur do technologických podlaží situovaných nad sebou tak, že OTZ dosahují značných výšek, vzájemné propojení jednotlivých zařízení, to všechno vytváří podmínky pro rychlé šíření požáru a znesnadňuje provedení hasebního zásahu.

Při porušení hermetičnosti technologického zařízení unikají plynná nebo kapalná média do okolí. **Jestliže je teplota unikající hořlavé látky nižší než teplota vznícení**, mohou se v okolí místa úniku vytvářet kaluže hořlavé kapaliny nebo výbušné směsi hořlavých plynů nebo par se vzduchem, které po iniciaci vybuchují. Výbuch je pak provázen požárem unikající látky. Pokud je exploze dostatečně silná, dochází zpravidla k dalšímu narušení technologického zařízení, k masivnímu úniku látek z poškozeného zařízení, prudkému nárůstu intenzity hoření a rychlému šíření požáru. **Když je teplota unikající látky vyšší než teplota vznícení**, začne při styku se vzduchem hořet.

V obou případech jsou následným požárem ohrožována další zařízení a aparatury, které se nachází v jeho blízkosti. Při hoření uhlovodíků vzniká velké množství tepla, které zahřívá nechráněné nosné konstrukce a kovové aparatury, potrubí a armatury. V závislosti na intenzitě zahřívání ztrácí v průběhu 5 – 15 minut kovové materiály svoji pevnost a může dojít k deformacím nebo zřícení nosných konstrukcí a poškození technologického zařízení. V potrubích a aparaturách se v důsledku tepelné roztažnosti zvětšuje objem látek a narůstá v nich tlak. Ten pak může způsobit jejich deformaci nebo porušení těsnosti s následným únikem látek a dalším zvýšením intenzity požáru. Značné nebezpečí vzniká především při intenzivním zahřívání tlakových nádob a zásobníků s hořlavinami. Pokud není včas zahájeno intenzivní ochlazování, hrozí vlivem narůstajícího vnitřního tlaku a ztráty pevnosti stěn při působení vysokých teplot rozvalení nádoby s následným vyvržením obsahu a jeho intenzivní hoření v podobě ohnivé koule. Tento jev bývá v zahraniční literatuře označován jako BLEVE.



Obrázek č. 1 Hořící kapalina, která pod tlakem uniká z potrubního spoje porušeného vysokou teplotou.

Nebezpečná situace může rovněž nastat při zahřívání uzavřených úseků potrubí větších průměrů, která obsahují hořlavé kapaliny. V lepším případě dochází k deformaci, vybočení a utržení potrubních vedení od kotvení a uchycení na nosných konstrukcích, v horším případě pak k výbuchu nebo porušení hermetičnosti s následným intenzivním unikem média z poškozeného místa. Takový únik pak již zpravidla nelze zastavit a přítok hořlaviny do prostoru hoření trvá až do vyprázdnění potrubí. Unikajícími látkami mohou být ohroženy i zasahující jednotky.

V této souvislosti je třeba si uvědomit, že obsahy potrubí nemusí být zdaleka zanedbatelné. Jako příklad lze uvést požár čerpací stanice na Karlovarsku, kde při požáru čerpací stanice docházelo k intenzivnímu zahřívání řady uzavřených úseků potrubí o velkém průměru, v nichž byly PHM. Obsah každého z těchto úseků činil cca 21 m<sup>3</sup> hořlaviny. U několika potrubních vedení došlo působením vysokých teplot k porušení těsnění na uzavíracích armaturách a do prostoru hoření postupně vytekla všechna hořlavina. Další potrubí byla vlivem extrémního nárůstu tlaku deformována a utržena z nosných a kotvicích prvků. K explozi nedošlo jen díky provádění intenzivního ochlazování.



Obrázek č. 2 Hořící kapalina unikající z porušeného potrubí na potrubním mostě

Vlivem vysokých teplot jsou rovněž narušovány různé materiály, které se používají na utěsnění přírubových a jiných potrubních spojů nebo jako ucpávky včetně uzavíracích armatur a hřídelí čerpadel. V důsledku toho pak z netěsných spojů unikají látky, což rovněž zvyšuje intenzitu hoření.

Při havárii aparatur pracujících pod tlakem vytékají podle druhu a rozsahu poškození média ve formě kompaktního nebo rozprášeného (např. v podobě vějíře - viz. obr. č. 1). Plynné uhlovodíky přitom shoří úplně a kapalné zpravidla částečně. Neshořelá látka pak stéká po zařízení do záchytné jímky nebo se rozstříkuje do jeho okolí. Rozměry požáru (délka plamene) přitom závisí na stupni rozrušení zařízení, množství vytékající látky, hydrodynamických podmínkách při výtoku média z aparatury, rychlosti vyhořívání, na možnostech šíření látky do okolí OTZ atd. Ve většině případů je vytékající kapalina zachycována v záchytné a havarijní jínce pod OTZ. Plocha požáru je pak omezena plochami jímek.

K ochraně nádrží, potrubí a aparatur přispívají vhodné druhy tepelné izolace z nehořlavých materiálů, které mohou zvýšit jejich odolnost proti působení tepla až na dobu 40 minut.

Zvláštní pozornost zasluhují technologická zařízení pracující s vakuem. Při porušení těsnosti zařízení je do aparatury nasáván vzduch a uvnitř se může vytvářet výbušná směs, která po iniciaci exploduje. Stejně nebezpečí nastává i tehdy, když z aparatur nebo potrubí velkých objemů uniká velkými netěsnostmi hořlavá látka. Ta je uvnitř zařízení nahrazena



vzduchem a může se zde vytvořit výbušná směs, která při zahřívání zařízení exploduje. Zvláště nebezpečné jsou výbuchy v potrubích větších průměrů nebo u propojených nádob, kde při dosažení vhodných podmínek může přejít explozivní hoření v detonaci.

Rozvoji požáru na OTZ přispívá i vzájemná provázanost a technologické propojení jednotlivých bloků a zařízení mezi sebou. Vznik mimořádné události na jednom bloku pak může být příčinou havarijní situace na dalším bloku, a to nejen v důsledku přenesení požáru, ale např. i v důsledku nutnosti neočekávaného nouzového odstavení zařízení.

K rychlému šíření požáru napomáhají i výbuchy, ke kterým dochází v průběhu požáru. Literatura [6] uvádí, že každý čtvrtý požár OTZ je doprovázen výbuchy s následným intenzivním rozvojem požáru a zvětšováním jeho plochy (a tedy i ohrožením dalších zařízení).

Při haváriích OTZ mohou uniklé plyny a páry hořlavých kapalin vytvářet výbušné oblaky, jejichž velikost závisí na množství uniklého produktu a jeho fyzikálních vlastnostech, meteorologických podmínkách, profilu terénu apod. Tyto oblaky se mohou ve směru větru šířit terénem a po dosažení vhodného iniciačního zdroje explodovat a způsobit tak škody i ve velké vzdálenosti od místa úniku. Průběh exploze v tomto případě závisí m.j. na množství uniklé látky. Pokud je toto množství dostatečné, může za určitých podmínek přejít explozivní hoření v detonaci<sup>4</sup>.

K rozšiřování plochy požáru může v některých případech přispět i voda, použitá na hašení požáru a tepelnou ochranu zařízení, po které se kapaliny s nižší specifickou hmotností, nemísitelné s vodou, dále roztékají.

#### **1.2.4 Specifika vzniku a rozvoje požáru ve skladech zkapalněného plynu**

Specifické podmínky pro rozvoj požáru se vyskytují v provozech, kde se používají nebo skladují zkapalněné plyny. V důsledku ztráty hermetičnosti dochází k úniku plynné nebo kapalné fáze podle toho, na které části zařízení se netěsnost nachází. Zkušenosti s provozem těchto technologií ukazují, že nejčastěji dochází k úniku z průrazů přírubových spojů a ucpávek vřetenových uzavíracích armatur nebo při defektech čerpadel a kompresorů. Vývoj situace po úniku ovlivňuje celá řada faktorů, např. vlastností a množství uniklé látky (mohutnost výronu, mohutnost odparu) a dále to, zda nastane rychlá iniciace (hoření probíhá v okolí místa úniku) nebo se tvoří výbušný oblak, který se šíří do okolí a může explodovat po dosažení vhodného iniciačního zdroje.

Ke skladování zkapalněných plynů se velmi často používají nadzemní nádrže kulového tvaru. Jejich hlavní předností je získání maximálního skladovacího objemu. Mají však také velkou povrchovou plochu, podléhající silným tepelným vlivům. Na menší množství látek se užívají zásobníky válcové.

---

<sup>4</sup> Minimální množství schopné přechodu z explozivního hoření k detonaci je: vodík – 100 kg, lehké uhlovodíky – 2000 kg, páry benzínu nebo ropy – 5000 kg

Jestliže z nádrže unikne zkapalněný plyn, dochází k jeho odpařování. Část látky se rychle odpaří (mžikový, primární odpar). Ostatní plyn zůstává v kapalně formě, vytváří louži a k dalšímu odpařování (přechodu do plynné fáze) potřebuje teplo přivedené z okolí. Rychlost odpařování se postupně zpomaluje až do dosažení konstantní hodnoty, která závisí na množství tepla přivedeného z okolí (sekundární odpar). Podle literatury [11] má rozhodující význam na koncentraci plynu v okolí místa havárie právě mžikový odpar. Následky havárie jsou tím závažnější, čím je mžikový odpar výraznější oproti sekundárnímu.

Pokud unikne větší množství plynu, vede to s velkou pravděpodobností k explozi směsi těchto plynů se vzduchem. Zahraniční zkušenosti potvrzují, že po úniku a vytvoření směsi plynu se vzduchem si výbušný oblak „najde“ v podmínkách chemických a petrochemických podniků zpravidla do 5 minut vhodný iniciační zdroj v provozech, nacházejících se v okolí místa úniku a exploduje. Mohutnost exploze pak závisí m.j. na množství uniklé látky, jejích fyzikálních vlastnostech, průběhu úniku atd.

Pokud se při úniku zkapalněného plynu vytvořila kaluž, dochází zpravidla v důsledku výbuchu k jejímu zapálení a požár se rozšíří až do místa úniku látky. Tím dojde k přímému ohrožení zařízení, ze kterého plyn uniká. Zvláště nebezpečná situace může nastat pokud jsou působení požáru vystaveny zásobníky se zkapalněným plynem. Vlivem narůstající teploty dochází uvnitř zařízení k odpařování kapalně fáze a ke zvyšování tlaku. Současně, pokud není včas zahájeno intenzivní ochlazování, rychle stoupá teplota stěn nádrže v prostoru nad kapalinou. Při překročení teploty 400°C rychle klesá pevnost materiálu a po dosažení 700°C ztrácí ocel 90 % své pevnosti. Vzrůstající tlak působí na stěny a dochází k rozvalení zásobníku, vyvržení jeho obsahu a hoření uniklého média ve formě ohnivě koule. Tento jev je v zahraniční literatuře označován jako BLEVE. Doba, za kterou může dojít k destrukci nádoby, závisí na množství kapaliny v zásobníku a na jeho velikosti.

Dle zahraničních zkušeností nezabrání BLEVE efektu u zařízení se zkapalněnými plyny ani odlehčování tlaku přetlakovými ventily. Pojistný ventil odpouští přebytečný tlak, přitom se postupně snižuje hladina kapalného plynu v zařízení, což umožní rychlejší zahřívání stěn na kritickou teplotu, při níž dojde k rozvalení zásobníku.

### **1.2.5 Specifika vzniku a rozvoje požáru u nadzemních nádrží**

Větší množství hořlavých kapalin se zpravidla skladují v nadzemních nádržích. Tyto nádrže bývají většinou vybaveny stabilním nebo polostabilním pěnovým hasicím zařízením. Požáry kapalin 1. třídy hořlavosti obvykle začínají výbuchem směsi par se vzduchem v prostoru nad hladinou kapaliny s následným částečným nebo úplným narušením konstrukce nádrže. U železobetonových nádrží dochází zpravidla k částečnému porušení střechy nádrže. U kovových nádrží může dojít k odtržení střechy nádrže. Přitom mohou nastat tyto případy:

- střecha nádrže je úplně odtržena a odhozena do strany, kapalina hoří na celém povrchu nádrže,
- střecha nádrže je nadzdvížena a z části ponořena v zásobníku,
- střecha nádrže je deformována a došlo k vytvoření trhlin v plášti nádrže, kudy dochází k úniku kapaliny do zachytné jímky.

U vodorovných nádrží zpravidla dochází k odtržení jedné z bočních stěn a v důsledku toho ke smetení celé nádrže ze základů nebo k jejímu posunutí.

Při výbuchu často dochází k poškození hasicího zařízení u hořící nádrže a jeho činnost pak musí být nahrazena zásahem hasičských jednotek.

Požáry v nádržích jsou doprovázeny přenosem tepelné energie zářením plamenů, konvekcí plynů a v některých případech i přenosem rozžhavených částí uhlíku (sazí) do okolí. To může vést i k zapálení hořlavých par, které unikají otvory v plášti nebo víku sousedních nádrží (větrací zařízení, měřicí zařízení). Může dojít i k přehřátí obsahu nechráněných sousedních zařízení apod.

Požáry jsou doprovázeny deformací a porušením nadzemních rozvodů s následným únikem velkých množství kapalin. Na plášti nádrže mohou vlivem působení tepla vznikat nežádoucí deformace, případně trhliny. Čím nižší je hladina kapaliny v nádrži, tím jsou deformace stěn rozsáhlejší.



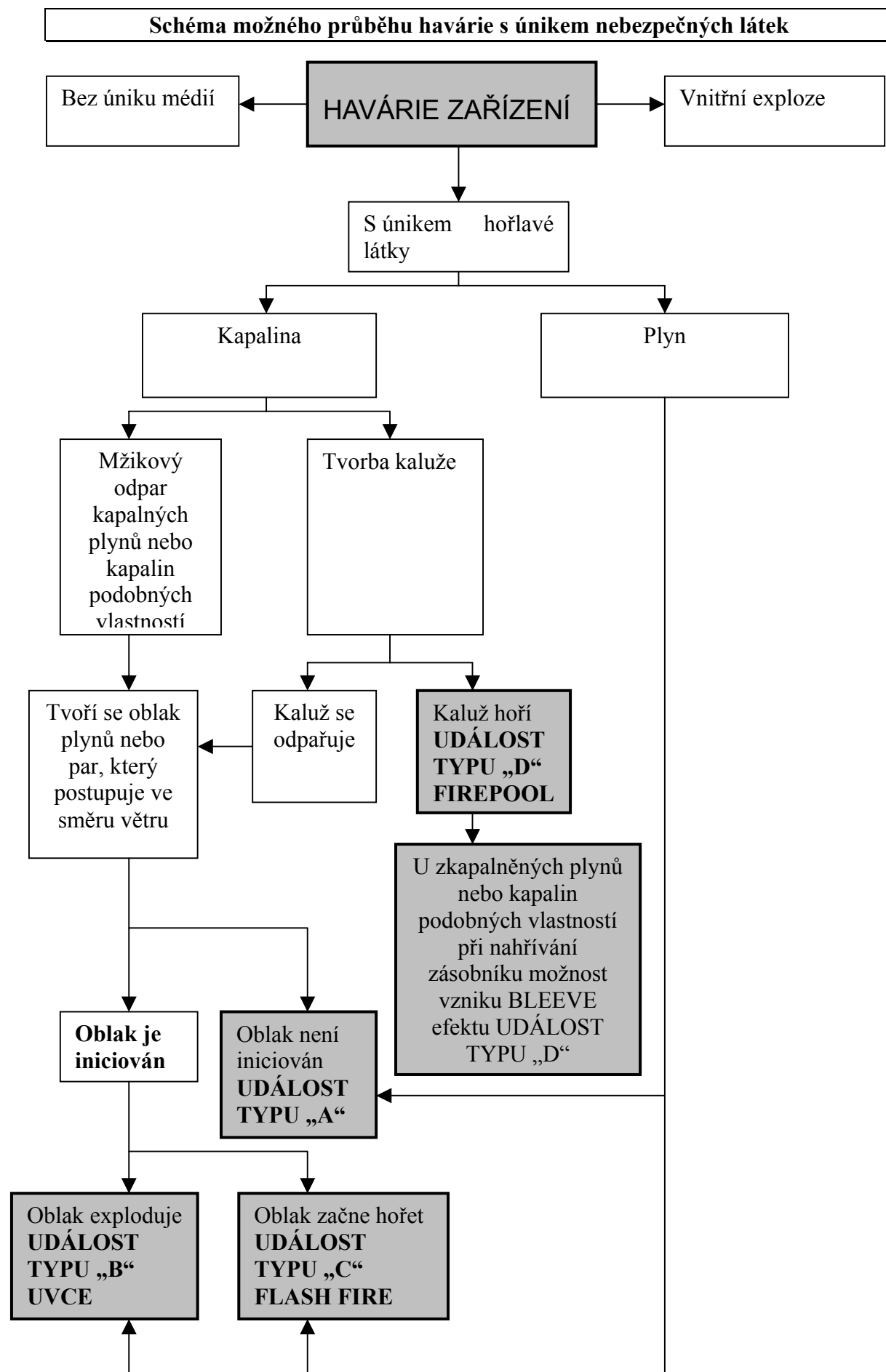
Obrázek č. 3 - Nadzemní nádrže na skladování hořlavých kapalin

Při hoření nádrže dochází k ohřevu jejího obsahu. Pokud obsahuje hořlavá kapalina jemně rozptýlenou vodu, dochází při ohřevu v důsledku vypaření částic vody k napěnění a postupnému zvedání hladiny kapaliny v nádrži, následnému **vzkypění** a přelití části obsahu do jímky nebo mimo ni.

