

## ROZVODY ELEKTRICKÉ ENERGIE V PROSTORÁCH S NEBEZPEČÍM VÝBUCHU

### Obsah :

1. Úvod
2. Vlastnosti hořlavých látek ve vztahu k výbuchu
3. Klasifikace výbušné atmosféry
4. Zdroje iniciace, klasifikace těchto zdrojů a jejich druhy
5. Rozdělení prostorů s nebezpečím výbuchu do zón
6. Rozdělení zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu
7. Praktické provedení nevýbušných el. zařízení (druhy závěrů)

doc.ing. Václav Vrána, CSc.,      ing. Václav Kolář Ph.D.  
březen 2009

## 1. Úvod

Nebezpečí výbuchu nastává v prostorách kde se vyskytují výbušné plyny nebo páry, prachy, případně výbušniny. Problematika elektrických zařízení v takových prostorech je poměrně složitá, platí zde celá řada norem a předpisů, které se stále vyvíjejí. Obsah tohoto textu je stručným úvodem do této problematiky podle předpisů platných v době vzniku (2008).

S nebezpečím výbuchu se v omezené míře setkáváme i v běžném životě, např. u plynových spotřebičů, čerpání pohonných hmot, při použití ředidel a rozpouštědel, při natírání některými barvami apod.

V profesionálním životě se nebezpečí výbuchu vyskytuje tam, kde se vyskytují:

- hořlavé kapaliny, ze kterých se uvolňují výbušné výpary např. benzín, rozpouštědla jako toluen...,
- hořlavé a výbušné plyny např. vodík, propan-butan, acetylén, metan ...,
- prachy (např. uhelný prach, mouka, škrob, vláknité látky, prachy některých kovů (hliník) ...
- výbušniny.

Nebezpečí výbuchu se často vyskytuje v dolech. Z hlediska bezpečnosti mají dole jistá specifika, proto platí v dolech pro nebezpečí výbuchu jiné předpisy než na povrchu (i když principy jsou podobné).

Do 3/1999 platila pro elektrické instalace v prostorech s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par norma ČSN 33 2320 (Předpisy pro elektrická zařízení v místech s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par). Tato norma byla nahrazena ČSN EN 60079-14 spolu s přidruženými normami ČSN EN 60079-xx.

Norma ČSN 60079-14 platí pro všechna elektrická zařízení a instalace v nebezpečných prostorech bez ohledu na to, že se jedná o trvalá, dočasná, přemístitelná, přenosná nebo ruční zařízení.

Norma neplatí pro:

- el. instalace v dolech s výskytem metanu
- el. instalace v prostorách, kde nebezpečí výbuchu vytváří hořlavé prachy nebo vlákna
- situace související přímo s výbušninami
- prostory pro lékařské účely

Pro prostory s nebezpečím výbuchu hořlavých prachů platí normy ČSN EN 61241, pro prostory s nebezpečím výbuchu výbušnin ČSN 332340, pro dole s nebezpečím výbuchu metanu a prachu platí ČSN EN 1127-2.

## 2. Vlastnosti hořlavých látek ve vztahu k výbuchu

### Hořlavá látka

Za hořlavou látku považujeme látku ve formě plynu, páry, kapaliny nebo pevné látky (příp. jejich směsí), která může v případě iniciace (zapálení) vyvolat se vzduchem exotermní reakci

### Výbuch

Za výbuch lze považovat exotermickou řetězovou reakci, kdy po prvotním přivedení energie reaguje již hořlavá látka samovolně tak, že se zvyšuje její teplota, tlak nebo obě veličiny.

Aby k výbuchu došlo, je nutno splnit současně tři podmínky:

- a) přítomnost hořlavé látky
- b) přítomnost kyslíku
- c) přítomnost zdroje iniciace

(Ve výjimečných případech může dojít k výbuchu i bez splnění výše uvedených tří podmínek. Některé látky vybuchují z titulu chemických reakcí i bez přítomnosti kyslíku např. reakce vodíku s chlórem).

