

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Učební texty k semináři

Autoři:

Ing. Martin Kulich (VVUÚ, a. s., Ostrava - Radvanice)

Ing. Martin Keltoš (Státní úřad inspekce práce)

Datum:

6. 5. 2011

Centrum pro rozvoj výzkumu pokročilých řídicích a senzorických technologií CZ.1.07/2.3.00/09.0031

TENTO STUDIJNÍ MATERIÁL JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM
FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY

OBSAH

Obsah.....	1
1. Obecný úvod do problematiky protiexplozní bezpečnosti	3
1.1. Základní legislativní rámec	3
1.2. Teorie vzniku výbuchu	4
1.2.1. Plyny a páry hořlavých kapalin	5
1.2.2. Hořlavé prachy.....	6
1.2.3. Rozsah výbušnosti a její ovlivnění	6
1.2.4. Iniciační zdroje	6
1.3. Základní dělení, označování a charakteristika prostorů s nebezpečím výbuchu.....	10
2. Požárně technické charakteristiky, jejich význam a aplikace v analýze rizik	12
3. Příklady typických průmyslových odvětví a technologií	15
4. Elektrické instalace v prostorách s nebezpečím výbuchu.....	17
4.1. Základní rozdělení dle skupin a kategorií elektrických zařízení.....	17
4.1.1. Kategorie skupiny zařízení I.....	17
4.1.2. Kategorie skupiny zařízení II.....	18
4.2. Skupiny výbušnosti plynů a par	19
4.3. Teplotní třídy	21
4.4. Značení elektrických zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu.....	21
4.5. Požadavky na výrobky určené pro použití v jednotlivých zónách	25
4.5.1. Zóna 0.....	25
4.5.2. Zóna 1.....	25
4.5.3. Zóna 2.....	26

4.5.4.	Zóna: 20.....	26
4.5.5.	Zóna 21.....	27
4.5.6.	Zóna 22.....	27
4.6.	Problematika revizí jiskrově bezpečných obvodů.....	27
4.6.1.	Typy revizí.....	27
4.6.2.	Revize a preventivní údržba elektrických instalací v nebezpečných prostorech (jiných než důlních)	28
4.7.	Kontrolní činnost v oblasti elektrických zařízení.....	31
5.	Základní způsoby a filosofie protiexplozní ochrany technologií	34
5.1.	Primární ochrana	34
5.2.	Sekundární ochrana	35
5.3.	Pasivní konstrukční protivýbuchová ochrana	35
5.3.1.	Konstrukce odolné výbuchovému tlaku	36
5.3.2.	Technologie odlehčení výbuchu.....	36
5.3.3.	Automatické potlačení výbuchu.....	36
5.3.4.	Zabránění přenosu výbuchu.....	36
6.	Závěr	38
	Seznam použité literatury	39
	Přílohy.....	40

1. OBECNÝ ÚVOD DO PROBLEMATIKY PROTIEXPLOZNÍ BEZPEČNOSTI

1.1. Základní legislativní rámec

Zákony:

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 251/2005 Sb., o inspekci práce, ve znění pozdějších předpisů.

Prováděcí předpisy:

Nařízení vlády č. 406/2004 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu.

Nařízení vlády č. 11/2001 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, vč. Nařízení vlády č. 405/2004 Sb.

Nařízení vlády č. 23/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.

Technické normy:

ČSN EN 1127 – 1 – Výbušná prostředí – prevence a ochrana proti výbuchu – Část 1: Základní koncepce a metodika.

ČSN EN 60079 – XX – základní kodex norem upravující podmínky pro klasifikaci prostor, požadavky na konstrukci, vzhled a provedení zařízení nasazených do prostor s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par hořlavých kapalin.

ČSN EN 61241 – XX - základní kodex norem upravující podmínky pro klasifikaci prostor, požadavky na konstrukci, vzhled a provedení zařízení nasazených do prostor s nebezpečím výbuchu tvořených hořlavým prachem.

Pro jednotlivá průmyslová odvětví a specifická zařízení, která se vyskytují v prostorech s rizikem přítomnosti nebezpečné výbušné atmosféry existují

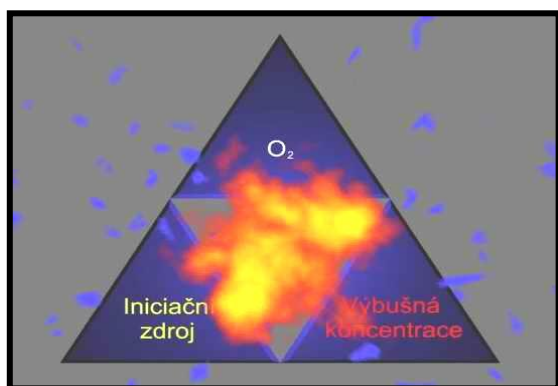
ucelené soubory norem, ve kterých jsou definovány požadavky na jejich návrh, hodnocení a nutné vybavení bezpečnostními prvky (lakovací kabiny, akumulátorovny, sklady hořlavých kapalin, atd.).

V neposlední řadě je nutné rovněž naplnit požadavky stanovené v návodech a pokynech výrobců zařízení, přístrojů do prostorů s nebezpečím výbuchu plynů, par hořlavých kapalin a hořlavým prachem, bezpečnostních listů používaných látek a předpisů zaměstnavatele.

1.2. Teorie vzniku výbuchu

Výbuch především pro své tlakové účinky způsobuje celou řadu nežádoucích jevů, jako je boření stavebních konstrukcí, porušuje hranice mezi požárními úseky, demoluje technologie, zařízení, stroje a vše, co je v jeho dosahu. Jelikož průběh výbuchu se odehrává v řádech milisekund, není reálný únik osob z ohrožených prostor a bohužel tak dochází ke ztrátám na lidských životech či těžkému poškození zdraví personálu a jiných osob vyskytujících se v danou dobu v zasaženém prostoru.

Hořlavá látka sama o sobě není představitelem možného rizika. **Aby v určitém prostoru mohlo dojít k výbuchu, musí být v tomto prostoru prokázána přítomnost tří základních faktorů**, jak je znázorněno na obrázku č. 1.1.



Obrázek 1.1 Výbuchový trojúhelník

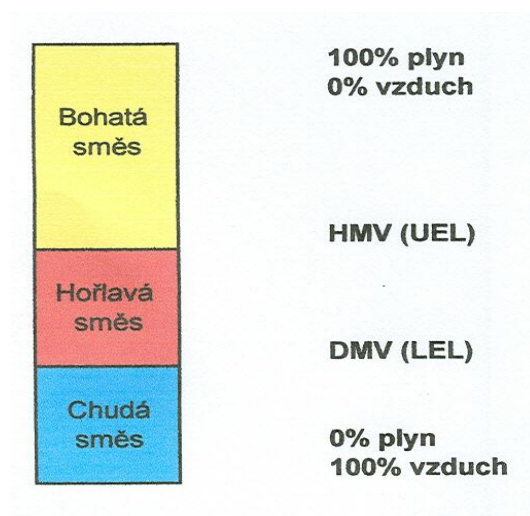
- **výbušná látka v dostatečné koncentraci a stupni disperze v daném prostoru,**
- **dostatečné množství oxidačního prostředku,**
- **iniciační zdroj o dostatečné energii.**

Hořlavou (výbušnou) látkou může být hořlavý plyn, pára nebo mlha hořlavé kapaliny, rozvířený hořlavý prach nebo kombinace těchto látek, označovaná jako hybridní směs.

Výbuch lze definovat jako prudkou oxidační reakci výbušné směsi šířící se v celém objemu směsi a vyznačující se nárůstem teploty a tlaku.

