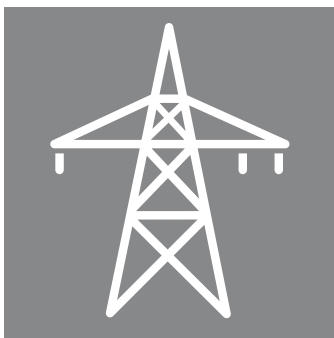


Na publikaci spolupracovaly následující mezinárodní sekce ISSA, u kterých lze získat případně další informace:



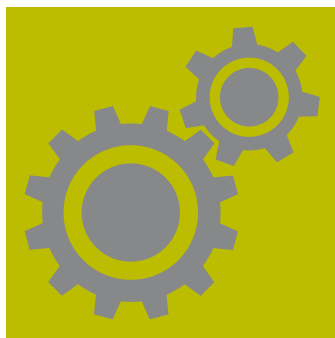
**ISSA Section for
Iron and Metal**

c/o Allgemeine
Unfallversicherungsanstalt
Office for International
Relations
Adalbert-Stifter-Strasse 65
1200 Vienna · Austria
Fon: +43 (0) 1-33 111-558
Fax: +43 (0) 1-33 111-469
E-Mail: issa-metal@auva.at



**ISSA Section for
Electricity**

c/o Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln · Germany
Fon: +49 (0) 221 - 3778 - 6007
Fax: +49 (0) 221 - 3778 - 196007
E-Mail: electricity@bgetem.de



**ISSA Section for
Machine and System Safety**

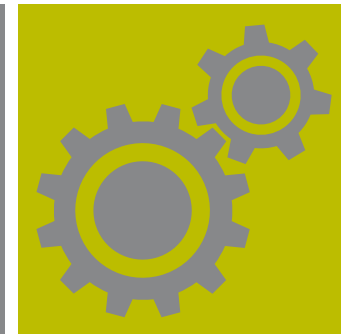
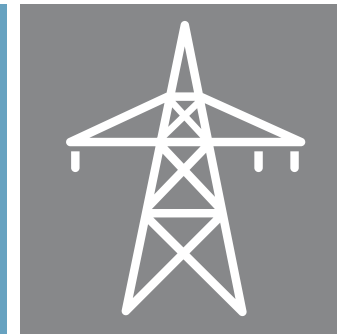
Dynamostrasse 7-11
68165 Mannheim · Germany
Fon: +49 (0) 621-4456-2213
Fax: +49 (0) 621-4456-2190
E-Mail: info@ivss.org

Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích

7

NEBEZPEČÍ SPOJENÁ S VÝBUCHY

Identifikace a hodnocení rizik; Navrhovaná opatření



www.issa.int

Klikněte na n “Prevention Sections” pod “Quick Links”

ISBN 978-80-86973-75-3



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 hodnocení rizik;
Navrhovaná opatření



Úvod

Tato brožura má za cíl napomoci malým a středním podnikům při identifikaci nebezpečí výbuchů plynů a prachů na pracovištích, při vyhodnocování souvisejících rizik a doporučit možná preventivní a bezpečnostní opatření. Tato brožura 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.

Brožura 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:

Tato brožura 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.

Brožura se nezabývá dokumentací k hodnocení rizik, neboť dokumentační postupy jsou v členských státech výrazně odlišné.

Další témata v této řadě brožur, která jsou již vydána, nebo se na nich pracuje:

- Hluk
- Chemická rizika
- Ohrožení zdraví elektrickým proudem
- Rizika expozice vibracím přenášených na ruce a tělo
- Rizika při práci na strojích a jiném výrobním zařízení
- Fyzická zátěž
- Psychická zátěž
- Uklouznutí a pády z výšky

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

Vydáno: Verlag Technik & Information e.K.,
Wohlfahrtstraße 153, 44799 Bochum, Německo

Telefon +49(0)234-94349-0, Fax +49(0)234-94349-21

Vytištěno v České republice, 2011

ISBN 978-80-86973-75-3

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] (poznámka: uvedená definice platí pro tzv. chemický výbuch).

