

# Elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu

Ing. Jaromír Hrubý, FTZU

## Úvod

Elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu jsou speciální kategorií elektrických zařízení, které pro uživatele představují potenciální nebezpečí. Nejedná se u nich jen o zajištění bezpečnosti proti úrazu elektrickým proudem, ale především o takovou ochranu, aby při provozování v prostředí s nebezpečím výbuchu nepředstavovaly nebezpečný zdroj iniciace výbuchu. Proto znalosti a technické požadavky na konstrukci elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu spadají více než do oboru elektrotechniky do úzce specializovaného oboru zahrnujícího znalosti nejen z elektrotechniky, ale i mechaniky, vlastností materiálů a fyzikální chemie. Přestože se mnoho pracovníků s dobrou znalostí elektrotechniky v praxi často s elektrickým zařízením do prostředí s nebezpečím výbuchu běžně setkává, jsou znalostmi z oblasti principů konstrukce elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu (až na světlé výjimky) téměř nedotčeni. K tomuto konstatování mě bohužel vedou zjištění z praxe. Proto bych chtěl svým článkem pracovníkům v oboru elektrotechniky poskytnout alespoň základní a přehledné informace o elektrických zařízeních do prostředí s nebezpečím výbuchu za účelem získání hlubšího povědomí o principech ochrany, a tím přispět ke zvýšení úrovně bezpečného provozování elektrických zařízení v prostředí s nebezpečím výbuchu.

## Legislativa

Na elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu jako na velmi častý a účinný potenciální zdroj výbuchu se vztahují poměrně přísné zákonné předpisy. Nejde pouze o konstrukční předpisy, ale i o předpisy zřizovací. Takovéto předpisy existují vlastně ve všech zemích světa. Postupnou harmonizací národních předpisů se dospělo ke sjednocení technických norem na úroveň mezinárodně akceptovaných norem IEC, které jsou v současnosti přejímány rovněž jako evropské normy EN. Česká republika jako členský stát přebírá evropské normy jako normy ČSN EN nebo ČSN IEC EN. Přejímání norem IEC vede k častým změnám technických požadavků uváděných v harmonizovaných normách. To vede k tomu, že se správná aplikace norem stává nepřehlednou i pro odborníky. Při tvorbě

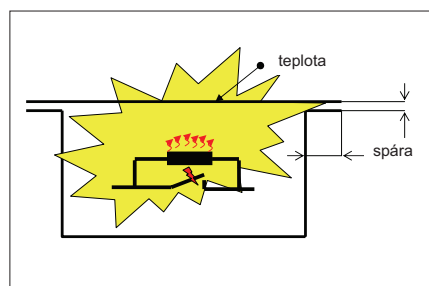
technických norem se v EU navíc důsledně aplikuje princip **posledních poznatků techniky** (*latest state of the art*), kdy výrobek, který je aktuálně uváděn na trh, musí odpovídat posledním poznatkům techniky. To je stav odpovídající znění posledního vydání příslušných harmonizovaných norem. Na území EU se navíc podařilo harmonizovat i legislativní předpisy. Na elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu se vztahuje evropská směrnice 94/9/EC (ATEX), která je v české legislativě zakotvena v zák. č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, a především do nařízení vlády č. 23/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.

V článku jsou použity odkazy na originální dokumenty uváděné jako směrnice 94/9/EC nebo jako norma EN.

## Principy ochrany elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par G

### Pevný závěr Exd (obr. 1)

U tohoto typu ochrany se předpokládá vniknutí výbušné atmosféry dovnitř závěru k částem představujícím zdroj iniciace. V přípa-



Obr. 1. Pevný závěr Exd

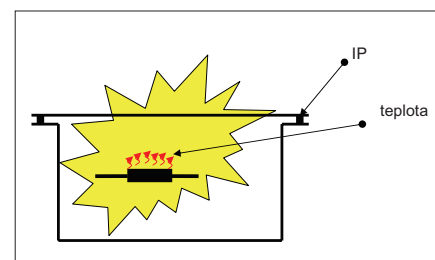
dě iniciace výbušné atmosféry uvnitř závěru musí závěr bez poškození odolat výbuchovému tlaku a zároveň zabránit přenosu výbuchu zevnitř do vnějšího prostředí pomocí ochlazení výbuchových zplodin a plamene spárami pevného závěru. Druhým limitujícím bezpečnostním faktorem je maximální povolená teplota povrchu vnějších částí závěru.

Konstrukce a velikosti nevýbušných spár se liší podle toho, pro jakou třídu výbušnosti je závěr konstruován. (IIA, IIB, IIC). Ochrana

na pevným závěrem se používá pro všechny druhy elektrických zařízení. Je to nejstarší typ ochrany elektrických zařízení proti výbuchu a nejčastější použití má v dolech nebezpečných výbuchem metanu. Úroveň bezpečnosti, které se dá ochranou závěrem dosáhnout, je kategorie 2, resp. M2.

### Zajištěné provedení Exe (obr. 2)

Typ ochrany zajištěné provedení rovněž předpokládá možnost vniknutí výbušné atmosféry dovnitř závěru. Protože závěr není konstruován jako odolný proti výbuchu, v závěru se nesmějí vyskytovat žádné potenciální zdroje iniciace, jako jsou horké

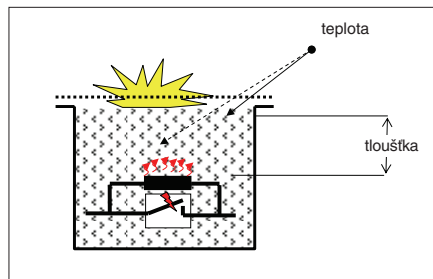


Obr. 2. Zajištěné provedení Exe

povrchy nebo jiskřící části. Tam, kde se vyskytují jakékoliv jiskřící komponenty, nelze tohoto způsobu ochrany z principu použít. Ty nejjiskřící části, které jsou závěrem chráněny, musí zůstat bezpečné i v případě obvyklých poruch. Toho je dosaženo kromě zvýšených požadavků na provedení elektrické izolace i pomocí dostatečně dimenzovaných povrchových cest a vzdušných vzdáleností mezi holými živými částmi a dostatečnou mechanickou odolností spojů tak, aby nemohlo dojít ke vzniku jiskry. Z tohoto důvodu nelze tento způsob ochrany použít například jako ochranu elektronických součástí na deskách tištěných spojů, kde nelze poruchové stavy jednoznačně definovat. K zajištění ochrany přispívá i požadovaný stupeň krytí IP. Typickou aplikací ochrany zajištěným provedením jsou například propojovací nebo odbočné krabice, asynchronní elektromotory, určité typy svítidel, akumulátory nebo transformátory. Úroveň ochrany, které lze tímto typem ochrany dosáhnout, je kategorie 2, resp. M2. Protože po vyloučení jiskřících zdrojů iniciace zůstává jediným limitujícím faktorem teplota povrchu kterékoliv části uvnitř závěru, lze ochranu použít pro všechny třídy výbušnosti plynů a par.