1.2.1. *Plyny a páry hořlavých kapalin*

Obecně platí, že hořlavé a vznětlivé látky mohou v dostatečné koncentraci s okysličovadlem vytvářet výbušnou atmosféru, není-li zkouškami prokázán opak. Z hlediska výbušnosti jsou důležitými faktory zejména dostatečná koncentrace hořlavé látky v prostoru, stupeň rozptýlení hořlavých látek v prostoru a její promísení s oxidačním prvkem. Pásmo výbušnosti (obrázek č. 1.2) je pro každou látku specifické a je omezeno z hlediska koncentrace horní meze výbušnosti (dále jen HMV, také Upper Explosion Limit) a spodní meze výbušnosti (dále DMV, také Low Explosion Limit). Uvnitř tohoto pásma tvoří hořlavá látka s oxidačním prvkem hořlavou (výbušnou) směs. Z hlediska teploty hořlavé kapaliny pásmo výbušnosti vymezují Horní bod výbušnosti UEP a Dolní bod výbušnosti LEP.



Obrázek č. 1.2 – Koncentrační meze výbušnosti plynů a par

Pod DMV je ve směsi nedostatek hořlavé (výbušné) složky a přebytek oxidačního prostředku a nad HMV je ve směsi nadbytek hořlavé (výbušné) složky, čímž je vytěsněn oxidační prostředek pod minimální hranici.

Minimální hranicí je Limitní koncentrace kyslíku LOC. Dostatečné (limitní) množství oxidačního prostředku je k dispozici téměř vždy, a to kyslík obsažený ve vzduchu, který se vyskytuje ve většině výrobních i nevýrobních prostorách. Limitní hodnoty jsou závislé na druhu hořlavé látky (případně na dalších

aspektech jako je například proces inertizace – vytěsnění přirozené atmosféry a její nahrazení nehořlavým plynem, stupeň vlhkosti dané látky, atd.).

1.2.2. Hořlavé prachy

Prachové částice (rozmělněné pevné látky, částice $\leq 0,5$ mm) se mohou vyskytovat ve dvou stavech – usazený prach (aerogel) a rozvířený prach (aerosol). Prach může snadno přejít z jednoho stavu do druhého. Podle druhu látky může prach v usazeném stavu hořet plamenem, žhnout, nebo doutnat.

Hořlavý prach ve vznosu je schopen prudké oxidační reakce, která má charakter výbuchu. Za určitých podmínek může přejít až v detonaci. U většiny hořlavých prachů může v uzavřených prostorech o běžné výšce stropní konstrukce (do cca 3 m) vzniknout prostředí s nebezpečím výbuchu již rozvířením souvislé vrstvy usazeného prachu o tloušťce 1 mm.

Nebezpečná koncentrace se určuje na základě dolní meze výbušnosti daného prachu LEL. Horní mez výbušnosti se při posuzování nebezpečnosti neuvažuje z důvodu nerovnoměrné koncentrace v oblaku prachu a možnosti změny koncentrace sedimentací nebo naopak rozvířením usazeného prachu (je nutno vždy uvažovat usazený prach).

1.2.3. Rozsah výbušnosti a její ovlivnění

Při stanovení prostředí s nebezpečím výbuchu mají velký význam meze výbušnosti, které však nejsou neměnnou charakteristikou a v reálných pracovních podmínkách jsou ovlivňovány mnoha vlivy. S těmito vlivy, mezi něž patří velikost iniciační energie, hodnota teploty a tlaku výbušného souboru v okamžiku iniciace, vlhkost, atd., je proto nutné při posuzování nebezpečí možnosti vzniku výbuchu uvažovat.

1.2.4. Iniciační zdroje

Z obrázku č. 1 je patrné, že k výbuchu může dojít za předpokladu splnění 3 základních předpokladů. V drtivé většině běžných průmyslových provozů a zařízení nemůžeme zanedbat možnost přítomnosti dostatečně účinného iniciačního zdroje. Základní typy možných iniciačních zdrojů definuje ČSN EN 1127-1 následovně:

- horké povrchy,
- plameny a horké plyny,
- mechanické jiskry,
- elektrická zařízení,
- vyrovnávací proudy a katodické protikorozi ochrany,
- statická elektřina,
- úder blesku,
- vysokofrekvenční elektromagnetické pole v rozsahu frekvence 10 kHz až 300 GHz,
- elektromagnetické záření v rozsahu frekvencí 300 GHz až 300 THz,
- ionizující záření,
- ultrazvuk,
- adiabatická komprese, rázové vlny a proudící plyny,
- chemické reakce.

Vyloučení iniciačního zdroje je v mnoha případech velmi problematické, protože i při dostatečných opatřeních na chráněném zařízení (zařízení funguje bez jakýchkoli elektrických instalací a je pečlivě izolováno a vodivě propojeno pro zabránění výbojů statické elektřiny), nemůžeme vyloučit výskyt ostatních iniciačních zdrojů (mechanické jiskry, horký povrch, výboj statické elektřiny z nevhodných pracovních oděvů, použití nevhodného elektro zařízení při údržbě a opravách, apod.).

Při posuzování rizika musí být vždy porovnána iniciační schopnost (účinnost) zdroje iniciace s iniciačními vlastnostmi hořlavé látky (zápalné charakteristiky – např. minimální iniciační energie, minimální teplota vznícení). Je nutné dále stanovit pravděpodobnost výskytu účinných zdrojů iniciace v prostoru s výskytem výbušné směsi.

Zdroje iniciace lze podle odhadu pravděpodobnosti výskytu klasifikovat jako:

- vyskytující se trvale nebo často – odpovídá výskytu při běžných provozních podmínkách,
- vyskytující se zřídka – odpovídá výskytu při selhání,
- vyskytující se velmi zřídka – odpovídá výskytu při ojedinělých (výjimečných) selháních.

Následuje stručná charakteristika jednotlivých základních zdrojů iniciace.

Horké povrchy

Iniciace je možná při kontaktu výbušné atmosféry s horkým povrchem, příp. může dojít k iniciaci po vznícení vrstvy sedimentovaného prachu na horkém povrchu. Účinnost závisí na druhu a koncentraci hořlavé látky a rovněž roste se zvyšující se teplotou a plochou horkého povrchu. Proudění výbušné směsi kolem horkého povrchu má naopak za následek potřebu vyšší povrchové teploty pro iniciaci. Kromě běžných horkých povrchů částí technologií a výhřevných soustav je nutné rovněž uvažovat s např. nedostatečně mazanými pohyblivými částmi strojů.

Plameny a horké plyny

Plameny, jeden z neúčinnějších zdrojů iniciace, jsou spojené se spalovacími reakcemi. Horké plyny vznikají jako produkty těchto reakcí. Plamen se snadno šíří do propojených částí technologie nebo do okolních prostor zařízení.

Mechanicky vznikající jiskry

Při nárazu, tření nebo abrazivních procesech dochází k oddělování pevných částic o zvýšené teplotě, vlivem oxidačních procesů (např. u částic železa, oceli) je dosahována ještě vyšší teplota. Jiskry také často vznikají po vniknutí cizích materiálů do zařízení.

Elektrické jiskry

U elektrických zařízení mohou být zdrojem iniciace elektrické jiskry a horké povrchy. Elektrické jiskry vznikají především při zapínání a vypínání elektrických obvodů, při uvolnění spojů. Použití velmi nízkého napětí nelze brát jako ochranné opatření před výbuchem.

Rozptylové elektrické proudy

Pokud jsou části systému schopné vést rozptylové proudy provozně rozpojovány, spojovány nebo přemostčovány, mohou elektrické jiskry nebo oblouky působit jako iniciační zdroj.

Statická elektřina

Iniciovat může výboj nabitých izolovaných vodivých částí. Nabité části z nevodivých materiálů (většina plastů) mohou vyvolat trsový výboj, který je velmi účinný u výbušných atmosfér plynů a par, ale i u prachovzduchových směsí s nízkou hodnotou minimální iniciační energie. U sypkého materiálu v usazeném stavu i ve vznosu mohou vznikat kuželové výboje.

Úder blesku

Úderem blesku do výbušné atmosféry dojde vždy k jejímu vznícení.

Vysokofrekvenční elektromagnetické vlny

Elektromagnetické vlny jsou vyzařovány všemi systémy, které generují a používají vysokofrekvenční elektrickou energii. Všechny vodivé části umístěné v poli vyzařování plní funkci přijímací antény. Při dostatečné síle pole a velikosti přijímací antény mohou vodivé části iniciovat výbušnou atmosféru.

