

# Vyhodnocení rizik transportu nebezpečné chemické látky chloridu titaničitého

Bc. et Bc. Karolína Štipčáková

---

Diplomová práce  
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. et Bc. Karolína Štipčáková**  
Osobní číslo: **L20183**  
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**  
Specializace: **Ochrana obyvatelstva**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Vyhodnocení rizik transportu nebezpečné chemické látky chloridu titaničitého**

## Zásady pro vypracování

1. Na základě studia odborné literatury vypracujte teoretickou část diplomové práce .
2. Analyzujte přepravu nebezpečné látky chloridu titaničitého v silniční dopravě.
3. Vyhodnoťte rizika přepravy nebezpečné látky chloridu titaničitého v silniční dopravě v České republice.
4. Navrhněte způsoby a opatření vedoucí k minimalizaci rizik přepravy nebezpečné látky.

---

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

Seznam doporučené literatury:

1. PROCHÁZKOVÁ, Dana, Jan PROCHÁZKA, Hana PATÁKOVÁ, Zdenko PROCHÁZKA a Veronika STRYMPLOVÁ. *Kritické vyhodnocení přepravy nebezpečných látek po pozemních komunikacích v ČR*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství, 2014, 151 s. ISBN 978-80-01-05599-1.
  2. SIDORENKO, Alex a DEMIDENKO Elena. *Free Risk Management Book: Guide to Effective Risk Management 3.0*. USA: Create Space Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 1542865980.
  3. TUREKOVÁ, Ivana a Richard KURACINA. *Nebezpečné látky a směsi*. STU, 2013. ISBN 978-80-227-4055-5.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Marek Tomašík, Ph.D.**  
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2022**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 1. prosince 2021

---

---

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

### Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 5.8.2022

Jméno a příjmení studenta: Bc. Karolína Štípcáková

.....  
podpis studenta

## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením rizik transportu nebezpečné chemické látky chloridu titaničitého v silniční dopravě. Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části je zpracována rešerše odborné literatury týkající se daného tématu. V praktické části jsou použity všeobecně platné vědecké metody jako analýza, dedukce, indukce, komparace a syntéza.

Teoretická část diplomové práce vysvětluje základní pojmy z oblasti krizového řízení. Dále je v práci popsána právní úprava nebezpečných látek na silnici na mezinárodní a národní úrovni. Je popsána dohoda ADR, zmíněny jsou i povinnosti jednotlivých účastníků přepravy. Teoretická část zmiňuje integrovaný záchranný systém a Transportní informační a nehodový systém (TRINS). Předposlední kapitola zmiňuje dílčí a hlavní cíle diplomové práce a autorem stanovené hypotézy. Poslední kapitola teoretické části popisuje zvolenou metodiku.

V praktické části diplomové práce je popsán současný stav v České republice a jsou uvedeny statistiky nehodovosti vozidel v režimu ADR včetně úniků nebezpečných látek. Významnou částí diplomové práce je analýza rizik, ve které byly identifikovány a ohodnoceny rizikové faktory a následně zaneseny do mapy rizik, na základě které byla navržena protipatření ke snížení rizika. Nejvýznamnějšími rizikovými faktory jsou nehoda vozidla a únik nebezpečné látky. V práci je dále aplikována metoda FTA a metoda IAEA – TECDOC – 727. Na základě výsledků analýzy rizik byl zvolen scénář, ve kterém byla nasimulována dopravní nehoda s únikem nebezpečné chemické látky chloridu titaničitého v softwarovém programu ALOHA. Poslední metodou praktické části bylo dotazníkové šetření civilního obyvatelstva, jehož úkolem bylo zjistit, zda si je civilní obyvatelstvo vědomo nebezpečných látek na silnicích, a zda ví, jak se zachovat v případě úniku nebezpečné látky. Závěrem jsou navržena opatření ke snížení rizik v přepravě nebezpečné látky chloridu titaničitého a jeho případného úniku.

Klíčová slova: dopravní nehoda, únik nebezpečné látky, chlorid titaničitý, analýza rizik, civilní obyvatelstvo, mimořádná událost.

## **ABSTRACT**

The diploma thesis deals with the evaluation of risks during the transport of the dangerous chemical substance titanium chloride in road transport. The work is divided into two parts, theoretical and practical. In the theoretical part, research of professional literature related to the given topic is processed. In the practical part, generally valid scientific methods such as analysis, deduction, induction, comparison and synthesis are used. The theoretical part of the diploma thesis explains basic concepts from the crisis management. The work also describes the legal regulation of dangerous substances on the road at the international and national level. An equally important part is the chapter that describes the ADR agreement, where the obligations of the individual transport participants are described. The theoretical part mentions IZS and the Transport Information and Accident System (TRINS). The penultimate chapter mentions the partial and main objectives of the diploma thesis and the hypothesis established by the author. The last chapter of the theoretical part describes the chosen methodology. In the practical part of the diploma thesis, the current situation in the Czech Republic is described and the accident statistics of vehicles in the ADR regime, including leakage of dangerous substances, are given. An important part of the diploma thesis is the risk analysis, in which risk factors were identified and evaluated and then entered into the risk map, based on which countermeasures were proposed to reduce the risk. The most significant risk factors are a vehicle accident and the release of a hazardous substance. The FTA method and the IAEA - TECDOC - 727 method are also applied in the work. Based on the results of the risk analysis, a scenario was chosen in which a traffic accident with a release of a dangerous substance was simulated in the ALOHA software program. The last method of the practical part was a questionnaire survey of the civilian population, the task of which was to find out whether the civilian population is aware of dangerous substances on the roads, and whether they know how to behave in the event of a dangerous substance leakage. In conclusion, measures are proposed to reduce the risks in the transport of the dangerous substance titanium chloride and its possible leakage.

Keywords: traffic accident, leakage of a dangerous substance, titanium tetrachloride, risk analysis, civilian population, emergency event.

Tímto bych chtěla poděkovat mému vedoucímu diplomové práce, panu Mgr. Markovi Tomašíkovi, Ph.D., za jeho vstřícný přístup a cenné rady. Především chci poděkovat své rodině, příteli a nejbližším za podporu při studiu. Mé poděkování patří také všem zúčastněným, kteří byli nápomocni při ohodnocení rizikových faktorů a také všem respondentům za pomoc při vyplnění dotazníkového šetření.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ A PŘEPRAVA.....</b>	<b>12</b>
<b>2 PRÁVNÍ ÚPRAVA PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ .....</b>	<b>14</b>
2.1 MEZINÁRODNÍ PRÁVNÍ ÚPRAVA PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ.....	14
2.2 VNITROSTÁTNÍ PRÁVNÍ ÚPRAVA PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ.....	14
2.3 DOHODA ADR .....	15
2.3.1 Části dohody ADR.....	16
<b>3 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM.....</b>	<b>28</b>
3.1 POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY .....	29
3.2 HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY.....	29
3.3 POSKYTOVATELÉ ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY .....	29
<b>4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE A HYPOTÉZY .....</b>	<b>31</b>
<b>5 METODIKA .....</b>	<b>32</b>
5.1 SOFTWAREVÝ PROGRAM ALOHA .....	32
5.2 METODA IAEA – TECDOC – 727.....	32
5.3 FAULT TREE ANALYSIS.....	33
5.4 VÝZKUMNÉ DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
<b>6 SOUČASNÝ STAV V ČESKÉ REPUBLICĚ .....</b>	<b>36</b>
6.1 NEHODOVOST V ČESKÉ REPUBLICĚ PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ.....	37
6.1.1 Rizika vzniku dopravní nehody a únik nebezpečné látky.....	38
<b>7 CHLORID TITANIČITÝ .....</b>	<b>41</b>
7.1 VLASTNOSTI A STRUKTURA.....	41
<b>8 ANALÝZA RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ CHLORIDU TITANIČITÉHO .....</b>	<b>44</b>



8.1	IDENTIFIKACE RIZIKA .....	44
8.2	MAPA RIZIK.....	49
8.3	VYHODNOCENÍ RIZIK A NÁVRH NA SNÍŽENÍ RIZIKA .....	51
8.4	VÝSLEDKY HODNOCENÍ METODY IAEA – TECDOC – 727.....	52
8.5	VÝSLEDKY METODY FAULT TREE ANALYSIS .....	54
8.6	SIMULACE NEHODY CHLORIDU TITANIČITÉHO.....	55
8.7	VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ.....	62
<b>9</b>	<b>SHRnutí VÝSLEDKŮ A DISKUZE .....</b>	<b>72</b>
<b>10</b>	<b>VLASTNÍ NÁVRHY NA OPATŘENÍ VEDOUcí K MINIMALIZACI RIZIK PŘEPRAVY NEBEZPEČNÉ LÁTKY CHLORIDU TITANIČITÉHO.....</b>	<b>76</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>79</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>89</b>

## ÚVOD

Nebezpečné látky se staly neodmyslitelnou součástí našeho života, aniž bychom si to uvědomovali, a je důležité brát na vědomí jejich výskyt kolem nás.

Současná doba si žádá stále větší produkci nebezpečných látek, které je potřeba distribuovat. Silniční provoz je v tomto případě nejpoužívanější a zároveň nejefektivnější.

Vzhledem na strategickou polohu České republiky, která se nachází ve středu Evropy, je jedním z předpokladů, že na tomto území bude i v budoucnu docházet k nárůstu transportu nebezpečných látek buď v důsledku místa určení, nebo v důsledku jejich tranzitu. Většina dálnic a silnic I. a II. třídy vede kolem a přes zalidněné oblasti, což může vést v případě nehody vozidla s únikem nebezpečné látky k nenávratným škodám nejen fauny a flory, ale především ke ztrátám na lidských životech, majetku a dobytku. Na to, aby byly nebezpečné látky přepravovány co nejbezpečnějším způsobem, dohlíží Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí neboli Mezinárodní dohoda ADR.

Zaměstnání a výše zmíněná fakta nás vedla k tomu, abychom zjistili, jaká rizika mohou vzniknout při dopravní nehodě spojené s únikem nebezpečné látky chloridu titaničitého. Zároveň jsme si kladli otázku, do jaké míry si obyvatelstvo uvědomuje přítomnost nebezpečných látek a jak by se zachovalo v případě jejich úniku.

Do budoucna je pravděpodobné, že produkce nebezpečných látek a jejich přeprava bude narůstat. O to více pozornosti bychom měli věnovat nebezpečným látkám v silničním provozu a vzdělávat o těchto rizicích ostatní řidiče a civilní obyvatelstvo.

Hlavním cílem diplomové práce je vyhodnotit rizika přepravy nebezpečné látky chloridu titaničitého a navrhnout protiopatření vedoucí ke snížení rizik. Dalším cílem je zjistit, do jaké míry má civilní obyvatelstvo povědomí o nebezpečných látkách v silničním provozu a zda ví, jak se v případě nehody spojené s únikem nebezpečné látky zachovat.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ A PŘEPRAVA

Každá naše činnost je spjata s nějakým rizikem, které nelze zcela odstranit, dá se však předvídat a eliminovat. Právě k tomu slouží krizové řízení, které je využíváno v různých sférách včetně dopravy. Tato úvodní kapitola je zaměřená na základní pojmy z oblasti krizového řízení, silniční přepravy, nebezpečných látek, ochrany obyvatelstva a slouží čtenáři ke snazšímu pochopení dané problematiky.

**Bezpečnost** – „stav společenského, přírodního, technického a technologického systému, který svými vnitřními a vnějšími podmínkami umožňuje plnění stanovených funkcí a jejich rozvoj v zájmu člověka a společnosti.“ (Tomek, Seidl a Halama, 2008)

**Bezpečnost přepravy** – „stav, ve kterém je na přijatelnou úroveň eliminováno riziko vzniku mimořádné události spojené s ohrožením života a zdraví osob, zvířat, majetku a životního prostředí.“ (Tomek, Seidl a Halama, 2008)

**Nebezpečí (Hazard)** – vlastnost nebezpečné látky, úkazu či děje, zapříčiňující možnost neočekávaného a negativního jevu (havárii), který může způsobit latentnost objektu. Mezi objekty lze zahrnout veškerá technická zařízení, látky a materiály, organizace práce a jiné činnosti, které by mohly ohrozit zdraví a životy lidí, způsobit materiální škody anebo poškodit životní prostředí. (Sidorenko a Demidenko, 2017)

**Riziko (Risk)** – pravděpodobnost vzniku nežádoucího jevu v průběhu určité doby a za určitých okolností. Je kombinací pravděpodobnosti vzniku negativního jevu a jeho následku. (Tureková a Kuracina, 2013)

**Analýza rizik** – zkoumá zdroje rizika při určité činnosti, v určitém systému a dopad rizika na lidstvo, životní prostředí (včetně hospodářských zvířat) a majetek. Výsledky analýzy slouží pro hodnocení rizik, na jejichž základě mohou být provedena vhodná opatření ke snížení pravděpodobnosti vzniku rizika. (Smejkal a Rais, 2010)

Analýzu rizik můžeme provést buď kvalitativně, kvantitativně nebo semi-kvantitativně. (Smejkal a Rais, 2010)

**Mimořádná událost (Emergency Event)** – působení sil a jevů v důsledku činností osob, přírodních vlivů a havárií, které mohou ohrozit život, zdraví, majetek osob a životní prostředí. Události mohou ovlivnit kritickou infrastrukturu, nebo mohou ohrozit vnitřní bezpečnost a ekonomiku státu. (Doležel, Kyselák a Novák, 2014)

**Nebezpečné věci** – látky či předměty, které svými chemickými, fyzikálními toxickými nebo biologickými vlastnostmi mohou způsobit ohrožení lidského života, životního prostředí nebo majetku. (Tomek a Málek, 2011)

**Expozice** – v kontextu této diplomové práce představuje vystavení organismu účinkům nebezpečné chemické látky od vniknutí látky do těla až po transport k místům účinku. Expozici můžeme rozdělit na akutní a chronickou. Akutní expozice znamená, že do těla během krátké doby pronikne velké množství nebezpečné látky, chronická expozice znamená, že se do těla dostává nebezpečná látka dlouhodobě a v malých dávkách. (Kroupa, 2004)

Způsoby, kterými může do těla nebezpečná látka proniknout, jsou následující:

**Inhalační** (proniknutí přes dýchací orgány)

**Perorální** (proniknutí ústy)

**Parenterálně** (intoxikace při poranění střepinami)

**Perkutánní** (zasažením nechráněné a neporaněné kůže) (Kroupa, 2004)

**Dopravní nehoda** – mimořádná událost na pozemních komunikacích, kupříkladu srážka nebo havárie, která se stala, nebo byla započata na pozemní komunikaci, při níž došlo ke zranění či usmrcení osoby nebo ke škodě na majetku. (Česko, 2000)

## **2 PRÁVNÍ ÚPRAVA PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ**

Nebezpečné látky se vyskytují ve velké míře všude kolem nás. Staly se součástí našich životů, proto je nutné dbát zvýšené pozornosti nejen při jejich výrobě, skladování, ale hlavně při jejich přepravě. Bezpečnost přepravy nebezpečných látek je právně vymezena. Z právních úprav se zaměříme pouze na tu nejdůležitější, která se týká silniční přepravy nebezpečných látek.

### **2.1 Mezinárodní právní úprava při přepravě nebezpečných věcí**

Mezinárodní přeprava nebezpečných věcí je uskutečňována na základě platných mezinárodních smluv. Způsobů, kterými lze přepravovat nebezpečné látky, je několik (silniční, železniční, říční, námořní a letecká), nejrozšířenější způsob dopravy je silniční.

V rámci silniční dopravy se Evropa řídí Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road), též známá jako dohoda ADR. Blíže bude rozebrána v samostatné kapitole.

### **2.2 Vnitrostátní právní úprava při přepravě nebezpečných věcí**

Česká republika se obecně řídí zákonem 361/2000 sb. Zákon o provozu pozemních komunikací a o změně zákonů (Česko, 2000)

Po přijetí dohody ADR bylo potřeba zakomponovat ji i do českého právního systému, vznikl tedy zákon č. 111/1994 Sb., Zákon o silniční dopravě. V části III – PŘEPRAVA NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ V SILNIČNÍ DOPRAVĚ (§ 22 a § 23) definuje nebezpečné věci a vymezuje základní povinnosti jednotlivých účastníků přepravy. Zákon detailně nerozebírá přepravu nebezpečných věcí, ale v § 22 odst. 2 odkazuje na závazný právní předpis – dohodu ADR. (Česko, 1994). Zákon se nevztahuje na dopravu nebezpečných věcí ozbrojenými silami a ozbrojenými bezpečnostními sbory v případě plnění úkolů, také se nevztahuje na převoz radioaktivních látek. Text dohody ADR najdeme i ve vyhlášce Ministerstva zahraničních věcí č. 64/1987 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí, ve znění pozdějších předpisů. (Česko, 1987). V rámci chemických látek a směsí se česká legislativa opírá o zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). Určuje práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při výrobě, zkoušení nebezpečných vlastností, klasifikaci, balení, označování, uvádění na trh, vývozu a dovozu chemických látek. (Česko, 2011)

Zákon č. 224/2015 Sb. Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). „*Tento zákon slouží jako systém prevence závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, jeho cílem je snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek v těchto objektech a v jejich okolí.*“ (Česko, 2015)

### 2.3 Dohoda ADR

Dohoda ADR neboli Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) je předpis, jímž se řídí evropské státy včetně České republiky. Dohoda vznikla roku 1957 ve francouzské Ženevě a Československem byla přijata v roce 1987. Samostatnou Českou republikou byla přijata po vzniku samostatného českého státu v roce 1993. (Co je to ADR?, 2022)

ADR je dohodou mezi státy, neexistuje tedy žádný orgán, který by vynucoval její dodržování. Kontroly a sankce provádějí a ukládají národní orgány podle jejich vnitrostátních předpisů, samotná dohoda ADR žádné sankce nestanovuje. (Stejskal, 2012)

Cílem dohody je minimalizovat rizika spojená se silniční přepravou nebezpečných věcí. Určuje, které látky lze převážet prostřednictvím silniční dopravy. Dohoda ADR se sestává ze dvou příloh – A a B, a jejich dodatků, ty klasifikují nebezpečnou látku podle tříd nebezpečnosti, ukládají povinnost pro obaly nebezpečných látek a jejich značení, dále ukládají povinnosti odesílatele, příjemce a také dopravce včetně školení řidičů. Dohoda ADR je vždy s pravidelností dvou let aktualizována. (Dohoda ADR, 2021) Poslední aktualizace proběhla v roce 2021. Hlavním důvodem pravidelné aktualizace je neustálý vývoj v oblasti chemického průmyslu. (Stejskal, 2012)

Při změnách dohody ADR platí přechodná období trvající šest měsíců, než jsou zavedena do praxe. Během této doby lze přepravovat nebezpečné věci jak podle nového aktualizovaného znění příloh, tak dle znění předchozího. (Bernatík, 2006)

### 2.3.1 Části dohody ADR

#### Část A Všeobecná ustanovení a ustanovení týkající se nebezpečných látek a předmětů

- Klasifikace
- Vyjmenování nebezpečných věcí, zvláštní ustanovení a vymezení z platnosti pro omezená a vyňatá množství
- Ustanovení o používání obalů a cisteren
- Postupy při odeslání
- Požadavky na konstrukci a zkoušení obalů, velkých nádob pro volně ložené látky (IBC), velkých obalů, cisteren a kontejnerů pro volně uložené látky
- Ustanovení o podmínkách přepravy, nakládky, vykládky a manipulace. (Dohoda ADR, 2021)

#### Část B Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě

- Požadavky na osádky vozidel, jejich výbavu, provoz a průvodní doklady
- Požadavky na konstrukci a schvalování vozidel. (Miletín a Konečný, 2019)

##### 2.3.1.1 Povinnosti jednotlivých účastníků dle dohody ADR

Přeprava nebezpečných látek je složitý proces, do kterého spadá velké množství účastníků přes výrobce látek samotné, výrobce obalů, přepravce až po odběratele. Dohoda ADR ukládá každému z těchto účastníků povinnosti, kterými se musejí řídit, aby bylo riziko vzniku mimořádné události eliminováno na co nejmenší úroveň.