## Ochrana pomocí zalévací hmoty Exm (obr. 3)

Princip této ochrany spočívá v tom, že se potenciální zdroje iniciace trvale zalijí do izolační zalévací hmoty, čímž dojde k zabránění

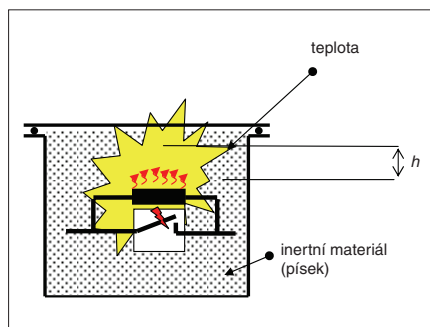


Obr. 3. Ochrana pomocí zalévací hmoty Exm

nění přístupu výbušné atmosféry k potenciálním zdrojům iniciace. Až na drobné výjimky hermeticky uzavřených malých součástí nelze tento druh ochrany použít tam, kde se nacházejí pohyblivé části, jako jsou například relé nebo spínače. Kromě minimální tloušťky zalití musí zálivka poskytovat ochranu v průběhu celé životnosti zařízení a na její mechanickou a elektrickou nebo tepelnou odolnost jsou kladeny zvýšené požadavky. Zálivka musí poskytovat dostatečnou ochranu jak při normálním provozu, tak při určitých poruchových stavech zalitých součástí. Limitujícím faktorem zde není pouze teplota na povrchu zařízení, ale i v místě styku součástek se zalévací hmotou. Navíc nesmí dojít k poškození ochrany ani v případě vnitřního zkratu. Tento typ ochrany má dvě úrovně konstrukční bezpečnosti. Úroveň *ma* je vysoká úroveň, která umožňuje dosažení úrovně bezpečnosti zařízení kategorie 1 resp. M1. Nižší úroveň s méně přísnými požadavky je úroveň *mb*, umožňující dosažení úrovně konstrukční bezpečnosti zařízení kategorie 2, resp. M2. Tento typ ochrany rovněž nerozlišuje třídy výbušnosti. Typickou aplikací je ochrana elektronických obvodů nebo bezkontaktních snímačů.

## Ochrana pískovým závěrem Exq (obr. 4)

U tohoto typu ochrany se sice vniknutí výbušné atmosféry k potenciálním zdrojům iniciace předpokládá, ale v případě iniciace zajistí dostatečná vrstva materiálu na bázi křemene o určité maximální zrnitosti spolehlivé uhašení výbuchu bez toho, že by se přenesl do vnější atmosféry. Výška vrstvy se liší podle napětí chráněného zařízení. Písek jako ochrana musí zcela vyplňovat vnitřní objem závěru. Použitelnost tohoto typu ochrany je omezena elektrickými parametry (výkonem,

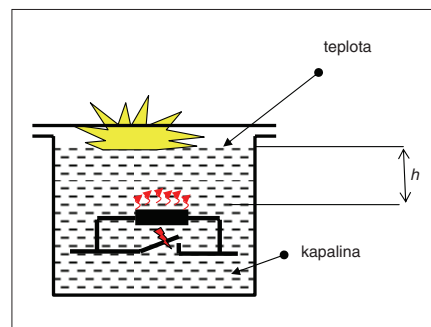


Obr. 4. Ochrana pískovým závěrem Exq

proudem a napětím) chráněného elektrického zařízení. Název *pískový závěr* je historický. Namísto písku se nyní používá i sklo nebo keramika. Limitujícím faktorem je nejen povrchová teplota závěru, ale i teplota v určité vrstvě písku a maximální zkratový výkon v případě vnitřního zkratu. I zde musí být zajištěna ochrana jak při normálních provozních podmínkách, tak i v případě vnitřních poruch elektronických součástí. Pokud se uvnitř nacházejí elektrické prvky, jako jsou například relé, musejí být chráněny samostatným krytem. Vnitřní objem takovýchto komponent je však značně omezen. Ochrana umožňuje úroveň konstrukční bezpečnosti zařízení kategorie 2, resp. M2. Typickou aplikací jsou elektronická zařízení, například elektronické předřadníky. Ochrana lze využít pro všechny třídy výbušnosti.

## Olejový závěr Exo (obr. 5)

Princip ochrany spočívá k zabránění přístupu výbušné atmosféry k těm místům chráněného zařízení, které představují potenciální zdroj iniciace tím, že celé elektrické zařízení je ponořeno do definované minimální hloubky pod hladinu kapaliny. Název *olejový závěr* je spíše historický, protože se v současné době musejí používat nehořlavé izolační kapaliny nebo kapaliny s výrazně omezenou hořlavostí. U této ochrany musí být minimální výška hladiny trvale kontrolována. Tato metoda byla sice původně vyvinuta pro olejo-

