



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

VÝZNAMNÉ PRŮMYSLOVÉ HAVÁRIE V ČR - ANALÝZA HAVÁRIÍ S KAPALNÝMI MOTOROVÝMI PALIVY

MAJOR INDUSTRIAL ACCIDENTS IN THE CZECH REPUBLIC - ACCIDENT ANALYSIS OF LIQUID
AUTOMOTIVE FUELS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Černota

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	Bc. Jan Černota
Studijní program:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	Ing. Luboš Kotek, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Významné průmyslové havárie v ČR – analýza havárií s kapalnými motorovými palivy

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je analýza a vyhodnocení významných průmyslových havárií s motorovými palivy. Práce zahrnuje rešerši problematiky včetně havárií, ke kterým došlo ve vybrané oblasti, mapování toku informací při havárii, ověření účinnosti přijatých opatření pro omezení opakování obdobných havárií.

Cíle diplomové práce:

Rešerše problematiky bezpečnosti provozu skladů kapalných motorových paliv
Systémový rozbor
Rešerše a statistická analýza havárií s motorovými palivy
Návrh opatření ke zlepšení
Ekonomické zhodnocení navržených opatření
Diskuze problematiky

Seznam doporučené literatury:

ČSN 65 6500 Motorová paliva - Podmínky skladování a doporučená doba použitelnosti.

BERNATÍK, Aleš. Plynná a kapalná paliva a jejich nebezpečné vlastnosti z pohledu prevence závažných havárií. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-132-3.

MATĚJOVSKÝ, Vladimír. Automobilová paliva. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0350-5.

SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. Prevence nehod a havárií. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na analýzu významných průmyslových havárií s kapalnými motorovými palivy na území České republiky. Teoretická část práce popisuje kapalná motorová paliva z hlediska jejich fyzikálních a nebezpečných vlastností se zaměřením na bezpečnost skladování, dále havárie s kapalnými palivy spojené, včetně legislativních požadavků prevence závažných havárií, projevů paliv při těchto haváriích a hodnocení rizik závažných havárií. V praktické části jsou nejvýznamnější průmyslové havárie analyzovány, a to včetně mapování toku informací, zjištění příčin a interpretace následků. Zjištěná data byla dále podrobena statistické analýze, na jejímž základě je představen návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií.

ABSTRACT

This thesis is focused on the analysis of significant industrial accidents with liquid motor fuels in the Czech Republic. The theoretical part of the thesis describes liquid motor fuels in terms of their physical and hazardous properties with a focus on storage safety, as well as accidents associated with liquid fuels, including legislative requirements for prevention of major accidents, fuels phenomena in these accidents and risk assessment of major accidents. In the practical part, the most significant industrial accidents are analysed, including information flow mapping, identification of causes and interpretation of consequences. The obtained data were then subjected to statistical analysis, based on which a proposal for measures to limit the recurrence of similar accidents is presented.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kapalná motorová paliva, bezpečnost skladování, průmyslové havárie, prevence závažných havárií, kauzální model, statistická analýza, návrh opatření

KEYWORDS

Liquid motor fuels, storage safety, industrial accidents, prevention of major accidents, causal model, statistical analysis, proposal for measures

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČERNOTA, Jan. Významné průmyslové havárie v ČR – analýza havárií s kapalnými motorovými palivy. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/149396>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Luboš Kotek.

PODĚKOVÁNÍ

Velmi rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Luboši Kotkovi, Ph.D. za jeho čas, vstřícnost, cenné rady a odborné vedení při zpracovávání této diplomové práce i za výuku v semináři k diplomové práci. Poděkování také patří mé rodině a blízkým za jejich trpělivost a podporu během mého studia.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana Ing. Luboše Kotka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne:

.....

Černota Jan

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	KAPALNÁ MOTOROVÁ PALIVA	17
2.1	Charakteristika vybraných paliv	18
2.1.1	Benzín	18
2.1.2	Motorová nafta	18
2.2	Nebezpečné vlastnosti.....	19
2.2.1	Výstražné symboly CLP	19
2.2.2	Standardní věty o nebezpečnosti (H-věty).....	20
2.2.3	Standardizované pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty).....	21
2.3	Podmínky skladování dle ČSN 65 6500	21
2.4	Systém skladů pohonných hmot v České republice.....	23
2.5	Bezpečnost provozu skladů	26
2.5.1	Manipulace a skladování hořlavých látek	27
2.5.2	Ochrana před výbuchy hořlavých plynů a par	29
2.5.3	Stacionární atmosférické zásobníky a nádoby	30
3	HAVÁRIE S KAPALNÝMI MOTOROVÝMI PALIVY	35
3.1	Legislativní požadavky prevence závažných havárií.....	36
3.2	Projevy paliv při závažných haváriích	37
3.2.1	Hořlavost a výbušnost	38
3.2.2	Dopady na životní prostředí	46
3.3	Hodnocení a řízení rizik závažných havárií.....	47
3.3.1	Možnosti hodnocení bezpečnosti přepravy nebezpečných látek	49
3.3.2	Možnosti analýzy rizik dopadu havárií na životní prostředí	50
3.3.3	Identifikace zdrojů rizika a návrh scénářů	52
3.3.4	Stanovení příčin havárie	53
3.3.5	Hodnocení následků scénářů	54
3.3.6	Hodnocení pravděpodobnosti scénářů	55
3.3.7	Hodnocení rizik a jeho přijatelnost.....	57
3.3.8	Řízení rizik závažných havárií	59
4	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY	61
4.1	Definice problému	61
4.2	Návrh postupu řešení	61
4.3	Představení metod a nástrojů pro řešení	63
4.3.1	Mapování toku informací	63
4.3.2	Metodika pro zjišťování příčin	64
4.3.3	Interpretace následků	65
4.3.4	Statistická analýza	66
4.3.5	Návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií.....	66
5	ANALÝZA HAVÁRIÍ	69
5.1	Významné průmyslové havárie v České republice	69
5.1.1	Litvínov 1994	70
5.1.2	Brno – Slatina 1995	71
5.1.3	Výrov 1996	71
5.1.4	Litvínov 1996	72
5.1.5	Polerady 1998	74

5.1.6	Havlíčkův Brod 1998	75
5.1.7	Raná 1998.....	75
5.1.8	Litvínov 1999	76
5.1.9	Radostín 2000.....	77
5.1.10	Turnov 2000	78
5.1.11	Sudoměřice u Bechyně 2001	79
5.1.12	Cerekvice nad Bystřicí 2001	80
5.1.13	Polepy 2001.....	81
5.1.14	Choťánky 2002.....	82
5.1.15	Kozlov 2004	83
5.1.16	Ostrožská Nová Ves 2005	84
5.1.17	Všechlapy 2005	85
5.1.18	Želeč 2005	86
5.1.19	Okřínek 2005.....	87
5.1.20	Hájek 2007	88
5.1.21	Litvínov 2009	89
5.1.22	Česká Lípa 2011	90
5.1.23	Kostelec u Heřmanova Městce 2011	91
5.1.24	Pardubice 2013	92
5.1.25	Kostelec u Heřmanova Městce 2013	93
5.1.26	Havlíčkův Brod 2013	94
5.1.27	Kralupy nad Vltavou 2017	95
5.1.28	Bělčice 2017.....	96
5.1.29	Kralupy nad Vltavou 2018	97
5.1.30	Loukov 2018	98
5.1.31	Loukov 2019	100
5.1.32	Tremošná 2020	101
5.1.33	Kostelec u Heřmanova Městce 2020.....	102
5.2	Statistická analýza havárií	103
5.2.1	Základní informace	103
5.2.2	Metodika ISAAC.....	106
5.2.3	ESIA	109
5.2.4	Doplňující informace.....	111
5.3	Návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií.....	114
6	ZHODNOCENÍ A DISKUSE	121
6.1	Ekonomické zhodnocení navržených opatření	121
6.2	Ověření účinnosti přijatých opatření	122
7	ZÁVĚR.....	125
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	127
9	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK.....	135
9.1	Seznam zkratk.....	135
9.2	Seznam symbolů.....	138
9.3	Seznam tabulek.....	138
9.4	Seznam obrázků.....	140
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	143

1 ÚVOD

Kapalná motorová paliva jsou nedílnou a nepostradatelnou součástí dnešního světa. I přes velký rozvoj elektromobility a alternativních zdrojů paliv v posledních letech jsou stále kapalná paliva, jako jsou benzín a nafta, zdaleka nejpoužívanějším typem pohonných hmot. Kapalná paliva bývají využívána především k pohonu spalovacích motorů v automobilovém, lodním a leteckém průmyslu. V současné době dochází k neustálému zvyšování spotřeby těchto paliv, především v souvislosti s nárůstem blahobytu lidské společnosti a nárůstem dopravy osob a zboží [1]. Jelikož je právě transport osob, zboží a materiálu jedním ze základních pilířů fungování dnešního světa, přímou úměrou tedy roste i důležitost průmyslu pro výrobu a zpracování kapalných motorových paliv. Česká republika, ve které patří automobilový průmysl mezi nejdůležitější průmyslová odvětví, není výjimkou [2]. Ani tomuto odvětví průmyslu se však nevyhýbají různé nežádoucí události, zejména havárie.

V dnešním technickém světě se stále vyskytují závažné průmyslové havárie, kterým je třeba předcházet. V souvislosti s tímto problémem se dynamicky rozvíjí obor prevence závažných havárií. Závažné havárie představují významné události v životě společnosti, a to především svými následky na zdraví lidí, majetku nebo životním prostředí. Proces hodnocení a snižování rizik podle zákona o prevenci závažných havárií již probíhá pro velké (zařazené) zdroje rizika, neboť je zde nakládáno s významným (nadlimitním) množstvím nebezpečných látek. Pro menší (nezařazená) zařízení, ve kterých se nebezpečné látky nacházejí také, není prozatím hodnocení rizik z hlediska závažných havárií vyžadováno, a to i přes to, že tato menší zařízení mohou představovat riziko vzniku závažné havárie vzhledem ke svému případnému umístění například v bezprostřední blízkosti obytných zón či shromažďovacích prostor, což zvyšuje riziko pro obyvatelstvo i pro životní prostředí. S rostoucím počtem havárií a nehod s účastí kapalných paliv je potřeba navyšovat úsilí v prevenci vzniku těchto mimořádných událostí. Hodnocení rizik, jako jeden z nejdůležitějších kroků v rámci prevence závažných havárií, je proto nezbytné [1].

Cílem této diplomové práce je analýza a vyhodnocení významných průmyslových havárií s kapalnými motorovými palivy v České republice. Práce bude zaměřena na vypracování přehledu současného stavu poznání včetně rešerše problematiky bezpečnosti provozu skladů kapalných motorových paliv. Dále bude vypracován systémový rozbor problematiky a samotná analýza významných průmyslových havárií, která bude pojata z hlediska mapování toku informací při dané havárii, zjištění příčin a interpretace následků. Na základě zjištěných informací bude zpracována statistická analýza a návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií. V závěru práce bude pojednáno o ekonomickém zhodnocení navržených opatření a ověření jejich účinnosti.

Motivací pro zvolení tématu a vypracování této diplomové práce byl zájem autora o problematiku zjišťování příčin, mapování průběhu a interpretaci následků různých průmyslových havárií, které se v minulosti udály po celém světě. Konkrétní zaměření na havárie s kapalnými motorovými palivy bylo zvoleno proto, neboť se jedná o častou příčinu vzniku těchto havárií a jejich následky často mívají značný dopad na majetek a zdraví osob i na životní prostředí.

2 KAPALNÁ MOTOROVÁ PALIVA

Paliva lze definovat jako chemické látky (nebo jejich směsi), které jsou schopny za předem stanovených podmínek zahájit a udržet chemickou reakci spalování (oxidace), přičemž během této reakce vzniká teplo. Při této reakci dochází k uvolňování chemické energie obsažené v palivu a její přeměně na energii tepelnou. Tato energie pak bývá mechanicky převedena na točivý moment pohánějící daný dopravní prostředek. Palivo je tedy základní surovinou pro výrobu energie a základní složkou pro chod motoru. Pro správný chod konkrétního motoru je nutné vždy používat příslušný typ paliva, jinak dochází k jeho nevratnému poškození [3].

Paliva pro motory bývají nejčastěji tvořena směsí uhlovodíků, které jsou obsaženy v ropě. Mezi základní požadavky na motorová paliva patří vysoká výhřevnost, minimální obsah nespalitelných podílů, nekoroziivnost a minimální citlivost na vlhkost a teplotu. Dle skupenství jsou motorová paliva dělena na kapalná a plynná [4]. Plynná motorová paliva bývají využívána jako doplňkový zdroj paliva, nejpoužívanějším druhem paliva pro spalovací motory jsou však motorová paliva kapalná [3].

Kromě široce známých druhů automobilových paliv běžně se vyskytujících na trhu existuje řada dalších chemických látek, které jsou nebo mohou být používány jako paliva (či jako složky paliv) pro současné spalovací motory. Všechna tato paliva lze dle skupenství shrnout do těchto skupin [5]:

- **Kapalná paliva:**
 - benzín;
 - motorová nafta;
 - petrolej (kerosin);
 - alkoholy – metanol, etanol (líh), vyšší alkoholy;
 - ethery s pěti a více uhlíky – methyl-tercio-butyl-ether (MTBE) a další;
 - methylestery mastných kyselin – methylester řepkového oleje (MEŘO);
 - exotická paliva – nitromethan, dimethylether, aceton-butanolová směs.
- **Plynná paliva:**
 - zkapalněné ropné plyny – LPG (propan-butanové směsi);
 - stlačený zemní plyn – CNG;
 - zkapalněný zemní plyn – LNG;
 - vodík;
 - bioplyn a různé chudé plyny s malou výhřevností.

Následující podkapitoly budou věnovány základní charakteristice kapalných motorových paliv včetně jejich základních fyzikálních a chemických vlastností, dále bude pojednáno o jejich nebezpečných vlastnostech, platné legislativě jich se týkajících a také bude řešena problematika bezpečnosti provozu skladů s těmito palivy. Pro jednoduchost budou uvedeny pouze vlastnosti benzínu a motorové nafty, neboť se jedná o hlavní reprezentanty skupiny kapalných motorových paliv.

2.1 Charakteristika vybraných paliv

V této podkapitole budou shrnuty poznatky o vybraných kapalných palivech z hlediska jejich fyzikálně-chemických vlastností, jež jsou rozhodující při bezpečnosti používání. U každého druhu paliva bude nejprve uveden jejich stručný popis, poté přehled jejich fyzikálních a chemických vlastností.

2.1.1 Benzín

Benzín je směs převážně ropných uhlovodíků vroucí v rozmezí 30 až 210 °C. V molekule se nachází 3 až 12 atomů uhlíku. Je směsí rafinovaných frakcí s bodem varu 50 až 200 °C získaných destilačně z ropy a složek, které byly vyrobeny různými procesy v rafinériích, a to buď krakováním, reformováním, alkylací či izomerací. Benzín je extrémně hořlavá kapalina nebezpečná pro životní prostředí [1]. Tato směs těkavých, hořlavých a kapalných uhlovodíků bývá používána jako rozpouštědlo olejů a tuků, hlavně však jako palivo pro pohon zážehových spalovacích motorů. Benzín byl původně vedlejším produktem ropného průmyslu (hlavním produktem byl petrolej), později se však stal preferovaným automobilovým palivem, a to kvůli jeho vysoké energii spalování a jeho schopnosti snadného mísení se vzduchem v karburátoru [6]. Přehled fyzikálních a chemických vlastností benzínu zobrazuje tab. 1.

Tab. 1) Fyzikální a chemické vlastnosti benzínu [7]

Charakteristika	Benzín	Jednotka
Bod tání	< -20	[°C]
Bod varu	35 – 215	[°C]
Bod vzplanutí	-25	[°C]
Meze výbušnosti	0,6 – 8	[obj. %]
Tlak páry při 37,8 °C	40 – 90	kPa
Hustota při 15 °C	720 – 775	kg·m ⁻³
Viskozita při 20 °C	< 1	mm ² ·s ⁻¹
Třída nebezpečnosti	I.	–
Teplotní třída	T2	–
Skupina výbušnosti	II A	–

2.1.2 Motorová nafta

Motorová nafta je směs kapalných uhlovodíků. Je získávána destilací a rafinací z ropy při teplotách 150 až 370 °C. Kvalita nafty je udávána cetanovým číslem, které vyjadřuje vznětovou charakteristiku nafty. Motorová nafta je hořlavá kapalina, nebezpečná pro životní prostředí [1]. Frakce surové ropy, ze kterých je motorová nafta získávána, jsou méně těkavé než frakce používané u benzínu. Motorová nafta bývá používána hlavně pro pohon vznětových spalovacích motorů. Při spalování uvolňuje více energie než benzín, proto mají motory na naftu ekonomičtější spotřebu než motory benzínové. Kromě toho vyžaduje výroba motorové nafty méně rafinačních kroků než výroba benzínu, proto bývají maloobchodní ceny nafty tradičně nižší než ceny benzínu. Na druhou stranu produkuje motorová nafta v tradičním složení větší množství látek znečišťující životní prostředí, zejména síru a pevné uhlíkové částice [8]. Tab. 2 zobrazuje základní přehled fyzikálních a chemických vlastností motorové nafty.

Tab. 2) Fyzikální a chemické vlastnosti motorové nafty [9]

Charakteristika	Motorová nafta	Jednotka
Bod tání	-40 – 6	[°C]
Bod varu	170 až 360	[°C]
Bod vzplanutí	> 56	[°C]
Meze výbušnosti	0,5 – 6,5	[obj. %]
Tlak páry při 40 °C	0,4	kPa
Hustota při 20 °C	805 – 810	kg·m ⁻³
Viskozita při 20 °C	1,5 – 4,5	mm ² ·s ⁻¹
Třída nebezpečnosti	III.	–
Teplotní třída	T3	–
Skupina výbušnosti	II A	–

2.2 Nebezpečné vlastnosti

Tato podkapitola bude shrnovat základní nebezpečné vlastnosti vybraných kapalných motorových paliv. Nejprve bude pojednáno o klasifikaci a označování těchto látek, dále budou sepsány standardní věty o nebezpečnosti a konečně standardizované pokyny pro bezpečné zacházení. Pro vypracování této části práce bude využito bezpečnostních listů pro automobilové benzíny a motorovou naftu.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (nařízení CLP) sladuje předchozí právní předpisy EU s globálně harmonizovaným systémem klasifikace a označování chemických látek (systém GHS), což je systém Organizace spojených národů pro identifikaci nebezpečných látek a informování uživatelů o těchto nebezpečích. Tento systém souvisí také s právními předpisy týkajícími se nařízení Evropského společenství REACH, jež zavádí jednotný systém pro registraci, vyhodnocování, schvalování a omezování chemických látek. Systém GHS byl přijat mnoha státy celého světa a bývá využíván také jako základ pro mezinárodní a vnitrostátní předpisy v oblasti přepravy nebezpečného zboží. Dle tohoto systému informují o nebezpečí chemických látek signální slova, výstražné symboly na štítcích a bezpečnostní listy [10].

2.2.1 Výstražné symboly CLP

Výstražné symboly CLP neboli bezpečnostní piktogramy jsou obrázky na štítku, které sestávají z výstražného znaku a specifických barev, jejichž účelem je upozornit na to, jakým způsobem může daná látka nebo směs poškodit zdraví osob nebo životní prostředí. Na základě nařízení CLP se změnil i výstražné symboly, které jsou nyní v souladu s globálně harmonizovaným systémem OSN. Znamé oranžové symboly nebezpečnosti tak nahradily nové výstražné symboly v oranžovém rámečku [11]. Pro benzín i motorovou naftu shodně platí následující bezpečnostní piktogramy, jejich grafická podoba je pak zobrazena na obr. 1 [7], [9]:

- **GHS02** – hořlavé;
- **GHS07** – dráždivé;
- **GHS08** – nebezpečné pro zdraví;
- **GHS09** – nebezpečné pro životní prostředí.



Obr. 1) Bezpečnostní piktogramy (CLP) pro benzín a motorovou naftu [7]

2.2.2 Standardní věty o nebezpečnosti (H-věty)

Jedním ze základních údajů k identifikaci nebezpečí a rizik chemických látek nebo jejich směsí slouží standardní věty o nebezpečnosti (tzv. H-věty, z anglického hazard statements). Tyto věty jsou součástí globálně harmonizovaného systému klasifikace a označování chemikálií a nahrazují standardní věty označující specifickou rizikovost (tzv. R-věty) se stejným účelem a obdobným obsahem, jež byly používány dříve. Na etiketách jednotlivých přípravků se lze setkat se všemi H-větami, které jsou v nařízení CLP z hlediska nebezpečnosti pro zdraví [12]. Příslušné standardní věty o nebezpečnosti, popisující povahu a vážnost nebezpečnosti, musí být v souladu s klasifikací dané nebezpečné látky nebo směsi uvedeny na štítku [13]. Věty o nebezpečnosti jsou kodifikovány pomocí jedinečného alfanumerického kódu složeného z jednoho písmene a tří číslic. Písmeno „H“ označuje standardní věty o nebezpečnosti, první číslice typ nebezpečí (např. „2“ pro fyzické nebezpečí) a další zbylé dvě číslice pořadové číslo nebezpečí (např. výbušnost) [14].

H-věty pro benzín [7]:

- H224** – extrémně hořlavá kapalina a páry;
- H315** – dráždí kůži;
- H304** – při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt;
- H361** – podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky;
- H340** – může vyvolat genetické poškození;
- H350** – může vyvolat rakovinu při vdechování;
- H336** – může způsobit ospalost nebo závratě;
- H411** – toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

H-věty pro motorovou naftu [9]:

- H226** – hořlavá kapalina a páry;
- H304** – při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt;
- H315** – dráždí kůži;
- H332** – zdraví škodlivý při vdechování;
- H351** – podezření na vyvolání rakoviny při vdechování;
- H373** – může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici;
- H411** – toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

2.2.3 Standardizované pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty)

Standardizované pokyny pro bezpečné zacházení (tzv. P-věty, z anglického precautionary statements) jsou pokyny pro bezpečné zacházení s chemickými látkami a jejich směsmi. Tyto věty jsou rovněž součástí systému GHS a nahrazují dřívější standardní pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky (tzv. S-věty). Tyto věty jsou kodifikovány obdobným způsobem jako standardní věty o nebezpečnosti. Výjimku představuje první písmeno „P“, které znázorňuje pokyn pro bezpečné zacházení [14].

P-věty pro benzín [7]:

- P201** – před použitím si obstarejte speciální instrukce;
- P210** – chraňte před teplem, horkými povrchy, otevřeným plamenem, jiskrami, zákaz kouření;
- P280** – používejte ochranné brýle, obličejový štít, ochranný oděv, ochranné rukavice;
- P301+P310** – při požití okamžitě volejte toxikologické informační středisko nebo lékaře;
- P403+P233** – skladujte na dobře větraném místě, uchovávejte obal těsně uzavřený;
- P501** – odstraňte obsah/obal (dle přílohy bezpečnostního listu).

P-věty pro motorovou naftu [9]:

- P261** – zamezte vdechování prachu, dýmu, plynu, mlhy, aerosolu, páry;
- P280** – používejte ochranné rukavice, ochranný oděv, ochranné brýle, obličejový štít;
- P301+P310** – při požití okamžitě volejte toxikologické informační středisko nebo lékaře;
- P331** – nevyvolávejte zvracení;
- P501** – odstraňte obsah/obal (dle přílohy bezpečnostního listu).

2.3 Podmínky skladování dle ČSN 65 6500

Pokud je potřeba skladovat motorová paliva na delší dobu, je nezbytné vytvořit takové podmínky, aby bylo motorové palivo chráněno před nežádoucími vlivy a aby bylo minimalizováno jeho stárnutí se všemi z toho plynoucími důsledky. Motorová paliva na základě evropské legislativy implementované do národní legislativy povinně obsahují určitý počet biosložek, které mají oproti ropným uhlovodíkům odlišné vlastnosti. Do motorových paliv se tak nově plošně dostávají dříve běžně nepoužívané složky, jako ethanol do motorových benzínů a FAME do motorové nafty.

Ethanol, tedy alifatický alkohol, je na rozdíl od uhlovodíků v benzínu výrazně polární látkou a má vysokou afinitu k vodě. Je proto nutné minimalizovat kontakt směsného paliva s vodou a zamezit tak přístupu vzdušné vlhkosti, neboť při změně teploty hrozí oddělování fází v lihodobých směsích, což má za důsledek vytvoření vodné fáze. Do této fáze je pak extrahován v benzínu přítomný ethanol, což vede k výraznému zhoršení kvality paliva. Ke vzniku vodné fáze může dojít i při smísení benzínů s výrazně odlišnou koncentrací ethanolu. Přítomnost vyššího obsahu vody pak může mít za následek zvýšenou korozi zařízení a mírně zhoršenou oxidační stabilitu automobilového benzínu. V případě přítomnosti ethanolu v automobilovém benzínu je proto doporučeno minimalizovat možný kontakt paliva s vodou včetně vzdušné vlhkosti, přičemž je při dlouhodobém skladování nezbytné kontrolovat, zda nedošlo k oddělení vody nebo ke vzniku nežádoucích úsad.

Methylestery mastných kyselin (FAME) jsou vyráběny z rostlinných olejů a tuků dostupných na trhu, což jsou triglyceridy řady různých mastných kyselin, přičemž podíl těchto kyselin je více či méně nenasycených. Tyto nenasycené sloučeniny jsou následně přítomné i v produktech reesterifikace těchto triglyceridů (ve FAME). Vlivem kyslíku a kovových iontů

mohou tyto nenasyčené sloučeniny polymerovat na nerozpustnou plastickou vazelinovou hmotu, která je lepkavá a může zapříčinit ucpávání potrubí, trysek, filtrů a poškození čerpadel. Stálost FAME je ovlivněna řadou faktorů, z nichž nejdůležitějšími jsou způsob výroby, aditivace antioxidanty, působení teploty a teplotních výkyvů a působení světla. Spolupůsobení těchto faktorů může mít za následek velmi negativní ovlivnění stability FAME a následně i motorových paliv, ve kterých jsou obsaženy. Produkty obsahující FAME proto nejsou vhodné pro dlouhodobé skladování [15].

V případě skladování bezolovnatého automobilového benzínu a motorové nafty může vliv proměnlivé teploty a rozdílné vzdušné vlhkosti způsobit srážení vodních par a usazování volné vody na dně nádrže. Přítomnost hygroskopického ethanolu zvyšuje v případě automobilových benzínů jeho schopnost absorpce vzdušné vlhkosti. Voda se zpočátku neusazuje, ale rozpouští se v benzínu s obsahem ethanolu, který tak nabude větší korozivní schopnosti. Množství rozpuštěné vody závisí na obsahu ethanolu v benzínu. Nasycení paliva vodou způsobí oddělení vodné fáze obsahující ethanol, což vede ke ztrátě oktanové hladiny paliva. V případě motorové nafty je třeba usazenou vodu odstraňovat, čímž se zabrání mikrobiální kontaminaci paliva. Tato volná voda se v žádném případě nesmí dostat do palivového systému.

Při skladování motorové nafty může pokles teploty způsobit vylučování a usazování parafinů. K vylučování parafinů z motorové nafty dochází při teplotách nižších, než je její bod zákalu (cloud point), který je v případě motorové nafty pro mírné klima přibližně $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zpočátku mají tyto krystalky parafinů malou velikost a jejich usazování je pomalé. K nárůstu velikosti krystalů i rychlosti jejich usazování však dochází s dalším snižováním teploty. Usazené parafíny mohou způsobovat problémy na filtrech a čerpadlech, přičemž je jejich zpětné rozpuštění obtížné. Rychlost usazování vyloučených parafinů značně ovlivňují použité přísady, které mohou zpomalit jak nárůst krystalů, tak i jejich usazování. Motorová nafta by proto neměla být skladována při teplotách nižších, než je její bod zákalu.

Na základě problematiky předchozích odstavců je při skladování a manipulaci s kapalnými motorovými palivy nutné dodržovat tyto zásady [15]:

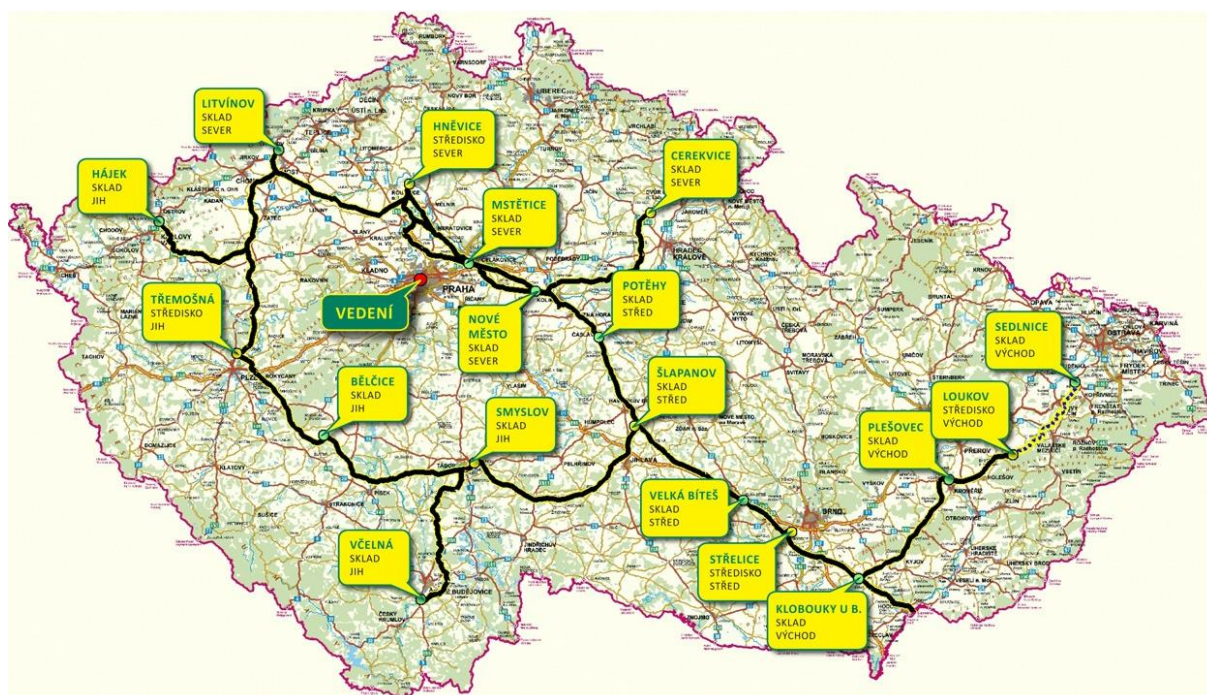
- provádět pravidelnou údržbu skladovacích prostor a kontrolu přítomnosti volné vody a nečistot (odkalování);
- při dlouhodobějším skladování benzínu na delší dobu je třeba se ujistit, zda nedošlo k oddělení vodné fáze a ztrátě oktanové hladiny;
- nízkoteplotní vlastnosti motorové nafty se liší podle kalendářního období, pro dlouhodobé skladování je doporučeno použití arktické nafty, nebo nafty pro mírné klima, určené pro zimní období;
- pro zabránění vylučování parafinů musí být teplota motorové nafty při skladování vyšší, než je její bod zákalu; rizikem je skladování motorové nafty pro mírné klima v zimním období v nadzemních nedostatečně izolovaných nádržích;
- pro záložní systémy elektrické energie, jejichž součástí jsou i diesellové agregáty, je doporučeno celoročně používat zimní motorovou naftu bez biosložky nebo arktickou motorovou naftu, která biosložku neobsahuje.

Výše uvedené zásady platí v přiměřené míře i pro ostatní motorová paliva. Obsluha skladovacích zařízení by měla být odborně vyškolená tak, aby znala základní vlastnosti jimi skladovaných pohonných hmot a byla schopná v případě potřeby odborně poradit nejhodnější způsob následné manipulace s nimi [15].

2.4 Systém skladů pohonných hmot v České republice

První velkokapacitní sklady pohonných hmot na území ČR vybuďovali v pískovcovém masivu poblíž Roudnice nad Labem roku 1942 Němci, kteří tyto sklady potřebovali pro válečné účely a o jejichž výstavbu se postarali váleční zajatci. Sklady byly vybudovány na levém břehu řeky Labe s krycími smíšenými lesy, v blízkosti železniční trati a přístavu pro lodě směřující do Říše. Roudnické nádrže jsou dodnes funkční. Během válečných let bylo hlavní surovinou pro výrobu pohonných hmot severočeské tříděné hnědé uhlí, které se na polokoks a hnědouhelný dehet měnilo procesem tepelné karbonizace. Hnědouhelný dehet následně prošel katalytickou třístupňovou hydrogenací a redestilací na těžkou a střední fázi, jejíž další destilací vznikala petrolej. Z lehké fáze byla vyráběna motorová nafta a superfrakcionací lehkého podílu letecké a automobilové benzíny. Produktovod mezi závody v Záluží a roudnickými velkosklady tvořila dvě paralelní vysokotlaká ocelová potrubí, kde jedním proudil poloprodukt automobilového benzínu a druhým motorová nafta. V úseku do Mstětic dodnes slouží některé části produktovodu DN300, který měl spojoval Roudnici s velkoskladem Löbau u Vídně.

Dalších padesát let se neslo ve znamení postupného rozšiřování produktovodní sítě a zahušťování sítě skladů paliv a maziv. Kromě obchodních důvodů byla hnacím impulzem pro masivní výstavbu potřeba zásobování armády. Důsledkem toho vznikla současná síť produktovodů a skladů PHM, která patří mezi nejhustší v Evropě i ve světě a splňuje přísná bezpečnostní kritéria z pohledu zabezpečení zásob motorových paliv. Až do začátku devadesátých let minulého století docházelo k postupné výstavbě skladů a různým změnám v organizační struktuře společnosti Benzina, což je původně česká distribuční síť pohonných hmot a motorových olejů, rovněž provozující čerpací stanice. V rámci privatizačního projektu vznikla roku 1994 společnost Čepro, jejíž úkolem je mimo jiné zajištění ochrany státního majetku a státního zájmu v oblasti zásobování pohonnými hmotami v mimořádných situacích, tedy i ochrana státních zásob hmotných rezerv. Zakladatelem byl Fond národního majetku ČR, přičemž od roku 2006 je jediným akcionářem Ministerstvo financí České republiky [16].



Obr. 2) Sklady pohonných hmot a produktovodní síť ČR [17]

V současnosti má celý systém celkem 18 skladů rozmístěných po celé České republice, ve kterých je k dispozici přes 600 nádrží s kapacitou větší než 1 500 000 m³. Systém skladů je přehledně vyobrazen na obr. 2. Rezervoáry a potrubí mají průměrné stáří 37 let, avšak dochází k průběžné k masivní rekonstrukci a obnově tak, aby veškerá infrastruktura dosahovala standardů Evropské unie. Díky tomuto systému je umožněno přímé čerpání a zásobování mezi jednotlivými úseky. Areál skladů je tvořen nadzemními a podzemními zásobníky, manipulačními nádržemi, plnicími lávkami automobilových cisteren, objekty pro stáčení a plnění železničních cisteren či nezbytným technickým zázemím, jako jsou např. laboratoře nebo hasičské zbrojnice. Jelikož se sklady často nacházejí v blízkosti měst a obcí, je zajištění maximální bezpečnosti prioritou. Chemické čistírny odpadních vod a rekuperační jednotky jsou nezbytnou součástí [16].

V jižní části České republiky se nacházejí sklady Tremošná, Hájek, Bělčice, Smyslov a Včelná. Sklad Tremošná, který vznikl v roce 1955, je situovaný přibližně 9 km od Plzně. Důvodem jeho vzniku byl kromě vojenských účelů především dynamický růst nedaleké průmyslové aglomerace a s tím spojená očekávaná zvýšená spotřeba pohonných hmot. Během sedmdesátých a devadesátých let minulého století došlo k rozšiřování skladovacích ploch. Roku 1987 byla dokončena výstavba nového produktovodu mezi Litvínovem a Tremošnou, což umožnilo zásobování tohoto skladu pohonnými hmotami nezávisle ze dvou směrů. Celý systém produktovodu byl tímto krokem uzavřen do kompletního okruhu. V současnosti zabírá plocha skladu území o rozloze zhruba 12 hektarů. Sklad Hájek u Ostrova nad Ohří, jehož vznik vychází z tehdejší strategické vojenské pozice, byl vybudován kolem roku 1965. K zásobování z produktovodu došlo až v roce 1989 při dokončení úseku potrubí Kryry u Pobořan – Hájek. Rozvoj a provoz skladu zbrzdil v roce 1996 požár v rozvodně přečerpávací stanice, kdy sklad na rok přerušil výdej pohonných hmot. Sklad Bělčice se nachází přibližně 20 km od města Blatná na hranicích Jihočeského a Středočeského kraje. Začal vznikat v roce 1973 jako komplex skladovacích nádrží. Téhož roku byl napojen na potrubí ze Smyslova a v následujících letech pokračovala výstavba produktovodu do Tremošné. Do roku 2002 zde probíhalo také skladování a výdej originálních balení olejů, tuků a provozních kapalin. Rozlohou jsou sklady Hájek a Bělčice s prostorem v Tremošné srovnatelné. Sklad Smyslov, který začal vznikat v roce 1960, je největším komplexem na skladování pohonných hmot v jižních Čechách. Jeho nynější rozloha přesahuje 27 hektarů. Relativně mladý areál Včelná vznikl roku 1977 a o rok později byl napojen na produktovod dobudovaný ze Smyslova. Včelná nahradila sklad v Českých Budějovicích.

Severní partii České republiky obhospodařují sklady v Hněvicích, Mstěticích, Litvínově, Cerekvici nad Bystřicí a Novém Městě. Základ nejstaršího a stále největšího skladu (260 hektarů) v Hněvicích (dříve Roudnice nad Labem) byl vybudován v období druhé světové války válečnými zajatci. Nachází se na levém břehu labského pískovce v blízkosti železniční trati Praha – Děčín. Zvyšujícími se požadavky na skladovací kapacitu byl vytvořen další tlak na rozšiřování areálu. Poslední výstavba proběhla v letech 2006 až 2008, kdy vznikly v rámci akce „Bezpečnostní investice NATO“ dvě nové nadzemní nádrže. Sklad Mstětice je významným potrubním uzlem a přečerpávací stanicí celého potrubního systému. První nádrže vznikly v areálu o rozloze 18 hektarů v roce 1953. Roku 1991 došlo k větší modernizaci a rozšíření kapacity skladu. Tento sklad dlouhou dobu zásoboval pražskou aglomeraci mazacími oleji, technickým benzínem, petrolejem na svícení apod. V současnosti je zde přijímán a prodáván letecký petrolej pro civilní letiště. Sklad Litvínov vznikl po přesunutí skladu z Mostu do Záluží, kam byla situována doprava společnosti Benzina a plnicí lávky

do autocisteren, které byly po roce 1989 předány společnosti Česká rafinérská. Roku 1988 byl otevřen nový provoz přečerpávací stanice pro čerpání pohonných hmot ve směru Tremošná, Roudnice a Hájek. Sklad dále slouží k dopravě poloproduktů z rafinérie Litvínov do rafinérie Kralupy nad Vltavou. Sklad Cerekvice nad Bystricí se nachází na pomezí okresů Jičín a Hradec Králové. Výstavba první etapy probíhala v letech 1988 až 1992. Základ skladu v Novém Městě u Kolína byl v roce 1953 tvořen podzemní přečerpávací stanicí produktovodu vedoucího z Roudnice nad Labem do Šlapanova. V areálu o rozloze 12 hektarů je také umístěna přečerpávací stanice a koncové zařízení ropovodu MERO ČR.

Pod infrastrukturu střední části Čech spadají sklady Střelice, Šlapanov, Potěhy a Velká Bíteš. Výstavba areálu skladu Střelice u Brna začala v roce 1965 na základě rozvoje brněnské aglomerace a roztržitosti skladovacích ploch na území tohoto města. Roku 1966 v tomto areálu o rozloze 13 hektarů začala fungovat vůbec první rekuperační jednotka společnosti Čepro. Výstavba skladu Šlapanov začala po druhé světové válce na místě bývalého hamru v lokalitě, ve které bylo uvažováno o těžbě stříbra. První pohonné hmoty začaly do skladu proudit v polovině roku 1953. Od šedesátých let sloužil komplex také k přečerpávání ropy v rámci ropovodu Družba, přičemž plocha skladu dosáhla postupnou expanzí rozlohy 130 hektarů. Sklad Šlapanov není pouze významným uzlem produktovodního systému, ale také areálem s jednou z nejvyšších skladovacích kapacit. Od první etapy výstavby skladu Potěhy, ukončené roku 1953, došlo k několika rozšířením. Poslední expanze byla ukončena v roce 2011 opětovným zprovozněním čtyř nádrží o objemu 100 m³ pro skladování atypických a nízkoobrátkových pohonných látek. Počátky skladu Velká Bíteš spadají do sedmdesátých let dvacátého století. Sklad Velká Bíteš sloužil jako přečerpávací stanice ropovodu v úseku Klobouky u Brna – Nové Město. V letech 1979 až 1981 proběhla výstavba přečerpávací stanice speciálního produktovodu a její napojení na plynovod Bratrství. Roku 1992 došlo k vyčlenění činností souvisejících s obsluhou ropy mimo naši společnost.

Ve východním sektoru republiky se nachází sklady Loukov, Sedlnice, Plešovec a Klobouky u Brna. Skladování pohonných hmot začalo v Loukově roku 1949. Tento sklad se rozprostírá na území o rozloze 112 hektarů. V roce 1973 došlo k připojení skladu na produktovod z Klobouk u Brna. Loukov byl jeden z prvních skladů, který měl v roce 2006 vybudovanou technologii biopaliv. Tento sklad rovněž disponuje nejnovější technologií rekuperace benzinových par a ze svých výdejních dávek pohonných hmot zásobuje oblast celé střední a severní Moravy. Postupná expanze skladu nadále pokračovala, v roce 2008 začala výstavba čtyř nádrží o celkovém objemu 140 000 m³, což z nich činí největší nádrže na pohonné látky v České republice. Každá z nádrží má průměr 50 m a na výšku měří 22 m, jejich vybudování bylo jednou z největších investičních akcí společnosti Čepro, přičemž komplex stál 1,4 miliardy Kč. Zajímavostí je, že byly tyto nádrže odbornou porotou zařazeny mezi nejlepší stavby v České republice a byly oceněny titulem Stavba roku. Nejnovější sklad pohonných hmot Sedlnice zahájil činnost roku 2004 naskladněním prvních 4 nádrží, přičemž byl celý areál dokončen v roce 2006. V areálu o rozloze 6,4 hektaru se nachází 10 nadzemních skladovacích nádrží. Malý areál skladu Plešovec o rozloze 1,48 hektaru zahájil provoz roku 1973 současně s napojením na produktovod Klobouky u Brna – Loukov. Má dvě nadzemní stojaté válcové nádrže o užité kapacitě 450 m³. Výstavba skladu Klobouky u Brna byla uskutečněna v přímé návaznosti na vznik ropovodu Družba a napojení produktovodu na rafinérii společnosti Slovnaft Bratislava. V roce 1966 zde začala stavba přečerpávací stanice ropy i pohonných hmot. Na podzim roku 2002 začal se společností Moravské naftové doly společný projekt rozšiřující dosavadní kapacitu skladu. Rozsáhlá rekonstrukce areálu skončila v roce 2010 [16].

2.5 Bezpečnost provozu skladů

Je zřejmé, že bezpečný a zdravý neohrožující způsob skladování je bezprostředně navázán na skladovaný materiál, zejména pak na jeho vlastnosti včetně potenciální rizikovitosti pro zaměstnance i okolí. Požadavky na skladování proto musí vždy respektovat požadavky právních i ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, tak jak jsou definovány v § 349 odst. 1 zákoníku práce. Povinností každého zaměstnavatele je tedy i s ohledem na skladovaný materiál uplatňovat požadavky předpisů na ochranu života a zdraví, předpisů hygienických a technických, technických dokumentů a norem, stavebních a dopravních předpisů, předpisů o požární ochraně, o zacházení s hořlavými, výbušnými, chemickými látkami či přípravky a jinými látkami zdraví škodlivým [18]. Nařízení vlády č. 101/2005 Sb. uvádí na sklady pohonných hmot, hořlavých kapalin a tuhých maziv následující požadavky [19]:

- Provedení skladu musí splňovat požadavky zvláštních právních předpisů. Ve skladu, popřípadě na vstupu do něj, musí být viditelně umístěn seznam osob, oprávněných manipulovat s nebezpečnou látkou nebo přípravkem ve skladu, a místní řád skladu.
- Sklad musí být označen značkou zákaz vstupu nepovolaných osob a zákaz výskytu otevřeného ohně.
- Sklad pohonných hmot, hořlavých kapalin a tuhých maziv musí mít nepropustnou podlahu, chemicky odolnou proti skladované látce či přípravku.
- K umělému osvětlení skladu smí být použito pouze pevně umístěné svítidlo v nevýbušném provedení. Výrazně označený vypínač se umísťuje vně skladu.

Při různých způsobech používání pohonných hmot mohou být pracovníci vystaveni nežádoucím účinkům těchto ropných produktů, a to zejména při [20]:

- manipulacích s pohonnými hmotami,
- skladování těchto látek,
- jejich dopravě a přepravě,
- vypouštění a ukládání těchto látek,
- vlastním výdeji pohonných hmot a mazacích olejů (čerpací stanice, sklady atd.),
- údržbě a čištění zařízení pro skladování a přepravu těchto látek (nádrže),
- sběru, přepravě, třídění, likvidaci a zpracování odpadů z pohonných hmot.

Nejrizikovějšími úkony ve vztahu k pohonným látkám jsou jejich doprava a přeprava včetně nakládky a vykládky během dopravy a transportních manipulací uvnitř areálů. Z tohoto důvodu jsou na dopravu a přepravu kladeny specifické požadavky, při jejichž splnění by měla být bezpečnost dopravy zajištěna. Automobilové benzíny a motorové nafty bývají nejčastěji přepravovány železničními či silničními cisternami a produktovody. Při skladování, dopravě a manipulaci musí být dodržována ustanovení příslušných předpisů (zejména ČSN 65 0201). V současné době je základní právní normou pro nakládání s nebezpečnými látkami zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích. Nebezpečné látky a směsi jsou takové látky a směsi, které vykazují jednu nebo více nebezpečných vlastností, a pro tyto své vlastnosti jsou klasifikovány za podmínek stanovených zákonem č. 350/2011 Sb. jako výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci nebo nebezpečné pro životní prostředí [20].

2.5.1 Manipulace a skladování hořlavých látek

Každý rok dochází v souvislosti s neodbornou manipulací nebo skladováním hořlavých látek k požárům, výbuchům, úrazům a škodám na majetku. To je ve většině případů způsobeno lidskou chybou, kdy si osoba manipulující s hořlavinou neuvědomuje možné následky svého jednání. Každá osoba manipulující s hořlavými látkami by tedy měla být poučena, co se za hořlavé látky považuje a na co si dát pozor z hlediska požární ochrany či bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Hořlavé látky jsou dle ČSN 73 0802 látky, které jsou schopny (bez ohledu na způsob zapálení) uvolňovat při požáru teplo. Hořlavé látky obsahují organické části a jejich podíl zpravidla ovlivňuje množství uvolněného tepla při požáru. Dle skupenství jsou hořlavé látky děleny na [21]:

- **tuhé** – čisté chemické látky (např. fosfor, síra, naftalen), směsi a vícefázové soustavy (např. uhlí, pryž, sláma, dřevo),
- **kapalné** – čisté chemické látky (např. methanol, ethanol, toluen) a směsi (např. benzín, petrolej, ropa, dehtové oleje),
- **plynné** – čisté chemické látky (např. vodík, methan, ethan, propan, butan) a směsi (např. svítiplyn, vodní plyn, zemní plyn).

Zaměstnanci manipulující s hořlavými látkami by měli mít určité povědomí o jejich bezpečné manipulaci a skladování. Z tohoto důvodu by měl zaměstnavatel zajistit jejich školení, při kterém budou zaměstnanci informováni o nebezpečných vlastnostech dané látky, podmínkách manipulace a skladování, způsobu poskytování první pomoci, způsobech hašení, likvidaci v případě úniku atd. Hořlavé kapaliny nesmějí být vystavovány slunci a vysokým teplotám, neboť zde hrozí riziko vzplanutí a následného požáru. Také je důležité důsledně dodržování zásad požární ochrany v blízkosti hořlavých kapalin a plynů, zejména dodržovat zákaz kouření a používání otevřeného ohně (sirky, zapalovač). Mladistvým zaměstnancům jsou práce s hořlavými kapalinami I. nebo II. třídy nebezpečnosti s větami H224 nebo H225 zakázány. Potřebné informace o nebezpečných látkách jsou zaměstnavateli k dispozici v příslušném bezpečnostním listu.