Vytvoří-li se na dně nádrže vodní polštář, může dojít vlivem ohřevu k **erupci (vyvržení)** hořlavé kapaliny do okolí nádrže. Např. hořící ropa může být při erupci vyvržena až do výše 80 m a dochází k jejímu rozprášení ve směru větru až do vzdálenosti 150 m. Vzkypění nebo vyvržení vždy předchází velmi intenzivní hoření. Oba tyto jevy mohou nastat pouze u látek, jejichž rychlost vyhořívání je menší než rychlost jejich prohřívání (např. ropa a tmavé ropné produkty). U ostatních látek k přeměně vody v páru nedochází.

Vzkypění ropy a tmavých ropných produktů může vést k vytvoření pěny na hladině a v některých případech k přerušení hoření na celé ploše nebo její části, což výrazně usnadní proces hašení požáru.

Rychlost prohřevu kapaliny rovněž závisí na stavu stěn a střechy nádrže. Pokud je střecha částečně ponořená do kapaliny, dochází ke zrychlení prohřívání až 1,2x. Naopak u částečně narušené střechy se tato rychlost snižuje. Při narušení střechy do 20 % celkové plochy ke vzniku prohřáté vrstvy kapaliny vůbec nedochází.



### Popis jednotlivých typů událostí:

- **Typ události "A"** - vytvořený oblak plynů se šíří ve směru větru a pokud nedojde k vnější iniciaci, vlivem proudění se naředí natolik, že koncentrace poklesne pod spodní mez výbušnosti. Postupně dojde k rozptýlení plynného oblaku do atmosféry bez následků.
- **Typ události "B" - "UVCE"** (Unconfined Vapour Cloud Explosion) - exploze neohrazeného oblaku plynu - tato událost může nastat v důsledku:
  - úniku plynné fáze hořlavé látky,
  - plošným odparem kapalné látky z kaluže,
  - při kombinaci těchto úniků.

Vzniklý oblak látky se šíří ve směru větru a následkem působení dostatečného iniciačního zdroje exploduje. Při splnění specifických fyzikálních podmínek a dosažení minimálního potřebného množství látky (viz. poznámka č. 4) může explozivní hoření (čelo hoření se pohybuje podzvukovou rychlostí) přejít v detonaci (čelo hoření se pohybuje nadzvukovou rychlostí). Při detonaci se vytváří silná destrukční tlaková vlna.

- **Typ události "C" - "FLASH FIRE"** - po iniciaci plynného oblaku dojde k jeho hoření bez výbuchu (oblak plynu odhořívá po povrchu). Destrukční tlaková vlna se nevytváří.
- **Typ události "D" - "FIREPOOL"** - jedná se o běžný požár par hořlavých kapalin nebo plynů nad kaluží, která vznikla po úniku kapalné látky ze zařízení. Intenzivní tepelnou radiací jsou při těchto požárech ohrožena nejen technologická zařízení, která se nacházejí v okolí místa požáru, ale také zasahující hasiči.
- **Typ události "E" - "BLEVE EFFECT"** (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Počáteční příčinou tohoto typu události většinou bývá vnější požár, který nahřívá stěny zásobníku obsahujícího zkapalněné uhlovodíkové plyny nebo kapaliny podobných vlastností. Prudce roste teplota kapalné fáze a tlak v nádobě. Pojišťovací zařízení nestačí odvádět velké množství plynné fáze (zvětšení objemu až 200x oproti kapalné fázi). Chlazení bývá často neúčinné nebo nesprávné. Po cca 10 - 60 minutách dochází k roztržení zásobníku a vyvržení hořící kapaliny do okolí nádrže za vytvoření ohnivě koule (FIRE BALL).

V praxi může dojít např. v důsledku déletrvajících požárů nebo výbuchů u složitých technologických zařízení ke kombinaci výše uvedených jevů.

### 1.3 Preventivní opatření proti vzniku a šíření požáru

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že provoz OTZ se vyznačuje velkým požárním nebezpečím. V případě vzniku výbuchu nebo požáru dochází ke značným škodám a likvidace těchto mimořádných událostí může být velmi složitá a nebezpečná. Proto musí být míra rizik, která provází provozování nebezpečných činností, minimalizována

uplatněním účinných preventivních opatření. Tato opatření omezují nebezpečí vzniku požáru nebo výbuchu a v případě, že tato mimořádná situace nastane, mají omezit její rozsah a následky na přijatelnou míru a umožnit resp. usnadnit jeho likvidaci. I přes uplatnění preventivních opatření je však třeba si uvědomit, že **absolutně bezpečné výrobní technologie neexistují**.

Zajištění požární bezpečnosti představuje u OTZ nákladný a složitý komplex technických a organizačních opatření, vycházejících z analýzy rizik dané technologie a rozboru příčin vzniku a průběhu mimořádných událostí. Při určování preventivních opatření se vychází ze znalosti technicko-bezpečnostních parametrů přítomných látek a posouzení požárního nebezpečí technologického procesu.

Protože k řadě mimořádných událostí v chemickém průmyslu dochází v důsledku výbuchu, sehrávají zde velmi důležitou roli preventivní opatření protivýbuchové ochrany. Ta vychází, stejně jako požární prevence, ze základních podmínek hoření (přítomnost hořlavé látky, oxidovadla a iniciační energie) a jejich podstata spočívá ve vyloučení resp. omezení jedné z nich<sup>5</sup>.

### 1.3.1 Preventivní technická a organizační opatření

- *Zajištění dostatečných únikových cest* pro evakuaci, které mají umožnit bezpečný únik všech osob, jež se v ohroženém požárním úseku vyskytují.
- *Dělení provozů a objektů na požární úseky* z důvodu zamezení šíření požáru na další části zařízení a tedy snížení případných ekonomických ztrát a "udržení případného požáru v přijatelných mezích".
- *Stanovení odstupových vzdáleností* - zamezení šíření požáru vlivem sálavého tepla nebo v důsledku odpadávání částí zařízení při požáru na další objekty.
- *Stanovení požadavků na stavební konstrukce* - stanovení doby, po kterou musí určené stavební konstrukce odolávat působení požáru bez nebezpečí porušení jejich základních funkcí.
- *Zajištění prostupů* technologického zařízení požárně dělicími konstrukcemi z důvodu zamezení přenesení požáru do jiných požárních úseků.
- *Budování záchytných a havarijních jímek pod zařízením* - tyto jímky slouží k zachycení unikajících kapalných látek při porušení těsnosti technologického zařízení a v případě požáru omezují jeho plochu.
- *Projektování zařízení pro protipožární zásah* - jedná se například o přístupové komunikace, nástupové plochy, vnější a vnitřní zásahové cesty, dimenzování zdrojů požární vody.

---

<sup>5</sup> Podrobnější informace k této problematice je možné získat např. v literatuře 2, 3, 4 a 5.

- *Instalace elektrické požární signalizace* - včasné zjištění a signalizace požáru (do 1 min) umožňuje v kombinaci s dalšími systémy (např. SHZ, jednotky PO apod.) provedení rychlého zásahu v počáteční fázi požáru.
- *Detekce a signalizace úniků plynů* - rychlé zjištění a signalizace úniku plynů nebo par ze zařízení umožňuje přijetí včasných opatření k omezení rozsahu havárie.

### 1.3.2 Zařízení pro protipožární zásah

Na základě specifických požadavků pro požární zásah se OTZ vybavují například těmito systémy:

- **Stabilní a polostabilní hasicí zařízení** - OTZ jsou zpravidla chráněna stabilními nebo polostabilními hasicími zařízeními a prostředky tepelné ochrany.

Tato zařízení se instalují tam, kde je nezbytný rychlý protipožární zásah z důvodu vysokých materiálních škod nebo tam, kde je riziko při zásahu pro hasičské jednotky příliš veliké. O volbě jeho druhu rozhoduje především charakter provozu, jeho požární nebezpečí, výše případných ekonomických ztrát, které by vznikly v případě požáru, míra nebezpečí pro zasahující hasiče atd. **Stabilní hasicí zařízení** mohou být ovládána buď manuálně nebo automaticky, např. ve spojení s EPS. Mají samostatný zdroj hasební látky. Ze spuštění stabilních hasicích zařízení uvnitř uzavřených objektů mohou vzniknout pro zasahující hasiče specifická nebezpečí. Proto je nutné znát jejich rozmístění v provozech a věnovat této problematice odpovídající pozornost při odborné přípravě. **Polostabilní hasicí zařízení** je odkázáno na zajištění dodávky hasební látky z mobilní techniky jednotek PO, které se dostaví na místo požáru. Dojezd první jednotky musí být zajištěn do 5 minut.



Obrázek č.4 Požární štít s ovládáním stabilního hasicího zařízení skladu hořlavých kapalin



- ***Systemy na zajištění tepelné ochrany zařízení:***

Jedná se o zařízení, která slouží k ochlazení technologického zařízení nebo nosných konstrukcí, aby nedošlo k jejich destrukci při vystavení vysoké teplotě při požáru. Ochlazovány musí být především nosné konstrukce vystavené působení požáru. Dále např. nadzemní skladovací nádrže, kulové zásobníky na skladování zkapalněných plynů apod. K chlazení se obvykle u těchto zařízení používá vodní mlha.

- ***Vodní clony:***

Vodní clony jsou navrhovány tam, kde nelze jiným způsobem technologické zařízení rozdělit na menší požární úseky nebo chránit průchody technologického zařízení skrz požárně dělicí konstrukce. K vytváření vodní clony jsou používány speciální proudnice instalované na vodním potrubí nebo potrubním rámu tak, aby při výstřiku docházelo k rovnoměrnému rozložení vodní clony v celém chráněném profilu. Spuštění vodní clony se provádí otevřením příslušného uzávěru, který musí být pro dané zařízení označen.

Vodní clony jsou schopny snížit intenzitu tepelného toku až 3x.

- ***Parní clony:***

Princip činnosti a použití je obdobné jako u vodních clon. Parní clony se v některých případech používají i na ředění úniku plynů. U hořlavých plynů bývají v těchto případech problémy se vznikem statické elektřiny při výtoku páry z rozvodného potrubí.



Obrázek č.5 Pohled na potrubí parních clon u zásobníku se zkapalněným plynem

- **Stabilní lafetové proudnice:**

Jsou instalovány na vhodném místě tak, aby mohly být použity pro zásah v určené části technologického zařízení. Jsou napojeny na stabilní rozvod vody nebo je lze zásobovat mobilní technikou. Průtok a dostřik těchto proudnic je různý. U vysokých OTZ mohou být kvůli zvětšení dosahu umístěny na vyvýšených stanovištích.

Z hlediska rychlosti a úspěšnosti požárního zásahu často představuje instalace vhodných stacionárních technických zařízení pro protipožární zásah jeden z rozhodujících prvků, které jednotkám PO usnadní zásah a urychlí jejich nasazení.



Obrázek č. 6 – Stabilní lafetová proudnice

- **Zpracování havarijní dokumentace**

V souladu se zákonem o prevenci závažných průmyslových havárií musí vybrané podniky, ve kterých se vyskytují nadlimitní množství určených nebezpečných látek zpracovávat stanovenou havarijní dokumentaci (vnitřní, případně i vnější havarijní plán). Účelem zpracování této dokumentace je zajištění havarijní připravenosti pracovníků podniku a potřebných technických prostředků k řešení mimořádné události. Při nasazení jednotek PO jsou informace uvedené v havarijních plánech velmi důležité pro velitele zásahu, neboť mohou přispět k usnadnění jeho rozhodování při řízení zásahu.

- **Zpracování dokumentace zdolávání požáru**

§ 70, odst. 1a/ zákona o PO ukládá jednotkám PO povinnost postupovat při zdolávání požáru podle příslušné dokumentace zdolávání požáru. Kvalitně zpracovaná a represivními jednotkami připomínkováná DZP je pro velitele zásahu velmi důležitá z hlediska rychlého získání

potřebných informací o daném provozu a usnadňuje jeho rozhodování při řízení zásahu. S DZP je třeba pracovat už při odborné přípravě jednotek, které se budou podílet na případném zásahu a při odborné přípravě velitelů, kteří budou zásah řídit (taktická příprava, zpracování taktických cvičení, praktické seznámení s nebezpečnými objekty apod.).

Z hlediska potřeby nasazení velkého množství sil a prostředků v reálném čase je rovněž nezbytné věnovat odpovídající pozornost kvalitnímu sestavení poplachového plánu pro příslušný objekt. Přitom se vychází z nejsložitější varianty požáru uvedené v posouzení požárního nebezpečí nebo v operativním plánu dokumentace zdolávání požáru. Poplachový plán pro nebezpečný objekt je třeba sestavovat nejen s ohledem na počet jednotek a jejich dojezdové časy, ale také s ohledem na stupeň jejich vycvičenosti a kvalitu jejich vybavení technikou i ochrannými prostředky. Chybné sestavení poplachového plánu může způsobit zdržení a zmatky při soustředování sil a prostředků na místě zásahu (hromadění nepotřebné techniky na místě zásahu, soustředování nepoužitelných jednotek z důvodu nedostatečného výcviku nebo vybavení ochrannými prostředky, zbytečné odkrývání ostatních území okresu, přetíženost operačního střediska apod.). Namísto organizovaného postupu při soustředování potřebných sil a prostředků pak nastupuje improvizace.

Obecně platí, že navržený rozsah preventivních protipožárních opatření by měl vždy korespondovat s velikostí rizika daného provozu a s jeho důležitostí. Neúměrné požadavky na preventivní opatření zbytečně zvyšují náklady a naopak nedostatečná opatření zvyšují rizika vzniku mimořádné události a jejích následků při provozování dané činnosti a komplikují provedení rychlého a účinného zásahu.

## **2 Hašení požárů otevřených technologických zařízení**

### **2.1 Úvod**

Provedení rychlého a účinného hasebního zásahu je v podmínkách OTZ velmi komplikované a v některých případech vyžaduje velké soustředění sil a prostředků a vynaložení enormního úsilí od nasazených hasičů. Likvidace mimořádné události může v některých případech trvat velmi dlouho a zpravidla je i finančně nákladná, např. v důsledku vysoké spotřeby speciálních hasebních látek, PHM apod. Hašení požáru OTZ může představovat řadu těžkostí a vyžaduje od jednotek PO odpovídající taktickou připravenost a psychickou odolnost. Jednou z důležitých podmínek pro úspěšné uhašení požáru je úzká spolupráce s odpovědnými pracovníky provozu a s obsluhou technologického zařízení.

Praktické zkušenosti z hašení velkých požárů ukazují, že činnost jednotek PO při zásahu je rozdělena především do těchto oblastí:

- zajištění tepelné ochrany zařízení,
- zajištění zastavení přítoku hořlavin do prostoru požáru,
- soustředění potřebných sil a prostředků,

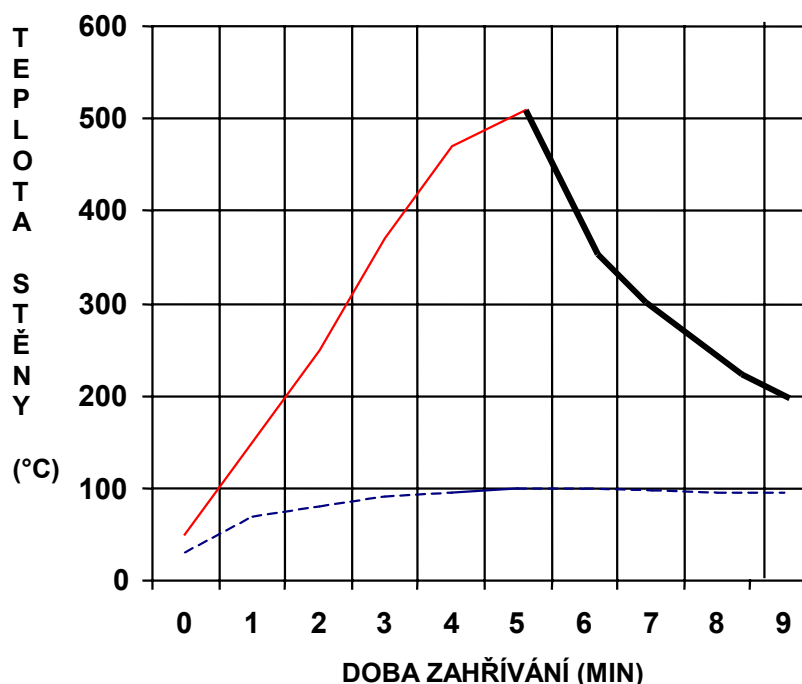
- lokalizace a likvidace požáru,
- zabezpečení ostatních zařízení před možností rozšíření požáru.