Elektromagnetické vlny 300 GHz až 300 THz. Vyzařování v tomto optickém spektru, zvláště pokud je soustředěno, může být zdrojem iniciace. Sluneční světlo nebo záření intenzivních světelných zdrojů může být při jeho soustředění absorbováno částicemi prachu ve vznosu, které se mohou následně stát zdrojem iniciace.

Ionizující záření

Rentgenové záření nebo záření u radioaktivních látek se může v důsledku absorbování energie částicemi prachu stát iniciačním zdrojem.

Ultrazvuk

Při použití ultrazvukových vln je značná část měničem vyzařované energie absorbována pevnými nebo kapalnými látkami, v důsledku čehož dochází k ohřevu těchto látek a v extrémních případech k iniciaci.

Adiabatická komprese a rázové vlny

V případě adiabatické komprese a rázových vln mohou vznikat velmi vysoké teploty, čímž může dojít k iniciaci výbušné atmosféry i usazeného prachu. Nárůst teploty závisí především na tlakovém poměru.

Exotermické reakce včetně samovznícení prachů

Podmínkou možnosti iniciace je produkce tepla převyšující tepelné ztráty v okolí. Většina chemických reakcí je exotermické, vysokých teplot je dosahováno v závislosti na několika faktorech – např. okolní teplotě a době trvání.

1.3. Základní dělení, označování a charakteristika prostorů s nebezpečím výbuchu

Na základě provedené analýzy rizik a následném vyhodnocení a zohlednění všech dostupných a známých informací musí být jednotlivé prostory zařazeny a klasifikovány zejména z pohledu pravděpodobnosti výskytu a doby trvání přítomnosti nebezpečné výbušné atmosféry na prostory s nebezpečím výbuchu (prostory, ve kterých se může výbušná atmosféra vyskytnout v takovém množství, že jsou zapotřebí bezpečnostní opatření) a na prostory bez nebezpečí výbuchu, (prostory, ve kterých se výskyt výbušné atmosféry v nebezpečném množství nepředpokládá). Prostory s nebezpečím výbuchu se dle pravděpodobnosti výskytu a délky přítomnosti výbušné atmosféry zařazují do zón, které jsou uvedeny například v NV č. 406/2004 Sb. - příloha č. 1.

- a) Pro výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry, nebo mlhy jsou to zóny 0, 1, a 2, jejichž charakteristika je obsažena v tabulce 1.1.
- b) Pro výbušné atmosféry tvořené oblakem hořlavého prachu ve vzduchu se stanovují zóny 20, 21 a 22, jejichž charakteristika je obsažena v tabulce 1.2.

Tabulka 1.1: Zóny pro prostory s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par

Zóna	Charakter prostoru
0	Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často .
1	Prostor, ve kterém je občasný vznik výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy pravděpodobný .
2	Prostor, ve kterém vznik výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy není pravděpodobný, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze výjimečně a pouze po krátký časový úsek .

Tabulka 1.2: Zóny pro prostory s nebezpečím výbuchu hořlavých prachů.

Zóna	Charakter prostoru
20	Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často .
21	Prostor, ve kterém je občasný vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu pravděpodobný .
22	Prostor, ve kterém vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu není pravděpodobný, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze výjimečně a pouze po krátký časový úsek .

2. POŽÁRNĚ TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY, JEJICH VÝZNAM A APLIKACE V ANALÝZE RIZIK

Všechny hořlavé látky jsou definovány požárně technickými charakteristikami (dále jen PTCH). Komplexní rozbor požárně technických charakteristik popisuje chování hořlavé látky, a je nezbytný pro provedení analýzy rizik, ve vztahu k nebezpečí požáru či výbuchu jakéhokoli procesu, ve kterém se daná látka vyskytuje. Důsledná znalost PTCH je rovněž nezbytná pro návrh řešení a instalaci vhodných zařízení do daných prostor (elektrických i neelektrických) a rovněž návrh vhodných bezpečnostních opatření pro zajištění bezpečnosti technologií a výrobních procesů. Metodiky pro stanovení jednotlivých typů požárně technických charakteristik jsou upraveny kodexem zkušebních norem, podle kterých musí dané zkoušky probíhat za účelem validity dosažených výsledků. Základní typy rozboru PTCH, včetně uvedení příslušných zkušebních předpisů a stručného popisu dosaženého výsledku, jsou uvedeny v následující tabulce 2.1.

Tabulka 2.1: Základní typy rozboru PTCH hořlavých prachů

Název zkoušky	Metodika/norma	Využití
Sítová analýza - stanovení střední velikosti zrna	ČSN EN 933-1	Získání hodnoty střední velikosti zrna /granulometrie materiálu/
Stanovení obsahu vlhkosti, popele, prchavé hořlaviny a fixního uhlíku	ČSN ISO 562, ČSN 441377, ČSN ISO 1171	Základní chemický rozbor – Charakteristika vzorku z hlediska možného výbuchu
Elementární analýza H, C, N, S - subdodávka		Zjištění obsahu jednotlivých prvků, využití mj. při výpočtu výhřevnosti

Teplota vzplanutí, vznícení, případně žhnutí usazeného prachu	ČSN EN 50281-2-1	Stanovení konkrétní teploty vznícení /udává možnost vznícení od horkých povrchů/
Teplota vznícení rozvířeného prachu	ČSN EN 50281-2-1	Stanovení konk. teploty, která udává možnost vznícení od horkých těles
Spodní mez výbušnosti	ČSN EN 14034-3	Stanoví min. koncentraci, při které je testovaný materiál již výbušný
Výhřevnost	ČSN ISO 1928	Palivářský údaj – využití v energetice
Hustota: sypná hmotnost	ČSN ISO 567, ČSN ISO 1013, ČSN 44 1324	Skladování materiálů
Setřesný objem	ČSN EN 1237	Simuluje podmínky uložení materiálů v delším časovém úseku
Max. výbuchový tlak, rychlost nárůstu tlaku a ind. perioda, K_{St}	ČSN EN 14034-1 ČSN EN 14034-2	Stanoví max. hodnoty dosažené při výbuchu, tj. tlak, brilanci a umožní zařadit prach do tříd výbušnosti, z hlediska jeho nebezpečnosti
Limitní obsah kyslíku	ČSN EN 14034-4	Stanoví min. % kyslíku, při kterém daný prach již neexploduje. Vhodný parametr při návrhu

		inertizace provozu
Minimální iniciační energie	ČSN IEC 1241-2-3	Stanoví min. hodnotu energie, která je potřebná k iniciaci výbuchu, příp. zahoření
Rychlost šíření požáru po vrstvě usazeného prachu	PP.03.03.11	Stanoví hodnotu rychlosti šíření požáru
Náchylnost k samovznícení metodou Olpinského Náchylnost k samovznícení adiabatickou metodou	ČSN 44 13 97	Obě metody stanoví schopnost materiálů se samovzněcovat, jsou vhodné pro uhelné prachy
Náchylnost k samovznícení izotermickou metodou	Předpis RID/ADR	Stanoví kritickou výšku skládky, v jaké výšce se může materiál bezpečně skladovat a odhadne indukční dobu jeho případného vznícení
Samoohřev - zatřídění látky podle přepravních podmínek RID/ADR	Předpis RID/ADR	Zatřídí látku do skupiny samozápalných látek

3. PŘÍKLADY TYPICKÝCH PRŮMYSLOVÝCH ODVĚTVÍ A TECHNOLOGIÍ

V této kapitole je uveden základní přehled typických průmyslových odvětví a technologií (případně jejich částí), ve kterých se můžeme setkat s přítomností nebezpečné výbušné atmosféry. Co se týče průmyslových odvětví, jedná se zejména o následující:

- ✓ Energetický průmysl
- ✓ Farmaceutický průmysl
- ✓ Chemický průmysl
- ✓ Potravinářský průmysl
- ✓ Dřezpracující průmysl
- ✓ Úpravárenský průmysl

Obecně, veškeré typy průmyslových odvětví, ve kterých se můžeme setkat s přítomností hořlavých látek v průběhu výrobního procesu, nebo jeho jednotlivých částí.