Největším problémem z hlediska BOZP a PO bývá právě manipulace a skladování hořlavých kapalin. Důvodem je malé povědomí zaměstnanců o tom, že vysoce hořlavé kapaliny I. třídy nebezpečnosti (např. benzín) mají bod vzplanutí nižší než 21 °C. Při této relativně nízké teplotě bývá z kapaliny uvolněno tolik par, že dochází k vytvoření zapalitelné směsi se vzduchem. Jakákoliv neodborná manipulace s otevřeným ohněm tak může způsobit požár. S rostoucí teplotou dochází k většímu odpařování kapalin, čímž roste riziko jejich vznícení a výbuchu hořlavých výparů. Pro zajištění bezpečné manipulace a skladování hořlavých látek je tedy nutné zajistit proškolení zaměstnanců, nenechat s určitými hořlavinami manipulovat mladistvé a neproškolené zaměstnance, dodržovat zákaz kouření a manipulace s otevřeným ohněm, skladovat hořlavé kapaliny pouze v k tomu určených prostorách, nenechávat hořlavé chemické látky a směsi u zdroje tepla a vždy dodržovat skladovací podmínky, eliminovat zdroje zapálení, s hořlavými látkami pracovat v dobře větraném prostoru, nevystavovat je slunci či vysokým teplotám a označit sklady s hořlavinami dle platné legislativy [21].

Pravidla pro skladování hořlavých kapalin jsou stanovena normou ČSN 65 0201. Pokud se v jednom prostoru vyskytují hořlavé kapaliny různých tříd, je výsledné zařídění stanoveno dle nejnižší třídy nebezpečnosti hořlavé kapaliny, která se vyskytuje v množství větším než 5 % požárního zatížení od hořlavých kapalin. Technologická zařízení, nádrže, kontejnery a přepravní obaly musí být zhotoveny z materiálů odolných proti chemickým účinkům hořlavých kapalin, pro které jsou určeny a musí být navrženy na předpokládané provozní zatížení. Sklady hořlavých kapalin musí vždy tvořit samostatný požární úsek, přičemž musí být tyto úseky vybaveny požárně bezpečnostními zařízeními. Nejvyšší množství, ve kterém mohou být uloženy hořlavé kapaliny v jednom požárním úseku hlavního skladu, uvádí tab. 3.

Tab. 3) Nejvyšší dovolené množství hořlavých kapalin v jednom požárním úseku [22]

Hlavní sklad hořlavých kapalin	Třída nebezpečnosti			Nízkovroucí kapaliny
	I.	II.	III.	
V přepravních obalech	50 m ³	200 m ³	2 000 m ³	1 m ³
V kontejnerech nebo mobilních nádržích	500 m ³	2 000 m ³	20 000 m ³	1 m ³
Ve skladovacích nádržích	5 000 m ³	20 000 m ³	Neomezeno	50 m ³
V jednom požárním úseku provozního skladu může být nejvýše 100 m ³ hořlavých kapalin všech tříd nebezpečnosti, kromě nízkovroucí kapaliny; v případě přepravních obalů a I. třídy nebezpečnosti hořlavých kapalin je mezní množství jen 50 m ³ .				

Hlavní sklady nesmějí být umístěny v nevýrobních objektech. Skladovací nadzemní nádrže pro hořlavé kapaliny I. a II. třídy nebezpečnosti (kromě nádrží dvouplášťových) musí být chráněny proti účinkům slunečního záření (např. reflexním nátěrem, izolací, chlazením střechy a pláště vodou), nebo musí být umístěny v částečně uzavřených skladech. Skladovací nádrže musí [22]:

- být chráněny proti korozi;
- mít zařízení pro měření výšky hladiny hořlavé kapaliny v nádrži;
- mít zařízení zabezpečující nádrž proti přeplnění a zařízení pro signalizaci nejvyšší dovolené hladiny hořlavé kapaliny;
- mít větrací potrubí, opatřené zařízením zabráňujícím prošlehnutí plamene do nádrže. Pro hořlavé kapaliny I. a II. třídy nebezpečnosti, kde to vyžadují právní předpisy, musí být větrací potrubí upraveno tak, aby bylo umožněno zpětné jímání par;
- být konstrukčně upraveny tak, aby bylo umožněno bezpečné odstranění kalu a vody;
- mít u ohříváných nebo chlazených nádrží instalováno zařízení pro průběžné měření teploty se signalizací nejvyšší dovolené teploty.

Podlahy ve skladech hořlavých kapalin musí být chemicky odolné proti působení skladovaných hořlavých kapalin a musí být zhotoveny z nehořlavých hmot kromě povrchové vrstvy, zajišťující chemickou odolnost podlah [22].

2.5.2 Ochrana před výbuchy hořlavých plynů a par

Za hořlavé kapaliny jsou považovány ve smyslu ČSN 65 0201 mimo jiné i veškeré ropné produkty jako benzíny, motorová nafta, topné oleje apod. Tyto produkty tvoří při odpařování páry, které se vzduchem tvoří nebezpečné výbušné směsi. Výbušnost směsí par hořlavých kapalin se vzduchem je určována poměrem objemových množství par a vzduchu. Pro tyto látky jsou stanoveny meze výbušnosti. Dolní mez výbušnosti udává spodní hladinu objemové koncentrace par kapaliny ve směsi se vzduchem, kdy tato směs při vnější iniciaci začíná vybuchovat. Horní mez je dána spodní hladinou objemové koncentrace vzduchu ve směsi s parami kapaliny, kdy je tato směs ještě výbušná. Při řešení ochrany a zabezpečení zařízení, v nichž se naházejí pohonné hmoty, je nutné vyházet z prevence vzniku [20]:

- výbuchu/vyhoření výbušné/hořlavé směsi,
- iniciace/zapálení výbušné/hořlavé směsi.

Za zařízení s nebezpečím výbuchu jsou považována taková zařízení na výrobu, dopravu a skladování hořlavých plynů a kapalin, kde se vyskytují či kde mohou vznikat nebezpečné plyny a páry – zejména výrobně technická zařízení, technologické celky složené z nádrží a propojovacích potrubí. Za prostory s nebezpečím výbuchu jsou považovány prostory obsahující zařízení, ve kterých se mohou vytvořit výbušné směsi – obvykle uzavřené (obestavěné) výrobní prostory. Za práce s nebezpečím výbuchu jsou považovány montážní, opravárenské a jim podobné činnosti na zařízeních či v prostorách s nebezpečím výbuchu. Při takových pracích je možná iniciace výbuchu výbušné směsi – zejména při svařování, broušení a řezání kovů, ohřívání, tavení, lepení či sušení otevřeným ohněm. Při provozování zařízení a prostor s nebezpečím výbuchu je nutné zajistit zejména [20]:

- používání zařízení a ochranných systémů určených/schválených pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu,
- dokonalé větrání či naopak zamezení přístupu vzduchu (vzdušného kyslíku či jiného oxidovadla),
- účinné odvádění již vytvořené výbušné směsi z místa jejího vzniku/výskytu,
- pravidelné či průběžné kontroly obsahu hořlavých plynů a par v ovzduší za současného udržování vlastností prostředí mimo oblast mezi hořlavosti, resp. výbušnosti dané směsi.

Při práci na zařízeních je nutné zabránit vzniku výbušné směsi jejich řádným vyprázdněním, vyčištěním, odpojením od zdroje hořlavých plynů nebo par a zabezpečením. Pro tyto práce musí být předem schválen pracovní postup, zajištěno používání nejiskřivého nářadí, trvalé jistění pracovníků zvenčí a dostupnost prostředků pro případ vzniku požáru/výbuchu. Zdrojem iniciace mohou být [20]:

- otevřený oheň, hořící nebo rozžhavené těleso,
- zvýšená teplota provozního zařízení, popřípadě tepelné projevy chemických reakcí a mechanického působení (např. tření),
- jiskření způsobené nárazy nebo třením,
- výboje statické a atmosférické elektřiny,
- elektromagnetické a podobné druhy záření,
- nevhodná elektrická instalace (či závady na ní).

2.5.3 Stacionární atmosférické zásobníky a nádoby

Stacionární atmosférické zásobníky a nádoby tvoří významnou skupinu zdrojů rizik. V ropném, plynárenském a petrochemickém průmyslu došlo v minulosti k mnoha nehodám, které se týkaly právě atmosférických skladovacích nádrží. Renomovaný provozovatel v USA shromáždil údaje, dle kterých dochází k přeplnění atmosférických zásobníků jednou za 3 300 plnicích operací. Roku 2009 došlo ke dvěma samostatným haváriím v rozmezí pouhých několika dní, 23. října ve městě San Juan v Portoriku a 29. října v indickém Džajpuru. Tyto havárie demonstrovaly ničivé schopnosti, které se mohou objevit v souvislosti s provozem skladovacích terminálů a tankovišť. Havárie v ropném terminálu Buncefield, ke které došlo v prosinci roku 2005, vyústila v nezávislé vyšetřování vedené komisí pro zdraví a bezpečnost ve Spojeném království, s cílem poskytnout provozovatelům a projektantům skladovacích zařízení více pokynů a příruček, které mají zabránit opakování obdobných havárií [23].

Typy zásobníků

Pro účely kvantitativního posuzování rizik jsou rozlišovány tyto zásobníky [24], [25]:

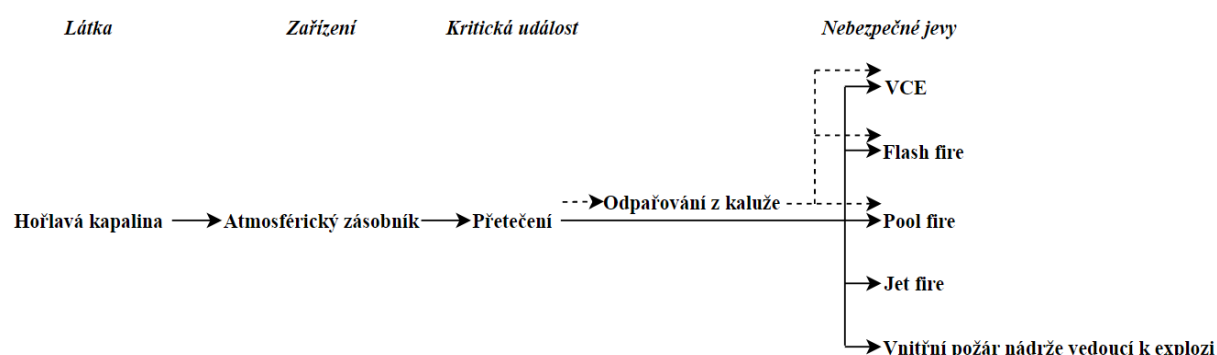
- **Jednoplášťový atmosférický zásobník**
 - Tvořen primárním pláštěm.
 - Případný vnější plášť slouží jen pro uchycení a ochranu tepelné izolace.
 - Při poruše primárního pláště nezachytí unikající kapalinu.
- **Atmosférický zásobník s vnější ochrannou stěnou**
 - Tvořen primárním zásobníkem na kapalinu a vnějším záchytným pláštěm.
 - Vnější plášť určen pouze k zachycení unikající kapaliny při poruše primárního zásobníku, nezachytí však žádné páry uvolňující se z kapaliny.
 - Vnější plášť není odolný vůči zátěži, jako např. explozi (statické zatížení 0,3 bar po dobu 300 ms), nárazu fragmentů a tepelnému zatížení.
- **Dvoupplášťový atmosférický zásobník**
 - Tvořen primárním zásobníkem na kapalinu a sekundárním pláštěm.
 - Sekundární zásobník navržen tak, aby byl schopen pojmout kapalinu uniklou z primárního zásobníku a současně odolal zátěži, jako např. explozi (statické zatížení 0,3 bar po dobu 300 ms), nárazu fragmentů a tepelnému zatížení.
 - Sekundární zásobník je otevřený a nezadrží žádné páry uvolňující se z kapaliny.
- **Úplný/dokonalý atmosférický zásobník**
 - Tvořen primárním zásobníkem na kapalinu a sekundárním zásobníkem.
 - Sekundární zásobník určen pro zachycení jak kapaliny, tak i par při úniku z primárního zásobníku a je navržen tak, aby odolal případné zátěži, jako např. explozi (statické zatížení 0,3 bar po dobu 300 ms), nárazu fragmentů a tepelnému zatížení.
 - Vnější střecha je nesena vnějším pláštěm a je schopna odolat silovému působení, jako je např. exploze.
- **Zасыpaný/zahrnutý atmosférický zásobník**
 - Zásobník, který je zcela zakryt vrstvou zeminy, avšak hladina kapaliny je nad povrchem země.
- **Atmosférický zásobník uložený v zemi**
- **Membránový zásobník**

Havarijní scénáře

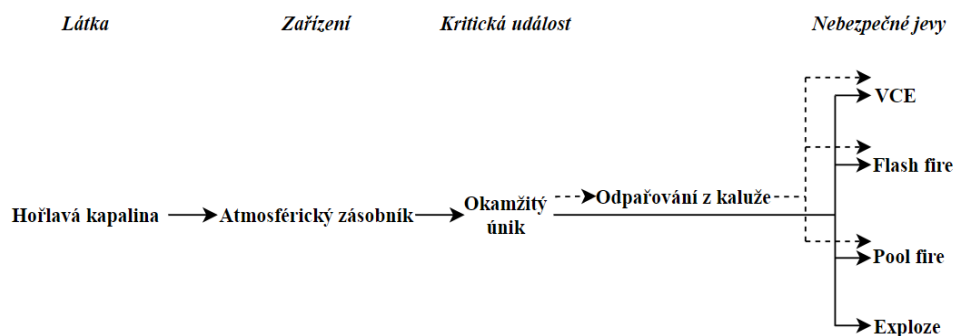
Pro atmosférické zásobníky skladující hořlavé kapaliny bývají rozlišovány tři základní havarijní scénáře [26]:

- přetečení zásobníku,
- okamžitý únik,
- zřícení střechy – pouze zásobníky s plovoucí střechou.

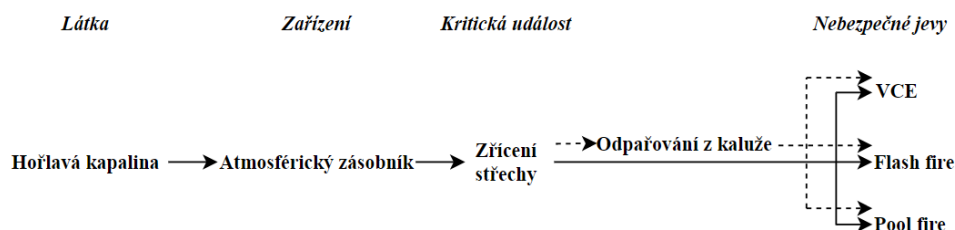
Grafická znázornění jednotlivých scénářů budou uvedena na následujících obrázcích. Havarijní scénář pro přetečení zásobníku je zobrazen na obr. 3, scénář pro okamžitý únik hořlavé kapaliny na obr. 4 a scénář pro zřícení střechy zásobníku na obr. 5. Jednotlivé scénáře kategorizují látku, zařízení, kritickou událost a nebezpečné jevy, neboť jsou tyto charakteristiky základními prvky popisu daného havarijního scénáře. Nebezpečné jevy budou dále popsány v podkapitole 3.2.1.



Obr. 3) Havarijní scénář pro přetečení zásobníku s hořlavou kapalinou [26]



Obr. 4) Havarijní scénář pro okamžitý únik [26]



Obr. 5) Havarijní scénář pro zřícení střechy zásobníku s plovoucí střechou [26]

Bezpečnostní systémy

U stacionárních atmosférických zásobníků jsou rozlišovány tři základní bezpečnostní systémy, a sice systém ochrany proti přeplnění zásobníku, systém detekce úniku a protipožární systémy. V následujících odstavcích bude o každém systému stručně pojednáno.

Systémy ochrany proti přeplnění zásobníku by měly být automatické a fyzicky i elektronicky oddělené od systému měření hladiny v nádrži. Systém měření hladiny v nádrži by měl být vybaven alarmem, který při dosažení příslušné hladiny upozorní obsluhu. V případě dosažení kritické hladiny by mělo dojít k aktivaci záložního zařízení na ochranu vůči přeplnění zásobníku, kdy dojde k automatickému přerušení plnění. Tyto bezpečnostní systémy by také měly zohlednit teplené rozpínání hořlavé tekutiny v nádrži. Pro snímání hladiny hořlavých kapalin by neměly být používány elektro-mechanické přístroje, neboť se jedná o složitá zařízení, která jsou velmi citlivá a náchylná na několik možných způsobů poruchy. Místo toho by měly být používány moderní elektronické snímače hladiny, jako jsou radarové hladinoměry.

Přestože je detekce hořlavých výparů v oblastech skladování hořlavých kapalin považována za dobré bezpečnostní opatření, nemusí být vždy praktické, neboť je rozptyl těchto výparů poměrně složité předpovídat. Účinnější systém detekce úniků je poskytnut detektory kapalných uhlovodíků, které jsou umístěny v místech, kde jsou uhlovodíky hromaděny, typicky v drenážích, kanálech nebo jímkách. Tyto detektory však bývají často vystaveny poruchám nebo falešným poplachům (například kvůli nahromadění vody v jímce), proto by mělo být zváženo použití většího množství detektorů na více místech. Pokud by došlo k aktivaci poplašného zařízení, měly by být automaticky přerušeny veškeré plnicí operace v daném provozu. Jednotlivé zásobníky a jímky by měly být neustále snímány systémem bezpečnostních kamer s dobrým rozlišením a osvětlením tak, aby byli s jejich pomocí operátoři schopni detekovat únik kapaliny ze zásobníku. Jelikož od operátorů nelze očekávat neustálé sledování přenosu bezpečnostních kamer, měly by být tyto kamery samy schopny detekovat a reagovat na změny podmínek a upozornit na ně příslušné operátory.

Atmosférické zásobníky by měly být dále vybaveny systémy detekce zvýšené teploty. Bodové detektory nejsou pro velké skladovací nádrže, s ohledem na velké plochy, které je třeba pokrýt, příliš vhodné. Vhodným řešením jsou v rámci protipožární ochrany pokročilé optické detektory plamene. Jednou z nejčastějších příčin vzniku požáru je u velkých skladovacích nádrží zásah bleskem, proto by měla být zavedena příslušná bezpečnostní opatření, zejména kvalitní uzemnění zásobníku. I když je voda dobrým médiem pro chlazení nádrží, není vhodná pro hašení požáru uhlovodíků. Pro tyto účely je využívána hasicí pěna. Proto by měli provozovatelé skladovacích zařízení navrhnout protipožární systém s vhodným rozmístěním pevných i mobilních pěnových hasicích zařízení tak, aby byli v případě vzniku mimořádné události připraveni zvládat veškeré typy požárů. Každé skladovací zařízení tak musí mít svůj vlastní přizpůsobený systém požární ochrany. Aby byly šance na úspěšné zvládnutí požáru zásobníku s hořlavými látkami přijatelné, je třeba počítat s minimálně 40 minutami nepřetržitého hašení, proto by měly být zajištěny dostatečné zásoby hasicí pěny. Je však důležité poznamenat, že je v mnoha případech bezpečnější a praktičtější nechat požár zásobníku samovolně vyhasnout, zejména tehdy, kdy není šance na přemístění požáru do jiných skladovacích nádrží, kdy jsou rizika boje s požárem větší než jeho samovolné vyhasnutí a kdy nehrozí velké znečištění životního prostředí [23].

Ochranná pásma

V závěru této kapitoly by bylo vhodné uvést informace o tzv. ochranných pásmech dle zákona č. 189/1999 Sb. o nouzových zásobách ropy. Skladovací zařízení jsou k zajištění jejich bezpečného a spolehlivého provozu, k ochraně života, zdraví a majetku osob a k zamezení nebo zmírnění účinků jejich případných havárií chráněny ochrannými pásmi. Ochranné pásmo tvoří prostor, jehož hranice jsou vymezeny svislými plochami vedenými ve vodorovné vzdálenosti 150 m na všechny strany od půdorysu těchto zařízení. Ochranné pásmo vzniká dnem nabytí právní moci územního rozhodnutí o umístění stavby nebo společného povolení, kterým se stavba umísťuje a povoluje anebo vydáním územního souhlasu s umístěním stavby, pokud není podle stavebního zákona vyžadován ani jeden z těchto dokladů, potom dnem uvedení těchto zařízení do provozu. Ochranné pásmo skladovacího zařízení zaniká jeho trvalým vyřazením z provozu nebo odstraněním stavby. V pochybnostech o tom, zda ochranné pásmo zaniklo, rozhoduje na žádost vlastníka pozemku nebo stavby dotčené ochranným pásmem Správa.

V ochranném pásmu skladovacího zařízení i mimo něj je každý povinen zdržet se jednání, kterým by mohl skladovací zařízení poškodit nebo omezit či ohrozit jejich bezpečný a spolehlivý provoz a veškeré činnosti musí být prováděny tak, aby nedošlo k poškození skladovacího zařízení [27].

3 HAVÁRIE S KAPALNÝMI MOTOROVÝMI PALIVY

Ještě před řešením problematiky havárií s kapalnými motorovými palivy by bylo vhodné nejprve představit základní pojmy. V následujících odstavcích proto budou definovány mimořádné události, provedena jejich klasifikace a sepsány jednotlivé definice týkající se mimořádných událostí v širším kontextu.

Mimořádnou událostí se rozumí taková událost, která je způsobena činností člověka nebo přírodními vlivy, která může ohrožovat zdraví a životy lidí, majetek nebo životní prostředí, vyžaduje záchranné práce k odvrácení nebo omezení působení rizik a likvidační práce k odstranění způsobených následků. Jedná se tedy o závažnou situaci způsobující celou řadu negativních následků, kdy se může jednat např. o zranění fyzické osoby v souvislosti s výkonem práce, havárii automobilu, požár, povodeň, pandemii, ale také sabotáž nebo teroristický čin. Přesná definice mimořádné události je sepsána v § 2 písm. b) zákona č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému [28].

Mimořádné události je možné klasifikovat dle mnoha různých kategorií a oborů, ve kterých je tento pojem používán. Obecně lze však mimořádné události dělit podle působící příčiny. Události vyvolané přírodními jevy mohou být lokální, globální, abiotické a biotické. Události vyvolané lidským činitelem jsou pak klasifikovány jako neúmyslné, úmyslné, vojenské a nevojenské [29]. Mimořádné události lze také rozlišovat podle rozsahu na [30]:

- události malého rozsahu, které řeší právnické nebo fyzické osoby vlastními silami, zpravidla bez podílu bezpečnostního systému,
- události středního rozsahu, které jsou řešeny národním bezpečnostním systémem a jednotlivci,
- události velkého rozsahu a po nich následující bezpečnostní stavy, které znamenají rozsáhlé použití národního bezpečnostního systému,
- události a po nich následující bezpečnostní stavy v mezinárodním rozsahu, které znamenají použití bezpečnostního systému v mezinárodním prostředí,
- události a po nich následující bezpečnostní stavy v globálním rozsahu, které znamenají použití bezpečnostního systému v globálním prostředí.

Součástí pracovního života jsou často nehody. Nehoda je neplánovaná, náhlá, nežádoucí událost, která způsobí zranění lidí, škodu na majetku nebo na životním prostředí, a která se může stát havárií nebo vést k havárii. V analýze rizika jde o ztrátu kontroly nad zdrojem rizika, kdy dochází nebo může dojít k uvolnění nežádoucích potenciálních zdrojů s negativními důsledky na lidi, zvířata, životní prostředí a majetek. Při nehodě může dojít ke ztrátě života jedince nebo dojít k hromadnému ohrožení života [31].

Důvodem ke vzniku mimořádné události mohou být nebezpečné podmínky, které se vyskytnou v inkriminovaném prostoru pracoviště. Jedná se o působení fyzikálních, chemických nebo biologických činitelů, které mohou ovlivnit jak technickou složku pracovního systému, tak i jednání člověka. Nebezpečné podmínky nebo nebezpečné jednání člověka uvnitř pracovního systému pak mohou vést k závažným následkům v podobě havárie [29]. Havárie je neplánovaná, náhlá, nežádoucí událost, která vznikla v souvislosti s provozem technických zařízení, a která způsobí zranění či smrt lidí, hospodářských zvířat, škodu na životním prostředí a majetku, včetně výrobních ztrát. Závažná havárie je pak definována jako mimořádná, částečně

nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, například závažný únik, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu nebo zařízení, v němž je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována, a vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážnému dopadu na životy a zdraví lidí, hospodářských zvířat a životní prostředí nebo k újmě na majetku [31]. Ekologická havárie vzniklá při dopravní nehodě pak může být definována jako únik paliva, nebo jiných nebezpečných látek z vozidel po dopravní nehodě do okolního prostředí za předpokladu, že dojde k naplnění definice havárie uvedené ve vodním zákoně [32].

3.1 Legislativní požadavky prevence závažných havárií

Oblasti prevence závažných havárií se týká celá řada legislativních předpisů, které kladou provozovateli zařízení specifické požadavky na úroveň bezpečnosti. Detailní požadavky jsou zahrnuty do množství technických norem vztahujících se k jednotlivým zařízením s kapalnými palivy. K bezpečnosti jistě přispívají i široce zaváděné systémy řízení od systému řízení kvality přes systém ochrany životního prostředí, management bezpečnosti, ochrany zdraví při práci a další [1]. V následujících odstavcích budou zmíněny hlavní zákonné požadavky na oblast prevence rizik v širším kontextu.

Základním zákonem zabývajícím se otázkami bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je zákon č. 262/2006 Sb. (zákoník práce). Ten ve své části páté: „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci“ ukládá provozovatelům povinnost vyhledávat rizika, zajišťovat jejich příčiny a zdroje a přijímat opatření k jejich odstranění [1].

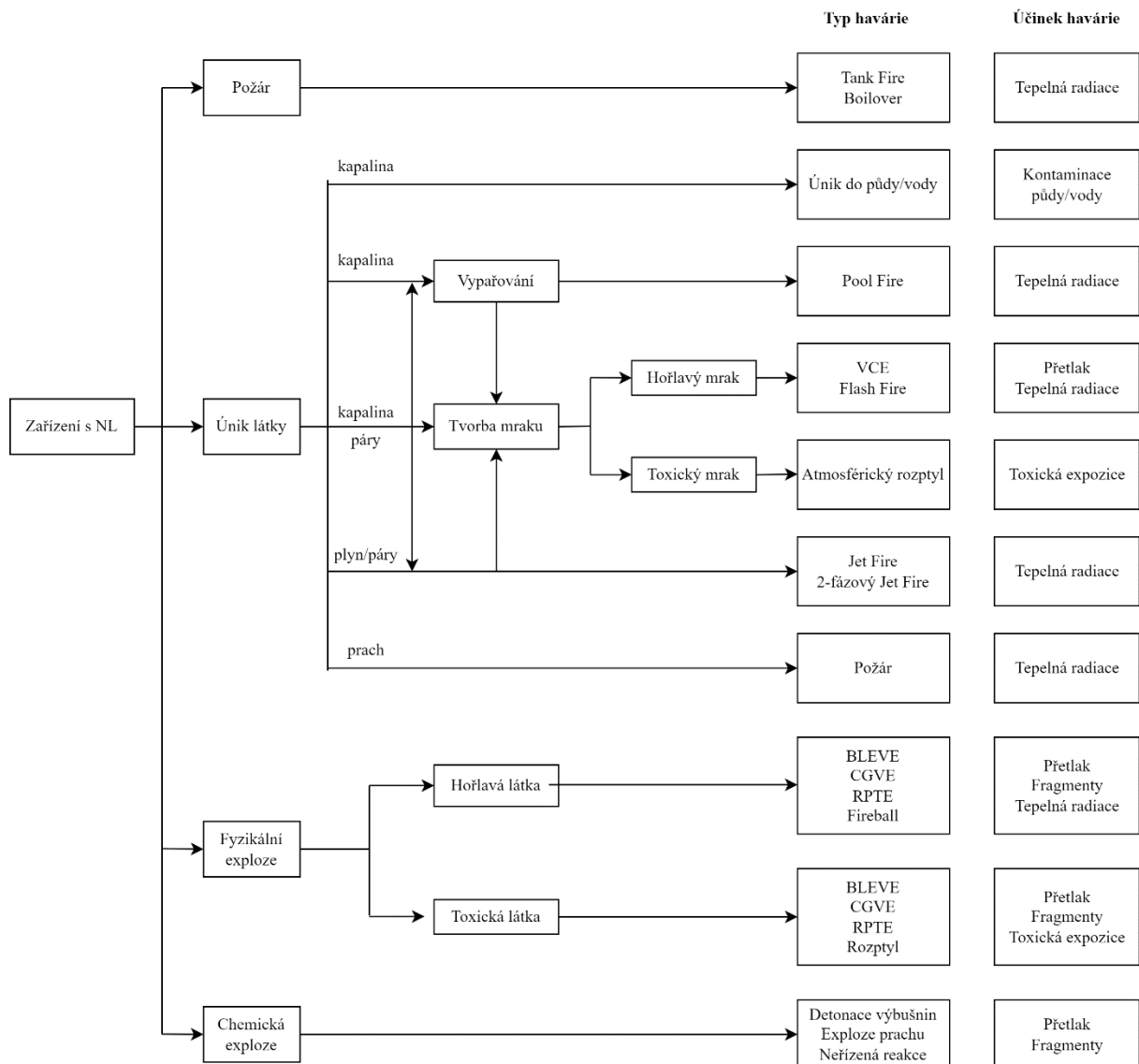
Dne 1. června 2015 musely země EU začít uplatňovat novou směrnici Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek, tzv. Seveso III [33]. Hlavním důvodem revize směrnice Seveso II bylo přizpůsobení klasifikace, označování a balení nebezpečných látek a směsí (v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008, známém pod zkratkou CLP). Další významnou změnou ve směrnici Seveso III bylo informování veřejnosti, kdy došlo ke zlepšení úrovně a kvality informací a způsobu jejich sdílení v souladu s Aarhuskou úmluvou o přístupu k informacím [1]. Novelizace směrnice Seveso III byla v ČR promítnuta do nového zákona č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi [30].

S oblastí prevence závažných havárií je částečně provázána i krizová legislativa, konkrétně zákon č. 238/2000 Sb. o Hasičském záchranném sboru ČR, zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení. Poslední zmíněný tzv. krizový zákon ve svém § 9 uvádí povinnost: „Ministerstva a jiné ústřední správní úřady vedou přehled možných zdrojů rizik, provádějí analýzy ohrožení a v rámci prevence podle zvláštních právních předpisů odstraňují nedostatky, které by mohly vést ke vzniku krizové situace.“ Dále je hasičský záchranný sbor kraje oprávněn za účelem přípravy na krizové situace vyžadovat, shromažďovat a evidovat údaje o množství a umístění vyráběných, používaných nebo skladovaných nebezpečných látek. Tato ustanovení však nejsou důsledně dodržována, především z důvodu neexistence metodiky a delegování kompetencí.

Závěrem lze konstatovat, že oblastí prevence závažných havárií se dotýká celá řada právních předpisů, které přispívají ke zvýšení bezpečnosti a v souvislosti s nakládáním s kapalnými palivy vytvářejí tlak na snižování rizik [1].

3.2 Projevy paliv při závažných haváriích

V případech havárií v průmyslových podnicích způsobených nebezpečnými látkami nebo při jejich přepravě může nastat celá řada scénářů havárií [1]. Základní formy projevů závažných havárií v obecné rovině jsou shrnuty ve schématu na obr. 6.



Obr. 6) Následky závažných havárií [24]

Existují tři hlavní kategorie následků havárií: účinky toxické expozice, účinky tepelné radiace a účinky nárazové přetlakové vlny s případnými letícími fragmenty. Tyto následky závažných havárií mohou mít dopad na lidské životy, škody na majetku a životní prostředí. Z hlediska nakládání s kapalnými palivy jsou významné především účinky spojené s požáry, výbuchy či letícími fragmenty a úniky do životního prostředí. Proto jsou z pohledu nebezpečí vybraných paliv brány v úvahu následující typy požárů a výbuchů [1]:

- **Pool fire** – požár kaluže,
- **Jet fire** – tryskový požár,
- **Flash fire** – mžikový požár,
- **VCE** – výbuch mraku plynů nebo par,
- **BLEVE** – výbuch expandujících par přehřáté kapaliny.

3.2.1 Hořlavost a výbušnost

Hoření

Hoření je fyzikálně chemická reakce, při které hořlavá látka reaguje vysokou rychlostí s oxidačním prostředkem za vzniku tepla a světla. Jedná se o reakci exotermickou, při které vzniká teplo, světlo (plamen) a produkty hoření (kouř). K tomu, aby mohlo hoření probíhat je zapotřebí přítomnosti následujících činitelů:

- **hořlavá látka** – látky v pevném, kapalném a plynném skupenství, které za určitých podmínek reagují s oxidovadlem a tím se podílí na rozvoji hoření,
- **oxidační činidlo** – nejčastěji vzdušný kyslík, ale také látky kyslík uvolňující, např. chlor, některé kyseliny apod.,
- **iniciační zdroj** – plamen, jiskra, zdroje vzniklé přeměnou jiné energie na tepelnou (např. mechanická, chemická, světelná nebo elektrická energie).

Tyto tři prvky společně tvoří tzv. trojúhelník hoření (obr. 7). Pokud je jedna z jeho stran vyloučena, pak nemůže k požáru dojít. Jelikož faktor oxidačního činidla nelze téměř nikdy vyloučit, je třeba odstranit iniciační zdroje z prostoru, kde se nachází hořlavá látka, nebo odstranit hořlavé látky z prostor obsahujících iniciační zdroje [34].



Obr. 7) Trojúhelník hoření [35]

Při hoření se vždy uvolňuje teplo. To se v oblasti hoření nehromadí, ale je odváděno do okolí prouděním, vedením a sáláním. Přenos tepla prouděním probíhá zejména prostřednictvím ohřívání kouře. Tento vysoce zahřátý kouř může zakládat nová ohniska požáru, což ovlivňuje jeho šíření. Přenos prouděním nepodporuje vlastní hoření. V případě dopadu sálavého tepla na okolní hořlavé konstrukce, zařízení a materiál působí jako vnější teplo, čímž jsou vytvořeny podmínky pro šíření požáru. Čím větší je výhřevnost hořlavé látky, tím více tepla se při hoření uvolňuje, zvyšuje se část sálavého tepla dopadajícího zpět na povrch látky a hoření je intenzivnější. Vedení tepla je vázáno na pevné látky a souvisí s jejich tepelnou vodivostí. Tepelně nevodivé látky jsou používány jako izolační materiály. Z látek vedoucích teplo jsou rozhodující kovy, neboť při jejich ohřátí vlivem požáru dochází ke zvýšení jejich teploty a mohou požár dále rozšířit [34].

Bod vzplanutí je dle ČSN 65 0201 nejnižší teplota hořlavé kapaliny, při které vnější zápalný zdroj vyvolá vzplanutí par nad hladinou hořlavé kapaliny, které ihned uhasne. Teplota vzplanutí je kritériem pro zařazení hořlavých látek do tříd nebezpečnosti [31]:

- **I. třída** – teplota vzplanutí do 21 °C,
- **II. třída** – teplota vzplanutí nad 21 °C do 55 °C,
- **III. třída** – teplota vzplanutí nad 55 °C do 100 °C,
- **IV. třída** – teplota vzplanutí nad 100 °C do 250 °C.

Výbuch

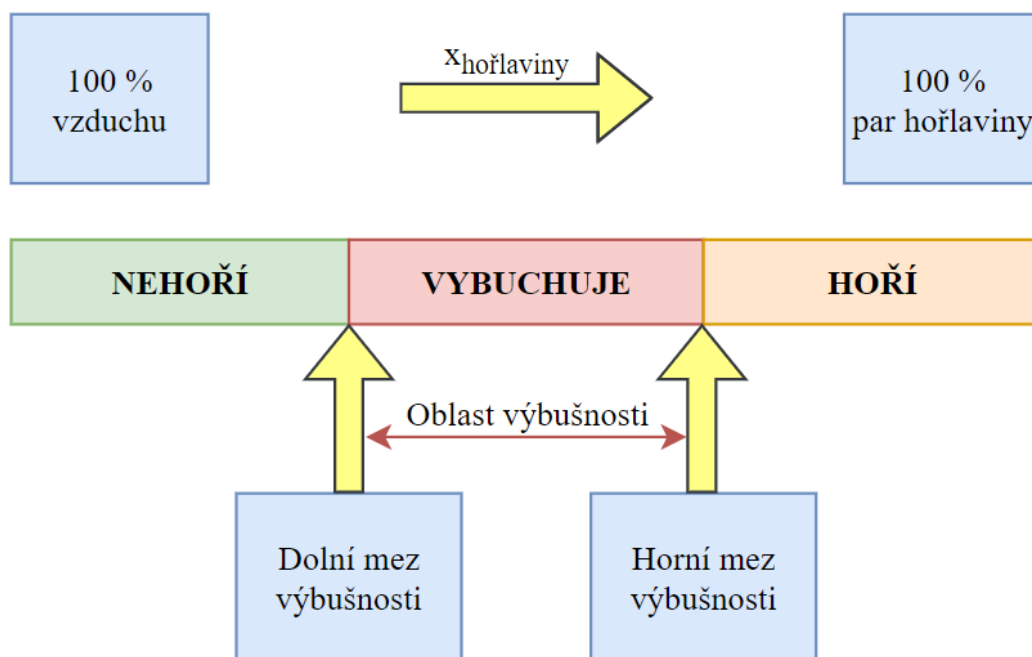
Výbuch (nebo také exploze) je fyzikální jev, při kterém dochází k náhlému, velmi prudkému uvolnění energie, obvykle doprovázené lokálním zvýšením teploty a tlaku. Výbuch doprovází zvukový, tepelný a světelný efekt. Podle rychlosti chemické reakce bývá výbuch dělen na:

- **deflagraci** – typ exploze, při které hranice reakce postupuje do nezreagovaného materiálu podzvukovou rychlostí. Může mít různé stupně síly od nepatrných škod způsobených tlakovou vlnou, až po silnou tlakovou vlnu s vážnými následky,
- **detonaci** – výbuch, šířící se nadzvukovou rychlostí a vyznačující se rázovou vlnou.

Pravděpodobnost vzniku výbuchu je mnohem menší než u vzniku požáru. Pro vznik výbuchu musí být splněny dvě základní podmínky:

- koncentrace musí být mezi dolní (DMV) a horní (HMV) mezí výbušnosti,
- musí být přítomen zdroj iniciace.

Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem zapalitelné jen uvnitř mezí výbušnosti. Pokud je tato koncentrace pod dolní mezí výbušnosti, není směs ani výbušná, ani hořlavá. Pokud je koncentrace směsi nad horní mezí výbušnosti, je směs hořlavá jen za přístupu vzduchu, ale snadno se může stát výbušnou po odpovídajícím zředění se vzduchem. Přehledné znázornění mezí výbušnosti zobrazuje obr. 8. Mezi významné následky výbuchu patří zejména tepelný tok, tlaková vlna a letící fragmenty [24].

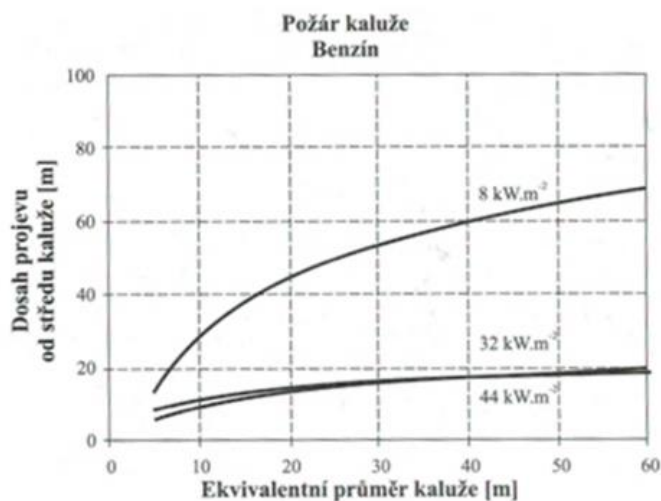


Obr. 8) Meze výbušnosti [24]

K pochopení scénáře rozvoje havarijní situace bude uveden následující popis jednotlivých typů požárů a výbuchů.

Pool fire

Požárem typu Pool fire se rozumí hoření par nad hladinou hořlavé kapaliny [24]. Vyskytne se v případě rozlití kapaliny, která vytvoří kaluž a ta je následně zapálena. Projevy tepelné radiace jsou závislé na několika faktorech, jako jsou intenzita tepelného toku, trvání expozice, typ exponované konstrukce, povaha použitých materiálů a případné bezpečnostní systémy. V literatuře jsou udávány hodnoty intenzity tepelného toku od 8 do $50 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$, který je schopen způsobit vážná poškození zařízení. Dle metodologie ARAMIS je doporučena hodnota tepelného toku s možností výskytu domino efektů více než $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ [1]. Příklad výpočtu intenzity tepelného toku požáru benzínu v závislosti na vzdálenosti od zdroje požáru je zobrazen na obr. 9.



Obr. 9) Příklad dosahu projevu Pool fire u benzínu [1]

Jet fire

Požárem typu Jet fire je hoření dvoufázového média (plynu a kapaliny) při kontinuálním úniku [24]. Jet fire se vyskytuje především v případě netěsnosti na potrubí nebo nádobě, pokud dojde k okamžitému zapálení výtoku stlačeného hořlavého plynu, kapaliny, nebo dvoufázového výtoku plyn/kapalina. K výskytu zvláštního rizika dochází tehdy, pokud Jet fire zasáhne zranitelnou překážku, např. zásobník nebo potrubní trasu. Tepelná radiace z tryskavého plamene může být intenzivní, ale ve srovnání s požárem kaluže rozlité kapaliny mají tyto požáry velmi omezený rozsah.

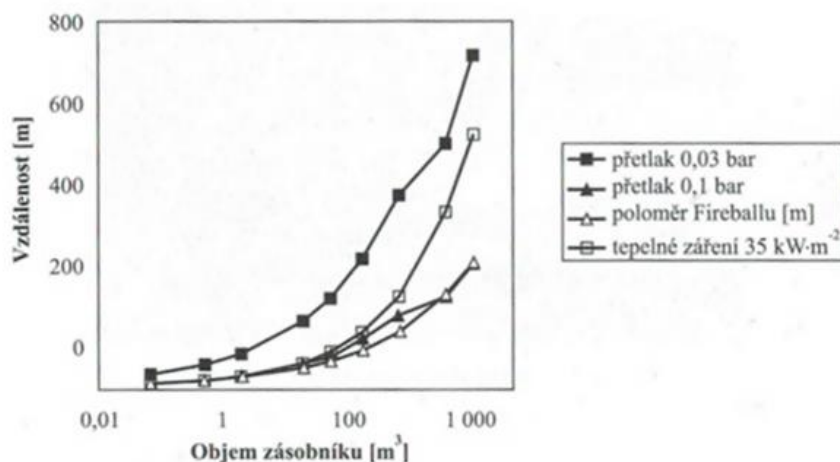
Jet fire je charakteristický vysokou energií plamene (značně vyšší než radiace při požáru kaluže) a patrnou kinetickou energií (viz obr. 12). Směr tryskání, délka plamene a radiační energie jsou při hodnocení takového zdroje rizika nejdůležitějšími charakteristikami. Délka plamene u Jet fire obvykle nepřesahuje 50 m, povrchová intenzita tepelného toku však může dosáhnout až $250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$. Nicméně se zdá, že se intenzita tepelného toku poměrně rychle snižuje s rostoucí vzdáleností od plamene, ve vzdálenosti přibližně 50 m dosahuje hodnota intenzity tepelného toku $15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$. Proto je pro maximální délku plamene 50 m hrubý odhad dosahu projevu přibližně 100 m. Pro potřeby modelování Jet fire je doporučena stejná hodnota tepelného toku $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$, která může způsobit přenesení požáru na sousední zařízení [1].

Flash fire

Požár typu Flash fire je děj, při kterém lineární rychlost šíření plamene dosahuje relativně nízkých hodnot. Rychlost šíření plamene se pohybuje řádově do $100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a je vždy nižší než rychlost zvuku v daném prostředí. Pokud hoření probíhá ve volném prostoru, není doprovázeno podstatným zvýšením tlaku [24]. Flash fire se vyskytuje tam, kde je oblak hořlavých par zapálen se zpožděním po počátku úniku (zpožděná iniciace). Požár se rychle šíří na oblak mezi koncentracemi dolní a horní meze výbušnosti. Pokud nejsou přítomny žádné překážky, pak je rychlost šíření plamene relativně nízká (nedojde k detonaci), přetlak způsobený rozpínáním plynu způsobeným mžikovým požárem je omezený a hlavním zdrojem nebezpečí je tepelná radiace. Pokud se rychlost šíření plamene zrychluje, může se požár vyvinout ve výbuch oblaku par. Pro potřeby modelování požáru typu Flash fire je doporučena hodnota koncentrace 60 % dolní meze výbušnosti, kdy může ve speciálních případech polozavřených prostor dojít k zapálení mraku par a tím k ohrožení osob nacházejících se uvnitř tohoto mraku [1].

BLEVE

Výbuch expandujících par přehřáté kapaliny (BLEVE) se objeví po náhlém úniku velkého množství stlačené přehřáté kapaliny do atmosféry. K BLEVE dochází tehdy, když se nádoba s kapalinou, která je vysoce přehřátá nad svůj atmosférický bod varu, katastroficky rozpadne. BLEVE vzniká především u skladů tlakem zkapalněných plynů nebo kapalin pod tlakem. Primární příčinou je obvykle vnější oheň, dosahující pláště nádoby s kapalinou, a oslabení nádoby, vedoucí k náhlému prasknutí pláště nádoby, nejčastěji v místech nad hladinou kapaliny, a okamžitému uvolnění obsahu. Výsledkem je pak ohnivá koule (Fireball) pocházející ve skutečnosti z atmosférického hoření oblaku tvořeného směsí par a vzduchu. K výskytu ohnivé koule dochází tehdy, jestliže při úplném roztržení tlakových nádob, které obsahují hořlavé plyny zkapalněné tlakem, dojde k okamžitému zapálení. Bouřlivé mísení rozpínající se kapaliny a par se vzduchem má za následek prudké hoření a ohnivá koule stoupá vzhůru ovzduším [1]. Průvodními jevy, které jsou součástí havárie typu BLEVE a vzniknou téměř současně ihned po explozi zásobníku, jsou tepelná radiace (Fireball), tlaková vlna a odletující fragmenty zásobníků [24]. Obr. 10 uvádí příklad výsledků výpočtů nebezpečných vzdáleností jako následků výbuchů typu BLEVE v závislosti na obsahu zásobníku.



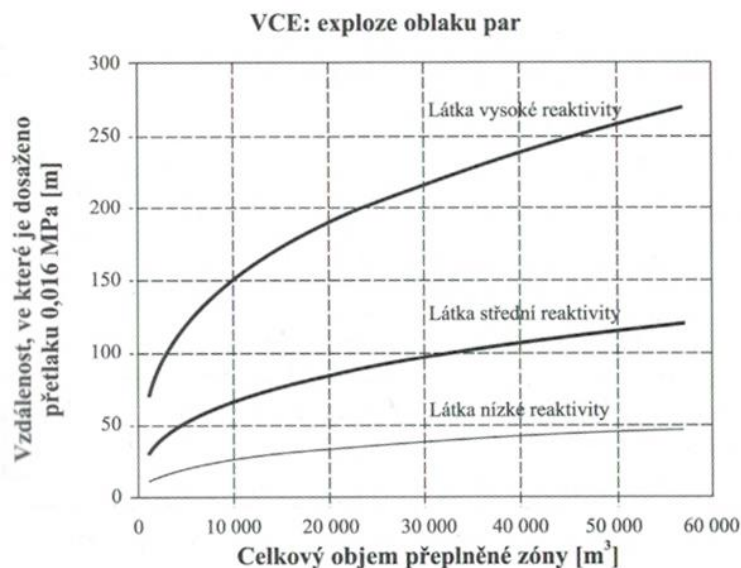
Obr. 10) Příklad stanovení projevu výbuchu typu BLEVE [1]

VCE

Výbuch mraku plynů nebo par (VCE) je výbuchová přeměna hořlavých plynů nebo par ve směsi s oxidačním prostředkem, která je doprovázena tlakovou vlnou. VCE je obvykle výsledkem zpožděné iniciace uniklé hořlavé látky. Mohou nastat dvě situace. Pokud nedojde ke vzniku přetlaku, vznikne Flash fire (mžikový požár), při kterém nedochází ke vzniku tlakové vlny. Pokud přetlak nastane, pak se jedná o VCE. Při tomto typu výbuchů již tlaková vlna vzniká, obvykle nastává detonace. Hlavním účinkem exploze mraku par je náhlé a neočekávané zvýšení tlaku. Za prahovou hodnotu přetlaku je považováno 0,016 MPa, přičemž tato hodnota odpovídá spodní hranici pro vážná poškození konstrukcí. Pro potřeby modelování VCE je v souladu s metodologií ARAMIS doporučena hodnota přetlaku 140 mbar, která může způsobit výskyt domino efektů [1]. Exploze typu VCE nastává při následujících krocích [24]:

1. Neočekávaný únik velkého množství hořlavých par. Typickým jevem je roztrhnutí nádoby, obsahující přehřáté a stlačené kapaliny.
2. Rozptylování par po provozu, zatímco se míchají se vzduchem.
3. Zapálení výsledného mračna par.

