

Analýza rizika úniku nebezpečné látky a jeho minimalizace v podniku MJM Litovel a. s.

Bc. Milena Chovancová

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav chemie

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milena CHOVANCOVÁ**
Osobní číslo: **T10654**
Studijní program: **N 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Řízení technologických rizik**

Téma práce: **Analýza rizika úniku nebezpečné látky a jeho minimalizace v podniku MJM Litovel a. s.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Na základě rešerše odborné literatury popište havárie s únikem nebezpečné látky.
2. Vypracujte rešerši legislativy v oblasti závažných havárií a havarijního plánování.
3. Zpracujte rešerši odborné literatury v oblasti analýzy rizik a popište základní metody.
4. Popište software používaný k modelování úniku nebezpečné látky – Terex, Aloha.

II. Praktická část

1. Stručně charakterizujte vybraný podnik.
2. Vypracujte analýzu možných rizik úniku nebezpečných látek v daném podniku.
3. Zpracujte simulaci možného úniku nebezpečných látek pomocí programů Terex a Aloha.
4. Vypracujte doporučení pro minimalizaci rizika úniku nebezpečných látek a minimalizaci následků.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Zákon č. 240/2000 Sb. Krizový zákon.

Zákon č. 59/2006 Sb. O prevenci závažných havárií.

Zákon č. 356/2003 Sb. Zákon o chemických látkách a chemických přípravcích.

ZAPLETALOVÁ, P., BARTLOVÁ, I., BALOG, K.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií. 1. vyd. , Ostrava: SPBI Spektrum, 1998.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Josef Vícha**

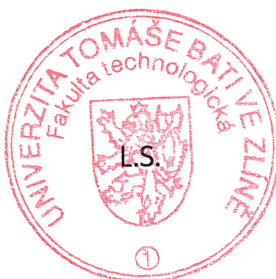
Datum zadání diplomové práce: **14. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2011**

Ve Zlíně dne 14. února 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Antonín Klásek, DrSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bude na základě analýzy současného stavu v podniku, rozboru platné legislativy, zpracované havarijní dokumentace podniku a zhodnocení modelových situací simulujících únik nebezpečných chemických látek analyzovat rizika a navrhnout účinná opatření pro eliminaci nebo snížení rizika havárie pro podnik MJM Litovel a.s. Podnik je hlavním distributorem hnojiv, postřiků a krmiv pro zemědělské účely na Moravě. Dále se zabývá zpracováním a distribucí močoviny, obchodováním s pohonnými hmotami a dalšími agroslužbami pro zemědělská družstva a soukromíky.

V praktické části bude provedena analýza rizika a následně budou zhodnoceny všechny možnosti a navrženy opatření pro eliminaci nebo snížení rizika havárie. Dále bude využit program TerEx, Aloha pro simulaci úniku nebezpečné chemické látky.

Klíčová slova: analýza rizika, havarijní plán, TerEx, Aloha

ABSTRACT

The objective of this diploma thesis will be to analyse the risks and suggest effective measures to eliminate or decrease the risk of disaster of the company MJM Litovel a.s. based on the analysis of the current situation of the company, study of the valid legislation, processed emergency documentation and evaluation of model situations simulating a leak of dangerous chemical substances. This company is a main distributor of fertilizers, insecticides and feeds for agricultural purposes in Moravia. Besides that it deals with processing and distribution of urea, trading with fuel and other agro services for agricultural associations and self-employers.

The risk analysis will be made in the practical part and subsequently all the possibilities will be evaluated and measures will be suggested to eliminate or decrease the hazard of a disaster. Further a model situation of dangerous chemical substances leakage will be simulated using software TerEx and Aloha.

Keywords: risk analysis, emergency plan, software TerEx, software Aloha

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Josefu Víchovi, za jeho odborné a přátelské vedení. Dále bych chtěla poděkovat panu Pavlovi Štěpánovi z firmy MJM Litovel a.s. za poskytnuté informace, vřelé a přátelské jednání a panu Prof. Ing. Františkovi Babincovi, CSc. za pomoc a cenné rady při analýze rizika.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do STAG jsou totožné.

Obsah

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 HAVÁRIE S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY	13
1.1 TECHNOLOGICKÉ HAVÁRIE	13
1.2 NEJVĚTŠÍ HAVÁRIE S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY VE SVĚTĚ A ČR	14
1.2.1 Nejvýznamnější havárie ve světě.....	14
1.2.2 Nejvýznamnější havárie v České Republice.....	15
1.2.3 Základní pojmy a vlastnosti chemických látek.....	18
2 LEGISLATIVA V OBLASTI PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ A HAVARIJNÍHO PLÁNOVÁNÍ	23
2.1 LEGISLATIVA EU	23
2.1.1 Směrnice Rady 82/501/EES, tzv. SEVESO I direktiva	23
2.1.2 Směrnice Rady 96/82/EC, tzv. SEVESO II direktiva	24
2.1.3 Novelizace SEVESO II direktivy	24
2.1.4 Evropské dohody.....	24
2.2 LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY	25
2.2.1 Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií.....	26
3 ANALÝZA RIZIK	31
3.1 ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK.....	31
3.2 PŘEHLED DOSTUPNÝCH METOD.....	31
3.2.1 Indexové metody	33
3.2.2 Metody pro hodnocení rizika	33
3.3 VYBRANÉ METODY PRO ANALÝZU RIZIK	35
3.3.1 Metoda CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment QRA („Purple book“).	35
3.3.2 DOW's Fire and Explosion Index (F&EI).....	36
4 SOFTWARE TEREX A ALOHA	38
4.1 SOFTWARE TEREX.....	38
4.2 SOFTWARE ALOHA	38

II PRAKTICKÁ ČÁST	39
5 SPOLEČNOST MJM LITOVEL A.S.....	41
5.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O FIRMĚ.....	41
5.2 NABÍZENÉ SLUŽBY A PŘEHLED VŠECH SOUČÁSTÍ PODNIKU	41
5.2.1 <i>Součásti podniku</i>	42
5.2.2 <i>Provozovny společnosti</i>	43
6 PROVOZOVNA LITOVEL	45
6.1 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH OBJEKTŮ A TECHNOLOGIE	46
6.2 STRUČNÝ PŘEHLED PŘIJATÝCH OPATŘENÍ PRO ELIMINACI NEBO SNÍŽENÍ RIZIKA.....	50
6.3 PŘEHLED NEBEZPEČNÝCH LÁTEK V PODNIKU A JEJICH POPIS	51
6.3.1 <i>Motorová nafta</i>	51
6.3.2 <i>Benzín (Natural 95)</i>	53
6.3.3 <i>Kapalná dusíkatá hnojiva</i>	56
7 ANALÝZA MOŽNÝCH RIZIK ÚNIKU NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY .	58
.....	58
7.1 METODA VÝBĚRU PRO PODNIK MJM LITOVEL A.S.....	58
7.1.1 <i>Výpočet identifikačního čísla</i>	59
7.1.2 <i>Výpočet selektivního čísla S</i>	60
7.1.3 <i>Výsledky metody výběru</i>	63
7.2 INDEX POŽÁRU A VÝBUCHU (DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX, F&EI)	64
7.2.1 <i>Stanovení indexu F&E v podniku MJM Litovel a.s.</i>	64
7.2.2 <i>Souhrnné posouzení jednotek/zřízení metodou F&EI</i>	68
7.2.3 <i>Výsledky analýzy metodou F&EI</i>	72
8 SIMULACE MOŽNÉHO ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY POMOCÍ	
PROGRAMŮ TEREX A ALOHA	76
8.1 MODELOVÁ SITUACE	76
8.2 TEREX	77
8.2.1 <i>Kaluž motorové nafty</i>	77
8.2.2 <i>Únik čpavku do ovzduší</i>	79
8.3 ALOHA.....	83
9 ELIMINACE A MINIMALIZACE RIZIK	84

9.1 SKLAD CHEMICKÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ	85
9.1.1 Doporučení	85
9.2 ČERPACÍ STANICE POHONNÝCH HMOT.....	85
9.2.1 Doporučení	86
9.3 VELKOKAPACITNÍ ZÁSOBNÍKY NA USKLADNĚNÍ MOTOROVÉ NAFTY	88
9.3.1 Doporučení	89
9.4 STÁČIŠTĚ POHONNÝCH HMOT A KAPALNÝCH HNOJIV.....	89
9.4.1 Doporučení	90
9.5 VELKOKAPACITNÍ ZÁSOBNÍKY KAPALNÝCH HNOJIV	91
9.5.1 Doporučení	92
ZÁVĚR	93
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	95
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	97
SEZNAM OBRÁZKŮ	98
SEZNAM TABULEK.....	99
SEZNAM PŘÍLOH.....	100

ÚVOD

Zvolené téma diplomové práce „Analýza rizika úniku nebezpečné látky a jeho minimalizace v podniku MJM Litovel a.s.“ zahrnuje především využití metod analýzy rizika. Téma jsem si zvolila ze dvou důvodů. Za prvé, bakalářské studium jsem měla zaměřené na aplikovanou matematiku a za druhé, mě oslovila možnost praktického použití vybraných metod na reálný podnik.

Společnost MJM Litovel a.s. je jedna z největších zemědělských podniků na Moravě. Pro své zákazníky zajišťuje velký výběr hnojiv, krmiv pro hospodářská zvířata nebo zpracování a distribuci močoviny. Také kompletně plní požadavky zákazníků v oblasti agroslužeb. Dále firma podniká s pohonnými hmotami. Motorovou naftu i benzín skladuje, prodává na čerpacích stanicích a distribuuje do všech svých poboček.

Cílem diplomové práce je pomocí vybraných metod analýzy rizika zanalyzovat možný únik nebezpečné chemické látky a na základě jejích výsledků navrhnout opatření ke snížení daného rizika a s využitím softwaru „TerEx“ a „Aloha“ nasimulovat možný únik nebezpečné chemické látky.

V teoretické části se bude rozebrána problematika technologických havárií a legislativy vztahující se na havarijní prevenci a připravenost na havárie s únikem nebezpečné chemické látky. Dále shrnu oblast analýzy rizika a popíši nejčastěji využívané metody. Nakonec charakterizují software využívaný pro simulaci úniku nebezpečné chemické látky „TerEx“ a „Aloha“.

V praktické části budou využity vybrané metody pro analýzu rizika a následně vyhodnoceny všechny možnosti úniku nebezpečné chemické látky a navrhnutá opatření pro eliminaci nebo snížení rizika havárie. Dále pomocí programu TerEx a Aloha nasimulují únik vybrané nebezpečné chemické látky a závěry zahrnu do návrhu opatření pro snížení rizika havárie.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HAVÁRIE S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

1.1 Technologické havárie

V dřívějších dobách bylo lidstvo ohrožováno především nepříznivými vlivy přírody (zima, teplo, sucho, povodně, tornáda, zemětřesení, atd.), avšak s rozvojem lidské společnosti a nástupem nových technologií si lidstvo samo sobě vytvořilo nová rizika a ohrožení. U přírodních katastrof je velmi obtížné omezit riziko jejich vzniku, naproti tomu u antropogenních katastrof (tj. vyvolané činností člověka) lze zavedením řady bezpečnostních opatření snížit riziko vzniku havárie.

Technologickou havárií rozumíme mimořádnou událost vzniklou v souvislosti s:

- a) provozem technických zařízení, staveb a budov, přičemž za technické zařízení je možno považovat i silniční, kolejové, říční a letecké dopravní prostředky sloužící k výkonu podnikatelské činnosti (nikoliv soukromá vozidla individuální osobní přepravy),
- b) nakládáním s nebezpečnými chemickými látkami a při jejich přepravě, bez ohledu na to, zda jejich množství dosahují kritická množství pro zvláštní režimy stanovené v zákoně o prevenci závažných havárií (tedy včetně všech forem přepravy nebezpečných látek),
- c) nakládáním s nebezpečnými odpady.[1]

Pro potřeby diplomové práce se zaměřím pouze na technologické havárie stacionárních objektů a zařízení, ve kterých se nacházejí nebezpečné chemické látky. Tyto látky mají různé způsoby projevu v závislosti na druhu, množství a také způsobu uskladnění v daném objektu. Dalším důležitým kritériem je vznik tzv. domino efektu, kdy se v důsledku blízkosti dalšího objektu nebo zařízení obsahujícího nebezpečnou látku, může zvýšit pravděpodobnost vzniku nebo velikosti dopadů závažné havárie.

Všeobecně se projevy havárií dělí na čtyři základní skupiny – požár, výbuch, mrak toxických plynů a kontaminace životního prostředí. Velice často se tyto projevy kombinují. Příkladem toho je havárie v italském městečku Seveso (1976), kde výbuch doprovázel mrak toxických plynů.

1.2 Největší havárie s únikem nebezpečné chemické látky ve světě a ČR

Během rozvoje moderní technologie a s nástupem širokého využívání chemických látek vzrostl počet i závažnost havárií a katastrof. Každý takový případ je důkazem ničivého potenciálu technologické havárie, který za sebou nechává stovky obětí, zraněných a miliónové škody. Některé havárie zasáhly do podvědomí společnosti a otřáslы důvěrou ve spolehlivost technických zařízení. Na základě jejich zkoumání byla přijata určitá legislativní i právní opatření.

1.2.1 Nejvýznamnější havárie ve světě

Tato problematika je dobře popsána v knize Nebezpečné chemické látky a chemické přípravy a průmyslové havárie od autorky Dany Procházkové. [2]

Flixborough, Velká Británie, 1. 6. 1974 – exploze oblaku, obsahujícího přibližně 30t hořlaviny (převážně cyklohexanu) ve směsi se vzduchem, a následný požár měly za následek 28 mrtvých, 36 zraněných a škodu 412 miliónů \$.

Seveso, Itálie, 10. 7. 1976 – v závodě na výrobu pesticidů a herbicidů došlo k úniku směsi do okolí, obsahující též vysoce toxický dioxin, do okolí. Působení toxického mraku bylo vystaveno zhruba 37 000 lidí, z nichž bylo 736 evakuováno na 6 měsíců. 2 000 lidí bylo léčeno na otravu dioxinem a také došlo k řadě dalších zdravotních komplikací. Čtyři procenta místních zvířat zahynula a dalších 8 000 kusů bylo preventivně utraceno, aby se dioxin nedostal do potravinového řetězce. Kvůli pokusu provozovatele továrny o utajení úniku nebezpečných látek (první zprávy o havárii se objevily v médiích osm dnů po nehodě) byla potřebná opatření přijata s několikadenním zpožděním. Příčinou bylo nedodržení technologického postupu a náklady na odškodnění přesáhly 6 mld. Kč.

V důsledku této havárie se začalo jednat o nutnosti vydání obecně závazných předpisů pro zlepšení havarijní prevence a připravenosti. Proto byla roku 1982 vydaná Směrnice Rady 82/501/EES (tzv. SEVESO I direktiva).

Bhópal, Indie, 2. - 3. 12. 1984 – v továrně na výrobu insekticidů došlo k úniku toxického mraku, který obsahoval methylisokyanát a určité množství kyanovodíku. Toxický mrak měl délku 8 km a přešel přes město s 900 000 obyvateli. Ihned po havárii zemřelo 1754 lidí a následně další 2 000 (někdy se uvádí až 20 000 úmrtí), 20 000 lidí bylo hospitalizováno, 50 000 lidí utrpělo lehká zranění a po havárii zůstalo přibližně 11 000 invalidů. Příčinou havárie mohla být sabotáž, avšak v důsledku mnoha nedostatků v systému řízení bezpeč-

nosti, stavu řízení a nouzovém plánování byl rozměr havárie tragický. Náklady činily 470 milionů \$.

Baia Mare, Rumunsko, 30. 1. 2000 – došlo k protržení hráze odkaliště (zařízení na zpracování odpadů kyanidovým loužením) a uniklo přibližně 100 000 m³ vody s příměsí odpadní horniny, volného kyanidu a kyanidových komplexů těžkých kovů (obsah cca 50 až 100 tun kyanidů). K bezprostřednímu ohrožení na lidských životech nedošlo, avšak kontaminace místních toků byla obrovská (dopad i za hranice Rumunska). Kyanid je vysoce toxická látka, ale velice rychle se rozkládá. Naproti tomu těžké kovy se v přírodě usazují a mohou i nadále působit toxicky.

Toulouse, Francie, 21. 9. 2001 – ve výrobě umělých hnojiv explodovalo 200 až 300 tun dusičnanu amonného. Exploze byla ekvivalentní zemětřesení o síle 3,4 Richterovy stupnice a vyhloubila kráter o hloubce 10 m a šířce 50 m. Tlaková vlna způsobila obrovské škody v okruhu o poloměru 7 km, destrukci podlehl 500 budov, 31 lidí zemřelo a více než 2 400 bylo zraněno. Výbuch vyvolal destrukci dalších průmyslových staveb v okolí.

Tato havárie znovu otevřela debatu o umístění takto nebezpečných provozů v blízkosti hustě zalidněných oblastí.

Mexický záliv, USA, 22. 4. 2010 (havárie ropné plošiny Deepwater Horizon) – jednalo se o havárii plovoucí vrtné plošiny. Dne 22. dubna 2010 se potopila plošina při vrtání v Mexickém zálivu v důsledku exploze, ke které došlo o dva dny dříve. Samotný vrt však zůstal otevřen a začalo z něj unikat velké množství ropy. Havárie způsobila největší zamoření pobřežních vod ropnou skvrnou v historii Spojených států. Celkem podle expertů do Mexického zálivu uniklo 71 až 147 milionů litrů ropy. Náklady na odstranění následků jsou zatím vyčísleny na 3-6 mld. \$. [12]

Ajka, Maďarsko, 4. 10. 2010 – protržení hráze kaliště hliníkárně a únik 700 m³ vysoce toxického červeného kalu obsahujícího arzén, rtuť a chrom. Kal zaplavil několik měst a kontaminoval vodní toky. Únik si vyžádal 10 obětí, 130 osob bylo těžce chemicky popáleno, vysoké materiální a ekologické škody (úplné vyhubení vodních organismů).

1.2.2 Nejvýznamnější havárie v České Republice

Ani Česká Republika a Slovensko nejsou výjimkou ohledně výskytu tragických průmyslových havárií. V tabulce (Tab. 1) je uveden přehled havárií s nebezpečnými látkami v letech 1973 – 2006.

Tab. 1. Havárie s nebezpečnými látkami v letech 1973 – 2006[2]

Rok	Místo havárie	Typ havárie	Dopady
1973	Pardubice	Únik fosgenu	80 zraněných
1974	Záluží	Výbuch ethenu	14 mrtvých, 80 zraněných
1974	Litvínov	Únik látek s následným výbuchem [10]	17 mrtvých, 125 zraněných
1978	Kolín	Únik chlóru	5 mrtvých, 50 zraněných
1981	Litvínov	Výbuch technického benzínu	5 mrtvých
1984	Pardubice	Výbuch nitrocelulózy	5 mrtvých, 10 zraněných
1984	Třinec	Únik zemního plynu s následným výbuchem	12 mrtvých 8 zraněných
1987	Praha	Únik zemního plynu s následným výbuchem	3 mrtví
1988	Boršov	Požár agrochemikálií	Větší počet přiotrávených osob
22. 4. 1996	TOMA a.s. Otrokovice	Únik hořlavých kapalin, požár v objektu přečerpávací stanice	1 zraněný
27. 8. 1996	Damírov	Únik zemního plynu z plynovodu	Žádné oběti, zranění
24. 10. 1996	Litvínov	Výbuch par hořlavých kapalin, plnicí stanice PHM a dvě železniční cisterny	2 zranění, materiální škoda 1 000 000 Kč
Březen 1997	Kovohutě Břidličná a.s.	Požár mísírny barev, výbuch par ethylacetátu s následným požárem	2 těžce zranění, materiální škoda 12 751 000 Kč
11. 5. 1998	ZD Bělá nad Radbuzou	Požár uskladněné pryskyřice (1 400 tun)	1 zraněný, materiální škoda 10 700 000 Kč
21. 7. 2000	Spolana a.s. Neratovice	Únik chlóru	Zranění pracovníků HZS
1. 5. 2001	Masokombinát Cheb	Únik 10 kg čpavku	Evakuace okolí
Srpen 2002	Spolana a.s. Neratovice	Únik chlóru – povodně	Žádné zranění
21. 11. 2002	Spolchemice Ústí nad Labem	Požár a výbuch zásobníku	Materiální škoda 2,17 mld. Kč
29. 9. 2004	Spolchemice Ústí n/L	Únik oxidu sírového	Žádné zranění
9. 1. 2006	Lučební závody Draslovka, Kolín	Únik kyanidových vod do Labe [11]	Poškození životního prostředí

Ze statistiky 530 havárií vyplývají tyto nejčastější příčiny a následky havárií (podle jiných statistik je příčinou havárií až z 80 % lidská chyba): [3]

PŘÍČINY:

- Vady materiálu 48 %
- Chyba člověka 31 %
- Chemická reakce 12 %
- Jiné příčiny 18 %
- Vnější vlivy 7 %

NÁSLEDKY:

- Toxické emise 21 %
- Požáry 21 %
- Znečištění ovzduší 17 %
- Exploze 12 %
- Znečištění vody 45 %

K závažné havárii může dojít v jakýchkoliv objektech nebo zařízeních, je jedno jestli se jedná o velké chemické nebo malé a střední podniky. Rozdíl je v rozsahu přijatých bezpečnostních opatření a ve velikosti dopadů závažné havárie. Následující tabulka (Tab. 2) uvádí přehled vybraných havárií v ČR v objektech nezařazených pod účinnost zákona o prevenci závažných havárií.

Tab. 2. Přehled vybraných havárií v nezařazených objektech [3]

Datum	Zařízení;	Příčina	Následek	Škoda
14. 6. 1999	Zimní stadion Příbram	Prasklé potrubí	Únik 0,5 t čpavku do potoka	
1. 7. 1999	Textilka Torey v Prostějově	Chyba obsluhy – nasypání 350 kg chloranu sodného do kyselého roztoku	Následnou reakcí uvolněn chlór	Podráždění sliznic 7 lidí
24. 7. 2000	Sladovna v Hodonicích	Špatná práce při opravě chladičoho zařízení	Únik 80-100 kg čpavku do Dyje, uhynutí ryb a zamoření Dyje	Cca 500 tis Kč
6. 8. 2000	Zimní stadión na Štvanici – Praha 7	Zastaralé vybavení strojovny	Únik několika kg čpavku	Nikdo zraněn
29. 8. 2000	Mochovské mrazírny	Prasklé potrubí	Únik čpavku	6 těžce zraněných zaměstnanců
2. 5. 2001	Masokombinát Cheb	Prasklé těsnění chladičoho kompresoru	Únik cca 15kg čpavku - následná evakuace 112 osob	
23. 8. 2001	Zimní stadión Praha 10	Špatná úprava chladičoho zařízení a následné prasknutí ventilu	Únik čpavku do okolí	Nikdo zranění, škoda v desítkách tis Kč

23. 1. 2002	Zimní stadión v Liberci	Neopatrná práce na tlakovém potrubí	Únik cca 50 kg čpavku z tlakového potrubí ve strojovně	Uzavření stadiónu a okolí, odvolaný zápas
17. 6. 2003	Stanice LPG Praha 6	Avie narazila do stojanu LPG	Únik LPG z cisterny, uzavření celé ulice, později i blízké trati ČD	Cca 200 tis Kč
31. 7. 2003	Autodílna v Mladé Boleslavi	Výbuch plynu (PB láhve nebo acetylenové soupravy nebo LPG v autě)	Celková destrukce budovy autodílny a přilehlého okolí	1,5 mil Kč, 1 osob mrtvá
7. 8. 2003	Masokombinát Praha 6	Vadná elektroinstalace, nedbalost nebo úmysl	Požár	Cca 150 mil Kč
22. 8. 2003	Masokombinát Hroznětín (Karlovarsko)	Nedbalost	Únik cca desítek kg čpavku přes jímku do kanalizace a čpavkové vody do řeky	Úhyn pstruhů v řece

1.2.3 Základní pojmy a vlastnosti chemických látek

Veškeré chemické látky a přípravky jsou evidovány. Pro jejich identifikaci se používají následující údaje:

- **Registrační číslo CAS** - je jedinečný numerický identifikátor pro chemické sloučeniny, polymery, biologické sekvence, směsice a slitiny.
- **Registrační číslo ES** - Nařízením komise (ES) č. 551/2009 vešlo v platnost číslo ES, kterým se souhrnně označují látky dříve označované jako číslo Einesc, ELINCS a NLP (látky, které již dále nejsou považovány za polymery).
- **R-věty** – standardní věty označující specifickou rizikovost.
- **S- věty** - standardní pokyny pro bezpečné zacházení.

Klasifikace nebezpečných látek

Na základě zákona č. 356/2003 Sb. klasifikujeme nebezpečné látky do těchto skupin.

- *Výbušné* (písmenné označení E) látky, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu nebo u nichž dochází při definovaných zkušebních podmínkách k detonaci a prudkému shoření nebo které při zahřátí vybuchují, jsou-li umístěny v částečně uzavřené nádobě.
- *Oxidující* (písmenné označení O) látky, které při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, vyvolávají vysoce exotermní reakci.

- *Extrémně hořlavé* (písmenné označení F+) látky, které v kapalném stavu mají bod vzplanutí nižší než 0°C a bod varu nižší než 35°C nebo které jsou v plynném stavu vznětlivé při styku se vzduchem za normální (pokojové) teploty a normálního (atmosférického) tlaku.
- *Vysoce hořlavé* (písmenné označení F) látky, které
 - se mohou samovolně zahřívat a poté vznítit při styku se vzduchem za normální (pokojové) teploty, normálního (atmosférického) tlaku a bez přívodu energie,
 - se mohou v pevném stavu snadno vznítit po krátkém styku se zápalným zdrojem a po odstranění zápalného zdroje dále hoří nebo doutnají,
 - mají v kapalném stavu bod vzplanutí nižší než 21°C a nejsou extrémně hořlavé, při styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v množství nejméně 1 litr * kg⁻¹ * h⁻¹.
- *Hořlavé* (označení: věta R10) látky, které mají bod vzplanutí v rozmezí od 21°C do 55°C.
- *Vysoce toxické* (písmenné označení T+) látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i ve velmi malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.
- *Toxické* (písmenné označení T) látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození nebo smrt.
- *Zdraví škodlivé* (písmenné označení Xn) látky, které po vdechnutí, požití nebo po proniknutí kůží mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.
- *Žíravé* (písmenné označení C) látky, které po styku s živou tkání mohou způsobit její zničení.
- *Dráždivé* (písmenné označení Xi) látky, které nemají vlastnosti žíravín, ale při přímém dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánež.
- *Karcinogenní* (označení: věta R45, R49) látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny, kategorie karcinogenních látek:
 - Skupina 1 – prokázaný karcinogen pro člověka,

- Skupina 2A – pravděpodobně karcinogenní pro člověka,
- Skupina 2B – podezřelý karcinogen pro člověka,
- Skupina 3 – neklasifikovaný.
- Skupina 4 – pravděpodobně není karcinogenní pro člověka
- *Nebezpečné látky pro životní prostředí* (písmenné označení N nebo věty R52, R53, R59), které po proniknutí do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo opožděné nebezpečí.

Symbole označující nebezpečnou vlastnost jsou znázorněny v obrázku (Obr. 1.).



Obr. 1. Symbole nebezpečných vlastností látek

Fyzikální a chemické vlastnosti látek, se kterými se v diplomové práci pracuje:

- **Teplota vzplanutí** – teplota, při níž hořlavá látka vytvoří dostatek par k tomu, aby se vzduchem vytvořily hořlavou směs.
- **Bod hoření (vzplanutí)** – teplota, při které páry nad hořlavou látkou po zapálení vytrvale hoří, je vyšší než teplota vzplanutí.
- **Meze výbušnosti** – jedná se o dolní mez (nejnižší koncentrace hořlavého plynu) a horní (nejvyšší koncentrace hořlavého plynu) mez výbušnosti, udává se v objemových procentech nebo v g/m^3 vzduchu při normálním tlaku.
- **Teplota vznícení** – nejnižší možná teplota, při které hořlavá látka začne hořet i bez iniciace otevřeným plamenem.
- **Rozpustnost ve vodě** - vyjadřuje maximální množství dané látky, které je možno rozpustit ve vodě za dané teploty eventuálně tlaku.

Vzhledem k přítomnosti hořlavých látek, uvádím stručný přehled pojmů týkajících se požární bezpečnosti.

- **Nehořlavé látky** jsou takové látky, které působením ohně nebo vysoké teploty za normálního tlaku nehoří, nedoutnají ani neuhelnatí.
- **Nesnadno hořlavé látky** jsou takové látky, které působením vysoké teploty za normálního tlaku jen nesnadno hoří, doutnají nebo uhelnatí a po odstranění tepelného zdroje dále nehoří ani nedoutnají.
- **Hořlavé látky** jsou takové látky, které působením ohně nebo vysoké teploty hoří nebo doutnají a po odstranění tepelného zdroje dále nepřetržitě hoří nebo doutnají.
- **Třída nebezpečnosti** - podle teploty vzplanutí se hořlavé kapaliny dělí do čtyř tříd nebezpečnosti:
 - I. třída nebezpečnosti teplota vzplanutí do 21 °C,
 - II. třída nebezpečnosti nad 21 °C do 55 °C,
 - III. třída nebezpečnosti nad 55 °C do 100 °C,
 - IV. třída nebezpečnosti nad 100 °C do 250 °C.
- **Teplotní třídy** – podle teploty vznícení se hořlavé kapaliny dělí na:
 - T1 - teplota vznícení nad 450 °C,
 - T2 - teplota vznícení 300 až 450 °C,
 - T3 - teplota vznícení 200 až 300 °C,
 - T4 - teplota vznícení 135 až 200 °C,
 - T5 - teplota vznícení 100 až 135 °C,
 - T6 - teplota vznícení 85 až 100 °C.

Hořlavé kapaliny, u kterých nebyla stanovena teplota vzplanutí, se považují za hořlavé kapaliny I. třídy nebezpečnosti

- **Třída požáru** - dle druhu hořlavé látky rozlišujeme tzv. třídy požáru.
 - Třída A - hoření pevných látek hořících plamenem nebo žhnutím (např. dřevo, uhlí, textil, papír, sláma, seno, plasty). Pro tuto třídu požáru jsou vhodné hasicí přístroje vodní, pěnové a práškové.
 - Třída B - hoření kapalných látek a látek, které do kapalného skupenství přecházejí (např. benzin, nafta, oleje, barvy a laky, ředidla, éter, aceton, vosky, tuky, asphalt, pryskyřice, mazadla). Pro tuto třídu požáru jsou vhodné hasicí přístroje pěnové, práškové a halonové.

- Třída C - hoření plyných látek hořících plamenem (např. propan-butan, zemní plyn, svítiplyn, acetylen, metan, vodík). Pro tuto třídu požáru jsou vhodné hasicí přístroje práškové, přístroje s náplní CO₂ (oxidu uhličitého) a halonové.
- Třída D - hoření lehkých alkalických kovů (např. hořčík a jeho slitiny s hliníkem). Při hoření těchto kovů dochází k vývinu obrovských teplot, hašení takovýchto požárů vyžaduje použití speciálních suchých hasiv nebo speciálně upravených prášků.

Pro identifikaci látky při přepravě a skladování se využívají následující pojmy:

- **ADR** - Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
- **Oranžové výstražné tabulky** – využívají se při přepravě nebezpečných věcí. V horním poli je umístěn třímístný kód nebezpečnosti tzv. Kemlerův kód, který udává základní vlastnosti látky. V dolní části tabulky se nachází identifikační číslo látky, neboli UN-kód, který je specifický pro každou látku.
- **Obalová skupina** - skupina, ve které mohou být pro účely balení přiřazeny určité látky podle jejich stupně nebezpečnosti. Obalové skupiny mají následující významy:
 - Obalová skupina I: látky velmi nebezpečné,
 - Obalová skupina II: látky středně nebezpečné,
 - Obalová skupina III: látky málo nebezpečné.

