



A UTC Fire & Security Company



D-Ex Instruments

2009

YSLIVNA 2009

2009

LIVNA 2009

MYSLIVNA

2009

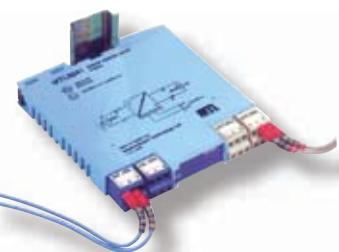




**D-Ex Instruments**



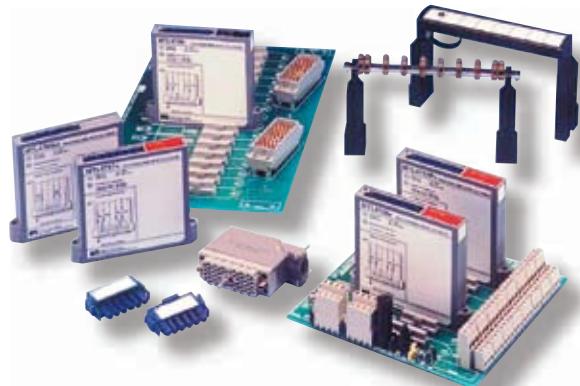
Zenerovy bariéry MTL 7700



Oddělovací převodníky MTL 5000



Měření zbytkové vlhkosti  
sypkých látka Mütec



Oddělovací převodníky MTL 4000



Detektor plynu Det-Tronics



Snímač toxického  
plynu Det-Tronics

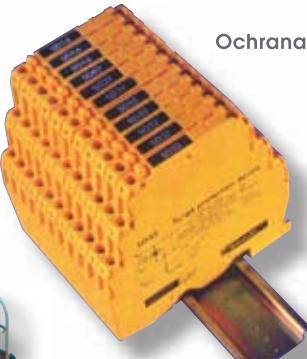


Prostorový detektor  
plynu Det-Tronics



Jiskrově bezpečné displeje BEKA

Řada SD



Ochrana proti přepětí MTL



## AKTIVITY FIRMY

### Přístroje pro práci v prostředí s nebezpečím výbuchu

- řídící systémy
- vstupně - výstupní systémy
- průmyslové sběrnice Foundation Fieldbus a Profibus PA
- bariéry a oddělovače
- terminály, displeje, indikátory, čítače
- sirény, majáky, poplachové hlásiče

### Bezpečnostní řídící systémy

### Komponenty plynových a vakuových rozvodů

- kompresní šroubení
- ventily a ventilové soupravy
- regulátory tlaku
- tvarovky a armatury pro měření a regulaci
- vakuové komponenty a systémy
- ultračisté potrubní systémy pro polovodičový průmysl



MEDC  
- nevýbušný maják



MEDC - nevýbušná siréna



HIMA - bezpečnostní řídící systém H51q

# SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

## Obsah

<b>Program semináře Myslivna 2009</b>	3
<b>EN 60079-14 - Zařazování nebezpečných prostorů a elektrické instalace v nebezpečných prostorech</b>	5
<b>Elektrické instalace v prostorech s nebezpečím výbuchu a požáru hořlavých prachů</b>	
Ing. Pohludka Jan, Ing. Basel Jaroslav, Fyzikálně technický zkušební ústav, s. p., Ostrava-Radvanice	
<b>Vliv přepětí na spolehlivost systémů</b>	19
L. C. Towle, MTL Instruments Ltd.	
<b>Detekce hoření vodíku a jiných plynů: Vidět neviditelné</b>	23
Cliff Anderson	
<b>Prostředí s nebezpečím výbuchu</b>	27
Ing. Jaromír Uher, D-Ex Instruments, s. r. o.	
<b>Fukční bezpečnost elektrických přístrojů souvisejících s bezpečností</b>	35
Ing. Jaromír Uher, D-Ex Instruments, s. r. o.	
<b>Bezpečnostní přístroje a obvody přispívající k ochraně proti výbuchu</b>	45
Ing. LUKÁŠ Martinák, Fyzikálně technický zkušební ústav, s. p., Ostrava-Radvanice	
<b>Flame Detection Selection Guide</b>	51
<b>Gas Detection Selection Guide</b>	55
<b>Eagle Quantum Premier - Total Life Safety System</b>	59

**M Y S L I V N A 2009**  
Brno - Hotel Myslivna  
10. - 11. 11. 2009



## **Program semináře Myslivna 2009**

### **Úterý 10. 11. 2009**

8:00	Registrace účastníků	
9:00	Zahájení . . . . .	Jaroslav Dolák
9:15	Prostředí s nebezpečím výbuchu . . . . .	Jaromír Uher
10:30	Přestávka na kávu	
11:00	Základy funkční bezpečnosti . . . . .	Jaromír Uher
12:00	Oběd	
13:30	Představení UTC / Det-Tronics . . . . .	Egon Schlemmer
	Optické detektory plamene . . . . .	Egon Schlemmer
	Detektory plynu . . . . .	Jürgen Möllmann
15:00	Přestávka na kávu	
15:30	Detektory plynu - pokračování . . . . .	Jürgen Möllmann
	Požární systémy EQP . . . . .	Jürgen Möllmann
17:00	Přestávka, ukázka EQP pro zájemce . . . . .	Jürgen Möllmann
18:00	Večeře	

### **Středa 11. 11. 2009**

8:30	Požární systémy EQP . . . . .	Jürgen Möllmann
10:00	Přestávka na kávu	
10:30	Novinky v legislativě pro výbušné prostředí . . . . .	Jan Pohludka FTZU
11:30	Praktický příklad funkční bezpečnosti . . . . .	Lukáš Martinák - FTZU
13:00	Předání certifikátů. . . . .	D-Ex Instruments
13:30	Oběd, konec semináře	



# EN 60079-14 - Zařazování nebezpečných prostorů a elektrické instalace v nebezpečných prostorech Elektrické instalace v prostorech s nebezpečím výbuchu a požáru hořlavých prachů

Ing. Pohladka Jan, Ing. Basel Jaroslav, Fyzikálně technický zkušební ústav, s. p., Ostrava-Radvanice

## 1. Instalace v prostorách s hořlavými plyny a párami hořlavých kapalin

Od května 2004 platí nová ČSN EN 60079-14, která stanoví instalační požadavky pro prostory s nebezpečím výbuchu. dále jsou shrnutý hlavní požadavky normy se zaměřením na změny a doplňky proti vydání předchozí normy z roku 1999.

ČSN EN 60079-14 pro instalaci elektrických zařízení v prostorech s nebezpečím výbuchu je daleko více zaměřena na instalační požadavky pro jednotlivé typy ochrany proti výbuchu, kterým dosud nebylo věnováno příliš pozornosti, i když bez nich je použití nevýbušných zařízení mnohdy velmi problematické a často dochází k neuvědomělému snížení jejich konstrukční bezpečnosti nebo zcela špatnému použití. Při čtení a aplikaci této normy si je třeba uvědomit, že norma obsahuje pouze doplňkové požadavky pro instalace v prostorech s nebezpečím výbuchu a proto musí být splněny i všechny obecně platné instalační požadavky pro běžné prostory.

## Výběr zařízení podle provedení (kategorie zařízení)

Nejvýraznější změnou, která ovlivnila výrazně celou oblast zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu je vydání nařízení vlády č. 23/2003 Sb. (přebírá Směrnici 94/9/EC), kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu. ČSN EN 60079-14 je v některých bodech částečně v rozporu s uvedeným nařízením vlády, Evropa rezignovala na tvorbu většiny norem a přebírá normy IEC, což je z hlediska ekonomického výhodné, na druhé straně to však přináší řadu problémů, protože mimo Evropu neplatí směrnice EU a předpisy pro certifikaci a instalacní požadavky jsou méně přísne. Proto byla ČSN EN 60079-14 na odpovídajících místech doplněna upozorněním na nutnost plnit platné Nařízení vlády, které má z hlediska práva přednost před požadavky norem. Nejvýznamnějšími dopady tohoto nařízení vlády (a zákona č. 22/19697 o technických požadavcích na výrobky) jsou:

- každý typ zařízení (i při výrobě nebo dovozu jednoho kusu) musí být před uvedením do provozu nebo na trh posouzeno z bezpečnostních hledisek uvedených ve výše uvedeném nařízení vlády
- každé zařízení musí být jednoznačně označeno podle požadavků směrnice;
- s každým nevýbušným zařízením musí být dodáno prohlášení o shodě, kterým výrobce nebo dovozce prohlašuje, že zařízení je bezpečné;
- nevýbušná zařízení se nově rozdělují do kategorií:

## Důlní zařízení - skupina I

- **kategorie M1** - zařízení, které je konstruováno a doplňkově vybaveno speciálními ochrannými prostředky tak, aby bylo schopno pracovat v provozních podmínkách stanovených výrobcem a zajišťovalo velmi vysokou úroveň. U zařízení této kategorie se předpokládá, že zůstane funkční (v provozu) i v přítomnosti výbušné atmosféry (po zaplynování důlního díla).

Bezpečnost těchto zařízení se považuje za dostačující pokud po selhání jednoho z použitých prostředků ochrany zajišťuje dostatečnou úroveň bezpečnosti alespoň jeden další nezávislý prostředek ochrany nebo pokud i v případě dvou vzájemně nezávislých poruch je zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti.

- **kategorie M2** - zařízení, které je konstruováno a doplňkově vybaveno speciálními ochrannými prostředky tak, aby bylo schopno pracovat v provozních podmínkách stanovených výrobcem a zajišťovalo vysokou úroveň. U zařízení této kategorie se předpokládá, že budou v případě vzniku výbušné atmosféry (zaplynování důlního díla) vypnuty.

Bezpečnost těchto zařízení se považuje za dostačující pokud zajišťují dostatečnou úroveň ochrany za normálního provozu a v případě těžkých provozních podmínek v dole, jako je hrubé zacházení se zařízením a nepříznivé podmínky okolí.

## Povrchová zařízení skupina II

- Kategorie 1 - zařízení, které je konstruováno tak, aby bylo schopno pracovat v provozních podmínkách stanovených výrobcem a zajišťovalo velmi vysokou úroveň. Zařízení této kategorie je určeno pro použití v prostorech, ve kterých je výbušná atmosféra tvořena plyny, párami, mlhami nebo prachovzdusnou směsí přítomna trvale, po dlouhou dobu nebo často.

Bezpečnost těchto zařízení se považuje za dostačující pokud po selhání jednoho z použitých prostředků ochrany zajišťuje dostatečnou úroveň bezpečnosti alespoň jeden další nezávislý prostředek ochrany nebo pokud i v případě dvou vzájemně nezávislých poruch je zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti.

- kategorie 2 - zařízení, které je konstruováno tak, aby bylo schopno pracovat v provozních podmínkách stanovených výrobcem a zajišťovalo vysokou úroveň. Zařízení této kategorie je určeno pro použití v prostorech, ve kterých je vznik výbušné atmosféry tvořené plyny, párami, mlhami nebo prachovzdusnou směsí pravděpodobný.

Bezpečnost těchto zařízení se považuje za dostačující pokud zajišťuje dostatečnou úroveň ochrany i v případě poruchy nebo selhání zařízení, se kterými se musí počítat.

- kategorie 3 - zařízení, které je konstruováno tak, aby bylo schopno pracovat v provozních podmínkách stanovených výrobcem a zajišťovalo normální úroveň ochrany. Zařízení této kategorie je určeno pro použití v prostorech, ve kterých není vznik výbušné atmosféry tvořené plyny, párami, mlhami nebo prachovzdusnou směsí pravděpodobný a pokud výbušná atmosféra vznikne, je přítomna pouze zřídka a pouze po krátké časové období.

Bezpečnost těchto zařízení se považuje za dostačující pokud zajišťuje dostatečnou úroveň ochrany při normálním provozu.

- vyžaduje se nově doplňkové označení, které určuje, do jaké zóny a pro jaké prostředí je nevýbušné zařízení vhodné:

Povinně musí být zařízení označeno výlučným znakem pro nevýbušná zařízení (Ex v šestiúhelníku) za kterým se uvádí skupina zařízení I nebo II a kategorii zařízení. Za kategorii zařízení se navíc uvádí písmeno G (pro plynnou atmosféru) nebo D (pro prachovou atmosféru).

Příklady tohoto značení jsou uvedeny dále.



II 2G EEx d e IIC T3

Jednoduše lze říct, že podle kategorií lze zařízení používat:

- skupina I, kategorie M1 - důlní prostory zařazené do SNM 3
- skupina I, kategorie M2 - důlní prostory zařazené do SNM 1 nebo SNM 2
- skupina II, kategorie 1 - povrchové prostory zařazené do zóny 0 nebo zóny 20
- skupina II, kategorie 2 - povrchové prostory zařazené do zóny 1 nebo zóny 21
- skupina II, kategorie 3 - povrchové prostory zařazené do zóny 2 nebo zóny 22

Z výše uvedené kategorizace zařízení je zřejmé, že tento nový přístup výrazně ovlivní a zjednoduší výběr zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu a rovněž ovlivní normy pro určování vnějších vlivů pro prostory s nebezpečím výbuchu.

Instalačních požadavků pro jednotlivé typy ochrany jsou uvedeny v ČSN EN 60079-14. Je zde uveden návod pro výběr elektrických zařízení pro jednotlivé zóny, přesto tento návod není úplný a přesný a zcela neodpovídá platným předpisům, především nařízení vlády č. 23/2003 Sb. Pro upřesnění a usnadnění výběru vhodného zařízení je uvedena tabulka doplňkového označení ve vztahu k jednotlivým zónám:

Kategorie zařízení	Zóna, pro kterou smí být zařízení použito
Kategorie 1G	zóna 0, zóna 1 a zóna 2
Kategorie 2G	zóna 1 a zóna 2
Kategorie 3G	zóna 2

Je třeba si uvědomit, že toto značení je prioritní a výběr podle typu ochrany může někdy být zavádějící. Např. pevný závěr „d“ nebo závěr s vnitřním přetlakem „p“ je obvykle vhodný pro použití v zóně 1, v některých případech však může být na základě svého provedení povolen pouze pro zónu 2, rovněž tak jiskrově bezpečná zařízení kategorie ia mohou být v některých případech vhodná pouze pro zónu 1.

**V zóně 0** tedy smí být použita zařízení označená 1G, která splňuje požadavky ČSN EN 50284 (připravovaná IEC 60079-26). Jedná se o jiskrově bezpečná zařízení kategorie ia, speciální zalití zalévací hmotou „ma“, a kombinace dvou typů ochran, kdy se například zařízení v zajištěném provedení umístit do pevného závěru.

**V zóně 1** smí být použity všechny klasické typy ochrany proti výbuchu, s omezeními uvedenými dále.

**V zóně 2** je dnes situace nejsložitější a i přes rozsáhlý popis v čl. 5.2.3 ČSN EN 60079-14 lze v této zóně použít pouze zařízení s typem ochrany proti výbuchu „n“ podle ČSN EN 50021 (starší provedení podle IEC 79-15, nejnovější podle ČSN EN 60079-15) a samozřejmě i zařízení určená pro zóny 1 a 0. V žádném případě již nelze pro tyto zóny již používat zařízení, u něhož bylo ověřeno pouze krytí a povrchové teploty (podle již neplatné ČSN 33 2320).

## Výběr podle skupiny a teplotní třídy

Protože jsou hořlavé plyny rozděleny do skupin výbušnosti IIA, IIB a IIC a teplotních tříd T1 až T6, je nutno pro daný plyn vybrat i odpovídající zařízení. Zařízení označené jako IIC T6 je obecně možno použít ve všech hořlavých plynech, provozovatel by si měl však uvědomit, že se zvyšující se bezpečností zařízení je náročnější i výroba těchto zařízení a pro uživatele to znamená vyšší cenu a i vyšší požadavky na údržbu a opravy zařízení. Při výběru je proto dobré pečlivě zvážit, zda je opravdu pro danou aplikaci nutné takové zařízení.

Trošku složitější pro uživatele je situace při výběru zařízení, které má přijít do styku s horkým médiem (kapalinou, párou, hořlavou látkou), jako je tomu u mnoha snímačů a regulátorů tlaku, průtoku a tepla. Tato zařízení mají na štítku obvykle vyznačeno několik teplotních tříd nebo jednoduše T1 až T6. Skutečná teplotní třída se určí v závislosti na teplotě média, tato závislost je vždy uvedena v návodu k použití nebo jiné dokumentaci dodávané výrobcem uživateli a je na odpovědnosti uživatele, aby stanovit maximální teplotu, které může médium dosáhnout a správně přiřadil odpovídající teplotní třídu danému zařízení a ověřil, zda je tato teplotní třída přijatelná pro dané prostředí.

V této souvislosti si někdy mnohé podniky neuvědomují, že zdrojem iniciace mohou být horké povrch od jakýchkoliv, nejen elektrických zařízení a například požadují pro potrubí s produktem o teplotě například 250 °C zařízení s teplotní třídou T3 (maximální povrchová teplota do 200 °C).

## Volba zařízení podle vnějších vlivů

Elektrické zařízení musí být vybráno a instalováno tak, aby bylo chráněno proti vnějším vlivům (např. chemickým, mechanickým, vibracím, tepelným, elektrickým a vlhkostí), které mohou nepříznivě působit na ochranu proti výbuchu. Je třeba si uvědomit, že žádné zařízení není zcela univerzální a při nesprávném výběru se velmi brzo může stát nebezpečným. Zvláštní pozornost je vždy třeba věnovat zařízení s plastovými kryty nebo částmi z hlediska jejich odolnosti proti korozii chemickými látkami.

## Použití nevýbušných zařízení se závěry s lehkých kovů

Při výběru zařízení, které obsahuje ve své vnější konstrukci lehké kovy, je nutno pokaždé provést analýzu možného mechanického namáhání zařízení za provozu, protože bylo jasné prokázáno, že tyto materiály způsobují jiskry, které jsou při kontaktním tření zápalné.

## Přenosná zařízení a zkušební zařízení

Přenosná elektrická zařízení mají být používána v nebezpečných prostorech pouze tehdy, pokud se jeho použití nelze vyhnout. Přenosné zařízení má mít typ ochrany odpovídající zóně použití. Běžná průmyslová přenosná zařízení by neměla být používána v nebezpečných prostorech, s výjimkou daného místa, které bylo ohodnoceno, že po dobu použití zařízení bude vyloučena přítomnost hořlavých plynů nebo par (situace „čistá atmosféra“ (bez plynu)).

## Volba nevýbušných zařízení podle typu sítě

Ochranná opatření pro jednotlivé typy sítě v prostorech s nebezpečím výbuchu jsou:

- TN síťe - povinné použití TN-S systému a ochranného pospojování
- TT síťe - proudový chránič a ochranného pospojování
- IT síťe - hlídka izolace a ochranného pospojování

Většinou lze ve všech typech sítí použít jakékoli nevýbušné elektrické zařízení, výjimku tvoří zákaz použití jiskrově bezpečných zařízení napájených ze Zenerových bariér v sítích IT. Zenerovy bariéry totiž vyžadují pro svou bezpečnou funkci přímé uzemnění, což je v sítích IT z funkčních důvodů zakázáno.

## Elektrická ochrana

Vedení a nevýbušná elektrická zařízení musí být chráněno ochranou proti zkratu a zemnímu spojení. Motory musí mít navíc ochranu proti přetížení a nově i ochranu proti ztrátě jedné fáze. Tento požadavek vylučuje použití některých starších

tepelných ochran pro tyto účely. Většinu zařízení lze chránit jakýmkoliv vhodným typem ochran v souladu s návodem výrobce, výjimku tvoří některá zařízení v zajištěném provedení, která byly zkoušena jako sestava i z ochranou proti přetížení. V tomto případě mají na štítku uveden předepsaný typ ochrany a zařízení se smí používat pouze v kombinaci s touto ochranou.

## Statická elektřina

Při navrhování elektrických instalací je třeba provést opatření pro snížení účinků statické elektřiny na bezpečnou úroveň.

## Katodová ochrana kovových částí

Katodová ochrana vždy vytváří rozdíl potenciálu mezi chráněným zařízením a ochrannou elektrodou. V prostorech s nebezpečím výbuchu to samozřejmě představuje riziko nebezpečí výbuchu, především u aktivních ochran, které uměle ze zdroje vytváří v systému napětí a zemí pak mohou téci proudy řádově i stovky ampér. Katodové ochrany (celý systém ochrany, tj. způsob umístění ochranných elektrod, způsob pospojování jednotlivých částí chráněného zařízení, způsob omezení rozptylových proudů) proto musí být pro použití v prostoru s nebezpečím výbuchu schváleny. V České republice však zatím žádná z katodových ochran toto schválení nemá. Zvlášť kritická situace může nastat při špatném návrhu katodové ochrany na zařízení, kde jsou použity jiskrově bezpečné obvody se zenerovými bariérami, kde se přes uzemnění bariér může vytvořit rozdíl potenciálů až na snímačích, které jsou obvykle umístěny v zóně 0.

## Volba kabelů pro prostory s nebezpečím výbuchu

Na rozdíl od nevýbušných zařízení, která jsou bezpečná při jedné nebo dvou nezávislých poruchách není možno kabely chránit a každé mechanické poškození nebo selhání izolace (zkrat v kabelu) představuje nebezpečí výbuchu (uvolní se vždy dostatek energie pro iniciaci výbuchu). Jedinou ochranou proto je výběr dostatečně odolných typů kabelů a jejich mechanická ochrana. Pro zóny 1 a 2 se smí používat těžké a střední šnury, které omezují šíření plamene. Výjimku tvoří přenosná elektrická zařízení do 250 V a 6 A, kde je z provozních důvodů povoleno použití lehkých šnůr. Velmi důležité je však volit kabel podle jeho chemické odolnosti pro dané prostředí. Korozní odolnost konstrukčních materiálů kabelů proti různým chemickým látkám lze vyhledat v odborné literatuře, v některých případech tyto údaje uvádí i výrobce kabelů (respektive zákazy použití pro některé typy par chemických látek).

U všech elektrických zařízení, u kterých byl odstraněn kabel nebo nebyl vůbec do vývodky instalován, musí být vývodky uzavřeny speciálními certifikovanými zátkami.

Při instalaci kabelů je při jejich uložení do žlabů, potrubí, trubek nebo kanálů nutno provést opatření pro zabránění pronikání hořlavých plynů, par nebo kapalin z jednoho prostoru do druhého a pro zabránění hromadění hořlavých plynů, par nebo kapalin v kanálech. Totéž platí při průchodu kabelů přes stěny.

Pokud obvody procházejí z jednoho prostoru bez nebezpečí výbuchu do druhého takového prostoru přes prostor s nebezpečím výbuchu, musí být propojovací systém v prostoru s nebezpečím výbuchu vhodný pro odpovídající zónu (zóny).

Kabelové trasy v nebezpečných prostorech mají být, pokud možno, nepřerušované. Kde se nelze vyhnout přerušení, má spojka kromě mechanické odolnosti, elektrické odolnosti a odolnosti pro dané prostředí být:

- provedena v závěru s typem ochrany vhodným pro danou zónu, nebo
- pokud spoj není vystaven mechanickému namáhání, pak může být zalitý epoxidem, zalévací hmotou, nebo chráněn za tepla se smršťující trubičkou nebo trubičkou smršťující se chladem, v souladu s návodem výrobce.

Pokud jsou použity mnohodráťové vodiče (lanka) a zvláště jemné mnohodráťové vodiče, musí mít chráněny konce proti roztřepení vodičů např. pomocí kabelových ok nebo vodičových koncovek nebo jiným typem koncovky, nesmí však být chráněny pouze měkkou pájkou.

Povrchová teplota kabelů nesmí překročit teplotní třídu instalace.

