

Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích

7

Nebezpečí spojená s výbuchy

Identifikace a hodnocení rizik; Navrhovaná opatření



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

Section for *Electricity*

Section for *Iron and Metal*

Section for *Machine and System Safety*

Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích

7

Nebezpečí spojená s výbuchy

Identifikace a vyhodnocení rizik;
Navrhovaná opatření



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

Section for *Electricity*

Section for *Iron and Metal*

Section for *Machine and System Safety*

Autoři: Stephanos Achillides,
Odbor inspekce práce, Kypr
Ing. Daniela Gecelovská,
Národní inšpektorát práce Košice, Slovensko
Jürgen Gehre, ISSA,
Sekce kovy, Německo

Spolupracovali: Dr. Martin Gschwind, Ake Harmanny, Ing. Klaus Kopia,
Skupina ochrana před výbuchy, ISSA, Sekce strojírenství a systémy
bezpečnosti

V České republice vydal Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., aktualizováno 2022

Úvod

Tato příručka má za cíl napomoci malým a středním podnikům při identifikaci nebezpečí výbuchů plynů par kapalin a prachových disperzí na pracovištích, při vyhodnocování souvisejících rizik a doporučit možná preventivní a bezpečnostní opatření. Příručka se věnuje pouze chemickým explozím a nezahrnuje jiné typy výbuchů, jako jsou třeba exploze vznikající následkem nestabilních reakcí, exploze výbušnin a fyzikální exploze tlakových nádob.

Příručka je rozdělena do následujících kapitol:

1. **Základní informace**
2. **Kontrolní list pro hodnocení rizik (identifikaci nebezpečí)**
3. **Hodnocení rizik**
4. **Snižování rizik – přijetí opatření**
5. **Dokumentace o protivýbuchové prevenci**

Poznámka:

Příručka posuzuje rizika výhradně z evropského hlediska a je založena

na směrnici EU pro ochranu pracovníků v práci (89/391/EHS a další směrnice). Pokud jde o národní specifiky, je nutno se řídit právní úpravou jednotlivých zemí.

Příručka se nezabývá dokumentací k hodnocení rizik.

Souhrn vydaných příruček:

- 1 Hluk
- 2 Rizika při práci na strojích a jiném výrobním zařízení
- 3 Chemická rizika
- 4 Uklouznutí a pády z výšky
- 5 Psychická zátěž
- 6 Fyzická zátěž (Ruční manipulace s břemeny: zvedání, držení, nesení, tahání a tlačení břemene)
- 7 Nebezpečí spojená s výbuchy
- 8 Rizika expozice vibracím přenášeným na ruce a tělo
- 9 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem
- 10 Hodnocení rizik

1 Základní informace

1.1 Co je výbuch?

Výbuch je prudká oxidace nebo rozkladná reakce vyznačující se vzrůstem teploty, tlaku nebo obou těchto veličin současně [ČSN EN 1127-1 z roku 2008] (poznámka: uvedená definice platí pro tzv. chemický výbuch). Podle rychlosti šíření čela tlakové vlny lze rozlišit explozivní hoření, deflagraci a detonaci. Dále v textu budeme uvažovat výbuch jako deflagraci.

Výbuch plynu, páry kapaliny nebo prachu můžeme tedy popsat jako důsledek prudkého shoření plynu/prachu ve směsi se vzduchem. Některými projevy výbuchu jsou detonace a rázová vlna, při níž mohou být demolovány stavby, rozbíjena okna apod.

Dalšími hrozivými následky výbuchu rovněž může být tepelná radiace, oblaka kouře a plameny (vyšlehnutí).

1.2 Jak může dojít k výbuchu?

Má-li k výbuchu dojít, je nutná přítomnost paliva (tj. hořlavý plyn, pára nebo prach), okysličovadlo (kyslík ve vzduchu) a iniciační zdroj (horký povrch, elektrická jiskra aj.).

Dosáhne-li koncentrace hořlavé látky ve vzduchu dolní meze výbušnosti a je-li iniciační zdroj dostatečně silný, může dojít k explozi.

1.3 Složky výbuchu

Uniká-li hořlavý plyn, hořlavá mlha či pára kapaliny anebo vniká-li do prostředí hořlavý prach, může vzniknout výbušná atmosféra. Výbušná atmosféra se vytvoří smícháním hořlavého materiálu se vzduchem (hořlavý soubor). Dosáhne-li koncentrace hořlavého souboru dolní meze výbušnosti a ne-překročí-li horní mez výbušnosti, může přítomnost aktivního iniciačního zdroje tuto směs vzplánout (samozapálit). Hoření směsi se v s až ms rozšíří do celého svého objemu, čímž vzniká výbuch.

Dolní mez výbušnosti (Lower explosion limit **LEL**) – je minimální koncentrace hořlavých plynů, par nebo prachu ve vzduchu, při které může dojít k výbuchu.

Horní mez výbušnosti (Upper explosion limit **UEL**) – je maximální koncentrace hořlavých plynů, par nebo prachu ve vzduchu, při které může nastat výbuch.

Jestliže je koncentrace nižší než spodní mez výbušnosti, nemůže k výbuchu dojít, protože je v daném objemu nedostatek hořlavé látky.