Výbuch plynu nebo prachu můžeme tedy popsat jako důsledek prudkého

shoření plynu/prachu ve směsi se vzduchem. Některými projevy výbuchu jsou hlasitá 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 (vyšlenutí).

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 anebo vniká-li do prostředí hořlavý prach, může vzniknout výbušná atmosféra. Výbušná atmosféra se vytvoří smícháním hořlavého materiálu se vzduchem za atmosférických podmínek. Dosáhne-li koncentrace hořlavé látky ve směsi dolní meze výbušnosti a nepřekročí-li horní mez výbušnosti, může přítomnost aktivního iniciačního zdroje tuto směs vznítit. Hoření směsi se v okamžiku 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:

Vznětlivé substance	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	-
Mouka	30 g.m-3	-

Informace o mezích výbušnosti pro plyn nebo páru je obvykle uvedena v bezpečnostním listu, který výrobce nebo dovozce přikládá k výrobkům obsahujícím látky schopné výbuchu, nebo v jiných informačních materiálech.

Pro prachy UEL není v podstatě určena, protože je v praxi velmi obtížné kontrolovat výbušnou směs omezením koncentrace.

UEL se pro většinu prachů obvykle pohybuje od 2000 do 6000 g.m-3. Informace o LEL pro různé prachy lze najít např. na webových stránkách GESTIS. Nezapomínejme také, že i usazený prach může vytvořit aerosol schopného výbuchu. Zvíření prachu může nastávat při náhlém pohybu vzduchu 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 uvnitř nádrží dochází k jejich destrukci na menší fragmenty, které se rozlétnou ve směru od epicentra výbuchu. V závislosti na síle přetlaku 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 zavinít i udušení osob. (Poznámka: nebezpečným jevem je také podtlak, který vzniká při velmi silných explozích, při nichž dochází ke vzniku ohňové koule, jež stoupá rychle vzhůru a nasává za sebou vzduch.)



Obrázek 1: Ničivé následky výbuchu

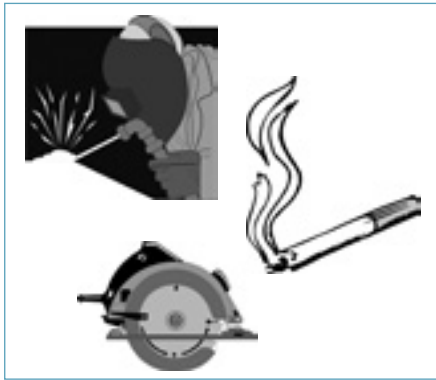
1.4 Co může zapříčinit výbuch?

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



Obrázek 2: Příklady 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 v následujícím pořadí a v souladu s následujícími základními principy:

- zabránit vytvoření výbušné atmosféry; jestliže to povaha činnosti nedovoluje, pak je nutné učinit následující bod,
- 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 těkavé 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 1000 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 1000 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 indetifikovat nebezpečí výbuchu na pracovišti a následně – po vyhodnocení rizik – lze navrhnout vhodná preventivní a ochranná opatření.

Nebezpečí výbuchu	Opatření	Poznámka
<p>Obecné</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>Jsou zavedena opatření bránící vzniku výbušné atmosféry? (viz např. opatření uvedená vpravo)</p> <p>Jsou zavedena opatření snižující následky výbuchů? (viz např. opatření uvedená vpravo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • jiné _____ 	<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 vzhledem k postupu výroby • Uklid pracoviště denně po skončení práce či na konci směny a uložení zbytků 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 - ventilační systémy; • pro plyny: větrání, odsávání (přírozené 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>Iniciační zdroje</p> <ul style="list-style-type: none"> • jiné _____ 	<p>Zabraňte nebezpečí iniciace výbušné atmosféry</p>	

<ul style="list-style-type: none"> - Zamezte na pracovišti vzniku situací, kdy by mohlo dojít ke vznici vybušné 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 _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • Snižte množství hořlavých látek a odstraňte nahromaděný prach • Udržujte pracoviště v čistotě pravidelným úklidem s využitím správných čistících postupů, prostředků a materiálů • Udržujte elektrická a mechanická zařízení podle pokynů výrobce • jiné _____
<ul style="list-style-type: none"> • Existují na pracovišti iniciační zdroje? • Nebezpečí vznícení mohou způsobit: <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 _____ 	<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 _____

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 pravděpodobnosti	Index závažnosti následků			
	Menší drobná pora- nění)	Významný (lehčí úrazy)	Závažný (vážná zranění nebo smrt)	Katastrofální (vyšší počet usmrcených osob)
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 vyjímečný)	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 neúčinnějším opatřením zabránit, aby unikl ze zařízení.

