

Vysoká škola báňská - Technická univerzita

Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

**Protivýbuchová prevence nové lakovny
ve společnosti AUTOMOTIVE LIGHTING Jihlava**

Student: Aleš Wollmuth

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jaroslav Damec, CSc.

Studijní obor: 3908R003 Havarijní plánování a krizové řízení

Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. 4. 2010

OBSAH

1.	Úvod a cíl práce.....	3
2.	Hlavní část - Metodika, postupy, opatření.....	4
2.1.	Vysvětlivky použitých pojmů.....	4
2.2.	Teoretické vymezení.....	5
2.3.	Technologie a technologický postup lakování	7
2.4.	Informace o možných nebezpečích	23
2.5.	Nebezpečné látky v provozech	24
2.6.	Stávající navržená opatření	26
2.7.	Doplňující opatření	32
3.	Ekonomický rozklad.....	39
4.	Závěr.....	40
5.	Použitá literatura.....	41
6.	Přílohy, Související dokumentace	42

1. Úvod a cíl práce

V každém výrobním i nevýrobním procesu dochází k neustálým změnám v technologiích, technologických procesech a v samotném jednání, resp. přístupu lidí. Veškeré tyto změny s sebou zákonitě nesou rizika, kterými jsou lidé a majetek ohrožováni. V návaznosti na tato nebezpečí se mění nebo vznikají nové legislativní požadavky, které mají za cíl zajistit minimální podmínky ochrany. Tedy stanovují základní bezpečnostní opatření. Z množství bezpečnostních opatření, které jsou na současnou společnost aplikovány, bych se rád zaměřil na ty, které se vztahují k výbušnému prostředí.

Jako téma práce jsem si zvolil posouzení protivýbuchových opatření nově projektované lakovny ve společnosti Automotive Lighting, s. r. o. Pro vlastní posuzování budu vycházet ze dvou hledisek. V první řadě to budou legislativní a jiné požadavky na bezpečnost. A za druhé praktické zkušenosti při provozu podobného zařízení, které je v této firmě již v provozu. Cílem práce je zhodnotit stávající navrhovaná opatření, která jsou navržena projektantem a navrhnout možná doplňující opatření, jejichž účelem je zabránění možného vzniku výbuchu. Popřípadě opatření, která zabrání nebo omezí poškození zdraví, smrtelných úrazů, a nebo škodám na majetku v případě, že nepůjde možnosti vzniku výbušné atmosféry zabránit.

Firma Automotive Lighting, s. r. o. v Jihlavě je součástí nadnárodní společnosti zabývající se výrobou světlometů do automobilů. V každém výrobním procesu i zde dochází k neustálým změnám v technologiích, technologických procesech, které jsou v přímé úměře k vývoji objemu výroby. I přes současný doznívající úpadek ekonomického růstu ve světě, je tato společnost jedna z mála, která v oblasti České republiky, expanduje. S nárůstem poptávek vznikají i požadavky na rozšiřování výrobních kapacit v celém výrobním závodě.

2. Hlavní část - Metodika, postupy, opatření

2.1. Vysvětlivky použitých pojmů

- **nebezpečný prostor** – prostor, kde se nachází nebo může nacházet výbušná atmosféra v takovém množství, že může dojít k výbuchu;
- **výbušná směs** – směs hořlavých látek ve formě plynů, par, aerosolů, ve kterých se po vznícení rozšíří hoření do celé nezapálené směsi;
- **výbuch** – prudká oxidační nebo rozkladná reakce způsobující zvýšení teploty, tlaku nebo obou veličin současně;
- **hořlavá látka** – látka ve formě plynu, páry, mlhy nebo prachu, která ve směsi se vzduchem může vytvořit výbušnou atmosféru pokud prozkoumání jejích vlastností neprokáže opak;
- **zóna 0** – prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená směsí hořlavých látek ve formě plynu, par, mlhy nebo prachu se vzduchem přítomna trvale, po dlouhá časová období nebo často;
- **zóna 1** – prostor, ve kterém je příležitostný vznik výbušné plynné atmosféry tvořené směsí hořlavých látek ve formě plynu, par, mlhy nebo prachu se vzduchem, pravděpodobný za normálního provozu;
- **zóna 2** – prostor, ve kterém není vznik výbušné plynné atmosféry tvořené směsí hořlavých látek ve formě plynu, par, mlhy nebo prachu se vzduchem pravděpodobný za normálního provozu, avšak pokud tato atmosféra vznikne, bude přetrvávat pouze po krátké časové období;
- **dolní (spodní) mez výbušnosti (LEL)** – nejnižší koncentrace hořlavého prachu nebo plynu se vzduchem, při které je tato směs již výbušná;
- **SOP** – pracovní návod jak postupovat při vytypovaných činnostech;
- **AM proces údržby** – autonomní údržba, ta je prováděna seřizovači provozu, a zahrnuje jednoduché úkony, které slouží k zamezení vzniku poruch;
- **PM proces údržby** – profesionální údržba, která je prováděna Technickým servisem (vnitřní oddělení Automotive Lighting, s. r. o.), jimi zprostředkovanými servisními firmami nebo samotným výrobcem/dodavatelem;

- **Technický servis** - oddělení, mající odpovědnost za údržbu a opravy strojního zařízení.

2.2. Teoretické vymezení

Rychlý rozvoj nových a stále složitějších technologií vyžadujících různorodé pracovní postupy, který je v oblasti protivýbuchové prevence zaznamenán v posledních letech vyžaduje zpracování mnoha právních předpisů a norem jak v rámci EU tak jejich následnou implementaci do legislativy ČR.

V rámci EU byla oblast protivýbuchové prevence podrobněji zpracována v roce 1999 ve směrnici Evropského parlamentu č. 1999/92/EC o minimálních požadavcích na zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků, kteří jsou ohrožováni prostředím s nebezpečím výbuchu známé též pod označení ATEX 137. Do legislativního prostředí České republiky byla tato směrnice implementována v roce 2004 jako Nařízení vlády č. 406/2004 o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu.

Vlastní zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu (dále jen PsNV) je řešeno v souladu s § 102 Zákona č. 262/2006 Sb. Zákoník práce a Nařízením vlády č. 406/2004 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu. V PsNV je nutné řešit bezpečnost a ochranu zdraví při práci zaměstnanců vystavených riziku výbušné atmosféry především snižováním rizikových faktorů a zvyšováním bezpečnostních a ochranných opatření. Mezi základní povinnosti zaměstnavatele vyplývající z Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. patří přijímat opatření technická i organizační k zabránění vzniku výbušných směsí, nebo pokud to charakter činnosti neumožňuje, přijímat opatření k zabránění vznícení výbušných směsí a snížení škodlivých účinků výbuchu tak, aby bylo zajištěno zdraví a bezpečnost zaměstnanců [2].

Dále tento předpis stanovuje:

- povinnost tato opatření kombinovat a/nebo doplňovat dalšími opatřeními zamezujícími šíření výbuchu,
- opatření v pravidelných intervalech přezkoumávat a aktualizovat, jakmile nastanou významné změny,

- klasifikovat všechny nebezpečné prostory do zón a v těchto zónách zajistit minimální požadavky pro bezpečnost práce dané tímto Nařízením vlády (dále jen NV),
- tam, kde může vzniknout výbušná směs označovat vstupy do těchto prostorů bezpečnostní značkou (ve smyslu ustanovení NV č. 405/2004 Sb.1),
- vést o naplňování požadavků NV písemný záznam v „Dokumentaci o ochraně před výbuchem“ (dále jen DOPV),
- nejméně jednou ročně provést zhodnocení efektivity dokumentace DOPV a případně ji zaktualizovat,
- před zahájením práce provést zpracování DOPV a provést aktualizaci vždy, bude-li pracoviště, technologie, zařízení nebo organizace práce pozměněna, rozšířena nebo jinak upravena.

Součástí našeho každodenního života jsou nebezpečí, kterými jsme neustále ohrožováni ať již na zdraví, životě nebo majetku. Tato nebezpečí mají mnoho podob a lze je dělit dle odvětví (ekonomika, průmysl, vzdělávání, bezpečnost, apod.), míst (venkovní, vnitřní, haly, pracoviště, apod.), druhu (únik chemické látky, požár, poranění, havárie, výbuch, apod.), atd.

Ve své práci se věnuji především nebezpečí výbuchu, který lze chápat jako jev, při kterém dochází k náhlému, velmi prudkému uvolnění energie a prudkému lokálnímu zvýšení teploty a tlaku [1]. Tato prudká změna tlaku se šíří do okolí jako rázová vlna. Aby mohlo dojít k výbuchu musí být k dispozici prostor, ve kterém se vyskytuje v potřebné koncentraci jemně rozptýlená hořlavá látka ve směsi s oxidačním prostředkem za přítomnosti dostatečně silného iniciačního zdroje, tzv. výbuchový trojúhelník (Obr. 1).

Hořlavou látkou může být hořlavý plyn, pára, mlha hořlavé kapaliny, rozvířený hořlavý prach nebo kombinace těchto látek, kterou nazýváme hybridní směsí.

¹ Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů



Obr. 1: Výbuchový trojúhelník

2.3. Technologie a technologický postup lakování

Vlastní průběh výroby je dán technologickým postupem. Po vylisování v hydraulickém lisu je výlisek ručně začištěn a předán k lakování. Po převezení do nakládací zóny lakovny, kde je operátorem vyjmut z přepravního boxu a umístěn do perforovaného plechového přípravku na dopravním vozíku, který je znázorněn na Obr. 2.



Obr. 2: Dopravní vozík

Vozík s dílci je dopravníkem přemístěn k začišťovacímu robotu (Obr. 3), který provede očištění dílce rotující brusnou textilií.