Příklad nebezpečných vzdáleností jako následků výbuchů typu VCE pro různé kategorie látek je uveden na obr. 11. Fotografie jednotlivých typů požárů a výbuchů zobrazuje obr. 12.



Obr. 11) Příklad dosahu projevu výbuchu typu VCE [1]



Obr. 12) Ilustrační fotografie jednotlivých typů požárů a výbuchů [36]

Účinky tepelné radiace

Tepelná radiace je přenos energie (tepla) prostřednictvím elektromagnetického vlnění. Nositeli tepelné energie jsou elementární částice hmoty (fotony), které se šíří rychlostí světla. Tepelná radiace se vyskytuje u všech typů požárů. Fyziologické účinky požáru na člověka záleží na míře tepelného toku a na době působení (expozice) požáru.

Intenzita záření plamene vždy záleží na teplotě, hořící látce a velikosti plamene (v případě požáru kaluže na průměru kaluže). Experimentální údaje o tepelné intenzitě pro požáry kaluží jsou dostupné pro širokou řadu materiálů až do průměru kaluže 10 m, pro LPG do průměru 35 m a pro kerosin až do průměru 50 m. Tepelný tok může být výrazně snížen přítomností vznikajícího kouře, neboť husté kouřové vlečky mohou tepelný tok snížit o 50 až 80 %. Tepelný tok emitovaný plamenem při intenzivním požáru rozsáhlé kaluže tekutých uhlovodíků může dosahovat hodnoty až $140 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, obvykle však okolo $50 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, neboť při těchto požárech vzniká velké množství sazí. V případě, že je oheň zcela zastíněn hustým kouřem, může tepelný tok poklesnout i na $20 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$.

Expozice může v reálných podmínkách trvat po celou dobu trvání požáru. Avšak pro účely modelování účinků tepelné radiace je omezena maximálně 20 sekundami, což je doba, za kterou mohou lidé utéci na bezpečné místo. Předpokládá se, že jsou lidé uvnitř budovy chráněni před tepelnou radiací, dokud tato budova nezačne hořet. Práh pro vznícení budov je stanoven na $35 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Jestliže budova hoří, předpokládá se, že všichni lidé uvnitř zahynou. Vně budov jsou lidé chráněni před tepelnou radiací oděvem tak dlouho, dokud tepelný tok nedosáhne hodnoty $35 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ a oděv nevzplane. Při srovnání s absencí oděvu snižuje ochrana oděvem počet úmrtí o 14 %. Dojde-li ke vzplanutí oděvu, předpokládá se, že člověk zahyne. Poškození budov a staveb požárem může mít rozsah od odlupování nátěrů až po vznícení a požár objektu. V případě nehořlavých materiálů může teplota dosáhnout bodu, kdy materiál ztrácí tuhost a pevnost. Je-li tento materiál použit pro nosné konstrukce, nelze vyloučit, že se stavba vlivem tepelného zatížení zhroutí. Pro poškození konstrukcí je jedním z klíčových hledisek to, zda nastane vznícení. Jelikož při stanovení možnosti vznícení hrají důležitou roli zpracování povrchu, geometrické umístění a další faktory, Eisenberg problém zjednodušil tak, že se uvažuje pouze vznícení dřeva [29]. Účinky tepelného toku jsou sepsány v tab. 4.

Tab. 4) Účinky tepelného toku [24], [29]

Intenzita tepelného toku IR [$\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$]	Pozorované účinky
100	Destrukce ocelových konstrukcí do 3 minut, 100% úmrtí osob
37,5	Úmrtí osob Dostatečná intenzita pro poškození procesního zařízení
25	Úmrtí/vážné zranění nechráněných osob Minimální intenzita pro zapálení dřeva
12,5	Tavení potrubí z plastu
9,5	Práh bolesti dosažený po 8 sekundách Popáleniny 2. stupně po 20 sekundách
4	Dostatečná intenzita pro způsobení bolesti během 20 sekund Bez smrtelných účinků
1,6	Intenzita tepelného toku dlouhodobě tolerovatelná člověkem

Pro odhad pravděpodobnosti úmrtí z působení tepelné radiace z tryskového plamene nebo požáru kaluže bývá využívána probitová rovnice ve tvaru:

$$probit = -14,9 + 2,56 \ln D_R \quad (1)$$

kde D_R je tepelná dávka počítaná podle rovnice (2), t je doba expozice [s] a I_R je tepelný tok [$W \cdot m^{-2}$] [29].

$$D_R = \int_0^T \frac{I_R^{\frac{4}{3}}(t) dt}{10^4} \quad (2)$$

Rozmezí tepelných dávek, užívaná pro případy bolesti, popálenin a fatalit zobrazuje tab. 5.

Tab. 5) Rozmezí tepelných dávek pro případy bolesti, popálenin a fatalit [24], [29]

Tepelná dávka D_R	Efekt
85 – 129	Bolest
250 – 300	Možnost zranění
210 – 700	Popáleniny 1. stupně
900 – 1 300	Popáleniny 2. stupně
500 – 3 000	1% úmrtnost běžně oblečeného člověka
2 000 – 3 000	Popáleniny 3. stupně/50% úmrtnost

Účinky tlakové vlny

Tlaková vlna je rychle se šířící vlna zhuštěného vzduchu v atmosféře charakterizovaná postupnou změnou tlaku, hustoty a teploty na jejím čele. Obvykle je vytvořená a uvedená do pohybu explozí. Trajektorie šíření této vlny je ve směru od epicentra výbuchu a pohybuje-li se kontinuálním prostředím, pak je její rychlost ve všech směrech stejná.

Pro vyjádření reálných účinků tlakové vlny a pro jejich snadnější interpretaci bývá často využíván takzvaný ekvivalent TNT. Jedná se o množství TNT, které svým výbuchem vyvolá vzdušnou tlakovou vlnu stejných parametrů jako zkoušená výbušnina, a která způsobí stejné destrukční účinky. TNT ekvivalent lze zjistit z experimentálně zjištěných parametrů výbuchových vln, nebo jej lze vypočítat z hodnot výbuchových tepel podle rovnice:

$$W = \frac{\eta Q E_C}{E_{TNT}} \quad (3)$$

kde W je ekvivalent hmotnosti TNT [kg], Q množství vybuchlého plynu [kg], E_C spalné teplo plynu [$kJ \cdot kg^{-1}$], η účinnost výbuchu (stupeň konverze) a E_{TNT} spalné teplo TNT [$kJ \cdot kg^{-1}$].

Pro posouzení účinků exploze lze také využít parametr dosah tlakové vlny. Tento ukazatel slouží k vyjádření skutečnosti, do jaké vzdálenosti může dosáhnout tlaková vlna o příslušném přetlaku Δp na svém čele, čímž poskytuje cenné informace o distribuci „zraňující síly“ v okolí epicentra výbuchu (lze ji tedy vynést do mapových podkladů). Rovnice vycházející z empiricky zjištěných dat má tvar [29]:

$$\Delta p = \left(\frac{93,2}{Z} + \frac{383}{Z^2} + \frac{1\,275}{Z^3} \right) \quad (4)$$

příčemž

$$Z = \frac{R}{W^{\frac{1}{3}}} \quad (5)$$

kde Z je redukovaná vzdálenost [m], R je vzdálenost od epicentra výbuchu [m] a W je ekvivalent hmotnosti TNT [kg].

Obvykle jsou určovány tři kategorie poranění lidí výbuchem, a to v závislosti na mechanismu, který poranění způsobí. První kategorie je primární poškození, způsobené přímými účinky tlakové vlny, kdy dochází k četným smrtelným zraněním vlivem krvácení do plic. Je-li vnější tlak na hrudník větší než vnitřní tlak v těle, hrudník se vmáčkne dovnitř, což vede k pohmožděninám vnitřních orgánů, případně vnitřnímu krvácení. Nejčastějším bezprostředním zraněním vlivem účinku tlakové vlny je protržení ušního bubínku. Ušní bubínek je poškozen následkem přetlaku, neboť je charakteristická perioda vibrace orgánů ucha malá v porovnání s dobou trvání tlakové vlny. Druhou kategorií je sekundární poškození, způsobené rozletem fragmentů od epicentra výbuchu. Při určování účinků letících fragmentů se rozlišuje mezi úlomky, které způsobují řezné rány a úlomky, které řezné rány nezpůsobují. Mezi zranění způsobenými řeznými úlomky se řadí tržné rány a průstřely. Třetí kategorií poranění lidí následkem výbuchu je kolize člověka s překážkou vlivem sražení či odhození člověka tlakovou vlnou. Nejvýraznější účinky terciálních následků nastávají tehdy, je-li člověk v okamžiku exploze ve vzpřímené poloze.

Pro odhad pravděpodobnosti úmrtí následkem tlakové vlny bývá využíváno následující rovnice:

$$probit = -18,1 + 2,79 \ln(\Delta p) \quad (6)$$

kde Δp je stanovená hodnota přetlaku v čele tlakové vlny [kPa] [29]. Experimentálně zjištěné následky výbuchů a příslušných hodnot přetlaku Δp v čele tlakové vlny pak prezentuje tab. 6.

Tab. 6) Vyjádření následků tlakové vlny podle přetlaku na jejím čele [29]

Přetlak v čele tlakové vlny Δp [kPa]	Úroveň zničení budov a konstrukcí
> 83	Úplné zničení
> 35	Vážné škody
> 17	Střední škody
> 3,5	Lehké škody
Přetlak v čele tlakové vlny Δp [kPa]	Dopady na člověka
16,5	Poškození ušních bubínků 1 %
19,3	Poškození ušních bubínků 10 %
34,5	Poškození ušních bubínků 50 %
43,5	Poškození plic
100	Úmrtí 1 %
121	Úmrtí 10 %
141	Úmrtí 50 %
176	Úmrtí 90 %
200	Úmrtí 100 %

Souhrn scénářů pro vybraná paliva

Velkou skupinu zdrojů rizika představují čerpací stanice pohonných hmot, zejména automobilových benzínů a motorové nafty. Čerpací stanice nejsou při běžném provozu vnímány jako významný zdroj rizika, přesto ze statistických údajů vyplývá určitá míra rizika závažné havárie. Různě velké čerpací stanice mohou obsahovat od 7,4 t do 190 t benzínu a od 17 t do 112 t nafty, ve většině případů v různě velkých podzemních nádržích. Další významnou skupinu zdrojů rizik tvoří přepravní jednotky pro kapalná paliva, zejména silniční a železniční cisterny. Jako obecný scénář havárie je předpokládána dopravní kolize nebo vykolejení vlaku.

Benzín je extrémně hořlavá kapalina, která může být zapálena teplem, jiskrou nebo plamenem. Při odpařování benzínu vzniká nebezpečný výbušný mrak, kdy jsou páry těžší než vzduch. Mezi hlavní nebezpečí patří mžikový požár (Flash fire), výbuch mraku par (VCE) a požár kaluže rozlitého benzínu (Pool fire).

Motorová nafta je nesnadno zapalitelná hořlavá kapalina. Nafta jako palivo značně zvyšuje rozšiřování a závažnost již existujících požárů a pokud je zapálena, prudce hoří. Její nízká těkavost, relativně vysoká minimální iniciační energie a vysoký bod vzplanutí představují oproti benzínu potenciálně nižší nebezpečí. Hlavní nebezpečí představuje požár kaluže rozlité nafty (Pool fire) [1].

3.2.2 Dopady na životní prostředí

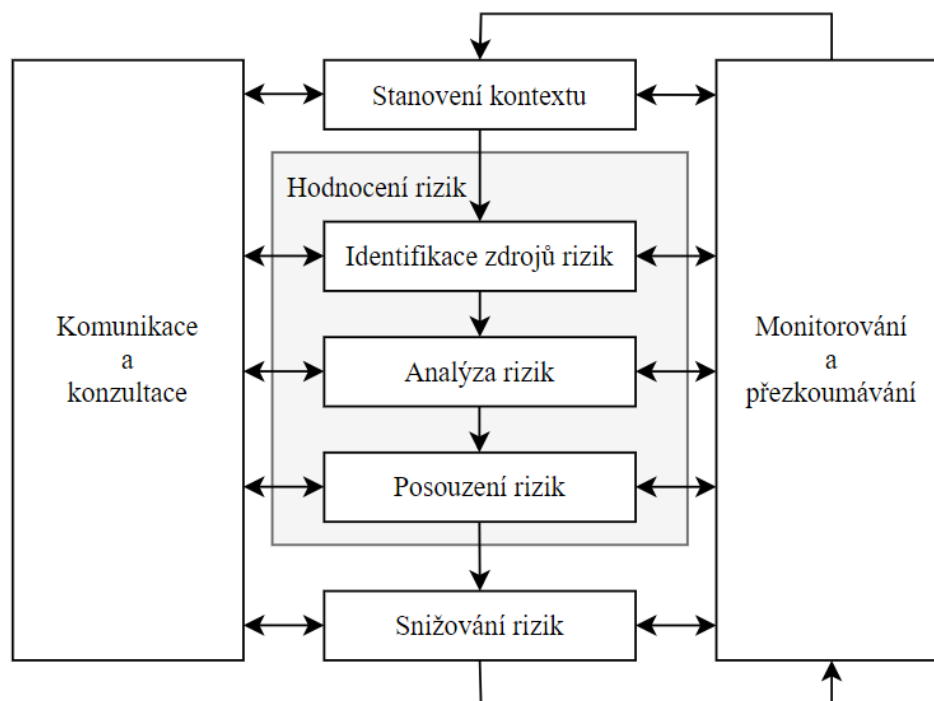
Kapalná paliva mohou v případě úniku ze zařízení, skladů nebo z přepravních jednotek ohrozit kromě osob a majetku jednotlivé složky životního prostředí. Tyto havarijní úniky mají nejčastěji za následek znečištění povrchových a podzemních vod, půdy, ovzduší a mohou také ohrozit rostliny a živočichy. V následujícím textu bude jako příklad uveden následek úniku benzínu do životního prostředí.

Benzín je komplexní směs uhlovodíkových sloučenin, které mají různé vlastnosti, a proto různé chování v životním prostředí. Pokud dojde k úniku benzínu do otevřeného prostředí, většina sloučenin v benzínu přítomných se odpařuje do atmosféry, kde jsou v průběhu několika dní rozloženy reakcí s hydroxylovými radikály. Jelikož benzín plave na vodě, může být unášen od počátečního zdroje úniku na dlouhé vzdálenosti vodními toky, kanalizací, odpadní vodou či vodami podzemními. Většina benzínu uvolněného do půdy je biologicky rozložena. Z rozsahu hodnot rozdělovacího koeficientu oktanol/voda pro benzínové sloučeniny vyplývá, že několik sloučenin obsažených v benzínu má potenciál výrazné bioakumulace ve vodních nebo suchozemských organismech. Benzín má výrazný vliv na všechny hlavní složky životního prostředí, tedy na vzduch, vodu i půdu.

Škody na životním prostředí, způsobené haváriemi kapalných paliv, závisí především na konkrétním místě nehody. Pokud se například havárie vyskytne v blízkosti povrchové vody, pak bude vodní prostředí představovat nejvíce ovlivněnou složku životního prostředí. Podobně by se většina paliv zřejmě odpařila do ovzduší, pokud by došlo k výskytu nehody na pevném povrchu. V atmosféře hraje důležitou roli vlhkost, rozdíl se mohou projevit v místech postižených rozptýlujícím se mrakem par v době dešťových srážek a suchého počasí. Vodní kapky mohou vymýt páry ze vzduchu a kontaminovat tak půdu či povrchovou vodu. Obecně lze konstatovat, že je ovzduší hlavním médiem přenosu uniklých látek do ostatních složek životního prostředí (bioty, půdy a povrchové vody). Mezi faktory výrazně ovlivňující rozsah rozptýleného oblaku také patří topografie místa havárie [1].

3.3 Hodnocení a řízení rizik závažných havárií

Obecný postup hodnocení a řízení rizik závažných havárií dle ISO 31000:2018 je znázorněn na následujícím obr. 13.



Obr. 13) Proces managementu rizik dle ISO 31000:2018 [37]

Pro analýzu a hodnocení rizik jsou obecně v souladu s legislativou o prevenci závažných havárií vyžadovány tyto kroky [1], [24]:

- identifikace zdrojů rizik (nebezpečí),
- výběr zdrojů rizik pro podrobnou analýzu rizik,
- určení možných scénářů událostí a jejich příčin, které mohou vyústit v závažnou havárii,
- odhad následků scénářů závažných havárií na zdraví a životy lidí a zvířat, životní prostředí a majetek,
- odhad roční frekvence scénářů závažných havárií,
- stanovení míry rizika,
- hodnocení přijatelnosti rizika vzniku závažných havárií.

Analýza a hodnocení rizik se provádí pro [1]:

- a) objekt nebo zařízení počínaje fází zpracování projektové dokumentace až po likvidaci objektu nebo zařízení,
- b) normální i mimořádné provozní podmínky včetně možného selhání lidského činitele,
- c) možnosti vnějšího ohrožení.

Rozsah možných škod se vyjadřuje pro ohrožení [1]:

- a) zdraví a životů osob,
- b) životního prostředí,
- c) majetku.

Analýza a hodnocení rizik se provádí s využitím kvalitativních a kvantitativních analytických metod v rozsahu a pravděpodobnostech, které musí odpovídat míře pravděpodobnosti vzniku závažné havárie a závažnosti jejích možných následků. Analýza a hodnocení rizik musí být dokumentovány včetně uvedení užitečných metod a základních přístupů k vyloučení nebo omezení rizik. Přijatelnost či nepřijatelnost rizika je dána souhrnem výsledků analýz a hodnocení rizika a vyhodnocením dalších místních podmínek a faktorů (např. sociálních, ekonomických, užívání území a dalších).

Metody hodnocení rizik lze rozdělovat na kvalitativní a kvantitativní. Další dělení metod může být rozlišováno do následujících kategorií:

- **deterministické** – založené na kvantifikaci následků havárie,
- **probabilistické** – založené na pravděpodobnosti nebo frekvenci havárie,
- **kombinace deterministického a probabilistického přístupu.**

Obecně lze konstatovat, že jsou deterministické metody používány pro analýzu celého průmyslového podniku, kdežto probabilistické pro analýzu jeho vybrané části, což vyžaduje podrobnější a tím i náročnější analýzu. Provedení hodnocení rizik umožňuje celá řada metod, které jsou modifikacemi několika nejvyužívanějších.

Kompletní analýza rizik je umožněna metodikou CPQRA. Tato metodika byla vyvinuta pro potřeby chemického průmyslu ze zkušeností průmyslu jaderného, leteckého a elektronického, avšak je její doporučený postup analýzy aplikovatelný i na ostatní druhy průmyslu. CPQRA je nástroj pro kvantifikaci a snížení rizika pomocí dílčích metod a postupů. Dalším uznávaným přístupem ke komplexnímu hodnocení rizik je metodika CPR 18E, známá jako „Purple Book“. Tato metodika obsahuje dvě části – hodnocení rizik stacionárních zařízení a rizik přepravy nebezpečných látek. Projekt ARAMIS navrhl harmonizovanou metodiku hodnocení rizik, jejímž cílem je především snížení nejistot a variability výsledků a zahrnutí hodnocení efektivity managementu rizik do analýzy. Klíčovým prvkem analýzy rizik je tedy volba vhodné metody [1]. Stručný přehled dostupných metod je zobrazen v tab. 7. Metody jsou označovány jako dílčí, neboť pomáhají pouze v jednotlivých krocích procesu analýzy rizik.

Tab. 7) Přehled nejvyužívanějších dílčích metod analýzy rizik [1]

Český název metody	Anglický název metody	Zkratka
Indexové metody	Relative ranking	RR
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
„Co se stane, když“/kontrolní seznam	What-If/Checklist analysis	WI/CL
Analýza nebezpečnosti a provozovatelnosti	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

Tyto nejvyužívanější metody mají rozdílné použití dle velikosti a složitosti procesu, podávají různé druhy výsledků a mají odlišnou náročnost na pracovní tým a čas. Některé z těchto metod na sebe navazují nebo se překrývají, jiné jsou nesrovnatelné. Volba metody je ovlivňována několika faktory, jako cílem a typem studie, zkušenostmi pracovního týmu, dostupností potřebných informací a ekonomickými náklady na danou studii. Trendem při hodnocení rizik je hierarchizace výsledků, kdy jsou především u jednoduše aplikovatelných metod výsledky překládány jako indexy úrovně nebezpečí (tzv. indexové nebo screeningové metody). Pro zdroje rizik s nejhorsími indexy je poté doporučeno provést podrobnou analýzu náročnějšími metodami. Podobným novým přístupem při hodnocení rizik celých průmyslových podniků je nejprve výběr závažných zdrojů rizik a až v druhé fázi detailní kvantitativní hodnocení rizik (QRA) takto vybraných nejzávažnějších zařízení. Oba tyto přístupy mají za cíl omezit počet detailně hodnocených zařízení v průmyslovém podniku, tím pádem zjednodušit celou analýzu rizik a soustředit pozornost především na nejzávažnější zdroje rizika. Je však třeba poznamenat, že pro realizaci celé analýzy rizik doposud neexistuje jedinečná metoda a v praxi je potřeba kombinovat několik metod [1].

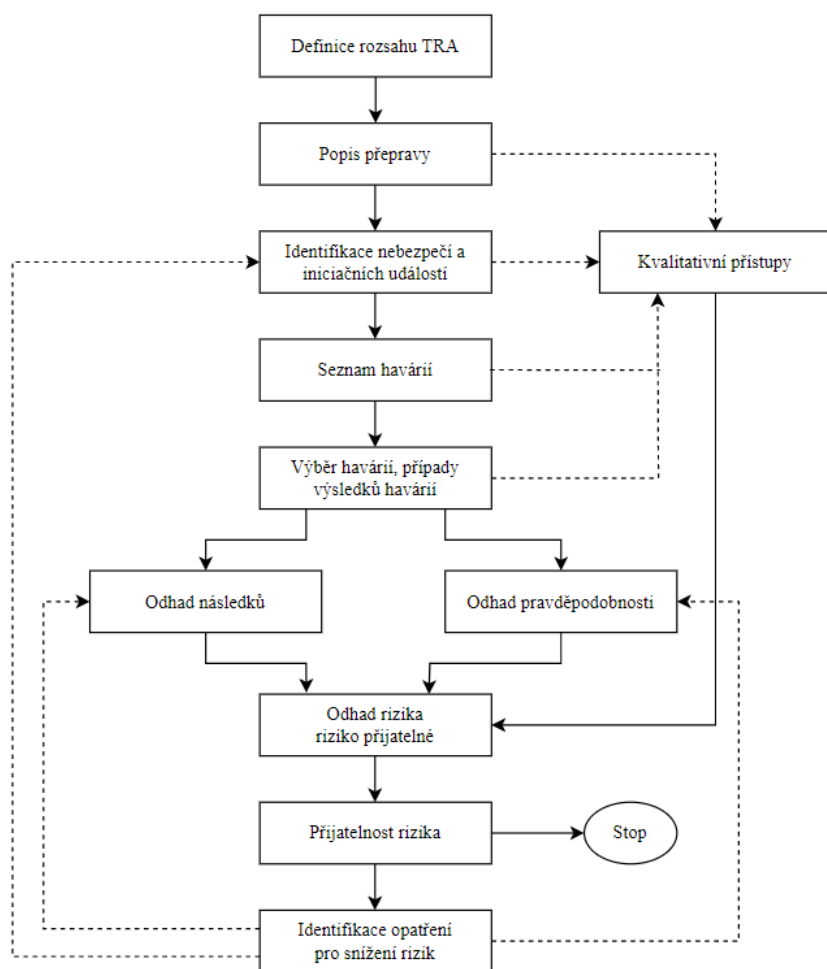
3.3.1 Možnosti hodnocení bezpečnosti přepravy nebezpečných látek

Rychlý nárůst osobní dopravy i přepravy nebezpečných látek vyvolává nutnost hodnocení a řízení rizik. Průmyslové podniky vyrábí a expedují značné množství nebezpečných látek, které představují pro člověka určité riziko spojené především s toxicitou, hořlavostí a výbušností. V České republice i v celém světě dochází čím dál častěji k haváriím při přepravě nebezpečných látek, kdy mají tyto havárie závažné následky na obyvatelstvu, majetku i životním prostředí.

Pro provedení kvantitativní analýzy rizik přepravy nebezpečných látek není předepisována evropskými ani českými předpisy žádná jednotná metodika. Mezi nejznámější metody hodnocení rizik přepravy nebezpečných látek patří metodika Guideline for Chemical Transportation Risk Assessment (TRA) amerického institutu chemického inženýrství (AIChE) a nizozemská metodika Guideline for Quantitative Risk Assessment (Purple Book CPR 18E) vydaná organizací TNO.

Pro účely kvantitativního hodnocení rizik (QRA) přepravy nebezpečných látek lze využít doporučeného postupu hodnocení rizik přepravních aktivit, který je uveden v druhé části publikace Purple Book CPR 18E. Tento postup je založen na analýze zpráv o haváriích z minulosti. Použitelnost tohoto manuálu a jeho pravidel pro realizaci studií rizik je omezena na přepravu nebezpečných látek po veřejných komunikacích vozidly, vlaky, vodní dopravou a potrubím mimo ohraničené území podniků a překladišť.

Specifickou problematiku při přepravě nebezpečných látek představují tunely. V silničních a železničních tunelech je složitější vyhodnotit míru rizika, tj. konkrétně stanovit rizika jednotlivých scénářů havárií z hlediska dopadu na přepravované osoby, majetek a životní prostředí. Cílem takovéto analýzy by mělo být rovněž posouzení stávajících nebo navrhovaných bezpečnostních opatření, případně doporučit další opatření pro snížení rizik. Výsledky analýzy by pak měly sloužit pro přípravu a nácvik zásahů hasičského záchranného sboru v případech výskytu mimořádných událostí, kdy může docházet v uzavřených prostorech tunelů k eskalaci počtu ohrožených přepravovaných osob oproti otevřeným silnicím a železnicím [1]. Na obr. 14 je představen obecně platný postup hodnocení rizik.



Obr. 14) Kostra kompletní metodologie hodnocení rizik přepravy (TRA) [1]

3.3.2 Možnosti analýzy rizik dopadu havárií na životní prostředí

Havárie s dopadem na životní prostředí lze rozlišovat dle ohrožené složky životního prostředí. Nejčastěji se jedná o povrchovou vodu, půdu a podzemní vody. Ovzduším se mohou nebezpečné látky šířit k biotickým složkám životního prostředí – fauně a floře. Z hlediska skupenství látek představují kapaliny největší nebezpečí, dále pak látky plynné a nejméně pevné. Obecně lze charakterizovat následující základní scénáře znečištění životního prostředí v důsledku závažných havárií s účastí nebezpečných kapalných látek [1]:

- nebezpečná kapalná látka unikne ze zařízení na zpevněnou plochu, pronikne do kanalizace a v případě, že není odstraněna z ČOV, pronikne do řeky,
- nebezpečná kapalná látka vyteče na zpevněnou plochu a přímo znečistí řeku,
- nebezpečná kapalná látka unikne ze zařízení na nezpevněnou plochu, pronikne do podzemní vody a je šířena ve směru proudění podzemní vody,
- nebezpečná kapalná odpařující se látka vyteče do havarijní jímky nebo na zpevněnou plochu, odpařováním dojde k vytvoření mraku par, který je šířen ve směru větru do okolí, kde mohou být ohroženy biotické složky životního prostředí (fauna a flora),
- v případě požáru kapalných látek se mohou toxické spaliny šířit do okolí a ohrožovat biotu,
- v případě požáru kapalných látek může dojít ke znečištění životního prostředí v důsledku smíchání s hasicí vodou a jejího úniku mimo havarijní jímku.

Jednotlivé složky životního prostředí mohou být ohroženy z těchto důvodů:

- **povrchové vody** – pokud zařízení leží v blízkosti řeky anebo do řeky ústí výtok z čističky odpadních vod nebo dešťová kanalizace,
- **půdy** – jsou ohroženy na nezpevněných plochách a trávnicích,
- **podzemní vody** – pokud v podloží zařízení existuje kolektor podzemních vod a půdy jsou propustné,
- **fauna a flora** – pokud se v blízkosti zařízení nachází chráněné území s výskytem vzácných živočichů a rostlin, je dopad havárie významnější.

Z výše uvedených informací vyplývá potřeba hodnocení environmentálních rizik. Pro potřeby hodnocení potenciálních dopadů havárií na životní prostředí byly vyvinuty zcela nové metody hodnocení rizik pro specifické podmínky havarijních úniků do životního prostředí (např. H&V Index, ENVITech03). Ministerstvem životního prostředí byl vydán metodický pokyn odboru environmentálních rizik, kde byly obě metody schváleny – stanovení zranitelnosti životního prostředí metodou ENVITech03 a analýza dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V Index.

Při vlastním posuzování dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí je určen odděleně index nebezpečnosti látky pro složky životního prostředí a index zranitelnosti území vůči potenciální havárii s účastí nebezpečné látky. Index nebezpečnosti látky je kombinací (eko)toxických a fyzikálně-chemických vlastností dané látky a možností jejího šíření. Index zranitelnosti území je stanoven odděleně pro jednotlivé složky prostředí: povrchové a podzemní vody, půdní prostředí a biotickou složku krajiny, přičemž v sobě zahrnuje charakteristiky těchto složek (např. propustnost půdy, propustnost hydrogeologického podloží, využití půdy, využívání povrchové a podzemní vody, zvláště chráněná území přírody, ochranná pásma atd.). Vzájemným propojením indexů jsou syntézou získány dílčí indexy, které informují o nebezpečnosti konkrétní látky na hodnocenou lokalitu. V dalším kroku je přistoupeno k určení závažnosti potenciální havárie. Závažnost je stanovena kombinací množství uniklé látky do složky životního prostředí a dílčích indexů. Odděleně jsou odhadovány závažnosti účinků toxických látek v povrchových vodách, podzemních vodách a půdním prostředí. Dále je pak odhadnuta závažnost vlivu látek toxických a hořlavých na biotickou složku prostředí.

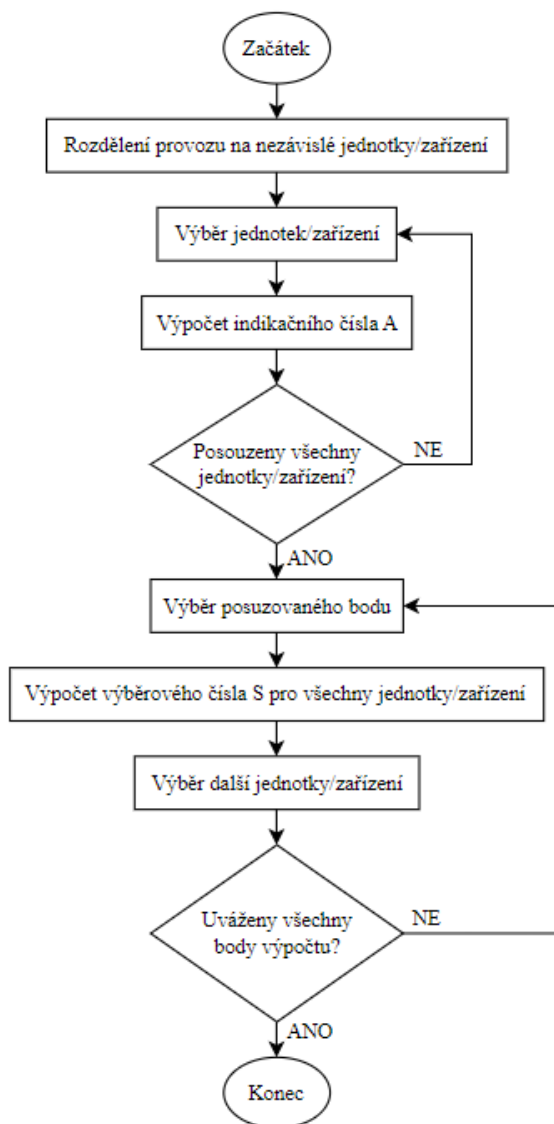
Složitost hodnocení dopadů havárií na životní prostředí spočívá v řadě faktorů, které není lehké zohlednit. Mezi tyto faktory patří [1]:

- a) **Upřesnění uniklého množství látky a okamžité klimatické podmínky.** V současnosti je uplatňován deterministický přístup, kdy je brán v úvahu únik maximálního přítomného množství nebezpečné látky v objektu. Pro detailní hodnocení rizik by bylo potřeba vzít v úvahu opatření na snížení rizik, která by mohla snížit množství uniklé látky do životního prostředí. V analýzách rizik je složité zohlednit aktuální klimatické podmínky, které mohou značným způsobem ovlivnit uniklé množství a závažnost dopadu havárie na životní prostředí.
- b) **Ekotoxické vlastnosti látky.** Pro vyhodnocení následků úniků nebezpečných látek a jejich mobilitu je potřeba znát fyzikálně-chemické a ekotoxické vlastnosti látek. Informace o ekotoxických vlastnostech však nejsou v bezpečnostních listech či databázích standardně uváděny.
- c) **Stav životního prostředí.** Složitým prvkem hodnocení je migrace nebezpečné látky prostředím, především rychlost šíření, a tudíž odhad velikosti zasažených ploch.

3.3.3 Identifikace zdrojů rizika a návrh scénářů

Identifikace zdrojů rizika vychází z konkrétních nebezpečných vlastností používaných látek, v tomto případě kapalných paliv. Na základě seznamu nebezpečných látek a jejich množství v zařízení jsou sestavovány seznamy zdrojů rizik. Typickými příklady jsou zásobníky, reaktory, potrubí, cisterny apod. Cílem je identifikovat potenciální scénáře závažné havárie, které se mohou vyskytnout při průmyslové činnosti. Výsledkem identifikace nebezpečí je popis havarijních scénářů, které se mohou vyskytnout a které jsou pak dále hodnoceny z hlediska pravděpodobnosti a následků [1]. Konkrétní typy scénářů, které se mohou vyskytnout při skladování a manipulaci kapalných paliv, především Pool fire, Flash fire a VCE, již byly představeny v podkapitole 2.5.3.

Celkový počet zařízení v objektu, pro který musí být vypracována kvantitativní analýza rizik (QRA), může být poměrně vysoký. Při QRA však není nutné uvažovat všechna zařízení, neboť ne všechna významně přispívají k riziku. Proto byla pro odhalení riziku nejvíce přispívajících zařízení vyvinuta metoda výběru, která umožňuje selekci takových zařízení. Takto vybraná zařízení pak musejí být při QRA uvažována [38]. Základní postup selektivní metody dle CPR 18E je znázorněn na obr. 15.



Obr. 15) Postup metody výběru dle CPR 18E [39]

Při této metodě je tedy nejprve objekt/podnik rozdělen na nezávislá zařízení (oddělené jednotky). Nebezpečnost každého zařízení je stanovena na základě množství látky, provozních podmínek a vlastností nebezpečných látek, přičemž je míra skutečné nebezpečnosti zařízení vyjádřena indikačním číslem A. Nebezpečnost zařízení je pak stanovena pro množinu bodů v okolí (na hranici) objektu. Nebezpečnost zařízení na jistou vzdálenost je určena na základě známého indikačního čísla a vzdálenosti mezi posuzovaným bodem a zařízením. Míra nebezpečí v posuzovaném bodě je pak odvozena z hodnoty výběrového čísla S. Na základě relativní hodnoty výběrového čísla jsou pak vybírána zařízení pro analýzu QRA [38].

Rovněž v případě hodnocení přepravy nebezpečných látek je prvním krokem analýzy rizik tzv. výběr závažných úseků tras, kdy jsou analogickým způsobem vybírány ty úseky, kde je nezbytné pokračovat v detailním kvantitativním hodnocení rizik.

Výsledky této části analýzy slouží pro tvorbu možných scénářů závažných havárií. Určení scénářů je někdy uváděno jako samostatný krok analýzy rizik, jindy jako součást identifikace zdrojů rizik. Cílem je výběr reprezentativních scénářů závažných havárií, které jsou v další části analýzy rizik hodnoceny z hlediska následků a pravděpodobností [1].

3.3.4 Stanovení příčin havárie

Pokud dojde k havarijní události, musí být poté náležitě analyzována, přičemž je nezbytným krokem této analýzy stanovení příčin havárie. K tomuto účelu existují různé metody, které pomáhají nejen odhalit příčinu dané nežádoucí události, ale také pomáhají nalézt způsob, jak jim předcházet. Mezi tyto metody patří také analýza kořenových příčin neboli RCA. Tato analýza se týká systematického procesu, při kterém jsou identifikovány faktory přispívající ke konkrétní události, která je předmětem zájmu (např. havárie). Cílem této analýzy je odhalit kořenové příčiny tak, aby buď možnost jejich výskytu, nebo jejich dopad mohly být změněny. Je vhodné poznamenat, že bývá analýza RCA používána k analýze události, která nastala, tudíž se při ní analyzuje minulost. Znalosti o kořenových příčinách minulých událostí tak mohou vést k zásahům, které generují zlepšení v budoucnosti [40]. Pro pochopení této analýzy by bylo vhodné uvést vybrané definice dle ČSN EN 62740 a ČSN EN 62502 [40], [41]:

- **příčina** – okolnost nebo soubor okolností, které vedou k poruše nebo úspěchu,
- **kauzální faktor** – podmínka, zásah, událost nebo stav, který byl nezbytný nebo přispěl k výskytu významné události,
- **významná událost** – událost určená k tomu, aby byla kauzálně vysvětlena,
- **kořenová příčina** – kauzální faktor, který nemá žádného předchůdce, který je pro účely analýzy relevantní,
- **posloupnost** – řetězec událostí vedoucí od iniciační události přes následné události ke specifickému výstupu.

Aby byla analýza RCA efektivní, musí se provádět systematicky jako zkoumání, při kterém jsou kořenové příčiny a závěry podloženy dokumentovaným důkazem. Aby toho bylo dosaženo, má analýza RCA zahrnovat následujících pět kroků [40]:

- **zahájení** – určení potřebnosti provádění analýzy a vymezení jejího účelu a rozsahu,
- **zjištění faktů** – sbírka dat a zjištění faktů o tom, co se stalo, kdy, kde a kým,
- **analýza** – použití nástrojů a technik ke zjištění, jak a proč došlo k události,
- **validace** – vyřešení možností, jak a proč byla významná událost způsobena,
- **prezentace výsledků** – prezentace výsledků analýzy významné události.

Pro realizaci analýzy RCA může být využita celá řada technik. Mezi nejpoužívanější z nich lze zařadit [40]:

- sestavování diagramů událostí a kauzálních faktorů,
- multilineární řazení událostí,
- metodu „proč“,
- metodu stromu příčin,
- analýzu proč – protože,
- metodu stromu poruchových stavů a stromu úspěchů,
- Ishikawa diagram,
- bezpečnost prostřednictvím organizačního vzdělávání,
- strom opomenutí managementu rizik,
- AcciMaps,
- Tripod Beta,
- kauzální analýzu pro teoretický model a procesy nehod systémů.

3.3.5 Hodnocení následků scénářů

V tomto kroku analýzy rizik bývají stanoveny následky havárií na člověka, majetek a životní prostředí. K tomu může být využito výpočtů nebo softwarových modelů, jejichž cílem je dosáhnout co nejpřesnějšího modelování následků havarijních scénářů. Problematiku modelování lze rozdělit na modelování úniků a rozptylů a modelování expozic a poškození.

Nejprve musí být vypočítána rychlost úniku ze zdroje a rozptyl látky do okolního prostředí. Modely výpočtu rychlosti úniku ze zdroje a modely rozptylů jsou podrobně popsány v knize „Yellow Book“ (CPR 14E). Jsou zde popsány různé druhy modelů, například:

- únik výtokem a rozstříkem,
- vypařování z kaluže,
- rozptyl mraku par,
 - rozptyl těžkého plynu,
 - pasivní rozptyl,
- výbuch mraku par,
- tepelný tok způsobený požáry.

Dalším krokem hodnocení rizik po úniku a rozptylu nebezpečných látek je stanovení následků, které jsou nejčastěji vztaženy na smrtelné účinky na obyvatelstvo. Pro detailní modelování úniku nebezpečných látek a následků požárů, výbuchů nebo šíření toxických látek lze využít celé řady softwarů. Mezi nejznámější programy patří ALOHA, RMP*Comp, SAFETI, PHAST, EFFECTS, CHARM atd. Některé z těchto programů jsou uživatelsky volně přístupné, další jsou komerčními produkty významných společností zabývajících se analýzou rizik. Pro stanovení nebezpečných vzdáleností lze použít libovolný matematický model, uživatel může vyhodnotit závažné události vybranými modely v závislosti na jeho zkušenostech, případně mohou být dalším zdrojem některé publikace a knihy, jako například již zmíněný „Yellow Book“.

Odhady následků havárií mobilních zdrojů rizika jsou v současnosti řešeny pouze sporadicky, a to zpravidla pouze pomocí jednoduchých matematických modelů. Tyto screeningové modely jsou vesměs založeny na difuzních modelech, a poskytují tak pouze přibližný odhad následků havárií, nezohledňují například detailní členitost terénu v městské

aglomeraci. Pomocí zmíněných modulů jsou řešeny úlohy havarijních úniků ze stacionárních zdrojů pro účely bezpečnostních zpráv průmyslových podniků. V případech komplexní orografie je ovšem obecně doporučeno využívat dynamických modelů rozptylu. Tento přístup náročného numerického modelování však v současné době nenáleží ke standardně využívaným postupům hodnocení rizik v oblasti prevence závažných havárií [1].

3.3.6 Hodnocení pravděpodobnosti scénářů

Do kvantitativní analýzy rizika objektu musejí být zahrnuty takové úniky, které přispívají k individuálnímu a společenskému riziku. V praxi to znamená, že úniky ze zařízení musí být zvažovány tehdy, jsou-li splněny následující podmínky [24]:

- **frekvence výskytu události** musí být rovna nebo vyšší než 10^{-8} /rok,
- vně hranic objektu nebo přepravní trasy lze očekávat 1% pravděpodobnost **smrtelných zranění**.

V analýze rizik jsou dále rozlišovány následující typy úniků [24]:

- **Všeobecné/generické úniky** – takové úniky, jejichž příčiny nejsou uváděny explicitně. Do této kategorie patří především úniky způsobené korozí, vadami konstrukce, vadami svarů, nefunkčním odvětráváním atd.
- **Úniky následkem vnějšího impaktu** – pro případy transportních jednotek. V případech úniků následkem vnějšího impaktu (nárazu) u stacionárních zařízení a potrubí je předpokládáno, že jsou buďto zahrnuty ve skupině generických úniků nebo budou zahrnuty uvedením (přičtením) zvláštní frekvence poruch.
- **Úniky při plnění a stáčení** – pokrývají přepravu materiálů z přepravní jednotky (cisterny) do stacionární jednotky (zásobníku) a naopak.
- **Specifické úniky** – úniky specifické vzhledem k provozním podmínkám, projektu, materiálu a rozložení provozu. Příkladem jsou tepelná ujetí reaktorů a domino efekty.

Pro stanovení pravděpodobnosti jednotlivých scénářů závažných havárií jsou často využívány generické hodnoty uvedené v odborné literatuře, založené na základě historických údajů (statistik havárií z databází). Jednou z nejčastěji využívaných publikací je „Purple Book“, v níž jsou popisovány události, při kterých dochází k poškození zařízení a úniku nebezpečných látek, tzv. LOC. Pro tyto případy poruch jsou uváděny předpokládané frekvence výskytu stanovené na základě havárií z minulosti. Metodika tak předkládá poruchy zařízení, které přispívají ke společenskému riziku a musí být uvažovány při QRA [1]. Jako příklady údajů frekvencí poruch jsou v následující tab. 8 uvedeny hodnoty pro potrubí.

Tab. 8) Frekvence poruch zařízení pro potrubí [1]

Případy poruch zařízení (LOC) pro potrubí		
G.1	Lom plného průměru – výtok z obou stran lomu plného průměru	
G.2	Trhlina – výtok z otvoru o efektivním průměru 10 % jmenovitého průměru, max. 50 mm	
	Zařízení	
		G.1
		G.2
	Potrubí, průměr < 75 mm	$1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
	Potrubí, průměr 75 – 150 mm	$3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
	Potrubí, průměr > 150 mm	$1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
		$5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
		$2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
		$5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

Pro modelování následků úniků hořlavých látek je nezbytné odhadnout pravděpodobnost okamžitého nebo zpožděného vznícení. Příklad hodnot pravděpodobnosti okamžitého vznícení pro stacionární zdroje se nachází v tab. 9. Kapaliny K1 v této tabulce reprezentuje kapaliny, které mají bod vznícení menší než 21 °C a tlak par při 50 °C menší než 1,35 bar pro čisté látky nebo 1,5 bar pro směsi. Příklad hodnot pravděpodobnosti okamžitého vznícení pro transportní zařízení uvnitř areálů podniků je uveden v tab. 10.

Tab. 9) Pravděpodobnost okamžitého vznícení pro stacionární zdroje [1]

Zdroj		Látka
Kontinuální	Jednorázový	Kapaliny K1
< 10 kg·s ⁻¹	< 1 000 kg	0,065
10 – 100 kg·s ⁻¹	1 000 – 10 000 kg	0,065
> 100 kg·s ⁻¹	> 10 000 kg	0,065

Tab. 10) Pravděpodobnost okamžitého vznícení přepravních jednotek v podniku [1]

Zdroj (únik)	Pravděpodobnost okamžitého vznícení
Silniční cisterna, kontinuální	0,1
Silniční cisterna, jednorázový	0,4
Železniční cisterna, kontinuální	0,1
Železniční cisterna, jednorázový	0,8

Pro kvantitativní analýzu rizik (QRA) silniční přepravy nebezpečných látek jsou používány definované pravděpodobnosti okamžité iniciace dle tab. 10. Zpožděné iniciace by měly být ve výpočtech hodnoceny jako funkce rozmístění zdrojů iniciace. Jestliže místní zdroje iniciace nejsou známy, mohou být místo toho použity hodnoty z tab. 11 (pro obecné situace). Ve výpočtu rizika by měly být zpožděné iniciace modelovány tak, aby udávaly maximální výsledky. Měla by tedy být předpokládána iniciace mraku v maximální velikosti.

Tab. 11) Pravděpodobnost iniciace pro obecné situace [1]

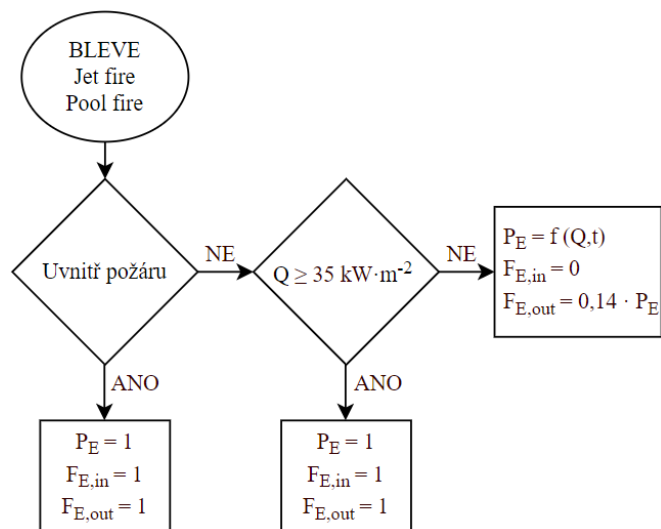
Kategorie látek	Pravděpodobnost iniciace	
	Okamžitá	Zpožděná
Hořlavé kapaliny, kategorie LF2	0,065	0,065
Hořlavé kapaliny, kategorie LF1	0,0043	–

Scénáře a následky okamžité a zpožděné iniciace úniku hořlavých kapalin kategorie LF2 (bod vzplanutí < 23 °C) jsou téměř stejné, proto je pravděpodobnost zpožděné iniciace přidána k pravděpodobnosti iniciace okamžité. Zpožděná iniciace úniku hořlavých kapalin kategorie LF1 (bod vzplanutí > 23 °C) může být ve výpočtech vynechána. Látky LF1 jsou definovány jako látky nevytvářející hořlavý mrak nad kaluží.

Druhou možností pro stanovení detailních frekvencí scénářů závažných havárií je využití analýzy metodou stromu poruchových stavů (FTA) nebo stromu událostí (ETA). Obě metody na sebe vhodně navazují, kdy vytvářené logické grafy u stromu poruch hledají cesty, kterými se mohou šířit příčiny poruch a grafy u stromu událostí popisují rozvoj scénáře ke konečným následkům. Proto se často obě metody spojují do tzv. bow-tie diagramu [1].