## 2. Dodatečné požadavky pro jednotlivé typy ochrany

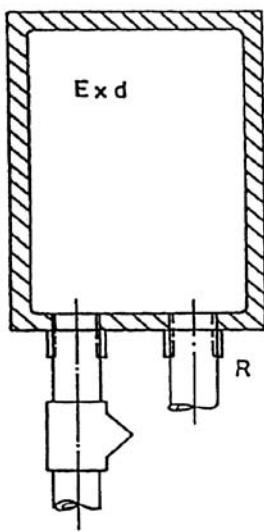
### Pevný závěr

K funkci pevného závěru přispívají k zabránění přenosu výbuchu základní tři principy:

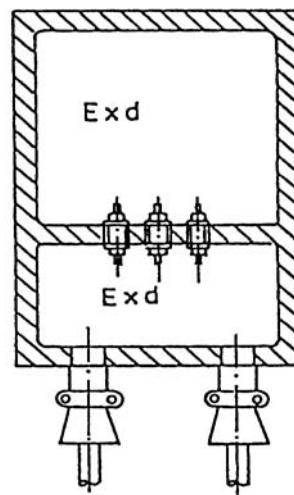
- ochlazení plamene na úzkých dlouhých spárách závěru;
- ochlazení plamene expanzí – uvnitř závěru má hořící směs tlak cca 1 MPa, při jejím průchodu spárou dochází k rozpínání na okolní tlak a tím i ochlazování;
- plyny procházející spárou s vysokou teplotou se míchají se studeným vzduchem v okolí závěru a tím dochází k jejich ochlazování;

Aby všechny tři principy fungovaly, nesmí být v těsné blízkosti spáry pevného závěru žádné přepážky, pro skupinu IIA do vzdálenosti 10 mm, pro IIB 30 mm a pro IIC 40 mm.

Pevné závěry se vyrábějí ve dvou základních variantách – s přímým vstupem a s nepřímým vstupem. Srovnání konstrukce těchto závěrů je vidět na obrázku.



Pevný závěr s přímým vstupem



Pevný závěr s nepřímým vstupem  
(přes připojovací prostor a průchody)

Správná funkce pevného závěru závisí především na správném sestavení závěrových ploch. Při jakémkoliv otevírání závěru je nutno zajistit správné dosednutí ploch, jakákoli nečistota nebo zbytky ztvrdlého tuku mohou způsobit zvětšení spár nad bezpečnou úroveň.

Hlavním rozdílem v obou konstrukcích je to, že závěry s nepřímým vstupem se mohou používat v zóně 1 bez jakýchkoliv omezení, kdežto závěry s přímým vstupem nikoliv. Použití závěrů s přímým vstupem v zóně 1 je možné:

- pokud je použit trubkový systém (se zalévacími mezikusy do 45 cm od závěru);
- pro závěry skupiny IIA a IIB s volným vnitřním objemem do 2 litrů;
- závěry se speciálními kabelovými vývodkami, jejichž jedna část se zalévá zalévací hmotou.

Z výše uvedeného je vidět, že omezení pro závěry s přímým vstupem jsou dosti přísná a proto se pevné závěry s přímým vstupem mohou většinou použít pouze pro zónu 2.

Pro napájecí systém pro pevné závěry se historicky v Evropě používají kably a odpovídající kabelové vývodky, v zámoří (USA a Kanada) se používá výlučně trubkový systém. Tento systém sice nebyl podle starých norem v ČR povolen, přesto se však především v plynárenství používal, vzhledem k tomu, že kompresory a jejich pohony pro podzemní zásobníky se vyrábí především v Kanadě a USA. Tento trubkový systém má své výhody a nevýhody (oproti kabelovým systémům).

Výhodou jsou:

- pro všechny případy se smí použít přímý vstup do závěru;
- trubkový systém je velmi odolný proti mechanickému poškození;

Mezi hlavní nevýhody patří:

- velmi obtížné změny v konfiguraci (přesunutí zařízení, výměny vodičů apod.);
- nutnost použití speciálních bezešvých trubek;
- povinnost použít zalévacích mezikusů (krabic), které jsou buď součástí závěru nebo se umisťují samostatně do 45 cm od každého vstupu do závěru.

Při špatné nákupu zařízení s otvory připravenými pro trubkový systém (dosti častý případ) nastává problém, protože otvory mají NPT trubkový závit a normální vývodky do nich nelze zašroubovat. Výrobci nevýbušných zařízení vyrábějí pro tyto případy speciální vývodky, které je možno použít pro přechod na kabelový systém.

Problémy s kabelovými vývodkami jsou nejčastějším jevem v praxi, protože nevýbušná zařízení se většinou dodávají bez vývodek a kabelové vývodky se objednávají zvlášť nebo nějaké jsou na skladě a je snaha je využít. Je však zapotřebí dodržovat dálé uvedené zásady. Pro pevné závěry není dovoleno použít tzv. vytrhávacích těsnících kroužků, které mají nařezány soustředně různé průměry, u kterých si uživatel upraví těsnící kroužek podle použitého kabelu. Musí být používány pouze vývodky dodávané se sadou těsnících kroužků pro různé průměry kabelů. Při použití menší vývodky do většího otvoru v závěru je možno využít pouze jednoho certifikovaného mezikusu pro redukci průměru. Pokud nejsou využity všechny otvory pro kabelové vývodky musí být uzavřeny certifikovanou zátkou. Je třeba si uvědomit, že jakékoli „domácí“ úpravy, výroba redukcí a zaslepovacích zátek vlastně porušuje bezpečnost pevného závěru a v případě výbuchu pevný závěr nebude funkční a finanční prostředky vynaložené na bezpečnost byly vlastně investovány zbytečně.

Při výběru motorů, které mají být napájeny z frekvenčního měniče je třeba vycházet z obecně platného pravidla. Měniče vytvářejí napěťové špičky a proto při výrobě motorů pro tyto účely každý výrobce motoru volí lepší izolaci drážek, vodičů a impregnace a zároveň volí průchody s napětím o jeden stupeň vyšším než je jmenovité napětí. Při použití běžného motoru pro napájení z frekvenčního měniče se podstatně snižuje životnost jeho izolace. Každá elektrická porucha u nevýbušných zařízení znamená snížení bezpečnosti proti výbuchu a volba běžného motoru pro napájení z měniče je zvýšení pravděpodobnosti poruchy.

Motory v pevném závěru se zabudovanou teplotní ochranou ve vinutí motoru (termočlánky, pozistory apod.), která byla ověřena jako ochrana proti překročení povrchové teploty (je takto označena an štítku a popsána v dokumentaci), mohou být (pokud jsou pro tento účel vyrobeny) bezpečně napájeny z jakéhokoliv měniče bez jejich dalšího přezkušování. Použití motorů bez teplotních čidel ve vinutí (nebo s teplotními čidly určenými pro ochranu vinutí proti spálení) s měničem je možné pouze po certifikaci (odzkoušení) técto motorů v sestavě motor - měnič - ochrana.

Při napájení motorů z měničů je obvykle snaha měnič umístit v prostoru bez nebezpečí výbuchu. Při tom je třeba mít na paměti, že výrobce měniče vždy uvádí v dokumentaci maximální dovolenou délku propojovací kabelů mezi měničem a motorem (obvykle do 50 m). Při překročení této délky může dojít vlivem kapacity a indukčnosti kabelu ke vzniku několikanásobně větších přepětí než při normálním provozu (další snížení životnosti motoru).

## Zajištěné provedení

Instalace samotného zařízení v zajištěném provedení vyžaduje především zachování stupně ochrany krytem, což v praxi znamená použití schváleného typu vývodek v EEx e provedení, které zajišťuje krytí IP 54.

U motorů je nejdůležitějším prvkem pro dosažení požadovaného zajištění proti výbuchu správná volba ochrany proti přetížení (viz kapitola o konstrukci zajištěného provedení). Při instalaci je tedy nutné získat k ochraně charakteristiku časové závislosti doby zpoždění vypínání na poměru spouštěcího proudu k jmenovitému proudu (v rozsahu poměru IA/IN alespoň 3 až 8). Z této charakteristiky se pro hodnotu poměru IA/IN uvedené na štítku motoru odečte hodnota vypínací doby a zkонтroluje se z oteplovací dobou tE uvedenou rovněž na štítku motoru (vypínací doba musí být kratší).

Napájení motorů v zajištěném provedení z frekvenčních měničů je možné pouze tehdy pokud byla certifikována (odzkoušena) celá sestava motor - měnič - tepelná ochrana. U zajištěného provedení je maximální povrchová teplota uvnitř motoru na vinutí nebo na rotoru a při snížené frekvenci dochází k snížení otáček a tím i ke zhoršenému chlazení a navíc dochází ke změně rozdělení ztrát (obvykle se zvětšují ztráty v železe) a tím i možnému přesunu nejteplejšího místa ze statoru na rotor. Toto přesunutí teplot nemůže zachytit ani teplotní čidlo ve vinutí, změny teplotních poměrů při různých frekvencích pro daný měnič mohou být zjištěny jedině zkouškami celé sestavy, pro kterou se pak zvolí správné místo a správný bezpečnostní odstup (snížení vypínací teploty) tak, aby motor teplotní čidlo zapůsobilo vždy než dojde k překročení maximální dovolené teploty kdekoliv na motoru.

Při použití spojovacích a rozbočovacích krabic v zajištěném provedení je nutno pečlivě prostudovat návod výrobce, ve kterém je obvykle uvedeno jaké svorky mohou být v krabici použity a jejich množství a zároveň i maximální počty a průřezu vodičů, včetně jejich proudového zatížení. V některých případech je však na krabici vyznačen pouze maximální povolený ztrátový výkon a je na uživateli, aby použít certifikované svorky v zajištěném provedení a spočítal a zkontoval ztrátový výkon v krabici pro svou aplikaci.

## Jiskrová bezpečnost

Podrobný návod principů jiskrové bezpečnosti a principů sestavování jiskrově bezpečných obvodů (návrhu jiskrově bezpečných systémů) jsou popsány v ČSN EN 60079-25.

Základním pravidlem instalace jiskrově bezpečných obvodů je, že napájecí část (oddělovač, zenerovy bariéry) musí být vždy instalována v prostoru bez nebezpečí výbuchu nebo uvnitř zařízení v pevném závěru. Princip omezení energie v obvodech, na kterém je založena jiskrová bezpečnost znamená, že instalace musí být provedena tak, aby neohrozila toto omezení energie. Znamená to, že elektrická instalace musí mít neporušenou izolaci, musí být vedena tak, aby se do zařízení a kabelů nemohla indukovat elektrická napětí a odizolována od země, aby jiskrově bezpečnými obvody nemohly těct vyrovnávací proudy mezi různými prostory.

Z výše uvedených důvodů je nutné vést jiskrově bezpečná vedení odděleně od silových vedení, uzemňovat jiskrově bezpečné obvody pouze v jednom místě (z výjimkou speciálně povolených případů), věnovat pozornost prostorovému oddělení jiskrově bezpečných zařízení a svorek v těchto obvodech od silových částí (při montáži ve společném pevném závěru) a věnovat pozornost elektromagnetické kompatibilitě jiskrově bezpečných obvodů.

Každá instalace jiskrově bezpečných obvodů (s výjimkou použití ručních přístrojů s vnitřním akumulátorem nebo baterií) vlastně znamená instalaci jiskrově bezpečného systému. Pro tyto instalace však je vyžadováno zpracování speciální bezpečnostní instalační dokumentace (pokud není certifikován celý jiskrově bezpečný systém), ve které musí být minimálně uvedeno:

- blokový diagram systému se seznamem položek zařízení v systému;
- stanovení skupiny zařízení, teplotní třídy a okolní teploty pro celý systém (vždy podle nejméně příznivé hodnoty některé položky zařízení)
- specifikace a povolené parametry propojovacích kabelů; vzhledem k tomu, že výrobci kabelů většinou neuvádějí potřebné parametry byly pro běžně konstruované kably (se stíněním a bez stínění), ve kterých jsou dvě nebo tři jádra stanoveny „bezpečné“ hodnoty 200 pF/m a 1 µH/m nebo 30 µH/Ω;
- místa pro připojení k uzemnění nebo vzájemnému pospojování;
- specifikace použitých jednoduchých zařízení (necertifikovaných) jako jsou spínače, svorky apod., včetně jejich stanovení teplotní třídy a odpovídajících parametrů prokazujících splnění ČSN EN 50020 pro jednoduchá zařízení
- identifikace celého systému (jednoznacné označení na hlavní části zařízení
- podpis „konstruktéra“ systému a datum vydání dokumentu.

Je třeba říct, že pouze v mizivém procentu je opravdu takováto dokumentace, prokazující bezpečnost celého systému k dispozici. To samozřejmě vede k pochybnostem o správné a bezpečné instalaci při uvádění zařízení do provozu a při revizích, zvláště když jsou v systému zapojena více než dva zařízení.

Pro venkovní instalace v zóně 0, je-li jakákoli část montována zvenku zařízení a nebo je přívodní vedení vedeno po povrchu technologie, musí být na hranici mezi zónou 0 a 1 instalována bleskojistka, která je schopna svést špičkový proud 10 kA. Provedení bleskojistiky musí být v nevýbušném provedení (v pevném závěru). Vedení od bleskojistiky k jiskrově bezpečnému zařízení musí být chráněno před úderem blesku (v chráničce, pod krytem).

Příklad dokumentace pro jiskrově bezpečné systémy je uveden v příloze.

## Závěr s vnitřním přetlakem

S tímto typem ochrany se obvykle vyrábějí vysokonapěťové 6 kV motory. Při instalaci je velmi důležité, zda je zařízení plně certifikováno nebo pouze motor se závěrem, vybavený servem pro řízení provětrávání. V prvném případě je možno vybudovat pouze přívodní potrubí od zdroje vzduchu, které je dostatečně těsné a pevné, v druhém případě nutno obstarat řídicí jednotku, odpovídající čidla a napájení čidel. V tomto případě je celková bezpečnost instalace na

odpovědnosti uživatele (instalatéra). Musí být zpracována dodatečná instalacní dokumentace, ve které jsou uvedeny i všechny blokovací podmínky.

Podle délky a objemu přívodního potrubí musí být dopočtena potřebná doba pro provětrání celého systému (skládá se z doby pro provětrání závěru, která je uvedena na štítku a z doby pro provětrání přívodního potrubí). Podle výsledku musí být nastaveno zpoždění spuštění motoru na řídící jednotce.

Výfuk ze závěru musí být přednostně vyústěn v prostoru bez nebezpečí výbuchu, pokud je nutno vyústit výfukové potrubí do zóny, musí být doplněno lapačem jisker podle tabulky:

Zóna vyústění výfukového potrubí	Zařízení	
	A	B
Zóna 2	vyžaduje se	nevýžaduje se
Zóna 1	vyžaduje se*	vyžaduje se*

A = Zařízení, které může v normálním provozu vytvářet zápalné jiskry nebo částice  
B = Zařízení, které v normálním provozu nevytváří zápalné jiskry nebo částice

Zařízení pro hlídání přetlaku a průtoku plynu musí v případě poruchy větrání spustit výstupní funkce, která se liší podle typu zóny:

Zařazení prostoru	Závěr obsahující zařízení, které není bez přetlaku vhodné pro zónu 2	Závěr obsahující zařízení které je bez přetlaku vhodné pro zónu 2
Zóna 2	výstraha 1)	žádná činnost
Zóna 1	výstraha a vypnutí 2)	výstraha 1)
1) Při spuštění výstrahy (alarmu) má být okamžitě zahájena činnost pro obnovení správné funkce systému		
2) Pokud automatické vypnutí může způsobit nejbezpečnejší situaci, mají být provedeny jiné opatření (dopředu), např. zdvojení napájení ochranným plynem.		

## Instalace zařízení na nádržích

Dostí problematický je dnes rovněž výběr zařízení, jehož jedna část zasahuje dovnitř nádrže nebo zásobníku, ve kterém je stanovena zóna 0 nebo zóna 1, avšak v okolí zásobníku je prostor bez nebezpečí výbuchu. Způsob provedení průchodu do zásobníku a způsob oddělení části zařízení uvnitř nádrže od ostatního zařízení sice nemusí ovlivňovat zařazení prostoru vně nádrže, může však ovlivňovat pravděpodobnost vzniku výbušné atmosféry uvnitř zařízení v důsledku difúze hořlavých látek z nádrže do elektrického zařízení na nádrži a je možno říct, že podle provedení rozhraní nádrž - elektrické zařízení by se mělo volit provedení elektrického zařízení na nádrži. Je zřejmé, že pro některé případy postačí elektrické zařízení v normálním provedení a v některých případech nemusí být vyhovující ani nevýbušné zařízení vhodné pro zónu 1. Protože praxe potvrdila, že podcenění tohoto problému často způsobuje havárie provozu, jsou v ČSN EN 50284 jasné pravidla a instalacní požadavky pro tyto případy.

### 3. Instalace v prostorách s hořlavými prachy

Zařízení pro prostory s nebezpečím výbuchu prachu se musí vybírat na základě znalostí:

- protokol o určení vnějších laliv, především výkresy s vyznačenými typy a rozsahy zón;
- vlastnosti přítomného prachu, elektrickou rezistivitu, teploty vznícení vrstvy prachu stanovené pro tloušťku vrstvy 5 mm podle EN 50281-2-1;
- maximální povrchové teploty zařízení měřené bez vrstvy prachu;
- maximální povrchové teploty zařízení pro prostor s vrstvami prachu vyšší než 5 mm tloušťky;
- zkoušky prachotěsnosti metodou uvedenou v ČSN EN 60529 pro kategorii 1 (s použitím umělého podtlaku) vyhovující dále uvedeným požadavkům

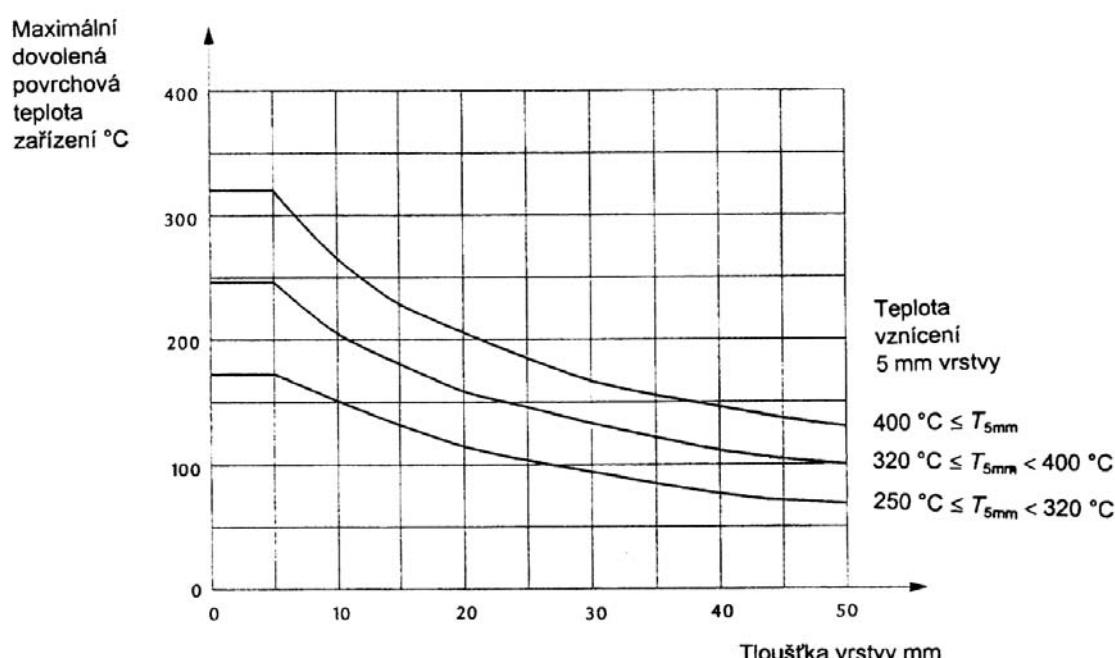
Zóna 20	Zóna 21 Zóna 22 s vodivým prachem	Zóna 22
IP 6X	IP 6X	IP 5X
Označení II 1 D	Označení II 2 D	Označení II 3 D

Maximální povrchová teplota pro zařízení pracující v jakékoli zóně musí být určena odečtením bezpečnostního odstupu (koeficientu) od minimálních teplot vznícení daného prachu, zjištěných zkušebními metodami podle ČSN EN 50281-2-1 pro rozvíjený prach a vrstvu prachu o tloušťce 5 mm.

Dále uvedená pravidla pro teplotní omezení musí být použity bez ohledu na zónu, ve které má být zařízení použito:

- Maximální povrchová teplota nesmí překročit 2/3 teploty vznícení ve °C daného prachu rozvíjeného ve vzduchu.
- Maximální povrchová teplota zařízení zjištěná nesmí překročit hodnotu o 75 K nižší než je minimální teplota vznícení 5 mm tlusté vrstvy daného prachu.

Tento výběr platí pouze pro zařízení, na kterých se může prach hromadit maximálně v 5 mm vrstvě. Pro použití v prostorech kde se hodně práší a na zařízení se mohou usazovat větší vrstvy prachu, musí být provedeno speciální hodnocení bezpečnosti pomocí přepočtu teploty vznícení hořlavého prachu (pro vyšší vrstvy se teplota vznícení snižuje) nebo měřením. Pro přepočet je možno použít dále uvedeného grafu:

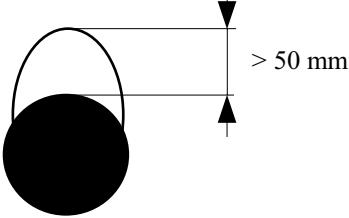
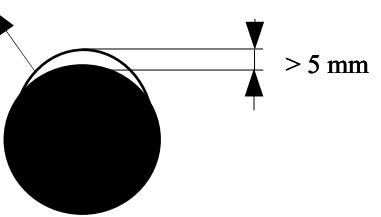
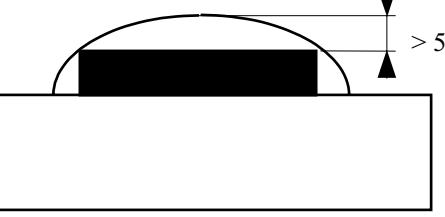
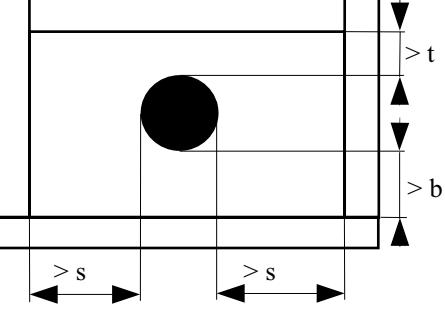


Speciální zkoušky se vyžadují vždy pro dále uvedená zařízení:

- zařízení pokryté v horní části prachovou vrstvou o tloušťce větší než 50 mm;
- zařízení pokryté prachovou vrstvou o tloušťce větší než 5 mm, vytvářené např. ze stran a ze spodní části zařízení;
- zařízení zcela zasypané v prachu.

Zařízení, určené pro speciální podmínky použití musí být označena (v označení musí obsahovat symbol X) a v dokumentaci nebo na zařízení musí být tyto speciální podmínky použití podrobně popsány a popřípadě i graficky vyznačeny pro jednoduchou orientaci obsluhy.

Příklady speciálních podmínek prachových vrstev s nadměrnou tloušťkou s požadavky na zvláštní ověření ve zkušebně jsou graficky znázorněny v dále uvedené tabulce:

	Nadměrná tloušťka vrstvy na vrchní části zařízení
	Nadměrná tloušťka vrstvy na vrchní části zařízení v důsledku nízké teploty vznícení prachu
	Nadměrná tloušťka vrstvy na stranách zařízení
	Úplně zasypané zařízení Rozměry „b“, „s“ a „t“ budou omezeny na základě laboratorního ověření

Navíc k požadavkům uvedeným v ČSN 33 2000-3 (a dalších dílech této normy) pro instalace v prostorech bez hořlavého prachu a ČSN EN 60079-14 pro uzemňování a vzájemné pospojování musí být splněny dodatečné požadavky pro instalace v prostorech s hořlavým prachem.

Je-li zařízení zasypáno pod tlustou vrstvou prachu, musí být provedeny speciální úvahy. Pro minimalizaci možného vzniku horkých jisker v důsledku nárazu mezi lehkými kovy a materiály s vázaným kyslíkem (např. rez, oxid suříku atd.) je třeba uvážit umístění zařízení konstruovaného z lehkých slitin.

Instalace musí být navržena a zařízení instalováno tak, aby byl umožněn snadný přístup pro kontroly, údržbu a čistění.

Pro každé místo musí být udržovány plány, které zachycují:

- určení a rozsah nebezpečných prostorů; informace musí obsahovat zařazení do zón a maximální tloušťku vrstvy, pokud je větší než 5 mm,
- záznamy o typech a označení zařízení chráněných proti vznícení prachu a dostatečné informace umožňující jejich správnou údržbu,
- typy, trasy a podrobnosti o kabelových trasách.