Jestliže je koncentrace vyšší než horní mez výbušnosti, je směs příliš nasycená hořlavou látkou a pro výbuch je nedostatek kyslíku.

Teplota a tlak také ovlivňují limity vznícení. Důsledkem vyšší teploty je nižší LEL a vyšší UEL, zatímco vyšší tlak zvedá obě hodnoty.

Tabulka níže ukazuje několik příkladů rozpětí mezi výbušnosti:

Látka	Nižší mez výbušnosti (LEL)	Horní mez výbušnosti (UEL)
Zemní plyn	5 %	13 %
Propan	1,5 %	9,5 %
Acetylen	2,5 %	81 %
Cukr	30 g.m ⁻³	- neurčuje se
Mouka	30 g.m ⁻³	- neurčuje se

Informace o mezích výbušnosti pro plyn nebo páru je obvykle uvedena v bezpečnostním listu.

Pro prachy UEL není určena, protože je v praxi velmi obtížné získat disperzi v koncentraci UEL do vznosu.

UEL se pro většinu prachů obvykle pohybuje od 2 000 do 6 000 g.m⁻³. Informace o LEL pro různé prachy lze najít např. na webových stránkách volně přístupné databáze GESTIS. Nezapomínejme také, že i usazený prach může vytvořit výbušný aerosol. Rozvíření prachu může nastávat při náhlém pohybu vzduchu jako např. při otevření dveří, při menším výbuchu nebo při spadu nahromaděného prachu, například z kabelové lávky, krytů stropních svítidel apod.

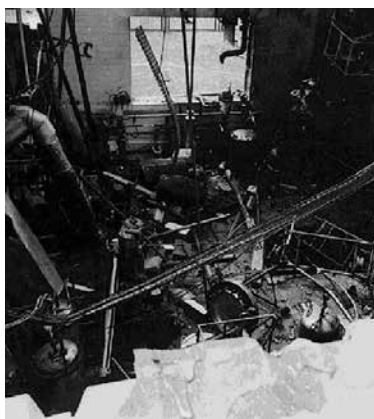
Z praxe je známo, že i méně než 1 milimetrová vrstva prachu může po svém zvíření vytvořit v uzavřeném prostoru výbušnou atmosféru.

Přestože k explozi dochází během zlomku sekundy, lze ji rozdělit na několik fází: Po iniciaci dochází k prudkému rozpínání explodující směsi, na jejímž čele vzniká rázová vlna. Následkem rozpínání směsi dochází k destrukci zařízení na menší fragmenty, které se rozlétnou ve směru od epicentra výbuchu. V závis-

losti na síle rázové vlny mohou být poškozeny nebo zcela zničeny také části okolních staveb (zdi, střechy, podlahy, okna a stropy). Žár, který při výbuchu vzniká následkem prudkého shoření hořlavé (výbušné) látky, může způsobit následné požáry nebo zahoření a další sekundární poškození staveb nebo zařízení.

Rázové vlny vzniklé při výbuchu mohou navíc vážně poškodit elektrické rozvody, plynové, vodovodní a kanalizační potrubí. Následky exploze bývají značné a dopady na lidské životy a škody na majetku jsou velmi závažné.

Velmi nebezpečné jsou též škodlivé produkty spalné/explozivní reakce a také snížení koncentrace kyslíku v blízkosti epicentra výbuchu, což může zavinit i udušení osob.



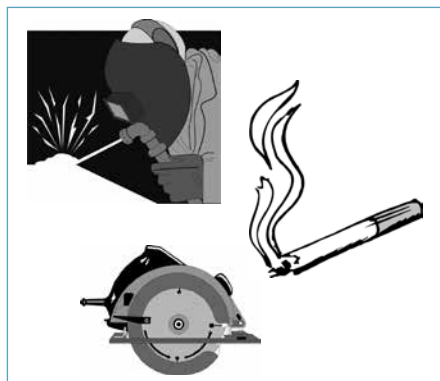
Obr. 1: Ničivé následky výbuchu

1.4 Co může zapříčinit výbuch?

V malých a středních podnicích existuje široké spektrum iniciačních zdrojů, jež mohou zavinit vznícení hořlavých materiálů nebo směsí plynu/par kapalin/prachu se vzduchem.

Typické iniciační zdroje jsou: horké povrchy, plameny a horké plyny, mechanicky vzniklé jiskry (při broušení či řezání), elektrické jiskření, statická elektřina atd.

Ostatními iniciačními zdroji mohou být blesk, elektromagnetické pole, chemické reakce, atd. Podrobnosti o možných iniciačních zdrojích naleznete v normě ČSN EN 1127-1.



Obr. 2: Příkladů iniciačních zdrojů

1.5 Evropská legislativa

Směrnice 1999/92/EC, obvykle nazývaná ATEX 137, (dále "User ATEX" – ATEX pro uživatele), je základním předpisem pro realizaci opatření, jež jsou nutná ke zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků ohrožených na pracovišti riziky souvisejícími s přítomností výbušné atmosféry.