3.3.7 Hodnocení rizik a jeho přijatelnost

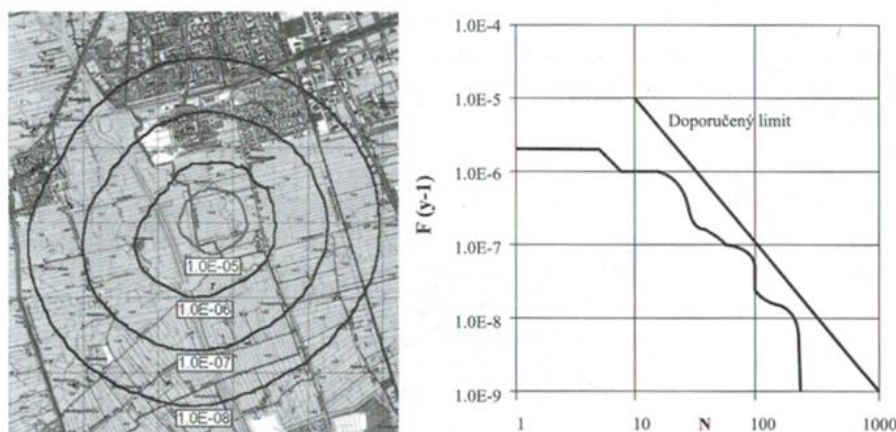
Stanovení přijatelnosti rizik spadá do širšího pojmu hodnocení rizik, kdy stanovením pravděpodobnosti a následků analýza rizik končí. Výpočet individuálního a společenského rizika zahrnuje pravděpodobnosti úmrtí osoby za dané expozice [1]. Pravděpodobnost úmrtí je vypočítána použitím probitových rovnic, které již byly zmíněny v podkapitole 3.2.1. Pravděpodobnost úmrtí P_E způsobených událostmi typu BLEVE, Jet fire a Pool fire a podíl lidí zasažených uvnitř a vně budov $F_{E,in}$ a $F_{E,out}$ jsou schematicky znázorněny na obr. 16.



Obr. 16) Výpočet pravděpodobnosti úmrtí pro podíly obyvatelstva [1]

Riziko je v komplexním pojetí chápáno jako relace mezi očekávanou ztrátou (poškození zdraví, ztrátou života, ztrátou majetku atd.) a neurčitostí uvažované ztráty (zpravidla vyjádřenou pravděpodobností nebo frekvencí výskytu neočekávané události). Výsledkem kvantitativního hodnocení rizik (QRA) jsou riziko individuální a společenské (viz obr. 17) [1].

- **Individuální riziko** představuje frekvenci úmrtí jednotlivce v návaznosti na případ poruchy zařízení (LOC). Předpokládá se, že jednotlivec není chráněn a že je vystaven nepříznivým okolnostem po celou dobu expozice. Individuální riziko je znázorňováno obrysovými liniemi (vrstevnicemi) na topografické mapě.
- **Společenské riziko** představuje frekvenci takové události, při které zahyne více osob současně. Společenské riziko je znázorňováno pomocí FN křivek, kde N značí počet úmrtí a F je kumulativní frekvence událostí doprovázených N nebo více úmrtími.



Obr. 17) Příklad zobrazení individuálního a společenského rizika [1]

V České republice byla přijatelnost společenského rizika stanovena ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí č. 8/2000 Sb., do které bylo toto kritérium převzato z Nizozemska. V následných novelách uvedené (dnes již zrušené) vyhlášky už toto kritérium uváděno není a není tedy právně závazné. Důvodem změny uvedeného předpisu je snaha MŽP poskytnout krajským úřadům a obyvatelstvu možnost definování a aplikace vlastní úrovně společenské přijatelnosti rizik. Rozhodnutí o hranicích přijatelnosti rizik je spíše společenský konsenzus než vědecký parametr.

Jako příklad stanovení hranic přijatelnosti společenského rizika lze uvést v zahraničních publikacích často diskutované křivky následků/frekvence (FN křivky). V takovémto diagramu umožňují provedené výpočty vyznačit výsledky rizika ve formě pravděpodobnosti a následků smrtelných zranění osob. Pro posouzení rizik bývá často v tomto diagramu zakreslen i rozsah oblasti ALARP („tak nízko, jak je to racionálně proveditelné“), resp. ALARA („tak nízko, jak je to racionálně dosažitelné“). Rizika, která leží v oblasti ALARP, by měla být snižována přídatnými opatřeními v případě, že to bude hospodárné [1].

V rámci ochrany obyvatel před následky nehod a havárií byl v rámci Evropského společenství přijat přístup, který je postaven na pravděpodobnostním hodnocení rizika. Tento přístup je uplatňován v oblasti prevence závažných havárií, hodnocení rizika na ekologické újmě, hodnocení kombinovaných rizik (technická a přírodní v rámci krizového plánování), hodnocení rizik pro povrchové vody apod. V oblasti prevence závažných havárií je hodnocení přijatelnosti rizik definováno v zákoně č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií.

Vyhláška č. 227/2015 Sb. vyžaduje, aby v případě, že se výsledná hodnota rizika závažné havárie jeví pro daný zdroj rizika jako nepřijatelná, byla rizika analyzována podrobněji, a dle potřeby byla stanovena a realizována organizační a technická opatření ke snížení tohoto rizika, prověřena opakovanou analýzou a hodnocením rizik. Přijatelnost nebo nepřijatelnost pro daný objekt nebo zařízení je dána souhrnem výsledků provedené analýzy a hodnocení rizik a vyhodnocení dalších místních podmínek a faktorů, zejména sociálních, ekonomických, užívání území a dalších.

Metodický pokyn odboru environmentálních rizik a ekologických škod pro identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodního původu a závažných havárií definuje, že v případě zjištění nepřijatelných kombinovaných rizik v hodnoceném území, ať už z jakéhokoliv pohledu na zranitelné cíle, je potřeba přistoupit k diskusi a řízení těchto nepřijatelných rizik, včetně návrhu nápravných a preventivních opatření v souladu s principy přístupu ALARP (uplatnění takových opatření, která vedou k významnému snížení rizika a zároveň jsou tato opatření ještě finančně únosná).

Přístup je v ČR tedy založen na metodice ALARP a ALARA, tedy není definováno kritérium přijatelného rizika a o přijatelnosti rizik je rozhodováno na úrovni kraje dle místní situace. Přijatelná četnost výskytu možného ohrožení života více osob v důsledku vzniku závažné havárie byla dle vyhlášky č. 227/2015 Sb. dána vztahem:

$$F_p = \frac{10^{-3}}{N^2} \quad (7)$$

kde F_p značí přijatelnou četnost a N počet ohrožených osob [42].

3.3.8 Řízení rizik závažných havárií

Potřeba hodnocení a řízení rizik závažných havárií vyplývá z několika faktorů, především z mnoha havárií proběhlých v minulosti, a tím i tlaku na snižování rizik různých technologických zařízení. Dále pak z nutnosti prevence havárií při územním plánování, tj. schvalování umístění nových zařízení ve vztahu k obydleným nebo chráněným územím, z nutnosti zlepšování havarijní připravenosti apod. Provedení hodnocení rizik a následná opatření na jejich snížení mohou přispět k předcházení vzniku havárií, snižování jejich následků na lidských životech, majetku a životním prostředí, případně mohou předejít nevhodnému umístění nového zařízení v blízkosti obyvatelstva nebo chráněného území z hlediska ochrany životního prostředí. Hodnocení rizik je vhodné provádět jak v přípravné fázi výstavby nového zařízení, tak při vyšetřování závažné havárie pro předcházení jejího opakování nebo ve fázi provozování zařízení, kdy hodnocení rizik přispívá k lepší informovanosti o zdrojích rizika, následcích havárie a ohrožených cílových skupinách. Vytvořené scénáře havárií slouží ke zlepšování havarijních plánů a připravenosti na účinný zásah v případě havárie. Hodnocení rizik je součástí celkového řízení rizik v průmyslových podnicích. Je zřejmé, že kromě identifikace zdrojů a hodnocení rizik přispívají k prevenci a řízení rizik další činnosti, především provoz a údržba zařízení, trénink operátorů, audity, vyšetřování nehod a havarijní plánování.

Při průmyslové činnosti nelze všechna rizika úplně vyloučit a tvrdit, že je riziko nulové. Vždy je nutné počítat se zbytkovými riziky a ty se pokoušet snižovat na nejnižší možnou míru. Na základě výsledků hodnocení rizik může být ve fázi řízení rizik rozhodnuto o prioritách pro jejich snižování. Tato oblast řízení rizik je nezbytná pro udržitelný rozvoj vyspělé společnosti. Základními přístupy pro snižování rizik technologických zařízení jsou:

- náhrada nebezpečné látky za méně nebezpečnou,
- změna technologie za modernější, bezpečnější a s menším množstvím nebezpečných látek v méně kritických podmínkách („safe by design“),
- snižování zásob nebezpečných látek na nezbytné minimum,
- účinné oddělení množství nebezpečných látek v zařízení (např. dálkově ovládanými ventily) – snížení množství unikající látky.

Dále lze pro možné snižování rizik využít celou řadu bariér, které mohou riziko vyloučit, omezit, zabránit jeho přenosu apod. Základní dělení bezpečnostních bariér je na:

- **technická opatření** – opatření v konstrukci zařízení, která vedou ke zvýšení bezpečnosti provozu (pojistné ventily, bezpečnostní jímky, dvouplášťové zásobníky, automatická regulace atd.),
- **organizační opatření** – opatření v organizaci práce, reglementech, technologických postupech a procedurách (včetně příslušného technologického vybavení), které vedou ke zvýšení bezpečnosti provozu.

Další členění bezpečnostních bariér může být na aktivní, pasivní nebo vyžadující lidský zásah. Z tohoto pohledu jsou vhodnější automatické systémy, které vylučují lidský faktor. Mezi ně patří detekční a poplachové systémy, automatické systémy jako jsou blokování a odstavovací systémy, ochrany před požárem a výbuchem, dále pak opatření proti neoprávněnému vniknutí a manipulacím a také pulty integrované havarijní ochrany včetně indikace funkčnosti ochranných systémů. Většina z těchto technických bezpečnostních opatření jsou nazývána preventivní, neboť přispívají k omezení možnosti vzniku závažné havárie [1].

Druhá skupina bezpečnostních opatření je tvořena vlastními ochrannými a zásahovými prostředky sloužících ke zmírnění a omezení následků závažné havárie. Obecně lze uvést např. stabilní technické prostředky (stabilní hasicí zařízení, odvětrávací systémy), mobilní technické prostředky (čerpadla, ventilátory, výsuvné plošiny, normé stěny), dopravní prostředky a speciální mechanismy (zemní stroje, automobilové cisterny, požární cisterny), zásahové a havarijní materiály, osobní ochranné prostředky, personální zajištění (početní stavy pohotovostních zaměstnanců). K bezpečnostním opatřením je nutné zahrnout rovněž systémy a způsoby výstrahy a varování zaměstnanců, či vyrozumění příslušných subjektů v případě vzniku havarijního stavu.

K zásadní oblasti řízení rizik patří připravenost na řešení mimořádných událostí, kdy má většina průmyslových podniků zpracován havarijní plán. Dle zákona o prevenci závažných havárií je pro podniky zařazené do skupiny B předepsáno zpracování vnitřního havarijního plánu, který obsahuje:

- popis preventivních bezpečnostních opatření,
- osoby odpovědné za plnění bezpečnostních opatření,
- popis možných následků havárie,
- popis činností nutných k minimalizaci následků,
- seznam ochranných zásahových prostředků provozovatele,
- způsob varování veřejnosti a orgánů státní správy,
- plán havarijních cvičení.

Vnitřní havarijní plán je průběžně aktualizován a prověřován praktickými cvičeními. Z hlediska rozsahu má vnitřní havarijní plán předepsány části informativní, operativní a ostatní plány pro řešení mimořádných událostí, které jsou zpracovány provozovatelem a schváleny podle zvláštních předpisů. Mezi ostatní plány lze zařadit plány konkrétních činností, které obsahují monotematické plány činností s přímou návazností na scénáře havárií a tvoří tak relativně autonomní doplněk havarijních plánů. Jedná se zejména o:

- traumatologické plány (plány péče o zraněné),
- plány varování zaměstnanců,
- plány individuální ochrany,
- evakuační plány a plány ukrytí zaměstnanců.

Současně s předložením návrhu bezpečnostní zprávy a vnitřního havarijního plánu je provozovatel objektu zařazeného do skupiny B povinen vypracovat a předložit krajskému úřadu také písemné podklady pro stanovení zóny havarijního plánování a zpracování vnějšího havarijního plánu. Dále musí provozovatel spolupracovat s krajským úřadem a jím pověřenými organizacemi na zajištění havarijní připravenosti v oblasti vymezené vnějším havarijním plánem. Informace veřejnosti v zóně havarijního plánování zpracovává a poskytuje krajský úřad. Informace jsou podávány písemnou formou a obsahují údaje o nebezpečí závažné havárie, včetně možného domino efektu, o preventivních bezpečnostních opatřeních, opatřeních na zmírnění dopadů a o žádoucím chování obyvatel v případě vzniku závažné havárie. Krajský úřad pak s provozovatelem projedná jeho účast při zpracování informací [1].

4 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY

4.1 Definice problému

Hlavní problematikou této diplomové práce je analýza významných průmyslových havárií v ČR, u kterých byla nebezpečnou látkou kapalná motorová paliva. V souvislosti se zpracováním této problematiky byly stanoveny následující cíle diplomové práce:

- rešerše problematiky bezpečnosti provozu skladů kapalných motorových paliv,
- systémový rozbor problematiky,
- rešerše a statistická analýza havárií s motorovými palivy,
- návrh opatření ke zlepšení,
- ekonomické zhodnocení navržených opatření,
- diskuse problematiky.

Za hlavní cíl lze označit návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií. Pro splnění tohoto cíle byl navržen postup a vybrány nástroje a metody, které budou představeny v následujících podkapitolách.

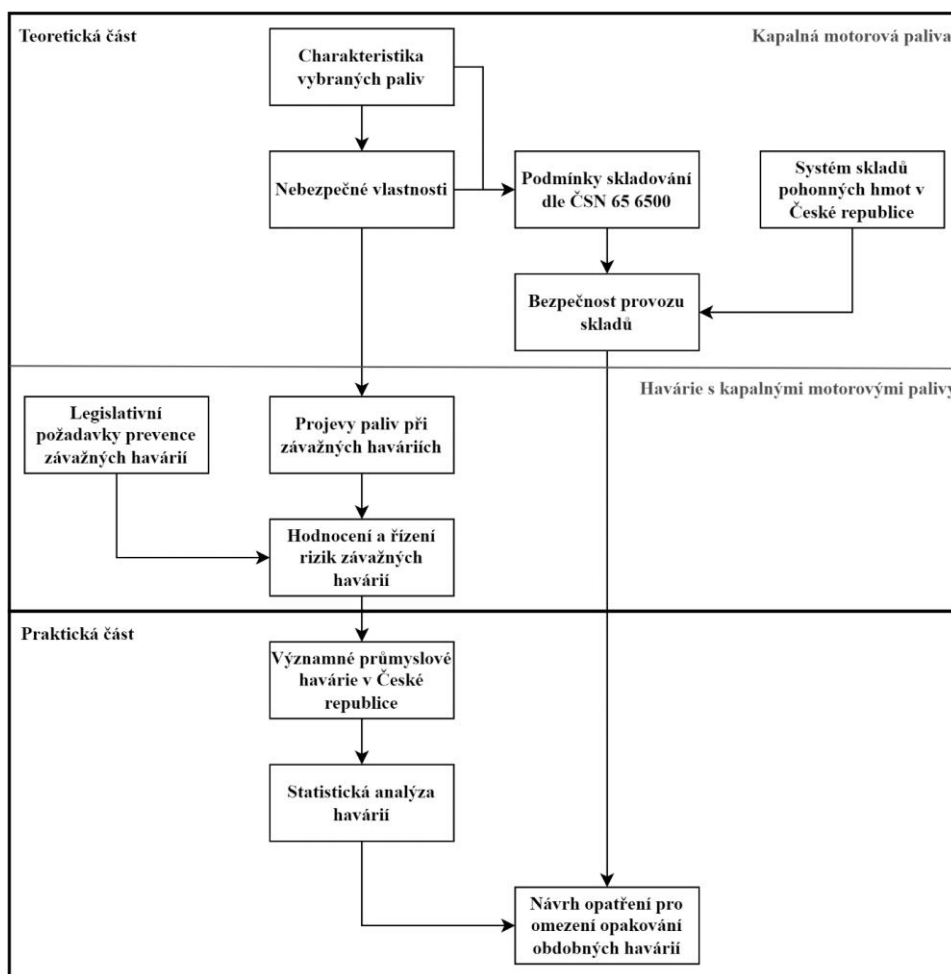
4.2 Návrh postupu řešení

Pro zpracování hlavních cílů práce bylo nejprve nutné získat o problematice dostatečné informace. Část práce, předcházející této kapitole, tak lze nazvat částí teoretickou neboli přehled současného stavu poznání.

Teoretická část práce byla rozdělena na dvě samostatné kapitoly. První kapitolou byla kapalná motorová paliva, v níž ze všeho nejdříve došlo k charakteristice vybraných paliv, konkrétně benzínu, motorové nafty, leteckého petroleje a biopaliv jako skupiny obecně. Charakteristika byla věnována jejich stručnému popisu a přehledu fyzikálních a chemických vlastností. Dále byly představeny nebezpečné vlastnosti těchto paliv, včetně uvedení výstražných symbolů CLP, standardních vět o nebezpečnosti a standardizovaných pokynů pro bezpečné zacházení. V souvislosti s jedním z cílů práce, tedy rešerší problematiky bezpečnosti provozu skladů kapalných motorových paliv, byly uvedeny podmínky skladování dle normy ČSN 65 6500 a byl popsán systém skladů pohonných hmot v České republice. Samostatná kapitola pak byla věnována samotné bezpečnosti provozu skladů, a to z hlediska manipulace a skladování hořlavých látek a ochrany před výbuchy hořlavých plynů a par. Zvláštní pozornost pak byla věnována bezpečnosti týkající se stacionárních atmosférických zásobníků a nádob.

Druhou kapitolou teoretické části byly havárie s kapalnými motorovými palivy. V ní byly nejdříve představeny legislativní požadavky týkající se oblasti prevence závažných havárií. Dále byly popsány projevy paliv při závažných haváriích, konkrétně hořlavost, výbušnost a dopady na životní prostředí. Závěrečná podkapitola byla věnována hodnocení a řízení rizik závažných havárií. Zde byly uvedeny možnosti hodnocení bezpečnosti přepravy nebezpečných látek, možnosti analýzy rizik dopadu havárií na životní prostředí, identifikace zdrojů rizika a návrh scénářů, stanovení příčin havárie, hodnocení následků a pravděpodobnosti těchto scénářů, dále pak hodnocení rizik, jeho přijatelnost a řízení rizik závažných havárií. Obsah teoretické části tak lze brát jako jakýsi přehled informací mapující problematiku havárií s kapalnými motorovými palivy. Zpracování hlavních cílů diplomové práce bude věnována její druhá část, kterou lze nazvat částí praktickou.

Pro vypracování analýzy významných průmyslových havárií s kapalnými motorovými palivy bude nejprve nutné dané havárie dohledat. K tomuto účelu by měly být využity všechny dostupné prostředky. Jelikož je předpokládáno nalezení velkého množství těchto havárií, bude nutné zavést určitá kritéria, na základě kterých budou havárie tříděny a zařazovány do výsledné analýzy. Po nalezení dostatečného počtu havárií bude nutné provést co nejdůkladnější mapování toku informací, díky čemuž bude shromážděno dostatečné množství dat pro vypracování dalších částí práce. Jelikož je hlavním cílem práce návrh opatření k zabránění opakování obdobných havárií, bude k jednotlivým haváriím nutné najít hlavní příčinu jejich vzniku. Pro tyto účely bude aplikován vhodný kauzální model. Kromě příčin by bylo rovněž vhodné zpracovat i následky nalezených havárií. Tím bude demonstrována nejen závažnost daných havárií, ale budou také získány další ukazatele pro zpracování statistické analýzy. Po provedení rešerše a příslušné analýzy havárií bude následovat analýza statistická. Díky této analýze by mělo dojít k vyvození obecných závěrů ohledně řešených havárií, jejím hlavním cílem však bude získání uceleného přehledu o hlavních příčinách daných havárií z hlediska jejich četnosti. Získání hlavních příčin bude klíčovým prvkem pro vypracování návrhu opatření ke zlepšení. Na základě statistiky četnosti hlavních příčin budou k těmto příčinám navrhována jednotlivá opatření, a to s pomocí informací získaných v teoretické části a vlastních úvah autora práce. Předpokládaný postup řešení diplomové práce je zobrazen na obr. 18. Výstupy praktické části budou následně řešeny v diskusi, a to z hlediska ekonomického zhodnocení a ověření účinnosti navržených opatření. Dosažené výsledky pak budou prezentovány v závěru této diplomové práce.



Obr. 18) Předpokládaný postup řešení diplomové práce

4.3 Představení metod a nástrojů pro řešení

4.3.1 Mapování toku informací

Pro vypracování analýzy havárií je nezbytným požadavkem zjištění co největšího množství informací o daných haváriích. Nejlepším prostředkem pro zjištění těchto informací jsou databáze havárií. V následujících odstavcích tak budou představeny nejznámější a nejpoužívanější databáze havárií v ČR i ve světě.

Informace o závažných haváriích proběhlých v zemích Evropské unie jsou shromažďovány ve středisku MAHB v italské Ispře. Systém hlášení závažných havárií eMARS byl založen pro potřeby souhrnu informací o závažných haváriích hlášenými členskými státy Evropské unie Evropské komisi v souladu s požadavky direktivy Seveso II. V současnosti obsahuje databáze eMARS více než 1 186 záznamů (ke květnu 2023) o závažných haváriích v průmyslových podnicích. Dalšími uznávanými databázemi havárií jsou ARIA a ZEMA. Francouzská databáze ARIA, spravovaná Ministerstvem ekologie, udržitelného rozvoje a energie, představuje seznam havarijních událostí, které způsobily škody na zdraví osob nebo na životním prostředí. Tyto události jsou způsobeny především průmyslovými a zemědělskými zařízeními, anebo se vyskytly při přepravě nebezpečných látek. Databáze obsahuje od roku 1992 přes 50 000 záznamů havárií. Německá databáze ZEMA byla založena v roce 1993 Federální agenturou pro životní prostředí. Tato databáze slouží k evidenci závažných havárií, které jsou publikovány formou ročních zpráv. V databázi je registrováno 588 událostí, přičemž je jejich statistické hodnocení dostupné za období let 1991 až 2008 [1]. Britská databáze MHIDAS obsahuje informace o haváriích s nebezpečnými látkami, které mají za následek evakuaci obyvatelstva, oběti na životech nebo škody na majetku. Tato databáze však již není dále aktualizována [43]. Podobné databáze jsou vedeny i ve Spojených státech amerických (databáze CSB) nebo v Nizozemsku (databáze FACTS, ve které jsou shromažďovány informace o více než 25 700 závažných haváriích) [1].

V České republice slouží pro podobné účely informační systém MAPIS. Jeho součástí je databáze nežádoucích událostí (DNU), které mají nepříznivý vliv na životy a zdraví lidí i zvířat, životní prostředí, majetek a při nichž je narušena stabilita systému s možným ohrožením bezpečnosti. DNU je automatický otevřený databázový systém, který shromažďuje jednak informace o proběhlých nežádoucích událostech v průmyslu a jejich detailní analýzy, ale také údaje o pracovních úrazech [44]. Údaje o haváriích při přepravě nebezpečných látek jsou shromažďovány v Dopravním informačním systému DOK Ministerstva dopravy ČR. Od roku 1996 bylo registrováno celkem 37 941 havárií ve všech typech přepravy nebezpečných látek v České republice [1]. Základní představu o počtech případů úniků nebezpečných látek poskytují údaje z let 2002 až 2005 (nejlépe registrované údaje), které jsou zobrazeny v tab. 12.

Tab. 12) Počty úniků vybraných nebezpečných látek [1]

Rok	LPG		Benzín	
	Silnice	Železnice	Silnice	Železnice
2002	60	1	726	49
2003	56	4	923	38
2004	52	2	830	85
2005	51	4	774	36

Pro rešerši významných průmyslových havárií a mapování toku informací bylo autorem rozhodnuto o využití internetových databází ARIA, eMARS a MAPIS. Jelikož se jedná o průmyslové havárie na území České republiky, bude pro sběr informací také použito tuzemských zpravodajských portálů, webových stránek a další literatury. Také budou užity hlášení o vzniku závažných havárií, které z důvodu ochrany dat nebudou citovány.

4.3.2 Metodika pro zjišťování příčin

Pro nalezení příčin průmyslových havárií bude jako kauzální model použita „Metodika pro zjišťování příčin průmyslových havárií s účastí nebezpečných látek“. Metodika vznikla jako hlavní výstup v rámci řešení projektu č. VI20192022119 s názvem „Rozvoj nového přístupu ke zjišťování příčin průmyslových havárií s účastí nebezpečných látek (zkratka „ISAAC“)“, který byl podpořen programem bezpečnostního výzkumu České republiky 2015-2022 (BV III/1-VS). Účelem této metodiky je pomoci implementovat do praxe nové možnosti a přístupy ke zjišťování příčin průmyslových havárií s účastí nebezpečných látek (zejména klasifikovaných jako toxické, výbušné nebo hořlavé) pro potřeby vyšetřování Policie ČR, znalců v oboru, průmyslových podniků a v neposlední řadě pro potřeby MŽP. Tato metodika byla navržena v souladu s platnou legislativou ČR, zavedenými zvyklostmi, metodickými postupy Policie ČR a s novými poznatky a nástroji v oboru bezpečnosti a vyšetřování, aplikovanými jak v Česku, tak v zahraničí. Metodika je použitelná zejména ve specifických podmínkách České republiky a v jejích krajích [45].

Pro potřeby osob zainteresovaných v procesu vyšetřování nabízí metodika další podklady pro práci a studium formou příloh. Pro účely vypracování této diplomové práce budou využity následující přílohy:

- příloha č. 1: Plán prověřování a vyšetřování,
- příloha č. 4: Příklady typových scénářů průmyslových havárií (metoda FTA).

Vyšetřování havárií s účastí nebezpečných toxických, hořlavých či výbušných látek, včetně zjišťování jejich příčin, je pracovní činností vyžadující nezřídka znalosti a vědomosti z několika kombinovaných vědních oborů. Jedná se o jednu z typických odborných inženýrských až vědeckých prací vykonávaných komisaři a znalci na rozhraní několika vědních oborů. Průmyslové havárie bývají velmi specifické svým rozsahem, následky, komplexností dějů a velkou různorodostí příčin. V každé kauze havárie začíná vyšetřování a zjišťování příčin prakticky znovu, od bodu nula. Každé vyšetřování je jedinečné, přestože i jen z několika popsáných případů podobných havárií na podobných technologiích už lze vyvozovat určitá poučení. Pro návrh specifického postupu pro zjišťování příčin průmyslových havárií byla přijata hypotéza, že je pro tuto činnost obecně použitelná tzv. základní vědecká metoda práce, která sestává z následujících bodů:

1. Zjištění potřeby zkoumání
2. Definování problémů ke zkoumání
3. Sběr dat
4. Analýza dat
5. Návrh hypotéz
6. Testování/vyvrácení hypotéz
7. Výběr finální hypotézy

Základní metodika zjišťování příčin by se proto měla opírat o systematický přístup a pozornost věnovanou všem důležitým faktům a podrobnostem [45].

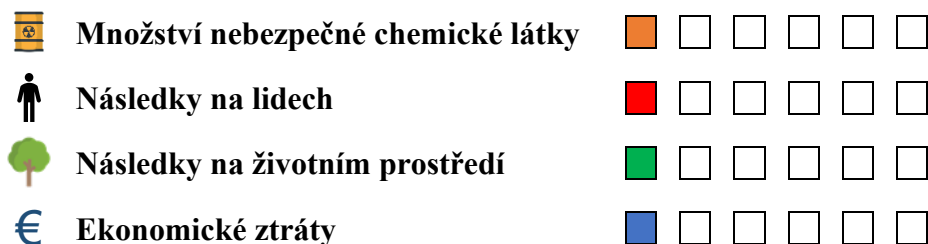
Pro účely této diplomové práce jsou nejdůležitějšími z výše uvedených body č. 3 a 4, tedy sběr a analýza dat. Autorem tedy byla navržena tabulka s názvem „Přehled informací dle metodiky ISAAC“. Tato tabulka bude uvedena ke každé havárii a budou v ní obsaženy jak informace o dané havárii, tak jednotlivé typy příčin. K vyplnění této tabulky budou využity výše zmíněné přílohy. V pravém sloupci budou sepsány kódy, díky nimž bude každá informace v daných přílohách dohledatelná. Vzor této tabulky je zobrazen v tab. 13.

Tab. 13) Vzor – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Název havárie		
Název subjektu:		–
Místo havárie:		
Typ podniku (dle CZ-NACE):		
Pracovní činnost:		
Pracovní úkon:		
Výrobní prostředek úkonu:		
Typ nehodového děje:		
Typ příčiny:		
Zdroj nebezpečí:		
Nebezpečná látka:		
Kořenová příčina:		–
Přímé příčiny:		–
Nezbytné příčiny:		–
Vrcholová událost:		

4.3.3 Interpretace následků

Pro interpretaci následků průmyslových havárií bude využita Evropská škála pro hodnocení průmyslových havárií (ESIA). Tato škála byla členskými státy EU oficiálně schválena v únoru 1994 jako prostředek uplatňování direktivy Seveso. Škála obsahuje 18 technických parametrů, rozdělených do 4 kategorií, které mají objektivně charakterizovat následky havárií. Každá z těchto kategorií obsahuje 6 úrovní, charakterizujících významnost daného následku. Výstupem hodnocení ESIA je grafické znázornění následků, podávající informaci o závažnosti havárie [46]. Jelikož se jedná o indexovou metodu, budou jednotlivé rozhodovací parametry uvedeny v přílohách 1 až 4. Příklad grafického znázornění ESIA, které bylo upraveno autorem této práce, a které bude v této práci využíváno pro hodnocení následků havárií, je zobrazeno na obr. 19.



Obr. 19) Grafické znázornění ESIA [47]

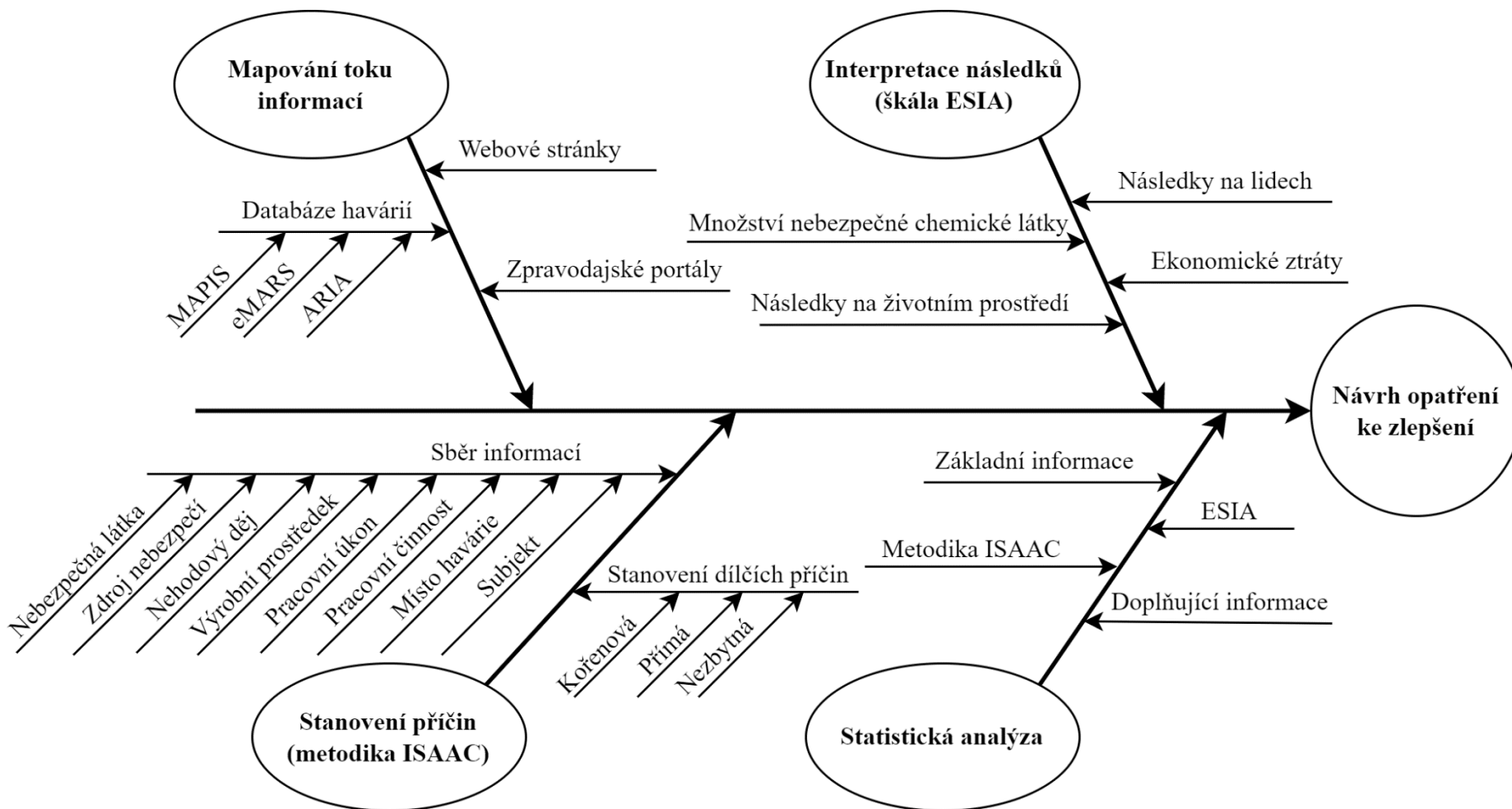
4.3.4 Statistická analýza

Pro účely vypracování statistické analýzy byl autorem vytvořen soubor formátu Microsoft Excel, do kterého budou zaneseny všechny dostupné informace o řešených haváriích, a který bude odevzdán jako součást diplomové práce. Tento soubor bude rozdělen na čtyři samostatné sekce, dle charakteru zjištěných informací. Tyto sekce, včetně uvedení příslušných podkategorií, jsou následující:

- **Základní informace**
 - lokace (město/obec, kraj),
 - datum (rok, měsíc, den, název dne, čas).
- **Metodika ISAAC**
 - subjekt (název, typ),
 - místo havárie,
 - pracovní činnost,
 - pracovní úkon,
 - výrobní prostředek,
 - nehodový děj (typ, systém, vrcholová událost),
 - příčina (typ, kategorie, kořenová, přímá, nezbytná),
 - zdroj nebezpečí (název, podkategorie, kategorie),
 - nebezpečná látka.
- **ESIA**
 - množství nebezpečné chemické látky,
 - následky na lidech,
 - následky na životním prostředí,
 - ekonomické ztráty.
- **Doplňující informace**
 - projevy,
 - kontaminace,
 - zasahující složky,
 - zásah (počet hasičů, doba zásahu, množství hasební vody, pěnidla, sorbentu, těžba kontaminovaných zemín, normé stěny, zasažená plocha),
 - závažná havárie (dle zákona č. 224/2015 Sb., databáze eMARS).

4.3.5 Návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií

V následující kapitole tedy budou nejprve představeny významné průmyslové havárie, které se v minulosti udály na území České republiky. U každé havárie bude nejprve uveden její popis, mapující tok informací při této havárii, následně bude na danou havárii aplikován kauzální model pro zjištění příčin vzniku dané havárie a budou interpretovány její následky. Informace o uvedených haváriích budou dále použity pro vypracování statistické analýzy. Hlavním výstupem kapitoly bude návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií. Tento návrh bude vypracován na základě tzv. hlavních příčin, které budou kategorizovány autorem. Ke kategorizaci budou využity jednotlivé příčiny identifikované za pomoci kauzálních modelů tak, aby bylo zjištěno, co bylo hlavní příčinou vzniku dané mimořádné události. Návrhy budou dle typu příčiny prezentovány v jednotlivých odstavcích, ve kterých budou prezentovány a náležitě okomentovány. Jelikož je návrh opatření ke zlepšení hlavním výstupem této diplomové práce, byl pro znázornění řešení této problematiky vypracován Ishikawa diagram, který je zobrazen na obr. 20 a je jakýmsi grafickým shrnutím této podkapitoly.



Obr. 20) Ishikawův diagram problematiky návrhu opatření ke zlepšení

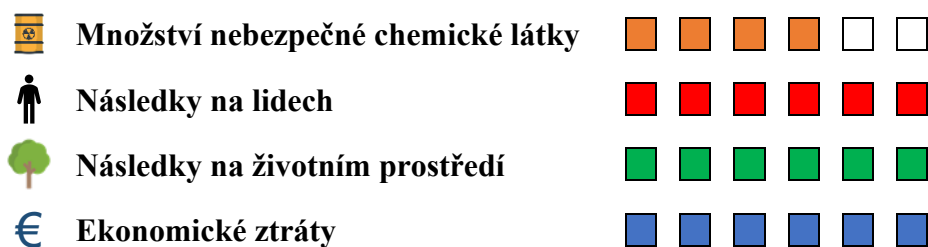
5 ANALÝZA HAVÁRIÍ

5.1 Významné průmyslové havárie v České republice

Ještě před zahájením analýzy průmyslových havárií s kapalnými motorovými palivy v ČR by bylo vhodné zmínit havárie, které se udály v zahraničí. Ukázkou ničivé síly kapalných uhlovodíků nejlépe znázorňují katastrofické události z roku 2005.

Dne 23. března 2005 v čase 20:30 SEČ otrásl ropnou rafinérií britské společnosti BP v americkém Texas City mohutný výbuch. Tlaková vlna byla citelná do vzdálenosti osmi kilometrů, v rozsáhlém okruhu kolem rafinérie otrásla budovami a vytloukla z nich okna. Na místě exploze vznikl široký kráter, administrativní budovy byly výbuchem vážně poškozeny. Záchranáři i zaměstnanci rafinérie ihned zahájili prohledávání trosků a pátrání po možných přeživších. Z důvodu podezření z terorismu byli na místo havárie vysláni také vyšetřovatelé FBI [48]. Příčinou havárie bylo selhání systému pro signalizaci polohy hladiny, což vedlo k přeplnění nádrže separátoru. Při výstraze upozorňující na velký tlak v nádrži operátor otevřel cestu k pojistným ventilům, odkud poté následoval únik benzínu do okolí. Po iniciaci benzínové páry explodovaly. Následné vyšetřování odhalilo zásadní selhání při vypracovávání návrhu jednotky a kultura bezpečnosti podniku byla označena za nefunkční. Důsledkem havárie zemřelo 15 pracovníků, dalších 180 jich bylo zraněno. Škody se vyšplhaly na dvě miliardy amerických dolarů [49].

Dne 11. prosince 2005 v čase 7:01 SEČ nastala ve skladišti a distribučním terminálu ropných produktů Buncefield poblíž města Hemel Hempstead ve Velké Británii obrovská exploze. Výbuch vyvolal zemětřesení o síle 2,4 stupně Richterovy stupnice a byl slyšitelný na vzdálenost 160 km. V čase 7:27 a 7:28 nastaly další dva výbuchy. Příkladně jedna z těchto explozí nabyla masivních rozměrů, což vedlo k rozsáhlému požáru, který se následně rozšířil i na dalších dvacet velkoobjemových skladovacích zásobníků s ropou. Nad celou jižní Anglií se objevil obrovský černý mrak kouře, který dosáhl až na jihozápad Španělska a byl pozorován z více než 100 km vzdálenosti. Lidem žijícím v blízkosti terminálu bylo doporučeno nevycházet ven, z oblasti výbuchu bylo evakuováno na 2 000 lidí, obytné budovy v blízkém dosahu byly vážně poškozeny. Likvidace požáru trvala hasičům 60 hodin, přičemž byla většina skladiště zničena [50]. Vyšetřování příčin odhalilo, že k havárii došlo v důsledku přeplnění velkoobjemového zásobníku č. 912, který byl plněn bezolovnatým benzínem. Mrak par, který se utvořil z uniklého paliva, zakrátko explodoval za následného vzniku rozsáhlého požáru. Vyšetřování také ukázalo, že instalovaný servomechanický hladinoměr indikoval neměnnou polohu hladiny, ačkoliv byl zásobník v té době plněn benzínem [49]. Celkem bylo zraněno 43 osob, k žádnému úmrtí nedošlo. Na zásahu se podílelo 180 hasičů, 46 hasičských vozů, bylo spotřebováno 786 m³ pěny a 68 000 m³ vody. 800 m³ požární vody uniklo do řeky Colne. Celkové škody přesáhly 750 milionů liber [50]. Závažnost havárie znázorňuje ESIA na obr. 21.



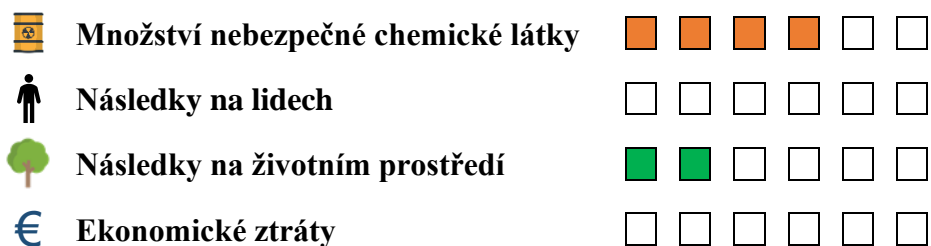
Obr. 21) Buncefield 2005 – ESIA [50]

V následujících podkapitolách bude analyzováno 33 významných průmyslových havárií s kapalnými motorovými palivy na území ČR. Pro rešerši a výběr vhodných havárií byly autorem této práce stanoveny následující kritéria:

- k havárii došlo na území České republiky,
- k havárii došlo po roce 1993,
- nebezpečnou látkou způsobující havárii byla kapalná motorová paliva,
- nehodovým dějem byl požár, výbuch nebo únik do životního prostředí,
- k havárii došlo v odvětví průmyslu (výroba, skladování, přeprava).

5.1.1 Litvínov 1994

Dne 12. září 1994 došlo na trase produktovodu Litvínov – Tremošná (v areálu společnosti Chemopetrol) k úniku 20 m³ motorové nafty. V 9:00 byla zahájena oprava těsnění přírubového spoje, ukončení oprav bylo předpokládáno v čase 15:00, po němž měli pracovníci společnosti Čepro předat zprávu o ukončení na dispečink do Roudnice nad Labem. V čase 15:15 bylo otevřeno šoupě a produktovod zprovozněn, přestože ještě nebyly práce na opravách ukončeny. Uniklá nafta kontaminovala okolní terén, dešťovou kanalizaci Chemopetrolu a řeku Bílinu, na které byly instalovány normé stěny [51].



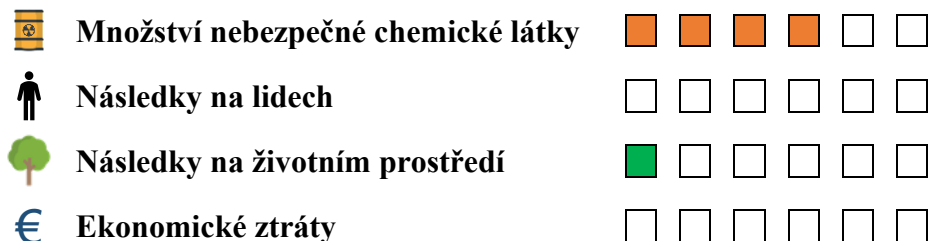
Obr. 22) Litvínov 1994 – ESIA

Tab. 14) Litvínov 1994 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Litvínov 1994		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Údržba, oprava, ladění, nastavení	052
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádné informace o zdroji	0002
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Špatná komunikace mezi pracovními skupinami	P163
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Odpojeno v průběhu plnění	–
Nezbytné příčiny:	Člověkem vytvořený otvor	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.2 Brno – Slatina 1995

Dne 23. ledna 1995 došlo k úniku 42 m³ leteckého petroleje z železniční cisterny v Brně – Slatině. Příčinou úniku byla závada na centrálním uzávěru cisternového vozu. Dne 10. listopadu 1995 provedlo generální ředitelství ČD kontrolu technologické kázně při kontrole těsnosti a plnění cisternových vozů v rafinérii KAUČUK Group, a. s., Kralupy nad Vltavou. Kontrole bylo podrobena 23 cisternových vozů, přičemž neuzavření nebo netěsnost byly zjištěny v 9 případech (39,1 % vozů) [51].



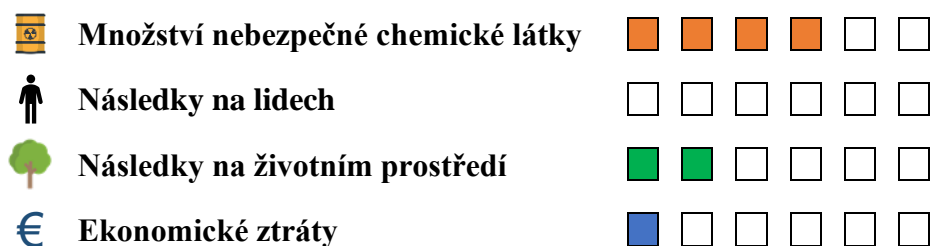
Obr. 23) Brno – Slatina 1995 – ESIA

Tab. 15) Brno – Slatina 1995 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Brno – Slatina 1995		
Název subjektu:	KAUČUK Group, a. s.	–
Místo havárie:	Železniční trať	063
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Kontrola dopravních prostředků, zařízení	055
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádný zdroj	0001
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Letecké petroleje	170
Kořenová příčina:	Výrobní vada	–
Přímé příčiny:	Těsnění, společná ztráta účinnosti	–
Nezbytné příčiny:	Nedostatečné mechanické vlastnosti konstrukce	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.3 Výrov 1996

Dne 3. října 1996 byl zjištěn rozsáhlý únik motorové nafty z kontrolní šachty produktovodu Litvínov – Tremošná u obce Hadačka – Výrov. Příčinou úniku bylo poškození potrubí z důvodu krádeže produktu. Na okolní terén uniklo 150 m³ nafty, malé množství se dostalo i do Bučeckého potoka (přítok Kralovického potoka). Na likvidaci havárie se podíleli pracovníci HZS, Čepro a Povodí Vltavy. Kralovický potok již nebyl zasažen [51].



Obr. 24) Výrov 1996 – ESIA

Tab. 16) Výrov 1996 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Výrov 1996		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Ostatní pracovní procesy	099
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Žádné informace o zdroji	0002
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Škodolibý (zlomyslný) zásah	–
Přímé příčiny:	Fyzické poškození	–
Nezbytné příčiny:	Člověkem vytvořený otvor	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.4 Litvínov 1996

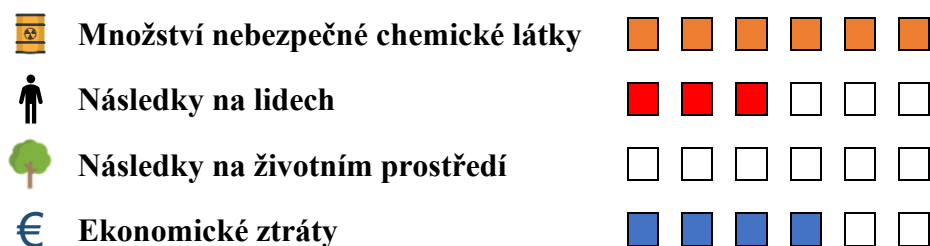
Dne 23. listopadu 1996 v čase 0:35 zachvátil tankoviště E a F rafinérie Litvínov České rafinérské, a. s., která je situována v areálu Chemopetrol, a. s., mohutný požár. Požár vypukl v prostorách čerpací stanice a zásobníkových tanků, kde byly skladovány automobilové benzíny Super, Speciál, Eurosuper, Natural a letecké benzíny 78 a 95. V době příjezdu hasičů (0:37) již hořela celá čerpací stanice a její okolí, spojovací potrubí a armatury zásobníků benzínu č. 15, 17 a 18 o předpokládaném maximálním objemu 11 000 m³ benzínu. Dále hořelo v prostoru vstupu do obslužné chodby a tank s benzínem č. 14 o objemu 5 000 m³. Průzkumem bylo zjištěno, že požár ohrožuje nádrže s tetraethylolovem o objemu 126 m³ a provoz míchání benzínů, včetně technologického zázemí [52]. Záchranářské práce byly komplikovány nefunkčními stabilními ochlazovacími zařízeními tanků, nedostatkem vody v požárních nádržích a nedostatečnou nadzemní hydrantovou sítí. Ve 14:43 došlo k dalšímu výbuchu benzínových par v obslužné chodbě, což mělo za následek znovuvznícení ploch s vyteklými kapalinami u tanků č. 17 a 18. K rychlému rozšíření požáru došlo 24. listopadu v 10:35, kdy nastal další výbuch benzínových par. Požár v tuto chvíli zasáhl plochu o rozloze 25 000 m². 27. listopadu se podařilo požár stabilizovat a bylo zahájeno odčerpávání kontaminované vody a hořlavých kapalin [53].