Pokud se zaměříme na konkrétní technologie a jejich části, jsou to pak například následující:

Typ zařízení: Aspirační zařízení (filtrační jednotky, cyklóny, odlučovače).

Funkční princip: Separace nejjemnějších prachových částic z důvodu snížení prašnosti na pracovišti.

Nebezpečí: Vysoká koncentrace jemných prachových částic ve vnitřním prostoru aspiračních zařízení, jejich víření v důsledku velkého průtoku odsávané vzdušiny. Možnost výskytu nebezpečné výbušné atmosféry ve vnitřním prostoru aspiračních zařízení při překročení SMV odsávaného materiálu.

Typ zařízení: Vzduchotechnické dopravní systémy.

Funkční princip: Přeprava co největšího množství sypkých hmot za pomoci co nejmenšího množství použité dopravní vzdušiny (ekonomické hledisko).

Nebezpečí: Vysoká koncentrace jemných prachových částic ve vnitřním prostoru vzduchotechnických dopravních systémů, jejich víření v důsledku průtoku odsávané vzdušiny. Možnost výskytu nebezpečné výbušné atmosféry ve vnitřním prostoru vzduchotechnických dopravních potrubí při překročení SMV odsávaného materiálu.

Typ zařízení: Rafinační kolony (lihovary, petrochemické procesy).

Funkční princip: Výroba líhu, petrochemických produktů (krakování ropy, destilace, atd.). Průběh chemických reakcí za zvýšeného tlaku a teplot, odpařování a následná kondenzace par během výrobního procesu.

Nebezpečí: V jistých částech výrobního procesu může být přítomno množství par hořlavých kapalin v koncentračních mezích výbušnosti.

Typ zařízení: Lakovací kabiny.

Funkční princip: Povrchová úprava materiálů a výrobků pomocí nanášení barev (zpravidla hořlavé látky).

Nebezpečí: Výskyt nátěrové hmoty (zpravidla hořlavé látky) v koncentračních mezích výbušnosti rozptýlené ve vzduchu (práškové lakovny – nebezpečí spojeno s hořlavým prachem, organické tekuté nátěrové hmoty – aerosol a páry hořlavých kapalin při následném vysychání čerstvě nalakovaných výrobků).

Výše jsou uvedeny typické příklady technologií a zařízení, ve kterých je potřeba zabývat se problematikou nebezpečí výbuchu. S řešením této problematiky se můžeme setkat napříč průmyslovými odvětvími a technologiemi.

4. ELEKTRICKÉ INSTALACE V PROSTORÁCH S NEBEZPEČÍM VÝBUCHU

4.1. Základní rozdělení dle skupin a kategorií elektrických zařízení

Podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/9/ES (ATEX) a ČSN EN 60079-0 ed. 3 jsou rozlišeny dvě základní skupiny zařízení:

Skupina zařízení I - zahrnuje zařízení určená pro použití v podzemních částech dolů, a také v těch částech instalací na povrchu těchto dolů, které mohou být ohroženy důlním plynem a/nebo hořlavým prachem.

Skupina zařízení II - zahrnuje zařízení určená pro použití v ostatních místech, která mohou být ohrožena výbušnou atmosférou.

Skupiny zařízení se dále dělí do jednotlivých **kategorií**. Pro skupinu zařízení I závisí zařazení do kategorie mimo jiné na tom, zda je zařízení v případě vzniku výbušné atmosféry vypínáno. Pro skupinu zařízení II závisí zařazení do příslušné kategorie na tom, ve které zóně má být zařízení používáno.

4.1.1. *Kategorie skupiny zařízení I*

Kategorie M1

Zajišťují velmi vysokou úroveň ochrany. U těchto zařízení se vyžaduje, aby zůstala funkční i při vzniku výbušné atmosféry. Vyznačují se takovými prostředky ochrany před výbuchem, že:

- a) v případě poruchy jednoho z použitých prostředků je zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti alespoň jedním dalším nezávislým prostředkem ochrany nebo
- b) v případě vzniku dvou vzájemně nezávislých poruch je zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti.

Kategorie M2

Zajišťují vysokou úroveň ochrany. U těchto zařízení se předpokládá, že budou v případě vzniku výbušné atmosféry vypnuta. Ochranná opatření pro výrobky této kategorie zajišťují dostatečnou úroveň ochrany při normálním provozu a navíc i v případě těžkých provozních podmínek vznikajících zejména hrubým zacházením a změnami okolního prostředí.

4.1.2. Kategorie skupiny zařízení II

Kategorie 1

Zařízení kategorie 1 jsou vhodná pro použití v prostorech, ve kterých je vznik výbušné atmosféry, tvořené směsí vzduchu s hořlavými plyny, parami nebo mlhami nebo prachovzduchovou směsí, velmi pravděpodobný a výbušná směs je přítomna trvale, po dlouhou dobu nebo často. Jsou vyžadována dvě nezávislá konstrukční ochranná opatření. Jsou určena pro použití do zóny 0 a 20, mohou však být použita i v zónách 1, 2 (příp. 21, 22).

Kategorie 2

Jsou určena pro použití v prostorech, ve kterých je vznik výbušné atmosféry vytvořené směsí vzduchu s hořlavými plyny, parami, mlhami nebo prachovzduchovou směsí pravděpodobný. Bezpečnost musí být zajištěna i při často se vyskytujících poruchách zařízení. Jsou určena pro použití v zónách 1 a 21, mohou být použita také v zónách 2 a 22.

Kategorie 3

Jsou určena pro použití v prostorech, ve kterých vzniká výbušná atmosféra pouze zřídka a po krátké časové období. Tato zařízení zajišťují potřebný stupeň bezpečnosti při normálním provozu. Jejich použití je možné pouze v zóně 2 a 22.

Podle druhu výbušné atmosféry se zařízení jednotlivých kategorií označují písmenem:

G ... pro výbušné směsi plynu, par, nebo mlh se vzduchem

D ... pro výbušné směsi prachu se vzduchem

Tabulka 4.1: Přehled skupin a kategorií zařízení

Skupina	Kategorie	Zóna	Hořlavé látky	Přítomnost výbušné atmosféry	Úroveň ochrany
I – doly	M1	-	metan, prach	Trvalá	velmi vysoká
	M2	-	metan, prach	Nebezpečí přítomnosti	vysoká
II – povrch	1	0 (plyn) 20 (prach)	plyn, páry mlhy, prach	Trvalá nebo častá přítomnost v dlouhodobých intervalech	velmi vysoká
	2	1 (plyn) 21 (prach)	plyn, páry mlhy, prach	Pravděpodobnost vzniku	vysoká
	3	2 (plyn) 22 (prach)	plyn, páry mlhy, prach	Nepravděpodobnost vzniku, možná přítomnost po velmi krátkou dobu	standardní

4.2. Skupiny výbušnosti plynů a par

Plyny a páry se dělí do jednotlivých skupin výbušnosti podle parametru MESG (tzv. Maximální experimentální bezpečná spára). Hodnota MESG má přímý vliv na konstrukci systémů pro zabránění přenosu výbuchu plynů a par.

Tabulka 4.2: Přehled skupin výbušnosti plynů a par s příklady

Oblast použití	Skupina	Příklad
Důlní aplikace	I	metan
Chemický průmysl (povrchové aplikace)	IIA (méně)	propan
	IIB	etylén
	IIC	vodík, acetylén

Tabulka 4.3: Přehled teplotních tříd plynů

Třída	Teplota povrchu
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

Tabulka 4.4: Příklady plynů jednotlivých skupin a teplotních tříd

Výbušné skupiny	Teplotní třídy					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Max. teplota povrchové plochy	450 °C	300 °C	200 °C	135 °C	100 °C	85 °C
I	Metan					
IIA	Aceton Čpavek Benzen Propan,	Octan amylnatý n – Butan n- Butanol	Benzín Nafta Topné oleje n - Hexan	Acetalde hyd		
IIB	Svítiplýn	Etylén Etylén oxid	Hydroge n sířičitan	Etyléter		
IIC	Vodík	acetylén				Disulfid uhličíý

4.3. Teplotní třídy

Plyny jsou rozděleny do šesti tříd s přihlédnutím k jejich teplotám vznícení. Aby bylo zapálení vyloučeno, musí být maximální vyskytující se teplota povrchové plochy zařízení nižší, než zápalná teplota hořlavin nebo směsí.