2 LEGISLATIVA V OBLASTI PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ A HAVARIJNÍHO PLÁNOVÁNÍ

Chemický průmysl je dnes celosvětově jedním z nejvýznamnějších a nejdynamičtěji se rozvíjejících hospodářských sektorů. Vyrábí spoustu koncových výrobků i polotovarů pro další zpracování. V důsledku nebezpečnosti chemických látek pro člověka a životní prostředí jsou s touto výrobou spojena i velmi velká rizika. V minulosti toho bylo důkazem mnoho závažných havárií, při kterých unikly vysoce nebezpečné látky. Tyto skutečnosti vedly k diskusi o změně předpisů platných pro prevenci a likvidaci havárií.

2.1 Legislativa EU

Řada závažných havárií v minulých desetiletích vedla k vydání obecně závazných předpisů pro zlepšení havarijní prevence a připravenosti. Tyto předpisy byly vydány na národní i mezinárodní úrovni. V současnosti jsou v rámci Evropské unie a většiny kandidátských zemí sjednoceny předpisy pro prevenci závažných havárií způsobených nebezpečnými chemickými látkami. Základ tvoří Směrnice EU, které jsou implementovány do legislativy jednotlivých zemí.

2.1.1 Směrnice Rady 82/501/EES, tzv. SEVESO I direktiva

Tato směrnice byla přijata v důsledku vzniku závažných havárií, zvláště v důsledku havárie v italském Sevesu v roce 1976, kde unikl velmi nebezpečný dioxin, a ve Flixborough v roce 1974 (Velká Británie), kde se výbuchem dostal do okolí cyklohexan.

Hlavním cílem SEVESO I direktivy bylo zavést jednotnou legislativu, která by se týkala prevence a připravenosti na závažné průmyslové havárie, a zpracovat i uplatňovat vhodná a účinná opatření.

Byly stanoveny povinnosti a postupy provozovatelů i orgánů státní správy pro oblast závažných průmyslových havárií, které musí být plněny:

- oznamovací povinnost a povinnost zpracovat bezpečnostní studii,
- povinnost zpracovat havarijní plány,
- povinnost poskytovat informace,
- povinnost provádět kontroly. [4]

2.1.2 Směrnice Rady 96/82/EC, tzv. SEVESO II direktiva

V důsledku obecné formulace jednotlivých požadavků a ustanovení v direktivě SEVESO I, byla tato směrnice novelizována na SEVESO II direktivu, s cílem odstranit rozdíly v prevenci jednotlivých států Evropské Unie a zajistit vyšší úroveň bezpečnosti.

Směrnice SEVESO I byla zaměřena především na chemické látky, které ohrožují lidský život, avšak směrnice SEVESO II k těmto látkám zařadila chemické látky, které jsou nebezpečné pro faunu a flóru, tj. látky klasifikované jako nebezpečné pro životní prostředí.

Dále se směrnice zaměřovala na úroveň a kvalitu bezpečnostního managementu. Každý podnik by měl formulovat zásady prevence a zavést bezpečnostní management, který musí být schopen pomocí systému kontrol dát kompetentním orgánům důkazy, že podnik (provozovatel) je schopen doložit všechna přijatá bezpečnostní opatření, a že podnik (provozovatel) podnikl všechna opatření pro snížení dopadů a následků možné havárie. [4] [5]

2.1.3 Novelizace SEVESO II direktivy

Od prosince 1996, kdy byla SEVESO II direktiva přijata Radou, probíhal proces konzultací, týkající se implementace směrnice a možných zlepšení i dodatků. Vzhledem k průmyslovým haváriím v Baia Mare v Rumunsku (2000), v Enschede v Holansku (2000) a Toulouse ve Francii (2001) i na základě studií karcinogenních látek a látek nebezpečných pro životní prostředí, bylo potřebné rozšířit rozsah platnosti SEVESO II direktivy.

Do SEVESO II direktivy byly zahrnuty následující:

- činnosti týkající se dobývání nerostů v dolech a lomech nebo prostřednictvím vrtů,
- skládky odpadů,
- výbušné a pyrotechnické látky,
- zavedení klasifikace ADR,
- doplnění seznamu karcinogenních látek a úprava jejich limitního množství,
- snížení limitních množství látek nebezpečné pro životní prostředí. [4] [6]

2.1.4 Evropské dohody

Evropská dohoda je specifickým druhem asociační dohody uzavřené mezi Evropskou unií a některými zeměmi střední a východní Evropy. Jejím cílem je připravit přidruženou zemi

na vstup do Evropské unie. Je založena na respektu k dodržování lidských práv, demokracii, právnímu státu a tržnímu hospodářství. Těmito dohodami jsou:

- ADR - Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí,
- RID - Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných po železnici,
- IMDG - Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných po moři,
- ADN - Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných po vnitrozemských vodních cestách. [13]

2.2 Legislativa České Republiky

Česká Republika implementovala podmínky a nařízení SEVESO II do české legislativy zákonem č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií. Avšak v průběhu roku 2003 byla SEVESO II direktiva novelizována a byl vydán zákon č. 82/2004 Sb., (kterým se mění zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií) a později vydán nový zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií.

Zákony vztahující se k problematice prevence závažných havárií:

- zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií,
- zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích,
- zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému,
- zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (krizový zákon),
- vyhláška č. 103/2006 Sb., o stanovení zásad pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu,
- vyhláška č. 250/2006 Sb., kterou se stanoví rozsah a obsah bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu nebo zařízení zařazených do skupiny A nebo do skupiny B,
- vyhláška č. 255/2006 Sb., o rozsahu a způsobu zpracování hlášení o závažné havárii a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie,
- vyhláška č. 256/2006 Sb., o podrobnostech systému prevence závažných havárií,
- vyhláška č. 231/2004 Sb., kterou se stanoví podrobný obsah bezpečnostního listu k nebezpečné chemické látce a chemickému přípravku.

2.2.1 Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií

Tento zákon stanovuje systém prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemický přípravek s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářských zvířat, životní prostředí a majetek v objektech a zařízeních i v jejich okolí.

Zákon dále upravuje povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob, které vlastní, užívají nebo budou uvádět do užívání objekt, kde je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo přípravek. Stanovuje také působnost dotčených orgánů veřejné správy v oblasti prevence závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými látkami nebo chemickými přípravky.

Pro účely tohoto zákona byly upřesněny nebo definovány následující pojmy:

- **závažná havárie** – mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu nebo zařízení, v němž je nebezpečná látka vyráběna, vede k bezprostřednímu nebo násilnému závažnému poškození nebo ohrožení života a zdraví občanů, hospodářských zvířat, životního prostředí nebo ke škodě na majetku,
- **zdroj rizika** – vlastnost nebezpečné látky nebo fyzická či fyzikální situace vyvolávající možnost vzniku závažné havárie,
- **riziko** – pravděpodobnost vzniku nežádoucího specifického účinku, ke kterému dojde během určité doby nebo za určitých okolností,
- **domino efekt** – možnost zvýšení pravděpodobnosti vzniku nebo velikosti dopadů závažné havárie v důsledku vzájemné blízkosti objektů nebo zařízení a umístění nebezpečných látek,
- **zóna havarijního plánování** – území v okolí objektu nebo zařízení, v němž krajský úřad uplatňuje požadavky havarijního plánování formou vnějšího havarijního plánu,
- **scénář** – variantní popis rozvoje závažné havárie, popis rozvoje příčinných a následných na sebe navazujících a vedle sebe i posloupně probíhajících událostí, a to buď spontánně probíhajících a nebo probíhajících jako činnosti lidí, které mají za účel zvládnout průběh závažné havárie. [4][7]

2.2.1.1 Zařazení nebo nezařazení objektu nebo zařízení

Zákon ukládá povinnost právnickým osobám nebo podnikajícím fyzickým osobám zjistit, zda jejich objekt nebo zařízení spadá do působnosti tohoto zákona. V případě, že se zákon na daný objekt nebo zařízení vztahuje, stává se z právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby provozovatel. Tento provozovatel má povinnost navrhnout zařazení objektu nebo zařízení do skupiny A nebo B dle množství přítomné látky v objektu nebo zařízení.

2.2.1.2 Analýza a hodnocení rizika závažné havárie

Provozovatel je povinen pro zpracování bezpečnostního programu nebo bezpečnostní zprávy provést analýzu a hodnocení rizika závažné havárie.

V analýze se uvede:

- identifikace zdrojů rizika (nebezpečí),
- určení možných scénářů událostí a jejich příčin, které mohou vyústit v závažnou havárii,
- odhad dopadů možných scénářů závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek,
- odhad pravděpodobnosti scénářů závažných havárií,
- stanovení míry rizika,
- hodnocení přijatelnosti rizika vzniku závažných havárií.

Analýza a hodnocení rizik závažné havárie nejsou jednorázovou záležitostí, provádí se ve všech fázích životního cyklu objektu nebo zařízení, pro normální či mimořádné provozní podmínky zahrnující selhání lidského činitele nebo možného vnějšího ohrožení.

Způsob zpracování je popsán ve vyhlášce MŽP č. 256/2006 Sb., o podrobnostech systému prevence závažných havárií.

2.2.1.3 Bezpečnostní program

Bezpečnostní program zpracovávají provozovatelé zařízení do skupiny A. Obecně se jedná o dokument, kterým provozovatel prokazuje, že stanovil zásady prevence závažné havárie a strukturu i systém řízení bezpečnosti zajišťující ochranu zdraví a život lidí, hospodářských zvířat, životního prostředí a majetku.

2.2.1.4 Bezpečnostní zpráva

Bezpečnostní zprávu zpracovávají provozovatelé objektu nebo zařízení zařazení do skupiny B. V těchto objektech nebo zařízeních je umístěno takové množství nebezpečných látek, které několikanásobně překračuje množství nacházející se u provozovatelů zařazených do skupiny A. V důsledku tohoto mohou být i dopady případné havárie závažnější.

2.2.1.5 Plán fyzické ochrany objektu nebo zařízení

Provozovatel objektu nebo zařízení, jenž je zařazen do skupiny A nebo skupiny B, je povinen dále zpracovat plán fyzické ochrany objektu nebo zařízení.

Jedná se o dokument, který obsahuje popis fyzické ochrany objektu nebo zařízení včetně bezpečnostních opatření k zabránění vzniku závažných průmyslových havárií a omezení jejich důsledků na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek.

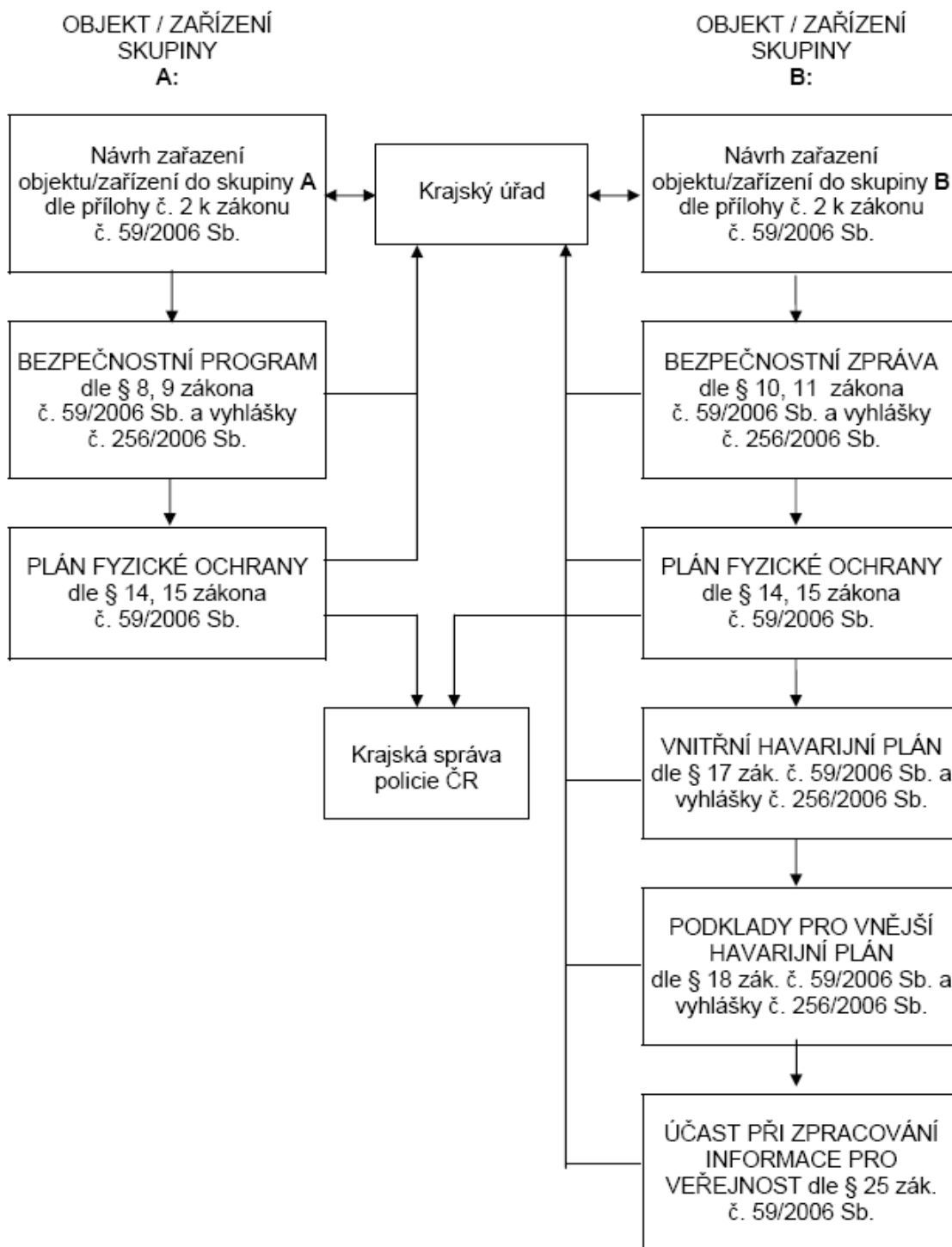
2.2.1.6 Havarijní plánování

Úkolem havarijního plánování je určení rizik ohrožujících území kraje, získávání informací týkajících se rizik, zajištění podkladů od jednotlivých složek integrovaného záchranného systému a stanovení opatření k ochraně obyvatelstva. Cílem je teoretická příprava a poskytnutí metodiky k zajištění připravenosti daného území na řešení mimořádných událostí.

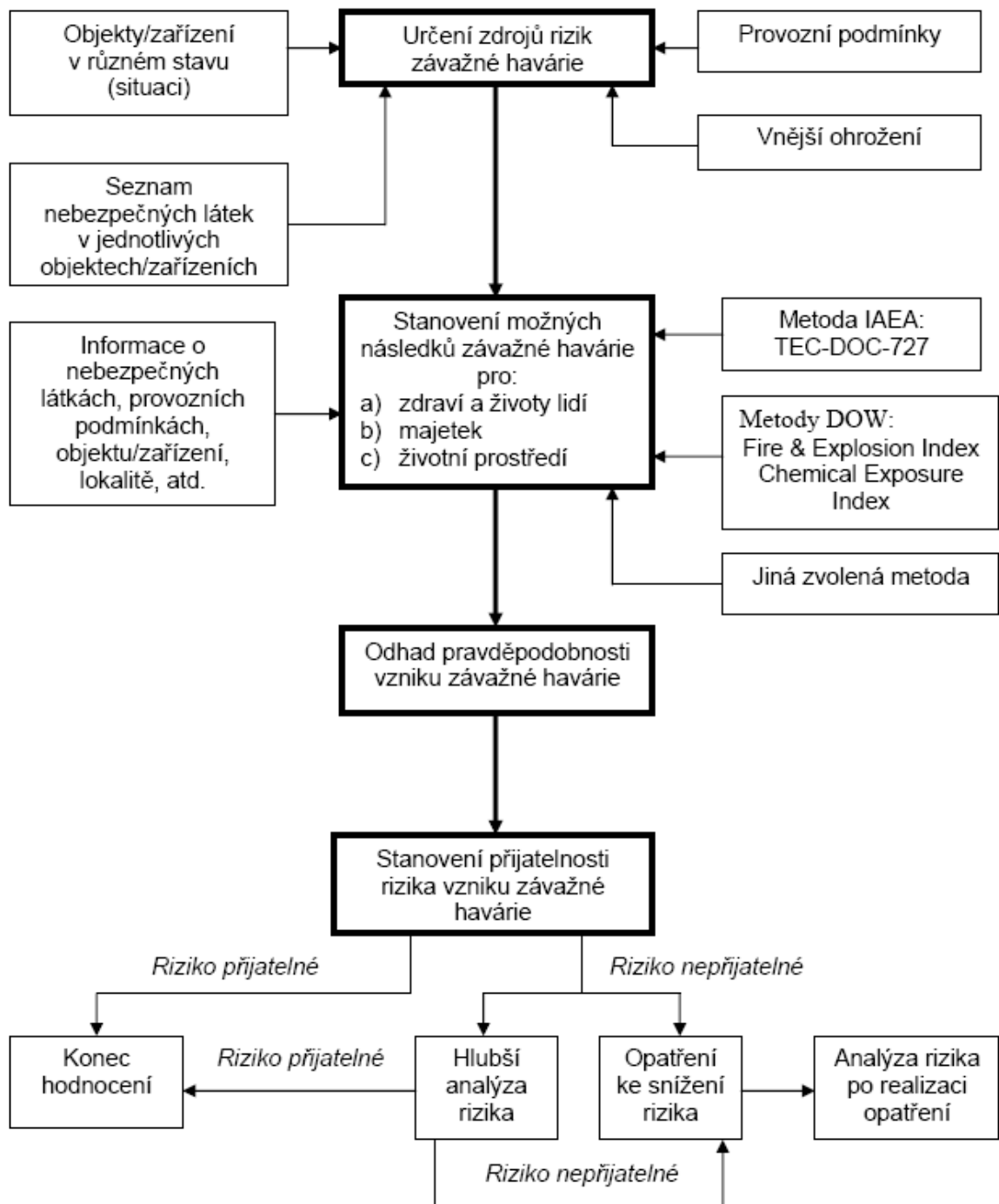
Havarijní plánování se dělí podle objektu zájmu na havarijní plánování:

- územních celků,
- kraje (havarijní plán kraje),
- obce s rozšířenou působností (výpisy z havarijního plánu kraje),
- vnitřní havarijní plánování (objektový havarijní plán),
- vnější havarijní plánování (vnější havarijní plán)
- a další.

Obecně lze postup vypracování bezpečnostní dokumentace shrnout do obrázku (Obr. 2 a Obr. 3) je podrobněji rozepsána analýza a hodnocení rizik pro tvorbu bezpečnostního programu, tzn. pro objekty a zařízení zařazené do skupiny A.



Obr. 2. Postup vypracování bezpečnostní dokumentace dle zákona č. 59/2006 Sb.,
o prevenci závažných havárií [3]



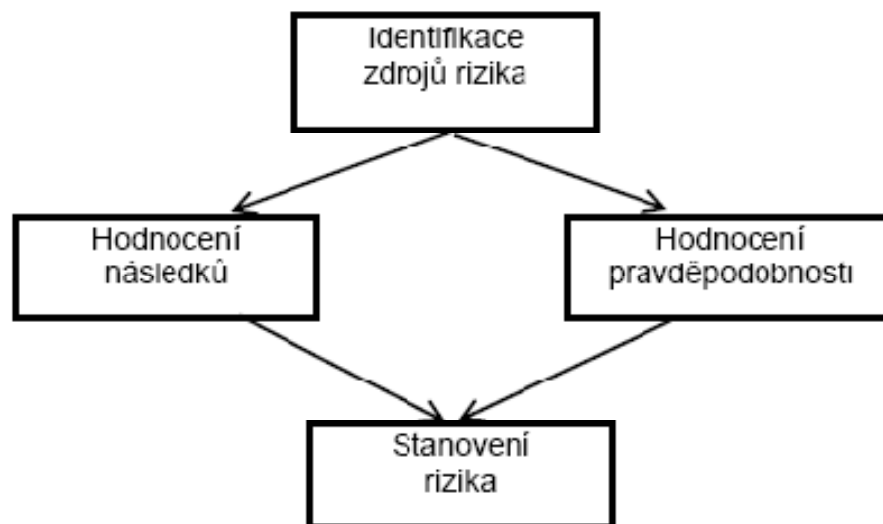
Obr. 3. Kostra procesu zpracování bezpečnostního programu [3]

3 ANALÝZA RIZIK

3.1 Analýza a hodnocení rizik

Riziko je v komplexním pojetí chápáno jako relace mezi očekávanou ztrátou (života, majetku, nebo poškození zdraví) a neurčitostí uvažované ztráty (vyjádřenou zpravidla pravděpodobností nebo frekvencí výskytu). Někdy se pojem riziko redukuje na pravděpodobnost, se kterou dojde za definovaných podmínek expozice k projevu nepříznivého účinku. Riziko se rovná nule pouze v případě, že expozice dané látky nenastává, tedy je nulová.

Analýza a hodnocení rizik se dělí do čtyř kroků (Obr. 4).



Obr. 4. Základní kroky analýzy rizik [3]

3.2 Přehled dostupných metod

Výběr vhodné metody výrazně ovlivní kvalitu provedení bezpečnostní studie. Pro analýzu rizik existují desítky různých metod, lišících se jejich možnostmi použití. Některé metody na sebe navazují nebo se překrývají, jiné jsou nesrovnatelné. Volba metody je především ovlivněna několika faktory:

- cíl a typ studie,
- zkušenosti pracovního týmu,
- dostupnost potřebných informací
- a ekonomické náklady na studii.

V současnosti je využíván nový trend v hodnocení rizik velkých průmyslových areálů a to, rozdělit analýzu rizik do dvou kroků. Nejprve se provede **výběr závažných zdrojů rizika** a poté se tyto **zdroje ohodnotí (kvantifikují)**.

Dříve se hojně využívaly indexové metody, které ke každému zdroji rizika přiřadily prioritu v závislosti na indexu a pro zdroje rizik s největší prioritací (ohodnocením) se poté prováděly podrobnější analýzy pomocí náročnějších metod.[3][8]

a) Identifikace zdrojů rizika

- Screeningové metody
 - IAEA-TEC DOC 727,
- Indexové metody
 - DOW's Fire and Explosion Index - Index požáru a výbuchu F&EI,
 - DOW's Chemical Exposure Index – Index chemického ohrožení C&EI ,
- Selektivní metody
 - Selektivní metoda „Purple Book“ (CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment QRA).

b) Hodnocení rizika

- Revize bezpečnosti (Safety Review SR),
- Kontrolní seznam (Checklist analysis CL),
- Předběžná analýza ohrožení (Preliminary Hazard Analysis PHA),
- Analýza „Co se stane, když“ (What-If Analysis WI),
- Analýza „Co se stane, když...“/kontrolní seznam (What-If / Checklist Analysis WI/CL),
- Analýza nebezpečnosti a provozuschopnosti (Hazard and Operability Analysis HAZOP),
- Analýza příčin a následků poruch (Failure Modes and Effects Analysis FMEA),
- Analýza stromem poruch (Fault Tree Analysis FTA),
- Analýza stromem událostí (Event Tree Analysis ETA),
- Analýza příčin a následků (Cause – Consequence Analysis CCA),
- Analýza lidského faktoru (Human Reliability Analysis HRA).

c) Modelování následků závažných havárií

- TerEx (Teroristický expert),
- ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).

3.2.1 Indexové metody

Indexové metody využívají různých indexů pro oceňování nebezpečných vlastností procesu. Celková bezpečnost procesu se klasifikuje podle indexu pro toxicitu látek a indexu pro požár a výbuch do kategorií nebezpečnosti.

Principem metod je bodové ohodnocování dílčích operací procesu a procesních podmínek na základě stanovených výpočtů. Nejčastější použití indexových metod je ve fázi projektování zařízení, ale mohou být využívány i během celého života zařízení. Často se jimi porovnávají různé varianty řešení projektu.

Tyto metody jsou vyvíjeny různými chemickými společnostmi pro specifické procesy, proto jich existuje celá řada, ale v principu jsou si velmi podobné:

- *Metoda CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment QRA (známá jako „Purple Book“)* - pro stanovení rizik při provozování, manipulaci, transportu a skladování nebezpečných látek,
- *DOW's Fire and Explosion Index (F&EI)* - metoda pro posuzování nebezpečí požáru a výbuchu u procesních jednotek,
- *DOW's Chemical Exposure Index (C&EI)* - metoda pro posouzení ohrožení toxicitou látkou.

3.2.2 Metody pro hodnocení rizika

a) *Safety Review SR / Revize bezpečnosti*

Jedna ze starších metod, která se zaměřuje především na stávající provozy, avšak dá se využít i během projektování. Je založena na spolupráci analytika a personálu při hledání nebezpečných podmínek a provozních procesů. Výsledkem jsou navržená bezpečnostní (ochranná) opatření, která jsou průběžně ověřována kontrolami.

Cílem je kvalitativní popis možných bezpečnostních rizik a jejich opatření. Náročnost na čas se pohybuje od jednoho dne po několik týdnů.

b) *Checklist Analysis CL / Kontrolní seznam*

Tato jednoduchá analýza je založena na vytvoření kontrolního seznamu, podle kterého se následně stanovují nedostatky a odlišnosti provozních postupů. Metodu lze použít v libovolné fázi života procesu, často se však využívá při projektování jako kontrola souladu se standardními podmínkami, předpisy nebo normami.

c) *Preliminary Hazard Analysis PHA / Předběžná analýza ohrožení*

Metoda bývá většinou použita v předběžné fázi návrhu projektu provozu, ve fázi umístění nebo vývoje procesu. Cílem je vytvoření seznamu všech možných nebezpečí (rizik), která se v procesu mohou vyskytnout. V praxi je tato metoda považována za první stupeň komplexní studie bezpečnosti procesu (provozu).

d) *What-If Analysis WI / Analýza „Co se stane, když...“*

Metoda je založena na brainstormingu, při kterém pracovní tým formou dotazů a odpovědí prověřuje neočekávané události, které se mohou v procesu vyskytnout. Každý dotaz začíná charakteristickým „Co se stane, když ...?“ a pomáhá odhadnout následky neočekávaných událostí nebo stavů a navrhnout opatření a doporučení.

e) *What-If / Checklist Analysis WI/CL / „Co se stane, když ...“ / Kontrolní seznam*

Tato kombinovaná metoda využívá tvůrčího přístupu metody „Co se stane, když ...“ a systematickosti kontrolního seznamu. Účelem analýzy je identifikovat ohrožení, zvážit obecné typy havárií, kvalitativně zhodnotit účinky těchto havárií a následně určit, jestli jsou přijatá ochranná opatření dostatečná. Není vhodná pro podrobnější analýzy.

f) *Hazard and Operability Analysis HAZOP / Analýza nebezpečnosti a provozuschopnosti*

Princip analýzy je založen na odhalení příčin, odhadu následků, návrhů opatření a jejich ocenění. Základní předpoklady HAZOP analýzy jsou její systematický přístup a popis účelu dané části procesu (provozu) a hledání odchylek pomocí klíčových slov:

- No, not (žádný, není),
- More (více, vyšší),
- Less (méně, nižší),
- As well as (rovněž, také),
- Part of (část, částečně),
- Reverse (reverze, zpětný),
- Other than (jiný než).

Obecný postup při analýze je popis účelu systému, popis odchylky od požadované funkce s využitím klíčových slov, nalezení příčiny nebo souběhu příčin vedoucích ke vzniku odchylky, stanovení možných následků a doporučení zásahu.

g) *Failure Modes and Effects Analysis FMEA / Analýza příčin a následků poruch*

Metoda FMEA je založena na systematickém prověřování systému s cílem najít možné poruchy, jejich příčiny a následky. Vychází spíše z jednotlivých prvků v systému, než z procesních parametrů daného systému. Výsledkem je kvalitativní systematický seznam zařízení, jejich poruch a následků, s možností kvantifikace.

h) Fault Tree Analysis FTA / Analýza stromem poruch

Jedná se o deduktivní grafickou metodu, která se využívá k určení kombinací poruch, které mohou vést k dané havárii. Postupuje se od vrcholové události k jejím příčinám a vyhledávají se základní události, kterým je možné přiřadit pravděpodobnost.

i) Event Tree Analysis ETA / Analýza stromem událostí

Metoda graficky vyjadřuje možné výsledky havárie vyplývající z iniciační události. Nezabývá se příčinami nežádoucí události, ale zvažuje další rozvoj události a tak poskytuje přehled o výši pravděpodobností možných výsledných událostí.

j) Cause – Consequence Analysis CCA / Analýza příčin a následků

Jedná se o kombinaci analýzy stromu poruch a analýzy stromu událostí. Výsledný diagram zobrazuje vztahy mezi následky havárie a jejich základními příčinami. Nejprve se určí počáteční (iniciační) událost, a poté se sleduje sled událostí, který k ní vedl.

k) Human Reliability Analysis HRA / Analýza lidského faktoru

Analýza lidského faktoru je postup na posouzení vlivu lidského činitele na výskyt nehod, havárií, apod. nebo některých jejich dopadů. Cílem je identifikovat potenciální lidské chyby, jejich příčiny a následky.

Tab. 3. Typické využití dílčích metod

	SR	CL	RR	PHA	WI	WI/CL	HAZOP	FMEA	FTA	ETA	CCA	HRA
Výzkum a vývoj	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Koncepční návrh	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Poloprovoz	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Detailní návrh	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Montáž/Najíždění	!	!	-	-	!	!	-	-	-	-	-	!
Běžný provoz	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Rozvoj/Modifikace	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vyšetřování nehod	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Prověření	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-

3.3 Vybrané metody pro analýzu rizik

3.3.1 Metoda CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment QRA („Purple book“)

Metoda výběru podle CPR 18E je jednou z metod, které kvantitativně hodnotí rizika při provozování, manipulaci, transportu a skladování nebezpečných látek. A to

v případech, kdy se nebezpečné látky nacházejí na určitém místě (průmyslová oblast, dopravní komunikace) v takovém množství, že mohou ohrožovat okolí. Metoda hodnotí toxické, hořlavé a výbušné vlastnosti nebezpečných chemických látek.

Výsledkem jsou informace pro posouzení rizika a rozhodnutí o přijatelnosti rizika souvisejícího s rozvojem události uvnitř i vně posuzovaného objektu.

Vzhledem k velikosti a složitosti některých posuzovaných objektů, pro které musí být vypracována bezpečnostní studie, byla vyvinuta *metoda výběru*. Metoda výběru umožňuje vybrat ty jednotky/zařízení v posuzovaném objektu, které nejvíce přispívají k riziku. Takto vybrané jednotky/zařízení musejí být dále uvažovány při kvantitativním hodnocení rizika (QRA). [8][17]

Pro lepší orientaci a přehlednost práce je podrobný popis metody uveden v příloze (P I).

3.3.2 DOW's Fire and Explosion Index (F&EI)

Metodu vyvinula společnost Dow's Chemical Company pro identifikaci nebezpečí požáru a výbuchu procesních jednotek. Řadí se mezi indexové metody, které pomáhají odhalovat specifické zdroje rizika, pro jejichž identifikaci byly na základě zkušeností postupně vyvinuty. Avšak jiné zdroje rizika s nimi odhalit nelze, protože nejsou k tomuto vybaveny.

Metoda hodnotí pouze výbušné a hořlavé látky, slouží pro odhalení míst s největším potenciálem ztráty a umožňuje předpovědět rozsah poškození zařízení a ztráty způsobené přerušáním provozu. Výstupem této metody jsou i ekonomické škody. [8]

Analýza je podrobně popsána v příloze (P II).

