





**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta biomedicínského inženýrství  
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Analýza rizik podniku La Lorraine v Kladně a vypracování návrhu  
plánu řešení konkrétních mimořádných událostí**

**Risk Analysis of La Lorraine Factory in Kladno and Creating Proposal  
of Plan for Solving Specific Emergency Situations**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva  
Studijní obor: Plánování řízení krizových situací

Vedoucí práce: Ing. Michaela Melicharová

**Michal Rajtora**

---

**Kladno, květen 2017**

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2016/2017

## Z a d á n í   b a k a l á ř s k é   p r á c e

Student: **Michal Rajtora**  
Obor: Plánování a řízení krizových situací  
Téma: **Analýza rizik podniku La Lorraine v Kladně a vypracování návrhu plánu řešení konkrétních mimořádných událostí**  
Téma anglicky: Risk Analysis of La Lorraine Factory in Kladno and Creating Proposal of Plan for Solving Specific Emergency Situations

### Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je analýza rizik podniku La Lorraine v Kladně a vypracování návrhu plánu řešení konkrétních mimořádných událostí.

V teoretické části budou vymezeny základní pojmy, bude nastíněna problematika analýzy rizik a bude popsán analyzovaný podnik. Práce se dále zaměří na popis výroby a použitých technologií a na základě toho budou identifikovány zdroje možných rizik.

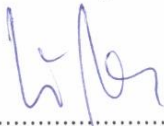
V praktické části bude vypracována samotná analýza rizik, popis již aplikovaných opatření omezující rizika a návrh případných dalších možných opatření. Dále v práci bude na základě výsledků analýzy rizik vypracován návrh řešení konkrétních nejzávažnějších mimořádných událostí.

### Seznam odborné literatury:

- [1] SKŘEHOT, Petr a kol., Prevence nehod a havárií; 1. díl: Nebezpečné látky a materiály, Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-soft, 2009, ISBN 978-80-86973-70-8
- [2] SKŘEHOT, Petr a kol., Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků, Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, ISBN 978-80-86973-73-9
- [3] BABINEC, F., Management rizika: Loss Prevention & Safety Promotion, Brno: Slezská Universita v Opavě, Ústav matematiky, 2005, učební text

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: Ing. Michaela Melicharová

  
.....  
vedoucí katedry / pracoviště

  
.....  
děkan

V Kladně dne 23.02.2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Analýza rizik podniku La Lorraine v Kladně a vypracování návrhu plánu řešení konkrétních mimořádných událostí vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně dne 19.05.2017

.....  
podpis

## **Poděkování**

Rád bych chtěl poděkovat Ing. Michaele Melicharové za odborné vedení práce, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat společnosti La Lorraine za umožnění realizace této práce a jmenovitě bych chtěl poděkovat Ing. Václavu Švorcovi za spolupráci, poskytnutí všech potřebných materiálů a zodpovězení všech mých otázek.

## Abstrakt

Předmětem této práce je zpracování analýzy rizik kladenských pekáren La Lorraine, které zásobují pečivem významnou část domácího i zahraničního trhu. Vzhledem k tomu, že značnou část nabídky tvoří zamražené pečivo, jsou pro provoz této továrny nezbytné chladicí technologie využívající jako jedno z chladiv nebezpečný amoniak. Podnik tvoří komplexní provázaný systém technologií, přičemž každá může v nějaké formě představovat riziko pro zaměstnance společnosti i pro obyvatele města Kladna a okolních obcí. Cílem této práce je proto nalézt nejvýznamnější rizika a blíže prozkoumat jaká opatření jsou proti nim uplatněna.

Pro nalezení nejvýznamnějších rizik byla vybrána metoda KARS, protože zohledňuje vzájemné působení rizik mezi sebou. Na základě výsledků této analýzy byla vybraná rizika blíže zkoumána. Předmětem tohoto zkoumání byla opatření zavedená proti riziku, možný vývoj nepříznivé situace vzniklé vlivem daného rizika a návrh dalších možných opatření. Na základě těchto zkoumání pak bylo vybráno jedno riziko, pro které bude zpracován plán na řešení nepříznivé situace z pohledu společnosti La Lorraine.

V rámci této analýzy bylo zjištěno, že nejzávažnějšími riziky v podniku jsou požár, výbuch, únik amoniaku a dopravní nehoda uvnitř areálu. Vzhledem k již existující dokumentaci pokrývající prakticky všechna zmíněná rizika kromě úniku amoniaku bylo po vzájemné domluvě mezi autorem této práce a zástupci podniku rozhodnuto o vypracování plánu pro řešení úniku amoniaku. Tento plán se následně stane součástí bezpečnostní dokumentace podniku, přičemž jeho cílem je především vytvoření uceleného, systematického postupu krizové komise podniku při řešení dané situace s ohledem na minimalizaci obětí na zdraví a životě. Hlavním přínosem

této práce je přehled nejdůležitějších rizik vyplývajících z provozu podniku a návrh plánu řešení úniku amoniaku.

## **Klíčová slova**

Analýza rizik; La Lorraine; únik amoniaku; KARS analýza; prevence havárií; domino efekt.

## **Abstract**

The aim of this work is to analyse the risks of Kladno bakery La Lorraine which supplies a significant part of a domestic and foreign market with pastry products. Regarding the fact that a substantial part of our offer is created by frozen pastry, cooling technology using as one of the fuels dangerous ammonia is necessary to operate the plant. The plant is made up from a complex, interlinked system of technologies while each one of them can, in some form, create a risk for employees of the company as well as the inhabitants of the town Kladno and surrounding villages. The aim of this work is therefore to find out about the most significant risks and to explore the applied precautions.

To determine the most significant risks the method KARS was used, since it takes into account mutual interaction of the risks. Based on the results of the analysis, the selected risks were further examined. The subject of this inspection was the precautions applied against the risks, possible development of the unfavourable event arising from the risk and the proposal of other measures. Based on the research, one risk was selected for which a plan to resolve the unfavourable situation will be prepared.

This analysis discovered that the most severe risks in the company are fire, an explosion, ammonia leak and traffic accident inside the premises. Given the fact that the existing documentation already covers practically all the mentioned risks except for the ammonia leak, it was decided by mutual agreement between the author of this work and the representatives of the company to draw up a plan to solve the leak of ammonia. This plan will subsequently become an integral part of the safety documentation of the company while its aim is primarily to create comprehensive and systematic manual for the crisis management to resolve the event with respect to minimizing the risks to health and lives. The main contribution of this work is the



overview of the most severe risks resulting from the operation of the company and the proposal of a plan to resolve ammonia leak.

## **Keywords**

Risk Analysis; La Lorraine; Ammonia Leakage; KARS Analysis; Disaster Prevention; Domino Effect.

## Obsah

1	Úvod .....	12
2	Současný stav .....	14
2.1	Použité termíny a pojmy .....	14
2.2	Možné klasifikace rizika .....	15
2.3	Analýza rizik .....	17
2.3.1	Metody analýzy rizik .....	17
2.3.2	Vybrané metody analýzy rizik .....	18
2.4	O podniku .....	20
2.4.1	Okolí podniku .....	20
2.4.2	Popis podniku .....	21
2.5	Zdroje rizik .....	24
2.5.1	Antropogenní rizika .....	24
2.5.2	Přírodní hrozby .....	35
3	Cíl práce .....	38
4	Metodika .....	39
4.1	Analýza KARS .....	39
4.1.1	Postup při metodě KARS .....	39
5	Výsledky .....	41
5.1	Analýza pomocí metody KARS .....	41
5.2	Bližší zkoumání jednotlivých rizik .....	43
5.3	Dopravní nehoda uvnitř podniku .....	44
5.3.1	Vybrané scénáře: .....	44
5.3.2	Současná opatření .....	46
5.3.3	Možná opatření .....	47
5.4	Únik nebezpečné látky .....	48
5.4.1	Vybrané scénáře .....	49
5.4.2	Současná opatření .....	50

5.4.3	Možná opatření.....	53
5.5	Požár.....	54
5.5.1	Současná opatření .....	54
5.5.2	Vybrané scénáře .....	57
5.5.3	Možná opatření.....	58
5.6	Výbuch .....	58
5.6.1	Současná opatření .....	59
5.6.2	Vybrané scénáře .....	61
5.6.3	Možná opatření.....	63
5.7	Plán pro řešení úniku amoniaku .....	64
5.7.1	Informační část .....	64
5.7.2	Operační část.....	66
6	Diskuze .....	69
7	Závěr .....	73
8	Seznam použitých zkratk.....	74
9	Seznam použité literatury a zdrojů .....	75
10	Seznam použitých obrázků .....	80
11	Seznamu použitých tabulek .....	81
12	Seznam Příloh .....	82
13	Přílohy .....	83

# 1 ÚVOD

Jedním z hlavních důvodů, proč se člověk stal dominantním druhem na zemi je jeho schopnost využívat své okolí a měnit ho dle sebe. Jeho nástroje se stávaly čím dál složitější a významně mu zjednodušily práci. Ruku v ruce s tím šlo poznání o fungování světa a fyzikálních zákonů. Tyto znalosti pak začal využívat ve svůj prospěch vytvářením komplexních strojů ulehčující mu práci.

Významný krok kupředu v rámci tohoto trendu pak bylo objevení metody hromadné výroby, která díky efektivnější výrobě snížila cenu za kus. Příkladem toho může být podnik La Lorraine zkoumaný v této práci, který vyrábí pečivo pro značnou část domácího a částečně i zahraničního trhu. Díky použití masové výroby na výrobních linkách, s relativně vysokým stupněm automatizace, a použití moderních technologií je tato továrna schopna uspokojit poptávku na trhu za nižší cenu a ve větší kvantitě než tradiční pekárny. Podstatnou část sortimentu tvoří takzvané zamražené pečivo, které je koncipováno k tomu, aby bylo dopečeno až na prodejně těsně před prodejem. Výhodou je větší logistická flexibilita takového produktu, zdání čerstvosti pečiva a sensorické vjemy podporující prodej (vůně pečiva při dopékání na prodejně).

Jednou z nevýhod této metody výroby pečiva je nezbytnost výkonného chladicího systému pro šokové mrazení a skladové prostory. Vzhledem k potřebné teplotě  $-25\text{ °C}$  pro některé spotřebiče a sklady je nezbytné použít amoniak jako jedno z chladících médií. Při úniku by tato látka mohla znamenat značné riziko pro zdraví a život zaměstnanců podniku, okolních společností i části města Kladna a okolních obcí. Mimo to představuje případný únik i nezanedbatelné riziko pro životní prostředí. Kromě chlazení se ve výrobě používají další technologie, které jsou zdrojem rizik požáru nebo i výbuchu. Navíc vzhledem k tomu, jsou tato zařízení blízko sebe a mnohdy i přímo provázaná, je velice pravděpodobné, že by jedna

nepříznivá událost vyvolala jinou. Proto se tato práce zaměří na zkoumání rizik v rámci podniku s ohledem na jejich souvztažnost a blíže popíše ty nejzávažnější.

## 2 SOUČASNÝ STAV

### 2.1 Použité termíny a pojmy

#### **Domino Efekt**

Dominový efekt je zákonem č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, definovaný jako „možnost zvýšení pravděpodobnosti vzniku nebo následků závažné havárie v důsledku vzájemné blízkosti zařízení, objektů nebo skupiny objektů a umístění nebezpečných látek“. Jinými slovy jde o možnost, kdy relativně malá událost může spustit další, obvykle závažnější události. Mezi časté původce domino efektů lze zařadit požár nebo výbuch.

#### **Dekontaminace**

Dekontaminace je označení pro soubor metod, prostředků a organizačního zabezpečení pro odstranění kontaminantu. Cílem této činnosti je především snížit dopad škodlivé látky na zdraví (zkrátit expozici) a zabránit dalšímu šíření této látky. Metody dekontaminace se dělí podle principu funkce na: mechanické (smytí, vysátí), fyzikální (sorpce) a chemické (chemická reakce neutralizující daný kontaminant anebo z něj dělající látku méně škodlivou). (1)

#### **Závažná havárie**

V zákonu č. 224/2015 Sb. je závažná havárie definována jako: „ ...mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost“, která souvisí s užíváním objektu a je „ ...vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážným následkům na životech a zdraví lidí a zvířat, životním prostředí nebo majetku a zahrnující jednu nebo více nebezpečných látek“. Nejběžnějšími příklady závažných havárií tak především jsou úniky nebezpečných látek a požáry. (2)

#### **Nebezpečná látka**

V legislativě České republiky je nebezpečná látka vymezená v zákoně č.224/2015 Sb. jako vybraná chemická látka nebo chemická směs podle nařízení CLP

(Classification, Labelling and Packaging= Klasifikace, značení a balení) nebo podle tabulek I nebo II přílohy zákona. Obecně lze nebezpečnou látku charakterizovat jako látku, která při úniku ohrožuje život, zdraví nebo životní prostředí.

### **Požární zatížení**

Požární zatížení je vyjadřováno jako pomyslná hmotnost dřeva, která mají stejnou výhřevnost jako všechny hořlavé látky na vymezené ploše. Jako jednotka proto slouží  $\text{Kg/m}^2$ . Požární zatížení se dělí na stálé a nahodilé. Stálé zatížení je tvořeno pevně umístěným, respektive zabudovaným, vybavením. Oproti tomu nahodilé je volně uloženými věcmi, například palety se zásoby ve skladu. (3)

### **Riziko**

Na termín riziko neexistuje univerzálně platná jednotná definice, často se může lišit jeho pojetí obor od oboru. Pro oblast analýzy rizik jej lze definovat jako vztah pravděpodobnosti výskytu a možných dopadů nepříznivé události, která ohrožuje život, zdraví, životní prostředí nebo majetek.

## **2.2 Možné klasifikace rizika**

Pro lepší práci s riziky vznikla potřeba je klasifikovat za účelem jejich lepší organizace. Nápomocné je to především pro jejich pochopení a následnou práci s nimi. Hledisek, kterými lze pohlížet na rizika je velké množství, proto dále uvedu jen ty nejvíce relevantní, které usnadňují práci s riziky. (4)

Pro analýzu rizik asi nejdůležitější rozdělení je podle přijatelnosti pro subjekt. Rizika se tak rozlišují na nepřijatelná, přijatelná a zbytková. Přijatelnost rizika je subjektivní, často posuzovaná z různých hledisek. V kontextu přijatelnosti rizik je potřeba zmínit princip ALARA (As Low As Reasonably Achievable; Tak nízko jak je rozumně dosažitelné), který se používá při navrhování opatření na snížení rizik. Používá se především v jaderném průmyslu. Ve své podstatě jde o nalezení optimálního opatření, aby se nevykládaly zbytečné prostředky. Vzhledem k tomu,

že riziko nikdy nelze eliminovat, je nutné počítat s tzv. zbytkovým rizikem. Zbytkové riziko je definováno jako „riziko, které zůstane po provedení opatření“ a v podstatě se tedy jedná o nejnižší možnou úroveň rizika po uplatnění všech opatření. (5)

Podle původu rizika vzhledem k subjektu je dělení na interní a externí, tedy jestli daná rizika mají původ ve zkoumaném subjektu. Příkladem interního zdroje rizika jsou výrobní technologie v továrně. Externí zdroj rizika může například představovat přilehlá silniční či železniční komunikace. Může například dojít k situaci, kdy by při nehodě vykolejený vlak vnikl do objektu podniku a způsobil tam škody, případně zapříčinil další nepříznivé události.

Dalším možným rozdělením je také dle původu na antropogenní a přírodní rizika. Antropogenní rizika mají původ v člověku a v jeho činnosti. Součástí této kategorie jsou i rizika technogenní tedy rizika technická nebo technologická, protože se stále jedná o důsledek lidské činnosti. Přírodní rizika tvoří zejména přírodní katastrofy.