Pakliže nelze vznik hořlavého prachu vyloučit, je nutné jej v místě vzniku alespoň zachytávat. Velice důležitý 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.



Obrázek 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:



Obrázek 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 Kontola

Před zahájením prvních prací na pracovišti, kde může vzniknout 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.

4.4 | 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

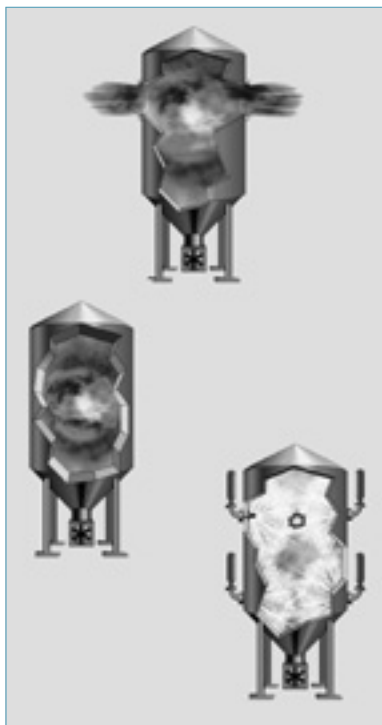
Toto ochranné opatření spočívá v konstrukci budov a zařízení, které jsou schopny odolat případnému výbuchu bez poškození.

4.3.5 Dohled

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

4.3.6 Bezpečnostní značení

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



Obrázek 5: Zadržení výbuchu (vlevo), odlehčení výbuchu (nahorě) 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 jejímu 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.



Obrázek 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 znamenají 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 turbulenčnímu šíření uvnitř zařízení narůstat i tlak na čele vzniklé rázové vlny.

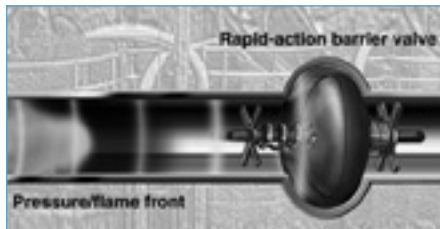


Obrázek 7: Rychlootvácí plovákový ventil

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);
- zhašecí trysky a HRD bariéry (vstříkují hasební látku a tím inertizují atmosféru uvnitř zařízení);
- vysokotlaké protiproudý (působí proti toku šířícího se plamene a izolují ho);



Obrázek 8:
Protivýbušná izolace s rychlereagujícím 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.

Právní předpisy vztahující se k dané problematice

Na webové stránce českého Focal Pointu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci v rubrice Právní předpisy <http://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/legislation> naleznete přehled právních předpisů ČR a směrnic a nařízení v EU.

Evropské právní předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví dále nabízí stránka <http://osha.europa.eu/cs/legislation/index.stm>.

Užitečné kontakty:

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

Portál BOZPinfo

www.bozpinfo.cz

Další národní informační zdroje a příručky:

Problematika nebezpečí výbuchu v návaznosti na požadavky a výběr elektroinstalace a ochranných systémů

http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_06_1105.pdf

Příručka protivýbuchové ochrany staveb

http://www.makovicka.cz/publikace/2008_pvoch_cz.pdf

Příručka ke směrnici ATEX

http://www.unmz.cz/sborniky_th/sb2006/atex_Master.pdf

Kontaktní osoby pro ČR:

RNDr. Mgr. Petr Skřehot

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i.

Jeruzalémská 9

116 52 Praha 1

e-mail: skrehot@vubp-praha.cz