Cílem metody je

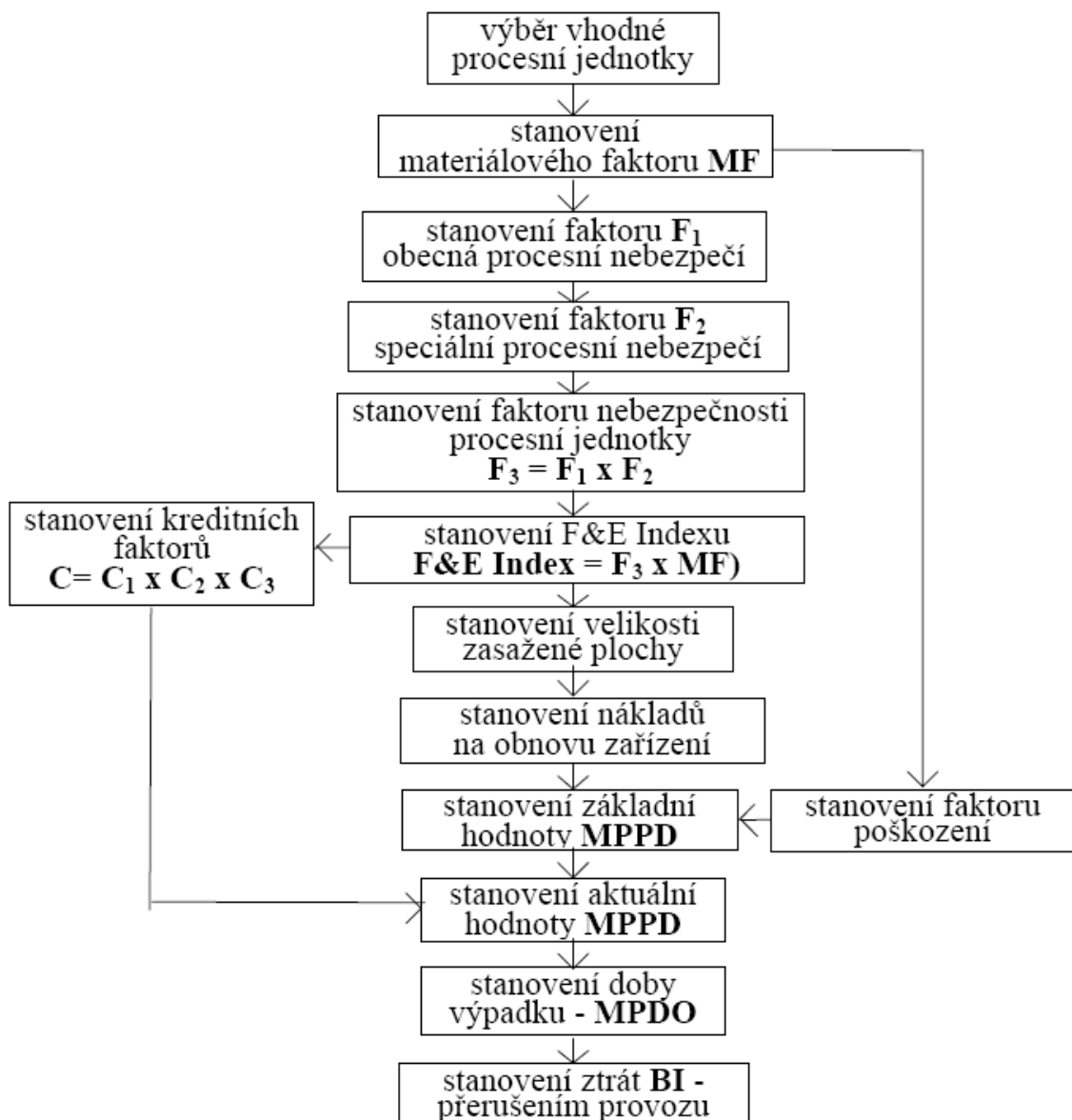
- *identifikovat* zařízení, která by mohla přispívat ke vzniku a stupňování nehody,
- *kvantifikovat* reálně očekávané škody následkem požáru a exploze,
- *prezentovat* výsledky metody managementu.

Postup stanovení F&EI

Postup stanovení metody je uveden v následujícím obrázku (Obr. 5).

- a) výběr procesní jednotky pro studii,
- b) stanovení materiálového faktoru MF,
- c) stanovení faktorů nebezpečnosti procesní jednotky:

- obecná procesní nebezpečí,
 - speciální procesní nebezpečí,
- d) stanovení souhrnného faktoru nebezpečnosti procesní jednotky,
 - e) stanovení indexu požáru a výbuchu (F&E Indexu),
 - f) kreditní faktory řízení procesu,
 - g) souhrnná analýza rizika procesní jednotky,
 - h) diskuse o ztrátách majetku (MPPD) a ztrátách provozních (BI)
 - i) souhrnná analýza rizika výrobní jednotky,
 - j) soubor podkladů pro souhrnnou analýzu rizika.



Obr. 5. Postup stanovení indexu požáru a výbuchu

4 SOFTWARE TEREX A ALOHA

S rozvojem výpočetní techniky se pro analýzu rizik stále více používají softwarové nástroje. Mezi významné softwary na českém trhu jsou programy Terex a Aloha, které budou použity i v této práci.

4.1 Software TerEx

Software TerEx je český program vyvinutý jako nástroj pro okamžité vyhodnocení dopadů úniku nebezpečné chemické látky, otravné látky či použití výbušného systému.

TerEx je především určen pro operativní použití jednotkami integrovaného záchranného systému při zásahu nebo pro průmyslové podniky či sklady, ve kterých se nacházejí nebezpečné látky. Slouží k rychlému určení rozsahu ohrožení a realizaci následných opatření pro ochranu obyvatel.

4.2 Software ALOHA

Software ALOHA, plným názvem **A**rea **L**ocations **O**f **H**azardous **A**tmospheres, je program vyvinutý americkou organizací pro ochranu přírody k modelaci úniku nebezpečné chemické látky do atmosféry. Výpočty se provádí pomocí statistického gaussovského rozdělení. Umožňuje nasimulovat rozptyl látky v ovzduší a usnadňuje předvídat pohyb a rozptyl plynných látek v ovzduší.

Výsledkem je odhad koncentrace uniklé látky šířící se ve směru větru v závislosti na fyzikálních vlastnostech dané chemické látky. Výsledky jsou v grafické formě, která umožňuje předpovědět koncentrace chemické látky uvnitř i vně budovy, závisující na umístění od zdroje úniku, a to při měnících se povětrnostních podmínkách.[8]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části diplomové práce bude čtenář seznámen s podnikem MJM Litovel a.s. a s jednou z jeho provozoven, nacházející se ve městě Litovel, na kterou bude veškerá další práce zaměřena.

Cílem práce je použití metod analýzy rizik pro hodnocení rizik spojených s provozováním, manipulací, transportem a skladováním nebezpečných chemických látek. K analýze bude využita Metoda výběru podle CPR 18E a Index požáru a výbuchu. Tyto metody identifikují ohrožení obyvatelstva a riziko vzniku požáru a výbuchu. Dále bude v práci nasimulován únik nebezpečné chemické látky pomocí daného softwaru.

Na základě výsledků analýz a simulace budou shrnuty a následně navrženy doporučení pro eliminaci nebo minimalizaci rizik v závislosti na situaci v dané provozovně.

5 SPOLEČNOST MJM LITOVEL a.s.



5.1 Základní informace o firmě

V roce 1965 byl zpracován projekt na výstavbu výroby krmiv ve Šternberku jako státní podnik Zemědělského zásobování a nákupu Šternberk. V lednu roku 1969 byl projekt úspěšně realizován a průmyslová výroba krmiv spustila zkušební provoz a koncem roku byla výroba plně využita s kapacitou 20 tun/hod. Součástí areálu jsou i obilná sila a sklady s kapacitou cca 80 000 tun.

V roce 1992 byl státní podnik privatizován na akciovou společnost Zemědělského zásobování a nákupu Šternberk. Tímto krokem se rozšířil i předmět podnikatelské činnosti o výrobu tepla, zámečnictví, laboratorní rozbory surovin, silniční motorovou dopravu a v roce 1993 i o výrobu pšeničných mouk.

V roce 2003 vznikla firma MJM Litovel a.s. přejmenováním akciové společnosti Zemědělského zásobování a nákupu Šternberk a přesunutím sídla společnosti do Litovle. Během roku došlo ke spojení MJM Litovel a.s. s MJM group a.s., Litovel a společností MJM - agroslužby, spol. s.r.o. Předmět podnikání se tak rozšířil o další činnosti (hnojiva, pesticidy, ropné produkty a služby precizního zemědělství a poradenství).

Od roku 1999 je firma vlastníkem certifikace CSN EN ISO 9002/1994 (systém řízení jakosti), během roku 2002 přešla na ISO 9001 podle normy CSN EN ISO 9001/2000 a od roku 2010 vlastní firma certifikaci ISO 9001:2008.[14]

5.2 Nabízené služby a přehled všech součástí podniku

MJM Litovel a.s. se v současné době zabývá:

- nákupem a prodejem průmyslových hnojiv a pesticidů,
- zpracováním rostlinných produktů,
- výrobou krmných směsí,
- mlynářskou výrobou
- a prodejem pohonných hmot a olejů.

Dále nabízí služby v oblasti agroslužeb a systému precizního zemědělství.

5.2.1 Součásti podniku

Společnost se dělí na čtyři základní oblasti podnikání, na divizi AGRO, divizi krmných směsí, divizi rostlinných produktů a na úsek mlýn.

5.2.1.1 Divize AGRO

Je největší divize společnosti, která zahrnuje 7 úseků.

1) Úsek hnojiv

Společnost MJM Litovel a.s. je největším dodavatelem průmyslových hnojiv na Moravě. Na trh dodává hnojiva volně ložená, pytlovaná a kapalná. Zákazníkům nabízí jejich skladování, dopravu i aplikaci. Nově nabízí možnost pronájmu speciálních tanků pro kapalná hnojiva.

2) Úsek pesticidů

Společnost nabízí kompletní přípravky pro běžné kulturní plodiny, do sadů, chmelnic, zahrad i pro lesnické potřeby. Zákazníkům jsou zajištěny skladové prostory (pro uskladnění pesticidů do doby aplikace), rozvoz a také poradenství v oblasti pesticidů.

3) Úsek osiv

Tento úsek nabízí kompletní služby v oblasti osiv. Zaměřuje se především na osiva polních plodin (obiloviny, olejnin, luskoviny, píce).

4) Aplikáční práce – postřiky, hnojení

Společnost vlastní moderní techniku pro aplikaci kapalných průmyslových hnojiv (DAM 390, SAM 240), pevných hnojiv a pesticidů.

5) Vápnění

Vápnění je velice důležité pro správnou hodnotu pH půdy, zlepšuje podmínky pro příjem živin a v rostlinné výrobě ovlivňuje chemické, fyzikální a biologické procesy. Společnost nabízí aplikaci vápenatých hmot (jako je šáma, mletý vápenec nebo pálené vápno) na základě předchozí analýzy orné půdy.

6) Úsek PREFARM

Firma MJM Litovel a.s. se již od roku 1997 zabývá precizním zemědělstvím. Jedná se o způsob hospodaření na rozlehlých pozemcích s různými půdními vlastnostmi. Cílem úseku PREFARM je analyzovat a lokalizovat oblasti s různými půdními vlastnostmi a vyhodnotit druh osiva, způsob hnojení a využití pesticidů.

7) *Úsek pohonných hmot*

Firma dále obchoduje s pohonnými hmotami. Provozuje několik čerpacích stanic a v areálu v Litovli se nachází vlečka se stáčírnou, která dále pomocí autocisteren zásobuje odběratele.

5.2.1.2 *Divize krmných směsí*

Tato divize nabízí široký sortiment krmných směsí pro všechny druhy a kategorie hospodářských zvířat (skot, prasata, drůbež) a krmivo pro psy a kočky. Na tomto úseku se zpracovává odpad po čištění zemědělských plodin a vyrábí palivo na bázi rostlinných materiálů EKOVER.

5.2.1.3 *Divize rostlinných produktů*

Nákup a prodej rostlinných produktů jsou jedny z významných aktivit společnosti. Jedná se o komplexní zpracování surovin (nákupu, laboratorní ověření jakosti, ošetření sušením a čištěním, balení, prodej) nebo zpracování surovin ve vlastní výrobě krmných směsí nebo mlýně.

5.2.1.4 *Úsek mlýn*

Společnost MJM Litovel a.s. zrekonstruovala historický mlýn v centru města Šternberk, kde vyrábí pšeničné mouky a krmné směsi. Mlýn produkuje všechny druhy pekařských i těstářenských pšeničných mouk, jakož i produktů zdravé výživy. Pšeničná mouka polohrubá výběrová vyrobená ve mlýně Šternberk, MJM Litovel a.s. získala národní ocenění KLASA, tedy národní značku kvality.

5.2.2 **Provozovny společnosti**

Společnost MJM Litovel a.s. má na Moravě několik provozoven, které se specializují na prodej různých produktů a na poskytování určitých služeb. Provozovny jsou v Blatci, Bludově, Litovli, Přerově, Šternberku a Uničově.

a) Provozovny pro velkoodběratele:

Pevná hnojiva – Blatec, Přerov Bludov,

Kapalná a vápenatá hnojiva – Litovel, Přerov,

Pesticidy – Litovel,

Osiva – Litovel,

Rostlinné produkty – Šternberk,

Krmné směsi – Šternberk,

Mlýn – Šternberk,

Pohonné hmoty – čerpací stanice Litovel, Přerov, Uničov, Šternberk,

Agroslužby – aplikační práce, Litovel,

PREFARM - precizní zemědělství, Litovel.

b) Provozovny pro maloodběratele:

Krmné směsi, hnojiva, pesticidy, pohonné hmoty, oleje - Bludov, Blatec, Litovel, Šternberk, Uničov, Přerov.

6 PROVOZOVNA LITOVEL

Pro analýzu rizik jsem si vybrala areál společnosti v Litovli. Město Litovel se nachází 18 km severozápadně od Olomouce. Má 10 tisíc obyvatel a jeho výměra činí 46 km².

Areál společnosti se nachází na okraji města v průmyslové zóně. Situační plánec areálu je zachycen na obrázku (Obr. 6).



Obr. 6. Areál VOP Litovel

Legenda

- | | |
|---|---|
| 1 | Sklad chemických látek a přípravků |
| 2 | Čerpací stanice pohonných hmot |
| 3 | Stáčiště |
| 4 | Nadzemní nádrže na motorovou naftu a bionaftu |
| 5 | Nadzemní nádrže na kapalná hnojiva DAM, SAM |
| 6 | Nadzemní nádrže na skladování mletého vápence |

6.1 Charakteristika jednotlivých objektů a technologie

a) Sklad chemických látek a přípravků

Sklad je určen k uchování pesticidů a průmyslových hnojiv v množstvích do 100 tun. Budova je zděná bez podsklepení o celkové výměře 652 m². Podlaha je betonová opatřená nepropustnou fólií a vyspárována do záchytných jímek. V budově se nenachází kanalizační výpust', nehrozí proto únik kontaminantů nebo kontaminované vody. Ve skladu jsou především uloženy látky nebo přípravky závadné vodám (chlorid draselný, NPK, ledek amonný, síran amonný, močovina, vápenec a další).

b) Čerpací stanice pohonných hmot

Technologické vybavení čerpací nádrže je tvořeno dvěma nadzemními nádržemi typu Bencalor NN16 a Bencalor NN25 o objemu 16 m³ benzínu a 25 m³ motorové nafty. Dále se do technologického vybavení zahrnují tři čerpací stojany ADAST s výkonem 40 - 50 l/min a podzemní havarijní nádrž o objemu 5 m³.

Nádrže jsou vybaveny plnicím a stáčecím agregátem, měřením hladiny měrnou tyčí, vzorčovým hrdlem, odkalováním a odvzdušněním opatřeným koncovými pojistkami. Proti přeplnění jsou jednotlivé komory chráněny plovákovým spínačem s akustickou signalizací v prostoru stáčení a vypnutím stáčecího čerpadla.

Příjem motorové nafty a benzínu Natural 95 se provádí ze silničních cisternových vozů na silniční výdejní ploše. Nafta je přijímána přes průtočné měřidlo a evidována. Plnění nádrží je kontrolováno kapacitní sondou. Čerpadlo se automaticky vypíná při dosažení maximální nebo minimální hladiny. Mezní stavy jsou signalizovány akusticky.



Obr. 7. Čerpací stanice pohonných hmot



Obr. 8. Bencalor ND15 - benzín



Obr. 9. Bencalor ND25 - nafta

c) Stáčiště

Stáčiště je technologicky vybaveno na stáčení pohonných hmot, kapalných hnojiv a mletého vápence z vlakových cisteren do silničních autocisteren nebo do zásobních velkokapacitních nadzemních nádrží určených na uskladnění pohonných hmot, kapalných hnojiv a mletého vápence.

Plnicí stanoviště autocisteren umožňuje přímé najíždění vozidel na manipulační plochu. Nepropustná záchytná jímka plnicího místa je vyspárována a odvodněná do stávající záchytné jímky stanoviště stáčiště. Plnění autocisteren je prováděno pomocí plnicího kloubového ramena EMCO a vybaveno zařízením pro zpětné vracení par do skladovacích nádrží.



Obr. 10. Stáčiště nafty, kapalných hnojiv a mletého vápence

d) Nadzemní nádrže na motorovou naftu a bionaftu

Ze stáčíště je technologickou cestou dopravována motorová nafta a bionafta do tří velkokapacitních nadzemních nádrží. V současné době se však s bionaftou neobchoduje, proto jsou v provozu pouze dvě nádrže na motorovou naftu a nádrž na bionaftu slouží jako havarijní nádrž.

Skladovací nádrže Vítkovice N I a N II jsou ocelové smaltované nádrže typu H 06060 vyrobené v Železárnách Vítkovice a jsou osazeny v havarijní betonové jímce.

průměry nádrží	6 m
výška	9,2 m
hmotnost nádrže	12.600 kg
objem nádrže	230 m ³
max. objem nafty (95% objemu)	218 m ³
havarijní jímka	224,5 m ³ (21,70 m x 6,90 m, výška 1,5 m)

Dle požadavku zpracované projektové dokumentace jsou nádrže N I a N II opatřeny ochranným reflexním nátěrem proti účinkům slunečního záření.



Obr. 11. Velkokapacitní nádrže na naftu N I a N II a na bionaftu

e) Nadzemní nádrže na kapalná hnojiva DAM a SAM

Osm zásobníků kapalných hnojiv, každý o kapacitě 400 000 l (cca 50 tun), slouží k příjmu, uložení a vyskladňování kapalných hnojiv a jsou umístěny ve společné havarijní jímce. Při projektu bylo plánováno uskladňování benzínu, což by znamenalo, že dva nejbližší zásobníky by musely být trvale prázdné nebo naplněné vodou.



Obr. 12. Boční pohled – velkokapacitní zásobníky na kapalná hnojiva



Obr. 13. Detail zachytných jímek na kapalná hnojiva

f) Nadzemní nádrže na skladování mletého vápence

Čtyři zásobníky na mletý vápenec jsou plněny přes stáčíště z železničních cisteren. Prodej je prováděn přímo ze zásobníků do nákladních automobilů na výdejním místě pod zásobníky.



Obr. 14. Nadzemní nádrže na mletý vápenec

6.2 Stručný přehled přijatých opatření pro eliminaci nebo snížení rizika

Společnost MJM Litovel a.s. je zařazena, dle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, do skupiny A. Má proto povinnost mít zpracovaný bezpečnostní program pro eliminaci či snížení rizika.

Společnost má pro své jednotlivé pobočky vypracovány havarijní plány, havarijní řády a dokumentaci požární bezpečnosti. Havarijní dokumentace je zpracovaná pro provoz v Litovli, Šternberku a v Přerově firmou VOUT, s.r.o. se sídlem v Olomouci.

Dále firma vlastní bezpečnostní listy ke všem chemickým látkám a přípravkům, se kterými obchoduje nebo využívá ke své podnikatelské činnosti. [9]

6.3 Přehled nebezpečných látek v podniku a jejich popis

Z havarijní a požární dokumentace je zřejmé, že nejrizikovější část provozu v Litovli je stáčiště spolu se zásobníky na motorovou naftu a přilehlá čerpací stanice pohonných hmot. V daných jednotkách se nachází motorová nafta, benzín a kapalná hnojiva. Pro každou chemickou látku je uveden stručný výpis z bezpečnostních listů. [9]

6.3.1 Motorová nafta

Číslo CAS 68334-30-5

Číslo ES 269-822-7

6.3.1.1 Údaje o nebezpečnosti přípravku

Dle zákona 356/2003 Sb. v platném znění je motorová nafta klasifikována jako nebezpečný přípravek.

Klasifikace:

Karcinogenní kat. 3

zdraví škodlivý

Symboly:

Xn

Značení obalu

Symbol:

Xn

Indikace nebezpečí:

karcinogenní kat. 3, zdraví škodlivý

R-věty:

R40 – možné nebezpečí nevratných účinků

R65 – zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic

R66 – opakovaná expozice může způsobit vysušování nebo popraskání kůže

S-věty:

S2 – uchovávejte mimo dosah dětí

S36/37 – používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice

S61 – zabraňte uvolnění do životního prostředí

S62 – při použití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení

6.3.1.2 Fyzikální a chemické vlastnosti přípravku

Všeobecné informace

Skupenství:	kapalina (při 20 °C)
Barva:	nažloutlá
Zápach:	charakteristický pro motorovou naftu

Důležité informace

Relativní hustota při 20 °C	820 až 845 kg/m ³
Rozmezí bodu varu	180 až 370 °C
Relativní hustota par	cca 6 (vzduch 1)
Tlak par při 20 °C	pod 0,01 kPa
Tenze par při 20 °C	pod 100 Pa
Bod vzplanutí:	nad 55 °C
Bod hoření	nad 80 °C
Meze výbušnosti:	
dolní mez	0,5 % objemových
horní mez	6,5 % objemových
Teplota vznícení:	250 °C
Rozpustnost ve vodě:	prakticky nerozpustný

Další informace

Třída nebezpečnosti:	III
Teplotní třída:	T3
Třída požáru:	C

6.3.1.3 Nepříznivé účinky na zdraví způsobené expozicí látky nebo přípravku

Motorová nafta má především nepříznivé účinky na zdraví při nadýchání, případném požití a při styku s pokožkou a sliznicemi, které dráždí.

Orální toxicita: Při vniknutí kapaliny do dýchacích cest může dojít k rychlému, krvácejícímu a často i smrtelnému edému plic a udušení.

Inhalační toxicita: je nestanovená, avšak při nadýchání par nafty dochází k bolestem hlavy, které jsou spojeny se závratěmi. Dochází k pocitu opilosti, žaludeční nevolnosti a zvracení.

Dermální toxicita: Pokožku nafty odmašťují a způsobují popraskání, záněty mazových žláz.

6.3.1.4 *Nepříznivé účinky na životní prostředí*

S vodou se prakticky nemísí. Zůstává na povrchu vody, kde vytváří souvislou vrstvu. Brání tak přívodu kyslíku do vody, čímž zapříčiňuje úhyn vodních živočichů a fauny.

6.3.1.5 *Nebezpečné fyzikální chemické účinky*

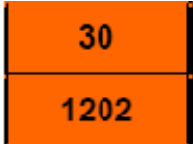
Hořlavá kapalina. Nebezpečí hoření hrozí v případě zahřátí nad teplotu bodu vzplanutí. Při zvýšené teplotě může dojít k odpaření organických těkavých látek.

6.3.1.6 *Zvláštní nebezpečí*

Produkty hoření a nebezpečné plyny: kouř, oxid uhelnatý, oxid uhličitý, oxidy dusíku.

6.3.1.7 *Informace pro přepravu přípravku*

Přeprava produktu se provádí v železničních cisternách, autocisternách nebo produktovodem.

ADR:	NAFTA MOTOROVÁ	
UN číslo:	1202	
Kemlerův kód:	30	
Obalová skupina:	II	

6.3.2 **Benzín (Natural 95)**

Číslo CAS	86290-81-5
Číslo ES	289-220-8 (strana 506)

6.3.2.1 *Údaje o nebezpečnosti přípravku*

Výrobek je podle zákona č. 356/2003 Sb. klasifikován jako nebezpečný.

Klasifikace:	Symboly:
extrémně hořlavý	F+
karcinogenní kat. 2	
nebezpečný pro životní prostředí	N

zdraví škodlivý Xn

Značení obalů

Symbol: F+,T
 Indikace nebezpečí: extrémně hořlavý, karcinogenní kat. 2,
 zdraví škodlivý

R-věty:

- R12 – extrémně hořlavý
- R45 – může vyvolat rakovinu
- R65 – zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic
- R66 – opakovaná expozice může způsobit vysušování nebo popraskání kůže
- R67 – vdechování par může způsobit ospalost a závratě

S-věty:

- S7 – uchovávejte obal těsně uzavřený
- S16 – uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení: Zákaz kouření
- S33 – proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
- S43 – v případě požáru použijte vzduchovou hasící pěnu, hasící prášek neb CO₂, voda je vhodná pouze na ochlazování.
- S45 – v případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).
- S53 – zamezte expozici, před použitím si obstarejte speciální instrukce

6.3.2.2 Fyzikální a chemické vlastnosti přípravku

Všeobecné informace

Skupenství: kapalina (při 20 °C)
 Barva: bezbarvá, Super 95 červená
 Zápach: charakteristický pro benzín

Důležité informace

Relativní hustota při 20 °C 720 až 775 kg/m³
 Rozmezí bodu varu: 30 až 210 °C
 Relativní hustota par cca 3,5 (vzduch = 1)
 Tenze par při 20 °C 0,79 kPa

Bod vzplanutí:	pod - 25°C
Bod hoření:	pod -20 °C
Meze výbušnosti:	
dolní mez	0,6 % objemových
horní mez	8 % objemových
Teplota vznícení:	220 °C
Rozpusťnost ve vodě:	prakticky nerozpustný

Další informace

Třída nebezpečnosti:	I
Teplotní třída:	T3
Třída požáru:	B

6.3.2.3 Nepříznivé účinky na zdraví způsobené expozicí látky nebo přípravku

Škodí zdraví vdechnutí par a při případném požití. Dráždí pokožku, kterou se vstřebává. Dráždí sliznice a oči. Páry mají narkotické účinky.

Orální toxicita: Způsobuje potíže zažívacího ústrojí. Postižený má poruchy vědomí, objeví se křeče, slinotok, zvracení a často náhlá ztráta vědomí, modrofialové zabarvení sliznice a pokožky okrajových částí těla, podchlazení a poruchy dýchání. Požití 20 - 40 g může u dospělého člověka způsobit smrt.

Inhalační toxicita: Postižený má bolesti hlavy, dále závratě a opilost, poruchy zažívacích orgánů, střevní a žaludeční potíže a zvracení. Dále dochází k stavům omámení a vzrušení a nakonec bezvědomí, hrozí možnost útlumu dechu a křeče.

Dermální toxicita: Odmašťuje pokožku a způsobuje popraskání.

6.3.2.4 Nepříznivé účinky na životní prostředí

Přípravek znečišťuje vodu a je proto nutné zabránit průniku do spodních a povrchových vod a kontaminaci půdy.

6.3.2.5 Nebezpečné fyzikální chemické účinky

Extrémně hořlavá kapalina. Páry tvoří se vzduchem výbušnou směs. Produkt může akumulovat statickou elektřinu.

6.3.2.6 Informace pro přepravu přípravku

Přeprava produktu se provádí v železničních cisternách, autocisternách nebo produktovodem.

ADR:	BENZÍN	
UN číslo:	1203	33
Číslo nebezpečnosti:	33	
Obalová skupina:	II	1203

6.3.3 Kapalná dusíkatá hnojiva

Kapalná hnojiva skladovaná ve velkokapacitních nadzemních zásobnících nebudou zahrnuta do analýzy rizika. Avšak v případě požáru a vzniklé vysoké teploty, se mohou zásobníky ohřát a do ovzduší může začít unikat amoniak. Tuto skutečnost využijí při simulaci úniku nebezpečné chemické látky pomocí softwaru TerEx a Aloha.

DAM 390

Dusíkaté kapalné hnojivo k základnímu hnojení, přihnojování v průběhu vegetace a k urychlení rozkladu posklizňových zbytků.

Směs není podle zákona č. 356/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, klasifikována jako nebezpečná. Obsahuje 42 % dusičnanu amonného, 32 % močoviny a zbytek je voda.

Při požití může způsobit nevolnost. Při dlouhodobém a opakovaném styku s kůží může vyvolat její podráždění, případně ekzém.

Při vystavení teplotám nad 60 °C se uvolňuje amoniak, který dráždí dýchací cesty. Vlivem tepla nebo i podchlazením vytváří solný povlak, který je hořlavý, hlavně při styku se zápalnými organickými látkami. Při manipulaci se směsí je nezbytné odvrátit tvorbu krystalů dusičnanu amonného a zabránit, aby se hnojivo dostalo do styku s hořlavými látkami jako je dřevo, sláma, tuky a oleje.

SAM 19N + 5S

Dusíkaté kapalné hnojivo k základnímu hnojení, přihnojování v průběhu vegetace a k urychlení rozkladu posklizňových zbytků.

Má charakter nebezpečné látky ve smyslu zákona č. 356/2003 Sb.

Číslo CAS: 7783-20-2

Číslo EEC: 231-984-1

Klasifikace:

Dráždivý

Symboly:

Xi

R-věty:

R 36/37/38 – dráždí oči, dýchací orgány a kůži

Dráždí sliznice dýchacích cest, oční spojivky a citlivou pokožku. Může být zdrojem přecitlivělosti a vyvolávat ekzémy. Podráždění se projevuje kašlem a zkrácením dechu. Při otevírání cisteren, v případě havárie a v malých a nevětraných prostorách může dojít k nahromadění par kyanovodíku a par methanolu.

Skladovat do teploty + 20 °C. Teplota skladování pod -15 °C způsobuje vypadávání krystalků látky.

7 ANALÝZA MOŽNÝCH RIZIK ÚNIKU NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

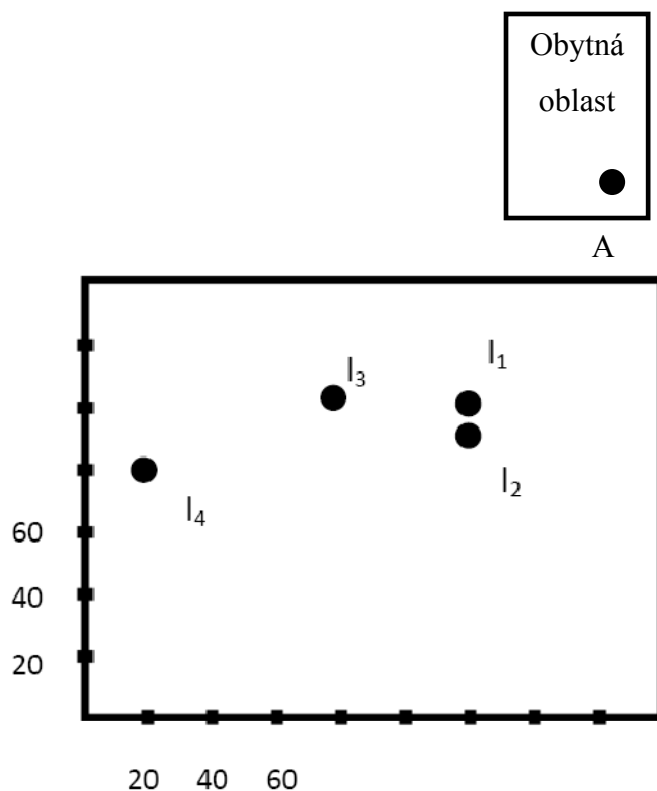
7.1 Metoda výběru pro podnik MJM Litovel a.s.