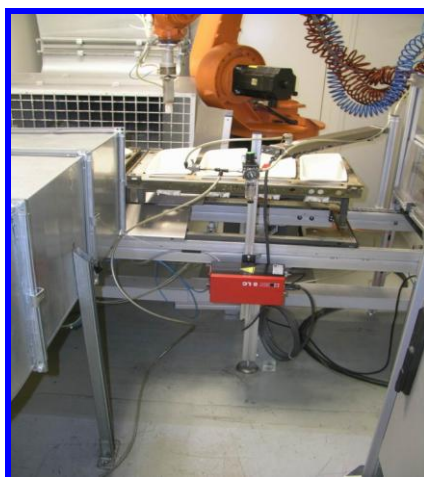
Obr. 3: Začist'ovací robot

Vzniklé ořepky a zbytky obroušeného a brusného materiálu, které při tomto vzniknou, jsou odstraněny v následující technologické operaci „ofukání tlakovým a ionizovaným vzduchem“ (Obr. 4).



Obr. 4: Ofukovací trysky

Konečné začistění, jež má za úkol odstranit nejjemnější zbytky prachu obroušeného materiálu a zbavit, se provádí ofukovacím 6tiosým robotem (Obr. 5), jehož součástí je i zařízení pro ionizaci vzduchu.



Obr. 5: Ofukovací robot

Začištěné dílce zbavené mechanických nečistot jsou v předposledním úpravném kroku z důvodu změny povrchových vlastností materiálu (degradace separátoru a aktivování povrchových kovalentních vazeb nenasycené polyesterové pryskyřice) osvětleny UV zářením (Obr. 6).



Obr. 6: Aktivační UV lampy

Závěrečnou přípravnou operací je snížení teploty povrchu výlisků v chladicí zóně (Obr. 7).



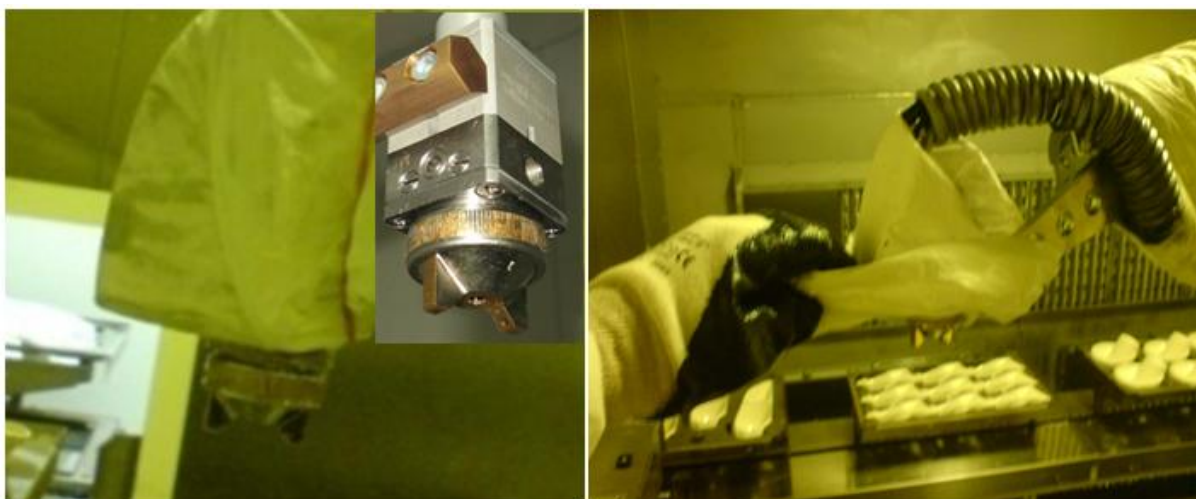
Obr. 7: Chladicí zóna

Lakování stříkáním se provádí v lakovací boxu (Obr. 8), kam dílce přijíždí na dopravních vozíčkách.



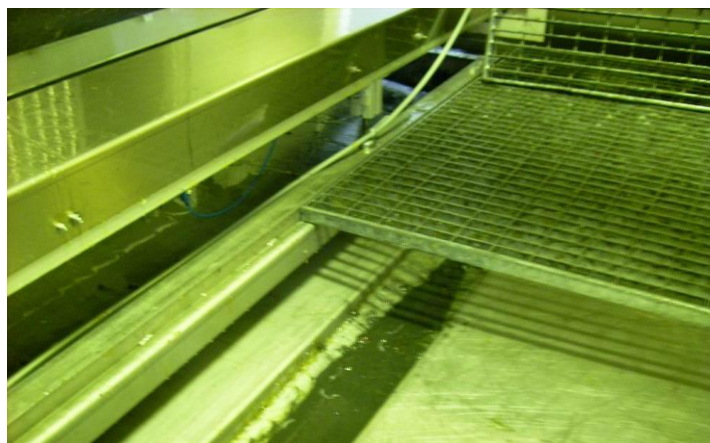
Obr. 8: Lakovací box s robotem

Lak je na povrch dílců nanášen stříkací pistolí (Obr. 9), jejíž činnost ovládá lakovací robot.



Obr. 9: Lakovací tryska

Lak se skládá ze dvou složek: vlastního laku a rozpouštědla, které jsou dodávány z provozního zásobníku. Přebytečný lak ve formě aerosolu je odsáván z lakovacího boxu vzduchotechnikou a v kapalně formě je zachytáván ve sběrném korytu (Obr. 10) a odváděn do odpadní nádoby.



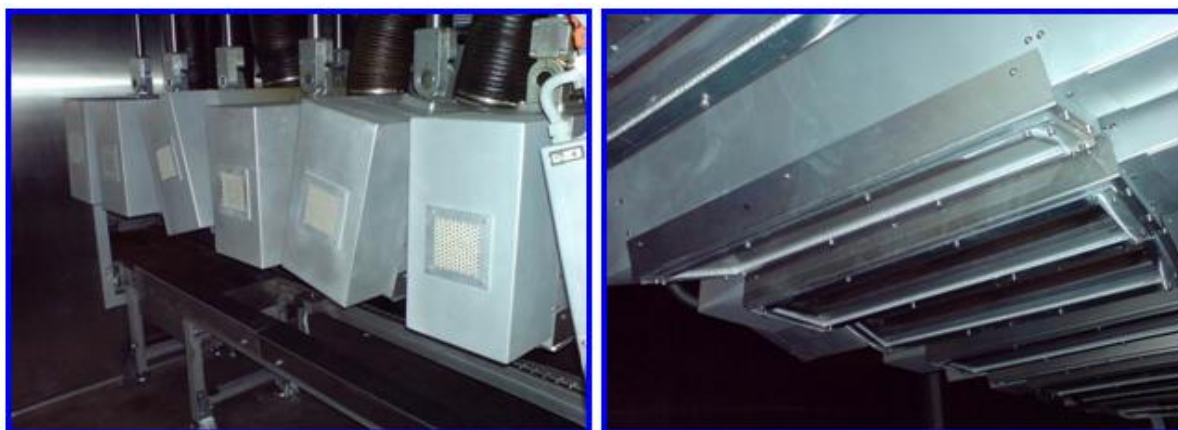
Obr. 10: Sběrné koryto

K odpaření rozpouštědla dochází průběžně od nanesení laku na povrch až do okamžiku vytvrzovací reakce. Nejvíce rozpouštědla se odpaří v první fázi po nanesení laku ještě v lakovací kabině, v druhé fázi dojde k odpaření zbytku v peci (Obr. 11) při teplotě 130 °C, kde zároveň dojde ke snížení viskozity laku, což způsobí rovnoměrné rozlití materiálu a hladký kompaktní povrch lakované plochy.



Obr. 11: Vysoušecí/vytěkávací pec s odsáváním

Takto upravený lak je poté vytvrzen fotoinciovanou polymerací UV zářením (Obr. 12).



Obr. 12: Vytvrzovací UV lampy

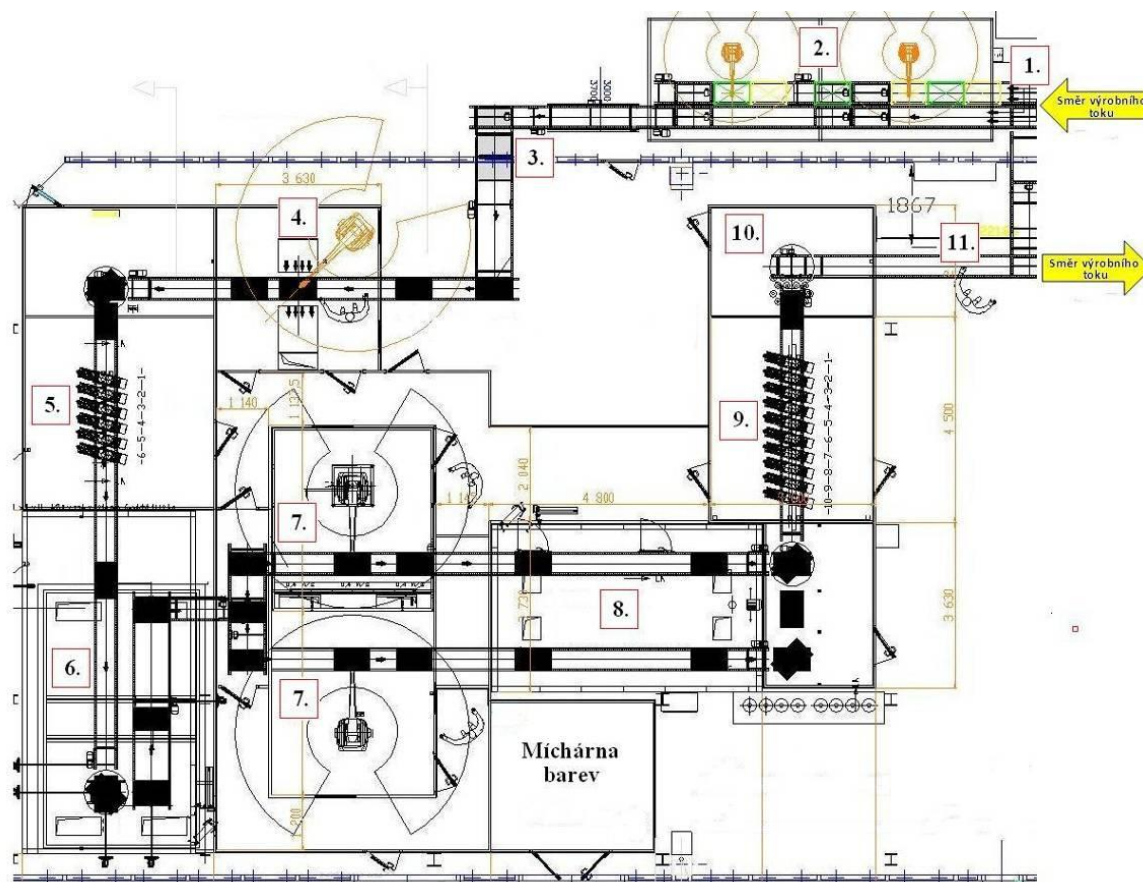
Po zatvrdnutí se polakovaným výliskům sníží teplota volnou kondukcí do okolního prostoru. Dílce s povrchem upraveným lakováním jsou přeloženy operátorkou z lakovacího dopravníku na pokovovací dopravník, který přepraví dílce k pokovovacím strojům.