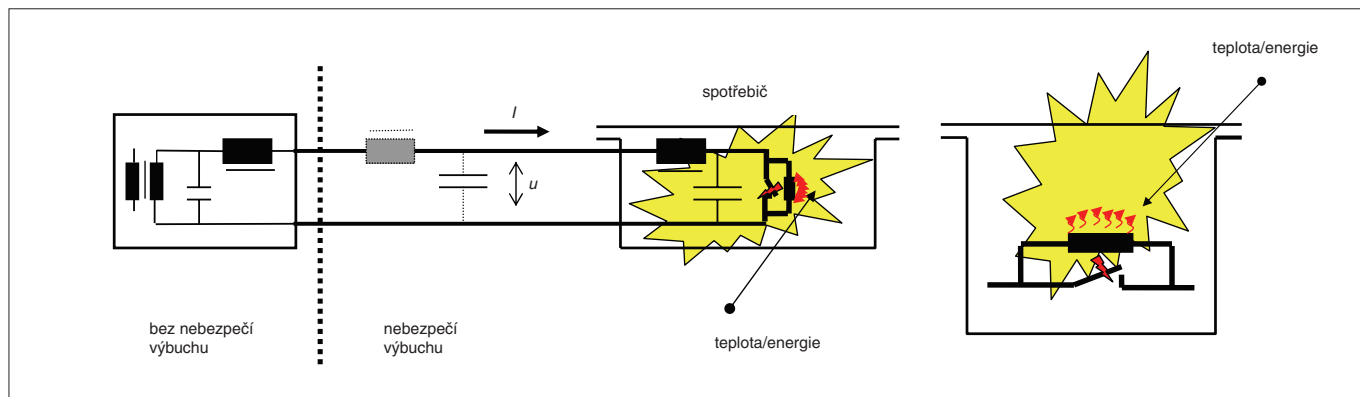


Obr. 5. Olejový závěr Exo

vé důlní vypínače, ale v současné době se již téměř nepoužívá. Používání hořlavých kapalin v dole je obecně zakázáno. Nádoba závěru musí umožňovat i změny tlaku pod samotným závěrem. Tímto typem ochrany lze dosáhnout úrovně bezpečnosti zařízení kategorie 2.

## Jiskrově bezpečné zařízení Ex i (obr. 6)

Pod pojem jiskrově bezpečná zařízení jsou zahrnuta jiskrově bezpečná zařízení a jiskrově bezpečné obvody, resp. návazná jiskrově bezpečná zařízení. U návazných jiskrově bezpečných zařízení se zdrojová část nachází v prostředí bez nebezpečí výbuchu a v místech s nebezpečím výbuchu je umístěno pouze napájené zařízení/spotřebič. Principem ochrany je omezení energie na tak nízkou úroveň, která již není schopna zapálit

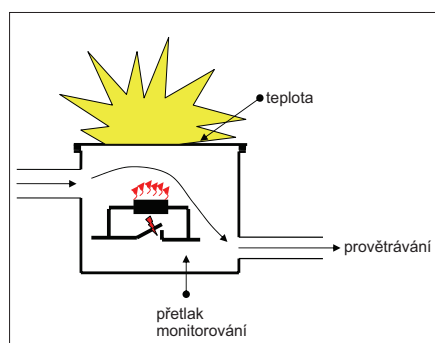


Obr. 6. Jiskrově bezpečné zařízení „Ex i“

výbušnou atmosféru, a to ani jiskrou, ani teplotou součástí. Je třeba si uvědomit, že jde o celkovou energii, která se může v případě jiskry v obvodu uvolnit. Kromě ohmické složky činné energie je to i energie nahromaděná v indukčnostech nebo kapacitách elektrického obvodu. Proto se u jiskrově bezpečných obvodů musí hodnotit nejen energie samotného zdroje, ale i energie akumulovaná ve spotřebiči a propojovacím vedení. U tohoto typu ochrany se předpokládá, že výbušná atmosféra může být ve styku s jakoukoliv vnitřní částí jiskrově bezpečného zařízení. Jiskrově bezpečná zařízení musí být bezpečná nejen za normálního provozu, ale i v případě poruch jednotlivých elektrických komponent. V závislosti na toleranci poruch se u jiskrově bezpečných zařízení rozlišují tři úrovně bezpečnosti: nejvyšší úroveň *ia* – zařízení je bezpečné při dvou nezávislých poruchách, úroveň *ib* – zařízení je bezpečné při jedné poruše, a úroveň *ic* – zařízení je bezpečné pouze za normálního provozu. Tento typ ochrany proti výbuchu je jeden z nejrozšířenějších a je používaný především pro zařízení s nízkou úrovní energie, jako jsou například elektrická nebo elektronická zařízení pro měření a regulaci. V závislosti na počtu poruch, při kterých je zařízení ještě bezpečné, lze dosáhnout úrovně bezpečnosti zařízení všech tří kategorií (1, 2 a 3, resp. M1, M2). Maximální povolené úrovně energií se liší podle toho, pro jakou třídu výbušnosti plynů je určeno (IIA, IIB, IIC).

### Závěr s vnitřním přetlakem Exp (obr. 7)

Ochrana závěrem vnitřním přetlakem zajišťuje, aby se k elektrickým částem představujícím potenciální zdroj iniciace nedostala



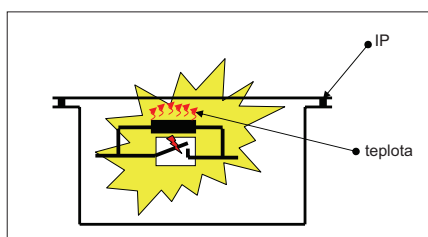
Obr. 7. Závěr s vnitřním přetlakem Exp

vnější výbušná atmosféra. Je toho dosaženo tím, že uvnitř závěru je udržován přetlak vzduchu nebo inertního plynu. S tím souvisí i nutnost trvalého a spolehlivého monitorování vnitřního přetlaku v průběhu provozu a řádné provětrání závěru před uvedením vnitřních částí pod napětí. Podle úrovně monitorování a provedení provětrávání a závislosti na vnitřním vybavení závěru se dělí dále na tři podskupiny *px*, *py* a *pz*. Tento způsob

ochrany se používá především u elektrických rozváděčů nebo u velkých vysokonapěťových elektromotorů. Pomocí ochrany s vnitřním přetlakem lze dosáhnout úrovně ochrany odpovídající zařízením kategorie 2, M2 nebo 3. U tohoto závěru se nerozlišuje použitelnost v závislosti na třídách výbušnosti plynů.