Vzhledem k přehlednosti práce, je postup a popis metody uložen v příloze (P I).

Dle havarijní dokumentace a dokumentace požární bezpečnosti jsem areál společnosti MJM Litovel a.s. rozdělila na čtyři jednotky/zařízení. Jednotlivé údaje a výpočty se nacházejí v následujících tabulkách. (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7).

Tab. 4. Metoda výběru - Rozdělení posuzovaného objektu na nezávislé jednotky/zařízení

I ₁	(120,100)	Čerpací stanice pohonných hmot s nadzemním zásobníkem na naftu 25 m ³ . Zásobník je umístěn v havarijní jímce.
I ₂	(120,90)	Čerpací stanice pohonných hmot s nadzemním zásobníkem na benzín 16 m ³ . Zásobník je umístěn v havarijní jímce.
I ₃	(80,100)	Dva velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty (230 m ³). Zásobníky jsou umístěny v havarijní jímce.
I ₄	(20,80)	Stáčiště nafty a kapalných hnojiv. Vlastní havarijní jímka.



Obr. 15. Lokalizace nezávislých jednotek/zařízení v posuzovaném areálu

Vzdálenosti jednotlivých jednotek/zařízení od hranic pozemku (rozměry areálu 180 m x 160 m)

I_1 – 60 m (↑), 120 m (←), 100 m (↓), 60 m (→)

I_2 – 70 m (↑), 120 m (←), 90 m (↓), 60 m (→)

I_3 – 60 m (↑), 80 m (←), 100 m (↓), 100 m (→)

I_4 – 80 m (↑), 20 m (←), 80 m (↓), 160 m (→)

Nejmenší vzdálenosti od hranic areálu jsou u každé jednotky/zařízení menší než 100 m. Proto u všech jednotek/zařízení budeme brát vzdálenost L 100 m, což je minimální vzdálenost pro výpočet selektivního čísla.

7.1.1 Výpočet identifikačního čísla

$$A = \frac{Q \times O_1 \times O_2 \times O_3}{G}$$

Bencalor NN25 – motorová nafta

Množství látky $Q = 20\,813$ kg

Faktor $O_1 = 0,1$

jedná se o skladovací jednotku

Faktor $O_2 = 0,1$

jednotka umístěna v havarijní jímce

Faktor $O_3 = 0,1$

tlak nasycených par je 0,1 bar $\rightarrow P_i^1 + \Delta \rightarrow$

$\Delta = 0$, protože $-25\text{ °C} \leq T_{bv}^2 \rightarrow P_i = 0,1$

Mezní hodnota $G = 10\,000$

hořlavá látka

Bencalor NN16 – benzín

Množství látky $Q = 11\,960$ kg

Faktor $O_1 = 0,1$

jedná se o skladovací jednotku

Faktor $O_2 = 0,1$

jednotka umístěna v havarijní jímce

¹ P_i – parciální tlak nebezpečné složky nad roztokem této složky v „bezpečném rozpouštědle“ (v barech) při provozní teplotě

² T_{bv} – teplota bodu varu

Faktor $O_3 = 0,172$

tlak nasycených par = 0,065 bar $\rightarrow P_i + \Delta \rightarrow$

$\Delta = 0,172$, protože $-75\text{ °C} \leq T_{bv} \leq -25\text{ °C}$

Mezní hodnota $G = 10\ 000$

hořlavá látka

Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty

Množství látky $Q = 382\ 950\text{ kg}$

Faktor $O_1 = 0,1$

jedná se o skladovací jednotku

Faktor $O_2 = 0,1$

jednotka umístěna v havarijní jímce

Faktor $O_3 = 0,1$

tlak nasycených par je 0,1 bar $\rightarrow P_i + \Delta \rightarrow$

$\Delta = 0$, protože $-25\text{ °C} \leq T_{bv} \rightarrow P_i = 0,1$

Mezní hodnota $G = 10\ 000$

hořlavá látka

Stáčiště nafty

Množství látky $Q = 56\ 610\text{ kg}$

Faktor $O_1 = 1$

jedná se o procesní jednotku

Faktor $O_2 = 0,1$

jednotka umístěna v havarijní jímce

Faktor $O_3 = 0,1$

tlak nasycených par je 0,1 bar $\rightarrow P_i + \Delta \rightarrow$

$\Delta = 0$, protože $-25\text{ °C} \leq T_{bv} \rightarrow P_i = 0,1$

Mezní hodnota $G = 10\ 000$

hořlavá látka

7.1.2 Výpočet selektivního čísla S

$$S^F = \left(\frac{100}{L} \right)^3 A^F$$

Tab. 5. Metoda výběru – sběr dat

Označení /budova	Jednotka /Zařízení	Proces /Sklad	Látka	Skupenství	Umístění (vně/ uvnitř)	Množství látky [kg]	Provozní teplota [°C]	Teplota vzplanutí [°C]	Jímka	Bod varu [°C]	Tlak par (při prov. tep.) [bar]
Bencalor NN25	Bencalor	S	motorová nafta	L	vně	20 812	okolí	56	ano	180 až 370	0,100
Bencalor NN16	Bencalor	S	benzín	L	vně	11 212	okolí	pod - 25	ano	30 až 210	0,790
Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty	Zásobník	S	motorová nafta	L	vně	363 802	okolí	56	ano	180 až 370	0,100
Stáčiště	Stáčiště	P	motorová nafta	L	vně	5 661	okolí	56	ano	180 až 370	0,100

Vysvětlivky:

S ... sklad

P... procesní jednotka

L ... kapalné skupenství (liquid)

Tab. 6. Výpočet identifikačního čísla A

Označení	Látka	Typ látky	Množství látky Q [kg]	Faktory pro provozní podmínky			Mezní hodnota G [kg]	Identifikační číslo A
				O1	O2	O3		
Bencalor NN25	motorová nafta	H	20 812	0,1	0,1	0,1	10 000	0,0021
Bencalor NN16	benzín	H	11 212	0,1	0,1	0,172	10 000	0,0019
Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty	motorová nafta	H	363 802	0,1	0,1	0,1	10 000	0,0364
Stáčiště	motorová nafta	H	5 661	1	0,1	0,1	10 000	0,0057

Vysvětlivky:

H ...hořlavá látka

Tab. 7. Výpočet selektivního čísla S

Označení	Látka	Identifikační číslo A	Vzdálenost k posuzovanému místu L [m]	Selektivní číslo S
Bencalor NN25	motorová nafta	0,0021	100	0,0021
Bencalor NN16	benzín	0,0019	100	0,0019
Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty	motorová nafta	0,0364	100	0,0364
Stáčiště	motorová nafta	0,0057	100	0,0057

7.1.3 Výsledky metody výběru

Z výsledků vyplývá, že selektivní číslo je rovno indikačnímu číslu a nepřesáhlo hodnotu jedna u žádné z jednotek/zařízení. Každá z posuzovaných jednotek/zařízení je v bezpečné vzdálenosti pro obyvatelstvo.

Avšak vzdálenosti jednotlivých jednotek/zařízení k posuzovanému místu (hranice areálu společnosti) jsou kratší než minimální vzdálenost pro metodu výběru, je třeba zvážit posouzení rizika vhodnější metodou.

Pro další postup jsem si vybrala metodu DOW's Fire and Explosion Index - Index požáru a výbuchu (F&EI).

7.2 Index požáru a výbuchu (Dow's fire and explosion index, F&EI)

Podrobnou charakteristiku metody Indexu požáru a výbuchu naleznete v příloze (P II).

7.2.1 Stanovení indexu F&E v podniku MJM Litovel a.s.

Stanovení indexu F&E se vypisuje a počítá do připraveného formuláře, které usnadňují orientaci v tomto kroku výpočtu. Vyplněné formuláře naleznete v příloze (P III).

7.2.1.1 Stanovení indexu F&E pro Bencalor NN25 – motorová nafta

A. Základní údaje

Motorová nafta: kapacita nádrže 25 m³

množství 20 813 kg

B. Materiálový faktor MF

M_F = 10

$N_F = 2$ $N_R = 0$ $N_H = 0$

C. Faktor $F_1 = 1,00 + 0,50 + 0,40 = 1,90$

Manipulace a přeprava látek (od 0,25 do 1,05) 0,50

(pravděpodobnost vzniku požárů při manipulaci a přepravě)

Přístupnost k jednotce (od 0,20 do 0,35) 0

(přístup ze dvou směrů, dostupnost hasicí jednotky přímo k zásobníku)

Drenáž, zabezpečení proti přetečení (od 0,25 do 0,50) 0,40

(zásobník vybaven signalizační technologií proti přetečení a malý objem havarijní jímky)

D. Faktor $F_2 = 1,00 + 0,26 + 0,10 + 0,10 = 1,46$

Množství hořlavé/nestabilní látky 0,26

množství = 20 812,5 kg = 45 891,6 lb³

spalné teplo $H_C^4 = 43,5$ MJ/kg = 18.7 BTU/lb * 10³

množství * $H_C = 0,858 * 10^9$

³ lb – anglosaská jednotka pro hmotnost (libra)

⁴ H_C – spalné teplo

příloha III: obrázek č. 4: Skladované kapaliny nebo plyny – křivka C

Vliv koroze a eroze (od 0,10 do 0,75)	0,10
Netěsnosti spojů a ucpávek (od 0,10 do 1,50)	0,10

E. Faktor $F_3 = 1,90 * 1,46 = 2,774$

F. Index požáru a výbuchu $F\&EI = 2,774 * 10 = 27,74$

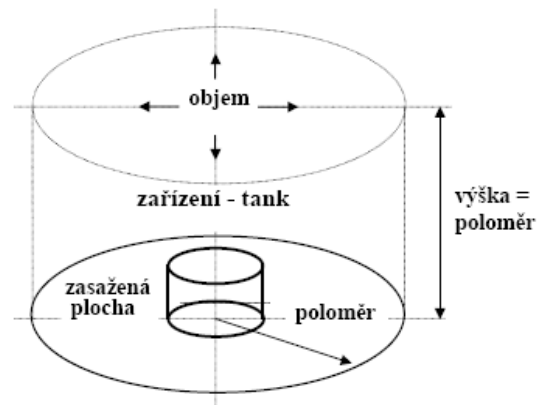
Pro zásobník Bencalor ND25 na motorovou naftu stupeň nebezpečnosti vyšel jako **nepatrný/malý**.

Poloměr zasažené plochy vypočítáme pomocí Indexu požáru a výbuchu, tak že ho vynásobíme koeficientem 0,256.

$$r = 27,74 * 0,256 = 7,10144 \text{ m}$$

Rozměr zasažené plochy se vypočítá z rovnice obsahu kruhu

$$S = \pi \times 7,10144^2 = 158,35 \text{ m}^2$$



7.2.1.2 Stanovení indexu F&E pro Bencalor NN16 – benzín

A. Základní údaje

Motorová nafta: kapacita nádrže 16 m³

množství 11 960 kg

B. Materiálový faktor MF

M_F = 16

$$N_F = 3 \quad N_R = 0 \quad N_H = 1$$

C. Faktor $F_1 = 1,00 + 0,50 + 0,40 = 1,90$

Manipulace a přeprava látek (od 0,25 do 1,05) 0,50

(pravděpodobnost vzniku požárů při manipulaci a přepravě)

Přístupnost k jednotce (od 0,20 do 0,35) 0

(přístup ze dvou směrů, dostupnost hasicí jednotky přímo k zásobníku)

Drenáž, zabezpečení proti přetečení (od 0,25 do 0,50) 0,40
 (zásobník vybaven signalizační technologií proti přetečení, malý objem havarijní jímky)

D. Faktor $F_2 = 1,00 + 0,20 + 0,80 + 0,27 + 0,10 + 0,10 = 2,47$

Toxické látky 0,20 * $N_H = 0,20$
 (benzín není zařazen do toxických látek, avšak N_H je větší než 0)

Provoz trvale v rozsahu hořlavosti 0,80

Množství hořlavé/nestabilní látky 0,27

množství = 11 960 kg = 24 722,46 lb

$H_C = 43,73 \text{ MJ/kg} = 18.8 \text{ BTU/lb} * 10^3$

množství * $H_C = 0,465 * 10^9$

příloha III: obrázek č. 4: Skladované kapaliny nebo plyny – křivka B

Vliv koroze a eroze (od 0,10 do 0,75) 0,10

Netěsnosti spojů a ucpávek (od 0,10 do 1,50) 0,10

E. Faktor $F_3 = 1,90 * 2,47 = 4,693$

F. Index požáru a výbuchu $F\&EI = 4,693 * 16 = 75,088$

Pro zásobník Bencalor ND16 na benzín stupeň nebezpečnosti vyšel jako **mírný**.

Poloměr zasažené plochy: $r = 75,088 * 0,256 = 19,222528 \text{ m}$

Rozměr zasažené plochy: $S = \pi * 19,202048^2 = 1 160,84 \text{ m}^2$

7.2.1.3 Stanovení indexu $F\&E$ pro velkokapacitní zásobníky na uskladnění motorové nafty

A. Základní údaje

Motorová nafta: kapacita nádrže 460 m³

množství 382 950 kg

B. Materiálový faktor $M_F = 10$

$N_F = 2$ $N_R = 0$ $N_H = 0$

C. Faktor $F_1 = 1,00 + 0,50 + 0,25 = 1,75$

Manipulace a přeprava látek (od 0,25 do 1,05) 0,50

(pravděpodobnost vzniku požárů při manipulaci a přepravě)

Přístupnost k jednotce (od 0,20 do 0,35) 0

(přístup ze dvou směrů, dostupnost hasicí jednotky přímo k zásobníku)

Drenáž, zabezpečení proti přetečení (od 0,25 do 0,50)	0,25
(zásobník vybaven signalizační technologií proti přetečení, malý objem havarijní jímky)	

D. Faktor $F_2 = 1,00 + 0,50 + 0,60 + 0,10 + 0,10 = 2,30$

Skladovací nádrže hořlavých kapalin	0,50
Množství hořlavé/nestabilní látky	0,60
množství = 363 802 kg = 844 404,75 lb	
$H_C = 43,5 \text{ MJ/kg} = 18.7 \text{ BTU/lb} * 10^3$	
množství * $H_C = 15,790 * 10^9$	
příloha III: obrázek č. 4: Skladované kapaliny nebo plyny – křivka C	
Vliv koroze a eroze (od 0,10 do 0,75)	0,10
Netěsnosti spojů a ucpávek (od 0,10 do 1,50)	0,10

E. Faktor $F_3 = 1,75 * 2,30 = 4,025$

F. Index požáru a výbuchu $F\&EI = 4,025 * 10 = 40,25$

Pro zásobník Bencalor ND25 na motorovou naftu stupeň nebezpečnosti vyšel jako **nepatrný/malý**.

Poloměr zasažené plochy: $r = 40,25 * 0,256 = 10,304 \text{ m}$

Rozměr zasažené plochy: $S = \pi * 10,304^2 = 333,55 \text{ m}^2$

7.2.1.4 Stanovení indexu $F\&E$ pro stáčiště – motorová nafta

A. Základní údaje

Motorová nafta: kapacita vlakové cisterny 80 m^3

množství 56 610 kg

B. Materiálový faktor $M_F = 10$

$$N_F = 2 \quad N_R = 0 \quad N_H = 0$$

C. Faktor $F_1 = 1,00 + 0,50 + 0,35 = 1,85$

Manipulace a přeprava látek (od 0,25 do 1,05)	0,50
(pravděpodobnost vzniku požárů při manipulaci a přepravě)	
Přístupnost k jednotce (od 0,20 do 0,35)	0

(přístup ze dvou směrů, dostupnost hasicí jednotky přímo k zásobníku)
 Drenáž, zabezpečení proti přetečení (od 0,25 do 0,50) 0,35
 (zásobník vybaven signalizační technologií proti přetečení, malý objem havarijní
 jímky)

D. Faktor $F_2 = 1,00 + 0,88 + 0,10 + 0,10 = 2,08$

Množství hořlavé/nestabilní látky 0,88
 množství = 56 610 kg = 12 482,51 lb
 $H_C = 43,5 \text{ MJ/kg} = 18.7 \text{ BTU/lb} * 10^3$
 množství * $H_C = 0,223 * 10^9$
 příloha III: obrázek č. 3: Rozpracované kapaliny nebo plyny
 Vliv koroze a eroze (od 0,10 do 0,75) 0,10
 Netěsnosti spojů a ucpávek (od 0,10 do 1,50) 0,10

E. Faktor $F_3 = 1,85 * 2,08 = 3,848$

F. Index požáru a výbuchu $F\&EI = 3,848 * 10 = 38,48$

Pro stáčiště motorové nafty stupeň nebezpečnosti vyšel jako **nepatrný/malý**.

Poloměr zasažené plochy: $r = 38,48 * 0,256 = 9,85088 \text{ m}$

Rozměr zasažené plochy: $S = \pi * 9,85088^2 = 304,86 \text{ m}^2$

7.2.2 Souhrnné posouzení jednotek/zařízení metodou F&EI

7.2.2.1 Stanovení kreditních faktorů

Kreditní faktory jsou zpracovány v příloze (P IV). Výpočty se vztahují na jednotlivé jednotky/zařízení – čerpací stanice, velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty, stáčiště nafty.

A. Čerpací stanice

Faktor C_1 řízení procesu	0,723
Faktor C_2 oddělitelnost materiálu	0,902
Faktor C_3 protipožární ochrana	0,710
Celkový kreditní faktor	$C_{\text{celkový}} = C_1 * C_2 * C_3 = 0,463$

B. Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty

Faktor C_1 řízení procesu	0,702
-----------------------------	-------

Faktor C ₂ oddělitelnost materiálu	0,874
Faktor C ₃ protipožární ochrana	0,568
Celkový kreditní faktor	$C_{\text{celkový}} = C_1 * C_2 * C_3 = \mathbf{0,348}$

C. Stáčiště motorové nafty

Faktor C ₁ řízení procesu	0,731
Faktor C ₂ oddělitelnost materiálu	0,874
Faktor C ₃ protipožární ochrana	0,631
Celkový kreditní faktor	$C_{\text{celkový}} = C_1 * C_2 * C_3 = \mathbf{0,403}$

7.2.2.2 Výpočet souhrnného posouzení F&EI

Tab. 8. Vstupní údaje pro výpočet souhrnného posouzení jednotek/zařízení metodou F&EI

Jednotka/ zařízení	Požizovací cena [Kč]	Požizovací cena v roce 2011 [Kč]	Faktor růstu	Materiálový faktor MF	Faktor nebezpečnosti F ₃	Hodnota měsíční produkce VPM [Kč]
Bencalor NN25 - nafta	799 167	1 080 000	1,3514	10	2,774	2 500 000
Bencalor NN16 - benzín	568 851	1 038 000	1,8247	16	4,693	1 500 000
Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty	2 190 000	3 000 000	1,3699	10	4,025	500 000
Stáčiště nafty	3 080 601	3 500 000	1,1361	10	3,848	2 000 000

Tab. 9. Výpočet souhrnného posouzení jednotek/zařízení metodou F&EI

Jednotka/ zařízení	Investice v zasaženém prostoru [Kč]	Faktor poškození	MPPD _{základní} [Kč]	C _{celkový}	MPPD _{skutečná} [Kč]	MPDO [dny]		BI [Kč]
						Dolní mez	Horní mez	
Bencalor NN25 - nafta	885 600	0,15	135 798,90	0,463	62 874,90	2,21	7,29	128 941,10
Bencalor NN16 - benzín	851 160	0,50	427 782,30	0,463	198 063,20	4,45	14,49	155 859,90
Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty	2 460 000	0,18	446 894,70	0,348	155 519,40	3,84	12,54	44 823,60
Stáčiště nafty	2 870 000	0,18	509 510,10	0,403	205 332,60	4,55	14,81	212 436,20

7.2.3 Výsledky analýzy metodou F&EI

Indexová metoda Dow's fire and explosion index slouží k identifikaci potenciálních zdrojů rizika. Metoda se zabývá hodnocením hořlavých a výbušných látek v posuzovaném objektu a pomáhá předpovědět rozsah poškození a ekonomické ztráty, vzniklé případnou havárií.

Jednotlivé jednotky/zařízení jsou podrobněji shrnuty v následujících podkapitolách. V obrázku (Obr. 16) jsou zaznačeny zasažené plochy pro jednotlivé jednotky/zařízení do mapy.

7.2.3.1 Bencalor NN25 – zásobník na motorovou naftu

Pro zásobník na motorovou naftu byl stupeň nebezpečnosti stanoven jako nepatrný/malý, což je nejnižší možný stupeň tohoto hodnocení. Proto tento zásobník představuje velmi malé riziko vzniku závažné havárie. Možný požár a výbuch by zasáhl oblast o výměře 158 m². Zbylé důležité informace o posuzovaném objektu jsou shrnuty do tabulky (Tab. 10).

Tab. 10. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – Bencalor NN25 - nafta

1. Index požáru & výbuchu (F&EI)	27,74	
2. Poloměr zasažené plochy	7,10144 m	
3. Zasažená plocha	158,25 m ²	
4. Investice v zasaženém prostoru		885 600 Kč
5. Faktor poškození	0,15	
6. Základní hodnota MPPD		135 798,90 Kč
7. Celkový kreditní faktor $C_{\text{Celkový}}$	0,463	
8. Skutečná MPPD		62 874,90 Kč
9. Maximální počet dnů výpadku MPDO	2,21 až 7,29	
10. Ztráta vzniklá přerušením provozu (BI)		128 941,10 Kč

7.2.3.2 Bencalor NN16 – zásobník benzín

Vzhledem k zařazení benzínu do hořlavin I. třídy, je stupeň nebezpečnosti klasifikován jako mírný. Havárie tohoto zásobníku by zasáhla oblast 1 160 m² a investice v zasaženém prostoru by činily 851 160 Kč. Více informací naleznete v tabulce (Tab. 11).

Tab. 11. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – Bencalor NN16 -benzín

1. Index požáru & výbuchu (F&EI)	75,088	
2. Poloměr zasažené plochy	19,222528 m	
3. Zasažená plocha	1 160,84 m ²	
4. Investice v zasaženém prostoru		851 160 Kč
5. Faktor poškození	0,50	
6. Základní hodnota MPPD		427 782,30 Kč
7. Celkový kreditní faktor C _{Celkový}	0,463	
8. Skutečná MPPD		198 063,20 Kč
9. Maximální počet dnů výpadku MPDO	4,45 až 14,49	
10. Ztráta vzniklá přerušением provozu		155 859,90 Kč

7.2.3.3 Velkokapacitní zásobníky na uskladnění motorové nafty

Stupeň nebezpečnosti je pro tuto procesní jednotku stanoven jako nepatrný/mírný, ačkoliv je množství skladované motorové nafty vysoké (382 950 kg) a motorová nafta je zařazena jako hořlavina II. třídy. Díky technologickým opatřením a zajištění bezpečnosti jsou tyto zásobníky dobře chráněny. Pokud by došlo k nehodě či havárii, zasažená oblast by byla 333,38 m² a investice by se pohybovaly kolem 2 500 000 Kč.

Tab. 12. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty

1. Index požáru & výbuchu (F&EI)	40,25	
2. Poloměr zasažené plochy	10,304 m	
3. Zasažená plocha	333,55 m ²	
4. Investice v zasaženém prostoru		2 460 000 Kč
5. Faktor poškození	0,18	
6. Základní hodnota MPPD		446 894,70 Kč
7. Celkový kreditní faktor C _{Celkový}	0,348	
8. Skutečná MPPD		155 519,40 Kč
9. Maximální počet dnů výpadku MPDO	3,84 až 12,54	
10. Ztráta vzniklá přerušением provozu		44 823,60 Kč

7.2.3.4 Stáčiště nafty

Stáčiště, jako jediné, není skladovací jednotkou. Jeho kapacita je 6 až 8 stočených cisteren měsíčně, o objemu 68 m³ každé. V případě vzniku havárie by požár a exploze zasáhly ob-

last 304 m² a náklady na obnovu by činily 2 870 000 Kč. Další důležité informace o ekonomických ztrátách jsou v tabulce (Tab. 13).

Tab. 13. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – stáčiště nafty

1. Index požáru & výbuchu (F&EI)	38,38	
2. Poloměr zasažené plochy	9,85088 m	
3. Zasažená plocha	304,71 m²	
4. Investice v zasaženém prostoru		2 870 000 Kč
5. Faktor poškození	0,18	
6. Základní hodnota MPPD		509 510,10 Kč
7. Celkový kreditní faktor C _{Celkový}	0,403	
8. Skutečná MPPD		205 332,60 Kč
9. Maximální počet dnů výpadku MPDO	4,55 až 14,81	
10. Ztráta vzniklá přerušením provozu		212 436,20 Kč

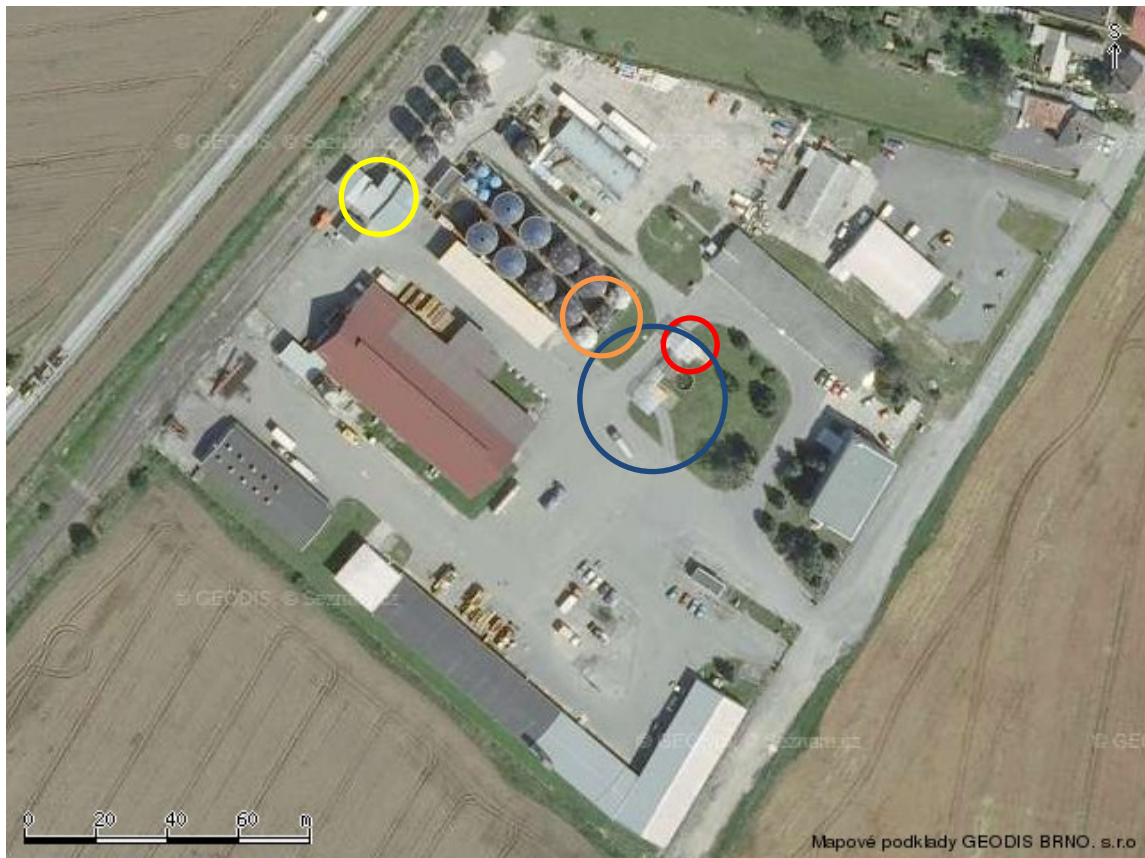
Z obrázku (Obr. 16) vyplývá, že žádná z posuzovaných jednotek nepředstavuje větší riziko pro obyvatelstvo. Avšak pro obsluhu a zákazníky riziko vzniku havárie existuje.

Metoda F&EI počítá pouze s požárem a explozí, avšak další projevy technologické havárie do svých výpočtů nezahrnuje. Jedná se především o tlakovou vlnu, toxický mrak a znečištění životního prostředí.





Únik nebezpečných chemických látek do půdy a vody v areálu podniku v Litovli je málo pravděpodobný. Všechny jednotky/zařízení jsou svedeny do havarijních jímek a ty následně do záchytné jímky.

Žádná z posuzovaných chemických látek není klasifikovaná jako toxická, není proto nutné se zabývat možností vzniku toxického mraku.

Únik do ovzduší hrozí pouze za vzniku požáru, který do okolí uvolní zplodiny hoření pohonných hmot nebo čpavek, který je přítomný v kapalných hnojivech. Únikem nebezpečné chemické látky se budu zabývat v další kapitole, ve které využiji software k modelaci úniku čpavku z areálu podniku.



Obr. 16. Znáznornění zasažených ploch dle indexu F&E v mapě

-  Čerpací stanice – Bencalor NN16 – benzín
-  Čerpací stanice – Bencalor NN25 – motorová nafta
-  Velkokapacitní zásobníky na uskladnění motorové nafty
-  Stáčiště motorové nafty

8 SIMULACE MOŽNÉHO ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY POMOCÍ PROGRAMŮ TEREK A ALOHA

Areál podniku MJM Litovel a.s. leží na okraji města Litovle v průmyslové zóně na souřadnicích GPS 49°41'21.141"N, 17°4'11.21"E.

Oblast Litovelska se rozkládá na Litovelkém Pomoraví a leží v mírně teplé klimatické oblasti. Léto je zde dlouhé, teplé a suché (až mírně suché). Přejídné období je krátké až velmi krátké. S teplým (až mírně teplým) jarem i podzimem, krátkou, mírně suchou (až suchou) zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Roční srážky dosahují v Litovli cca 400 až 500 mm. Počet dnů se srážkami se pohybuje kolem 140 (s maximem v červenci a s minimem v únoru). Dnů se sněhovou pokrývkou je kolem 45 s maximem v lednu. Sněhová pokrývka zpravidla začíná koncem listopadu a končí v polovině března. Průměrná výška sněhové pokrývky se pohybuje kolem 10 až 15 cm.

8.1 Modelová situace

Největší riziko v areálu společnosti v Litovli představují pohonné hmoty a uskladněná kapalná hnojiva obsahující rozpuštěný dusičnan amonný.

Pro modelovou situaci jsem zvolila, dle požární dokumentace, stáčiště a přilehlé velkokapacitní zásobníky na uskladnění kapalných hnojiv.

Na stáčišti probíhá stáčení motorové nafty (1000 – 1500 l/min) z vlakových cisteren do připravených autocisteren nebo technologickou cestou do dvou velkokapacitních zásobníků N I a N II. Stáčiště také slouží ke stáčení kapalných hnojiv a jejich následné uskladnění v osmi velkokapacitních zásobních věžích. Celý prostor stáčiště je sveden do záchytné jímky a ta poté do havarijní jímky.

Velkokapacitní zásobníky na kapalná hnojiva mají kapacitu 400 000 l každého. V sedmi zásobnících je uskladněno hnojivo DAM a jeden je vyhrazen na hnojivo SAM. Všechny zásobníky jsou svedeny do havarijních jímek.

Modelová situace

Během stáčení motorové nafty do autocisterny dojde k elektrickému zkratu na tomto zařízení a následkem nedbalosti obsluhy dojde k úniku motorové nafty z autocisterny. Vzniklá kaluž motorové nafty vlivem zkratu na elektroinstalaci vzplane.

Požár se natolik rozšířil, že jej není možné uhasit dostupnými hasicími přístroji. Takto vzniklý požár však zvýší teplotu u přilehlých zásobníků na kapalná hnojiva, ze kterých se začne uvolňovat do ovzduší čpavek. Ten se pak následně vlivem větru rozšířil nad obydlínou oblast Litovle. Následující podkapitoly se zabývají simulací úniku motorové nafty i úniku čpavku.