#### **Povinnosti odesílatele**

Odesílatel má povinnost předat k přepravě pouze ty zásilky, které odpovídají požadavkům ADR. Musí prověřit, zda jsou nebezpečné věci zařazeny a připuštěny k přepravě podle dohody ADR, dále musí předat dopravci informace a údaje, popřípadě požadované přepravní a průvodní doklady jako jsou povolení, oznámení, schválení apod. Dále je odesílatel povinen použít jen obaly schválené a vhodné pro přepravu dotyčných látek a opatřené bezpečnostními značkami podle ADR. (Dohoda ADR, 2021)

Odesílatel také zajišťuje, aby i prázdné nevyčištěné a neodplyněné cisterny (cisternová vozidla, snímatelné cisterny, bateriová vozidla, MEGC, přemístitelné cisterny a cisternové kontejnery)



nebo prázdná nevyčištěná vozidla a prázdné nevyčištěné kontejnery pro volně ložené látky, byly opatřeny velkými bezpečnostními značkami, značkami a příslušným označením, a aby prázdné nevyčištěné cisterny byly uzavřeny a poskytovaly stejné záruky těsnosti, jako kdyby byly plné. V případě, že odesílatel jedná z pověření třetí osoby, musí být upozorněn, že se jedná o nebezpečné věci a musejí mu být poskytnuty všechny informace a doklady ke splnění jeho povinností. Pokud odesílatel využívá služby jiných účastníků, například balíče, nakládce či plniče, musí učinit taková opatření, aby zásilka splňovala všechny potřebné předpisy ADR. (Dohoda ADR, 2021)

### **Povinnosti dopravce**

Doprovce jako jeden z nejdůležitějších účastníků přepravy nebezpečných věcí musí plnit určité povinnosti, aby zajistil maximální bezpečnost při přepravě nebezpečných věcí. Přeprava nebezpečných věcí může být velkým potenciálem ke vzniku MU vlivem přírodních podmínek nebo faktorem lidské chyby (nejen řidiče). Může dojít k rozsáhlým ekologickým, ekonomickým ztrátám, především ke ztrátám na lidských životech, nebo jejich postižení do budoucna v souvislosti s expozicí nebezpečné látky. (Dohoda ADR, 2021)

Dle oddílu 1.4.2.2 dohody ADR má dopravce povinnost ověřit si, že nebezpečné věci, které mají být přepravovány, je dovoleno přepravovat dle dohody ADR, dále má povinnost zkontrolovat, že odesílateli byla poskytnuta předepsaná dokumentace se všemi informacemi o dané přepravované látce dle ADR. Další povinností dopravce je vizuální kontrola vozidla a nákladu, zda jsou bez viditelných závad, netěsností a trhlin, také musí být provedena kontrola výbavy. Dále se musí přesvědčit, že neprošel termín příští inspekce vozidel, cisteren a cisternových kontejnerů a že vozidla nejsou přetížena. (Dohoda ADR, 2021)

Důležitou informací pro složky IZS v případě nehody je označení převážené nebezpečné věci, proto další z povinností dopravce je kontrola připevnění velkých bezpečnostních značek, značek a oranžových tabulek. Následující povinností je přesvědčit se, že výbava předepsaná v dohodě ADR pro dopravní jednotku, osádku vozidla a některé třídy, je v dopravní jednotce. Pokud je to vhodné, kontrola výše uvedeného musí být provedena na základě přepravních dokladů a průvodních dokladů vizuální prohlídkou vozidla nebo kontejnerů a popřípadě nákladu. V případě zjištění porušení předpisů ADR nesmí být zásilka přepravena, aniž by došlo k odstranění zjištěných nedostatků. (Dohoda ADR, 2021)

V případě, že je během přepravy zjištěna závada, jenž by mohla ohrozit bezpečnost, musí být zásilka co nejrychleji zadržena s ohledem na požadavky bezpečnosti silničního provozu, veřejnosti a také vzhledem k bezpečnému odstavení zásilky. (Dohoda ADR, 2021)

V přepravě se může pokračovat v případě, že je závada odstraněna a zásilka splňuje platné předpisy.

Mezi další povinnosti dopravce spadá vybavit osádku vozidla písemnými pokyny tak, jak jsou předepsány v dohodě ADR. (United Nations Economic Commission for Europe, 2016)

### **Povinnosti příjemce**

Povinností příjemce je nezdržovat bez pádných důvodů převzetí věcí a po vykládce ověřit, že jsou dodrženy předpisy ADR, které se jich týkají. V případě, že se při kontrole kontejneru zjistí porušení předpisů ADR, příjemce nesmí vrátit kontejner dopravci, dokud zjištěné závady neodstraní. V případě, že příjemce používá služeb jiných účastníků na provedení vykládky, čištění, dekontaminaci atd., musí provést náležitá opatření k tomu, aby byly dodrženy požadavky ADR. (Procházková, Procházka, Patáková, Procházka a Strymplová.2014)

### **Mezi smluvní strany dohody ADR patří následující státy.**

Albánie, Andora, Ázerbájdžán, Belgie, Bělorusko, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Česko, Černá Hora, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Gruzie, Chorvatsko, Irsko, Island, Itálie, Kazachstán, Kypr, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Malta, Maďarsko, Makedonie, Maroko, Moldavsko, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Ruská federace, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Spojené království Velké Británie a Severního Irsku, Srbsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Tádžikistán, Tunis, Turecko a Ukrajina. (Členské státy ADR, 2016)

### **Značení nebezpečných látek při přepravě**

Dohoda ADR klasifikuje nebezpečné látky do devíti tříd, z nichž některé jsou dále členěny do podtříd. Třídy jsou rozděleny podle chemické a fyzikální nebezpečnosti látek. (United Nations Economic Commission for Europe, 2016)

Tabulka 1 – Třídy nebezpečných věcí dle dohody ADR  
(Věžníková, 2019)

<b>Třídy nebezpečných věcí dle dohody ADR</b>	
Třída 1	Výbušné látky a předměty
Třída 2	Plyny
Třída 3	Hořlavé kapaliny
Třída 4.1	Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečítlivělé tuhé výbušné látky
Třída 4.2	Samozápalné látky
Třída 4.3	Látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny
Třída 5.1	Látky podporující hoření
Třída 5.2	Organické peroxidy
Třída 6.1	Jedovaté látky
Třída 6.2	Infekční látky
Třída 7	Radioaktivní látky
Třída 8	Žíravé látky
Třída 9	Jiné nebezpečné látky a předměty

### **Označení dopravních prostředků při přepravě nebezpečných věcí**

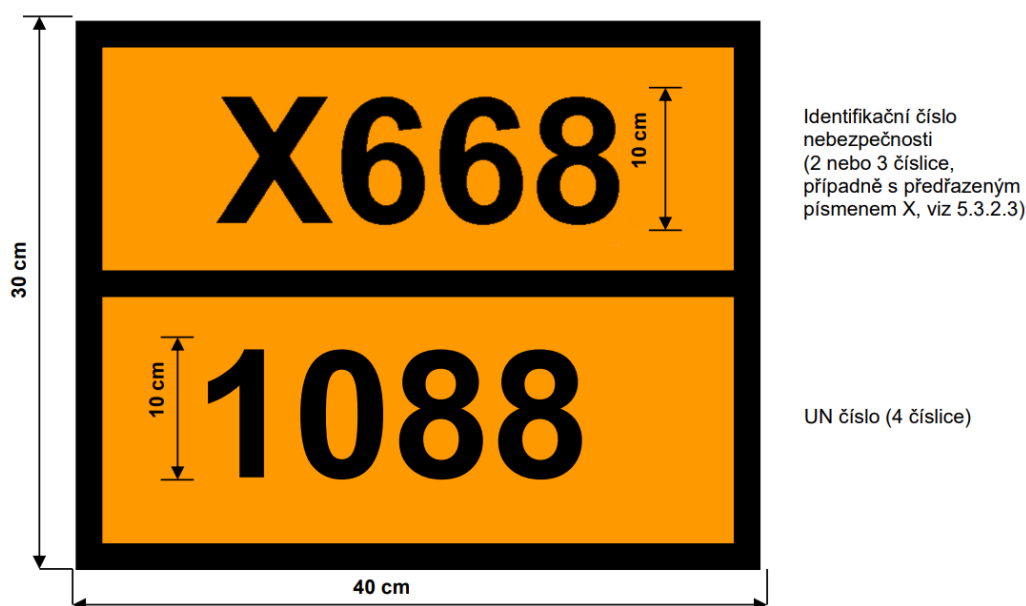
Všechna vozidla přepravující nebezpečné věci musí být řádně označena dle dohody ADR. Označení vozidel informuje, o jaký náklad se jedná a určuje, do jaké míry je převážená věc nebezpečná. Označení vozidel usnadňuje identifikaci nebezpečných věcí při dopravní nehodě a výrazně tak snižuje zdravotní riziko účastníků nehody, složek IZS a zároveň snižuje dopady životního prostředí a ekonomické ztráty.

V Evropě se využívá k označování vozidel UN-systém. Při přepravě nebezpečných věcí se na vozidlo připevní výstražná obdélníková tabulka o rozměrech 40x30 cm reflexní oranžové barvy s černým okrajem. Na vozidle musí být minimálně dvě, jedna na přední a druhá na zadní straně

dopravní jednotky, zároveň musí být zřetelně viditelné. Tabulky musí být z takového materiálu, který je odolný proti povětrnostním podmínkám a zaručuje trvanlivé označení. Tabulka se nesmí uvolnit z držáku po 15 minutách na přímém ohni a musí zůstat upevněna bez hledu na orientaci vozidla. (Dohoda ADR, 2021)

Tabulka je rozdělena na dvě poloviny. V horní části se nachází identifikační číslo nebezpečí – Kemler kód. Obsahuje 2 nebo 3 číslice, může obsahovat i písmeno X nacházející se na prvním místě. Pokud k označení látky stačí jedna číslice, jako druhá číslice se dosadí nula. V případě, že se před identifikačním číslem objeví X, znamená to, že látka nebezpečně reaguje s vodou. Zdvojení číslic v Kemler kódu označují zvýšené nebezpečí látky. (Tomek, Seidl a Halama, 2008)

V dolní polovině tabulky se nachází identifikační číslo látky – UN kód, označující povahu nebezpečí (identifikační číslo nebezpečnosti). UN kód je jedním z nejpoužívanějších systémů k rychlé identifikaci nebezpečných látek. Je tvořen čtyřmístným číslem. Každá nebezpečná látka, nebo skupina nebezpečných látek s podobnými vlastnostmi má přiřazené číslo. Ke každému UN-kódu tak náleží název chemické látky nebo souhrnné pojmenování látek, díky čemuž lze snadno a přesně identifikovat, o jakou převáženou látku se jedná. Identifikační číslo nebezpečnosti a UN číslo musejí být nesmazatelná a musejí zůstat čitelná i po patnácti minutách přímého působení ohně. UN kód je vždy v kombinaci čtyřčíslí dle každé látky nebo skupiny látek. Toto označení je dle registru organizace spojených národů. (Věžníková, 2019)



Obrázek 1 Výstražná oranžová tabulka  
(Vlastní zpracování, 2022)

V případě přepravy více nebezpečných látek, jež je povoleno dle dohody ADR převážet jedním dopravním prostředkem, je vozidlo označeno na přední a zadní části vozu prázdnou oranžovou tabulkou. Látky jsou zabaleny do příslušných obalů a označeny bezpečnostními značkami uvádějícími vlastnosti přepravované látky. Je-li přepravován jeden druh nebezpečné látky, pak je na oranžové tabulce zobrazen jak Kemler, tak UN kód. Vozidlo je navíc označeno výstražnou značkou na boční a zadní části, ta informuje o nebezpečných účincích přepravované látky. (Věžníková, 2019)

Při přepravě prázdných nevyčištěných obalů, cisteren, MEMU, vozidel a kontejnerů pro přepravu ve volně loženém stavu, které obsahovaly nebezpečné látky jiných tříd než třídy 7, musí být označeny nápisy spolu s bezpečnostními značkami, jako by byly plné. (Dohoda ADR, 2021)

### **Označování velkými bezpečnostními značkami a jejich specifikace**

Velké bezpečnostní značky musí být umístěny na vnější povrch na obou bočních stranách a rovněž na každém konci kontejnerů, kontejnerů pro volně ložené látky, MEGC, MEMU,

cisternových kontejnerů, přemístitelných cisteren a vozidel. Musí odpovídat dané nebezpečné látce, která se nachází v nákladu.

Velké bezpečnostní značky jsou umístěny na podkladu v kontrastní barvě, nebo musí být ohraničeny buď vytečkovanou, nebo plnou čarou, musí být odolné proti povětrnostním podmínkám a musí zaručovat trvanlivé označení po celou dobu přepravy. (Dohoda ADR, 2021)

### **Specifikace velkých bezpečnostních značek**

Dle dohody ADR velká bezpečnostní značka musí mít tvar čtverce postaveného na vrchol pod úhlem 45°. Rozměry pro bezpečnostní značku jsou minimálně 100 × 100 mm. Symbol spolu s vnitřními čarami musí odpovídat barvě bezpečnostní značky pro příslušnou nebezpečnou látku. Symbol či číslice třídy nebo podtřídy musí být umístěny a dimenzovány v rozměrech dle dohody ADR pro odpovídající třídu či podtřídu příslušných nebezpečných věcí. (Dohoda ADR, 2021)

Trieda	Názov triedy	Bezpečnostné značky
1	Výbušné látky a predmety	
2	Plyny	
3	Horľavé kvapalné látky	
4.1	Horľavé tuhé látky, samovoľne reagujúce látky, polymerizujúce látky a pevné znečítľivé výbušniny	
4.2	Samozápalné látky (látky náchylné na samovoľné horenie)	
4.3	Látky, ktoré v styku s vodou vyvíjajú horľavé plyny	
5.1	Okysličovacie látky	
5.2	Organické peroxidy	
6.1	Jedovaté látky	
6.2	Infekčné látky	
7	Rádioaktívny materiál	
8	Žieravé látky	
9	Iné nebezpečné látky a predmety	

Obrázek 2 Klasifikace nebezpečných věcí (CMSTREND.sk, 2021)

### Balení nebezpečných věcí

Obaly jsou pro přepravu a uchování nebezpečných věcí nesmírně důležité. Musí být sestaveny tak, aby odolaly nebezpečným věcem a ochránily je před jejich únikem na maximální úrovni. Dohoda ADR jasně ukládá, jaké obaly mají být použity při přepravě nebezpečných věcí.

Výrobce, dovozce nebo zhotovitel, uvádějící na trh nebezpečné látky, musejí tyto látky příslušně zabalit do obalů jim určeným. Obaly musí splňovat tyto požadavky:

- obal a uzávěr musí být navržen a konstruován tak, aby obsah obalu nemohl uniknout; tento požadavek neplatí tam, kde jsou předepsána zvláštní bezpečnostní opatření,
- materiály použité na zhotovení obalu a uzávěru nesmějí být obsahem narušovány a nesmějí s ním vytvářet nebezpečné sloučeniny,
- obal a uzávěr musí být vyrobeny tak, aby bylo zajištěno, že odolají tlaku a deformacím vznikajícím při běžném zacházení a že nedojde k jejich uvolnění,
- obal určený k opakovanému použití musí být navržen a konstruován tak, aby mohl být opakovaně uzavírán bez úniku obsahu. (Česko, 2003)

Obaly látek nebo přípravků určené k prodeji spotřebiteli musí vyhovovat těmto požadavkům:

- obal obsahující látku nebo přípravek, který je označen jako vysoce toxický, toxický nebo žíravý, musí mít uzávěr odolný proti otevření dětmi a hmatatelnou výstrahu pro nevidomé,
- obal obsahující látku nebo přípravek, který je označen jako zdraví škodlivý, extrémně hořlavý nebo vysoce hořlavý, musí být opatřen hmatatelnou výstrahou pro nevidomé; tento požadavek se nevztahuje na přípravky v aerosolovém rozprašovači klasifikované a označené pouze jako extrémně hořlavé nebo vysoce hořlavé,
- obal obsahující látku nebo přípravek nesmí mít takový tvar nebo grafickou úpravu, kterou by mohl být uveden spotřebitel v omyl nebo kterou by mohlo dojít k jejich záměně za hračky. (Česko, 2003)



### Průvodní doklady

Při přepravě nebezpečných věcí musí být ve vozidle dokumenty dle dohody ADR. Průvodní doklady informují o:

- nákladu,
- pokynech pro případ mimořádné události či nehody,
- kvalifikaci osádky dopravní jednotky,
- splnění požadavků na technickou způsobilost dopravní jednotky,
- případných dalších požadavcích ADR. (Miletín a Konečný, 2019)

Průvodními dokumenty jsou:

- přepravní doklad,
- písemné pokyny dle ADR,
- průkaz totožnosti s fotografií každého člena osádky,
- osvědčení o schválení vozidla pro přepravu některých nebezpečných věcí (tyto dokumenty jsou vyžadovány v případě cisternové přepravy). (Miletín a Konečný, 2019)

Písemné pokyny pak musí být uloženy takovým způsobem, aby je bylo možné snadno nalézt.

Přepravní doklad může být nákladní list, dodací list, list CMR apod.

Na dokladu musí být uvedeny všeobecné údaje jako:

- UN číslo,
- oficiální pojmenování,
- číslo vzoru bezpečnostní značky,
- obalová skupina,
- kód omezení průjezdu tunely,
- počet a popis kusů,
- celkové množství každé položky nebezpečných věcí,
- jméno a adresa odesilatele,

- jméno a adresa příjemce. (Miletín a Konečný, 2019)

### **Písemné pokyny dle ADR**

Písemné pokyny existují pro případ nehody nebo mimořádné události. Řidič tyto pokyny obdrží od dopravce. Povinností každého člena posádky vozidla je tyto pokyny přečíst a uložit do kabiny na zřetelné místo. Pokyny jsou psány v jazyce, kterému rozumí každý člen posádky a musejí odpovídat aktuálním požadavkům dohody ADR. Jsou vtištěny barevně a musí být snadno přístupné. (Miletín a Konečný, 2019)

### **Průkaz totožnosti s fotografií každého člena osádky**

Průkazem totožnosti se rozumí buď občanský průkaz, nebo cestovní pas. Všichni řidiči převážející náklad ADR musí mít osvědčení o školení řidičů vozidel přepravujících nebezpečné věci – osvědčení ADR a musejí sebou vozit jeho originál. Toto osvědčení je platné po dobu pěti let a jeho aktualizace je nutná před uplynutím lhůty. Součástí osvědčení je fotografie řidiče a jeho podpis. (Miletín a Konečný, 2019)

### **Průvodní doklady vztahující se k vozidlu**

Je nutné, aby některé typy vozidel, např. MEMU, měla osvědčení o schválení vozidla pro přepravu některých nebezpečných věcí (tzv. papír s pruhem). Platnost osvědčení je jeden rok. (Miletín a Konečný, 2019)

### **Povinná výbava dopravních jednotek přepravujících nebezpečné věci**

Úkolem povinné výbavy je, pokud možno, zabránit, aby se mimořádná událost rozšiřovala a také má poskytnout ochranu řidiči vozidla.

Povinná výbava je rozdělena na tři části:

- bezpečnostní výbava pro všeobecné účely, každé vozidlo má alespoň jeden odpovídající zakládací klín, dva stojací výstražné prostředky (kužely, trojúhelníky nebo například oranžové blikající svítilny). Kapalina pro výplach očí (vyžaduje se pouze u přepravy některých druhů nebezpečných věcí),
- bezpečnostní výbava pro každého člena osádky vozidla, fluoreskující výstražná vesta pro každého člena posádky vozidla, přenosná svítilna jeden pár ochranných rukavic a ochrana očí (například brýle),

- dodatečná výbava při přepravě nebezpečných věcí označených určitými bezpečnostními značkami musí řidič mít tzv. nouzovou únikovou masku, lopatu, ucpávku kanalizační vpusti a sběrnou nádobu. (Miletín a Konečný, 2019)

### 3 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

Integrovaný záchranný systém (IZS) vymezuje zákon č. 239/2000 Sb. Vznikl již v roce 1993 jako potřeba každodenní spolupráce hasičů, zdravotníků policie a také dalších složek při řešení mimořádných událostí, jako jsou požáry, havárie, dopravní nehody apod. Vytvořením IZS vznikl efektivní systém spolupráce a koordinace nejen záchranných složek, policie, hasičů, poskytovatelů zdravotnické záchranné služby, bezpečnostních složek, ale také orgánů státní správy a samosprávy fyzických a právnických osob při provádění záchranných a likvidačních prací a řešení mimořádných událostí. (Česko, 2000)

#### **Základní složky IZS:**

- Hasičský záchranný sbor České republiky,
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,
- Policie České republiky. (Integrovaný záchranný systém, 2022)

#### **Ostatní složky IZS:**

- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- obecní policie,
- orgány ochrany veřejného zdraví,
- havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- zařízení civilní ochrany,
- neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím. (Integrovaný záchranný systém, 2022)

Úlohou základních složek IZS je zajištění nepřetržité pohotovosti pro případ vzniku mimořádné události a jejího neodkladného řešení. Ostatní složky vznikly za účelem poskytnutí plánované pomoci pro případ potřeby záchranných a likvidačních prací. (Šenovský, Adamec a Hanuška, 2007)

### 3.1 Policie České republiky

*„Policie České republiky je jednotný ozbrojený bezpečnostní sbor zřízený zákonem České národní rady ze dne 21. června 1991. Slouží veřejnosti. Jejím úkolem je chránit bezpečnost osob a majetku, chránit veřejný pořádek a předcházet trestné činnosti. Plní rovněž úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti svěřené jí zákony, předpisy Evropských společenství a mezinárodními smlouvami, které jsou součástí právního řádu České republiky.“* (Policie.cz, 2022)

Policie České republiky spadá pod ministerstvo vnitra a tvoří ji:

- policejní prezidium,
- útvary s celostátní působností,
- krajská ředitelství policie,
- útvary zřízené v rámci krajských ředitelství. (Policie.cz, 2022)

### 3.2 Hasičský záchranný sbor České republiky

Hasičský záchranný sbor ČR (HZS) je jednotný bezpečnostní sbor, vychází ze zákona č. 320/2015 Sb., Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru), ve znění účinném k 1.1.2022. Základním úkolem HZS je ochrana životů a zdraví obyvatel, životního prostředí, zvířat a majetku před požáry a jinými mimořádnými událostmi. (Česko, 2015.)