V případě, že je OTZ vybaveno příslušným zařízením, přistupuje k těmto činnostem dále **zajištění provádění inertizace ohrožených aparatur a zařízení**.

## 2.2 Zajištění tepelné ochrany zařízení.

Při hoření kapalných nebo plyných uhlovodíků dosahují teploty v pásmu hoření až 1300°C. Pokud jsou působení těchto teplot vystaveny nechráněné kovové konstrukce, aparatury a další technologická zařízení, rychle stoupá jejich teplota až k hodnotám, kdy se rychle snižuje pevnost materiálů, ze kterých jsou vyrobeny. K destrukci nechráněných kovových konstrukcí nacházejících se v prostoru hoření může dojít již po 5 – 15 minutách intenzivního zahřívání. Zvyšování teploty dále způsobuje nárůst tlaku uvnitř aparatur a potrubí v důsledku zvětšování objemu látek. Kritických hodnot může být dosaženo už po 5 – 10 minutách. Pokud není včas zahájeno ochlazování, dochází k deformacím kovových konstrukcí, porušení těsnosti nebo k výbuchům uzavřených aparatur. V grafu č. 1 je znázorněn průběh teplot kovové stěny aparatury vystavené působení požáru:

GRAF č. I



Legenda:

- Průběh teploty neochlazené stěny zařízení
- Průběh teploty po zahájení ochlazování
- - - Průběh teploty při trvalém ochlazování stěny zařízení

Z grafu vyplývá, že tepelnou ochranu ohrožených zařízení je nutné organizovat ihned po příjezdu prvních jednotek PO. S ochlazováním se pokračuje po celou dobu požáru, a dále po jeho uhašení, dokud nedojde k dostatečnému snížení teploty na bezpečnou hodnotu.

Nejprve se zajišťuje chlazení těch zařízení, která jsou požárem nejvíce ohrožena a jsou z hlediska dalšího vývoje situace nejnebezpečnější. Jedná se především o intenzivní chlazení aparatur a částí technologie, v nichž se nachází zkapalněné plyny, nízkovroucí hořlavé kapaliny nebo toxické látky. Dále je třeba chladit zařízení pracující s vysokými tlaky, ostatní tlakové nádoby a nechráněné nosné konstrukce. Je třeba zdůraznit, že rychlé zajištění účinného chlazení ohrožených zařízení je v řadě případů stěžejní činností, jejíž úspěšné zvládnutí má zásadní význam nejen pro další vývoj události, ale také pro bezpečnost zasahujících hasičů.

Pro zajištění tepelné ochrany je výhodné použít především instalované systémy tepelné ochrany, například stabilní lafetové proudnice, skrápěcí zařízení nebo vodní clony. Jejich spuštění (uvedení do provozu) je rychlé a obsluha neváže velké množství sil. Ve většině podniků je spuštění těchto zařízení povinností obsluhy ještě před příjezdem jednotek PO. Tam, kde tato zařízení nejsou nebo jsou-li poškozena (např. výbuchem), musí být nahrazena činností jednotek PO.

Jednotky PO provádí tepelnou ochranu těmito způsoby:

- skrápěním plamene - dodáváním vody ve formě tříštěných proudů nebo mlhy do prostoru aktivního hoření,
- ochlazováním povrchu ohroženého zařízení vodou ve formě kompaktních, tříštěných nebo rozprášených proudů anebo těžkou pěnou,
- ochlazováním zařízení vodou s přidavkem speciálních příměsí (PYROCOOL),
- vytvářením vodních clon.

Při ochlazování ohroženého zařízení je nutné zabezpečit, aby byl rovnoměrně skrápěn celý povrch hořícího nebo plamenům vystaveného zařízení a ozářený povrch sousedních ohrožených zařízení. Nerovnoměrné chlazení vyvolává v materiálech, konstrukcích a svárech nežádoucí pnutí, jež může způsobit deformace a praskliny. Druh proudu při ochlazování vodou se volí v závislosti na konkrétních podmínkách na místě zásahu (vzdálenost ochlazovaného zařízení, jeho výška, síla větru apod.). Nejúčinnější je nasazení rozptýlených proudů, takto dodávaná voda rovnoměrně ochlazuje větší plochu aparatur a snadněji se odpařuje a lépe odnímá teplo. K ochlazování je výhodné využít přenosné monitory, které po instalaci a nasměrování proudu vody nevyžadují další obsluhu. Je možné je instalovat i do ohrožených prostorů, kde by trvalá přítomnost obsluhy mohla být nebezpečná.

Hodnoty doporučené intenzity dodávky vody na ochlazování se v literatuře často liší. Údaje uvedené v tabulce č. 1 jsou převzaty z literatury [8]:

Tabulka č. 1: Doporučená intenzita ochlazování technologických zařízení

Druh objektu	Intenzita dodávky vody na plochu (l/ min.m <sup>2</sup> )
Technologická zařízení sousedící s hořícími objekty	9 – 14
Nádrže, armatury a potrubí se stlačenými plyny	11 – 14
	Intenzita dodávky na obvod (l/min.m)
Hořící nádrž	30
Hořící nádrž při hoření v havarijní jímce	60
Sousední nádrž	12

Rychlé a intenzivní ochlazování je rozhodující činností při požárech zásobníků a aparatur pracujících se zkapalněnými plyny. Údaje jsou převzaty z literatury [6, 7]:

Tabulka č. 2: Doporučená intenzita ochlazování stěn zásobníku se zkapalněným plynem vodou (l/min.m<sup>2</sup>)

<b>Stěny zásobníku</b>	6
<b>Povrchy vystavené přímému působení ohně</b>	8
<b>Spodní část nádrže</b>	4

Kromě ochlazování technologických zařízení a konstrukcí, nacházejících se v těsné blízkosti požáru, je v některých případech třeba vzhledem k vysoké intenzitě sálání zajistit ochlazování vzdálenějších zařízení. Z literatury [6] je převzata tabulka č. 3, kde jsou uvedeny orientační odstupové vzdálenosti nechráněných zařízení od místa požáru v závislosti na množství hořící látky a druhu požáru. Pokud je vzdálenost zařízení od místa požáru menší, je třeba zajistit jeho ochlazování.

Tabulka č. 3: Orientační odstupové vzdálenosti v závislosti na množství unikající látky

<b>Požár proudu hořícího plynu nebo kapaliny</b>	<b>Množství unikající látky (kg/s)</b>	2	5	7	10	15	20
	<b>Odstupová vzdálenost (m)</b>	5	7	9	15	20	30
<b>Požár louže rozlité kapaliny</b>	<b>Plocha hoření (m<sup>2</sup>)</b>	5	15	50	100	150	Více než 150
	<b>Odstupová vzdálenost (m)</b>	2	5	7	10	12	15

Chladicí účinek vody lze zvýšit přidavkem speciálních přípravků (smáčedla, PYROCOOL).

### 2.2.1 Vliv tepelné izolace

Kvalitní tepelná izolace (nehořlavá) prodlouží dle literatury [7] odolnost zařízení proti působení vysokých teplot až na dobu 40 minut. Přesto je třeba zajistit chlazení izolovaných technologických zařízení v případě, pokud se nacházejí v ohnisku hoření nebo v jeho blízkosti. S ochlazováním izolovaných nádrží vystavených působení sálavého tepla od hořících sousedních nádrží se neuvažuje.

Tepelná izolace má i negativní vliv a to například tehdy, hoří-li např. izolovaná nádrž. V tomto případě, jestliže není možné hoření rychle přerušit, zpravidla dochází ke zborcení nádrže, protože není možné zajistit účinné ochlazování jejich stěn. Brání tomu právě tepelná izolace, která výrazně snižuje odnímání tepla chladicí vodou. Destrukce stěn nádrže je tím rychlejší, čím méně kapaliny nádrž obsahuje.

### 2.2.2 Měření teplot ohrožených zařízení

Důležitým ukazatelem, který charakterizuje stupeň ohrožení technologického zařízení vystaveného tepelnému působení, je jeho povrchová teplota. Proto je možnost jejího měření velmi důležitá pro velitele zásahu, který na základě získaných informací může včas přijmout odpovídající opatření směřující k zajištění tepelné ochrany, korekci intenzity ochlazování nebo v krajním případě vyklizení ohroženého prostoru.

K měření povrchové teploty zařízení je možné využít například vhodné typy dálkových bezkontaktních teploměrů nebo termovizi. Ke sledování účinnosti ochlazování lze rovněž využít termokameru, pomocí které lze však zjistit pouze rozložení teplotních polí na stěně aparatury nebo nárůst či pokles teploty sledovaného zařízení.

O stupni ohrožení technologického zařízení také vypovídá teplota jeho obsahu. Ke zjištění této informace je možné využít především instalovaných zařízení měření a regulace. Možnost využití těchto zařízení je však limitovaná poškozením kabelových rozvodů měření a regulace v důsledku požáru.

## 2.3 Zastavení přítoku hořlaviny do prostoru požáru

Přítok hořlavé kapaliny nebo plynu do prostoru požáru je vždy příčinou značných komplikací při hašení, neboť zvyšuje intenzitu hoření, případně způsobuje zvětšování plochy požáru (roztékání kaluže kapaliny do okolí). V některých případech (např. při úniku hořlavých médií pod tlakem) je přítok hořlaviny do prostoru hoření tak intenzivní, že požár nelze za těchto podmínek uhasit. Z tohoto důvodu musí vždy velitel zásahu již v úvodu zásahu v úzké spolupráci s odpovědnými pracovníky provozu přijmout veškerá potřebná opatření k odstavení technologie a zastavení přítoku všech hořlavých médií do poškozeného zařízení. Veškeré s tím související manipulace na technologickém zařízení provádí obsluha zařízení. V případech, kdy je třeba vstupovat do ohrožených prostorů, zajišťují provozní pracovníky hasiči.

**Zastavení přítoku hořlaviny do prostoru požáru vždy vede k postupnému snižování intenzity hoření a je jednou ze základních podmínek k provedení rychlého a efektivního zásahu.**

U aparatur s velkým obsahem hořlaviny je nutné počítat s tím, že z nich bude médium vytékat ještě po určitou dobu i po uzavření přítoku, než dojde k vyprázdnění celého zařízení.

Ve většině případů se k uzavření přítoku do zařízení využívají armatury na technologickém zařízení (např. dálkově nebo manuálně ovládané ventily). Pokud to není možné, např. z důvodu jejich poškození nebo se k nim není možné přiblížit (nacházejí se v prostoru ohroženém požárem), je nutné využít všech dostupných náhradních způsobů. Nejjednodušším z nich je např. uzavření dalších (vzdálenějších) ventilů na přírodních potrubích do technologie nebo na výstupu ze skladovacích nádrží apod.

## **2.4 Soustředění sil a prostředků**

Základní podmínkou k provedení úspěšného zásahu je zajištění potřebného množství sil a prostředků na likvidaci požáru. Velitel zásahu po zhodnocení situace na místě požáru rozhoduje o vyhlášení příslušného stupně poplachu. Pokud je pro daný objekt zpracována DZP, vychází při určování potřebných sil a prostředků z této dokumentace. Včasně vyhlášení příslušného stupně poplachu a povolání dostatečného množství sil a prostředků na místo zásahu je jedním ze základních předpokladů k provedení účinného zásahu. Záleží přitom na znalostech a zkušenostech velitele zásahu, který musí, kromě zhodnocení stavu v době příjezdu na místo, posoudit i alternativy dalšího vývoje události. Je třeba vycházet především z nebezpečí rychlého šíření požáru v podmínkách OTZ a z požárního nebezpečí daného provozu. Případné podcenění situace může vést k tomu, že povolání sil a prostředků na likvidaci požáru nestačí a musí být povolány další jednotky PO. V praxi to znamená další rozšíření požáru a prodloužení zásahu s nárůstem škod a nákladů na likvidaci požáru.

Pro velitele zásahu je důležité vytvořit si na místě zásahu i určitou zálohu sil a prostředků, nevázanou žádnými dalšími úkoly, kterou je možné operativně nasadit při vzniku neočekávaných událostí (výbuchy, skokové přenesení požáru, záchranná akce apod.).

Při povolávání většího množství sil a prostředků je třeba zajistit:

- Shromažďovací prostor v bezpečné vzdálenosti od místa zásahu, kde budou soustředěny přivolané posilové jednotky.
- Spojení s tímto prostorem tak, aby velitel zásahu mohl podle aktuální potřeby povolávat jednotky nebo vybranou techniku na místo zásahu.

Předejte se tím problémům s nekontrolovatelným hromaděním sil a prostředků na příjezdových komunikacích uvnitř podniku, které zpravidla vede ke komplikacím při přemísťování jednotek a techniky a při zásobování hasiv a PHM.



## 2.5 Lokalizace a likvidace požáru

Provedení efektivního zásahu a zajištění rychlé likvidace požáru OTZ lze uskutečnit pouze při soustředění dostatečného množství sil a prostředků a nasazení účinné hasební látky, správném způsobu její aplikace a dodržení potřebné intenzity její dodávky. V podmínkách chemického a petrochemického průmyslu je třeba při volbě hasební látky zohlednit zejména tyto faktory:

- Skupenství a charakter hořících látek (kapalina nebo plyn, mísitelná či nemísitelná s vodou, polární či nepolární kapalina apod.).
- Podmínky, za jakých hoření probíhá (požár kaluže, požár tryskajícího proudu hořící látky, požár nádrže, požár kolony, požár složitěho zařízení s možností vzniku hluchých prostor, dislokace ohniska hoření apod.).
- Meteorologické podmínky (zvětšování intenzity hoření vlivem větru, problémy s dodáváním hasebních látek do ohniska hoření a jejich odnášení ze zóny hoření apod.).

K hašení požárů OTZ se používají tyto hasební látky nebo jejich kombinace:

- voda,
- vzduchomechanická pěna,
- inertní plyny nebo pára,
- prášky.

### 2.5.1 Hašení požárů vodou

#### 2.5.1.1 Příklady použití

- zajištění tepelné ochrany zařízení (ochlazování),
- smývání proudů hořící kapaliny stékajících po zařízení,
- hašení proudu hořlaviny unikající z technologického zařízení (odtržení plamene),
- hašení lokálních úniků a malých kaluží hořlaviny (vodní mlha).

#### 2.5.1.2 Hasební efekt

Při použití vody se využívá především její chladicí efekt. Ten je v některých případech doplňován ředěním hořlavého prostředí parami, tvořícími se při odpařování vody nebo ředěním hořlavých kapalin rozpustných ve vodě (např. alkoholy).

Dále lze v některých případech využít mechanického působení kompaktních vodních proudů k odtržení plamene při požáru proudu (fontány) unikající hořlaviny nebo ke smývání hořící kapaliny z povrchu technologického zařízení.

Hasební účinek vody je možné zvýšit přidávkem speciálních přísad, např. PYROCOOLU.

### 2.5.1.3 Způsoby aplikace

K zajištění dodávky vody na hašení nebo zajištění tepelné ochrany zařízení se v závislosti na konkrétních podmínkách používají kompaktní, tříštěné nebo rozprášené vodní proudy. O použitém druhu proudu rozhoduje především velikost technologického zařízení a vzdálenost, na jakou se má voda dodávat, povětrnostní podmínky apod.

**Kompaktní proudy** se používají k dodávce vody na větší vzdálenosti. Lze je využít na ochlazování nosných konstrukcí a technologií při výskytu velkých ohnisek hoření, kde intenzita sálání neumožňuje větší přiblížení, dále na hašení proudů hořících kapalin nebo plynů unikajících z technologického zařízení. Mohou být nasazeny i na smývání hořící kapaliny z povrchu zařízení při požárech technologických aparatur apod. Do výšky 10 – 15 m se používají proudnice ruční, do 30 m lafetové. Při požárech ve větší výšce se voda dodává prostřednictvím výškové techniky.

**Tříštěné nebo rozprášené proudy** mají vysoký ochlazovací účinek a jejich výhodou je nižší spotřeba vody. Lze je použít i na hašení omezených úniků kapalin nebo plynů v případech, kdy je možné přiblížit se do blízkosti ohniska hoření. Při hašení hořlavých kapalin rozprášenými proudy je třeba zajistit, aby mlha pokryla celý povrch hořící kapaliny a skrápěla i okolní tuhé povrchy. Minimální intenzita dodávky musí podle zahraniční literatury dosáhnout minimálně 12 l/min.m<sup>2</sup>.

V tabulce č. 4 je uveden dostřík nejpoužívanějších proudů (kompaktních a rozptýlených částí proudu).