8.2 TerEx

Simulaci v tomto softwaru jsem rozdělila na 2 části. V první části jsem se zabývala únikem nafty. Pro tento případ jsem uvažovala hodnoty 5 m, 10 m a 15 m průměru kaluže, kterou vytvoří rozlitá nafta. V druhé části jsem nasimulovala únik čpavku ze tří přilehlých zásobníků věží na kapalná hnojiva. I pro tento případ jsem uvažovala o 10%, 15% a 20% z celkového množství dusičnanu amonného v těchto třech zásobnících.

8.2.1 Kaluž motorové nafty

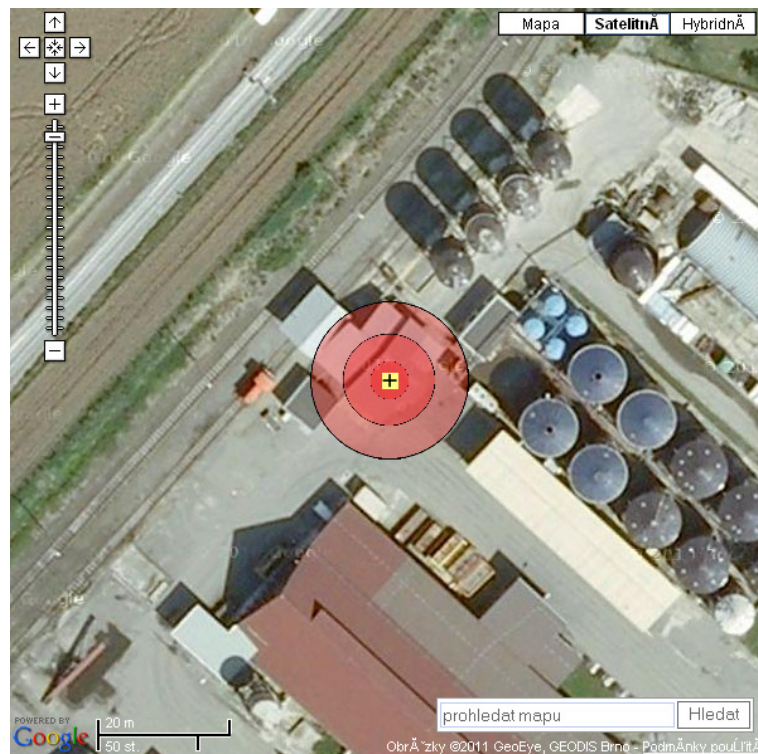
V programu TerEx je jednou z možných událostí pro motorovou naftu model POOL FIRE – hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny. Do tohoto modelu jsem postupně zadávala různé průměry hořící kaluže (5 m, 10 m, 15 m). Výsledky jsou znázorněny v tabulce (Tab. 14).

Tab. 14. TerEx – POOL FIRE – motorová nafta

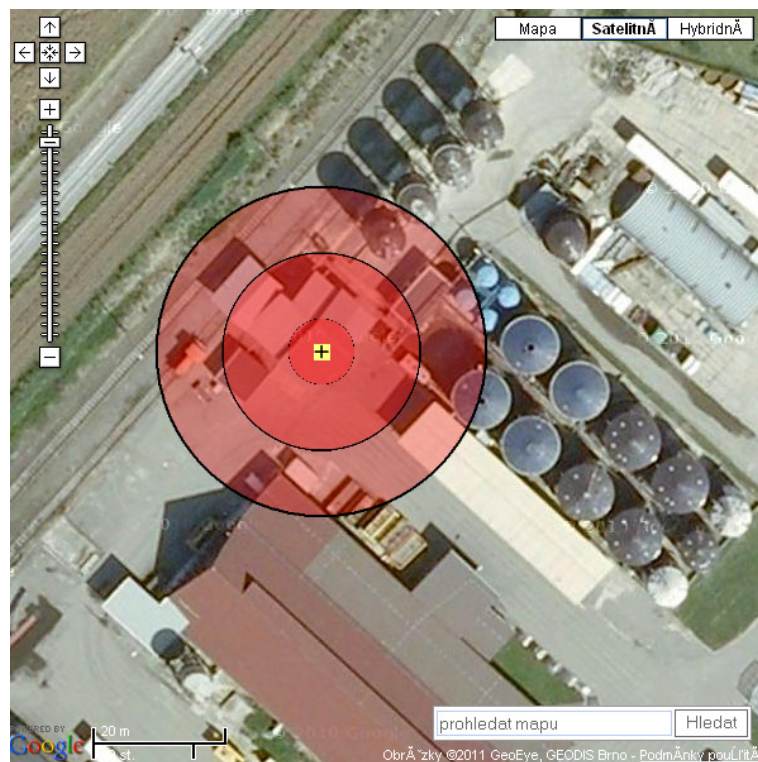
POOL FIRE - motorová nafta			
Ohrožení osob	Průměr hořící louže		
	5 m	10 m	15 m
Popáleniny 1. stupně	12 m	25 m	38 m
Mortalita 10%	7 m	15 m	23 m
Mortalita 50%	6 m	13 m	20 m
Nutná evakuace osob	12 m	25 m	38 m

Z tabulky (Tab. 14) vyplývá, že popáleniny 1. stupně hrozí osobám ve vzdálenosti 12 m, 25 m a 38 m od centra hořící louže. Mortalita 10% a 50% udává vzdálenost, ve které zemře 10% nebo 50% zasažených osob v daném prostoru. Poslední údaj značí vzdálenost, do které je nutná evakuace osob.

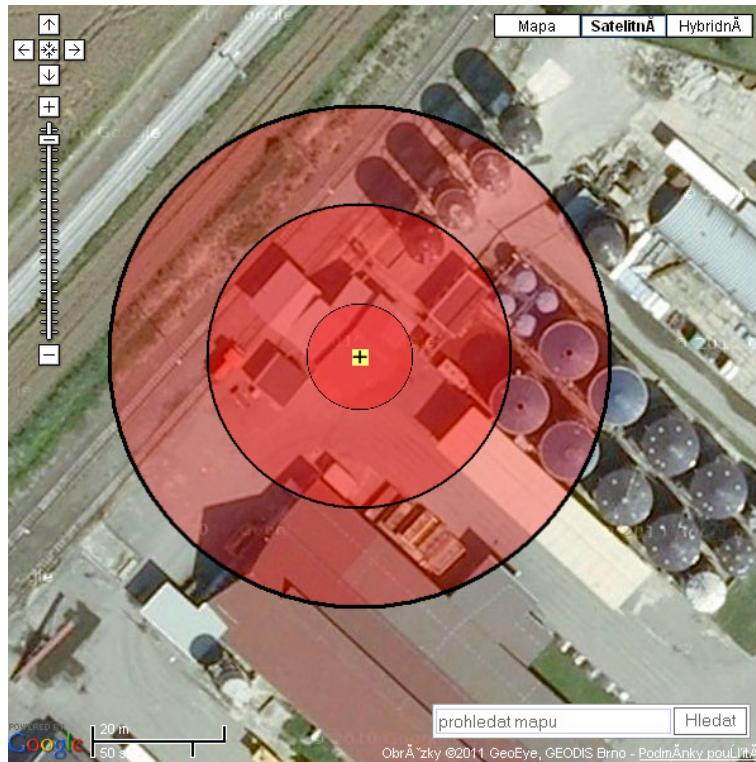
Grafické znázornění modelu POOL FIRE do mapy pro jednotlivé průměry hořící louže jsou znázorněny na následujících obrázcích (Obr. 17, Obr. 18, Obr. 19).



Obr. 17. TerEx – POOL FIRE – průměr hořící louže 5 m

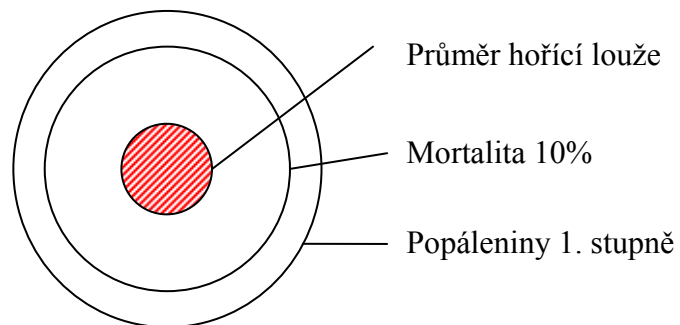


Obr. 18. TerEx – POOL FIRE – průměr hořící louže 10 m



Obr. 19. TerEx – POOL FIRE – průměr hořící louže 15 m

Vysvětlivky



Kompletní zpracovaná studie programem TerEx pro model POOL FIRE – motorová nafta je zpracován v příloze (P V).

8.2.2 Únik čpavku do ovzduší

Pro amoniak (též čpavek) program TerEx nabízí model PUFF (únik plynu do oblaku). Pro tento model jsem stanovila množství uniklého čpavku z celkového množství dusičnanu amonného přítomného ve třech nejbližších velkokapacitních zásobnících na kapalná hnojiva.

Do modelu PUFF jsem zadala následující hodnoty.

- celkové množství amoniaku = 44 250 kg
 - 10% = 4 425 kg
 - 15% = 6 637,5 kg
 - 20% = 8 850 kg
- rychlost větru = 2 m/s, směr JZ
- oblačnost = 12,5%
- doba vzniku a průběhu havárie = Léto – den
- typ povrchu ve směru šíření látky = průmyslová plocha

Výsledky modelu PUFF jsou shrnuty do tabulky (Tab. 15).

Tab. 15. TerEx – PUFF – amoniak

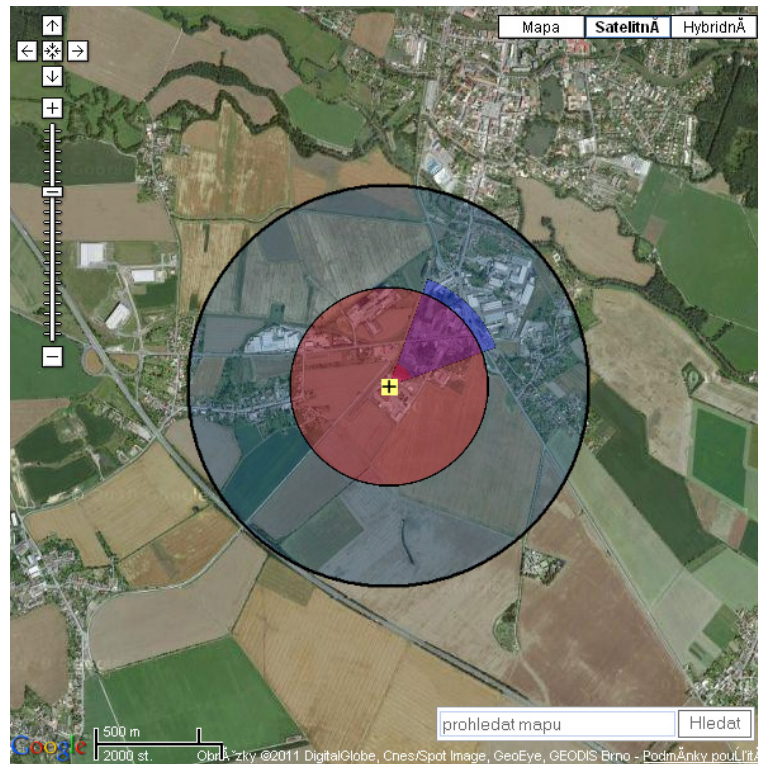
PUFF - amoniak			
Ohrožení osob (poloměr zasažené oblasti)	Množství amoniaku [kg]		
	4 425	6 637,5	8 850
Ohrožení osob toxickou látkou nezbytná evakuace osob	554 m	655 m	738 m
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku	970 m	1130 m	1230 m
Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku nezbytná evakuace osob	115 m	135 m	145 m
Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním nutný odsun osob	290 m	336 m	367 m
Závažné poškození budov nezbytná evakuace osob	218 m	253 m	276 m
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem doporučená evakuace osob z budov do vzdálenosti	479 m	552 m	604 m

Z výsledků modelu PUFF lze stanovit vzdálenosti pro jednotlivá ohrožení osob, jako je ohrožení osob toxickou látkou nebo ohrožení osob uvnitř i vně budov.

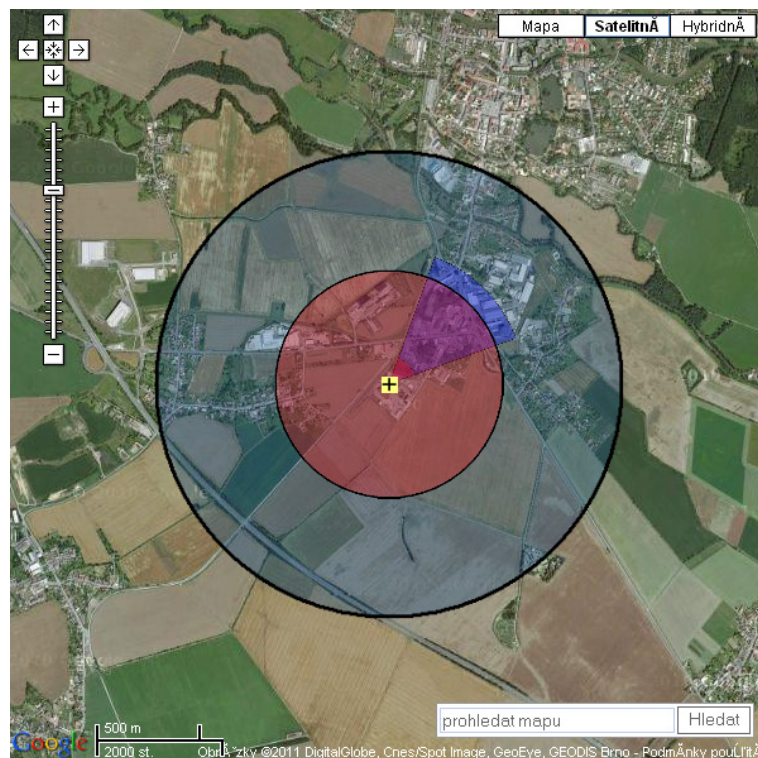
Koncentrace amoniaku při ohrožení osob toxickou látkou je:

- při 10% množství amoniaku 1,088 g/m³,
- při 15% množství amoniaku 997,9 g/m³
- a při 20% množství amoniaku 937,5 g/m³.

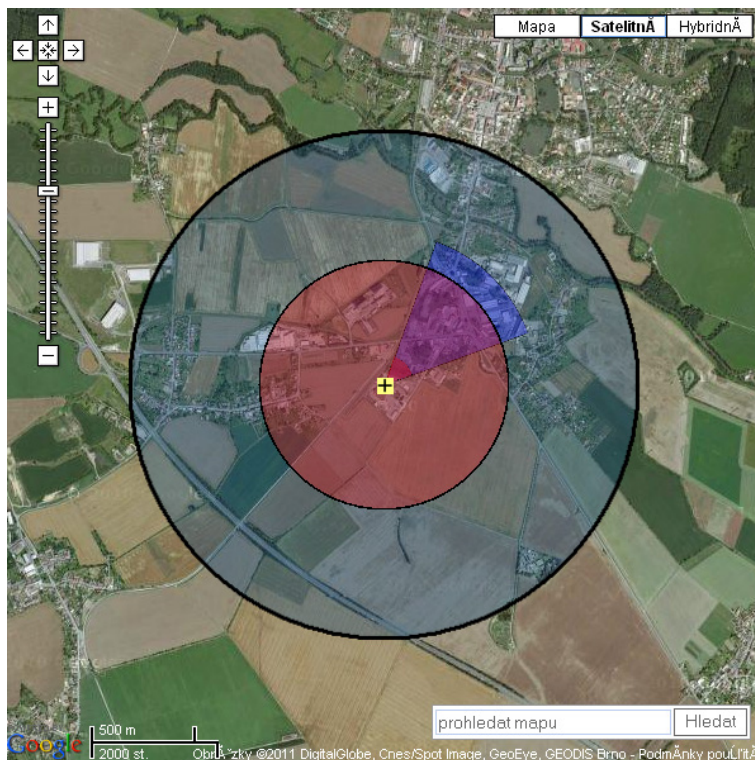
Grafické znázornění těchto vzdáleností v mapách jsou vyobrazeny v následujících obrázcích (Obr. 20, Obr. 21 a Obr. 22).



Obr. 20 Obr. 20. TerEx – PUFF – 5% amoniaku

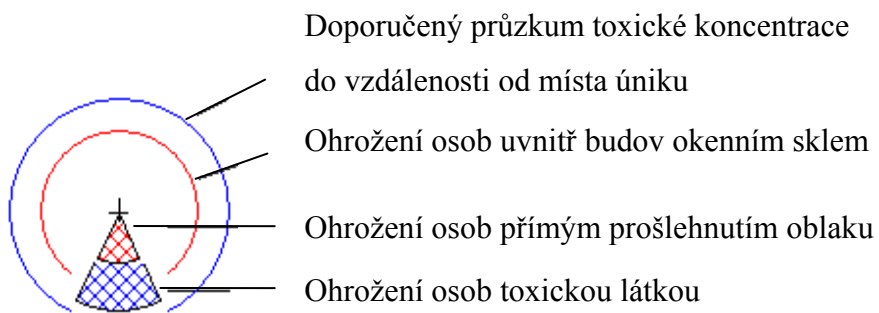


Obr. 21. TerEx – PUFF – 10% amoniaku



Obr. 22. TerEx – PUFF – 20% amoniaku

Vysvětlivky



Kompletní zpracování modelu PUFF – amoniak programem TerEx naleznete v příloze (P V).

8.3 Aloha

Software Aloha umožňuje namodelovat únik nebezpečné chemické látky do atmosféry. Pomáhá nasimulovat rozptyl látky v ovzduší a předvídat pohyb a rozptyl plynných látek v ovzduší.

Program Aloha není definován na mnou zvolený scénář modelové události. Nepočítá s možností odpařování plynného amoniaku z kapalné formy (dusičnan amonný).

Při zvolení možnosti výpočtu plynného amoniaku, je potřeba zadat pod jakým tlakem je amoniak v zásobníku uskladněn. Avšak víko zásobníků není hermeticky utěsněno, je tvořeno několika výsečemi, kde každá druhá výseč je volná. Proto amoniak uniká volně do ovzduší a v zásobníku nevzniká přetlak, který by následně roztrhl plášť zásobníku a unikl do ovzduší.

Možnost výpočtu s kapalným amoniakem počítá s únikem kapaliny z trhliny v plášti zásobníku a s jeho rozptylem do ovzduší. Avšak v mém případě žádný kapalným amoniak neuniká.

Proto jsem se rozhodla nevyužít program Aloha k simulaci úniku nebezpečné chemické látky.

9 ELIMINACE A MINIMALIZACE RIZIK

Společnost MJM Litovel a.s. má zpracovanou havarijní i požární dokumentaci dle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií vybranými nebezpečnými chemickými látkami chemickými a přípravky a zákona 133/1985 Sb., o požární ochraně.

Dle výsledků analýzy žádná z posuzovaných jednotek nepředstavuje nebezpečí pro obyvatelstvo. Avšak jisté riziko hrozí pracovníkům a zákazníkům provozovny. Nebezpečné chemické látky, zahrnuté do analýzy, mohou uniknout do půdy nebo při vzniku požáru hrozí uvolňování zplodin hoření (oxid uhelnatý, oxid dusíku) do ovzduší.

Největší nebezpečí představují pohonné hmoty – motorová nafta a benzín (natural 95). Tyto látky jsou klasifikovány jako hořlaviny I. a II. třídy, proto je velice důležité dodržovat postupy a nařízení požární ochrany a provozního řádu v prostorách, kde se s těmito látkami manipuluje.

Pro potřeby likvidace požáru je v areálu umístěna požární nádrž o objemu 60 m³ a čtyři podzemní hydranty, které jsou rozmístěné po provozovně.

Termíny kontrol a revizí jednotlivých zařízení

- 1 x za rok
 - hasicí přístroje revizní technik
 - neprůbojné pojistky montér, údržbář
 - tlakové nádoby revizní technik
 - technologické zařízení údržbář
- 1 x za dva roky
 - revize elektroinstalace revizní technik
- 1 x za pět let
 - zkouška těsnosti nádrží a potrubních rozvodů včetně čištění

odborná firma
- 1 x za deset let
 - zjištění technického stavu nádrží defektoskopickou nedestruktivní metodou

odborná firma

9.1 Sklad chemických látek a přípravků

Ve skladu jsou všechny chemické látky a přípravky uskladněny v originálních obalech a kanalizace budovy je svedena do záchytné jímky.

Havarijní stav může vzniknout v případě:

- úniku látek škodícím vodám,
- při požáru zařízení

Možné příčiny úniku škodlivých látek:

- narušením obalu mechanicky (při manipulaci, provozem dopravních vozíků apod.),
- narušení obalu chemicky
- a při živelné pohromě nebo při požáru.

9.1.1 Doporučení

- dodržovat maximální stanovené množství skladovacích kapacit,
- dodržovat provozní a požární řád – ty musejí být viditelně vyvěšeny,
- pravidelné školení zaměstnanců,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s opatřeními proti vzniku havárie,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s postupy likvidace havárie (záchrana lidských životů, dostupné hasební prostředky, likvidace odpadů, formuláře spojené s ohlášením a hlášením o vniklé havárii),
- pravidelná kontrola hasebních prostředků,
- volné únikové cesty a přístupy k hasebním prostředkům,
- pravidelná kontrola technického stavu budovy.

9.2 Čerpací stanice pohonných hmot

Čerpací stanice pohonných hmot je tvořena nadzemním zásobníkem typu Bencalor NN25 na naftu (kapacita nádrže je 25 m³), nadzemním zásobníkem typu Bencalor NN16 na benzin (kapacita nádrže je 16 m³), třemi výdejními stojany, havarijní jímkou a zázemím pro obsluhu čerpací stanice.

Havarijní stav může vzniknout v případě:

- úniku látek škodícím vodám,
- při požáru zařízení.

Možné příčiny úniku škodlivých látek:

- při nehodové události,
- při prasknutí hadice při výdeji nebo při neodborné obsluze u výdejního stojanu,
- havárie provozní nádrže na pohonné hmoty,
- únik ropných látek při stáčení z automobilové cisterny,
- vadné a netěsné armatury.

Možné zápalné zdroje:

- technické závady,
- nedbalost,
- úmysl.

Posouzení možných zápalných zdrojů a jejich eliminace:

- porušení zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm,
- samovznícení použitého čisticího nebo asanačního materiálu,
- svařování a jiné práce s otevřeným ohněm,
- závada na elektroinstalaci tankujícího vozidla,
- závada na elektroinstalaci čerpací stanice,
- účinkem statické elektřiny,
- úmyslné zapálení.

9.2.1 Doporučení

- dodržování zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm (viditelné označení tabulkou v obou směrech příjezdových cest),
- označení zásobníků nápisy určující druh skladované kapaliny a třídu nebezpečnosti:
BENZÍN - Hořlavá kapalina I. třídy nebezpečnosti,
MOTOROVÁ NAFTA - Hořlavá kapalina II. třídy nebezpečnosti,
- ve výdejním prostoru a v bezprostředním okolí nesmějí být skladovány žádné snadno zápalné, samovznětlivé nebo výbušné materiály a ani jiné materiály, které přímo nesouvisejí s provozem,
- v celém prostoru čerpací stanice musí být udržována čistota a pořádek,
- dodržovat maximální stanovené množství skladovacích kapacit,
- dodržovat provozní a požární řád – ty musejí být viditelně vyvěšeny,
- volné únikové cesty a přístupy k hasebním prostředkům,

- pravidelná kontrola technického stavu čerpací stanice,
- pravidelná kontrola hasebních prostředků a hydrantů požární vody,
- vybavení personálu ochranným oděvem a ochrannými prostředky,
- pravidelné školení zaměstnanců,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s opatřeními proti vzniku havárie,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s postupy likvidace havárie (záchrana lidských životů, dostupné hasební prostředky, likvidace odpadů, formuláře spojené s ohlášením a hlášením o vniklé havárii).

Při vzniku požáru je nutno provést veškerá opatření:

- pro záchranu ohrožených osob,
- pro likvidaci požáru, (je-li to možné), zajistit opatření pro zabránění jeho šíření,
- vyhlásit požární poplach a ohlásit požár na ohlašovnu požárů (vrátnice) nebo přímo na hasičský záchranný sbor.

V případě havarijního úniku v prostoru čerpací stanice:

- při prasknutí přečerpávající hadice okamžitě přerušit přečerpávání a uniklou kapalinu zlikvidovat pomocí sorpčních materiálů (piliny, Vapex), kontaminované sorpční materiály uložit do nádob k tomu určených a označit jako „nebezpečný odpad“,
- při netěsnosti nebo poškození uskladňovací nádrže přečerpát kapalinu do automobilové cisterny a kapalina uniklá mimo záchytnou nádobu bude zachycena v havarijním jímce, odkud bude odčerpána a odvezena k likvidaci.

V případě havarijního úniku mimo zajištěné plochy:

- zabránit dalšímu vytékání kapalin jakýmkoliv možným způsobem (přečerpáním do nádob, utěsněním trhlin nebo děr),
- při vytékání do volného prostoru zabránit dalšímu rozlévání (hliněné valy, utěsnění kanalizace),
- rozsypání látek sajících závadné kapaliny (sorpční materiály – piliny, Vapex) a zachycené závadné látky přečerpát do nádob k tomu určených,
- nasycené sorpční materiály nebo zasaženou hlínu uskladnit dle odpadového hospodářství a označit jako „nebezpečný odpad“,

- v případě vzniku havárie většího rozsahu je nutno oznámit tuto skutečnost příslušnému okresnímu úřadu, Státní vodohospodářské inspekci v Olomouci, případně Policii a Hasičskému záchrannému sboru.

9.3 Velkokapacitní zásobníky na uskladnění motorové nafty

Velkokapacitní zásobníky N II a N II slouží k uskladnění motorové nafty. Plní se technologickou cestou přes stáčiště a touto cestou se i uskladněná nafta přečerpává do autocisteren. Zásobníky jsou opatřeny ochranným reflexním nátěrem odolným proti slunečnímu záření a druhým pláštěm, který je tvořen systémem trubek. Tento systém zajišťuje ochlazování v případě vzniku požáru v okolí zásobníku a to naplněním trubek vodou a její cirkulací. Zásobníky jsou umístěny v havarijní jímce.

Havarijní stav může vzniknout v případě:

- úniku látek škodícím vodám,
- při požáru zařízení.

Možné příčiny úniku škodlivých látek:

- při nehodové události,
- únik ropných látek při plnění či vyprazdňování,
- vadné a netěsné armatury nádrží (nádrže N I, N II).

Možné zápalné zdroje:

- technické závady,
- nedbalost,
- úmysl.

Posouzení možných zápalných zdrojů a jejich eliminace:

- porušení zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm,
- samovznícení použitého čistícího nebo asanačního materiálu,
- svařování a jiné práce s otevřeným ohněm,
- účinkem statické elektřiny,
- úmyslné zapálení.

9.3.1 Doporučení

- dodržování zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm (viditelné označení tabulkou v obou směrech příjezdových cest),
- v bezprostředním okolí nesmějí být skladovány žádné snadno zápalné, samovznětlivé nebo výbušné materiály a ani jiné materiály, které přímo nesouvisejí s provozem,
- dodržovat provozní a požární řád – ty musejí být viditelně vyvěšeny,
- pravidelná kontrola hasebních prostředků a hydrantů požární vody,
- pravidelná kontrola technického stavu,
- vybavení personálu ochranným oděvem a ochrannými prostředky,
- pravidelné školení zaměstnanců,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s opatřeními proti vzniku havárie,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s postupy likvidace havárie (záchrana lidských životů, dostupné hasební prostředky, likvidace odpadů, formuláře spojené s ohlášením a hlášením o vniklé havárii).

Při vzniku požáru je nutno provést veškerá opatření:

- pro záchranu ohrožených osob,
- pro likvidaci požáru, (je-li to možné), zajistit opatření pro zabránění jeho šíření,
- vyhlásit požární poplach a ohlásit požár na ohlašovnu požárů (vrátnice) nebo přímo na hasičský záchranný sbor.

V případě havarijního úniku v prostoru zásobníků a mimo zajištěné plochy

Stejný postup, jako v případě havarijního úniku u čerpací stanice (str. 87).

9.4 Stáčiště pohonných hmot a kapalných hnojiv

Stáčiště je technologicky vybaveno na stáčení motorové nafty z vlakových cisteren do přistavených autocisteren nebo do velkokapacitních skladovacích nádrží N I a N II a na stáčení kapalných hnojiv do 8 velkokapacitních zásobníků na uskladnění kapalného hnojiva DAM, SAM. Prostor stáčiště je sveden do záchytné jímky a ta následně do havarijní jímky.

Havarijní stav může vzniknout v případě:

- úniku látek škodícím vodám,
- při požáru zařízení.

Možné příčiny úniku škodlivých látek:

- při nehodové události,
- únik ropných látek při stáčení do automobilové cisterny,
- vadné a netěsné armatury přepravních cisteren a nádrží (nádrže N I, N II).

Možné zápalné zdroje:

- technické závady,
- nedbalost,
- úmysl.

Posouzení možných zápalných zdrojů a jejich eliminace:

- porušení zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm,
- samovznícení použitého čisticího nebo asanačního materiálu,
- svařování a jiné práce s otevřeným ohněm,
- závada na elektroinstalaci tankujícího vozidla,
- závada na elektroinstalaci stáčiště,
- účinkem statické elektřiny,
- porušení povinnosti uzemnění autocisterny při jejím plnění,
- úmyslné zapálení.

9.4.1 Doporučení

- dodržování zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm (viditelné označení tabulkou v obou směrech příjezdových cest),
- ve výdejním prostoru a v bezprostředním okolí nesmějí být skladovány žádné snadno zápalné, samovznětlivé nebo výbušné materiály a ani jiné materiály, které přímo nesouvisejí s provozem,
- při stáčení motorové nafty ze železničních cisteren musí být trvale po dobu stáčení na koleji č. 2 přistavena havarijní cisterna pro případ úniku motorové nafty,
- v celém prostoru stáčiště musí být udržována čistota a pořádek,
- dodržovat provozní a požární řád – ty musejí být viditelně vyvěšeny,
- pravidelná kontrola hasebních prostředků a hydrantů požární vody,
- volné únikové cesty a přístupy k hasebním prostředkům,
- pravidelná kontrola technického stavu,
- vybavení personálu ochranným oděvem a ochrannými prostředky,

- pravidelné školení zaměstnanců,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s opatřeními proti vzniku havárie,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s postupy likvidace havárie (záchrana lidských životů, dostupné hasební prostředky, likvidace odpadů, formuláře spojené s ohlášením a hlášením o vniklé havárii).

Při vzniku požáru je nutno provést veškerá opatření:

- pro záchranu ohrožených osob,
- pro likvidaci požáru, (je-li to možné), zajistit opatření pro zabránění jeho šíření,
- vyhlásit požární poplach a ohlásit požár na ohlašovnu požárů (vrátnice) nebo přímo na hasičský záchranný sbor.

V případě havarijního úniku v prostoru stáčíště a mimo zajištěné plochy

Stejný postup, jako v případě havarijního úniku u čerpací stanice (str. 87).

9.5 Velkokapacitní zásobníky kapalných hnojiv

Osm zásobníků, o kapacitě 400 000 l každého, je konstrukčně přizpůsobeno k uskladnění a výdeji kapalných hnojiv SAM, DAM. Sedm zásobníků je vyhrazeno na uskladnění hnojiva DAM a jeden na uskladnění SAM. Zásobníky jsou shora částečně otevřené. A všechny jsou umístěny v havarijní jímce.