Vnitřní prostor lakovací linky, včetně lakovací kabiny, je nuceně větrán systémem vzduchotechnických zařízení. Čerstvý, upravený vzduch je přiváděn z venkovního prostoru přes hlavní vstupní vzduchotechnické zařízení (klíma jednotku), které provede první regulaci jeho teploty a vlhkosti. Poté je vzduch rozdělen do vedlejších vzduchotechnických jednotek jednotlivých technologických částí lakovny. V nich vzduch částečně cirkuluje a částečně je nahrazován vzduchem čerstvým. Intenzita výměny vzduchu v lakovacích kabinách a v sušárně znemožňuje vznik nebezpečných výbušných koncentrací uhlovodíkových výparů. Všechn potřebný vzduch je nasáván z venku a částečně vyfukován ven.

Vzduch cirkulující v jednotlivých pracovištích lakovací linky prochází filtry ve vzduchotechnickém zařízení, kde se zachytí všechny odpadní tuhé částice. Zanesení filtračních vložek je hlídáno pomocí manometrů a v závislosti na stupni znečištění budou vložky vyměňovány [4].

Technologie lakování

Technologické schéma lakování je znázorněno v následujícím obrázku (Obr. 13).



Obr. 13: Technologické schéma lakování

Výrobní postup v lakovně lze rozdělit do několika samostatných technologických operací, umístěných do samostatných prostor lakovací linky:

1. nakládka dílců – dílce jsou nasazovány do perforovaných plechů na dopravních vozíčkách, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
2. obroušení povrchu – rozrušení povrchu brusnou textilií, odstranění separátoru stearanu vápenatého z povrchu kompozitního materiálu, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
3. ofoukání povrchu stlačeným vzduchem – odstranění hrubých obroušených zbytků materiálu, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
4. ofoukání povrchu ionizovaným vzduchem – odstranění částic s elektrostatickým nábojem, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;

5. UV aktivace – úprava povrchových vlastností pro vyšší přilnavost laku, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
6. chlazení – snížení teploty dílců, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
7. lakování stříkáním – lak se nanáší ze stříkací pistole ovládané automatickým robotem, jedná se o prostor s nebezpečím výbuchu zařazený do zóny 1;
8. vytěkání – odstranění rozpouštědla a zrovnoměnění plochy při teplotě 130 °C, jedná se o prostor s nebezpečím výbuchu zařazený do zóny 2;
9. vytvrzení – fotoiniciovaná polymerace laku na povrchu dílců, jedná se o prostor s nebezpečím výbuchu zařazený do zóny 2;
10. chlazení – snížení teploty povrchu dílců ze 150 °C na asi 60 °C, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
11. překládka – přeložení dílců z dopravníku lakovny na dopravník pokovení, jedná se o prostor bez nebezpečí výbuchu;
12. míchárna barev – prostor kde dochází k míchání laku a rozpouštědla a napojení na dálkový rozvod trubek do prostoru lakovacího robota, jedná se o prostor s nebezpečím výbuchu zařazený do zóny 1.

Technologie a popis vzduchotechniky [4]:

Č. pozice	Č. jednotky	Pozice, operace, prostor a funkce jednotky
01	RLT 11.0	Začištění, odtah do atmosféry
02	RLT 2.0	Odprašovací kabina I, vyfoukání ionizovaným tlakovým vzduchem, cirkulace v kabině
03	RLT 3.0	Odprašovací kabina II, vyfoukání tlakovým vzduchem, cirkulace v kabině
04	RLT 4.0	Vyfoukání ionizovaným vzduchem, přívod s podílem čerstvého vzduchu
05	RLT 8.0	UV-ozáření - aktivace povrchu, odtah do atmosféry
	RLT 7.0	Chlazení UV-lamp, přívod, odtah z a do atmosféry
06	RLT 4.0	Chlazení, cirkulace s podílem čerstvého vzduchu

07 a	RLT 5.0	Vjezd do stříkací kabiny, přívod cirkulačního vzduchu s podílem čerstvého vzduchu
07	RLT 5.0	Stříkací kabina, cirkulace s podílem čerstvého vzduchu
	RLT 5.1	Odlučovač laku
	RLT 12.0	Odvod odpadního vzduchu do RTO
07 b	RLT 5.0	Výjezd ze stříkací kabiny, přívod cirkulačního vzduchu s podílem čerstvého vzduchu
08	RLT 6.0	Vytěkání, cirkulace vzduchu
	RLT 12.0	Odvod odpadního vzduchu do RTO
	RLT 6.1	Vzduchová clona technologického otvoru z vjezdu do vytěkání, cirkulace vzduchu
	RLT 6.2	Vzduchová clona technologického otvoru do výjezdu z vytěkání, cirkulace vzduchu
09	RLT 4.0	Výjezd z vytěkání, cirkulace s podílem čerstvého vzduchu
10	RLT 9.0	UV-ozáření - vytvrzení laku, odtah do atmosféry
	RLT 7.0	Chlazení UV-lamp, přívod, odtah z a do atmosféry
11	RLT 4.0	Chlazení, cirkulace s podílem čerstvého vzduchu
12	RLT 4.0	Servis, pracoviště obsluhy, přívod s podílem čerstvého vzduchu
13	RLT 3.0	Příprava laku, přívod s podílem čerstvého vzduchu
	RLT 12.0	Odvod odpadního vzduchu do RTO

Popis zařízení :

Všechna zařízení jsou umístěna na ocelové plošině nad pracovními prostory lakovny reflektorů. Nosnost této plošiny je 350 kg/m².

RLT 1.0 Přívodní jednotka – zásobuje čerstvým vzduchem zařízení RLT 4.0 a RLT 5.0. Skládá se z nasávací komory, vstupního a výstupního filtru, chladiče, dvou ohříváčů,

ventilátoru a elektrického parního zvlhčovače. Vodní chladiče jsou zásobovány chladicí vodou z centrálního rozvodu. Ohřívač je zásobován teplou vodou z ohřívače vody.

- množství vzduchu – čerstvý 5 500 m³/hod
- výkon chladiče 6/12°C 80 kW
- celkový výkon ohřívačů 80/60°C – přehřev 70 kW
- celkový výkon ohřívačů 80/60°C – dohřev 25 kW
- výkon zvlhčovače cca 65 kg/h - pár
- filtry F 6, F 9

RLT 2.0 Zařízení pro přívod upraveného vzduchu do prostoru vyfoukání ionizovaným tlakovým vzduchem – odprašovací kabina I. Skládá se z nasávací komory, vstupního a výstupního filtru, chladiče a ventilátoru. Cirkulující vzduch je z odprašovací kabiny I.

- množství cirkulačního vzduchu 22 000 m³/h
- výkon chladiče 6/12°C 40 kW
- filtry G 4, F 6, F 9

RLT 3.0 Zařízení pro přívod upraveného vzduchu do prostoru vyfoukání tlakovým vzduchem – odprašovací kabina II. Skládá se z nasávací komory, vstupního a výstupního filtru, chladiče a ventilátoru. Cirkulující vzduch je z odprašovací kabiny I.

- množství cirkulačního vzduchu 22 000 m³/hod
- výkon chladiče 6/12°C 40 kW
- filtry G 4, F 6, F 9

RLT 4.0 Zařízení pro přívod upraveného vzduchu do prostorů ionizace, servisního (obslužného) prostoru, přípravy laku, výjezdu z vytěkání a prostorů chlazení. Do cirkulujícího množství vzduchu je přísáván čerstvý vzduch pro zajištění minimální dávky na osobu a k zamezení hromadění ozónu v prostorách obou UV zón. Sání čerstvého vzduchu je z RLT 1.0. Skládá se ze vstupních a výstupních filtrů, chladiče a ventilátoru. Cirkulující vzduch pochází z uvedených prostor.

▪ množství vzduchu – čerstvý	5 000 m ³ /hod
▪ cirkulační	18 500 m ³ /hod
▪ výkon chladiče 6/12°C	130 kW
▪ filtry	F 6, H 11

RLT 5.0, 5.1 Zařízení pro odlučování lakové mlhy a zpětné získávání laku (5.1) a zařízení pro přívod upraveného vzduchu do prostorů lakovací kabiny (5.0). Obě zařízení jsou v nevybušném provedení. Do cirkulujícího množství vzduchu z uvedené prostory je přisáván čerstvý vzduch k zamezení výbušné koncentrace. Sání čerstvého vzduchu je z RLT 1.0. Odlučovač lakové mlhy má odtahový ventilátor a skládá se ze 6 kusů desek pro aerosolové odlučování s trojnásobným cyklonem a aglomerátorem pro koagulaci velmi malých částic (měrný povrch 665 m²). Zařízení pro lakovací kabinu se skládá ze směšovací komory, vstupních filtrů, chladiče, ventilátoru.