Tabulka č. 4: Vzdálenost/ výška dostříku proudnic v metrech<sup>6</sup>

Průměr hubice v mm	Proud	Tlak na proudnici v MPa		
		0,4	0,5	0,6
12,5	Kompaktní	19/15	20/16	22/17
	Rozptýlený	25/19	27/20	29/22
18,0	Kompaktní	21/17	23/18	25/20
	Rozptýlený	29/22	32/24	34/26
25,0	Kompaktní	24/19	26/21	27/23
	Rozptýlený	34/25	37/27	38/30
30,0	Kompaktní	30/22	33/24	36/25
	Rozptýlený	40/30	46/34	52/38

## 2.5.2 Hašení požáru pěnou

### 2.5.2.1 Příklady použití:

- hašení hořlavých kapalin (nádrží, jímek, kaluží),
- snížení odparu rozlitých kapalin,
- vyplnění prostorů s nebezpečím výbuchu.

<sup>6</sup> Převzato z literatury [8]

### 2.5.2.2 Hasební efekt

Pěna hasí na principu izolace. Hoření je přerušeno po vytvoření celistvé vrstvy pěny na hladině hořlavé kapaliny, jež brání pronikání par a plynů z hladiny kapaliny do zóny hoření. K vytvoření této vrstvy je nutné zajistit potřebnou intenzitu dodávky pěny, která musí převyšovat rychlost jejího rozpadu. Vrstva pěny na hladině hořlaviny musí být udržována dokud nejsou eliminovány všechny zdroje opětovného zapálení, případně snížena teplota hořící látky pod teplotu vznícení.

### 2.5.2.3 Druhy pěn a způsoby jejich aplikace

Při požárech OTZ lze využít oba základní způsoby hašení pěnou:

- hašení plošné,
- hašení objemové (ve většině případů preventivní vyplnění prostoru s nebezpečím výbuchu).

Podle konkrétních podmínek na místě zásahu se k hašení využívá těžká, střední i lehká pěna. Jednotlivé druhy pěny se od sebe liší číslem napětí a způsobem přípravy. Pěna se získává napětím roztoku vody a pěnidla v pěnotvorných proudnicích (těžká a střední) nebo v pěnotvorných agregátech (lehká).

Na hašení plošné, kdy se na hladině hořící kapaliny vytváří vrstva pěny, se používá podle konkrétních podmínek především těžká a střední pěna. Lehkou pěnu lze na pokrytí hladiny kapaliny použít pouze tehdy, pokud nehrozí její odnášení působením větru.

**Útok pěnou je účelné zahájit teprve po jeho důkladné přípravě zahrnující soustředění a rozvinutí potřebných sil a prostředků, jež jsou schopné zabezpečit potřebnou intenzitu dodávky pěny, vytvoření potřebné zásoby pěnidla (pro neočekávané případy je nezbytné, aby na místě zásahu byla zajištěna zásoba pěnidla na 3 x 10 minut hašení) a vody a v eliminování možných zdrojů opětovného vznícení hořlaviny k době ukončení dodávky pěny. Normativní čas hašení pěnou je 10 minut.**

**Těžká pěna** se používá především v úvodní fázi zásahu, kdy situace zpravidla neumožňuje přiblížení k prostoru hoření (sálavé teplo, velká vzdálenost nebo výška zařízení). Ve formě proudu ji lze vrhat na velké vzdálenosti. Při hašení se vytváří lokální vrstva pěny na povrchu hořlaviny, která se postupně zvětšuje. Velký obsah vody v pění napomáhá ochlazení prohřáté vrstvy hořící kapaliny, což vede ke zpomalení odpařování látky a snižování intenzity hoření.

**Střední pěna** se nasazuje po snížení intenzity hoření, když jsou vytvořeny podmínky pro přiblížení k místu hoření. Aplikace střední pěny vede k rychlejšímu vytvoření dostatečné vrstvy pěny bránící pronikání par z hladiny hořlaviny do pásma hoření. S výhodou je možné ji použít i k preventivnímu pokrytí hladiny uniklé kapaliny (snížení odparu látky). Její použití bylo doposud limitováno omezeným dostřikem pěnotvorných proudnic. V současné době jsou do používání u jednotek PO zaváděny nové typy speciálních proudnic na střední pěnu, které umožňují její dodávku na

větší vzdálenosti. Střední pěna má větší trvanlivost oproti těžké a její použití vede ke snížení spotřeby vody a pěnidla.

Využití **lehké pěny** při požárech OTZ je omezené, v některých případech se používá k objemovému hašení nebo k preventivnímu vyplnění prostor, kde hrozí nebezpečí výbuchu směsí par hořlavých kapalin nebo plynů se vzduchem. Pokrytí hladiny hořlavé kapaliny na otevřeném prostranství pomocí lehké pěny je problematické, neboť ji odnáší už slabý vítr. To samé platí při objemovém hašení v prostorech, kde dochází k intenzivní výměně plynů, neboť pěna je snadno odnášena konvektivním prouděním. Výhodou je získání velkého objemu pěny při malé spotřebě vody a pěnidla.

Pokud to situace na místě zásahu umožňuje, je z hlediska spotřeby vody a především pěnidla výhodnější použití pěn s vyšším číslem napěnění (střední a lehké). Při použití těchto pěn vzniká i méně „odpadní“ vody použité na hašení, která může zkomplikovat situaci na místě zásahu (nežádoucí zaplňování záchytných a havarijních jímek, tvoření kaluží a roztékání hořlavé kapaliny po hladině použité hasební látky atd.).

K hašení polárních kapalin je třeba použít speciální druhy pěnidel.

#### 2.5.2.4 Aplikace těžké pěny

Důležitou roli, která ovlivňuje ztráty při dodávce pěny, má způsob její aplikace. Rozpad pěny ovlivňují především tyto faktory:

- průchod pěny prostorem hoření,
- stříkání pěny do rozlité kapaliny,
- stříkání pěny na rozžhavené konstrukce,
- rozrušování pěny nevhodným použitím vody,
- úlet pěny mimo hořící plochu způsobený povětrnostními podmínkami.

Některé z těchto faktorů lze částečně eliminovat dodržováním některých zásad při aplikaci hasební látky:

- omezíme působení ohně tím, že pěnu nanášíme na hořící plochu od jejího okraje,
- pokud se nemůžeme zcela vyhnout dodávce pěny přes prostor hoření (např. při hašení nadzemních nádrží) snažíme se, aby dráha pěny byla co nejkratší,
- vyvarujeme se přímému stříkání pěny do hořící kapaliny,
- vyvarujeme se stříkání pěny na rozžhavené konstrukce, především kovové (pokud se ovšem nejedná o takovýto způsob ochlazování těchto konstrukcí),
- při hašení nádrže intenzivně chladíme stěny nádrže,
- pokud se nemůžeme vyhnout současnému hašení pěnou a ochlazování konstrukcí vodními proudy, je třeba volit takový postup, aby rozrušování pěny vodou bylo co nejmenší,

- pěnu dodáváme pokud možno z návětrné strany a z co nejmenší vzdálenosti.

### 2.5.2.5 Aplikace střední pěny

Použití střední pěny při aplikaci běžnými typy proudnic bylo doposud omezeno jejich malým dostřikem. Proto mohla být střední pěna nasazována, až když bylo možné přiblížit se k místu hoření. V současné době jsou k dispozici nové typy proudnic, které umožňují vedení zásahu střední pěnou s číslem napěnění 40 – 60 na větší vzdálenost než klasické proudnice řady „SP“. Jedná se například o proudnice typu Blizzard.



Obrázek č. 7 Aplikace střední pěny proudnicí Blizzard



Obrázek č. 8 Výcvik s proudnicí na střední pěnu typu Blizzard

V tabulce č. 5 jsou z firemní literatury uvedeny základní parametry proudnic typu Blizzard:

Tabulka č. 5: Základní parametry proudnic Blizzard

<b>Typ proudnice</b>	<b>3030</b>	<b>2000</b>
Průtok při 0,8 MPa	350 – 400 l/min	2000 l/min
Číslo napěnění	40 – 60	30 - 50
Dostřik	18 – 23 m	40 – 50 m

Větší typy těchto proudnic pracují na principu dopravy střední pěny na nosném proudu těžké pěny.

Údaje o potřebném množství sil a prostředků na uhašení nádrží a jímek jsou uvedeny v DZP. Pokud tato dokumentace zpracována není, je možné při určování potřebného množství proudů vycházet z odhadu plochy hořící kapaliny a z výkonu pěnivých proudnic. Údaje uvedené v následující tabulce jsou převzaté z literatury [8]:

Tabulka č. 6:

Těžká pěna							
Typ proudnice	Tlak na proudnici v MPa	Průtok vody proudnicí v l/min	Spotřeba pěnidla (přimísení 6%) v l/min	Nutná zásoba pěnidla na 10 min. hašení	Plocha hašení ropných produktů s teplotou vzplanutí (jednou proudnicí)		
					Do 28°C a nafta	Nad 28°C	Mazuty, oleje
P 3	0,6	301	19,4	590	30	24	36
	0,8	376	24,0	720	40	33	50
P6	0,6	639	41,8	1 260	68	56	85
	0,8	736	64,0	1 920	80	66	100
P12	0,6	1 306	83,4	2 510	133	111	166
	0,8	1 504	96,0	2 880	160	133	200
Střední pěna							
Typ proudnice	Tlak na proudnici v MPa	Průtok vody proudnicí v l/min	Spotřeba pěnidla (přimísení 6%) v l/min	Nutná zásoba pěnidla na 10 min. hašení	Plocha hašení ropných produktů s teplotou vzplanutí (jednou proudnicí)		
					Do 28°C	Nad 28°C	
SP 20	0,4	166	8,75 (5 %)	263	36	58	
	0,5	180	9,5 (5 %)	286	39	63	
SP 350	0,6	329	21,0	329	73	116	

### 2.5.2.6 Aplikace lehké pěny

Lehkou pěnu je možné využít především k objemovému hašení. Současně se zahájením dodávky pěny je nezbytné zajistit odvádění plynů ze zapěňovaného prostoru. Odváděcí otvor se vytváří na protilehlé straně a nad předpokládanou maximální úrovní hladiny pěny. Pokud nezajistíme odvod plynů, znemožní vzniklý přetlak další dodávku pěny nebo ji usměrňuje nežádoucím směrem.

Při aplikaci pěny je třeba zohlednit i specifické požadavky výrobců pěnidel. V některých případech se pak může taktika nasazení částečně lišit od běžné taktiky při hašení pěnou. Jedná se například o hašení s použitím pěnidel typu „lehká voda“, kdy někteří výrobci doporučují zajistit nepřerušovanou dodávku pěny o potřebné intenzitě i po dobu delší než je 10 minut až do uhašení požáru.

### 2.5.2.7 Volba druhů pěnidel

V praxi se k přípravě pěnotvorného roztoku, potřebného k tvorbě pěny, používá celá řada pěnidel různého složení a odlišných vlastností. Vhodný druh pěnidla je třeba volit podle vlastností hořlavých látek, k jejichž hašení jsou určeny (např. polární/nepolární kapaliny), dále na druhu pěny, který je třeba z pěnotvorného roztoku připravit. V chemických a petrochemických podnicích by vždy měla být k dispozici dostatečná

zásoba pěnidla vhodného na hašení látek, které se zde vyrábí nebo zpracovávají.

Protože vlastnosti pěnidel a jejich použití jsou dostatečně popsány v odborné literatuře i v propagační literatuře výrobců pěnidel, není účelné se o nich dále zmiňovat.

#### ***2.5.2.8 Intenzita dodávky pěnotvorného roztoku***

Při likvidaci požárů hořlavých kapalin má rozhodující význam zajištění požadované intenzity dodávky pěny na plochu hašení. V tabulce č. 7 jsou uvedeny informativní hodnoty tohoto parametru pro některé druhy pěnidel (převzato z literatury [6]).



Tabulka č. 7: Pěnidla a jejich použití

Druh pěnidel	Výhody	Nevýhody	Druh pěny	Přímísení (%)	Intenzita dodávky pěnotvorného roztoku těžké pěny (l/min.m <sup>2</sup> )	
					Kritická	Doporučená
Proteinová (např. Tugen U6)	-velký dostřik -vysoká přilnavost -vysoká odolnost vůči působení teploty -ochlazovací účinek pěny -dlouhý poločas rozpadu pěny	-malá smáčivost -malá tekutost na hladině hořlavých kapalin -okluze hořlavých kapalin na povrchu pěny	Těžká	6	4	8,5
Fluoroproteinová (např. Tutogen FP)	-velký dostřik -vysoká přilnavost -vysoká odolnost vůči působení teploty -ochlazovací účinek pěny -dlouhý poločas rozpadu pěny -vysoká tekutost na povrchu hořlavých kapalin	-vyšší cena	Těžká	3/6	2,5	5,5
Tenzidická (např. Pyronil)	-univerzální použití pro všechny druhy pěn -vysoká smáčivost -velký dostřik těžkých pěn -menší spotřeba pěnidla u středních pěn	-nižší odolnost proti působení teplot -nižší poločas rozpadu pěny	Těžká Střední Lehká	3 nebo až 6 smáčedlo 0,5-1	4	8,5
Fluorotenzidická (např. typu AFFF)	-vysoká tekutost na povrchu hořlavé kapaliny -vysoká zacelovací schopnost -vytváří film bránící odparu -velký dostřik těžkých pěn	-nižší stabilita pěny -vyšší cena	Těžká	3/6	1,5	5,5
Zvláštní (např. PYROCOOL B)	-velký dostřik -vysoká ochlazovací schopnost -vysoká tekutost po povrchu hořlavé kapaliny -nízké procento přímísení	Bod tuhnutí při -1°C	Těžká	0,4		4,5



Obrázek č. 9 Aplikace střední pěny proudnicí Blizzard 2000 z lafetové proudnice na CAS

#### 2.5.2.9 Použití pěny ke snížení odparu látek

V některých případech je třeba preventivně zakrýt hladinu hořlavé kapaliny a zamezit tak nebezpečí jejího zapálení nebo snížit její odpar, aby se nad kapalinou netvořila výbušná směs par se vzduchem. U kaluží hořlavých kapalin rozlitých na volném prostranství lze k tomu s výhodou využít z běžných prostředků, například střední pěnu. Ta má oproti těžké pěně podstatně delší poločas rozpadu a lze jí lépe a rychleji pokrýt hladinu uniklé látky. Podstatnou výhodou je i mnohem menší spotřeba pěnidla a vody a tedy i vznik menšího množství „odpadních“ vod. Oproti lehké pěně lépe odolává působení větru.

Rychlé odpařování látky může být problémem především při úniku větších množství zkapalněných plynů, kdy se veškerá uniklá látka nestačí ihned odpařit (mžikový odpar) a vytváří se kaluž kapalného plynu. Plyn se postupně odpařuje, přičemž spotřebovává teplo z okolního prostředí. Přitom se nad kaluží tvoří výbušná (nebo toxická) směs – oblak, který se v závislosti na fyzikálních vlastnostech látky, povětrnostních podmínkách a profilu terénu šíří do okolí a může být vhodným zdrojem energie iniciován k výbuchu. Pokrytím hladiny kaluže se dosáhne pronikavého snížení odparu zkapalněného plynu. Literatura [9] doporučuje použít k tomuto účelu lehkou pěnu, která obsahuje minimální množství vody a má dobré izolační vlastnosti. Podmínkou pro úspěšné použití lehké pěny je dostatečná rychlost při vytvoření potřebné vrstvy pěny. Intenzita dodávky by měla činit  $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ . Vrstva pěny by měla být alespoň 1 m vysoká. Těžká a

střední pěna nejsou k tomuto účelu vhodné, neboť obsahují mnoho vody, která svým velkým tepelným obsahem podporuje odpar plynu.



Obrázek č. 10 Pokládání pěnového koberce

Při pokrývání hladiny kaluží hořlavých kapalin na volném prostranství může dojít působením poryvů větru k odvátí pěny a k odkrytí kapaliny, což vyvolává řadu komplikací. Pokud hrozí nebezpečí opětovného vznícení, musí být odkrytá místa neprodleně pokryta novou vrstvou pěny.

### 2.5.3 Hašení požáru inertními plyny

#### 2.5.3.1 Příklady použití

- hašení malých úniků kapalin nebo plynů,
- inertizace technologických zařízení,
- objemové hašení.

#### 2.5.3.2 Hasební efekt

Hasební účinek inertních plynů spočívá ve zředění vzduchu a snížení obsahu kyslíku až ke koncentraci, kdy hoření ustává.