Kapalná hnojiva nejsou klasifikována jako hořlavá nebo toxická látka ani jako látka nebezpečná pro životní prostředí. Jediný možný zdroj ohrožení je přítomný dusičnan amonný, který je součástí obou hnojiv. Z něj se vlivem vyšších teplot může začít uvolňovat plynný amoniak, který je klasifikován jako dráždivý.

Havarijní stav může vzniknout v případě:

- úniku látek škodícím vodám,
- při požáru zařízení.

Možné příčiny úniku škodlivých látek:

- při nehodové události,
- vadné a netěsné nádrže.

Možné zápalné zdroje:

- technické závady,

- nedbalost,
- úmysl.

9.5.1 Doporučení

- dodržování zákazu kouření a manipulace s otevřeným ohněm (viditelné označení tabulkou v obou směrech příjezdových cest),
- v celém prostoru musí být udržována čistota a pořádek,
- dodržovat provozní a požární řád – ty musejí být viditelně vyvěšeny,
- volné únikové cesty a přístupy k hasebním prostředkům,
- pravidelná kontrola technického stavu,
- vybavení personálu ochranným oděvem a ochrannými prostředky,
- pravidelné školení zaměstnanců,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s opatřeními proti vzniku havárie,
- seznámení vedoucích pracovníků a zaměstnanců s postupy likvidace havárie (záchrana lidských životů, dostupné hasební prostředky, likvidace odpadů, formuláře spojené s ohlášením a hlášením o vniklé havárii).

Při vzniku požáru je nutno provést veškerá opatření

- pro záchranu ohrožených osob,
- pro likvidaci požáru, (je-li to možné), zajistit opatření pro zabránění jeho šíření,
- vyhlásit požární poplach a ohlásit požár na ohlašovnu požárů (vrátnice) nebo přímo na hasičský záchranný sbor.

V případě havarijního úniku v prostoru skladovacích věží a mimo zajištěné plochy

Stejný postup, jako v případě havarijního úniku u čerpací stanice (str. 87).

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo s využitím metod analýzy rizika identifikovat možné zdroje úniku nebezpečné chemické látky. A následně navrhnout opatření pro eliminaci a minimalizaci těchto rizik.

K analýze rizika jsem si vybrala areál společnosti MJM Litovel a.s. v Litovli. V prostoru podniku jsou umístěny objekty, ve kterých se nacházejí nebezpečné chemické látky - sklad chemických látek a přípravků, čerpací stanice pohonných hmot, dva velkokapacitní zásobníky na uskladnění motorové nafty, stáčiště motorové nafty a kapalných hnojiv a osm velkokapacitních zásobníků na uskladnění kapalných hnojiv.

Pro analýzu jsem použila Metodu výběru podle CPR 18E, tzv. „Purple Book“ (CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment – QRA). Metoda hodnotí toxické, hořlavé a výbušné vlastnosti nebezpečných chemických látek. Pro samotný výpočet jsem zvolila za posuzované jednotky/zařízení čerpací stanici, stáčiště a zásobníky na uskladnění motorové nafty.

Z výpočtu analýzy vyplývá, že identifikační číslo je rovno selektivnímu a selektivní číslo nepřesáhlo hodnotu jedna u žádné z posuzovaných jednotek/zařízení. Každá z posuzovaných jednotek/zařízení je proto v bezpečné vzdálenosti pro obyvatelstvo. Avšak vzdálenosti jednotlivých jednotek/zařízení k hranicím areálu jsou menší než minimální vzdálenost nutná k výpočtu, proto je třeba zvážit další posouzení vhodnější metodou.

Jako další metodu jsem zvolila indexovou metodu Index požáru a výbuchu (Dow's fire and explosion index). Slouží k identifikaci nebezpečí požáru a výbuchu skladovacích nebo procesních jednotek. Index požáru a výbuchu navazuje na metodu výběru podle CPR 18E, proto jsem zvolené posuzované jednotky zachovala.

Základní výsledek této analýzy udává stupeň nebezpečí dané jednotky, poloměr a rozměr zasažené plochy.

Pro nádrž na motorovou naftu u čerpací stanice vyšel stupeň nebezpečí jako nepatrný/malý ($F&EI = 27,74$), což je nejmenší možné ohodnocení. Poloměr zasažené plochy je stanoven na 7,10 m a zasažená plocha zaujímá plochu $158,35 \text{ m}^2$. Nádrž na benzín u čerpací stanice byla ohodnocena stupněm mírný ($F&EI = 75,088$). Požár nebo výbuch této jednotky by zasáhl plochu o poloměru 19,223 m a výměře $1\,160,84 \text{ m}^2$. Pro stáčiště motorové nafty stupeň nebezpečnosti vyšel jako nepatrný/mírný ($F&EI = 38,38$) s poloměrem zasažené

plochy 9,85 m a rozměrem 304,86 m². Velkokapacitní zásobníky na uskladnění motorové nafty metoda ohodnotila stupněm nepatrný/mírný (F&EI = 40,25) a poloměr byl stanoven na 10,304 m s rozměrem 333,55 m².

Výpočty analýzy především ovlivnilo množství, druh přítomné látky a technologické řešení dané skladovací nebo procesní jednotky. Například přítomnost benzínu, který je klasifikován jako hořlavina I. třídy, ovlivnila výpočet stupně nebezpečnosti i zasaženou plochu. Proto představuje největší nebezpečí požáru a výbuchu.

Plochy, které budou zasaženy požárem a výbuchem jsou zakresleny do mapy areálu v obrázku (Obr. 16).

Dalším výstupem této metody jsou ekonomické ztráty vzniklé požárem a výbuchem nebo přerušením provozu. Všechny důležité výstupy z analýzy, včetně ekonomických ztrát, jsou přehledně popsány a okomentovány v podkapitole 7.2.3.

Pomocí programu TerEx jsem nasimulovala požár uniklé motorové nafty a následné odpařování amoniaku do ovzduší. Všechny výsledky a mapy naleznete v podkapitole 8.2. Jelikož program Aloha není schopen nasimulovat zvolenou modelovou situaci, není tento program využit.

Celkově lze zhodnotit areál podniku MJM Litovel a.s. jako bezpečný pro obyvatelstvo. Pro celý areál, jednotlivé provozny i sklady jsou zpracovány havarijní plány nebo řady a požární dokumentace a směrnice. V kapitole 9 jsem pro jednotlivé posuzované zařízení podniku vypracovala doporučení, kterými by se mohla další případná rizika snížit nebo eliminovat. Jedná se především o činnosti spojené s požární bezpečností, jelikož největší nebezpečí představují motorová nafta a benzín, které jsou klasifikovány jako hořlaviny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] REKTOŘÍK, J., ŠELEŠOVSKÝ, J., VITÁŠEK, J. a kol.: *Krizový management ve veřejné správě. Teorie a praxe*. 1. vyd., EKOPRESS, Praha 2004. 249 s. ISBN 80-86119-83-1.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D., BUMBA, J., SLUKA, V., ŠESTÁK, B., *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové havárie*. 1. vyd., Vydavatelství Policejní akademie ČR v Praze, Praha 2008. 418 s. ISBN 978-80-7251-275-1
- [3] BERNATÍK, A. *Prevence závažných havárií I*. 1. vyd., Vydalo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, Ostrava 2006. 87 s. ISBN 80-86634-89-2
- [4] BÁRTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2008. 47 s. ISBN 978-80-7385-049-4
- [5] Překlad: ZAPLETALOVÁ, I., BÁRTLOVÁ, I. *SEVESO II*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 1998. 42 s. ISBN 80-86111-20-2
- [6] Překlad: BÁRTLOVÁ, I. *SEVESO III*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2002. 21 s. ISBN 80-86634-00-0.
- [7] Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií vybranými nebezpečnými chemickými látkami chemickými přípravky
- [8] BABINEC, F, *Analýza rizik. Distanční studijní opora*. Slezská univerzita v Opavě, Matematický ústav v Opavě, 2007.
- [9] Havarijní a požární dokumentace společnosti MJM Litovel a.s.

Internetové zdroje

- [10] *Severočeské deníky Bohemia* [online] [cit. 3. 2. 2011] dostupné z: <http://www.ecmost.cz/ver_cz/mostecko/Denik/>.
- [11] *Informace ke kyanidové havárii na Labi v lednu 2006* [online] [cit. 3. 2. 2011] dostupné z: <http://www.ikse-mkol.org/uploads/media/MKOL-OM19_2006_Pr_08_prot_Info-havarie-kyanidy.pdf>

- [12] Wikipedie, *Havárie vrtné plošiny Deepwater Horizon* [online] [cit. 3. 2. 2011] dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hav%C3%A1rie_plo%C5%A1iny_Deepwater_Horizon>
- [13] Czech Trade. *Businessinfo – evropské dohody* [online] [cit. 2. 12. 2010] dostupné z: <<http://www.businessinfo.cz/cz/>>
- [14] *MJM Litovel a.s.* [online] [cit. 17. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.mjm.cz/>>

Elektronické zdroje

- [15] *U.S. Environmental protection agency – ALOHA manual* [cit. 28. 3. 2011] Dostupné z: <<http://www.epa.gov/osweroe1/docs/cameo/ALOHAManual.pdf>>
- [16] *ALOHA* [počítačový program]. Ver. 5.4.1.2. Office of emergency management, EPA and Emergency response division, NOAA. [cit. 28. 3. 2011]. Dostupné z: <<http://www.epa.gov/osweroe1/content/cameo/aloha.htm>>
- [17] *Guidelines for quantitative risk assessment – „Purple book“* [cit. 16. 2. 2011] Dostupné z: <<http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí,
RID	Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných po železnici,
IMDG	Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných po moři,
ADN	Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných po vnitrozemských vodních cestách
QRA	Guidelines for Quantitative Risk Assessment
F&EI	Index požáru a výbuchu (DOW's Fire and Explosion Index)
C&EI	Index chemického ohrožení (DOW's Chemical Exposure Index)
T_{bv}	Teplota bodu varu
P_i	Parciální tlak
lb	Libra
H_c	Spalné teplo

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Symboly nebezpečných vlastností látek
- Obr. 2. Postup vypracování bezpečnostní dokumentace dle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií
- Obr. 3. Kostra procesu zpracování bezpečnostního programu
- Obr. 4. Základní kroky analýzy rizik
- Obr. 5. Postup stanovení indexu požáru a výbuchu
- Obr. 6. Areál VOP Litovel
- Obr. 7. Čerpací stanice pohonných hmot
- Obr. 8. Bencalor ND15 - benzín
- Obr. 9. Bencalor ND25 - nafta
- Obr. 10. Stáčiště nafty, kapalných hnojiv a mletého vápence
- Obr. 11. Velkokapacitní nádrže na naftu N I a N II a nádrž na bionaftu
- Obr. 12. Boční pohled – velkokapacitní zásobníky na kapalná hnojiva
- Obr. 13. Detail záchytných jímek na kapalná hnojiva
- Obr. 14. Nadzemní nádrže na mletý vápenec
- Obr. 15. Lokalizace nezávislých jednotek/zařízení v posuzovaném areálu
- Obr. 16. Znázornění zasažených ploch dle indexu F&E v mapě
- Obr. 17. TerEx – POOL FIRE – průměr hořící louže 5 m
- Obr. 18. TerEx – POOL FIRE – průměr hořící louže 10 m
- Obr. 19. TerEx – POOL FIRE – průměr hořící louže 15 m
- Obr. 20. TerEx – PUFF – 5% amoniaku
- Obr. 21. TerEx – PUFF – 10% amoniaku
- Obr. 22. TerEx – PUFF – 20% amoniaku

SEZNAM TABULEK

- Tab. 1. Havárie s nebezpečnými látkami v letech 1973 – 2006
- Tab. 2. Přehled vybraných havárií v nezařazených objektech
- Tab. 3. Typické využití dílčích metod
- Tab. 4. Metoda výběru - Rozdělení posuzovaného objektu na nezávislé jednotky/zařízení
- Tab. 5. Metoda výběru – sběr dat
- Tab. 6. Výpočet identifikačního čísla A
- Tab. 7. Výpočet selektivního čísla S
- Tab. 8. Vstupní údaje pro výpočet souhrnného posouzení jednotek/zařízení metodou F&EI
- Tab. 9. Výpočet souhrnného posouzení jednotek/zařízení metodou F&EI
- Tab. 10. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – Bencalor NN25 - nafta
- Tab. 11. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – Bencalor NN16 -benzín
- Tab. 12. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty
- Tab. 13. Souhrnné posouzení rizika procesní jednotky – stáčiště nafty
- Tab. 14. TerEx – POOL FIRE – motorová nafta
- Tab. 15. TerEx – PUFF – amoniak

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Metoda výběru podle CPR 18E („Purple book“)
- P II Index požáru a výbuchu (Dow's fire and explosion index)
- P III Formuláře indexu F&E
- P IV Kreditní faktory řízení ztrát
- P V Aplikace softwaru TerEx na podnik MJM Litovel a.s.

PŘÍLOHA I: METODA VÝBĚRU PODLE CPR 18E („PURPLE BOOK“)

POSTUP METODY VÝBĚRU

- a) Rozdělení posuzovaného objektu na nezávislé jednotky/zařízení.
- b) Na základě množství látky, provozních podmínek a vlastnostech nebezpečných látek se stanoví identifikační číslo pro jednotlivé jednotky/zařízení. **Identifikační číslo A** vyjadřuje míru nebezpečnosti dané jednotky/zařízení.
- c) Nebezpečnost jednotky/zařízení se stanovuje pro množinu bodů v okolí (na hranici) objektu/podniku. Nebezpečnost jednotky na jistou vzdálenost se stanoví na základě známého indikačního čísla a vzdálenosti mezi posuzovaným bodem a jednotkou/zařízením. Míra nebezpečí v posuzovaném bodě se odvodí z hodnoty **selektivního čísla S**.
- d) Pro analýzu QRA jsou vybírány jednotky/zařízení dle relativní hodnoty selektivního S.

1. VYLOUČENÍ URČITÝCH LÁTEK

Dle direktivy 96/82/EC "On the Control of Major-Accident Hazards Involving Dangerous Substances" mohou být určité nebezpečné látky vyloučeny, jestliže je splněna alespoň jedna z následujících všeobecných podmínek:

1. *Fyzikální stav (skupenství) látky*

Látka je v pevném skupenství, takže jak za normálních podmínek, tak i za jakýchkoliv odlišných podmínek, které lze racionálně předvídat, nemůže únik hmoty nebo energie vyvolat nebezpečnou závažnou havárii.

2. *Uskladnění a množství*

Látky zabalené nebo uskladněné (uložené) takovým způsobem a v takovém množství, že maximální možný únik za jakýchkoliv okolností nemůže způsobit závažnou havárii.

3. *Umístění a množství*

Látky přítomné v takovém množství a v takové vzdálenosti od ostatních nebezpečných látek (v objektu nebo kdekoliv), že nemohou ani vyvolat nebezpečnou závažnou havárii, ani nemohou iniciovat závažnou havárii s jinými nebezpečnými látkami.

4. Klasifikace

Látky, které jsou klasifikovány jako nebezpečné podle všeobecné klasifikace v doplňku 1 část 2 direktivy 96/82/EC, ale které nemohou způsobit závažnou havárii a pro které je tudíž všeobecná klasifikace nepřiměřená.

2. IDENTIFIKAČNÍ ČÍSLO A

Identifikační číslo A vyjadřuje míru skutečné nebezpečnosti jednotky/zařízení, která je ovlivňována množstvím přítomné látky, fyzikálními vlastnostmi, toxicitou látky a specifickými provozními podmínkami.

Výpočet

Identifikační číslo A je bezrozměrové číslo a udává ho vztah

$$A = \frac{Q \times O_1 \times O_2 \times O_3}{G}$$

Kde

Q - množství látky přítomné v zařízení [kg],

O_i - faktory provozních podmínek [-],

G - mezní hodnota [kg]

Pro výbušné látky platí $O_1 = O_2 = O_3$ a potom $A = \frac{Q}{G}$

Faktor O_1

Tento faktor zohledňuje typ jednotky/zařízení.

Tab. 1. Typ jednotky/zařízení

Typ	O_1
Procesní jednotka/zařízení	1
Skladovací jednotka/zařízení	0,1

Faktor O_2

Udává umístění jednotky/zařízení a opatření proti šíření látek do okolí.

Tab. 2. Umístění jednotky/zařízení

Typ	O_2
umístění vně budovy (na otevřeném prostoru)	1
umístění uvnitř budovy (v uzavřeném prostoru)	0,1

jednotka umístěná v jímce a provozní teplota T_p je menší než teplota normálního bodu varu zvýšená o 5°C , tj. $T_p \leq T_{bv} + 5^\circ\text{C}$	0,1
jednotka umístěná v jímce a provozní teplota T_p je vyšší než teplota normálního bodu varu T_{bv} zvýšená o 5°C , tj. $T_p > T_{bv} + 5^\circ\text{C}$	1

Poznámky:

- V případě skladování je za provozní teplotu považována skladovací teplota.
- Uzavřený prostor zamezuje šíření látek do okolí. Vyžaduje se, aby:
 - uzavřený prostor zůstal nepoškozený i po působení tlaků vyvolaných okamžitým uvolněním skladovaných látek,
 - uzavřený prostor významně snížil okamžité uvolňování do atmosféry.
- Pravidlo: jestliže uzavřený prostor omezí šíření do atmosféry na jednu pětinu, nebo když lze z uzavřené prostory únik přeměřovat do bezpečného vývodu, potom je jednotka/zařízení považována za uzavřenou. V ostatních případech se jedná o venkovní jednotku/zařízení.
- Jímka zamezuje šíření látky do okolí.
- Druhý plášť zásobníku navržený tak, aby zachytil unikající kapalinu a odolával všem možným silám, se považuje za jímku, a proto $O_2 = 0,1$.

Faktor O_3

Zahrnuje vliv provozních podmínek a dále vyjadřuje množství látky, které bude po úniku v plynné fázi.

Tab. 3. Vliv provozních podmínek

Typ	O_3
Látka v plynném skupenství	10
Látka v kapalném skupenství	
tlak nasycených par při provozní teplotě je 3 bary nebo vyšší,	10
tlak nasycených par při provozní teplotě je 1 až 3 bary,	$X + \Delta$
tlak nasycených par při provozní teplotě je menší než 1 bar.	$P_i + \Delta$
Látka v pevném skupenství	0,1

Faktor O_3 nabývá hodnot v rozmezí 0,1 - 10.

Poznámky:

- V případě skladování je za provozní teplotu považována skladovací teplota.
- Uváděné tlaky jsou absolutní.
- Faktor X lineárně vzrůstá od 1 do 10 podle toho, jak tlak nasycených par při provozní teplotě P_{sat} roste od 1 do 3 barů. Do vztahu pro X se hodnota P_{sat} dosazuje v barech.
$$X = 4,5 \times P_{\text{SAT}} - 3,5$$
- P_i je parciální tlak nebezpečné složky nad roztokem této složky v „bezpečném rozpouštědle“ (v barech) při provozní teplotě.
- Jestliže je látka ve skupenství kapalném, potom se přičítá hodnota Δ jako přírážka na vypařování následkem tepelného toku z okolí do uniklé kapaliny.
 - $\Delta = 0$ pokud platí $-25 \text{ °C} \leq T_{\text{bv}}$
 - $\Delta = 1$ pokud platí $-75 \text{ °C} \leq T_{\text{bv}} < -25 \text{ °C}$
 - $\Delta = 2$ pokud platí $-75 \text{ °C} \leq T_{\text{bv}} < -25 \text{ °C}$
 - $\Delta = 3$ pokud platí $-125 \text{ °C} \leq T_{\text{bv}} < -75 \text{ °C}$
 - $\Delta = 4$ pokud platí $T_{\text{bv}} < -125 \text{ °C}$
- Pro nebezpečné látky s bezpečnými rozpouštědly se použije parciální tlak nebezpečné složky při provozní teplotě (místo hodnoty tlaku nasycených par). Faktor X lineárně narůstá od 1 do 10, což odpovídá nárůstu parciálního tlaku nebezpečné látky za provozní teploty od 1 do 3 bar.

Mezní hodnota G

Mezní hodnota G je mírou nebezpečnosti látky stanovenou jak na základě fyzikálních vlastností, tak i na základě údajů o toxicitě/výbušnosti /hořlavosti látky.

Tab. 4. Mezní hodnota

Typ látky	G
Hořlavé látky	10 000 kg
Výbušné látky	takové množství látky v kg, které uvolí ekvivalentní množství energie jako 1 000 kg trinitrotoluenu (energie exploze 4 600 kJ/kg)
Toxické látky	množství látky v kg, které se stanovuje na základě koncentrace LC_{50} (rat, inh, 1 h) a skupenství při teplotě 25 °C

Tab. 5. Mezní hodnota G pro toxické látky

LC ₅₀ (rat, inh,1 h) [mg.m ⁻³]	skupenství při t = 25°C	Mezní hodnota [kg]
LC < 100	Plyn	3
	Kapalina (L)	10
	Kapalina (M)	30
	Kapalina (H)	100
	Pevná látka	300
	Plyn	30
100 < LC ≤ 500	Kapalina (L)	100
	Kapalina (M)	300
	Kapalina (H)	1000
	Pevná látka	3000
	Plyn	300
500 < LC ≤ 2000	Kapalina (L)	1000
	Kapalina (M)	3000
	Kapalina (H)	10 000
	Pevná látka	∞
	Plyn	3000
2000 < LC ≤ 20 000	Kapalina (L)	10 000
	Kapalina (M)	∞
	Kapalina (H)	∞
	Pevná látka	∞
LC > 20 000	všechna skupenství	∞

kapalina (L) má teplotu normálního bodu varu T_{bv} mezi 25°C a 50°C,

kapalina (M) má teplotu normálního bodu varu T_{bv} mezi 50°C a 100°C,

kapalina (H) má teplotu normálního bodu varu T_{bv} vyšší než 100°C.

3. SELEKTIVNÍ ČÍSLO S

Selektivní číslo S vyjadřuje míru nebezpečnosti jednotky/zařízení vůči jinému posuzovanému místu ve vzdálenosti L.

Pro každou jednotku/zařízení mohou existovat i tři různá selektivní čísla:

$$S^T = \left(\frac{100}{L}\right)^2 A^T \quad \text{pro toxické látky}$$

$$S^F = \left(\frac{100}{L}\right)^3 A^F \quad \text{pro hořlavé látky}$$

$$S^E = \left(\frac{100}{L}\right)^3 A^E \quad \text{pro výbušniny}$$

Kde:

L – je vzdálenost od jednotky/zařízení k posuzovanému místu v metrech (minimální vzdálenost je 100 m).

4. VÝBĚR JEDNOTKY/ZAŘÍZENÍ PRO DALŠÍ ANALÝZU

Jednotka/zařízení je vybrána pro následující analýzu, pokud

- selektivní číslo jednotky/zařízení je v určitém bodě na hranici objektu (nebo na břehu řeky proti objektu) větší než jedna a (při větším počtu čísel) větší než 50% maximálního selektivního čísla v posuzovaném bodě,

nebo

- selektivní číslo jednotky/zařízení je větší než jedna v bodě v obydlené oblasti, (platí pro existující nebo plánované obytné oblasti) v místě nejbližší jednotce/zařízení.

PŘÍLOHA II: INDEX POŽÁRU A VÝBUCHU (DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX)

POSTUP STANOVENÍ F&EI

- a) výběr procesní jednotky pro studii,
- b) stanovení materiálového faktoru MF,
- c) stanovení faktorů nebezpečnosti procesní jednotky:
 - obecná procesní nebezpečí,
 - speciální procesní nebezpečí,
- d) stanovení souhrnného faktoru nebezpečnosti procesní jednotky,
- e) stanovení indexu požáru a výbuchu (F&E Indexu),
- f) kreditní faktory řízení procesu,
- g) souhrnná analýza rizika procesní jednotky,
- h) diskuse o ztrátách majetku (MPPD) a ztrátách provozních (BI)
- i) souhrnná analýza rizika výrobní jednotky,
- j) soubor podkladů pro souhrnnou analýzu rizika.

1. VÝBĚR PROCESNÍ JEDNOTKY

Přehled faktorů důležitých pro výběr procesní jednotky

- A. energetický potenciál nebezpečné látky (vyjádřený materiálovým faktorem MF),
- B. množství nebezpečného materiálu v procesní jednotce,
- C. hustota investic (Kč/m²),
- D. procesní tlak a procesní teplota,
- E. historie jednotky (potíže končící požárem nebo explozí),
- F. kritické jednotky z hlediska provozu (např. jednotka termální oxidace).

2. MATERIÁLOVÝ FAKTOR MF

Materiálový faktor MF vyjadřuje míru potenciální energie, která se uvolní při požáru nebo výbuchu.

$$\mathbf{MF = f (hořlavost NF \& reaktivita NR)}$$

Kde, N_F a N_R jsou údaje NFPA (National Fire Protection Association), které vyjadřují hořlavost a reaktivitu či nestabilitu dané látky.

Tab. 1. Materiálový faktor MF

Kapaliny a plyny Hořlavost nebo zápalnost		NFPA 325M nebo 49	Reaktivita nebo nestabilita				
			N _R =0	N _R =1	N _R =2	N _R =3	N _R =4
Nehořlavé materiály		N _F = 0	1	14	24	29	40
Bod vzplanutí > 93,3 °C		N _F = 1	4	14	24	29	40
37,8 °C < bod vzplanutí ≤ 93,3 °C		N _F = 2	10	14	24	29	40
22,8 °C ≤ bod vzplanutí < 37,8 °C nebo bod vzplanutí < 22,8 °C & bod varu ≥ 37,8 °C		N _F = 3	16	16	24	29	40
bod vzplanutí < 22,8 °C & bod varu < 37,8 °C		N _F = 4	21	21	24	29	40
Hořlavý prach nebo mlhy							
St - 1 (K _{st} ≤ 200 bar m/sec)			16	16	24	29	40
St - 2 (K _{st} = 201 - 300 bar m/sec)			21	21	24	29	40
St - 3 (K _{st} > 300 bar m/sec)			24	24	24	29	40
Hořlavé pevné látky							
hutné > 40 mm tloušťky		N _F = 1	4	14	24	29	40
pórézní < 40 mm tloušťky		N _F = 2	10	14	24	29	40
pěna, fibr, prach, atd.		N _F = 3	16	16	24	29	40

3. OBECNÁ PROCESNÍ NEBEZPEČÍ – FAKTOR F1

Jedná se o šest primárních faktorů, které významně přispívají k nebezpečnosti většiny procesních jednotek.

A. Exotermické chemické reakce

- Slabě exotermické **přirážka 0,30**
- Středně exotermické **přirážka 0,50**
- Kritické exotermické **přirážka 1,00**
- Zvláště citlivé exotermické **přirážka 1,25**

B. Endotermické procesy

- pro reaktory **přirážka 0,20**
- proces spojený se spalováním paliva **přirážka 0,40**

C. Manipulace s materiálem a přeprava materiálu

- faktor – vznik požáru při manipulaci, přepravě a skladování

D. Procesní jednotky v uzavřených nebo vnitřních prostorách

- otevřené a dobře větrané stavební konstrukce (snížení explozivního potenciálu jednotky)

- mechanické větrání není tak účinné jako otevřená konstrukce
- sběrače a filtry prachu (umísťovat vně, mimo prostor se zařízením)

E. Přístupnost jednotky

Jedná se o snadný přístup záchranných vozidel do prostoru jednotky. Tento přístup by měl být alespoň ze dvou směrů („minimální požadavek), a alespoň jeden z přístupů musí být ze silnice.

Přirážky pro velké procesní jednotky se špatnou přístupností

- provozy s plochou větší než 925 m² se špatnou přístupností **přirážka 0,35**
- skladištní budovy s plochou větší než 2 312 m² **přirážka 0,35**
- pro menší plochy s nedostatečnou přístupností **přirážka 0,20**

F. Drenáž, odvodnění, zabezpečení proti přetečení

Pokud existuje možnost rozlití nebo úniku velkého množství hořlavé nebo zápalné kapaliny, které se zadrží v blízkosti procesní jednotky.

Použití přirážek pouze v případech, kdy

- materiál v jednotce má bod vzplanutí nižší než 60 °C
- materiál je zpracováván při teplotě nad bodem vzplanutí

Je však nutné odhadnout objem hořlavé (zápalné) látky tak i objem požární vody, který musí být bezpečně odveden mimo nebo zpracován v případě skutečné události.

!!! Jenom perfektní drenáž nevyžaduje žádnou přirážku. !!!

4. SPECIÁLNÍ PROCESNÍ NEBEZPEČÍ – FAKTOR F₂

Za speciální procesní nebezpečí je považováno 12 faktorů, které mohou zvýšit pravděpodobnost vzniku havárie.

A. Toxické materiály/látky

Toxické látky komplikují zásah zachraňujících osob a tím snižují schopnost pátrat a zmírňovat škodu během nehody.

Pro ocenění této situace se použije **přirážka = 0,20 x N_H**

V případě směsi látek se použije složka s nejvyšším faktorem N_H.

B. Podtlak (subatmosférický tlak)

Nebezpečí vzniká v případech, kdy do systému pronikne vzduch a hrozí kontakt vzduchu s mlhou nebo s citlivým materiálem na kyslík. **přirážka 0,50**

C. Provoz uvnitř nebo v blízkosti rozsahu hořlavosti

Nebezpečí představují vhodné podmínky pro hořlavé a zápalné kapaliny.

D. Výbuch prachu

Nebezpečí exploze prachu závisí na velikosti jeho částic. Čím menší částice, tím je nebezpečí exploze vyšší.

Tab. 2. Přirážka na výbušnost prachu

PŘIRÁŽKA NA VÝBUŠNOST PRACHU		
Velikost částice v mikrometrech	Velikost podle Tyler - Meshe	Přirážka (při použití inertního plynu je přirážka poloviční)
175	60 - 80	0,25
150 - 175	80 - 100	0,50
100 - 150	100 - 150	0,75
75 - 100	150 - 200	1,25
< 75	> 200	2,00

E. Otevírací tlak pojišťovacího ventilu

Při vyšším provozním tlaku než atmosférický uniká i větší množství hořlavých látek. Důvodem může být porucha některého prvku jednotky.

Tab. 3. Přirážky na vysoký tlak pro hořlavé a zápalné kapaliny

PŘIRÁŽKA NA VYSOKÝ TLAK PRO HOŘLAVÉ A ZÁPALNÉ KAPALINY		
Přetlak (MPa)	Přetlak (psig)	Přirážka
6.895	1 000	0,86
10.343	1 500	0,92
13.790	2 000	0,96
17.238	2 500	0,98
20.685 - 68.950	3 000 - 10 000	1,00
> 68.950	> 10 000	1,50

F. Nízká teplota

Příspěvek k posouzení možné křehkosti uhlíkaté oceli nebo jiných kovových materiálů, které mohou být vystaveny přechodové teplotě křehnutí nebo teplotám nižším.

Pokud byla jednotka řádně posouzena a pokud za normálního i anomálního provozu nedojde k poklesu teplot pod přechodovou teplotu křehnutí materiálu, potom se přírážka nepoužije.

G. Množství hořlavého/nestabilního materiálu

Množství hořlavého/nestabilního materiálu = přídavné ohrožení plochy větším množstvím hořlavého a nestabilního materiálu v procesní jednotce.