Rozdělení na ovlivnitelná a neovlivnitelná rizika spočívá v tom, zdali je analyzovaný subjekt schopen ovlivnit či nikoliv. Mezi běžně ovlivnitelná rizika patří například technogenní rizika, u kterých se vhodným opatřením snižuje riziko poruchy a požáru. Neovlivnitelné jsou pro subjekt obvykle dopravní nehody a přírodní katastrofy.

Rozdíl mezi předvídatelnými a nepředvídatelnými riziky je zřejmý. U předvídatelných rizik lze odhadnout, jestli se stanou, kdy přibližně se mohou stát a co nejspíše způsobí. U nepředvídatelných rizik tento odhad není možný.



## 2.3 Analýza rizik

Analýza rizik je jedním z mnoha nástrojů moderního managementu, které vznikly jako řešení na potřebu lepšího řízení organizací. Rozvoj oblasti řízení organizací přišel zejména s nástupem průmyslové revoluce, kdy došlo k zásadním změnám systému výroby a bylo potřeba ji lépe řídit. Analýza rizik se tak postupem času vyvinula jako nástroj, užitečný mimo jiné v rozhodovacích procesech a plánování (například ve formě SWOT analýzy). Samotnou analýzu lze definovat jako strukturovaný proces, který má za cíl identifikovat, zhodnotit a analyzovat rizika a na základě toho i případně navrhnout řešení na rizika, která by mohla ohrozit subjekt analýzy nebo kterými by mohl subjekt ohrozit okolí. Cílem procesu analýzy je tak vytvořit podklady, podle kterých vzniknou rozhodnutí zlepšující připravenost subjektu na zvládnutí rizik. Ve své podstatě jde tedy o určení priority jednotlivým rizikům podle toho, jak ohrožují analyzovaný objekt. V praxi se analýza rizik obvykle skládá z identifikace aktiv subjektu, stanovení hodnoty aktiv, stanovení závažnosti hrozeb a stanovení míry hrozeb. Ze své podstaty jde tedy o obor, kombinující poznatky ze statistiky, systémové analýzy, společenských věd, zdravotnictví, ekonomie, stavebnictví, strojírenství a dalších. (6)

### 2.3.1 Metody analýzy rizik

Díky rozmanitosti možných nepříznivých událostí neexistuje jedna universální metodika na analýzu rizik, ale naopak jich je více, využívající různé postupy. Základním rozdělením je na metody kvalitativní a kvantitativní. Metody kvalitativní se vyznačují používáním matematických modelů, do kterých se vkládají statistická data o četnosti a následcích dané události. Výhodou těchto metod je jejich exaktnost. Jejich přesnost a spolehlivost se odvíjí od kvality použitých dat. Mezi nejčastější zástupce patří tzv. stromové metody - FTA (Fault Tree Analysis; Analýza stromu poruchových stavů), ETA (Event Tree Analysis; analýza stromu událostí). (7)

Vzhledem k tomu, že ne vždy lze zajistit potřebná statistická data, vznikly i metody kvalitativní. Z toho důvodu tyto metody se nesnaží vše vyčíslit a analyzovat pomocí matematického modelu, ale pracovat s odborným odhadem. Typickým představitelem kvalitativní analýzy je metoda What-If, která pracuje na principu diskuze v odborném kolektivu otázkou „co se může stát, když?“, kterou zjišťuje příčiny události, její průběh a i případná řešení. Často taková diskuze může probíhat formou brainstormingu. Zásadní je, aby skupina hodnotitelů byla kompetentní, měla dostatečnou znalost v oboru a zkoumaného objektu. Nevýhodou kvalitativních metod je jejich subjektivita plynoucí z toho, že hodnocení se provádí na základě lidského úsudku. Může tak dojít k situaci, že pokud více hodnotitelů bude analyzovat stejný objekt, bude se jejich odhad lišit a dojdou k více či méně rozdílným závěrům.

### **2.3.2 Vybrané metody analýzy rizik**

Potřeba rozdílných metod analýzy rizik je způsobená více příčinami. Asi nejdůležitější příčina je různost použití analýzy rizik. Může být například zpracována po velké změně v podniku, může být součástí pravidelné vnitřní kontroly nebo naopak na pokyn externího subjektu, jako je například pojišťovna. A právě díky této rozmanitosti je potřeba, aby při každé příležitosti byla použita vhodná metoda, zkoumající subjekt z perspektivy, která je v zadavatelově zájmu. Z toho také vychází požadavek na různé podoby výsledků, kdy například výsledkem bezpečnostního auditu je jak se skutečný stav liší od svého plánovaného vzoru zatímco u metody HAZOP se hledají příčiny a možná řešení nebezpečných situací a havárií.

U volby metody také záleží, v jaké fázi se zkoumaný subjekt nachází, zdali je ve stadiu návrhu a příprav, připravuje se na provoz, běží ve zkušebním režimu nebo už jde o běžný provoz. Pro každou fázi logicky existují vhodné metody.

### **Safety audit-metoda bezpečnostního auditu**

Metoda bezpečnostního auditu spočívá ve srovnání skutečného stavu implementace a dodržování bezpečnostní politiky vůči optimálnímu stavu. Analýza se může zaměřit na dílčí oblasti jako například organizace bezpečnosti, technologická bezpečnost nebo personální. Cílem bezpečnostního auditu je prozkoumat jaká je shoda mezi skutečným stavem a plánem, čím se liší a jak to případně napravit. Díky tomu se tato metoda hodí jako nástroj pro kontrolu implementace nové bezpečnostní politiky, případně po větších změnách ve společnosti (organizačních či fyzických, např. zavedení nových technologií). Její omezení tkví už v jejím fungování, zkoumá subjekt pouze podle předlohy. Pokud tedy je předloha chybná nebo něco nezohledňuje, nebude to touto analýzou odhaleno. (4)

### **Check list-metoda kontrolního seznamu**

Lze říct, že metoda kontrolního seznamu se podobá výše zmíněné metodě bezpečnostního auditu, protože obě metody srovnávají skutečný stav s nějakým etalonem. V tomto případě se jedná o předem vytvořený seznam otázek, které se systematicky vyplňují. Výhodou této metody je velká flexibilita, kdy lze vytvořit jednoduché, rychle vyplnitelné seznamy i komplikované podrobné seznamy používající více možností hodnocení. Nevýhody jsou podobné jako u bezpečnostního auditu, tedy to, že se kontroluje pouze to co je na seznamu. Další potenciální výhodou této metody je závislost na objektivitě tvůrce seznamu, zdali jsou otázky formulovány dobře a kontrolují všechny důležité aspekty. Dobře použitelné jsou pro rutinní, standardizované činnosti a postupy, zejména v těch, ve kterých je kritické nic neopomenout. (4)

### **Stromové metody-FTA ETA, CCA**

Stromové metody jsou založené na používání Booleovské logiky, především operátorů AND, OR a NAND. U metody ETA (Event Tree Analysis) neboli Analýzy stromu událostí se induktivní logikou postupuje směrem od jednotlivých událostí

až k možným následkům. A vzniká tak scénář událostí. Při dodání pravděpodobnostních dat je pak možné vypočítat pravděpodobnost takzvaný strom. Metoda FTA (Fault Tree Analysis), Analýza stromu poruch, pracuje opačným směrem než metoda ETA, tedy od poruchy až k jednotlivým příčinám. (8) Využití nachází především v leteckém, kosmickém a jaderném průmyslu, zejména díky možnosti spočítat pravděpodobnost selhání. Metoda CCA (Cause-Consequence Analysis), Analýza příčin a následků, je kombinací obou přechozích metod. Cílem tak je zjištění pravděpodobnosti selhání s ohledem na jejich příčiny. (9) (10) (11) Tyto metody se tak velice hodí na podrobné zkoumání konkrétního technologického celku.

## **2.4 O podniku**

Společnost La Lorraine Bakery Group a.s. (dále jen LLBG) se zabývá výrobou různých druhů pečiva, mezi které patří výrobky určeného k rozmrazení anebo dopečení na prodejnách. Kladenský podnik je od roku 2007 součástí mezinárodní skupiny LLBG, pocházející z Belgie. V sortimentu české pobočky se nachází přes 300 druhů sladkého a slaného pečiva a ročně se v Kladně vyrobí okolo 70 tisíc tun pečiva pro domácí trh i na export do dalších zemí Evropy. (12) V Kladenské pobočce je dle EHS managera (Environment Health Safety-životní prostředí zdraví a bezpečnost) Ing. Václava Švorce zaměstnáno na 450 vlastních a 250 agenturních zaměstnanců.

### **2.4.1 Okolí podniku**

Podnik se nachází na jižním okraji města Kladna, v průmyslové zóně Kladno jih. Na jihovýchod od firmy ve vzdálenosti přibližně 500 metrů se nachází obec Velké Přítočno a ve vzdálenosti 1 500 metrů obec Malé Přítočno. Jižním směrem ve vzdálenosti 700 metrů začíná obec Pletený Újezd. Dohromady mají tyto tři obce necelé dva tisíce obyvatel. Obec Pletený Újezd sousedí s dálnicí D6, za kterou se nachází obec Braškov s přibližně tisíci obyvateli. V jihozápadním směru se nachází letiště Kladno, vzdálené přibližně 1,5 kilometru a je určeno především pro sportovní

létání. Ve stejném směru za letištěm se ještě nachází obec Velká Dobrá se 1700 obyvateli. Ze západní a severní strany sousedí areál s lesem. (13)



Obrázek 1 - Mapa okolí (Zdroj: seznam.cz)

## 2.4.2 Popis podniku

Areál, ve kterém se nachází podnik LL, je sdílený se společností DS Smith Triss s.r.o. (dále jen DS). Společnost DS se zabývá výrobou obalových a přepravních materiálů jako jsou kartónové krabice, plastové nádoby a palety. (14) Podnik LL se sestává ze tří budov: bývalé kotelný (s přistavěnou regulační stanicí plynu), ubytovny v blízkosti vjezdu do areálu a budovy výroby, která se skládá z několika na sebe navazujících postupně přistavěných budov.



Obrázek 2 - Společný areál LL a DS (zdroj: google.com)

Výroba v podniku probíhá na celkem 12 výrobních linkách, přičemž jen na jedné lince probíhá ruční výroba pečiva, které nelze jinak připravit. V rámci požárních úseků jsou linky rozděleny do šesti celků a to na:

- Výroba mraženého pečiva L1 a L2
- Výroba mraženého pečiva L3 a L4
- Výroba mraženého pečiva L6 až L9
- Výroba mraženého jemného pečiva P1 a P2
- Výroba mraženého jemného pečiva P3
- Výroba mraženého jemného pečiva, ruční výroba Deli

Na začátku linky se mouka a další ingredience zpracovávají na těsto, ze kterého se připraví výsledný produkt, který putuje dál do pece a na zabalení. Výjimku tvoří linka P3, takzvaná „donutová“ linka, ve které se místo pece nachází fritovací vana s olejem. Linky L1 až L4 a P3 se nachází za administrativní budovou. Na konci linek

se nachází balící centrum, na které navazují skladovací prostory a oddělení expedice, kde jsou výrobky nakládány do nákladních vozů na přepravu k zákazníkům. Kolmo vůči linkám L1 až L4 jsou linky L6 až L9, P1 a P2, které rovněž končí v balícím centru. V prvním patře nad balícím centrem se nachází linka ruční výroby Deli. Součástí skladovacích prostor je automatizovaný mrazicí sklad HBWH (High bay Warehouse – výškový sklad) nacházející se na východní straně podniku a slouží k šokovému zmrazení výrobků. Teplota v tomto automatizovaném skladě je konstantně -25 °C a má kapacitu až 27 tisíc palet.

Součástí mrazírenských technologií jsou celkem tři strojovny (S1, S2 a S3). Strojovna S1 vyrábí chlad pro šokové chlazení pro linky L1 až L4 a P3 a nachází se v blízkosti kotelny K3. Pro linky L6 až L9, P1 a P2 poskytuje chlad strojovna S2, která je vedle kotelny K6. Pro automatizovaný mrazicí sklad HBWH je chlad tvořen ve strojovně S3, která se nachází v 3. patře budovy skladu. Ve strojovnách jsou umístěny zařízení chladících okruhů, především čerpadla, čpavku a okruhů CO<sub>2</sub>.

Zásobování téměř všech vstupních materiálů probíhá přes sklad surovin nacházející se vedle oddělení expedice. Jediné zásobování, které probíhá mimo tento terminál, je zásobování moukou. To probíhá přes celkem 13 sil, která se nachází na vnějších stranách budov blízko začátku jednotlivých linek. Díky tomu jediná doprava uvnitř areálu jsou osobní vozidla zaměstnanců (především z řad managementu), nákladní vozy dovážející mouku a vozidla jezdící do společnosti DS.

Celý areál má dva vstupní body, přičemž první slouží pro zásobování a odvoz zboží a druhým pak vjíždí dovnitř areálu zaměstnanci, zásobování moukou a dopravní obsluha do druhé společnosti v areálu. Naproti vrátnici, přes kterou se vjíždí do vnitřních prostor areálu společnosti, se nachází ubytovna pro zaměstnance. Na severní straně podniku se nachází regulační stanice plynu, která zásobuje celý podnik zemním plynem.

## 2.5 Zdroje rizik

Pro výběr rizik a jejich zdrojů ohrožující zkoumaný podnik byla zásadní kritéria na základě relevance a očekávatelnosti. Cílem tohoto výběru je do analýzy zahrnout jen hrozby, které podniku reálně hrozí a lze jejich vznik očekávat a předpovědět. Proto například nebude zahrnuta do analýzy hrozba mimozemské invaze, ačkoliv ji na základě pravděpodobnosti nelze vyloučit a zároveň skoro určitě závažně ovlivní podstatně větší území než má za cíl tato analýza. Smyslem této práce je poskytnout přehled zdrojů rizik, které ohrožují zdraví a životy lidí uvnitř podniku, v jeho nejbližším okolí a mohly by způsobit závažné škody na životním prostředí a majetku.

Důležitým kritériem pro zařazení některých rizik byla jejich možná příčinná souvislost pro jiné nepříznivé události. Z tohoto důvodu budou v následujícím popisu jednotlivých rizik figurovat i relativně běžné události, obvykle mívající jen malé či dokonce nevýznamné následky. Podstata jejich nebezpečí je dána především možnou synergií s jinými událostmi, což by vedlo k závažnějším následkům a potenciálně by to mohlo zapříčinit vznik i dalších událostí. Typickým příkladem jevu, který může být iniciační událostí pro další, je požár. Zdroje jednotlivých rizik jsou rozděleny do dvou skupin a to na ty, které jsou způsobeny činností člověka (antropogenní) a na ty vzniklé působením přírodních sil. Vzhledem k dominantnímu postavení rizika požáru a výbuchu jsou jejich podkapitoly doplněny o stručný teoretický základ pro jejich lepší pochopení.

### 2.5.1 Antropogenní rizika

Mezi antropogenní rizika, neboli způsobená člověkem, patří nejen přímá činnost člověka, ale i rizika odvíjející se z používání techniky a technologií.



## **Havárie v okolí**

Bezpečnost podniku je ovlivněna i okolními objekty jako například Lego Production s.r.o. nebo DS sdílející areál se společností LL. Riziko představuje zejména zvýšený provoz uvnitř areálu, kde se pohybují osobní auta zaměstnanců a nákladní vozy zásobující výrobu moukou. Dalším riziko spočívá v případě, kdy by došlo k úniku nebezpečné látky u sousedních společností, protože by budovy LL mohly být zasaženy danou látkou. Další možnou nepříznivou událostí by byl požár, který by se jednak mohl šířit a dále by mohl vytvářet nebezpečné produkty hoření, například kyanid. V obou výše nastíněných událostech by situace mohla vynutit přerušování výroby a evakuaci podniku.