### Výbušná atmosféra

Za výbušnou atmosféru je považována směs vzduchu a hořlavé látky při (přesně definovaných) atmosférických podmínkách, při které se po iniciaci rozšíří reakce hoření do celé nespálené směsi.

Výbuch probíhá za určitých slučovacích poměrů či koncentrací. Rozlišujeme zde dva základní pojmy:

- a) **Spodní mez výbušnosti** – nejnižší procento nebo hmotnostní koncentrace hořlavé látky se vzduchem, od které je směs výbušná (LEL – lower explosion limit)
- b) **Horní mez výbušnosti** - nejvyšší procento nebo hmotnostní koncentrace hořlavé látky se vzduchem, od které už není směs výbušná (UEL - upper explosion limit)

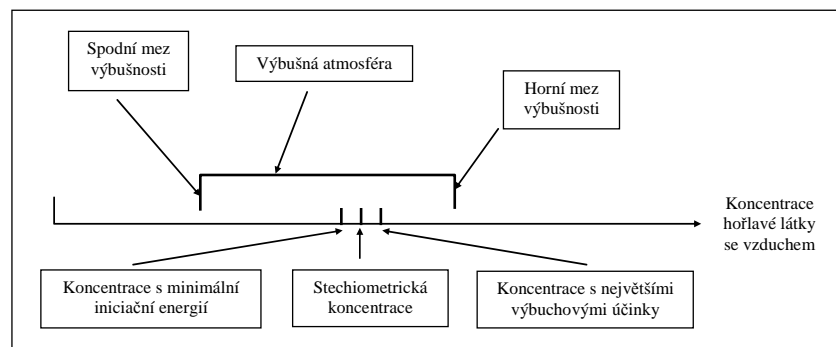
U hořlavých kapalin se používají pojmy: (vyjadřují se v °C)

- a) **Dolní bod výbušnosti** – nejnižší teplota hořlavé kapaliny, od které je směs nasycených par se vzduchem výbušná – tedy rovna spodní mezi výbušnosti
- b) **Horní bod výbušnosti** - nejvyšší teplota hořlavé kapaliny, od které je směs nasycených par se vzduchem ještě výbušná – tedy rovna horní mezi výbušnosti

V souvislosti s explozivními vlastnostmi výbušné atmosféry se používají následující pojmy

- a) **Stechiometrická koncentrace** – vypočtená koncentrace objemových procentech hořlavé látky se vzduchem, při kterém dojde k jejímu optimálnímu spálení
- b) **Koncentrace s minimální iniciační energií** – experimentálně určená objemová koncentrace hořlavé látky se vzduchem, při které k její iniciaci postačuje nejnižší iniciační energie (MIG – minimum ignitron energy). Obvykle bývá nižší než je stechiometrická koncentrace.
- c) **Koncentrace s maximálními výbuchovými účinky** – experimentálně určená objemová koncentrace hořlavé látky se vzduchem, při které vznikají v uzavřeném prostoru nejvyšší výbuchové tlaky a rychlosti výbuchu. Obvykle bývá o něco vyšší než je stechiometrická koncentrace

Znárodnění uvedených pojmů je uvedeno na obr. 1.



Obr. 1 Koncentrace charakterizující vlastnosti látky

Další fyzikální vlastností, která se vztahuje k iniciaci výbušné atmosféry je její teplota.

Zde se používají následující pojmy.

- a) **Bod vzplanutí** – uvádí se u hořlavých kapalin a vyjadřuje minimální teplotu, při které kapalina nad svou hladinou vytváří dostatečné množství par tak, aby po přivedení zdroje iniciace mohlo dojít ke vznícení. (Jestliže je teplota pod bodem vzplanutí, nelze páry hořlavé kapaliny zapálit).
- b) **Minimální teplota vznícení výbušné atmosféry** – teplota vznícení hořlavého plynu, páry hořlavé kapaliny nebo rozvřeného prachu.
- c) **Teplota vznícení** - teplota horkého povrchu, při které se (za stanovených podmínek) vznítí hořlavá látka (plyn, kapalina, prach) ve směsi ze vzduchem.
- d) **Minimální teplota vznícení oblaku zvířeného prachu** – nejnižší teplota horkého povrchu, kdy dojde ke vznícení směsi, kdy dojde ke vznícení směsi hořlavého prachu se vzduchem.