### Ochrana typu n Exn (obr. 8)

Ochrana typu *n* (nejiskřící) lze charakterizovat jako typ ochrany, která zajišťuje pouze úroveň bezpečnosti při normálním provozu, a tudíž je použitelná pouze pro kategorii zařízení 3. I zde se předpokládá, že výbušná atmosféra se může dostat do styku s vnitřními elektrickými komponentami. Proto lze tuto



Obr. 8. Ochrana typu n Exn

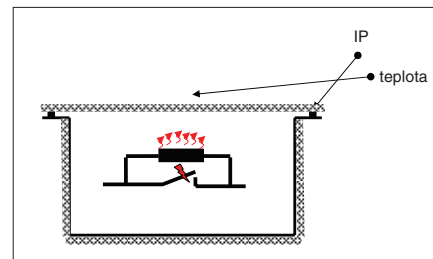
ochranu použít pouze pro nejiskřící elektrické komponenty nebo komponenty s akceptovatelnou povrchovou teplotou. Tento typ ochrany však připouští i jiskřící prvky s limitovanou energií, jako jsou třeba relé, které se musí chránit samostatně. Podle toho, jakým způsobem je dosaženo vyloučení potenciálního zdroje iniciace, se za písmenem *n* uvádí dodatečné písmeno charakterizující konkrétní způsob ochrany proti výbuchu. Podle konkrétního způsobu ochrany potenciálního zdroje iniciace se používá ochrana *nA* (nejsou přítomny žádné jiskřící zdroj iniciace vychází z ochrany Exe), *nC* (jiskřící prvek nebo horká část je chráněna hermetickým krytem vychází z ochrany Exm), *nL* (nízká energetická úroveň elektrických komponentů, vychází z ochrany Exi) nebo *nR* (ochrana omezeným dýcháním – zajištěna téměř hermeticky uzavřeným krytem, vychází z ochrany vysokým stupněm krytí IP). Ochrana typu *n* se používá jak pro zařízení pro účely měření a regulace, tak i pro svítidla nebo elektrické asynchronní elektromotory s kotvou nakrátko. Je však akceptovatelná pouze pro zařízení kategorie 3.

### Principy ochrany elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu D

#### Ochrana závěrem Ex tD (obr. 9)

Ochrana závěrem spočívá v zabránění vnikání prachu dovnitř závěru po celou dobu životnosti zařízení pomocí zvýšeného stupně krytí IP a zajištění maximálně přípustných

teplot vnějšího povrchu závěru. Vysoká povrchová teplota může zapálit jednak rozvířený prach, jednak prach usazený na povrchu zařízení. Tento způsob ochrany je nejpoužívanější typ ochrany a lze jím dosáhnout úrovně ochrany požadované pro zařízení kategorie 1, 2 a 3. Požadavky na stanovení povrchové teploty se liší podle praxe A, kde se předpoklá-

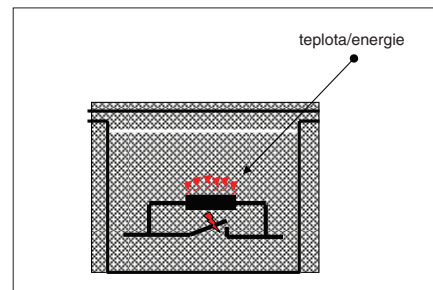


Obr. 9. Ochrana závěrem Ex tD

dá, že vrstva prachu nepřekročí 5 mm, a praxe B, kde se předpokládá, že zařízení může být v prachu zasypáno celé.

#### Jiskrově bezpečná zařízení Ex iD (obr. 10)

Způsob ochrany je prakticky shodný s typem ochrany používaným pro plyny a páry. Používá se u zařízení s malými energiemi, kde se předpokládá, že prach může vniknout k vnitřním potenciálním zdrojům iniciace.

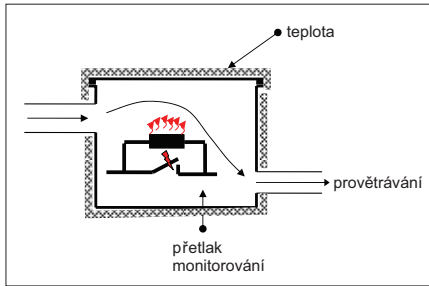


Obr. 10. Jiskrově bezpečná zařízení Ex iD

V tomto případě je kritická hlavně povrchová teplota součástí, protože teplota vznícení prachu v usazeném stavu je mnohem nižší než teplota vznícení plynů a par. Nelze tedy automaticky předpokládat, že jiskrově bezpečná zařízení konstruovaná do prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par automaticky vyhoví i do prostředí s nebezpečím výbuchu prachů. Ochranou jiskrově bezpečných obvodů lze dosáhnout úrovně bezpečnosti pro všechny kategorie 1, 2 a 3.

#### Ochrana závěrem s vnitřním přetlakem Ex pD (obr. 11)

Princip ochrany je prakticky shodný s principem ochrany s vnitřním přetlakem určeným pro plyny a páry. Pomocí závěru s vnitřním přetlakem lze dosáhnout úrovně bezpečnosti stanovené pro kategorie 2



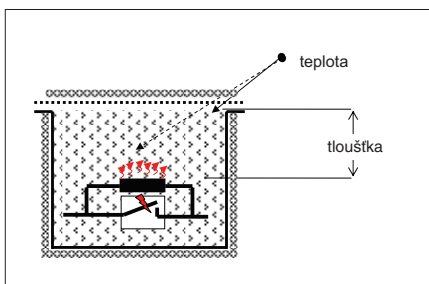
Obr. 11. Ochrana závěrem s vnitřním přetlakem

nebo 3. Tento typ ochrany se používá především v rozváděčových skříních, kde nelze aplikovat ochranu typu *tD* a kde se provětrávání využívá zároveň jako chladicí médium.

### Ochrana pomocí zalévací hmoty Ex mD (obr. 12)

Princip ochrany je totožný s principem ochrany zalévací hmotou u závěrů určených do prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par, kdy definovaná vrstva zalévací hmoty brání vnikání prachu k elektrickým částem představujícím potenciální zdroje iniciace. Tento typ ochrany lze využít pro úroveň zabezpečení odpovídajících všem kategoriím zařízení 1, 2 a 3.

U všech elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu je nutné si uvědomit, že kritickým parametrem je povrchová teplota. Zatímco výbušná atmosféra tvořená plyny nebo párami má hodnoty teplot vznícení až na několik výjimek nad 200 °C, teploty vznícení prachu ve vrstvě jsou výrazně nižší – od ca 130 °C. Jsou však i případy, kdy prach usazený ve vysoké vrstvě na elektrickém zařízení může začít doutnat díky efektu samovznícení. Jde o děj trvající řádově i několik dnů nebo týdnů. Pak se mohou stát nebezpečnými i teploty pod 100 °C. V minulosti se věnovala



Obr. 12. Ochrana pomocí zalévací hmoty Ex mD

značná pozornost ochraně elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par a ochrana zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu zůstávala poněkud v pozadí zájmu. Protože v posledních letech došlo ve světě k celé sérii výbuchů prachu s velmi vážnými dopady, věnuje se tomuto problému čím dál větší pozor-

nost. Požadavky na konstrukci elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu se neustále zpřísňují.

