

Roman DUBOVÝ¹, Tomáš SEDLÁČEK²

ANALÝZA RIZIK NEELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ V PROSTŘEDNÍ S NEBEZPEČÍM VÝBUCHU KOMPRESOROVÉ STANICE

RISK ANALYSIS OF NON-ELECTRICAL EQUIPMENT IN POTENTIALLY EXPLOSIVE ATMOSPHERES OF COMPRESSOR STATION

Abstrakt

Článek se zabývá analýzou rizik kompresorové stanice zahrnující posouzení všech dostupných materiálů, provedení měření a na základě vyhodnocení informací zařazení zařízení do příslušné kategorie. Posouzení zařízení zohledňuje jeho bezpečný provoz ve stanoveném prostředí dle protokolu o určení vnějších vlivů.

Klíčová slova: hodnocení nebezpečí iniciace, iniciační zdroje, neelektrické zařízení, kompresorová stanice.

Abstract

The article focuses on the risk analysis of the compressor station involving consideration of all available material performed measurement and evaluation on the basis of the available information evaluation of the equipment into the appropriate category. The assessment of equipment takes into account its safe operation in a given environment according to the protocol for the determination of external influences.

Key words: assessment of hazard initiation, initiating sources, non-electrical equipment, compressor station.

Úvod

Průmyslová odvětví, kde dochází k vytváření výbušné atmosféry, představují vždy nebezpečí výbuchu za předpokladu výskytu iniciačních zdrojů schopných tuto atmosféru zapálit. Výbušná prostředí v praxi nacházíme v různých odvětvích, jako je hutnictví, chemie, dřevozpracující průmysl, atd. V těchto průmyslových odvětvích se používají stroje a zařízení, které pracují s látkami schopnými vytvářet výbušnou atmosféru.

Právní předpisy

V Evropské unii problematiku zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu řeší Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/9/EC, známá jako ATEX (100a). Označení ATEX je odvozeno od francouzského překladu Atmosphère Explosible. Tato směrnice byla implementována do české legislativy jako nařízení vlády (dále jen NV) č. 23/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.

¹ Ing., VŠB - TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostního managementu, Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice, e-mail: roman.dubovy@vsb.cz

² Ing., Axis Office Park, Na Rovince 879, 720 00 Ostrava

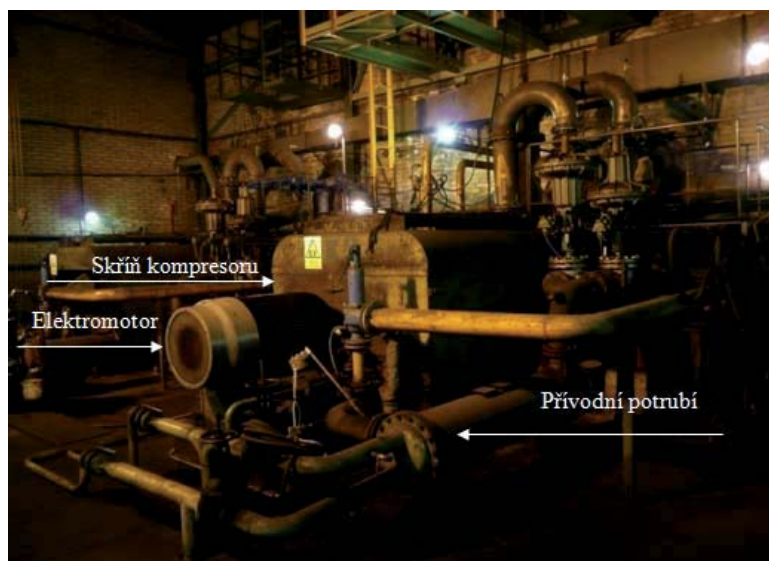
Další legislativní požadavky stanovuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 1992/92/EC o minimálních požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu (ATEX 137). Tato směrnice byla implementována do české legislativy jako NV č. 406/2004 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu.

NV č. 23/2003 Sb. a NV č. 406/2004 Sb., představují legislativní požadavky zabývající se problematikou prostředí s nebezpečím výbuchu. NV č. 23/2003 Sb. (Evropská směrnice 94/9/EC) řeší problematiku zařízení a ochranných systémů v prostředí s nebezpečím výbuchu naproti tomu NV č. 406/2004 Sb. (Evropská směrnice 1999/92/EC) řeší povinnosti zaměstnavatele v otázkách zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu [1].