### 3.3 Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby

Definuje ji zákon č. 374/2011 Sb. Zákon o zdravotnické záchranné službě (ZZS) je příspěvkovou organizací, zřizují ji jednotlivé kraje. Její hlavní činnosti jsou:

- nepřetržitý příjem tísňového volání: vyhodnocení stupně naléhavosti, vyslání výjezdové skupiny, operativní řízení,
- řízení a organizace PNP na místě události a spolupráce s IZS,
- spolupráce s cílovým poskytovatelem akutní péče,
- poskytování telefonických instrukcí první pomoci,
- vyšetření a poskytnutí zdravotní péče na místě události,

- soustavná zdravotní péče a nepřetržité monitorování během transportu,
- přeprava pacienta letadlem mezi poskytovateli,
- přeprava tkání a orgánů k transplantaci,
- třídění osob při hromadném postižení osob, krizové situace. (Česko, 2011)

Dle zákona jsou výjezdové základny rozvrženy tak, aby bylo možné poskytnout pomoc do 20 minut. (Česko, 2011)

## TRINS

Transportní informační a nehodový systém vznikl roku 1996 za účelem poskytnutí nepřetržité pomoci při mimořádných událostech, které jsou spojeny s přepravou nebezpečných látek na území České republiky. Je realizován na základě smlouvy o spolupráci mezi Ministerstvem vnitra – generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru České republiky a Svazem chemického průmyslu České republiky. (Polívka, Mika a Sabol, 2017)

TRINS se skládá z členských společností, kterých se k datu 31.12. 2019 zapojilo 22 a celkově působí na území České republiky 35 středisek. UNIPETROL RPA, s.r.o. je republikové koordinační centrum pro TRINS. V případě nehody na území České republiky nebo manipulaci s nebezpečnými látkami mohou informační a operační střediska Hasičského záchranného sboru (IZS) požádat o pomoc středisko TRINS nebo mohou využít praktické pomoci při likvidaci mimořádné události. (Svaz chemického průmyslu ČR, 2022)

## 4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je vyhodnotit rizika při přepravě nebezpečné chemické látky, chloridu titaničitého, na území České republiky a poskytnout čtenáři náhled na problematiku dopravních nehod spojených s únikem této nebezpečné látky a jejich případných následků a vytvořit protiopatření ke zjištěným rizikům.

Teoretická část se zabývá základní terminologií krizového řízení, legislativním rozbořem, popsání dohody ADR včetně přehledu označení vozidel přepravujících nebezpečné látky. Dále je popsán integrovaný záchranný systém a informační nehodový systém TRINS.

**V praktické části byly stanoveny tyto dílčí cíle:**

- zhodnotit současný stav silniční dopravy v České republice.
- provést analýzu rizik (identifikaci rizika, ohodnocení rizika, návrh na opatření pro snížení rizika),
- provést metodu IAEA – TECDOC – 727 a metodu FTA,
- zhodnotit dopady simulované dopravní nehody pomocí softwarového programu ALOHA,
- provést dotazníkové šetření civilního obyvatelstva,
- potvrdit či vyvrátit námi stanovené hypotézy,
- navrhnout protiopatření pro snížení rizika.

### **Stanovené hypotézy**

v diplomové práci byly stanoveny následující hypotézy:

*Více jak 55 % civilního obyvatelstva nevnímá přítomnost nebezpečných látek v silniční dopravě.*

*Více jak 60 % civilního obyvatelstva neví, jak se má chovat v případě dopravní nehody s únikem nebezpečné látky.*

## 5 METODIKA

Diplomová práce byla zpracována na základě vědeckých metod, jako jsou rešerše, analýza, syntéza, dedukce, indukce, simulace, modelování a komparace.

Teoretická část diplomové práce vychází z dostupných literárních rešerší, relevantních internetových zdrojů, zákonů a metod zaměřených na danou problematiku. Popisuje základní pojmy, které jsou důležité pro pochopení kontextu diplomové práce.

Praktická část diplomové práce používá vědecké metody, jako je analýza rizik. V práci je využita také metoda IAEA – TECDOC – 727 a metoda stromu poruchových stavů (FTA), dále byl v práci použit softwarový program ALOHA, který umožnil nasimulovat modelovou situaci nehody s únikem chloridu titaničitého, a díky kterému lze přesně určit zasažené území nebezpečnou chemickou látkou. V rámci diplomové práce byl použito i dotazníkové šetření u civilního obyvatelstva.

### 5.1 Softwarový program ALOHA

Softwarový program ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je určen pro modelování situací spojených s únikem nebezpečných látek do atmosféry. ALOHA umožňuje zadat podrobnosti o skutečném nebo potenciálním úniku chemikálie a následně vygeneruje nebezpečnou zónu ohrožení (Threat zone) vlastnostmi uniklé látky. Zóny lze také zakreslit do map v přidružené aplikaci MARPLOT. Červená zóna ohrožení představuje nejhorší úroveň ohrožení, oranžové a žluté zóny ohrožení představují oblasti klesajícího ohrožení. ALOHA dokáže modelovat oblaka toxických a hořlavých plynů, BLEVE, požáry tryskových letadel a výbuchy oblaků páry. Na rozdíl od softwarového programu TerEx je ALOHA zdarma volně dostupná. ALOHA je šířená americkou organizací NOAA – National Ocean Service, Office of Response and Restoration a je v anglickém jazyce, oproti TerExu, který je česky. (ALOHA Software, 2021)

### 5.2 Metoda IAEA – TECDOC – 727

IAEA – TECDOC – 727 poskytuje komplexní postup pro klasifikaci a prioritizaci zdrojů společenského rizika s předpokladem detailnějšího hodnocení rizik. (Bernatík, 2016) Metoda umožňuje hodnocení rizika požáru, výbuchu nebo úniku toxické látky pro obyvatelstvo. Předpokládá fatální následky, tedy kolik osob zahyne při této nehodě. V úvahu se nebere personál, pouze civilní obyvatelstvo zasažené danou havárií. (Bartlová a Pešák, 2003)



Vzorec pro odhad vnějších následků havárie pro obyvatelstvo:

$$C_{a,s} = A * d * f_A * f_m$$

kde:

$C_{a,s}$  – následky (počet smrtelných zranění/událost)

$A$  – zasažená plocha (v hektarech, 1 ha = 104 m<sup>2</sup>)

$d$  – hustota populace v zalidněné oblasti uvnitř ovlivněné oblasti (počet obyvatel / ha)

$f_A$  – korekční faktor na distribuci lidí v zasažené oblasti

$f_m$  – korekční faktor zahrnující zmírnění následků (Bartlová a Pešák, 2003)

Vzorec pro výpočet pravděpodobnosti velké havárie při přepravě nebezpečné látky je následující:

$$N_{t,s} = N^*_{t,s} + n_c + n_{td} + n_p$$

kde:

$N^*_{t,s}$  = střední hodnota pravděpodobnostního čísla pro přepravu substance

$n_c$  = korekční faktor zohledňující bezpečnostní podmínky přepravy

$n_{td}$  = korekční faktor zohledňující hustotu přepravy

$n_p$  = korekční faktor zohledňující vliv směru větru s ohledem na polohu obydlených oblastí. (Bartlová a Pešák, 2003)

### 5.3 Fault Tree Analysis

Metoda Fault Tree Analysis (FTA), v překladu Analýza stromu poruchových stavů, je deduktivní metodou, vyhledává jednotlivé systémové poruchy a určuje příčiny jejich událostí.

FTA je grafický model, znázorňující poruchy zařízení a lidské chyby, které mohou vyústit v hlavní systémovou chybu. Je založena na Booleovské algebře. (FTA, 2020)

Výsledkem je soupis kombinací (chyby lidského faktoru, provozní poruchy aj.) vedoucí k vrcholové události. (Sullivan, Dugan a Coppit, 1999)

#### **5.4 Výzkumné dotazníkové šetření**

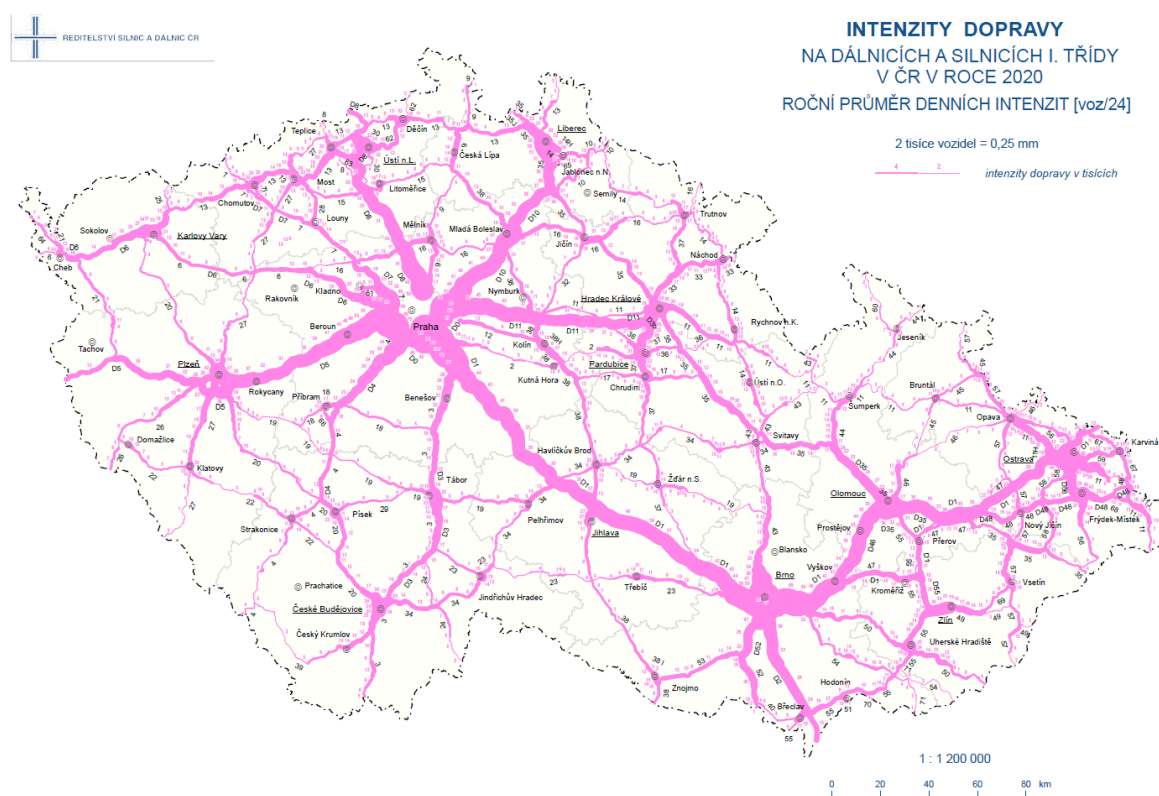
V praktické části diplomové práce byla zvolena metoda výzkumného dotazníkového šetření, které proběhlo od 7. 5. 2022 do 28. 7. 2022. Dotazník byl zaměřen na problematiku neuvědomování si a neznalosti civilního obyvatelstva při vzniku nehody a případného úniku nebezpečné látky. Dotazník obsahoval 10 otázek a byl rozdělen na dvě části, anamnestickou a vlastní. V anamnestické části byly zahrnuty otázky na pohlaví, věk a dosažené vzdělání. Zbýlých šest otázek se zaměřilo na přepravu nebezpečných věcí a co dělat v případě, že nehoda s únikem nebezpečné látky nastanou. Celkem se zúčastnilo 143 respondentů z nichž bylo 82 žen a 61 mužů.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 SOUČASNÝ STAV V ČESKÉ REPUBLICĚ

Zveřejněné výsledky průzkumu z roku 2021 celostátního sčítání dopravy (CSD) Ředitelství silnic a dálnic ukazují, že doprava opět významně vzrostla, oproti minulým výsledkům prováděným v roce 2016 v průměru o 10 %. Sčítání dopravy probíhá nejen na dálnicích a silnicích I. třídy, ale rovněž na silnicích II. třídy a vybraných silnicích III. třídy.

Z výsledků vyplývá, že došlo k celkovému nárůstu dopravy o cca 10 %, z toho na dálniční síti o 15 % a na silniční síti o 9 %. Z hlediska skupin vozidel došlo u těžkých vozidel k nárůstu o 16 % a u osobních vozidel o 9 %. (Výsledky celostátního sčítání dopravy 2020, 2022)



Obrázek 3 Intenzita dopravy v České republice za rok 2020  
(Výsledky celostátního sčítání dopravy 2020, 2022)

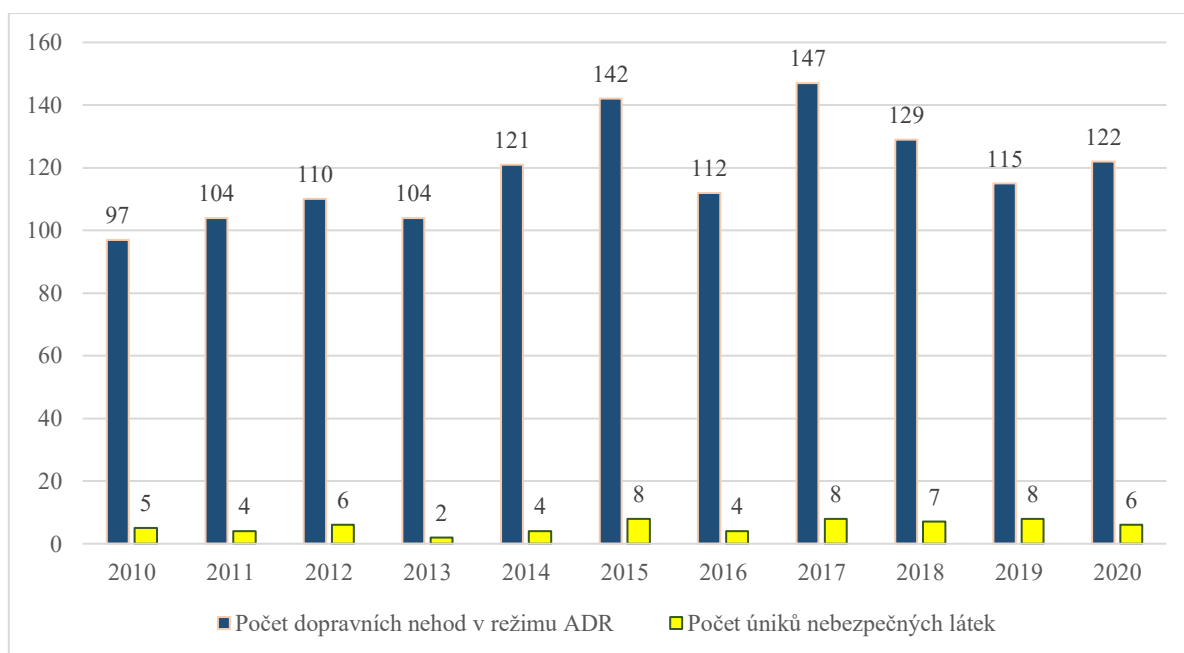
Obrázek č. 3 znázorňuje intenzitu dopravy za rok 2020. Nutno podotknout, že měření probíhalo v roce 2020, a to pouze v letní a v podzimní části roku, ze sčítání tak bylo vyloučeno období, kdy byla v zemi zavedena přísná vládní opatření s významným dopadem na mobilitu osob kvůli světové pandemii. Z obrázku je patrné, že nejzatíženějším úsekem jsou dálnice D1, dálnice D8, D10, D2, D5 a D11.

## 6.1 Nehodovost v České republice při přepravě nebezpečných věcí

Silniční doprava je v současné době nejrozšířenějším druhem dopravy, je nejdostupnější a velmi efektivní. Z údajů Českého statistického úřadu vyplývá, že nejvíce nehod je způsobeno právě v silniční dopravě, oproti dopravě železniční, vodní či letecké. Silniční provoz je každým rokem hustější, a to je důvod pro zvýšení bezpečnosti zejména při přepravě nebezpečných věcí.

Tabulka 2 Nehody v režimu ADR  
(Přeprava nebezpečných nákladů v režimu ADR, 2022)

Rok	Nehody při přepravě nebezpečných látek				z toho nehody s únikem nebezpečné látky			
	pevných	kapalných	plynných	celkem	pevných	kapalných	plynných	celkem
2010	6	73	18	97	1	4	0	5
2011	11	80	13	104	0	0	4	4
2012	19	81	10	110	2	4	0	6
2013	15	77	12	104	0	2	0	2
2014	18	91	12	121	0	0	4	4
2015	18	100	24	142	0	8	0	8
2016	16	78	18	112	2	2	0	4
2017	15	109	23	147	0	8	0	8
2018	21	96	12	129	1	6	0	7
2019	13	93	9	115	1	7	0	8
2020	21	87	14	122	0	6	0	6



Obrázek 4 Statistika nehod a úniky nebezpečných látek v režimu ADR. (Vlastní, 2022)

Ze statistik za léta 2010 až 2020 tabulka č. 2 a obrázku č. 4 vyplývá, že nehodovost při přepravě nebezpečných látek se spíše zvyšuje, než aby měla klesající tendenci. Nejméně nehod je evidováno za rok 2010, kdy došlo celkem k 97 nehodám při přepravě nebezpečných látek, naopak nejvíce nehod se stalo za rok 2017 s počtem 147, přičemž za následující dva roky došlo pouze k mírnému snížení počtu nehod.

Nehody, u kterých došlo k úniku nebezpečné látky, mají rovněž zvyšující se tendenci. Nejnižší počet nehod s únikem nebezpečné látky byl za rok 2013, kdy došlo k úniku nebezpečné látky pouze ve dvou případech. Roky s nejvyššími počty nehod spojené s únikem nebezpečné látky jsou pak roky 2015, 2017 a 2019 jejichž počet je 8, z nichž v roce 2015 a 2017 došlo celkem k 8 únikům nebezpečných kapalných látek. V roce 2019 při nehodě vozidel došlo pouze k jednomu úniku nebezpečných látek pevných a k úniku 7 nebezpečných látek kapalných. V roce 2020 došlo celkem ke 122 nehodám při přepravě nebezpečných látek, z toho u šesti z nich došlo k úniku nebezpečné látky, ve všech případech se jednalo o únik kapalně látky.

### 6.1.1 Rizika vzniku dopravní nehody a únik nebezpečné látky

Rizikových faktorů, které mohou vést k nehodě a následnému úniku nebezpečné látky, je mnoho a jsou jen velmi málo předvídatelné. Nejčastější příčinou nehody při přepravě nebezpečné látky spojené s jejím únikem, bývá chyba lidského faktoru. Nejčastější chyby lidského faktoru jsou například nedostatečná kvalifikace zaměstnanců, nesprávné označení převážejícího nákladu, či chybějící označení, nepřiměřená rychlost, nedodržení povinných přestávek řidiče, spánková deprivace, změna stanovené trasy apod. (Porada, 2000)

Nehoda nemusí být vždy zapříčiněna lidským faktorem, příčiny nehody a úniku nebezpečné látky mohou být technického charakteru, kdy může dojít k materiální vadě na obalu, špatnému technickému stavu vozidla nebo vozovky. Dále může být nehoda zapříčiněna antropogenními vlivy, mezi které řadíme povětrnostní podmínky, deštivé počasí, mlhu, kluzkou vozovku, sních apod. (Porada, 2000)

Nehoda a následný únik nebezpečné látky mohou způsobit:

- výbuch,
- požár,
- toxický rozptyl. (Porada, 2000)

V případě nehody a úniku nebezpečné chemické látky zasahují složky IZS, především HZS. V případě špatného či chybějícího označení vozidla, to pro zmíněné složky znamená ztížení práce, nemožnost identifikace nebezpečné látky, a zvýšené riziko vzniku MU.