Aby byla zajištěna preventivní ochrana proti výbuchům, musí zaměstnavatel přijmout technické anebo organizační opatření vhodné povahy (tzv. primární, sekundární a terciální protipožární a protivýbuchovou ochranu) v následujícím pořadí a v souladu s následujícími základními principy:

- zabránit vytvoření výbušné atmosféry,
- zabránit možnosti iniciace výbušné atmosféry a
- snížit škodlivé účinky výbuchu, a tak omezit ohrožení pracovníků a dalších osob.

Směrnice 94/9/ES, zkráceně nazývaná též ATEX 95, je vhodná pro specifikaci základních požadavků na zařízení a ochranné systémy používané jako ochrana v případech explozivní atmosféry.

1.6 Určení stupně nebezpečné oblasti

Podle směrnice ATEX (ATmosphere EXplosive) je místo popsáno jako nebezpečné a jeho atmosféra jako nebezpečná výbušná atmosféra tehdy, jestliže se vý-

bušná atmosféra vyskytuje v takovém množství, že vyžaduje zavedení speciálních ochranných opatření pro ochranu bezpečnosti a zdraví pracovníků.

Na takových pracovištích musí být umístěna zvláštní bezpečnostní značka. Značka EX varuje pracovníky a další osoby před nebezpečím výbuchu na určitých místech pracoviště, a to z důvodu přítomnosti hořlavých látek schopných výbuchu. Takovými látkami mohou být těžké kapaliny, páry, plyny nebo hořlavý prach.



ZnačkaEx

Výbušná atmosféra se může vytvořit v různých výrobních odvětvích, např. v chemickém průmyslu, v rafinériích, v elektrárnách, v plynárnách apod. V malých a středních podnicích se může vyskytovat na pilách a v dřevozpracujících podnicích, v automatických práškových lakovnách, v zemědělských podnicích, v potravinářském průmyslu, v čerpacích stanicích atd.

Po vytvoření výbušné atmosféry spočívá její nebezpečí v jejím celkovém objemu a v rozsahu následků, které mohou vzniknout po jejím vznícení.

Obecně však platí, že výbuch způsobuje velkou škodu, a proto je existence výbušné atmosféry velice nebezpečná.

Podle uvedených principů by mělo být na pracovišti provedeno hodnocení rizik možného výbuchu. Nebezpečná místa je nutno určit a klasifikovat do zón podle toho, jak často a na jak dlouho se zde výbušná atmosféra vyskytuje.

Například:

Zóna 0

Prostor, ve kterém je výbušná plynná atmosféra, tvořená směsí hořlavých látek ve formě plynu, par nebo mlhy se vzdu-

chem, přítomna trvale nebo po dlouhá časová období nebo často.

Zóna 1

Prostor, ve kterém je příležitostný vznik výbušné plynné atmosféry, tvořené směsí hořlavých látek ve formě plynu, par nebo mlhy se vzduchem, pravděpodobný za normálního provozu.

Zóna 2

Prostor, ve kterém není vznik výbušné plynné atmosféry, tvořené směsí hořlavých látek ve formě plynu, par nebo mlhy se vzduchem, pravděpodobný za normálního provozu, avšak pokud tato atmosféra vznikne, bude přetrvávat pouze po krátké časové období.

Zóna 20

Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra, tvořená oblakem hořlavého prachu rozvířeného ve vzduchu, přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často.

Zóna 21

Prostor, ve kterém může výbušná atmosféra, tvořená oblakem hořlavého prachu rozvířeného ve vzduchu, vznikat příležitostně v normálním provozu.

Zóna 22

Prostor, ve kterém není pravděpodobný vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem hořlavého prachu rozvířeného ve vzduchu za normálního provozu, a pokud vznikne, je přítomna pouze po krátké časové období.

Jako standard pro určení oblasti a klasifikace pro hořlavé páry slouží norma ČSN EN 60079-10. Tato norma určuje množství hořlavých par, které se mohou dostat do ovzduší, druh větrání a číslo zóny.

Různé zdroje se pokoušely určit časový limit pro tyto zóny, avšak žádný nebyl oficiálně přijat. Uvádíme proto nejčastěji používané hodnoty:

- Zóna 0: Explosivní atmosféra se vyskytuje po více než 10 % provozní doby podniku nebo 1 000 hodin za rok.
- Zóna 1: Explosivní atmosféra se vyskytuje více než 0,1 % provozního času podniku anebo 10 hodin za rok,

ale méně než 10 % provozní doby, nebo 1 000 hodin za rok.

- Zóna 2: Explosivní atmosféra se sice vyskytuje méně než 0,1 % provozního času nebo 10 hodin za rok, ale přesto je stále nutno kontrolovat iniciační zdroje.

Počet hodin za rok užíváme tehdy, když je podnik v provozu celoročně.

Pro kvantifikaci podle zón jsou nevhodnější uvedené hodnoty, avšak pro větší počet případů je vyhovující čistě kvalitativní přístup.

Rozdělení nebezpečných pracovišť do jednotlivých zón může být též využito pro zjištění potřeby ochranných prostředků/systémů a jejich druhů.

2 Kontrolní list pro hodnocení rizik (identifikaci nebezpečí)

Nebezpečí představuje vlastnost určité věci anebo procesu, která může za určitých okolností způsobit zranění člověka nebo jinou škodu (např. chemikálie, elektřina, práce na žebříku, jáma, výkop, kotoučová pila atd.).