Hodnocení nebezpečí vznícení bylo provedeno u firmy ArcelorMittal Ostrava a.s jako podnět vyplývající z dokumentace ochrany před výbuchem (DOPV).

Kompresorová stanice GHH

V uzavřené kompresorové stanici GHH jsou mimo sacího potrubí a malých filtrů, umístěny jednostupňové šroubové kompresory. Tyto kompresory jsou poháněny elektromotory, které jsou ovládány z ovládací kabiny a slouží k chlazení bezzvonné sazebný.



Obrázek 1: Vnitřní prostor kompresorové stanice

Kompresorová stanice je větrána pomocí ventilátoru, který zajišťuje požadovanou výměnu vzduchu, tj. šesti násobek prostoru kompresorové stanice za hodinu (6750 m³). Pokud je zařízení kompresorové stanice v provozu, musí být ventilátor trvale v chodu. U vstupních vrat je světelná signalizace chodu ventilátoru [6].

Základní technické parametry kompresoru

- Typ kompresoru: SK 20;
- Nasávané množství plynu: 2800 m³.hod⁻¹;
- Tlak sání: 5 kPa;
- Minimální tlak: 6 kPa;
- Tlak - výtlak (maximální): 200 kPa;
- Teplota na sání: 45 °C;
- Teplota na výtlačku před chladičem (maximální): 190 °C;
- Teplota na výtlačku za chladičem: 35 °C;
- Otáčky: 9953 ot.min⁻¹;
- Převody: typ A 18 S;
- Motor: 500 V/250 A/185 kW/ 2980 ot.min⁻¹;
- Otáčky výstupní: ot.min⁻¹;
- Výkon na spojce: 146 kW;
- Výkon olejového čerpadla: 100 l.min⁻¹;
- Tlak oleje: 200 kPa;
- Tlak oleje maximální: 300 kPa;
- Tlak oleje minimální: 80 kPa;
- Teplota oleje minimální: 20 °C;
- Teplota oleje maximální: 60 °C.



Obrázek 2: Šroubový kompresor GHH bez zapouzdření



Obrázek 3: Ventilátor zajišťující výměnu vzduchu

Základní technické parametry ventilátoru kompresorové stanice GHH

- Typ ventilátoru: RSD - 560;
- Výkon ventilátoru: 7200 m³.hod⁻¹;
- Motor: 500V/11,6A/7,5kW/1450 ot.min⁻¹.

Elektromotor Schorch

- Typ: KE4 357S-AA018 Z;
- Výkon: 2888 ot.min⁻¹, F 50 Hz;
- Motor: 500V/250A/185kW/2888 ot.min⁻¹.

Elektromotor slouží k pohonu hřídelí kompresoru. Mazání valivých ložisek je doporučeno po 1800 hodinách provozu. Jako mazivo se doporučuje 50 g tuku pro každé ložisko. Elektromotor je proveden v nevybušném provedení (Ex) E 02. Při revizní prohlídce byly měřeny horké povrchy na elektromotoru pomocí termokamery Fluke Ti20. Naměřené hodnoty můžeme vidět na obrázku 6 [5].

Vlastnosti a technicko bezpečnostní parametry

Vysokopecní plyn je hořlavý, výbušný a vysoce toxický, bez charakteristického zápachu. Hlavní toxickou složkou vysokopecního plynu je CO.

Složení

- CO 20 - 25 %;
- CO₂ 15 - 25 %;
- N₂ 54 - 57 %;
- H₂ 1,5 - 5 %.

Výhřevnost

- 2,9 - 3,5 MJ.m⁻³.