## **Únik nebezpečné látky a zemního plynu**

Výrobu zamraženého pečiva přímo podmiňují technologie spjaté s pečením a mrazírenské technologie. Jako palivo pro pece slouží zemní plyn, který je rozveden od regulační stanice až k jednotlivým linkám a kotelnám. Riziko, které při úniku plynu představuje, je především možnost požáru a výbuchu. Při koncentraci mezi 4 % až 17 % se tvoří výbušná atmosféra a při kontaktu s otevřeným ohněm, jiskrou nebo jiným iniciačním zdrojem dojde k výbuchu. Dle bezpečnostního listu nemá zemní plyn toxické ani otravné účinky, pouze může způsobit při vyšších koncentracích udušení. Další nebezpečí hrozí při expanzi, kdy je rozdíl tlaku 15 atmosfér a vyšší. Za této podmínky dochází k prudkému ochlazení plynu a možnému vzniku námrazy v okolí úniku a omrzlin u lidí. (15)

V chladicí technologii se jako média využívají amoniak, oxid uhličitý a vodný roztok monopropylenglykolu. Systém tvoří celkem tři okruhy, každý s vlastní strojovnou, které zásobují chladem linky a sklady. Největší riziko pro svoji toxicitu představuje amoniak, kterého je celkem 10 tun. Pro člověka je amoniak nebezpečný z důvodu nebezpečí poleptání očí, kůže i dýchacích cest. (16) Jeho další nebezpečnou vlastností je schopnost vytvořit výbušnou směs se vzduchem (meze výbušnosti jsou

mezi 15 % a 28 %). Vzhledem k tomu, že veškerý čpavek je v okruhu v potrubí, případný únik by měl charakter tzv. kontinuálního úniku.

Dále používané chladivo v podniku, CO<sub>2</sub>, je pro člověka nebezpečné v případě, kdy se při větším úniku snižuje koncentrace kyslíku v ovzduší. Dle bezpečnostního listu působí oxid uhličitý dusivě ve vyšších koncentracích. (17) Ačkoliv má oxid uhličitý za běžného stavu podobnou hustotu jako vzduch, při úniku z tlakové nádoby může dojít k podchlazení plynu a vzniku takzvaného podchlazeného mraku těžkého plynu, který má relativní hustotu vyšší než vzduch a drží se při zemi. Protože je to plyn bez zápachu, není únik tak nápadný jako v případě zemního plynu nebo amoniaku.

### **Dopravní nehoda**

Na jižní hranici areálu podniku se nachází silnice 10138, po které probíhá veškeré materiální i personální zásobování podniku. Dopravní nehoda na této silnici může způsobit značné komplikace, pokud dojde k omezení její průjezdnosti. V běžné situaci to může narušit, případně i zastavit výrobu z důvodu narušení logistiky. Kritická může být nehoda na této silnici v situaci, pokud by byla potřeba zásah HZS v areálu podniku a bylo by nutné přijet z druhé strany nebo dokonce hledat jiný přístup. Nelze ani vyloučit havárii při přepravě nebezpečné látky, nicméně není to příliš pravděpodobné, protože silnice před podnikem netvoří přístupovou cestu pro jiný podnik než je LL nebo DS.

Poměrně nebezpečná by však mohla být nehoda uvnitř podniku a to z důvodu možného požáru havarovaného vozidla anebo případné narušení integrity továrny a poškození dalších technologií. Nejhorší možný scénář je pravděpodobně, kdy nákladní vozidlo narazí do některé ze strojoven a způsobí závažný požár spojený s únikem amoniaku. Zároveň proražení stěny omezí funkčnost nainstalovaného protipožárního zařízení fungujícího na principu snížení obsahu kyslíku za pomoci inertního hasícího plynu. Další zranitelné místo ohrožené dopravou uvnitř podniku

je nadzemní vedení plynu. Obě zmíněné varianty (náráz vozidla do budovy nebo požár vozidla), případně jejich kombinace, by tak mohly být iniciační událostí pro další nepříznivé události.

Necelých 200 metrů východně od podniku vede železniční trať vedoucí z Pleteného Újezdu do Kladna. Vzhledem k vzdálenosti od dráhy lze předpokládat, že vykolejení vlakové soupravy by nezpůsobilo větší škody a pravděpodobně ani nezapříčinilo jinou událost (jen dopravní omezení vyplývající z nehody a následných záchranných a likvidačních prací). Jiná situace by byla, pokud by to byla přeprava nebezpečných látek (kterou nelze vyloučit) a došlo by k úniku, který by mohl zasáhnout podnik.

V jihozápadním směru, ve vzdálenosti přibližně půl druhého kilometru, se nachází letiště Kladno, které tak představuje zdroj rizika pádu letadla do areálu společnosti. Letiště je vybaveno pouze jedinou drahou (respektive dvěma, pokud se počítá provoz na té samé dráze v opačném směru). Díky vzdálenosti a především úhlu dráhy vůči podniku je pád letounu spojený se vzletem či přistáním jen málo pravděpodobný. Riziko pádu však může představovat manévr předcházející přistání, a to vyčkávací kroužení (letoun čeká, až na něj přijde řada na přistání), kdy už se letoun teoreticky může přiblížit podniku. Dalším důležitým aspektem je fakt, že dráha letiště je travnatá a relativně krátká, tudíž tam mohou přistávat jen menší a lehčí stroje, především jednomotorové sportovní stroje a takzvané ultralighty, neboli létající stroje se vzletovou hmotností menší než 450 kg. Díky menší velikosti, váze a rychlosti jsou významně limitovány škody, jaké letadlo svým pádem může způsobit. Nicméně stále může pád letadla zapříčinit závažnější událost, například kdyby spadlo na plynovod. Nelze ovšem vyloučit pád většího dopravního letadla vzhledem k hustotě leteckého provozu nad Českou republikou a nedalekému Letišti Václava Havla. Naštěstí pády dopravních letadel jsou méně časté než u těch menších strojů.



Obrázek 3 - Prostor mezi LL a železnicí po pravé straně za křovím (zdroj: autor)

### **Terorismus, sabotáž a aktivní střelec**

Nevylučitelným rizikem, které společnosti hrozí, je že by se mohla stát cílem útoku. Motivací by mohla být přítomnost nebezpečných látek, především amoniaku, který by mohl způsobit velké škody. Vzhledem k tomu, že téměř veškerý čpavek je ve chladícím okruhu, je jeho užití pro účely terorismu limitováno na nejbližší okolí ve formě úniku. Navíc se nejedná o tzv. měkký cíl, koncentrace osob je tu na dané zabezpečení relativně nízká a netvoří tak vhodný cíl pro útok.

Co se týče možného násilí na zaměstnancích, nelze považovat podnik LL za příliš pravděpodobný cíl externího útočníka, protože lze jednoduše najít lepší cíle s daleko menším zabezpečením a větší koncentrací lidí. Jako potenciální strůjce případného útoku na podnik se jeví nejvíce pravděpodobný některý její současný či bývalý zaměstnanec (pro kterého ovšem bude složitější se do objektu dostat), který by tak řešil osobní spory z pracoviště. Podobný profil pachatele lze očekávat i v případě sabotáže, u které by mohla hrát větší roli msta vůči firmě než vůči spolupracovníkům. V obou situacích by pro útočníka byla důležitá znalost podniku,

aby se v něm mohl rychle pohybovat a věděl, kde a jak má útočit. Samotná sabotáž by mohla mít podobu například poškození vybavení podniku, založení požáru nebo prostřednictvím výrobků, zejména v rámci jejich bezpečnosti. Vzhledem k vymezení práce a složitosti problematiky bezpečnosti potravin se tato práce nebude sabotáží výrobků zabývat.

Další možnou formou úmyslného násilí může být aktivní střelec. Motivace bude podobná jako v předchozích variantách jen zde by byl zcela jasný úmysl zabít. Pokud nebude nikdo další v podniku ozbrojený, nelze očekávat, že by se případný útok dal zastavit dříve, než dorazí policie. Lze předpokládat, že nejvíce pravděpodobným cílem bude administrativní budova, díky přítomnosti vedení podniku, které může být zdrojem motivace útoku (msta propuštěného zaměstnance). Nicméně nelze vyloučit, že by útok mohl začít v jiné části podniku. (18)

### **Požár**

Hoření je fyzikálně chemická reakce a vzniká při ní světlo, teplo (exotermická reakce) a kouř. Podle teorie hoření je pro samotné hoření nezbytné vzájemné působení třech komponentů (tvořící takzvaný trojúhelník hoření): palivo, oxidační činidlo (nejčastěji vzduch) a zdroj zapálení. Pokud není při hoření dostatek oxidačního činidla, dochází k nedokonalému hoření, při kterém vznikají produkty schopné dalšího podílení na hoření. (19) Typickým příkladem produktu nedokonalého hoření je oxid uhelnatý, který vzniká místo oxidu uhličitého.

Způsoby, jakými se teplo vzniklé během hoření působí na své okolí a jak se šíří, je vedením, prouděním a radiací. Vedení tepla spočívá v přenosu tepla v rámci jednoho či více předmětů ve fyzickém kontaktu. Schopnost předmětu vést teplo je přímo určená jeho tepelnou vodivostí (dobré jsou v tomto směru kovy). Nebezpečí spočívá v šíření požáru například přes ocelové nosníky a konstrukce do dalších místností. Proudění tepla při požáru dochází vlivem ohřátého vzduchu a kouře,

který stoupá ke stropu a ohřívá ho. Může tak způsobit další rychlé šíření požáru a zároveň díky rostoucí spotřebě kyslíku zapříčinit nedokonalé hoření v rámci místnosti a vznik nebezpečných produktů hoření. Poslední způsobem šíření tepla je pomocí radiace infračerveného záření, také popisované jako takzvané sálavé teplo. Na své okolí působí tím, že ohřívá ozářené předměty a na „dálku“ tak může šířit požár. Další problém, který kromě šíření požáru, sálavé teplo představuje je zamezení přiblížení ke svému zdroji, což komplikuje následný zásah. (20)

Pro člověka při požáru hrozí největší riziko především od kouře, dle tiskového mluvčí HZS ČR tři ze čtyř obětí požáru zemřou vlivem nadýchání toxických zplodin kouře, jakými jsou například oxid uhelnatý nebo kyanid. (21) Mezi další nebezpečné vlastnosti kouře patří mimo jiné jeho vysoká teplota (riziko popálení horních cest dýchacích) a omezení schopnosti orientace, zejména v uzavřených prostorech. Nebezpečná synergie pak vzniká mezi kouřem a sálavým teplem, kdy sálavé teplo od plamenů přehradí cestu a kouř sníží viditelnost, zamezí nalezení jiné cesty a způsobí člověku smrt. Hlavním prostředkem na ochranu člověka v prostředí požáru z těchto důvodů tvoří hlavně speciální oblečení stínící žár a nezávislý dýchací systém, který nositeli poskytuje bezpečný vzduch z tlakové lahve. (22)

V technických normách je rozlišování jednotlivých druhů požárů zohledněno v normě ČSN 2, která mimo jiné stanovuje jednotlivé třídy požáru. Základní rozdělení požáru podle této normy vypadá následovně: A (požár pevných látek), B (požár kapalin), C (požár plynů), D (požár plynů) a F (požár jedlých olejů). Význam tohoto dělení spočívá pro výběr metody hašení, které je pro daný typ požáru vhodná.

Dalším možným tříděním požáru je to, které zohledňuje nejen palivo požáru, ale i další okolnosti požáru. Tato typologie je mimo jiné používána v simulačně-modelačních programech jakým je například americká ALOHA. Mezi základní typy požáru patří mimo jiné:

- flash fire (bleskový požár)
- jet fire (tryskový plamen)
- pool fire (požár kaluže)
- vapor cloud explosion(výbuch oblaku par)

Smyslem tohoto rozdělení je zohlednit nejen jaká látka hoří, ale i jakým způsobem a jak bude působit na své okolí. Je to zásadní z toho důvodu, že identická látka bude odlišně šířit teplo ve svém okolí a bude třeba zvolit jiný postup zásahu.

Pool Fire je typ požáru, při kterém hoří rozlitá kapalná hořlavina. Velikost plamene determinuje vztah mezi vzniklým teplem a teplem potřebným na vypařování kapaliny. Tento typ požáru je obtížně kontrolovatelný a při nevhodné metodě hašení hrozí šíření vlivem hořící kapaliny. Při požáru typu Jet Fire dochází k hoření směsi vzduchu a kapaliny nebo plynu unikající z tlakového vedení či nádoby. Na velikost plamene má vliv především rozdíl tlaku a průtok unikající hořlaviny. (23)

Tak trochu zvláštní skupinu požárů tvoří směsi vzduchu a hořlavých látek ve formě plynu, aerosolu nebo prachu. Charakter průběhu samotného požáru je pak dán koncentrací hořlaviny ve vzduchu a prostředí ve kterém probíhá. Za určitých okolností tak už nemusí dojít k požáru, ale k přímo výbuchu s tím, jak roste rychlost šíření reakce ve směsi a vzniká větší přetlak (více v kapitole o výbuchu). Jedním z parametrů je uzavřenost místa výbuchu, kdy na průběh děje bude mít značný vliv poměr velikosti místnosti a množství směsi v ní. Logicky v menší místnosti vznikne větší přetlak a dojde k větším škodám, než kdyby stejné množství bylo iniciováno v místnosti větší nebo dokonce v částečně otevřeném prostoru. Za příklad typů požáru a výbuchu hořlavé směsi se vzduchem lze uvést bleskový požár (Flash Fire), při kterém nevzniká významný přetlak na rozdíl od výbuchu oblaku par (VCE-Vapor Cloud Explosion). Toto není taxativní výčet všech druhů požáru, ale jen velice stručné popsání několika konkrétních příkladů, které lze za případné nepříznivé události v podniku LL čekat. (23) (24) (25)

Dle Dokumentace o začlenění do kategorií požární ochrany jsou požární úseky továrny rozděleny na úseky se zvýšeným požárním nebezpečím a bez zvýšeného požárního nebezpečí, žádný úsek nebyl kategorizován jako s vysokým požárním nebezpečím. (26) Stanovení jednotlivých kategorií činností podle míry požárního nebezpečí je dle §4 zákona České národní rady o požární ochraně č. 133/1985 Sb. Konkrétním kritéria, která určila míru požárního nebezpečí uvnitř jednotlivých úseků v této továrně, byla dle §4, odst. 2, písmena b), c), d), e) a j). Jinými slovy k začlenění požárních jednotlivých úseků vedla přítomnost konkrétních hořlavých látek překračující určené množství (písm. b)), přítomnost hořlavého prachu (zejména když je usazený ve vrstvě jeden milimetr a větší) a nevyhnutelnost vzniku výbušné atmosféry (písm. c)), nahodilé požární zatížení 120 kg/m<sup>2</sup> nebo 15 kg/m<sup>2</sup> za přítomnosti 3 a více zaměstnanců (písm. e) a d)) a nestandardní podmínky případného zásahu (písm. j)). (27) Nebezpečí výbušné atmosféry a přítomnosti hořlavého prachu se týká především prostor, ve kterých se manipuluje s moukou a dalšími surovinami v podobě jemného prachu. Zejména se jedná o moučnou silu, vnitřní zásobníky a výrobní linky. Při hodnocení rizika je třeba vzít i v úvahu nestandardní podmínky, kdy například by vlivem defektu na dopravníku mohlo dojít vyvržení mouky do volného prostoru mimo linku a vytvoření oblaku s rizikem vzniku výbušné atmosféry. Kromě výše zmíněných sil se nebezpečí zvýšeného požárního zatížení týká i skladovacích prostor a výrobních linek.