- e) **Minimální teplota vznícení vrstvy prachu** – nejnižší teplota horkého povrchu, při které dojde ke vznícení vrstvy usazeného prachu.

Mimo již uvedených fyzikálních vlastností závisí chování výbušné směsi i na její homogenitě a stupni disperze hořlavých látek. Např. u aerosolů platí, že mohou vytvářet výbušnou atmosféru i v případech, kdy se jejich teplota nachází pod dolním bodem výbušnosti.

Meze výbušnosti nehrají velkou roli u prachovzdušných směsí a vždy je nutno počítat, že jsou schopné vytvořit výbušnou atmosféru. S tím je nutno počítat např. vždy tam, kde je hořlavý prach za normálních podmínek v usazeném stavu a kde nelze vyloučit jeho rozvření.

### 3. Klasifikace výbušné atmosféry

#### Prvním rozdělením plynů a par je rozdělení podle výbušnosti

do tzv. skupin výbušnosti. Ty jsou charakterizovány tzv. *maximální experimentální bezpečnou spárou* (MESG) nebo *minimálním zápalným proudem* (MIC).

**Maximální bezpečnostní spára** se zjišťuje experimentálně (podle IEC 79-1A) a je definována jako maximální šířka rovinné spáry o délce 25 mm, která zamezí přenesení výbuchu pro jakoukoliv koncentraci směsi hořlavého plynu nebo páry se vzduchem, při čemž jak uvnitř, tak v okolí je výbušná směs o stejné koncentraci.

Způsob stanovení max. bezpečnostní spáry je uveden na obr.2. Při unikání horkých spalin mezerou ze závěru ven dochází k jejich ochlazení, protože spaliny se rozpínají (dekomprese).

**Minimální zápalný proud MIC** je definován jako poměr minimálního zápalného proudu zkoumané směsi k minimálnímu zápalnému proudu pro metanovzdušnou atmosféru podle IEC 79-3.

Rozdělení podle minimálního zápalného proudu vede ke stejnému zařazení do skupin výbušnosti.

Rozdělení plynů a par do skupin dle výbušnosti podle MESG a MIC (IEC, Evropa) je uvedeno v tab. 1

Skupina podle IEC	MESG [mm]	MIC [-]
II C	0,25	0,29
	< 0,5	< 0,45
II B	0,5 – 0,9	0,45 – 0,8
II A	> 0,9	> 0,9
I	1,14	1,0

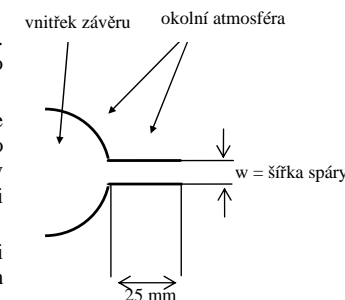
Tab.č.1 Rozdělení plynů a par do skupin podle MESG a MIC

Skupiny podle výbušnosti podle druhu výbušných směsí jsou uvedeny v tab.2.

Označení		Druh výbušných směsí
nové	dřívější	
I	M	metan v hlubinných dolech
II A	P	např. propan, benzín, toluen, xylen, aceton, nafta, čpavek, fenol
II B	S	např. koksárenský plyn, etylén
II C	H	např. vodík, acetylén, sirouhlík

Tab.2 Skupiny podle výbušnosti dle druhu výbušných směsí

Prachy se z hlediska výbušnosti podle mezinárodních norem do skupin nezařazují.