Riziko je veličina charakterizovaná jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nebezpečné události a závažnosti zranění nebo škody, které mohou být způsobeny.

Při vyhodnocení rizika musíme také zvažovat pravděpodobnost vzniku výbušné atmosféry, její iniciace a rozsah možných následků včetně těch, které způsobí následný požár.

Hodnocení rizik může být provedeno za využití kontrolního listu (checklist), který pomůže indentifikovat nebezpečí výbuchu na pracovišti a následně – po vyhodnocení rizik – lze navrhnout vhodná preventivní a ochranná opatření.

Nebezpečí výbuchu	Opatření	Poznámka
<p>Obecně</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jsou přítomny hořlavé látky (plyny, páry, prach)? • Je možné, aby se vytvořila výbušná směs – jejich dostatečné množství ve vzduchu? (odhadněte zdroje a množství výbušné atmosféry) • Může dojít k vytvoření výbušné atmosféry? 	<p>Opatření proti vzniku výbušné atmosféry</p> <ul style="list-style-type: none"> • Náhrada hořlavých látek nehořlavými či méně hořlavými látkami • Omezení množství materiálu, jenž je umístěn na pracovišti s vzhledem k postupu výroby • Uklid pracoviště denně po skončení práce či na konci směny a uložení zbytku nebezpečných látek na bezpečné místo, kde je zamezen jejich přístup do ovzduší. • Prevence nebo omezení možnosti vzniku výbušné atmosféry interním stanovením limitu množství hořlavin, přičemž omezíme <ul style="list-style-type: none"> - koncentraci v ovzduší; případně použijeme - inertizaci (zpevnění povrchu hořlavých látek) • Prevence nebo omezení možnosti vzniku výbušné atmosféry v nejbližším okolí pomocí <ul style="list-style-type: none"> - uzavřeného systému • Ventilací systémy; <ul style="list-style-type: none"> - pro plyny: větrání, odsávání (přirozené nebo nucené) - pro prach: opatření k omezení usazování • Monitorování koncentrace plynů • Opatření vedoucí k prevenci či snížení možnosti iniciace výbušné atmosféry • Vyhodnocení pravděpodobnosti a délky výskytu výbušné atmosféry (rozdělení do zón) • Podle rozdělení do zón vybereme elektrická a neelektrická zařízení a další prvky, jež jsou v souladu s kategoriemi zařízení na daném pracovišti • Systémy a technická opatření pro: <ul style="list-style-type: none"> - zadržení výbuchu (výbuchu odolné konstrukce pracoviště) - poliačení výbuchu - odlehčení výbuchu - zabránění přenosu výbuchu - kombinace výše uvedených opatření • jiné _____ 	
<p>Iničiační zdroje</p> <ul style="list-style-type: none"> • jiné _____ 	<p>Zabraňte nebezpečí iniciace výbušné atmosféry</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Existují na pracovišti iniciační zdroje? <p>Nebezpečí vznícení mohou způsobit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • plameny nebo horké plyny (např. kouření, oheň, otevřený plamen, svařování a řezání) • mechanicky vzniklé jiskry (např. během broušení a opracování kovů) • elektrické systémy (např. vypínače, relé) • horké povrchy (např. sušák, bojler, horké vedení, broušení a obrábění) • statická elektřina (pocházející např. z broušení, pneumatických dopravníků, proudících tekutin) • jiné _____ 	<ul style="list-style-type: none"> - Zamezte na pracovišti vzniku situací, kdy by mohlo dojít ke vznícení výbušné směsi - Minimalizujte možnost aktivace iniciačních zdrojů (např. zákaz kouření, manipulace s plamenem apod.) • Mechanicky vzniklé jiskry mohou být odstraňovány vodní clonou apod. umístěnou v místě jejich vzniku anebo eliminovány výběrem nejvhodnějších kombinací materiálů • Vyberte vhodné elektrické zařízení (ATEX 95). • Monitorujte a omezujte teplotu horkých povrchů • Dosáhněte bezpečného snížení napětí použitím vodivých materiálů a uzemněním • jiné _____ 	<p>Preventivní údržba</p> <p>Práce, při nichž může dojít v místech s nebezpečím k výbuchu (např. broušení, řezání plamenem, svařování)</p> <ul style="list-style-type: none"> • jiné _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • Snižte množství hořlavých látek a odstraňte nahromaděný prach • Udržujte pracoviště v čistotě pravidelným úklidem s využitím správných čisticích postupů, prostředků a materiálů • Udržujte elektrická a mechanická zařízení podle pokynů výrobce • jiné _____

3 Hodnocení rizik

Podle indexu pravděpodobnosti a indexu závažnosti následků je možno určit index rizika a podle něj vybrat

vhodná preventivní a ochranná opatření – viz matice k hodnocení rizik.