Elektrické zařízení musí být chráněno proti vnějším vlivům (např. chemickému, mechanickému a tepelnému namáhání), kterým může být vystaveno.

Jakákoliv dodatečná opatření nesmí narušit normální odvod tepla ze zařízení nebo narušit stupeň ochrany krytem. Metoda instalace zařízení a přívodu kabelu apod. do zařízení nesmí narušit stupeň ochrany krytem. Všechny nepoužité kabelové vývody musí být utěsněny vhodnou zaslepovací zátkou.

Při instalaci musí být věnována pozornost zachování povrchových cest a vzdušných vzdáleností navržených při konstrukci a výrobě zařízení tak, aby byla vyloučena možnost vzniku oblouku a jisker.

Všechny elektrické obvody musí být vybaveny prostředky pro úplné odpojení obvodů, včetně středního vodiče; výjimku tvoří ochranný vodič. Těmito odpojovacími prostředky musí být vybaveno každé elektrické zařízení a každý dílčí obvod. V těsné blízkosti každého odpojovacího prostředku musí být umístěn odpovídající štítek, umožňující rychlou identifikaci zařízení nebo obvodu, které ovládá.

Ve všech prostorech smí být použity následující typy vedení:

- kably (vodiče) natažené do šroubovaných trubek, bezevých trubek nebo svařovaných trubek se švem nebo
- kably, které jsou svou konstrukcí chráněny proti mechanickému poškození a jsou nepropustné pro prach.

Příklady typů kabelů, které splňují tyto požadavky jsou:

- kably s termoplastovou nebo elastomerovou izolací, stíněním nebo pancéřem a s PVC, PCP nebo podobným pláštěm;
- kably uzavřené do bezevého hliníkového pláště s pancéřem nebo bez pancéře;
- kably s minerální izolací s kovovým pláštěm.

**POZNÁMKA** - Kably s minerální izolací mohou vyžadovat omezení výkonu z důvodu omezení povrchové teploty.

Pokud mají kably vnější ochranu nebo tam, kde není nebezpečí mechanického poškození smí být použity kably s termoplastovou nebo elastomerovou izolací a s PVC, PCP nebo podobným pláštěm.

Kabelové trasy musí být tak uspořádány, aby nebyly vystaveny tření a vytváření elektrostatických nábojů vlivem průchodu prachu. Musí být provedena opatření proti vzniku elektrostatických nábojů na povrchu kabelu.

Kabelové trasy musí být pokud možno uspořádány tak, aby se na nich hromadilo co nejméně prachu a aby byly přístupné pro čistění. Jsou-li použity pro uložení kabelu žlaby, potrubí, trubky nebo kanály, musí být provedeno opatření pro zabránění pronikání nebo hromadění hořlavého prachu v této prostorech.

Kabelové vývody použité na zařízení musí zachovávat neporušenost závěru.

Je-li použito pro připojení kabelu a zařízení příslušenství (např. spojovací krabice), musí mít toto příslušenství závěr vhodný pro zónu použití.

Pokud je to možné nesmí kabely, které nesouvisí s nebezpečným prostorem procházet přes tento prostor. Pokud to nelze vyloučit, platí pro tyto kably požadavky uvedené v této normě.

Pokud se na kabelech mohou tvořit vrstvy prachu a ovlivňovat volné proudění vzduchu, je třeba zvážit omezení proudové přenosové schopnosti kabelů, zvláště v případech, kdy je přítomen prach s nízkou teplotou vznícení.

---

Pokud kabely procházejí přes podlahu, stěnu, přepážku nebo strop, který tvoří bariéru proti přenosu prachu, musí být otvory provedeny tak, aby bylo zabráněno přenosu a hromadění hořlavého prachu.

Při připojení ke svorkám pevného zařízení, které může být občas potřeba posunout o malou vzdálenost (např. motor na kluzných kolejničkách) musí být kabely uspořádány tak, aby dovolovaly potřebný pohyb bez poškození kabelu nebo musí být použit některý z typů kabelů vhodných pro použití s přemístitelným zařízením.

Pokud není pevné vedení vhodného typu, které by umožňovalo pohyb, musí být použito vhodně chráněné svorkové krabice pro spojení pevného vedení a vodičů od zařízení.

Je-li použito pružných kovových trubek, musí být potrubí a jeho armatury konstruovány tak, že je vyloučeno poškození kabelu potrubím nebo armaturami. Musí být zachováno odpovídající uzemnění nebo pospojování; pružné trubky nesmí být jediným prostředkem pro zajištění uzemnění. Pružné trubky musí být nepropustné pro prach a jejich použití nesmí narušit závěr zařízení, ke kterému jsou připojeny.

V prostorech s nízkým rizikem mechanického poškození smí být použity tuhé plastové trubky a příruby. Tento systém musí být nepropustný pro prach nebo musí být svařované.

Poslední oblastí norem, které se připravují pro zařízení určená pro použití v prostorech s hořlavým prachem je oblast konstrukčních požadavků a požadavků pro instalaci.

V současné době již platí:

ČSN EN 500281-1-1 Elektrická zařízení pro prostory s hořlavým prachem – Elektrická zařízení chráněná krytem

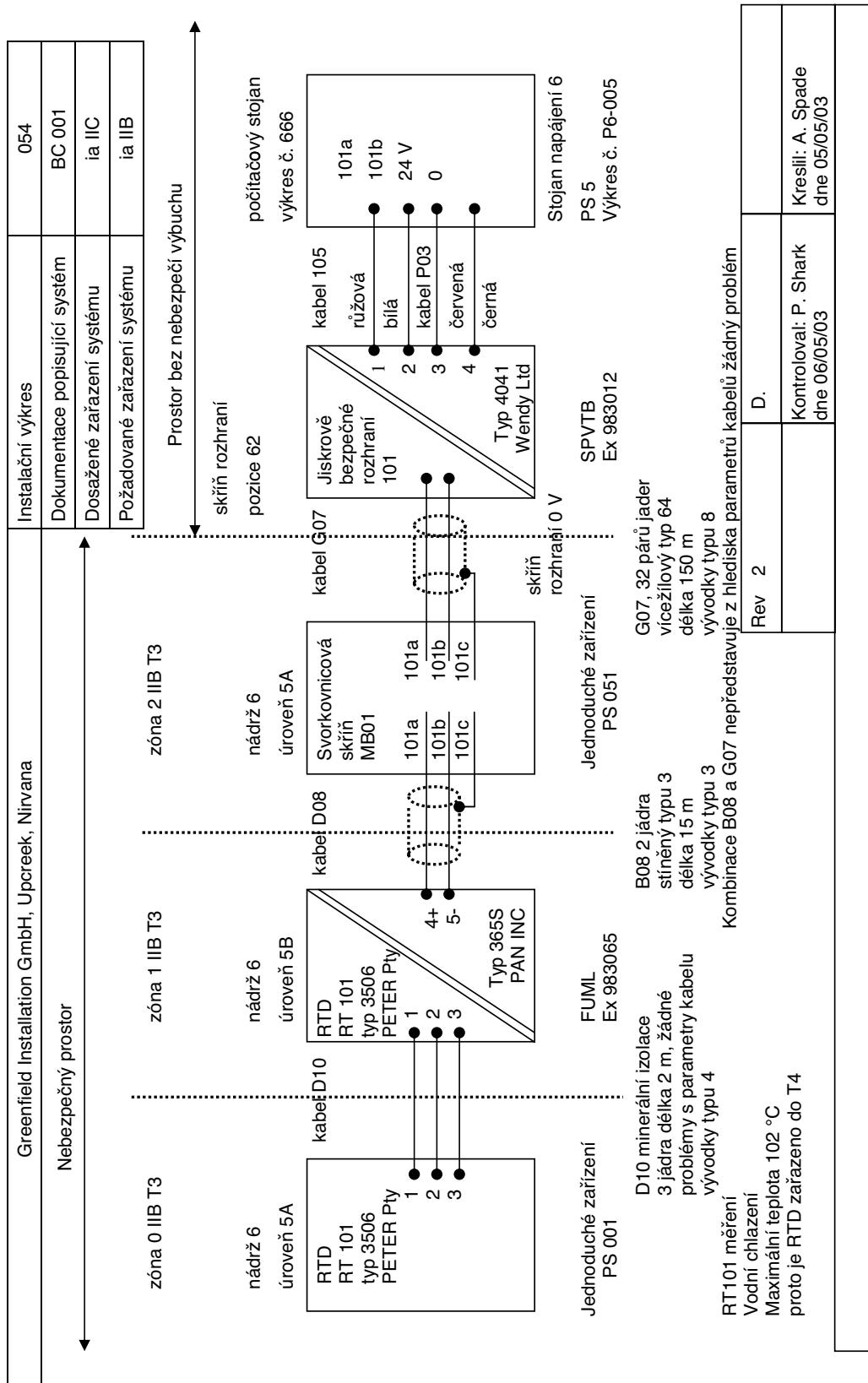
– Konstrukce a zkoušení

ČSN EN 500281-1-2 Elektrická zařízení pro prostory s hořlavým prachem – Výběr, instalace a údržba

První norma uvádí konstrukční požadavky pro elektrická zařízení chráněná krytem. Tento typ ochrany se v určité podobě používal v průmyslu již léta, dnešní ochrana krytem je mnohem propracovanější a tato zařízení musí splňovat požadavky podobné jako jsou požadavky na nevýbušná elektrická zařízení, zvýšená pozornost je věnována především povrchovým teplotám a krytí zařízení. Zařízení splňující požadavky této normy lze běžně používat v zónách 21 a 22, pro zónu 0 musí být zařízení podrobeny analýze všech možných poruchových stavů a oteplovací zkoušky musí být prováděny pro nejnepříznivější poruchovou situaci a navíc za nejnepříznivějších podmínek stanovených výrobcem (úplně zasypané prachem, částečně zasypány prachem apod.).

V současné době se objevují snahy vypracovat normy na jiné typy ochrany proti výbuchu, vhodné pro použití v prostorech s hořlavým prachem (závěr s vnitřním přetlakem, jiskrová bezpečnost, apod.).

Bluesky Consultants Ltd, OXbridge, UTOPIA		Dokument popisující systém BC 001	Výkres číslo 001	
Nebezpečný prostor		Klasifikace systému ia IIC RTD je vhodný pro rozhraní zóna 0/zóna 1 <b>POZNÁMKA</b> Kabel má pro skupinu IIC kapacitní omezení 80 nF a pro skupinu IIIB 647 nF		
Obvod A: zařazení ia IIC	Parametry kabelu 1 000 µF, 350 mH	Obvod B	Prostor bez nebezpečí výbuchu	
Uzemněno v RTD	Zařazení do teplotní třídy závisí na maximální měřené hodnotě	Zařazení: ia IIC Parametry kabelu 80 nF, 4,2 mH, 54 µH/Q, izolovaný	Obvod C	
Obvod A: zařazení ia IIC	Parametry kabelu 1 000 µF, 350 mH	Teplotní převodník	Jiskrové bezpečné rozhraní	
Uzemněno v RTD	Zařazení do teplotní třídy závisí na maximální měřené hodnotě	Kabely	1 2 3 4 5 6	
Obvod A: zařazení ia IIC	Parametry kabelu 1 000 µF, 350 mH	Typ 350 L Peter Py, Sydney Austrálie Jednoduché zařízení podle IEC 60079-11 pasivní součást podle 5.4a) PS061 maximální provozní teplota 450 °C zařazení do teplotní třídy je určeno maximální měřenou teplotou Zkouška izolace 150 V - uzemněno <b>POZNÁMKA:</b> Pokud bude kabel x nebo y součástí vícežilového kabelu, musí tento kabel být typu A nebo B podle IEC 60079-14	Necertifikované zařízení	Necertifikované zařízení musí spínovat požadavky
Obvod A: zařazení ia IIC	Parametry kabelu 1 000 µF, 350 mH	Typ 365S Pan Inc., Boston USA certifikováno Ex ia IIC T4 FUML č. 983065 Okolní teplota -40 °C až +80 °C svorky B	Typ 4041 Wardy Ltd, Londýn, UK Certifikováno [Ex ia ] IIC SPVTB č. Ex 983012 Okolní teplota -20 °C až +60 °C IIC parametry II B parametry	
Uzemněno v RTD	Zařazení do teplotní třídy závisí na maximální měřené hodnotě	svorky A U <sub>o</sub> : 1,0 mV I <sub>o</sub> : 10 mA C <sub>o</sub> : 1 000 µF L <sub>o</sub> : 3a50 mH Zajišťuje galvanické oddělení mezi jiskrově bezpečnými obvody	U <sub>m</sub> : 250 V U <sub>o</sub> : 28 V I <sub>o</sub> : 93 mA P <sub>i</sub> : 1 W C <sub>i</sub> : 3 nF L <sub>i</sub> : 10 µH P <sub>o</sub> : 650 mW zajišťuje galvanické oddělení	
Obvod A: zařazení ia IIC	Parametry kabelu 1 000 µF, 350 mH	Typický blokový diagram pro dokument popisující jiskrové bezpečný systém	Rev Atexturized D. Watson 04/06/03 S. Holmes 01/06/03	
Uzemněno v RTD	Zařazení do teplotní třídy závisí na maximální měřené hodnotě		Kontroloval: Kap. Houk dne 04/05/03 Křesil: J.M. Barrie dne 01/05/03	



# VLIV PŘEPĚTÍ NA SPOLEHLIVOST SYSTÉMŮ

L. C. Towle, MTL Instruments Ltd.

Překlad Ing. Jaromír Uher, D-Ex Instruments, spol. s r.o.

Článek byl otištěn v časopisu Automa 3/2007

Ve výrobních závodech bylo vždy nutné brát v úvahu účinky blesku a jiných elektrických přepětí. Nedávno vydaná evropská norma EN 61508, věnovaná funkční bezpečnosti elektrických, elektronických a programovatelných bezpečnostních systémů, nyní nabízí legislativní základ pro analýzu rizika a sjednocení postupů používaných dosud v tomto oboru v různých částech světa. Tato skutečnost, spolu se zveřejněním informací o několika závažných nehodách, při nichž svou roli sehrálo přepětí v důsledku blesku, vedla k růstu zájmu o danou problematiku. Vedle přepětí vyvolaných úderem blesku se ve většině průmyslových závodů vyskytuje další významný zdroj přepětí, obzvlášť v rozvodních sítích střídavého elektrického proudu. Je jím spínání elektrických motorů velkého výkonu. To ovšem není tak velké ani časté nebezpečí jako nebezpečí přepětí vyvolaného úderem blesku.

Na první pohled by se dalo říci, že v případě rizika vzniku přepětí v důsledku úderu blesku není EN 61508 bezprostředně použitelná, snad kromě části zabývající se vlivy okolního prostředí. Přínos normy je nicméně značný a spočívá v tom, že norma skýtá základ pro systematickou analýzu jakéhokoliv rizika.

Úrovně přípustného rizika podle EN 61508 jsou nízké. Má-li systém úroveň integrity bezpečnosti rovnou dvěma (SIL 2) – což je nejčastěji se vyskytující úroveň integrity uplatňovaná u běžných bezpečnostních systémů – znamená to pravděpodobnost selhání při vyžádání funkce v rozmezí 0,01 až 0,001. Interval mezi zkouškami je většinou jeden rok.

Je třeba si uvědomovat, že riziko výskytu přepětí vyvolaného úderem blesku je často větší než riziko jiných typů poruch a jeho velikost je téměř za všech okolností rádově stejná.

## Pravděpodobnost úderu blesku

Základním faktorem pro určení pravděpodobnosti úderu blesku je geografická poloha. Například v povodí Amazonky lze napočítat v průměru 200 bouřkových dní v roce, v Mexickém zálivu 100 a na severním pólu méně než jeden. Podrobné (a někdy rozporuplné) údaje o pravděpodobnosti úderu blesku v konkrétní oblasti jsou k dispozici téměř na celém světě. Na většině území USA dochází průměrně k pěti úderům na čtvereční kilometr za rok, zatímco na Floridě je jich více než 50. Na pravděpodobnost úderu blesku má vliv také velikost a tvar objektu.

Většina továren má vysoký komín nebo do výšky se tyčící části technologického zařízení, které jsou pro blesky lákadlem. Továrny jsou zpravidla situovány v rovinatém terénu a jejich objekty představují nejvyšší body v přilehlém okolí. Dalšími faktory ovlivňujícími výskyt blesku jsou blízkost elektrických vedení, železničních trolejí anebo potrubních tras. Často se všechna tato zařízení nacházejí když ne přímo uvnitř továrny, tak téměř jistě v její blízkosti. Plovoucí vrtné plošiny často trčí až 50 m nad jinak rovnou hladinu moře, a nacházejí-li se např. v Mexickém zálivu, blesk do nich pravděpodobně udeří alespoň jednou za rok.

Uváží-li se průměrný počet pět úderů blesku na čtvereční kilometr za rok, plocha továrny 0,1 km<sup>2</sup> a mírně zvýšené riziko zasažení z důvodu jejího uspořádání, může být vystavena riziku jednoho úderu blesku za rok. Pravděpodobnost, že přitom bude ovlivněn určitý obvod určitého přístroje, závisí na poloze tohoto obvodu. Za předpokladu nepříliš exponované polohy je možné uvažovat riziko 50 : 1, což znamená poškození obvodu jednou za padesát let. Existuje mnoho faktorů ovlivňujících tuto hodnotu, ale řekněme, že jednou za padesát let je oprávněný konzervativní odhad.

Spolu s dalšími druhy poruch je tedy třeba zahrnout do výpočtu četnosti poruch jakéhokoliv systému i pravděpodobnost poruchy způsobené bleskem. Je-li u systému zkoušeného v ročních intervalech riziko, že bude poškozen bleskem jednou za padesát let, pravděpodobnost selhání funkce při jejím vyžádání (PFD) je 0,01. Neexistují-li žádné další zdroje poruch, lze takový systém zařadit do kategorie SIL 1. Existují-li další poruchy s četností výskytu 0,01, patrně už systému nelze přiznat žádnou z kategorií SIL. Kategorie SIL totiž zahrnuje všechny možné zdroje poruch, včetně úderu blesku.

Tab. 1. Přípustná četnost selhání následkem poruchy způsobené přepětím

Kategorie SIL	Pravděpodobnost selhání při vyžádání následkem poruchy způsobené přepětím	Přípustná pravděpodobnost selhání při vyžádání
1	10-1 až 10-2	10-2
2	10-2 až 10-3	10-3
3	10-3 až 10-4	10-4
4	10-4 až 10-5	10-5

Jak je patrné z tab. 1, je pravděpodobnost selhání při vyžádání funkce počítaná pro poruchy způsobené úderem blesku stejněho řádu jako vyžadovaný dolní limit kategorie SIL.

Údaje v tab. 1 dále ukazují, že zařízení kategorie SIL 3 nebo SIL 4 je třeba chránit před přepětím téměř vždy – stejně jako většinu systémů kategorie SIL 2. Architektura bezpečnostních systémů kategorií SIL 3 a SIL 4 většinou zahrnuje určitou úroveň redundance. Uvedená analýza naznačuje, že je přitom třeba chránit před přepětím nezávisle každý jednotlivý systém, aby se předešlo poruchám ze společné příčiny.

## Mechanismy poruch

Základní příčinou poškození přístroje je proud vyvolaný úderem blesku. Proud prochází konstrukcí a vytváří v obvodech přístroje výrazné rozdíly napětí. Tím dojde k poruchám izolace a následně k průchodu části bleskového proudu přes obvody přístroje, až k jejich zničení. Konstruktéři elektronických obvodů navrhují taková zařízení tak, aby vydržela pulsní přepětí vyvolaná elektrostaticky nabitym člověkem, ale napětí vyvolané úderem blesku je nesrovnatelně větší, a tudíž přístroj zničí. Dobře pospojovaná ochranná kostra sice brání vzniku postranních výbojů, ale současně má určitou zbytkovou indukčnost (asi 0,1  $\mu\text{H}/\text{m}$ ). Tato indukčnost v kombinaci s rychlým nárůstem proudu (během 10  $\mu\text{s}$ ) vytváří zničující rozdíl napětí.

Systémy ochrany před úderem blesku používané v současnosti ovlivňují pravděpodobnost toho, kam blesk uhodí a kudy bude procházet bleskový proud. Bez ohledu na použitý systém ochrany před bleskem však bleskový proud musí projít konstrukcí, a tudíž, v důsledku indukčnosti konstrukce, musí také vznikat rozdíly potenciálů. Sice existují i jiné mechanismy poškození, avšak hlavní příčinou poruch je vznik rozdílu potenciálů s následným poškozením izolace.

Platí obecná zásada: pokud se v konstrukci může vyskytovat bleskový proud a jednotlivé přístroje v jednom obvodu jsou od sebe vzdáleny více než 10 m vertikálně nebo 100 m horizontálně, je pravděpodobně třeba chránit vedení a přístroje před přepětím.

## Následky poškození

Předpovídат následky přepětí je téměř nemožné. Většinou se poškození omezí na pár polovodičů, ale často jsou částečně poškozeny jiné součástky, k jejichž finální poruše dojde v tu nejnevhodnější dobu; ta je pak označována jako nevysvětlitelná. Závažné poškození většinou nastane působením energie, která se uvnitř obvodu vybije cestou vytvořenou bleskovým proudem. Zničující přepětí může ovlivnit i několik obvodů a následně způsobit poruchu se společnou příčinou. Tak např. ztrátí účinnost redundantní zapojení. Zřejmou ukázkou je např. případ, kdy přepětí vzniklé na společném přívodu střídavého napájení současně poškodí několik zdrojů nízkého napětí.

Většina bezpečnostních obvodů je navrhována tak, aby při jejich poškození přepětím nedošlo ke vzniku nejzajímavějších závad, které jsou z bezpečnostního hlediska nejnebezpečnější. Téměř všechny poruchy ale vedou k dočasné odstávce provozu a ztrátám ve výrobě. Pří uváhách o potřebě ochrany před přepětím je vždy třeba si toto uvědomovat.

Je paradoxní, že nejnebezpečnější poruchy jsou právě ty, které zůstávají skryté, na rozdíl od velkých zjevných závad, na které se přijde okamžitě. Problém je také v tom, že přestože je odstraněna hlavní závada, mohou být ostatní součástky jen mírně poškozené a později mohou způsobit nepředvídatelnou poruchu. Proto jsou opravené přístroje méně spolehlivé než originální.

Lze namítnout, že ne všechny poruchy způsobené přepětím vedou k nepřijatelnému poklesu úrovně integrity bezpečnosti, a tudíž že přípustná četnost úderů blesku je větší než zde stanovená. Ovšem zjistit, jaká kombinace poruch se může vyskytnout u přístroje vystaveného přepětí, je téměř nemožné, a je tedy užitečné připustit, že při každém úderu blesku do zařízení továrny může v některém z přístrojů dojít k nějaké nejzajímavější poruše.

## Ochrana před přepětím

Osvědčených způsobů ochrany přístrojů před přepětím způsobeným bleskem je v současné době mnoho. Obvyklá metoda je snížit indukované napětí na přípustnou úroveň použitím vhodné kombinace výbojek, varistorů a diod. Existuje široká škála takových přístrojů v různých provedeních, které pokrývají veškeré známé potřeby.

---

K tomu je třeba poznamenat, že všechny ochrany před přepětím pracují na principu odvedení špičkového proudu. Výsledkem je, že systém krátce – po dobu trvání přepěťového impulsu (asi 50 µs) – nepracuje. Toto přerušení většinou nezpůsobí žádný problém, ale je nevyhnutelné a je třeba s ním počítat.

Při analýze bezpečnostního systému je zapotřebí určit možné následky poruch v důsledku přepětí. Pokud toto není provedeno, je třeba takové rozhodnutí alespoň zaznamenat. Ochrana před přepětím by neměla být opomenuta v důsledku pouhého omylu. Téměř u všech průmyslových staveb stojících na volném prostranství je riziko natolik velké, že je třeba požadovat ochranu před přepětím u všech bezpečnostních systémů. Čím vyšší je kategorie SIL, tím pečlivější by měla být ochrana před přepětím. Ve většině případů stačí použít běžné přepěťové ochrany, aniž by byla ovlivněna kategorie SIL. Speciální opatření vyžadují jen systémy kategorií SIL 3 a SIL 4.