Obr. 2 Stanovení maximální bezpečné experimentální spáry (MESG)

Poznámka:

V USA existuje rozdělení prachů podle jejich předpisů (NEC) následovně:

**E** – kovové prachy (hliník, hořčík a jejich slitiny) a prachy s podobnými výbušnými vlastnostmi

**F** – uhelné prachy, prachy obsahující uhlík nebo koksárenský prach

**G** – všechny ostatní prachy

V Německu existuje rovněž rozdělení prachu následovně:

**St1** – (přibližně odpovídá prachům skupiny G podle NEC)

**St2** – (přibližně odpovídá prachům skupiny F podle NEC)

**St3** – (přibližně odpovídá prachům skupiny E podle NEC)

#### Druhým rozdělením plynů a par je podle teploty vznícení.

Metodika pro určení teploty vznícení je uvedena v IEC 79-4. V následující tabulce je uvedeno rozdělení plynů podle IEC a podle NEC. V tabulce 3 je uvedeno rozdělení pro plyny skupiny II.

Teplotní třída podle IEC (°C)	Teplota vznícení podle IEC	Teplotní třída podle NEC	Teplota vznícení podle NEC(°C)
T1	nad 450	T1	nad 450
T2	300 až 450	T2	300 až 450
		T2A	280 až 300
		T2B	260 až 280
		T2C	230 až 260
T3	200 až 300	T2D	215 až 230
		T3	200 až 215
		T3A	180 až 200
		T3B	165 až 180
T4	135 až 200	T3C	160 až 165
		T4	135 až 160
T5	100 až 135	T4A	120 až 135
		T5	100 až 120
T6	85 až 100	T6	85 až 100

Tab. 3 Rozdělení plynů a par do teplotních tříd podle teploty vznícení (IEC, Evropa, USA)

Hořlavé prachy se do teplotních tříd nerozdělují.

Uvádějí se pouze :

- teplota vznícení prachu v rozvířeném stavu
- teplota vznícení prachu v usazeném stavu

Teploty vznícení v rozvířeném stavu se pohybují kolem 450° C, teploty ve vznícení v usazeném stavu jsou nepříznivější a pohybují se od 180° C. U některých organických prachů však vlivem jejich teplotního rozkladu se začnou uvolňovat hořlavé plyny a tím je ovlivněna teplota vznícení rozvířeného prachu.

## 4. Zdroje iniciace, klasifikace těchto zdrojů a jejich druhy

### a) Horký povrch

Potenciálním zdrojem nejsou jen elektrická zařízení, při jejichž činnosti úmyslně (např. topidlo) nebo jako vedlejší produkt (svítilno, elektromotor) vzniká tepelná energie. Jsou to i všechna mechanická zařízení, kde se nějaký druh energie mění na energii tepelnou (spojka, brzdy, ložiska, prokluzující řemen apod.).

### b) Plameny, horké plyny a částice

Plamen je vlastně průvodním jevem spalovacích reakcí s teplotou vždy nad 1000° C. Podobně se chovají i rozžhavené částice, které vznikají třeba při svařovacích procesech apod.

### c) Mechanicky vznikající jiskry

Zvláště nebezpečné jsou např. horké částice lehkých kovů obsahujících křemík, hořčík, zirkon či titan.

### d) Elektrická zařízení

Elektrická zařízení je velmi častým potenciálním zdrojem iniciace.

Zdrojem jsou :

- horké povrchy, které přicházení do styku s výbušnou atmosférou
- jiskření nebo oblouky, které vznikají při spínacích procesech

### e) Elektrické proudy ve vedeních

- při špatném, nedokonalém galvanickém propojení může docházet k jiskření
- důsledek zkratu v obvodech el. instalace (velký tepelný účinek, vznik el. oblouku)
- výsledek elektromagnetické indukce
- důsledek katodové ochrany před korozi, kde ubývající elektroda je z hliníku nebo hořčíku

### f) Statická elektřina

Elektrostatický náboj vzniká fyzikálně chemickými procesy (např. prouděním, třením, chemickou reakcí), indukcí nebo usazováním iontů na oddělených (neuzemněných) částech zařízení, kdy se na nich objevuje napětí několika tisíc až desítek tisíc voltů. V praxi statická elektřina vzniká např. třením pohybujícího-se dopravníkového pásu.

Při náhodném vybití (překročení elektrické pevnosti vzduchu nebo materiálu) pak vznikají různé typy výbojů, které jsou pro určité výbušné atmosféry zdrojem iniciace.