▪ množství vzduchu – čerstvý	500 m ³ /hod
▪ cirkulační	15 500 m ³ /hod
▪ odtah na TNV (odpadní vzduch)	500 m ³ /hod
▪ výkon chladiče 6/12°C	35 kW
▪ filtry	F 6, F 9

RLT 6.0, 6.1, 6.2 Zařízení pro cirkulaci vzduchu v peci (6.0) a zařízení vzduchoých clon technologických otvorů na vjezdu a výjezdu pece (6.1 a 6.2). Zařízení vzduchoých clon odsává horký vzduch okolo technologických otvorů na vjezdu a výjezdu pece a vrací ho zpět do prostoru pece. Zařízení pro cirkulaci vzduchu v peci je řešeno jako pec podle DIN EN 1539. Zařízení je v nevybušném provedení, je bez přívodu čerstvého vzduchu, s odvodem části cirkulačního vzduchu na termické spalování a s úhradou z okolních prostor lakovny. Skládá se z nasávací komory, vstupních filtrů, ohřivače, výstupních filtrů a ventilátoru. Ohřivač je výměník typu spaliny zemního plynu - vzduch, odtah spalin je do volného prostoru.

▪ množství vzduchu – cirkulační	18 000 m ³ /h
▪ odtah do RTO (odpadní vzduch)	1 000 m ³ /h

- teplota vzduchu 130°C
- výkon hořáku 120 kW
- filtry F 6, H 11

RLT 7.0 Jednotka zajišťující pouze chlazení a větrání UV-lamp v pracovních zónách aktivace a vytvrzování. Pracuje s venkovním vzduchem. Skládá se ze směšovací komory, vstupního a výstupního filtru a ventilátoru.

- množství vzduchu – čerstvý 6 000 m³/h
- filtry F 6, H 14

RLT 8.0, 9.0, 11.0 Odtahové ventilátory ze zón UV aktivace a vytvrzení a začištění. Výfuk do volného prostoru.

- množství vzduchu celkem 3 000 m³/h

RLT 10.0 Ventilátor cirkulačního ionizovaného vzduchu v zóně ionizace.

- množství vzduchu – cirkulační 450 m³/h

RTL 12.0 Ventilátor pro dopravu odpadního vzduchu na zařízení termického spalování (regenerační termické oxidace).

- množství odpadního vzduchu z lakovny reflektorů
 - lakovací kabina 500 m³/h
 - vytěkání 1 000 m³/h
- příprava laku 500 m³/h

Informace o vylisku

Výchozím materiálem pro výrobu reflektorů je kompozitní materiál BMC (bulk mould compound). Jedná se o směs nenasyčené polyesterové pryskyřice, mletého vápence, skelných vláken a aditiv (separátory, přísady proti nadměrnému smrštění po vytvrzení).

Tento výrobek jako takový není výbušný. Nebezpečnou vlastností je možnost být nositelem elektrostatického náboje.

Jedná se o duroplastový výlisek (materiál BMC) reflektoru. Jedná se o část světloometu, který je umístěn u žárovky. Z tohoto důvodu je pro jeho výrobu používán plast, který odolá vyšším teplotám. Pro výrobu se používají duroplasty (nebo také reaktoplasty, termosety, duromery), což jsou zesíťované polymery, které vytvářejí prostorovou trojrozměrnou síť. Zesíťování nastává až při tváření plastu vlivem tepla a tlaku, někdy působením katalyzátorů. Jakmile je zesíťování dokončeno, není další tváření možné, protože opětovným dodáváním tepelné energie není možno hmotu roztavit [3]. Po vylisování je výlisek začištěn, nalakován a následně pokoven. Na závěr projede výlisek kontrolou a následně, již jako komponenta, je odeslán na montážní linku k vlastnímu namontování do světloometu.

Parametry výrobku:

- materiál BMC
- rozměr 200 x 200 x 100 mm
- tloušťka min. 1 mm, max. 3 mm
- hmotnost max. 0,3 kg
- plocha reflektoru 0,04 m²

U lakovaných reflektorů je plánováno schéma výroby uvedené v Tab. 1 .

Tab. 1: Plán výroby lakovaných reflektorů

Časový úsek	Počet kusů	Nalakovaná plocha (v m ²)
rok	500 000	100 000
směna*	2 776	111
hodina	374	13,9
sekunda	0,096	0,0039

* směna trvá 8 hodin

Při fondu 300 odpracovaných dní ročně a 3 směn denně, bude lakovna v provozu 7 200 hodin za rok. Pro stanovení základních měrných ukazatelů technologie lakování reflektorů stříkáním jsem vycházel z podkladů uvedených výrobcem lakovací linky firmy Rippert:

- množství laku: stříkací lakovna (1 stříkací box) 1,80 kg/hod
- množství vytěkaných látek: vytěkáč box 0,90 kg/hod
- množství lakovaných reflektorů max. 2 500 000 ks/rok
 - při fondu času 100% (300 dní x 24 h) 7 200 h/rok
 - při ploše 1 kusu reflektoru 0,04 m²/ks

Následně lze odvodit následující ukazatele o množství použitého laku, o množství vytěkaných látek a o lakované ploše (Tab. 2 až Tab. 4):

Tab. 2: Množství použitého laku

Spotřeba laku	Výpočet	Množství použitého laku
za rok	1,8 x 7 200	13 t
za den	1,8 x (7 200 / 300)	0,044 t
na 1 m ²	13 000 / (2 500 000 x 0,04)	130 g
na 1 kus	13 000 / 2 500 000	5,2 g

Tab. 3: Množství vytěkaných látek

Množství vytěkaných látek	Výpočet	Množství vytěkaných látek
za rok	0,9 x 7 200	6,5 t
za den	0,9 x (7 200 / 300)	0,022 t
na 1 m ²	6 480 / (2 500 000 x 0,04)	64,8 g
na 1 kus	6 480 / 2 500 000	2,6 g

Tab. 4: Lakovaná plocha

Časový úsek	Výpočet	Lakovaná plocha (v m ²)
za rok	2 500 000 x 0,04	100 000
za den	2 500 000 x 0,04 / 300	333
za hodinu	2 500 000 x 0,04 / (300 x 24)	13,9
za sekundu	4 320 000 x 0,3 / (250 x 24 x 3600)	0,004

teoretická doba stříkání 1 ks reflektoru (0,04 m²/ks) $0,04 / 0,0039 = 10,3$ s

hmotnostní tok materiálu

$$374 \times 0,3 = 112,2 \text{ kg/hod}$$

Inspekce a kontroly

Před tím, než je pracovní místo, na kterém může vznikat nebezpečná výbušná atmosféra poprvé použito, a dále pak po každém poškození nebo úpravě související s bezpečností,

musí být ověřena celková bezpečnost. Ta se provádí změřením aktuální koncentrace vytěkaných par přenosným detekčním zařízením GasAlertMicro 5 – EX.

Účinnost ochranných opatření proti výbuchu přijatých v provozu musí být kontrolována v pravidelných intervalech. Četnost těchto kontrol závisí na typu opatření. Všechny kontroly smí být prováděny pouze kvalifikovanými osobami.

Kvalifikované osoby jsou osoby s komplexními zkušenostmi v ochraně proti výbuchu získaných jejich profesionálním školením, zkušenostmi a běžnou odbornou činností.

Údržba

Údržba je prováděna na základě AM a PM kalendáře, což je elektronická databáze zpracovaná na principu časového harmonogramu, která zahrnuje kontroly, servis a zkoušení. Výhodou tohoto kalendáře je propojenost na pagery servisních pracovníků.

Před vlastním zahájením práce stanovené v AM/PM kalendáři, musí být informováni všichni zúčastnění a práce musí být schválena, např. pomocí systému povolování práce (viz níže). Vlastní práce probíhají na základě postupů, které jsou popsány interní dokumentací, nebo jsou stanoveny výrobcem. Takto probíhá 80 % všech prací. Zbylé činnosti se provádějí na základě improvizace. Údržba může být prováděna pouze kompetentními osobami.

Revize

Četnost revizí je zahrnuta v PM kalendáři. Revize el. zařízení v prostorách s nebezpečím výbuchu a uzemnění se provádí periodicky každé dva roky. Pro minimalizaci rizika vznícení způsobeného el. zařízením v nebezpečném prostoru, musí být zajištěn systém účinných revizí a údržby zařízení, systému a instalací. Musí být zahrnuta i kontrola ověření, zda nedošlo ke změnám původních podmínek pro konstrukci (změna média, apod.). Před otevřením jakéhokoliv zařízení v nebezpečném prostoru musí být zařízení odpojeno od všech zdrojů napájení, včetně středního vodiče a musí být provedena účinná opatření proti náhodnému zapnutí zařízení, dokud je otevřeno. Revize elektro v prostorách s nebezpečím výbuchu se provádějí dle ČSN EN 60079-17 a z výsledků revizí se přijímají opatření. V případě provádění revizí v prostorách s nebezpečím výbuchu měřicími přístroji nevhodné kategorie do stanovené zóny, musí být revize prováděna pouze na základě písemného příkazu k provedení prací – tzv. příkazu V. Další revize, které se provádějí jsou revize

vzduchotechniky, která se provádí 1x ročně a její součástí je čištění. Provádění pravidelné kalibrace detekčního systému a přenosných detektorů ve stanovených lhůtách (minimálně však jednou za 6 měsíců) dle instrukcí výrobce a vedení kalibračních protokolů. Dále revize robotů, tlakových systémů a dopravníků, které se provádějí 1x ročně.

Opravy

Při opravách lze předpokládat účinnost iniciačních zdrojů a proto je nutno vždy vyhodnotit předem rizika, stanovit opatření a náležitě seznámit pracovníky s těmito riziky. Pro tyto práce v prostoru s nebezpečím výbuchu je nutno vždy zpracovat příkaz V viz příloha č. 3 této DOPV. Opravy v prostorách s nebezpečím výbuchu Zóna 2, 1, 0 je možno provádět jen po změření koncentrace par v tomto prostoru. Koncentrace plynu musí být nižší než 10 % LEL. Koncentraci plynu je nutno měřit průběžně po celou dobu provádění uvedených oprav pomocí přenosného vyhodnocovacího zařízení značky GasAlertMicro 5 – EX.