U všech bezpečnostních systémů je nicméně třeba chránit před přepětím určité citlivé obvody, jako je např. základní rozvod střídavého napájení a všechny komunikační sběrnice. Ať už třeba jenom z toho důvodu, že je téměř nemožné určit následky přepětí, která mohou z těchto obvodů přicházet.



# Detekce hoření vodíku a jiných plynů: Vidět neviditelné

Cliff Anderson

Překlad Ing. Jaromír Uher, D-Ex Instruments, spol. s r.o.

Využití vodíku je stále na vzestupu. Lidé jsou informováni o vodíku jako o alternativním palivu pro auta. Největší možnosti využití se ovšem nacházejí v oblasti výroby uhlovodíků a jiných důležitých výrobních procesů. Vodík je první prvek v periodické tabulce a je i základním prvkem pro výrobu každodenních produktů. Musíme přistupovat s respektem k jeho výbušným schopnostem, ale bát se jej nemusíme. Musíme se naučit, jak vodík bezpečně skladovat, přepravovat a používat. Musíme také vědět, jak zjistit a co dělat při jeho úniku.

## Vlastnosti vodíku

Za normálních okolností nemohou lidé vodík vidět a cítit jeho zápach nebo chuť. Vodík je ovšem velmi výbušný a stačí mu jen malé množství energie k jeho zapálení. Ve skutečnosti se může vodík vznítit při úniku z potrubí za předpokladu dostatečného tlaku i bez pomoci vnějšího zdroje energie.

Hoření vodíku představuje nebezpečí daleko převyšující hoření uhlovodíků, protože nemůže být zachycen lidskými smysly. Pokud se přiblížíte k vodíkovému ohni, tak jej nevidíte. Dokonce ani zblízka. Můžete vidět, jak se prostor za ohněm mihotá, jako byste viděli fatu morganu. Můžete vidět jiskry, rychle hořící částečky prachu. Můžete si myslet, že vás klame zrak.

Dokonce neucítíte ani horko když se přiblížíte k ohni. Necítíte teplo hořícího vodíku, protože vyzařuje jen velmi málo infračerveného (IR) záření. Infračervené záření nám umožňuje cítit teplo, když stojíme v blízkosti ohně.

Vzhledem k nepatrnému množství vyzařovaného tepla a jeho neviditelnosti vás vaše smysly před ním nevarují. Může se stát, že vkročíte přímo do ohně.

Fyzikální plamen má větší „údernou sílu“ než uhlovodíkový plamen. Tj. má vyšší teplotu. Výsledek? Když vodíkový plamen zasáhne nějaký objekt, jeho teplota vyvolá silnější efekt než plamen uhlovodíku o stejně velikosti. Objekty zasažené plamenem se zahřejí rychleji, což způsobí řetězovou reakci s vážnými následky.

## Strategie detekce vodíku

Nejbezpečnější ochranou před vodíkovým požárem je zabránění jeho úniku správnou údržbou provozovaného zařízení. Pokud ovšem dojde k jeho úniku, musí se prostor dobře odvětrat k zabránění nebezpečné koncentrace. V blízkosti zařízení by měl být i systém detekce plynu, který dokáže upozornit obsluhu na jeho únik ještě před jeho vznícením. Pokud ovšem dojde k jeho zapálení, musíte se o tom dozvědět rychle a spolehlivě.

Současně nasazení detektoru plynu a plamene může rychle zjistit únik, popřípadě vznícení plynu. Detektory plynu a plamene by měly spolupracovat při monitorování stejného prostoru.

Tak například uzavřená akumulátorovna může obsahovat vodík vznikající v akumulátorech. Operátor ve velíně dostane informaci, že koncentrace vodíku dosáhla určité úrovně. Když pak detektor plynu ukáže snížení koncentrace, může to být ze dvou důvodů. Buď to byl jen krátkodobý únik plynu, nebo došlo k jeho zapálení. Jasnou odpověď by mu dal hlášič plamene.

## Technologie detekce plynu

Detekce plynu představuje první obrannou linii v případě úniku vodíku. Ideální by bylo zastavit jeho únik ještě před jeho zapálením nebo výbuchem. Dvě nejběžnější metody detekce výbušných plynů jsou infračervené a katalytické senzory.

Infračervené detektory se uplatní tam, kde je infračervené záření pohlcováno plynem – jako je například metan nebo propan (uhlovodíky). Vzhledem k tomu, že vodík není uhlovodík, nelze jej detekovat senzory na principu infračerveného světla.

Zbývá nám tedy použít jen katalytické senzory pro určování dolní meze výbušnosti (LFL – Low Flammable Level) vodíku. Ve skutečnosti lze použít katalytické senzory pro detekci jakéhokoliv výbušného plynu, který při sloučení s kyslíkem vytváří teplo. Pokud může plyn hořet na vzduchu, pak jej tento detektor zachytí.



**Obr. 1:** Det-Tronics X3302 Multispektrální IR detektor plamene

Katalytické senzory (Pelistory) se obvykle skládají z páru platinových vinutých odporů, z nichž je každý uložený v keramickém lůžku. Aktivní katalytické lůžko je potaženo katalyzátorem. Referenční katalytické lůžko zůstává nedotčené. Tento pár je pak uzavřen v síntru nebo v porézním filtru. Během provozu jsou obě lůžka odlorově vyhřívány. Když se dostane výbušný plyn do kontaktu s katalytickým povrchem, začne oxidovat. Začne se uvolňovat teplo, které změní velikost odporu. Referenční (pasivní) lůžko si zachovává svůj elektrický odpor, neboť nekatalyzuje výbušný plyn. Senzor porovnává proudy v obou lůžkách. Pokud se proudy liší, senzor vyvolá poplach. Pokud se v okolí senzoru nevyskytuje výbušný plyn, hodnota obou proudů zůstává stejná.

Katalytické senzory mají ovšem své nevýhody. Například neoznamují, že nefungují. Jsou také náchylné na otravu a dají se vyřadit z provozu chemikáliemi jako je například silan – běžná chemikálie v průmyslovém prostředí. V tomto případě se porézní filtr ucpe a aktivní lůžko není ovlivňované plyinem stejně jako referenční lůžko. Tento stav nemůže operátor ve velínu zjistit. Jediný způsob kontroly je pravidelné testování, že je senzor v pořádku.

Z hlediska umístění senzoru je třeba si uvědomit, že vodík je nelehčí plyn, který rychle stoupá vzhůru a lehce se rozptyluje. Ujistěte se, že detektor je blízko a nad místem možného úniku. Například by měl být umístěn nad ventilovým křížem.

## Technologie detekce plamene

Detekce plynu a plamene se vzájemně doplňují. Detekce plamene vodíku není zrovna jednoduché. Vodík hoří světle modrým až neviditelným plamenem. Princip detekce plamene vodíku využívá neviditelné spektrum elektromagnetické radiace, které zahrnuje ultrafialové a infračervené záření.

Ale na začátku bylo koště. Vypadalo to asi tak, že dělník šel pomalu podél lávky sousedící s vodíkovou trasou. V rukou držel suché koště a zametal před sebou vzduch. Na koštěti bylo okamžitě vidět, že se dostalo do kontaktu s ohněm. Tato metoda se ještě stále používá.

Výrobci bezpečnostních systémů se už naštěstí dostali dál než ke koštěti. Vyvinuli technologie, jako jsou teplotní detektory, ultrafialové nebo multispektrální infračervené detektory.

## Teplotní detektory

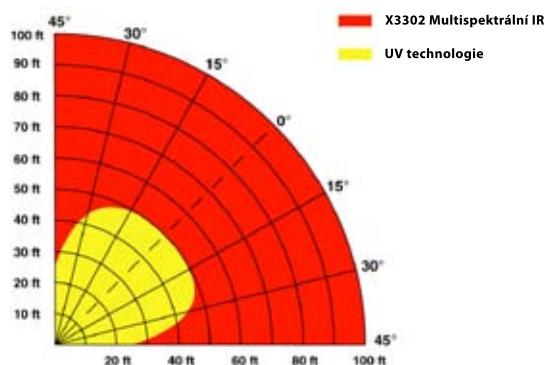
Teplotní detektory vyvolají poplach, jakmile ucítí zvýšenou teplotu. Je proto logické umístit je přímo nad místo možného ohně. Zdroj úniku vodíku může ovšem způsobit plamen, který směruje mimo detektor. Infračervené záření vyvolané hořením vodíku nemusí být dostatečně silné na to, aby teplotní detektor způsobil poplach. Teplotní detektory jsou dobrým pomocníkem, ale není snadné je správně umístit.

## Ultrafialové (UV) detektory

UV detektory jsou postaveny na principu Geiger-Müllerovy vakuové trubice. UV záření se dostává do vakuové trubice křemenným okýnkem a narází na katodu. Vytváří se tím elektrický impuls. Tento základní princip se datuje k začátku 20. Století.

Plamen vodíku na rozdíl od plamene uhlovodíku vyzařuje malé množství viditelného světla a IR záření. Na prvním místě je energie vyzařovaná v UV pásmu. Není tedy pochyb, že UV detektory jsou tou nejlepší volbou pro detekci plamene vodíku. Navíc mají široké pásmo pokrytí, takže můžou zaregistrovat plamen o velikosti 10 cm na vzdálenost až 18m.

SUPERIOR PERFORMANCE OF X3302



Obr. 2: Rozsah detekce plamene vodíku u UV a IR detektorů

### X3302 Multispektrální IR UV technologie

UV detektory jsou ovšem citlivé na jiskry, svařování, blesky a jiné UV zdroje. Pokud dojde k výskytu takovýchto relativně bezpečných okolností, UV detektor způsobí poplach. Falešné poplachy bývají často nákladné a mohou snižovat citlivost lidí na potenciální nebezpečí. Proto by měli uživatelé vybírat vhodné technologie pro své aplikace.

UV detektory mají vysokou rychlosť odezvy a dobré pokrytí. Hodí se nejlépe pro aplikace, kde jsou zdroje falešných poplachů pod dostatečnou kontrolou, například v uzavřených prostorách. Musí se ovšem brát do úvahy různé ventilační otvory, které mohou odrážet UV záření od blesků nebo svařování a tím vyvolat poplach.

## Multispektrální IR detektory

Multispektrální IR detektory plamene používají kombinaci filtrů u IR senzorů. Pomocí softwaru se využívají výstupy jednotlivých senzorů tak, aby se zvýšila schopnost detekce plamene a současně se zabránilo falešným poplachům. Některé multispektrální IR detektory jsou navrženy speciálně pro detekci nízkých hodnot IR záření vodíku použitím unikátní sady IR filtrů.

Tyto speciální multispektrální IR detektory mají velmi dobrý rozsah detekce a rychlý čas odezvy na plamen vodíku, ale nezpůsobují falešné poplachy kvůli jiskram, svařování nebo bleskům. Navíc jsou multispektrální IR detektory necitlivé na sluneční světlo, umělé osvětlení a většinu záření „černých těles“, které trápí detektory založené na jiných principech.

Při výběru optimální sady IR filtrů mohou některé detektory zdvojnásobit UV rozsah a detekovat 8 cm plamen až na vzdálenost 35 m (viz obr. 2). Výsledkem je zvýšená citlivost na plamen s vyloučením jiných zdrojů v situacích, kde jsou tradiční detektory nepoužitelné.

Multispektrální IR detektory mají ovšem i svá omezení. Tak například je jejich rozsah detekce redukován přítomností

---

vody nebo ledu na čočkách. Proto jsou některé detektory vybaveny čočkami s vyhříváním, které rozpouští led a urychluje vysušování čoček.

Pro většinu aplikací ať už uvnitř nebo vně budov jsou multispektrální IR detektory tou nejlepší volbou pro detekci plamene vodíku.

## Klíčem k úspěchu jsou znalosti a strategie

---

Vodík je hodnotný prvek se vzrůstající oblastí použití. Jako všechny výbušné látky, může vodík způsobit poškození zdraví a škody na majetku. Ale při pochopení vlastností tohoto plynu a vlastností jeho hoření jsme schopní vytvořit rozumnou strategii pro nepřetržitou kontrolu úniku a likvidaci jeho hoření.

*Cliff Anderson je ředitel marketingu u Detector Electronics Corporation.  
cliff.anderson@detronics.com*

# Prostředí s nebezpečím výbuchu

Ing. Jaromír Uher, D-Ex Instruments, s. r. o.



D-Ex Instruments

Explosion Protection  
-  
an update on the basics

David J Blissett  
MTL Instruments  
Hazardous Area  
Business Unit

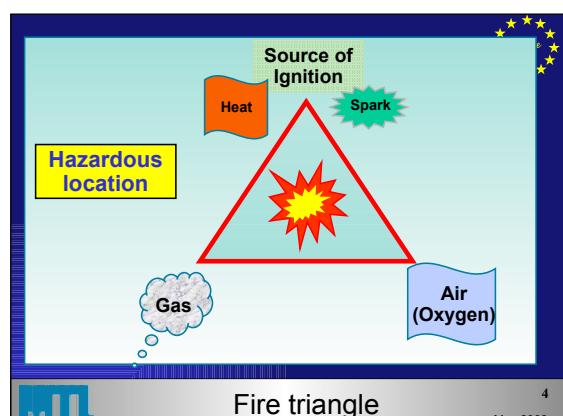
1  
May 2008

Industries

2  
May 2008

Explosions

3  
May 2008



Plant and Installations are classified according to:

- The nature of the Hazardous Atmosphere
  - Gas Classification
  - Ignition Temperature
- The probability that the Hazardous Atmosphere will be present
  - Area Classification

5  
May 2008

Equipment is classified according to:-

- The maximum spark energy it can produce
  - Apparatus Group
- Its maximum surface temperature
  - Temperature Classification

6  
May 2008

**Flammable gases, vapours and mists**

Representative (test) gas	Equipment classification		Ignitability
	IEC countries (including Europe)	USA & Canada	
Acetylene Hydrogen Ethylene Propane	Group IIC Group IC Group IB Group IIA	Class I, Group A Class I, Group B Class I, Group C Class I, Group D	
Methane	Group I (mining)	(No classification)	
Metal dust Carbon dust	IIIC (Conductive)	Class II, Group E	
Flour, starch, grain Fibres & flyings	IIIB (Non-Conductive) IIIA (Flyings)	Class II, Group F Class II, Group G Class III	

7 May 2008

**Equipment Grouping: the two main systems**

Representative (test) gas	Equipment classification		Ignitability
	IEC countries (including Europe)	USA & Canada	
Acetylene Hydrogen Ethylene Propane	Group IIC Group IC Group IB Group IIA	Class I, Group A Class I, Group B Class I, Group C Class I, Group D	
Methane	Group I (mining)	(No classification)	
Metal dust Carbon dust	IIIC (Conductive)	Class II, Group E	
Flour, starch, grain Fibres & flyings	IIIB (Non-Conductive) IIIA (Flyings)	Class II, Group F Class II, Group G Class III	

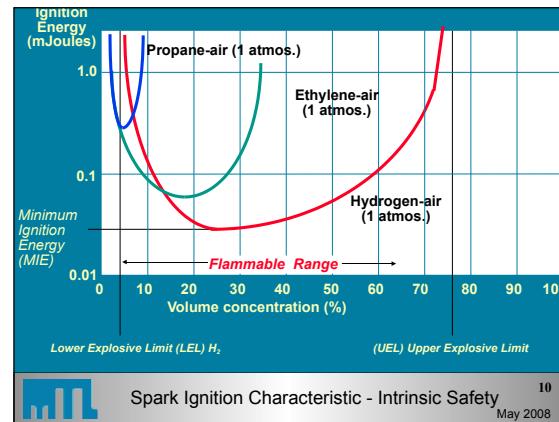
8 May 2008

**Characteristics of flammable gases and vapours**

Compound	Vapour Density	LFL	UFL	Ignition Temp °C
Acetone	2.00	2.0	13	535
Ammonia	0.59	15	28	630
Butane	2.05	1.5	8.5	372
Carbon Disulphide	2.64	1.0	60	95
Cyclohexane	2.90	1.2	7.8	259
Diethyl Ether	2.55	1.7	36	160
Ethylene	0.97	2.7	34	425
Hydrogen	0.07	4.0	75.6	560
Kerosene	0.7	5	5	210
Methane	0.55	5.0	15	537
Propane	1.56	2.0	9.5	470

Taken from IEC/TR 79-20:1996

9 May 2008



**Ignition energy**

Gases and vapours may be ignited by an arc or spark of sufficient energy

Material	Explosive limits LEL	UEL	MEIM*	**Minimum Ignition Energy
Propane	2 %	9.5 %	5%	180µJ
Ethylene	2.7 %	34 %	8%	60µJ
Hydrogen	4 %	76 %	26%	20µJ

\*MEIM is the Most Easily Ignitable Mixture  
\*\* Minimum Ignition Energy stated at MEIM

11 May 2008

**Characteristics of flammable gases and vapours**

Compound	Vapour Density	LFL	UFL	Ignition Temp °C	T Class	Apparatus Group
Acetone	2.00	2.0	13	535	T1	IIA
Ammonia	0.59	15	28	630	T1	IIA
Butane	2.05	1.5	8.5	372	T2	IIA
Carbon Disulphide	2.64	1.0	60	95	T6	IIC
Cyclohexane	2.90	1.2	7.8	259	T3	IIA
Diethyl Ether	2.55	1.7	36	160	T4	IIB
Ethylene	0.97	2.7	34	425	T2	IIB
Hydrogen	0.07	4.0	75.6	560	T1	IIC
Kerosene	0.7	5	5	210	T3	IIA
Methane	0.55	5.0	15	537	T1	I / IIA
Propane	1.56	2.0	9.5	470	T1	IIA

Taken from IEC/TR 79-20:1996

12 May 2008

**Ignition sources - non electrical**

- Naked flames
  - Boilers and furnaces
  - Welding and burning
- Hot surfaces
  - Sun
  - Engine exhausts
- Mechanical action
  - Friction (Rubbing Bearings, Lubrication Failure)
  - Thermite reaction
  - Compression
  - Engines
  - Impacts
  - Collision

**Industrial processes**

- Chemical reactions
- Atmospheric discharge
- Lightning
- Physical effects
  - Ultrasonic
  - Optical
  - Adiabatic compression

**AND The Industrial Use of Electricity**

**Ignition sources** 13 May 2008

**Ignition sources - electrical**

- Electricity**
  - (motive power, lighting and control)
  - BUT
  - Two fundamental problems with its use;
- Heat dissipation**
  - Ordinary conduction
  - Fault current flow
  - Induction heating effects
  - Leakage current heating
  - Eddy currents
- Sparking**
  - Contacts: arcs and sparks
  - Sparks from carbon brushgear
  - Static discharge

**Ignition sources - electrical** 14 May 2008

**Flammable materials have a temperature at which ignition will take place, even in the absence of an external source**

This temperature is called the **Ignition Temperature** of that material

Apparatus must be selected such that it will not expose the gas-air mixture to a temperature exceeding the ignition temperature

15 May 2008

**Gas Ignition Temperature**

Ammonia 630	Hydrogen 560	Methane 537
Propane 470	Ethylene 425	
Butane 365		
Cyclohexane 259		
Diethyl Ether 170		
Carbon Disulphide 95		

**Apparatus Temperature Classification**

T1	700
T2	500
T3	300
T4	200
T5	100
T6	0

Temperature °C

**Gas/equipment compatibility** 16 May 2008

The **Flashpoint** of a flammable liquid

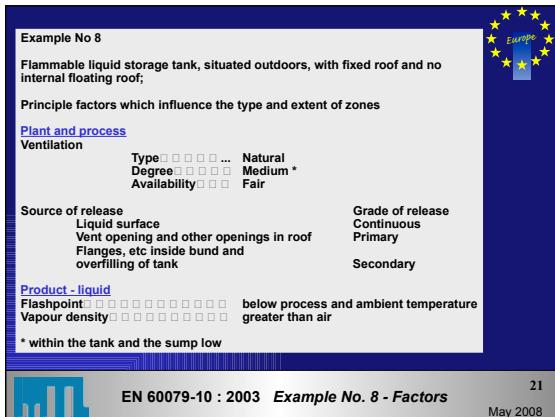
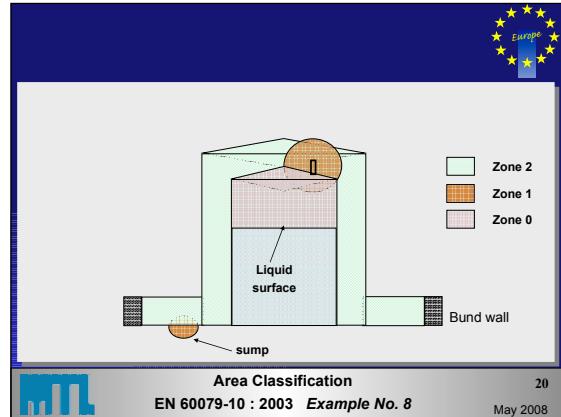
The temperature at which the free surface of the liquid emits sufficient vapour to form a flammable atmosphere

Diagram showing a beaker containing Kerosene with a red arrow pointing upwards labeled "Heat". A vertical color gradient bar shows temperatures: 210°C (top), +38°C, and -80°C (bottom).

**Flashpoint temperature** 17 May 2008

**Area Classification - Flammable gases, vapours and mists**

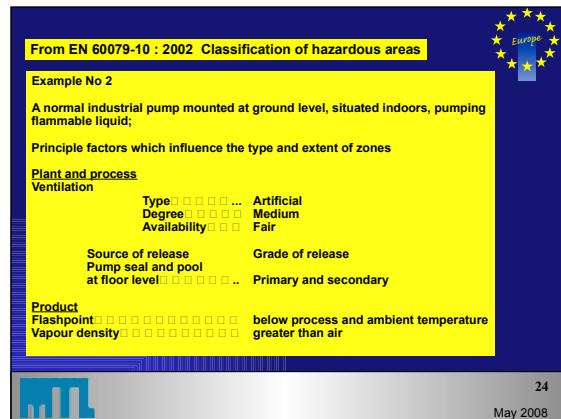
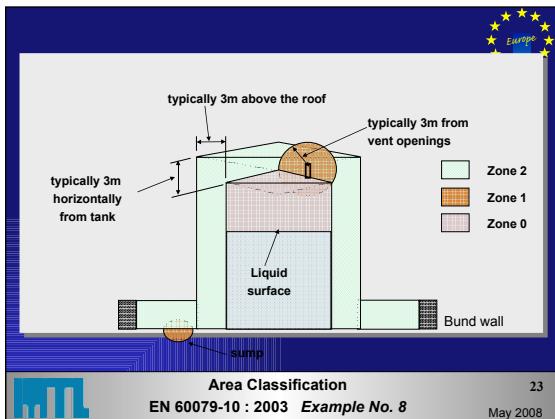
18 May 2008

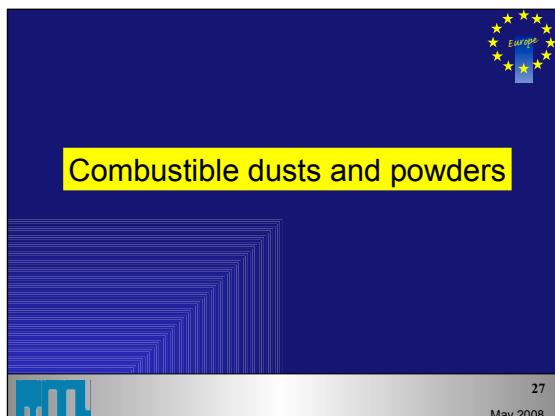
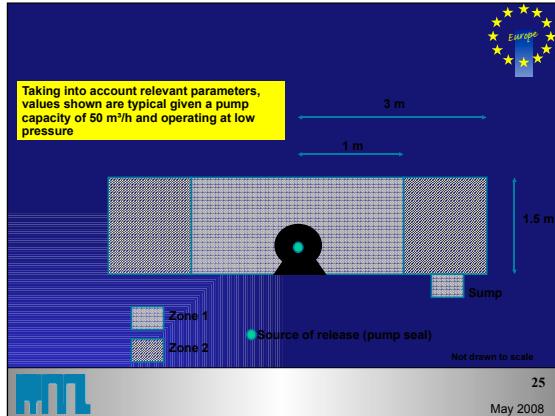


**Vapour density**  
• A ratio of the weight of a unit volume of gas or vapour compared with that of AIR at the same temperature and pressure.