### Koncepce ochrany proti výbuchu

K výbuchu dojde tehdy, je-li v jednom okamžiku přítomen účinný zdroj iniciace, výbušná atmosféra a oxidační prostředek. S výjimkou speciálních aplikací jsou zařízení umístěna v prostředí, kde je přirozeným oxidačním prostředkem kyslík, obsažený ve vzduchu. Podmínky pro vznik výbuchu lze tudíž redukovat na existenci výbušné atmosféry a na existenci účinného zdroje iniciace.

Koncepce ochrany výbuchu je založena na společensky přijatelné míře pravděpodobnosti vzniku výbuchu. Tato pravděpodobnost je vlastně násobkem pravděpodobnosti přítomnosti výbušné směsi a pravděpodobnosti existence účinného zdroje iniciace. Z toho vyplývá, že čím je vyšší pravděpodobnost výskytu výbušné atmosféry, tím musí být pravděpodobnost existence účinného zdroje iniciace nižší a naopak.

Pravděpodobnost existence přítomnosti výbušné atmosféry se vyjadřuje pomocí klasifikace prostředí do zón. Zóna je definována především pravděpodobností přítomnosti výbušné atmosféry v čase a jako doplňující údaj je i její rozsah, závislý na konkrétních provozních podmínkách provozovaných zařízení a obsahující hořlavé a výbuchem nebezpečné látky. Klasifikace zón je uvedena v tab. 1. Označení zón 0, 1

Autor článku **Ing. Jaromír Hrubý** absolvoval v roce 1978 elektrotechnickou fakultu VŠD v Žilině. Po ukončení nastoupil jako technický pracovník na oddělení zkušebny nevýbušných elektrických zařízení v tehdejší Vědeckovýzkumném uhelném ústavu. Po oddělení zkušebny a vzniku samostatného Fyzikálně technického zkušebního ústavu zastává od roku 1992 funkci ředitele. Celou dobu své profesní činnosti se zabývá problémy spojenými s bezpečností zařízení provozovaných v prostředí s nebezpečím výbuchu, jejich zkoušením a certifikací. Pro oblast nevýbušných zařízení je členem mezinárodní normalizační komise IEC a evropských komisí CEN a CENELEC.

M1, tak kategorie M2. V případě překročení stanovené limitní hodnoty se všechna elektrická zařízení kategorie M2 vypínají a mohou být dále provozována pouze elektrická zařízení kategorie M1.

Pravděpodobnost existence účinného zdroje iniciace je vyjádřena kategorií elektrického zařízení. Kategorizace elektrických zařízení je založena na existenci účinného zdroje iniciace za různých provozních podmínek provozovaného elektrického zařízení včetně jeho poruchových stavů. Princip kategorizace je uveden v tab. 2.

Způsob označení uvedený v tab. 2 je definován ve směrnici ATEX (94/9/EC). Proto-

Tab. 1. Klasifikace zón pravděpodobnosti výbušné atmosféry

Zóna	Pravděpodobnost výskytu výbušné atmosféry
0/20	Výskyt je trvalý nebo dlouhodobý. Za trvalý nebo dlouhodobý výskyt se považuje doba nad 10 % z provozní doby nebo při nepřetržitém provozu doba přítomnosti výbušné atmosféry po dobu větší než 1 000 h ročně.
1/21	Výskyt výbušné atmosféry je pravděpodobný. Kvantitativním vyjádřením je pravděpodobnost mezi 0,1 až 10 % provozní doby, resp. 10 až 1 000 h ročně v případě nepřetržitého provozu.
2/22	Výskyt výbušné atmosféry je málo pravděpodobný, ale nedá se vyloučit. Pokud vzniká, tak pouze po krátkou dobu. Kvantitativně se jedná o pravděpodobnost menší než 0,1 % provozní doby, resp. méně než 10 h ročně v případě nepřetržitého provozu.

Tab. 2. Princip kategorizace elektrických zařízení

Kategorie	Existence zdroje iniciace
1 (M1)	Účinný zdroj iniciace se nevyskytuje za normálních provozních podmínek, v případě jedné poruchy ani v případě dvou nezávislých poruch. Jedná se o nejvyšší úroveň zabezpečení elektrického zařízení proti výbuchu.
2 (M2)	Účinný zdroj iniciace se nevyskytuje za normálních provozních podmínek ani v případě jedné poruchy
3 (-)	Účinný zdroj iniciace se nevyskytuje pouze v případě normálních provozních podmínek

a 2 platí pro směsi plynů a par se vzduchem a označení zón 20, 21 a 22 platí pro směs rozvířeného prachu se vzduchem. Poněkud na odlišném principu je definována pravděpodobnost existence výbušné atmosféry pro oblasti dolů s nebezpečím výbuchu. Vychází se ze skutečnosti, že obsah metanu v dolech je trvale monitorován. Pokud hodnota koncentrace metanu nepřekročí povolenou mez, smí být provozována zařízení jak kategorie

že se však v EU přejímají normy IEC, začíná se používat i kategorizace označování podle IEC. IEC jako paralelu k evropské koncepci kategorií zavádí takzvanou *úroveň ochrany zařízení (EPL)* – úroveň *a*, *b* nebo *c*.

Zařízení kategorie 1 je označováno symbolem vyjadřujícím typ ochrany s indexem *a* („x“*a*). Pro zařízení kategorie 2 používá IEC index *b* („x“*b*) a pro zařízení kategorie 3 je použito indexu *c* („x“*c*).