## **Výbuch**

Výbuch lze definovat jako fyzikálně-chemický děj s velice krátkým průběhem, při kterém dojde k uvolnění značného množství energie. Exploze lze rozdělit do dvou hlavních kategorií podle svého zdroje, zdali je jím fyzikální děj či chemická reakce. Jako příklad výbuchu s fyzikální podstatou lze uvést výbuch zásobníku stlačené látky, který vlivem překročení limitu tlaku či vadou materiálu zásobníku exploduje. Zásadním kritériem pro fyzikální výbuch je, že na začátku a konci tohoto děje jsou stejné látky. U chemické exploze jsou na konci děje jiné látky než na začátku a stejně jako u hoření je potřeba palivo, oxidační prostředek a iniciační zdroj. Energie, která



vzniká u chemického výbuchu, je především ve formě tepla, světla a plynů, které díky svému množství a rozpínání způsobí tlakovou vlnu. Proto základními projevy výbuchu jsou tlaková vlna, sálavé teplo (krátkodobě) a střepinový účinek předmětů nacházející se v blízkosti exploze. Největší dosah působení mají střepiny, menší pak tlaková vlna a nejmenší má pak tepelné záření. (28)

Jednou z nejčastější forem výbuchu, s jakou se lze mimo oblast vojenství (a těžebního průmyslu) setkat je výbuch tzv. výbušné směsi, která se skládá ze vzduchu a hořlavé látky ve formě prachu či aerosolu. Podmínkou pro vznik exploze je výbušná koncentrace látky ve vzduchu a přítomnost iniciačního zdroje. Mezi hlavní vlastnosti látky, které určují její nebezpečnost v rámci výbuchu, patří dle Mokoše (29) mimo jiné:

- spodní mez výbušnosti
- teplota vznícení rozvířeného prachu
- teplota vznícení usazeného prachu
- teplota vzplanutí usazeného prachu
- teplota žhnutí usazeného prachu
- výbuchové parametry (charakterizují nárůst tlaku během výbuchu)
- minimální iniciační energie

Chování látky při výbuchu není dáno jen jejím chemickým složením, ale i stupněm rozmělnění. Mokoš tento vliv vysvětluje takto: „*Stupeň rozmělnění pevné látky má podstatný vliv na požární nebezpečí látky. Snižuje teplotu vznícení, a tak se může stát, že látka v kompaktním stavu, za normálních podmínek nehořlavá, ve formě prachu velice dobře hoří a vybuchuje. Lze říci, že ve formě prachu hoří téměř všechny látky s výjimkou čistě anorganických, jako je dolomit, vápenec a další oxidy a soli kovů.*“. Dále pak uvádí, že mezi koncentrací látky ve vzduchu a výbuchovým tlakem (a brizancí) je přímá úměra a tedy s rostoucí koncentrací roste i tlak. Rovněž i uvádí jakou roli hraje v rámci výbuchu uzavřenost prostoru na nárůst tlaku, především potrubí, které může i řádově zvyšovat výbuchový tlak a detonační rychlost. Nebezpečné je to mimo jiné

kvůli šíření výbuchu v situaci, kdy potrubím jsou propojeny jednotlivé uzavřené nádoby.

Nebezpečným aspektem výbuchu prachu je riziko tzv. kaskádové exploze, kdy tlaková vlna jednoho výbuchu zvedne usazený prach a vyvolá tak další, často podstatně silnější explozi. Tento jev se pak může opakovat až do doby, kdy už výbuchem se nevytvoří další výbušná koncentrace. Nebezpečné je díky tomu, jak relativně malé množství prachu může spustit takhle nebezpečný jev a je snadné toto riziko podcenit.

V rámci charakterizování výbuchu se rozlišují dva způsoby šíření výbušné reakce ve výbušném materiálu, a to na deflagraci a detonaci. Při deflagraci dochází k iniciaci nespálené výbušné směsi na základě přenosu tepla a ohřevu na teplotu vznícení. Při detonaci dochází k vznícení vlivem tlakové vlny, která stlačením ohřeje výbušnou směs. Mez kdy výbuch probíhá detonací a kdy ještě deflagrací je dána rychlostí šíření reakce. Pokud je rychlejší než rychlost zvuku v té směsi, tak se již jedná o detonaci. (30)

U podniku LL lze jako jeden z hlavních zdrojů potenciálního výbuchu považovat sypké suroviny v podobě prachu, jako je například mouka, cukr a další podobné přísady do pečiva. Nejvíce dominantní postavení mezi nimi má mouka, která je v podniku kvůli velké spotřebě skladována v silech, kde je vznik výbušné atmosféry pravděpodobný. Na sila navazuje systém potrubí a šnekových dopravníků distribuující mouku k jednotlivým linkám. Tyto dopravníky jsou uzavřeny a je v nich možný vznik výbušné koncentrace za běžného provozu. Riziko výbuchu pak hrozí kromě sil i v dalších prostorách, kde manipulováno s moukou, například na začátku výrobních linek, kde se mouka ve hnětačích zpracovává na těsto. Za nestandardních podmínek (lidská chyba nebo porucha některého zařízení) zde nelze vyloučit vznik výbušné atmosféry.

Dalším možným prvkem výroby, kde lze předpokládat riziko výbuchu, jsou nákladní vozidla zásobující podnik moukou. Tyto vozidla jsou nejčastěji v podobě kamiónu s cisternou určenou pro převoz sypkých materiálů. Jejich vyprazdňování probíhá za použití stlačeného vzduchu a zvednutí přední části cisterny, aby se mouka sesypala k výpusti, odkud je hadicí plněna do sila. Pro bezpečný průběh přečerpání mouky je nezbytné, aby byla cisterna během úkonu uzemněna a nehrozila tak iniciace výbušné směsi mouky.

Při hodnocení rizika výbuchu je nutné neopomenout možný výbuch v souvislosti s případným únikem zemního plynu či amoniaku z chladicího okruhu nebo z některé ze strojoven. Obecně vzato je výbuch nebezpečný nejen svými následky, ale především možnosti vzniku domino-efektu s dalšími událostmi a dále i tím, jak jednoduše může dojít k výbuchu mouky (stačí i malý vzhledem k riziku kaskádového výbuchu) vlivem lidské chyby či nedbalosti.

### **2.5.2 Přírodní hrozby**

Přírodními hrozbami se rozumí hrozby jejichž původcem je příroda. Jedná se zejména o jevy způsobené specifickými atmosférickými, hydrologickými i geologickými podmínkami a jejich vzájemnou kombinací.

#### **Povodně**

Díky poloze podniku lze považovat velice nepravděpodobnou možnost zatopením vlivem povodní, protože se podnik nachází v relativně rovinném terénu a v okolí se nenachází větší vodní tok, který by mohl podnik ohrozit. To potvrzují i mapy záplavového území, kde nejbližší záplavové území se nachází ve vzdálenosti přibližně 600 metrů jižním směrem a tvoří ho Zákolanský potok pramenící u Pleteného Újezdu.

## **Sesuv půdy**

Sesuv půdy také nelze považovat za příliš pravděpodobný, protože areál se nachází na jen mírném svahu a terén nad ním tvoří les, který terén zpevňuje.

## **Lesní požár**

Za pravděpodobné riziko lze považovat lesní požár v případném období sucha, protože areál sousedí s lesem na západní a částečně i na severní straně. Tento jev by byl umocněn i převládajícím západním větrem, který by způsobil šíření požáru směrem k podniku. Následek tohoto jevu je v nejhorším případě rozšíření požáru do areálu a následný požár podniku. V méně závažných případech je možné, že bude nutná evakuace podniku z preventivních důvodů.

## **Extrémní projevy počasí**

Extrémní klimatické jevy ve smyslu nadměrných srážek, extrémních teplot a silného větru nevytváří příliš velké riziko pro podnik, za běžných okolností dojde přinejhorším k přerušení výroby. Jejich dopad je spíše malý, lokalizovaný především na vnější plášť budovy, kde se projevuje zvýšeným opotřebením. Riziko by toto opotřebením mohlo představovat v případě zanedbání údržby, kdyby například mohlo dojít k zatékání do vnitřních prostor budovy a mohlo by to způsobit zkrat některého elektrického zařízení. Za citlivá místa v případě extrémních povětrnostních podmínek lze považovat sila na mouku, vedení plynu, výparníky pro systém chlazení (umístěné na střeších strojoven) a okna administrativní budovy. Pro tyto prvky představuje ohrožení předměty unesené větrem fungující jako projektily, které by v případě oken ohrozily osoby v místnosti nebo v případě plynového vedení způsobit požár. Dalším prvkem výroby, který by byl ohrožen nestandardními větrnými podmínkami by byly nákladní vozidla a kamiony odvázející a přivážející materiál do podniku. Nebezpečí, které jim v tom případě hrozí je převrácení vlivem bočního větru, případně naražení do jiného vozidla či části továrny a možné spuštění další události, například poškodit plynové vedení a způsobit závažný požár. Nicméně je v pravděpodobné, že by za takových

povětrnostních podmínek byla výroba omezena nebo pozastavena z důvodu, jednak z preventivních důvodů na zabránění nehody, nemožnosti zásobování anebo i z důvodu přerušení dodávek elektrického proudu, které by bylo způsobeno vlivem vichřice na elektrickou přenosovou síť.

### 3 CÍL PRÁCE

Cílem práce je provést analýzu rizik v podniku La Lorraine a.s a navrhnout plán pro řešení nejzávažnějších mimořádných situací. Teoretická část má za cíl přiblížit problematiku analýzy rizik, popsat podnik a identifikovat rizika, která mu hrozí. V praktické části je provedena analýza za pomoci metody KARS a na základě jejich výsledků jsou podrobněji zkoumána jednotlivá rizika v rámci podniku. V rámci jednotlivých zkoumání budou popisovány důležité aspekty daného rizika, přijatá opatření a možný vývoj nepříznivé události. Na základě těchto informací pak budou navržena další případná opatření minimalizující konkrétní riziko. Díky tomu tak vznikne přehled těch nejzávažnějších rizik v podniku LL. Práce se dále zabývá návrhem plánu na řešení úniku amoniaku, který v době blízké po odevzdání této práce stane součástí vnitropodnikové bezpečnostní dokumentace a směrnic v podniku La Lorraine. Smyslem tohoto dokumentu je podpora rozhodování při dané události, s cílem omezit dopady na zdraví a životy zaměstnanců a okolních obyvatel. Plán se proto bude skládat ze dvou částí, konkrétně z informační a operační. Informační bude sdružovat důležité informace a kontakty, zatímco operační část se bude zabývat popisem a posloupností jednotlivých úkonů během řešení dané události.

## 4 METODIKA

Vzhledem k cíli práce byly vybrány dvě metody, pomocí kterých bude provedena analýza rizik. Jako první bude použita metoda KARS, díky které budou vybrána nejvýznamnější rizika. Tyto rizika budou dále rozebrána blíže za pomoci metody bezpečnostní prohlídky, která se zaměří na zkoumání uplatněných opatření, odhadnutí průběhu případné nepříznivé události a navrhnutí nových opatření vůči tomu.

### 4.1 Analýza KARS

Pro analyzování rizik v rámci provozu podniku LL byla vybrána metoda KARS neboli kvalitativní analýza rizik s využitím jejich souvztažnosti. Touto metodou se zabýval Ing. Štefan Pacinda Ph.D. ve své disertační práci. Hlavním důvodem pro vybrání této metody byla schopnost prioritizovat rizika s ohledem na jejich vzájemné působení u tak složitého systému jako je podnik LL. Mezi další aspekty, které ovlivnily volbu metody, byla relativní nenáročnost a celková vhodnost pro zaměření této práce. Výstupem této analýzy je graf, ze kterého lze vyčíst jakým rizikům se máme věnovat nejdříve a která mohou počkat a následné vyhodnocení. Pro vypracování této práce byl využit postup popsany ve skriptech Matematického ústavu Slezské univerzity v Opavě. (31)

#### 4.1.1 Postup při metodě KARS

Jako první se u této metody zpracovává soupis rizik, přičemž čím podrobnější je, tím více objektivní a relevantní celá analýza je. Následuje vytvoření tabulky souvztažností a její následné vyplnění, kdy základním pravidlem je, že riziko nemůže vyvolat samo sebe. Tabulka se vyplňuje po řádcích zleva doprava, pokud riziko na daném řádku ( $R_i$ ) může způsobit riziko ve sloupečku ( $R_j$ ), zapíše se 1. V případě že ne 0.

Tabulka 1 - Tabulka souvztázností

	Riziko	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
1		0								
2			0							
3				0						
4					0					
5						0				
6							0			
7								0		
8									0	
Σ										

Po sečtení všech řádků a sloupců se vytvoří tabulka koeficientů aktivit a pasivit všech rizik. Výpočet těchto koeficientů je podle následujících vzorců:

$$\text{Pro aktivitu rizika se používá součet z řádku Ri: } K_{ARi} = \frac{\sum 1R_i}{x-1} \cdot 100$$

$$\text{Pro pasivitu rizika se používá součet ze sloupce Rj: } K_{PRi} = \frac{\sum 1R_j}{x-1} \cdot 100$$

Následně se sestaví bodový graf, kdy jednotlivé osy jsou tvořeny koeficienty rizik a umístění jednotlivých rizik v grafu je tak dáno jejich koeficienty. Do grafu se dále vyznačí další dvě osy,  $O_1$  a  $O_2$ , které rozdělí graf na čtyři kvadranty, podle zvoleného procentuálního pokrytí rizik. Běžná používaná hodnota je 80 %.

$$\text{Výpočet osy 1 } O_1 = K_{A_{Max}} - \frac{K_{A_{Max}} - K_{A_{Min}}}{100} \cdot 80$$

$$\text{Výpočet osy 2 } O_2 = K_{P_{Max}} - \frac{K_{P_{Max}} - K_{P_{Min}}}{100} \cdot 80$$

Tím vzniknou čtyři oblasti rizik na grafu:

- Primárně i sekundárně nebezpečných
- Primárně nebezpečných
- Sekundárně nebezpečných
- Relativně bezpečných

Výsledkem této analýzy je pak kompletní graf, ve kterém jsou díky vyznačeným osám roztríděna rizika podle jejich souvztáznosti.



## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Analýza pomoci metody KARS

Při vyhodnocování tabulky souvztažnosti rizik (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) byly zásadními faktory umístění jednotlivých zdrojů rizik, kdy blízkost jednotlivých technologií přímo ovlivňovala vzájemnou schopnost pro jednotlivá rizika působit na ostatní. Z tohoto pohledu byly důležitými místy zejména strojovny chlazení, protože být přímo zdrojem rizika požáru, výbuchu nebo úniku amoniaku. V případě výbuchu pak byly důležitý zejména systém pro distribuci mouky, který je zdrojem rizika výbuchu a u sil zásobující linky 1 až 4 hrozí při případném výbuchu poškození plynovodu, regulační stanice plynu, strojovny chlazení nebo i plynové kotelny. Dopravní nehoda uvnitř podniku je nebezpečná zejména z možnosti poškození některé ze strojoven nebo plynovodu. Naopak rizika vyplývající z extrémů počasí nebo násilného chování mají relativně malý vliv, protože mají jen omezenou schopnost iniciovat závažnější rizika (např. požár).