Přesnou příčinu havárie se nepodařilo prokázat. Vedení České rafinérské prohlásilo, že určit příčinu havárie nelze. Bylo však přesvědčeno, že nešlo o selhání člověka, nýbrž technologie [54]. Nejpravděpodobnější variantou příčiny je nejspíš kombinace havárie potrubí a statické elektřiny [55].

Celkově se hašení požáru nebo podpůrných prací zúčastnilo 48 jednotek požární ochrany z 35 okresů, celkem téměř 1 100 hasičů po dobu 163 hodin. Během havárie nikdo nezemřel, 36 hasičů však bylo zraněno. Jednalo se jedenkrát o popáleniny obličeje, jedenkrát o pohmožděninu po pádu a ve 34 případech o intoxikaci zplodinami hoření. Na hašení, ochlazování a plnění zásobníků kapalných uhlovodíků bylo spotřebováno 43 680 m³ vody a 450 m³ různých druhů pěnidel. Rafinérie přišla o 1 500 m³ benzínu připraveného k prodeji, celkový únik uhlovodíků činil 2 200 m³ [52]. Po havárii byly výrobní jednotky uvedeny mimo provoz, přičemž celkově byla výroba zastavena po 9 dní, část výroby však byla přesunuta do rafinérie v Kralupech nad Vltavou. Škody na infrastruktuře byly odhadnuty na 10 milionů korun, celkové materiální škody činily 250 milionů korun [56]. Bezprostředně po havárii panovaly velké obavy úřadů o kontaminaci ovzduší, půdy a vody. Kromě velkého množství paliva uniklo také toxické tetraethylolovo. Z hlediska životního prostředí se však o katastrofu nejednalo. Zatížení životního prostředí bylo přechodné a nedošlo tak k výraznější kontaminaci vod ani půdy. Monitorovací zařízení nezaznamenala žádné zhoršení kvality ovzduší, především díky příznivým rozptylovým podmínkám. Po havárii začalo Ministerstvo vnitra spolu s Ministerstvem životního prostředí pracovat na přípravě zákona o prevenci a likvidaci havárií, jehož součástí měl být i Integrovaný záchranný systém. Ministerstvo vnitra také zintenzivnilo práce na komunikačním systému Pegas, který měl pokrýt potřeby Integrovaného záchranného systému. Byla také věnována vyšší pozornost na vybavení HZS ochrannými prostředky [57].

Tab. 17) Litvínov 1996 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

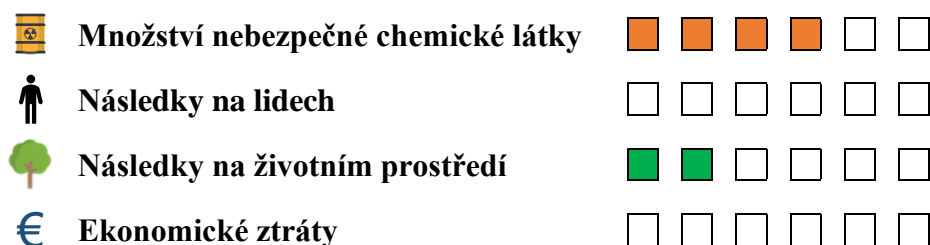
Litvínov 1996		
Název subjektu:	Unipetrol RPA, s. r. o.	–
Místo havárie:	Petrochemický průmysl	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Výroba, zpracování, skladování	010
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádný zdroj	0001
Typ nehodového děje:	Požár (působení tepelného záření)	N402
Typ příčiny:	Jiskra, statický náboj	P309
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Statická elektřina	–
Nezbytné příčiny:	Přítomnost hořlavé látky	–
Vrcholová událost:	Počátek požáru	CE5



Obr. 25) Litvínov 1996 – ESIA

5.1.5 Polerady 1998

Dne 22. ledna 1998 byla v čase 13:15 zjištěna havárie na produktovodu v Poleradech. K havárii došlo na kontrolní šachtě, kdy byla neoprávněnou manipulací narušena armaturní šachta a pootevřeny armatury výdejních ramen, což mělo za následek porušení těsnění na přírubě a následný únik motorové nafty. Celkem z produktovodu uniklo 80 m³ motorové nafty, z toho bylo 60 m³ zachyceno v jímce. Na okolní terén o rozloze 600 m² uniklo 20 m³ nafty. Po havárii musely být provedeny terénní sanační práce [51].



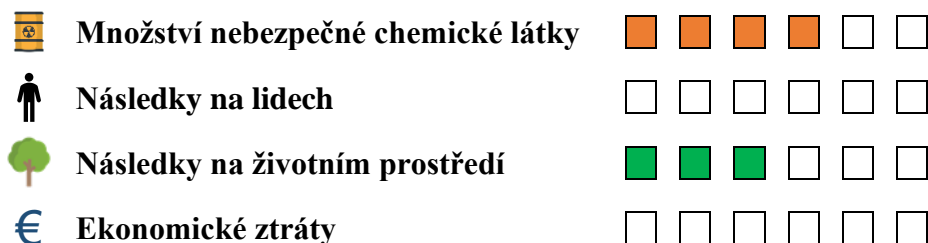
Obr. 26) Polerady 1998 – ESIA

Tab. 18) Polerady 1998 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Polerady 1998		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Ostatní pracovní procesy	099
Pracovní úkon:	Otvírání	045
Výrobní prostředek úkonu:	Žádné informace o zdroji	0002
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Škodolibý (zlomyslný) zásah	–
Přímé příčiny:	Těsnění, společná ztráta účinnosti	–
Nezbytné příčiny:	Člověkem vytvořený otvor	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.6 Havlíčkův Brod 1998

Dne 15. července 1998 došlo v nočních hodinách na nádraží ČD v Havlíčkově Brodě k úniku 45 m³ motorové nafty z železniční cisterny. Příčinou úniku bylo otevření výtokového ventilu cisterny, který byl násilně otevřen při krádeži. Únik měl za následek znečištění řek Šlapanky a Sázavy. Bylo vybudováno 5 norných stěn a odtěženo 1 000 t kontaminovaných zemin [51].



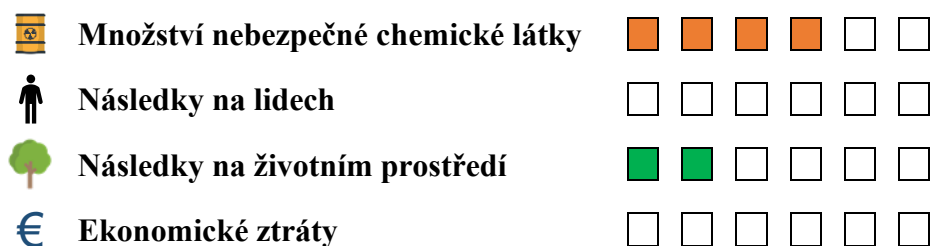
Obr. 27) Havlíčkův Brod 1998 – ESIA

Tab. 19) Havlíčkův Brod 1998 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Havlíčkův Brod 1998		
Název subjektu:	neznámý	–
Místo havárie:	Železniční trať	063
Typ podniku (dle CZ-NACE):	neznámý	–
Pracovní činnost:	Ostatní pracovní procesy	099
Pracovní úkon:	Otvírání	045
Výrobní prostředek úkonu:	Žádné informace o zdroji	0002
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Škodolibý (zlomyslný) zásah	–
Přímé příčiny:	Ventil otevřen	–
Nezbytné příčiny:	Člověkem vytvořený otvor	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.7 Raná 1998

Dne 24. září 1998 byl na poli u obce Raná zjištěn únik motorové nafty. Šetřením bylo zjištěno, že nafta unikla z navrtávky produktovodu. Produktovod byl navrtán úmyslně a opatřen přípravkem, na který navazovalo potrubí z PVC vedoucí do objektu opuštěného kravína, kde pachatel odebíral naftu dle své potřeby. Provizorní potrubí z PVC se ovšem rozpojilo a došlo k úniku nafty na pole a okolní terén, což způsobilo rozsáhlou kontaminaci horninového prostředí. Povrchové ani podzemní vody nebyly přímo znečištěny. Uniklé množství nafty bylo odhadnuto na 50 m³ [51].



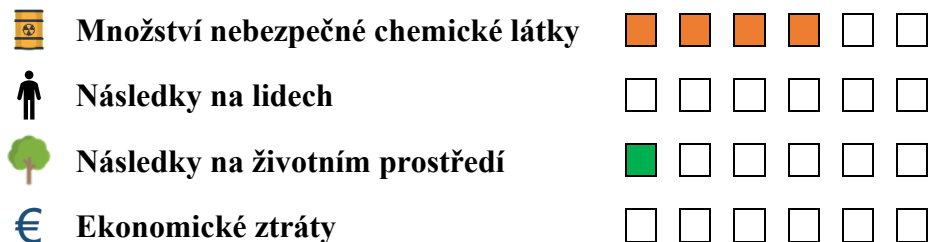
Obr. 28) Raná 1998 – ESIA

Tab. 20) Raná 1998 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Raná 1998		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Potrubní sítě – mobilní	0402
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Nedostatečně provedené zabezpečení zařízení	P190
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální nízkotlaké	362
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Nevhodná montáž	–
Nezbytné příčiny:	Nedostatečné mechanické vlastnosti konstrukce	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.8 Litvínov 1999

Dne 27. prosince 1999 v čase 5:25 byl obsluhou tankoviště v areálu České rafinérské, a. s. zjištěn havarijní únik lehkého benzínu. V čase 7:37 byl únik nahlášen ČIŽP, která následně zahájila místní šetření. Únik byl zapříčiněn netěsností potrubního řádu mezi výrobní jednotkou přípravy surovin pro petrochemii a tankovištěm, únik trval 2 hodiny, přičemž uniklo 10 m³ benzínu. Benzín unikl na násep v okolí tanků a stékal směrem k ulici č. 6, větší část benzínu byla zachycena ve sněhu a nerovnostech terénu, menší část unikla do dešťové kanalizace. Obsluha ČOV společnosti Chemopetrol ihned provedla opatření k zamezení možného úniku do řeky Bíliny. Na odstranění následků spolupracovali pracovníci HZS s externí sanační firmou. Ke znečištění řek Bíliny a Labe nakonec nedošlo. Za porušení povinností stanovených k ochraně jakosti povrchových a podzemních vod byla společnosti uložena pokuta [58].



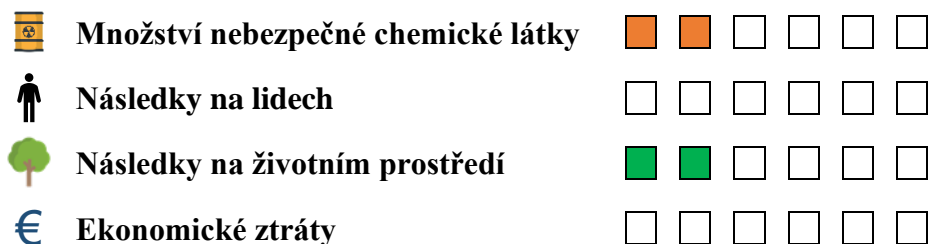
Obr. 29) Litvínov 1999 – ESIA

Tab. 21) Litvínov 1999 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Litvínov 1999		
Název subjektu:	Unipetrol RPA, s. r. o.	–
Místo havárie:	Petrochemický průmysl	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Výroba, zpracování, skladování	010
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádný zdroj	0001
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Těsnění, společná ztráta účinnosti	–
Nezbytné příčiny:	Degradace mechanických vlastností	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.9 Radostín 2000

Dne 5. září 2000 bylo Policií ČR zjištěno, že je na odpočívadle při silnici Havlíčkův Brod – Kolín před obcí Radostín zaparkován osobní automobil s přívěsným vozíkem, na kterém byla umístěna nádrž o objemu 1 m³ a barel. Do nádrže byla čerpána motorová nafta, kradená přímo z produktovodu. Produktovod byl navrtán a opatřen servoventilem s dálkovým ovládním. Do prostoru odpočívadla bylo zhotoveno propojení hadicemi v délce 150 m, které byly uloženy ve dně potoka. Spoje hadic byly částečně netěsné, a tak došlo ke znečištění potoka a jeho koryta v délce 200 m a také bažiny delty přítoku do Rozkošského potoka [51].



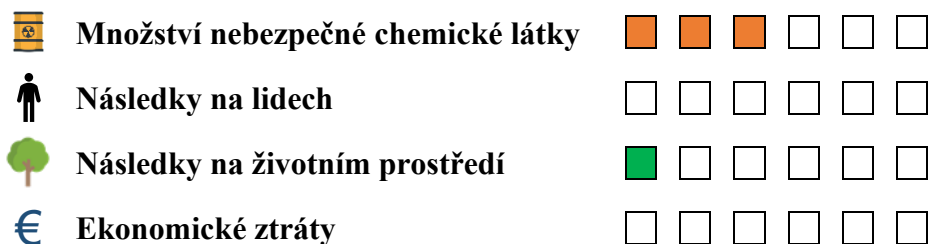
Obr. 30) Radostín 2000 – ESIA

Tab. 22) Radostín 2000 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Radostín 2000		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Potrubi sítě – mobilní	0402
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Nedostatečně provedené zabezpečení zařízení	P190
Zdroj nebezpečí:	Hadice	35
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Nevhodná montáž	–
Nezbytné příčiny:	Nedostatečné mechanické vlastnosti konstrukce	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.10 Turnov 2000

11. září 2000 došlo k dopravní nehodě autocisterny převážející motorovou naftu na silnici Turnov – Jičín. Ve dvou komorách pětikomorové cisterny bylo 18 m³ motorové nafty. Při vyhýbání autocisterny v zatáčce s jiným vozidlem došlo k utržení krajnice vozovky a následnému převrácení autocisterny na bok. Převrácení mělo za následek proražení dvou otvorů první komory. Uniklá nafta tekla po krajnici vozovky a z větší části natekla do uliční vpusti jednotné kanalizace, která se nacházela přímo pod převrácenou cisternou. Kanalizací nafta odtekla na ČOV Turnov, kde byla zachycena v nové usazovací nádrži, která ještě nebyla zprovozněna. Nafta na krajnici silnice byla zachycována na pevný sorbent. Pracovníci Povodí Labe a ČOV Turnov preventivně nainstalovali nornou stěnu, která zabránila znečištění řeky Jizery [51].



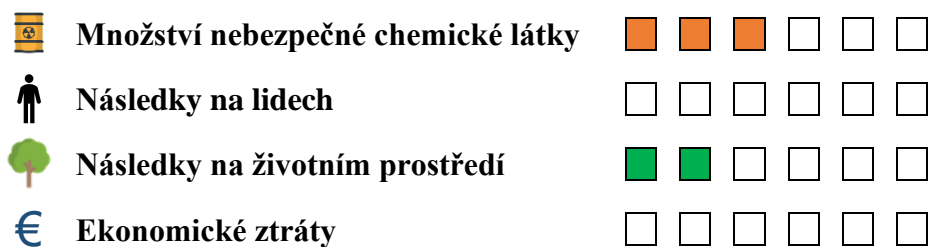
Obr. 31) Turnov 2000 – ESIA

Tab. 23) Turnov 2000 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Turnov 2000		
Název subjektu:	neznámý	–
Místo havárie:	Prostor otevřený pro veřejnou dopravu – silnice	061
Typ podniku (dle CZ-NACE):	neznámý	–
Pracovní činnost:	Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	061
Pracovní úkon:	Řízení dopravních prostředků – poháněných	031
Výrobní prostředek úkonu:	Těžká vozidla	1201
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Selhání člověka při ovládní stroje	P212
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Otřes	–
Nezbytné příčiny:	Křehký lom	–
Vrcholová událost:	Trhlina v plášti – v kapalné fázi	CE7

5.1.11 Sudoměřice u Bechyně 2001

Dne 29. ledna 2001 byl při provádění tlakových zkoušek zjištěn únik motorové nafty z produktovodu mezi obcemi Sudoměřice u Bechyně a Bechyňskou Smolčí. Únik byl zjištěn kontrolou pochůzkáře společnosti. Příčinou úniku byla netěsnost o velikosti 1 mm² na ocelovém potrubí o průměru 150 mm. Uniklá nafta kontaminovala zeminu v blízkosti produktovodu a meliorační systém, kterým se nafta dostala do Sudoměřického potoka a v malém množství i do řeky Lužnice, která byla v té době pod ledem. Na sanačních pracích se podíleli pracovníci HZS, Dekonty Kladno, Povodí Vltavy, Vodních zdrojů a Baufeldu. Na Sudoměřickém potoku byly postaveny norné stěny, kontaminovaná zemina byla odtěžena a odvezena na dekontaminační plochu ve Smyslově. Odhad uniklého množství nafty činil 5 m³ [51].



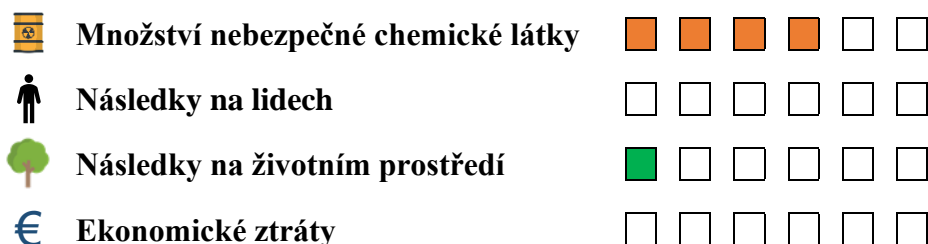
Obr. 32) Sudoměřice u Bechyně 2001 – ESIA

Tab. 24) Sudoměřice u Bechyně 2001 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Sudoměřice u Bechyně 2001		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Kontrola dopravních prostředků, zařízení	055
Pracovní úkon:	Přítomnost bez vlastní činnosti	070
Výrobní prostředek úkonu:	Potrubní sítě – pevné	0401
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Těsnění, společná ztráta účinnosti	–
Nezbytné příčiny:	Degradace mechanických vlastností	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.12 Cerekvice nad Bystřicí 2001

Dne 28. května 2001 došlo v dopoledních hodinách k úniku benzínu společnosti Čepro, a. s., sklad Cerekvice nad Bystřicí. Z areálu stáčiště železničních cisteren sjely čtyři cisterny (každá převážející 80 m³ benzínu), které vykolejily na vlečce u železniční stanice Hněvčeves. Příčinou havárie bylo selhání lidského faktoru. Při vykolejení došlo k proražení jedné z cisteren, ze které začal do okolí unikat benzín. Na místě zasahovaly jednotky HZS, Policie ČR a smluvní sanační organizace společnosti Čepro – Vodní zdroje a Dekonta. Pracovníci HZS provedli základní zabezpečení, z důvodu prevence požáru a výbuchu cisternu opěnovali a zahájili přečerpávání zbytku PHM. Část produktu se podařilo přečerpat, část zachytit v kolejišti, znečištění řeky Bystřice nedošlo. Při havárii celkem uniklo 30 m³ benzínu [51].



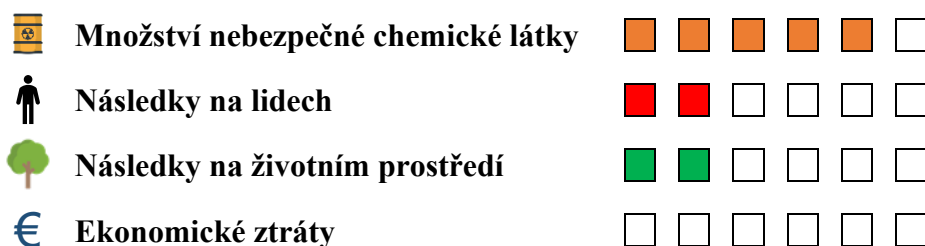
Obr. 33) Cerekvice nad Bystřicí 2001 – ESIA

Tab. 25) Cerekvice nad Bystřicí 2001 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Cerekvice nad Bystřicí 2001		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Železniční tratě	063
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	061
Pracovní úkon:	Řízení dopravních prostředků – poháněných	031
Výrobní prostředek úkonu:	Kolejová vozidla pro dopravu zboží	1301
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Selhání člověka při ovládní stroje	P212
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Otřes	–
Nezbytné příčiny:	Křehký lom	–
Vrcholová událost:	Trhlina v plášti – v kapalné fázi	CE7

5.1.13 Polepy 2001

Dne 12. června 2001 byly při běžném provozu produktovodu DN 200 v úseku Potěhy – Nové Město u Kolína zaznamenány výkyvy tlaku. Kontrolou úseku mezi obcemi Hluboký Důl a Polepy byl v čase 19:30 v poli zjištěn únik benzínu BA 95 Natural, a to z úmyslně navrtaného potrubí (otvor o průměru 4 mm) [51]. Otvor v podzemním vedení byl identifikován pomocí vrtulníku a počítačového zabezpečení. Zásah hasičů komplikovala skutečnost, že se otvor nacházel přibližně metr pod hladinou vytékajícího paliva. Policie ČR musela kvůli nebezpečí výbuchu zcela uzavřít silnici mezi Polepy a Červenými Pečkami. Pracovníci Čepro a společnosti Dekonta Kladno se snažili zmapovat rozsah havárie a co nejvíce zmírnit její následky. Jelikož byl přístup k místu úniku pro techniku problematický, musela být vybudována přístupová cesta z panelů [59]. V místě poškození produktovodu byla ihned provedena skrývka kontaminovaných zemin (vrstva sprašových hlín o mocnosti 7 m) a byly vybudovány první sanační vrty. Hydrogeologický průzkum a průběh sanačních prací potvrdil mimořádně nepříznivé hydrogeologické podmínky v místě úniku, kde se pod sprašovými hlínami vyskytly propustné pískovce a vápence s výraznou preferenční cestou k obci Polepy. V obci došlo ke kontaminaci studní na pravém břehu potoka Polepky, proto musel být pro tuto část obce vybudován vodovod. Provedená bilance přepravovaného benzínu upřesnila odhad uniklého množství na 80 m³ [51]. Škody byly vyčísleny na 2 miliony korun [59].



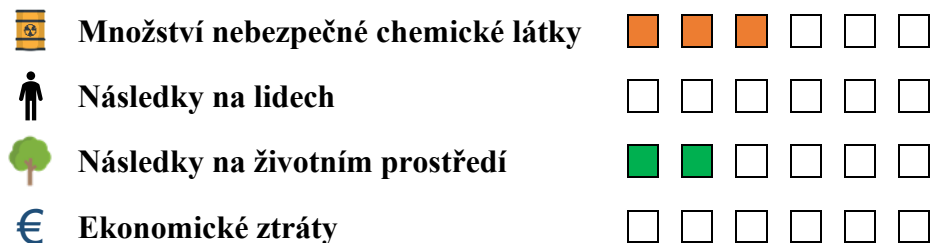
Obr. 34) Polepy 2001 – ESIA

Tab. 26) Polepy 2001 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Polepy 2001		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Ostatní pracovní procesy	099
Pracovní úkon:	Práce s ručním mechanickým náradím	022
Výrobní prostředek úkonu:	Ruční mechanické nářadí – pro vrtání	0705
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Škodolibý (zlomyslný) zásah	–
Přímé příčiny:	Fyzické poškození	–
Nezbytné příčiny:	Člověkem vytvořený otvor	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.14 Choťánky 2002

Dne 23. června 2002 došlo k převržení autocisterny na kruhovém objezdu v obci Choťánky. Autocisterna firmy Fadest Invest, s. r. o. převážela 29 m³ motorové nafty, po jejím převržení byly poškozeny 2 komory a 19 m³ produktu uniklo. Část produktu se podařilo odčerpát, část zachytit na norných stěnách. Na místě zasahovaly jednotky HZS a Policie ČR, která na nezbytně nutnou dobu uzavřela provoz na daném úseku. Šetření havárie prováděli na místě pracovníci okresního úřadu Nymburk a oblastního inspektorátu ČIŽP Hradec Králové. Nafta unikla na okolní terén a dále do meliorační svodnice, kde byly vybudovány norné stěny. Povrchové vody nebyly přímo zasaženy. Sanační práce (záchyt uniklé nafty a odtěžování kontaminovaných zemín) byly prováděny firmami Dekonta, a. s. a Detritus, s. r. o., dále byl proveden hydrogeologický průzkum, sanace podzemní vod a jejich monitoring, neboť měla obec Choťánky individuální zásobování pitnou vodou ze studní. Do obce tak byla preventivně přistavena cisterna s pitnou vodou [51].



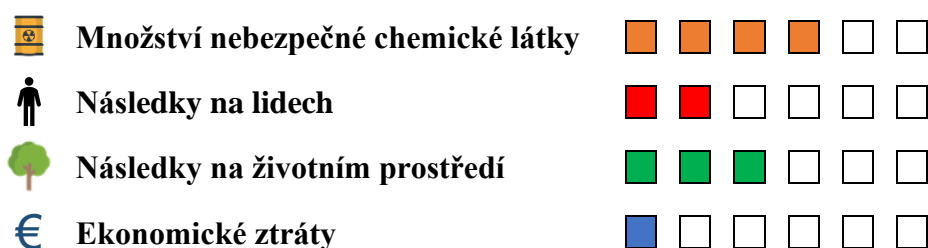
Obr. 35) Choťánky 2002 – ESIA

Tab. 27) Choťánky 2002 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Choťánky 2002		
Název subjektu:	Fadest Invest, s. r. o.	–
Místo havárie:	Prostor otevřený pro veřejnou dopravu – silnice	061
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Silniční nákladní doprava	4941
Pracovní činnost:	Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	061
Pracovní úkon:	Řízení dopravních prostředků – poháněných	031
Výrobní prostředek úkonu:	Těžká vozidla	1201
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Selhání člověka při ovládní stroje	P212
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Otřes	–
Nezbytné příčiny:	Křehký lom	–
Vrcholová událost:	Trhlina v plášti – v kapalné fázi	CE7

5.1.15 Kozlov 2004

Dne 2. září 2004 v čase 17:56 byl na krajské operační středisko HZS kraje Vysočina nahlášen požár kamionu na 121. km dálnice D1 směrem na Prahu. Jednalo se o dopravní nehodu nákladního automobilu s cisternou typu Scania R124, která převážela 33 m³ 100 oktanového benzínu. Cisterna se při předjíždění dostala do kolize s kamionem, který jel před ní, dostala se do smyku a převrátila se do stráně mimo dálnici D1. Následně došlo k výbuchu a požáru cisterny. Řidič cisterny na místě zahynul. Při příjezdu jednotek HZS kraje Vysočina na místo události byla cisterna plně zasažena požárem. Likvidace požáru byla prováděna pěnou, unikající látka byla zachycována ucpávkami, sorpčním hadem a nornou stěnou na řece Jihlavě v obci Luka nad Jihlavou. Na likvidaci chemické látky byla povoláni pracovníci firmy Dekonta Kladno. Zbylé chemické látky byly přečerpány do dvou cisteren. Uniklá látka se společně s hasební vodou a hasební pěnou dostala do dálniční dešťové kanalizace, která ústí do Kozlovského potoka. Zde došlo v důsledku nedostatku kyslíku způsobeného hasicí pěnou k úhynu převážně plevných ryb. Hasicí pěna se dostala až do řeky Jihlavy. Uniklá látka se také spádově kanalizací dostala do obce Kozlov. V kanalizaci této obce došlo k několika výbuchům a intenzivnímu hoření na jejím výstupu. Během sanačních prací bylo třeba odtěžit 15 t kontaminované zeminy. Na místě havárie celkově zasahovalo 11 profesionálních i dobrovolných jednotek HZS. Škoda byla vyčíslena na 3 miliony korun [60].



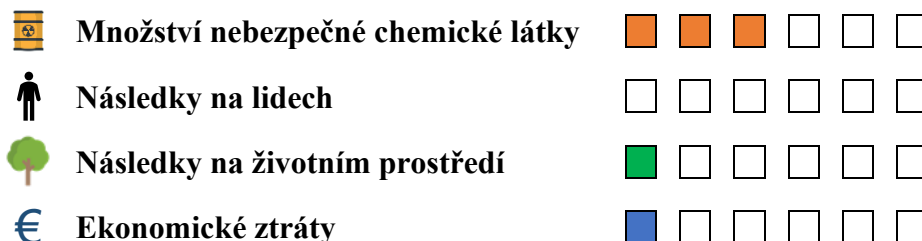
Obr. 36) Kozlov 2004 – ESIA

Tab. 28) Kozlov 2004 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Kozlov 2004		
Název subjektu:	neznámý	–
Místo havárie:	Prostor otevřený pro veřejnou dopravu – silnice	061
Typ podniku (dle CZ-NACE):	neznámý	–
Pracovní činnost:	Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	061
Pracovní úkon:	Řízení dopravních prostředků – poháněných	031
Výrobní prostředek úkonu:	Těžká vozidla	1201
Typ nehodového děje:	Výbuch, VCE (působení tlakové vlny)	N418
Typ příčiny:	Selhání člověka při ovládání stroje	P212
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Náraz	–
Nezbytné příčiny:	Zdroj iniciace	–
Vrcholová událost:	Exploze	CE2

5.1.16 Ostrožská Nová Ves 2005

Dne 24. ledna 2005 v čase 20:37 byli hasiči informováni o vážné dopravní nehodě v Ostrožské Nové Vsi. Po příjezdu jednotek HZS bylo zjištěno, že došlo k dopravní nehodě mezi nákladní soupravou, autocisternou a osobním autem. Při střetu nákladního auta s cisternou došlo k silnému poškození ventilů přepravních nádrží a následnému rychlému úniku převážené motorové nafty. Při dopravní nehodě nebyl nikdo zraněn. Celkem se na místo zásahu sjelo 14 jednotek HZS. Po úniku 10 m³ převážené nafty na vozovku se nafta dostala do obecní kanalizace a dále mimo obec do vodních obvodových kanálů. Jelikož byly tyto kanály napojeny na místní štěrková jezera s vodárenskou nádrží na pitnou vodu, byly jednotkami HZS ihned instalovány norné stěny. Vozovka na hlavním silničním tahu byla zcela uzavřena a zasypána sorbenty. Po zabránění kontaminace jezera a vodárenské nádrže byly zbývající látky odčerpány do cisterny společnosti Čepro Loukov. Škoda byla vyčíslena na 4,2 milionu korun [61].



Obr. 37) Ostrožská Nová Ves – ESIA

Tab. 29) Ostrožská Nová Ves 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

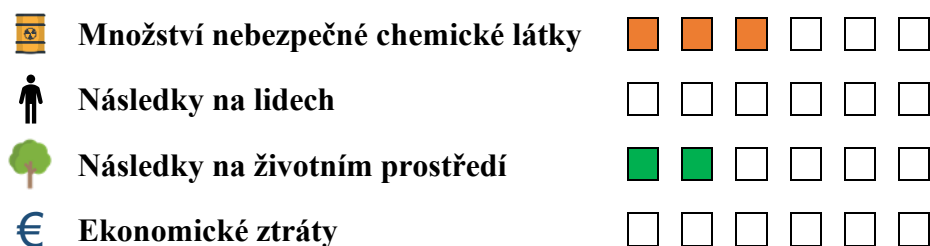
Ostrožská Nová Ves 2005		
Název subjektu:	neznámý	–
Místo havárie:	Prostor otevřený pro veřejnou dopravu – silnice	061
Typ podniku (dle CZ-NACE):	neznámý	–
Pracovní činnost:	Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	061
Pracovní úkon:	Řízení dopravních prostředků – poháněných	031
Výrobní prostředek úkonu:	Těžká vozidla	1201
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Selhání člověka při ovládní stroje	P212
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Otřes	–
Nezbytné příčiny:	Křehké protržení	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.17 Všechlapy 2005

Dne 14. února 2005 byl zjištěn únik motorové nafty z produktovodu na úseku Smyslov – Včelná u obce Všechlapy. V místě kolena potrubí byly zjištěny tři menší poruchy. Uniklá nafta pronikla do melioračního systému, Všechlapského potoka a kontaminovala půdu i horninové prostředí. Množství uniklé nafty bylo odhadnuto na 10 m³. Při následných sanačních pracích bylo odtěženo celkem 3 548 t kontaminovaných zemín. Zdroje pitné vody nebyly zasaženy [51].

Tab. 30) Všechlapy 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

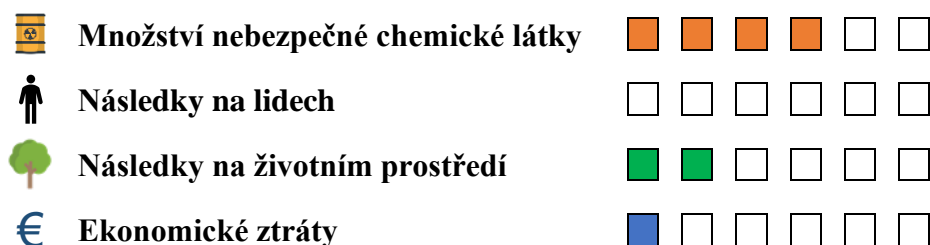
Všechlapy 2005		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Kontrola dopravních prostředků, zařízení	055
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádné informace o zdroji	0002
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Koroze	–
Nezbytné příčiny:	Degradace mechanických vlastností	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8



Obr. 38) Všechlapy 2005 – ESIA

5.1.18 Želeč 2005

Dne 26. května 2005 došlo v dopoledních hodinách k další havárii na úseku Smyslov – Včelná, poblíž silnice Želeč – Bezděčín. Z poškozeného potrubí, na kterém vznikla 7 cm dlouhá podélná vlasová trhlinka, unikla motorová nafta na louku a následně do soustavy dvou malých rybníků. Došlo k úniku 30 m³ motorové nafty, bylo odtěženo 2 200 t kontaminované zeminy a odčerpáno 70 m³ kontaminované vody. K ohrožení zdrojů podzemních vod ani k úhynu ryb, popř. dalších živočichů, nedošlo [62].



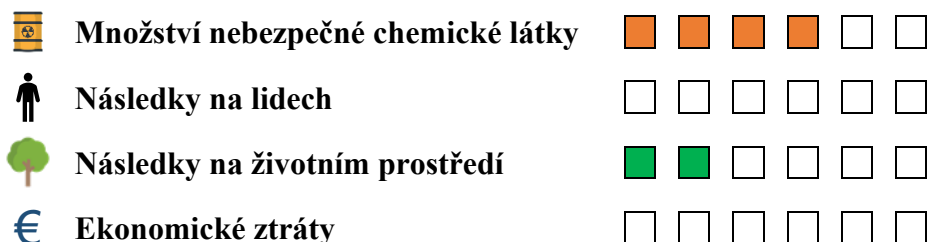
Obr. 39) Želeč 2005 – ESIA

Tab. 31) Želeč 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Želeč 2005		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Kontrola dopravních prostředků, zařízení	055
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádné informace o zdroji	0002
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Koroze	–
Nezbytné příčiny:	Degradace mechanických vlastností	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.19 Okřínek 2005

Dne 4. června 2005 v čase 10:20 došlo na silnici č. 32 v zatáčce ve směru z Nových Mlýnů na Okřínek k havárii tahače autocisterny společnosti Benzina, která přepravovala 17 m³ benzínu a 12 m³ motorové nafty. Návěs s přívěsem se převrhl mimo vozovku, došlo k poškození ventilů a úniku látek do půdy a horninového prostředí. Z autocisterny uniklo 11 m³ směsi benzínu Speciál, Natural a motorové nafty. Zbylé pohonné hmoty byly odčerpány a odvezeny. Celkem bylo odtěženo a odvezeno 5 400 t kontaminované zeminy. Následně bylo vybudováno 5 pozorovacích vrtů pro zjištění možné migrace znečištění. Zasažení povrchových ani podzemních vod nebylo zjištěno [51].



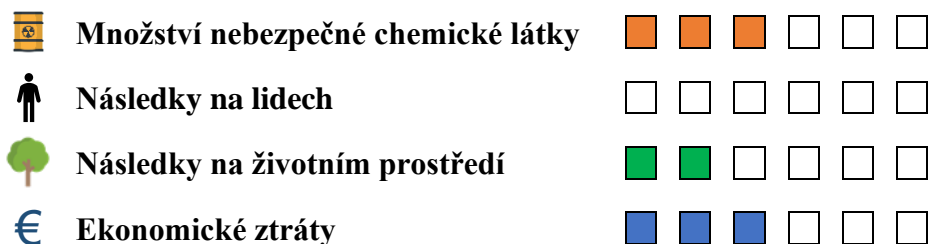
Obr. 40) Okřínek 2005 – ESIA

Tab. 32) Okřínek 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Okřínek 2005		
Název subjektu:	Benzina, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor otevřený pro veřejnou dopravu – silnice	061
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Velkoobchod s pevnými, kapalnými a plynnými palivy a příbuznými výrobky	4671
Pracovní činnost:	Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	061
Pracovní úkon:	Řízení dopravních prostředků – poháněných	031
Výrobní prostředek úkonu:	Těžká vozidla	1201
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Selhání člověka při ovládání stroje	P212
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Otřes	–
Nezbytné příčiny:	Křehké protržení	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.20 Hájek 2007

Dne 11. prosince 2007 došlo v provozovně skladu Čepro v Hájků k úniku 2 m³ motorové nafty při stáčení ze železniční cisterny. Příčinou úniku bylo prasknutí sváru na konečném dílu potrubí, které prošlo rekonstrukcí externí firmou. Na likvidaci havárie se podílely jednotky HZS a pracovníci firmy Dekonta. Na žádost HZS byla mezi obcemi Nejda a Bor u Ostrova uzavřena silnice. Únikem nafty byly zasaženy meliorizační strouhy, které ústí v Malém vřesovém rybníku. Díky včasnému zásahu HZS nedošlo k rozšíření kontaminace povrchových vod za hranici rybníka. Náklady na dekontaminaci byly vyčísleny na 8,7 milionu korun [63].



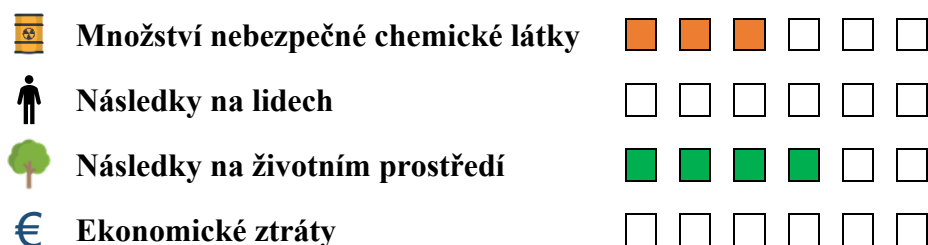
Obr. 41) Hájek 2007 – ESIA

Tab. 33) Hájek 2007 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Hájek 2007		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Kolejová vozidla pro dopravu zboží	1301
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Nevhodná montáž	–
Nezbytné příčiny:	Nedostatečné mechanické vlastnosti konstrukce	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.21 Litvínov 2009

Dne 23. prosince 2009 ve večerních hodinách bylo zjištěno masivní znečištění vodního toku Bílina ropnými látkami (směsí pyrolyzních benzinů). K úniku došlo z nepoužívané dešťové kanalizace areálu Unipetrol RPA, s. r. o. Litvínov do Bílého potoka a následně do řeky Bíliny. Havárie byla ČIŽP nahlášena dispečinkem Povodí Ohře, s. p. Prvotní zásah byl proveden jednotkami HZS Most, které na Bílém potoce a Bílině instalovaly deset norných stěn, ropné skvrny byly zasypávány sorbentem. Při havárii došlo k úhynu ryb a v okolí řeky Bíliny byl cítit silný benzínový zápach. O den později bylo provedeno inspekční šetření. Výsledky odebraných vzorků potvrdily, že byl vodní tok Bílina až po profil Velvěty silně kontaminován ropnými uhlovodíky C10 – C40 v hodnotách až desítek mg/l vody a významně i aromatickými uhlovodíky typu benzen, toluen, xylen a styren. Vzorky obsahovaly i neobvyklé množství naftalenu [51]. Uniklé množství benzinů bylo odhadnuto na 3 m³, přičemž znečištění tisícínásobně překročilo povolené hodnoty. Migrace znečištění způsobila masivní úhyn ryb a dosáhla až do řeky Labe. S přihlédnutím na poskytnutí pomoci při likvidaci následků havárie a spolupráci při vyšetřování příčin byla společnosti udělena pokuta 1 750 000 Kč [64].



Obr. 42) Litvínov 2009 – ESIA

Tab. 34) Litvínov 2009 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Litvínov 2009		
Název subjektu:	Unipetrol RPA, s. r. o.	–
Místo havárie:	Petrochemický průmysl	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Výroba, zpracování, skladování	010
Pracovní úkon:	Bez informací	000
Výrobní prostředek úkonu:	Žádný zdroj	0001
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Nedostatečné zabezpečení objektu	P310
Zdroj nebezpečí:	Kanalizace	302
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina ^a :	Lidská chyba	–
Přímé příčiny ^a :	Pasivní přístup managementu	–
Nezbytné příčiny ^a :	Nedostatečné zabezpečení objektu	–
Vrcholová událost ^a :	Únik kapaliny z potrubí	CE8

^a z důvodu nedostatku informací vypracováno na základě úvahy autora

5.1.22 Česká Lípa 2011

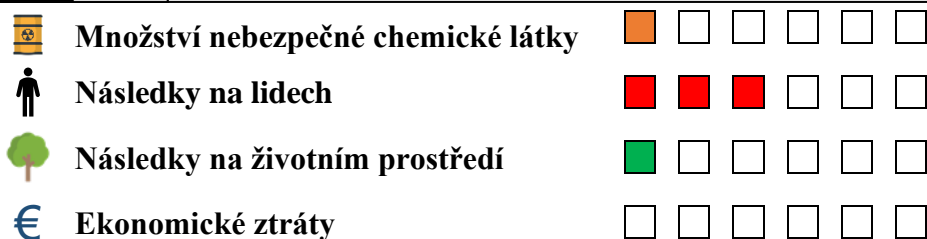
Dne 25. března 2011 v čase 11:30 došlo v České Lípě v Českokamenické ulici k explozi nádrže s benzínem v areálu bývalého skladu pohonných hmot společnosti Benzina. Exploze byla natolik silná, že došlo k převrácení nádrže, přičemž plameny šlehaly do výšky 15 m. Tlaková vlna způsobená výbuchem byla cítit do půlkilometrové vzdálenosti. Následný požár se poté začal šířit i na druhou, blízko stojící nádrž a hrozil další výbuch. Jednotky HZS proto zahájily ochlazování nádrže. Lidé žijící v okolí byli prostřednictvím médií okamžitě vyzváni, aby kvůli dýmu omezili větrání a pohyb venku. Likvidace požáru byla ohlášena před 13. hodinou. Nádrže byly nadále kontrolovány termokamerou a byla měřena teplota a výbušnost ovzduší [65].

Příčinou výbuchu a následného požáru se zabývala inspekce bezpečnosti práce v Ústí nad Labem a Technický ústav požární ochrany. Byl učiněn závěr, že při stavebních pracích, které v areálu skladu prováděli brigádně najatí pracovníci, došlo k porušení obecných bezpečnostních zásad při svářečských pracích [66].

V době exploze na nádrži svářeli čtyři muži. Dva z nich na místě zemřeli, další dva byli ve velmi těžkém stavu přepraveni vrtulníky do liberecké nemocnice. Jeden ze zraněných byl hospitalizován na traumatologii s popáleninami na třiceti procentech těla s podezřením na poranění páteře a pánve. Druhý muž utrpěl popáleniny na sedmdesáti procentech těla včetně dýchacích cest. Po operaci byl vrtulníkem transportován na popáleninové centrum vinohradské nemocnice v Praze. Areál v době havárie vlastnila společnost EK OIL, která byla konkurzu. Samotný areál v minulosti sloužil jako sklad pohonných hmot, topných olejů, technického benzínu a petroleje [65]. Nájemce, který pracovníkům zadal rizikovou práci, byl následně vyšetřován pro obecné ohrožení a usmrcení z nedbalosti [66]. I když havárie přímo nezpůsobila škody na životním prostředí, nacházelo se v prostorách bývalého skladu až šest ohnisek kontaminace, z nichž dvě dosahovaly nadlimitního množství ropných látek. V reakci na to byl v roce 2015 zahájen sanační zásah a demolice bývalého skladu s účelem připravit prostor pro budoucí zástavbu. Sanační zásah dohromady přišel na 85,2 milionu korun [67].

Tab. 35) Česká Lípa 2011 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Česká Lípa 2011		
Název subjektu:	EK OIL, s. r. o.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Přestavba, opravy, přístavby, stavební údržba	024
Pracovní úkon:	Práce s ručním mechanickým nářadím	022
Výrobní prostředek úkonu:	Ruční mechanické nářadí – pro svařování	0708
Typ nehodového děje:	Výbuch, VCE (působení tlakové vlny)	N418
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Nedodržování postupů	–
Přímé příčiny:	Elektrický oblouk – svařování	–
Nezbytné příčiny:	Zdroj iniciace	–
Vrcholová událost:	Exploze	CE2



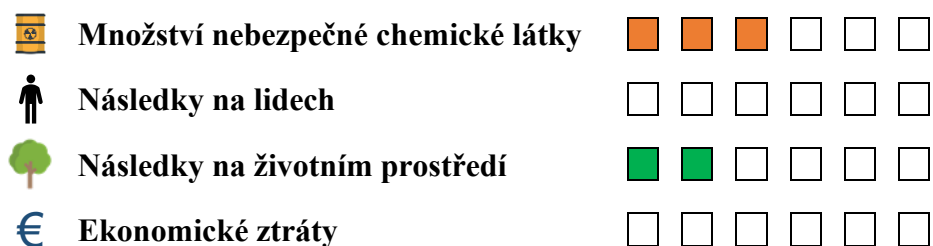
Obr. 43) Česká Lípa 2011 – ESIA

5.1.23 Kostelec u Heřmanova Městce 2011

Dne 24. května 2011 v čase 10:50 došlo v areálu Správy státních hmotných rezerv společnosti Union Consulting, s. r. o. k úniku leteckého petroleje z nádrže odvodušňovací potrubím poté, co externí firma prováděla úpravy na řídicím systému skladu, přičemž byl tento systém následně zablokovan. Příčinou úniku byla technická závada na řídicím systému, což mělo za následek přeplnění velkoobjemového podzemního zásobníku. Do horninového prostředí a následně do kanalizačního systému celkem uniklo 16,8 m³ leteckého petroleje. Kontaminant se dále dostal do území tvořeného navážkami vytěženého materiálu z hornické činnosti. Celkově byla zasažena plocha o rozloze 200 m², k zamoření zeminy mimo areál nedošlo. Těžba kontaminovaných zemín byla zahájena ještě téhož dne. 30 června 2011 byl však po předchozích intenzivních srážkách zjištěn další havarijný únik leteckého petroleje systémem starých drenáží do Dolanského rybníku, ze kterého následně vody odtékají do Citkovského potoka. Po zjištění této situace byla bezprostředně zahájena výstavba normých stěn a sanace úniku. Po přerušení sanačních prací byl prováděn monitoring podzemních vod ve vrtech, povrchových vod na odtoku z Dolanského rybníku a v Citkovském potoce [51].

Tab. 36) Kostelec u Heřmanova Městce 2011 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Kostelec u Heřmanova Městce 2011		
Název subjektu:	Union Consulting, s. r. o.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Údržba, oprava, ladění, nastavení	052
Pracovní úkon:	Sledování stroje, řízení, obsluha stroje	013
Výrobní prostředek úkonu:	Kancelářská zařízení – počítače	1702
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Chyba software	P208
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka	Letecké petroleje	170
Kořenová příčina:	Přenos nadměrného množství kapaliny	–
Přímé příčiny:	Přeplnění atmosférické nádoby	–
Nezbytné příčiny:	Vnitřní přetlak	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8



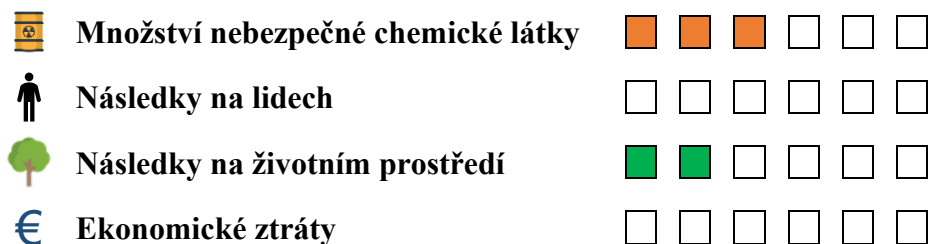
Obr. 44) Kostelec u Heřmanova Městce 2011 – ESIA

5.1.24 Pardubice 2013

Dne 17. října 2013 v čase 2:53 došlo v areálu společnosti PARAMO, a. s. k havarijnímu úniku motorové nafty. K provozní havárii došlo v prostoru nádrží VR-10 až VR-12, které jsou součástí skupiny nádrží tvořících „sklad MONA“. V noci byla z železničních cisteren přečerpávána motorová nafta do nádrže VR-10 o objemu 926 m³. Následně došlo k přeplnění této nádrže a tím i k úniku 27,455 m³ nafty přívodním vedením hasební pěny a hrdlem DN200 sloužícím k umístění radarového měření hladiny na střeše nádrže. Větší část uniklé látky byla zachycena v havarijní jímce, menší část unikla do šterkového lože v okolí nádrží, kterým nafta protekla do příkopu vybudovaného okolo nádrže. Po nahlášení havárie byl v okolí jímky vybudován provizorní drén vedoucí do záchytné jímky. V čase 6:00 bylo z této jímky zahájeno čerpání nafty do ochranného žlabu pod produktovodem vedoucího do lapolu MONA. Tím došlo k přeplnění lapolu a k přetečení nafty do kanalizace zaolejovaných vod, odkud se nafta dostala na ČOV. Do horninového prostředí celkem uniklo 5,5 m³ motorové nafty. Za příčinu havárie byla stanovena chyba obsluhy, která nevědomě zanedbala zásad bezpečné práce. Při sanačních pracích bylo následně odtěženo 66,38 t kontaminovaných zemin. Náklady na sanační zásah byly vyčísleny na 222 tisíc korun.