Faktory, které mohou napovědět, že se jedná o nehodu s únikem nebezpečné látky:

- označení automobilu výstražnými či bezpečnostními tabulemi,
- neobvyklý zápach v okolí nehody,
- rychle se šířící oheň,
- neobvyklá barva ohně,
- náhlá změna vegetace v okolí nehody. (Šachl a kol., 2010)

Vznik nehody s případným únikem nebezpečné látky je těžko předvídatelný a unikátní. Faktory ovlivňující velikost nehody a její průběh jsou následující:

- meteorologické podmínky,
- druh unikající látky a její vlastnosti toxikologické a fyzikálně-chemické,
- rychlost unikající látky,
- množství unikající látky,
- členitost terénu,
- zalidněnost oblasti,
- množství nebezpečných látek v blízkém okolí. (Šachl a kol., 2010)

Při nehodě hrozí riziko poškození obalu a následného úniku nebezpečné látky. Faktory, které by mohly způsobit poničení či narušení obalu přepravující nebezpečnou látku:

- prorazení obalu v důsledku nárazu,
- prorazení obalu cizím předmětem,
- poškození ventilů, jenž mohou být součástí obalu,
- poškození obalu v důsledku požáru. (Šachl a kol., 2010)

Dopady havárie mohou být závažné až katastrofální. Závisí na rozsahu havárie, avšak dopady na zdraví člověka a životní prostředí mohou být v případě takové havárie velmi závažné. Po vdechnutí, požití nebo při proniknutí kůží mohou nastat akutní nebo chronické zdravotní potíže, v nejhorším případě smrt. Při akutních zdravotních potížích může dojít k akutní otravě, respiračním onemocněním jako je podráždění dýchacích cest nebo rinitida. Problémy se mohou objevit také o několik let později, například potíže s reprodukcí, kožní onemocnění apod.



## 7 CHLORID TITANIČITÝ

Chlorid titaničitý je chemická látka, která může mít velmi negativní dopady na životní prostředí a člověka, nicméně bez této látky, jakožto i bez mnoha jiných, se neobejdeme. Chlorid titaničitý je využíván například k výrobě titanové houby, ze které se vyrábí titanová běloba známá také jako E 171, kterou můžeme najít například při výrobě žvýkaček, papíru nebo barvy. Chlorid titaničitý se také využívá na výrobu katalyzátorů. (Titanová běloba je všude. Od žvýkaček přes zubní pastu až po Primalex, 2013)

### 7.1 Vlastnosti a struktura

Chlorid titaničitý je anorganická sloučenina se vzorcem  $TiCl_4$ . Je to bezbarvá, těžká kapalina s pronikavě kyselým zápachem, rozpustná v toluenu a v chlorovaných uhlovodících. Může mít průhlednou až nažloutlou barvu. Při kontaktu se vzduchem tvoří bílý těžký kouř, který má tendenci nestoupat. (Encyclopedia of Toxicology, 2014)

Tabulka 3 Vlastnosti chloridu titaničitého (Vlastní, 22)

Chlorid titaničitý	
Chemický název	Chlorid titaničitý
Mezinárodně užívaný název	Titanium (IV) tetrachloride
Chemický vzorec	$Ti_4Cl$
Bod tání	-24,1 ° C
Bod varu	136,4 ° C
Kemler kód	X668
UN označení	1838
Indexové číslo	022-001-00-5
Registrační číslo CAS	7550-45-0
Hustota	1,73 g/cm <sup>3</sup>

Chlorid titaničitý při kontaktu s vodou nebo vlhkostí ve vzduchu hydrolyzuje za vzniku kyseliny chlorovodíkové, oxychloridu titaničitého a tepla. Na základě toho může dojít k poškození plic od mírného podráždění po bronchitidu nebo zápal plic. Reakce chloridu titaničitého v souvislosti s vlhkou kůží (např. pocení) a očima může způsobit těžké popáleniny. (Rifai, 2017) V případě odtoku do kanalizace může způsobit požár nebo hrozí nebezpečí výbuchu. (Encyclopedia of Toxicology, 2014)

Rizika způsobena chloridem titaničitým:

- vdechnutím par může způsobit popálení dýchacího traktu,
- při styku s kůží způsobuje těžké popáleniny,
- při požití může dojít k poleptání trávicího traktu,
- při zasažení očí způsobuje vážné poškození očí. (Encyclopedia of Toxicology, 2014)

Při manipulaci s touto chemikálií je nutno používat rukavice na ochranu kůže, ochranný štít na ochranu očí či ochranné brýle.

První pomoc při zasažení chloridem titaničitým:

- vždy je nutné dbát nejprve na vlastní bezpečí,
- při první pomoci je nutné použít ochranné prostředky,
- vyvedení postižené osoby na čerstvý vzduch,
- nikdy nevyvolávat zvracení, pokud dotyčný sám nezvrací,
- co nejrychleji přivolat lékařskou pomoc,
- při styku s kůží sejmout oděv včetně obuvi, je nutné sejmout prsteny, hodinky apod., poté oplachovat zasažená místa po dobu 10-30 minut, pokud je to možné,
- v případě zasažení očí vymývat minimálně po dobu 10-30 minut, pokud je to možné. (Bezpečnostní list, 2019)

Bezpečnostní značky chloridu titaničitého:



Obrázek 7  
Bezpečnostní značka –  
žiravá látka (Žiravá  
látka č.8, 2021)



Obrázek 5 Bezpečnostní  
značka chloridu titaničitého 2  
(ADR třída 6.1 -Toxické  
látky, 2020)



Obrázek 6 Bezpečnostní  
značka chloridu  
titanicitého 1 (Značka  
Látky ohrožující životní  
prostředí, 2021)

## 8 ANALÝZA RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ CHLORIDU TITANIČITÉHO

Analýza rizik bude provedena pomocí skórovací metody s mapou rizik. Prvním krokem k provedení analýzy rizik je identifikace rizikových faktorů, následně jejich ohodnocení a v případě skórovací metody zanesení do mapy rizik. Následuje vyhodnocení rizikových faktorů a návrh na opatření pro snížení rizik.

V rámci analýzy rizik bude použita metoda IAEA – TECDOC – 727 a strom poruchových stavů FTA.

### 8.1 Identifikace rizika

Prvním krokem k provedení analýzy rizik je jejich identifikace. Pro tento případ bylo vybráno několik rizikových faktorů z více oblastí. Pro identifikaci rizik a jejich vyhodnocení byla použita skórovací metoda s mapou rizik. Metoda obsahuje celkem tři fáze: identifikace rizika, ohodnocení rizika a návrh na snížení rizika. Identifikaci rizik provedl tým zabývající se přepravou nebezpečných látek. Tento tým se skládal z osmi řidičů s oprávněním převážet nebezpečné látky ADR a čtyř majitelů dopravních společností zabývajících se přepravou nebezpečných látek v režimu ADR.

Tabulka 4 Rizikové faktory v přepravě nebezpečných věcí (Vlastní, 2022)

Číslo	Rizikový faktor
1	Chybně označené vozidlo
2	Vznik dopravní nehody
3	Únik nebezpečné látky v důsledku nehody
4	Nedodržení povinných přestávek
5	Chybějící doklady při přepravě nebezpečné látky
6	Změna původní trasy
7	Nedostatečné znalosti řidiče v oblasti ADR
8	Poškozený obal
9	Nehoda a únik nebezpečné látky v zabydlené oblasti
10	Manipulace s otevřeným ohněm v blízkosti nákladu











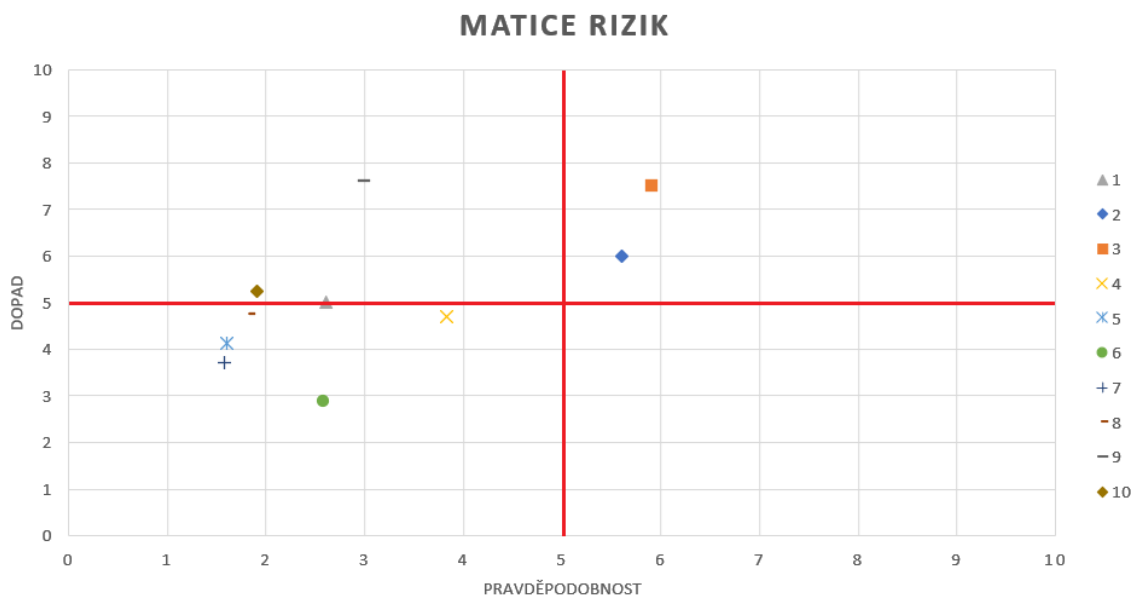
## 8.2 Mapa rizik

Cílem mapy rizik je rozhodnout, do kterého ze čtyř kvadrantů spadá rizikový faktor.



Obrázek 8 Mapa rizik (Doležal, Máchal, Lacko, 2012)

Jak znázorňuje obrázek č. 8, mapa rizik je rozdělena do čtyř kvadrantů, každý zastupuje určitou hodnotu rizika. V levé horní části se nachází kvadrant významných hodnot rizik, pod ním kvadrant bezvýznamných hodnot rizik. V pravé části nahoře najdeme kvadrant kritických hodnot rizik a pod ním kvadrant běžných hodnot rizik. Mapa rozřazuje jednotlivá rizika dle jejich závažnosti.



Obrázek 9 Mapa rizik (Vlastní, 2022)

Jak je patrné z obrázku č. 9, ohodnocení rizikových faktorů (pravděpodobnost a dopad) vyšly hodnoty, které byly zadány do grafu, jenž byl rozdělen do čtyř kvadrantů, díky čemuž mohla být rizika rozdělena dle svých hodnot.

Do kvadrantu významných hodnot rizik spadají rizikové faktory č. 9 a 10 (nehoda a únik nebezpečné látky v zabydlené oblasti a manipulace s otevřeným ohněm v blízkosti nákladu). Do kvadrantu kritických rizik spadají faktory č. 2 a 3 (vznik dopravní nehody a únik nebezpečné látky v důsledku nehody). Kvadrant bezvýznamných hodnot rizik zahrnuje faktory č. 4, 5, 6, 7 a 8 (nedodržení povinných přestávek, chybějící doklady při přepravě nebezpečné látky, změna původní trasy, nedostatečné znalosti řidiče v oblasti ADR). Faktor č. 1 (chybně označené vozidlo) se nachází přesně uprostřed mezi kvadranty bezvýznamných a významných rizik, bude na něj nahlíženo jako na významné. Kvadrant běžných hodnot rizik je v tomto případě nezaplňen.

Z celkového počtu 10 rizik se v kvadrantu kritických a významných hodnot nachází pět rizik. Pro všechna rizika budou navržena protiopatření. Kritická a významná rizika budou detailně rozebrána v kapitole č. 10 a budou pro ně navržena vlastní protiopatření.

### 8.3 Vyhodnocení rizik a návrh na snížení rizika

Mezi nejvýznamnější rizikové faktory spadají body č. 2 a 3, z tohoto důvodu jim bude věnována největší pozornost.

Tabulka 15 Vyhodnocení rizikových faktorů (Vlastní, 2022)

Číslo rizikového faktoru	Rizikový faktor	Protiopatření
2	Vznik dopravní nehody	Častější školení řidičů, nepřetěžování řidičů
3	Únik nebezpečné látky v důsledku nehody	Školení řidičů, zvýšení znalostí v oblasti úniku nebezpečných látek
1	Chybně označené vozidlo	Přísnější kontroly označení vozidel, sankce v případě nedodržení
9	Nehoda a únik nebezpečné látky v zabydlené oblasti	Pokud je to možné, vyhnout se obydlým oblastem, edukace obyvatelstva
10	Manipulace s otevřeným ohněm v blízkosti nákladu	Pokuty při přistižení pracovníka s manipulací otevřeného ohně v blízkosti nákladu, edukace obyvatelstva
4	Nedodržení povinných přestávek	Pokuty při nedodržení povinných přestávek
5	Chybějící doklady při přepravě nebezpečné látky	Kontrola dokladů před odjezdem
6	Změna původní trasy	Zvolení nejvhodnější možné trasy, pokud možno mimo obydlé oblasti
7	Nedostatečné znalosti řidiče v oblasti ADR	Častější školení řidičů
8	Poškozený obal	Kontrola obalu před odjezdem

#### 8.4 Výsledky hodnocení metody IAEA – TECDOC – 727

IAEA – TECDOC – 727	
Zdroj rizika	vysoce toxická látka, kapalná
Referenční číslo havárie	23
Převážené množství dle referenčního čísla havárie	EIII
Předpokládaný účinek toxické látky eliptického tvaru	vzdálenost 200–500 metrů o ploše 8 ha
Hustota obyvatel v zasažené oblasti	5 / ha
Korekční faktor na rozložení obyvatelstva	$f_A = 1$
Zmírňující korekční faktor	$f_m = 0,05$
Odhad vnějších následků havárie	$C_{a,s} = A * d * f_A * f_m = 2$ osoby

Obrázek 10 Odhad následků havárie (Vlastní, 2022)

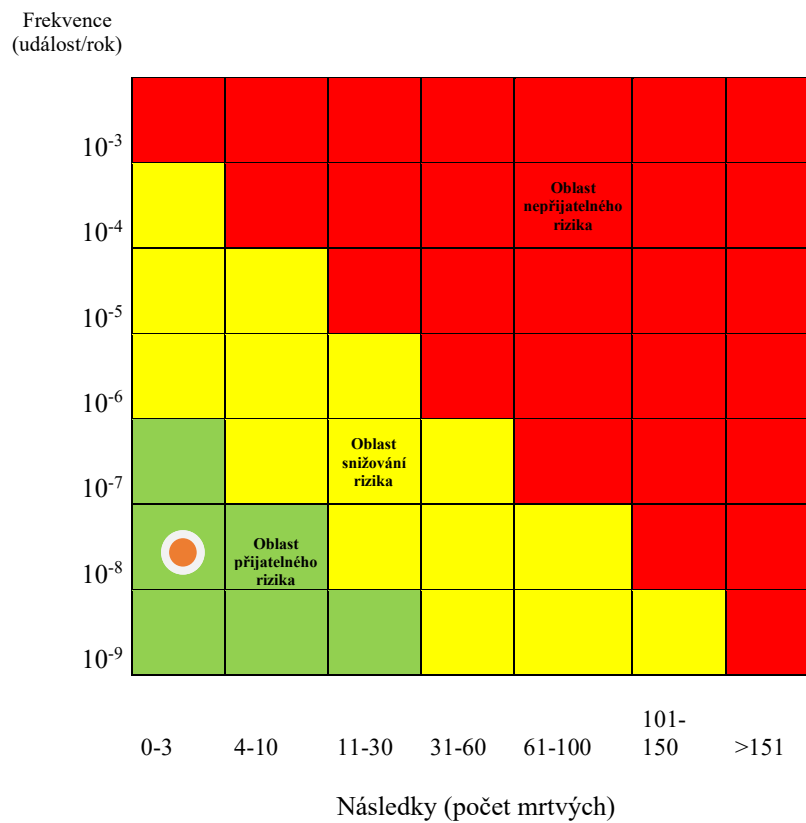
Na obrázku č. 10 se nacházejí všechna potřebná data ke zjištění vnějších následků havárie. Data byla předem určena a dále budou použita v simulaci dopravní nehody spojené s únikem chloridu titaničitého.

Pomocí příručky IAEA – TECDOC – 727 a dostupných dat bylo zjištěno, že nehodou a únikem chloridu titaničitého by zemřely celkem dvě osoby.

IAEA – TECDOC – 727	
Střední hodnota pravděpodobnostního čísla pro přepravu	$N_{t,s} = 7,5$
Korekční parametr pravděpodobnostního čísla na bezpečnostní podmínky přepravy	silnice – bezpečné $n_c = 1$
Korekce pravděpodobnostního čísla na hustotu přepravy pro 200–500 přepravovaných vozidel za rok	$n_{t,d} = -2,5$
Předpokládaný účinek toxické látky eliptického tvaru	$n_p = 1,5$
Pravděpodobnostní číslo N na frekvenci výskytu P	$N = N *_{t,s} + n_c + n_{t,d} + n_p = 7,5$
Frekvence případů za rok	$F = 3 * 10^{-8}$

Obrázek 11 Frekvence případů za rok (Vlastní, 2022)

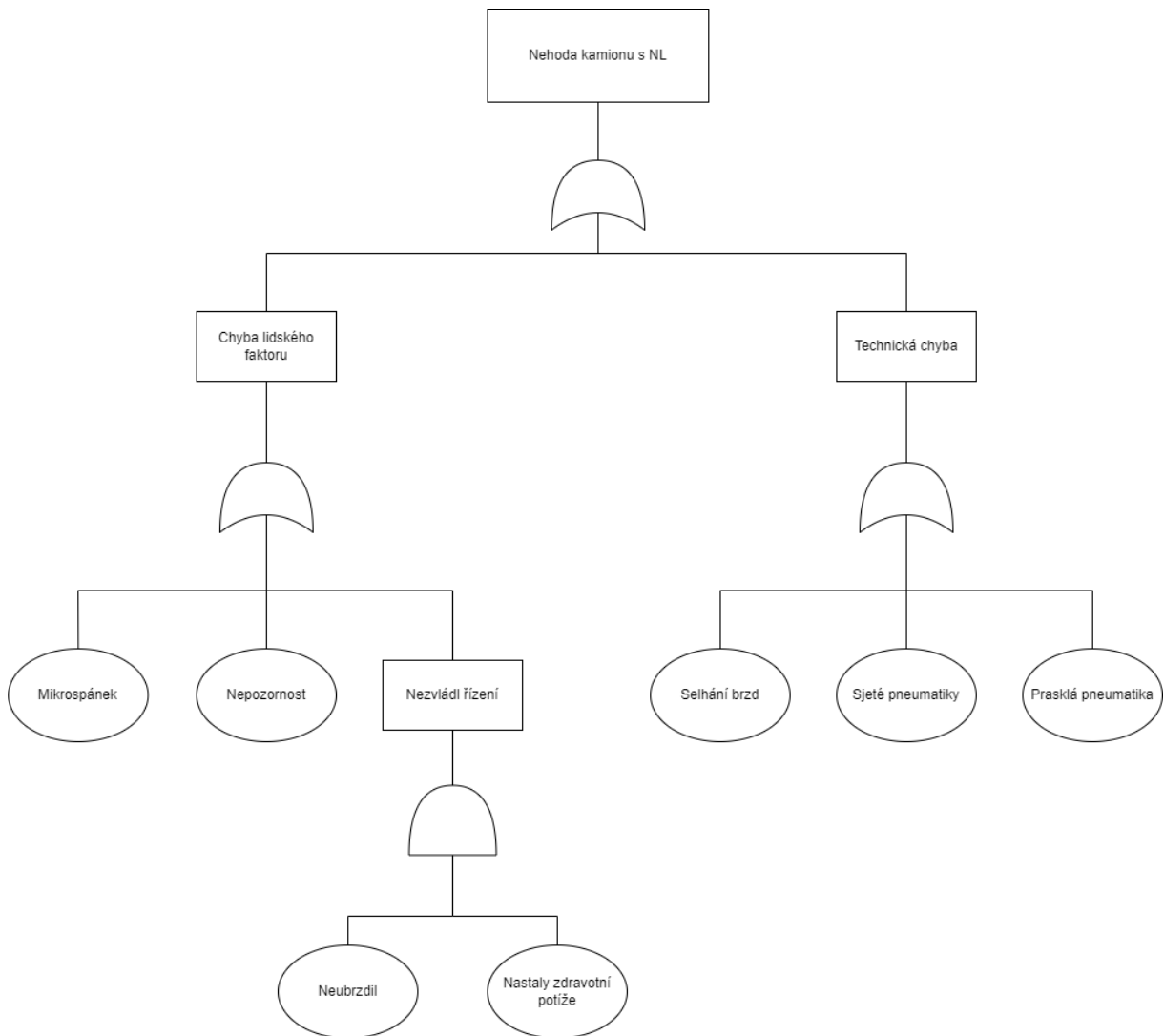
Obrázek č. 11 zobrazuje výpočet frekvence událostí za rok. Frekvence je  $3 * 10^{-8}$ .



Obrázek 12 Frekvence událostí za rok (Vlastní, 2022)

Na obrázku č. 12 je znázorněna frekvence událostí za rok a počet mrtvých touto událostí. Nehoda a únik chloridu titaničitého se nacházejí v oblasti přijatelného rizika a počet mrtvých v takovém případě jsou dva lidé. To díky poloze, kde se nehoda stala. Pokud by ke stejné nehodě došlo blíže městu, následky by byly několikanásobně horší.