4.4. Značení elektrických zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu

Příklad označení:

CE 1026 **Ex** II 2G E Ex tD de IIC T4 T80°C FTZÚ 04 ATEX 0054

Legenda:

CE 1026 – Označení shody s evropskou legislativou a identifikační číslo notifikovaného ústavu. Označení CE je používáno výrobcem jako prohlášení, že má za to, že daný výrobek byl vyrobený ve shodě se všemi ustanoveními a požadavky směrnice 94/9/ES, které se na něj vztahují, a že byl podroben odpovídajícím postupům posuzování shody.



Specifické označení ochrany proti výbuchu

II ...

Skupina zařízení

2...

Kategorie zařízení (vhodné pro použití do zóny 1)

G ...

Označení výbušné atmosféry, pro kterou je zařízení určeno (pro výbušné atmosféry tvořené směsí plynu, par, či mlh se vzduchem)

E Ex

Ochrana podle evropských norem

tD ...

Typ nevýbušného provedení (ochrana závěrem)

IIC ...

Skupina výbušnosti plynů

T4 ...

Teplotní třída

T80°C ...

Povrchová teplota zařízení

FTZÚ 04 ... EU notifikovaná zkušebna a rok vydání certifikátu

ATEX 0054 .. Číslo certifikátu

Skupina a kategorie zařízení:

I ... pro použití v dolech a povrchových lokacích ohrožených důlním plynem a/nebo prachem (Kategorie M1, M2)

II ... pro ostatní lokace (Kategorie 1, 2, 3)

Typ výbušné atmosféry:

G ... směsi plynu, par, či mlh se vzduchem

D ... výbušná atmosféra tvořena směsí prachu se vzduchem

Typ nevýbušného provedení

„d“ ... pevný závěr

„e“ ... zajištěné provedení

„p“ ... závěr s vnitřním přetlakem

„i“ ... jiskrová bezpečnost

„o“ ... olejový závěr

„q“ ... pískový závěr

„m“ ... zalití zalévací hmotou

pD ... ochrana vnitřním přetlakem

tD ... ochrana závěrem

iaD neb ibD ... ochrana jiskrovou bezpečností

mD ... ochrana zalitím zalévací hmotou

} Ochrana elektrických
zařízení pro prostory
s hořlavým prachem

Typ ochrany	Písmenný kód	Povoleno pro použití
olejový závěr	o	zóna 1 nebo 2
závěr s vnitřním přetlakem	p	zóna 1 nebo 2
pískový závěr	q	zóna 1 nebo 2
pevný závěr	d	zóna 1 nebo 2
zajištěné provedení	e	zóna 1 nebo 2
jiskrová bezpečnost	i	zóna 0, 1 nebo 2

Pevný závěr - d

Elektrická zařízení schopná vznítit výbušnou atmosféru jsou umístěna do závěru, který je odolný výbuchovému tlaku a při explozi výbušné směsi uvnitř závěru vydrží tlak výbuchu a zabrání přenesení výbuchu do okolní atmosféry. Pevný závěr je charakterizován délkou, šířkou a typem štěrbiny, která může být mezi jednotlivými částmi závěru (např. přechod skříň-víko).

Zajištěné provedení - e

Závěr není konstruován jako odolný výbuchovému tlaku. Použitá opatření zabraňují s vysokým stupněm bezpečnosti nepovolenému zvýšení teploty a vzniku jisker uvnitř a na vnějších částech zařízení. Jedná se o konstrukční opatření často kombinované s další ochranou.

Závěr s vnitřním přetlakem – p

Elektrické zařízení je umístěno ve speciální ochranné skříni, v níž je udržován stálý přetlak ochranného plynu vůči okolní (výbušné) atmosféře. Tím je zabráněno průniku výbušné atmosféry k částem, které by ji mohly iniciovat.

Jiskrová bezpečnost – i

Principem ochrany je omezení celkové energie v elektrickém zařízení konstrukčními opatřeními na tak nízkou úroveň, která již není schopna iniciovat výbušnou atmosféru. Iniciačním zdrojem nesmí být jiskra ani povrchová teplota součástí.

Olejový závěr – o

Elektrické zařízení je ponořeno v oleji, který tvoří ochrannou kapalinu, a je zajištěno, že výbušná atmosféra nemůže proniknout k částem, jež by ji mohly iniciovat.

Pískový závěr – p

Elektrická zařízení jsou zasypána ochranným materiálem jemné hrubosti zrna tak, že za běžných provozních podmínek nemůže dojít k iniciaci okolní výbušné atmosféry jiskrou nebo obloukem.

Zalítí zalévací hmotou – m

Části elektrického zařízení schopny způsobit iniciaci výbušné atmosféry jiskřením nebo teplotou, jsou hermeticky uzavřeny zalévací (ochrannou) hmotou. Tento typ ochrany je možné použít pouze na nepohyblivé části a používá se v kombinaci s dalšími metodami.

Ochrana vnitřním přetlakem – pD

Princip ochrany je prakticky shodný s principem ochrany s vnitřním přetlakem určeným pro plyny a páry.

Ochrana závěrem – tD

Princip ochrany spočívá v zabránění vnikání prachu dovnitř závěru, a to po celou dobu životnosti zařízení. Ochrana je zajištěna pomocí zvýšeného stupně krytí IP a omezení maximálně přípustných povrchových teplot závěru.

Jiskrově bezpečná zařízení – iD

Princip ochrany je prakticky shodný s principem ochrany určeným pro plyny a páry. Prach může vniknout k vnitřním potenciálním zdrojům iniciace. Kritická je pak hlavně povrchová teplota součástí, protože teplota vznícení prachu v usazeném stavu je výrazně nižší než teplota vznícení plynů a par.

4.5. Požadavky na výrobky určené pro použití v jednotlivých zónách

Základní požadavky na výrobky, které jsou určeny pro použití do prostředí s nebezpečím výbuchu, stanovuje NV č. 23/2003 Sb. v příloze č. 2., které je implementací směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/9/ES.

4.5.1. Zóna 0

Použitelná kategorie zařízení: 1G (CE_{XXXX} Ex II1 G)

Zařízení musí být navrženo a konstruováno tak, aby se zdroje iniciace nemohly stát aktivními ani v případě výjimečných událostí vztahujících se k zařízení.

Zařízení musí být vybaveno prostředky ochrany tak, aby:

- v případě poruchy jednoho z prostředků ochrany zajišťoval alespoň jeden další nezávislý prostředek požadovanou úroveň ochrany nebo
- požadovaná úroveň ochrany byla zajištěna i v případě vzniku dvou vzájemně nezávislých poruch.

U zařízení s povrchy, které se mohou zahřívat, musí být přijata taková opatření, aby se zaručilo, že stanovené maximální povrchové teploty nebudou překročeny ani za nejnepříznivějších okolností.

Zařízení musí být navrženo tak, aby otevírání těch částí zařízení, které mohou být zdrojem iniciace, bylo možné pouze za klidového stavu nebo za jiskrově bezpečných podmínek. Kde není možné zařízení uvést do klidového stavu, tam musí výrobce umístit na otevíratelnou část zařízení výstražný štítek.

Je-li to nutné, musí být zařízení vybaveno vhodnými dodatečnými blokovacími systémy.

4.5.2. Zóna 1

Použitelná kategorie zařízení: 2G (CE_{XXXX} Ex II2 G)

Zařízení musí být navrženo a konstruováno tak, aby se zabránilo vzniku iniciačních zdrojů, dokonce i v případě častých poruch nebo provozních chyb zařízení, se kterými se musí běžně počítat.

Části zařízení musí být navrženy a konstruovány tak, aby jejich stanovené maximální povrchové teploty nebyly překročeny ani v případě nebezpečí vznikajícího v abnormálních situacích předvídaných výrobcem.

Zařízení musí být navrženo tak, aby otevírání těch částí zařízení, které by mohly být zdrojem iniciace, bylo možné pouze za klidového stavu nebo přes vhodné blokovací systémy. Kde není možné zařízení uvést do klidového stavu, tam musí výrobce umístit na otevíratelnou část zařízení výstražný štítek.