### g) Úder blesku

Úder blesku v místě, kde se vyskytuje výbušná atmosféra, je spolehlivým zdrojem iniciace.

Dalšími zdroji iniciace mohou být také:

- vysokofrekvenční elektromagnetické vlny v pásmu od 10<sup>4</sup> do 3.10<sup>11</sup> Hz
- ionizující záření
- ultrazvuk
- adiabatická komprese a rázové vlny
- exotermická reakce

## 5. Rozdělení prostorů s nebezpečím výbuchu do zón

Pro usnadnění výběru vhodného elektrického zařízení a navrhování vhodné elektrické instalace se prostory s nebezpečím výbuchu dělí na **zóny**.

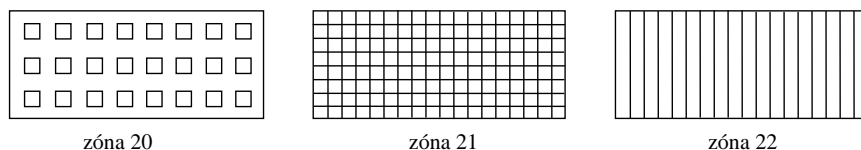
### 5.1. Rozdělení výbušných atmosfér, které jsou tvořeny hořlavým plynem, párou nebo aerosolem

- **Zóna 0 (dříve SNV 1)** : je prostor, ve kterém je výbušná plynná atmosféra přítomna trvale nebo po dlouhé časové období nebo často.
- **Zóna 1(dříve SNV 2):** je prostor, ve kterém může vzniknout výbušná plynná atmosféra za normálního provozu.
- **Zóna 2 (dříve SNV 3):** je prostor, ve kterém není pravděpodobný vnik výbušné plynné atmosféry za normálního provozu a pokud výbušná atmosféra vznikne, je pravděpodobné, že k tomu bude docházet pouze zřídka a výbušná plynná atmosféra bude přítomna pouze krátké časové období.

## 5.2. Rozdělení výbušných atmosfér, které jsou tvořeny oblakem hořlavého prachu

- **Zóna 20:** je prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená oblakem hořlavého prachu přítomna trvale nebo po dlouhé časové období nebo často.
- **Zóna 21:** je prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená oblakem hořlavého prachu přítomna příležitostně i v normálním provozu.
- **Zóna 22:** je prostor kde se s vytvořením výbušné atmosféry za normálního stavu nepočítá. Pokud už tato atmosféra vznikne, bude přetrvávat jen po velmi krátkou dobu.

Ve výkresové dokumentaci se jednotlivé zóny s nebezpečím výbuchu prachu značí šrafováním, jak je uvedeno na obrázku 3.



zóna 20

zóna 21

zóna 22

Obr. 3 Označování zón s nebezpečím výbuchu ve výkresové dokumentaci

Zóny vyjadřují časovou pravděpodobnost vzniku výbušné atmosféry. Pokud se v nějakém prostoru vyskytuje výbušná atmosféra trvale, je jí přiřazena hodnota pravděpodobnosti 1. Tam, kde se nemůže vyskytnout výbušná atmosféra vůbec, je hodnota pravděpodobnosti 0.

Dohodou bylo stanoveno, že přijatelná míra rizika pravděpodobnosti výbuchu je jednou za 300 let (při nepřetržitém provozu). Z toho vyplývají přípustné úrovně pravděpodobnosti vzniku iniciace pro jednotlivé zóny, které jsou uvedeny v tab.4

	<b>Zóna 0 / Zóna 20</b>	<b>Zóna 1 / Zóna 21</b>	<b>Zóna 2 / Zóna 22</b>
<b>Pravděpodobnost výskytu výbušné atmosféry <math>p_m</math></b> (a přibližný přepočet na dobu trvání výbušné atmosféry za rok)	$10^0$ až $10^{-1}$ (zhruba více než 1000 hodin za rok)	$10^{-1}$ až $10^{-3}$ (zhruba 10 až 1000 hod./rok)	$< 10^{-3}$ (méně než 10 hod./rok)
<b>Přijatelná míra pravděpodobnosti iniciace <math>p_i</math></b> (při hypotetickém trvání iniciace 1s to odpovídá jedné iniciaci za uvedený čas)	$\leq 10^{-10}$ (jednou za 300 let)	$\leq 10^{-9}$ (jednou za 30 let)	$\leq 10^{-7}$ (jednou za 4 měsíce)