- Determines whether released gas will rise or fall
- Air is unity (1)
- Greater than 1 gas will Fall
- Less than 1 gas will Rise

22 May 2008





Electrical equipment of Group III is subdivided according to the nature of the explosive dust atmosphere for which it is intended.

- IIIA: combustible flyings
- IIIB: non-conductive dust
- IIIC: conductive dust

Combustible dust is defined as finely divided solid particles, 500µm or less in nominal size

Combustible flyings are defined as solid particles or fibres greater than 500µm in nominal size

**28**  
May 2008

**Combustible dusts and fibres**

**29**  
May 2008

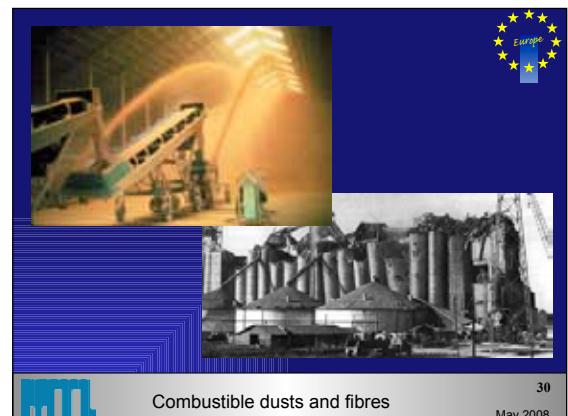
**Dust flammability**  
About 70% of dusts occurring in industry are flammable

**Ignition energy**  
Dusts and powders typically require higher spark energy levels for ignition (1000 times greater than vapours)  
More likely mechanism is hot surface ignition

**Ignition temperature**  
Whereas the majority of flammable gases have ignition temperatures above 350°C, some dusts ignite at 150 - 200°C

**Ingress protection alone is not enough**  
Ingress protection alone for equipment is not enough: must protect against ignition by raised temperatures of enclosures

**Combustible dusts andfibres**



Europe

Type of Dust	Ignition Temperature of dust cloud (°C)	Minimum Spark Energy required for ignition of cloud (mJ)	Minimum Explosive concentration (gms/metre <sup>3</sup> )
Aluminium, milled	550	15	35
Zinc	600	650	385
Polystyrene	490	15	12
Urea resin	450	80	55
Cocoa	420	100	35
Coffee	410	460	70
Cotton seed	470	80	45
Grain dust	430	30	45
Sugar	350	30	30
Coal	610	60	45
Cork	470	45	30
Sulphur	190	15	30
Wood flour	430	20	35

31  
May 2008

## Area Classification - Combustible dusts

32  
May 2008

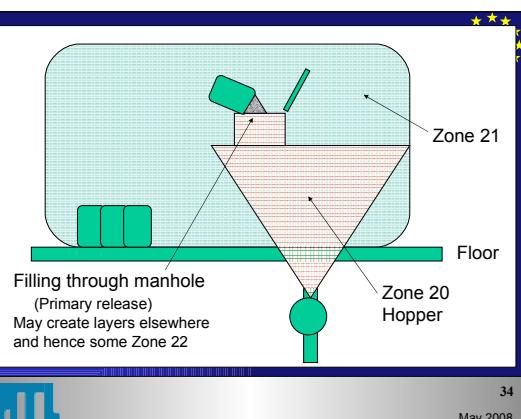
Europe

Grade of release	BS6467 1988	IEC 61241-10 ATEX 137	DIN VDE 0165: 1991
Continuous		20	
Primary	Z	21	10
Secondary	Y	22	11

**Area classification of dusts and powders must be treated differently from gases and vapours:**  
*Dusts don't disperse with time*  
*Ventilation can convert layers into clouds*

Comparison of dust classification systems

33  
May 2008



34  
May 2008

Europe

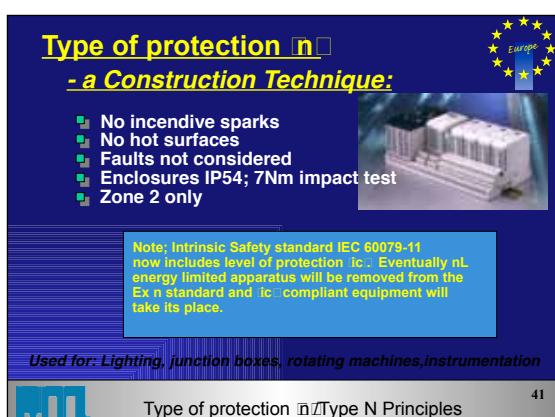
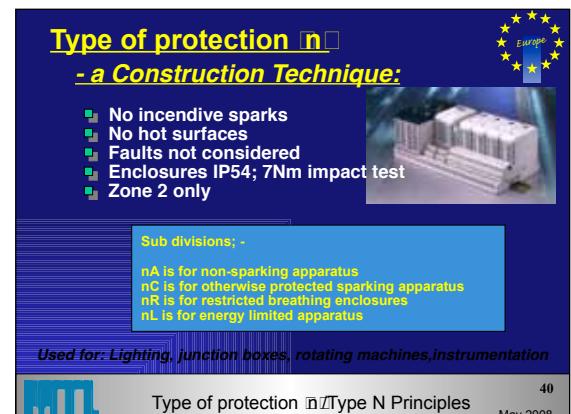
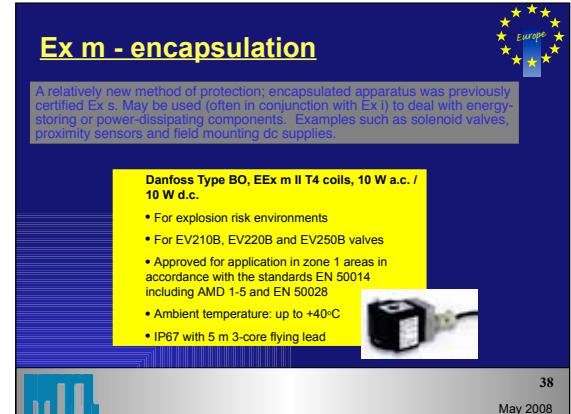
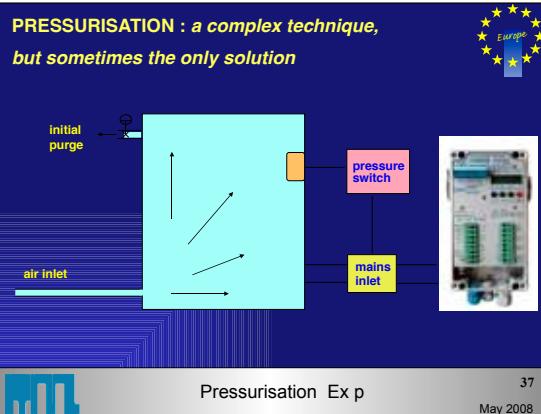
## Methods of protection for electrical equipment

35  
May 2008

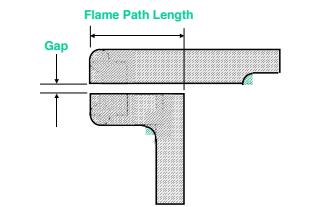
Europe

Technique	Protection type	Ex	CENELEC standard EN	Typical applications
Segregation	Pressurisation Oil immersion Powder filling Encapsulation	p o q m	60079-2 60079-6 60079-5 60079-18	Control rooms, analysers Transformers, switchgear Instrumentation Instrumentation, control gear
Refined mechanical design	Increased safety Non-incendive	e n (N)	60079-7 60079-15	Motors, lighting fittings, JBs Motors, lighting, boxes
Energy limiting	Intrinsic safety	ia/ib/ic	60079-11	Instrumentation, control gear
Containment	Flameproof	d	60079-1	Switchgear, motors, pumps
General requirements for all methods		60079-0		

36  
May 2008



Ex d standards concentrate on the constructional aspects of boxes and maximum permissible gaps .



Gaps are not a requirement but are a consequence of any practical box design .

Ex d - gaps in enclosures

43  
May 2008

Affiliated to ISO, Produce IEC 60079 Series of Documents



eg Quality.  
ISO9002  
EN 29002  
BS EN ISO9002



1906  
International Electrotechnical Committee

CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardisation

eg Intrinsic Safety  
IEC 60079-11  
EN 50020 1994  
BS EN 50020 1995



In the EU we now need to demonstrate compliance with the ATEX Equipment and Protective Systems Directive 94/9/EC

44  
May 2008

# Fukční bezpečnost elektrických přístrojů souvisejících s bezpečností



D-Ex Instruments

Ing. Jaromír Uher, D-Ex Instruments, s. r. o.

HIMA

Myslivna 2009

1

## Fukční bezpečnost elektrických přístrojů souvisejících s bezpečností

HIMA

Myslivna 2009

2

### Fukční bezpečnost

Část celkové bezpečnosti týkající se EUC a systému řízení EUC závislá na správném fungování E/E/EP systémů souvisejících s bezpečností, systémech souvisejících s bezpečností založených na jiných technických principech a vnějších prostředcích pro snížení rizika

CSN EN 61508-4

HIMA

Myslivna 2009

3



HIMA

Myslivna 2009

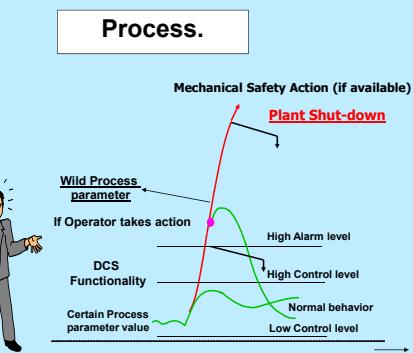
4

### Process.

Mechanical Safety Action (if available)  
Plant Shut-down

Wild Process parameter  
If Operator takes action  
DCS Functionality  
Certain Process parameter value

High Alarm level  
High Control level  
Normal behavior  
Low Control level



Time

HIMA

Myslivna 2009

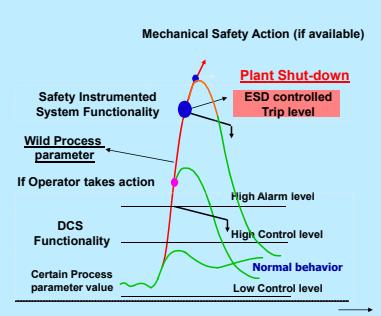
5

### Safety System.

Mechanical Safety Action (if available)  
Plant Shut-down

Safety Instrumented System Functionality  
Wild Process parameter  
If Operator takes action  
DCS Functionality  
Certain Process parameter value

High Alarm level  
High Control level  
Normal behavior  
Low Control level



Time

HIMA

Myslivna 2009

6

### Have You Been Asked This?

'Regulator'



"How can you demonstrate that you are safe?"

**HIMA**

### Safety Issues for End User / Operators

**Myslivna 2009**

- How do you demonstrate that your operations are 'safe'?
- How do you demonstrate that your equipment is 'safe'?
- How do you demonstrate that your safety and protective systems protect against your hazards?

You can answer these questions by demonstrating compliance with Industry Safety Standards

**IEC61508 - Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems**

7

**HIMA**

### What is IEC61508?

**Myslivna 2009**

- An international standard relating to the Functional Safety of electrical / electronic / programmable electronic safety related systems
  - Mainly concerned with E/E/PE safety-related systems whose failure could have an impact on the safety of persons and/or the environment
  - Could also be used to specify any E/E/PE system used for the protection of equipment or product
- It is an industry best practice standard to enable you to reduce the risk of a hazardous event to a tolerable level

8

**HIMA**

### Technologies Concerned

**Myslivna 2009**

- **E Electrical**
  - electro-mechanical / relays / interlocks
- **E Electronic**
  - solid state electronics
- **PES Programmable Electronic Systems**
  - Programmable Logic Controllers (PLC's);
  - Microprocessor based systems
  - Distributed Control Systems
  - Other computer based devices ("smart" sensors / transmitters / actuators)

9

**HIMA**

### Features

**Myslivna 2009**

- Generic Standard
- Guidance on the use of E/E/PES
- Comprehensive approach involving concepts of Safety Lifecycle and includes all elements of the protective system
- Risk-based approach leading to determination of Safety Integrity Levels (S.I.L.s)
- Considers the entire Safety Critical Loop

10

**HIMA**

### Generic and Application Sector Standards

**Myslivna 2009**

IEC61513 : Nuclear Sector

IEC61508

Medical Sector

IEC61511 : Process Sector

IEC62061 : Machinery Sector

11

**HIMA**

### IEC61511 Functional Safety Safety instrumented systems for the Process industry sector

**Myslivna 2009**

12

**ČSN EN 61511**

**Myslivna 2009**

**“Funkční bezpečnost – Bezpečnostní přístrojové systémy pro sektor průmyslových procesů”**

13

**Industries**

**Myslivna 2009**

- Applies to a wide variety of industries across the process sector
  - Including:
    - Chemicals
    - Oil refining
    - Oil and gas production
    - Pulp and paper
    - Non-nuclear power generation
    - Pharmaceuticals / Fine Chemicals

14

**Scope**

**Myslivna 2009**

- Process (chemicals, oil & gas, paper, non-nuclear power generation)
- End-to-end safety instrumented system (SIS) - h/w, s/w, mgt. and human factors
- Full safety lifecycle - specification, design, integration, operation, maintenance
- Intended for integrators / users
  - not for equipment designers / vendors

15

**Structure**

**Myslivna 2009**

- IEC 61511 – Structure
  - Part 1 – “Framework, definitions, system, hardware and software requirements”.
- Part 2 – “Guidelines for the application of IEC 61511-1”.
- Part 3 – “Guidance for the determination of safety integrity levels”.

16

**Normative**

**Informative**

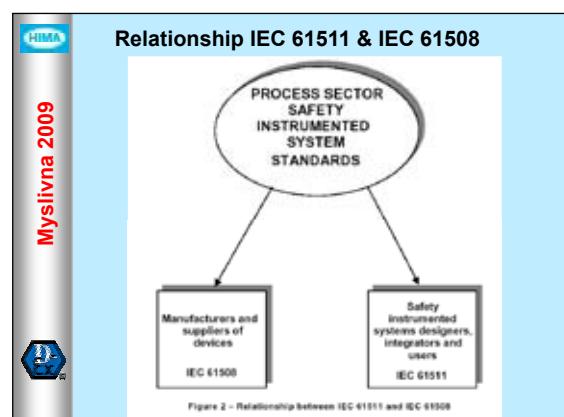
**IEC 61511**

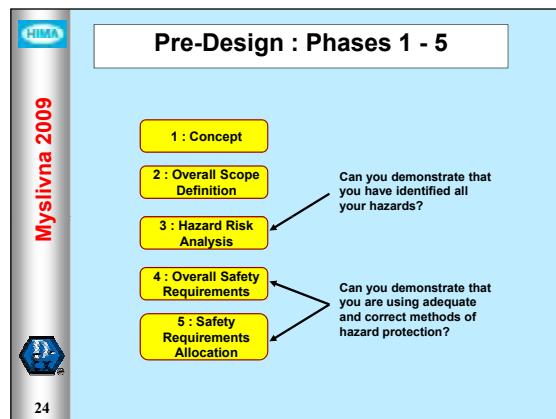
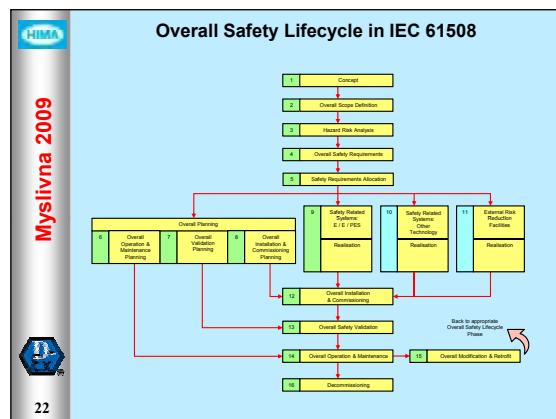
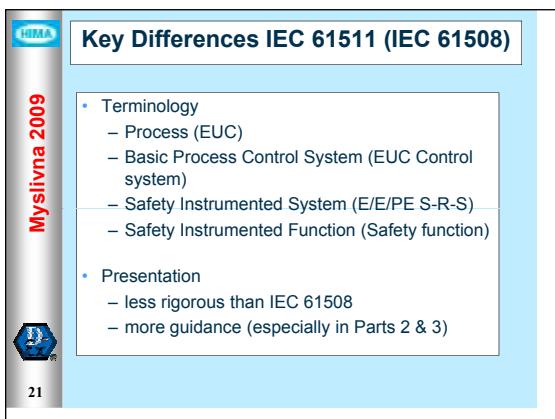
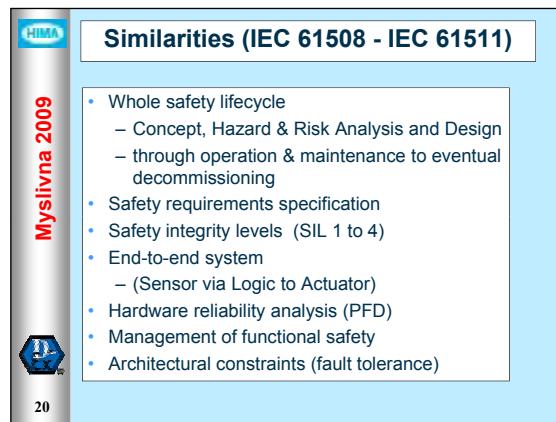
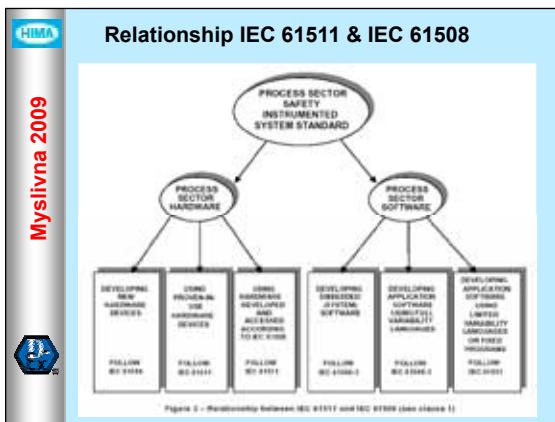
**Myslivna 2009**

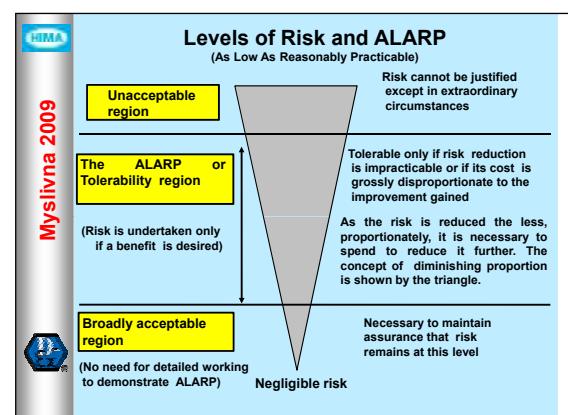
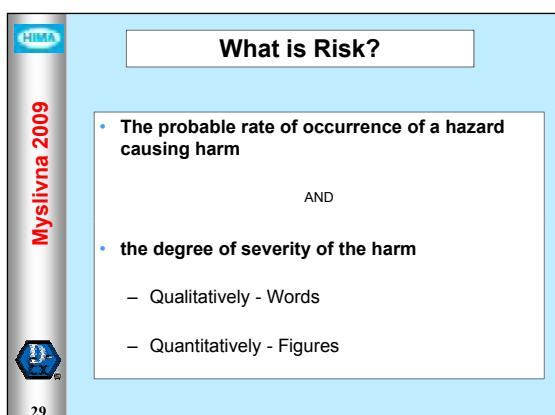
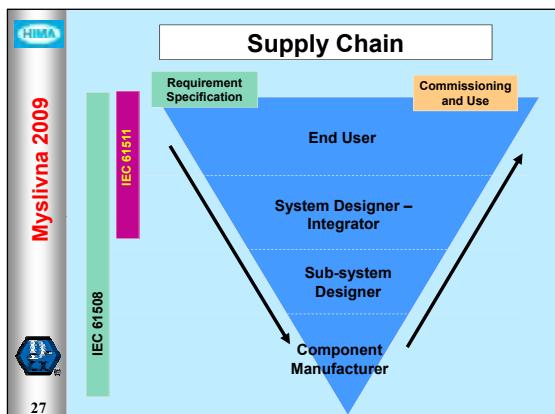
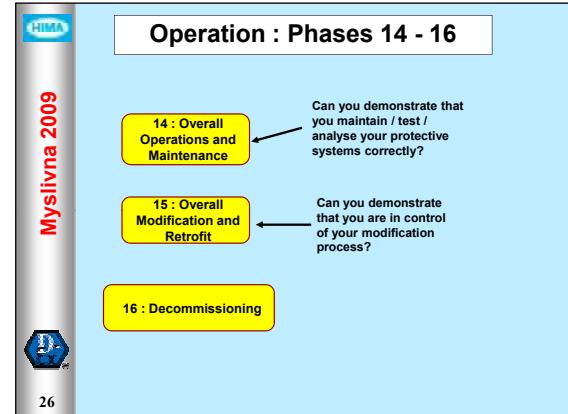
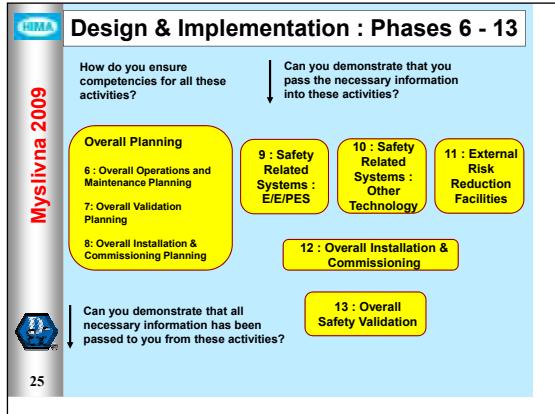
**TITLE - “Functional Safety – Safety Instrumented Systems for the Process Industry sector”**

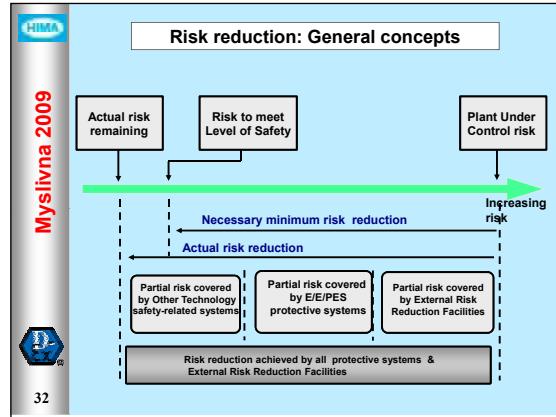
- This international Standard gives requirements for the specification, design, installation, operation and maintenance of a safety instrumented system, so that it can be confidently entrusted to place and/or maintain the process in a safe state.
- This standard has been developed as a process sector implementation of IEC 61508.

17









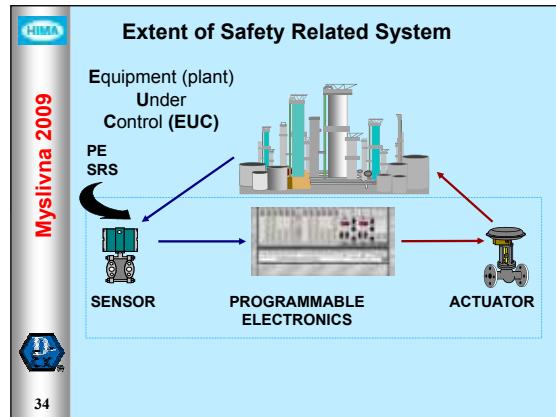
**Myslivna 2009**

### What is a Safety Related System (SRS) ?

**Examples**

33

- Any system that implements safety functions necessary to achieve a safe state for the "Equipment Under Control", or to maintain it in a safe state.