Tabulka 2 - Tabulka souvztažnosti rizik pro LL

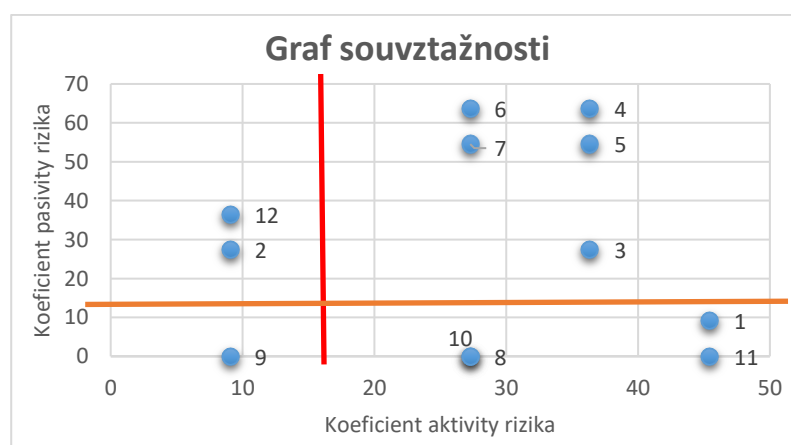
Rizika	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
1 Pád letadla	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	5
2 Dopravní nehoda mimo areál	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3 Dopravní nehoda v podniku	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
4 Požár v podniku	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	4
5 Výbuch	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4
6 Únik amoniaku	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
7 Únik zemního plynu	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
8 Vichřice	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
9 Povodeň	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10 Úmyslné násilí (terorismus, aktivní střelec)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11 Sabotáž	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	5
12 Požár mimo areál podniku	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Σ	1	3	3	7	6	7	6	0	0	0	0	4	

Na základě tabulky souvztažnosti pak byly vypočteny koeficienty aktivity a pasivity jednotlivých rizik. Tyto koeficienty procentuálně vyjadřují kolik rizik je konkrétní riziko schopno vyvolat nebo být jinými vyvoláno.

Tabulka 3 - Tabulka koeficientů aktivity a pasivity rizik

Riziko	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$K_{ARI}$	45	9	36	36	36	27	27	27	9	27	45	9
$K_{PRI}$	9	27	27	64	55	64	55	0	0	0	0	36

Na základě koeficientů (v Tabulka 3) byly vypočteny osy  $O_1$  a  $O_2$  při použití 80 % pokrytí všech rizik. Po zanesení os do grafu jsou rizika rozdělena do čtyř kvadrantů. Kvadrant vpravo nahoře patří rizikům primárně i sekundárně nebezpečným, vpravo dole primárně nebezpečným, vlevo nahoře sekundárně nebezpečným a vlevo dole relativně bezpečným.



Obrázek 4 - Graf souvztažnosti rizik

$$O_1 = 16 \text{ (80\%)}$$

$$O_2 = 13 \text{ (80\%)}$$

**Primárně i sekundárně nebezpečná rizika:**

Požár  
Dopravní nehoda uvnitř podniku  
Výbuch  
Únik amoniaku  
Únik zemního plynu

**Primárně nebezpečná rizika:**

Pád letadla  
Sabotáž  
Úmyslná násilná činnost  
Vichřice

**Sekundárně nebezpečná rizika:**

Požár mimo areál firmy  
Dopravní nehoda mimo podnik

**Relativně bezpečná rizika:**

Povodně

## 5.2 Bližší zkoumání jednotlivých rizik

Z analýzy KARS zcela jasně vyplynulo, že nejvíce nebezpečná rizika jsou požár, výbuch, dopravní nehoda v podniku a únik plynu nebo amoniaku. Z toho důvodu budou v následujících kapitolách blíže přiblížena. Smyslem těchto kapitol bude postupně popsat tato rizika v rámci podniku, tedy jak by případná událost mohla vypadat, jaká jsou proti tomu přijata opatření, a naopak co by se ještě dalo přidat. Pro tyto kapitoly bylo vycházeno především z interních dokumentů a směrnic, prohlídek podniku a rozhovorů se zaměstnanci společnosti LL, především EHS managerem Ing. Václavem Švorcem a strojníkem přes systém chlazení Tomášem Grosem.

## 5.3 Dopravní nehoda uvnitř podniku

Významným rizikem ohrožující podnik LL je dopravní nehoda uvnitř objektu. Její bezpečnost spočívá ve schopnosti iniciovat jiné události, zejména požár a únik nebezpečných látek. Uvnitř podniku se nachází jedna komunikace, která vede kolem hlavní budovy a probíhá na ni veškerý vnitřní provoz.



Obrázek 5 - Schéma dopravy uvnitř areálu (červeně) a vedení plynu žlutě (zdroj: google.com)

### 5.3.1 Vybrané scénáře:

#### Náraz do strojovny

Největším rizikem, které plyne z dopravy po areálu, je náraz nákladního vozidla do budovy pekáren, zejména pokud by šlo o jednu ze strojoven. Nebezpečí spočívá v možnosti narušení vnitřního zařízení strojoven, což by mohlo způsobit únik amoniaku, oxidu uhličitého, požár i výbuch. Ačkoliv je strojovna vybavena hasícím zařízením pracujícím na principu snížení obsahu kyslíku, nelze zaručit jeho správnou funkci v případě, že ve zdi strojovny se nachází díra způsobená havarovaným

vozidlem. V případě, že by došlo po nárazu k požáru, by totiž mohlo dojít k unikání hasícího plynu mimo strojovnu a tím výrazně omezit jeho účinek. Následně by tak došlo k rozvoji požáru, který by ohrozil celý podnik. Nejvíce je nárazem ohrožena strojovna S2, protože se nachází přímo proti vjezdu do areálu společnosti DS.

### **Poškození plynovodu**

Další možností, jak by nehoda dopravního vozidla mohla představovat značné riziko, je kolize s plynovodem. Nejvíce zranitelným místem je vedení plynu mezi regulační stanicí a budovou výroby (v blízkosti strojovny S1), kde je plynovod umístěn nad cestou, ve výšce přibližně 5 metrů (viz Obrázek 6). Tímto místem musí projet cisterny přivážející mouku do sil zásobující linky P3 a Deli, zásobování sil pro linky L1 až L4 probíhá přímo pod tímto přemostěním plynovodu. Vzniká tak riziko poškození potrubí vlivem nárazu do sloupu, který vedení podpírá, nebo přímo náraz zvednutou cisternou do plynovodu (v případě, že by se vozidlo rozjelo se zvednutou cisternou). Plynovod dále vede podél administrativní budovy, kde by jeho narušení mohlo vést k požáru budovy. Příčinou této události by byla s největší pravděpodobností nedbalost řidiče, jeho nevolnost nebo úmyslné jednání. Největší rizikem spojené s poškozením plynového potrubí by bylo narušení regulační stanice, protože v ní se převádí tlak ze 300 kPa na 25 kPa rozváděných po podniku a výsledný požár (tryskový plamen) by měl daleko závažnější následky a zároveň by mohly být vyřazeny z činnosti bezpečnostní rychlouzávěry.



Obrázek 6 - Plynovod v blízkosti strojovny S1. Dodávka na snímku není pod vedením plynu (zdroj: autor)

### 5.3.2 Současná opatření

#### Parametry vnitropodnikové silnice

Kromě místa s vedením plynového potrubí přes silnici (Obrázek 6) je hlavní obslužná komunikace uvnitř objektu dostatečně široká pro bezpečný obousměrný provoz. Rychlost uvnitř podniku je omezena na 30 km/h.

#### Bezpečnostní rychlouzávěry plynu

Regulační stanice je vybavena bezpečnostními rychlouzávěry plynu, které slouží především jako ochrana plynovodu a spotřebičů na něj připojených. Jejich funkce spočívá ve velice rychlém uzavření v případě, že je vstupní tlak nižší nebo vyšší než je nastaveno. Chrání tak systém před přetlakem i před havarijním únikem, například již zmíněné přeražení plynovodu cisternou. V regulační stanici jsou celkem čtyři rychlouzávěry, rozděleny po dvou na dvou větvích plynového vedení. Mezní tlaky u první větve jsou 16 a 34 kPa, u druhé 14 a 37 kPa. (32) Nicméně i když tyto ventily zafungují správně, než dojde k poklesu tlaku pod spodní mez, budou stále otevřeny.

I po jejich uzavření bude zemní plyn ještě po omezený časový úsek unikat, protože ho zůstalo zbytkové množství v plynovém potrubí.

### **5.3.3 Možná opatření**

#### **Varovné značky**

Zásadním problémem při vytváření opatření na snížení rizika dopravní nehody je, že doprava mouky je zajišťována pomocí externích firem. Nelze vůbec spoléhat, zda řidič je obeznámen se specifiky podniku či jestli v něm už někdy byl. To prakticky znemožňuje možnost nějakého hlubšího zaškolení řidičů o zranitelných místech v podniku a dalších důležitých tématech. Instruktaž je tak pouze omezena na případné verbální upozornění od vrátných a na letáček poskytnutý při vjezdu. Nejjednodušším a zároveň i nejlevnějším opatřením by proto byla instalace varovných značek, které budou na klíčových místech sdělovat řidičům důležité informace. Podobné značky už v podniku jsou, popisují ale postup přečerpávání mouky do sil. Vhodná značka na doplnění by byla k silům pro linky L1 až L4 (jejichž plnění se nachází u přemostění plynovodu) a varovala by řidiče o přítomnosti zmíněného plynového potrubí. Existuje totiž možnost, že by během práce okolo cisterny mohl řidič „zapomenout“ na vedení plynu, zejména vlivem únavy a kvůli tomu, že jej nebude mít v zorném poli. Rozhodně se nejedná o stoprocentní řešení problému, ale vzhledem k relativně nízkým nákladům se jedná o snadno aplikovatelné opatření, které se snaží omezit lidskou chybu.

#### **Stavební úpravy**

Hlavním předmětem stavebních úprav by měl být podnikový plynovod, respektive jeho nadzemní část. Díky svému umístění je zranitelný vůči kolizi s nákladními vozidly a pokud by došlo k jeho narušení, hrozí únik zemního plynu s možností vzniku tryskového plamene (Jet Fire). Z tohoto důvodu by bylo vhodné zvážit stavební úpravu plynového potrubí, nejlépe schovat pod zem, kde mu nadále nebude hrozit riziko kolize s nákladním vozidlem. Nicméně aplikace tohoto

opatření by nebyla jednoduchá, mimo jiné by vyžadovala zastavení výroby a významně by se zkomplikovala dopravní situace uvnitř podniku. Vhodné by bylo stavební úpravu plynovodu spojit s jinými případnými úpravami, které si vyžádají zastavení výroby.

## 5.4 Únik nebezpečné látky

Vzhledem k tomu, že se podnik LL zabývá výrobou zamraženého pečiva, jsou pro to nezbytné technologie chlazení. Pro vytváření chladu se používá chladicí systém využívající jako pracovní médium amoniak, oxid uhličitý a monpropylenglykol (dále jen jako MPG), respektive vodný roztok. Množství čpavku je přibližně 10 tun a 30 tun v případě CO<sub>2</sub>. Úloha jednotlivých médií v chlazení je následující: chlad se vytváří za pomoci amoniaku, který je následně pomocí tepelných výměníků předán CO<sub>2</sub> a MPG. Použití amoniaku přímo ve spotřebiči je pouze na lince P1 a P2, ostatní zařízení využívají výše zmíněné CO<sub>2</sub> nebo MPG. Mezi hlavní důvody pro použití konkrétního média u spotřebiče patří bezpečnost a jeho fyzikální vlastnosti, které přímo určují jaké teploty lze s ním efektivně dosáhnout. Oxid uhličitý se tak používá u ostatních linek a ve skladech. MPG využívá pak zejména vzduchotechnika, protože není toxický a lze jej využívat v potravinářství. Systémy chlazení jsou řízeny z řídicího centra pro tyto systémy umístěného takřka ve středu výroby. Výhoda použití této technologie spočívá mimo jiné ve využívání daleko menšího množství potenciálně nebezpečného čpavku. Díky tomu je tak podnik LL výrazně pod limitem stanoveným tabulkou č.2 z přílohy zákona č. 224/2015 Sb., který pro čpavek činí 50 tun. Proto nejsou pekárny LL zařazeny jako objekt kategorie A ani B.

Vzhledem k zásadité povaze amoniaku hrozí člověku při expozici podráždění (případně i poleptání) kůže, očí a dýchacích cest, což může vést k edému plic. Dalším jeho nebezpečným projevem je schopnost tvořit výbušnou směs se vzduchem při koncentraci mezi 15 a 28%.



### 5.4.1 Vybrané scénáře

Místa, kde by mohlo dojít k úniku, lze rozdělit do tří skupin: strojovny, chladicí zařízení a systém potrubí mezi nimi. Jako nejvíce pravděpodobné místo úniku lze považovat jednu ze strojoven chlazení, protože se jedná o nejvíce složité části chladicího systému, s velkým počtem spojů a pohyblivých součástí. Ze stejného důvodu v rámci pravděpodobnosti následují chladicí zařízení a následně rozvod chladicího media. Příčinou úniku může být špatná funkce některého zařízení, vada materiálu, lidská chyba nebo jiná závažná událost (například mechanické poškození vedení).

#### Únik ve strojovně

Ačkoliv je únik ve strojovně nejvíce pravděpodobný (sám o sobě, bez synergie jiné události), díky uplatněným opatřením by byl rychle odhalen a mohl tak být řešen. Pokud by došlo k úniku přímo ve vnitřních prostorách strojovny, byl by zjištěn pomocí vestavěného detekčního systému a následně by byl spuštěn příslušný stupeň poplachu (ne ve smyslu požárního poplachu). Komplikovanější situace by byla, pokud by k úniku došlo na střeše strojovny, kde jsou umístěny výparníky pro amoniak, které se zbavují odpadního tepla z okruhu chlazení. V tomto případě by byl únik odhalen buď nasátím uniklého amoniaku vzduchotechnikou do strojovny nebo změnou parametrů senzorů v systému, který bude následně zpozorován v řídicím centru chlazení.

#### Únik mimo strojovny

Únik amoniaku mimo strojovny hrozí jen na linkách P1 a P2 a díky nainstalovaným detektorům by byl relativně rychle odhalen a mohla by tak být včas přijata bezpečnostní opatření. Například v případě závažnějšího úniku amoniaku by byla nařízena evakuace postižené části výroby nebo i celého podniku. Vedení amoniaku k linkám je umístěno mimo budovu na střeše a jsou tak výrazně omezeny dopady případného úniku na vnitřní prostory. Výhodou v případě amoniaku je, že

má poměrně výrazný charakteristický zápach, který je rozpoznatelný u nižších koncentrací, které nejsou tak nebezpečné. Problematictější je únik oxidu uhličitého, protože je bez zápachu a jeho únik není tak nápadný. Zjištění úniku CO<sub>2</sub> by bylo s největší pravděpodobností vlivem prudké změny parametrů v okruhu, která by nastala i při relativně malém úniku. Důležitým faktorem, který je při práci s tímto rizikem potřeba brát v úvahu, je chování plynu při úniku, zejména v rámci uzavřených prostor. Jde především o fakt, že oxid uhličitý i podchlazený mrak amoniaku mají vyšší hustotu než vzduch, drží se při zemi a v níže umístěných prostorech mohou vzniknout oblasti s výrazně vyšší koncentrací.

#### **5.4.2 Současná opatření**

##### **Detekční systém a systém vyrážení**

V každé strojovně je instalován detekční systém, který rozpoznává únik oxidu uhličitého a amoniaku. Signalizace je audiovizuální, zajištěna pomocí sirény a sestavy výstražných světel. Svítící oranžové světlo značí únik CO<sub>2</sub>, svítící modré světlo je tzv. deblokace vyrážení strojovny (pokud svítí je systém vyrážení aktivní) a „semafor“ na snímku níže (Obrázek 7). Zelená značí situaci bez úniku, žlutá drobný únik, kombinace žluté a červené je pro střední únik (nutné zavolat strojníka a nezdržovat se v okolí strojovny) a samotná červená značí závažný únik, při kterém je nutné okamžitě opustit prostor. Modré světlo značí úniku vodného roztoku MPG.