## 8.5 Výsledky metody Fault Tree Analysis



Obrázek 13 Výsledek metody stromu poruchových stavů (Vlastní, 2022)

Na obrázku č. 13 je znázorněn diagram stromu poruchových stavů. Jak již bylo zmíněno výše, tato metoda vyhledává jednotlivé systémové poruchy a určuje jejich příčiny. Z analýzy rizik plyne, že nejhorší možnou událostí je vznik dopravní nehody s případným únikem nebezpečné látky. Dopravní nehoda je vrcholovou událostí. Metoda následně zkoumá příčinu nehody, kterou může být buď chyba lidského faktoru, nebo technická chyba. Mezi chyby lidského faktoru byly uvedeny mikro spánek, nepozornost a nezvládnuté řízení (nedobrzdnění, zdravotní komplikace). Technickou chybou může být selhání brzd, sjeté pneumatiky či defekt na pneumatice.

## 8.6 Simulace nehody chloridu titaničitého

Simulovaná dopravní nehoda se stala 22. 03. 2022 ve 12:40 na 205. kilometru dálnice D1 ve směru na Prahu. Dopravní nehoda je zapříčiněna chybou lidského faktoru, kdy vozidlo převáželo nebezpečnou látku chlorid titaničitý z bodu A do bodu B, řidič dostal mikro spánek, po kterém následoval náraz do svodidel, důsledkem toho se kamion převrátil na levý bok. Kamion převážel celkem 23 550 kg chloridu titaničitého. Při nehodě došlo k poškození spodního ventilu a následnému úniku nebezpečné látky chloridu titaničitého v celkovém množství 25,03 kg.

V okolí nehody se nacházejí následující objekty:

### Severozápadní směr:

- obec Podolí,
- Sportovní hala Podolí,
- dětské hřiště,
- obytné domy,
- základní a mateřská škola.

### Jihozápadní směr:

- správa a údržba silnic Jihomoravského kraje.

### Západní směr:

- dálnice D1.

### Severní směr:

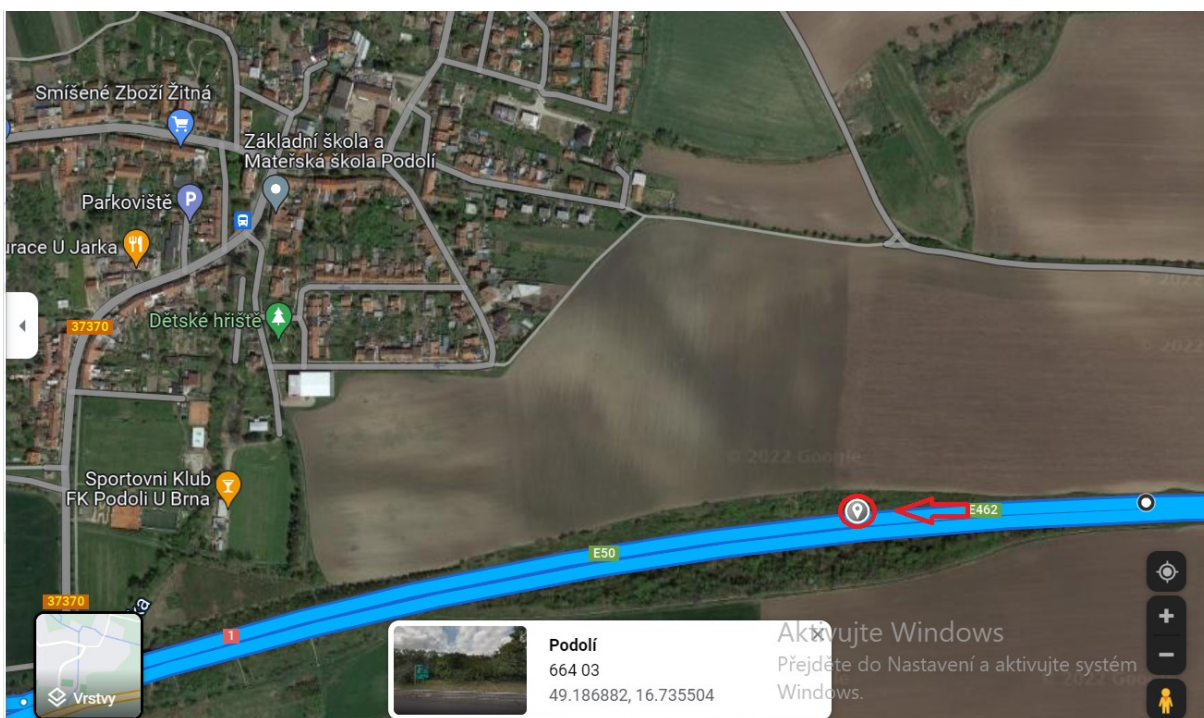
- zemědělská půda.

### Jižní směr:

- silnice 430,
- zemědělská půda.

### Východní směr:

- zemědělská půda.



Obrázek 14 Místo nehody, dálnice D1, Podolí, směr Praha, (Vlastní, 2022)

Vstupní data do programu ALOHA byla zadána ručně podle skutečných meteorologických podmínek ze dne 16. 04. 2022. Nejprve byly zadány údaje jako lokalita místa, datum, a čas. Následně byla do programu vložena chemická data, název chemické látky, dále nastavení atmosférických dat. Rychlost větru, teplota vzduchu, oblačnost, roční období, terén a vlhkost.

V dalším bodu bylo nutné zadat informace o unikající chemikálii, parametry nádrže, ze které unikal chlorid titaničitý, velikost otvoru chemikálie, typ země, na kterou chemikálie uniká, teplota půdy, velikost louže uniklé chemikálie atd.



## SITE DATA:

Location: PODOLI, BRNO, CZECH REPUBLIC  
Building Air Exchanges Per Hour: 0.73 (unsheltered double storied)  
Time: April 16, 2022 1240 hours DST (user specified)

## CHEMICAL DATA:

Warning: TITANIUM TETRACHLORIDE can react with water and/or water vapor to produce hydrochloric acid and heat. ALOHA cannot accurately predict the air hazard if a reaction occurs.  
Chemical Name: TITANIUM TETRACHLORIDE  
CAS Number: 7550-45-0 Molecular Weight: 189.68 g/mol  
AEGL-1 (60 min): N/A AEGL-2 (60 min): 1 ppm AEGL-3 (60 min): 5.7 ppm  
Ambient Boiling Point: 274.3° F  
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.0077 atm  
Ambient Saturation Concentration: 7,982 ppm or 0.80%

## ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 4 meters/second from ESE at 2 meters  
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths  
Air Temperature: 12° C Stability Class: D  
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

## SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank  
Non-flammable chemical is escaping from tank  
Tank Diameter: 2.4 meters Tank Length: 6.05 meters  
Tank Volume: 27.4 cubic meters  
Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C  
Chemical Mass in Tank: 23550 kilograms  
Tank is 50% full  
Circular Opening Diameter: 10 centimeters  
Opening is 24.0 centimeters from tank bottom  
Ground Type: Concrete Ground Temperature: 9° C  
Max Puddle Area: 15 square meters  
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
Max Average Sustained Release Rate: 0.941 pounds/min  
(averaged over a minute or more)  
Total Amount Released: 55.2 pounds  
Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.  
The puddle spread to a diameter of 4.8 yards.

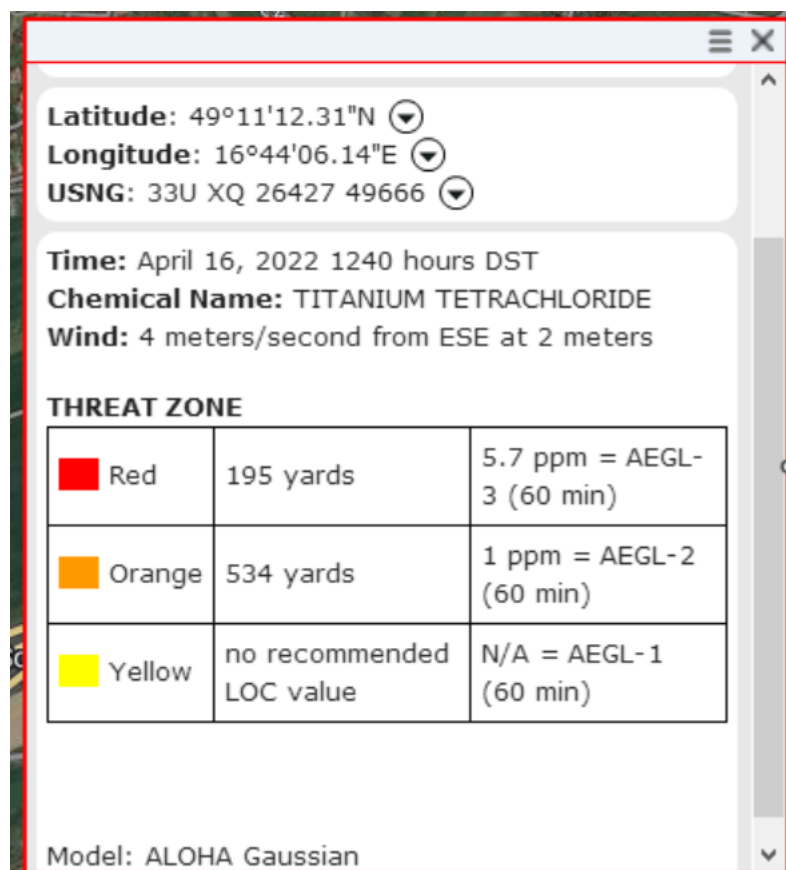
Obrázek 15 Zadaná data do Soft. programu ALOHA 1 (Vlastní, 2022)

Následující tabulka znázorňuje základní údaje, které bylo nutno zadat do programu, aby bylo možno vyhodnotit situaci unikající látky.

Tabulka 16 Základní parametry (Vlastní, 2022)

<b>Základní parametry</b>	
Použitý software	ALOHA, verze 5.4.7
Látka	Chlorid titaničitý
Převážené množství	23 550 kg
Uniklé množství	25,03 kg
Místo nehody	Dálnice D1, Podolí, směr Brno
Rychlost větru	4 m/s
Směr větru	Jihovýchod
Třída stability atmosféry	D
Oblačnost	50 %
Vlhkost vzduchu	50 %
Čas vzniku havárie	12:40
Roční období při vzniku havárie	Jaro
Teplota vzduchu	12 °C
Teplota půdy	9 °C
Terén / Oblast	Obydlená / Zalesněná
Délka cisterny	6,05 m
Průměr cisterny	2,4 m
Velikost otvoru, jímž látka uniká	10 cm
Doba úniků látky	Max 1 hodinu

Po zadání všech parametrů program ALOHA vyhodnotí situaci a zobrazí výsledky zóny ohrožení (threat zone). Tato zóna je rozdělena do tří částí – červená, oranžová a žlutá. Nejhorší část je červená, ta v tomto případě zasáhne plochu 178,3 m (195 yards). Toxicita v červené zóně představuje 5,7 ppm po dobu 60 minut. Oranžová zóna zasahuje do 488,2 metrů (534 yards), toxicita v této zóně je o velikosti 1 ppm po dobu 60 minut. Žlutá zóna v tomto případě vykreslena není, jelikož hodnota za oranžovou zónou je již v tomto případě zanedbatelná.

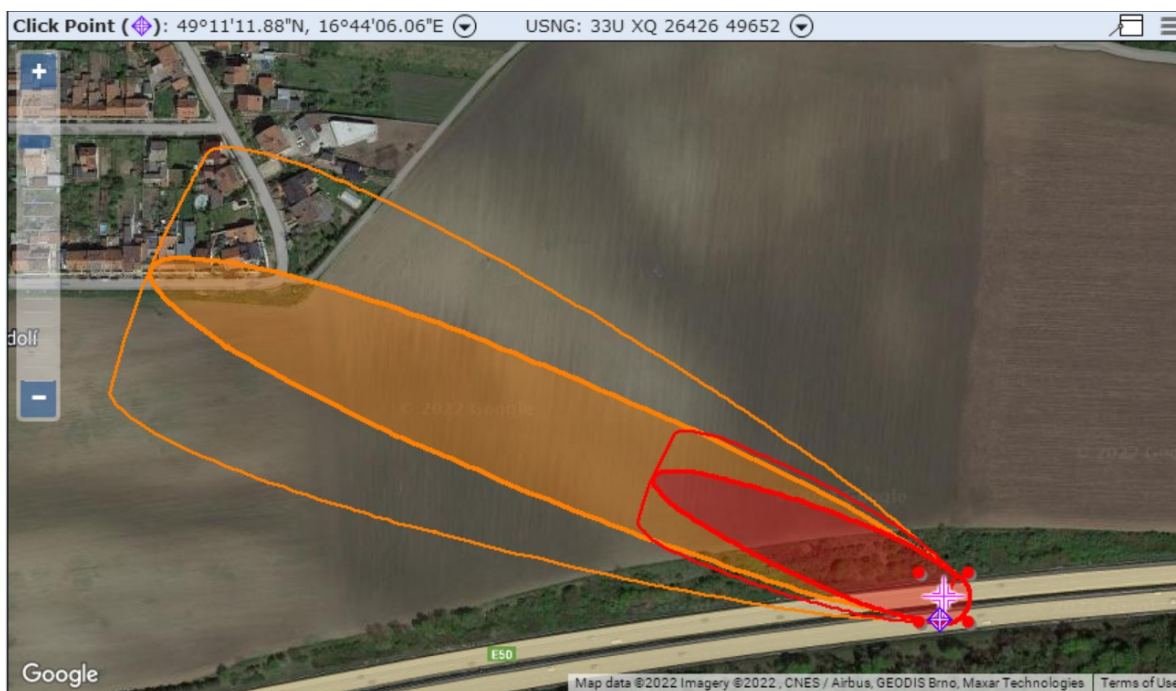


The screenshot displays the output of the ALOHA Gaussian model. It includes geographic coordinates (Latitude: 49°11'12.31"N, Longitude: 16°44'06.14"E, USNG: 33U XQ 26427 49666), a timestamp (April 16, 2022 1240 hours DST), the chemical name (TITANIUM TETRACHLORIDE), and wind conditions (4 meters/second from ESE at 2 meters). The 'THREAT ZONE' section is a table with three rows: Red (195 yards, 5.7 ppm = AEGL-3 (60 min)), Orange (534 yards, 1 ppm = AEGL-2 (60 min)), and Yellow (no recommended LOC value, N/A = AEGL-1 (60 min)). The model used is ALOHA Gaussian.

THREAT ZONE		
Red	195 yards	5.7 ppm = AEGL-3 (60 min)
Orange	534 yards	1 ppm = AEGL-2 (60 min)
Yellow	no recommended LOC value	N/A = AEGL-1 (60 min)

Model: ALOHA Gaussian

Obrázek 16 Zóny ohrožení  
(Vlastní, 2022 dle ALOHA, verze 5.4.7)

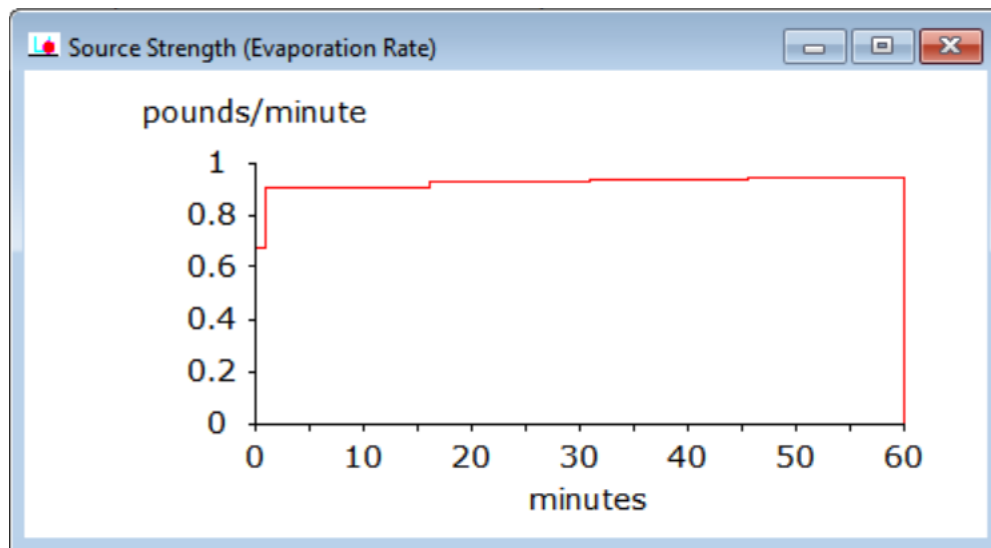


Obrázek 17 Zasažená zóna (Vlastní, 2022 dle MARPLOT, verze 5.1.1)

Program ALOHA umožnil vytvořit zónu ohrožení, díky přidružené aplikaci MARPLOT můžeme tato data zanást do mapy a vidět tak přesně zasaženou oblast, viz obrázek č. 18. Z něj je patrné, že červená zóna zasáhne dálnici D1 a dojde tak k přerušení provozu v obou směrech a zasáhne část zemědělské půdy.

Oranžová zóna zasáhne velkou část zemědělské půdy a okrajově zasáhne také obec Podolí u Brna. V této části je zasažena pouze malá obydlená část.

Další možnost, kterou program ALOHA umožňuje, je zobrazení tzv. Source Strength – výpočtu rychlosti úniku nebezpečné látky zadaným otvorem, který je dán vlivem poškození zásobního tanku.

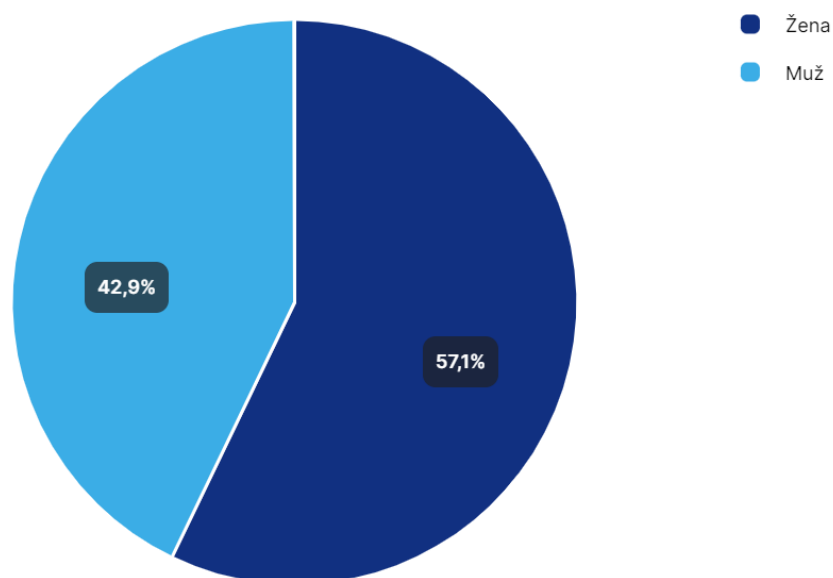


Obrázek 18 Rychlost unikající látky po dobu jedné hodiny  
(Vlastní, 2022 dle ALOHA, verze 5.4.7)

Graf znázorňuje rychlost unikající látky po dobu 60 minut. 1 pounds = 0,373242 kg. Celkové množství uniklé látky chloridu titaničitého činí 25,03 kg za jednu hodinu.

## 8.7 Vyhodnocení dotazníkového šetření

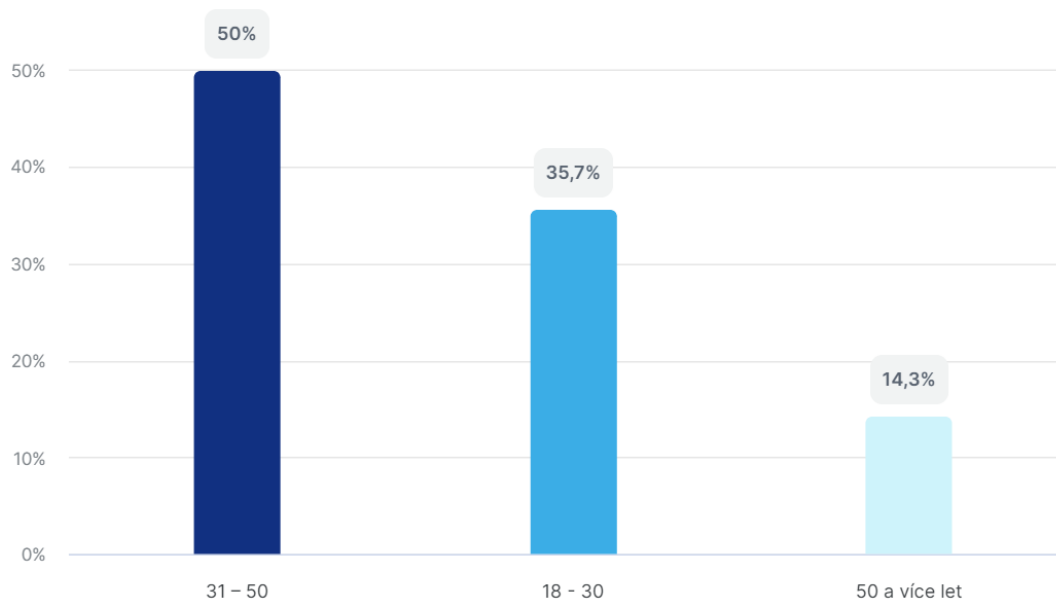
### 1. Jste:



Obrázek 19 Otázka č. 1 Genderové rozdělení respondentů  
(Vlastní, 2022)

Z obrázku č. 19 je patrné, že v dotazníkovém šetření odpovídaly spíše ženy, a to z 57 %. Mužů odpovědělo 43 %.