Tabulka 1: Vlastnosti a TBP vysokopecního plynu

Parametr	Hodnota	Jednotka
Hustota (vzduch = 1)	0,9	
Dolní mez výbušnosti - LEL	27	obj. %
Horní mez výbušnosti - UEL	65	obj. %
Teplota vznícení	505	°C
Teplotní třída	T1	°C
Skupina výbušnosti	II B	
Měrná hmotnost	1,25	kg.m ⁻³

Tabulka 2: TBP oleje mogul HC2

Parametr	Hodnota	Jednotka
Bod vzplanutí	> 90	°C
Dolní mez výbušnosti - LEL	0,4	obj. %
Horní mez výbušnosti - UEL	6,5	obj. %
Teplota vznícení	cca 250	°C
Teplotní třída	T3	
Skupina výbušnosti	II A	
Třída nebezpečnosti	III	

Měřicí přístroje a výsledky měření

Termokamera Fluke Ti 20

Pro měření v kompresorové stanici byla použita bezdotyková termokamera Fluke Ti 20, viz obrázek 4. Konstrukce termokamery je řešena jako pistole s barevným LCD displejem. Tento přístroj je určen do průmyslového prostředí. Konstrukce přístroje je vyrobena z plastu s krytím IP54, který chrání optiku před poškozením.

Technická specifikace:

- rozsah teplot -10 až +350 °C,
- citlivost 0,2 °C,
- minimální ohnisková vzdálenost tepelné čočky 15 cm,
- minimální ohnisková vzdálenost optické čočky 46 cm,
- ohnisko ruční,
- frekvence zobrazení obnovovací frekvence 9 Hz,
- typ detektoru 160x120 Focal Plane Array,
- typ infračervených čoček 20 mm EFL F/0,8,
- prostorové rozlišení 2,5 mRad,
- zobrazovací rozlišení 640x480 pixelů [8].



Obrázek 4: Termokamera
Fluke Ti 20

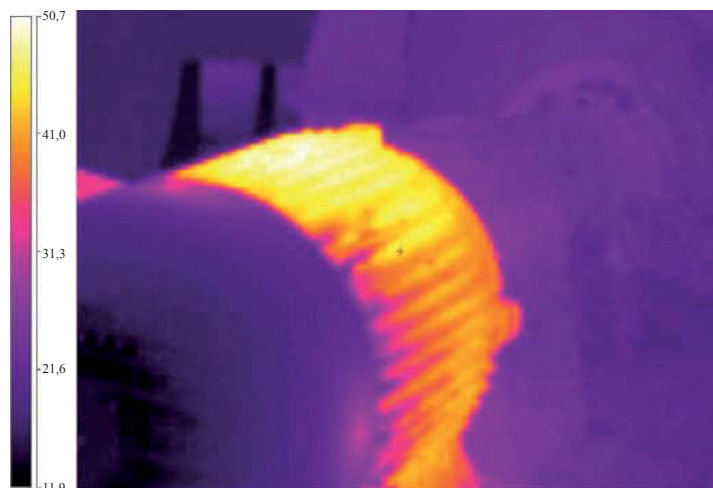


Obrázek 5: Instaltest 61557

Naměřené hodnoty horkého povrchu elektromotoru můžeme vidět na obrázku 6.

Měřicí přístroj Instaltest 61557

Pro měření svodového a povrchového odporu byl použit přístroj Instaltest 61557, viz obrázek 5. Tento multifunkční přístroj, určený pro revizní techniky dovede měřit přechodové odpory, vodivé spojení, izolační odpory, proudové chrániče, impedance, sled fází, přepěťové ochrany [4].



Obrázek 6: Termofotografie elektromotoru

Naměřené hodnoty:

- svodový odpor: 0; 0,02; 0 M Ω ;
- povrchový odpor: 0,23; 0,321; 0,287 M Ω .

Stanovení prostředí s nebezpečím výbuchu

Prostory s nebezpečím výbuchu jsou stanoveny na základě prohlídky technologie, Vlastnosti a TBP používaných látek a konzultací s odborníky. Provozovatel stanovil zónu 2 v souladu s ČSN EN 60 079-10 pro následující prostory.

- Zóna 2
 - Uvnitř skříně kompresoru.
 - V odsávacím potrubí vzduchotechniky.
 - Do vzdálenosti 1,5 m od vyústění odsávacího potrubí.

Zóna 2 se nenachází v okolí přírubových spojů, protože v podniku jsou zavedeny pravidelné kontroly těsnosti potrubí [3].