Tab. 37) Pardubice 2013 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

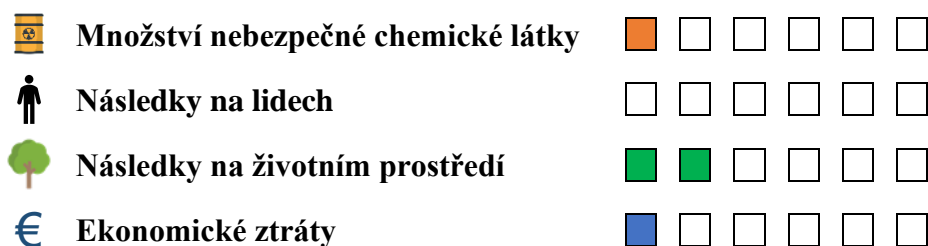
Pardubice 2013		
Název subjektu:	PARAMO, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Kolejová vozidla pro dopravu zboží	1301
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Přenos nadměrného množství kapaliny	–
Přímé příčiny:	Přeplnění atmosférické nádoby	–
Nezbytné příčiny:	Vnitřní přetlak	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8



Obr. 45) Pardubice 2013 – ESIA

5.1.25 Kostelec u Heřmanova Městce 2013

Dne 24. října 2013 v čase 16:30 došlo v areálu Státních hmotných rezerv společnosti Union Consulting s. r. o. k havarijnímu úniku ropných produktů do povrchových vod. Po kontrole lokality bylo zjištěno, že se voda s obsahem ropného produktu dostala ze záchytné nádrže provozu parního čištění železničních cisteren do kanalizačního systému a dále do Podolského potoka, který protéká areálem skladu. Jednotka HZS provedla na Podolském potoce instalaci třech normných stěn. Následná šetření odhalila, že byl Podolský potok kontaminován směsí leteckého petroleje a motorové nafty do vzdálenosti 1,7 km od hranice areálu skladu. Celkem uniklo 0,05 m³ produktu. Náklady za sanační práce dosáhly 400 tisíc korun. Za příčinu havárie byla stanovena netěsnost záchytné nádrže a její následné porušení celistvosti.



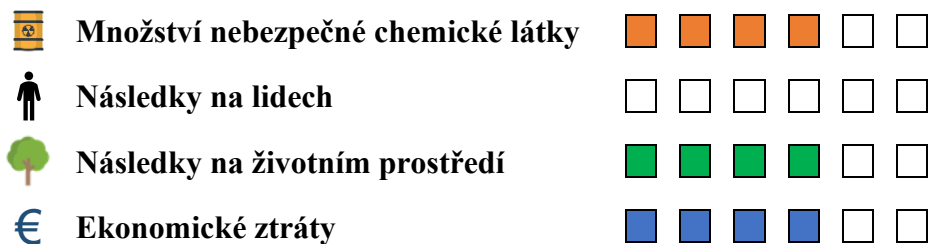
Obr. 46) Kostelec u Heřmanova Městce 2013 – ESIA

Tab. 38) Kostelec u Heřmanova Městce 2013 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Kostelec u Heřmanova Městce 2013		
Název subjektu:	Union Consulting, s. r. o.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Čištění pracovních prostor, strojů	053
Pracovní úkon:	Práce s ručním mechanickým náradím	022
Výrobní prostředek úkonu:	Ruční mechanické náradí – pro čištění	0710
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Záchytná nádrž	278
Nebezpečná látka:	Letecké petroleje	170
Kořenová příčina:	Přenos nadměrného množství kapaliny	–
Přímé příčiny:	Těsnění, společná ztráta účinnosti	–
Nezbytné příčiny:	Vnitřní přetlak	–
Vrcholová událost:	Trhlina v plášti – v kapalné fázi	CE7

5.1.26 Havlíčkův Brod 2013

Dne 30. prosince 2013 obdržel oblastní inspektorát ČIŽP Havlíčkův Brod oznámení o havárii, která byla nahlášena vodoprávnímu úřadu Havlíčkův Brod. Dle sdělení pracovníků firmy Dekonta byla havárie způsobena únikem motorové nafty z navrtaného produktovodu. Netěsností navrtávky došlo k úniku nafty do horninového prostředí v okolí místa navrtávky a migraci znečištění až k Cihlářskému potoku. Unikající látka znečistila hektar lesa a luk, Štičí rybník a Cihlářský potok, na kterém muselo být vybudováno 8 normých stěn, neboť hrozilo znečištění další kaskády rybníků. Ihned byly zahájeny sanační práce, při kterých bylo odtěženo 12 000 t zeminy. Celkem uniklo 90 m³ nafty. Tři muži byli odsouzeni ke dvěma letům odnětí svobody. Náklady na likvidaci havárie byly vyčísleny na 54 milionů korun [51].



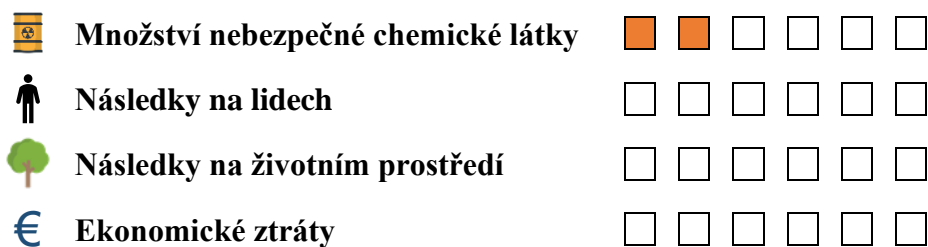
Obr. 47) Havlíčkův Brod 2013 – ESIA

Tab. 39) Havlíčkův Brod 2013 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Havlíčkův Brod 2013		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Průmyslové odvětví – produktovod	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Ostatní pracovní procesy	099
Pracovní úkon:	Práce s ručním mechanickým nářadím	022
Výrobní prostředek úkonu:	Ruční mechanické nářadí – pro vrtání	0705
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	P602
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Škodolibý (zlomyslný) zásah	–
Přímé příčiny:	Fyzické poškození	–
Nezbytné příčiny:	Člověkem vytvořený otvor	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.27 Kralupy nad Vltavou 2017

Dne 10. května 2017 v čase 11:46 došlo v areálu chemických výrob v Kralupech nad Vltavou k požáru uniklého zbytkového množství uhlovodíkových plynů nad kontraktorem zahajujícím svařování. Došlo zde k průniku malého množství hořlavých uhlovodíkových par z hlavní kolony z potrubí do poškozené části potrubí proplachové vody a následně do atmosféry v prostoru žlabu. K iniciaci uniklých hořlavých par došlo tehdy, když pracovník kontraktora přiložil svařovací elektrodu k přivaření tvarovky na spodní část potrubí při opravářských pracích. Za příčinu požáru bylo stanoveno poškozené potrubí proplachové vody do kondenzátoru. Celkově hořelo 0,075 m³ benzínu a 0,02 m³ směsi propanu a butanu. Požár byl lokálního charakteru, bez poškození ostatních zařízení a bez vlivu na veřejnost. Na likvidaci havárie spolupracovali pracovníci HZS a Policie ČR. Sanační práce nebyly realizovány.



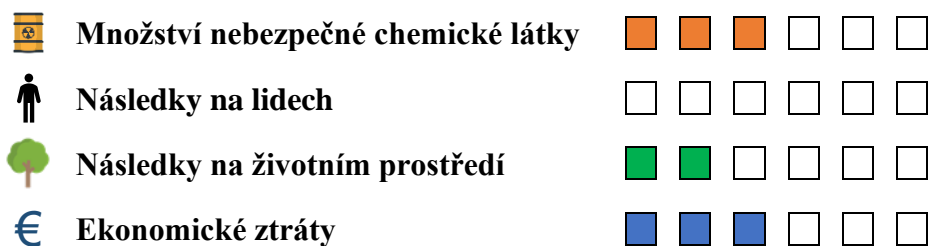
Obr. 48) Kralupy nad Vltavou 2017 – ESIA

Tab. 40) Kralupy nad Vltavou 2017 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Kralupy nad Vltavou 2017		
Název subjektu:	Unipetrol RPA, s. r. o.	–
Místo havárie:	Petrochemický průmysl	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Údržba, oprava, ladění, nastavení	052
Pracovní úkon:	Práce s ručním mechanickým nářadím	022
Výrobní prostředek úkonu:	Ruční mechanické nářadí – pro svařování	0708
Typ nehodového děje:	Požár (působení tepelného záření)	N402
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo vadná údržba	–
Přímé příčiny:	Únik ze zařízení	–
Nezbytné příčiny:	Přítomnost hořlavé látky	–
Vrcholová událost:	Počátek požáru	CE5

5.1.28 Bělčice 2017

Dne 20. září 2017 v čase 8:35 došlo v areálu společnosti Čepro, a. s., sklad Bělčice, k havarijnímu úniku motorové nafty. K úniku došlo na potrubní trase č. 0129, která je vedena za ruční armaturou do čerpací stanice. V čase 7:00 bylo zahájeno čerpání motorové nafty ze skladových zásob do produktovodu. Otevřením výdejní armatury u nádrže H107 a armatury A127 došlo vlivem spádu k zaplavení části potrubní trasy, kde došlo vlivem tlakového rázu k porušení těsnění na přírubě armatury, což vedlo k následnému úniku nafty na podlahu objektu a do podélných svodných žlabů tohoto objektu, zaústěných do zaolejované kanalizace. Okamžitě po zjištění události byla nafta z podlahy strojovny odsáta a zbytky látky uklizeny pomocí sorpčního materiálu. Při následných kontrolách areálu bylo zjištěno žloutnutí a odumírání travního porostu v okolí objektu. Provozovatel ve spolupráci s hydrogeologem přistoupil k provedení sondážních prací, které potvrdily kontaminaci zemin. Při probíhajících sanačních pracích bylo zjištěno, že je zaústění svodných žlabů do zaolejované kanalizace zborceno, čímž se produkt dostal mimo vodohospodářské zajištění objektu a následně do okolního terénu. Celkem uniklo 12,5 m³ motorové nafty. Za hlavní příčinu bylo stanoveno prasklé těsnění příruby a selhání vodohospodářského zabezpečení strojovny. Celkem bylo odtěženo 2 200 t kontaminovaných zemin. Škoda byla vyčíslena na 21 milionů korun.



Obr. 49) Bělčice 2017 – ESIA

Tab. 41) Bělčice 2017 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

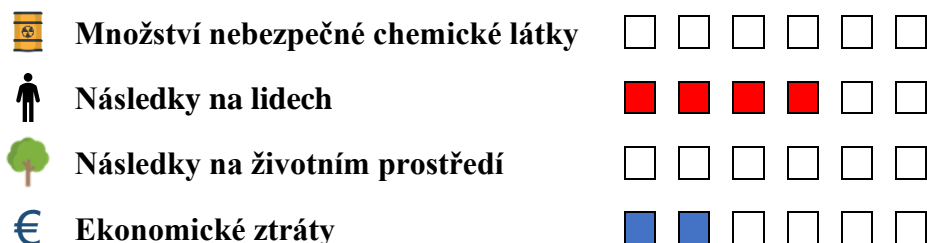
Bělčice 2017		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Potrubní síť – pevné	0401
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Zpětná tlaková vlna	–
Nezbytné příčiny:	Vnitřní přetlak	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.29 Kralupy nad Vltavou 2018

Dne 22. března 2018 krátce před 10:00 došlo v areálu rafinérie společnosti Unipetrol v Kralupech nad Vltavou k výbuchu. V distribučním terminálu explodovala skladovací nádrž na pohonné hmoty, přičemž výbuch nedoprovázel požár [68]. Na místo havárie bylo vysláno pět jednotek záchranářů a vrtulníky z Prahy a Liberce. Na zásahu se také podílely dvě profesionální, jedna dobrovolná a dvě podnikové jednotky hasičů. Kvůli výbuchu došlo v nemocnici v Praze na Vinohradech k aktivaci traumaplánu, který počítá s příjmem většího počtu pacientů, ještě před polednem byl však odvolán. Po nehodě nedošlo ke svolání městského ani krajského krizového štábu, došlo však k zasedání krizového štábu firmy Unipetrol. Dle firmy neměla mimořádná událost souvislost s plánovanou odstávkou rafinérie, která měla být největší v její historii [69].

K výbuchu došlo ve skladovací nádrži, která byla několik let mimo provoz a sloužila ke skladování pohonných hmot vyrobených v rafinérii. Na jejím opětovném uvedení do provozu pracovali externí dodavatelé, jejichž dělníci pravděpodobně nedodrželi předepsaný technologický postup [70]. Rekonstrukce nádrže spočívala v obnovení vnitřního nátěru a výměny armatur v její vrchní části. Uvnitř nádrže byl umístěn elektrický ventilátor, kterým byl vháněn horký vzduch potřebný k aplikaci nátěru. Aby nedošlo k průniku benzínových par do nádrže, bylo potrubí po celou dobu rekonstrukce zaslepeno. V průběhu demontáže armatur však byla záslepka odstraněna. Jelikož v tu chvíli nebylo zastaveno stáčení benzínu do automobilových cisteren, dostaly se benzínové páry přetlakem do nádrže pod víko, na kterém dělníci montovali armatury. Co bylo příčinou následného vznícení však není jasné. Podle HZS mohla být zdrojem iniciace mechanická jiskra, nebo mohlo dojít ke vznícení ventilátoru [71].

Při havárii zahynulo šest lidí, další dva byli těžce zraněni. Zranění byli převezeni do nemocnic v Motole a v Praze na Vinohradech. Jeden zraněný utrpěl popáleniny druhého stupně na deseti procentech těla, druhý devastující poranění obličeje. Mezi oběťmi bylo pět obyvatel Rumunska a jeden Čech. Po havárii nedošlo k úniku nebezpečných látek [69]. Společnost Unipetrol odhadla celkové škody na 30 milionů korun. Po nehodě byly ve společnosti zavedeny důkladnější kontroly dodržování přísných bezpečnostních a pracovních předpisů a také byly dodavatelské firmy vyzvány k opakovanému proškolení svých pracovníků [72]. Společnost dále zavedla instalaci nového systému detekce úniku uhlovodíků a byl zdokonalen systém komunikace s veřejností při závažných haváriích [70]. Na základě usnesení vyšetřovatelů nebyl nikdo trestně stíhán, neboť člověk za nehodu zodpovědný při výbuchu zemřel. Výbuch v kralupské chemičce byl jednou z nejtragičtějších průmyslových havárií v ČR od 60. let [72].



Obr. 50) Kralupy nad Vltavou 2018 – ESIA

Tab. 42) Kralupy nad Vltavou 2018 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Kralupy nad Vltavou 2018		
Název subjektu:	Unipetrol RPA, s. r. o.	–
Místo havárie:	Petrochemický průmysl	010
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Údržba, oprava, ladění, nastavení	052
Pracovní úkon:	Držení a manipulace s předměty	040
Výrobní prostředek úkonu:	Skladovací systémy, nádrže, zásobníky – stabilní	1106
Typ nehodového děje:	Výbuch, VCE (působení tlakové vlny)	N418
Typ příčiny:	Nesoulad předepsaných postupů se skutečným způsobem výkonu práce	P145
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Nedodržování postupů	–
Přímé příčiny:	Jiskra/Elektrický komponent	–
Nezbytné příčiny:	Zdroj iniciace	–
Vrcholová událost:	Exploze	CE2

5.1.30 Loukov 2018

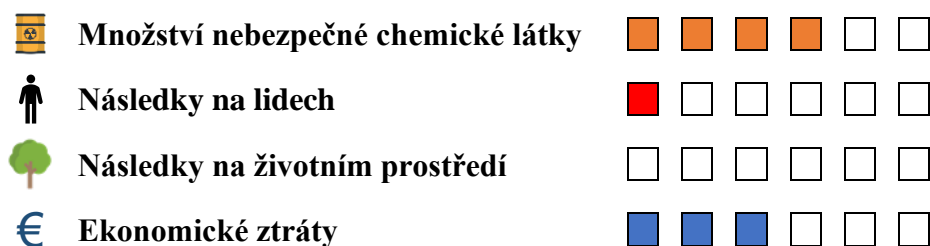
Dne 10. září 2018 byl v čase 16:07 na ohlašovně požárů prostřednictvím EPS signalizován požár v prostoru výdejních lávek areálu Čepro Loukov na Kroměřížsku, kde jsou umístěny strategické zásoby pohonných hmot. Místní jednotka HZS se na místo požáru dostavila 3 minuty od jeho ohlášení. Po provedeném průzkumu byla nejdříve dokončena evakuace řidičů autocisteren, kteří plnili nebo čekali na plnění v blízkosti objektu výdejních lávek. V době příjezdu jednotky HZS prováděl operátor plnění záchranu a poskytoval první pomoc zraněnému řidiči autocisterny, u které došlo k požáru. Operátor také zahájil uzavírání přívodního potrubí k výdejním lávkám. V době příjezdu hasičů byly celé objekty č. 191 a 193 zachváceny požárem. Pomocí pěnidla z hasičského vozu byl proveden zásah pomocí lafetového monitoru těžkou pěnou, který byl však neúčinný. Na základě oznámení požáru na HZS Zlínského kraje byly na místo vyslány první tři jednotky HZS a jedna jednotka SDH obce. První posilová jednotka se na místo události dostavila v čase 16:21 a potvrdila rozsah požáru s tím, že se jedná o požár plnicích lávek a až třech autocisteren, ovšem přesný počet vzhledem k intenzitě plamenů a kouři nebylo možné přesně spočítat. Prvotní zásah na hořící objekt nebyl úspěšný, z důvodu rizika výbuchu. Kvůli masivnímu explozivnímu hoření na požářišti bylo rozhodnuto o dokončení plošné evakuace všech zaměstnanců, návštěv, zraněné osoby a zasahujících hasičů před vstup do areálu až do příjezdu dalších posilových jednotek. V místě požáru se v nádržích autocisteren nacházelo 57,184 m³ motorové nafty, 9,674 m³ automobilového benzínu a z dopravního potrubí postupně dotékalo až 30 m³ ropných produktů a hořlavých kapalin uložených ve skladu aditiv a rekuperaci. Celkem bylo požárem zasaženo až 126,858 m³ hořlavých kapalin. K monitoringu požářiště a okolí byl z Brna vyslán vrtulník Policie ČR. Kvůli složitosti zásahu bylo učiněno rozhodnutí ponechat vyhořet podstatnou část paliv a dohasit dílčí ohniska požáru. Likvidace požáru byla ohlášena v čase 20:12.

Detailní ohledání místa požáru bylo uskutečněno společně s příslušníky Policie ČR a příslušníky TÚPO Praha následující den po vychladnutí konstrukcí. Ze záznamu bezpečnostních kamer bylo zjištěno, že došlo k výbuchu uvnitř první komory automobilové cisterny, která byla plněna horním plněním na lávce č. 1, přičemž bylo v době výbuchu naplněno pouze 1,443 m³ motorové nafty. Řidič cisterny se v době výbuchu nacházel na horní obslužné plošině návěsu cisterny, kde se připravoval na plnění benzínu N95 z výdejního ramene č. 2. Stáčení nebylo z tohoto výdejního ramene před výbuchem započato [73]. Za nejpravděpodobnější příčinu havárie byl stanoven výboj statické elektřiny uvnitř komory č. 1, způsobený na základě nedodržení pracovního postupu během plnění nebo přítomností cizího předmětu v komoře autocisterny [74].

Během havárie nikdo nezemřel, byly zraněny dvě osoby, včetně řidiče, který utrpěl středně vážná zranění dolních končetin po pádu z autocisterny. Mimo nezbytný personál byl celý areál evakuován. Požárem byl zničen objekt výdejních lávek a aditivace včetně související infrastruktury. Čtyři autocisterny byly zcela zničeny a čtyři poškozeny. U zásahu zasahovalo celkem 153 příslušníků jednotek požární ochrany, bylo spotřebováno 406,1 m³ vody, 1,38 m³ pěnidla a 100 kg sorbentu. Doba trvání zásahu činila 20 hodin. Během havárie nedošlo k vážnému znečištění životního prostředí. Distribuce benzínu z Loukova byla na několik týdnů pozastavena. Škoda byla vyčíslena na 70 milionů korun [73]. Po havárii investovala společnost Čepro do nového plně automatizovaného terminálu pro autocisterny za 300 milionů korun, který je vybaven systémem automatického hašení. Společnost také omezila počet autocisteren mimo sklad, zrušila rizikové horní plnění a ponechala pouze spodní [75].

Tab. 43) Loukov 2018 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

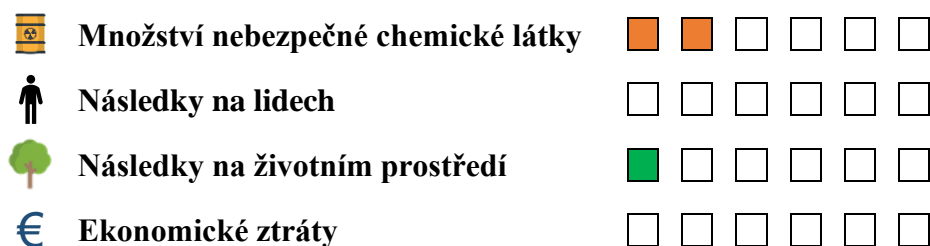
Loukov 2018		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Skladovací systémy, nádrže – mobilní	1107
Typ nehodového děje:	Požár (působení tepelného záření)	N402
Typ příčiny:	Nesoulad předepsaných postupů se skutečným způsobem výkonu práce	P145
Zdroj nebezpečí:	Cisternový vůz	101
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedodržování postupů	–
Přímé příčiny:	Statická elektřina	–
Nezbytné příčiny:	Přítomnost hořlavé látky	–
Vrcholová událost:	Počátek požáru	CE5



Obr. 51) Loukov 2018 – ESIA

5.1.31 Loukov 2019

Dne 14. října 2019 v čase 11:30 došlo ve společnosti Čepro, a. s., sklad Loukov, k havarijnímu úniku motorové nafty. K havárii došlo na vnějším nadzemním okružním potrubním rozvodu DN 200, který propojuje příjmová, skladovací a výdejová místa v areálu skladu. Konkrétně se jedná o napojení objektů č. 234 a 235, což jsou podzemní skladovací objekty. Únik byl pravděpodobně zapříčiněn netěsností potrubí v podzemní chrániče, což mělo za následek únik nafty na okolní terén. Kontaminace se dále projevila v patě svahu u základové patky hlavního vchodu a šířila se silničním příkopem do vzdálenosti 50 m. Potrubí bylo bezprostředně odstaveno z provozu a vypuštěno. Bylo zahájeno odsávání produktu s vodou z provizorních jámek a těžba kontaminovaných zemin. Povrchové a podzemní vody nebyly zasaženy.



Obr. 52) Loukov 2019 – ESIA

Tab. 44) Loukov 2019 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Loukov 2019		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Skladování	012
Pracovní úkon:	Nalévání, vyprazdňování, plnění, doplňování	046
Výrobní prostředek úkonu:	Potrubní síť – pevné	0401
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Potrubí horizontální vysokotlaké	326
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo špatná údržba	–
Přímé příčiny:	Těsnění, společná ztráta účinnosti	–
Nezbytné příčiny:	Degradace mechanických vlastností	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.1.32 Tremošná 2020

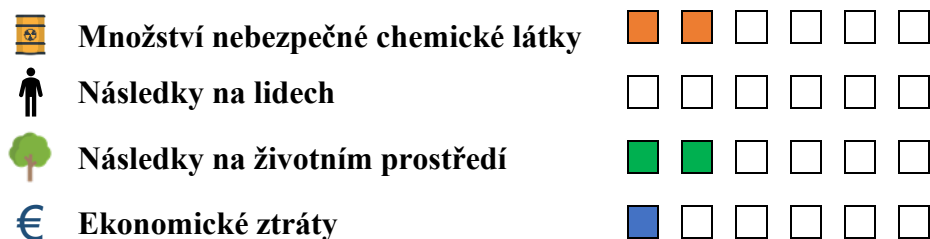
Dne 16. dubna 2020 v čase 11:26 došlo ke vzplanutí benzinových par vycházejících otvorem po demontované pojistce z hrdla nádrže H211B v areálu skladu PHM společnosti Čepro, sklad Tremošná. Událost byla ohlášena pomocí systému EPS, přičemž ihned došlo k automatickému spuštění stabilního hasicího zařízení, které zahájilo hašení vzplanuté nádrže H211B, naplněné benzinem o objemu 3 200 m³, a chlazení okolních nádrží. S pomocí stabilního hasicího zařízení a výškové techniky se podařilo rychle dostat plamenné hoření pod kontrolu. Poté byl počet zasahujících jednotek HZS redukován a bylo zahájeno ochlazování technologií. Likvidace požáru a instalace protiexplozivní pojistky na nádrž H211B byla ohlášena v čase 14:48.

Ke vzniku havárie došlo při provádění výměny protiexplozivní pojistky vlivem mechanické jiskry, která vznikla při dotyku těla odmontované protiexplozivní pojistky s jímací tyčí hromosvodu. Ruční demontáž pojistky byla prováděna externí dodavatelskou společností, přičemž v době vzniku požáru byla pojistka zavěšena pomocí vázacích prostředků na jeřábu.

Zásahu se zúčastnilo 16 jednotek HZS. V průběhu havárie nedošlo k usmrcení ani zranění žádných osob. Vlivem hašení požáru, kdy došlo k samočinnému spuštění stabilního hasicího a stabilního chladicího zařízení nádrže H211B a H401C, došlo k přetečení části obsahu nádrže H401C (automobilový benzin) do havarijní jímky. Při následném odpouštění této jímky do zaolejované kanalizace došlo k přimísení části benzínu do hasebních vod (roztok vody a pěnidla s příměsí pohonných hmot). Jelikož byla kanalizace přeplněná, došlo k přetečení části hasebních vod do dešťové kanalizace, a dále výpustí dešťových vod do vodoteče za hranici areálu skladu. Na základě získaných poznatků a poučení ze závažné havárie přijala společnost Čepro několik opatření pro předcházení případným dalším závažným haváriím, včetně zpracování standardizovaných pracovních postupů k revizi nebo výměně protiexplozivních pojistek. Škoda byla stanovena na 8 milionů korun [76].

Tab. 45) Tremošná 2020 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

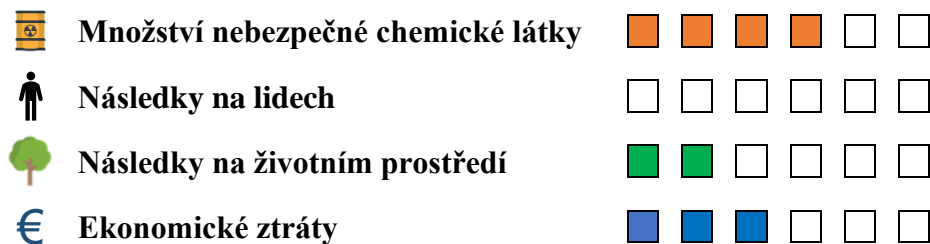
Tremošná 2020		
Název subjektu:	Čepro, a. s.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Skladování	5210
Pracovní činnost:	Seřizování, příprava, instalace, montáž a demontáž	051
Pracovní úkon:	Přípevnování, zavěšování, zvedání, pokládání	043
Výrobní prostředek úkonu:	Břemena zavěšená na zvedacím zařízení, jeřábu	1411
Typ nehodového děje:	Požár (působení tepelného záření)	N402
Typ příčiny:	Jiskra, statický náboj	P409
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka:	Benzín	66
Kořenová příčina:	Lidská chyba	–
Přímé příčiny:	Mechanická jiskra	–
Nezbytné příčiny:	Přítomnost hořlavé látky	–
Vrcholová událost:	Počátek požáru	CE5



Obr. 53) Tremošná 2020 – ESIA

5.1.33 Kostelec u Heřmanova Městce 2020

Dne 15. června 2020 v čase 11:00 došlo v prostorách skladu pohonných hmot Vrbice II společnosti Union Consulting s. r. o. k havarijnímu úniku motorové nafty. Dne 14. června zasáhla sklad blesková povodeň, při které došlo k zaplavení skladovacího tunelu s motorovou naftou do výšky 1,2 m. Po opadnutí vody byl následující den zjištěn únik z nádrže č. N3. 14. Kontrolou nádrže byla zjištěna prasklá příruba uzavíracího ventilu, přes kterou nafta unikala. Ihned bylo zahájeno odčerpávání uniklé motorové nafty do železničních cisteren. Přes všechna opatření došlo k úniku nafty do Podolského potoka, na kterém byla jednotkou HZS instalována norná stěna. Množství uniklé látky bylo stanoveno na 27,6 m³. Při následných sanačních pracích bylo firmou Dekonta odtěženo 35,68 t kontaminovaných zemin a odčerpáno 760 m³ kontaminované vody. Náklady na sanační zásah činily 6 358 900 korun.



Obr. 54) Kostelec u Heřmanova Městce 2020 – ESIA

Tab. 46) Kostelec u Heřmanova Městce 2020 – Přehled informací dle metodiky ISAAC

Kostelec u Heřmanova Městce 2020		
Název subjektu:	Union Consulting, s. r. o.	–
Místo havárie:	Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	013
Typ podniku (dle CZ-NACE):	Výroba rafinovaných ropných produktů	1920
Pracovní činnost:	Kontrola dopravních prostředků, zařízení	055
Pracovní úkon:	Přítomnost bez vlastní činnosti	070
Výrobní prostředek úkonu:	Skladovací systémy, nádrže, zásobníky – stabilní	1106
Typ nehodového děje:	Únik média	N422
Typ příčiny:	Konstrukční vada	P202
Zdroj nebezpečí:	Zásobník	57
Nebezpečná látka:	Motorová nafta	186
Kořenová příčina:	Nedostatečná nebo vadná údržba	–
Přímé příčiny:	Přírodní příčiny (voda)	–
Nezbytné příčiny:	Nadměrné mechanické namáhání z vnějších příčin	–
Vrcholová událost:	Únik kapaliny z potrubí	CE8

5.2 Statistická analýza havárií

Tato podkapitola bude zaměřena na statistickou analýzu všech 33 řešených havárií. Analýza bude rozdělena na čtyři samostatné části. První část bude věnována základním informacím o haváriích z hlediska lokace a data, ve druhé budou statisticky vyhodnoceny jednotlivé části metodiky ISAAC, ve třetí následky vypracované pomocí škály ESIA a ve čtvrté doplňující informace o haváriích. Do této kapitoly však budou k analýze uvedeny jen autorem vybrané oblasti. Ostatní zde neuvedené informace budou k dohledání v příloze 5.

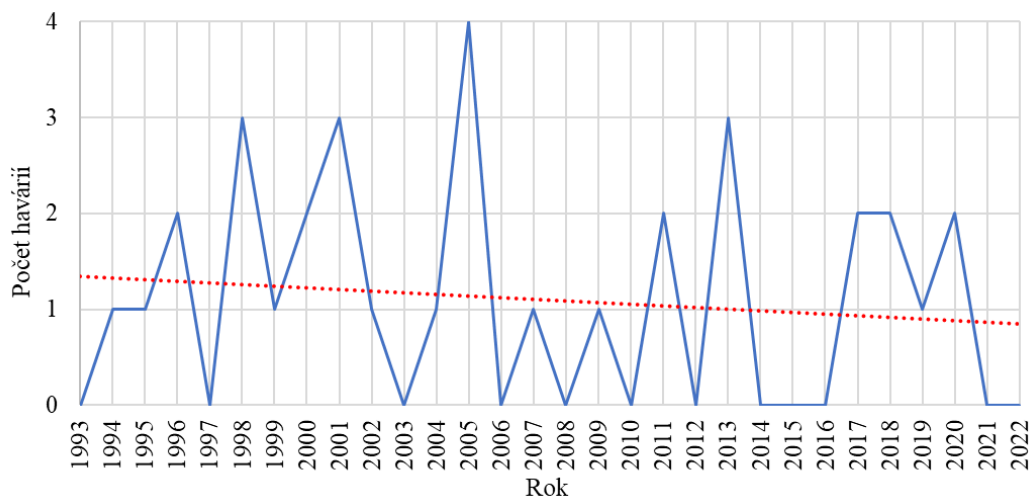
5.2.1 Základní informace

První část statistické analýzy bude zaměřena na základní informace o haváriích. Havárie zde budou děleny dle lokace a různých časových údajů. K největšímu počtu havárií došlo ve Středočeském a Ústeckém kraji. To lze vysvětlit skutečností, že jsou v obou krajích umístěny největší rafinérie PHM na území ČR. Společnost Unipetrol RPA, s. r. o. provozuje rafinérie v Litvínově (Ústecký kraj) a v Kralupech nad Vltavou (Středočeský kraj). Jelikož jsou tyto oblasti epicentrem výroby a distribuce kapalných paliv, lze zde také předpokládat zvýšený výskyt havárií. Jednotlivé kraje jsou dle počtu havárií sestupně seřazeny v tab. 47.

Tab. 47) Rozdělení havárií dle krajů ČR

Název kraje	Počet havárií
Středočeský	6
Ústecký	6
Pardubický	4
Vysočina	4
Jihočeský	3
Zlínský	3
Liberecký	2
Plzeňský	2
Jihomoravský	1
Karlovarský	1
Královéhradecký	1

Obr. 55 znázorňuje počet havárií v jednotlivých letech. Zajímavostí je, že nejvíc havárií připadá na rok 2005, neboť v tomto roce došlo také k závažným haváriím velkého rozsahu i ve světě (v americkém Texas City a britském Buncefield). Zvýšený počet havárií v roce 2005 může mít souvislost se zvýšenou produkcí kapalných motorových paliv (benzín a motorová nafta) v ČR, kterou zobrazuje obr. 56. Tento graf zobrazuje průměrnou denní produkci kapalných paliv pro daný rok. Hodnota 48,61 je uvedena v jednotkách tisíc barelů, což odpovídá přibližné hodnotě 7 728 m³, nejnižší hodnota 31,21 pak 4 961 m³. Z obr. 55 lze také usoudit, že má počet havárií s kapalnými palivy na území ČR mírně klesající trend, který je znázorněn červenou přerušovanou čarou. To může být vysvětleno příchodem nové legislativy prevence závažných havárií a s ní spojené zvýšené nároky na bezpečnostní opatření.

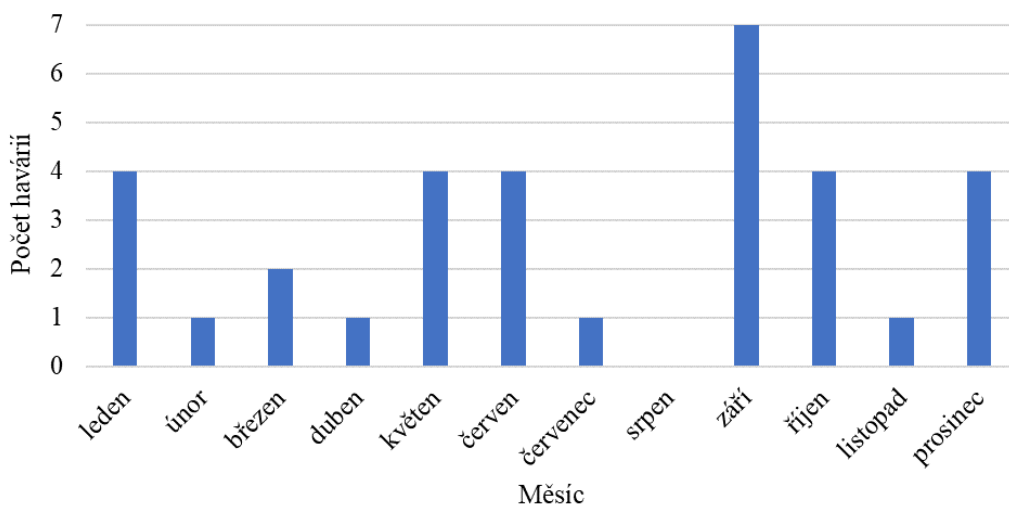


Obr. 55) Počet havárií v jednotlivých letech

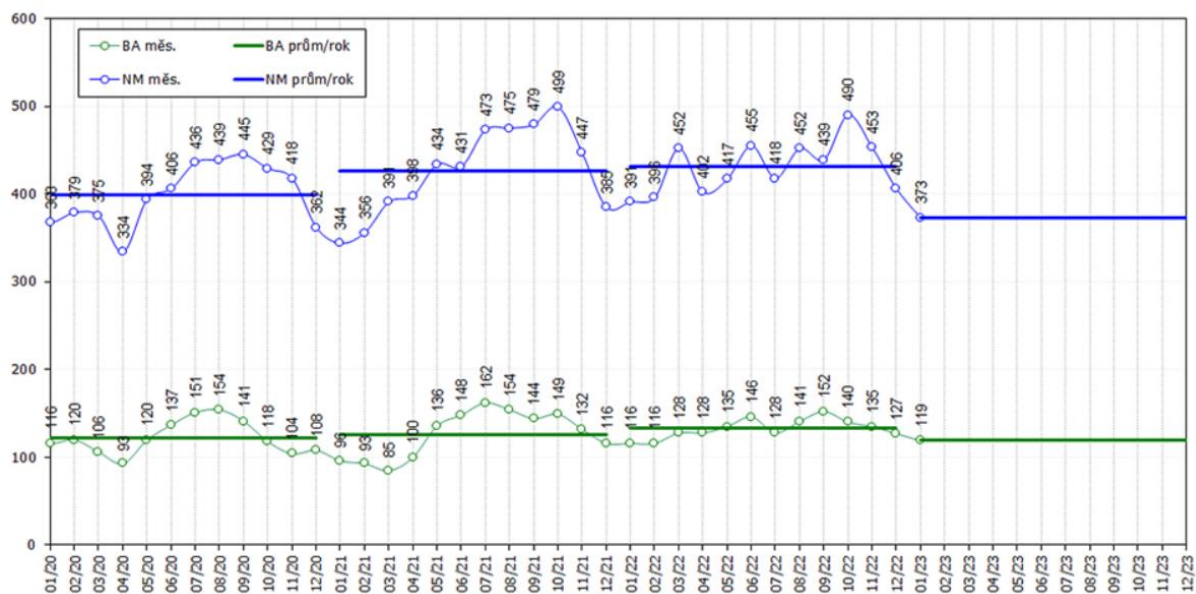


Obr. 56) Průměrná denní produkce kapalných motorových paliv v ČR [77]

Na obr. 57 je znázorněn počet havárií v jednotlivých měsících v roce. K největšímu počtu havárií došlo v měsíci září. To může souviset se zvýšenou spotřebou kapalných motorových paliv v tomto období roku, jak je patrné z obr. 58. Hodnoty na svislé ose jsou v tomto grafu uvedeny v jednotkách tisíc m³.

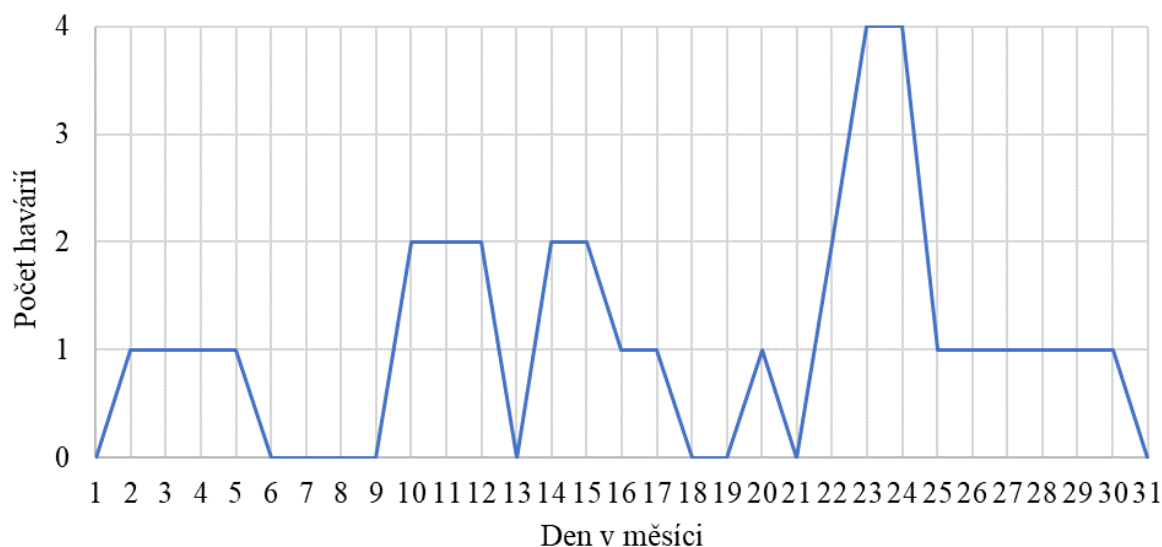


Obr. 57) Počet havárií v jednotlivých měsících

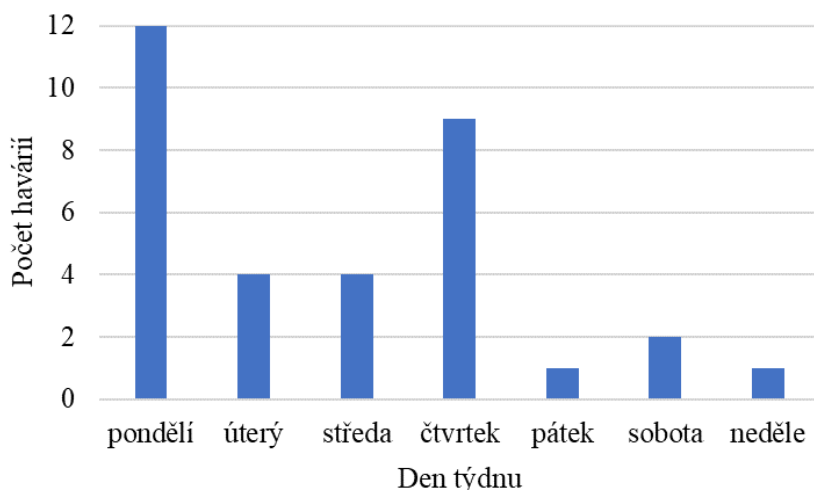


Obr. 58) Vývoj spotřeby kapalných motorových paliv v ČR po měsících [78]

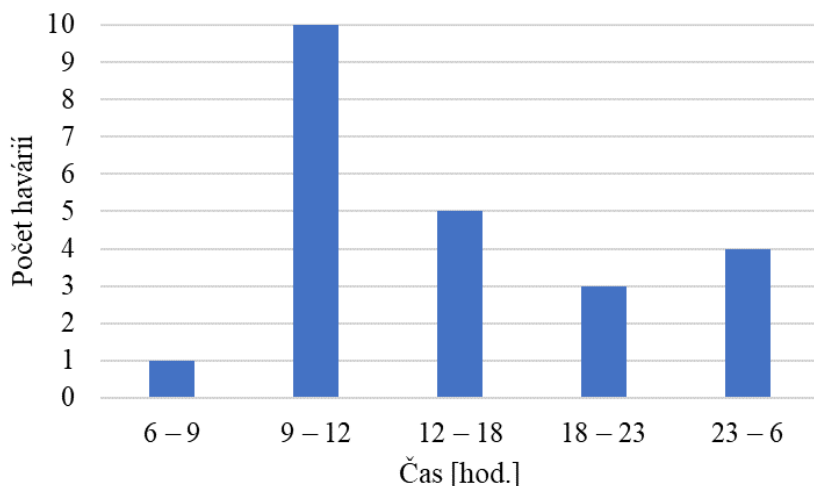
Dle znázornění počtu havárií na dnech v měsíci, jak zobrazuje obr. 59, je patrné, že koncem měsíce nastává zvýšený počet mimořádných událostí. Pokud bude počet havárií promítnut do jednotlivých dnů v týdnu (obr. 60) lze pozorovat maximální výskyt havárií v pondělí. Tato skutečnost se shoduje se statistikami BOZP ohledně výskytu nehod na pracovištích a potvrzuje fakt, že se po víkendu vyskytuje více chyb lidských činitelů, než je obvyklé. Postupem týdne má pak počet havárií klesající charakter. Pokud bude statistika promítnuta i do jednotlivých fází dne (obr. 61), nastává největší výskyt havárií v dopoledních hodinách, kdy je vytižení pracovníků nejvyšší. Jednotlivé fáze dne byly určeny dle časového vymezení na ráno, dopoledne, odpoledne, večer a noc. Jelikož však tyto pojmy nemají přesnou časovou klasifikaci a jejich vymezení je subjektivní, byly tyto fáze vymezeny autorem práce. Tato statistika však není úplná, neboť se u deseti havárií nepodařilo dohledat čas vzniku závažné havárie. To je způsobeno buď nedostatkem informací, nebo nebylo možné pro vyšetřovatele přesný čas vzniku závažné havárie zjistit.



Obr. 59) Počet havárií dle dnů v měsíci



Obr. 60) Počet havárií dle dnů v týdnu



Obr. 61) Počet havárií dle času v hodinách

5.2.2 Metodika ISAAC

Druhá část analýzy bude zaměřena na statistické vyhodnocení jednotlivých oblastí, které byly vypracovány dle metodiky ISAAC. V tab. 48 jsou dle počtu havárií sestupně seřazeny subjekty, u nichž k havárii došlo. Téměř k polovině havárií došlo ve společnosti Čepro, a. s., která provozuje po celé ČR systém 17 velkokapacitních skladů PHM a produktovodní síť o délce téměř 1 100 km. Tato skutečnost vysvětluje zvýšený počet havárií, které nastaly v provozech této společnosti. Co se týče rozdělení subjektů dle jejich typu (CZ-NACE), 52 % podniků pracuje v oblasti skladování, 30 % ve výrobě rafinovaných ropných produktů, 3 % v silniční nákladní dopravě a 3 % ve velkoobchodu s pevnými, kapalnými a plynnými palivy a příbuznými výrobky. U 12 % havárií se název ani typ subjektu nepodařilo dohledat. V tab. 49 je znázorněn počet havárií v závislosti na místě, kde k havárii došlo. Z obrázku lze vyčíst, že téměř ke dvěma třetinám havárií došlo v oblasti skladů a produktovodů. Tab. 50 znázorňuje počet havárií v závislosti na pracovní činnosti. V této kategorii opět vyčnívá skladování. Pokud by však došlo k většímu zobecnění různých druhů údržby a oprav, měla by i tato skupina činností početné zastoupení.

Tab. 48) Rozdělení havárií dle subjektů

Název subjektu	Počet havárií
Čepro, a. s.	16
Unipetrol RPA, s. r. o.	5
Union Consulting, s. r. o.	3
Benzina, a. s.	1
EK OIL, s.r.o.	1
Fadest Invest, s. r. o.	1
KAUČUK Group, a. s.	1
PARAMO, a. s.	1
neznámý	4

Tab. 49) Rozdělení havárií dle místa havárie

Místo havárie	Počet havárií
Prostor užívaný pro skladování ropných produktů	10
Průmyslové odvětví – produktovod	10
Petrochemický průmysl (výroba a zpracování)	5
Prostor otevřený pro veřejnou dopravu – silnice	5
Železniční tratě	3

Tab. 50) Rozdělení havárií dle pracovní činnosti

Pracovní činnost	Počet havárií
Skladování	7
Pohyb, včetně dopravy v dopravním prostředku	6
Kontrola dopravních prostředků, zařízení	5
Ostatní pracovní procesy (krádež produktu)	5
Údržba, oprava, ladění, nastavení	4
Výroba, zpracování, skladování	3
Čištění pracovních prostor, strojů	1
Přestavba, opravy, přístavby, stavební údržba	1
Seřizování, příprava, instalace, montáž a demontáž	1

V tab. 51 je zobrazeno rozdělení havárií dle zdroje nebezpečí. V této kategorii jednoznačně převládají různé typy potrubí. Výrazné zastoupení mají i cisternové vozy a typy skladovacích zásobníků. Co se týče kategorií zdrojů nebezpečí, jednalo se u 67 % případů o procesní zařízení, u 33 % o dopravní stroje a zařízení. Tab. 52 znázorňuje rozdělení havárií dle typu nehodového děje. V této kategorii drtivě převládá únik média. Tuto kategorii lze dále rozdělit na únik kapaliny z potrubí, který byl zaznamenán v 67 % případů a na trhlinu v plášti, která nastala ve zbylých 33 % případů. Jelikož se však u několika havárií objevily projevy paliv odlišné od vrcholové události, je tato tabulka doplněna i o tyto další projevy.