#### 2.5.3.3 Způsoby aplikace

V podmínkách OTZ se inertní plyny využívají především k inertizaci technologických zařízení (reaktorů, kolon, aparatur, potrubních rozvodů

atd.) v případech, kdy hrozí nebezpečí jejich výbuchu. Inertní plyny se přivádí do zařízení stabilními rozvody. Uzavírací armatury mohou být ovládány automaticky, dálkově nebo manuálně. Jako zdroj inertu zpravidla slouží baterie tlakových lahví nebo tlakový zásobník. **Inertizace ohrožených technologických zařízení je spolu s organizováním tepelné ochrany ve většině případů rozhodující způsob, jak snížit nebezpečí jejich exploze.**

K dosažení přerušení hoření je třeba zajistit takové zředění okolního prostředí inertem, aby byla koncentrace kyslíku nižší než mezní hodnota, při které mohou ještě látky v přítomnosti inertu hořet.

Tabulka č. 8: Mezní koncentrace kyslíku, při které mohou látky v přítomnosti inertů hořet

Hořící látka	% obj. kyslíku ve směsi	
	Oxid uhličitý – vzduch	Dusík - vzduch
Aceton	15,5	13,5
Benzol	14	11
Butadien	13	10
Butan	14,5	12
Sírouhlík	8	-
Oxid uhelnatý	6	5,5
Cyklopropan	14	11,5
Etan	13	11
Etyléter	13	-
Etylalkohol	13	10,5
Etylén	11,5	10
Hexan	14,5	12
Vodík	6	5
Izobutan	15	12
Metan	14,5	12
Metylalkohol	13,5	10
Propan	14	11,5
Propylén	14	11,5
Pentan	14	11,5
Benzin	14	11,5
Petrolej	14	11

Využití inertů při hašení na otevřeném prostranství je omezené a lze je použít pouze k likvidaci malých ohnisek požáru pomocí přenosných hasicích přístrojů. V ostatních případech nelze ve volném prostoru dosáhnout potřebného snížení obsahu kyslíku v prostoru hoření (malá intenzita dodávky inertu, intenzivní výměna vzduchu).

## 2.5.4 Hašení požáru prášky

### 2.5.4.1 Příklady použití

- hašení výronů hořících kapalin a plynů unikajících ze zařízení,
- hašení kaluží rozlitých hořlavých kapalin,
- hašení hořících aparatur a armatur,
- kombinované hašení.

Prášek se používá na hašení výronů hořících látek unikajících z technologických zařízení i na hašení rozlitého produktu. Vhodné nasazení umožňuje prudké utlumení plamenů, rychlé přerušování hoření a nahřívání technologických zařízení. Při použití prášku je však třeba si uvědomit, že:

- Ve složité technologii se vždy vyskytuje nebezpečí vzniku tzv. "hluchých" prostor, které se nachází ve stínu konstrukcí a zařízení. Do těchto míst prášek obtížně proniká a může zde z důvodu nízké koncentrace částic prášku pokračovat hoření i přes pokračující dodávku hasební látky. Po ukončení dodávky prášku se požár z těchto lokálních ohnisek rychle rozšíří zpět na původní plochu hoření. Existenci „hluchých“ prostor lze částečně kompenzovat vhodným nasazením práškových proudů ze dvou různých směrů a dále použitím moderních prášků, účinkujících na principu dekrepitace (např. MONNEX).
- Prášek nemá ochlazovací schopnost a pokud je okolní zařízení zahřáté nad teplotu vznícení hořlavého média, dojde k jeho opětovnému hoření po ukončení dodávky prášku. Tento fakt je nutno eliminovat:
  - předchozím dostatečným ochlazením zařízení a jeho okolí vodními nebo pěnovými proudy,
  - kombinovaným hašením prášek – pěna,
  - kombinovaným hašením voda – prášek - voda.

### 2.5.4.2 Hasební efekt

Hlavním hasebním efektem prášku, který se využívá při hašení hořlavých kapalin a plynů, je negativní katalýza v heterogenní fázi (zpomalování reakce hoření).

### 2.5.4.3 Základní zásady pro nasazení prášku a způsoby aplikace

Při hašení práškem v podmínkách OTZ se ve většině případů jedná o objemové hašení. Podmínkou pro uhašení požáru je dosažení potřebné koncentrace práškových částic v **celém** prostoru hoření a jeho blízkém okolí. V podmínkách OTZ se však jen málokdy bude jednat o požár na otevřeném prostranství. Při nasazení prášku z jednoho směru budou za stavebními i technologickými konstrukcemi vznikat již zmíněné „hluché“ prostory, do kterých budou částice hasební látky pronikat jen v omezeném množství, jež nemusí zajistit uhašení plamenů. Proto je jedním ze

základních taktických pravidel při nasazení prášku to, že v těchto případech musí být útok podniknut nejméně ze dvou směrů. Hašení z jednoho směru může být provedeno pouze na volném prostranství, když je vyloučen vznik „hluchých“ prostor nebo při omezeném rozsahu požáru.

Předpokladem úspěšného nasazení prášku je důkladná příprava útoku. Měla by zahrnovat:

- vybavení hasičů potřebnými ochrannými prostředky (ochranné obleky, dýchací technika),
- určení vhodných výchozích pozic pro obsluhy proudů,
- vytvoření útočných vedení o dostatečné délce, umožňujících pohyb proudů vpřed.

Před zahájením dodávky prášku je nutné prostor hoření a všechna ostatní zařízení a konstrukce, nacházející se v jeho blízkosti, nejprve dostatečně ochladit, aby po přerušení dodávky hasiva nedošlo k opětovnému vznícení média vlivem vysoké teploty těchto konstrukcí. K tomu je možné využít vodní nebo pěnové proudy. Při přípravě útoku je nutné zabezpečit **přímé velení** nad proudy určenými k ochlazování a práškovými proudy, aby byla zajištěna jejich koordinace.



Obrázek č. 11 Návčik eliminace „hluchých“ prostor při hašení práškem

Po zahájení dodávky prášku a rozvinutí oblaku hasiva vydá velitel zásahu rozkaz k odklonění chladících proudů z prostoru hoření. Účinek hašení se projeví teprve po dosažení potřebné koncentrace prášku v celém prostoru hoření. Zkušenosti ukazují, že pokud je k dispozici dostatek prášku,

měla by se hasební látka nechat proudit ještě chvíli po uhašení plamenů, neboť na opakovaný útok již zpravidla není dost hasební látky. Předčasné ukončení dodávky prášku může zpochybnit výsledek hašení.

Před ukončením dodávky prášku zajistí velitel zásahu přesměrování vodních proudů zpět do původního místa požáru a pokračuje se v chlazení. Teprve pak se ukončí dodávka prášku. Je žádoucí, aby působení hasebních látek voda – prášek – voda na sebe bezprostředně navazovalo.

Při hašení proudu hořícího média se prášek podává do místa výronu a postupně se přemísťuje po ose plamene ve směru proudění vytékajícího média. Při hašení rozlité kapaliny se prášek od kraje louže s následným pokrytím celé plochy hoření.

Prášek lze za dodržení předchozích zásad s výhodou využít například na uhašení hořících armatur, ze kterých vytéká hořlavá kapalina nebo plyn.

Na aplikaci prášku se používají ruční proudnice nebo vrhače prášku. Výkon těchto proudnic je různý podle typu zařízení, běžné typy ručních proudnic dodávají min. 3,5 kg/s, vrhače pak 40 kg/s.



Obrázek č. 12 Aplikace prášku ruční proudnicí

Intenzita dodávky prášku bývá různá v závislosti na výrobci, druhu prášku a jeho složení.

V literatuře je také uvedena tabulka, podle které lze v závislosti na délce plamene **orientačně** určit množství produktu vytékajícího ze zařízení:

Tabulka č.9: Orientační délka plamene v závislosti na množství unikající látky

Množství unikající látky (kg/s)	Délka kompaktního proudu (m)	Délka rozptýleného proudu (m)
1	12	3
2	20	5
5	30	8
10	40	13
15	50	16
20	55	20

### 2.5.5 Kombinované hašení

Kombinované hašení částečně eliminuje nevýhody při použití prášku. Používá se například při hašení požárech plynů (voda – prášek – voda) a hořlavých kapalin (pěna – prášek – pěna).

#### 2.5.5.1 Hašení plynů: kombinace voda – prášek – voda

Postup je obdobný jako při hašení práškem. **Před zahájením hašení plynu nutno prověřit další postup při zásahu, zejména to, zda je možné bez dalších opatření hořící plyn uhasit. Jedná se zejména o to, aby po uhašení plynu nedošlo k jeho hromadění, případně k vytváření výbušného oblaku s nebezpečím jeho případné iniciace a výbuchu. Následky takové exploze mohou být daleko horší než kontrolované vyhoření plynu při dostatečném ochlazování okolí.**



Obrázek č. 13 Návík hašení pomocí vrhače prášku



Prostor hoření a jeho okolí před zahájením dodávky prášku dostatečně zchladit vodou. Je-li dokončena příprava k nasazení prášku, odklonit vodní proudy (nikoliv zastavit!!!) z místa hoření a plně rozvinout oblak prášku. Po uhašení ohně nechat ještě několik vteřin prášek proudit. Před ukončením dodávky prášku nasměrovat vodní proudy opět do místa předchozího hoření. Pak teprve přerušit dodávku prášku a pokračovat v chlazení. Po důkladném průzkumu mohou být vodní proudy postupně odstaveny.

#### **2.5.5.2 Hašení hořlavých kapalin: kombinace pěna - prášek - pěna**

Tento postup se používá například v případech, kdy hořící kapalina stéká z výšky (např. stéká po technologickém zařízení, uniká z nadzemních potrubí atd.) a tvoří hořící "vodopád" nebo fontánu. Kapaliny na zemi lze uhasit pěnou, proud hořící kapaliny při dodržení stanovených taktických zásad práškem.

Kombinované hašení pěna – prášek – pěna lze použít i v případech, kdy jsou požárem přímo ohroženi lidé. Oblak prášku se ihned vyfouká ve směru, kde se nachází. Tím se v tomto prostoru rychle sníží teplota. Současně s práškem se ve stejném směru dodává pěna. Přitom je nutné, aby pokrytí pěnou v době, kdy přestává působit prášek, bylo dostatečně účinné (obdobu hašení letadel).

Využití tohoto způsobu hašení je podmíněno chemickou „snášenlivostí“ pěny s práškem.

### **3 Taktické zásady pro hašení požárů v podmínkách otevřených technologických zařízení**

#### **3.1 Obecné taktické zásady pro hašení OTZ**

Vzhledem ke specifickým podmínkám rozvoje a průběhu požáru u jednotlivých OTZ není možné stanovit jednotný postup při jejich hašení. V této části jsou proto uvedeny pouze obecné zásady, které je možné využít při většině zásahů. Konkrétní postup při provádění zásahu musí určit velitel zásahu po posouzení situace na místě požáru.

##### **3.1.1 Příjezd na místo**

Příjezd sil a prostředků na místo zásahu organizovat z návětrné strany s ohledem na možnost úniku nebezpečných médií z poškozeného technologického zařízení nebo šíření toxických zplodin hoření.

Další zásady:

- Pokud to situace na místě dovolí, umisťovat techniku v bezpečné vzdálenosti od hořícího zařízení a pokud možno tak, aby nebyla ohrožena sálavým teplem nebo případnou neočekávanou událostí (výbuch, výrony hořlavých a jedovatých látek, prudké zvýšení

intenzity hoření apod.). V případě, kdy to nelze zajistit, nasazovat pouze nezbytně nutné množství techniky.

- Při rozmísťování vozidel na místě zásahu vždy počítat s tím, že se vývoj situace může **rychle a neočekávaně změnit** (v krajním případě bude nutné ohrožený prostor rychle opustit).
- Dále je nutné zajistit:
  - možnost průjezdu dalších vozidel,
  - možnost zásobování nasazené techniky hasebními látkami (pěnidlo) a PHM při déletrvajícím zásahu,
  - techniku pokud možno nestavět pod potrubní mosty a nad kanálové šachty pro případ neočekávaných událostí (úniky látek z potrubí, výbuchy apod.).
- Na místo zásahu povolávat pouze techniku, která bude přímo nasazena do akce, ostatní vozidla ponechávat v určeném shromažďovacím prostoru, kde nebudou ohrožena v případě neočekávaných událostí.

Je třeba říci, že nedodržování těchto zásad už od počátku zásahu pak při větším nasazení sil a prostředků zpravidla způsobí řadu problémů.

### 3.1.2 Průzkum

Při provádění průzkumu je třeba vždy zajistit kontakt s obsluhou a získat informace o rozsahu požáru, ohrožení osob, druhu hořící látky, možnostech šíření požáru, případně dalších zařízení a provozů a o nebezpečích na místě požáru. V podmínkách OTZ je třeba kromě obvyklých informací při průzkumu zjistit následující skutečnosti:

- Provéřit spuštění a funkčnost SHZ, případně prostředků tepelné ochrany.
- Provéřit, zda byl zastaven přítok hořlavých látek do prostoru hoření.
- Umístění aparatur, u kterých hrozí nebezpečí výbuchu, a stupeň jejich ohrožení požárem.
- Umístění aparatur pracujících pod tlakem a stupeň jejich ohrožení požárem.
- Zařízení, u kterých hrozí nebezpečí deformace vlivem působení vysokých teplot, a stupeň jejich ohrožení požárem.
- Rozmístění důležitých nosných konstrukcí, které je nutno chránit před působením vysokých teplot, a stupeň jejich ohrožení požárem.
- Přítomnost látek schopných výbuchu a toxických látek, které by při výronu mohly ohrozit obsluhu i zasahující hasiče, a možnosti jejich ochrany případně evakuace z ohroženého prostoru.
- Nebezpečí rozšíření havárie na navazující zařízení a sousední provoz (DOMINO efekt), případně zda hrozí nebezpečí i pro okolí podniku.

### 3.1.3 Lokalizace a likvidace požáru

Na základě situace na místě požáru a informací získaných průzkumem přijme velitel zásahu potřebná opatření k provedení lokalizace a likvidace požáru a k minimalizaci nebezpečí na místě požáru. Mezi tato opatření zpravidla patří:

- V případě potřeby zajistit záchranu nebo organizovat evakuaci ohrožených osob.
- Zajistit spolupráci s obsluhou zařízení, odpovědnými pracovníky provozu a specialisty podniku:
  - koordinovaný postup hasičů a obsluhy při likvidaci události,
  - zastavení přítoku hořlavin do prostoru hoření,
  - v případě potřeby odstavení technologie,
  - zajištění odčerpávání hořlavin nebo jiných nebezpečných látek z požárem ohrožené technologie,
  - zajištění odpovědného pracovníka provozu (podniku) do štábu velitele zásahu,
  - zajištění odstavení navazujících technologií v případě jejich ohrožení,
  - vzájemná konzultace všech důležitých rozhodnutí.
- Na místě zásahu určit zóny s charakteristickým nebezpečím a pro zasahující hasiče stanovit příslušný stupeň ochrany.
- Organizovat tepelnou ochranu zařízení:
  - k tomu využít především instalovaných stabilních prostředků tepelné ochrany,
  - pokud nejsou funkční, nahradit je činností jednotek PO,
  - chlazení zajistit v tomto pořadí:
    - ~ aparatury a nosné konstrukce přímo vystavené působení požáru,
    - ~ aparatury, u kterých hrozí nebezpečí výbuchu,
    - ~ aparatury pracujících pod tlakem,
    - ~ aparatury, které obsahují toxické látky, jež by při úniku mohly ohrozit obsluhu i zasahující hasiče.
- Pokud je OTZ vybaveno inertizačním zařízením, zahájit inertizaci.
- Průběžně kontrolovat teplotu ohrožených zařízení.
- Podle druhu hořící látky a okolností na místě zásahu zvolit účinnou (a dostupnou) hasební látku a optimální způsob a intenzitu její dodávky do prostoru hoření.
- Pokud je rozsah požáru takový, že na jeho likvidaci stačí síly a prostředky, které jsou k dispozici na místě požáru, provést jeho uhašení.
- Při nedostatku sil a prostředků provést jejich soustředění.
- Provést prognózu vývoje události s ohledem na možnosti jejího dalšího gradování, včas přijmout potřebná preventivní opatření, vyzoomět určené orgány a instituce.

- Po soustředění sil a prostředků provést uhašení požáru.