Hodnocení nebezpečí vznícení

Při hodnocení nebezpečí vznícení dle ČSN EN 13463-1 se musí provést identifikace všech možných zdrojů vznícení. To znamená, zdroje, které mají schopnost zapálit výbušnou atmosféru. Tyto zdroje se identifikují na základě dostupných informací, měření a konzultací s odborníky. Přehledné znázornění identifikace zdrojů vznícení je uvedeno v tabulce 3. Zdroje, které jsou vyhodnoceny jako nerelevantní, nebudou dále brány v úvahu [5].

Tabulka 3: Počáteční hodnocení zdrojů vznícení

Možné zdroje vznícení	Relevantní pro zařízení Ano/Ne	Důvod
Horké povrchy	Ano	Při stlačování plynu, třením kovových částic
Mechanické jiskry	Ano	Částice mohou vytvářet horká místa
Plameny horké plyny	Ne vně Ano uvnitř	Teplota při kompresi, měřena T na výtlačném potrubí
Elektrické jiskry	Ano	Pohon-elektromotor
Elektrické rozptylové proudy a katodová ochrana	Ne	Nepřítomny
Statická elektřina	Ano	
Údery blesku	Ne	Nepřítomny
Elektromagnetické vlny	Ne	Nepřítomny
Vysokofrekvenční zařízení	Ne	Nepřítomny
Ultrazvuk	Ne	Nepřítomny
Adiabatická komprese	Ne	Nepřítomny
Exotermické reakce	Ne	Nepřítomny

Horké povrchy

Maximální povrchová teplota stanovená výrobcem je 85 °C. Pro zařízení kategorie 3 se počítá s normálním provozem, u zařízení kategorie 2 se počítá s očekávanými poruchami a u zařízení kategorie 3 s výjimečnými poruchami. Měření maximální povrchové teploty se provádělo termokamerou Fluke Ti20. Nejvyšší naměřená povrchová teplota má hodnotu 50,7 °C. Přesnost měřicího zařízení splňuje požadavky normy ČSN EN 13463-1 a to +/- 2 %. Výbušná atmosféra je tvořena vysokopecním plynem. Pro VP plyn je stanovena teplota vznícení 505 °C a plyn je zařazen do teplotní třídy T1. Mazací olej, který má také možnost vznítit výbušnou atmosféru je zařazen do teplotní třídy T3, kde je stanovena maximální povrchová teplota 200 °C. Teplota vzplanutí mazacího oleje není stanovena. Podmínky pro zařazení do skupin jsou uvedeny níže:

- Pro zařízení skupiny II, kategorie 1G, nesmí naměřená maximální povrchová teplota přesáhnout:
 - 80 % vyznačené maximální povrchové teploty,
 - 80 % dolní meze teplotní třídy,
 - 80 % teploty vznícení v °C.
- Pro zařízení skupiny II, kategorie 2G a 3G, nesmí naměřená povrchová teplota přesáhnout:
 - vyznačenou maximální povrchovou teplotu nebo teplotní třídu sníženou o 5 K
 - pro teplotní třídy T6, T5 a T3,
 - vyznačenou maximální povrchovou teplotu nebo teplotní třídu sníženou o 10 K pro teplotní třídu T2 a T1.

Zařízení při běžném provozu splňuje požadavky pro zařazení do skupiny II kategorie 2G.

Mechanické jiskry

Na zařízení jsou určeny pravidelné revize. Výrobce stanoví doporučená lhůta kontroly pro kompresory je po 3 000 provozních hodinách (malá revize) a po 12 000 hodinách velká revize. Tyto pravidelné revize prodlužují životnost zařízení. Musíme brát v úvahu rok výroby zařízení (1969). Mechanické jiskry v důsledku prohnutí rotorů, by měly být odhaleny při velké revizi. Ale vyloučit je zcela nelze. Větší nebezpečí hrozí od lopatek ventilátoru. Tento ventilátor odsává atmosféru z prostoru skříně kompresoru. V odsávacím potrubí se může vyskytovat výbušná atmosféra. Při únavě materiálu lopatek ventilátoru, nebo při vniknutí cizího předmětu může docházet k jiskření.

Horké plyny

Zvýšení teploty plynu může nastat při poruše okruhu chlazení. Teplota plynu je hlídána před vstupem i za výstupem z kompresoru, elektronickou signalizací na velínu.