Tab. 4 Přípustné úrovně pravděpodobnosti vzniku iniciace pro jednotlivé zóny

Elektrická zařízení používaná v jednotlivých zónách musí být tedy konstruována tak, aby pravděpodobnost toho že se stanou zdrojem iniciace byla menší než hodnoty v tabulce 4.

## 6. Rozdělení zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu

Zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu jsou rozdělena do skupin, ty se pak dále dělí do kategorií.

**Skupina I** – zařízení, která jsou určena k použití v podzemí dolů vč. zařízení, která jsou umístěna na povrchu dolů a jsou ohrožena výbuchem důlního plynu nebo hořlavého prachu

### Kategorie

**M1** – zařízení, která (např. z bezpečnostních důvodů) zůstávají ve funkci i když je přítomna výbušná atmosféra.

**M2** – zařízení, která jsou v případě vzniku výbušné atmosféry automaticky vypínána. Ochranné prostředky zařízení této kategorie zajišťují dostatečnou úroveň ochrany při normálním provozu

**Skupina II** – zahrnuje zařízení, která jsou určená do prostředí ohrožených nebezpečím výbušné atmosféry

### Kategorie

**1** – zařízení s **velmi vysokou** úrovní ochrany před výbuchem, která jsou určena do prostředí klasifikovaného jako zóna 0 / zóna 20. Při selhání jednoho použitého typu ochrany před výbuchem musí nejméně druhý typ ochrany před výbuchem zachovat dostatečnou úroveň bezpečnosti a nebo při vzniku dvou na sobě nezávislých poruch musí být zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti.

**2** – zařízení s **vysokou** úrovní ochrany před výbuchem, která jsou určena do prostředí klasifikovaného jako zóna 1 / zóna 21. Úroveň konstrukční bezpečnosti zajišťuje dostatečnou úroveň nejen pro normální provozní stavy, ale i pro případy běžných provozních poruch.

**3** – zařízení s **normální** úrovní ochrany před výbuchem, která jsou určena do prostředí klasifikovaného jako zóna 2/zóna 22. Zajišťuje dostatečnou úroveň bezpečnosti pouze pro normální provozní podmínky.

Použití kategorií zařízení v prostorách a jejich zónách je uvedeno v tab.5

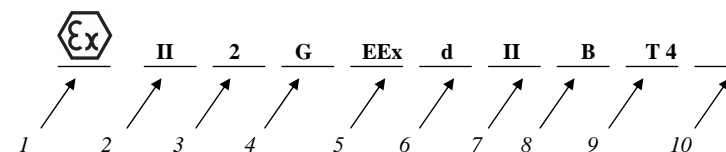
Prostory	Zóna/úroveň ochrany	Zařízení							
		Skupiny I kategorie		Skupiny II kategorie					
		M1	M2	1G	2G	3G	1D	2D	3D
důlní	V případě výbušné atmosféry zůstávají ve funkci	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
	V případě výbušné atmosféry se odpojují	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
povrchové	Zóna 0	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
	Zóna 1	Ne	Ne	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne
	Zóna 2	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne
	Zóna 20	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne
	Zóna 21	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ano	Ne
	Zóna 22	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano

Tab. 4 Použití kategorií zařízení v prostorech a jejich zónách

### Způsoby označování nevýbušných elektrických zařízení

Dále je uveden způsob označování podle Nařízení vlády č.176/1997 Sb. (Direktiva 94/9/EC).

Mimo tento způsob existují ještě další. Např. podle IEC, NEC (americký způsob značení).



Dále je uveden význam písmen a čísel na jednotlivých místech označení.