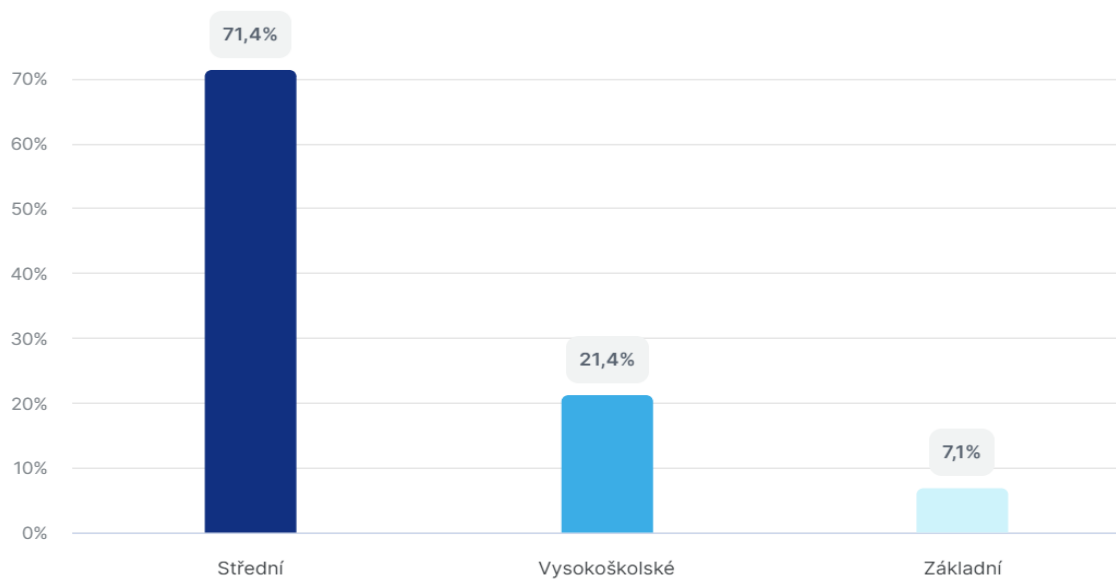
## 2. Váš věk:



Obrázek 20 Věk respondentů (Vlastní, 2022)

Z obrázku č. 20 plyne, že nejvíce respondentů, kteří na dotazník odpověděli, má mezi 31–50 lety. Na druhém místě odpovídala nejvíce věková skupina v rozmezí 18–30 let. Nejmenší zastoupení pak má věková skupina 50 a více let.

### 3. Nejvyšší dosažené vzdělání

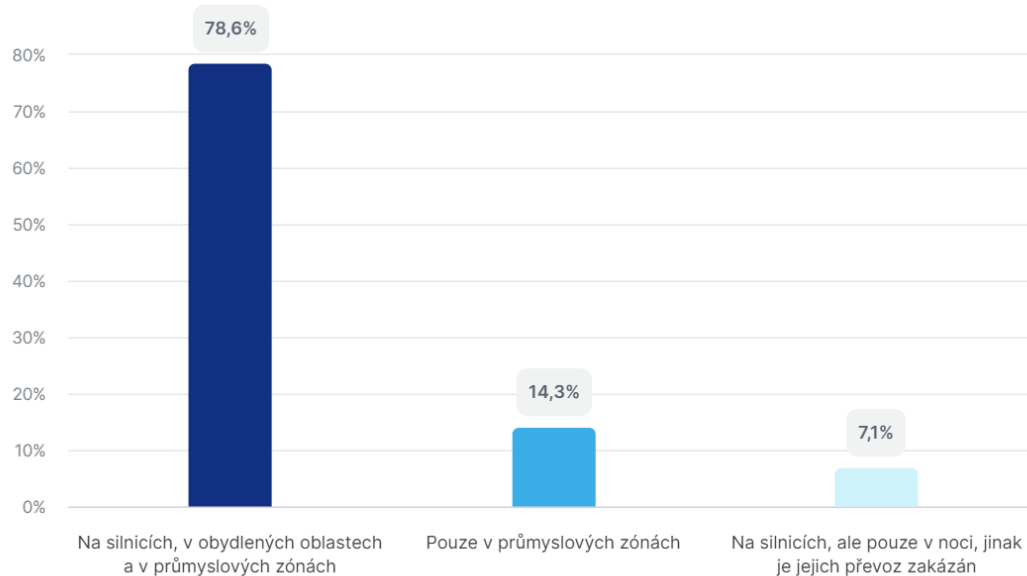


Obrázek 21 Vzdělání respondentů (Vlastní, 2022)

Obrázek č. 21 vypovídá o vzdělání respondentů. V nejvyšší míře je zastoupena skupina se středním vzděláním, následuje je skupina vysokoškolsky vzdělaných lidí a pouze malé procento lidí se základním vzděláním.



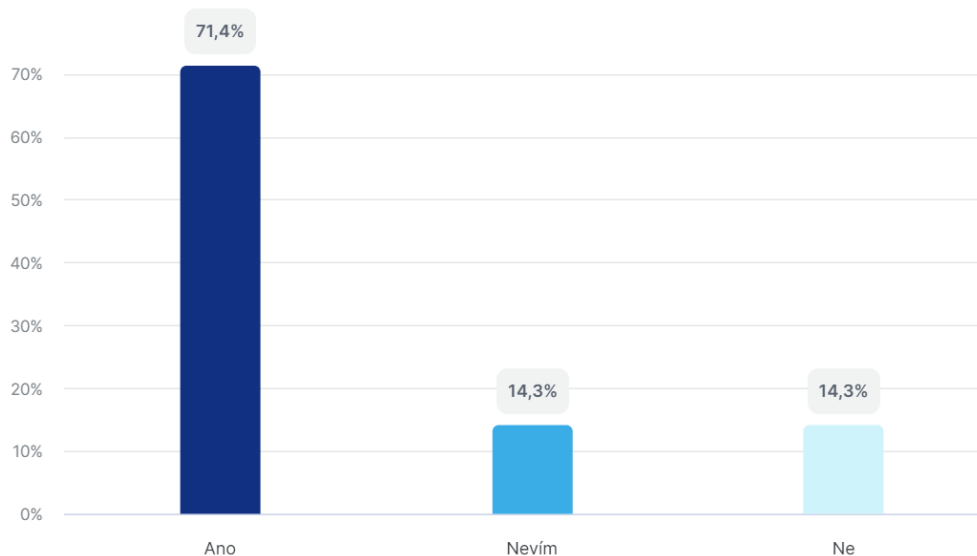
#### 4. V běžném životě se s nebezpečnými látkami můžete setkat:



Obrázek 22 Otázka č. 4 Nebezpečné látky (Vlastní, 2022)

Z obrázku č. 22 je patrné, že nadpoloviční většina si uvědomuje, kde všude by se mohla s nebezpečnými látkami setkat. Pouze 14 % osob si myslí, že by se s nebezpečnými látkami mohlo setkat pouze v průmyslových zónách a 7 % zvolilo variantu setkání se s nebezpečnou látkou na silnici, ale pouze v noci.

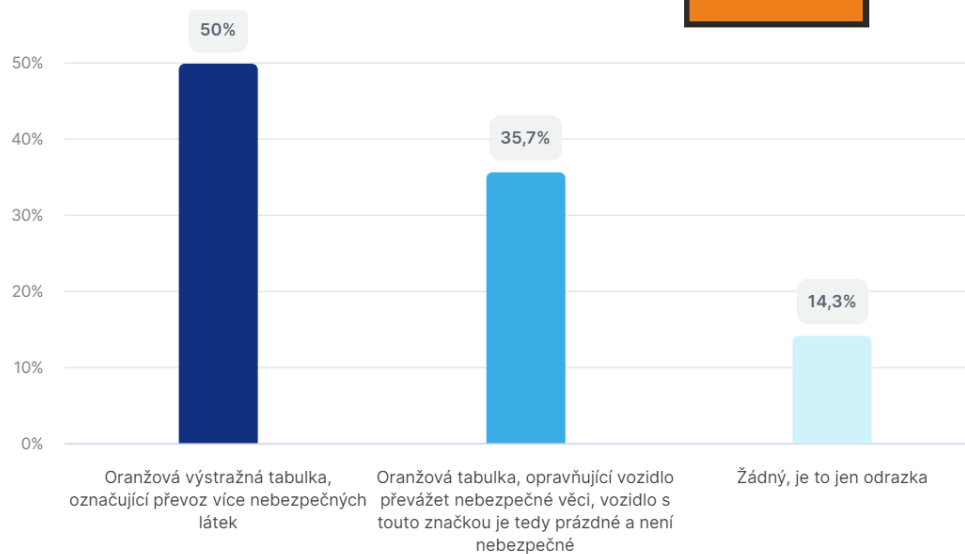
## 5. Dokázali byste identifikovat vozidlo převážející nebezpečnou látku?



Obrázek 23 Otázka č. 5 Identifikace vozidla (Vlastní, 2022)

Přes 70 % respondentů je přesvědčeno, že dokáže rozpoznat vozidlo přepravující nebezpečnou látku, jak ukazuje obrázek č. 23. Pouze 14 % respondentů přiznalo, že by převážející nebezpečnou látku nepoznalo a zbylých 14 %, neví.

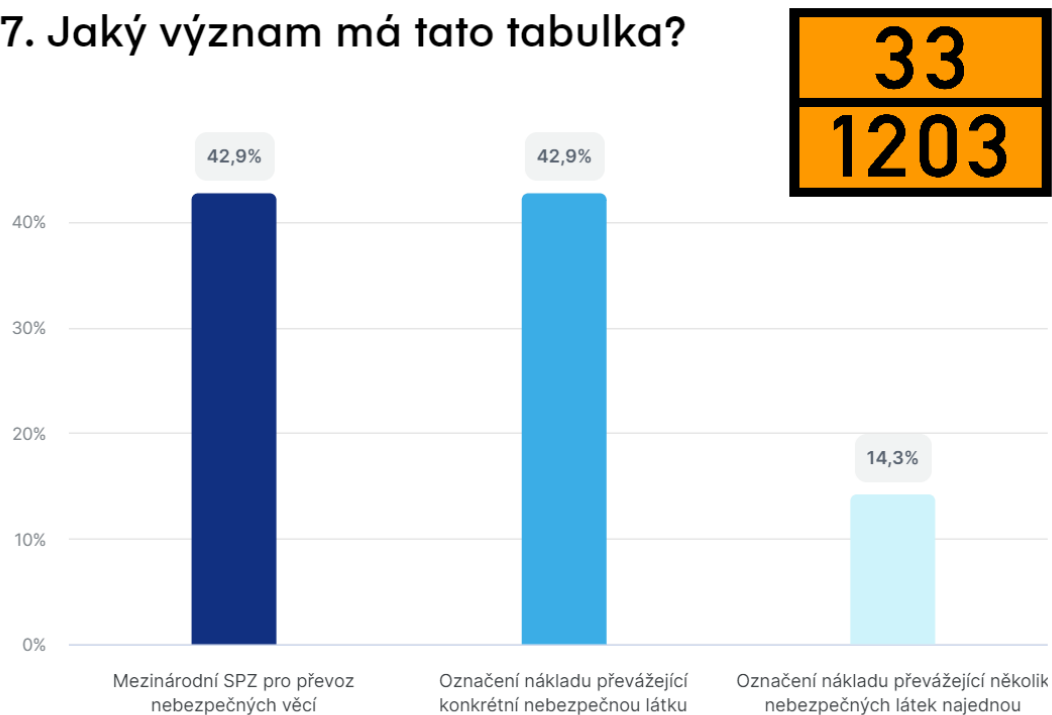
## 6. Jaký význam má tato tabulka?



Obrázek 24 Otázka č. 6 Význam ADR tabulky 1 (Vlastní, 2022)

Obrázek č. 24 poukazuje, že pouze 50 % respondentů dokázalo správně určit, k čemu slouží prázdná oranžová tabulka ADR. 36 % respondentů má za to, že vozidlo označené takovou cedulí, je bezpečné. 14 % pak tuto výstražnou ceduli považuje za odrazku a z toho plyne, že by si mohlo myslet, že takto označené vozidlo je bezpečné.

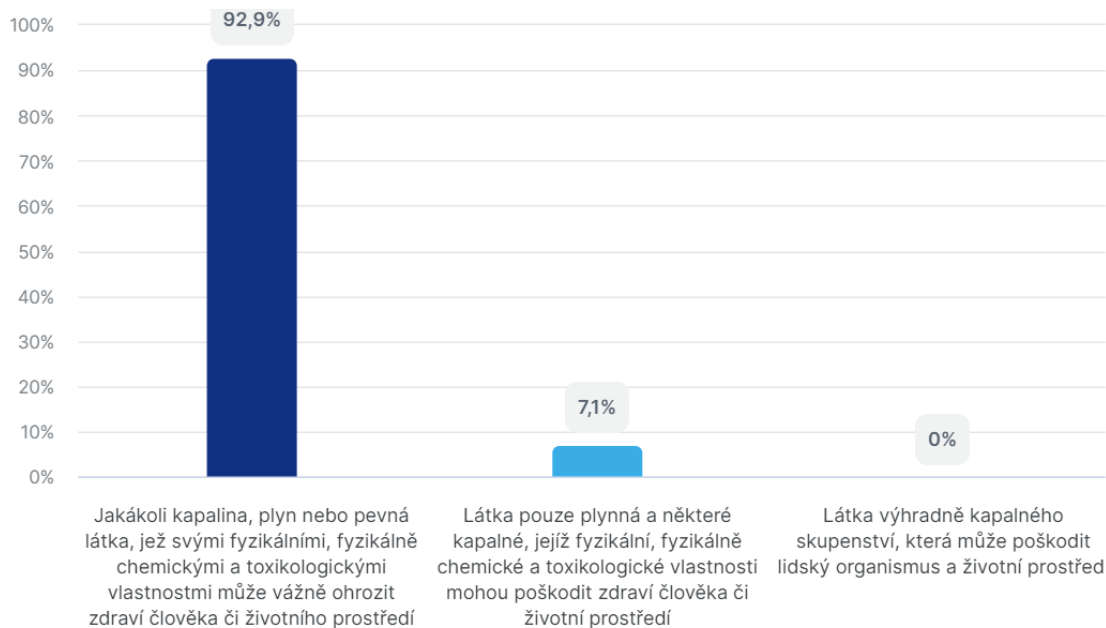
## 7. Jaký význam má tato tabulka?



Obrázek 25 Otázka č. 7 Význam ADR tabulky 2 (Vlastní, 2022)

Obrázek č. 25 znázorňuje, kolik lidí správně odpovědělo na otázku, k čemu slouží výstražná oranžová značka ADR. 43 % odpovědělo správně, dalších 43 % má za to, že tato značka je mezinárodní SPZ pro převoz mezinárodních věcí a 14 % že se veze několik nebezpečných látek najednou.

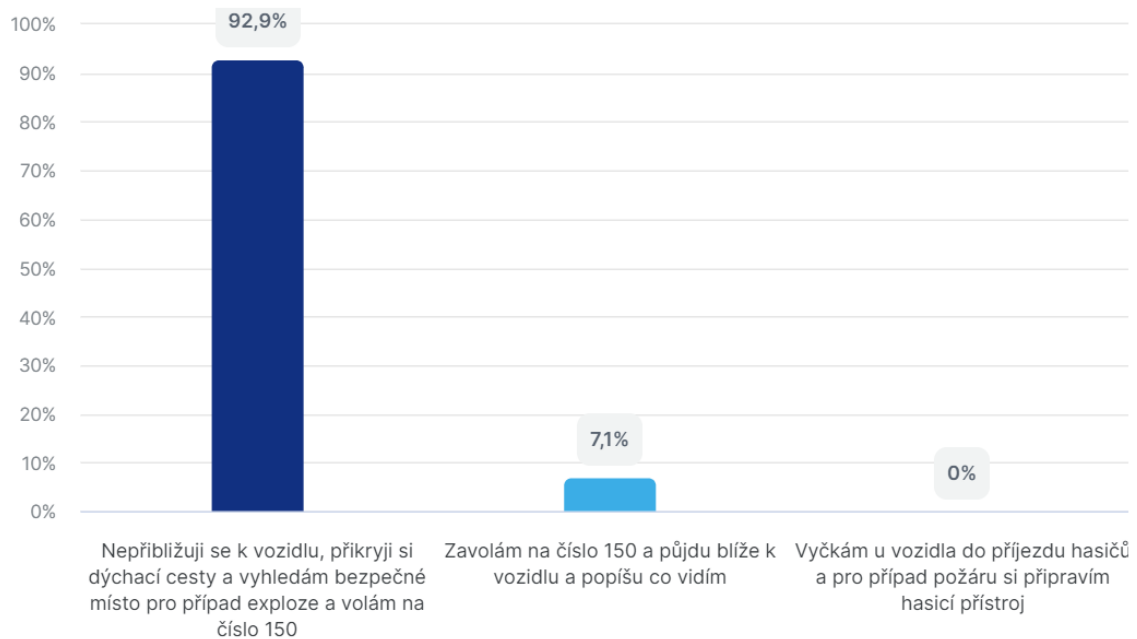
## 8. Nebezpečná látka podle Vás je:



Obrázek 26 Otázka č. 8 Nebezpečná látka (Vlastní, 2022)

Na otázku, co je nebezpečná látka, odpovědělo správně 93 % respondentů, pouze malá část, konkrétně 7 %, odpověděla nesprávně, jak plyne z obrázku č. 26.

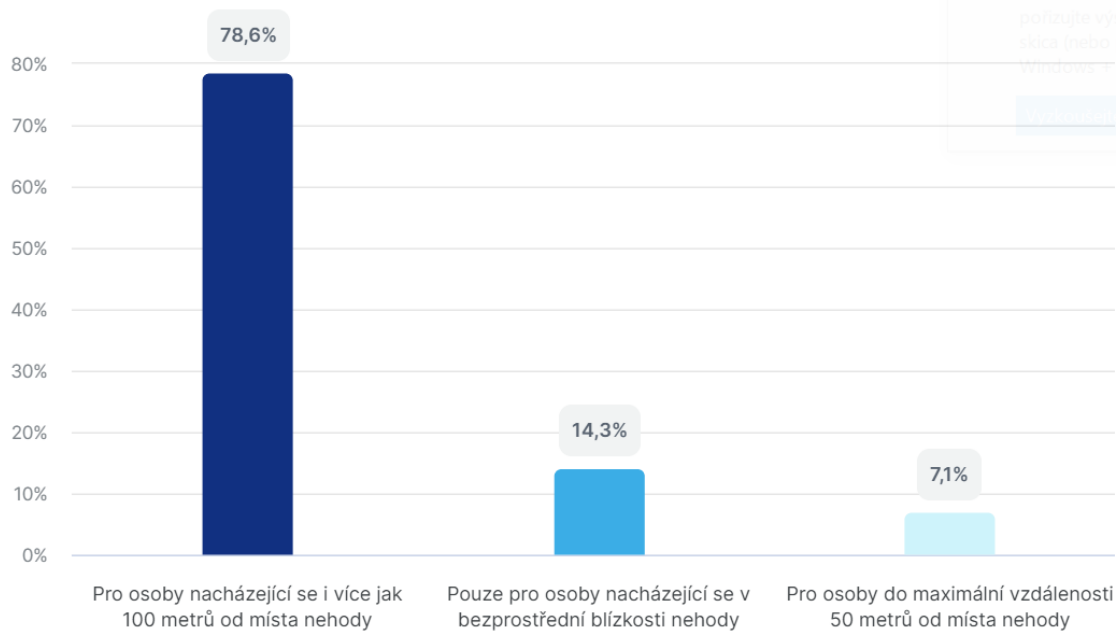
## 9. V případě nehody vozidla, ze kterého uniká neznámá látka a Vy jste jejím svědkem:



Obrázek 27 Otázka č. 9 únik nebezpečné látky (Vlastní, 2022)

Z obrázku č. 27 plyne, že 93 % civilního obyvatelstva ví, jak se zachovat v případě, že se stanou svědky dopravní nehody s únikem nebezpečné látky. Pouze 7 % procent by se zachovalo tak, že by mohl být ohrožen jejich život.

## 10. Únik nebezpečné látky při nehodě může být nebezpečný pro:



Obrázek 28 Otázka č. 10 Únik nebezpečné látky (Vlastní, 2022)

Z obrázku č. 28 plyne, že 79 % civilního obyvatelstva správně odpovědělo na otázku, jak nebezpečný může být únik nebezpečné látky. 14 % má za to, že nebezpečná látka může ohrozit pouze osoby nacházející se v bezprostřední blízkosti a 7 % se domnívá, že uniklá nebezpečná látka může být nebezpečná pouze do 50 metrů od nehody.