Obrázek 7 - Výstražná světla detekčního systému. Foceno během odstávky, proto nesvíí zelené světlo (zdro: Autor)

System vyrázení má za úkol v případě potřeby odstavit strojovnu. Odstavení probíhá hlavně zastavením kompresorů (aby dál nevytvářely tlak v systému) a uzavřením ventilů, které izolují strojovnu od zbytku okruhu a rozdělí jej na jednotlivé části. Tím se minimalizuje množství látky, která může uniknout pouze z poškozené části systému. Tlačítko spouštějící deblokaci je umístěno uvnitř továrny v blízkosti strojovny.

### **Ochranné prostředky**

V blízkosti každé strojovny se nachází skříň, ve které jsou dva komplety ochranných prostředků určené pro obsluhu jako preventivní opatření během údržby a případně pro řešení úniku (pokud nebude řešen za pomoci HZS). Ve strojovnách se běžně nezdržuje žádný zaměstnanec trvale, obsluhou jsou myšleni strojníci a technici. Komplety se sestávají z ochranného obleku, dýchacího přístroje Saturn S7 včetně ochranné masky, filtru proti amoniaku, chemických rukavic a holínek. Obsluha díky těmto prostředkům může i v případě závažného úniku bezpečně vstoupit do strojovny.



Obrázek 8 - Skříň s ochrannými prostředky (zdroj: autor)

### **Dekontaminační sprchy**

Z vnější strany u strojoven jsou umístěné sprchy sloužící pro první pomoc při zasažení amoniakem. Při zatažení za červené táhlo se spustí voda, která tak smyje látku zasaženou na kůži a oblečení. Kromě mechanické funkce proudu vody očištění napomáhá i rozpustnost čpavku ve vodě. Pro případ zasažení očí je sprcha vybavena speciálním boxem, který po otevření spouští proud vody sloužící na výplach očí. Díky této sprše tak lze poskytnout rychlou první pomoc lidem zasaženým amoniakem daleko dříve, než by dorazila záchranná služba a případná újma na zdraví bude vlivem kratší expozice menší. Drobným nedostatkem je absence nádoby jímající kontaminovanou vodu, nicméně vzhledem k použití v nouzových situacích pro záchranu života a zdraví to není tak závažné.



Obrázek 9 - Sprcha pro první pomoc při zasažení amoniakem (zdroj: autor)

### 5.4.3 Možná opatření

#### Rozšíření pokrytí detekčního systému

Ačkoliv nejvíce pravděpodobný je únik v prostorách strojovny, nelze ho vyloučit ani v jiných prostorech. Dobře vyřešeno to je pro případ úniku amoniaku, kdy jsou sledovány veškeré prostory, kde se nachází vedení nebo spotřebič využívající toto chladicí médium. Úroveň oxidu uhličitého je ovšem hlídána pomocí detekčního systému jen v prostorách strojoven. I když  $\text{CO}_2$  není zdaleka tak nebezpečný jako amoniak, v případě velkého úniku (za vysokých koncentracích) by stále mohlo dojít k újmě na zdraví u zaměstnanců, zejména v místnostech s větším počtem pracovníků. Proto by bylo vhodné naistalovat detekční systémy ideálně do všech místností a prostor využívající toto médium nebo alespoň do těch nejvíce ohrožených, kde se nachází spotřebiče toto médium využívající a větší počet osob.

## 5.5 Požár

Na základě dokumentace o začlenění do kategorie požární ochrany jsou v podniku ohroženy zejména moučná sila, prostory výroby, strojovny chlazení, skladové prostory a balící zóna. Tyto prostory jsou vedeny jako úseky s činností se zvýšeným požárním nebezpečím, přičemž mezi hlavní důvody pro jejich zařazení patří riziko vzniku souvislé vrstvy prachu vyšší než 1 mm, nahodilé požární zatížení vyšší než 120 kg/m<sup>2</sup> anebo 15 kg/m<sup>2</sup> v prostorách, kde má pracoviště tři a více zaměstnanců. Mezi hořlaviny způsobující toto nahodilé požární zatížení ve výrobní a skladové části objektu patří hlavně mouka, balící materiály, rostlinné oleje a další suroviny. U administrativní budovy a ubytovny to je zejména stále požární zatížení v podobě nábytku a nahodilé v podobě papíru. V rámci strojoven jsou hlavním zdrojem rizika požáru mazací oleje zařízení chladicího systému, zejména kompresorů CO<sub>2</sub> a čpavku.

Výchozími zdroji informací pro zpracování této kapitoly byla dokumentace v oblasti požární ochrany, konzultace s Ing. Václavem Švorcem (preventista PO v LL) a prohlídka podniku.

### 5.5.1 Současná opatření

Tato podkapitola není taxativním výčtem všech opatření vůči riziku požáru a ani to není cílem. Popis veškeré dokumentace, organizačních i fyzických opatření na poli PO by bylo nad rámec této práce a svým rozsahem by to vydalo na samostatnou práci. Smyslem této kapitoly je popsat a zanalyzovat opatření, která jsou nad rámec vůči legislativním a normativním požadavkům a zároveň nebývají běžně uplatňovány. Proto bude vhodné si přiblížit jejich funkci a okolnosti jejich použití.

#### Systém elektronické požární signalizace

Jako jedním z hlavních opatření na problematiku PO je systém elektronické požární signalizace (EPS). Účelem tohoto systému je detekovat a nahlásit začínající požár obsluze ústředny signalizace (box umístěný na zdi obsahující terminál systému).

Hlavní ústředna systému je umístěna ve vrátnici číslo 1, která zároveň slouží jako ohlašovna požáru. Samotná detekce probíhá za pomoci senzorů a tlačítkových hlásičů požáru. Na vrátnici se rovněž nachází havarijní vypínače elektrického proudu umožňující odpojit podnik od proudu a umožnit tak bezpečné hašení.

### **Systém Sprinklerů**

Pro příklad vypuknutí požáru ve skladech jsou tyto prostory chráněny pomocí stabilního hasicího zařízení, využívající jako hasivo vodu. Hlavním funkčním prvkem tohoto systému jsou sprinklery, které lze velice zjednodušeně popsat jako ventil ovládaný teplotou okolí. Jeho funkci zajišťuje skleněná kapsle, která při ohřátí na konkrétní teplotu praskne (v LL se používají kapsle aktivační teplotou 60 °C), dojde k uvolnění ventilu a voda začne stříkat do okolí z natlakovaného potrubí. Tlak v potrubí je zajištěn ze strojovny systému sprinklerů, za pomoci dieselagregátů pohánějících čerpadla. Jejich spuštění je řízeno poklesem tlaku v systému, tedy když dojde k aktivaci některého ze sprinklerů.



*Obrázek 10 - Strojovna systému sprinklerů (zdroj: autor)*

Hlavní výhodou tohoto systému je především lokalizovaný hasicí účinek, kdy voda je aplikována pouze v místě požáru, samozřejmě se toto netýká regálů pod aktivovaným sprinklerem (ale pořád je to jen malá část skladu). Další kladným rysem této technologie je relativně nízká cena systému a hasební látky.

## **Low Oxygen**

V automatizovaném skladu HBWH je jako jedním z hlavních protipožárních opatření instalován systém LOX (Low Oxygen – volně přeložitelné jako nízká hladina kyslíku), který trvale udržuje hladinu kyslíku na přibližně 15 %, za teploty -25 °C. To odpovídá koncentraci O<sub>2</sub> přibližně 2 500 m nad mořem. Díky tomu se významně snižuje pravděpodobnost vzniku požáru, ačkoliv ho úplně vyloučit nelze. Navíc vlivem snížení hladiny kyslíku vznikají příznivější skladovací podmínky.

## **Plynové stabilní hasicí zařízení**

V podstatě jedinou možností, jak řešit požár v tak specifických prostorech (stísněné, velice členité, velké množství potrubí) jako jsou strojovny nebo kotelny, je plynové stabilní hasicí zařízení. Jeho princip je podobný jako u systému LOX, jen s tím rozdílem, že je aktivován detekčním systémem. Jinými slovy tento systém se aktivuje až v případě požáru, zaplní místnost inertním hasivem a sníží obsah kyslíku pod 15 %. Hasební látkou je v případě LL INERGEN 541, který se sestává z 52 % dusíku, 40 % argonu a 8 % CO<sub>2</sub>. Úloha CO<sub>2</sub> spočívá ve spuštění fyziologické reakce, která zajistí zrychlené dýchání, protože kromě nervových podnětů je dýchání řízeno i koncentrací CO<sub>2</sub>, která vlivem změny pH dráždí buňky dechového centra. (33) Tím je způsobeno dostatečné zásobení lidského organismu kyslíkem při aktivaci systému a ve spojení s netoxickými vlastnostmi hasiva se stává ztráta vědomí ani jiná újma na zdraví nepravděpodobná. Navíc tyto systémy jsou instalovány v prostorech, kde se běžně zaměstnanci nenachází a je tam omezený přístup. Konkrétně se jedná o strojovny chlazení, kotelny a fritovací vana na lince P3.



## 5.5.2 Vybrané scénáře

### Selhání detekčních a hasicích zařízení

Ohrožení prostoru požárem je dáno především požárním zatížením a pak přítomností zařízení využívající elektřinu, plyn či nebezpečné látky. Na základě těchto kritérií jsou nejvíce ohroženy strojovny chlazení, kotelny, sklady a výrobní linky. Kromě linek jsou všechny tyto prostory vybaveny některým z výše zmíněných hasicích zařízení. Při správné funkci těchto hasicích zařízení je vznik závažného požáru nepravděpodobný, protože bude uhašen ještě ve fázi rozhořívání. Jiná situace je u výrobních linek, kde hašení je možné jen za pomoci hasicích přístrojů a pak už jen za pomoci HZS. Nicméně by díky systému EPS bylo odhalení požáru relativně rychlé. Výjimku tvoří část linky P3 (přezdívaná donutová), kde se ve zvláštní místnosti nachází fritovací vana obsahující několik set litrů horkého oleje a je vybavena stejným plynovým hasicím zařízením jako strojovna a kotelná. Vznik závažného požáru proto hrozí jen v případě selhání EPS nebo některého z hasicích zařízení. Vznik menšího požáru je možný za výjimečných okolností na některých z výrobních linek (např. zkrat elektromotoru).

### Poškození plynovodu a regulační stanice plynu

Jak již bylo v přechozích podkapitolách zmíněno, narušení plynovodu nákladním vozidlem by vedlo ke vzniku poměrně závažného požáru v podobě tryskového plamene. Nelze vyloučit, že vlivem nárazu by nedošlo k poškození samotné regulační stanice a díky vyššímu tlaku (přibližně 10krát) přívodu plynu by mohlo dojít ještě většímu požáru, který by díky nepřístupnosti k hlavnímu uzávěru plynu byl obtížně řešitelný. Situaci navíc komplikuje požární evakuační plán, který má jedno ze čtyř shromaždišť nedaleko zmíněného plynovodu. Pokud budou správně fungovat bezpečnostní rychlouzávěry v regulační stanici (tlak ve vedení musí klesnout pod 14 kPa), bude případný požár mít jen omezený průběh než vyhoří zbylý plyn v plynovodu areálu.

### 5.5.3 Možná opatření

#### Stavební úprava plynovodu

Jak již bylo zmíněno u rizika dopravní nehody, bylo by více než vhodné přestavět vedení plynu, aby již nebyla přímo nad vnitřní komunikací. Tím se i výrazně sníží riziko poškození regulační stanice plynu.

## 5.6 Výbuch

Jak již bylo nastíněno v teoretické části, tvoří výbuch významné riziko v rámci zkoumaného podniku. Potenciálních zdrojů exploze se v továrně nachází více, jedná se zejména o mouku (tvořící potenciální výbušnou směs se vzduchem), zemní plyn, a amoniak. Za standardních podmínek, tedy správné funkce všech zařízení a obsluhy v souladu s manuály a dalšími předpisy, je riziko vzniku exploze naprosto minimální.

V rámci podnikové dokumentace je tato problematika řešena pomocí dvou typů předpisu a to: Místní pracovně bezpečnostní předpis (MPBP) a dokumentace o ochraně před výbuchem dle nařízení vlády č. 406/2004 (dále jen DOPV). DOPV jsou zpracovány pro sila na mouku a regulační stanici plynu a mimo jiné obsahuje identifikaci nebezpečí, stanovuje podmínky provozu a určuje požadavky na případná budoucí zařízení instalovaná do prostoru popisovaného touto dokumentací. MPBP je zpracován kromě zmiňovaných sil a regulační stanice plynu i pro plynovod rozvádějící zemní plyn po objektu. Po obsahové stránce jsou tyto předpisy zaměřeny na bližší popis systému a určení jednotlivých postupů při provozu a údržbě, například správný postup při odvzdušnění plynového potrubí po periodické zkoušce těsnosti systému.

Pro vypracování této kapitoly byly použity informace z MPBP a DOPV, (34), (35), (36), (37), (32) osobního sdělení s EHS managerem Ing. Václavem Švorcem a na základě poznatků z prohlídky podniku.

### **5.6.1 Současná opatření**

#### **Ochranná opatření před výbuchem u sil**

Vzhledem k tomu, že v silech je pravděpodobný vznik výbušné atmosféry a nelze tomu bez omezení funkce zamezit, jsou v konstrukci sila uplatněny dva zbývající principy na ochranu před výbuchem výbušné směsi, kterými jsou omezení možnosti inicializace a snížení dopadu případného výbuchu. Omezení inicializace je zajištěno pomocí uzemnění všech kovových částí přicházející do styku s moukou, instalací senzorů a elektronických zařízení určených do výbušného prostředí a stanovením pracovních postupů dle MPBP. Opatření snižující dopad výbuchu je použití takzvaného explozivního panelu. Dle Skřehota (38) se jedná o zabezpečení výbuchu odlehčením, při kterém je v konstrukci zařízení vytvořeno slabé místo (v tomto případě panel, může to ale být i ventil), které v případě exploze povolí, sníží se tím výbušný tlak a energie výbuchu se přeměruje do předem zvoleného volného prostoru.

#### **Protivýbušná prevence ve výrobě**

Jako hlavní opatření před výbuchem usazené mouky v okolí linek slouží pravidelný úklid podlah, strojů i dalších povrchů. Z hygienických důvodů se používají dvě sady nástrojů, přičemž jedna je určená na podlahy a druhá pro stroje. Cílem této činnosti je zabránit vzniku vrstvy usazeného moučného prachu, která by vytvářela riziko výbuchu a také částečně riziko požáru. Dalším opatřením řešící riziko výbuchu jsou vysavače u pásových pecí, které využívají pro pečení kamenné desky. Vysavač se nachází na konci linky (z pohledu pečení), kdy vysává zbylou mouku a drobné zbytky pečiva, co na kamenné desce zůstaly po odebrání hotových produktů po upečení. Plní se tím několik úloh najednou, kdy primárně se zabraňuje

vzniku nebezpečné vrstvy prachu na deskách, omezuje znečišťování pece a dále pak se tím napomáhá udržovat hygienické podmínky. Celkovým udržováním čistoty na pracovišti se zabraňuje případnému šíření výbuchu pomocí tzv. kaskádové exploze, tedy kdy tlaková vlna předchozího výbuchu nadzvedne prach a způsobí další explozi šířící se dál.



*Obrázek 11 Vysavač desek za pecí (zdroj: Autor)*

### **Nabíjecí stanice pro vysokozdvížné vozíky**

Pro manipulaci s hotovými produkty a surovinami na paletách jsou nezbytné vysokozdvížné vozíky. K jejich pohonu je využíváno elektrické energie formou akumulátorů. Vzhledem k tomu, že při nabíjení může vznikat plynný vodík, je nabíjecí stanice vybavená detektory, které v případě nebezpečně vysoké atmosféry zastaví nabíjení a spustí alarm. Tím je výrazně sníženo riziko vzniku výbušné atmosféry a exploze.