		Index závažnosti následků			
		Menší drobná pora- nění)	Významný (lehčí úrazy)	Závažný (vážná zranění nebo smrt)	Katastrofální (vyšší počet usmrčených osob)
Index pravděpodobnosti	Vysoký (výskyt na pracovišti alespoň 1x za rok během celé doby existence pracoviště)	4	5	6	7
	Střední (výskyt několikrát během celé doby existence pracoviště)	3	4	5	6
	Nízký (výskyt možný, avšak během celé doby existence pracoviště ojedinělý)	2	3	4	5
	Velmi nízký (výskyt buď nemožný, anebo zcela výjimečný)	1	2	3	4

Poznámka: Uvedený způsob hodnocení rizik předpokládá dvacetiletou životnost daného pracoviště. Podle zjištěných

hodnot, viz horní tabulka, je třeba podniknout určitá opatření, a to v následujícím časovém úseku – viz tabulka dole:

Index rizika	Podniknutá opatření a časový rámec
1 – 2 (přijatelné riziko)	Nejsou nutná žádná nová opatření. Jsou-li v praxi prováděna již zavedená opatření, vyhodnocujeme průběžně přínosy a náklady a provádíme průběžné kontroly.
3 – 4 (podmínečně přijatelné riziko)	Během striktně stanovené doby musí být přijata opatření, která sníží riziko na přijatelnou úroveň.
5 – 7 (nepřijatelné riziko)	Je nutno přerušit práci, dokud nebude existující riziko výrazně sníženo. Je nutno okamžitě přijmout opatření pro snížení rizika vykonávaných pracovních operací. Jestliže se nepodaří snížit riziko na přijatelnou úroveň, zůstává v platnosti zákaz činnosti.

4 Snížování rizik – přijetí opatření

4.1 | Úvod

Jestliže vyhodnocení rizik ukázalo, že na pracovišti existuje riziko výbuchu, musí být vypracována a uskutečněna opatření, která povedou:

- k eliminaci rizika, nebo
- k jeho snížení na přijatelnou úroveň.

Přijatá opatření mohou být **preventivní** nebo **ochranná** nebo jejich kombinace. Opatření dále rozdělujeme na **technická** a **organizační**.

Důležité:

Jestliže tato preventivní nebo ochranná opatření není možno na pracovišti realizovat, protože v malém či středním podniku není k dispozici personál pro jejich zavedení, musí zaměstnavatel zajistit externí službu nebo odborné pracovníky.

4.2 | Preventivní opatření

Cílem preventivních opatření je pokud možno vyloučit riziko výbuchu tím, že se zamezí vzniku výbušné atmosféry, anebo jsou potlačeny možnosti iniciace (popř. jsou iniciační zdroje izolovány).

Taková preventivní opatření zahrnují:

4.2.1 Odstranění nebo snížení množství hořlavých látek

Podle požadavků legislativy k BOZP má být toto opatření zavedeno prioritně. V mnoha případech však není možno z fyzikálních, chemických či technologických důvodů hořlavé látky nahradit nehořlavými. V takovém případě je na pracovišti nutné alespoň omezit množství hořlavé látky schopné výbuchu na minimální úroveň. Hořlavé látky skladujeme ve vhodných ohnivzdorných nádobách, správně označené a mimo působení možných iniciačních zdrojů.

Nesmějí být skladovány společně s látkami, které by mohly při vzájemném styku způsobit výbuch nebo se vznítit.

4.2.2 Udržet koncentraci hořlavých látek ve směsi se vzduchem pod dolní mezí výbušnosti

Vytvoření výbušné atmosféry v pracovním ovzduší (tj. netýká se vnitřku provozních zařízení) je třeba zabránit. Výrobní a pracovní zařízení je třeba konstruovat tak, aby byly vyloučeny úniky hořlavých plynů, par a aerosolů do ovzduší. Zavedená opatření by měla zaručit, že za běžných provozních podmínek by nemělo docházet k žádným únikům hořlavých látek. Významným prvkem prevence je proto pravidelná údržba a revize zařízení. Jestliže nemůže být zcela zamezeno únikům hořlavých látek, musí být vhodným

způsobem zajištěno, že v ovzduší nebude koncentrace hořlavé látky překračovat dolní mez výbušnosti. Vhodná je dostatečná výměna vzduchu, ventilace, odsávání, čištění aj.

Pro plyny a páry lze využít:

- Přírozenou ventilaci (tj. výměnu vzduchu bez použití technických prostředků)
- Mechanickou ventilaci (tj. nucenou výměnu vzduchu za použití vhodných technických prostředků)

V případě prachu je nejúčinnějším opatřením zabránit, aby unikal ze zařízení.

Pakliže nelze vznik hořlavého prachu vyloučit, je nutné jej v místě vzniku alespoň zachytávat. Velice důležité je rovněž správný úklid (prováděný za mokra nebo po navlhčení), zaměřený na odstraňování usazeného prachu (snižuje možnost zvíření a vzniku výbušného aerosolu).

I v případě efektivního ventilačního systému a správného úklidu vždy existuje určité riziko, jež je třeba pravidelně hodnotit a snižovat dalšími opatřeními.



Obr. 3: Nevhodný a vhodný způsob odstranění hořlavého prachu

4.2.3 Monitoring velikosti prachových částic v ovzduší

Podstatný vliv na výbušnost prachů (aerosolů) má velikost částic, které je tvoří. Čím jsou částice menší, tím více se snižuje teplota jejich vznícení, a tak se může stát, že i látka, která je v kompaktním stavu za normálních podmínek nehořlavá, ve formě prachu velice dobře hoří a vybuchuje.