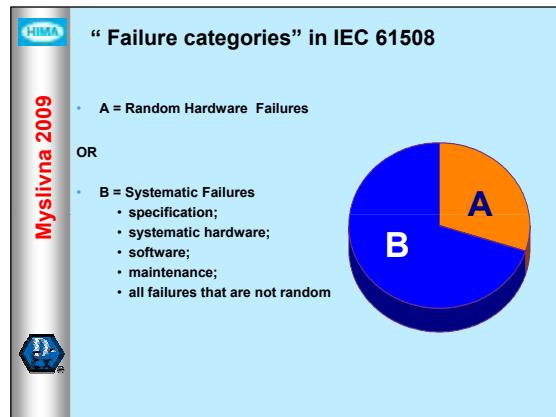
**Myslivna 2009**

### Hazard Identification and Risk Analysis

**A typical Methodology for Hazard Identification and Risk Analysis**  
(by the end user)

- Hazard studies and HAZOPS
- Evaluate possible consequences
- Establish tolerable frequencies vs ALARP
- Build event chain
- Estimate demand rates
- Define protection required
- Specify required SIL

35



**HIMA**

## Myslivna 2009

### Components Types in E/E/PES.

Safety Standards IEC 61508 Example

Criteria	Components Type A	Components Type B
Failure mode	well defined and can be fully tested	not well defined or cannot be fully tested
Test in operat.	good failure data*)	or no good failure data
Experience	simple elements (transistors, diodes)	microprocessors

\*) good failure data with field experience  
 - minimum 100,000 h operating hours  
 - within 2 years  
 - 10 systems in different applications

**HIMA**

## Myslivna 2009

Safe Failure Fraction (SFF)	Type A			Type B		
	Hardware Fault Tolerance (HFT)	0	1	2	0	1
< 60 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3	N.A.	SIL 1	SIL 2
60 % - < 90%	SIL 2	SIL 3	SIL 4	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90 % - < 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4	SIL 2	SIL 3	SIL 4
> 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4	SIL 3	SIL 4	SIL 4

© HIMA 2007

**HIMA**

## Myslivna 2009

- PE logic solvers

SIL	Minimum hardware fault tolerance		
	SFF < 60 %	SFF 60 % to 90 %	SFF > 90 %
1	1	0	0
2	2	1	0
3	3	2	1
4	Special requirements apply, see IEC 61508		

© HIMA 2007

**HIMA**

## Myslivna 2009

- All equipment except PE logic solvers

SIL	Minimum hardware fault tolerance		
	1	2	3
1	0		
2	1		
3	2		
4	Special requirements apply, see IEC 61508		

© HIMA 2007

Source: table 6 - IEC 61511 part 1

**HIMA**

## Myslivna 2009

### Safety Integrity Level SIL

SAFETY INTEGRITY LEVEL (SIL)	LOW DEMAND MODE OF OPERATION (Probability of failure to perform its designed function on demand)		CONTINUOUS/HIGH DEMAND MODE OF OPERATION (Probability of one dangerous failure per hour)	
	$\geq 10^{-5}$ up to $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ up to $< 10^{-8} \text{ h}^{-1}$	$\geq 10^{-4}$ up to $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ up to $< 10^{-7} \text{ h}^{-1}$
4	$\geq 10^{-5}$ up to $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ up to $< 10^{-8} \text{ h}^{-1}$	$\geq 10^{-4}$ up to $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ up to $< 10^{-7} \text{ h}^{-1}$
3	$\geq 10^{-4}$ up to $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ up to $< 10^{-7} \text{ h}^{-1}$	$\geq 10^{-3}$ up to $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ up to $< 10^{-6} \text{ h}^{-1}$
2	$\geq 10^{-3}$ up to $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ up to $< 10^{-6} \text{ h}^{-1}$	$\geq 10^{-2}$ up to $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ up to $< 10^{-5} \text{ h}^{-1}$
1	$\geq 10^{-2}$ up to $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ up to $< 10^{-5} \text{ h}^{-1}$		
	PFD	PFH	PFD	PFH
	Probability of Failure on Demand	Probability of Failure per Hour	Probability of Failure on Demand	Probability of Failure per Hour

**HIMA**

## Myslivna 2009

### Risk and Determination of Safety Integrity Levels

Increasing Severity

Increasing Likelihood

42

**Risk Reduction Requirements**

Safety Integrity Level	Risk Reduction
1	10-100
2	100 – 1,000
3	1,000 – 10,000
4	10,000 – 100,000

Myslivna 2009

43

**Reliability, Failure Rate and Availability at each level**

	Reliability	Probability of failure on demand	Trip Unavailable (per year)
SIL 1	90% - 99%	0.1 to 0.01	876 to 87.6hrs
SIL 2	99% - 99.9%	0.01 to 0.001	87.6 to 8.76hrs
SIL 3	99.9% - 99.99%	0.001 to 0.0001	8.76hrs to 52.6 mins
SIL 4	99.99% - 99.999 %	0.0001 to 0.00001	52.6 mins to 5.3 mins

Myslivna 2009

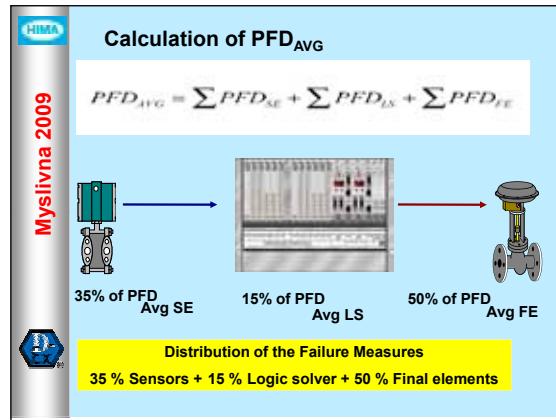
44

**Protective System Technology**

SIL 1	Standard components, single channel or twin non-diverse channels
SIL 2	Standard components, 1 out of 2 or 2 out of 3, possible need for some diversity. Allowance for common-cause failures needed
SIL 3	Multiple channel with diversity on sensing and actuation. Common-cause failures a major consideration. Should rarely be required in Process Industry
SIL 4	Specialist design. Should never be required in the Process Industry

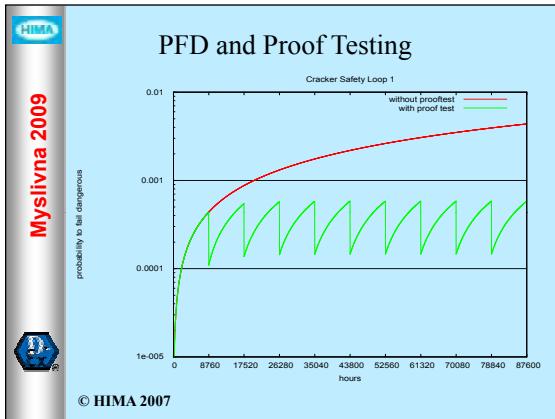
Myslivna 2009

45



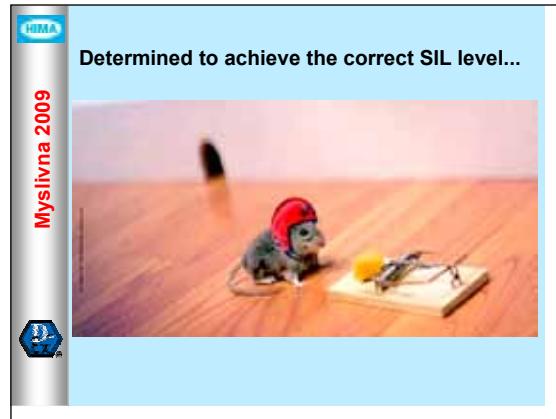
Myslivna 2009

46



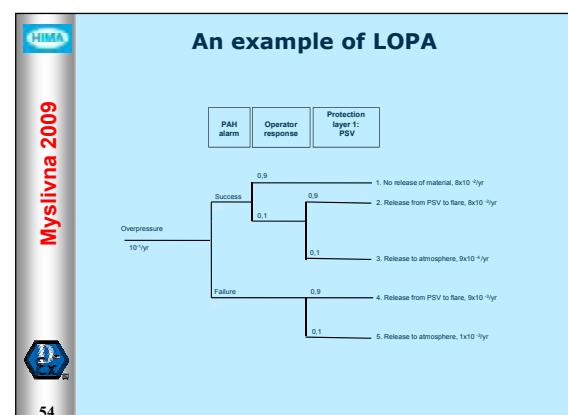
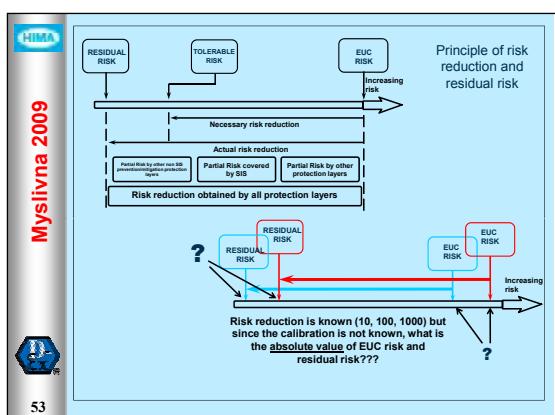
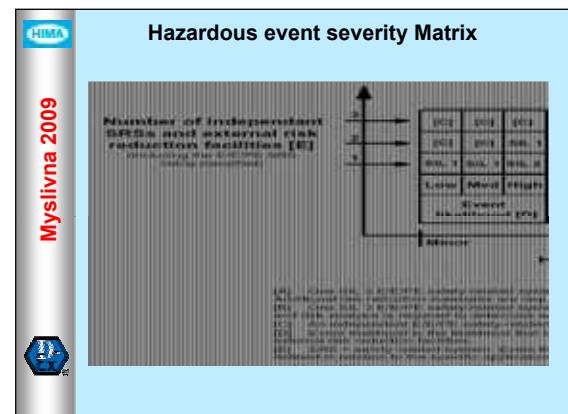
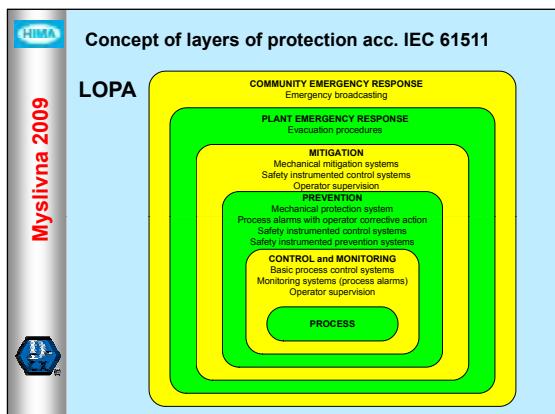
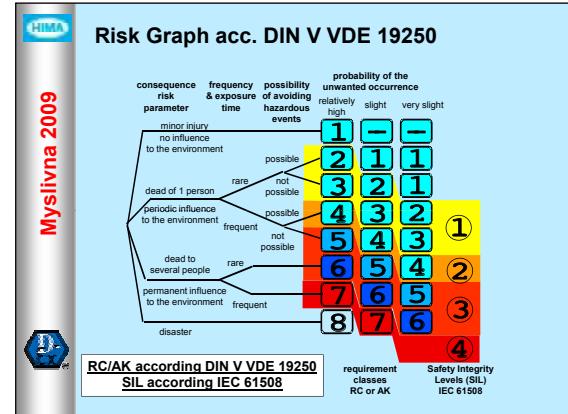
Myslivna 2009

42



**SIL assessment**

- Various methods available:
  - Qualitative risk graph
  - Calibrated risk graph (methodology only – not definitive)
  - Layer Of Protection Analysis (LOPA)
  - Hazardous event severity Matrix
  - Quantified Risk Analysis (QRA)
- Which one to use? Develop your own?



**Myslivna 2009**

## Spurious Trip Levels® A Measure of Process Availability

STL	Probability of Fall Safe (PFSavg)	Spurious Trip Reduction
X	$\geq 10^{-1}$ to $< 10^{-2}$	$10^{\infty} - 10^{+1}$
...	...	...
4	$\geq 10^{-1}$ to $< 10^{-4}$	$10000 - 100000$
3	$\geq 10^{-4}$ to $< 10^{-3}$	$1000 - 10000$
2	$\geq 10^{-3}$ to $< 10^{-2}$	$100 - 1000$
1	$\geq 10^{-2}$ to $< 10^{-1}$	$10 - 100$

Funkční bezpečnost

Část celkové bezpečnosti týkající se EU a systému řízení EU závislá na správném fungování E/E/EP systémů souvisejících s bezpečností, systémech souvisejících s bezpečností založených na jiných technických principech a vnějších prostředcích pro snížení rizika

# Bezpečnostní přístroje a obvody přispívající k ochraně proti výbuchu



D-Ex Instruments

Ing. LUKÁŠ Martinák, Fyzikálně technický zkušební ústav, s. p., Ostrava-Radvanice

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV s.p. Ostrava - Radvanice	
<b>Bezpečnostní přístroje a obvody přispívající k ochraně proti výbuchu</b>	
EN 50495 , EN 50402	
Ing. Lukáš Martinák   11.11.2009 Brno	

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, středisko podnik	
	<b>Co je bezpečnostní přístroj ?</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zařízení pro snížení rizika, instalovaným s cílem dosáhnout při výskytu nebezpečnosti bezpečný stav zařízení</li> <li>Pracuje nezávisle na normách, řídících funkci, která kontroluje</li> <li>Vykonává bezpečnostní funkci</li> <li>Posuzuje se dle fády norem EN 61508, případně EN 61511, EN 61513, EN 62061</li> <li>EN 61511 pro průmysl technologických procesů</li> <li>EN 61513 pro jadernou elektrárnu</li> <li>EN 62061 pro strojírenský průmysl</li> </ul> 	

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, středisko podnik	
	<b>Přehled norem</b>
EN 61508	• ČSN EN 61508 - Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností
EN 50402	• ČSN EN 50402 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých nebo toxických plynů nebo par nebo kyslíku - Požadavky na funkční bezpečnost stabilních systémů detekce plynů
prEN 50495	• prEN 50495 - Bezpečnostní zařízení určené pro ochranu proti výbuchu
	

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, středisko podnik	
	<b>IEC / EN 61508</b>
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se zavedením mikroprocesorů a softwarových systémů v automatizační technice vznikla nutnost vytvoření pravidel pro bezpečnostní požadavky u těchto systémů</li> <li>Celosvětově uplatnitelná norma IEC</li> <li>Basic Safety Publication</li> <li>hlavním cílem této normy je vývoj norem, specifických pro daný obor či sektor</li> </ul>
EN 50402	• Vznik: 1998
prEN 50495	
	

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, středisko podnik	
	<b>EN 61508 mimo sedm částí</b>
EN 61508	1. Základní požadavky
EN 50402	2. Požadavky na E/E/PE systémy
prEN 50495	3. Softwarové požadavky
	4. Definice a zkratky
	5. Příklady určování SIL
	6. Metodické pokyny pro část 2 a 3
	7. Přehled technik a opatření
	Celkem: 410 stran
	

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, středisko podnik	
	<b>Typická systémová architektura</b>
EN 61508	
EN 50402	
prEN 50495	
	

**FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik**

### Výskyt chyb v životním cyklu bezpečnosti

EN 61508	REALIZACE	15%
EN 50402	INSTALACE A UVEDENÍ DO PROVOZU	6%
prEN 50495	PROVOZ A DRŽBA	15%
	NEVRH	44%
	ZMĚNY PO UVEDENÍ DO PROVOZU	20%

Zdroj: Chilworth Technology

**FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik**

### Převes bezpečnostní integrity SIL

- Zustavající zbytkové riziko zabezpečovací funkce je stanoven pomocí výpočtu pravděpodobnosti selhání všech komponent
- Stanovení rovné bezpečnostní integrity (SIL) znamená přiřadit zabezpečovací funkci určitou tak zvanou mezní hodnotu selhání
- SIL = Safety Integrity Level
- Rozlišují se čtyři zabezpečovací stupně:
  - SIL 4 pro nejvyšší stupeň
  - SIL 1 pro stupeň nejnižší

Typicky pro měřicí systémy je SIL 2 nebo SIL 3

**FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik**

### Určení SIL

Ke klasifikaci SIL je nutné určit několik parametrů:

- PFD (PFH) - pravděpodobnost poruchy
- SFF - podíl bezpečných poruch
- HFT - odolnost HW proti poruše
- $\lambda_s, \lambda_d, \lambda_{su}, \lambda_{sd}, \lambda_{dd}, \lambda_{du}$  - četnosti poruch (bezpečná nebezpečná detekovatelná nedetekovatelná)
- T<sub>i</sub> - interval mezi kontrolami
- Dle analýzy: HAZOP, FMEA, ALARP, LOPA

Riskové grafy, □

**FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik**

### Cetnosti poruch $\lambda$

- Databáze dají spolehlivosti elektronických součástek a komponentů
  - MIL-HDBK-217F
  - Bellcore TR332
  - Telcordia SR332
  - Bellcore TR332
  - Siemens SN29500
  - British Telecom HRD4 and HRD5

**FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik**

### Klasifikace SIL

EN 61508	SHF	Podíl bezpečných poruch SHF = 90 %
EN 50402	SHT	Početnost tolerance HFT < 0
prEN 50495	HFT	Pravděpodobnost poruchy PFD = 2,0 x 10 <sup>-6</sup>

Zdroj: www.profici.cz

**FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik**

### Redundantní struktury

HFT - schopnost při výskytu poruch dle správně vykonávat funkci

Jeden kanál	SENZOR → SYST. M → VENTIL
Redundantní systém	SENZOR → SYST. M → VENTIL
Číslozápis rozdělený systém	SENZOR → 2 KAN. LY → SYST. M → VENTIL
Pin oddělený	SENZOR → SYST. M → VENTIL
Dva oddělené systémy	SENZOR → 2 KAN. LY → SYST. M → VENTIL

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, stínopodnik	
	<b>Intervaly držby</b>
EN 61508	Vliv intervalu držby na pravděpodobnost selhání
EN 50402	
prEN 50495	
	<p>Zdroj: <a href="http://www.profess.cz">www.profess.cz</a></p>

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, stínopodnik	
	<b>Lidský faktor</b>
EN 61508	
EN 50402	
prEN 50495	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chyby v návrhu</li> <li>Chyby v provozu</li> <li>Chyby v údržbě</li> <li>Nevyškolenost</li> <li>Neschopnost</li> <li>Nemotivovanost</li> <li>Stres</li> </ul>

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, stínopodnik	
	<b>Oborová modifikace EN 61508</b>
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pro analyzátory:</li> </ul>
EN 50402	EN 50402 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých nebo toxicických plynů nebo par nebo kyslíku - Požadavky na funkční bezpečnost stabilních systémů detekce plynů
prEN 50495	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pro prostředí:</li> </ul> <p>prEN 50495 Bezpečnostní zařízení určené pro ochranu proti výbuchu</p>

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, stínopodnik	
	<b>EN 50402</b>
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norma určená pro systém detekce plynů</li> <li>Plně vychází z EN61508</li> </ul>
EN 50402	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stanovuje požadavky funkční bezpečnosti</li> <li>Obsahuje kritéria pro spolehlivost, předcházení vadám a odolnost proti vadám</li> <li>Zahrnuje konstrukční požadavky</li> <li>Uvádí informace pro plánování, uvedení do provozu, údržbu a opravy</li> </ul>
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konkretnizuje požadavky na systém detekce plynů přímo do úrovni SIL</li> <li>Rozdělení systému na moduly</li> <li>Vznik: 2005</li> </ul>

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, stínopodnik	
	<b>Systém detekce plynů - jednotlivé moduly</b>
EN 61508	
EN 50402	
prEN 50495	
	<p>Zdroj: <a href="http://www.profess.cz">www.profess.cz</a></p>

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNOSTAV, stínopodnik	
	<b>Příklad</b>
EN 61508	Systém detekce plynů (analyzátor) způsobilý pro SIL 2:
EN 50402	<ul style="list-style-type: none"> <li>HFT = 0 =&gt; SFF = 90 - 99 %</li> <li>HFT = 1 =&gt; SFF = 60 - 90 %</li> <li>Schválen vždy dle EN 61779 Metrologické normy</li> <li>Kontrola výstražná signalizace, napříjení přenosu dat v pravidelných intervalech</li> <li>Vnitřní testování HW a SW (snímač zkratek RAM-test)</li> <li>Použití WatchDog-u Samostatný časový čidlovláda + časový čidlo</li> <li>Nároky na SW dle EN61508-3 Verze, heslo, dokumentace, diagramy</li> <li>Během provozu možnost kontroly nastavených parametrů</li> </ul>
prEN 50495	
	<p>HFT - odolnost HW proti poruše SFF - podle bezpečnostních požadav</p>

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik	
<b>Oborová modifikace EN 61508</b>	
EN 61508	• Pro analyzátory:
EN 50402	EN 50402 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých nebo toxických plynů nebo par nebo kyslíku - Požadavky na funkční bezpečnost stabilních systémů detekce plynů
prEN 50495	• Pro prostředí Ex:
	prEN 50495 Bezpečnostní zařízení určené pro ochranu proti výbuchu

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik	
<b>prEN 50495</b>	
EN 61508	• Norma pro stanovení požadavků na bezpečnostní zařízení určené pro ochranu proti výbuchu
EN 50402	• Zařízení chráněné proti výbuchu (kat. - M1,M2,1,2,3)
prEN 50495	Zvýšená kategorie = ● + použití bezpečnostního zařízení
	• Bezpečnostní zařízení kontroluje, monitoruje potenciální zdroj iniciace

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik																																					
<b>prEN 50495</b>																																					
EN 61508	• požadavky																																				
EN 50402																																					
prEN 50495	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th colspan="5">Nebezpečenství prostředí</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Odolnost EUC proti poruše</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr> <td>Odolnost bezpečnostiho zařízení proti poruše</td><td>-</td><td>0</td><td>1</td><td>-</td><td>0</td></tr> <tr> <td>Celková hrozba bezpečnosti (SIL) bezpečnostiho zařízení</td><td>-</td><td>SIL 1</td><td>SIL 2</td><td>-</td><td>SIL 1</td></tr> <tr> <td>Skupina I - Kategorie</td><td colspan="2">M1</td><td colspan="2">M2</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Skupina II, III - Kategorie</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>		Nebezpečenství prostředí					Odolnost EUC proti poruše	2	1	0	1	0	Odolnost bezpečnostiho zařízení proti poruše	-	0	1	-	0	Celková hrozba bezpečnosti (SIL) bezpečnostiho zařízení	-	SIL 1	SIL 2	-	SIL 1	Skupina I - Kategorie	M1		M2		-	Skupina II, III - Kategorie	1		2		3
	Nebezpečenství prostředí																																				
Odolnost EUC proti poruše	2	1	0	1	0																																
Odolnost bezpečnostiho zařízení proti poruše	-	0	1	-	0																																
Celková hrozba bezpečnosti (SIL) bezpečnostiho zařízení	-	SIL 1	SIL 2	-	SIL 1																																
Skupina I - Kategorie	M1		M2		-																																
Skupina II, III - Kategorie	1		2		3																																

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik	
<b>Příklady</b>	
EN 61508	• zařízení pro regulaci tlaku u čerpadla
EN 50402	• zložené zařízení zajišťující např. dostatečný tlak a průtok pro zásobování hydraulicky ovládaných systémů (s ohledem na ochranu proti výbuchu)
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>ochrana proti přetížení motorů v zajištěním provedením Ex e</li> <li>řízení pro nabíjení baterií (ochrana proti přebití nebo hlubokému vybití)</li> <li>hlídání hladiny pro kontrolu ponorných čerpadel</li> <li>řídící jednotka pro typ ochrany s vnitřním přetlakem</li> </ul>

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik	
<b>Označování bezpečnostních zařízení</b>	
EN 61508	• Samostatná zařízení jako ochrana proti výbuchu
EN 50402	● I (M2) [Ex d I]
prEN 50495	● II (2) G [Ex p]
	• Součást v prostředí s nebezpečím výbuchu
	● I M2 (M2) Ex d[p] I
	● II 2 (2) G Ex d[d] IIB T3

FYZIKálné TECHNICKÝ ZKUŠEBNÍ STAV, středisko podnik	
<b>prEN 50495</b>	
EN 61508	• Platí pro komplexní bezpečnostní zařízení
EN 50402	• Bezpečnostní funkce založené na celkové technologii
prEN 50495	<p>Neplatí pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proudové pojistky</li> <li>Diodové bariéry</li> <li>Tepelné pojistky</li> <li>Systémy ochrany hlídání iniciacích zdrojů u elektrických zařízení viz EN 13463-6</li> </ul>

FYZIKálnÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNáSTAV, státní podnik	
<b>Certifikace funkční bezpečnosti</b>	
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dle FprEN 50495 nebo EN 50402</li> <li>Výrobce (přihlašovatel) - znalost problematiky, norem</li> </ul>
EN 50402	Výrobek musí splňovat: <ul style="list-style-type: none"> <li>Řady norem EN 60079, EN 61241, EN61508</li> <li>Funkční zkoušky</li> <li>Statistická analýza (FMEA)</li> </ul>
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>Management funkční bezpečnosti - příručka jakosti</li> <li>Dokumentace: navíc - popis instalace, provoz, údržba opravy</li> </ul>

FYZIKálnÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNáSTAV, státní podnik	
<b>Certifikace funkční bezpečnosti</b>	
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funkční zkoušky:</li> </ul>
EN 50402	<ul style="list-style-type: none"> <li>Min max napětí/napětí</li> <li>EMC</li> <li>Min max okolní teplota, průměrná okolní teplota</li> <li>Vlhkost</li> <li>Vibrace</li> </ul>
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definice reakční doby</li> <li>Rozpoznání nenormálních stavů</li> </ul>

FYZIKálnÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNáSTAV, státní podnik	
<b>Analýza FMEA</b>	
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analýza poruchových stavů a činků</li> <li>stanovení četnosti náhodných hardwarových poruch různých poruchových stavů bezpečnostního zařízení</li> </ul>
EN 50402	
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>Četnost poruch komponentů - průmyslová databáze (Siemens SN29500)</li> <li>Stanovení vyhodnocení dopadu každého předpokladané poruchy a je-li           <ul style="list-style-type: none"> <li>a) bezpečné nebo nebezpečné</li> <li>b) zjistitelné nebo nezjistitelné</li> </ul> </li> </ul>

FYZIKálnÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNáSTAV, státní podnik	
<b>Analýza FMEA</b>	
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rezistor (EN 62061)</li> </ul>
EN 50402	<ul style="list-style-type: none"> <li>80% Přerušený obvod</li> <li>10% Zkrat</li> </ul>
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>10% Náhodná změna parametrů - drift</li> </ul>

FYZIKálnÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNáSTAV, státní podnik	
<b>Analýza FMEA</b>	
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relé (EN 62061)</li> </ul>
EN 50402	<ul style="list-style-type: none"> <li>25% Všechny kontakty zůstávají zapnuté poloze, je-li cívka bez napětí</li> <li>25% Všechny kontakty zůstávají ve vypnuté poloze, je-li cívka pod napětím</li> <li>10% Kontakty nelze rozepnout</li> <li>10% Kontakty nelze sepnout</li> <li>10% Současný zkrat mezi třemi kontakty přepínacího spínače</li> <li>10% Současná zapnutá zapínacího a vypínacího kontaktu</li> <li>10% Zkrat mezi dvěma příry kontaktů a/nebo mezi kontakty a svorkou cívky</li> </ul>

FYZIKálnÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNáSTAV, státní podnik	
<b>Analýza FMEA</b>	
EN 61508	<ul style="list-style-type: none"> <li>kondenzátor <math>\lambda = 6,8 \text{ FIT}</math></li> <li>dioda <math>\lambda = 1 \text{ FIT}</math></li> </ul>
EN 50402	<ul style="list-style-type: none"> <li>zenerova dioda <math>\lambda = 25 \text{ FIT}</math></li> <li>pojistka <math>\lambda = 25 \text{ FIT}</math></li> </ul>
prEN 50495	<ul style="list-style-type: none"> <li>operační zesilovač <math>\lambda = 9 \text{ FIT}</math></li> <li>odpor <math>\lambda = 0,2 \text{ FIT}</math></li> <li>tranzistor <math>\lambda = 5,4 \text{ FIT}</math></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 FIT = <math>1,00 \times 10^{-9} / \text{h}</math></li> </ul>

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNÝ STAV, střední podnik																																																																																																		
Certifikace funkční bezpečnosti																																																																																																		
EN 61508																																																																																																		
EN 50402																																																																																																		
prEN 50495																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponent</th> <th><math>\lambda</math></th> <th>Typ poruchy</th> <th>Podíl typu poruch</th> <th colspan="2">Dílčík poruchy</th> <th>D</th> <th colspan="3">Rozdělení četnosti poruch</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>bezpečný</th> <th>nebezpečný</th> <th>C</th> <th><math>\lambda_p</math></th> <th><math>\lambda_u</math></th> <th><math>\lambda_{ni}</math></th> <th><math>\lambda_{no}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">C1</td> <td rowspan="3">6,80</td> <td>přerušení</td> <td>0,333</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>2,27</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>zkrat</td> <td>0,333</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2,27</td> <td>2,27</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>odchylika</td> <td>0,333</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>0</td> <td>1,13</td> <td>1,13</td> <td>1,13</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">D1</td> <td rowspan="3">1,00</td> <td>přerušení</td> <td>0,333</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>zkrat</td> <td>0,333</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>odchylika</td> <td>0,333</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> <td>0,33</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>89,0</td> <td>49,5</td> <td>41,7</td> <td></td> <td></td> <td>7,7</td> </tr> </tbody> </table> 										Komponent	$\lambda$	Typ poruchy	Podíl typu poruch	Dílčík poruchy		D	Rozdělení četnosti poruch							bezpečný	nebezpečný	C	$\lambda_p$	$\lambda_u$	$\lambda_{ni}$	$\lambda_{no}$	C1	6,80	přerušení	0,333	1	1	-	2,27	0	0	0	zkrat	0,333	0	0	0	0	2,27	2,27	0	odchylika	0,333	0,5	0,5	0	1,13	1,13	1,13	0	D1	1,00	přerušení	0,333	0	1	0	0	0,33	0,33	0	zkrat	0,333	0	1	0	0	0,33	0,33	0	odchylika	0,333	1	0	-	0,33	0	0	0					89,0	49,5	41,7			7,7
Komponent	$\lambda$	Typ poruchy	Podíl typu poruch	Dílčík poruchy		D	Rozdělení četnosti poruch																																																																																											
				bezpečný	nebezpečný	C	$\lambda_p$	$\lambda_u$	$\lambda_{ni}$	$\lambda_{no}$																																																																																								
C1	6,80	přerušení	0,333	1	1	-	2,27	0	0	0																																																																																								
		zkrat	0,333	0	0	0	0	2,27	2,27	0																																																																																								
		odchylika	0,333	0,5	0,5	0	1,13	1,13	1,13	0																																																																																								
D1	1,00	přerušení	0,333	0	1	0	0	0,33	0,33	0																																																																																								
		zkrat	0,333	0	1	0	0	0,33	0,33	0																																																																																								
		odchylika	0,333	1	0	-	0,33	0	0	0																																																																																								
				89,0	49,5	41,7			7,7																																																																																									

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNÝ STAV, střední podnik									
Certifikace funkční bezpečnosti									
EN 61508									
EN 50402									
prEN 50495									
<p>Počet bezpečných poruch:  <math>SFF = (\lambda_s + \lambda_{no}) / \lambda_{tot}</math>  <math>SFF = 70\%</math></p> <p>Střední doba prostoje kanálu  <math>t_{CE} = \lambda_{p0} / \lambda_D * (T_1/2 + MTTR) + \lambda_{no} / \lambda_D * MTTR</math>  <math>t_{CE} = 3700,6</math> hod.</p> <p>Pravděpodobnost poruchy v případě potřeby  <math>PFD = \lambda_D * t_{CE} = 49,57 \times 10^{-4} * 3700,6</math>  <math>PFD = 1,83 \times 10^{-4}</math></p> <p>Výsledek:          Hodnota PFD = <math>1,83 \times 10^{-4}</math> splňuje požadavek na způsobilost SIL 3          Hodnota SFF = 70 % (pro odolnost HW proti poruše 0) omezuje způsobilost na SIL 2</p> <p>Tudž způsobilost pomyslného elektrického obvodu je SIL 2.</p>  									

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNÝ STAV, střední podnik									
Shrnutí									
EN 61508									
EN 50402									
prEN 50495									
<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC/EN 61508 je celosvětovým standardem, popisujícím zásady bezpečnosti požadavky na elektrické, elektronické a programovatelné systémy. Je prvním harmonizovaným regulačním počinem, platným nezávisle na druhu aplikace</li> <li>Je požadováno kvantitativní doložení zbytkového rizika u kompletního zabezpečovacího zařízení sestaveného ze součástí, řídícího zařízení a akčního člena</li> <li>Normy EN 50402, prEN 50495 jsou oborovými modifikacemi této normy</li> </ul> 									

FYZIKÁLNÉ TECHNICKÝ ZKUŠEBNÝ STAV, střední podnik									
Děkuji za pozornost									
Autor: Ing. Lukáš Martinák									
Kontakt: martinak@ftzu.cz									
<p>Fyzikálně technický zkoušebný stav, střední podnik          Pikarská 17          716 07 Ostrava - Radvanice  <a href="http://www.ftzu.cz">www.ftzu.cz</a></p> <p>Víž partner v oblasti, zkoušek certifikace a inspekce zařízení ochranných systémů určených do prostředí nebezpečné výbuchu.</p> 									



# Flame Detection Selection Guide

Unsurpassed products comprise the industry's most extensive lineup of optical flame detectors.

# Flame Detection Technologies

## MULTISPECTRUM IR

The Protect.IR X3301 and X3302 are the latest advancements in optical flame detectors. Designed to detect hydrocarbon or non-



hydrocarbon fires, advanced multi patented signal processing techniques are utilized to maintain alarm capabilities with modulated blackbody and other false alarm sources present.

Features include increased range, sensitivity, coverage and false alarm rejection.



Automatic optical integrity ensures reliability with a minimum of maintenance. Approved to FM 3260/2000.

Can be installed as Class 1 Division 1, EEx de or EEx d.

APPLICATIONS:  
Aircraft hangars  
Automotive  
Compressors  
FPSO  
Hydrogen Stations  
Hydrogen compressor skids  
Offshore platforms  
Solvent/chemical storage  
Tank farms  
Turbines

- 
- 
- 
- 
- production
- • • • • • •

## ULTRAVIOLET/ INFRARED

X5200 UVIR detectors are particularly suited for applications where hydrocarbon fires are likely and UV radiation sources may be present. They maintain constant fire protection while arc welding takes place.



Signals from both UV and IR sensors are processed to produce a fire alarm when both sensors detect a fire, resulting in good false alarm rejection capability.

APPLICATIONS:  
Aircraft hangars  
Loading Racks  
Powder coating



## DUAL SPECTRUM® IR

Dual Spectrum® models feature patented dual wavelength IR flame detection technology, for maximum reliability and a new level of false alarm rejection.



PM-5MPX is for semiconductor fabrication tools and facilities.



PM-9SBE is a fiber optically coupled IR detector.

APPLICATIONS:  
Electrostatic painting  
Gas cabinets  
Hydrogen  
Metal fab  
Semiconductor  
Solvent/chemical storage

## SINGLE FREQUENCY IR

X9800 single frequency IR detectors use patented signal processing TDSA and narrow frequency bandpass filter to detect radiation characteristics of hydrocarbon fires. The detector is completely solar insensitive.



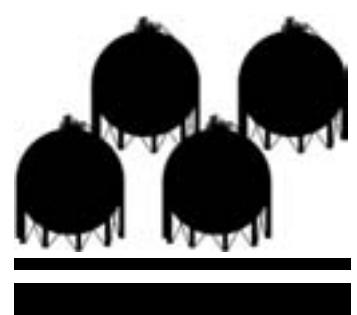
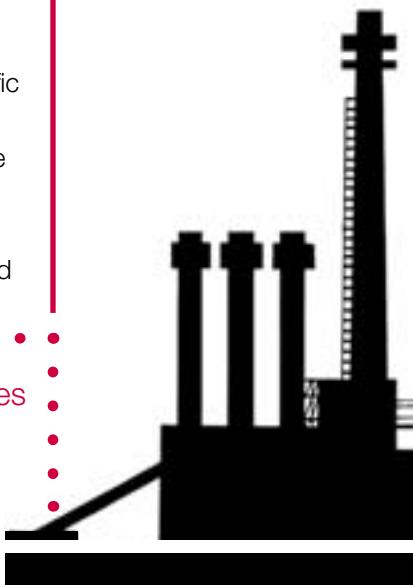
IR detectors are suited for applications where high pressure

hydrocarbon fires are likely to occur and high concentrations of oil or airborne contaminants may be present.

APPLICATIONS:  
Automotive Powder coating  
FPSO  
Offshore platform  
Pipelines



- refining
- and processing
- 
- 
-

		Systems	Accessories
ULTRAVIOLET	RETROFIT READY	FIRE AND GAS	ACCESSORIES
X2200 UV detectors utilize a high speed, maximum sensitivity tube. Virtually all fires emit radiation in this band. The products' unique design renders the UV detector solar blind.	Direct retrofit detectors available with pulse output for use with R7404/R7494 controllers.	Det-Tronics integrates flame and gas detectors as well as other devices into a complete fire detection system.	Swivel assemblies allow easy mounting and sighting of detector assemblies and are available for all detectors.
Detectors are very flexible, general purpose indoor optical fire detection devices. They are fast, reliable and respond to most fires.	Relay Output Modules: Used with the controllers, these devices provide relay outputs and are available in a variety of configurations.	Comprehensive special hazard management systems are also custom designed for unique applications.	Laser aimer: Cone of vision tester for sighting and testing the area of coverage of the detector.
 UV detectors are available with Arc rejection for transient UV signal rejection.	Power Supplies: Available to convert line voltage ac into dc operating power for the detection systems.	Eagle Quantum Premier is an NFPA-72 compliant, combination fire and gas detection and releasing system. This system offers unsurpassed functionality including high speed flame detection, programmable configuration as well as fire and gas logic and agent releasing capability, with high performance gas detection.	Air shields for reduced maintenance in areas where there is an abnormally high level of airborne contaminants.
APPLICATIONS: Battery rooms High temperature locations Munitions Powder coating	Mounting Cages: Available in a variety of sizes that hold from one to eight micro-module devices.	Each system can be customized to meet specific application requirements. System capabilities include design, engineering, assembly, wiring, documentation, testing and startup.	Test lamps to test the system without using an open flame are available for detectors without manual or mag oi.
transportation and storage		end uses	

	Multispectrum IR	Ultraviolet/Infrared	Dual Spectrum IR (PM5MPX)	Single Frequency IR	Ultraviolet
n Heptane (gasoline) (1 ft x 1 ft)	210	85	18	85	90
Diesel (1 ft x 1 ft)	150	40	—	65	65
JP5 (2 ft x 2 ft)	210	100	—	100	100
Methanol (1 ft x 1 ft)	150	55	5	50	50
Methane (30 inch)	100	65	—	45	80
Hydrogen (30 inch)	100**	—	5	—	50
Metal Fires	—	—	5	—	15
Black Powder (30 grams)	—	—	—	40	15
<hr/>					
Arc Welding	▲	▲	▲	▲	■
Modulated IR Radiation	●	●	▲	△	●
Electrical Arcs	●	●	●	●	■
Radiation (Nuclear)	●	●	●	●	■
Lightning	●	●	●	●	■
Grinding (Metal)	●	●	●	●	■
Artificial Lighting	●	●	●	●	■
Sunlight	●	●	▲	●	●
<hr/>					
Eagle Quantum Premier	◆	◆	◆	◆	◆
Unitized/Stand-Alone	◆	◆	◆	◆	◆
Retrofit Controller-based	◆	◆	◆	◆	◆
Hazard Monitoring System	◆	◆	◆	◆	◆
Data Logger Event Monitoring	◆	◆	◆	◆	◆
Automatic Optical Integrity	◆	◆	◆	◆	◆
Millisecond Response Capability	◆	◆	◆	◆	◆
Relay Outputs	◆	◆	◆	◆	◆
Tri-color Status LED	◆	◆	◆	◆	◆
Isolated/Non-Isolated 4 to 20 ma Output	◆	◆	◆	◆	◆
Rack Compatible with Gas Controllers	◆	◆	◆	◆	◆
Hazardous Location Rated	◆	◆	◆	◆	◆
Intrinsically Safe	◆	◆	◆	◆	◆
FM/CSA/Cenelec/CE/ATEX Approved	◆	◆	◆*	◆	◆

● No effect

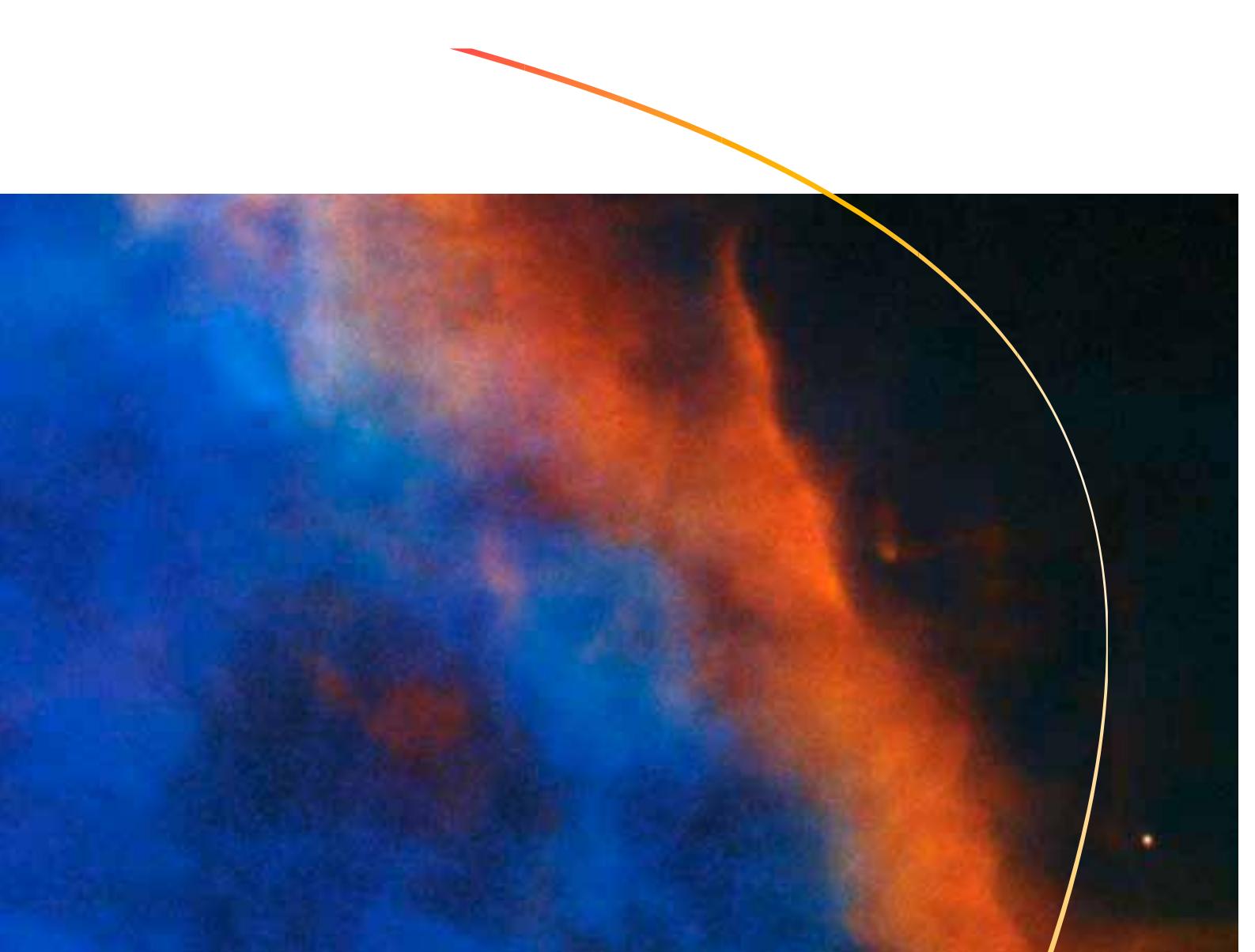
▲ Some effect

■ Severe effect

◆ Available

\*FM Only

\*\*X3302



# Gas Detection Selection Guide

Global Protection Solutions for Your People and Facilities

nts.

 A Kidde Company

 **DET-TRONICS**

## The Det-Tronics Difference

Det-Tronics gas detectors and systems are painstakingly designed, tested and approved to rigorous gas detector performance tests prescribed by Factory Mutual (FM) and Canadian Standards (CSA) in North America, and ATEX and CENELEC standards in the European Union (EU).

The benefit to our customers is that products compliant to these new performance standards ensure the detector and associated electronics are capable of delivering the actual field performance expected by the user.

For years, understanding the fine print in a gas detector approval certificate was critical to knowing what the benefit was. Det-Tronics has taken a customer-focused approach to product approvals, and now leads the industry with performance tested and approved hazardous gas detection system solutions, to the benefit of our customers the world over.

## Gas Detection Technologies

### INFRARED (IR)

Across the globe, optical IR gas detection is now the preferred detection technology for early warning of flammable hydrocarbon gas leaks.



The Pointwatch family of point IR gas detectors lead the industry in quality,

performance, and lowest cost of ownership. Our new Open-Path Eclipse IR gas detection system provides



large-area, hydrocarbon gas leak protection.

Owners will achieve the ultimate in fast and reliable flammable leak detection combining Det-Tronics point IR and Open Path Eclipse IR systems at their facility.

refining  
and processing

### CATALYTIC BEAD

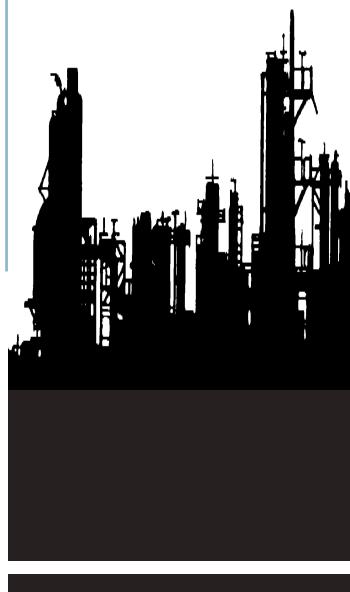
Det-Tronics has been manufacturing catalytic gas sensor technology for well over a decade, and is still going strong.

Utilizing our own high-quality, platinum pellistors (beads) and 316 stainless steel housings, the Combustible Gas Sensor (CGS) series sensors deliver reliable flammable gas detection complete

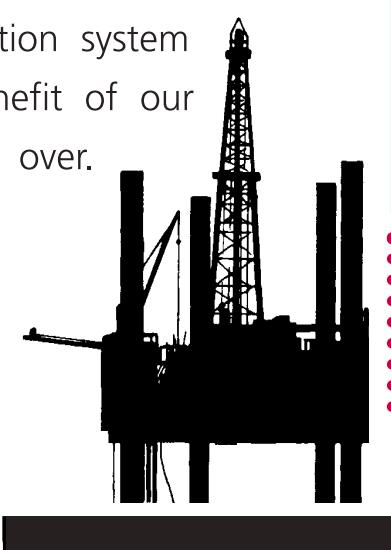


with excellent poison-resistance. A variety of CGS transmitter options are available to meet your system needs.

The CGS sensor is a must for applications such as battery rooms and other areas where hydrogen gas is expected to be present.



• production



## Systems

### ELECTROCHEMICAL (EC)

Det-Tronics electrochemical gas sensors deliver the most reliable toxic/oxygen gas detection technology available.



A wide variety of EC sensors for early detection of toxic gases are offered. Depending on your system needs, either the explosion-proof C706x toxic sensor family or the loop-powered, intrinsically-safe TXL gas



detectors can easily be installed at your facility.

In addition, a number of complimentary field transmitters and controllers are available for both stand-alone and system configurations.

Key applications protected by Det-Tronics EC detectors include industrial chemical plants, oil/gas facilities, offshore platforms, wastewater plants, semiconductor facilities and industrial hygiene protection.

transportation and storage

### TRANSMITTERS & CONTROLLERS

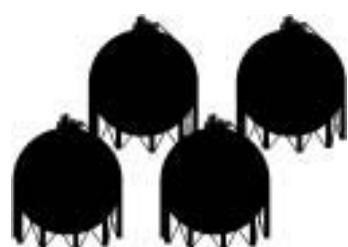
Global customers require a wide range of alarm signals for proper annunciation and hazard mitigation.



and each is compatible with a wide range of sensing technologies.



For indication and alarm at remote locations, our R8471 series and DMC gas controllers provide a comprehensive and flexible control solution.



### FIRE AND GAS

Det-Tronics has established a tradition of excellence in the gas and fire systems market.

Our project engineering group integrates a wide range of gas and fire detection technologies into complete detection and mitigation systems designed, built, tested, and installed per your specification.