**1** - V Evropě vžitý znak pro zařízení určená do prostředí s nebezpečím výbuchu

**2** - Skupina zařízení:

- **I** – zařízení určené do důlního prostředí s nebezpečím výbuchu

- **II** zařízení určené do prostředí s nebezpečím výbuchu kromě dolů

3 - kategorie zařízení podle úrovně ochrany:

- **1** velmi vysoká úroveň ochrany před výbuchem ( zóna 0/zóna 20)
- **2** vysoká úroveň ochrany před výbuchem ( zóna 1/zóna 21)
- **3** normální úroveň ochrany

4 - druh výbušné atmosféry, do které je zřízení určeno:

- **M** důlní prostředí (mnemotechnická pomůcka: M jako metan)
- **G** výbušná atmosféra tvořená hořlavým plynem, parami nebo aerosoly (G jako „gas“)
- **D** výbušná atmosféra tvořená hořlavým prachem (D jako „dust“)

(Pro důlní zařízení se kategorie a druh uvádějí v opačném pořadí, tedy namísto 1 M se uvádí M 1. Důlní zařízení rovněž nemá kategorii 3).

5 - označuje, že zařízení je navrženo, vyrobeno a ověřeno podle evropských harmonizovaných norem

6 - typ ochrany před výbuchem:

- „**o**“ olejový závěr
- „**p**“ závěr s vnitřním přetlakem
- „**q**“ pískový závěr
- „**d**“ pevný závěr
- „**e**“ zajištěné provedení
- „**ia**“ jiskrová bezpečnost kategorie „a“
- „**ib**“ jiskrová bezpečnost kategorie „b“
- „**n**“ ochrana typu „n“
- „**m**“ hermetizovaný závěr (zalití zalévací hmotou)

( Pro zařízení určená pouze do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu „D“ nemusí být uveden žádný z údajů).

7 - skupina plynů základní:

- **I** důlní plyn
- **II** jiné plyny, páry nebo aerosoly

( Pro zařízení určená pouze do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu „D“ nemusí být uveden žádný z údajů).

8 - skupina plynů II:

- II A
- II B
- II C
- místo skupiny plynů může být uveden přímo chemický vzorec plynu, pro který je zařízení určeno

( Pro zařízení určená pouze do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu „D“ nemusí být uveden žádný z údajů).

9 - maximální garantovaná teplota povrchů, které mohou přijít do styku s výbušnou atmosférou:

- **T1** 450 °C
- **T2** 300 °C
- **T3** 200 °C
- **T4** 135 °C
- **T5** 100 °C
- **T6** 85 °C

(Teplota může být vyjádřena místo teplotní třídy přímo svou hodnotou, např. 220 °C. Pro zařízení určená pouze do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu se většinou uvádí konkrétní hodnota teploty.)

**10** – doplňující identifikační údaje, např. je-li zařízení určeno pro jinou teplotu okolí než v rozsahu (-20 až + 40 °C), pak se např. uvádí „ $T_{amb} = 40 + 60 \text{ °C}$ “

## 7. Praktické provedení nevýbušných el. zařízení (druhy závěrů)

Existuje několik ustálených způsobů jak konstruovat elektrická zařízení do prostorů z nebezpečím výbuchu. Tyto způsoby konstrukce se nazývají také „závěry“. Dále jsou popsány jejich principy.

### Pevný závěr „d“ ČSN EN 60 079-1

Do výbušná atmosféra může vniknout do zařízení a případně může dojít i k jejímu vznícení uvnitř. Ale kryt musí být natolik pevný, že vydrží tlak spalin a mezery natolik malé a dlouhé, že se unikající spaliny bezpečně zchladí a nedojde k zážehu vnější atmosféry.

Použití: Rozváděčové, ovládací a indikační skříně, světla a majáky, motory, transformátory.

### Zajištěné provedení „e“ ČSN EN 60 079-7

Výbušná atmosféra může vniknout do zařízení, to je konstruováno s vysokým stupněm bezpečnosti tak, že v něm nedochází k nedovolenému zvýšení teploty, k jiskrám nebo obloukům.

Použití: svorkovnicové skříně, rozváděčové, ovládací a indikační skříně s Ex součástmi, transformátory, motory, světla, topné kabely.