Pro většinu hořlavých materiálů platí, že aerosol tvořený částicemi většími jak 150 μm lze iniciovat pouze při velmi vysokých koncentracích (cca nad 500 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a aerosol tvořený částicemi většími než 0,5 mm (500 μm) lze iniciovat již jen velmi obtížně. Tyto znalosti jsou velice důležité při nastavování parametrů výrobních procesů, kdy je možné vhodnými opatřeními regulovat velikost vznikajících částic.

4.2.4 Eliminace/kontrola možných iniciačních zdrojů

V malých a středních podnicích se můžeme běžně setkávat s celou řadou možných iniciačních zdrojů, např. svařování, broušení, kouření, horké povrchy, elektrické jiskry, elektrický oblouk, elektrostatický náboj, jiskry vznikající mechanickým třením, otevřený plamen exotermické chemické reakce atd.

Uvedeným možným příčinám vznícení, jež jsou nejčastěji způsobeny poruchou na výrobním zařízení nebo jeho špatným používáním (příp. zneužitím), můžeme zabránit:

- řádným uzemněním strojů, zařízení a objektů,

- eliminací materiálů či součástí s nízkou vodivostí,
- snížením velikostí nevodivých povrchů,
- pro dopravu sypkých hmot a jejich skladování použitím pouze zařízení vyrobených z materiálů, kde nevzniká statický náboj (tj. nepoužíváme zařízení s elektricky izolující vnitřní vrstvou a zařízení řádně uzemníme),
- výběrem nízkoobrátkových mechanických zařízení (eliminace nabíjení),
- výběrem elektrického a mechanického zařízení



podle požadavků směrnice ATEX 95. Zařízení musí být určeno pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.

4.2.5 Detekce výbušné atmosféry

Pro včasné varování při vzniku výbušné atmosféry používáme vhodné detekční systémy. Takové systémy spustí poplach, dosáhne-li koncentrace hořlavých látek ve vzduchu 10 % LEL. Řídící prvky napojené na detekční systém pak automaticky zastaví zařízení, které není odolné proti výbuchu, spustí ventilaci apod.

4.3 | Organizační opatření

Efektivita preventivních opatření může být posílena, jsou-li kombinována s organizačními opatřeními.

Organizační opatření musejí být v souladu s ostatními změnami tak, aby bylo zajištěno bezpečné pracovní prostředí, kde mohou pracovníci vykonávat práci bez ohrožení své bezpečnosti a zdraví, nebo aby osoby přítomné při pracovním procesu nebyly nějakým způsobem ohroženy.

Možné iniciační zdroje, jako jsou kouření, svařování či broušení, můžeme eliminovat vhodným organizačním opatřením, např. vydáním zákazu kouření, stanovením bezpečných pracovních postupů, definováním příkazů a zákazů k pracovním činnostem, vydáváním písemných příkazů k provedení rizikových prací, provedením školení a výcviku zaměstnanců a prováděním průběžné kontroly.

Vhodná organizační opatření zahrnují:



Obr. 4: Příklady organizačních opatření

4.3.1 Vydání písemných instrukcí

Písemné provozní instrukce by měly obsahovat pravidla nařízená pracovníkům zaměstnavatelem. Měly by též obsahovat seznamy veškerých mobilních zařízení, jež jsou používána na konkrétním pracovišti s nebezpečím výbuchu, včetně seznamu osobních ochranných pracovních prostředků, které je nutné na tomto pracovišti (při výkonu pracovních činností) používat.

4.3.2 Provádění školení a výcviku

Zaměstnavatel musí zajistit pracovníkům nebo osobám, které se mohou vyskytovat na pracovišti s nebezpečím výbuchu školení, ve kterém je seznámí s riziky, s přijatými preventivními a ochrannými opatřeními a s požadavky na bezpečný výkon práce. Toto školení musí být provedeno před zahájením práce (před vstupem na pracoviště) a musí být opakováno při každé změně pracovních postupů, je-li instalováno nové zařízení nebo dojde-li k jeho výměně a jsou-li zavedeny nové technologické postupy apod. Při školení je nutno pracovníkům vysvětlit, za jakých okolností vzniká na pracovišti nebezpečí výbuchu, na jakých místech pracoviště se pravděpodobně může vyskytnout výbušná atmosféra, osvětlit jim přijatá opatření a ukázat správné pracovní postupy včetně údržby pracovního zařízení a provádění úklidu. Každý, kdo může vstupovat do nebezpečných zón nebo se vyskytuje v jejich blízkosti, musí být poučen o bezpečném provádění prací a o chování v případě havárie. Zaměstnavatel musí též informovat třetí osoby, např. návštěvníky podniku, subdodavatele apod., o nebezpečí výbuchu na daných pracovištích, pakliže se mohou vyskytovat v jejich blízkosti.