V tab. 53 jsou havárie děleny dle typu nebezpečné chemické látky. Dle tabulky je zřejmé, že u většiny havárií byla nebezpečnou látkou motorová nafta.

Tab. 51) Rozdělení havárií dle zdroje nebezpečí

Zdroj nebezpečí	Počet havárií
Potrubí horizontální vysokotlaké	12
Cisternový vůz	10
Zásobník	7
Hadice	1
Kanalizace	1
Potrubí horizontální nízkotlaké	1
Záchytná nádrž	1

Tab. 52) Rozdělení havárií dle typu nehodového děje

Typ nehodového děje	Počet havárií	
	Vrcholová událost	Výskyt
Únik média	26	29
Požár (působení tepelného záření)	4	6
Výbuch, VCE (působení tlakové vlny)	3	4

Tab. 53) Rozdělení havárií dle nebezpečné látky

Nebezpečná látka	Počet havárií
Motorová nafta	19
Benzín	11
Letecké petroleje	3

V následující tab. 54 a tab. 55 jsou havárie rozděleny dle příčiny. V první tabulce jsou havárie seřazeny sestupně dle typu příčiny, které byly hlavním činitelem jejich vzniku. Dle typu příčiny vyčnívají nad ostatními konstrukční vada, používání nebezpečných postupů a selhání člověka při ovládání stroje. Jednotlivé havárie však byly podrobeny i analýze dle kauzálního modelu, jehož výsledná podoba, vytvořená na základě řešených havárií, bude uvedena na konci podkapitoly 5.2.4. Pomocí tohoto modelu byly nalezeny kořenové příčiny, které spustily řetězec událostí vedoucí k události vrcholové. Tyto kořenové příčiny jsou dle počtu havárií sestupně seřazeny v tabulce druhé. Dle této tabulky byla nejčastější příčinou chyba lidského činitele. Jednotlivé havárie jsou nejlépe charakterizovány příčinou přímou. Přímé příčiny však nejsou ke statistické analýze vhodné, neboť je jejich diverzita příliš velká. Analýza příčin je jedním z nejdůležitějších procesů pro zpracování návrhů opatření pro zabránění opakování dalších havárií. Pro další postup tak bude kladen na výsledky získané kauzálními modely velký důraz a pro návrh nových opatření budou zkoumány všechny analýzy kořenových příčin.

Tab. 54) Rozdělení havárií dle typu příčiny

Typ příčiny	Počet havárií
Konstrukční vada	11
Používání nebezpečných postupů a způsobů práce	7
Selhání člověka při ovládní stroje	6
Jiskra, statický náboj	2
Nedostatečně provedené zabezpečení zařízení	2
Nesoulad předepsaných postupů se skutečným způsobem výkonu práce	2
Chyba software	1
Nedostatečné zabezpečení objektu	1
Špatná komunikace mezi pracovními skupinami	1

Tab. 55) Rozdělení havárií dle kořenových příčin

Kořenová příčina	Počet havárií
Lidská chyba	12
Nedostatečná nebo špatná údržba	8
Škodolibý (zlomyslný) zásah	5
Nedodržování postupů	3
Přenos nadměrného množství kapaliny	3
Výrobní vada	1

5.2.3 ESIA

Třetí část statistické analýzy bude zaměřena na vyhodnocení vybraných oblastí škály ESIA. Tab. 56 zobrazuje jednotlivá množství nebezpečných látek, které se přímo podílely na jednotlivých haváriích. Lze vidět, že i když se u nejvíce havárií vyskytovala motorová nafta, největší množství patří benzínu. To je však způsobeno obrovským únikem benzínu při havárii v Litvínově v roce 1996. Nadlimitní množství nebezpečné látky bylo zaznamenáno u 96 % havárií. Přesné množství chemické látky se podařilo dohledat u 30 havárií. Pro zbylé havárie je přibližné množství uvedeno v příloze 5, tyto havárie však nebyly do statistiky množství nebezpečné látky zahrnuty. Průměrné množství nebezpečné látky bylo pro danou látku stanoveno tak, že bylo množství dané látky děleno počtem havárií, na kterých se daná nebezpečná látka přímo podílela.

Tab. 56) Vyhodnocení havárií z hlediska množství nebezpečné chemické látky

Nebezpečná látka	Množství [m ³]	Průměr na havárii [m ³]
Benzín	2 367,075	215,189
Motorová nafta	633,458	33,34
Letecké petroleje	58,85	19,617
Všechny havárie	3 059,383	92,709

Tab. 57 zobrazuje statistiku havárií z hlediska následků na lidech. K úmrtí došlo v 9 % havárií, ve 12 % k vážným zraněním a v 6 % k lehkým zraněním. Závažná zranění zpravidla vedla i k rozsáhlému léčení, která byla zaznamenána v 9 % havárií. Výjimkou byl pouze řidič cisterny při havárii v Loukově v roce 2018, jehož zranění byla středně vážného charakteru a do této statistiky tak nebyl započítán. Následky na lidech byly zaznamenány u 18 % havárií. Téměř u všech (s výjimkou jedné) byl nebezpečnou látkou benzín. Havárie spojené s benzínem měly za následek všechna úmrtí a naprostou většinu zranění. Jedinou výjimkou byla výše zmíněná havárie v Loukově, u které byla nebezpečnou látkou motorová nafta. Při této havárii byli zraněni dva lidé, z toho jeden vážně. U jediné havárie bylo zaznamenáno ovlivnění obyvatelstva z hlediska kontaminace pitné vody (Polepy 2001).

Tab. 57) Vyhodnocení havárií z hlediska následků na lidech

Následky na lidech	Počet osob
Úmrtí	9
Zranění a hospitalizace po dobu delší než 24 hod.	7
Zranění a hospitalizace po dobu kratší než 24 hod.	35
Rozsáhlé léčení po dobu delší než 3 měsíce	6

V tab. 58 je zobrazeno vyhodnocení havárií z hlediska následků na životním prostředí. Jelikož je pro tuto analýzu dohledání přesných dat velmi obtížné, bude do tabulky zanesen počet havárií, u kterých se vyskytoval následek na životním prostředí v daném intervalu. Intervaly nebyly zvoleny náhodně, nýbrž byly převzaty z hodnotících tabulek škály ESIA. Následky na životním prostředí byly zaznamenány u 87 % havárií. Rozdělení havárií dle kontaminace jednotlivých složek životního prostředí zobrazuje tab. 59.

Tab. 58) Vyhodnocení havárií z hlediska následků na životním prostředí

Následky na životním prostředí	Interval	Počet havárií
Počet (Q) volně žijících zvířat, která byla usmrcena, zraněna nebo intoxikována následkem havárie:	$Q < 50$	24
Objem (V) znečištěné vody [m^3]:	$V < 1\ 000$	18
	$1\ 000 < V < 10\ 000$	4
Plocha (S) povrchové nebo podzemní vody, již je nutno vyčistit nebo speciálně dekontaminovat [ha]:	$S < 0,5$	16
	$0,5 < S < 2$	6
Délka (L) vodního toku nebo kanálu, jež je nutno vyčistit nebo speciálně dekontaminovat [km]:	$L < 0,5$	14
	$0,5 < L < 2$	6

Tab. 59) Rozdělení havárií dle kontaminace složek životního prostředí

Kontaminace	Počet havárií
Voda	22
Půda	21
Vzduch	6

V tab. 60 je uvedeno vyhodnocení havárií z hlediska ekonomických ztrát. Vypracování této statistiky s co největší přesností je však velmi obtížné. U několika havárií nebylo možné přesné finanční ztráty dohledat vůbec, u několika byly uvedeny pouze prvotní odhady. Lze tedy předpokládat, že se celkové finanční ztráty budou pohybovat v mnohem vyšších částkách. Pro vypracování finančních ztrát na majetku podniku a na dekontaminaci životního prostředí byly využity ověřené informace, které byly dostupné z dokumentů o hlášení závažných havárií a výročních zpráv společností. Pro vypracování škod na produkci podniku byl kromě ověřených informací použit i odhad autora. Pro vypracování co nejpřesnějšího odhadu by však bylo potřeba mnoha informací (celková doba odstávky, objem výroby atd.). Nad odhadem finančních ztrát na produkci podniku tak bylo uvažováno pouze z hlediska množství produktu, u kterého byla znemožněna další distribuce. Pro odhad byly využity průměrné ceny pohonných hmot pro rok a měsíc, ve kterém nastalo k havárii. Zde je však nutné poznamenat, že se jedná pouze o hrubý odhad, jelikož jsou do průměrné ceny zahrnuty i rafinační marže, marže přepravců, maloobchodu a státu. Částka stanovená odhadem však tvoří pouze zlomek částky, které byly dohledány z jiných zdrojů. Závažné finanční ztráty se vyskytly ve 39 % havárií.

Tabulka ukazuje, že ekonomické ztráty na produkci podniku převyšují všechny ostatní oblasti ztrát, což bylo očekáváno. Rovněž však bylo očekáváno, že se tato částka bude pohybovat v řádech miliard korun. Jako příklad vysvětlení relativně malé částky, která je uvedena v tabulce, budou uvedeny havárie, které tuto částku mohly co nejvíce ovlivnit. Při havárii v rafinérii Litvínov v roce 1996 došlo pouze k částečnému omezení výroby, přičemž byla výroba také částečně přemístěna do rafinérie v Kralupech nad Vltavou. Toto zastavení výroby se nakonec negativně neprojevovalo na hospodaření společnosti a nebyly uvolněny zásoby ze státních hmotných rezerv [79]. Při havárii v kralupské chemičce v roce 2018 došlo k výbuchu před plánovanou odstávkou rafinérie, tudíž k žádným ztrátám na produkci podniku nedošlo. K výraznému zvýšení této částky by však došlo po zahrnutí havárií, které sice souvisely s výrobou kapalných motorových paliv, avšak tato paliva nebyla nebezpečnou látkou přímo se podílející na závažné havárii. Příkladem může být výbuch etylenové jednotky v rafinérii společnosti Unipetrol v Litvínově, ke které došlo v roce 2015. Tato jediná havárie způsobila společnosti škody na majetku v hodnotě 3,9 miliardy korun, na produkci podniku pak ve výši 14 miliard korun [80].

Tab. 60) Vyhodnocení havárií z hlediska ekonomických ztrát

Ekonomické ztráty	Částka [mil. Kč]
Na majetku podniku	135,03
Na produkci podniku	271,707
Na vyčištění, dekontaminaci a rekultivaci životního prostředí	90,681
Celkem	497,418

5.2.4 Doplnující informace

Poslední část statistické analýzy bude zaměřena na doplňující informace o jednotlivých haváriích. Tab. 61 zobrazuje rozdělení havárií dle zasahujících složek. Téměř u všech havárií zasahovaly jednotky profesionálních nebo dobrovolných hasičů. Jelikož velké množství havárií způsobilo jistou formu znečištění životního prostředí, musely být k likvidaci následků v mnoha případech povolány sanační organizace. Policie ČR přímo zasahovala v menší polovině případů. Jelikož nebyly u řešených havárií následky na lidech příliš značné, zasahovala záchranná služba pouze u 4 případů.

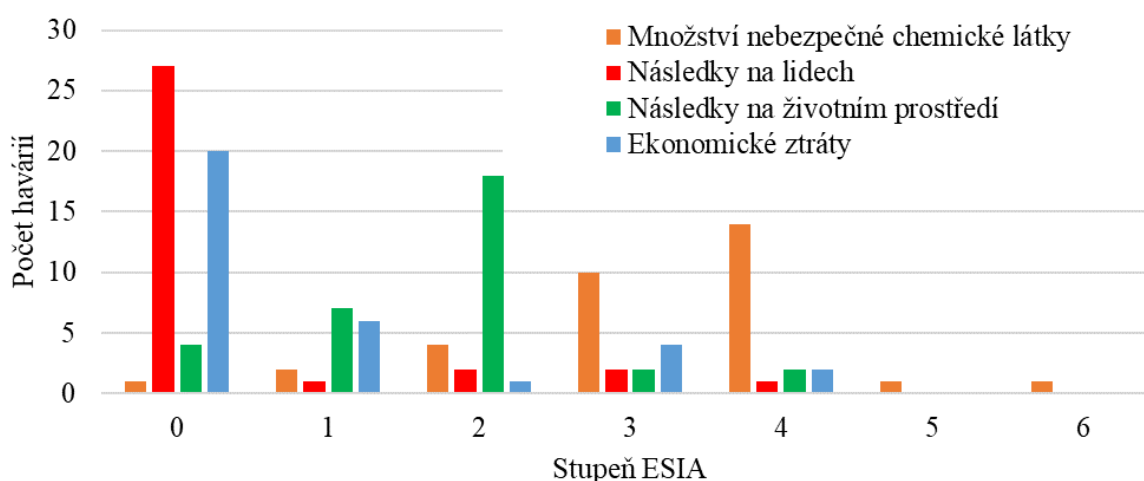
V tab. 62 jsou pak k zásahům uvedeny číselné doplňující informace. Statistika v tabulce byla zpracována pouze z dostupných informací, žádný odhad nebyl uplatněn. Sloupec znázorňující průměr na havárii uvádí výpočet průměrné hodnoty daného kritéria. Celková hodnota byla podělena počtem havárií, u kterých došlo k výskytu daného kritéria (např. k výskytu zásahu hasičů). Na závěr je na obr. 62 zobrazen počet havárií v závislosti na stupni ESIA, přičemž jsou jednotlivé oblasti hodnocení barevně rozlišeny. Výsledná podoba kauzálního modelu je pak zobrazena na obr. 63.

Tab. 61) Rozdělení havárií dle zasahujících složek

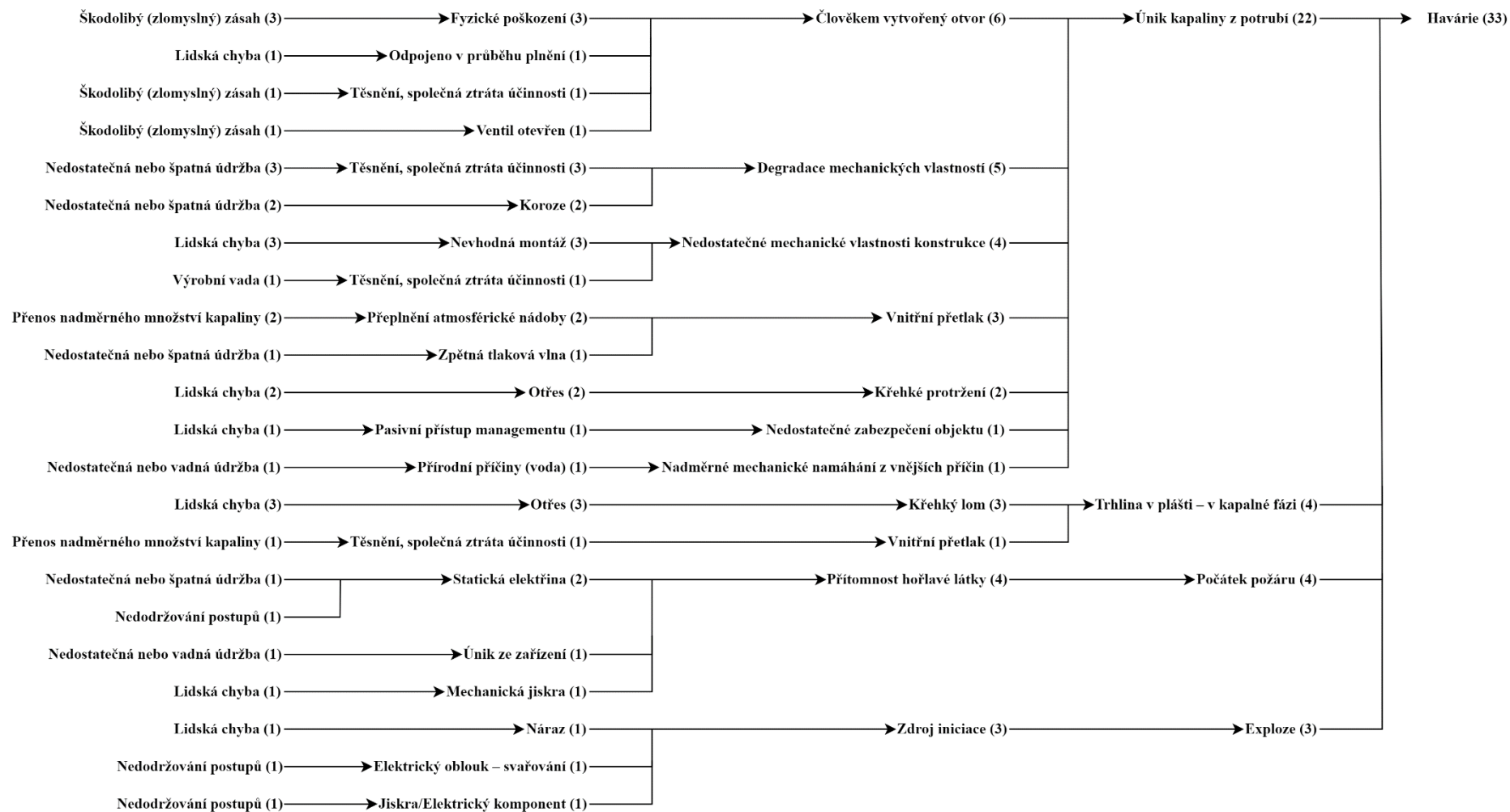
Zasahující složky	Počet havárií
Hasičský záchranný sbor/Sbor dobrovolných hasičů	31
Sanační organizace	21
Policie ČR	14
Záchranná služba	4

Tab. 62) Doplňující informace ohledně zásahů

Kritérium	Hodnota	Průměr na havárii
Počet zasahujících hasičů	2 057	66
Doba zásahu [hod.]	268	8
Množství použité hasební vody [m ³]	44 086	7 347
Množství použitého pěnidla [m ³]	451	64
Množství použitého sorbentu [kg]	100	25
Odtěženo kontaminovaných zemín [t]	26 465	1 890
Instalováno norných stěn [ks]	29	2
Zasažená plocha [m ²]	45 800	1 526



Obr. 62) Počet havárií v závislosti na stupni ESIA



Obr. 63) Výsledný kauzální model řešených havárií

5.3 Návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií

Tato podkapitola bude věnována návrhu jednotlivých opatření, které by mohly vést k omezení opakování havárií obdobných, jako byly havárie řešené. Ještě před zahájením samotných návrhů však bylo u řešených havárií nutné identifikovat hlavní příčiny vzniku jednotlivých nežádoucích událostí, na jejichž základě budou opatření pro zlepšení realizovány. Tyto příčiny mohou být názvem odlišné od příčin nalezených metodikou ISAAC, neboť nebyly vybrány ze souboru nabízených příčin. Důvodem je fakt, že příčiny uvedené v metodice ISAAC jsou v mnoha případech definovány příliš obecně, proto budou níže uvedené příčiny pojmenovány tak, aby měly co největší vypovídající hodnotu. Rozdělení havárií dle hlavních příčin jejich vzniku je zobrazeno v tab. 63. Lze si povšimnout, že součet počtu havárií v pravém sloupci této tabulky převyšuje počet havárií řešených. To je vysvětleno faktem, že u několika havárií nebyla přesná příčina známa, nebo se na vzniku havárie podílelo víc faktorů současně. Hlavní příčiny byly autorem této práce také kategorizovány. Ve 49 % případů se jednalo o selhání lidského činitele, ve 34 % případů o chybu technologie, popřípadě vady konstrukce, ve 14 % případů pak o zlomyslné lidské jednání (zejména krádeže produktu) a ve zbylých 3 % o poškození zařízení z důvodu nepříznivých přírodních vlivů. V následujících odstavcích tak budou postupně příčinám navržena příslušná opatření, jejichž přehled bude zobrazen v tab. 64.

Tab. 63) Rozdělení havárií dle hlavních příčin jejich vzniku

Hlavní příčina havárie	Počet havárií
Konstrukční vada	12
Dopravní nehoda	6
Fyzické poškození	3
Nedodržení předepsaných postupů	2
Neoprávněná manipulace	2
Nezabezpečení objektu	2
Porušení bezpečnostních zásad	2
Výboj statické elektřiny	2
Špatná montáž	2
Chyba software	1
Mechanická jiskra	1
Špatná komunikace	1

Nejčastější příčinou vzniku havárií byla u zdrojů rizika konstrukční vada. Nejpočetnější skupinou konstrukčních vad jsou trhliny a netěsnosti vysokotlakého potrubí. Nejdůležitějším prvkem prevence je zde samozřejmě pravidelná údržba a čištění potrubního řádu, včetně pravidelných provozních a vnitřních revizí a s tím související tlakové zkoušky a zkoušky těsnosti. Společnost by také měla dohlédnout na pravidelné kontroly přírubových spojů a nejvíce namáhaných míst, zejména oblastí v místě kolena. Právě v těchto místech totiž dochází k největšímu únavovému poškození a výskytu koroze. Dále je doporučena instalace tlakových čidel pro detekci úniku média, díky nimž může být poškozené místo rychle identifikováno. Potrubní větev obsahující konstrukční vadu tak může být rychle odstavena, čímž může dojít k zabránění vzniku nehodového děje. Jelikož při jedné havárii došlo ke vzniku

požáru v důsledku úniku benzínových par z poškozeného potrubí, je doporučena také instalace zařízení na měření mezí výbušnosti vzduchu. Samozřejmostí je také zhotovení potrubní trasy z kvalitního korozivzdorného materiálu, nejlépe oceli, přičemž musí být splněna výchozí a první provozní revize. Kromě zvýše uvedených opatření je také doporučeno vypracovat pro provozní zaměstnance, vedoucí a velitele jednotek požární ochrany prezentaci jako podklad HSE k seznámení s problematikou úniků ropných látek a možném znečišťování podzemních a povrchových vod a zemin. Všechny potrubní trasy by bylo vhodné podrobit analýze specifickými matematickými modely zabývající se předpovědí následků závažné havárie tak, aby mohly být na základě aplikované selektivní metody (např. Purple Book) označeny za vybraný zdroj rizika závažné havárie.

Další skupinou zdrojů nebezpečí s výskytem konstrukční vady byly velkokapacitní atmosférické zásobníky. Jednou z největších průmyslových havárií na území ČR byl požár rafinérie v Litvínově v roce 1996. Tato havárie byla pravděpodobně způsobena kombinací havárie potrubí a výboji statické elektřiny, což mělo za následek počátek požáru na zásobníku. Na základě bezpečnostní zprávy ORLEN Unipetrol RPA, s. r. o. – objekt Litvínov jsou v současnosti za významné zdroje rizika závažné havárie uvedeny zásobníky pro motorovou naftu TRF a TSC a zásobníky pro primární benzín TSA a TSB [81]. Jelikož se příčina vzniku obrovského požáru, který rafinérii při této havárii zachvátil, pohybuje v rovině odhadů, bude toto opatření pojato z hlediska legislativy, která může pomoci k zabránění vzniku a snížení následků závažné havárie. Do této legislativy patří:

- **zákon č. 224/2015 Sb.** o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi,
- **nařízení vlády č. 375/2017 Sb.** o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů,
- **vyhláška č. 246/2001 Sb.** Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci),
- **zákon č. 133/1985 Sb.** České národní rady o požární ochraně.

Rovněž by měla být zajištěna dobrá komunikace se složkami integrovaného záchranného systému, která by zajistila včasný a pohotový zásah. Klíčovým parametrem je pak dostatečné vybavení zasahujících hasičů osobními ochrannými prostředky, které odpovídají závažnosti mimořádné události. Další událostí, při které byla zdrojem nebezpečí zásobník, byla prasklá příruba uzavíracího ventilu, k čemuž došlo během bleskové povodně. Pro tuto havárii by bylo vhodné kromě revizí, pravidelné a správné údržby a kvalitního materiálu příruby navrhnout dostatečné zabezpečení objektu v podobě protipovodňového valu. Jelikož jsou však přírodní jevy nevyzpytatelné, není možné potvrdit účinnost tohoto opatření. Společnost by však mohla být na obdobnou havárii lépe připravena např. vybudováním nových záchytných jímek, zvýšením hran podlahy, výstavbou podélných svodů vedoucích do zaolejované kanalizace, předpřípravením normých stěn a kanalizačních ucpávek. Tato opatření by mohla zamezit úniku média do životního prostředí. Při druhé havárii v Kostelci u Heřmanova Městce došlo k úniku ze záchytné nádrže provozu parního čištění železničních cisteren, neboť z důvodu zvýšeného provozu došlo na této nádrži k netěsnosti a jejímu následnému porušení celistvosti. Zde se rovněž nabízí opatření v podobě pravidelné kontroly stavu nádrže, revize ve formě tlakových zkoušek a zkoušek těsnosti, popřípadě zhotovení nádrže z kvalitnějšího materiálu. V rámci poučení se z havárie však bude důležitějším opatřením kontrola a dohled nad plynulostí provozu parního čištění tak, aby nedošlo k opětovnému nadměrnému přečerpání nádrže.

Dalším případem konstrukční vady byla závada na centrálním uzávěru cisternového vozu, která měla za následek únik média. Další vyšetřování odhalila netěsnost či špatné uzavření na 40 % cisternových vozů společnosti. Jako řešení se zde tedy nabízí vyrábět ventily z kvalitních materiálů. Důležitým faktorem je pak samozřejmě jejich správná montáž a pravidelná údržba. Rovněž musí společnost náležitě dodržovat závazky plynoucí z řádu pro mezinárodní přepravu nebezpečných věcí (RID), kdy musí mít každá cisterna osvědčení o schválení vozidel, včetně podstoupení periodických a meziperiodických zkoušek, včetně zkoušek těsnosti. Dalším případem byl únik nafty z cisternového vozu z důvodu prasknutí sváru na konečném dílu potrubí, které prošlo rekonstrukcí externí firmou. Zde musí být jednoznačně zajištěno dostatečné proškolení pracovníků provádějících svařování tak, aby bylo zajištěno dodržování technologických postupů a samozřejmě musí svářeč prokázat své znalosti ohledně příslušných svářečských norem. Rovněž musí být zajištěn dohled nad kvalitou provedené práce a rekonstruované potrubí podrobena příslušným zkouškám.

Druhou nejčastější hlavní příčinou vzniku havárií byly dopravní nehody. Pro tuto kategorii je však navržení správných opatření velmi obtížné. V pěti případech byla zdrojem nebezpečí autocisterna, kdy došlo buď k protržení pláště vlivem nárazu, nebo k poškození ventilů autocisterny. Základním opatřením by mělo být dostatečné proškolení řidičů na daný typ vozidla a daný typ nákladu. Samozřejmostí je výroba pláště a ventilů cisternových vozů z kvalitního materiálu s co nejvyšší odolností vůči nárazu a jejich následné testování dle legislativy pro přepravu nebezpečných věcí ADR. Z hlediska konstrukce cisternových vozů by bylo vhodné používat pro transport nebezpečných kapalin cisterny komorové. Pokud tak dojde k nehodové události, unikne protrženým pláštěm pouze část produktu, což může zmenšit následky na životním prostředí a snížit pravděpodobnost vzniku a rozsah požáru. V jednom případě byla zdrojem nebezpečí cisterna železniční, u které došlo k proražení pláště vlivem vykolejení na železniční vlečce. Kromě výše zmíněných opatření na cisternové vozy je navrženo důkladné proškolení obsluhy manipulační koleje, strojvedoucího a kontrola funkčnosti a stavu výhybek.

Další kategorií příčin je fyzické poškození produktovodů z důvodu zlomyslného jednání lidských činitelů za účelem krádeže produktu. Společnost Čepro, a. s. dříve řešila dohled nad úniky z jejich produktovodů rozdělením potrubí na jednotlivé úseky a jejich kontrolou pochůzkáři. Později byl únik detekován s pomocí snímačů tlaku. Pokud byl zaznamenán jeho pokles, byla na dané místo produktovodní trasy povolán příslušný personál, který získal další informace. Podle zprávy organizace CONCAWE z roku 2018 jsou krádeže hlavní příčinou havárií produktovodů, přičemž je více než 35 % nehod způsobeno ilegálními odběry. Detekce a lokalizace krádeží a to i v případě, že se jedná o malé krátkodobé odběry produktů, představují pro provozovatele spoustu práce navíc a způsobují řadu provozních problémů [82]. Z tohoto důvodu již společnost Čepro přistoupila k zavedení příslušných opatření. Potrubí produktovodu je z bezpečnostních důvodů uloženo v hloubce 1,2 m pod zemí, pouze v záplavových oblastech nebo v oblastech s důlní či tektonickou činností je potrubí vedeno na povrchu. Chod produktovodů je řízen centrálním dispečinkem, který sleduje základní technické parametry provozu a také údaje v systému zabezpečení. Z důvodu ohrožení, které představují zloději (krádež paliva, poškození potrubí, významná ekologická havárie) byl společností na všechny úseky nainstalován monitorovací systém detekce úniků, který současně odhaluje i úniky vzniklé např. únavou materiálu. Celá trasa produktovodů je rovněž průběžně kontrolována i přímo v terénu. V současné době je tedy možné rychle a s velkou přesností rozpoznat možný únik přepravované hmoty [83].

Podobně jako v předcházejícím odstavci souvisí i následující typ příčiny se zlomyslnou lidskou činností. Ve dvou případech došlo k úniku produktu za účelem jeho krádeže z důvodu neoprávněné manipulace. V prvním případě se jednalo o otevření armatury výdejních ramen, což způsobilo poruchu těsnění produktovodu, v případě druhém byl násilně otevřen výtokový ventil železniční cisterny. Opatření pro první případ se shodují s opatřeními uvedenými v předcházejícím odstavci. Druhý případ by mohl být řešen instalací kamerového systému v prostorách odstavených železničních cisteren, popřípadě instalací dvojitého jištění výtokových ventilů.

Tento odstavec řeší z hlediska hlavní příčiny specifický problém. V obou řešených případech se jednalo o krádež motorové nafty z produktovodní sítě, nicméně zde nebyl produktovod hlavním zdrojem nebezpečí. V prvním případě byl produktovod navrtán, přičemž byl unikající produkt směřován do provizorně zhotoveného PVC potrubí, jehož spoje se však následně vlivem špatné montáže rozpojily, což vedlo ke kontaminaci životního prostředí. Ve druhém případě byl produktovod rovněž navrtán a opatřen servoventilem s dálkovým ovládáním, přičemž byl kradený produkt dopravován propojenými hadicemi, jejichž spoje však byly vlivem špatné montáže netěsné, což opět vedlo ke znečištění životního prostředí. Za hlavní příčinu havárie tak lze kromě fyzického poškození produktovodů označit i chybu montáže, jelikož byla zdrojem nebezpečí provizorně zhotovená potrubní trasa. Pokud by tedy mělo být navrženo opatření pro bezpečnější krádež produktu, jednalo by se pro tyto případy o instalaci kvalitního spojovacího kusu pro PVC potrubí a kvalitní spojky na propojení hadic. Samozřejmě je však jako hlavní opatření doporučena instalace monitorovacího systému detekce úniků, který by zlomyslnou činnost a zloděje samotného včas odhalil.

Dalším typem hlavní příčiny bylo nedostatečné zabezpečení objektu, které se vyskytlo u dvou havárií. V Litvínově v roce 2009 došlo k úniku benzínu z nepoužívané dešťové kanalizace, ve skladu Bělčice v roce 2017 k selhání vodohospodářského zabezpečení strojovny, což vedlo k úniku motorové nafty. Pro tyto havárie je doporučeno provést stavební úpravy objektu strojovny za účelem vyššího vodohospodářského zabezpečení objektu – zvýšit hrany podlahy, což bude plnit funkci provizorní záchytné jímky, dále vybudovat/zrekonstruovat svody vedoucí do zaolejované kanalizace včetně monitoringu této kanalizace a zavést obdobná technická opatření k zajištění vodohospodářského zabezpečení. Důležitou součástí je také aktivní přístup managementu společnosti ve smyslu dohlédnutí na dostatečné zabezpečení objektu tak, aby došlo k co největšímu snížení pravděpodobnosti vzniku ekologické havárie. Také je doporučena určitá forma havarijní připravenosti, jako příprava norných stěn a kanalizačních ucpávek.

U dvou havárií byl za hlavní příčinu stanoven výboj statické elektřiny. Opatření vztažená na havárii v Litvínově v roce 1996 byla popsána výše, druhou havárií tohoto typu byla havárie ve skladu Loukov v roce 2018, kdy došlo k požáru motorové nafty v autocisterně. Výboj statické elektřiny byl způsoben buď nedodržením pracovního postupu, nebo přítomností cizího předmětu v útrokách autocisterny. Společnost Čepro, a. s. na tuto havárii reagovala vybudováním nového plně automatizovaného terminálu pro autocisterny, který je vybaven systémem automatického hašení. Rovněž byl omezen počet autocisteren mimo sklad a bylo zrušeno rizikové horní čerpání autocisteren, ponechalo se pouze čerpání spodní. Co se týče nedodržení pracovního postupu, zde je doporučeno řádné proškolení obsluhy cisteren a zavést určitou formu kontroly správného dodržení pracovního postupu, například ve formě checklistu. Rovněž by mělo dojít k izolaci cisterny od elektrických komponent a k vizuální kontrole autocisterny před čerpáním, čímž by mohlo dojít ke zjištění přítomnosti cizího tělesa.

Nedodržení pracovních postupů také vedlo k nejtragičtější havárii za sledované období. V Kralupech nad Vltavou v roce 2018 došlo k výbuchu benzínových par při opravách zásobníku, což si vyžádalo šest obětí na životech. Společnost Unipetrol RPA, s. r. o. po havárii zavedla důkladnější kontroly dodržování přísných bezpečnostních a pracovních předpisů a vyzvala dodavatelské firmy k opakovanému proškolení svých pracovníků. Rovněž byl instalován nový systém detekce úniku uhlovodíků a zdokonalen systém komunikace s veřejností při závažných haváriích. Autor shledal tato opatření jako dostatečná, tudíž nebudou žádná nová opatření doporučena.

Příčinou podobného charakteru je porušení obecných bezpečnostních zásad, které bylo zaznamenáno u dvou havárií. Prvním případem byla exploze zásobníku s benzínem při svářečských pracích. Zde je rovněž doporučeno důkladné proškolení pracovníků s důrazem právě na důsledné dodržování bezpečnosti. Pracovníci, popřípadě osoba zadávající práci, by se měli ještě před zahájením svařování ujistit, zda není ve svařované nádobě přítomna hořlavá nebezpečná látka, neboť lze v tomto případě brát svařovací elektrodu jako nebezpečný zdroj iniciace. Ve druhém případě došlo k úniku motorové nafty z prostoru zásobníků, které byly nevědomým zanedbáním zásad bezpečné práce přeplněny. Vyjma doporučení na důkladné proškolení obsluhy z hlediska dodržování zásad a zavedení např. checklistu je vhodným opatřením instalace komponent pro zabránění přetečení zásobníku. Jako příklad těchto komponent lze zmínit systém měření hladiny v nádrži se zabudovaným alarmem, který při dosažení příslušné hladiny upozorní obsluhu. V případě dosažení kritické hladiny by mělo dojít k aktivaci záložního zařízení na ochranu vůči přeplnění zásobníku, kdy dojde k automatickému přerušení plnění. V současnosti jsou pro tyto účely používány moderní radarové hladinoměry.

V tomto odstavci budou navrženy opatření na poslední tři typy hlavních příčin, k nimž došlo pouze v ojedinělých případech. Prvním případem je havárie v Litvínově v roce 1994, kdy došlo během opravy produktovodu vlivem špatné komunikace k jeho zprovoznění, i když ještě nebyly opravářské práce dokončeny, což mělo za následek únik motorové nafty. Pro tento případ je doporučena aktualizace bezpečnostních postupů během opravářských pracích, kdy produktovod nesmí být uveden do provozu dle naplánovaného času konce oprav, ale až dle pokynu pracovníků provádějících opravy. Při havárii ve skladu Tremošná v roce 2020 došlo ke vzplanutí benzínových par z hrdla zásobníku po demontované pojistce z důvodu mechanické jiskry, která vznikla při dotyku těla odmontované protiexplozivní pojistky s jímací tyčí hromosvodu. Pro tuto událost je opět doporučeno opakované proškolení jednotlivých pracovníků, dohled nad dodržováním zásad bezpečné práce a instalace hromosvodu ve větší vzdálenosti od hrdla zásobníku. Posledním případem je událost z Kostelce u Heřmanova Městce v roce 2011, kdy došlo k úniku leteckého petroleje ze zásobníku odvzdušňovacím potrubím poté, co externí firma prováděla úpravy na řídicím systému skladu, který byl následně zablokován. Za hlavní příčinu havárie zde byla stanovena softwarová chyba řídicího systému, což vedlo k přeplnění zásobníku. Kromě pravidelných aktualizací a kontroly správnosti fungování softwaru je doporučena instalace výše zmíněného systému na prevenci přetečení zásobníků, který by byl na řídicím systému skladu systémově nezávislý. Také by měla mít obsluha v případě jakýchkoliv technických závad možnost přerušit čerpání manuálně.

Závěrem lze konstatovat, že nejlepším způsobem prevence vzniku havárií je striktní dodržování příslušných norem, zákonů, vyhlášek a směrnic. Autor rovněž doporučuje aktualizaci jednotlivých databází, a to jak z hlediska množství obsažených havárií, tak z hlediska úplnosti informací. Poučení se z havárií předchozích totiž může velmi významně pomoci k zabránění výskytu obdobných závažných průmyslových havárií.

Tab. 64) Přehled navržených opatření

Hlavní příčina	Navržená opatření
Konstrukční vada	<p>Analýza specifickými matematickými modely (selektivní metoda Purple Book)</p> <p>Instalace systému detekce úniku uhlovodíků</p> <p>Instalace tlakových čidel pro detekci úniku média</p> <p>Instalace zařízení na měření mezi výbušnosti vzduchu</p> <p>Použití kvalitních korozivzdorných materiálů</p> <p>Pravidelná údržba a čištění jednotlivých zařízení</p> <p>Pravidelné kontroly přírubových spojů a nejvíce namáhaných míst</p> <p>Provedení periodických a meziperiodických zkoušek</p> <p>Provozní, vnitřní a výchozí revize</p> <p>Správná montáž zařízení</p> <p>Tlakové zkoušky, zkoušky těsnosti</p>
Dopravní nehoda	<p>Dodržovat závazky plynoucí z legislativy pro přepravu nebezpečných věcí (ADR)</p> <p>Dodržovat závazky plynoucí z řádu pro mezinárodní přepravu nebezpečných věcí (RID)</p> <p>Dostatečné proškolení řidičů na daný typ vozidla a typ nákladu</p> <p>Kontrola funkčnosti a stavu výhybek</p> <p>Používání komorových cisteren</p> <p>Proškolení obsluhy manipulačních kolejí</p> <p>Výroba pláště a ventilů z kvalitních materiálů s co největší odolností vůči nárazu</p>
Fyzické poškození	<p>Instalace monitorovacího systému detekce úniků</p> <p>Kontrola produktovodů v terénu</p>
Nedodržení předepsaných postupů	<p>Dohled nad dodržováním pracovních postupů</p> <p>Dohled nad kvalitou provedené práce</p> <p>Proškolení pracovníků a znalost příslušných norem</p> <p>Zavedení checklistu</p>
Neoprávněná manipulace	<p>Dvojitě jištění výtokových ventilů</p> <p>Instalace kamerového systému</p>

Hlavní příčina	Navržená opatření
Nezabezpečení objektu	Aktivní přístup managementu Havarijní připravenost (předpřipravení norných stěn a kanalizačních ucpávek) Výstavba protipovodňového valu, záchytných jímek, podélných svodů a jejich monitoring Zvýšení hran podlahy (provizorní záchytné jímký)
Porušení bezpečnostních zásad	Dohled nad dodržováním zásad bezpečné práce Kontrola přítomnosti nebezpečné látky u potencionálního zdroje iniciace Proškolení pracovníků s důrazem na dodržování bezpečnosti Systém měření hladiny v nádrži se zabudovaným alarmem Vypracování prezentace pro zaměstnance jako podklad HSE Záložní zařízení na ochranu vůči přetečení zásobníku (radarové hladinoměry)
Výboj statické elektřiny	Elektrická izolace cisteren Spodní čerpání cisteren Vizuální kontrola přítomnosti cizího tělesa Výstavba automatizovaných terminálů se systémem automatického hašení
Špatná montáž	Instalace kvalitních spojovacích kusů a propojovacích spojek
Chyba software	Možnost ručního přerušování čerpání Pravidelné aktualizace a kontrola správnosti fungování softwaru Systém na prevenci přetečení zásobníku (nezávislý na řídicím systému)
Mechanická jiskra	Instalace hromosvodů ve větší vzdálenosti od hrdla zásobníku
Špatná komunikace	Aktualizace pracovních postupů (pokyn obsluhy)
Obecná doporučení	Aktualizace databází Dodržování norem, zákonů, vyhlášek, směrnic Dostatečné vybavení hasičů osobními ochrannými prostředky Kontrola a dohled nad plynulostí provozu Zdokonalit komunikaci s veřejností při závažných haváriích Zlepšení komunikace se složkami integrovaného záchranného systému

6 ZHODNOCENÍ A DISKUSE

6.1 Ekonomické zhodnocení navržených opatření

V této podkapitole budou navržená opatření ekonomicky zhodnocena. Jelikož jsou však některá opatření navržena v obecné rovině, nelze k nim jednoznačně přiřadit konkrétní finanční částku. U opatření, ke kterým lze finanční náklady dohledat zase nastává problém v přílišné neurčitosti rozsahu finančních nákladů. Bylo by tedy možné uvést ceny u vybraných opatření, ovšem pro účely této diplomové práce by tyto informace neměly potřebnou vypovídající hodnotu. Pro splnění tohoto účelu by musel mít autor práce přístup k informacím jako např. na kolik zásobníků instalovat systém na prevenci přetečení, tyto informace jsou však obtížně dohledatelné. Ekonomické zhodnocení tak bude pojata z jiného hlediska.

Na základě dohledatelných informací byly v rámci škály ESIA získány celkové ekonomické ztráty způsobené haváriemi s kapalnými motorovými palivy. V součtu ekonomických ztrát na majetku podniku, na produkci podniku a nákladů na vyčištění, dekontaminaci a rekultivaci životního prostředí byly celkové finanční škody vyčísleny na hodnotu 497 418 000 Kč. Sestupně seřazený podíl hlavních příčin na těchto celkových ekonomických ztrátách je znázorněn v tab. 65. Lze si povšimnout, že součet ztrát v této tabulce bude vyšší než celkové ekonomické ztráty určené pomocí škály ESIA. To je způsobeno skutečností, že se u některých havárií podílelo na nehodovém ději více hlavních příčin, popř. nebylo možné určit jednu konkrétní příčinu. Na základě této tabulky lze rozhodnout, která opatření by při případné realizaci měla dostat prioritu.

Lze tedy říci, že zavedením a dodržováním navržených opatření by mohlo dojít nejen ke snížení ztrát již způsobených, ale rovněž můžou výrazně snížit škody, které by mohly nastat výskytem dalších havárií, popřípadě by mohly těmto haváriím zcela zabránit. V této souvislosti je třeba ověřit účinnost přijatých opatření, což bude předmětem následující podkapitoly.

Tab. 65) Podíl hlavních příčin na celkových ekonomických ztrátách

Hlavní příčina	Způsobené ekonomické ztráty [mil. Kč]
Statická elektřina	334,11
Konstrukční vada	304,886
Nedodržení postupů	104,11
Fyzické poškození	64,04
Nezabezpečený objekt	21,59
Dopravní nehoda	11,102
Mechanická jiskra	8
Neoprávněná manipulace	1,17
Špatná montáž	0,923
Chyba software	0,62
Porušení bezpečnostních zásad	0,422
Špatná komunikace	0,31

6.2 Ověření účinnosti přijatých opatření

V této podkapitole bude zhodnocena účinnost opatření uvedených v tab. 64. Největší pozornost by měla být věnována prevenci vzniku konstrukčních vad, neboť byly tyto vady nejčastější příčinou vzniku havárií. Z tohoto důvodu je doporučena realizace, popř. dodržování všech navržených opatření. Nezbytnou nutností jsou pravidelné údržby, kontroly, revize, zkoušky a správná montáž všech zařízení, která mohou být zdrojem rizika závažné havárie, stejně tak jako zhotovení těchto zařízení kvalitních materiálů. Kromě zmíněných je také doporučena instalace opatření externích, jako je instalace systému detekce úniku uhlovodíků, tlakových čidel a zařízení na měření mezi výbušnosti vzduchu. Všechna zařízení by rovněž měla být podrobena příslušné selektivní metodě, aby bylo rozhodnuto, zda se jedná o možný zdroj nebezpečí vzniku závažné havárie.

Jak bylo řečeno, navrhnout opatření pro zabránění vzniku dopravní nehody je velmi problematické. Vyrobit pláště a ventily autocisteren z kvalitních materiálů tak, aby při dopravní nehodě nedošlo k proražení pláště autocisterny, popřípadě poškození jejich ventilů, by bylo ekonomicky nerealizovatelné. Rovněž od proškolení řidičů, strojvedoucích a další obsluhy kolejistižte nelze očekávat zabránění vzniku dopravních nehod, neboť se jedná o velmi specifický a neočekávaný děj. Lze tak pouze doporučit dodržování závazků plynoucích z legislativy ADR a RID. Účinným opatřením by však mohlo být používání komorových cisteren, které sice nezabrání vzniku havárie, avšak mohou výrazně snížit její následky.

Opatření vztahující se k fyzickému poškození produktovodů za účelem krádeže byla v předcházející kapitole označena jako dostatečná a účinná. Instalace monitorovacího systému detekce úniků a kontrola v terénu by tedy měly problém krádeže produktu účinně řešit. U neoprávněné manipulace s výtokovými ventily železniční cisterny sice byla doporučena forma dvojitěho jištění těchto ventilů, toto opatření však nelze považovat za příliš účinné, neboť by se mohl pachatel uchýlit např. k navrtání pláště cisterny. Jediným možným řešením je tak instalace kamerového systému monitorujícího odstavené cisterny. Toto opatření však rovněž není příliš vhodné z hlediska proveditelnosti, finanční náročnosti a lidských zdrojů. U špatné montáže propojení hadic a nízkotlakého potrubí je jediným vhodným opatřením instalace kvalitních spojovacích kusů a propojovacích spojek.

U nedodržení předepsaných postupů je především doporučen dohled nad dodržováním pracovních postupů vedoucími pracovníky, stejně tak jako dohled nad kvalitou provedené práce. Jednotliví pracovníci by měli být důkladně proškoleni a prokázat znalost příslušných norem. Pomocí by mohla být jakási forma checklistu, která by mohla dodržení postupů účinně zaručit. Proškolení pracovníků (např. ve formě prezentace jako podklad HSE) a dohled vedoucích zaměstnanců je doporučen i pro dodržování zásad bezpečné práce. Při práci s náradím, které by mohlo být zdrojem iniciace, by měli pracovníci zkontrolovat možnost přítomnosti nebezpečné látky v blízkosti tohoto zdroje. Za nejúčinnější opatření této kategorie lze označit systém měření hladiny se zabudovaným alarmem a záložní zařízení na ochranu vůči přetečení zásobníku.

Co se týče nedostatečného zabezpečení objektu, zde je naprostým základem aktivní přístup managementu při řešení této problematiky. Mezi účinná opatření patří havarijní připravenost (předpřipravení normálních stěn a kanalizačních ucpávek), výstavba protipovodňového valu, záchytných jímek, podélných svodů a monitoring stavu těchto staveb. Naprostým základem by mohlo být pouhé zvýšení hran podlahy, což zaručuje funkci provizorní záchytné jímky.

Navrhnout opatření pro nebezpečí výboje statické elektřiny bylo problematické. Samozřejmě lze doporučit dodržování norem a standardů pro izolaci zařízení od elektrických částí, výskyt tohoto jevu je však nepředvídatelný a může nastat např. výskytem cizího tělesa v nádobě cisterny, kde nelze doporučit nic jiného než vizuální kontrolu před začátkem čerpání. Proto byla opatření navržena na konkrétní havárii, kdy společnost povolila pouze spodní čerpání cisteren a vybudovala automatizovaný terminál se systémem automatického hašení. Autor tedy doporučuje zavést obdobná opatření i na ostatní provozy stejného charakteru. Pro nebezpečí vzniku mechanické jiskry jsou jediná vhodná opatření dodržování pracovních postupů a určité stavební úpravy, jako např. instalace hromosvodů ve větší vzdálenosti od hrdla zásobníku.