Tab. 3. Použitelnost elektrických zařízení různých kategorií v závislosti na pravděpodobnosti výskytu výbušné atmosféry

Prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par – spolu s uvedenými normami se vždy aplikuje i základní norma IEC/EN 60079-0					
Typ ochrany	Harmonizovaná konstrukční norma	Symbol označení ochrany	Kategorie podle EU	EPL podle IEC	Zóna použitelnosti
pevný závěr	IEC/EN 60079-1	<i>d</i>	2G, M2	Gb, Mb	1; 2
závěr s vnitřním přetlakem	IEC/EN 60079-2	<i>px</i> <i>py</i> <i>pz</i>	2G, M2 2G, M2 3G	Gb, Mb Gb Gc	1; 2 1; 2 2
pískový závěr	IEC/EN 60079-5	<i>q</i>	2G, M2	Gb, Mb	1; 2
olejový závěr	IEC/EN 60079-6	<i>o</i>	2G	Gb	1; 2
zajištěné provedení	IEC/EN 60079-7	<i>e</i>	2G, M2	Gb, Mb	1; 2
jiskrová bezpečnost	IEC/EN 60079-11 (IEC/EN 60079-26, EN 50303)	<i>ia</i> <i>ib</i> <i>ic</i>	1G, M1 2G, M2 3G	Ga, Ma Gb, Mb Gc	(0); 1; 2 1; 2 2
ochrana typu <i>n</i>	IEC/EN 60079-15	<i>nA, nC,</i> <i>nL, nR</i>	3G	Gc	2
ochrana zalévací hmotou	IEC/EN 60079-18	<i>ma</i> <i>mb</i> <i>mc</i>	1G, M1 2G, M2 3G	Ga, Ma Gb, Mb Gc	0; 1; 2 1; 2 2
Prostředí s nebezpečím výbuchu prachů – spolu s uvedenými normami se vždy aplikuje i základní norma IEC/EN 61241-0.					
Typ ochrany	Harmonizovaná konstrukční norma	Symbol označení ochrany	Kategorie podle EU	EPL podle IEC	Zóna použitelnosti
ochrana závěrem	IEC/EN 61241-1 IEC/EN60079-31	<i>tD</i> <i>ta</i> <i>tb</i> <i>tc</i>	1D/2D/3D 1D 2D 3D	Da Db Dc	20/21/22 20 21 22
závěr s vnitřním přetlakem	IEC/EN 61241-4	<i>pD</i>	2D/3D		21/22
jiskrová bezpečnost	IEC/EN 61241-11	<i>iaD</i> <i>ibD</i>	1D 2D		20; 21; 22 21; 22
ochrana zalévací hmotou	IEC/EN 61241-18 IEC/EN 60079-18	<i>maD</i> <i>mbD</i>	1D 2D	Da;Db;Dc	20; 21; 22 21; 22 20/21/22

Z hlediska použitelnosti elektrických zařízení v určitém prostředí se elektrická zařízení podle směrnice 94/9/EC dělí do dvou skupin:

- skupina I je vyhrazena pro doly s nebezpečím výbuchu důlního plynu,
- skupina II je vyhrazena pro všechna ostatní zařízení na povrchu, a to jak do prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par (označované G), tak prachů (označované D).

EU však postupně přejímá jako harmonizované evropské normy normy IEC, které zavádějí poněkud odlišné značení skupin elektrických zařízení:

- skupina I je vyhrazena pro doly s nebezpečím výbuchu důlního plynu;
- skupina II je vyhrazena pro všechny ostatní zařízení na povrchu do prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a par, dělí se na podskupiny odpovídající třídám výbušnosti plynů IIA, IIB, IIC, kdy zařízení skupiny IIC lze použít i pro prostředí s třídou výbušnosti plynů IIA nebo IIB, resp. skupinu IIB i pro prostředí s třídou výbušnosti plynů IIA;
- zavádí skupinu III, která je vyhrazena pro

zařízení na povrchu do prostředí s nebezpečím výbuchu prachů.

Navíc skupinu III dále dělí na:

- hořlavé vláknité prachy (IIIA),
- ostatní nevodivé hořlavé prachy (IIIB)
- vodivé hořlavé prachy (IIIC).

Podobně platí, že zařízení skupiny IIIC lze použít i pro prachy skupiny IIIA nebo IIIB, resp. zařízení skupiny IIIB lze použít i pro prostředí s prachem skupiny IIIA.

Použitelnost elektrických zařízení různých kategorií v závislosti na pravděpodobnosti výskytu výbušné atmosféry (zónách) včetně odpovídajících harmonizovaných norem je uvedena v tab. 3.

### Označování elektrických zařízení z hlediska jejich úrovně ochrany proti výbuchu

Pro označování úrovně ochrany elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu platí povinný způsob značení uvedený ve směrnici 94/9/EC (ATEX) a nepovinné, nicméně léta používané a v harmonizovaných normách uváděné dodatečné značení, vyja-

dující bližší údaje o způsobu ochrany elektrických zařízení. Pro plyny a páry je značení uvedeno na obr. 13.

Doplňkové označení podle harmonizovaných norem při přechodu na normy IEC se postupně bude měnit. Tyto změny se budou týkat části doplňkového značení. Povinné značení stanovené směrnicí zůstává a v doplňkovém značení se budou opakovat znaky, které budou charakterizovat typ a úroveň ochrany, znak skupiny výbušnosti a teplotní třídy.

V tab. 4 je porovnání doplňkového značení podle koncepce IEC úrovně ochrany (EPL) a povinného značení podle směrnice 94/9/EC. Tyto znaky se budou nacházet za znakem Ex a za symbolem charakterizujícím druh použité ochrany.

Označování elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu je poně-

Tab. 4. Porovnání doplňkového a povinného značení el. zařízení – plyny a páry

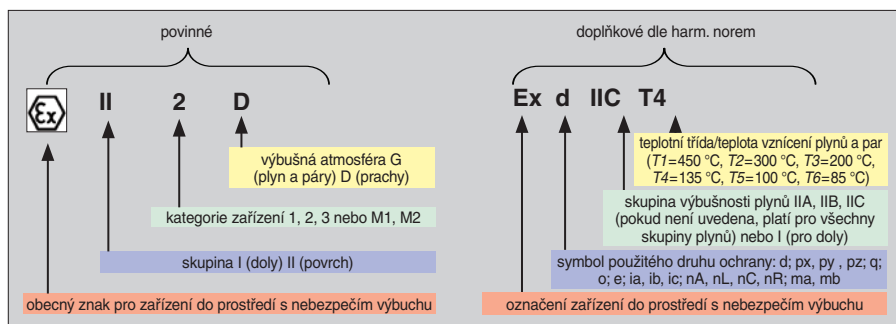
Doplňkové značení podle EPL (IEC)	Povinné značení podle směrnice 94/9/EC
Ma I	I M1
Mb I	I M2
Ga II	II 1G
Gb II	II 2G
Gc II	II 3G