Posuzují se

- kapaliny nebo plyny v procesu (Obrázek č. 3)
 - přírážka je závislá na množství hořlaviny, které může uniknout z procesní jednotky nebo spojovacího potrubí během 10 min
- skladování kapalin nebo plynů v zásobnících - mimo proces (Obrázek č. 4)
 - Hořlavé a zápalné kapaliny, plyny nebo zkapalněné plyny v zásobnících mimo proces se ohodnotí nižší přírážkou, než zásobníky procesní, neboť nejsou ovlivněny procesem.
 - Přírážka se stanovuje na základě celkového množství materiálu v zásobníku x spalné teplo ¹ H_c faktor. V případě přenosných kontejnerů se uvažuje celkový obsah všech uskladněných kontejnerů.
- zápalné (hořlavé) pevné látky v zásobnících / prachový materiál v procesu
 - Tato kategorie pokrývá přírážky pro různá množství uskladněných pevných látek a prachového materiálu v procesní jednotce, pokud je pevná fáze nebo prach uvažován jako základní materiál pro stanovení MF.
 - Pro stanovení velikosti přírážky jsou rozhodujícími veličinami hustota materiálu, snadnost zapálení (vznícení) a schopnost odolávat účinkům plamene.

H. Koroze a eroze

I přes správnou konstrukci se bere v úvahu vliv koroze a eroze, nelze je 100 % vyloučit.

Rychlost koroze = součet rychlostí vnější a vnitřní koroze

I. Netěsnosti spojů a těsnění

Těsnění spojů a ucpávky hřídelí mohou být zdrojem úniků hořlavých nebo vznětlivých materiálů, zejména pokud jsou zatíženy tepelnými a tlakovými cykly.

¹ Spalné teplo je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením látky a ochlazením zplodin hoření na původní teplotu. Je mírou tepelné energie, obsažené v látkách a udává se v J vztažených na mol látky.

J. Použití zařízení s otevřeným ohněm

Přítomnost zařízení s otevřeným ohněm v procesu zvyšuje pravděpodobnost zapálení hořlavých kapalin, plynů nebo hořlavého prachu, pokud dojde k jejich úniku.

K. Výměníky s horkým olejem

Většina teplonosných médií v olejových výměnících tepla je hořlavá a pracovní teplota olejové náplně je velmi často vyšší, než je bod vzplanutí nebo bod varu hořlavých kapalin. Taková látka zvyšuje nebezpečí v kterékoliv procesní jednotce, kde je použita.

Pokud je teplonosné médium nehořlavé nebo jeho teplota nepřekročí bod vzplanutí, potom se přírážka nepoužije (je rovna nule).

Tab. 4. Přírážka pro výměníky tepla s horkým olejem

PŘIRÁŽKA PRO VÝMĚNÍKY TEPLA S HORKÝM OLEJEM			
Množství [m³]	Množství galonech	Přírážka pro procesní teploty nad bodem vzplanutí	Přírážka pro procesní teploty odpovídající bodu varu nebo teplotě vyšší
< 18,9	< 5 000	0,15	0,25
18,9 – 37,9	5 000 - 10 000	0,30	0,45
37,9 – 94,6	10 000 - 25 000	0,50	0,75
> 94,6	> 25 000	0,75	1,15

5. STANOVENÍ INDEXU POŽÁRU A VÝBUCHU (F&E INDEX),

Účinky požáru a/nebo exploze směsi hořlavin se vzduchem (následek úniku hořlavého materiálu a jeho vznícení) jsou kategorizovány podle bezprostředních příčin:

- rázová vlna nebo prudké hoření/deflagrace,
- vystavení vlivu požáru na základě primárního úniku,
- náraz fragmentu do potrubí nebo zařízení při explozi nádoby,
- další uvolnění hořlavin jako sekundární událost.

Závažnost sekundárních událostí se zvyšuje s tím, jak roste hodnota faktoru F_3 (faktor nebezpečnosti procesní jednotky) a hodnota materiálového faktoru (MF).

$$F\&E\ I = (F_3) \times (MF)$$

Tab. 5. Stupeň nebezpečnosti podle F&EI

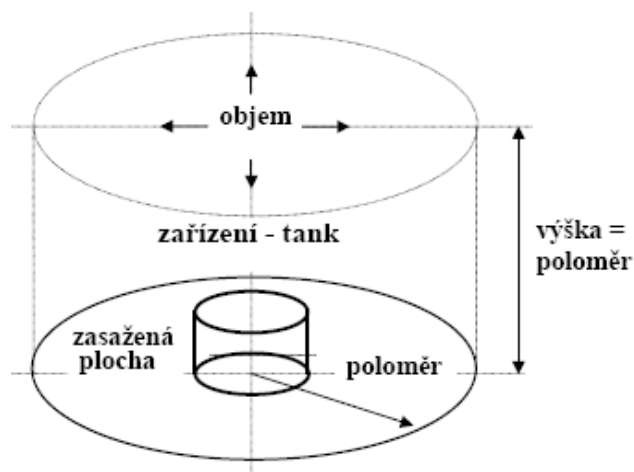
STUPNĚ NEBEZPEČNOSTI podle F&E INDEXU	
PÁSMA F&E INDEXU	STUPEŇ NEBEZPEČNOSTI
1 - 60	nepatrný, malý
61 - 96	mírný
97 - 127	střední
128 - 158	závažný
159 a vyšší	kritický

6. STANOVENÍ ZASAŽENÉ PLOCHY

Odhad geometrie zasaženého prostoru vychází z F&E Indexu.

$$r = 0,256 \times \text{F\&E Indexu}$$

r – poloměr zasažené plochy



7. KREDITNÍ FAKTORY ŘÍZENÍ ZTRÁT

Hodnotí se tři základní skupiny parametrů umožňující řízení ztrát:

- 1) C₁ řízení procesu
- 2) C₂ oddělitelnost materiálu
- 3) C₃ protipožární ochrana

1) Kreditní faktor řízení procesu C₁

- a) Náhradní (záložní) zdroje energie - 0,98
- b) Chlazení - 0,97 až 0,99
- c) Řízení exploze - 0,84 až 0,98
- d) Systém nouzového odstavení - 0,96 až 0,99
- e) Počítačem řízený proces - 0,93 až 0,99

- | | |
|--|----------------|
| f) Inertní plyn | - 0,94 až 0,96 |
| g) Provozní předpisy/postupy | - 0,91 až 0,99 |
| h) Přehled reaktivních/reagujících sloučenin | - 0,91 až 0,98 |
| i) Jiné hodnocení rizika | - 0,90 až 0,98 |

2) Kreditní faktor oddělitelnosti materiálů

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| a) Dálkově ovládané ventily | - 0,96 až 0,98 |
| b) Výpustě/odkalování | - 0,96 až 0,98 |
| c) Drenáž | - 0,91 až 0,97 |
| d) Blokování/Interlock | - 0,98 |

3) Kreditní faktor protipožární ochrany

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| a) Detekce úniku | - 0,94 až 0,98 |
| b) Konstrukční ocel | - 0,95 až 0,98 |
| c) Zásobování požární vodou | - 0,94 až 0,97 |
| d) Zvláštní systémy | - 0,91 |
| e) Skrápěcí systémy/sprinterter | - 0,74 až 0,97 |
| f) Vodní clony | - 0,97 až 0,98 |
| g) Pěna | - 0,92 až 0,97 |
| h) Ruční hašení/kontrolní přístroje | - 0,93 až 0,98 |
| i) Ochrana kabelů (kabelové krytí) | - 0,94 až 0,98 |

Pokud kreditní faktor nebyl stanoven, použije se hodnota 1,00

8. SOUHRNNÉ POSOUZENÍ RIZIKA PROCESNÍ/SKLADOVACÍ JEDNOTKY

1) Investice v zasaženém prostoru

Investice v zasaženém prostoru = náklady na obnovu zařízení

$$\text{Náklady na obnovu} = \text{původní náklady} \times 0,82 \times \text{faktor růstu}$$

Kde

koeficient 0,82 = položky nákladů, které nebudou zničeny a neobnovují se (staveniště, silnice, podzemní potrubní rozvody a základy),

faktor růstu se stanoví na základě údajů získaných od odhadce.

Poznámka: pokud se zasažená plocha částečně překrývá s jinou zasaženou plochou, nelze náklady jednoduše sečítat.

2) Stanovení faktoru poškození

Faktor poškození reprezentuje celkový efekt poškození ohněm a tlakovou vlnou, což jsou následky úniku paliva nebo reagující látky z procesní jednotky. (Obrázek č. 8)

$$\mathbf{Fakt_{poškození} = fce (faktor nebezpečnosti (F_3) a MF)}$$

3) Základní hodnota maximální očekávané ztráty majetku (MPPD)

Na základě hodnoty majetku na zasažené ploše a faktoru poškození se získá:

$$\mathbf{MPPD_{základní} = náklady na obnovu \times F_{poškození}}$$

4) Kreditní faktor ztráty kontroly (Loss Control Credit Factor)

Je součinem dílčích kreditních faktorů:

$$\mathbf{C_{celkový} = C_1 \times C_2 \times C_3}$$

5) Skutečná maximální očekávaná ztráta majetku (MPPD skutečná)

$$\mathbf{MPPD_{skutečná} = MPPD_{základní} \times C_{celkový}}$$

6) Maximální očekávaný počet dní výpadku výroby (MPDO)

Je složitou funkcí MPPD_{skutečné} (Obrázek č. 9):

$$\mathbf{MPDO = fce(MPPD_{skutečná})}$$

7) Přerušování provozu - BI (Business Interruption)

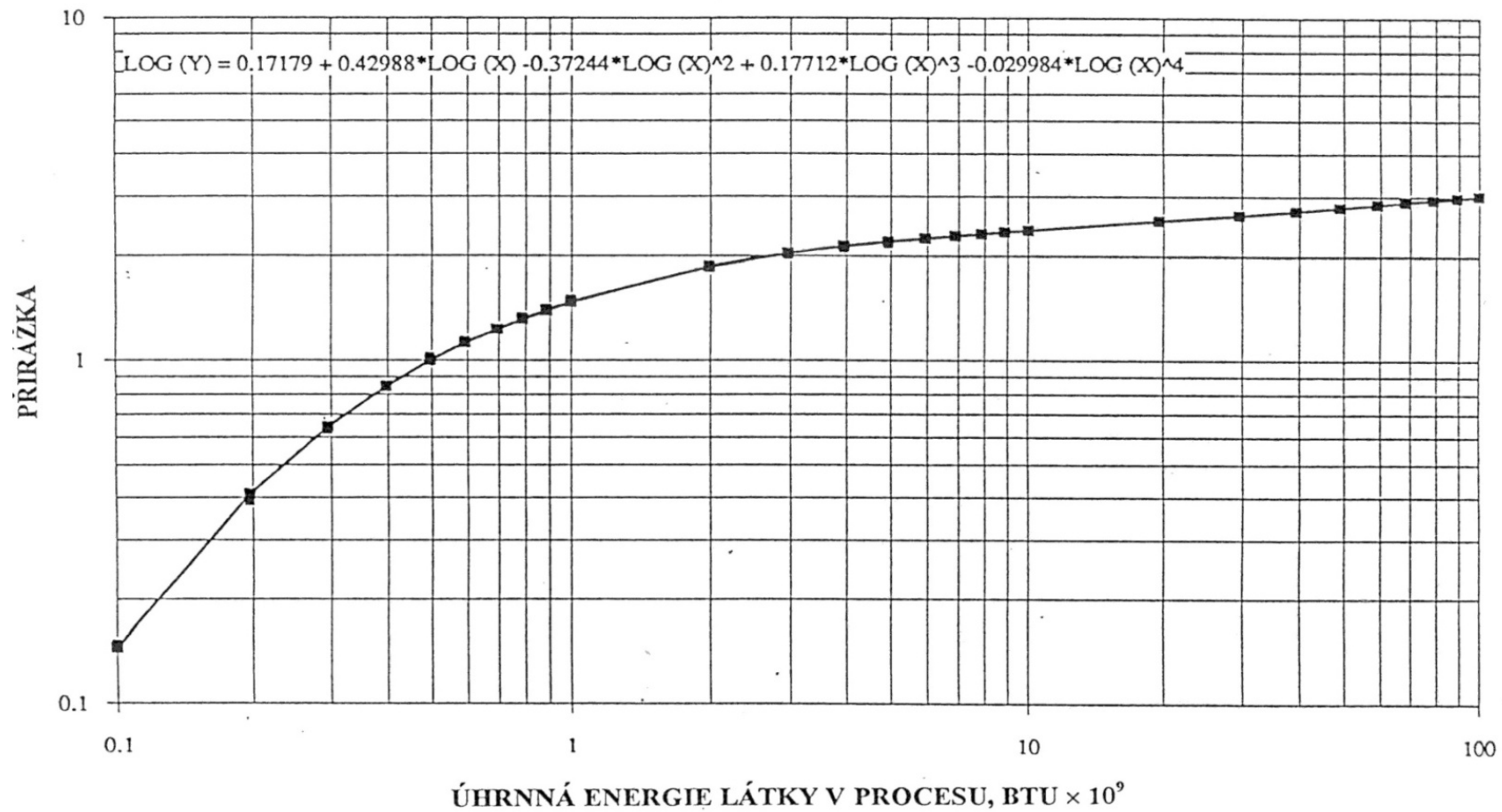
Pro odhad ztrát vzniklých přerušením provozu lze použít vztah:

$$\mathbf{BI = MPDO \times \left(\frac{VPM}{30} \right) \times 0,70}$$

Kde: VPM - hodnota měsíční produkce,

koeficient 0,70 - reprezentuje fixní náklady plus zisk.

OBRÁZEK č. 3 - ROZPRACOVANÉ KAPALINY NEBO PLYNY

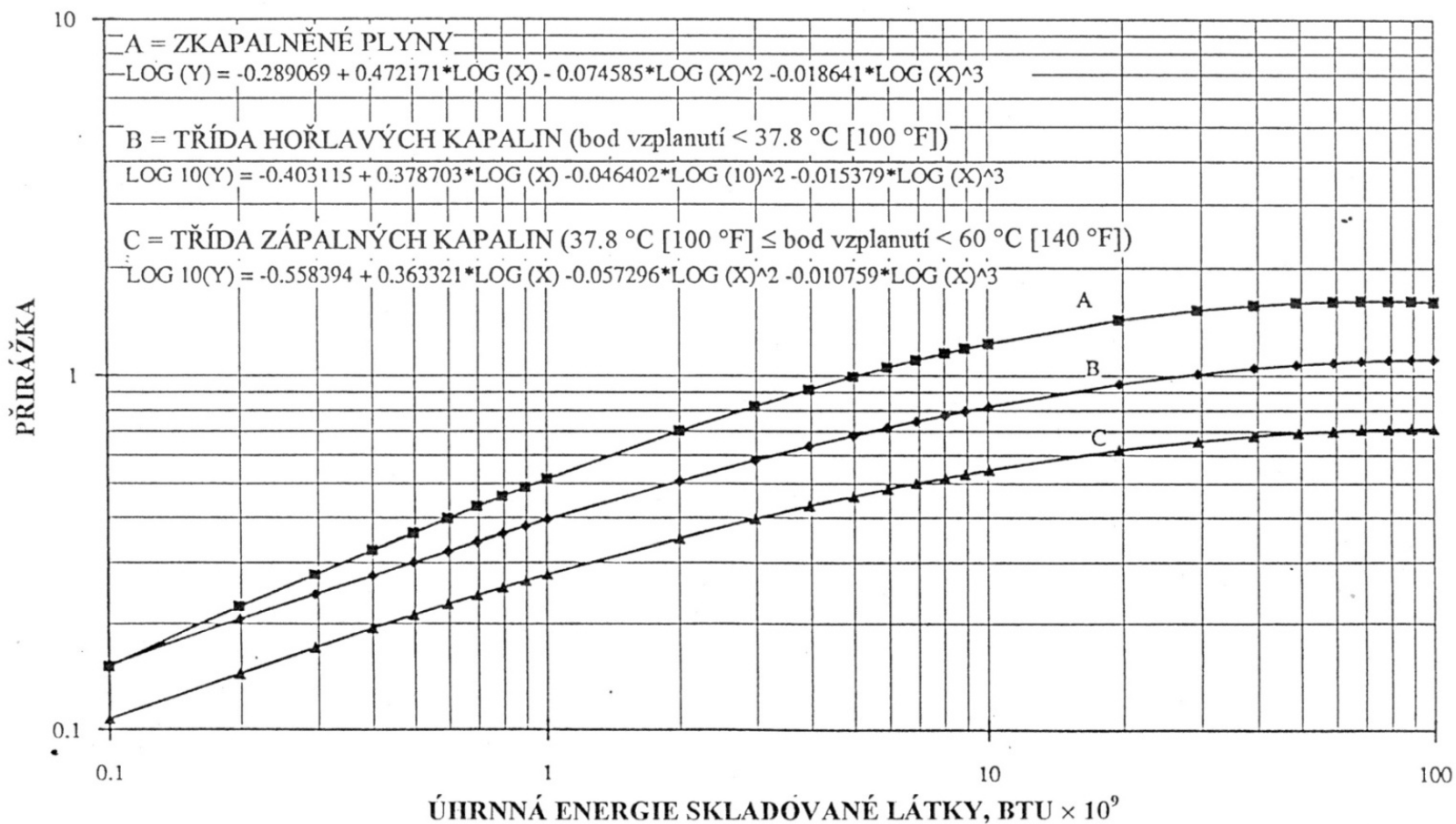


Převod jednotek :

1 BTU = 0.2520 kcal

1 BTU = 1.05506 × 10³ J

OBRÁZEK č. 4 - SKLADOVANÉ KAPALINY NEBO PLYNY



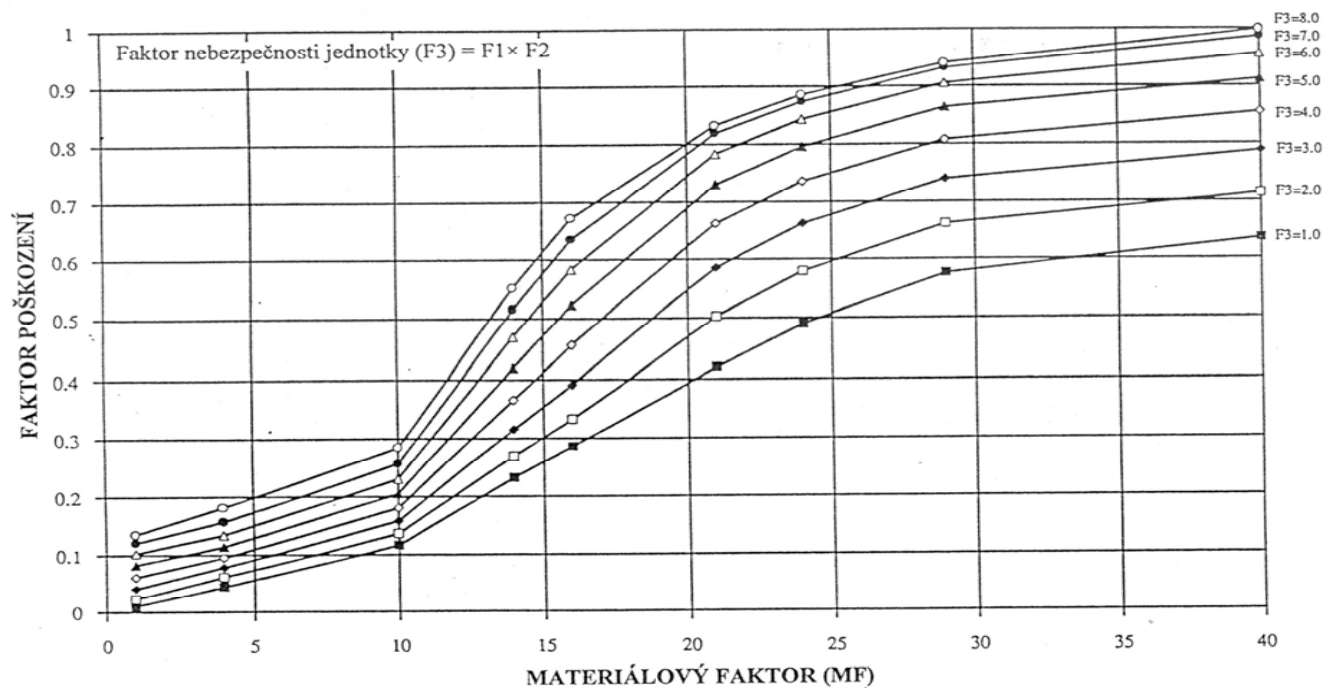
Převod jednotek : 1 BTU = 0.2520 kcal 1 BTU = 1.05506 × 10³ J

Faktor poškození

Pro hodnotu materiálové faktoru MF = 10 a hodnotu faktoru F₃ (faktor nebezpečnosti procesní jednotky) v rozsahu 1 až 8 má rovnice pro stanovení faktoru poškození (Y) tvar: $Y = 0,098582 + 0,017596 * X + 0,000809 * X^2 - 0,000013 * X^3$

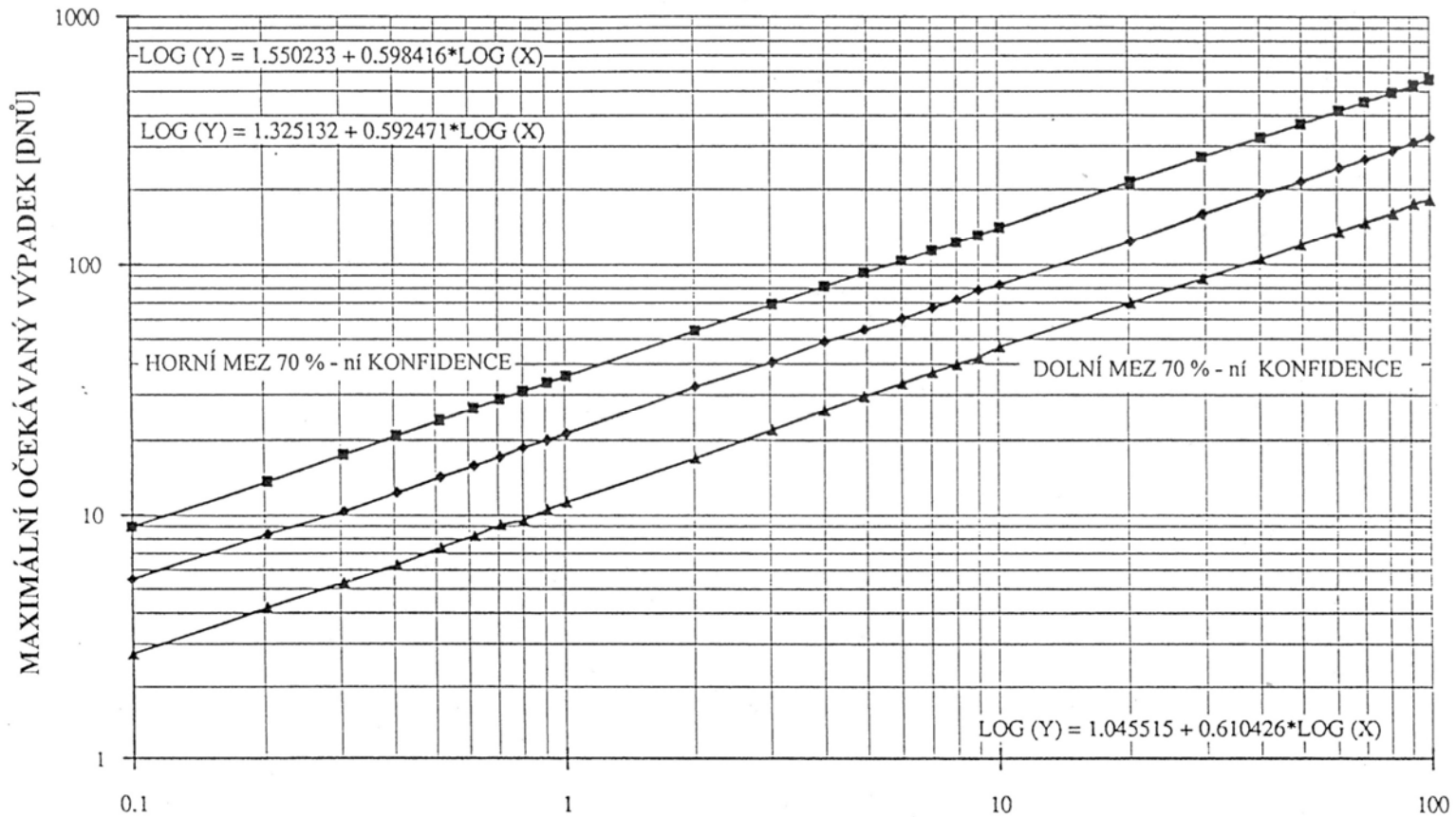
Pro hodnotu materiálové faktoru MF = 16 a hodnotu faktoru F₃ (faktor nebezpečnosti procesní jednotky) v rozsahu 1 až 8 má rovnice pro stanovení faktoru poškození (Y) tvar: $Y = 0,256741 + 0,019886 * X + 0,011055 * X^2 - 0,00088 * X^3$

OBRÁZEK č. 8 - FAKTOR POŠKOZENÍ



Viz. Příloha E - Rovnice pro výpočet faktoru poškození

OBRÁZEK č. 9 - MAXIMÁLNÍ OČEKÁVANÝ VÝPADEK [DNŮ] (MPDO)



MAXIMÁLNÍ OČEKÁVANÁ ZTRÁTA MAJETKU [SKUTEČNÁ MPPD SMM, VZTAŽENO K ROKU 1986]

Pro aktualizaci k roku 1993 vynásobte číslem $359.9/318.4 = 1.130$, stanoveným na základě Chemical Engineering Plant Cost Index.

PŘÍLOHA III: FORMULÁŘE INDEXU F&E

Tab. 1. Formulář F&EI – Bencalor NN25 – motorová nafta

PODNIK	DIVIZE	UMÍSTĚNÍ	Datum		
STANOVISTE	VÝROBNÍ JEDNOTKA	Litovel	5.3.2011		
ZPRACOVAL: Chovancová	SCHVALIL:	PROCESNÍ JEDNOTKA	Bencalor NN25		
KONTROLOVAL:		BUDOVA			
LATKY V PROCESNÍ JEDNOTCE	Motorová nafta	$N_H = 0$	$N_F = 2$	$N_R = 0$	
PROVOZNI STAV	Provoz	NAZEV UVAZOVANÉ SUBSTANCE			
MATERIÁLOVÝ FAKTOR Pozor na požadavky při $t > 60^\circ\text{C}$					10
1. Obecná procesní nebezpečí		Rozsah Přírážky	Použitá přírážka		
Základní hodnota faktoru		1,00	1,00		
A. Exotermické chemické reakce		od 0,30 do 1,25	-		
B. Endotermické procesy		od 0,20 do 0,40	-		
C. Manipulace a přeprava látek		od 0,25 do 1,05	0,50		
D. Umístění jednotky v uzavřených nebo vnitřních prostorách		od 0,25 do 0,90	-		
E. Přístupnost k jednotce		od 0,20 do 0,35	-		
F. Drenáž, zabezpečení proti přetečení		m^3 od 0,25 do 0,50	0,40		
Faktor obecných nebezpečí (F₁)					1,90
2. Speciální procesní nebezpečí					
Základní hodnota faktoru		1,00	1,00		
A. Toxické látky		od 0,20 do 0,80	-		
B. Podtlak (< 500 mm Hg)		0,50	-		
C. Provoz uvnitř nebo blízko mezi hořlavosti .. s inertizací ... bez inertizace			-		
1. Skladovací nádrže (úložiště, zásobníková pole) hořlavých kapalin		0,50	-		
2. Neustálený proces nebo porucha inertizace (porucha přístrojů)		0,30	-		
3. Provoz trvale v rozsahu hořlavosti		0,80	-		
D. Exploze prachu		od 0,25 do 2,00	-		
E. Přetlak provozní přetlak kPa přetlaku nastavení pojišťovacích ventilů.....kPa přetlaku			-		
F. Nízká teplota		od 0,20 do 0,30	-		
G. Množství hořlavé/nestabilní látky množství 20 812,5 kg $H_C = 43,5 \text{ MJ/kg}$					
1. Kapaliny nebo plyny v procesu			-		
2. Kapaliny nebo plyny v zásobníku			0,26		
3. Zápalné pevné látky ve skladu, prach v procesu			-		
H. Vliv koroze a eroze		od 0,10 do 0,75	0,10		
I. Netěsnosti spojů a ucpávek		od 0,10 do 1,50	0,10		
J. Zařízení s otevřeným ohněm			-		
K. Tepelné výměníky s horkým olejem		od 0,15 do 1,15	-		
L. Rotační zařízení		0,50	-		
Faktor speciálních nebezpečí (F₂)					1,46
Celkový faktor nebezpečnosti procesní jednotky (F₁ * F₂) = F₃					2,774
Index požáru a výbuchu (F₃ * MF = F&EI)					27,74

Tab. 2. Formulář F&EI – Bencalor NN16 –benzín

PODNIK	DIVIZE	UMÍSTĚNÍ Litovel	DATUM 5.4.2011		
STANOVISŤE	VYROBNÍ JEDNOTKA	PROCESNÍ JEDNOTKA	Bencalor NN16		
ZPRACOVAL: Chovancová	SCHVALIL:	BUDOVA			
KONTROLOVAL:					
LATKY V PROCESNÍ JEDNOTCE Benzín	$N_H = 1$	$N_F = 3$	$N_R = 0$		
PROVOZNI STAV Provoz	NAZEV UVAZOVANE SUBSTANCE				
MATERIÁLOVÝ FAKTOR Pozor na požadavky při $t > 60^\circ\text{C}$					16
1. Obecná procesní nebezpečí				Rozsah Přirážky	Použitá přirážka
Základní hodnota faktoru				1,00	1,00
A. Exotermické chemické reakce				od 0,30 do 1,25	-
B. Endotermické procesy				od 0,20 do 0,40	-
C. Manipulace a přeprava látek				od 0,25 do 1,05	0,50
D. Umístění jednotky v uzavřených nebo vnitřních prostorech				od 0,25 do 0,90	-
E. Přístupnost k jednotce				od 0,20 do 0,35	-
F. Drenáž, zabezpečení proti přetečení	m^3			od 0,25 do 0,50	0,40
Faktor obecných nebezpečí (F₁)					1,90
2. Speciální procesní nebezpečí					
Základní hodnota faktoru				1,00	1,00
A. Toxické látky				od 0,20 do 0,80	0,20
B. Podtlak (< 500 mm Hg)				0,50	-
C. Provoz uvnitř nebo blízko mezi hořlavostí .. s inertizací ... bez inertizace					-
1. Skladovací nádrže (úložiště, zásobníková pole) hořlavých kapalin				0,50	-
2. Neustálený proces nebo porucha inertizace (porucha přístrojů)				0,30	-
3. Provoz trvale v rozsahu hořlavosti				0,80	0,80
D. Exploze prachu				od 0,25 do 2,00	-
E. Přetlak provozní přetlak kPa přetlaku nastavení pojišťovacích ventilů.....kPa přetlaku					-
F. Nízká teplota				od 0,20 do 0,30	-
G. Množství hořlavé/nestabilní látky množství 11 960 kg $H_C = 43,73 \text{ MJ/kg}$					
1. Kapaliny nebo plyny v procesu					-
2. Kapaliny nebo plyny v zásobníku					0,27
3. Zápalné pevné látky ve skladu, prach v procesu					-
H. Vliv koroze a eroze				od 0,10 do 0,75	0,10
I. Netěsnosti spojů a ucpávek				od 0,10 do 1,50	0,10
J. Zařízení s otevřeným ohněm					-
K. Tepelné výměníky s horkým olejem				od 0,15 do 1,15	-
L. Rotační zařízení				0,50	-
Faktor speciálních nebezpečí (F₂)					2,47
Celkový faktor nebezpečnosti procesní jednotky (F₁ * F₂) = F₃					4,693
Index požáru a výbuchu (F₃ * MF = F&EI)					75,088