Čištění

Před tím než je pracovní místo, na kterém může vznikat nebezpečná výbušná atmosféra, poprvé použito a po každém poškození nebo úpravě související s bezpečností, musí být ověřena celková bezpečnost. Ta se provádí změřením aktuální koncentrace přenosným detekčním zařízením GasAlertMicro 5 – EX. Čištění strojů a zařízení se řídí zpracovanými pracovními pokyny, které vycházejí z pokynů pro údržbu a návodu na obsluhu dodaných výrobcem. Pro čištění v prostoru s nebezpečím výbuchu musí být použita absorbující tkanina, která musí být antistatická. Během čištění musí být v činnosti vzduchotechnika, tak aby její výkon odpovídal min. 150 % odsávací kapacity při činnosti lakování.

Systém povolování práce

Pokud má být v blízkosti nebo v prostoru s nebezpečím výbuchu prováděna práce, která může způsobit výbuch, musí být povolena osobou odpovědnou za tuto činnost v organizaci. To platí také pro činnosti, které mohou souviset s jinými pracemi způsobujícími nebezpečí.

Systém povolování prací v prostorách s nebezpečím výbuchu je zaveden pomocí formuláře – příkazu k provedení prací (dále jen „příkaz V“) viz příloha č. 2 Dokumentace pro ochranu před výbuchem (dále DOPV).

Písemný příkaz k provedení prací – příkaz V je zpracován a vydáván pověřeným pracovníkem, který je uveden ve vnitropodnikové dokumentaci.

2.4. Informace o možných nebezpečích

Při samotném provozu lakovny jsou jedněmi z nejvíce nebezpečných činností najíždění a odstavování samotné lakovny a dále činnosti spojené s opravami a údržbou. Tyto činnosti jsou nejvíce ovlivněny lidským faktorem, který se tak stává nejdůležitějším elementem v celém procesu. Z hlediska zajištění bezpečnosti je nutné mít stanoveny postupy pro jednotlivé činnosti. Ve společnosti Automotive Lighting, s. r. o. jsou tyto postupy dány vnitřními předpisy ve formě pracovních instrukcí a SOP, jejichž některé části rozvedu v dalších částech práce.

Přenesení statického náboje

Coby iniciační zdroj může být i statická elektřina. Ta se do výbušného prostředí může dostat s výrobkem nebo s oděvem zaměstnance.

Elektro-statický náboj na výrobku je způsoben třením, které vzniká při manipulaci s výrobkem, popřípadě může vnikat při začišťování brusnou textilií.

Elektro-statický náboj v oděvu je způsoben třením, které vzniká při jeho používání. Nejnáchylnější jsou umělá vlákna a vlna. Elektrostatické vlastnosti textilií jsou důležité zejména z bezpečnostních důvodů – pro zajištění prevence případného výbuchu způsobeného elektrostatickým nábojem.

Najíždění a odstavení lakovny

Největší riziko při najíždění a odstavování lakovny představuje nefunkčnost vzduchotechniky, popřípadě jiná závada na vzduchotechnice, kdy se zvyšuje koncentrace nebezpečných par v prostoru lakovny a může tak dojít k jejímu šíření do dalších částí lakovny a případnému kontaktu s iniciačním zdrojem. V rámci bezporuchového provozu

se jedná o teplotu při vytvrzování pomocí UV lamp, kdy dochází k teplotě okolo 130 °C. Z důvodu preventivních opatření je nutné zajistit posloupnost a neustálý monitoring funkce vzduchotechniky až do odstranění možnosti vzniku nebezpečné koncentrace, nebo snížení pod limitní mez.

Porucha, závada

Při provozu lakovny se nepředpokládá, že při výrobě vznikne závada nebo porucha. Z bezpečnostních a ekonomických důvodů je provoz lakovny řízen AM a PM procesem údržby (viz výše).

Mezi významné poruchy, při kterých hrozí vytvoření nebezpečné koncentrace nebo možná iniciace vytěkaných látek, patří:

- porucha vzduchotechniky,
- porucha dopravníku,
- prasklé přívodní potrubí / hadice s lakem,
- porucha lakovacího robota,

Vlastní zařízení je provedeno v nevýbušném provedení.

Technické poruchy, ke kterým může dojít:

- nefunkčnost ventilátoru
- snížení výkonu ventilátoru
- porucha těsnosti potrubí

2.5. Nebezpečné látky v provozech

Lakovna pracuje s laky vytvrzovanými UV-zářením. Složky použitého laku jsou uvedeny v Tab. 5. V lakovně je používán tento typ laku: 30PUV Basecoat 31:58, od anglického výrobce SONNENBORN + RIECK Ltd..

Tab. 5: Složení laku

Složky laku	Množství (v %)
ethylacetát	50
alifatický uretano-akrylátový oligomer	20 – 30
trimetylopropan-triakrylát	5 – 10
2-hydroxyethylmetakrylát	5 – 10

Při provozování lakovny se budou používat nebezpečné chemické látky, které mohou způsobit tvorbu výbušné atmosféry. Jedná se o čisticí prostředky a ředidla obsažená v lacích, která při používání vytékávají do prostoru lakovny.

Ethylacetát

Obchodní název: Ethylacetát – $C_4H_8O_2$

Jedná se o vysoce hořlavou kapalinu nažloutlé barvy, jejíž páry se vzduchem vytváří výbušnou atmosféru s dolní mezí výbušnosti 2 % objemových a horní mezí výbušnosti 11 % objemových. Zápach látky je podobný ovoci. Páry jsou těžší než vzduch, drží se tedy u země. Teplota vzplanutí je -1 °C a bodu varu je 77 °C . Při manipulaci je potřeba se vyvarovat kontaktu s otevřeným ohněm a kontaktu s horkými povrchy. Je nutné udržovat koncentrace par v mezích výbušnosti. Ve výrobním procesu se tato látka používá jako ředící přísada do laků. Roční spotřeba je vázána na množství použitého laku, která je odhadována na 13 tun.

Isopropylalkohol

Obchodní název: Isopropylalkohol – C_3H_8O

Jedná se o vysoce hořlavou bezbarvou kapalinu, jejíž páry se vzduchem vytváří výbušnou atmosféru. Zápach látky je alkoholový. Páry se vzduchem tvoří explozivní směsi s dolní mezí výbušnosti 2 % objemových. Výpary jsou těžší než vzduch, mohou překonat velké vzdálenosti a nahromadit se v níže položených prostorech, kde může dojít ke vznícení a zpětnému šlehu plamene. Hořlavé směsi tohoto výrobku se snadno vznítí, dokonce i statickým výbojem. Bod vzplanutí je 12 °C a bodu varu 82 °C . Ve výrobním procesu se používá jako průmyslové rozpouštědlo pro odstraňování zbytku laků. Roční spotřeba cca 800 litrů.

Butanol

Obchodní název: BUTYLALKOHOL – $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{-OH}$

Jedná se o bezbarvou hořlavou kapalinu, jejíž páry se vzduchem vytvářejí výbušnou směs s dolní mezí výbušnosti 1,4 % objemových a horní mezí výbušnosti 11,2 % objemových. Zápach látky je ostře alkoholový. Výpary jsou těžší než vzduch, hromadí se při zemi. Teplota bodu vzplanutí 29 °C a bodu varu 118 °C. Ve výrobním procesu se používá jako průmyslové rozpouštědlo pro odstraňování zbytku laků. Roční spotřeba cca 10 000 litrů.

Aceton

Obchodní název: Aceton – $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$

Jedná se o vysoce hořlavou bezbarvou kapalinu, jejíž páry se vzduchem vytváří výbušnou atmosféru s dolní mezí výbušnosti 2,6 % objemových a horní mezí výbušnosti 13 % objemových. Zápach látky je typicky acetonový. Teplota vzplanutí je -18 °C. Ve výrobním procesu se používá jako čisticí prostředek pro odstraňování zbytku laků. Roční spotřeba 14 000 litrů.

2.6. Stávající navrhnutá opatření

Stabilní hasící zařízení

Do prvotního projektu lakovny bylo již v plánu stanoveno zabudování stabilního hasícího zařízení (dále jen SHZ), které by mělo plnit i funkci inertizace vymezených prostorů lakovny. Protože nebyly k dispozici požárně-technické charakteristiky látek (dále jen PTCH) a z bezpečnostních listů ani jiné dokumentace nebylo možné dohledat mezní koncentrace kyslíku LOC (Limiting Oxygen Concentration) nebylo proto možné posoudit, zda je toto zařízení optimální či nikoli. Z tohoto důvodu bude v rámci mnou navrhovaných opatření stanovení PTCH pro látky používané v lakovně. Technologie SHZ lakovny spustí záplavný proces ve chvíli, kdy hlásič vyšle do ústředny impuls. Prostor je zaplavován oxidem uhličitým (CO_2), který je umístěn v tlakových lahvích sestavených do baterií s obsahem 50 kg látky v jedné láhvi. CO_2 se používá z důvodu snížení koncentrace

nebezpečných par a v případě požáru též k hašení. Stav naplnění lahví je sledován pomocí instalovaných vah umístěných pod lahvemi, které hlídají případný únik náplně [4].

Stabilní hasicí zařízení je projektováno pro automatické nebo ruční spouštění. Zaplavením CO₂ vzniká zvýšené ohrožení osob nacházejících se v prostoru a blízkém okolí hašení, neboť koncentrace kyslíku nedosáhne 10 % objemové hranice a koncentrace CO₂ je nad 5 % objemu. Což představuje vysoký smrtelné nebezpečí pro osoby uvnitř zaplavovaných prostorů. Z tohoto důvodu je nutné dodržovat přísná bezpečnostní pravidla pro používání a spouštění SHZ s náplní CO₂ [4].

Zaplavovací zařízení je instalováno v následujících prostorách:

- lakovací kabina,
- vytěkávací zóna nevytápěná,
- prostor přípravy laku.