## 9 SHRnutí VÝSLEDKŮ A DISKUZE

V této části diplomové práce zaměřené na téma „*Vyhodnocení rizik transportu nebezpečné chemické látky chloridu titaničitého*“ budou zhodnoceny její jednotlivé části a budou shrnuty dosažené výsledky.

Teoretická část diplomové práce je rozdělena do pěti kapitol. První kapitola je zaměřena na krizové řízení a vymezení základních pojmů. Následuje popis mezinárodní a české legislativy, na to navazuje kapitola o dohodě ADR, ve které jsou popsány důležité povinnosti jednotlivých účastníků přepravy nebezpečné látky. Kapitola se věnuje i značení nebezpečných látek a značení přepravních jednotek, přepravním dokumentům, které musí mít každý řidič převážející nebezpečnou látku a výbavu, kterou může použít v případě nehody s malým rozsahem. V následující kapitole je popsán integrovaný záchranný systém a systém TRINS. Následující kapitola popisuje cíle a hypotézy. Poslední kapitola pak zvolenou metodiku diplomové práce.

V praktické části diplomové práce byl zhodnocen současný stav v České republice. Jak vyplývá ze statistik ředitelství silnic a dálnic, hustota dopravy na českých silnicích stále roste. Tato kapitola se zaměřila také na nehodovost vozidel v režimu ADR a na úniky nebezpečných látek. Statistiky příliš uspokojivé nejsou, nehodovost vozidel v režimu ADR má spíše rostoucí tendenci, než aby klesala a úniky s nimi spojené také. Mírně zvyšující se tendence takových nehod může být zapříčiněna přímou úměrou se stále se zvyšující hustotou dopravy. Pokud je tomu tak, do budoucna je pravděpodobné, že bude docházet k více nehodám vozidel převážející nebezpečné látky.

Hlavním cílem diplomové práce bylo provést analýzu rizik a navrhnout protipatření k těmto rizikům. K provedení analýzy rizik byla použita skórovací metoda s mapou rizik. V první části bylo vytyčeno 10 rizikových faktorů, které byly následně ohodnoceny lidmi, kteří se zabývají přepravou nebezpečných látek. Ohodnocené faktory byly zaneseny do matice rizika dle významu ohrožení. Nejhorším rizikovým faktorem je nehoda vozidla a případný únik nebezpečné látky. V posledním kroku analýzy rizik byla navržena protipatření. Vlastní návrhy na opatření vedoucí k minimalizaci rizik přepravy nebezpečné látky chloridu titaničitého jsou rozepsány v desáté kapitole.

Dva nejhorší rizikové faktory (nehoda a nehoda spojená s únikem nebezpečné látky) byly použity pro další metody IAEA – TECDOC – 727 a pro metodu FTA (analýza stromu



poruchových stavů). Výsledky metody IAEA – TECDOC – 727 zjistily, že danou událostí by zemřeli dva lidé s frekvencí  $3 \cdot 10^{-8}$  případů za rok. Metoda FTA stanovila na základě výsledků analýzy rizik vrcholovou událost „nehoda“ a pomocí grafického znázornění vyhledala možné systémové poruchy a určila příčiny jejich událostí.

V rámci praktické části byla provedena simulovaná dopravní nehoda chloridu titaničitého. Z praxe je známo, že nejvíce nehod je způsobeno chybou lidského faktoru. Příčinou nehody byla chyba lidského faktoru. Nehoda byla simulována v softwarovém programu ALOHA. Do programu byla zadána potřebná data, dle aktuálních meteorologických podmínek ze dne nehody. Výsledky poukázaly na zasaženou plochu chloridem titaničitým a program počítal s únikem nebezpečné látky po dobu 60 minut, než došlo k jejímu úplnému zastavení. Během této doby uniklo 25,03 kg chloridu titaničitého. Množství uniklé látky zasáhlo nejvíce dálnici D1 v obou směrech, zemědělskou půdu a část obce Podolí. Škody, které by vznikly naplněním tohoto scénáře, by způsobily kontaminaci zemědělské půdy, byly by ohroženy životy lidí na dálnici D1, ohroženo by bylo také zdraví obyvatel z Podolí u Brna a muselo by dojít k jejich částečné evakuaci.

Při přepravě nebezpečných látek nemusí nastat pouze chyba lidského faktoru ze strany řidiče, ale také ze strany účastníků dopravy, tedy civilního obyvatelstva. Přeprava nebezpečných věcí může být sebe víc bezpečná, pokud ale civilní obyvatelstvo nebude mít povědomí o nebezpečných látkách a o správném chování v případě jejich úniku, bude to problém. V rámci položených hypotéz bylo provedeno výzkumné dotazníkové šetření u civilního obyvatelstva, kde bylo zjišťováno, zda má povědomí o nebezpečných látkách v silničním provozu. Druhá hypotéza se snažila zjistit, zda by se civilní obyvatelstvo dokázalo správně zachovat v případě, že by došlo k nehodě spojené s únikem nebezpečné látky. Výzkumný vzorek tvořilo 143 respondentů různých věkových kategorií, pohlaví a vzdělání. Na otázku, kde všude je možné se setkat s nebezpečnými látkami, odpovědělo 80 % dotazovaných správně. 13 % má za to, že s nebezpečnými látkami se může setkat pouze v průmyslových zónách a 7 % má za to, že i na silnici, avšak pouze v noci. I přesto, že nadpoloviční většina odpověděla správně, 20 % dotázaných respondentů si neuvědomuje přítomnost nebezpečných látek kolem sebe. Takové zjištění je poměrně znepokojivé. Následující otázka se dotazovala respondentů, zda by vůbec dokázali identifikovat vozidlo převážející nebezpečnou látku. 73 % z nich s jistotou odpovědělo, že ano. 14 % respondentů přiznalo, že neví, zda by dokázali nebezpečnou látku při přepravě identifikovat a taktéž 13 % dotázaných se přiznalo, že by látku identifikovat

nedokázalo. Na otázku, jaký význam má prázdná oranžová tabulka, která se používá v případě, že se převáží více nebezpečných látek, odpovědělo správně pouze 47 %. Znepokojujícím zjištěním je, že 40 % respondentů si dokonce myslí, že tato tabulka pouze opravňuje dané vozidlo převážet nebezpečné látky a takto označené vozidlo je prázdné a není nebezpečné. 13 % si pak myslí, že tato tabulka je pouhou odrazkou. Celkem 53 % respondentů má tak za to, že prázdná oranžová tabulka nepředstavuje žádné potenciální nebezpečí, jež by mohlo být způsobeno únikem nebezpečné látky v případě nehody. Toto zjištění je velmi znepokojující. Otázka číslo 7 se dotazovala, zda respondenti vědí, co znamená oranžová tabulka převážející konkrétní nebezpečnou látku (v případě použité tabulky v dotazníku to byla tabulka označující benzín). V tomto případě správně odpovědělo 40 % respondentů, dalších 40 % považuje toto označení pouze jako mezinárodní SPZ pro převoz nebezpečné látky a 20 % pak tuto tabulku považuje jako označení pro převoz více nákladů najednou. Neschopnost přesně určit k čemu slouží oranžová tabulka s převážejícím benzínem není tak znepokojující, jako předchozí odpovědi. Otázkou číslo 8 bylo zjištěno, že 93 % respondentů ví, co je to nebezpečná látka, pouze 7 % dotázaných se domnívá, že nebezpečná látka může být pouze plynného skupenství a některé kapalné. Odpovědi na tuto otázku jsou velmi uspokojivé. Důležitá je také otázka č. 9, která zjišťuje, jak se civilní obyvatelstvo zachová v případě, že se stane svědkem dopravní nehody, při níž z vozidla uniká látka jemu neznámá. 93 % osob odpovědělo správně a k vozidlu, ze kterého uniká nebezpečná látka, by se nepřibližovalo, ochránilo by své dýchací cesty a volalo na tísňovou linku 150. Znepokojující je však odpověď 7 % respondentů, kteří uvedli, že by na tísňovou linku zavolali, ale zároveň by šli blíže k vozidlu, aby popsali, co vidí. Nikdo z respondentů by nevyčkával u vozidla do příjezdu hasičů s připraveným hasicím přístrojem. Poslední otázkou bylo zjištěno, že 73 % respondentů si je vědomo toho, že únik nebezpečné látky může být nebezpečný i více jak 100 metrů od místa nehody. 20 % respondentů má za to, že je nebezpečná látka může ohrozit pouze v případě, pokud se nacházejí v bezprostřední blízkosti nehody, 7 % pak že maximální zóna ohrožení je 50 metrů. Celkem 27 % respondentů si toto riziko neuvědomuje. Toto zjištění je opět znepokojující.

Dotazníkové šetření vyvrátilo obě stanovené hypotézy, které zní:

***Hypotéza č 1:***

***Více jak 55 % civilního obyvatelstva nevnímá přítomnost nebezpečných látek v silniční dopravě.***

***Hypotéza č 2:***

***Více jak 60 % civilního obyvatelstva neví, jak se má chovat v případě dopravní nehody s únikem nebezpečné látky.***

Z dosažených výsledků dotazníkového šetření plyne, že civilní obyvatelstvo sice má povědomí o nebezpečných látkách v silniční dopravě, nicméně nadpoloviční většina neví, jak vypadá vozidlo převážející nebezpečný náklad (myšleno označení vozidla) s více látkami, dokonce má 40 % respondentů za to, že taková cedulka pouze opravňuje vozidlo nebezpečné věci vozit a není nebezpečné. 60 % respondentů také neví, k čemu slouží oranžové identifikační značky. Hypotéza č. 1 byla vyvrácena.

93 % respondentů ví, jak se zachovat v případě dopravní nehody s únikem nebezpečné látky. 7 % respondentů by si v této situaci mohlo dobrovolně ublížit, jelikož odpovědělo, že mělo jít blíže k vozidlu a popsat tísňové lince 150, co vidí. 73 % respondentů odpovědělo správně na otázku, do jaké vzdálenosti může být únik nebezpečné látky při nehodě nebezpečný. 27 % dotázaných se mylně domnívá, že jim nebezpečná látka nemůže po 100 metrech ublížit. Hypotéza č. 2 je, dle zjištěných výsledků, vyvrácena.

## 10 VLASTNÍ NÁVRHY NA OPATŘENÍ VEDOUcí K MINIMALIZACI RIZIK PŘEPRAVY NEBEZPEČNÉ LÁTKY CHLORIDU TITANIČITÉHO

Současná moderní doba s sebou nese celou řadu standardů, ke kterým si obyvatelstvo přivyklo a dnešní svět si bez nich již nedovede představit. Tyto standardy však sebou nesou celou řadu povinností, které je potřeba plnit, aby vše probíhalo tak, jak má. Od této moderní doby se odráží i množství vyráběných a exportovaných nebezpečných látek, které s sebou nesou celou řadu rizik. Jak již bylo zmíněno, riziko nejde zcela odstranit, ale mohou být navržena taková opatření, která povedou k jeho snížení.

### **Rizika s kritickými hodnotami**

Rizika s kritickými hodnotami se projevují typicky vysokou pravděpodobností výskytu a vysokým dopadem. V kvadrantu kritických hodnot rizik byla identifikována celkem dvě rizika, vznik dopravní nehody a únik nebezpečné látky v důsledku nehody.

### **Vznik dopravní nehody a únik nebezpečné látky v důsledku nehody**

Dopravní nehodu ovlivňuje mnoho faktorů a je nemožné navrhnout takové opatření, které by riziko odstranilo úplně. Můžeme však podstoupit opatření, která povedou ke snížení rizika. Jedním z nich by mělo být častější školení řidičů. Klasické školení řidičů probíhá jednou za 5 let a většinou trvá jeden den. S přibývajícím počtem vyráběných a přepravovaných nebezpečných látek se zvyšuje i riziko vzniku dopravní nehody. Školení řidičů by mělo probíhat maximálně po dvou letech. Mělo by být zaměřeno na opakování, a především na probrání všech aktualizací. Dalším důvodem, proč by mělo být školení prováděno maximálně po dvou letech je, že ne všichni řidiči, kteří mají oprávnění převážet ADR náklad, jej vozí na pravidelné bázi, a může tak dojít k opomenutí důležitých pravidel, což může vést k dopravní nehodě s případným únikem nebezpečné látky.

Druhým protiopatřením je nepřetěžování řidičů. Řidiči musejí absolvovat dlouhé a náročné cesty, ty vedou k přetěžování a často se stává, že jim pracovní výkon vyjde tak, že musejí jet přes noc a část dne. To má za následek narušování cirkadiálních rytmů, unavený řidič je tak méně pozorný a jeho reakce jsou zpomaleny. Dopravní společnosti by měly více dbát na to, aby byl řidič dostatečně odpočatý a nemělo by docházet k jejich přetěžování. Přetěžování řidičů

a narušování jejich cirkadiánních rytmů způsobuje také známé mikro spánky, které jsou často klíčem dopravních nehod.

Dle autora diplomové práce je velmi důležité, aby nebyla opomíjena edukace obyvatelstva, které, jak již víme z výsledků dotazníkového šetření, si uvědomuje přítomnost nebezpečných látek v silniční dopravě, nicméně nedokáže určit, které vozidlo nebezpečnou látku převáží. Civilní obyvatelstvo nemá možnost během běžného života, zjistit základní vědomosti o nebezpečných látkách jako takových a o jejich přepravě. Ke snížení rizika pro civilní obyvatelstvo by pomohla edukace v autoškole i na základních školách. Dnešní doba sociálních sítí umožňuje rychlé šíření informací, mohou být tak využity i na edukaci civilního obyvatelstva.

### **Rizika s významnými hodnotami**

Pro rizika s významnými hodnotami je charakteristická nízká pravděpodobnost výskytu, která má ale vysoký dopad. V rámci této diplomové práce byla vyhodnocena celkem tři rizika s významnými hodnotami.

### **Vznik dopravní nehody a únik nebezpečné látky v zalidněné oblasti, manipulace s otevřeným ohněm v blízkosti nákladu a chybně označené vozidlo**

Riziko vzniku dopravní nehody je vysoké, a ne vždy předvídatelné, ještě větším rizikem při nehodě je únik nebezpečné látky v zalidněné oblasti. Řidiči převážející nebezpečný náklad by proto měli vždy vyhodnotit neoptimálnější trasu s přihlédnutím na průjezd zalidněnou oblastí. Riziko tak lze eliminovat už tím, že se zalidněné oblasti vyhnou. V případě, že není jiná možnost, měl by řidič dbát zvýšené opatrnosti při prevozu nebezpečné látky přes zalidněnou oblast. V případě nehody a následnému úniku v zalidněné oblasti by mělo být obyvatelstvo obeznámeno, jak se v takových situacích zachovat. Klíčem ke snížení následků případné MU je edukace civilního obyvatelstva, které může postihnout únik nebezpečné látky v blízkosti jeho obydli. Civilní obyvatelstvo by mělo vědět, jak se zachovat, alespoň v základních situacích jako jsou zavřít okna, utěsnit otvory v místnosti a zapnout si rádio, televizi či sociální sítě a zjistit, co se stalo a jak postupovat dál. Také by mělo být obeznámeno s evakuací obyvatelstva pro případ vyhlášení evakuace, aby evakuace probíhala co nejplynuleji a nebyla chaotická. Edukace obyvatelstva by dle autora byla nejúčinnější pomocí sociálních sítí. Téměř každá obec nebo město má své sociální sítě. Mohlo by tak dojít k vytvoření např. 7minutového videa. Toto

video by si jednotlivá města nebo vesnice přidaly na své webové stránky a sociální sítě a doplnily by konkrétní informace týkající se jejich města či obce.

Manipulace s otevřeným ohněm představuje velké riziko vzniku MU, řidiči by pro to neměli v blízkosti nákladu manipulovat s otevřeným ohněm. Nejúčinnějším protiopatřením je pokuta při přistižení řidiče s otevřeným ohněm v blízkosti nákladu. Civilní obyvatelstvo by mělo být uvědomováno o rizicích, které mohou manipulací s otevřeným ohněm způsobit. Jako nejefektivnější způsob by autor diplomové práce zvolil opět krátké video, které by zobrazovalo situaci s manipulací otevřeného ohně a zobrazovalo by důsledky způsobené touto manipulací.

K chybně označenému vozidlu by došlo jen zřídka, jeho následky by ale mohly být velmi negativní. Aby k takové chybě nedošlo je potřeba vždy zkontrolovat označení vozidla dle dokumentů. Tato činnost zabere řidiči krátkou chvíli a může předejít vážné MU.

## ZÁVĚR

Diplomová práce byla zpracována na téma Vyhodnocení rizik transportu nebezpečné chemické látky chloridu titaničitého. Hlavním cílem diplomové práce bylo vyhodnotit rizika spojená s přepravou nebezpečné látky chloridu titaničitého v silniční dopravě a navrhnout protiopatření ke snížení rizik. V diplomové práci byly stanoveny také dílčí cíle. Provedení analýzy rizik (identifikace rizika, ohodnocení rizika, návrh na opatření pro snížení rizika), provedení metody IAEA – TECDOC – 727 a metody FTA, zhodnocení dopadů simulované dopravní nehody na životy obyvatel pomocí softwarového programu ALOHA a posledním dílčím cílem bylo provedení dotazníkového šetření civilního obyvatelstva a následné potvrzení či vyvrácení autorem stanovených hypotéz. Posledním krokem hlavního cíle bylo navrhnout protiopatření pro snížení rizika.

V praktické části je shrnuta legislativa česká i mezinárodní, je popsána dohoda ADR a povinnosti jednotlivých účastníků přepravy. Zmíněn je také integrovaný záchranný systém.

Analytická část diplomové práce vyhodnotila současný stav v České republice, uvedla statistiky dopravních nehod v režimu ADR a s nimi spojené úniky nebezpečných látek za léta 2010 až 2020. Následně byla popsána rizika vzniku dopravní nehody a únik nebezpečných látek. V dalším kroku byla provedena analýza rizik, ve které byly určeny rizikové faktory, ohodnoceny a následně zaneseny do mapy rizika. Závěrem analýzy rizik byly vyselektovány nejnebezpečnější rizikové faktory, kterými jsou nehoda vozidla převážející nebezpečnou látku a případný únik nebezpečné látky. V diplomové práci byla použita metoda IAEA – TECDOC – 727 která zjistila, že při nehodě spojené s únikem chloridu titaničitého by zahynuli dva lidé a pravděpodobnost výskytu takové nehody je  $3 * 10^{-8}$  za rok, dále byla provedena metoda FTA. Na základě výsledků analýzy rizik byla nasimulována nehoda vozidla s chloridem titaničitým v programu ALOHA. Nehoda by zasáhla dálnici D1 v obou směrech, ornou půdu a část obce Podolí. Výsledky simulované nehody byly zaneseny do mapy. V následujícím kroku bylo vyhodnoceno dotazníkové šetření civilního obyvatelstva. Výsledky dotazníkového šetření vyvrátily obě autorem stanovené hypotézy. V závěru této diplomové práce byla navržena opatření vedoucí k minimalizaci rizik při přepravě nebezpečné látky chloridu titaničitého. Cíle této diplomové práce byly naplněny.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADR – ŠKOLENIA A KONZULTÁCIE, S.R.O. Členské štáty ADR. Školenia a konzultácie, s.r.o., [online]. Bratislava: Školenia a konzultácie, © 2016 [cit. 2022-06-26]. Dostupné z: <https://www.adr.sk/clenske-staty-adr/>

ALOHA Software. *United States Enviromental Protection Agency* [online]. USA, 2021 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

BARTLOVÁ, Ivana a Miloš PEŠÁK. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-30-2.

BERNATÍK, Aleš. *Prevence závažných havárií I*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2006. ISBN 80-86634-89-2.

BEZPEČNOSTNÍ LIST. Penta chemicals [online]. *Penta Chemicals Unlimited*, 2019 [cit. 2022-07-28]. Dostupné z: [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid\\_titanicity.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid_titanicity.pdf)

CMSTREND.sk. *Klasifikácia nebezpečných vecí* [online]. Bratislava: CMS Trend, © 2021 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://cmstrend.sk/nebezpecne-veci/>

ČESKO, 2000. Zákon č. 239 ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. 2000, částka 73, s. 3461–3474. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2000&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=8>

ČESKO, 2000. Zákon č. 361 ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). In: Sbíрка zákonů České republiky. 2000, částka 98, s. 4570–4616. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2000&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=6>

ČESKO, 2011. Zákon č. 350 ze dne 27. října 2011 o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: Sbíрка zákonů České republiky. 2011, částka 122, s. 4353–4375. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2011&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=4>



ČESKO, 2015. Zákon č. 224 se zde 12. srpna 2015 o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: Sbírka zákonů České republiky. 2015, částka 93, s. 2762–2801. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2015&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=8>

ČESKO, 1987. Vyhláška č. 64 se zde 26. května 1987 o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) In: Sbírka zákonů České republiky. 1987, částka 13, s. 399-404. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=1987&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=2>

ČESKO, 2011. Zákon č. 374 se zde 6. listopadu 2011 o zdravotnické záchranné službě. In: Sbírka zákonů České republiky. 2011, částka 131, s. 4839–4848. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2011&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=4>

ČESKO, 1994. Zákon č. 111 ze dne 26. dubna 1994 o silniční dopravě. 1994, částka 34, s. 3475–3487. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=1994&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=5>

ČESKO, 2003. Zákon č. 356 ze dne 23. září 2003 o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů. 2003, částka 120, s. 5810–5837. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2003&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=5>

ČESKO, 2015. Zákon č. 320 ze dne 11. listopadu 2015 o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru) . 2015, částka 135, s. 4307–4324. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2015&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=4>

DOLEŽEL, Martin, Jan KYSELÁK a Jaromír NOVÁK. *Základy ochrany obyvatelstva*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2014. ISBN 978-80-244-4268-6

DOLEŽAL, J., MÁCHAL, P., LACKO, B. *Projektový management podle IPMA*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. 528 s. ISBN 978-80-247-4275-5.