Pro chybu softwaru se nabízí jediné správné opatření, a sice nutnost softwaru pravidelně aktualizovat a kontrolovat správnost jejich fungování. Jelikož měla chyba softwaru za následek přečerpání zásobníku, je doporučeno, aby byl instalovaný systém na prevenci přetečení zásobníku nezávislý na softwaru řídicího systému skladu. Se zahrnutím možnosti ručního přerušování čerpání lze výše zmíněná opatření označit jako účinná.

Poslední opatření bylo navrženo na problém špatné komunikace, které lze řešit aktualizací pracovních postupů. Pokud by bylo toto opatření vztaženo na konkrétní havárii, kdy došlo ke zprovoznění produktovodu (dle naplánovaného času) ještě před skončením opravářských prací, je doporučeno zahájit plnění produktovodu až ve chvíli, kdy k tomu dá pokyn obsluha, čímž by se vzniku zmíněné havárie předešlo.

Za účinná lze označit i obecná doporučení autora, mezi něž patří dodržování norem, zákonů, vyhlášek a směrnic, dostatečné vybavení hasičů osobními ochrannými prostředky, kontrola a dohled nad plynulostí daného provozu, zdokonalení komunikace s veřejností při závažných haváriích a zlepšení komunikace se složkami integrovaného záchranného systému. Patrně nejprínosnějším opatřením by byla důkladná aktualizace databází s informacemi o haváriích, což bude dále rozvedeno v následujícím odstavci.

V příloze č. 3 k zákonu č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými látkami nebo chemickými směsmi jsou uvedena kritéria pro oznamování závažné havárie Komisi. Pro potřeby souhrnu informací o závažných haváriích hlášenými členskými státy Evropské unie Evropské komisi v souladu s požadavky direktivy Seveso II byl založen systém hlášení závažných havárií eMARS. Z celkového počtu 33 řešených havárií naplňuje některé z kritérií pro hlášení Evropské komisi 25 závažných havárií. V databázi eMARS jsou však z tohoto počtu uvedeny čtyři. Přehled havárií, které byly označeny jako závažné, popř. jsou obsaženy v databázi eMARS, je k nahlédnutí v příloze 5. Jelikož jsou databáze havárií cenným zdrojem informací pro poučení se z předešlých chyb, měl by být kladen na jejich doplnění a pravidelnou aktualizaci velký důraz. Z tohoto důvodu je autorem doporučeno investovat dostatečné prostředky na vytvoření kvalitní a přehledné databáze závažných havárií.

7 ZÁVĚR

Hlavním tématem této diplomové práce byla analýza významných průmyslových havárií v České republice s kapalnými motorovými palivy. Teoretická část práce byla rozdělena na dvě hlavní kapitoly. V první kapitole bylo pojednáno o kapalných motorových palivech, kde byla popsána charakteristika vybraných paliv a jejich nebezpečné vlastnosti. Jedním z cílů práce byla rešerše problematiky bezpečnosti provozu skladů kapalných motorových paliv. Z tohoto důvodu byly do první kapitoly zahrnuty podmínky skladování dle ČSN 62 6200, byl popsán systém skladů pohonných hmot v České republice a podrobněji popsána samotná bezpečnost provozu skladů, a to z hlediska manipulace a skladování hořlavých látek, ochrany před výbuchy hořlavých plynů a par, včetně pojednání o stacionárních atmosférických zásobnících a nádobách. Druhá kapitola byla zaměřena na havárie s kapalnými motorovými palivy. Zde byly představeny legislativní požadavky prevence závažných havárií, projevy paliv při závažných haváriích a také hodnocení a řízení rizik závažných havárií.

V úvodu praktické části práce byl vypracován systémový rozbor problematiky. V tomto rozboru byl nejprve stručně definován hlavní řešený problém práce, tedy návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií a byl navrhnut postup řešení práce, který byl rovněž znázorněn blokovým diagramem. Následně byly představeny metody a nástroje pro řešení hlavního problému, které byly následně zaneseny do Ishikawa diagramu.

Jedním z hlavních cílů byla rešerše a statistická analýza havárií s motorovými palivy. K samotné rešerši havárií a mapování toků informací byly využity především internetové databáze havárií, zpravodajské portály a další webové stránky. Na základě zjištěných informací byla pro zjištění příčin použita metodika ISAAC, přičemž byla ke každé havárii umístěna tabulka s přehledem informací a výstupy kauzálního modelu. K haváriím bylo rovněž uvedeno grafické znázornění jejich následků, které bylo interpretováno pomocí škály ESIA. Získané informace a výstupy byly následně využity pro zpracování statistické analýzy, která byla rozdělena na čtyři samostatné části, konkrétně na základní informace, metodiku ISAAC, ESIA a doplňující informace. Statistické analýze byly podrobeny vybrané oblasti demonstrující to nejdůležitější ze čtyř zmíněných částí. Pro zpracování statistické analýzy byl autorem vytvořen soubor formátu Microsoft Excel, který obsahuje kompletní informace o haváriích, které se podařily autorovi zjistit. Právě v tomto souboru jsou obsaženy oblasti, které nebyly do analýzy zahrnuty. V následujícím textu budou představeny nejdůležitější výstupy statistické analýzy:

- k největšímu počtu havárií došlo ve Středočeském a Ústeckém kraji,
- počet havárií v jednotlivých letech má mírně klesající tendenci,
- k největšímu výskytu havárií dochází kolem měsíce září,
- největší výskyt havárií byl zaznamenán v pondělí a dopoledních hodinách,
- k největšímu počtu havárií došlo ve společnosti Čepro, a. s. a oblasti skladování,
- nejčastějším zdrojem nebezpečí bylo vysokotlaké potrubí,
- nejčastějším nehodovým dějem byl únik média, nebezpečnou látkou motorová nafta,
- nejčastější příčinou havárie byla konstrukční vada, příčinou kořenovou lidská chyba,
- celkově uniklo 3 059,383 m³ nebezpečných látek, nejvíce benzínu,
- havárie měly za následek 9 úmrtí a 42 zraněných osob,
- v 87 % havárií byly zaznamenány následky na životním prostředí, nejčastěji na vodě,
- celkové ekonomické ztráty byly 497 418 000 Kč, nejčastěji na produkci podniku.

Zvláštní pozornost pak byla věnována identifikaci tzv. hlavních příčin vzniku havárií, na jejichž základě byl vypracován návrh opatření pro omezení opakování obdobných havárií. Hlavní příčiny byly seřazeny sestupně dle četnosti, přičemž byla pro každou příčinu navržena příslušná opatření ke zlepšení a to na základě úvahy autora a informací zjištěných v teoretické části práce. Jak bylo řečeno, nejčastější příčinou havárií byla konstrukční vada, která byla zaznamenána ve dvanácti případech. V šesti případech se jednalo o dopravní nehodu, ve třech pak o fyzické poškození produktovodů za účelem krádeže. Pro každou z následujících příčin, tedy nedodržení postupů, neoprávněnou manipulaci, nezabezpečení objektu, porušení bezpečnostních zásad, výboj statické elektřiny a špatnou montáž byly zaznamenány dva případy výskytu. Ojedinele se jednalo o chybu software, mechanickou jiskru a špatnou komunikaci. Přehled navržených opatření je zobrazen v tab. 64. Mezi nejdůležitější navržená opatření lze zařadit:

- analýzu zařízení specifickými matematickými modely,
- instalaci systému detekce úniku uhlovodíků,
- instalaci tlakových čidel pro detekci úniku média,
- instalaci zařízení na měření mezí výbušnosti vzduchu,
- používání komorových cisteren,
- instalaci monitorovacího systému detekce úniků na produktovodech,
- zavedení checklistu pro dodržení pracovního postupu,
- vybudování záchytných jímek, podélných svodů a obecné havarijní připravenosti,
- instalaci systému měření hladiny v nádrži a zařízení na ochranu vůči přetečení,
- vypracování prezentace pro zaměstnance jako podklad HSE,
- výstavba automatizovaných terminálů se systémem automatického hašení,
- aktualizaci databází.

Z důvodu přílišné obecnosti, finanční neurčitosti a nedostatku informací bylo ekonomické zhodnocení navržených opatření pojato z jiného hlediska. V tab. 65 byl sepsán podíl hlavních příčin na celkových ekonomických ztrátách. Mezi příčiny s největším podílem patří výboj statické elektřiny, konstrukční vada a nedodržení pracovních postupů, neboť měly za následek škody přesahující stovky milionů korun. Mezi příčiny se středním podílem (do sta milionů korun) patří fyzické poškození produktovodů, nezabezpečení objektu, dopravní nehody a mechanická jiskra. Mezi příčiny s nejmenším podílem (do dvou milionů korun) pak spadá neoprávněná manipulace, špatná montáž, chyba software, porušení bezpečnostních zásad a špatná komunikace. Na základě těchto ukazatelů lze usoudit, jaká opatření by měla při případné realizaci dostat prioritu.

V samotném závěru práce bylo pojednáno o ověření účinnosti přijatých opatření. Zde došlo k náležitému okomentování navržených opatření s uvážením výhod a nevýhod jejich případné realizace. Zvláštní pozornost byla věnována problematice neúplnosti internetových databází. V práci bylo na základě kritérií pro oznamování závažné havárie dle zákona č. 224/2015 Sb. označeno 25 havárií jako závažných. V databázi eMARS, která slouží jako souhrn informací o závažných haváriích hlášenými členskými státy EU Evropské komisi, byly z těchto 25 havárií nalezeny čtyři. Jelikož jsou databáze účinným nástrojem pro poučení se z předešlých havárií, měl by být kladen na jejich úplnost a pravidelnou aktualizaci velký důraz. Proto je autorem jako jedno z hlavních opatření doporučeno investovat dostatečné prostředky na vytvoření kvalitní a přehledné databáze závažných havárií.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BERNATÍK, Aleš. *Plynná a kapalná paliva a jejich nebezpečné vlastnosti z pohledu prevence závažných havárií*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-150-7.
- [2] Mobilita. *CzechInvest: Agentura pro podporu podnikání a investic* [online]. 2019 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.czechinvest.org/automobilovy-prumysl>
- [3] Druhy paliv pro motorová vozidla: Co je palivo? *Veacom* [online]. 21. 11. 2022 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.veacom.cz/cs/blog/druhy-paliv-pro-motorova-vozidla-10>
- [4] NĚMEC, V. *Motorová paliva a jejich vlastnosti: Silniční vozidla*. Střední průmyslová škola Ostrava: INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ, 2013. Dostupné také z: <https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/motorov%C3%A1-paliva-UT.pdf>
- [5] MATĚJOVSKÝ, Vladimír. *Automobilová paliva*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0350-5.
- [6] Gasoline: fuel. *Britannica* [online]. 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/gasoline-fuel>
- [7] SLOVNAFT, A.S. *Automobilové benziny: Bezpečnostní list dle směrnice (ES) č. 2015/830*. Verze: 16.0. 2017. Dostupné také z: https://slovnaft.sk/images/slovnaft/pdf/about_us/sustainable_development_and_HSE/safety_data_sheets/cz/automobilove_benziny_ver_16_0_cs.pdf
- [8] Diesel fuel. *Britannica* [online]. 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/diesel-fuel>
- [9] SLOVNAFT, A.S. *Motorová nafta: Bezpečnostní list dle směrnice (ES) č. 2015/830*. Verze: 18.0. 2018. Dostupné také z: https://slovnaft.sk/images/slovnaft/pdf/about_us/sustainable_development_and_HSE/safety_data_sheets/cz/motorova_nafta_verze_18_0_cs.pdf
- [10] CLP – klasifikace, označování a balení látek a směsí. *Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci* [online]. [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/cs/themes/dangerous-substances/clp-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures>
- [11] Výstražné symboly CLP. *ECHA: European chemicals agency* [online]. [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/clp/clp-pictograms>
- [12] Standardní věty o nebezpečnosti (tzv. H věty). *SZU: Státní zdravotní ústav* [online]. 2016 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://szu.cz/tema/standardni-vety-o-nebezpecnosti-tzv-h-vety>
- [13] Článek 21: Standardní věty o nebezpečnosti. *REACH Online* [online]. [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://reachonline.eu/clp/cs/hlava-iii-kapitola-1-clanek-21.html>

- [14] Standardní věty o nebezpečnosti: Základna vědomostí pro bezpečnostní listy – Standardní věty o nebezpečnosti. *MSDS EUROPE: "your SDS expert"* [online]. [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.msds-europe.com/cs/standardni-vety-o-nebezpecnosti-h/>
- [15] ČSN 65 6500 (656500): *Motorová paliva - Podmínky skladování a doporučená doba použitelnosti*. 2011. Dostupné také z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-65-6500-656500-214454.html>
- [16] *PETROL MAGAZÍN: Skladování pohonných hmot a produktů pro čerpací stanice*. 18. ročník. 2018. Dostupné také z: <https://www.petrol.cz/media/166344/pm185interaktiv.pdf>
- [17] Tuzemské sklady a rafinerie. *DIBENA MORAVA, s.r.o.* [online]. [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://dibena.cz/distribuce-pohonných-hmot/tuzemské-sklady-rafinerie/>
- [18] JURÁNEK, Zdeněk. *Specifika skladování: Požadavky právních a ostatních předpisů k zajištění BOZP* [online]. 2020 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/specifika-skladovani-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4ElMrKgIu0xQ7AZ0vS0UPgjdPpA5B5rrwHw/?justlogged=1>
- [19] Nařízení vlády č. 101/2005 Sb.: Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-101>
- [20] *Používání chemických látek: v zemědělství, ve vodárenství, při povrchových úpravách materiálů, v čerpacích stanicích pohonných hmot*. Vyd. 3. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, c2012. ISBN 978-80-87676-00-4.
- [21] PETROVÁ, Kateřina. Manipulace a skladování hořlavých látek. *Tzbinfo* [online]. 2016 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.tzbinfo.cz/bozp/15158-manipulace-a-skladovani-horlavych-latek>
- [22] ČSN 65 0201 (650201): *Hořlavé kapaliny - Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci*. 2003. Dostupné také z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-65-0201-650201-213445.html#>
- [23] MARSH LTD. *Atmospheric storage tanks: Risk engineering position paper– 01*. United Kingdom, 2015. Dostupné také z: <https://www.marsh.com/pr/en/industries/energy-and-power/insights/risk-engineering-position-paper-atmospheric-storage-tanks.html>
- [24] KOTEK, Luboš. *Modelování následků havárie: Pokročilé metody bezpečnostních analýz*. 2021. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, Odbor kvality, spolehlivosti a bezpečnosti.
- [25] BS 7777-1:1993. *Flat-bottomed, vertical, cylindrical storage tanks for low temperature service: Part 1: Guide to the general provisions applying for design, construction, installation and operation*. 1993. ISBN 0 580 21162 2.
- [26] GYENES, Zsuzsanna, Maureen Heraty WOOD a Michael STRUCKL. *Handbook of Scenarios for Assessing Major Chemical Accident Risks: JRC Technical reports*. 2017. EUR 28518 EN. ISBN 978-92-79-66670-4.

- [27] Zákon č. 189/1999 Sb.: Zákon o nouzových zásobách ropy, o řešení stavů ropné nouze a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nouzových zásobách ropy). *Zákony pro lidi* [online]. 1999 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-189>
- [28] Mimořádná událost. Definice, druhy a řešení prostřednictvím IZS: Co je mimořádná událost. *BOZP.cz: Bezpečnost práce* [online]. 2022 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/mimoradna-udalost/>
- [29] SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. *Prevence nehod a havárií*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- [30] KOTEK, Luboš. *Úvod: Pokročilé metody bezpečnostních analýz*. 2021. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, Odbor kvality, spolehlivosti a bezpečnosti.
- [31] SLUKA, Vilém. *Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v posouzení rizik závažné havárie pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2022. Dostupné také z: <https://vubp.cz/soubory/prevence-zavaznych-havarii/metodiky/vykladovy-terminologicky-slovník-brezen-2022.pdf>
- [32] LOŠŤÁK, David. *Právní úprava odstraňování následků dopravních nehod na životním prostředí*. Brno, 2019. Masarykova univerzita.
- [33] Závažné havárie s přítomností nebezpečných chemických látek. *EUR-Lex: Access to European Union law* [online]. 2018 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/CS/legal-content/summary/major-accidents-involving-dangerous-chemicals.html>
- [34] Proces hoření: Požární ochrana. *GUARD7: Safety solutions* [online]. 2022 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.guard7.cz/proces-horeni/>
- [35] UHROVÁ, Ilona. Šíření plamene po vrstvě prachu tvořené dřevní biomasou: 1. Hoření a biomasa. *Tzbinfo* [online]. 2013 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/9636-sireni-plamene-po-vrstve-prachu-tvorene-drevni-biomasou>
- [36] BOOT, Hans. Fire and explosion hazards: What to expect if there is a leak. *GEXCON* [online]. 2021 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.gexcon.com/blog/fire-and-explosion-hazards-what-to-expect-if-there-is-a-leak/>
- [37] VALTTERI, Laine, Floris GOERLANDT, Osiris A. VALDEZ BANDA a Michael BALDAUF. A risk management framework for maritime Pollution Preparedness and Response: Concepts, processes and tools. *Marine Pollution Bulletin* [online]. 2021, **171**(1–2) [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/353427714_A_risk_management_framework_for_maritime_Pollution_Preparedness_and_Response_Concepts_processes_and_tools
- [38] KOTEK, Luboš. *Selekce zdrojů rizika závažné havárie (CPR 18E): Pokročilé metody bezpečnostních analýz*. 2021. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, Odbor kvality, spolehlivosti a bezpečnosti.

- [39] TABAS, Marek a Luboš KOTEK. Využití nového přístupu k selekci zdrojů rizika závažné havárie. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2011, 4(1) [cit. 2023-03-03]. ISSN 1803–3687. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/vyuziti-noveho-pristupu-k-selekci-zdroju-rizika-zavazne-havarie>
- [40] ČSN EN 62740 (010676): *Analýza kořenových příčin (RCA)* [online]. 2017 [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-62740-010676-158450.html#>
- [41] ČSN EN 62502 (010676): *Techniky analýzy spolehlivosti - Analýza stromu událostí (ETA)* [online]. 2011 [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-62502-010676-158448.html>
- [42] KOTEK, Luboš. *Metody managementu rizik: Verze 1.0*. Brno, 2020. Vysoké učení technické v Brně.
- [43] Major Hazard Incident Data Service: MHIDAS. *Info mimet: Databases Proprietary* [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: http://w3.cetem.gov.br/infomimet/vercadastro1_en.asp?count=131
- [44] Úvod. *Mapis VÚBP: Databáze nežádoucích událostí* [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://mapis.vubp.cz/DMU/ClanekDetail.aspx?guidso=a23e3ce2-1159-49a7-a275-4a13843c845d>
- [45] DOBEŠ, P., P. NOVOTNÝ, B. MARTINÍKOVÁ, et al. *Metodika pro zjišťování příčin úrůmyslových havárií s účastí nebezpečných látek*. Ministerstvo vnitra České republiky, 2022. Dostupné také z: <https://mapis.vubp.cz/DMU/ClanekDetail.aspx?guidso=a23e3ce2-1159-49a7-a275-4a13843c845d>
- [46] European scale of industrial accidents. *ARIA: La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques* [online]. [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/in-case-of-accident/european-scale-of-industrial-accidents/?lang=en>
- [47] KOTEK, Luboš. *Vyšetřování a hodnocení nehod a havárií ESIA: Pokročilé metody managementu rizik*. 2016. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, Odbor kvality, spolehlivosti a bezpečnosti.
- [48] V rafinérii BP v Texasu zabíjel výbuch. *IDNES.cz: Zpravodajství* [online]. 2005 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/v-rafinerii-bp-v-texasu-zabijel-vybuch.A050324_071225_zahranicni_ton
- [49] KOTEK, Luboš, Marek TABAS a František BABINEC. Vyšetřování významných havárií jako cesta ke zlepšování bezpečnosti: Významné nehody v provozech s kapalnými uhlovodíky. *AUTOMA: časopis pro automatizační techniku* [online]. 2011 [cit. 2023-03-22].
- [50] Explosions followed a fire at an oil depot. *ARIA: La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques* [online]. 2007 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/31312_en/?lang=en

- [51] ŘEDITELSTVÍ ČIŽP. Příklady významných vodohospodářských havárií od r. 1964: Zpracováno z podkladů a evidence České inspekce životního prostředí. *Česká inspekce životního prostředí* [online]. [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://www.cizp.cz/pusobnost/ochrana-vod/prikklady-vyznamnych-vodohospodarskych-havarii-od-r-1964>
- [52] 1996: Chemopetrol v Litvínově zachvátil požár – seznámení s prostředím a prostředky. *Požáry.cz: ohnisko žhavých zpráv* [online]. 2010 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/36892-1996-chemopetrol-v-litvinove-zachvatil-pozar-seznameni-s-prostredim-a-prostredky/>
- [53] 1996: Chemopetrol v Litvínově zachvátil požár – průběh zásahu. *Požáry.cz: ohnisko žhavých zpráv* [online]. 2010 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/37184-1996-chemopetrol-v-litvinove-zachvatil-pozar-prubeh-zasahu/>
- [54] Požáry a výbuchy: Požár v litvínovské rafinerii (1996). *Česká televize: Archiv ČT24* [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10116288585-archiv-ct24/216411058210011/cast/458810/>
- [55] JANKO, Michal. Nejhorší tragédie od 70. let. Průmyslové havárie stály život mnoho desítek Čechů. *Dotyk* [online]. 2018 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.dotyk.cz/publicistika/nejhorsi-tragedie-od-70-let-prumyslove-havarie-staly-zivot-mnoha-desitek-cechu-20180322.html>
- [56] 10135. *ARIA: La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques* [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/10135_en/?lang=en
- [57] 1996: Chemopetrol v Litvínově zachvátil požár – zhodnocení zásahu. *Požáry.cz: ohnisko žhavých zpráv* [online]. 2011 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/37295-1996-chemopetrol-v-litvinove-zachvatil-pozar-zhodnoceni-zasahu/>
- [58] Zpráva o úniku lehkého benzínu v areálu České rafinerské, a. s., Litvínov. *Česká inspekce životního prostředí* [online]. [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.cizp.cz/rok-1999/zprava-o-uniku-lehkeho-benzinu-v-arealu-ceske-rafinerske-a-litvinov>
- [59] BLAŽEK, Vojtěch. Tisíce litrů benzínu skončilo v zemi. *IDNES.cz: Zpravodajství* [online]. 2001 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/cerna-kronika/tisice-litru-benzinu-skoncilo-v-zemi.A010613_105448_krimi_mhk
- [60] ŠTURSOVÁ, Denisa. Na D1 se převrátila cisterna a vzplanula. *Požáry.cz: ohnisko žhavých zpráv* [online]. 2004 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/2742-na-d1-se-prevratila-cisterna-a-vzplanula/>
- [61] MITÁČEK, Ivo. Z cisterny uniklo 10 000 litrů motorové nafty. *Požáry.cz: ohnisko žhavých zpráv* [online]. 2005 [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/3167-z-cisterny-uniklo-10-000-litru-motorove-nafty/>
- [62] Do přírody unikly tisíce litrů nafty: Havárie. *Envi web* [online]. 2005 [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: <https://www.enviweb.cz/53891>

- [63] PEŇÁS, Pavel. Kvůli úniku nafty u Ostrova byla uzavřena silnice. *Biom.cz* [online]. 2007 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/kvuli-uniku-nafty-u-ostrova-byla-uzavrena-silnice>
- [64] MAŇOUR, Igor a Jan BENEŠ. Unipetrol dostal pokutu za znečištění řeky Bíliny. *IROZHLAS* [online]. 2010 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/unipetrol-dostal-pokutu-za-znecistenireky-biliny_201007301348_imanour
- [65] POKORNÁ, Radmila. V Lípě explodoval sklad benzínu. Dva mrtví. *Českolipský deník.cz* [online]. Česká Lípa, 2011 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://ceskolipsky.denik.cz/pozary/v-lipe-explodoval-sklad-benzinu-dva-mrtvi20110325.html>
- [66] ŠKAPIKOVÁ, Šárka. Březnový výbuch ve skladu benziny v České Lípě stále vyšetřuje policie. *Český rozhlas* [online]. 2011 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://liberec.rozhlas.cz/breznovy-vybuch-ve-skladu-benziny-v-ceske-lipe-stale-vysetruje-policie-6000078>
- [67] VACHTOVÁ, Adéla. Demolice definitivně mění místo, kde před lety zabijela exploze. *Českolipský deník.cz* [online]. 2015 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: https://ceskolipsky.denik.cz/zpravy_region/demolice-definitivne-meni-misto-kde-pred-lety-zabijela-exploze-20151009.html
- [68] 51259. *ARIA: La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques* [online]. 2018 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51259_en/?lang=en
- [69] Při výbuchu v chemičce v Kralupech nad Vltavou zemřelo šest lidí. Příčina nehody se vyšetřuje. *IROZHLAS* [online]. 2018 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/vybuch-chemicky-v-kralupech-nad-vltavou-zemrelo-sest-lidi-dalsi-jsou-tezce_1803221055_dp
- [70] Tank explosion with hydrocarbon residues during maintenance. *European Commission* [online]. 2018 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/accident/view/d5052401-b50a-11e9-bd0d-005056ad0167>
- [71] Za výbuch v Kralupech může dělník. *Novinky.cz* [online]. Kralupy nad Vltavou, 2019 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/krimi-za-vybuch-v-kralupech-muze-delnik-ktery-odstranil-zaslepku-40268649>
- [72] VÁVRA, Jan. Za loňský výbuch v Kralupech policie nikoho stíhat nebude, pravděpodobný viník při něm zemřel. *ČT* [online]. 2019 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2776970-za-lonsky-vybuch-v-kralupech-policie-nikoho-stihat-nebude-pravdepodobny-vinik-pri-nem>
- [73] OTRUSINA, Zdeněk. *Rozbor mimořádné události - požár výdejních lávek v areálu Čepro, a.s. – středisko Loukov*. 4 s. Dostupné také z: <https://www.odpadoveforum.cz/TVIP2019/prispevky/201.pdf>
- [74] ČEPRO, a.s. *Požár výdejních lávek: ČEPRO, a.s. Loukov, 10. září 2018*. Praha, 2019. Dostupné také z: <https://www.petrol.cz/media/189758/todt.pdf>

- [75] OMELKA, Jakub. Požár z roku 2018 by se neměl opakovat, řekl ředitel společnosti Čepro. *Kroměřížský deník.cz* [online]. 2020 [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://kromerizsky.denik.cz/zpravy_region/pozar-z-roku-2018-by-se-nemel-opakovat-rekl-reditel-spolecnosti-cepro-20200205.html
- [76] PLÍHAL, Martin. *Informace pro veřejnost o závažné havárii z 16. 4. 2020 v objektu ČEPRO, a.s., sklad PHM Třemošná dle § 38 odst. 1 zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, v platném znění*: Plzeň, 2021. Dostupné také z: https://www.tremosna.cz/evt_file.php?file=1465
- [77] Czechia: Gasoline production: Gasoline production, thousand barrels per day. *TheGlobalEconomy.com: Business and economic data for 200 countries* [online]. 2021 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: https://www.theglobaleconomy.com/Czech-Republic/gasoline_production/
- [78] Spotřeba pohonných hmot v ČR: Spotřeba vybraných ropných produktů v ČR – od počátku roku 2020, 2021 a 2022. *ČAPPO: Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu* [online]. 2023 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.cappo.cz/cisla-a-fakta/spotreba-pohonnych-hmot-v-cr>
- [79] Požár vyřadil litvínovskou rafinérii. *Hospodářské noviny* [online]. 1996 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://archiv.hn.cz/c1-894795-pozar-vyradil-litvinovskou-rafinerii>
- [80] Výbuch přišel Unipetrol na 14 miliard. *Lidovky.cz* [online]. 2017 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/domov/unipetrol-brani-sve-zamestnance.A170317_161416_ln_domov_jho
- [81] *Bezpečnostní zpráva ORLEN Unipetrol RPA s.r.o. – objekt Litvínov: Informace pro zaměstnance a jiné osoby zdržující se v objektu s vědomím provozovatele ve smyslu odst. (2) § 15 zákona č. 224/2015 Sb.* 1. ORLEN Unipetrol, s. r. o., 2023. Dostupné také z: <https://www.unipetrolrpa.cz/CS/sluzby-areal/chempark-zaluzi/Stranky/zavazne-normy-a-informace.aspx>
- [82] PipePatrol Theft Detection: Systém pro detekci krádeží produktů. *KROHNE* [online]. [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://krohne.com/cs/reseni/reseni-kontrolu/rizeni-produktovodu-pipepatrol/pipepatrol-theft-detection>
- [83] Produktovodní síť a sklady: Čepro dokáže rychle a s velkou přesností rozpoznat možný únik přepravovaného paliva. *Čepro* [online]. [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.ceproas.cz/o-nas/produktovodni-sit-a-sklady>

9 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

9.1 Seznam zkratek

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
AIChE	American Institute of Chemical Engineers Americký institut chemických inženýrů
ALARA	As Low As Reasonably Achievable Tak nízko, jak je to racionálně dosažitelné
ALARP	As Low As Reasonably Practicable Tak nízko, jak je to racionálně proveditelné
ARAMIS	Accidental Risk Assessment Methodology for Industries Metodika hodnocení rizika havárií pro průmyslová odvětví
ARIA	Analysis, Research, and Information on Accidents Analýzy, výzkumy a informace o haváriích
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion Výbuch expandujících par přehřáté kapaliny
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BP	British Petroleum
CGVE	Compressed Gas/Vapour Explosion Výbuch stlačeného plynu/par
CLP	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures Klasifikace, označování a balení látek a směsí
CNG	Compressed Natural Gas Stlačený zemní plyn
CPQRA	Chemical Process Quantitative Risk Analysis Kvantitativní analýza rizik chemických procesů
CPR	Guideline for quantitative risk assessment Pokyny pro kvantitativní hodnocení rizik
CSB	Chemical Safety Board Rada pro chemickou bezpečnost
ČD	České dráhy
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
ČOV	Čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSN	Chráněné označení českých technických norem
DMV	Dolní mez výbušnosti
DNU	Databáze nežádoucích událostí

EN	European Standard Evropská norma
EPS	Elektrická požární signalizace
ES	Evropská společenství
ESIA	European Scale of Industrial Accidents Evropská škála pro hodnocení průmyslových havárií
ETA	Event Tree Analysis Analýza stromu událostí
EU	Evropská unie
FACTS	Failure and Accidents Technical information System Technický informační systém poruch a havárií
FAME	Fatty Acid Methyl Ester Estery mastných kyselin
FBI	Federal Bureau of Investigation Federální úřad pro vyšetřování
FTA	Fault Tree Analysis Analýza stromu poruchových stavů
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií
HMV	Horní mez výbušnosti
HSE	Health and Safety Executive Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
HZS	Hasičský záchranný sbor
ISAAC	Rozvoj nového přístupu ke zjišťování příčin průmyslových havárií s účastí nebezpečných látek
ISO	International Organization for Standardization Mezinárodní organizace pro normalizaci
LNG	Liquefied Natural Gas Zkapalněný zemní plyn
LOC	Loss of Containment Porucha zařízení a únik nebezpečných látek
LPG	Liquified Petroleum Gas Zkapalněný ropný plyn
MAHB	Major Accident Hazards Bureau Úřad pro rizika závažných havárií
MAPIS	Major Accident Prevention Information System Informační systém prevence závažných havárií
MARS	Major Accident Reporting System Systém hlášení závažných havárií
MEŘO	Methylester řepkového oleje
MHIDAS	Major Hazard Incident Data Service Datová služba pro události s velkým rizikem
MTBE	Methyl-tercio-butyl-ether

MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne Klasifikace ekonomických činností vydávaná Evropskou komisí
NATO	North Atlantic Treaty Organization Severoatlantická aliance
NL	Nebezpečná látka
OSN	Organizace spojených národů
PHM	Pohonné hmoty
PO	Požární ochrana
PVC	Polyvinylchlorid
QRA	Quantitative Risk Assessment Kvantitativní hodnocení rizika
RCA	Root Cause Analysis Analýza kořenových příčin
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation, and Restriction of Chemicals Registrace, hodnocení, povolování a omezování chemických látek
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
RPTE	Rapid Phase Transition Explosion Exploze při rychlém fázovém přechodu
SDH	Sbor dobrovolných hasičů
SEČ	Středoevropský čas
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek Nizozemská organizace pro aplikovaný vědecký výzkum
TNT	Trinitrotoluen
TRA	Transportation Risk Assessment Hodnocení rizik přepravy
TÚPO	Technický ústav požární ochrany HZS ČR
USA	United States of America Spojené státy americké
VCE	Vapour Cloud Explosion Výbuch mraku plynů nebo par
ZEMA	Zentrale Melde und Auswertestelle für Ereignisse in verfahrenstechnischen Anlagen Centrum pro hlášení a vyhodnocování událostí v technologických provozech

9.2 Seznam symbolů

D_R	Tepelná dávka	[–]
E_C	Spalné teplo plynu	[kJ·kg ⁻¹]
E_{TNT}	Spalné teplo TNT	[kJ·kg ⁻¹]
F_P	Přijatelná četnost	[–]
I_R	Tepelný tok	[W·m ⁻²]
N	Počet ohrožených osob	[–]
<i>probit</i>	Pravděpodobnostní rozložení úmrtí v závislosti na dané expozici	[–]
Q	Množství vybuchlého plynu	[kg]
R	Vzdálenost od epicentra výbuchu	[m]
t	Doba expozice	[s]
W	Ekvivalent hmotnosti TNT	[kg]
Z	Redukovaná vzdálenost	[m]
Δp	Přetlak v čele tlakové vlny	[kPa]
η	Účinnost výbuchu (stupeň konverze)	[–]

9.3 Seznam tabulek

Tab. 1) Fyzikální a chemické vlastnosti benzínu [7].....	18
Tab. 2) Fyzikální a chemické vlastnosti motorové nafty [9].....	19
Tab. 3) Nejvyšší dovolené množství hořlavých kapalin v jednom požárním úseku [22]	28
Tab. 4) Účinky tepelného toku [24], [29].....	43
Tab. 5) Rozmezí tepelných dávek pro případy bolesti, popálenin a fatalit [24], [29].....	44
Tab. 6) Vyjádření následků tlakové vlny podle přetlaku na jejím čele [29].....	45
Tab. 7) Přehled nejvyužívanějších dílčích metod analýzy rizik [1]	48
Tab. 8) Frekvence poruch zařízení pro potrubí [1].....	55
Tab. 9) Pravděpodobnost okamžitého vznícení pro stacionární zdroje [1]	56
Tab. 10) Pravděpodobnost okamžitého vznícení přepravních jednotek v podniku [1]	56
Tab. 11) Pravděpodobnost iniciace pro obecné situace [1]	56
Tab. 12) Počty úniků vybraných nebezpečných látek [1].....	63
Tab. 13) Vzor – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	65
Tab. 14) Litvínov 1994 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	70
Tab. 15) Brno – Slatina 1995 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	71
Tab. 16) Výrov 1996 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	72
Tab. 17) Litvínov 1996 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	73
Tab. 18) Polerady 1998 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	74
Tab. 19) Havlíčkův Brod 1998 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	75
Tab. 20) Raná 1998 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	76
Tab. 21) Litvínov 1999 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	77
Tab. 22) Radostín 2000 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	78
Tab. 23) Turnov 2000 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	79
Tab. 24) Sudoměřice u Bechyně 2001 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	80
Tab. 25) Cerekvice nad Bystřicí 2001 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	81
Tab. 26) Polepy 2001 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	82

Tab. 27) Choťánky 2002 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	83
Tab. 28) Kozlov 2004 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	84
Tab. 29) Ostrožská Nová Ves 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	85
Tab. 30) Všechny 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	85
Tab. 31) Želeč 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	86
Tab. 32) Okřínek 2005 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	87
Tab. 33) Hájek 2007 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	88
Tab. 34) Litvínov 2009 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	89
Tab. 35) Česká Lípa 2011 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	90
Tab. 36) Kostelec u Heřmanova Městce 2011 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	91
Tab. 37) Pardubice 2013 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	92
Tab. 38) Kostelec u Heřmanova Městce 2013 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	93
Tab. 39) Havlíčkův Brod 2013 – Přehled informací dle metodiky ISAAC.....	94
Tab. 40) Kralupy nad Vltavou 2017 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	95
Tab. 41) Bělčice 2017 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	96
Tab. 42) Kralupy nad Vltavou 2018 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	98
Tab. 43) Loukov 2018 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	99
Tab. 44) Loukov 2019 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	100
Tab. 45) Tremošná 2020 – Přehled informací dle metodiky ISAAC	101
Tab. 46) Kostelec u Heřmanova Městce 2020 – Přehled informací dle metodiky ISAAC ...	102
Tab. 47) Rozdělení havárií dle krajů ČR	103
Tab. 48) Rozdělení havárií dle subjektů	107
Tab. 49) Rozdělení havárií dle místa havárie	107
Tab. 50) Rozdělení havárií dle pracovní činnosti	107
Tab. 51) Rozdělení havárií dle zdroje nebezpečí.....	108
Tab. 52) Rozdělení havárií dle typu nehodového děje	108
Tab. 53) Rozdělení havárií dle nebezpečné látky	108
Tab. 54) Rozdělení havárií dle typu příčiny	109
Tab. 55) Rozdělení havárií dle kořenových příčin.....	109
Tab. 56) Vyhodnocení havárií z hlediska množství nebezpečné chemické látky.....	109
Tab. 57) Vyhodnocení havárií z hlediska následků na lidech	110
Tab. 58) Vyhodnocení havárií z hlediska následků na životním prostředí.....	110
Tab. 59) Rozdělení havárií dle kontaminace složek životního prostředí.....	110
Tab. 60) Vyhodnocení havárií z hlediska ekonomických ztrát.....	111
Tab. 61) Rozdělení havárií dle zasahujících složek.....	112
Tab. 62) Doplnující informace ohledně zásahů	112
Tab. 63) Rozdělení havárií dle hlavních příčin jejich vzniku	114
Tab. 64) Přehled navržených opatření	119
Tab. 65) Podíl hlavních příčin na celkových ekonomických ztrátách	121

9.4 Seznam obrázků

Obr. 1) Bezpečnostní piktogramy (CLP) pro benzín a motorovou naftu [7].....	20
Obr. 2) Sklady pohonných hmot a produktovodní síť ČR [17].....	23
Obr. 3) Havarijný scénář pro přetečení zásobníku s hořlavou kapalinou [26].....	31
Obr. 4) Havarijný scénář pro okamžitý únik [26]	31
Obr. 5) Havarijný scénář pro zřícení střechy zásobníku s plovoucí střechou [26].....	31
Obr. 6) Následky závažných havárií [24]	37
Obr. 7) Trojúhelník hoření [35].....	38
Obr. 8) Meze výbušnosti [24].....	39
Obr. 9) Příklad dosahu projevu Pool fire u benzínu [1]	40
Obr. 10) Příklad stanovení projevu výbuchu typu BLEVE [1]	41
Obr. 11) Příklad dosahu projevu výbuchu typu VCE [1]	42
Obr. 12) Ilustrační fotografie jednotlivých typů požárů a výbuchů [36].....	42
Obr. 13) Proces managementu rizik dle ISO 31000:2018 [37]	47
Obr. 14) Kostra kompletní metodologie hodnocení rizik přepravy (TRA) [1]	50
Obr. 15) Postup metody výběru dle CPR 18E [39]	52
Obr. 16) Výpočet pravděpodobnosti úmrtí pro podíly obyvatelstva [1]	57
Obr. 17) Příklad zobrazení individuálního a společenského rizika [1]	57
Obr. 18) Předpokládaný postup řešení diplomové práce.....	62
Obr. 19) Grafické znázornění ESIA [47].....	65
Obr. 20) Ishikawův diagram problematiky návrhu opatření ke zlepšení	67
Obr. 21) Buncefield 2005 – ESIA [50].....	69
Obr. 22) Litvínov 1994 – ESIA	70
Obr. 23) Brno – Slatina 1995 – ESIA.....	71
Obr. 24) Výrov 1996 – ESIA.....	72
Obr. 25) Litvínov 1996 – ESIA	74
Obr. 26) Polerady 1998 – ESIA.....	74
Obr. 27) Havlíčkův Brod 1998 – ESIA	75
Obr. 28) Raná 1998 – ESIA.....	76
Obr. 29) Litvínov 1999 – ESIA	77
Obr. 30) Radostín 2000 – ESIA.....	77
Obr. 31) Turnov 2000 – ESIA	78
Obr. 32) Sudoměřice u Bechyně 2001 – ESIA.....	79
Obr. 33) Cerekvice nad Bystřicí 2001 – ESIA	80
Obr. 34) Polepy 2001 – ESIA.....	81
Obr. 35) Choťánky 2002 – ESIA.....	82
Obr. 36) Kozlov 2004 – ESIA	83
Obr. 37) Ostrožská Nová Ves – ESIA	84
Obr. 38) Všechlapy 2005 – ESIA	86
Obr. 39) Želeč 2005 – ESIA	86
Obr. 40) Okřínek 2005 – ESIA.....	87
Obr. 41) Hájek 2007 – ESIA	88
Obr. 42) Litvínov 2009 – ESIA	89
Obr. 43) Česká Lípa 2011 – ESIA.....	91
Obr. 44) Kostelec u Heřmanova Městce 2011 – ESIA.....	92
Obr. 45) Pardubice 2013 – ESIA.....	93

Obr. 46) Kostelec u Heřmanova Městce 2013 – ESIA	93
Obr. 47) Havlíčkův Brod 2013 – ESIA	94
Obr. 48) Kralupy nad Vltavou 2017 – ESIA	95
Obr. 49) Bělčice 2017 – ESIA	96
Obr. 50) Kralupy nad Vltavou 2018 – ESIA	97
Obr. 51) Loukov 2018 – ESIA.....	100
Obr. 52) Loukov 2019 – ESIA.....	100
Obr. 53) Tremošná 2020 – ESIA	102
Obr. 54) Kostelec u Heřmanova Městce 2020 – ESIA.....	102
Obr. 55) Počet havárií v jednotlivých letech	104
Obr. 56) Průměrná denní produkce kapalných motorových paliv v ČR [77].....	104
Obr. 57) Počet havárií v jednotlivých měsících.....	104
Obr. 58) Vývoj spotřeby kapalných motorových paliv v ČR po měsících [78]	105
Obr. 59) Počet havárií dle dnů v měsíci.....	105
Obr. 60) Počet havárií dle dnů v týdnu	106
Obr. 61) Počet havárií dle času v hodinách	106
Obr. 62) Počet havárií v závislosti na stupni ESIA	112
Obr. 63) Výsledný kauzální model řešených havárií.....	113

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1) ESIA – Množství nebezpečné chemické látky [47]	145
Příloha 2) ESIA – Následky na lidech [47]	146
Příloha 3) ESIA – Následky na životním prostředí [47]	147
Příloha 4) ESIA – Ekonomické ztráty [47]	148
Příloha 5) Informace o haváriích.xlsx	

PŘÍLOHY

Příloha 1) ESIA – Množství nebezpečné chemické látky [47]

Množství nebezpečné chemické látky		1	2	3	4	5	6
Q1	Množství uniklé látky (Q) ve vztahu k limitním hodnotám ^a	$Q < 0,1 \%$	$0,1 \% \leq Q < 1 \%$	$1 \% \leq Q < 10 \%$	$10 \% \leq Q < 100 \%$	1 až 10krát více než limitní hodnota ^a	Více než 10krát více než limitní hodnota ^a
Q2	Množství výbušných látek (Q), které se účastnily ve výbuchu (ekvivalent TNT)	$Q < 0,1t$	$0,1t \leq Q < 1t$	$1t \leq Q < 5t$	$5t \leq Q < 50t$	$50t \leq Q < 500t$	$Q \geq 500t$

^a limitní hodnota množství nebezpečné chemické látky uváděná ve směrnici 96/82/ES (SEVESO II)

Příloha 2) ESIA – Následky na lidech [47]

Následky na lidech		1	2	3	4	5	6
H3	Celkový počet úmrtí:	–	1	2–5	6–19	20–49	≥ 50
	zaměstnanci:	–	1	2–5	6–19	20–49	≥ 50
	pracovníci externích zásahových složek:	–	–	1	2–5	6–19	≥ 50
	veřejnost:	–	–	–	1	2–5	≥ 6
H4	Celkový počet zraněných osob, které byly hospitalizovány déle než 24 hod.:	1	2–5	6–19	20–49	50–199	≥ 200
	zaměstnanci:	1	2–5	6–19	20–49	50–199	≥ 200
	pracovníci externích zásahových složek:	1	2–5	6–19	20–49	50–199	≥ 200
	veřejnost:	–	–	1–5	6–19	20–49	≥ 50
H5	Celkový počet lehce zraněných osob ošetřených na místě nebo hospitalizovaných po dobu kratší než 24 hod.:	1–5	6–19	20–49	50–199	200–999	≥ 1 000
	zaměstnanci:	1–5	6–19	20–49	50–199	200–999	≥ 1 000
	pracovníci externích zásahových složek:	1–5	6–19	20–49	50–199	200–999	≥ 1 000
	veřejnost:	–	1–5	6–19	20–49	50–199	≥ 200
H6	Celkový počet osob bez přístřeší nebo bez práce (zničené domy, pracoviště):	–	1–5	6–19	20–99	100–499	≥ 500
H7	Počet (N) evakuovaných osob nebo osob uvězněných ve svých domovech po dobu více než 2 hod. násobený časem, během kterého byli uvězněni (osoby x hodiny):	–	$N < 500$	$500 \leq N < 5\,000$	$5\,000 \leq N < 50\,000$	$50\,000 \leq N < 500\,000$	$N \geq 500\,000$
H8	Počet (N) osob bez pitné vody, elektřiny, plynu, telefonu a veřejné dopravy po dobu více než 2 hod. násobený časem, během kterého byli takto postiženi (osoby x hodiny):	–	$N < 1\,000$	$1\,000 \leq N < 10\,000$	$10\,000 \leq N < 100\,000$	$100\,000 \leq N < 1\text{ milion}$	$N \geq 1\text{ milion}$
H9	Počet (N) osob, které musely podstoupit rozsáhlé léčení trvající déle než 3 měsíce (po havárii):	–	$N < 10$	$10 \leq N < 50$	$50 \leq N < 200$	$200 \leq N < 1\,000$	$N \geq 1\,000$

Příloha 3) ESIA – Následky na životním prostředí [47]

Následky na životním prostředí		1	2	3	4	5	6
Env10	Počet volně žijících zvířat, která byla usmrcena, zraněna, nebo intoxikována ^b následkem havárie:	$Q < 0,1$	$0,1 \leq Q < 1$	$1 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 50$	$50 \leq Q < 200$	$Q \geq 200$
Env11	Podíl (P) usmrcených chráněných živočichů a rostlin nebo živočichů usmrcených následně v důsledku zničení biomasy v zóně účinku havárie:	$P < 0,1 \%$	$0,1 \% \leq P < 0,5 \%$	$0,5 \% \leq P < 2 \%$	$2 \% \leq P < 10 \%$	$10 \% \leq P < 50 \%$	$P \geq 50 \%$
Env12	Objem (V) znečištěné vody (v m ³):	$V < 1\,000$	$1\,000 \leq V < 10\,000$	$10\,000 \leq V < 100\,000$	$100\,000 \leq V < 1\text{ milion}$	$1\text{ milion} \leq V < 10\text{ milionů}$	$V \geq 10\text{ milionů}$
Env13	Plocha (S) povrchové nebo podzemní vody, již je nutno vyčistit nebo speciálně dekontaminovat (v ha):	$0,1 \leq S < 0,5$	$0,5 \leq S < 2$	$2 \leq S < 10$	$10 \leq S < 50$	$50 \leq S < 200$	$S \geq 200$
Env14	Délka (L) vodního toku nebo kanálu, jež je nutno vyčistit nebo speciálně dekontaminovat (v km):	$0,1 \leq L < 0,5$	$0,5 \leq L < 2$	$2 \leq L < 10$	$10 \leq L < 50$	$50 \leq L < 200$	$L \geq 200$

^b intoxikovaným zvířetem se v tomto směru rozumí zvíře, jehož maso již dále není vhodné ke konzumaci

Příloha 4) ESIA – Ekonomické ztráty [47]

Ekonomické ztráty		1	2	3	4	5	6
€15	Škody na majetku podniku (C) v milionech € ^c :	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€16	Škody na produkci podniku (C) v milionech € ^c :	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€17	Škody na majetku a ztráty na produkci mimo podnik (C) v milionech € ^c :	–	$0,05 \leq C < 0,1$	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$C \geq 10$
€18	Náklady na vyčištění, dekontaminaci a rekultivaci životního prostředí (C) v milionech € ^c :	$0,01 \leq C < 0,05$	$0,05 \leq C < 0,2$	$0,2 \leq C < 1$	$1 \leq C < 5$	$5 \leq C < 20$	$C \geq 20$

^c podle ekonomických ukazatelů platných pro rok 1993