4.5.3. Zóna 2

Použitelná kategorie zařízení: **3G** (CE_{xxxx}  II 3 G)

Zařízení musí být navrženo a konstruováno tak, aby se zabránilo vzniku předvídatelných iniciačních zdrojů, které mohou vznikat při normálním provozu.

Při určených provozních podmínkách nesmějí povrchové teploty překročit stanovenou maximální povrchovou teplotu. Teploty vyšší mohou být ve výjimečných případech dovoleny pouze za předpokladu, že výrobce použije speciální dodatečná ochranná opatření.

4.5.4. Zóna: 20

Použitelná kategorie zařízení: **1D** (XXXX II 1 D)

Zařízení musí být navrženo a konstruováno tak, aby nedošlo k iniciaci přítomné prachovzduchové směsi ani v případě výjimečných událostí vztahujících se k zařízení.

Zařízení musí být vybaveno prostředky ochrany tak, aby:

- a) v případě poruchy jednoho z prostředků ochrany zajišťoval alespoň jeden další nezávislý prostředek požadovanou úroveň ochrany nebo
- b) Požadovaná úroveň ochrany byla zajištěna i v případě vzniku dvou vzájemně nezávislých poruch.

Pokud je to nutné, musí být zařízení provedeno tak, aby prach mohl vstupovat do zařízení nebo z něj unikat pouze ve výslovně k tomu navržených místech. Tento požadavek musí splňovat rovněž kabelové vstupy a připojovací díly.

Aby se zabránilo vznícení rozvířeného prachu, musí být udržována povrchová teplota částí zařízení dostatečně nízkou pod teplotou vznícení předpokládané prachovzduchové směsi.

4.5.5. Zóna 21

Použitelná kategorie zařízení: **2D** (CE_{xxxx}  II2 D)

Zařízení musí být navrženo a konstruováno tak, aby nedošlo k iniciaci přítomné prachovzduchové směsi ani v případě častého rušení nebo častých provozních chyb zařízení, se kterými je normálně nutno počítat.

Pro povrchové teploty, ochranu proti prachu a bezpečné otevírání částí zařízení platí stejné požadavky, jako u kategorie zařízení 1D.

4.5.6. Zóna 22

Použitelná kategorie zařízení: **3D** (CE_{xxxx}  II3 D)

Zařízení musí být navrženo a konstruováno tak, aby nemohlo dojít k iniciaci prachovzduchové směsi iniciačními zdroji, jejichž vznik je pravděpodobný za normálních provozních podmínek.

Zařízení včetně kabelových vstupů a spojovacích dílů musí být provedeno tak, aby prach s ohledem na velikost jeho částic nemohl uvnitř zařízení vytvářet výbušnou prachovzduchovou směs ani se nemohl uvnitř zařízení nebezpečně hromadit.

Pro povrchové teploty platí stejné požadavky jako pro kategorii zařízení 1D.

4.6. Problematika revizí jiskrově bezpečných obvodů

Revize zařízení se provádí v rozsahu předepsaném v tabulkách 4.1 až 4.4 pro jednotlivé typy ochran. Pro revize se musí předem stanovit úroveň prohlídky: detailní, zběžná, vizuální.

4.6.1. Typy revizí

- a) výchozí revize - musí být detailní.

- b) periodická revize - může být zběžná nebo vizuální. Vizuální a zběžné periodické revize mohou vést k potřebě provedení další detailní prohlídky.
- c) výběrová revize - může být detailní, zběžná, vizuální.

4.6.2. Revize a preventivní údržba elektrických instalací v nebezpečných prostorech (jiných než důlních)

Elektrické instalace v nebezpečných prostorech mají speciální vlastnosti navržené tak, aby byly vhodné pro provoz v těchto atmosférách. Z důvodů bezpečnosti je důležité, aby v těchto prostorech zůstala zachována neporušenost těchto vlastností po celou dobu života takovéto instalace, a proto vyžadují výchozí revizi a dále buď:

- 1) pravidelné periodické kontroly nebo
- 2) trvalý dozor odborného personálu a pak nezbytnou údržbu.

Musí být dostupné nejnovější údaje (platné) o dále uvedených požadavcích:

- a) klasifikace nebezpečných prostorů (viz IEC 79-10)
- b) skupina zařízení a teplotní třída
- c) zápis dostatečný k tomu, aby zařízení chráněné proti výbuchu mohlo být udržováno v souladu s jeho typem ochrany (viz. IEC 79-0) (např. seznam a umístění zařízení, náhradních částí, technické informace).

Revize a preventivní údržba instalace musí být prováděná pouze zkušeným personálem, jehož výcvik zahrnuje rovněž školení k různým typům ochrany a instalačním způsobům, z důležitých předpisů a nařízení a všeobecných principů klasifikace prostorů. Vhodný opakovací výcvik musí být prováděn pro tento personál v pravidelných intervalech.

Předtím než je provoz nebo zařízení uvedeno do provozu, musí být podrobena výchozí revizi.

Pro zajištění, aby instalace byla udržována v uspokojivém stavu pro trvalé použití v nebezpečném prostoru, musí být:

- a) prováděny periodické revize nebo
- b) zajištěn trvalý dozor odborného personálu, a kde je to nutné, musí být prováděna údržba.

Přesné určení vhodného intervalu periodických revizí nemusí být snadné, musí však být provedeno s ohledem na předpokládané nepříznivé vlivy.

Po stanovení intervalu periodické revize musí být instalace v meziobdobí podrobena výběrové revizi, aby se potvrdil nebo změnil stanovený interval. Podobně musí být vybrána úroveň prohlídky a opět může být použito výběrové revize, aby se potvrdila nebo změnila stanovená úroveň prohlídky. Pravidelné hodnocení výsledků revizí je nutné pro posouzení intervalů mezi revizemi a úrovní prohlídek.

U trvalého dozoru odborného personálu určuje koncepce, cíle, odpovědnosti, četnosti, potřebné dokumenty, provádění výcviku.

Při preventivní údržbě musí být periodicky kontrolován celkový stav elektrických zařízení, a kde je to nutné, musí být provedena odpovídající opatření pro odstranění závad. Péče musí být věnována také udržování neporušenosti typu ochrany elektrického zařízení; to může vyžadovat konzultace s výrobcem. Náhradní části musí být v souladu s bezpečnostní dokumentací. Ohebné kabely, pružná trubková vedení a jejich ukončení jsou zvláště náchylné k poškození. Musí být kontrolovány v pravidelných intervalech a musí být vyměněny, jestliže se zjistí, že jsou poškozeny nebo vadné.

Zvláštní pozornost musí být věnována tomu, pokud z důvodu údržby je nutné stáhnout zařízení z provozu, anebo má-li být trvale odpojeno. Zde bude další postup záležet na typu použité ochrany („d“, „e“, „o“, „q“, „m“, „p“ nebo „i“). Pouze u ochrany typu „i“ je možné provádět údržbu, nastavování nebo odpojení zařízení pod napětím, v ostatních případech musí být odpojeny všechny příklady (někdy včetně středního vodiče), anebo musí být zajištěna trvalá nepřítomnost hořlavé atmosféry (nutno písemné povolení).

Při prohlídkách musí být posuzována vhodnost zařízení pro danou zónu, správná skupina zařízení, správná maximální povrchová teplota zařízení, vhodnost kabelů a kabelových vývodů, utěsnění, izolační odpor, odpor uzemnění a označení obvodů zařízení, aby mohlo být správně odpojeno, kdykoliv je prováděna práce.

Po jakékoliv výměně, opravě, úpravě nebo nastavení se předmětné části mají podrobit revizi.

Jestliže kdykoliv dojde ke změně klasifikace prostoru nebo je-li jakékoliv zařízení přemístěno z jednoho místa na druhé, musí se provést kontrola, zda je typ ochrany, skupina zařízení a teplotní třída (kde je to nutné) vhodná pro nové podmínky.