Specifikace zaplavovaných prostor:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------|
| ▪ celkový objem | 48 m ³ |
| ▪ hasebně technický objem celkem | 76 m ³ |
| ▪ dobohový objem větrání | 8 m ³ |
| ▪ nasazení množství CO ₂ | 150 kg |
| ▪ max. doba zaplavení | 60 s |
| ▪ max. teplota v chráněném objektu | 50 °C |
| ▪ max. nárůst tlaku při zaplavení | 500 Pa |

Množství cirkulačního vzduchu větracích jednotek činí 20 000 m³/h s podílem 10 % čerstvého vzduchu. Předpokládá se, že v rozsazích hašení nebudou skladovány nebo zpracovávány látky vedoucí k hlubokým požárům, např. papír, kartonáž, dřevo aj. Dveře a vrata vedoucí do lakovny musí být automaticky uzavíratelné. Musí být zajištěno, že klapky přívodního a odsávaného vzduchu musí být v případě vzniku požáru okamžitě automaticky uzavřeny. Ke spuštění SHZ slouží pilotní láhev baterie CO₂ opatřená magnetickým ventilem, který bude otevřen z elektrické řídicí ústředny. Magnetický ventil otevře lahvový

ventil a CO₂ proudí přes pneumatickou houkačku. Spuštění lahví s hasivem bude zpožděno připojeným pneumatickým zpožďovací zařízením. Po uplynutí zpožďovací doby se tlakem z pilotní láhve pneumaticky otevřou ostatní láhve. Hasivo se vede potrubím do hašených prostor a tam proudí otevřenými tryskami. Trysky jsou opatřeny krytkami, které se při spuštění zařízení odpálí. Kromě samočinného spuštění může být zaplavení dosaženo také ručním spuštěním. Pomocí ručního spuštění proběhne předepsaná funkce začátku a průběhu hašení. Časové zpoždění, probíhající elektricky v řídicí centrále a pneumaticky ve zpožďovací jednotce, je určeno k tomu, aby obsluha přítomná v hašeném prostoru měla možnost tento prostor v klidu opustit a zavřít za sebou dveře. Pilotní láhev představuje druhý energetický zdroj k vyvolání poplachu. Lahve CO₂ a k nim příslušné ventily, řídicí zařízení, armatury a ostatní díly musí být umístěny ve větraném prostoru, který není vystaven nebezpečí požáru, ale je v blízkosti hašených míst, od nichž je stavebně oddělen a je také v případě požáru snadno přístupný. Teplota prostředí kolem lahví s hasivem musí být udržována v rozmezí 0 až 40 °C [4].

K zabezpečení hasebnímu účinku musí být stavebně zabezpečena následující samočinná opatření :

- odpojení přívodních a odsávacích ventilátorů od zdroje,
- uzavření přívodních a odsávacích klapek,
- odpojení lakového hospodářství,
- odpojení dopravníkového zařízení.

Pro předcházení planému spuštění SHZ v době, kdy probíhají na zařízení opravárenské, údržbové, kontrolní a revizní práce, nebo podobné činnosti, je zařízení vybaveno blokovacím zařízením.

Indikace požáru probíhá prostřednictvím instalovaných hlásičů. V prostoru lakovny jsou instalovány tři typy, a to tepelné hlásiče, IR – plamenné hlásiče a ruční tlačítkové hlásiče. Vlastní aktivace hasícího zařízení probíhá přes teplotní hlásič s dvoulinkovou závislostí nebo IR – plamenový hlásič s poplachovou pomocnou pamětí. Obsluha ručního hlásiče je konstruována tak, že při poplachu jednoho teplotního hlásiče bude vydán předpoplachový

signál. Signalizace požárního poplachu v lakovně reflektorů bude pomocí EPS probíhat v požární ústředně ve vrátnici, kde je stanoviště Ohlašovny požárů. V ústředně je již instalováno obslužné pole požární ochrany (dále OPPO) a zařízení dálkového přenosu požárního poplachu na Hasičského záchranného sboru Jihlava. Signalizace poplachu bude též vyvedena do stávající ústředny požárního rozhlasu. V objektu výrobní haly je instalována univerzální strukturovaná kabeláž MOLEX PowerCat ve stíněném provedení FTP, která slouží pro účely datové a telefonní komunikace. Lakovna reflektorů bude vybavena telefonními přístroji, které budou rozmístěny v kanceláři mistra, v prostoru kanceláří a v prostoru pracoviště balení. Pro umožnění dálkové kontroly provozu lakovny prostřednictvím PC servisním pracovištěm dodavatele, a to zejména v době případných nenadálých poruch lakovny, bude tato vybavena 3 modemy [4].

Zabránění přenesení elektro-statického náboje výrobkem

Jako opatření na toto riziko je v prostoru před vstupem do lakovacího boxu instalován šestiosý robot pro ofukování výrobku ionizovaným tlakovým vzduchem, který náboj eliminuje.

Technologická vzduchotechnika lakovny reflektorů:

Prostory linky tak vytváří samostatná uzavřená klimatizovaná pracoviště, splňující požadavky na pracovní prostředí z hlediska množství čerstvého nebo cirkulačního vzduchu, jeho teploty a vlhkosti. Zařízení vzduchotechniky pracuje převážně v rovnotlakém cirkulačním režimu a je pružně uloženo na ocelové konstrukci nad pracovními prostory linky. Minimální přívod čerstvého vzduchu je zajišťován společnou vzduchotechnickou jednotkou (interně označována jako RLT 1.0) s vodním chladičem, ohřevem a parním vlhčením. Vodním chladičem jsou vybaveny také některé jednotky pro přívod a odvod vzduchu s cirkulačním provozem. Část větracího vzduchu pro prostory bez škodlivin je odváděna do haly větracími nebo technologickými otvory (vstupy a výstupy spojovacího mezioperačního dopravníku) pro vytvoření přtlaku v prostorech lakovny. Odpadní vzduch z prostoru lakování stříkáním, vytěkání a z prostoru přípravy laku je veden vzduchotechnickým potrubím do zařízení termického spalování RTO (regenerativní termické oxidace). Čistý plyn ze spalovací komory je vyveden nad střechu. Zařízení je společné pro jeden modul lakovny skel a novou lakovnu reflektorů a je umístěno u lakovny skel. Z ostatních škodlivin je nad střechu odváděn vzduch s ozónem od UV-lamp a spaliny

od plynových hořáků ohřívače vzduchu, umístěného v jednotce pro vytěkání a ohřívače teplé vody. Sání čerstvého vzduchu a výfuk znehodnoceného vzduchu jsou vyvedeny nad střechu [4].

Tab. 6: Bilance vzduchu pro zařízení VZT lakovny:

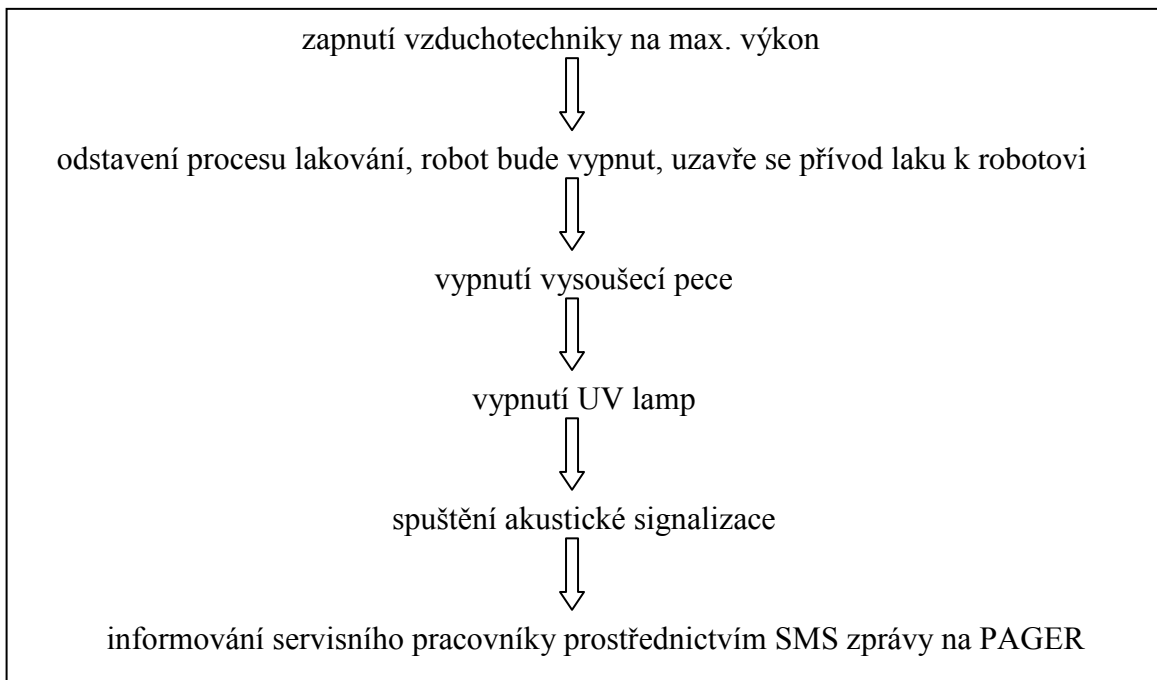
přívod venkovního vzduchu	5 500 m ³ /hod
cirkulační vzduch	96 450 m ³ /hod
odvod odpadního vzduchu na RTO	2 000 m ³ /hod
odvod do haly	cca 1 000 m ³ /hod
větrání UV-lamp - přívod, odvod	max. 2 000 m ³ /hod

Monitoring koncentrace v místech s nebezpečím výbuchu

Prostory s nebezpečím výbuchu nebo tvorbou výbušné atmosféry jsou monitorovány pomocí stabilního detekčního systému, jenž je napojen na informační zařízení, které sleduje koncentraci a o stávajícím stavu informuje obsluhu prostřednictvím světelných a akustických signálů. Nastavení je provedeno následovně. V případě koncentrace par uvnitř zóna pod 10 % LEL, je na panelu signalizována zelená dioda bez zvukové signalizace. Ve chvíli, kdy dojde ke zvýšení koncentrace na 10 % LEL, ale nepřekročí se hranice 2 % LEL, je na panelu signalizována oranžová dioda současně s akustickým doprovodem přerušovaného charakteru, tzv. „pípání“. Překročí-li koncentrace par v zóně 20 % LEL rozsvítí se kontrolka červená společně se spuštěním poplachové signalizace, nepřerušovaný tón.