Tab. 3. Formulář F&EI – Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty

PODNIK	DIVIZE	UMÍSTĚNÍ	Litovel			DATUM	5.4.2011		
STANOVISŤE	VYROBNÍ JEDNOTKA	PROCESNÍ JEDNOTKA	Zásobníky na naftu						
ZPRACOVAL:	Chovancová	SCHVALIL:	BUDOVA						
KONTROLOVAL:									
LATKY V PROCESNÍ JEDNOTCE	Motorová nafta			$N_H = 0$	$N_F = 2$	$N_R = 0$			
PROVOZNI STAV	Provoz		NAZEV UVAZOVANE SUBSTANCE						
MATERIÁLOVÝ FAKTOR Pozor na požadavky při $t > 60^\circ\text{C}$							10		
1. Obecná procesní nebezpečí				Rozsah Přírážky	Použitá přírážka				
Základní hodnota faktoru				1,00	1,00				
A. Exotermické chemické reakce				od 0,30 do 1,25	-				
B. Endotermické procesy				od 0,20 do 0,40	-				
C. Manipulace a přeprava látek				od 0,25 do 1,05	0,50				
D. Umístění jednotky v uzavřených nebo vnitřních prostorech				od 0,25 do 0,90	-				
E. Přístupnost k jednotce				od 0,20 do 0,35	-				
F. Drenáž, zabezpečení proti přetečení				m^3	od 0,25 do 0,50	0,25			
Faktor obecných nebezpečí (F₁)				1,75					
2. Speciální procesní nebezpečí									
Základní hodnota faktoru				1,00	1,00				
A. Toxické látky				od 0,20 do 0,80	-				
B. Podtlak (< 500 mm Hg)				0,50	-				
C. Provoz uvnitř nebo blízko mezi hořlavosti .. s inertizací ... bez inertizace									
1. Skladovací nádrže (úložiště, zásobníková pole) hořlavých kapalin				0,50	0,50				
2. Neustálený proces nebo porucha inertizace (porucha přístrojů)				0,30	-				
3. Provoz trvale v rozsahu hořlavosti				0,80	-				
D. Exploze prachu				od 0,25 do 2,00	-				
E. Přetlak provozní přetlak kPa přetlaku nastavení pojišťovacích ventilů.....kPa přetlaku									
F. Nízká teplota				od 0,20 do 0,30	-				
G. Množství hořlavé/nestabilní látky množství 363 802 kg $H_C = 43,5 \text{ MJ/kg}$									
1. Kapaliny nebo plyny v procesu									
2. Kapaliny nebo plyny v zásobníku									
3. Zápalné pevné látky ve skladu, prach v procesu									
H. Vliv koroze a eroze				od 0,10 do 0,75	0,10				
I. Netěsnosti spojů a ucpávek				od 0,10 do 1,50	0,10				
J. Zařízení s otevřeným ohněm									
K. Tepelné výměníky s horkým olejem				od 0,15 do 1,15	-				
L. Rotační zařízení				0,50	-				
Faktor speciálních nebezpečí (F₂)				2,30					
Celkový faktor nebezpečnosti procesní jednotky (F₁ * F₂) = F₃				4,025					
Index požáru a výbuchu (F₃ * MF = F&EI)				40,25					

Tab. 4. Formulář F&EI – stáčiště motorové nafty

PODNIK	DIVIZE	UMÍSTĚNÍ	Litovel			DATUM	5.4.2011		
STANOVISŤE	VYROBNÍ JEDNOTKA	PROCESNÍ JEDNOTKA	Stáčiště						
ZPRACOVAL:	Chovancová	SCHVALIL:	BUDOVA						
KONTROLOVAL:									
LATKY V PROCESNÍ JEDNOTCE	Motorová nafta			$N_H = 0$	$N_F = 2$	$N_R = 0$			
PROVOZNI STAV	Provoz		NAZEV UVAZOVANE SUBSTANCE						
MATERIÁLOVÝ FAKTOR Pozor na požadavky při $t > 60^\circ\text{C}$							10		
1. Obecná procesní nebezpečí				Rozsah Přirážky	Použitá přirážka				
Základní hodnota faktoru				1,00	1,00				
A. Exotermické chemické reakce				od 0,30 do 1,25	-				
B. Endotermické procesy				od 0,20 do 0,40	-				
C. Manipulace a přeprava látek				od 0,25 do 1,05	0,50				
D. Umístění jednotky v uzavřených nebo vnitřních prostorách				od 0,25 do 0,90	-				
E. Přístupnost k jednotce				od 0,20 do 0,35	-				
F. Drenáž, zabezpečení proti přetečení				m^3	od 0,25 do 0,50	0,35			
Faktor obecných nebezpečí (F₁)				1,85					
2. Speciální procesní nebezpečí									
Základní hodnota faktoru				1,00	1,00				
A. Toxické látky				od 0,20 do 0,80	-				
B. Podtlak (< 500 mm Hg)				0,50	-				
C. Provoz uvnitř nebo blízko mezi hořlavosti .. s inertizací ... bez inertizace									
1. Skladovací nádrže (úložiště, zásobníková pole) hořlavých kapalin				0,50	-				
2. Neustálený proces nebo porucha inertizace (porucha přístrojů)				0,30	-				
3. Provoz trvale v rozsahu hořlavosti				0,80	-				
D. Exploze prachu				od 0,25 do 2,00	-				
E. Přetlak provozní přetlak kPa přetlaku nastavení pojišťovacích ventilů.....kPa přetlaku									
F. Nízká teplota				od 0,20 do 0,30	-				
G. Množství hořlavé/nestabilní látky množství 56 610 kg $H_C = 43,5 \text{ MJ/kg}$									
1. Kapaliny nebo plyny v procesu				0,88					
2. Kapaliny nebo plyny v zásobníku				-					
3. Zápalné pevné látky ve skladu, prach v procesu				-					
H. Vliv koroze a eroze				od 0,10 do 0,75	0,10				
I. Netěsnosti spojů a ucpávek				od 0,10 do 1,50	0,10				
J. Zařízení s otevřeným ohněm									
K. Tepelné výměníky s horkým olejem				od 0,15 do 1,15	-				
L. Rotační zařízení				0,50	-				
Faktor speciálních nebezpečí (F₂)				2,08					
Celkový faktor nebezpečnosti procesní jednotky (F₁ * F₂) = F₃				3,848					
Index požáru a výbuchu (F₃ * MF = F&EI)				38,48					

PŘÍLOHA IV: KREDITNÍ FAKTORY ŘÍZENÍ ZTRÁT

Tab. 1. Kreditní faktory řízení ztrát – čerpací stanice

1) Kreditní faktor řízení procesu C_1

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Náhradní zdroje energie	0,98	1	f) Použití inertního plynu	od 0,94 do 0,96	1
b) Chlazení	od 0,97 do 0,99	1	g) Provozní předpisy/postupy	od 0,91 do 0,99	0,91
c) Řízená exploze	od 0,84 do 0,98	1	h) Přehled reaktiv. sloučenin	od 0,91 do 0,98	0,91
d) Nouzové odstavení	od 0,96 do 0,99	0,96	i) Jiné hodnocení rizika	od 0,91 do 0,98	0,91
e) Počítačem řízený proces	od 0,93 do 0,99	1	$C_1^{(3)} =$		0,723

2) Kreditní faktor oddělitelnosti materiálu C_2

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Dálkově ovládané armatury	od 0,96 do 0,98	1	c) Drenáž	od 0,91 do 0,97	0,93
b) Výpustě/odkalování	od 0,96 do 0,98	0,97	d) Blokování/Intelock	0,98	1
$C_2^{(3)} =$					0,902

3) Kreditní faktor ochrany před požárem (C_3)

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Detekce úniku	od 0,94 do 0,98	1	f) Vodní clony	od 0,97 do 0,98	1
b) Konstrukční ocel	od 0,95 do 0,98	0,95	g) Pěna	od 0,92 do 0,97	1
c) Dodávka požární vody	od 0,94 do 0,97	0,94	h) Ruční hasicí zařízení /požární hlásiče	od 0,93 do 0,98	0,93
d) Zvláštní systémy	0,91	0,91	i) Ochrana kabelů	od 0,94 do 0,98	0,94
e) Zkrápěcí systémy	od 0,74 do 0,97	1	$C_3^{(3)} =$		0,710

$$\text{Celkový kreditní faktor}^{(3)} = C_1 * C_2 * C_3 = \mathbf{0,464}$$

⁽²⁾ Pokud kreditní faktor nebyl stanoven, použije se hodnota 1,00.

⁽³⁾ Použije se součin všech faktorů.

Tab. 2. Kreditní faktory řízení ztrát – Velkokapacitní zásobníky na uskladnění nafty

1) Kreditní faktor řízení procesu C_1

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Náhradní zdroje energie	0,98	1	f) Použití inertního plynu	od 0,94 do 0,96	1
b) Chlazení	od 0,97 do 0,99	0,97	g) Provozní předpisy/postupy	od 0,91 do 0,99	0,91
c) Řízená exploze	od 0,84 do 0,98	1	h) Přehled reaktiv. sloučenin	od 0,91 do 0,98	0,91
d) Nouzové odstavení	od 0,96 do 0,99	0,96	i) Jiné hodnocení rizika	od 0,91 do 0,98	0,91
e) Počítačem řízený proces	od 0,93 do 0,99	1	$C_1^{(3)} =$		0,702

2) Kreditní faktor oddělitelnosti materiálu C_2

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Dálkově ovládané armatury	od 0,96 do 0,98	1	c) Drenáž	od 0,91 do 0,97	0,91
b) Výpustě/odkalování	od 0,96 do 0,98	0,96	d) Blokování/Intelock	0,98	1
$C_2^{(3)} =$					0,874

3) Kreditní faktor ochrany před požárem (C_3)

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Detekce úniku	od 0,94 do 0,98	1	f) Vodní clony	od 0,97 do 0,98	1
b) Konstrukční ocel	od 0,95 do 0,98	0,95	g) Pěna	od 0,92 do 0,97	1
c) Dodávka požární vody	od 0,94 do 0,97	0,94	h) Ruční hasicí zařízení /požární hlásiče	od 0,93 do 0,98	0,93
d) Zvláštní systémy	0,91	0,91	i) Ochrana kabelů	od 0,94 do 0,98	0,94
e) Zkrápěcí systémy	od 0,74 do 0,97	0,80	$C_3^{(3)} =$		0,568

Celkový kreditní faktor⁽³⁾ = $C_1 * C_2 * C_3 =$ **0,348**

⁽²⁾ Pokud kreditní faktor nebyl stanoven, použije se hodnota 1,00.

⁽³⁾ Použije se součin všech faktorů.

Tab. 3. Kreditní faktory řízení ztrát – stáčiště motorové nafty

1) Kreditní faktor řízení procesu C_1

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Náhradní zdroje energie	0,98	1	f) Použití inertního plynu	od 0,94 do 0,96	1
b) Chlazení	od 0,97 do 0,99	1	g) Provozní předpisy/postupy	od 0,91 do 0,99	0,91
c) Řízená exploze	od 0,84 do 0,98	1	h) Přehled reaktiv. sloučenin	od 0,91 do 0,98	0,91
d) Nouzové odstavení	od 0,96 do 0,99	0,97	i) Jiné hodnocení rizika	od 0,91 do 0,98	0,91
e) Počítačem řízený proces	od 0,93 do 0,99	1	$C_1^{(3)} =$		0,731

2) Kreditní faktor oddělitelnosti materiálu C_2

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Dálkově ovládané armatury	od 0,96 do 0,98	1	c) Drenáž	od 0,91 do 0,97	0,91
b) Výpustě/odkalování	od 0,96 do 0,98	0,96	d) Blokování/Intelock	0,98	1
$C_2^{(3)} =$					0,874

3) Kreditní faktor ochrany před požárem (C_3)

Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾	Vybavení	Rozsah hodnoty faktoru	Použitá hodnota faktoru ⁽²⁾
a) Detekce úniku	od 0,94 do 0,98	1	f) Vodní clony	od 0,97 do 0,98	1
b) Konstrukční ocel	od 0,95 do 0,98	0,96	g) Pěna	od 0,92 do 0,97	1
c) Dodávka požární vody	od 0,94 do 0,97	0,94	h) Ruční hasicí zařízení /požární hlásiče	od 0,93 do 0,98	0,93
d) Zvláštní systémy	0,91	1	i) Ochrana kabelů	od 0,94 do 0,98	0,94
e) Zkrápěcí systémy	od 0,74 do 0,97	0,80	$C_3^{(3)} =$		0,631

Celkový kreditní faktor⁽³⁾ = $C_1 * C_2 * C_3 =$ **0,403**

⁽²⁾ Pokud kreditní faktor nebyl stanoven, použije se hodnota 1,00.

⁽³⁾ Použije se součin všech faktorů.

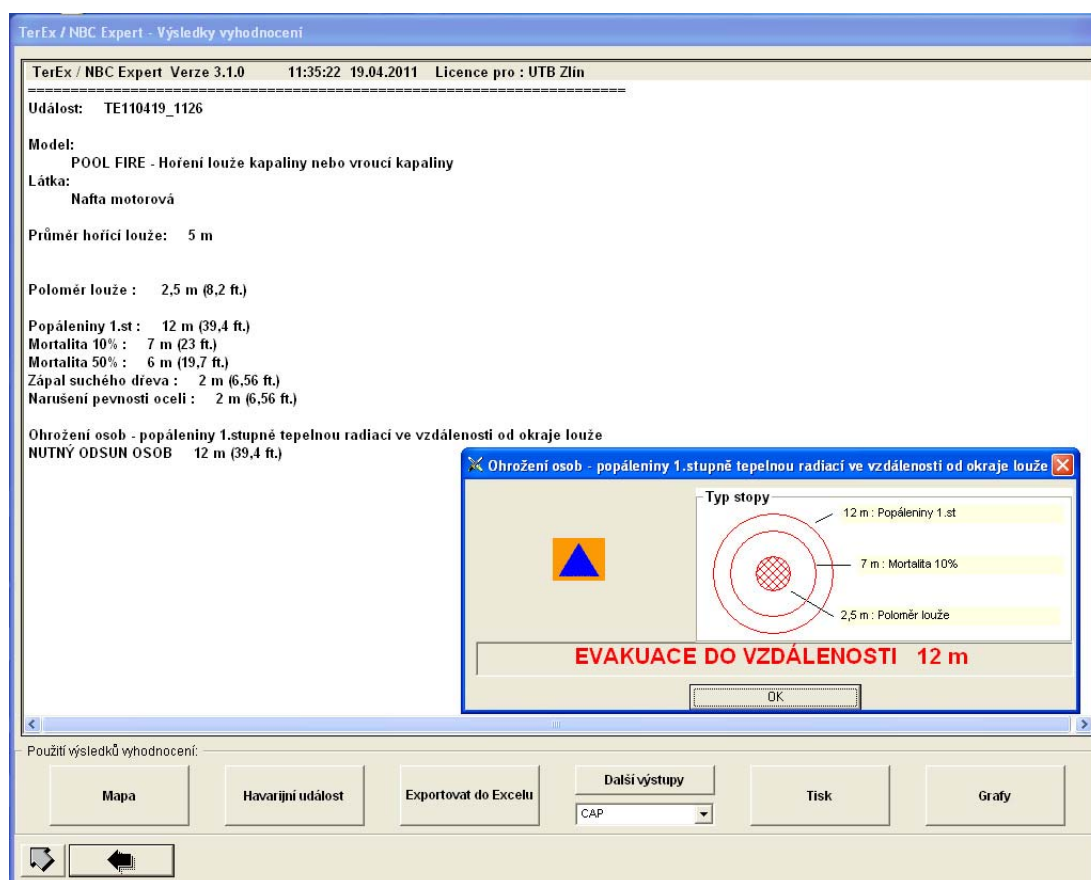
PŘÍLOHA V: APLIKACE SOFTWARE TEREX NA PODNIK MJM LITOVEL A.S.

1. MOTOROVÁ NAFTA – kaluž o průměru 5 m

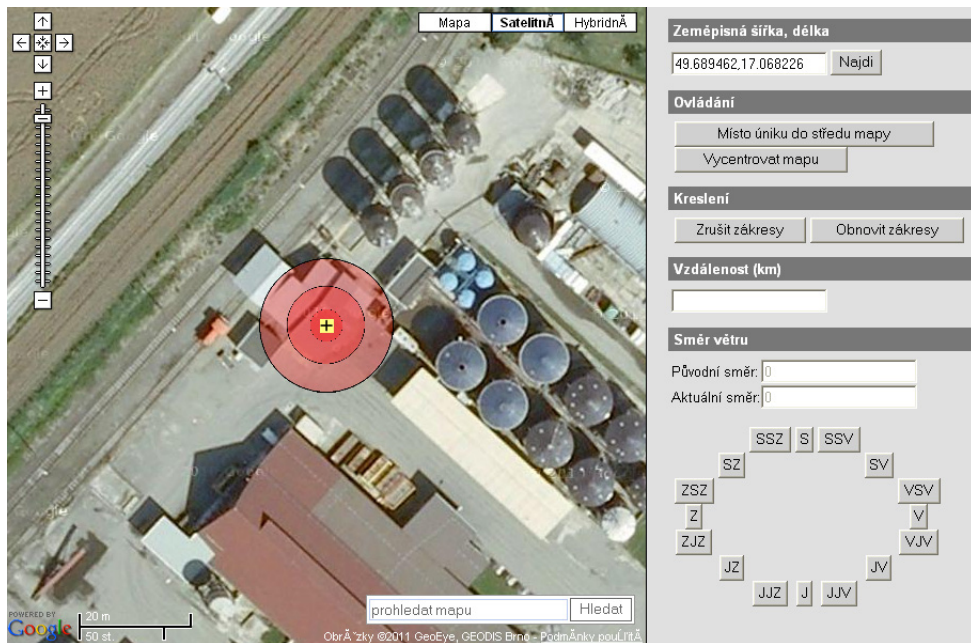
Zadání – ve všech simulovaných případech je zadání stejné, do kolonky „Průměr hořící louže“ byly postupně dosaženy hodnoty 5 m, 10 m a 15 m.



Výpočet – výsledky jsou shrnuty v podkapitole 8.2.1.



Zakreslení zasažené oblasti do mapy



2. MOTOROVÁ NAFTA – kaluž o průměru 10 m

Výpočet - výsledky jsou shrnuty v podkapitole 8.2.1.

TerEx / NBC Expert - Výsledky vyhodnocení

TerEx / NBC Expert Verze 3.1.0 11:37:33 19.04.2011 Licence pro : UTB Zlín

Událost: TE110419_1126

Model:
POOL FIRE - Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny

Látka:
Nafta motorová

Průměr hořící louže: 10 m

Poloměr louže : 5 m (16,4 ft.)

Popáleniny 1.st : 25 m (82 ft.)
Mortalita 10% : 15 m (49,2 ft.)
Mortalita 50% : 13 m (42,7 ft.)
Zápal suchého dřeva : 5 m (16,4 ft.)
Narušení pevnosti oceli : 5 m (16,4 ft.)

Ohrožení osob - popáleniny 1.stupně tepelnou radiací ve vzdálenosti od okraje louže
NUTNÝ ODSUN OSOB 25 m (82 ft.)

Ohrožení osob - popáleniny 1. stupně tepelnou radiací ve vzdálenosti od okraje louže

Typ stopy

- 25 m : Popáleniny 1.st
- 15 m : Mortalita 10%
- 5 m : Poloměr louže

EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 25 m

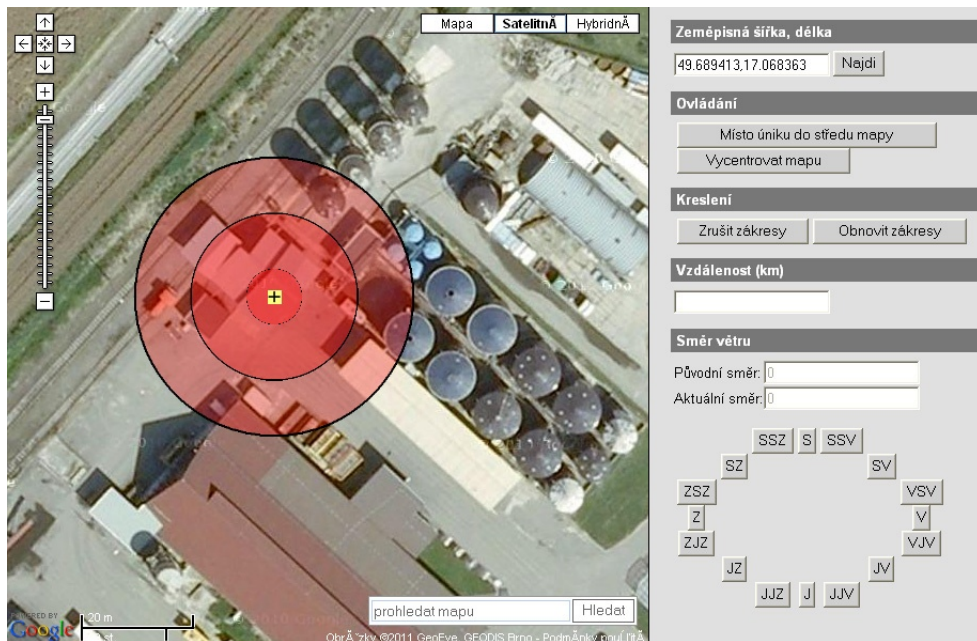
OK

Použití výsledků vyhodnocení:

Mapa Havarijní událost Exportovat do Excelu Další výstupy Tisk Grafy

CAP

Zakreslení zasažené oblasti do mapy



3. MOTOROVÁ NAFTA – kaluž o průměru 15 m

Výpočet - výsledky jsou shrnuty v podkapitole 8.2.1.

The image shows a screenshot of the TerEx / NBC Expert software interface. The main window displays the following information:

- TerEx / NBC Expert Verze 3.1.0 11:38:02 19.04.2011 Licence pro : UTB Zlín
- Událost: TE110419_1126
- Model: POOL FIRE - Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny
- Látka: Nafta motorová
- Průměr hořící louže: 15 m
- Poloměr louže: 7,5 m (24,6 ft.)
- Popáleniny 1.st: 38 m (125 ft.)
- Mortalita 10%: 23 m (75,5 ft.)
- Mortalita 50%: 20 m (65,6 ft.)
- Zápal suchého dřeva: 11 m (36,1 ft.)
- Narušení pevnosti oceli: 8 m (26,2 ft.)
- Ohrožení osob - popáleniny 1.stupně tepelnou radiací ve vzdálenosti od okraje louže
NUTNÝ ODSUN OSOB 38 m (125 ft.)

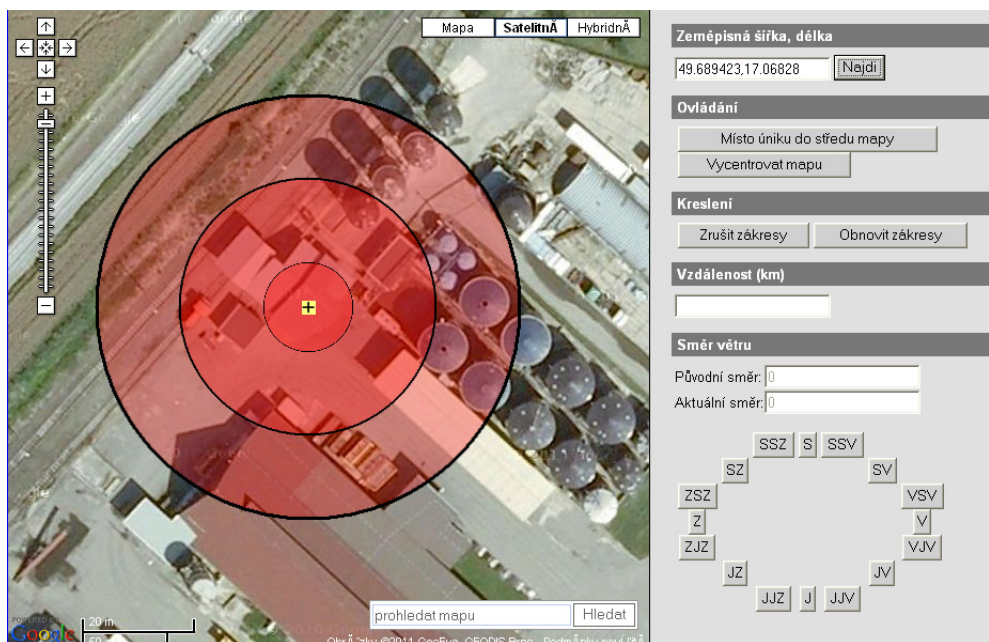
A pop-up window titled "Ohrožení osob - popáleniny 1.stupně tepelnou radiací ve vzdálenosti od okraje louže" is displayed, showing a diagram of the hazard zone with concentric circles representing different levels of risk:

- 38 m: Popáleniny 1. st
- 23 m: Mortalita 10%
- 7,5 m: Poloměr louže

A red banner at the bottom of the pop-up window reads "EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 38 m".

The main window also includes a bottom panel with buttons for "Mapa", "Havarijní událost", "Exportovat do Excelu", "Dalsí výstupy" (with a dropdown menu showing "CAP"), "Tisk", and "Grafy".

Zakreslení zasažené oblasti do mapy



4. AMONIAK – únik 10% (4 425 kg)

Zadání – ve všech simulovaných případech je zadání stejné, do kolonky „Celkové uniklé množství plynu“ byly postupně dosaženy hodnoty 4 425 kg, 6 637,5 kg a 8 850 kg.

TerEx / NBC Expert - : PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku

Látka: **Amoniak**
Skupenství: **Plyn** Model: **PUFF**

Rychlost úniku plynu ze zařízení
 Jednorázový únik plynu do oblaku Děletrvající únik plynu do oblaku

Celkové uniklé množství plynu
4425 kg 9755,29 lb

Rychlost větru v přízemní vrstvě
2 m/s 6,56 ft/s

Pokrytí oblohy oblaky
12,5 %

Doba vzniku a průběhu havárie
 Noc, ráno nebo večer Den - Jaro Den - Podzim
 Den - Léto Den - Zima

Typ povrchu ve směru šíření látky
 Rovina Kultivovaná krajina Průmyslová plocha
 Zemědělská krajina Obytná krajina

Změna zadání parametrů výpočtu: **Základní**

Výpočet

Výpočet – výsledky jsou shrnuty v podkapitole 8.2.2.

TerEx / NBC Expert - Výsledky vyhodnocení

TerEx / NBC Expert Verze 3.1.0 12:14:09 19.04.2011 Licence pro : UTB Zlín

Udalost: TE110419_1210

Model: PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku
 Látka: Amoniak

Celkové uniklé množství plynu: 4425 kg
 Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s
 Pokrytí oblou oblaky: 12,5 %
 Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Léto
 Typ atmosférické stálosti: A - konvekce
 Typ povrchu ve směru šíření látky: Průmyslová plocha

Ohrožení osob toxickou látkou

Typ stopy

970 m : Doporučený průřez toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku
 479 m : Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
 115 m : Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
 554 m : Ohrožení osob toxickou látkou

EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 554 m

OK

Ohrožení osob toxickou látkou
 NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 554 m (1820 ft.)
 [Koncentrace: 1,088 g/m³]
 Doporučený průřez toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 970 m (3180 ft.)
 [Koncentrace IDLH: 210 mg/m³ (Aktuální: 210 mg/m³)]

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
 NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 115 m (377 ft.)

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním
 NUTNÝ ODSUN OSOB 290 m (951 ft.)

Závažné poškození budov
 NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 218 m (715 ft.)

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
 DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 479 m (1570 ft.)

Použití výsledků vyhodnocení:

Mapa Havarijní událost Exportovat do Excelu Další výstupy Tisk Grafy

CAP

Zakreslení zasažené oblasti do mapy

Mapa Satelitná Hybridná

500 m 2000 st. prohlédat mapu Hledat

Zeměpisná šířka, délka

49.689396,17.068645 Najdi

Ovládání

Místo úniku do středu mapy
 Vycentrovat mapu

Kreslení

Zrušit zákresy Obnovit zákresy

Vzdálenost (km)

Směr větru

Původní směr: 0
 Aktuální směr: 225

SSZ S SSV SV
 ZSZ SZ Z VSV V
 ZJZ JZ J JJV JV
 JJZ J JJV

5. AMONIAK – únik 15% (6 637,5 kg)

Výpočet – výsledky jsou shrnuty v podkapitole 8.2.2.

TerEx / NBC Expert - Výsledky vyhodnocení

TerEx / NBC Expert Verze 3.1.0 12:13:47 19.04.2011 Licence pro : UTB Zlín

Událost: TE110419_1210

Model:
PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku

Látka:
Amoniak

Celkové uniklé množství plynu: 6637,5 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s
Pokrytí oblohy oblaky: 12,5 %
Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Léto
Typ atmosférické stálosti: A - konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky: Průmyslová plocha

Ohrožení osob toxickou látkou

Typ stopy

1130 m : Doporučený průřez toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku
552 m : Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
135 m : Ohrožení osob přímým prolehnutím oblaku
655 m : Ohrožení osob toxickou látkou

EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 655 m

OK

Ohrožení osob toxickou látkou
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 655 m (2150 ft.)
[Koncentrace: 997,9 mg/m³]
Doporučený průřez toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 1130 m (3710 ft.)
[Koncentrace IDLH: 210 mg/m³ (Aktuální: 201,1 mg/m³)]

Ohrožení osob přímým prolehnutím oblaku
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 135 m (443 ft.)

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním
NUTNÝ ODSUN OSOB 336 m (1100 ft.)

Závažné poškození budov
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 253 m (830 ft.)

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 552 m (1810 ft.)

Použití výsledků vyhodnocení:

Mapa Havarijní událost Exportovat do Excelu Další výstupy Tisk Grafy

CAP

Zakreslení zasažené oblasti do mapy

Mapa Satelitná Hybridná

Zeměpisná šířka, délka
49.689396,17.068645 Najdi

Ovládání
Místo úniku do středu mapy
Vycentrovat mapu

Kreslení
Zrušit zákresy Obnovit zákresy

Vzdálenost (km)

Směr větru
Původní směr: 0
Aktuální směr: 225

SSZ S SSV SV VSV V VJV JZ JZJ J JJV

500 m 2000 st. prohledat mapu Hledat

6. AMONIAK – únik 20% (8 850 kg)

Výpočet – výsledky jsou shrnuty v podkapitole 8.2.2.

TerEx / NBC Expert - Výsledky vyhodnocení

TerEx / NBC Expert Verze 3.1.0 12:12:46 19.04.2011 Licence pro : UTB Zlín

Událost: TE110419_1210

Model: PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku
Látka: Amoniak

Celkové uniklé množství plynu: 8850 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s
Pokrytí oblouhy oblaky: 12,5 %
Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Léto
Typ atmosférické stálosti: A - konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky: Průmyslová plocha

Ohrožení osob toxickou látkou
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 738 m (2420 ft.)
[Koncentrace: 937,5 mg/m³]
Doporučený průřez toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 1230 m (4040 ft.)
[Koncentrace IDLH: 210 mg/m³ (Aktuální: 209 mg/m³)]

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 145 m (476 ft.)

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním
NUTNÝ ODSUN OSOB 367 m (1200 ft.)

Závažné poškození budov
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 276 m (906 ft.)

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 604 m (1980 ft.)

Ohrožení osob toxickou látkou

Typ stopy

- 1230 m : Doporučený průřez toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku
- 604 m : Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
- 145 m : Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
- 738 m : Ohrožení osob toxickou látkou

EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 738 m

OK

Použití výsledků vyhodnocení:

Mapa Havarijní událost Exportovat do Excelu Další výstupy Tisk Grafy

CAP

Zakreslení zasažené oblasti do mapy

Mapa Satelitná Hybridná

Zeměpisná šířka, délka
49.689396,17.068645 Najdi

Ovládání
Místo úniku do středu mapy
Výcentrovat mapu

Kreslení
Zrušit zákresy Obnovit zákresy

Vzdálenost (km)

Směr větru
Původní směr: 0
Aktuální směr: 225

SZ S SSV SV VSV
Z ZV VJ
ZJZ J JVV
JZ JJZ J JVV

prohledat mapu Hledat