Hasičský záchranný sbor ČR. *Integrovaný záchranný systém* [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, © 2022 [cit. 2022-06-26]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranný-system.aspx>

IKVALITA.CZ. FTA [online]. 2020 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=52>

KROUPA, Miroslav. *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek*: příručka pro orgány státní správy, územní samosprávy, právnické osoby a podnikající fyzické osoby a obyvatelstvo. Praha: Ministerstvo vnitra, Hasičský záchranný sbor ČR, 2004. ISBN 80-86640-23-X.

MILETÍN, Jiří a Pavel KONEČNÝ. *ADR 2019*. Praha: M Konzult, ©2019. ISBN 978-80-902202-6-3.

MINISTERSTVO DOPRAVY. Dohoda ADR 2021 – 01 Obsah ADR 2021. pdf [online]. 2021 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-\(1\)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2021](https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2021)

MINISTERSTVO DOPRAVY. Dohoda ADR 2021 – 02 ADR-2021 Část-1. pdf [online]. 2021 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-\(1\)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2021](https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2021)

MINISTERSTVO DOPRAVY. Dohoda ADR 2021 – 10 ADR-2021 Část-5. pdf [online]. 2021 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-\(1\)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2021](https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2021)

MINISTERSTVO DOPRAVY. Výsledky celostátního sčítání dopravy 2020. [online]. Ministerstvo dopravy ČR, © 2022 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Vysledky-celostatniho-scitani-dopravy-2020>

MKONZULT. Co je to ADR?. [online] 2022 [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.mkonzult.cz/co-je-to-adr/>

NÁDRŽE NA PALIVO CZ. Značka Látky ohrožující životní prostředí. [online]. 2021 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.nadrzenapalivo.cz/cs/znacka-latky-ohrozujici-zivotni-prostredi/p-14226/>

PROCHÁZKOVÁ, Dana, Jan PROCHÁZKA, Hana PATÁKOVÁ, Zdenko PROCHÁZKA a Veronika STRYMPLOVÁ. *Kritické vyhodnocení přepravy nebezpečných látek po pozemních komunikacích v ČR*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství, 2014, ISBN 978-80-01-05599-1.

POLICIE.CZ. *Policie České republiky* [online]. Praha: Policie ČR, © 2022 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/o-nas-policie-ceske-republiky-policie-ceske-republiky.aspx>

POLICIE.CZ. Přeprava nebezpečných nákladů v režimu ADR – Zveřejněné informace 2021. [online]. © 2022 [cit. 2022-06-06] Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/preprava-nebezpecnych-nakladu-v-rezimu-adr.aspx>

POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2017. ISBN 978–80–7251–467–0.

PONCAROVÁ, Jana. Titanová běloba je všude. Od žvýkaček přes zubní pastu až po Primalex. *Vitalia.cz* [online]. 2013 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.vitalia.cz/clanky/titanova-beloba-je-vsude-od-zvykacek-pres-zubni-pastu-az-po-primalex/>

PORADA, Viktor. *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi*. Praha: Linde, 2000. ISBN 80-7201-212-6.

RIFAI, Nader. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. 6. USA: © Saunders, 2017. ISBN 9780323359214.

SAFETY SHOP.CZ. ADR TŘÍDA 6.1 -Toxické látky. Safety shop [online]. 2020 [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <https://www.safetyshop.cz/produkt/symbol-adr-trida-6-toxicke-latky/>

SIDORENKO, Alex a DEMIDENKO Elena. *Free Risk Management Book: Guide to Effective Risk Management 3.0*. USA: Create Space Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 1542865980.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3051-6.

STEJSKAL, Petr. *Mezinárodní přeprava v České republice*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2012. ISBN 978-80-01-05059-0.

STROM PROPAGACE. Žiravá látka č. 8 – Bezpečnostní tabulky [online]. 2021 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.stromprop.cz/zirava-latka-c-8-bily-podklad-cerny-tisk-d-1751.html>

SULLIVAN, K.J., J.B. DUGAN a D. COPPIT. *The Galileo fault tree analysis tool*. Madison, WI, USA: IEEE, 1999. ISBN 0-7695-0213-X.

SVAZ CHEMICKÉHO PRŮMYSLU ČR. TRINS. *Svaz chemického průmyslu ČR* [online]. Praha: SCHP ČR, © 2022 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: [https://www.schp.cz/info/trins?fbclid=IwAR0v80EYMwkWXbHIYyoci8RZ9czYqeMZ7x44dGMK\\_vS\\_YRl20ZLczf84kc0](https://www.schp.cz/info/trins?fbclid=IwAR0v80EYMwkWXbHIYyoci8RZ9czYqeMZ7x44dGMK_vS_YRl20ZLczf84kc0)

ŠACHL, Jindřich a kol. *Analýza nehod v silničním provozu*. 1. vyd. Praha: ČVUT Praha, 2010. ISBN 978-80-01-04638-8.

ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. *Integrovaný záchranný systém*. 2. vyd. Ostrava: SPBI, 2007. ISBN 978-80-7385-007-4.

TOMEK, M, SEIDL, M., HALAMA, L. *Bezpečnost přepravy nebezpečných věcí*. Žilina: Hydropneutech, s.r.o., 2008. ISBN 978-80-968479-9-0.

TOMEK, Miroslav a Zdeněk MÁLEK. *Logistika přeprav nebezpečných věcí*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. ISBN 978-80-7454-131-5.

TUREKOVÁ, Ivana a Richard KURACINA. *Nebezpečné látky a zmesi*. STU, 2013. ISBN 978-80-227-4055-5.

United Nations Economic Commission for Europe. *European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR 2017)*. Geneva: UNITED NATIONS, 2016. ISBN 978-92-1-139156-5.

VĚŽNÍKOVÁ, Hana. *Transport nebezpečných věcí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2019. ISBN 978-80-7385-217-7.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ADR Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečného zboží

apod. a tak podobně

atd. a tak dále

CSD Celostátního sčítání dopravy

FTA Fault Tree Analysis – Analýza stromu poruchových stavů

ha hektar

HZS Hasičský záchranný sbor

IZS Integrovaný záchranný systém

MU Mimořádná událost

např. například

PNP Přednemocniční neodkladná péče

TerEx Teroristický expert

TRINS Transportní informační a nehodový systém

tzv. takzvaně

ZZS Zdravotnická záchranná služba

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Výstražná oranžová tabulka .....	21
Obrázek 2 Klasifikace nebezpečných věcí (CMSTREND.sk, 2021) .....	23
Obrázek 3 Intenzita dopravy v České republice za rok 2020 (Výsledky celostátního sčítání dopravy 2020, 2022).....	36
Obrázek 4 Statistika nehod a úniky nebezpečných látek v režimu ADR. (Vlastní, 2022).....	37
Obrázek 6 Bezpečnostní značka chloridu titaničitého 1 (Značka Látky ohrožující životní prostředí, 2021).....	43
Obrázek 5 Bezpečnostní značka – žíravá látka (Žíravá látka č.8, 2021).....	43
Obrázek 7 Bezpečnostní značka chloridu titaničitého 2 (ADR třída 6.1 -Toxické látky, 2020) .....	43
Obrázek 8 Mapa rizik (Doležal, Máchal, Lacko, 2012) .....	49
Obrázek 9 Mapa rizik (Vlastní, 2022).....	50
Obrázek 10 Odhad následků havárie (Vlastní, 2022).....	52
Obrázek 11 Frekvence případů za rok (Vlastní, 2022).....	52
Obrázek 12 Frekvence událostí za rok (Vlastní, 2022) .....	53
Obrázek 13 Výsledek metody stromu poruchových stavů (Vlastní, 2022).....	54
Obrázek 14 Místo nehody, dálnice D1, Podolí, směr Praha, (Vlastní, 2022).....	56
Obrázek 15 Zadaná data do Soft. programu ALOHA 1 (Vlastní, 2022).....	57
Obrázek 16 Zóny ohrožení .....	59
Obrázek 17 Zasažená zóna (Vlastní, 2022 dle MARPLOT, verze 5.1.1) .....	60
Obrázek 18 Rychlost unikající látky po dobu jedné hodiny (Vlastní, 2022 dle ALOHA, verze 5.4.7).....	61
Obrázek 19 Otázka č. 1 Genderové rozdělení respondentů (Vlastní, 2022) .....	62
Obrázek 20 Věk respondentů (Vlastní, 2022) .....	63
Obrázek 21 Vzdělání respondentů (Vlastní, 2022) .....	64

---

Obrázek 22 Otázka č. 4 Nebezpečné látky (Vlastní, 2022).....	65
Obrázek 23 Otázka č. 5 Identifikace vozidla (Vlastní, 2022) .....	66
Obrázek 24 Otázka č. 6 Význam ADR tabulky 1 (Vlastní, 2022) .....	67
Obrázek 25 Otázka č. 7 Význam ADR tabulky 2 (Vlastní, 2022) .....	68
Obrázek 26 Otázka č. 8 Nebezpečná látka (Vlastní, 2022) .....	69
Obrázek 27 Otázka č. 9 únik nebezpečné látky (Vlastní, 2022).....	70
Obrázek 28 Otázka č. 10 Únik nebezpečné látky (Vlastní, 2022).....	71

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Třídy nebezpečných věcí dle dohody ADR (Věžníková, 2019).....	19
Tabulka 2 Nehody v režimu ADR (Přeprava nebezpečných nákladů v režimu ADR, 2022) .	37
Tabulka 3 Vlastnosti chloridu titaničitého (Vlastní, 22) .....	41
Tabulka 4 Rizikové faktory v přepravě nebezpečných věcí (Vlastní, 2022).....	44
Tabulka 5 Rizikový faktor č. 1 (Vlastní, 2022).....	45
Tabulka 6 Rizikový faktor č. 2 (Vlastní, 2022).....	45
Tabulka 7 Rizikový faktor č. 3 (Vlastní, 2022).....	45
Tabulka 8 Rizikový faktor č. 4 (Vlastní, 2022).....	46
Tabulka 9 Rizikový faktor č. 5 (Vlastní, 2022).....	46
Tabulka 10 Rizikový faktor č. 6 (Vlastní, 2022).....	46
Tabulka 11 Rizikový faktor č. 7 (Vlastní, 2022).....	47
Tabulka 12 Rizikový faktor č. 8 (Vlastní, 2022).....	47
Tabulka 13 Rizikový faktor č. 9 (Vlastní, 2022).....	47
Tabulka 14 Rizikový faktor č. 10 (Vlastní, 2022).....	48
Tabulka 15 Vyhodnocení rizikových faktorů (Vlastní, 2022).....	51
Tabulka 16 Základní parametry (Vlastní, 2022) .....	58



## **SEZNAM PŘÍLOH**


Příloha P I: Dotazníkové šetření –civilní obyvatelstvo

Příloha P II: Dohodnutá symbolika při tvorbě stromu poruchových stavů (FTA)

Příloha P III: Tabulky pro výpočet metodou IAEA – TECDOC – 727

# PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ – CIVILNÍ OBYVATELSTVO

Dotazníkové šetření:

- 1) Jste:
  - a) Žena
  - b) Muž
  
- 2) Váš věk:
  - a) 18–30
  - b) 31–50
  - c) 50 a více let
  
- 3) Nejvyšší dosažené vzdělání
  - a) Základní
  - b) Středoškolské
  - c) Vysokoškolské
  
- 4) V běžném životě se s nebezpečnými látkami můžete setkat:
  - a) Pouze v průmyslových zónách
  - b) Na silnicích, ale pouze v noci, jinak je jejich převoz zakázán
  - c) Na silnicích, v obydlených oblastech a v průmyslových zónách
  
- 5) Dokázali byste identifikovat vozidlo převážející nebezpečnou látku?
  - a) Ano
  - b) Ne
  - c) Nevím
  
- 6) Jaký význam má tato tabulka? 
  - a) Žádný, je to jen odrazka
  - b) Oranžová výstražná tabulka, označující převoz více nebezpečných látek
  - c) Oranžová tabulka, opravňující vozidlo převážet nebezpečné věci, vozidlo s touto značkou je tedy prázdné a není nebezpečné



7) Jaký význam má tato tabulka?

- a) Označení nákladu převážející konkrétní nebezpečnou látku
- b) Označení nákladu převážející několik nebezpečných látek najednou
- c) Mezinárodní SPZ pro převoz nebezpečných věcí

8) Nebezpečná látka podle Vás je:

- a) Látka výhradně kapalného skupenství, která může poškodit lidský organismus a životní prostředí.
- b) Jakákoli kapalina, plyn nebo pevná látka, jež svými fyzikálními, fyzikálně chemickými a toxikologickými vlastnostmi může vážně ohrozit zdraví člověka či životního prostředí.
- c) Látka pouze plynná a některé kapalné, jejíž fyzikální, fyzikálně chemické a toxikologické vlastnosti mohou poškodit zdraví člověka či životní prostředí.

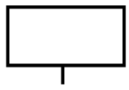
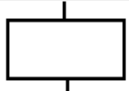







9) V případě nehody vozidla, ze kterého uniká neznámá látka a Vy jste jejím svědkem:

- a) Vyčkám u vozidla do příjezdu hasičů a pro případ požáru si připravím hasicí přístroj
- b) Zavolám na číslo 150 a půjdu blíže k vozidlu a popíšu co vidím
- c) Nepřibližuji se k vozidlu, přikryji si dýchačí cesty a vyhledám bezpečné místo pro případ exploze a volám na číslo 150

10) Únik nebezpečné látky při nehodě může být nebezpečný pro:

- a) Pouze pro osoby nacházející se v bezprostřední blízkosti nehody
- b) Pro osoby do maximální vzdálenosti 50 metrů od místa nehody
- c) Pro osoby nacházející se i více jak 100 metrů od místa nehody

## PŘÍLOHA P II: DOHODNUTÁ SYMBOLIKA PŘI TVORBĚ STROMU PORUCHOVÝCH STAVŮ (FTA)

Doporučená značka	Název	Název a popis
	TOP EVENT (vrcholová událost)	Blok s názvem nebo popisem vrcholové události.
		Blok s názvem nebo popisem události (jevu), případně s uvedením pravděpodobnosti výskytu (pokud se to požaduje).
	BASIC EVENT (základní událost)	Událost na nejnižší úrovni, pro kterou jsou k dispozici pravděpodobnosti výskytu nebo informace o bezporuchovosti
	UNDEVELOPED EVENT (nerozvíjená událost)	Primární událost, která reprezentuje část systému, která dosud nebyla rozvíjena
		Přenos do – událost definovaná kdekoli jinde ve stromu poruch.
		Přenos ven – opakovaná událost použitá kdekoli jinde ve stromu poruch.
	Hradlo AND	Hradlo AND (a) – událost nastane pouze tehdy, když současně nastanou všechny vstupní události.
	Hradlo OR	Hradlo OR (nebo) – událost nastane tehdy, když nastane kterákoliv vstupní událost, nebo jejich libovolná kombinace.
	Hradlo MAJORITY VOTE (majoritní hradlo)	Zálohovaná struktura – událost nastane tehdy, jestliže nastane minimálně m z n vstupních událostí.

# PŘÍLOHA P III: TABULKY PRO VÝPOČET METODOU IAEA – TECDOC – 727

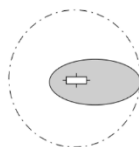
Tabulka č.IV (a) Seznam typových havárií - Klasifikace létek podle kategorie účinku:

Referenční číslo havárie	Typ chemické substance	Popis lakových vlastností substance	Činnost
1	hořlavá	tenze páry <0.3 bar při 20°C	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
2*	kapalina	tenze páry <0.3 bar při 20°C	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
3	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	železnice, silnice, nadzemní nádrž potrubí ostatní
4	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) ostatní
5*	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
6	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
7	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
8*	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
9	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
10	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
11	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
12*	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
13	hořlavý plyn	akumulovaný tlakem	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
14	výbušná	vůleč vypař (přechodem výbušiny)	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
15	výbušná	vůleč vypař (přechodem výbušiny)	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
16	toxická	málo toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
17	kapalina	málo toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) potrubí ostatní
18	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
19	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
20	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
21	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
22	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
23	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
24	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
25	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
26	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
27	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
28	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda
29	kapalina	středně toxická	ukládání v zrnobitka (+ jiskro) silnice/železnice voda

Tabulka č.V - Kategorie následků: maximální dosah a velikost zasažené plochy

Kategorie účinků na vzdálenost (m)	Velikost zasažené plochy (ha)		
	I	II	III
A 0-25	0,2	0,1	0,02
B 25-50	0,8	0,4	0,1
C 50-100	3	1,5	0,3
D 100-200	12	6	1
E 200-500	80	40	8
F 500-1000	-	-	30
G 1000-3000	-	-	300
H 3000-10000	-	-	1000

1 ha = 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>



III - eliptický (protáhlejší) tvar zasaž.

Obr. 4.4  
Popis základních tvarů zasažené oblasti

Tabulka č.VI - hustota obyvatelstva

Charakteristika oblasti	Hustota obyvatel v oblasti d [ obyvatel / ha ]
Zemědělská oblast	5
Jednotlivá obydlí	10
Vesnice, klidná obytá oblast	20
Obytá čtvrť / zástavba	40
Ruční obytná čtvrť	80
Centrum města, nákupní centrum, sídliště	150

Tabulka č.VII - Korekční faktor f<sub>A</sub> charakterizuje rozložení obyvatel v hlavní obydlené oblasti (oblastech) v kruhu, jehož poloměr je roven maximálnímu dosahu účinku účinku.

Kategorie zasažené oblasti	Podíl obydlené ze zasažené plochy				
	100%	50%	20%	10%	5%
I	1	0,5	0,2	0,1	0,05
II	1	1	0,4	0,2	0,1
III	1	1	1	1	1

Tabulka č.VIII - Hodnoty zmírňujícího (r<sub>n</sub>) korekčního faktoru

Látky podle referenčního čísla	faktor f <sub>n</sub>
hořlaviny (1-12)	1
hořlaviny (13)	0,1
výbuštiny (14,15)	1
toxická kapalina (16-29,43-46)	0,05
toxické plyny (30-34,40-42)	0,1
toxické plyny (35-39)	0,05

Tabulka č.XVII. Korekční parametr (nc) pravděpodobnostního čísla na bezpečnosti podmínky přepravy

(a) Obecné	silnice	železnice (b)	vodní cesta	potrubí
bezpečné <sup>a</sup>	+1		+0,5	+1
průměrné <sup>b</sup>	-		-	-
méně bezpečné <sup>c</sup>	-1		-0,5	-1

Tabulka č. XX. Konverze pravděpodobnostního čísla N na frekvenci výskytu P, (údělů/rok)

N	P	N	P	N	P
0	1·10 <sup>0</sup>	5	1·10 <sup>-5</sup>	10	1·10 <sup>-10</sup>
0,5	3·10 <sup>-1</sup>	5,5	3·10 <sup>-6</sup>	10,5	3·10 <sup>-11</sup>
1	1·10 <sup>-1</sup>	6	1·10 <sup>-6</sup>	11	1·10 <sup>-11</sup>
1,5	3·10 <sup>-2</sup>	6,5	3·10 <sup>-7</sup>	11,5	3·10 <sup>-12</sup>
2	1·10 <sup>-2</sup>	7	1·10 <sup>-7</sup>	12	1·10 <sup>-12</sup>
2,5	3·10 <sup>-3</sup>	7,5	3·10 <sup>-8</sup>	12,5	3·10 <sup>-13</sup>
3	1·10 <sup>-3</sup>	8	1·10 <sup>-8</sup>	13	1·10 <sup>-13</sup>
3,5	3·10 <sup>-4</sup>	8,5	3·10 <sup>-9</sup>	13,5	3·10 <sup>-14</sup>
4	1·10 <sup>-4</sup>	9	1·10 <sup>-9</sup>	14	1·10 <sup>-14</sup>
4,5	3·10 <sup>-5</sup>	9,5	3·10 <sup>-10</sup>	14,5	3·10 <sup>-15</sup>