Obrázek č. 14 Požár čerpací stanice

**Zjednodušeně jsou tyto taktické zásady uvedeny v následujících schématech:**

### **PŘÍJEZD NA MÍSTO**

- ❑ z návětrné strany
- ❑ umístění techniky v bezpečné vzdálenosti
- ❑ nasazovat pouze nutné množství techniky
- ❑ počítat s možností rychlého opuštění místa zásahu
- ❑ zajistit možnost průjezdu dalších vozidel
- ❑ zajistit možnost zásobování hasebními látkami (pěnidlo) a PHM
- ❑ techniku neumisťovat pod potrubní mosty a nad kanálové šachty
- ❑ nenasazenou techniku ponechat na shromaždišti v bezpečné vzdálenosti

## PRŮZKUM

- ❑ zajistit kontakt s obsluhou
- ❑ získat informace o:
  - rozsahu požáru
  - druhu hořící látky
  - možnostech šíření požáru
  - ohrožení osob
  - ohrožení dalších zařízení a provozů
  - nebezpečích na místě požáru
- ❑ dále prověřit a zjistit:
  - spuštění a funkčnost SHZ a prostředků tepelné ochrany
  - zastavení přítoku hořlavých látek do prostoru hoření
  - umístění a ohrožení aparatur, u kterých hrozí nebezpečí výbuchu
  - umístění a ohrožení aparatur pracujících pod tlakem
  - umístění a ohrožení zařízení, u kterých hrozí nebezpečí deformace vlivem působení vysokých teplot
  - umístění a ohrožení důležitých nosných konstrukcí
  - přítomnost látek schopných výbuchu a toxických látek a možnosti jejich ochrany případně evakuace z ohroženého prostoru
  - nebezpečí rozšíření havárie na navazující zařízení a sousední provoz
  - nebezpečí pro okolí podniku

## LOKALIZACE A LIKVIDACE POŽÁRU

- zajistit záchranu nebo organizovat evakuaci ohrožených osob
- zajistit spolupráci s obsluhou zařízení, odpovědnými pracovníky provozu a specialisty podniku:
  - koordinovaný postup hasičů a obsluhy
  - zastavení přítoku hořlavin do prostoru hoření
  - zahájení inertizace
  - v případě potřeby odstavení technologie
  - zajištění odčerpávání hořlavin nebo jiných nebezpečných látek
  - zajištění odpovědného pracovníka provozu (podniku) do štábu velitele zásahu
  - zajištění odstavení navazujících technologií v případě jejich ohrožení
  - vzájemnou konzultaci všech důležitých rozhodnutí
- určit zóny s charakteristickým nebezpečím, stanovit příslušný stupeň ochrany
- organizovat tepelnou ochranu zařízení:
  - využít především instalovaných stabilních prostředků tepelné ochrany
  - pokud nejsou funkční, vyčlenit a nasadit jednotky PO
  - chlazení zajistit v tomto pořadí:
    - aparatury a nosné konstrukce přímo vystavené působení požáru,
    - aparatury, u kterých hrozí nebezpečí výbuchu,
    - aparatury pracujících pod tlakem,
    - aparatury, které obsahují toxické látky
- průběžně kontrolovat teplotu ohrožených zařízení
- zvolit účinnou (a dostupnou) hasební látku a optimální způsob a intenzitu její dodávky do prostoru hoření.
- pokud stačí síly a prostředky, které jsou k dispozici na místě požáru, provést hašení
- při nedostatku sil a prostředků provést jejich soustředění
- zhodnotit možný vývoj události s ohledem na možnosti jejího dalšího gradování, včas přijmout potřebná preventivní opatření, vyrozumět určené orgány a instituce
- po soustředění nezbytných sil a prostředků provést hašení s ohledem na specifika příslušného technologického zařízení

## 3.2 Specifické taktické zásady pro hašení některých OTZ

### 3.2.1 Hašení požárů technologických kolon



Obrázek č. 15 Technologické kolony

#### 3.2.1.1 Specifika při hašení:

- Co nejdříve po příjezdu prvních jednotek zahájit tepelnou ochranu zařízení a ohrožených nosných konstrukcí. Přitom využít především instalovaných stabilních prvků tepelné ochrany. Pokud jsou instalovány vodní clony, využít je na oddělení hořící aparatury od ostatních technologických zařízení.
- Neprodleně zajistit provádění inertizace zařízení využitím stabilních rozvodů inertních plynů, kterými jsou kolony vybaveny. Tímto opatřením snížit nebezpečí vzniku výbušných koncentrací uvnitř zařízení.
- U kolon pracujících v **přetlakovém režimu**, doprovázených hořením proudu vytékajícího média, je nezbytné ve spolupráci s obsluhou co nejrychleji zajistit přerušování přítoku surovin do havarovaného zařízení a jeho odtlakování a odstavení.
- Pokud je to možné, zajistit odčerpání zbytku média z havarovaného zařízení.
- Pokud je to nutné, zajistit odvod plynů a par na faklové spalování.
- U kolon a zařízení pracujících v **podtlakovém režimu** (pracujících s vakuem) dochází při porušení jejich hermetičnosti k nasávání vzduchu. Pokud koncentrace směsi uvnitř dosáhne mezí

výbušnosti, hrozí nebezpečí exploze směsí hořlavých par a plynů se vzduchem uvnitř zařízení. V tomto případě je třeba ihned zahájit inertizaci aparátu a pokud je to nutné i intenzivní ochlazování.

- Pokud dochází k úniku kapaliny z kolony při tlaku blízkém atmosférickému tlaku, stéká hořící médium po stěně kolony. Tuto kapalinu zpravidla nelze uhasit, kolonu lze v tomto případě pouze chladit vodou a hašení uniklé neshořelé kapaliny se provede v jímce, zpravidla tak, že se jímka zapění.
- Při hašení nebo ochlazování hořící kolony se směřují vodní proudy tak, aby voda byla dodávána současně na celý obvod kolony, zpravidla 2-3 proudy směřující do vrchní části kolony a stejné množství proudů do spodní a střední části podle výšky kolony.
- Nasazení proudů provádět z návětrné a bočních stran zařízení.
- Hořící kapalinu pod havarovaným zařízením hasit pomocí těžké pěny, po snížení intenzity hoření přejít na pěnu střední. Při delším zásahu a konečné kapacitě záchytné a havarijní jímky hrozí nebezpečí, že se voda použitá na hašení začne roztékat do okolí jímky. Pokud na vodě plave hořící kapalina, dojde k rozšíření plochy požáru. Proto musí velitel zásahu přijmout potřebná opatření ke snížení tohoto nebezpečí. Ta spočívají především ve správné volbě hasební látky (přechod z těžké na střední pěnu po snížení počáteční intenzity hoření), zajištění odčerpávání látek z havarijní jímky apod.

### 3.2.1.2 Očekávané zvláštnosti:

- Při porušení některých armatur nebo potrubí ve spodní části kolony může dojít k nekontrolovatelnému úniku hořlaviny do prostoru hoření. Množství přitékající kapaliny závisí na obsahu kolony. Průběh úniku pak na režimu, při kterém kolona pracuje. Pokud je uvnitř přetlak, tvoří se v okolí porušených přírub vějířovité fontány hořící kapaliny, které jsou běžným způsobem těžko uhasitelné. Hašení lze provést **po snížení tlaku v zařízení a uhašení okolí** např. jedním až dvěma práškovými proudy po předchozím dostatečném ochlazení okolí místa úniku tak, že se hořící zařízení „zahalí“ od oblaku prášku (viz hašení armatur).
- Pokud z kolony uniká pod tlakem proud hořící kapaliny, nelze zpravidla tento proud běžným způsobem uhasit. Je možné se pokusit „utrhnout“ plamen vodními proudy nebo se provádí chlazení kolony a neshořelá kapalina se hasí v jímce (např. zapěněním jímky).
- Při porušení hermetičnosti izolovaných kolon dochází ke stékání unikajících hořlavín pod izolací a k jejich vytékání v nejnižším místě kolony.
- Dle zahraniční literatury [6,7] může zvýšit nehořlavé tepelná izolace technologických kolon a zařízení odolnost proti působení tepla až na 40 minut.



- Po výpadku elektrického napájení dochází k výpadku měření a regulace. V důsledku toho pak není možné sledovat tlak a teplotu v technologickém zařízení. K orientačnímu sledování povrchových teplot ohrožených zařízení nebo částí technologie je možné použít například dálkové bezkontaktní teploměry, termokamery nebo termovize. Narůstání tlaku uvnitř zařízení se navenek projevuje zvyšováním intenzity výtoku hořlavin ze zařízení. U neporušených zařízení však vnitřní tlak nelze sledovat. Tato zařízení je nutné intenzivně chladit, protože hrozí nebezpečí výbuchu.
- Některé kolony jsou vybaveny vzduchovými regulačními ventily. Konstrukční řešení těchto ventilů je takové, že po přerušení vzduchového impulsního vedení se ventily uzavřou, což způsobuje nárůst tlaku uvnitř zařízení.
- V případě, kdy dochází i přes chlazení ke zvyšování teploty zařízení, zvýšit intenzitu ochlazování. Ochlazování ohrožených zařízení je v tomto případě stěžejní činností hasičů.

### 3.2.2 Hašení požárů reaktorů, kondenzátorů a podobných zařízení



Obrázek č. 16 Technologické reaktory

Požáry těchto zařízení zpravidla začínají výbuchem směsi par hořlavých kapalin se vzduchem s následným hořením unikající kapalně nebo plynné fáze. Při hašení lze využít obdobných zásad jako při požárech technologických kolon.

### 3.2.3 Hašení požárů čerpadel a čerpacích stanic

#### 3.2.3.1 Specifika při hašení

- Zajistit odstavení čerpadel a zastavení přítoku hořlavých médií do čerpací stanice.
- Na hašení požáru většího rozsahu se zpravidla použije nejprve těžká pěna, po snížení intenzity hoření pak střední pěna.
- Ve většině čerpacích stanic jsou čerpadla umístěna v záchytné jímce. Plocha požáru je v úvodu zásahu omezena plochou jímky.
- Vzhledem k velké intenzitě hoření a vysokým teplotám v okolí ohniska požáru je třeba věnovat trvalou pozornost ochlazování potrubí a dalších zařízení v blízkosti ohniska hoření.
- Na hašení hořících armatur, které se nachází nad úrovní terénu a nelze je uhasit pěnou, použít práškové proudy. Ty nasadit po předchozím **dostatečném** ochlazení hořící armatury a jejího okolí. Na ochlazení těchto armatur je možné použít kromě vody i těžkou pěnu, která má díky vysokému obsahu vody dostatečné chladicí účinky.
- Na uhašení menších úniků hořlavin nebo menších ohnisek hoření často stačí použít běžný přenosný hasicí přístroj.
- Pokud dojde k porušení uzavíracích armatur v blízkosti hořícího zařízení, musí se k jeho odstavení použít vzdálenějších uzávěrů.
- Neustále věnovat zvýšenou pozornost všem uzavřeným prostorům (např. potrubní kolektory), v nichž se může tvořit nebezpečná koncentrace směsi par hořlavých kapalin se vzduchem.



Obrázek č. 17 Čerpací stanice s čerpadly na hořlavé kapaliny umístěnými v záchytné jímce

### 3.2.3.2 Očekávané zvláštnosti

- Požárům těchto zařízení zpravidla předchází havarijní únik hořlavého média z potrubí, armatur nebo čerpadel, jeho iniciace a hoření nebo vytvoření výbušné směsi hořlavých par nebo plynů se vzduchem, která po iniciaci vybuchuje.
- Výbuchy zpravidla způsobují další narušení technologického zařízení, nosných konstrukcí a potrubních rozvodů a množství unikajících hořlavých médií se dále zvětší, prudce vzroste intenzita požáru.
- Delší vystavení některých zařízení přímému působení ohně způsobuje jejich porušení a zvýšení přítoku hořlavin do prostoru hoření. K tomu dochází cca po 15 – 20 minutách. Kritická jsou především tato místa:
  - těsnění přírubových a jiných potrubních spojů,
  - ucpávky vřeten uzavíracích armatur,
  - ucpávky hřídel čerpadel.
- V některých případech může porušení těsnění nebo ucpávek vřeten uzavíracích armatur znemožnit jejich uzavření.
- Pokud se zásah prodlouží, hrozí při konečné kapacitě záchytné jímky nebezpečí, že se voda použitá na hašení začne roztékat do okolí čerpací stanice. Jestliže na vodě plave vrstva hořící kapaliny, dojde k rozšíření plochy požáru i mimo záchytnou jímku.
- Provedení hasebního zásahu může zkomplikovat zřízení nebo deformace různých přístřešků a podobných konstrukcí, kterými jsou čerpací stanice chráněny před přímým působením povětrnostních vlivů. Tyto konstrukce mohou při velké intenzitě požáru „obalit“ hořící zařízení a např. bránit účinnému nasazení prášku, protože vytváří „hluché“ prostory, kam prášek nepronikne.
- U čerpacích stanic, kde se přečerpávají značné objemy hořlavin potrubím o velkých průměrech, je nutné počítat s tím, že i přes uzavření přítoku a odtoku médií dojde při porušení hermetičnosti potrubních rozvodů, vystavených přímému působení požáru, k vytékání obsahu do prostoru hoření. Doba vytékání je závislá na objemu potrubí a na velikosti netěsností. U potrubí velkých objemů se tímto způsobem může do prostoru hoření dostat značné množství hořlavin, což může prodloužit dobu zásahu.



Obrázek č. 18 Požár čerpací stanice

### 3.2.4 Hašení nadzemních nádrží s hořlavými kapalinami

Na hašení větších nadzemních nádrží se používá těžká pěna. Volba pěnidla se provádí v závislosti na druhu hořící kapaliny (polární x nepolární). Pěna se na hladinu hořící kapaliny dodává zpravidla pomocí lafetových proudnic z mobilní požární techniky nebo pomocí monitorů přes okraj nádrže. Základní podmínkou pro úspěšné provedení zásahu je soustředění nezbytného množství sil a prostředků k provedení hromadného pěnového útoku. Pěnový útok se provádí současně určeným počtem pěnových proudů tak, aby byla zajištěna potřebná intenzita dodávky hasební látky na plochu hoření. Hašení se provádí nepřetržitě po dobu 10 minut. Na místě zásahu je třeba zajistit pro neočekávané případy trojnásobnou zásobu pěnidla.

#### 3.2.4.1 Specifika při hašení

- Po příjezdu prvních jednotek na místo zjistit základní informace:
  - druh a množství kapaliny v hořící nádrži i v sousedních nádržích,
  - délku trvání hoření.

- Současně je třeba organizovat ochlazování hořící nádrže, případně uhašení hořící kapaliny v okolí nádrže.
- Povolat síly a prostředky potřebné k uhašení nádrže a zajištění tepelné ochrany ostatních ohrožených nádrží. Přitom vycházet z dokumentace zdolávání požáru. Pokud DZP není zpracovaná, určit síly a prostředky podle druhu hořící kapaliny a plochy požáru (= plochy nádrže).
- Podle druhu hořící kapaliny prověřit nebezpečí vyvržení nebo vyvržení hořící kapaliny z nádrže. Pokud toto nebezpečí hrozí, učinit příslušná bezpečnostní opatření:
  - podle možnosti zajistit vypuštění vody ze spodní části nádrže,
  - stanovit signál pro okamžité vyklizení okolí nádrže,
  - vytvořit zálohu sil a prostředků pro neočekávané případy,
  - nenasazené síly a prostředky shromáždit v bezpečné vzdálenosti od hořící nádrže.
- Zajistit uzavření přívodních i vypouštěcích potrubí z hořící nádrže.
- Po soustředění sil a prostředků, jejich bojovém rozvinutí a zabezpečení hasebními látkami provést na povel velitele zásahu hromadný pěnový útok na hořící nádrž.
- Pokud není po deseti minutách pěnový útok účinný, přerušit hašení a provést nové soustředění sil a prostředků, případně jejich přeskupení. Přitom neustále pokračovat v ochlazování.
- Organizovat tepelnou ochranu ohrožených sousedních nádrží. K tomu využít především instalovaných prostředků PO. Z jednotek nasazených na tuto činnost vytvořit samostatný bojový úsek.
- Do okolí nádrže nasazovat z důvodu zajištění bezpečnosti pouze nezbytné množství sil a prostředků.

#### 3.2.4.2 Očekávané zvláštnosti

- Při dodávání pěny na hladinu hořící kapaliny pomocí lafetových proudnic nebo monitorů dochází v některých případech ke značným ztrátám pěny. To je způsobeno například nepříznivými meteorologickými podmínkami (silný vítr, který odnáší pěnu), obtížemi při zaujímání stanoviště, odkud je možné zajistit optimální dodávku pěny do nádrže nebo tím, že dochází k rozrušování pěny při průniku zónou hoření.
- Optimálním prostředkem pro aplikaci pěny jsou hasicí ramena nebo plošiny, pokud zabezpečí potřebnou intenzitu dodávky pěny, neboť ztráty pěny způsobené jejím úletem jsou minimální.
- Organizování tepelné ochrany hořící nádrže a ostatních ohrožených zařízení:
  - K tepelným deformacím kovových nádrží, které nejsou ochlazovány, může dojít už během 8 – 12 minut.
  - U železobetonových nádrží dochází cca po 40 minutách k rozrušení ochranné vrstvy na armování a ke vzniku trhlin. Při

prudkém ochlazení silně zahřátých stěn může být jejich rozrušení ještě rychlejší.

- Doba, za kterou dojde k porušení konstrukce nádrže působením vysokých teplot, je závislá kromě konstrukce nádrže i na stavu jejich naplnění kapalinou. Plné nádrže se ohřívají pomaleji než prázdné.