## Prevence výbuchu při přečerpávání mouky

Jedním z hlavních prvků na ochranu před explozí cisterny s moukou během přesypávání do sila je její uzemnění, čímž se zamezuje iniciaci výbušné směsi, která během procesu může vzniknout. Samotné uzemnění je provedeno pomocí kabelu se svorkou, která se připevní na vozidlo. Součástí terminálu pro připojení hadice k silu jsou testovací tlačítka, která zkouší funkčnost senzorů hlídající přeplnění sila. V momentě, kdy by došlo k přeplnění sila, nelze vyloučit možnost vypojení hadice s následným vyvržením mouky do volného prostoru a vytvoření oblaku prachu s výbušnou koncentrací.



Obrázek 12 Terminál pro připojení plnicích hadic cisterny s kontrolními tlačítky (zdroj: autor)

### 5.6.2 Vybrané scénáře

Na základě potenciálně výbušných látek lze rozdělit možné scénáře exploze do dvou kategorií podle výbušné látky na explozi uniklých plynů (zemní plyn a amoniak) a výbuch moučného prachu.

#### Výbuch uniklého plynu

Riziko výbuchu plynu se přímo odvíjí od rizika úniku zemního plynu nebo amoniaku. Mezi tři hlavní potenciální příčiny této události lze považovat lidskou

chybu (např. špatně prováděná údržba), jinou závažnou událost (např. požár nebo náraz nákladního vozidla do strojovny chlazení) a technickou závadu. Vzhledem k tomu, že únik amoniaku by byl díky nainstalovaným detektorům celkem rychlen odhalen, spočívá riziko výbuchu plynu především na zemním plynu. Nejvíce pravděpodobný je vznik výbušné koncentrace v prostorách v blízkosti vedení plynu a s relativně malým počtem osob, který se v nich pohybuje. Díky tomu by mohlo nepozorovaně dojít ke vzniku nebezpečné koncentrace a případně výbuchu, který může iniciovat jiné závažné události. Situaci navíc komplikuje fakt, že oba plyny jsou lehčí než vzduch a pokud tedy nedojde k výraznému podchlazení plynu při úniku bude se uniklý plyn držet u stropu. Druhou variantou k nepozorovanému úniku je naopak prudký únik, kdy k vytvoření výbušné koncentrace dojde tak rychle, že ji nelze zabránit, respektive přijatá opatření nebudou dostatečná.

### **Výbuch mouky**

Druhou formou výbuchu jsou ohroženy prostory, kde dochází k manipulaci s moukou. Z pohledu logistického řetězce hrozí nebezpečí exploze prachu v těchto místech: cisterna během přečerpávání mouky, sila, šnekové přepravníky, rozvodné potrubí a kontrolní kohout pro odběr vzorků. Dle DOPV jsou za běžného provozu vnitřní prostory sil označeny jako zóna s nebezpečím výbuchu 21 (pravděpodobný výskyt výbušné atmosféry), dopravníky jako zóna 20 (výbušná atmosféra je tam trvale anebo často) a okolí výdejů mouky jako zóna 22 (výbušná atmosféra nepravděpodobná nebo pouze po krátký časový okamžik). Dále tento dokument mimo jiné stanovuje požadavky na zařízení instalovaných do těchto prostor (měli příslušné označení ATEX) s ohledem na omezení možnosti iniciace výbušné směsi vzduchu a mouky. Exploze by v prostoru sil či dopravníků mohla nastat v případě, že by došlo k závažné závadě, například zadřené ložisko, které by pak mohlo sloužit jako iniciační zdroj. Výbuch v dopravníku nebo rozvodném potrubí by byl velice nebezpečný, protože díky uzavření výbušného prostoru by se prudce zvyšoval výbuchový tlak, byly by tak závažnější následky a je pravděpodobné, že by takový výbuch vedl k vytvoření dalších explozí a jiných závažných událostí. Dalším

závažným místem, kde by exploze mohla mít značné dopady je okolí sil zásobující linky L1 až L4, protože se v jejich blízkosti nachází plynovod, kotelna a strojovna chlazení. Výbuch cisterny během přečerpávání nebo některého dopravníku by tak mohl vést k poškození strojovny, potažmo i plynovodu, což by mohl vést ke vzniku závažného požáru a úniku nebezpečných látek ze strojovny. Nelze také opomenout fakt, že střepinový účinek exploze by ohrožoval nemalou část okolí budovy LL a DS.



*Obrázek 13 – Plynovod z druhé strany. Po levé straně se nachází sila VMP 1,2,3 i s plnicím terminálem, úplně vlevo se nachází kotelna K3. Na pravé straně, mimo záběr, se nachází regulační stanice plynu, která pomocí plynovodu uprostřed zásobuje kotelnu podniku plynem (zdroj: autor)*

### 5.6.3 Možná opatření

#### **Protivýbuchové rychlouzávěry a odlehčení výbuchu**

V rámci snížení následků výbuchu lze doporučit instalaci rychlouzávěrů do dopravníků a potrubí přepravujících mouku ze sil. Hlavním účelem tohoto opatření by bylo izolovat explozi výbušné směsi a zabránit tak dalšímu šíření výbuchu. Díky tomu budou následky exploze menší, zejména pokud se systém doplní o zařízení



zajišťující odlehčení výbuchu, například jako jsou explozivní panely u sil. Odkloněním energie výbuchu se značně sníží střepinový efekt, či dokonce se mu tím dokonce zabrání (potrubí zůstane vcelku), a významně se snižuje riziko iniciace další nepříznivé události.

Tyto dvě konstrukční řešení spadají mezi terciální protivýbuchová opatření, která mají za cíl omezit následky výbuchu. Kvůli nezbytnosti mouky pro výrobu pečiva není možné aplikovat primární opatření (zabránění vzniku výbušné atmosféry) a sekundární (zabránění iniciace) jsou již aplikována v podobě elektrických zařízení s atestem do výbušného prostředí. (39) Výše zvolená řešení doplňují již aplikované explozivní panely instalované na silech. Nicméně aplikace odlehčování výbuchu do systému rozvodů mouky je komplikována výběrem bezpečného prostoru, protože se dopravníky a potrubí nachází v těsné blízkosti sil a budovy a nemalá část systému je uvnitř budovy.

## **5.7 Plán pro řešení úniku amoniaku**

Vzhledem k tomu, že podnik LL má zpracovanou veškerou dokumentaci v rámci požární ochrany a většina nejzávažnějších rizik se přímo týká nebo má souvislost s požárem, riziko, pro které bude zpracován plán na řešení je únik amoniaku. Po grafických úpravách se tento plán stane součástí vnitřní bezpečnostní dokumentace a směrnic v LL. Struktura tohoto plánu je inspirována strukturou krizových plánů.

### **5.7.1 Informační část**

#### **Krizová komise**

Hlavním orgánem společnosti pro řešení krizových a havarijních situací je krizová komise podniku. Při řešení takových situací bude spolupracovat s dalšími orgány společnosti i s jednotkami IZS v případě jejich zásahu.



Tabulka 4 - Krizová komise společnosti LL

Funkce	Jméno	Funkce	Telefonní číslo
Předseda	Michal Vágner	Technical Manager	774 943 554
Místopředseda	Dušan Balogh	Head of Utilities	725 989 523
Člen	Jaroslav Jungmann	Maintenance Manager	724 056 068
Člen	Tomáš Gros	Refrigeration Specialist	731 544 016

### Nebezpečná látka-Amoniak

Za pokojové teploty je amoniak plynná látka se silně charakteristickým zápachem. Při kontaktu může způsobit podráždění (při vyšších koncentracích i poleptání) kůže, očí i dýchacích cest, což může vést k otoku plic. Spolu se vzduchem vytváří výbušnou směs a hrozí riziko výbuchu. Je lehčí než vzduch, ale při úniku z chladicího systému může vzniknout mrak podchlazeného plynu, který bude mít vyšší relativní hustotu než vzduch a bude se proto držet při zemi.

Tabulka 5 - Základní vlastnosti amoniaku

Základní vlastnosti	
Teplota tání	-77°C
Teplota varu	-33°C
Dolní mez výbušnosti	15% (V)
Horní mez výbušnosti	28% (V)
Přípustný expoziční limit (PEL)	14 mg/m <sup>3</sup> (20,1 ppm)
Nejvyšší přípustná koncentrace (NPK-P)	36 mg/m <sup>3</sup> (51,8 ppm)

### Využití látky ve společnosti

Amoniak slouží jako hlavní chladicí médium systému chlazení pro zamrazování potravin a skladování. Dále pro chlazení je využíváno oxidu uhličitého a vodný roztok monopropylenglykolu. Systém chlazení se skládá ze třech strojoven a nachází se v jeho okruzích okolo 10 tun čpavku, přičemž prostory strojovny opouští pouze

v potrubí do výparníků umístěných na střeše strojoven zbavující médium odpadního tepla a do prostoru linek P1 a P2 pro šokové chlazení. Ostatním prostorám zajišťuje chlad CO<sub>2</sub> a glykol. Všechny prostory využívající amoniak jsou vybaveny detekčním systémem, který případný únik odhalí. Strojovny jsou vybaveny systémem vyrážení, který je po stisku tlačítka odstaví a izoluje od okruhu chlazení. Nejvíce pravděpodobný je únik u strojoven chlazení a u linek P1 a P2.

### **První pomoc**

Při vdechnutí vyvést zasaženou osobu na čerstvý vzduch, vypláchnout ústní i nosní dutinu vodou a vyhledat odbornou lékařskou pomoc. V případě zasažení očí okamžitě zahájit výplach očí vlažnou vodou z vnitřní strany oka k vnějšímu koutku oka, případně před zahájením úkonu vyndat kontaktní čočky a po výplachu vyhledat odbornou lékařskou pomoc. (16) V případě poleptání je nutné odstranit kontaminované části oděvu a zahájit oplach kůže velkým množstvím vlažné vody, bez velkého mechanického dráždění do příchodu lékaře, minimálně však dvacet minut. Pro první pomoc mohou být použity speciální sprchy umístěné před strojovnami S1 a S2.

### **5.7.2 Operační část**

#### **Detekce unikajícího amoniaku**

V případě, že některý ze zaměstnanců ucítí čpavek neprodleně o tom informuje svého vedoucího. Ten o věci informuje strojníka systému chlazení. Stejný postup bude v případě, že bude spuštěn alarm detekčního systému.

#### **Ověření situace**

Po nahlášení úniku prověří strojník či technik, zdali nejde o planý poplach a provede obhlídku s cílem zhodnotit závažnost události. Bude-li to možné pokusí se o zjištění zdroje úniku a jeho možné příčiny. Průzkum provádí strojník s ohledem na vlastní bezpečnost a neriskuje svůj život a zdraví, pokud to není nezbytně nutné. Dále pomocí ručního měřicího přístroje zjistí koncentrace v prostorách blízkých

úniku, stanoví zasaženou oblast a odhadne kam by se mohla uniklá látka šířit dál. Na základě těchto měření stanoví nebezpečnou zónu, kde je z důvodu rizika nebezpečné koncentrace zakázán vstup. V souvislosti s tím vykáže z nebezpečné zóny všechny nepovolané osoby. O výsledku průzkumu bude následně informovat krizovou komisi podniku.

**Klíčové body:**

- Průzkum místa úniku
- Stanovení nebezpečné zóny
- Informování krizové komise

**Činnost krizové komise**

V rámci krizové komise se zhodnotí, zdali únik ohrožuje zdraví zaměstnanců a jaké jsou možná opatření v dané situaci. Nejvyšší prioritu při tomto rozhodování má lidský život a zdraví, následuje životní prostředí a jako poslední je majetek. V případě, že se uniklý amoniak nekontrolovatelně šíří a jeho koncentrace dosahuje nebezpečných koncentrací, bude nutné vyhlásit evakuaci ohrožené části podniku nebo celého objektu. Součástí vyhlášení evakuace je informace o poloze nebezpečných zón a o změnách evakuačních tras a shromaždišť s ohledem na únik nebezpečné látky a směr větru. Pokud bude amoniak unikat i mimo budovu, bude nutné informovat o události i společnost DS Triss. Zároveň se po celou dobu monitoruje únik, měří se koncentrace amoniaku v ovzduší v přilehlých prostorách a podle toho se upravují nebezpečné zóny. Zároveň je nutné zhodnotit situaci, zdali je možné únik vyřešit vlastními silami nebo bude nutný zásah HZS.

**Klíčové body:**

- Rozhodnutí o evakuaci, včetně informování o nebezpečí
- Kontinuální monitoring situace
- Aktualizace nebezpečné zóny
- Zhodnocení možností řešení úniku

- Vyrozumění HZS a DS Triss

### **Označení nebezpečné zóny**

Hranice nebezpečné zóny bude označena za pomoci výstražných pásek a značek upozorňující na únik amoniaku a vstup zakázán, tak aby bylo zcela jasné, že je oblast za páskou uzavřena.

#### **Klíčové body:**

- Zřetelné označení hranice nebezpečné zóny

### **Evakuace**

Evakuace podniku bude probíhat podobným způsobem jako v případě požáru, jen s tím rozdílem, že musí být zohledněna uniklá látka a nebezpečné zóny, zejména při úniku mimo budovu. Evakuaci bude řídit vedoucí pracovník či jiná pověřená osoba na pracovišti a musí probíhat spořádaně a organizovaně. Vzhledem k charakteru události bude nutné upravit postup evakuace vůči požáru a zvolit jiné únikové cesty a shromaždiště, aby nedošlo k zasažení amoniakem. Před samotnou evakuací bude nutné zastavit výrobu, aby nedošlo ke vzniku jiné závažné události. Po evakuaci z objektu člověk zodpovědný za evakuaci zkontroluje počet evakuovaných, zdali někdo nechybí, a předá tyto informace krizové komisi nebo veliteli zásahu.

#### **Klíčové body:**

- Spořádaný a organizovaný průběh evakuace
- Změna únikových cest a shromaždišť podle situace
- Informování krizové komise nebo velitele zásahu

## 6 DISKUZE

Vzhledem k tomu, že rizika a vztahy mezi nimi jsou unikátní pro tento podnik a nelze je proto srovnat s jiným objektem, bude předmětem diskuze výsledky analýzy a srovnání jednotlivých rizik mezi sebou.

Výsledek analýzy KARS zcela jasně ukazuje dominantní postavení rizik požáru, výbuchu, úniku amoniaku a dopravní nehody uvnitř areálu. Důvodem tomu je, že se jedná o rizika se závažnými dopady a schopností se navzájem se vyvolávat. Proto je důležité řešit tato rizika nad rámec legislativních a normativních požadavků, aby se zabránilo vzniku domino efektu. Shodou okolností se jedná o ovlivnitelná vnitřní rizika a je v silách společnosti je aktivně řešit a snažit se jim předcházet. Ačkoliv podniku hrozí i jiná závažná rizika, jde převážně o rizika nesystematická, která nejsou specifická jen pro podnik LL. Problematické je, že je lze těžko předpovídat a ještě hůře se proti nim bránit. To je vidět v grafu souvztažností, kde se riziko pádu letadla umístilo do sektoru primárně nebezpečných rizik, tedy takových, která vyvolávají jiná rizika, ale ostatní rizika jej mohou vyvolat jen minimálně. Navíc stejně jako u rizik v důsledku lidského násilí se jedná o rizika prakticky neovlivnitelná z pozice společnosti. Respektive potřebná opatření by byla tak drahá a složitá, že by se to po finanční stránce nevyplatilo. U rizika pádu letadla by to například znamenalo umístit celý komplex pod zem, zatímco u rizika lidského násilí (aktivní střelec, terorismus nebo sabotáž) by společnost musela mít takový přehled o svých zaměstnancích a jejich soukromí jako mají tajné služby, což samozřejmě z mnoha důvodů není možné, především kvůli legálnosti. Nehledě na to, že se jedná o jevy statisticky relativně vzácné. Rizika přírodního původu, především v podobě extrémních projevů počasí mají jen velice malou šanci způsobit domino efekt, zejména díky příznivému umístění areálu společnosti, kdy za největší riziko by šel považovat lesní požár z důvodu možného rozšíření na podnik.