4.3.3 Vydávání písemných příkazů k provedení práce

Práce, které mohou způsobit výbuch nebo ty, jež jsou vykonávány blízko nebezpečné zóny, je třeba vykonávat na základě písemného příkazu vydaného k provedení práce. Tento příkaz, podepsaný odpovědnou osobou, musí zahrnovat nejméně následující údaje:

- Pracoviště (jeho umístění), kde bude daná činnost prováděna.
- Bezpečný pracovní postup pro provádění dané činnosti a časový úsek určený pro její provedení.
- Jména a počet pracovníků, kteří budou práci vykonávat.
- Povolené pracovní zařízení, vybavení, nářadí a pomůcky, které lze pro danou činnost použít.
- Informace o nebezpečích a jejich zdrojích.
- Seznam předběžných preventivních opatření a potvrzení odpovědného pracovníka, že tato opatření byla před výkonem práce realizována.
- Potřebné osobní ochranné pracovní prostředky schválené pro danou činnost.
- Potvrzení, že byli určení pracovníci vhodným způsobem poučeni a že poučení porozuměli.

Například před zahájením montážních prací v rizikové zóně je nutné vydat písemný příkaz k provedení práce. Zkušenosti ukázaly, že vysoké riziko je spojeno s údržbou a servisními pracemi, kdy na dané pracoviště často vstupují pracovníci externích firem, kteří nejsou dostatečně seznámeni s existujícími riziky.

Proto je nutné, aby vždy, a to před, během i po skončení prací byla provedena veškerá požadovaná ochranná opatření.

4.3.4 Kontrola

Před zahájením prvních prací na pracovišti, kde může vznikat výbušná atmosféra, je nutné, aby pověřená osoba provedla kontrolu zajištění BOZP. Kontrolu je třeba provést, dochází-li ke změnám, jež mají dopad na úroveň bezpečnosti, a též po skončení prací na tomto pracovišti.

4.3.5 Dohled

Na pracovišti, kde může vznikat výbušná atmosféra, musí být zajištěn vhodný dohled, a to jak odpovědných pracovníků (např. mistr, vedoucí pracoviště), tak i pracovníků zde pracujících (tzv. sebekontrola).

4.3.6 Bezpečnostní značení

U vstupů na pracoviště, kde se může vyskytnout nebezpečí výbuchu, musí být umístěny bezpečnostní značky.

4.4 Ochranná opatření

4.4.1 Ochranná opatření proti výbuchu

Jestliže není možno eliminovat možnost výbuchu na přijatelnou úroveň, je nutno přijmout další opatření. Ta sice nedokáží předcházet nebezpečí výbuchu, avšak pomáhají minimalizovat jeho následky nebo snižovat škody v případě, že k explozi dojde.

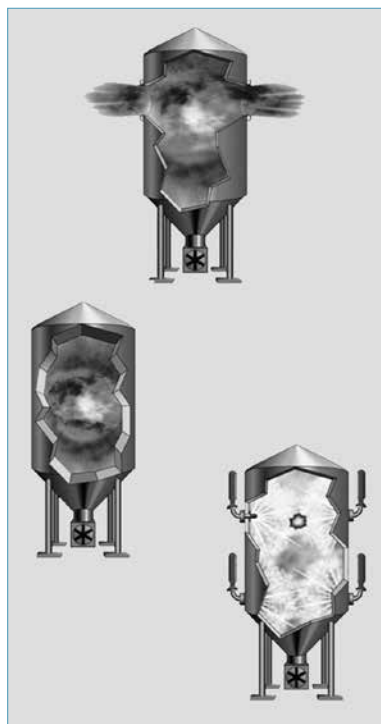
Následky výbuchu lze zmírnit konstrukčními ochrannými opatřeními, které slouží k:

- zadržení výbuchu (výbuchu odolné konstrukce)
- potlačení výbuchu
- odlehčení výbuchu
- zabránění přenosu výbuchu

Uvedená opatření lze vzájemně kombinovat, avšak vždy musí být dodrženy požadavky Směrnice ATEX 95.

4.4.2 Zadržení výbuchu

Toto ochranné opatření spočívá v konstrukci budov a zařízení, které jsou schopny odolat případnému výbuchu bez poškození.



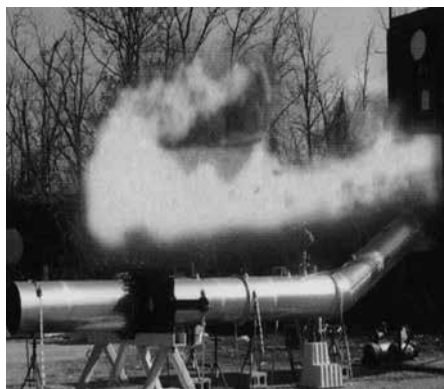
Obr. 5: Zadržení výbuchu (vlevo), odlehčení výbuchu (nahore) a potlačení výbuchu (dole vpravo) pomocí vhodné konstrukce zařízení

Zařízení odolné proti výbuchu je schopné odolat předpokládanému přetlaku vzniklému při výbuchu bez stálé deformace. Jejich konstrukce tedy musí být dostatečně masivní, popř. pružná, aby nedošlo k jejichmu poškození.