Kde je instalováno velké množství podobných částí, jako jsou svítidla, svorkovnice, atd. v podobných okolních podmínkách, může být fyzicky prováděna periodická revize na základě výběru za předpokladu, že počet vzorků je také (kromě četnosti kontrol) podrobován přezkoumání. Přesto je velmi doporučováno všechny části (výrobky) podrobovat alespoň vizuálním kontrolám.

Jestliže je přístroj nebo zařízení při revizi rozebráno, musí být pozornost věnována jejich zpětné montáži, aby se zajistila neporušenost jejich typu ochrany.

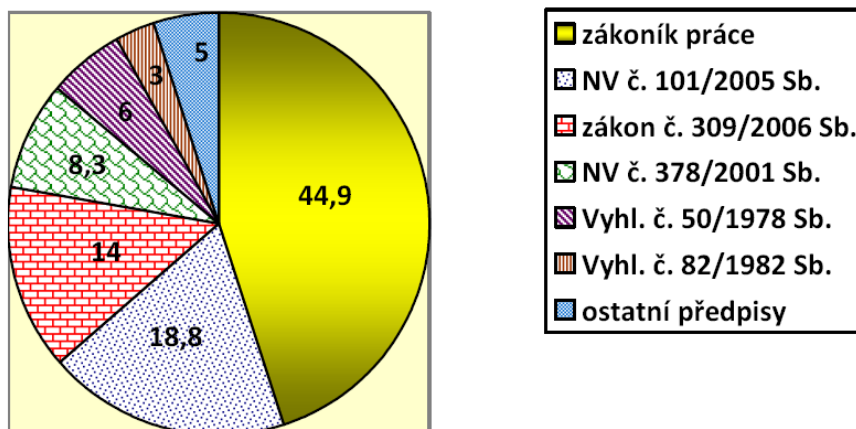
Tabulka 4.5: Plán prohlídek pro Ex „i“, „iD“ a „nL“ instalace

Zkontrolujte, zda		Úroveň prohlídky		
		Detailní	Zběžná	Vizuální
A	ZAŘÍZENÍ			
1	obvody a/nebo zařízení jsou podle dokumentace vhodné pro danou zónu/ požadavky na EPL v daném prostoru	X	X	X
2	instalované zařízení je to, které je uvedeno v dokumentaci - pouze stabilní zařízení	X	X	
3	kategorie a skupina obvodu a/nebo zařízení je správná	X	X	
5	teplotní třída zařízení je správná	X		
6	instalace je jasně označena			
7	závěr, skleněné části a skla v kovem obalovaném těsnění a/nebo tmelu jsou vyhovující	X	X	X
8	nejsou provedeny neschválené změny		X	X
9	nejsou viditelné neschválené změny	X		
	bezpečnostní bariérové jednotky, relé a jiná zařízení pro omezení energie jsou schváleného typu, instalace je v souladu s certifikátem a bezpečně uzemněna, kde je to vyžadováno	X		
10	elektrické spoje jsou pevné (utaženy)	X		
11	desky s tištěnými spoji jsou čisté a nepoškozené			

B	INSTALACE			
1	kabely jsou instalovány v souladu s dokumentací	X		
2		X		
4	stínění kabelů je uzemněno v souladu	X	X	X
5	s dokumentací	X	X	X
6	není viditelné žádné poškození kabelu	X		
7	utěsnění svazku, trubek a trubkového vedení je	X		
8	vyhovující?			
8	propojení bodů je správné	X	X	X
	uzemnění je vyhovující (tj. spoje jsou dotažené,	X		
	vodiče mají dostatečný průřez)			
9	uzemnění zajišťuje neporušenost typu ochrany	X		
	jiskrově bezpečné obvody jsou odizolovány od			
10	země nebo uzemněny pouze v jednom bodě	X		
11	(podle dokumentace)	X		
12	ve společných rozvodných skříních nebo u relé je	X	X	X
	dodrženo oddělení mezi jiskrově bezpečnými			
	obvody a obvody, které nejsou jiskrově bezpečné			
	ochrana zdroje proti zkratu je podle dokumentace			
	speciální podmínky užití jsou splněny			
	nepoužívané kabely jsou správně ukončeny			
C	PROSTŘEDÍ			
1	zařízení je odpovídajícím způsobem chráněno	X	X	X
	proti korozi, počasí, vibracím a jiným nepříznivým			
2	vlivům	X	X	X
	nedochází k nežádoucímu hromadění prachu a			
	špíny			

4.7. Kontrolní činnost v oblasti elektrických zařízení

Kontrolní činnost na úseku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, včetně elektrických zařízení, vykonávají orgány inspekce práce podle zákona č. 251/2005 Sb. V roce 2010 byl jedním z kontrolních úkolů „Bezpečnost práce na elektrických zařízeních“. Graf na obrázku 4.1 zobrazuje výčet nejčastěji porušovaných předpisů a následuje jejich specifikace.



Obrázek č. 4.1 – Graf zobrazující procentní vyjádření nejčastěji porušovaných předpisů na základě zjištění při kontrole nad bezpečností práce na elektrických zařízeních

Nejčastěji zjišťované nedostatky v praxi:

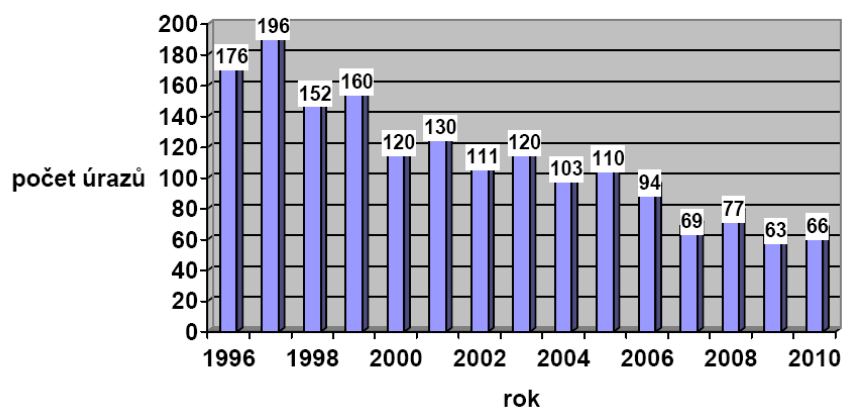
- Zaměstnavatel nevytvářel bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky;
- Stroje, technická zařízení, dopravní prostředky a nářadí nejsou pravidelně a řádně udržovány, kontrolovány a revidovány;
- Zaměstnavatel nezajistil označení zařízení výstražnými nebo informačními značkami, sděleními, značením nebo signalizací, které nesmí být poškozovány běžným provozem;
- Zaměstnavatel nerozhodl při změně pracovního poměru pracovníka o rozsahu jeho zkoušky, popřípadě nepotvrdil platnost dosavadního osvědčení;
- Elektrická zařízení nebyla používána (provozována) za provozních a pracovních podmínek, pro které byla konstruována a vyrobena;
- Zprávy o revizi
 - Nejsou dle příslušné normy a v rozsahu dle ČSN EN 60079-17ed.3,
 - Nemají náležitosti dle ČSN EN 60079-17 ed. 3,
 - Revize jsou provedeny RT bez osvědčení příp. bez oprávnění;
- Zaměstnavatel nezajistil zpracování písemné dokumentace o ochraně před výbuchem podle § 7 NV č. 406/2004 Sb. a její vedení tak, aby odpovídala skutečnosti;
- Nejsou označena místa vstupu do prostorů s nebezpečím výbuchu bezpečnostními značkami výstrahy s černými písmeny EX označujícími "nebezpečí - výbušné prostředí";
- Zařízení používané v prostorách s nebezpečím výbuchu neodpovídá požadavkům předpisů.

V důsledku nedodržování zásad bezpečnosti často dochází ke vzniku pracovního úrazu. Vývoj pracovní úrazovosti celkově a v souvislosti se zdrojem úrazu - elektřinou je zachycen na obrázku níže.