Automatické nouzové odstavení

V případě, že dojde k překročení koncentrací nad stanovenou mez, což je 25 % LEL, dojde k automatickému odstavení lakovací linky. Toto odstavení je prováděno podle schématu znázorněného v následujícím obrázku (Obr. 14):



Obr. 14: Schéma odstavení lakovny

Označování nebezpečných prostor

Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. stanoví, že místa vstupů do prostorů, kde může vnikat nebezpečná výbušná atmosféra v takovém množství, že ohrožuje zdraví a bezpečnost pracovníků musí být označena zaměstnavatelem výstražnou značkou zobrazenou na následujícím **Obr. 15** (Nařízení vlády č. 405/2004 Sb.).



Obr. 15: Výstražná značka dle NV č. 405/2004 Sb

Rozměry značky musí odpovídat velikosti překážky nebo nebezpečného místa. Musí být vhodné pro prostředí, ve kterém jsou používány a musí být zhotoveny z odolného materiálu. K výstražné značce mohou být připojeny další dodatkové tabulky, uvádějící např. povahu a četnost vzniku nebezpečné výbušné atmosféry (látky a zóny). V rámci výcviku jsou

zaměstnanci seznamování se značkami a jejich významem v průběhu jejich výcviku či školení.

Koordinačních opatření

V případě provádění oprav a údržby pracovníky cizích firem je nutno před započatím práce vyhodnotit rizika vyplývající z jejich činností a přijmout opatření pro zajištění bezpečnosti práce v prostorech s nebezpečím výbuchu v souladu s NV č. 406/2004 Sb. Dále je nutno pro práce se zvýšeným rizikem iniciace vystavit písemný příkaz k provedení prací Příkaz V.

2.7. Doplnující opatření

Zabránění přenesení elektro-statického náboje oděvem

Při přijímání opatření k zabránění iniciace výbušné atmosféry bere zaměstnavatel v úvahu přítomnost možných zdrojů iniciace výbušné atmosféry včetně elektrostatických výbojů, pokud jsou zaměstnanci popřípadě jiné osoby nebo pracovní prostředí nositeli elektrostatického náboje nebo náboj vytváří.

S ohledem na nebezpečí iniciace výbušné atmosféry zaměstnavatel poskytuje zaměstnancům zdržujícím se na pracovišti v prostorech s nebezpečím výbuchu osobní ochranné pracovní prostředky (dále OOPP), resp. ochranný oděv a obuv navržené a vyrobené tak, aby se nemohl stát zdrojem elektrostatického či elektrického výboje², nebo nárazem způsobeného oblouku nebo jiskry, jenž mohou způsobit vznícení výbušné směsi či schopné zažehnout výbušnou atmosféru. Tento pracovní oděv a pracovní obuv musí být deklarovány prohlášením o shodě dle Nařízení vlády č. 21/2003 Sb.³, přílohy č. 4. Ochranný oděv musí mít patřičnou technickou dokumentaci dodávanou výrobcem – viz. Příloha č. 3 tohoto nařízení a musí být označen známkou CE. Zaměstnavatel zajistí, aby

jiné osoby, pokud vstupují na pracoviště v prostorech s nebezpečím výbuchu nebo se na něm zdržují, byly vybaveny oděvem a obuví stejných vlastností. V zóně 1 se používají pouze schválené OOPP pro danou zónu s atestem pro používání v zóně s možným výskytem

² dle ČSN EN 1149-5 Ochranné oděvy – Elektrostatické vlastnosti – Část R Materiálové a konstrukční požadavky

³ NV č. 21/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky

výbušné atmosféry (prohlášení o shodě). Seznam a přidělování OOPP ve firmě Automotive Lighting, s. r. o. se řídí požadavky konkrétních pracovních pozic, které vycházejí z rizik, které na pracovníky působí. Za tímto účelem jsem zpracoval seznam schválených OOPP, k nim shromáždil prohlášení o shodě a protokoly z testů a následně vytvořil na tento seznam elektronický katalog OOPP a PPE karty (viz příloha č. 2). Náklady na vybavení těmito oděvy jsem kalkuloval dle následujícího vzorce:

$$C_o = P_o * Q_o * Q_s * Q_p$$

kde:

C_o = celkové náklady na oděv

P_o = cena za jeden kus oděvu

Q_o = počet kusů oděvů, kterými je pracovník vybaven

Q_s = počet směn

Q_p = počet pracovníků na směně

Odhadované náklady na vybavení těmito oděvy je 27 000,-

Technická opatření na výpadek vzduchotechniky

Pro zajištění funkčnosti ventilátoru, optimálního výkonu ventilátoru a případného podtlaku (což může být způsobeno poškozením těsnosti potrubí), je nejefektivnějším opatřením instalace dvou vzduchotechnik nebo záložního ventilátoru s vyšším výkonem, kdy v případě poklesu výkonu nebo poruchy ventilátoru dojde k automatickému přepnutí na záložní ventilátor, nebo ke zvýšení výkonu ventilátoru v druhém ventilačním systému.

Varianty opatření při selhání ventilačního systému:

- A) Zvýšení odsávacího výkonu o 50 %. Tato úprava představuje náklady cca 50 000 Kč.
- B) Paralelní nebo sériové zapojení náhradního ventilátoru. Náklady na tuto variantu nejsou nijak vysoké. Pořizovací cena ventilátoru s požadovaným výkonem a v nevýbušném provedení se pohybuje okolo 200 000 Kč (tato cena zahrnuje náklady na ventilátor, hardwarové a softwarové řešení a práci). Tato varianta však přímo neřeší možný problém s těsností potrubí, zda by bylo nutné instalovat ventilátor o větším výkonu, aby

eliminovat přísávání vzduchu z netěsnosti.

C) Další variantou je instalace dvojité vzduchotechniky, tedy instalace dvou vzduchotechnik do vytypovaných prostorů. Samotné řešení se skládá z instalace dvou samostatných vzduchotechnik do vytypovaných prostorů s instalováním ventilátorů s výkonem 250 % potřebného odtahu (v našem případě min. 5 000 m³/hod) a systémovým propojením obou vzduchotechnik (detekce proudění vzduchu v potrubí + vyhodnocovací zařízení, např. ústředny + systémové přepnutí vzduchotechnik na vyšší výkon v případě poruchy jedné z nich + signalizační zařízení, spojení akustické a signalizační, s propojením na dálkový přenos dat). Náklady na tuto variantu představují navýšení o 2 000 000 Kč. Ani v tomto případě není 100% jistota zachování odtahu a to kvůli možnosti vypadnutí obou vzduchotechnik. Nicméně možnost, že dojde k vypadnutí obou vzduchotechnik v jeden okamžik, je 1:4, což představuje snížení rizika o 75 %.

$$P_h = 1/2$$

$$P_{hov} = P_h (V_a) * P_h(V_b) = 1/4$$

kde:

V_a = vzduchotechnika A

V_b = vzduchotechnika B

P_h = pravděpodobnost havárie jedné ze vzduchotechnik

P_{hov} = pravděpodobnost havárie obou vzduchotechnik

Informování obsluhy o poruše

Nainstalování světelné a zvukové signalizaci do prostoru obsluhy. Jedná se o diodový světelný nápis, který v případě poruchy ventilátoru, snížení průtoku odsávaného vzduchu nebo v případě zvyšování výkonu ventilátoru/ů, rozsvítí nápis „porucha“. Náklady na toto opatření jsou 65 000 Kč.

Systém předávání rychlých informací – odesílání informačních zpráv servisnímu pracovníkovi.

V případě, že dojde k poruše, nebo hrozí-li nebezpečí havárie je nutné co nejdříve informovat příslušného pracovníka údržby, aby mohl včas zasáhnout a eliminovat možný vznik mimořádné události. K tomuto lze efektivně využívat dnešní mobilní techniku. Každý zaměstnanec Technického servisu je vybaven Pagerem pro zrychlené získávání informací o nastalých poruchách. Náklady na toto opatření jsou 25 000 Kč a zahrnují hardwarové a softwarové propojení na SMS bránu.

Zvýšení koncentrace

Koncentrace musí být udržována pod 10 % LEL a je zjišťována pomocí stabilního detekčního systému. Ústřednu detekce lze nastavit na různé stupně signalizace / sledování. Při zvyšování koncentrace dojde v první fázi k impulsu z ústředny na systém vzduchotechnik a zvýšení výkonu ventilátorů. Společně s tímto je informována obsluha a odeslána zpráva na pager pověřeného pracovníka. Při dalším zvyšování koncentrace a překročení 25 % LEL dojde k automatickému odstavení linky.

Zjištění zvýšení koncentrace - mobilní detekční zařízení

Používání přenosného vyhodnocovacího zařízení značky GasAlertMicro 5 – EX. Přenosný detektor současně monitoruje až pět plynů v ovzduší: kyslík, výbušné plyny a širokou škálu toxických plynů. Jedná se o přístroj použitelný v případě oprav, údržby a čištění pro zjištění, zda není přítomna výbušná atmosféra.

Toto zařízení představuje náklady ve výši 34 000 Kč.

Chyba postupu obsluhy

Jako preventivní opatření je zpracován systém školení a tréninku obsluh. K tomuto účelu jsem zpracoval systém STIC (Safety Training and Information Concept), což je elektronický školící a informační systém, který obsahuje veškeré potřebné podklady pro zaškolení pracovníků na všech pracovištích v Automotive Lighting, s. r. o., v našem případě lakovny. Obsahuje layout pracoviště s vyznačením rizikovým míst, jejich základním popisem a opatřeními, stanovenými OOPP. Dále obsahuje soupis podkladů pro školení (směrnice, instruktáže, atd.), odkazy na ně, rizika, vyskytující se chemické látky a návody na zacházení s nimi, atd. Součástí zaškolení je i praktická zkouška zvládnutí obsluhy lakovny.

$$C_{STIC} = P_L * Q_h$$

$$C_{STIC} = 50 * 390$$

kde:

C_{STIC} = celkové náklady na systém STIC

P_L = cena za hodinu práce

Q_h = počet hodin práce na systému STIC

Náklady na zpracování systému STIC jsou ve výši 19 500 Kč.