Zařízení odolná proti nárazu (rázové vlně) jsou konstruována tak, že vydrží náraz během výbuchu vzniklého uvnitř, avšak mohou zůstat zdeformována. Po každém výbuchu musejí být všechny části zařízení, v němž k výbuchu došlo, zkontrolovány a prověřeny, zda nedošlo k jejich trvalé deformaci či narušení a teprve poté mohou být znovu uvedeny do provozu.

4.4.3 Odlehčení výbuchu

Odlehčení výbuchu se provádí prostřednictvím systémů, které uvolní výbuchový tlak a plamen mimo zařízení. Odfuky musejí však být směřovány tam, kde nemůže dojít ke vzniku následné škody. Zařízeními pro odlehčení výbuchu jsou např. přetlakové ventily či odlehčovací membrány.



Obr. 6: Vypouštění přetlaku z výbuchu

Všeobecně platí, že tento druh ochrany nemůže být použit, jestliže by vypuštěné složky byly nebezpečné, jedovaté, způsobující korozi atd.

4.4.4 Potlačení výbuchu

K potlačení výbuchu se používají systémy, jež v případě výbuchu dokáží zabránit vzniku nadměrně vysokého tlaku uvnitř zařízení. Skládají se z části detekční, vyhodnocovací (řídící) a akční. V případě výbuchu detekční prvky zaznamenají nárůst tlaku uvnitř zařízení a vyšlou signál do vyhodnocovací jednotky, která následně aktivuje rychlootvácí ventil, který z tlakové lahve uvolní (přes rozprašovače) hasební látku. Tím dojde ve zlomku vteřiny k potlačení výbuchu.

4.4.5 Zabránění přenosu výbuchu

Výbuch v jedné části zařízení se může velice rychle a snadno rozšířit i do jiných částí, kde může způsobit další exploze. Kromě samotného přenosu plamene a plyných produktů výbuchu, může díky turbulentnímu šíření uvnitř zařízení narůstat i tlak na čele vzniklé rázové vlny.

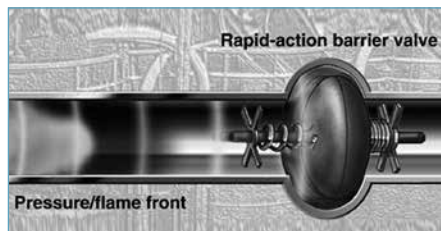


Obr. 7: Rychlouzavírací plovákový ventil

Přetlak zde může být mnohem vyšší než maximální tlak způsobený vlastním výbuchem a může zničit nechráněné části potrubí nebo zařízení, a dokonce i ty části, jež mají zvýšenou odolnost proti výbuchu. Proto je důležité tato zařízení oddělit izolačními prvky.

Ochranné systémy pro zabránění přenosu výbuchu mohou být například:

- rychlouzavírací plovákové ventily (zabraňují přenosu plamene a tlaku při výbuchu);
- zhášecí trysky a HRD bariéry (vstříkují hasební látku a tím inertizují atmosféru uvnitř zařízení);
- vysokotlaké protiproudy (působí proti toku šířícího se plamene a izolují ho);



Obr. 8: Protivýbušná izolace s rychle reagujícím tlumičem

- zpětné výbuchové klapky (mechanicky uzavírají potrubí, čímž zabraňují přenosu plamene i tlaku);
- protiexplozní komíny (výbuch šířící se v trase usměrní do bezpečnostní zóny) atd.

5 Dokumentace o protivýbuchové prevenci

Směrnice ATEX ukládá zaměstnavatelům zpracovat dokument o protivýbuchové prevenci. Tento dokument by měl být připraven pro každý proces nebo zařízení a měl by být při změnách aktualizován. Tento dokument zahrnuje většinu informací, jež byly uvedeny v předchozích kapitolách.

Například:

- vyhodnocení rizik a návrh bezpečnostních opatření pro snížení rizik,
- rozdělení pracovních prostor na zóny (viz kap. 1.6),
- způsoby provádění údržby a školení zaměstnanců,
- způsoby koordinace řízení bezpečnosti na daném pracovišti.

Užitečné odkazy a kontakty

Na webové stránce českého Focal Pointu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci v rubrice Právní předpisy naleznete přehled právních předpisů ČR a směrnic a nařízení v EU www.ceskyfocalpoint.cz.

Ministerstvo práce a sociálních věcí
www.mpsv.cz

Státní úřad inspekce práce a oblastní inspektoráty práce
www.suip.cz

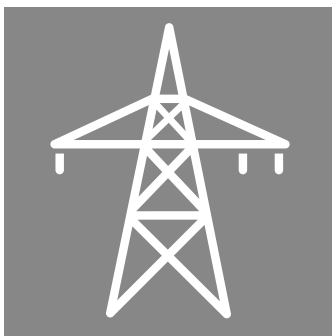
Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
www.vubp.cz, www.bozpinfo.cz

Na příručce spolupracovaly následující mezinárodní sekce ISSA, u kterých lze získat případně další informace:



ISSA Section for
Iron and Metal

c/o Allgemeine
Unfallversicherungsanstalt
Office for International
Relations
Adalbert-Stifter-Strasse 65
1200 Vienna · Austria



ISSA Section for
Electricity

c/o Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln · Germany



ISSA Section for
Machine and System Safety

Dynamostrasse 7–11
68165 Mannheim · Germany

www.issa.int