Our premier solution is aptly named the Eagle Quantum Premier system, a globally approved, NFPA-72 compliant, fire and gas detection and suppression releasing system.

Project engineering capabilities include design, build, test and commissioning services.

## Accessories

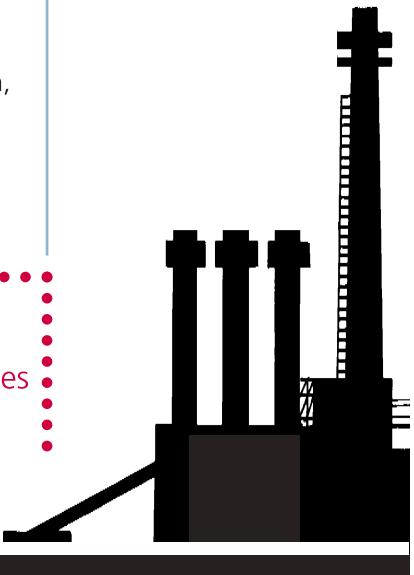
### ACCESSORIES

Challenging applications abound in the global gas detection market.

Det-Tronics offers a wide range of gas sensor accessories, including direct duct mounting kits, air sample extraction systems and components, and sensor protection accessories.



High quality, weatherproof enclosures, approved 24 VDC power supplies and traceable accuracy calibration gas kits round out our line of gas detection system accessories.



# Gas Detection Systems Feature/Benefit Tables

Sensor Technology & Product Model		Vapor Type												
		Flammables		Toxics										
		Combustible Hydrocarbons	Hydrogen	Hydrogen Sulfide	Carbon Monoxide	Oxygen	Chlorine	Chlorine dioxide	Sulfur Dioxide	Nitrogen Dioxide	Ammonia	Phosphine	Hydrogen Cyanide	
Infrared	PIR9400 Pointwatch	Y	N											
	PIRECL Eclipse	Y	N											
	PIRVOL	Y	N											
	OPECL Open Path	Y	N											
	CGS Series	Y	Y											
Electro-chemical	TXL-Series			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	C706x Series			Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	N

		Transmitter Feature								
		Sensor compatibility	2-wire type, loop-powered	3-wire Type	Optional on-board relay	Visual Display	Non-intrusive calibration	RS-485 output	EQ Premier compatible	HART communication
Transmitter	PIRECL	Infrared only	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	OPECL	Infrared only	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	PIR9400	Infrared only	N	Y	Requires U9500H			Y	N	Requires DCU module
	Model 505	Catalytic only	N	Y	N	N	N	N	N	
	C706X Series	Electrochemical	Y	N	N	N	N	N	N	
	TXL Series	Electrochemical	Y	N	N	Y	Y	N	N	
	U9500 Series	All	N	Y	Y	Y	Y	N	N	
	THZ Series	All	N	Y	N	Y	N	N	N	

		Feature/Benefit									
		Sensor compatibility	# of channels	Visual Display	Bar Graph Display	Optional relay contact outputs	Optional analog signal output	Calibration function	Wall mount enclosure options	Rack-mount or panel mount options	RS-485 output
Controller Model	R8471A	Catalytic only	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471B	H2S	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471C	Oxygen	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471D	Chlorine	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471E	Carbon Monoxide	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471F	Sulfur Dioxide	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471G	Nitrogen Dioxide	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	R8471H	PIR only	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
	DMC	All	1 to 36	Y	N	Y	Y	N	Y	panel mount only	Y
	EQ Premier	All	up to 246	Y	N	Y	N	Y	Y		Y

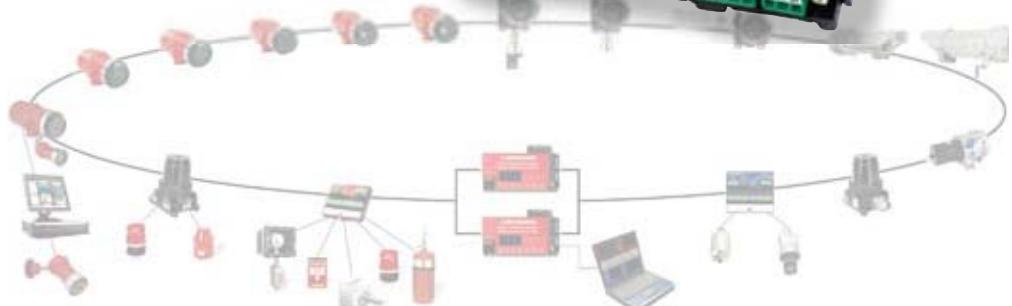
Contact Det-Tronics for the solution to your gas detection requirements.



A UTC Fire & Security Company

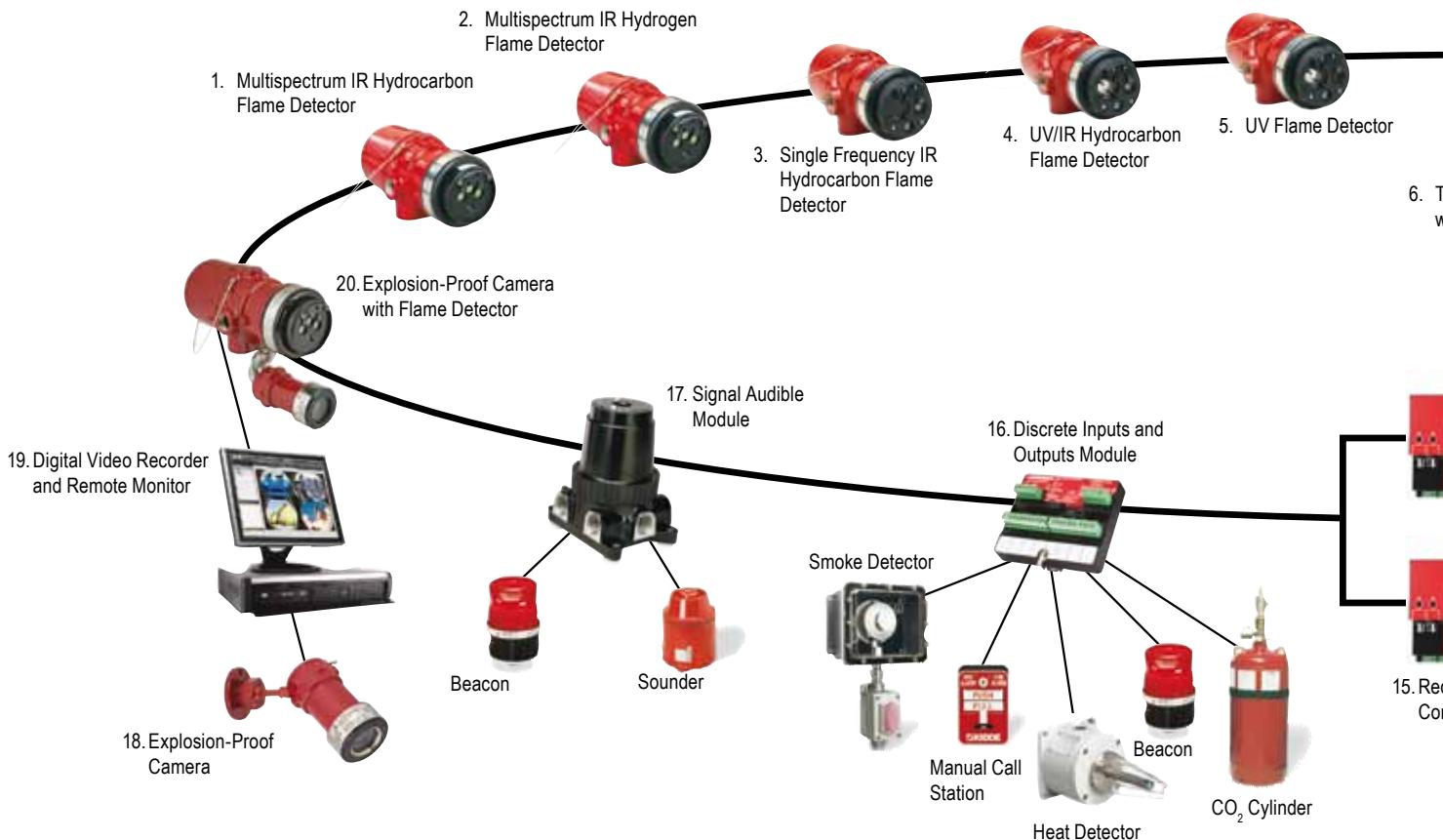
# Eagle Quantum Premier®

## Total Life Safety System



RELIABLE  
FLEXIBLE  
FUNCTIONAL

# A Customized Lit



## 1. X3301 Multispectrum IR Flame Detector

Detects hydrocarbon flames by using patented multi-spectrum processing algorithms. Has long detection range and superior false-alarm immunity. Available with HART option and SIL-2 certification.

## 2. X3302 Multispectrum IR Flame Detector

Detects hard-to-see hydrogen flames and other non-carbon-based flames. Its specialized detection in the infrared (IR) band reduces false alarms allowed by traditional detection techniques. Available with HART option.

## 3. X9800 Single IR Flame Detector

Detects IR radiation characteristics of hydrocarbon fires. Patented signal processing enables the detector to see fires while rejecting most false-alarm sources. Available with HART option.

## 4. X5200 UV/IR Flame Detector

Detects hydrocarbon fires by correlating signals from both an ultraviolet (UV) sensor and an IR sensor. Disregards UV radiation sources such as arc welding and lightning. Available with HART option.

## 5. X2200 UV Flame Detector

Responds to many types of fires quickly and reliably by detecting the UV radiation emitted by most fires. Unique design renders the detector solar blind. Available with HART option.

## 6. GT3000 Electrochemical Gas Detector with FlexVu® Universal Display

Reacts accurately to toxic gases with its electrochemical sensor. Allows users to change sensors while the detector is powered. Can be paired with the FlexVu Display, which provides local or remote calibration/HART communication and operates with a wide range of detectors.

## 7. NTMOS Gas Sensor with FlexVu Universal Display

Applies nanotechnology (NT) to a Metal Oxide Semiconductor (MOS) sensor to accurately detect low levels of hydrogen sulfide in under five seconds. Tolerates extremes in temperature and humidity.

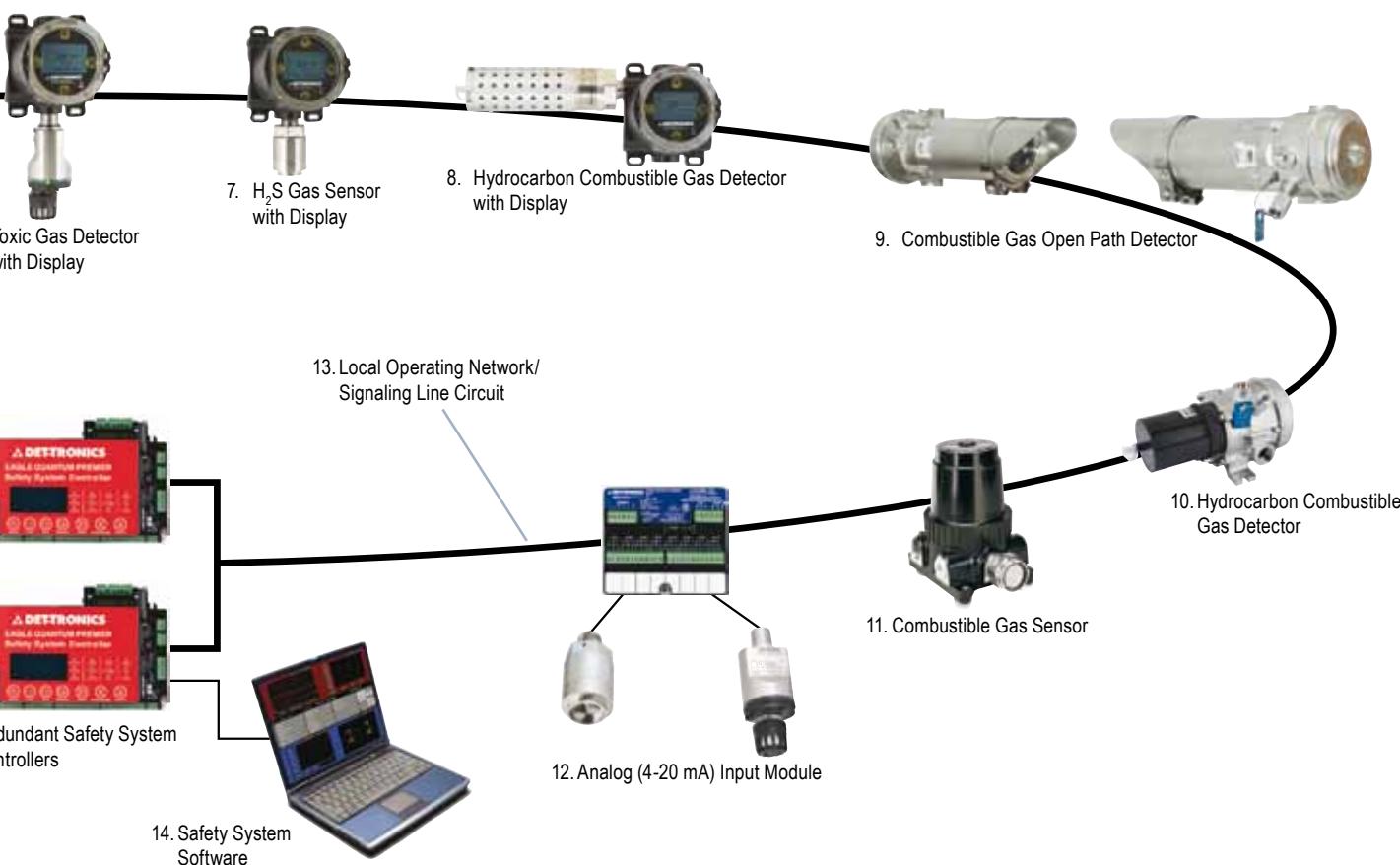
## 8. PIR9400 PointWatch Gas Detector with FlexVu Universal Display

Provides accurate point detection of combustible hydrocarbon gases. The IR sensor measures in the lower flammable limit (LFL) range. Provides continuous self-testing and immunity to many poisons.

## 9. OPEC1 Open Path Eclipse IR Gas Detector

Detects combustible hydrocarbon gas clouds in large open areas. The IR sensor measures in the lower flammable limit-distance (LFL-m) range. Provides rock-solid mounting fixture, stainless steel construction, easy installation, and HART communication.

# Safe-Safety System



## 10. PIRECL PointWatch Eclipse® IR Gas Detector

Provides accurate point detection of combustible hydrocarbon gases. The IR sensor measures in the lower flammable limit (LFL) range. In addition to providing continuous self-testing and immunity to many poisons, PIRECL is HART enabled, offers a SIL-2 option, and uses stainless steel construction for maximum strength.

## 11. Catalytic-Bead Gas Sensor with Digital Communication Unit (DCU)

Uses a catalytic bead sensor to detect hydrocarbon and non-hydrocarbon combustible gases. Shown here with the DCU, which allows one-person, non-intrusive calibration.

## 12. Analog Input Module (AIM)

Provides eight flexible, independent 4-20 mA input channels that can be set at combustible-gas mode or at universal mode for other 4-20 mA inputs.

## 13. Local Operating Network/Signaling Line Circuit (LON/SLC)

Provides a fast, fault tolerant digital network. Communication is arranged as a loop starting and ending at the EQP controller.

## 14. Safety System Software (S3)

Provides a user-friendly, accurate interface to configure, monitor, and maintain the safety system.

## 15. Eagle Quantum Premier® (EQP) Controllers

Manages, maintains, monitors, and controls the safety system devices on the loop. This multi-channel programmable controller is available with controller redundancy and SIL-2 certification.

## 16. Enhanced Discrete I/O Module (EDIO)

Supervises the SLC and system inputs/outputs. Provides eight channels that can be configured as input/output, two-wire smoke/heat detectors, Class A input, or Class A output. Available with SIL-2 certification.

## 17. Signal Audible Module (SAM)

Provides two supervised circuits to control 24 Vdc polarized audible/visual indicating appliances.

## 18. xWatch® Camera

Presents a real-time, color image in hazardous areas.

## 19. Digital Video Recorder (DVR) and Remote Monitor

Provides multi-screen remote viewing, recording, configuration control, and event logging. Can be paired with a remote monitor.

## 20. xWatch Camera with X3301 Flame Detector

Views the same area as an X-Series flame detector and displays the monitored area to an operator immediately.

## **Flexible, Reliable, Functional Safety System**

The Det-Tronics Eagle Quantum Premier (EQP) system is a configurable, distributed, intelligent safety system that is flexible enough to provide flame and/or gas detection with alarm signaling, notification, extinguishing agent release, and/or deluge operation.

System components are integrated on a reliable, fault-tolerant digital communication network. Ideally suited for harsh industrial applications, the system has hazardous location ratings and great functionality with features that include:

- SIL-2 certification
- Device calibration data and event logging
- Programmable logic
- Optional controller operation redundancy
- Extensive advanced diagnostics

## **Experience at Work for You**

When you choose a Det-Tronics life-safety system, you receive more than reliable, quality products. Throughout your project, our systems-project personnel work with you to design and maintain a system that keeps your personnel safe and satisfied — your safety goals become our safety goals.

Whether your application requires fire detection, gas detection, or a certified extinguishing agent release system, our advanced products and personnel provide the safety-system solution that fits your needs.

Following are a few ways Det-Tronics works with customers to achieve goals and maintain life safety.

### **Project Management:**

A project manager oversees the project schedule and communications to ensure your goals are met in a timely manner.

### **Project Engineering:**

Our project engineers design cabinets, maintain drawings, and conduct factory acceptance testing to ensure the system functions to your specifications.

### **Systems Manufacturing:**

Det-Tronics builds and tests your system to meet the quality standards you require.

### **Customer Service:**

Our global service network is available around the clock to support you.

### **Field Service:**

If requested, factory trained and experienced staff can visit your site to perform preventative maintenance and answer questions.

### **Formal Training:**

At your site or ours, factory-certified trainers can deliver hands-on technical training for your operators and maintenance personnel.

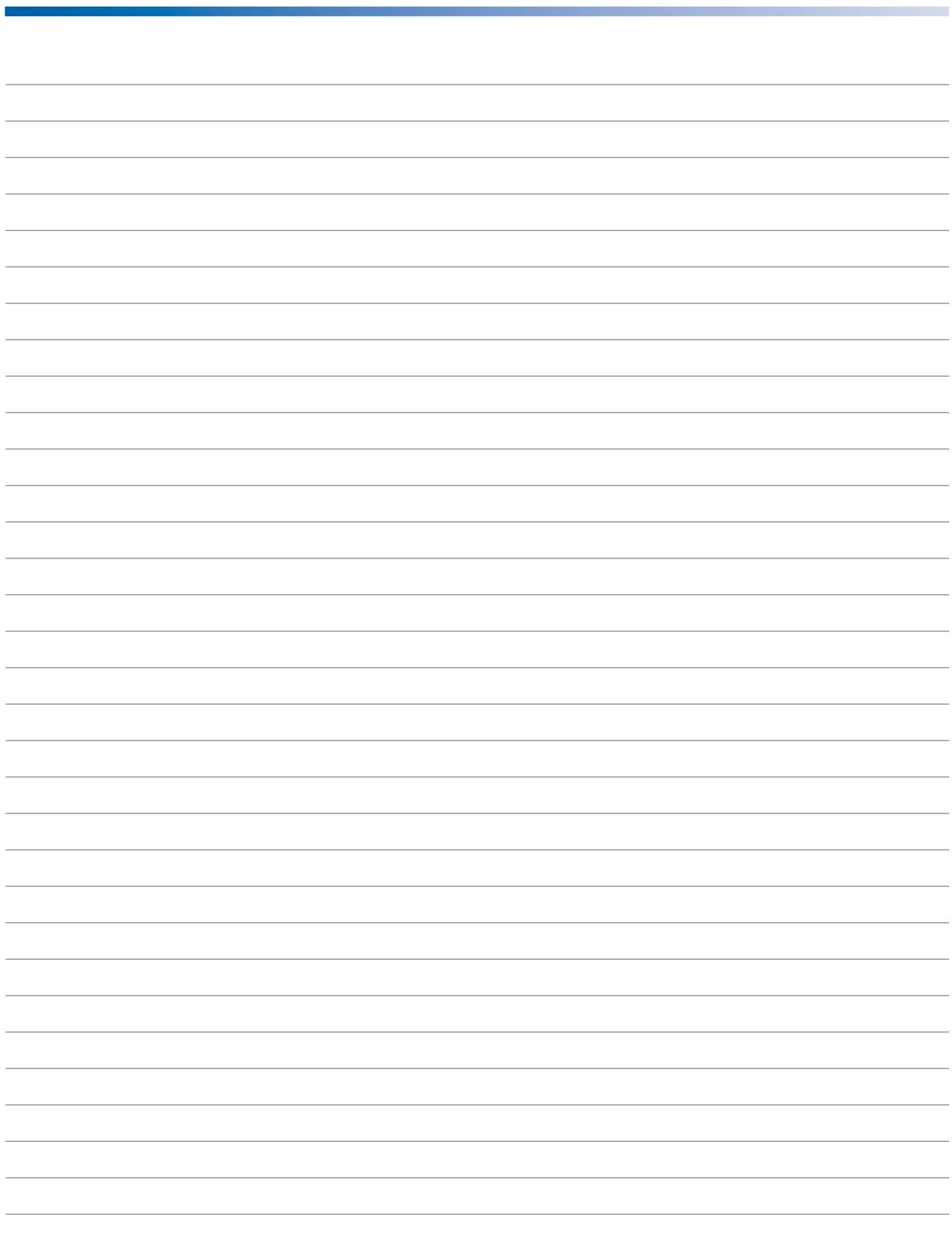


Detector Electronics Corporation  
6901 West 110th Street  
Minneapolis MN 55438 US

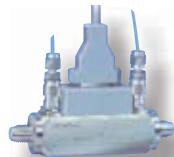
952.941.5665 or 800.765.3473 p  
952.829.8750 f  
[www.det-tronics.com](http://www.det-tronics.com)  
[det-tronics@det-tronics.com](mailto:det-tronics@det-tronics.com)



D-Ex Instruments



Stavoznak KSR-Kuebler



Kalibrátor malého hmotnostního průtoku plynu DH Instruments



Primární absolutní pístový tlakoměr  
DH Instruments



D-Ex Instruments



Regulátor tlaku AP Tech



Digitální referenční tlakoměr  
Crystal Engineering



Automatický kalibrátor tlaku PPC3  
DH Instruments



Regulátor hmotnostního průtoku Bronkhurst



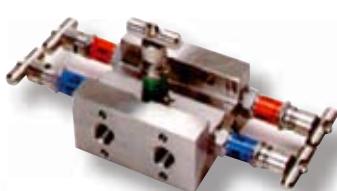
Multifunkční kalibrátor MC5 Beamex



Ruční zdroj tlaku



Kompresní šroubení  
HAM-LET



5-cestná ventilová souprava  
Multi Instruments



Průmyslový pístový tlakoměr Pressurements



Měření vlhkosti a rosného bodu  
Vaisala

#### AKTIVITY FIRMY

##### Snímače fyzikálních veličin

- měřidla a regulátory malého hmotnostního průtoku
- plovákové snímače výšky hladiny
- magnetické i přímé stavoznaky
- ultrazvukové snímače hladiny
- snímače průtoku a vlhkosti sypkých materiálů
- snímače pH
- hmotnostní měřidla průtoku sypkých láték
- snímače koncentrace CO<sub>2</sub>
- snímače rosného bodu zemního plynu
- snímače vlhkosti v oleji
- snímače meteorologických veličin
- meteorologické měřicí systémy

##### Kalibrační technika

- primární etalony tlaku, teploty a malého hmotnostního průtoku
- pistové a digitální tlakoměry
- přenosné kalibrátory tlaku a teploty
- automatické kalibrační systémy
- software pro řízení a dokumentaci kalibrační údržby

**MYSLIVNA 2009**



**D-Ex Instruments**

Optátova 37 • 637 00 Brno • ČR  
Tel.: 541 423 211 • Fax: 541 423 219  
e-mail: info@dex.cz • www.dex.cz

Pražská 11 • 811 04 Bratislava • SR  
Tel.: 02 5729 7421 • Fax: 02 5729 7424  
e-mail: info@dex.sk • www.dex.sk