Tab. 5. Porovnání doplňkového a povinného značení el. zařízení – prachy

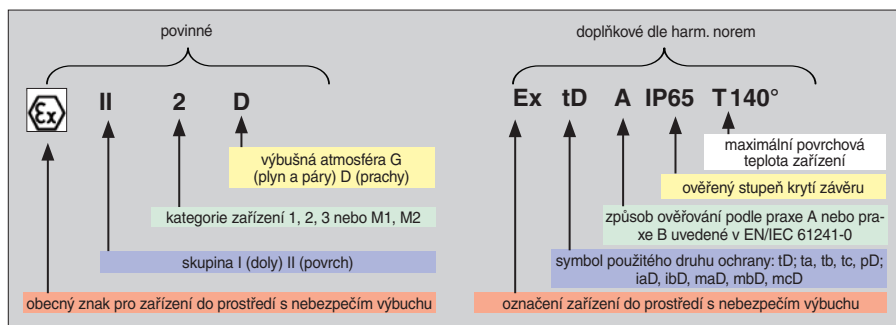
Doplňkové značení podle EPL (IEC)	Povinné značení podle směrnice 94/9/EC
IIIA (vláknité prachy) Da	II 1D
IIIA (vláknité prachy) Db	II 2D
IIIA (vláknité prachy) Dc	II 3D
IIIB (nevodivé prachy) Da	II 1D
IIIB (nevodivé prachy) Db	II 2D
IIIB (nevodivé prachy) Dc	II 3D
IIIC (vodivé prachy) Da	II 1D
IIIC (vodivé prachy) Db	II 2D
IIIC (vodivé prachy) Dc	II 3D

kud odlišné. Označení se rovněž skládá z povinného označení podle směrnice 94/9/EC a doplňkového označení podle harmonizovaných norem. Značení je uvedeno na obr. 14.

S postupným přechodem na normy IEC se bude měnit i doplňkové označení podle harmonizovaných norem, kde se opět budou opakovat informace, které jsou podle směrnice 94/9/EC povinné. Pro lepší orientaci je porovnání uvedeno v tab. 5. Uvedené znaky se budou nacházet za znakem Ex a za symbolem charakterizujícím typ použité ochrany, kategorii plynů IIIA, IIIB nebo IIIC, následuje povrchová teplota. Znak *Da*, *Db* nebo *Dc*, charakterizující úroveň ochrany, se bude nacházet na konci označení následovaný označením stupně krytí IP.



Obr. 13. Označování elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu pro plyny a páry



Obr. 14. Označování elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu prachu

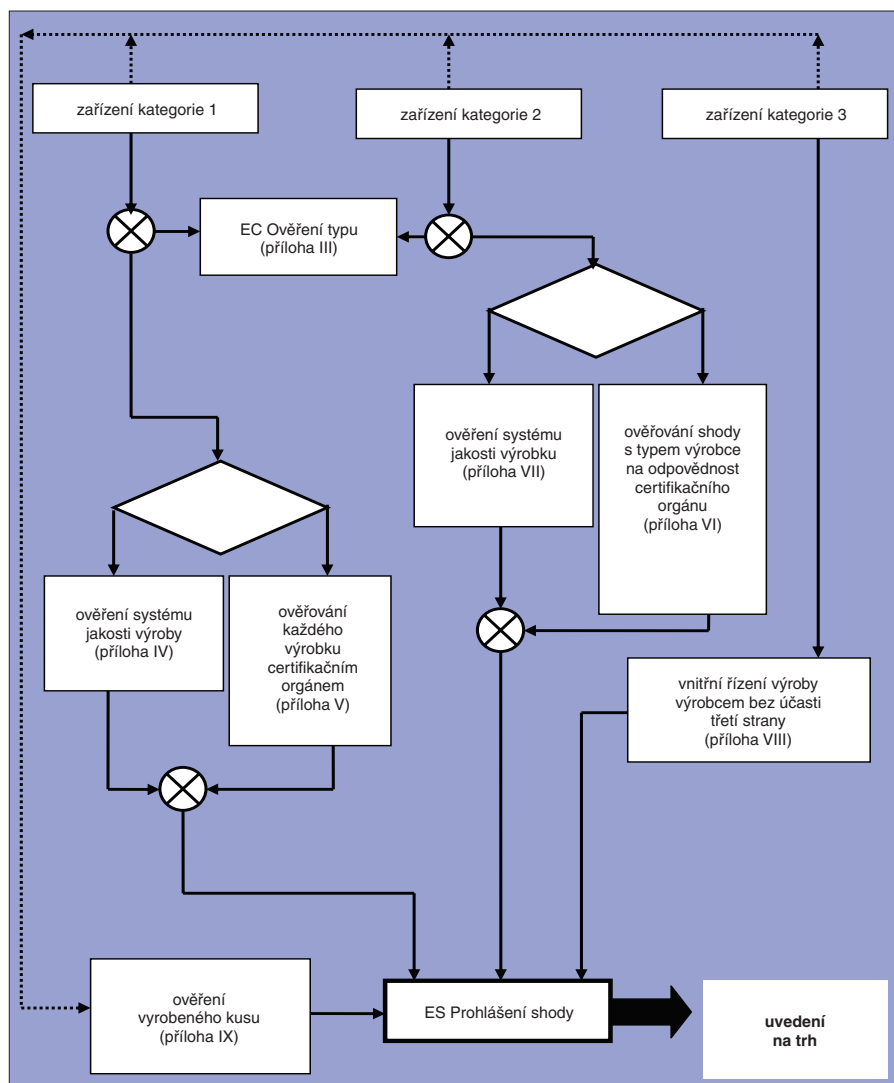
## Způsoby prokazování shody podle směrnice 94/9/EC

Elektrická zařízení představují významný potenciální zdroj iniciace. Proto prakticky v celém světě elektrická zařízení konstruovaná do prostředí s nebezpečím výbuchu podléhají povinné certifikaci třetí stranou – nezávislou zkušební organizací, a to bez ohledu na to, pro jakou kategorii úrovně bezpečnosti (1, 2 nebo 3) jsou konstruována. Takovýto princip je přijat i v mezinárodním certifikačním systému pro certifikaci elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu IECEx System a vychází z národních zákonů požadavků aplikovaných jednotlivými členskými státy. Přestože se nedá hovořit o stejné úrovni nebo kvalitě certifikačních organizací jednotlivých zemí, certifikační organizace uznané v tomto systému podléhají určitým vnitřním pravidlům vzájemného ověřování tak, aby výstupy – certifikáty těchto uznaných certifikačních organizací byly zárukou určité minimální garantované úrovně bezpečnosti certifikovaných elektrických zařízení pro použití do prostředí s nebezpečím výbuchu. Výhodou tohoto systému je větší důvěra zákazníků v elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu certifikovaná nezávislou certifikační organizací.