Přehled pracovních úrazů

Druh úrazu / Rok úrazu	Ostatní	Smrtelný	Závažný	Celkem
2008	60 030	192	1 087	61 309
2009	41 901	128	870	42 899
2010	42 583	135	917	43 635

Zdroj úrazu- elektřina



Obrázek č. 4.2 – Vývoj pracovní úrazovosti celkem a zdroj úrazu – elektřina

5. ZÁKLADNÍ ZPŮSOBY A FILOSOFIE PROTIEXPLOZNÍ OCHRANY TECHNOLOGIÍ

Pro správné navržení protivýbuchové ochrany jsou nezbytné znalosti procesu výbuchu samého, z nichž filozofie ochrany vychází.

V protivýbuchové ochraně jsou **rozlišovány dva základní směry**:

Aktivní prevence – preventivní ochrana, pomocí níž zabraňujeme vzniku výbuchu jako takového.

Pasivní prevence – konstrukční preventivní opatření, která nezabraňují vzniku výbuchu.

Aktivní prevenci lze realizovat v zásadě dvěma způsoby:

- Jako primární ochrana jsou označována opatření, která zabraňují nebo omezují tvorbu nebezpečné, výbušné atmosféry – výbušné směsi.
- Jako sekundární ochrana jsou označována opatření, která zabraňují iniciaci vzniklé výbušné atmosféry – výbušné směsi.

5.1. Primární ochrana

Jak již bylo konstatováno, nebezpečí výbuchu hrozí, jsou-li současně splněny následující předpoklady:

- je k dispozici prostor, v němž se může vytvářet nebezpečná koncentrace
- je k dispozici hořlavá látka v dostatečném množství
- je k dispozici oxidační prostředek

Podaří-li se vyloučit jeden z uvedených předpokladů, vyloučíme tím nebezpečí vzniku výbuchu.

Vyloučení prostoru, v němž se může vytvářet nebezpečná koncentrace

Jedná se o způsob ochrany využitelný především u hořlavých kapalin, ale i u samovznětlivých prachů. Využívají se především následující metody:

- ✓ skladování nad nebo pod vrstvou ochranné kapaliny (za splnění podmínky nemísitelnosti ochranné a hořlavé kapaliny), využívá se i u samovznětlivých prachů
- ✓ nádrže s plovoucím víkem

- ✓ použití ochranné vrstvy stabilních pěn, emulzí

Vyloučení hořlavé látky

- ✓ vyloučení nebo náhrada jinou nehořlavou/méně hořlavou látkou (je-li to z technologických důvodů možné)
- ✓ snížení koncentrace hořlavé látky pod nebezpečnou mez větráním (větrání přirozené nebo umělé)
- ✓ snížení koncentrace hořlavé látky pod nebezpečnou mez odsáváním (lokální nebo celého prostoru), nezbytnou součástí je pak zneškodnění hořlavých složek v odsátém vzduchu
- ✓ u prachů lze výskyt nebezpečného množství výbušné směsi omezit ovlivněním velikosti částic prachu
- ✓ k omezení rozvířitelnosti prachu lze využít rovněž zkrápění

Odstranění nebo snížení množství oxidačního prostředku

- ✓ hlavní využívanou metodou je inertizace – přeměna původně výbušné směsi na nevýbušnou příměs inertních látek v plynném stavu, vodní parou nebo přidáním tuhých inertních prášků

5.2. Sekundární ochrana

Sekundární protivýbuchová ochrana zahrnuje opatření, která mají za cíl zabránit/omezit možnost iniciace. Základem sekundární ochrany je klasifikace nebezpečných prostorů do zón a následně definování požadavků na výběr vhodného typu zařízení, která jsou do daného prostoru instalována. Zóny pro plyny a páry hořlavých kapalin i pro hořlavé prachy, kategorie zařízení a požadavky na jejich výběr jsou uvedeny výše v textu.

5.3. Pasivní konstrukční protivýbuchová ochrana

Pokud nemohou být provedena výše popsaná opatření (primární a sekundární ochrana) nebo nejsou-li tato opatření vhodná a dostatečná, zařízení, ochranné systémy a součásti musí být konstruovány tak, aby byly omezeny účinky výbuchu na bezpečnou (přijatelnou) úroveň. Základní principy pasivní – konstrukční protivýbuchové ochrany jsou definovány níže:

5.3.1. *Konstrukce odolné výbuchovému tlaku*

Tuto problematiku upravuje ČSN EN 14 460 – konstrukce odolné výbuchovému tlaku. Dělí se na dva základní typy:

- ✓ konstrukce odolné proti výbuchovým tlakům – vlastnost nádob a zařízení konstruovaných tak, aby odolávaly očekávanému výbuchovému tlaku bez jejich trvale deformace
- ✓ konstrukce odolné proti tlakovým rázům při výbuchu – vlastnost nádob a zařízení konstruovaných tak, aby odolávaly očekávanému výbuchovému tlaku bez roztržení, trvalé deformace jsou však povoleny.

5.3.2. *Technologie odlehčení výbuchu*

Tuto problematiku upravuje ČSN EN 14 797 – zařízení pro odlehčení výbuchu. Funkce zařízení na uvolnění výbuchu spočívá v tom, že za běžných provozních podmínek je únikový otvor na zařízení překrytý membránou. Při překročení provozní úrovně tlaku uvnitř zařízení dojde na jeho plášti k otevření membrán a tím odlehčení tlaku z ohroženého prostoru. Technologické zařízení je tak vystaveno tlaku nižšímu, než je jeho tlaková odolnost, a proto nedojde k jeho destrukci.

5.3.3. *Automatické potlačení výbuchu*

Tuto problematiku upravuje ČSN EN 14 373 – systémy pro potlačení výbuchu. Tato technologie je známa rovněž po názvem technologie High Rate Discharge – HRD systémy. Podstatou funkce HRD systému je velice rychlá detekce počáteční fáze výbuchu uvnitř zařízení a okamžité vnesení hasiva do chráněného prostoru (celý tento jev probíhá v časovém rozmezí milisekund). Tato reakční doba systému je nezbytná k účinnému potlačení výbuchu ještě před jeho plným rozvinutím. Výbuchový tlak uvnitř zařízení je omezen na hodnotu nižší, než je jeho tlaková odolnost, nedojde tak k jeho destrukci.

5.3.4. *Zabránění přenosu výbuchu*

Výbuch se šíří rovnoměrně všemi směry, proto je při správném návrhu protiexplozní ochrany technologie nutno myslet i na přenos exploze z předpokládaného místa iniciace. Toto může ve většině případů nastat přes propojovací potrubí mezi technologiemi. Zabránění přenosu exploze lze zajistit

více způsoby. Mezi základní patří následující technologie pro zabránění přenosu exploze:

- ✓ HRD bariéry
- ✓ zpětné klapy
- ✓ rychlouzavírací šoupátka
- ✓ protiexplozní komíny
- ✓ rychlouzavírací ventily

6. ZÁVĚR

Problematika spojená s výskytem nebezpečné výbušné atmosféry je obsáhlá a dotýká se všech průmyslových odvětví, ve kterých se setkáváme s hořlavými látkami ať už ve formě vstupních či pomocných surovin. Účelem tohoto semináře je seznámit jeho posluchače se základními zákonitostmi, které jsou s touto problematikou spjaté, podat základní informace o systému značení nebezpečných prostor a označování výrobků, které jsou pro tyto prostory určeny. V závěru pak definovat typické příklady provozů a technologií, kde se s nebezpečím výbuchu v praxi běžně můžeme setkat a představit základní koncepce a technologie, jakými je možno zařízení a technologie náležitým způsobem ochránit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Anderson B.D.O. From Youla-Kucera to identification, adaptive and nonlinear control. Automatica 1998; 34: 1485-1506.
- [2] ŠTROCH, P.: Riziko výbuchu prašných směsí a možnosti prevence. 1. vyd. Praha. AMOS repro, spol. s r.o., 2007. ISBN 978-807362-515-3.
- [3] Legislativní a normativní předpisy ČR.

PŘÍLOHY

Centrum pro rozvoj výzkumu pokročilých řídicích a senzorických technologií
CZ.1.07/2.3.00/09.0031

Ústav automatizace a měřicí techniky
VUT v Brně
Kolejní 2906/4
612 00 Brno
Česká Republika

<http://www.crr.vutbr.cz>

info@crr.vutbr.cz