Elektrické jiskry

Elektrické jiskry mohou vznikat v důsledku poruchy, nebo vniknutím cizího tělesa do elektromotoru. Elektromotor je od stanovené zóny 2 oddělen plechovou skříní. Proto není pravděpodobné vniknutí elektrické jiskry do prostorů s výbušnou atmosférou.

Statická elektřina

Náboj způsobí nebezpečí pouze tehdy, když se vybije do jiného tělesa nebo nejčastěji proti zemi. Zařízení je uzemněno, proto nehrozí vznik náboje. Měření pomocí přístroje INSTALL TEST 61557 prokázala, že všechny části kompresoru i ventilátoru jsou vodivé, tyto vodivé části, které se mohou nabíjet, jsou vzájemně pospojovány a uzemněny. Vodivé části jsou uspořádány tak, aby mezi nimi nemohl vznikat nebezpečný potenciál. Izolované kovové části jsou vybaveny uzemňovací svorkou [5].

Číslo	1		2					3			4					
	Hodnocení nebezpečí vznícení		Hodnocení vzniku aplikace bez dodatečných opatření					Opatření použitá pro zabránění účinných zdrojů vznícení			Četnost vzniku včetně všech opatření					
a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
	Potencionální zdroj vznícení	Popis-důvod příčin	Při normálním provozu	Při předpokládané poruše	Při výjimečné poruše	Není relevantní	Důvody pro hodnocení	Popis použitého opatření	Odkazy	Technická dokumentace	Při normálním provozu	Při předpokládané poruše	Při výjimečné poruše	Není relevantní	Výsledná kategorie zařízení	Nezbytná omezení
1	Horký povrch	Ztráta maziva od radiálních ložisek	x	x			Ložisko má zanedbatelný ohřev při normálním provozu	Pravidelná kontrola ložisek z hlediska hlučnosti a změny barvy	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, 6.4.3 provedeno měření oteplení termokamerou Fluke Ti 20		x		2G	T3	
2	Horký povrch	Ztráta maziva od kulčkových ložisek	x	x			Ložisko má zanedbatelný ohřev při normálním provozu	Pravidelná kontrola ložisek z hlediska hlučnosti a změny barvy	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, 6.4.3 provedeno měření termokamerou Fluke Ti 20		x		2G	T3	
3	Horký povrch	Ztráta maziva od axiálních ložisek	x	x			Ložisko má zanedbatelný ohřev při normálním provozu	Pravidelná kontrola ložisek z hlediska hlučnosti a změny barvy	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, 6.4.3 provedeno měření termokamerou Fluke Ti20		x		2G	T3	
4	Horký povrch	Tření rotorů		x			Tření rotorů může dojít v důsledku ztráty maziva nebo dotyku rotoru o zapouzdření	Nainstalováno čidlo, které hlídá teplotu a tlak oleje, pravidelné revize zařízení po 3000 h provozu	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, při najíždění kompresorů kontrolována hladina oleje na olejoznaku		x		2G	T3	