Obrázek č. 6 Hoření par unikajících z otvoru na víku nádrže s hořlavou kapalinou

- K ochlazení využít **především** stabilních systémů tepelné ochrany nádrží, pokud jsou instalovány a jsou funkční. Jestliže tomu tak není, je třeba je nahradit činností jednotek PO.
- U kapalin s nízkou teplotou varu začíná požár zpravidla výbuchem parovzdušné směsi v prostoru nad hladinou kapaliny. Přitom ve většině případů dochází k poškození stabilního hasicího zařízení u nádrže, ve které došlo k výbuchu. Stejně tak může být vyřazeno zařízení na ochlazení této nádrže. **U sousedních nádrží však většinou chladicí zařízení zůstává neporušené a je třeba ho využít.**
- Při organizování tepelné ochrany je třeba chladit nejprve neizolované nádrže a nádrže, které jsou z větší části vyprázdněné, neboť vlivem ohřívání stěn dochází k rychlejšímu prohřívání uskladněné kapaliny. Obsahují rovněž velká

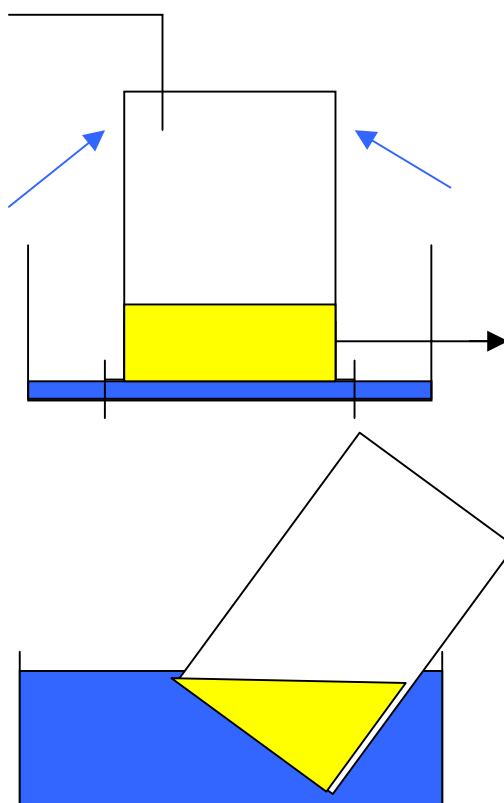
množství parovzdušných směsí nad hladinou kapaliny. Plné nádrže se prohřívají pomaleji díky velkému obsahu kapaliny.

- Chlazení izolovaných nádrží je problematické. U nehořících nádrží tepelná izolace pomáhá v tom smyslu, že snižuje přestup tepla a ohřev jejich obsahu. U hořících izolovaných nádrží však podstatně snižuje účinnost jejich ochlazování. U těchto nádrží zpravidla dochází i přes organizování tepelné ochrany k deformacím a zborcení stěn.

Tabulka č.10: Intenzita ochlazování nadzemních nádrží<sup>7</sup> pomocí zařízení na vodní mlhu

Ochlazované zařízení	Spotřeba vody na 1 m obvodu nádrže
Střecha nádrže	6 l/min.
Plášť hořící nádrže	30 l/min.
Plášť sousední nádrže	12 l/min.

- V některých případech tvoří menší kovové válcové nádrže samostatné nádoby, které jsou upevněny v záchytné jímce pomocí kotvení. Pokud je nádrž prázdná nebo obsahuje malé množství kapaliny a při ochlazování se záchytná jímka plní vodou, hrozí při zaplnění jímky odtržení nádrže z kotvicích prvků a její „vyplavání“ (viz obrázek č.. 20).



Obrázek č. 20 „Vyplavání“ nádrže

<sup>7</sup> převzato z literatury [8]

V těchto případech je nutné zajistit současně s ochlazováním i odvod vody ze zachytné jímky.

- Vyvření kapaliny z hořící nádrže:

Při hoření nádrže se její obsah intenzivně ohřívá. Pokud hořlavina obsahuje jemně rozptýlenou vodu, může dojít při dosažení teploty varu vody k její přeměně v páru. Unikající pára napěňuje hořlavinu, způsobuje její vzkypění, dochází ke zvedání hladiny v nádrži a přelití obsahu nádrže do zachytné jímky. Podle množství vody, které kapalina obsahuje, se může objem vzpěněné hořlaviny zvětšit až pětinasobně. Vzkypění se může opakovat i 2 – 3 krát za minutu. Zjevným příznakem předcházejícím vzkypění je prudké zvětšení intenzity hoření a výšky plamene (2-4 krát).

- Vyvržení (erupce) hořící kapaliny z nádrže:

Vyvržení hořlavé kapaliny bývá poměrně řídkým jevem a může nastat prakticky pouze u černých naftových produktů. Vytvoří-li se na dně nádrže vodní polštář, může u některých kapalin nastat vlivem ohřevu a přeměny vody v páru vyvržení hořící kapaliny z hořící nádrže. Hořící kapalina může být při této erupci rozstříkována až do výše několika desítek metrů a rozprášena ve směru větru až do vzdálenosti 8 průměrů nádrže. Začátek vyvržení je doprovázen značným hlukem, bouřlivým varem kapaliny a prudkým zvýšením intenzity hoření. V důsledku tohoto jevu může dojít k ohrožení sousedních zařízení, která se nachází v okolí hořící nádrže.

Erupce petroleje, motorové nafty a benzínu nenastávají, protože tyto látky hoří rychlostí, která odpovídá rychlosti jejich prohřívání. V tomto případě nemůže dojít k přeměně vody v páru.

Tabulka č. 11 Určení přibližné doby vyvržení hořlavé kapaliny z nádrže v hodinách<sup>8</sup>

Výška hladiny kapaliny v metrech	Síla vrstvy vody u dna nádrže s naftovým produktem v metrech														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	
3	4,5	4,4	4,2	3,8	3,7	3,5	3,3	-	-	-	-	-	-	-	
6	9,1	8,9	8,8	8,6	8,5	8,4	8,2	8,0	-	-	-	-	-	-	
8	12,2	12,0	11,8	11,7	11,5	11,3	11,2	11,0	-	-	-	-	-	-	
10	15,2	15,1	14,9	14,7	14,6	14,5	14,3	14,1	14,0	13,8	-	-	-	-	
12	18,3	18,2	18,0	17,8	17,7	17,5	17,4	17,2	17,1	16,9	-	-	-	-	
14	21,4	21,2	21,1	20,9	20,8	20,6	20,5	20,3	20,2	20,0	-	-	-	-	
16	24,5	24,3	24,2	23,9	23,7	23,6	23,4	23,2	23,1	23,0	-	-	-	-	
18	27,6	27,4	27,3	27,1	26,9	26,7	26,6	26,4	26,2	26,0	25,8	25,6	25,2	24,6	
20	30,6	30,5	30,4	30,2	30,0	29,9	29,7	29,5	29,4	29,2	29,0	28,6	28,0	27,7	
22	33,7	33,5	33,4	33,3	33,1	32,9	32,8	32,6	32,5	32,3	32,0	31,7	31,4	30,8	

### 3.2.5 Hašení skladů zkapalněných plynů

Hašení požárů zkapalněných plynů a zásobníků, ve kterých se tyto plyny skladují, představuje velmi obtížný a nebezpečný úkol. Při požárech většího rozsahu závisí úspěšnost likvidace mimořádné události především

<sup>8</sup> Převzato z literatury [10]



na úrovni preventivních opatření a na zabezpečení provozu stabilními prostředky na hašení a zajištění tepelné ochrany.

K požárům dochází při porušení těsnosti armatur, poškození těsnění potrubních rozvodů, ucpávek čerpadel a kompresorů apod. Z poškozeného zařízení může unikat plynná nebo kapalná fáze. V některých případech je kapalná fáze do okolí rozprašována ve formě aerosolu. Po iniciaci hoří proud unikající látky v místě úniku. Látka vytékající z potrubí může hořet ve formě vějířovitého plamene. Rozměry plamene vždy závisí na tlaku v zařízení, množství vytékající látky a na rozměrech otvoru.

Plynná fáze hoří žlutým plamenem. Hoření bývá provázeno silným šumem a svištěním. Unikající kapalná fáze hoří oranžovým plamenem. Ve zplodinách hoření je obsaženo velké množství sazí. Při úniku většího množství zkapalněného plynu vzniká pod zařízením kaluž a hoření pokračuje nad její hladinou.

Pokud se v blízkosti místa hoření nachází zásobník se zkapalněným plynem, hrozí vždy nebezpečí jeho destrukce v důsledku rychlého nárůstu tlaku a poklesu pevnosti stěn vlivem jejich nahřívání.

Při požárech zařízení se zkapalněnými plyny se vyskytují následující specifika:

- Před uhašením hořícího plynu je třeba mít vždy na zřeteli to, že pokud není možné zamezit dalšímu úniku látky, hrozí po uhašení nebezpečí vzniku výbušných směsí, které se pak mohou ve formě oblaku šířit do okolí místa havárie a po iniciaci explodovat. Tato situace může nastat jak při úniku velkého množství plynu z poškozeného zařízení, tak při odpařování plynné fáze z kaluže kapalného plynu.
- Pokud se v prostoru hoření nebo jeho blízkém okolí nachází zásobník se zkapalněným plynem, hrozí vlivem působení vysokých teplot jeho destrukce, která může mít katastrofální následky pro okolí místa havárie (BLEVE). Doba do rozvalení zásobníku závisí na jeho velikosti, intenzitě zahřívání a míře naplnění kapalnou fází (plné zásobníky lépe odolávají působení teplot).
- Při destrukci zásobníků vznikají pro osoby nacházející se v okolí tato nebezpečí:
  - přímé působení plamenů,
  - tepelné sálání,
  - tlaková vlna od výbuchu,
  - létající střepiny a části zařízení.

O nebezpečí pro zasahující hasiče vypovídá i následující tabulka, která byla převzata ze zahraničních materiálů (Kanadská asociace hasičů – CAFC). Údaje byly získány na základě praktických pokusů s kapalným propan-butanem:

Tabulka č. 12 Orientační vzdálenosti působení jednotlivých rizikových faktorů při výbuchu PB nádrže

Množství PB (kg)	Vzdálenost přímého působení ohně (m)	Vzdálenost působení tepelného záření (m)	Dolet střepin (m)
400	18	90	400
4 000	38	150	800
40 000	81	320	1 800

- Při výbuchu zařízení odletují nejen části zařízení (prvotní fragmenty), ale i předměty z okolí stržené tlakovou vlnou (druhotné fragmenty).
- Při hoření zkapalněných uhlovodíků vzniká velmi intenzivní sálavé teplo, které při větších požárech může znemožnit přiblížení zasahujících jednotek na vzdálenost potřebnou k provedení účinného zásahu.



Obrázek č. 21 Kulové nádrže na skladování zkapalněných plynů

### 3.2.5.1 Specifika při hašení

- Při požáru zásobníku se zkapalněným plynem je třeba **neprodleně zhodnotit situaci a stupeň ohrožení**, které pro zasahující jednotky PO a okolí zásobníku vzniká z možnosti destrukce v důsledku působení vysokých teplot. O stupni nebezpečí vypovídají tyto ukazatele:
  - **Teplota stěn nádrže.**
    - ~ V některých případech je možné změřit teplotu stěn např. pomocí dálkových teploměrů.

- **Tlak uvnitř nádrže.** O nárůstu vnitřního tlaku mohou svědčit např. tyto vnější příznaky:
  - ~ Přetlakové pojistné ventily odpouštějí přebytek plynu.
  - ~ Prodlužující se délka plamenů v místě úniku plynu (tento jev může i v průběhu zásahu svědčit o tom, že chlazení není účinné a je třeba na tuto situaci neprodleně reagovat).

Teplota stěn nádrže závisí na době a intenzitě zahřívání a dále na množství kapalného plynu v nádrži. Obecně platí, že čím více kapaliny je v nádrži, tím déle trvá zahřátí stěn na kritickou teplotu.

- **Pokud je nebezpečí exploze zásobníku akutní,** nepřibližovat se k nádrži a neprodleně vyvést nasazené jednotky do bezpečné vzdálenosti a evakuovat ohrožený prostor.
- **Pokud nehrozí bezprostřední nebezpečí exploze,** je třeba okamžitě zahájit intenzivní ochlazování celého povrchu nádrže dostatečným množstvím vody. Využít především stabilních prostředků tepelné ochrany. Pokud je třeba zajistit ochlazování činností jednotek PO, nasazovat do ohroženého prostoru pouze nejnütnější množství sil a prostředků (využívat např. přenosných monitorů apod.).
- Ve spolupráci s obsluhou zařízení zajistit zastavení přítoku látky do zařízení a odvod plynu na faklové spalování nebo rozptylový komín a inertizaci všech navazujících potrubí.
- Další postup závisí na konkrétních podmínkách na místě havárie. Uhašení unikajícího plynu je možné provést pouze tehdy, jsou-li přijata opatření k rychlému zastavení jeho dalšího úniku.
- Není-li možné zastavit další únik plynu po uhašení požáru, hrozí nebezpečí tvoření výbušného oblaku, který se může vznítit při styku s předměty zahřátými požárem nebo se šířit do okolí a vybuchnout po dosažení vhodného iniciačního zdroje. Vznik explozivní směsi hrozí jak při úniku plynu z poškozeného zařízení, tak při jeho odpařování z kaluže uniklého zkapalněného plynu. V těchto případech zvážit možnost provádění intenzivního ochlazování okolí místa hoření a pokud je to možné nechat unikající látku vyhořet.
- Před uhašením hořícího plynu je nutné:
  - **vymezit nebezpečnou zónu** s ohledem na možnost vzniku oblaku plynu (exploze, toxicita),
  - **vyloučit z okolí iniciační zdroje,** ochladit okolí místa úniku, uhasit všechna další ohniska hoření,
  - **omezit přítomnost sil a prostředků** na minimum, zbytek vyvést do bezpečné vzdálenosti.
- K hašení unikajícího plynu nebo kaluží zkapalněného plynu se používá především prášek. V některých případech lze k odtržení plamenů při hoření proudu unikajícího plynu použít kompaktní vodní proudy. Tříštěné vodní proudy se používají ke snížení teploty v prostoru hoření. Inerty se používají při hašení malých úniků nebo

k inertizaci ohrožených zařízení. Ke snížení odparu z kaluží kapalného plynu se používá lehká pěna.

- V některých případech je možné provést uhašení teprve po snížení tlaku unikající látky (např. odvodem plynu na faklové spalování apod.).
- Účinným způsobem hašení úniku látky z potrubí je zavedení inertu do potrubí (zředění plynu pod koncentraci potřebnou k hoření). Množství inertu musí 2 – 5x převýšit množství protékajícího plynu.
- Postup při zásahu vždy konzultovat s odborníky podniku a po celou dobu zásahu úzce spolupracovat s obsluhou zařízení.

### 3.2.5.2 Očekávané zvláštnosti

- Při destrukci nádrže se zkapalněným plynem je velmi nebezpečné intenzivní tepelné sálání od ohnivé koule, která vznikne při hoření látky uniklé ze zničeného zásobníku. Proti tomuto sálání nechrání žádné ochranné obleky, pouze bezpečná vzdálenost.
- Na hašení hořícího plynu není doposud normativně stanovena intenzita dodávky prášku. Literatura [6, 7] uvádí množství 4 kg prášku na 1 kg unikajícího plynu. Literatura [10] pak množství 1-3 kg prášku na 1 m<sup>2</sup> povrchu hořící jímky.
- Pro hašení pomocí kompaktních proudů (odtržení plamene) uvádí literatura [6, 7] množství 20 l vody na 1 kg plynu.
- Doporučená intenzita ochlazování:

Tabulka č. 13 Doporučená intenzita ochlazování stěn zásobníku se zkapalněným plynem vodou (literatura [6,7])

<b>Stěny zásobníku</b>	6 l/min.m <sup>2</sup>
<b>Povrchy vystavené přímému působení ohně</b>	8 l/min.m <sup>2</sup>
<b>Spodní část nádrže</b>	4 l/min.m <sup>2</sup>

## 3.2.6 Hašení úniků kapalných médií z poškozených armatur a potrubních spojů

### 3.2.6.1 Specifika při hašení

- Ve spolupráci s pracovníky podniku zajistit zastavení přítoku média do poškozeného potrubí a vytvořit tak podmínky pro postupné zastavení úniku látky a snížení intenzity hoření.
- Provádět ochlazování okolí prostoru hoření.
- V případě potřeby položit pěnu tak, aby do ní mohla stékat unikající kapalina a požár se dále nerozšiřoval.