### Závěr s vnitřním přetlakem „p“ ČSN EN 60 079-2

Výbušné atmosféře je zabráněno vnikat do zařízení, protože uvnitř je udržován přetlak ochranného plynu. Nutná kontrola přetlaku, v případě poklesu tlaku nutno odpojit.

Použití: pro velká zařízení, nebo celé místnosti, velké motory, velké rozvaděče, veliny.

### Jiskrová bezpečnost „i“ ČSN EN 60 079-11

Zařízení nevytváří jiskry ani tepelné účinky, které by byly schopny způsobit vznícení výbušné plynné atmosféry. Jiskry které mohou v zařízení vzniknout musejí mít tak malou energii, aby nemohly vznítit atmosféru. Dovolená energie jiskry závisí na druhu výbušné atmosféry. Tento způsob ochrany se hodí pro zařízení pracující s malými výkony.

Použití: měřicí a regulační zařízení.

### Olejový závěr „o“ ČSN EN 60 079-6

Elektrické zařízení nebo jeho část je ponořena v oleji takovým způsobem, že výbušná atmosféra, která může vzniknout nad olejem nebo mimo závěr nemůže být vznícena. Jako zalévací kapalina nemusí být použit vždy olej, ale i jiná vhodná kapalina (např. v dolech se minerální olej používat nesmí).

Použití: transformátory, topná tělesa, výkonové spínače.

### Pískový závěr „q“ ČSN EN 60 079-5

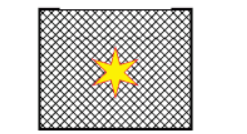
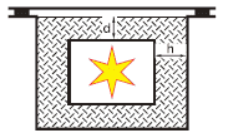
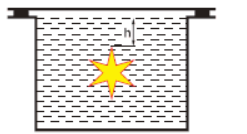
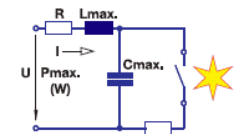
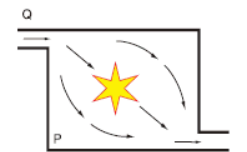
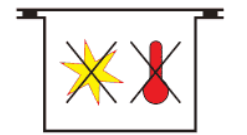
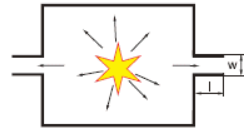
Závěr elektrického zařízení je zaplněn jemným granulovým materiálem tak, že v předpokládaných provozních podmínkách nemůže při zážehu uvnitř závěru dojít ke vznícení okolní atmosféry. Závěr tedy nebrání vniknutí výbušné atmosféry dovnitř, ale zabrání rozšíření výbuchu ven. Původně býval plnicí hmotou písek, proto „pískový závěr“, dnes se používají i částice křemičitého skla.

Použití: transformátory, elektronická zařízení.

### Hermetizovaný závěr (zalití zalévací hmotou) „m“ ČSN EN 60 079-18

Části schopné způsobit vznícení výbušné atmosféry jiskřením nebo teplotou se uzavřou v zalévací hmotě, takže nemůže dojít ke vznícení výbušné atmosféry.

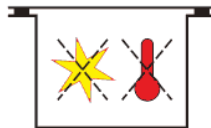
Použití: spínací jednotky, potenciometry, senzory.



### ***Ochrana typu „n“ EN 60 079-15***

Při normálním provozu a ve stanovených abnormálních podmínkách zajišťuje, že zařízení není schopno vznítit okolní atmosféru. Tento typ ochrany počítá pouze s běžnými provozními stavy, nikoli s poruchovými, je to pouze nižší typ ochrany.

Použití: rozváděčové skříně, ovládací a indikační skříně, světla, majáky, motory, svorkovnicové skně. Použití především v zóně 2.



### ***Speciální závěr „s“***

Specifická ochrana v rámci národních norem zahraničních výrobců. Typ ochrany, který v provozních podmínkách vyhoví konstrukčním a testovacím zkouškám daných certifikačním úřadem, tak aby byl bezpečný v prostoru s nebezpečím výbuchu.

Použití: detektory plynů, svítidla.