Číslo	1		2					3			4					
	Hodnocení nebezpečí vznícení		Ohodnocení vzniku aplikace bez dodatečných opatření					Opatření použitá pro zabránění účinných zdrojů vznícení			Četnost vzniku včetně všech opatření					
	a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f
	Potencionální zdroj vznícení	Popis-důvod přičin	Při normálním provozu	Při předpokládané poruše	Při výjimečné poruše	Není relevantní	Důvody pro hodnocení	Popis použitého opatření	Odkazy	Technická dokumentace	Při normálním provozu	Při předpokládané poruše	Při výjimečné poruše	Není relevantní	Výsledná kategorie zařízení	Nezbytná omezení
5	Horký povrch	Nedostatečné mazání hřídele	x	x			Způsobí tření, které vede ke zvýšení povrchové teploty	Nainstalováno čidlo, které hlídá teplotu a tlak oleje v zařízení	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, při najždění kompresorů kontrolována hladina oleje na olejznaku		x		2G	T3	
6	Horký povrch	Porucha chladiče-zvýšení teploty od přenosu tepla stlačovaného plynu			x		Nefunkční okruh chlazení	Hlídaná teplota sání a výtlaku plynu	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, 6.4.3 indikační přístroje		x		2G	T1	
7	Horký povrch	Zadření pastorku			x		Vlivem mechanických nečistot v plynu	V potrubním systému VP umístěny velké a malé filtry zachycující nečistoty	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, 6.1-6.2		x		2G	T1	
8	Mechanické jiskry	Prohnutí rotorů, styk kovových částí		x			Může docházet při překročení životnosti součástek stroje	Pravidelné revize zařízení-malá revize po 3000 h, velká po 12 000 provozních hodin	ČSN EN 13463-1, 8.4	MPŘ 123-021, 14.1		x		2G		
9	Mechanické jiskry	Zadření ložiska může způsobit drhnutí rotorů		x			Zadření ložiska se považuje za výjimečnou poruchu, proto drhnutí rotorů nelze vyloučit	Pravidelné revize zařízení-malá revize po 3000 h, velká po 12 000 provozních hodin	ČSN EN 13463-1, 8.2	MPŘ 123-021, 14.1		x		2G		
10	Mechanické jiskry	Zadrhnutí převodovka			x		Vniknutí cizího předmětu do převodovky	Instalace proudového chráněče na vnitřní motoru, při překročení proudového zatížení vyp.	ČSN EN 1127-1, 5.3.4	MPŘ 123-021, 6.4.2.		x		2G	T1	

Číslo	1			2			3			4					
	Hodnocení nebezpečí vznícení			Ohodnocení vzniku aplikace bez dodatečných opatření			Opatření použitá pro zabránění účinných zdrojů vznícení			Četnost vzniku včetně všech opatření					
	a	b		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f	
	Potencionální zdroj vznícení	Popis-důvod příčin		Při normálním provozu	Při předpokládané poruše	Při výjimečné poruše	Není relevantní	Důvody pro hodnocení	Popis použitého opatření	Odkazy	Technická dokumentace	Při výjimečné poruše	Při předpokládané poruše	Při normálním provozu	Nezbytná omezení
11	Mechanické jiskry	Vyosení hřídele	x		Může dojít únavou materiálu			Pravidelné revize zařízení-malá revize po 3000 h, velká po 12 000 provozních hodin	ČSN EN 1127-1, 5.3.4	MPŘ 123-021, 14.1			x	3G	T1
12	Mechanické jiskry	Od lopatek ventilátoru na odsávacím potrubí ze skříně kompresoru	x		Mechanické drhnutí lopatek, vniknutí cizího předmětu nelze vyloučit			Pravidelné revize zařízení-malá revize po 3000 h, velká po 12 000 provozních hodin	ČSN EN 1127-1, 5.3.4	MPŘ 123-021, 14.1		x		2G	T1
13	Mechanické jiskry	Tření rotoru a statoru ventilátoru	x		Mechanické drhnutí není vyloučeno, pokud není ventilátor správně vystředěn			Je definována minimální vzdálenost mezi rotorem a statorem, porucha je detekována jako změna hlučnosti	ČSN EN 13463-1 ČSN EN 13463-5	V MPŘ uveden přesný popis montáže a vystředění ventilátoru včetně požadavků na pravidelnou kontrolu				3G	T1
14	Statická elektřina	Neuzemnění potrubí a přírubových spojů	x					Uzemnění, pravidelné revize	ČSN 33 2030, 6.	MPŘ 17.3, elektrovevize + uzemnění			x	3G	T1
15	Statická elektřina	Neuzemnění ostatních částí zařízení	x					Uzemnění, pravidelné revize	ČSN 33 2030, 6.	Revize dle vyhlášky č.85/1978			x	3G	T1
16	Statická elektřina	Porucha přenosných el. měřících zařízení (svítilna detektor)	x		Nevhodná kategorie zařízení			Povolení prací pouze na příkaz V, odpovědnou osobou	ČSN EN 13463-1, 6.7	MPŘ 123-021, 6.4.3		x		2G	T1
17	Statická elektřina	Použití nevhodného OOPP	x		Činnost externích firem, nevhodná kategorie OOPP			Povolení prací pouze na příkaz V, odpovědnou osobou, popis použitého opatření s piktogramem dle 1149-1, 1149-5		DOPV, 11.2.1, používání OOPP dle 11.5			x	2G	T1
18	Statická elektřina	Části nekovového materiálu s povrchových odpozem překračujícími 1 GΩ	X		VPP se může nabíjet vlivem dopravy			Všechny části kompresoru GHH a ventilátoru včetně potrubí jsou vodivé, vzájemně propojené a uzemněné.	ČSN EN 13463-1 ČSN 33 2030	Provedení měření přístrojem INSTALL TEST 61557			xx	G1	Ti