Pracovní instrukce

Pracovní instrukce jsou závazné interní předpisy týkající se činností a prováděcích pravidel písemně vydané zaměstnavatelem pro zaměstnance. Popisují nebezpečí pro lidi vztahující se k pracovnímu místu a okolnímu prostředí a uvádějí přijatá ochranná opatření nebo opatření, která mají být dodržována.

Činnosti prováděné zaměstnanci v prostorách s nebezpečím výbuchu nesmějí dávat popud k výbuchu. Musí být používáno nejiskřící nářadí. Elektrická, ale i neelektrická zařízení používaná obsluhou musí být schválená do daného prostředí a nesmějí dávat popud k výbuchu. Pro činnosti se zdroji iniciace (opravy, údržba,...) musí být zpracován příkaz V.

Pracovní instrukce mohou obsahovat seznam všech mobilních výrobních zařízení dovolených pro použití v zkoumaných nebezpečných prostorech. Měly by uvádět, jaké osobní ochranné prostředky musí být osobami vstupujícími do prostoru nošeny.

$$C_{vd} = P_L * Q_h$$

$$C_{vd} = 34 * 390$$

kde:

C_{vd} = celkové náklady na aktualizaci vnitropodnikové dokumentace

P_L = cena za hodinu práce

Q_h = počet hodin práce na aktualizaci dokumentace

Aktualizace vnitropodnikové dokumentace tedy představuje náklady ve výši 13 260 Kč.

Školení pracovníků

Zaměstnavatel musí zajistit výcvik pracovníků, který je poučí o nebezpečí výbuchu na pracovním místě a přijatých ochranných opatřeních. Tento výcvik musí vysvětlit, jak nebezpečí výbuchu vzniká, a v kterých částech pracovního místa je očekáváno.

Minimální rozsah školení:

- pracovní instrukce
- rozsah DOPV
- technická a organizační opatření v prostorách s nebezpečím výbuchu
- vysvětlení označení nebezpečných prostor
- seznam mobilních zařízení, která mohou být přinášena do prostoru
- význam osobních ochranných prostředků
- systém povolování práce „Příkaz V“

Náklady na školení:

$$C_{\xi} = P_{\xi} * Q_{h\xi} + (P_n * Q_p * Q_{hp})$$

$$C_{\xi} = 390 * 12 + (195 * 37 * 74)$$

kde:

C_{ξ} = celkové náklady na aktualizaci vnitropodnikové dokumentace

P_{ξ} = cena za hodinu práce školitele

P_n = cena náhrady za neprovedenou práci školeného

$Q_{h\xi}$ = počet odškolených hodin školitele

Q_{hp} = počet hodin odškolených pracovníků

Q_p = počet odškolených pracovníků

Zaškolení nových pracovníků představuje náklady ve výši 538 590 Kč. V této částce jsou započteny i náklady tzv. nepřidané hodnoty, což jsou peníze, o které přišla firma tím, že zaměstnanci nevyráběli. Pokud bychom brali v potaz pouze peníze, které jsme za školení zaplatili, jednalo by se o částku 4 680 Kč, která je odvozena z následujícího vztahu:

$$C_{\text{š}} = P_{\text{š}} * Q_{\text{hš}}$$

$$C_{\text{š}} = 390 * 12$$

kde:

$C_{\text{š}}$ = celkové náklady na aktualizaci vnitropodnikové dokumentace

$P_{\text{š}}$ = cena za hodinu práce školitele

$Q_{\text{hš}}$ = počet odškolených hodin školitele

Doplnění Dokumentace pro ochranu před výbuchem

Ve společnosti Automotive Lighting, s. r. o. je zpracovaná dokumentace pro ochranu před výbuchem. Po výstavbě lakovny a před uvedením do provozu je nutné tuto dokumentaci zaktualizovat.

Stanovení PTCH používaných látek

Z důvodu ověření účinnosti, resp. stanovení vhodné inertizace, je nutné znát úplné požárně-technické charakteristiky používaných látek. V návaznosti na inertizaci je to pak mezní koncentrace kyslíku LOC (limiting oxygen concentration). LOC je největší koncentrace kyslíku ve směsi hořlavé látky vzduchu a inertního plynu, při které nemůže dojít, za určitých stanovených podmínek zkoušky k výbuchu [1].

3. Ekonomický rozklad

Investor se rozhodl řešit opatření následovně:

A) Přijatá opatření:

Mezi opatření, která se povedla prosadit se řadí opatření uvedená v Tab. 7, která sumarizuje i náklady, které způsobily navýšení plánovaných investic.

Tab. 7: Přijatá opatření

Opatření	Náklady na opatření (v Kč)
Zvýšení výkonu instalovaného odsávacího ventilátoru	50 000
Zakoupení nového typu mobilního detekčního přístroje GasAlertMicro 5 – EX	34 000
Instalace systému předávání rychlých informací	25 000
Vybavení zaměstnanců antistatickým oděvem	27 000
Školící a informační systém STIC	19 500
Aktualizace vnitropodnikové dokumentace	13 260
Školení a zaučení zaměstnanců	4 680
Celkové navýšení plánovaných investic	173 440

B) Odložená opatření

Mezi tyto opatření jsou zahrnuta ta, která investor přijal, ale rozhodl se o jejich implementaci až v pozdější době. Zde se řadí instalace druhé vzduchotechniky v ceně 4,5 mil. Kč. Nicméně již při stavbě proběhnou stavební přípravy, které se odhadují na 45 000 Kč.

C) Zamítnutá opatření

Investor zcela zamítl instalování nápisové světelné a zvukové signalizaci do prostoru obsluhy v ceně 65 000 Kč.

4. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit navrhovaná opatření, která vycházela z vlastního projektu nové lakovny a případně doporučit nová opatření vedoucí k zabránění možnosti vzniku výbušné atmosféry. V průběhu vlastního zpracování jsem zjistil nebezpečí, která by mohla vést ke vzniku výbuchu. Tato nebezpečí jsem rozvedl a navrhl opatření ke zvýšení bezpečnosti provozu nové lakovny. V mnoha případech jsme se s investorem shodli na řešení několika opatření a celkově jsme se dohodli na dalších investicích v rámci výstavby za téměř 220 tisíc Kč a budoucích investic v hodnotě za bezmála 4,5 mil. Kč.

Při vlastním prosazování navrhovaných opatření, se mi nepodařilo prosadit instalaci druhé vzduchotechniky, která představovala zvýšení spolehlivosti provozu lakovny, především pak v případě poruchy odsávání. Toto lze přisoudit i současné situaci na světovém trhu.

5. Použitá literatura

- [1] DAMEC, Jaroslav. *Protivýbuchová prevence*. 1. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. 188 s. ISBN 80-86111-21-0(brož.).
- [2] *Nezávazný návod dobré praxe pro zavádění Směrnice 1999/92/EC Evropského parlamentu a Rady o minimálních požadavcích na zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků, kteří jsou ohrožováni prostředím s nebezpečím výbuchu*. 25. 8. 2003. Brusel : [s.n.], 2003. 62 s.
- [3] Reaktoplast In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 23.8.2006, 12.4.2010 [cit. 2010-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Reaktoplast>>.
- [4] Projektová dokumentace. *Projektová dokumentace : Lakovna reflektorů 2 Automotive Lighting s.r.o.*. Herzebrock-Clarholz : Rippert Anlagentechnik GmbH & Co.KG, Am Hanewinkel 20-28, D-33 442 Herzebrock-Clarholz, 28. 2. 2010. 18 s.

6. Přílohy, Související dokumentace

Příloha č. 1.: Soupis legislativních předpisů

Zákon č. 262/2006 Sb. – Zákoník práce;

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky ve znění pozdějších předpisů;

Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů;

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

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí;

Nařízení vlády č. 498/2001 Sb., kterou se zrušují některé právní předpisy v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci;

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

Nařízení vlády č. 21/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky;

Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů;

Nařízení vlády č. 405/2004 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů;

Nařízení vlády č. 101/2005 o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí;

Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru;

ČSN 33 2000-3 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení – Část 3: Stanovení základních charakteristik;

ČSN EN 13463-1 Neelektrická zařízení pro prostředí s nebezpečím výbuchu – Část 1: Základní metody a požadavky;

ČSN EN 60079-10 Elektrická zařízení pro výbušnou plynou atmosféru – Část 10: Určování nebezpečných prostorů;

ČSN EN 60079-14 Elektrická zařízení pro výbušnou plynou atmosféru – Část 14: Elektrické instalace v nebezpečných prostorech (jiných než důlních);

ČSN EN 60079-17 Elektrická zařízení pro výbušnou plynnou atmosféru – Část 17: Revize a preventivní údržba nevýbušných elektrických zařízení (jiných než důlních);

ČSN IEC 79-20 Elektrická zařízení pro výbušnou plynnou atmosféru – Část 20: Charakteristiky hořlavých plynů a par ve vztahu k použití elektrických zařízení;

ČSN 33 2030 Elektrostatika – Směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny;

ČSN EN 1127-1 Výbušná prostředí – Zamezení a ochrana proti výbuchu – Část 1: Základní pojmy a metodologie;

ČSN EN 12215 Lakovny – Stříkací kabiny pro nanášení organických tekutých nátěrových hmot – Bezpečnostní požadavky;

ČSN EN 62305-3 Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života;

ČSN ISO 8421-7 Požární ochrana. Slovník. Část 7: Prostředky pro detekci a protlačení výbuchu;

ČSN ISO 8421-4 Požární ochrana. Slovník. Část 4: Hasicí zařízení;

ČSN EN 12259-1 +A1 ZMĚNA A3 Stabilní hasicí zařízení - Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení – Část 1: Sprinklery;

ČSN EN 12845+A2 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba;

ČSN EN 12094-1 Stabilní hasicí zařízení – Komponenty plynových hasicích zařízení – Část 1: Požadavky a zkušební metody pro elektrická řídicí a zpoždovací zařízení;

ČSN ISO 6184-4 Systémy ochrany proti výbuchu. Část 4: Určování účinnosti systémů na potlačování výbuchu;

ČSN EN 12215+A1 Lakovny – Stříkací kabiny pro nanášení organických tekutých nátěrových hmot - Bezpečnostní požadavky.