Poněkud odlišná pravidla platí pro elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu uváděná na trh EU, u kterých je povinnost prokazování shody podle směrnice 94/9/EC. V tomto případě je možné, aby si výrobci elektrických zařízení kategorie 3 (představující nejnižší úroveň ochrany) mohli prokázat shodu sami podle modulu A (příloha č. VIII Směrnice 94/9/EC). Tato možnost

je výrobcí více než hojně využívána. Praxe ovšem ukazuje, že velké množství výrobců vydává na výrobky zákonem povinné ES prohlášení shody, které však není podloženo ani patřičným a kompetentním hodnocením, ani potřebnými zkouškami, které jsou vyžadovány harmonizovanými normami. Přestože není možné toto zjištění zobecnit, protože existují i velmi fundovaní a důvěryhodní výrobci (především velké firmy), kteří disponují jak zkušenými odborníky, tak potřebným technickým vybavením. Bohužel existují i výrobci, kteří nejenže odpovídajícími odborníky ani technickým vybavením nedisponují, ale neznají dokonce ani příslušné předpisy a normy, podle kterých mají shodu prokázat.

Způsob prokazování shody elektrických zařízení podle směrnice 94/9/EC je založen na modulární koncepci, kdy si výrobce volí kombinaci modulu ES ověření typu plus jeden z modulů ověřování systému jakosti výroby. Smyslem ověřování systému řízení jakosti výrobce je zajistit, aby každý vyrobený kus odpovídal typově ověřenému výrobku, aby byly v průběhu výroby dokumentovatelným způsobem provedena všechna potřebná



Obr. 15. Postup prokazování shody pro elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu

Česká elektrotechnická společnost pořádá v Domech  
techniky ČSVTS: DT České Budějovice, DT Pardubice,  
DT Pízeň, DTO CZ Ostrava, DT Kladno

# Profesní vzdělávání v oblasti elektromagnetické kompatibility

## Kurzy jsou určeny pro:

- » projektanty,
- » montážní pracovníky,
- » provozovatele pevných instalací,
- » řídicí pracovníky takových firem.

## Rozsah kurzu:

3 nebo 4 vyučovací dny  
ve čtrnáctidenních intervalech

Kurzy jsou **bezplatné** a účastníkům  
je hrazeno cestovné a stravné.

Další informace a registrace na

<http://www.emc.csp.cvut.cz/>

**Čes** Česká  
elektrotechnická  
společnost

Kurzy jsou financovány z prostředků ESF prostřednictvím Operačního programu Lidské  
zdroje a zaměstnanost a státního rozpočtu ČR.



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

*The article concerns the basic information about the electrical equipments intended for use in the potentially explosive atmosphere according to the 94/9/EC Directive.*

*The first part describes the legislation requirements associated with the testing and certification procedures. The second part contains the simplified basic information about the various methods of protection. The next part provides the information concerning the concept of explosion protection in dependence on the zone classification of the hazardous areas and the levels of protection including the marking of explosion proof equipment according to the international rules as well according to the European Directive. The last part contains the overview of methods for the conformity assessment in order to be in line with the legislative requirements mentioned in the 94/9/EC (ATEX) Directive.*

ověření, zkoušky a měření, aby byly řízeny veškeré změny ve výrobním procesu nebo v konstrukci, které by mohly mít vliv na bezpečnost typově ověřeného výrobku, a aby výrobce měl interní systém opatření pro případ, že by uvedl na trh nebezpečný výrobek. V diagramu na obr. 15 je uveden postup prokazování shody pro elektrická zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu.

## Závěr

Přestože konstrukce, požadavky a způsob ochrany elektrických zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu jsou poměrně dobře definovány v harmonizovaných normách, jejich správné použití vyžaduje podrobné znalosti a dlouholeté zkušenosti. Kromě informací a požadavků uvedených v harmonizovaných normách ještě existují výkladové listy, které vydává skupina notifikovaných osob (ExNB). Tyto výkladové listy řeší konkrétní nejasnosti ve stávajících normách a jejich použití je nedílnou součástí prokazování shody. Těchto výkladových listů bylo vydáno již okolo stovky. Vedle toho existují i výklady Stálého výboru pro směrnici ATEX (*ATEX Standing Committee*), který vydává výklady ke správné aplikaci směrnice 94/9/EC. Tyto výklady jsou pak následně zahrnuty do aktualizovaných vydání návodu na aplikaci směrnice ATEX (*ATEX Guidelines*).

Na závěr bych si ještě dovoлил upozornit na jeden specifický právní aspekt související s uváděním elektrických zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu na trh. Týká se to ES prohlášení shody, které musí být dodáváno společně s každým výrobkem jako jediného, legislativou požadovaného dokumentu. Kromě toho musí výrobce dodávat spolu s každým výrobkem i návod pro správnou a bezpečnou instalaci, obsluhu a provozování elektrického zařízení. Před zavedením směrnice 94/9/EC výrobce prokazoval bezpečnost výrobku kopií typového certifikátu. Tato praxe poskytování kopie certifikátu ES o ověření typu sice přetrvává dodnes, ale je orgány státní správy právně nevynutitelná. Poněkud v jiném postavení vůči výrobcí je odběratel. Zde se jedná o soukromě-právní komerční vztah mezi dodavatelem a odběratelem. Odběratel může požadovat po výrobcí i předložení jiných důkazů o bezpečnosti výrobku (například certifikát typu, který obsahuje mnohem více údajů a informací než pouhé prohlášení shody ES), než vyžaduje legislativa, která se primárně vztahuje k odstraňování obchodních bariér na trhu EU a teprve sekundárně k zajištění požadované úrovně bezpečnosti těchto zařízení.

Problematika ochrany elektrických zařízení je poměrně rozsáhlá a v uvedeném článku přirozeně nebylo možné se zabývat podrobně konkrétními technickými požadavky na jednotlivé typy elektrických zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu. Jeho cílem bylo poskytnout čtenářům ve zjednodušené formě principy ochrany a základní přehled o platných harmonizovaných normách a předpisech, vztahujících se k uváděním elektrických zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu na trh.

☒