Ze čtyř, respektive pěti (únik plynu je zpracován v rámci ostatních rizik), hlavních rizik je zcela nejzávažnější požár. Vidět je to například i na prostředcích vynaložených společnostmi na prevenci a řešení požáru. Příčinou této snahy je požár, který už se ve společnosti stal. Tato událost dle Ing. Václava Švorce vznikla pochybením zaměstnanců externí firmy při provádění rekonstrukce části objektu. Konkrétně při broušení úhlovou bruskou nezabezpečili prostor, kam létaly jiskry od brusky a začal hořet připravený polystyrén. V současné době jsou všechny vnitřní prostory zajištěné pomocí elektronické signalizace požáru a v rizikových místech jsou nainstalovány stabilní hasicí systémy. Rizikovými prostory jsou zejména strojovny chlazení, systém distribuce mouky a skladové prostory. Důvodem jejich rizikovosti je především vysoké požární zatížení a přítomnost jiných technologií a následný možný vznik domino efektu. V rámci strojoven a části linky P3 jsou využívány hasicí systémy používající inertní plyn pro snížení obsahu kyslíku pod 15 %, což povede k postupnému vyhasnutí požáru. Pro skladové prostory je nainstalován systém sprinklerů, který jako hasivo používá vodu. V automatizovaném skladě HBWH je pak trvale udržovaná atmosféra s 15 % kyslíku, která významně omezuje vznik a šíření požáru.

Zcela jasnou slabinou podniku je vedení plynu u moučných sil pro linky L1 až L4, kdy cisterna plnící tato sila by jej mohla při nepozornosti řidiče snadno poškodit a způsobit požár v podobě tryskového plamene, který má značnou tepelnou radiaci. Dále je tento plynovod zranitelný při případném výbuchu moučného prachu v cisterně nebo v potrubí vedoucí do sila a do výroby. Samotná sila takové riziko nepředstavují vlivem explozivních panelů, které při případném výbuchu energii exploze odlehčí do bezpečného prostoru. V systému distribuce mouky je jedno z možných opatření proti výbuchu instalace rychlouzávěrů, které izolují případnou explozi na menší úsek a zabrání dalšímu šíření výbuchové vlny. Jedná se o takzvané terciální opatření proti výbuchu, která řeší snížení dopadu případného výbuchu. Primární opatření aplikovat v systému dopravníku nelze, protože spočívají v zamezení vzniku výbušné atmosféry, což bez omezení funkce těchto dopravníků

není možné. Sekundární opatření jsou založena na snaze zabránit inicializaci výbušné atmosféry a tato opatření jsou již aplikována. (38) Dále existuje potenciální riziko výbuchu při úniku zemního plynu nebo amoniaku.

Únik amoniaku je kontrolován pomocí systému detektorů, které jsou nainstalovány ve všech třech strojovnách. Dále je tento systém aplikován v prostorách linky P1 a P2, protože jde o jediné místo v podniku, kde je amoniak využíván mimo strojovny. Případný únik tak bude rychle odhalen a včas řešen. Současně bude únik zpozorován i v řídicím centru systému chlazení vlivem změny parametrů v systému. Po dohodě se zástupci podniku byl v rámci této práce zpracován plán řešení úniku amoniaku z pohledu společnosti. Plán se zabývá postupem podnikové krizové komise v rámci dané události. Co se týče struktury, byla do jisté míry pirací tomuto plánu struktura krizových plánů, a proto se tento dokument dělí na informační a operační část. Tento plán se v budoucnu po grafických úpravách stane součástí vnitřních předpisů kladenské pobočky společnosti LL.

Riziko dopravní nehody spočívá zejména v možnosti zapříčinit výše zmíněná rizika, zejména požár plynovodu a při nárazu do strojovny chlazení únik amoniaku a oxidu uhličitého. Nejvíce rizikovým místem pak je již zmíněné přemostění plynovodu. Jediným spolehlivým řešením, jak zabránit kolizi s tímto plynovým vedením je jeho umístění pod zem.

Je evidentní, že největší snaha a prostředky jsou v podniku LL vynakládány na prevenci vůči požáru. Díky aplikovaným opatřením by nemělo dojít k rozvoji domino efektu vlivem požáru, a i šance na vznik a rozvoj požáru díky stabilním hasícím zařízením a EPS je nepravděpodobná. Na dobré úrovni jsou pak opatření v rámci úniku amoniaku, kdy kvůli podrobnému monitorování celého systému a detekčnímu systému by byl případný únik rychle odhalen a včas přijata potřebná opatření. Prostor pro zlepšení je rozhodně u rizika výbuchu mouky, kdy

kromě sil by měly být dopravníky a rozvodné potrubí vybaveny odlehčovacími prvky. Jako nejproblematictější místo podniku je podnikový plynovod, zejména jeho přemostění nad cestou využívanou pro zásobování sil moukou. Vzhledem ke své poloze je poměrně snadno zranitelný nákladními vozy a mohl by tím vzniknout požár, který by mohl iniciovat další nepříznivé události.



## 7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést analýzu rizik podniku La Lorraine a vypracování plánu pro řešení konkrétních mimořádných situací. V rámci analýzy byla identifikována nejdůležitější rizika, mezi která patří požár, výbuch, únik amoniaku a dopravní nehoda uvnitř areálu. Tato rizika byla blíže zkoumána, včetně zavedených opatření, a na základě toho bylo vybráno riziko úniku amoniaku, pro které byl zpracován plán řešení z pozice společnosti. Až na průmyslový plynovod jsou v podniku přijata dostatečná opatření vůči těm nejzávažnějším rizikům.

Přínos této práce tkví v uceleném přehledu rizik, která jsou v rámci podniku La Lorraine, čím by mohla ohrozit zaměstnance společnosti a obyvatele z nejbližšího okolí. Dále je tato práce přínosná nejen analyzováním daného podniku, ale i vytvořením návrhu dokumentu pro řešení konkrétní hrozby.

Další možný směr, kterým by se mohla navazující práce zabývat je problematika provozů používající nebezpečné látky v blízkosti obydlených oblastí, respektive rozšiřování obydlených oblastí k těmto objektům. Tento problém se stává čím dál více aktuální s tím, jak se objevují havárie továren a chemických provozů, které původně byly vzdálené od jakékoliv obydlené oblasti, ale s tím jak postupuje výstavba byly nakonec jimi obklopeny.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

LL-La Lorraine a.s.

LLBG–La Lorraine Bakery Group

DS-DS Smith Triss s.r.o.

LOX-Low Oxygen

HBWH-High Bay Ware House

KARS-Kvalitativní analýza rizik s ohledem jejich souvztažnosti

MPBP-Místní pracovní bezpečnostní předpis

MPG-Monopropylenglykol

DOPV-Dokumentace o ochraně před výbuchem

EPS-Elektronická požární signalizace

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- 1) KOTINSKÝ, Petr. a Jaroslava. HEJDOVÁ. *Dekontaminace v požární ochraně*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-866-3431-0.
- 2) *Zákon č. 224/2015 Sb. Zákon o prevenci závažných havárií.*
- 3) [ZPRACOVATEL IRENA BRUMOVSKÁ ... ET AL.], . *Požární ochrana: příručka pro podnikatele*. Vyd. 1. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2004. ISBN 978-808-6640-310.
- 4) *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru*. V Tribun EU vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0721-1.
- 5) ŠENOVSKÝ, Michail, Milan ORAVEC a Pavel ŠENOVSKÝ. *Teorie krizového managementu*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-108-8.
- 6) SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. *Prevence nehod a havárií: 2.díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- 7) KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9.

- 8) BABINEC, F. *Management rizika: Loss Prevention & Safety Promotion* [online]. Brno: Slezská univerzita v Opavě, Ústav matematiky, 2005 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.slu.cz/math/cz/knihovna/ucebni-texty/Analyza-rizik/Analyza-rizik-1.pdf>
- 9) *Analýza příčiny a následků (CCA - Cause-Consequence Analysis)* [online]. Management Mania, b.r. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-priciny-a-nasledku>
- 10) *ETA (Event tree analysis) - analýza stromu událostí* [online]. Management Mania, b.r. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/eta-event-tree-analysis-analyza-stromu-udalosti>
- 11) *FTA (Fault Tree Analysis) - Analýza stromu poruchových stavů* [online]. Management Mania, b.r. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/fault-tree-analysis>
- 12) *La Lorraine a.s.* [online]. b.r. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.llbg.com/CZ/cs/La-Lorraine-CZ/O-nas/La-Lorraine-as>
- 13) Počet obyvatel v obcích k 1.1.2016. In: *Počet obyvatel v obcích k 1.1.2016*. [online]. Praha: Český statistický úřad, 2016, s. 116 [cit. 2017-03-28].
- 14) *DS Smith Triss* [online]. b.r. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.triss.cz/index.php>
- 15) *Bezpečnostní list dle (ES): Zemní plyn odorizovaný*. 2013. Dostupné také z: [http://www.ppsd.cz/sites/default/files/BL\\_zemn%C3%AD%20plyn%20PPSD,a.s\\_2013.pdf](http://www.ppsd.cz/sites/default/files/BL_zemn%C3%AD%20plyn%20PPSD,a.s_2013.pdf)

- 16) Amoniak. *Portál krizového řízení HZS Jmk* [online]. b.r. [cit. 2017-03-31].  
Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/amoniak>
- 17) *Bezpečnostní list Oxid uhličitý*. b.r. Dostupné také z:  
<http://www.hlizagas.cz/listy/CO2.pdf>
- 18) *Active Shooter: How to Respond*. Washington: U.S. Department of Homeland Security, 2008. Dostupné také z:  
[https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/active\\_shooter\\_booklet.pdf](https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/active_shooter_booklet.pdf)
- 19) *Proces hoření* [online]. GUARD7, b.r. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:  
<http://www.guard7.cz/lexikon/proces-horeni>
- 20) KUČERA, Petr. *Požární inženýrství: dynamika požáru*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-074-6.
- 21) KOPÁČEK, Petr. Nejtragičtější následky mají požáry v domácnostech: Jak svou domácnost proti požáru zabezpečit?. In: *HZS ČR* [online]. b.r. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/nejtragictejsi-nasledky-maji-pozary-v-domacnostech-jak-svou-domacnost-proti-pozaru-zabezpecit.aspx>
- 22) PLEŠINGER, Miloslav. *Zplodiny hoření – účinky kouře – odvětrání objektů* [online]. HZS JmK, b.r. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: [https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky\\_sdh\\_obci/F\\_ZOP\\_JSDHO\\_cervenec\\_2014/5\\_PT\\_petr\\_ohanka\\_petr\\_kupka/5.3\\_Zplodiny\\_horeni\\_odvetrani.pdf](https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/5_PT_petr_ohanka_petr_kupka/5.3_Zplodiny_horeni_odvetrani.pdf)

- 23) Types of major chemical/industrial hazards - Fire. *Human Resource Development in the Field of Industrial Disaster Risk Management* [online]. b.r. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.hrdp-idrm.in/e5783/e17327/e27015/e27713/>
- 24) Výbuch oblaku par. *Encyklopedie BOZP* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, b.r. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/VCE>
- 25) Bleskový požár. *Encyklopedie BOZP* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, b.r. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: [http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Bleskov%C3%BD\\_po%C5%BE%C3%A1r](http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Bleskov%C3%BD_po%C5%BE%C3%A1r)
- 26) MATUROVÁ, Jana. *Dokumentace o začlenění do kategorií požární ochrany*. Kladno, 2017.
- 27) *Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon o požární ochraně*.
- 28) BOJOVÝ ŘÁD JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY. *Nebezpečí výbuchu: Metodický list 16/N*. MV GŘ HZS, 2001.
- 29) MOKOŠ, Ladislav. Základní požárně technické charakteristiky a jejich význam v technické praxi. *BOZPinfo* [online]. 2007 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/zakladni-pozarne-technicke-charakteristiky-jejich-vyznam-v-technicke-praxi>
- 30) *Guidelines for Evaluating Process Plant Buildings for External Explosions and Fires* [online]. Hoboken, NJ, USA: John Wiley, 1996, , 131-145 [cit. 2017-04-01]. DOI: 10.1002/9780470937938. ISBN 9780470937938.

- 31) JELŠOVSKÁ, Katarína a Andrea PETERKOVÁ. *Řešení krizových situací: metoda a jejich aplikace*. Opava, 2013. Dostupné také z:  
<http://projects.math.slu.cz/AM/activ/soubory/opory/ResKrizi.pdf>
- 32) HAMERSKÝ, Jan. *Dokumentace o ochraně před výbuchem dle n.v. 406/2004 Sb.: Regulační stanice plynu*. Kladno, 2015.
- 33) DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011. ISBN 978-80-87419-06-9.
- 34) HAMERSKÝ, Jan. *Dokumentace o ochraně před výbuchem dle n.v. 406/2004 Sb.: Sila na mouku*. Kladno, 2015.
- 35) HAMERSKÝ, Jan. *Místně pracovní bezpečnostní předpis pro zásobníky sypaných hmot*. Kladno, 2015.
- 36) HAMERSKÝ, Jan. *MPBP pro STL regulační stanice zemního plynu*. Kladno, 2015.
- 37) HAMERSKÝ, Jan. *MPBP pro průmyslový plynovod*. Kladno, 2015.
- 38) SKŘEHOT, Petr. *Prevence nehod a havárií: 1.díl: nebezpečné látky a materiály*. Vyd. 1. Česko: PINK PIG, 2009. ISBN 978-80-86973-70-8.
- 39) BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 9788073850050.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mapa okolí podniku .....	21
Obrázek 2 Společný areál LL a DS .....	22
Obrázek 3 Prostor mezi LL a železnicí .....	28
Obrázek 4 Graf souvztažnosti rizik .....	42
Obrázek 5 Schéma dopravy uvnitř areálu .....	44
Obrázek 6 Plynovod v blízkosti .....	46
Obrázek 7 Výstražná světla detekčního systému .....	51
Obrázek 8 Skříň s ochrannými prostředky .....	52
Obrázek 9 Sprcha pro první pomoc při zasažení amoniakem .....	53
Obrázek 10 Strojovna systému sprinklerů .....	55
Obrázek 11 Vysavač desek za pecí .....	60
Obrázek 12 Terminál pro připojení plnicích hadic cisterny .....	61
Obrázek 13 Plynovod .....	63



## 11 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Tabulka souvztažností.....	40
Tabulka 2 - Tabulka souvztažnosti rizik pro LL .....	41
Tabulka 3 - Tabulka koeficientů aktivity a pasivity rizik .....	42
Tabulka 4 - Krizová komise společnosti LL.....	65
Tabulka 5 - Základní vlastnosti amoniaku .....	65

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 : Fotografie z podniku .....	83
--	----

## 13 PŘÍLOHY

### Příloha 1: Fotografie z podniku



*Fritéza na lince P3 (zdroj: autor)*



*Skladové prostory (zdroj: autor)*



*Regulační stanice plynu (zdroj: autor)*



*Výrobní linka (zdroj: autor)*





*Pohled na plynovod a sila pro linky L1 až L4 (zdroj: autor)*



*Řídící centrum chladících systémů (zdroj: autor)*