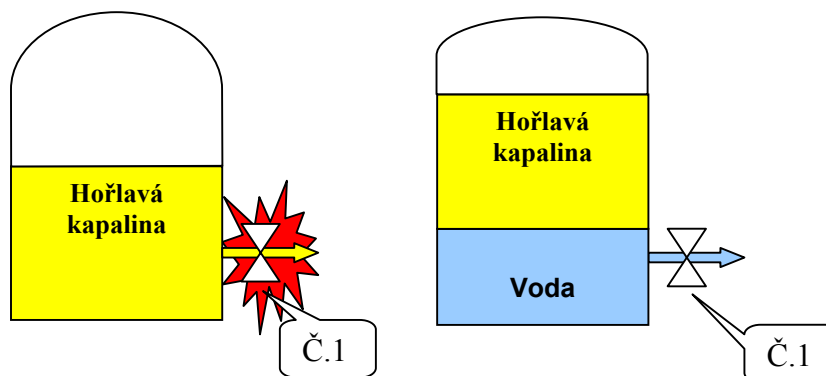
Obrázek č. 22 Potrubní most

- Vytvořit podmínky pro hašení unikající látky:
  - Zajistit možnost dobrého přístupu k místu úniku (odstranění konstrukcí bránících přístupu k zařízení apod.).
  - Dostatečně ochladit okolí a uhasit okolní ohniska hoření tak, aby nedošlo k opětovnému vznícení unikající kapaliny.
- Malé úniky lze s výhodou uhasit vhodným PHP.
- Větší úniky hasit práškem tak, že se místo úniku obkrouží zdola nahoru proudem prášku. Pokud je třeba, použijí se dva proudy z každé strany potrubí nebo armatury.
- V některých případech je předpokladem pro uhašení snížení tlaku vytékající kapaliny.

### 3.2.6.2 Očekávané zvláštnosti

- Při požárech potrubí nebo armatur umístěných nad úrovní terénu na potrubních mostech je třeba počítat s tím, že k místu úniku bude špatný přístup. Další komplikace může způsobit i opláštění potrubního mostu.
- Při požárech potrubních mostů nemusí být v úvodní fázi požáru zřejmé, jaká látka hoří a z kterého potrubí uniká. Je třeba úzce spolupracovat s pracovníky provozu.
- U potrubí velkého průměru je třeba počítat s velkým zbytkovým množstvím hořlaviny, která z potrubí do prostoru požáru vyteče i přes odstavení poškozeného úseku potrubí.
- Při požáru uzavírací armatury na vstupním nebo výstupním potrubí u zařízení, které obsahuje hořlavou kapalinu, se v některých

případech nemusí z důvodu poškození armatury podařit zastavit únik hořlaviny. Tato skutečnost se potvrdila např. při požáru uzavíracího ventilu na výstupu z nádrže s hořlavou kapalinou v podniku Chemopetrol v Litvínově. Pro zastavení úniku hořlaviny, která přitékala do prostoru hoření, byl použit způsob znázorněný na obrázku č. 23.



Obrázek č. 23 Zastavení úniku hořlavé kapaliny z nádrže při poškození uzavírací armatury

### 3.3 Praktické zkušenosti ze zásahové činnosti

#### 3.3.1 Malé zkušenosti jednotek PO s podobnými druhy zásahů

Nejvíce zkušeností s hašením OTZ mají podnikové profesionální jednotky PO, zřizované v chemických a petrochemických podnicích. Jednotky hasičských záchranných sborů krajů v podobným případech zasahují poměrně zřídka. Jedná se především o větší havárie a požáry, kdy jsou nasazeny jednotky PO z vyšších poplachových stupňů. Malá frekventovanost těchto zásahů pak může mít za následek malé zkušenosti, které se projevují na efektivitě, kvalitě a rychlosti provedení zásahu, neznalosti některých taktických zásad a v některých případech také negativně ovlivňují bezpečnost nasazených hasičů. Potvrzují to zkušenosti z některých velkých požárů, kdy na činnosti některých velitelů i hasičů bylo zřejmé, že se učí zvládat situace, před které byli v daném případě postaveni až v průběhu vlastního zásahu. Právě v této souvislosti vyvstává důležitost toho, aby se zkušenosti ze zásahové činnosti, a to jak kladné, tak i záporné, odpovídajícím způsobem zhodnotily a v nezkrácené podobě předaly všem jednotkám, s jejichž využitím se počítá pro podobné druhy zásahů.

Problematika připravenosti jednotek PO úzce souvisí se způsobem provádění odborné přípravy pro tyto druhy zásahů. Ve velké většině případů se provádí pouze teoreticky, na učebně, a její úroveň závisí na odborných znalostech a zkušenostech přednášejícího. Výrazně se projevuje absence praktického výcviku na cvičištích v podmínkách, které se alespoň částečně blíží podmínkám zásahu. Nedostatek finančních prostředků dále omezuje širší praktické použití některých hasebních látek při výcviku jednotek (pěnidla, pyrocool, prášek). Jednou z možností, jak jednotky PO

pro tyto zásahy připravit, jsou kvalitně připravená požárně taktická a prověřovací cvičení. Při nich je třeba prakticky procvičit jak činnost velitelů při řízení zásahu, tak i jednotlivé činnosti, se kterými se hasiči v těchto případech mohou setkat.

### **3.3.2 Nedostatečné znalosti o provozu a technologickém zařízení**

Je pochopitelné, že hasiči nemohou vždy do všech podrobností znát všechna nebezpečí související s mimořádnou událostí, vzniklou na technologickém zařízení. Z tohoto důvodu je ze strany velitele zásahu třeba:

- **vždy důsledně** vyžadovat přítomnost odpovědného pracovníka provozu (podniku), který je schopen poskytnout potřebné informace a jehož prostřednictvím je možné koordinovat činnost obsluhy s činností hasičů,
- **k získání informací využívat dokumentaci zdolávání požáru.**

### **3.3.3 Nedostatečná spolupráce obsluhy zařízení se zasahujícími hasiči**

S touto skutečností je třeba počítat především v počáteční fázi zásahu, kdy obsluha musí provést nezbytná opatření související s havarijním odstavením technologie, zatímco velitel zásahu vyžaduje stálý kontakt s odpovědným pracovníkem provozu, aby mohl získat co nejvíce informací a koordinovat postup obsluhy s hasebním zásahem.

Ve vypjatých situacích také na civilní zaměstnance negativně působí psychika a jejich snahou je místo mimořádné události spíše opustit než spolupracovat s hasiči.

### **3.3.4 Problémy s použitou hasební látkou**

Použití velkého množství hasebních látek při déletrvajícím zásahu vede v některých případech ke značným problémům v souvislosti s jejich následnou likvidací. Použité hasební látky postupně zaplňují záchytné a havarijní jímky a dochází k jejich roztékání do okolí. Společně s vodou se do okolí šíří i látky uniklé z technologického zařízení, což způsobuje rozšíření požáru nebo kontaminaci okolí a v závislosti na charakteru uniklé látky i případné ohrožení životního prostředí. Použitá hasební voda kontaminovaná pěnidlem i látkami uniklými z technologie může vniknout do kanalizace nebo proniknout do vodních toků. Přímé škody způsobené požárem jsou pak dále násobeny náklady na likvidaci škod při odstraňování následků druhotné ekologické havárie.

Proto musí velitel zásahu věnovat této problematice trvalou pozornost. Je třeba počítat s tím, že kapacita záchytných a havarijních jímek je konečná. Komplikacím je možné předejít například využitím těchto opatření:

- volbou hasební látky a jejím správným taktickým nasazením,
- zajištěním odčerpávání použité hasební látky,

- v některých případech je možné použitou nekontaminovanou vodu z jímek opakovaně použít na ochlazování,
- včasným vyžádáním součinnosti podniku při řešení této problematiky (využití havarijních plánů).



Obrázek č. 24 Problémy s použitou hasební látkou

Jako příklad chybného postupu hasičů je často uváděn požár, ke kterému došlo v roce 1986 v chemickém skladišti firmy SANDOZ v Basileji nacházející se na břehu řeky Rýn. Na lokalizaci a likvidaci požáru zde bylo nasazeno celkem 21 monitorů s průtokem vody  $25 \text{ m}^3/\text{min}$  po dobu 4 hodin. To představuje cca  $6\,000 \text{ m}^3$  vody, která se při průtoku požářištěm mísila s unikajícími chemickými látkami a kanalizací odtékala do Rýna. Výsledkem byla rozsáhlá ekologická katastrofa, jejíž likvidace si vyžádala větší náklady než obnovení skladu po požáru. Kritizováni byli v tomto případě hlavně zasahující hasiči. Pro objektivnost je však třeba říci, že použití pěny a prášku se při dané intenzitě hoření ukázalo jako neúčinné a jediným účinným hasebním prostředkem zůstala voda. Přítomní odborníci zvažovali i možnost nechat sklad pod kontrolou vyhořet, ale toxické zplodiny hoření se šířily směrem na obydlené části města, takže bylo od této alternativy upuštěno. Po vyhodnocení průběhu události se dospělo k názoru, že **především chyběla účinná stavební preventivní opatření**, která by omezila možnost rozšíření požáru do takových dimenzí a usnadnila jeho likvidaci (dělení na menší požární úseky), chyběly zachytné jímky, které by



zachytily unikající látky, chyběla EPS atd<sup>9</sup>). Absenci vhodných preventivních opatření byli hasiči postaveni před těžko řešitelnou situací a v podstatě byli již před vznikem požáru odsouzeni do role statistů.



Obrázek č. 25 Laguny tvořené použitou hasební látkou a produkty uniklými z technologie

### 3.3.5 Problémy s prostory, kde může dojít ke vzniku prostředí s nebezpečím výbuchu

Pozornost zasahujících hasičů bývá při likvidaci požáru zaměřena především na provádění vlastních hasebních prací a na přímá rizika, která z toho vyplývají. V podmínkách chemických provozů je třeba upozornit na nebezpečí, které nemusí být pro hasiče vždy na první pohled zřejmé, o to je však nevyzpytatelnější. V důsledku nekontrolovatelných úniků hořlavých kapalin (nebo prúsaků) do uzavřených prostor jako jsou potrubní kolektory, podzemní obslužné chodby, kanalizace, stavební objekty čerpacích stanic apod. se v nich může vytvářet výbušné prostředí. Po iniciaci pak dochází k nepředvídanému výbuchu, který kromě ohrožení osob, nacházejících se v blízkosti, může způsobit například i rozšíření požáru na další objekty

<sup>9</sup> 112 – Magazin der Feuerwehr, 1987, č. 3, str. 98 – 109

(DOMINO efekt). Proto je třeba tomuto nebezpečí věnovat odpovídající pozornost a zajistit provádění měření výbušných koncentrací všude tam, kde by mohly vzniknout.

Dalšími opatřeními mohou být například:

- bezpečné rozestavení techniky a rozmístění sil v ohrožených místech,
- zajištění intenzivního větrání nebezpečných prostor,
- položení pěny a trvalé udržování pěnové vrstvy v ohrožených prostorech (snížení odparu uniklé látky),
- vyplnění nebezpečných prostorů lehkou pěnou,
- provádění inertizace nebezpečných prostor.

### 3.3.6 Záloha sil a prostředků

Hašení požárů v podmínkách chemického průmyslu je zpravidla velmi nebezpečnou činností. Díky specifickým podmínkám rozvoje a šíření požáru nelze nikdy úplně vyloučit vznik nepředvídaných situací, při nichž dojde jednak k ohrožení zasahujících jednotek nebo k neočekávanému rozšíření či ke skokovému přenesení požáru na další objekty. Organizování přeskupení nebo přemístění již nasazených jednotek je značně složité a časově náročné. Aby na vznik těchto situací mohl velitel zásahu okamžitě zareagovat, musí si vytvořit zálohu sil a prostředků, kterou může bez zbytečné prodlevy nasadit na provedení prvořadých opatření (záchrana osob, poskytnutí pomoci ohroženým osobám, zabránění dalšímu šíření požáru apod.). Vytvořená záloha musí být odpovídajícím způsobem vybavena technikou i ochrannými prostředky.

### 3.3.7 Jištění při nebezpečných činnostech

Při provádění nebezpečných činností je vhodné pro jištění hasičů nasazených na jejich provádění vytvořit jistící skupinu s odpovídajícím vybavením, která v případě potřeby poskytne ohroženým osobám rychlou a účinnou pomoc.

### 3.3.8 Déletrvající nasazení jednotek PO a organizování jejich střídání

Při složitých déletrvajících zásazích musí velitel zásahu po určité době zajistit jejich střídání. V praxi se osvědčilo (a vzhledem k rozdílnostem ve vybavení technickými prostředky a v ovládní techniky se ukázalo jako jediné možné) střídání nasazených jednotek jako celků silami vysílajících HZS. Interval střídání bývá zpravidla stanoven v závislosti na intenzitě nasazení a fyzické a psychické zátěži u zásahu. Doba nasazení jednotek u velkých požárů (povodně, Litvínov) se pohybovala okolo 12 hodin. Při střídání musí být, vzhledem k rozdílnostem ve vybavení technickými prostředky, z mateřských jednotek vysílání hasiči kompletně vybaveni (vlastní zdroje k radiostanicím, zdroje k svítelnám apod.).

### 3.3.9 Řízení zásahu (štáb, střídání)

Při nasazení většího množství sil a prostředků nebo jinak složitým zásahu organizuje velitel zásahu v souladu s platnými předpisy štáb velitele zásahu. Jeho činnost je organizovaná běžným způsobem, důležitá je přítomnost odpovědných pracovníků a specialistů podniku a provozu. Při déletrvajících zásazích je nutné zajistit kromě střídání nasazených jednotek i střídání jednotlivých členů štábu včetně velitele zásahu. K tomu je třeba mít předem vytvořenou rezervu zkušených velitelských funkcí, které je možné k tomu využít. Střídání štábu organizuje náčelník štábu. Střídání se provádí pokud možno postupně a tak, aby se doba služby odstupujícího a nastupujícího člena štábu překrývala, aby se nový člen štábu mohl před převzetím funkce dostatečně seznámit se situací.

### 3.3.10 Řízení bojových úseků

Jedním z předpokladů kvalitního řízení zásahu při velkých požárech je obsazení funkcí velitelů bojových úseků hasiči s potřebnými znalostmi, zkušenostmi a organizačními schopnostmi. Pokud jsou takoví velitelé k dispozici, má velitel zásahu při řízení zásahu značně usnadněnou roli. Velitel bojového úseku by měl zachytit a vyřešit řadu problémů (v rámci linie stanovené velitelem zásahu) bez toho, že by se jimi musel zabývat velitel zásahu. U déletrvajících zásahů, kdy je nasazené velké množství sil a prostředků a hasiči se navzájem neznají, je vhodné, aby i velitelé bojových úseků byli označeni a byli tak na svém úseku „vidět“. Podřízení velitelé družstev pak vědí, kdo jejich úsek řídí a na koho se obracet s problémy.



Obrázek č. 26 Požár v petrochemickém podniku

### 3.3.11 Organizace zásobování hasebními látkami a PHM

S možností zásobování nasazených jednotek PHM a hasebními látkami je třeba počítat už při rozestavování techniky na místě zásahu (zachování volného průjezdu). Zásobování nasazených jednotek při déletrvajících zásazích PHM a hasebními látkami (pěnidlem) je úkolem týlu. Tuto činnost je třeba organizovat tak, aby štáb velitele zásahu měl stále spojení se skupinami, které tuto činnost zabezpečují a mohl je v případě potřeby operativně přesunovat tam, kam je potřeba.

## 4 Použitá literatura

- 1/ Zapletalová, I.: Protipožární a protivýbuchová prevence technologických procesů II, skripta VŠB Ostrava 1991
- 2/ Zapletalová - Bartlová, I.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií, Edice SPBI Spektrum, Ostrava 1998
- 3/ Damec, J.: Protivýbuchová prevence, skripta VŠB-TU Ostrava 1995
- 4/ Damec, J.: Bezpečnost technologií, skripta VŠB-TU Ostrava 1996
- 5/ Kolektiv autorů: Stabilní hasicí zařízení v PO, Sv. 61 Knižnice PO, Praha 1980
- 6/ Povzik, J.,S.: Požarnaja taktika, Vysokaja inženěrnaja požarno-techničeskaja škola, Moskva 1984
- 7/ Kimstač, I.,F.; Devlišev, P.,P.; Evtjuškin, N., M.: Požarnaja taktika, Moskva 1984
- 8/ Hanuška, Z.: Metodický návod k vypracování dokumentace zdolávání požárů, Praha 1996
- 9/ Kvarčák, M.: Požární taktika II, VŠB-TU, Ostrava 1991
- 10/ Kolektiv autorů: Taktické údaje pro velitele hasebního zásahu, Sv. č. 50 Knižnice PO, Praha 1978
- 11/ Informační minimum pro hodnocení havárií spojených s výronem inhalačně toxických zkapalněných plynů a těkavých kapalin (nebezpečných škodlivin), MŽP ČR, Praha 1994

---

### Požáry otevřených technologických zařízení v chemickém a petrochemickém průmyslu

Ing. Zdeněk Teplý

Konspekty odborné přípravy jednotek požární ochrany II

Vydalo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, roku 2001,

s přispěním státní dotace Ministerstva vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR.

Vytiskl Cicero

1. vydání

Publikace neprošla jazykovou úpravou

**ISBN: 80-86111-89-X**