Výsledná kategorie zařízení zahrnující všechny zdroje vznícení II 3G c T3

Závěr

V prostorech kompresorové stanice byla provozovatelem stanovena zóna 2 pro prostor uvnitř skříně kompresoru, prostor v odsávacím potrubí vzduchotechniky a prostor do vzdálenosti 1,5 m od vyústění odsávacího potrubí. V průběhu hodnocení byla provedena inspekční prohlídka, kde se provádělo měření svodového, povrchového odporu a měření horkých povrchů pomocí termokamery. Ani jedna z naměřených hodnot neprokázala nebezpečí iniciace výbušné atmosféry. Po provedeném hodnocení nebezpečí vznícení a na základě naměřených hodnot bylo zařízení zařazeno do kategorie **II 3G c T3**, která zohledňuje všechny existující zdroje vznícení a stanovená opatření. Zařízení (kompresor GHH i ventilátor odsávacího potrubí ze skříně kompresoru) tedy nejsou schopna vytvářet účinné zdroje iniciace za normálního provozu. Z toho vyplývá, že zařízení je schopno bezpečného provozu ve stanovené zóně 2.

Tento příspěvek vznikl jako součást řešení grantu Ministerstva vnitra ČR programu Bezpečnostního výzkumu pod číslem MV0400511 s názvem „Vliv teroristického útoku na vybrané průmyslové technologie s nebezpečím výbuchu prachu“.

Použitá literatura

- [1] DUBOVÝ, R.; KUBALÁK, M.: *Analýza rizik neelektrických zařízení v prostředí s nebezpečím výbuchu*. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2009: mezinárodní konference: VŠB - TU Ostrava, FBI, 2009. ISBN: 978-80-248-2010-1.
- [2] HRUBÝ, J.: *Evropská legislativa pro zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu*, Automa 2/2008, Dostupný z www: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=36704.
- [3] IHAS s.r.o, Dokumentace ochrany před výbuchem, Ostrava 2006.
- [4] Instaltes 61557, Dostupné z www: <http://www.illko.cz/INSTAL.htm>.
- [5] SEDLÁČEK, T.: *Analýza rizik neelektrických zařízení v prostředí s nebezpečím výbuchu*, diplomový práce FBI, VŠB - TU Ostrava, Ostrava, 2010.
- [6] MACHÁČ, P.; RAPANT, P.: *Kompresorová stanice GHH*, MPŘ 123-021, Sekretariát 123, Ostrava 2009. 21s.
- [7] MELEN, J.: *Neelektrická zařízení a rizika nebezpečí výbuchu v souvislostech nejen právních*, Elektro 4/2008, Dostupné z www: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38795.
- [8] SMETANA, J.: *Nová termovizní kamera Fluke Ti20*, Dostupná z www: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=267571.
- [9] ČSN 33 2030, Elektrostatika-Směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny, Praha: Český normalizační institut, 2004. 63 s.
- [10] ČSN EN 13463-1, Neelektrická zařízení pro prostředí s nebezpečím výbuchu - Část 1: Základní metody a požadavky, Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2009. 64 s.
- [11] ČSN EN 33 2000-3, Elektrická zařízení část 3: Stanovení základních charakteristik, Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2009.

- [12] ČSN EN 60079-10, Elektrická zařízení pro výbušnou plynnou atmosféru - Část 10: Určování nebezpečných prostorů, Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [13] ČN EN 1127-1, Výbušná prostředí-Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika, Český normalizační institut, 2008. 34 s.
- [14] Nařízení vlády č. 23/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro prostředí s nebezpečím výbuchu, Sbírka zákonů ČR.
- [15] Nařízení vlády č. 406/2003 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu, Sbírka zákonů ČR.