

# **Posouzení rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích**

Radka Chmelíková, DiS.

---

Bakalářská práce  
2019



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: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radka Chmelíková, DIS.**  
Osobní číslo: **L16084**  
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**  
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Posouzení rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích**

Zásady pro vypracování:

1. **Zpracujte literární rešerši o přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích.**
2. **Analýzujte rizika při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích.**
3. **Navrhněte redukci vybraných rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BUĎA, Jan. *Bezpečnost práce v silniční dopravě*. Praha: BertelsmannSpringer, 2003. ISBN 80-86411-42-7.

[2] MAYER, Gerhard. *Přeprava nebezpečných věcí*. Wien: TÜV Österreich Akademie, 2005. ISBN 3-901942-03-3.

[3] TOMEK, Miroslav, Miloslav SEID a Luboš HALAMA. *Bezpečnost přepravy nebezpečných věcí*. Žilina: Hydropneutech, 2008. ISBN 978-80-968479-9-0.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Miroslav Tomek, PhD.**  
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2019**

V Uherském Hradišti dne 30. listopadu 2018

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



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

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou 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 UTB 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 – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2019

Jméno a příjmení studenta: Radka Chmelíková, DiS.

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce řeší problematiku posouzení rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích. V práci jsou uvedeny základní právní předpisy a pojmy související s přepravou těchto plynů v tlakových lahvích, zásady jejich bezpečné přepravy a zásady, které by každý dopravce či jakákoliv osoba manipulující s těmito tlakovými lahvemi, měla znát. Posouzení rizik, zaměřených na problematiku přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích je řešeno pomocí metod KARS a polokvantitativní metody PNH. S využitím kartografické vizualizace přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích je zde uveden návrh redukce vybraných rizik a odstranění příčin ohrožení osob, kritické infrastruktury a životního prostředí.

Klíčová slova: bezpečnost, doprava, lahve, riziko, plyn, přeprava, stlačený, tlak.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the risk assessment of transport of compressed gases in cylinders. The thesis contains basic laws and concepts related to the transport of these gases in cylinders, the principles of their safe transport and the principles that every carrier or any person handling these cylinders should know. The risk assessment focused on the transport of compressed gases in cylinders is solved using the KARS methods and the semi-quantitative PNH method. With the use of carto-graphic visualization of the transport of compressed gases in pressure cylinders, there is a proposal for the reduction of selected risks and elimination of causes of danger to persons, critical infrastructure and the environment.

Keywords: safety, transport, bottles, risk, gas, transportation, compressed, pressure.

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně za pomoci citované literatury a použitých zdrojů pod vedením doc. Ing. Miroslava Tomka, Ph.D.

Prohlašuji, že odevzdávaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG je totožné.

Děkuji doc. Ing. Miroslavovi Tomkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a za čas, který mi věnoval při vedení bakalářské práce.

# OBSAH

ÚVOD.....	8
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>9</b>
<b>1 VÝZNAM BEZPEČNOSTI PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH.....</b>	<b>10</b>
1.1 VYBRANÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY Z OBLASTI PŘEPRAVY TLAKOVÝCH LAHVÍ SE STLAČENÝMI PLYNY .....	10
1.2 PŘEPRAVA STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH V ODBORNÉ LITERATUŘE .....	12
1.3 VYBRANÉ ZÁKLADNÍ POJMY PŘI PŘEPRAVĚ LAHVÍ SE STLAČENÝM PLYNEM.....	13
1.4 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA TLAKOVÝCH LAHVÍ.....	14
<b>2 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI VYBRANÝCH PLYNŮ .....</b>	<b>19</b>
2.1 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH PLYNŮ .....	19
2.2 MANIPULACE S TLAKOVÝMI LAHVEMI .....	21
<b>3 PŘEPRAVA STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH .....</b>	<b>23</b>
3.1 ZPŮSOB PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH .....	23
3.2 VLIV RIZIK NA PŘEPRAVU TLAKOVÝCH LAHVÍ.....	24
3.2.1 Rizika vyplývající při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích .....	24
3.2.2 Bezpečná technologie přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích.....	26
3.3 TYPY VOZIDEL, ZÁKLADNÍ PRAVIDLA A MAXIMÁLNÍ PŘÍTĚŽ .....	27
<b>4 ZÁSADY BEZPEČNÉ PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH.....</b>	<b>29</b>
4.1 ZÁSADY PRO PŘEPRAVU TLAKOVÝCH LAHVÍ .....	29
4.2 BEZPEČNÁ PŘEPRAVA STLAČENÝCH TECHNICKÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH.....	31
<b>5 CÍL A METODY ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>34</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
<b>6 POSUZOVÁNÍ RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH.....</b>	<b>36</b>
6.1 OSOBY PROVÁDĚJÍCÍ POSUZOVÁNÍ RIZIK V OBLASTI PŘEPRAVY TLAKOVÝCH LAHVÍ.....	36
6.2 ODHAD RIZIK PRO ZDRAVÍ VYPLÝVAJÍCÍCH Z POUŽITÍ CHEMICKÝCH ČINIDEL.....	37
6.3 IDENTIFIKACE NEBEZPEČNÝCH CHEMIKÁLIÍ .....	37
6.4 PŘEPRAVA STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH.....	40
6.4.1 Přeprava suchého ledu .....	41
6.4.2 Přeprava kapalného dusíku .....	41
6.5 CHOVÁNÍ ŘIDIČE V PŘÍPADĚ NOUZE PŘI ÚNIKU PLYNU.....	42

<b>7</b>	<b>VÝBĚR POSUZOVANÉHO SYSTÉMU PRO PŘEPRAVU STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH .....</b>	<b>44</b>
7.1	RIZIKOVÉ FAKTORY .....	44
7.2	KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK .....	45
7.3	GRAFICKÉ VYHODNOCENÍ ANALÝZY .....	50
7.4	POLO KVANTITATIVNÍ BODOVÁ METODA ANALÝZY RIZIK „PNH“ .....	51
7.5	PODLIMITNÍ MNOŽSTVÍ STLAČENÝCH PLYNŮ V LAHVÍCH A JEHO VÝPOČET .....	56
<b>8</b>	<b>KARTOGRAFICKÁ VIZUALIZACE PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH .....</b>	<b>58</b>
8.1	NÁVRH ZÁKLADNÍ FUNKCIONALITY .....	58
8.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE KARTOGRAFICKÉ VIZUALIZACE PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH .....	59
8.3	KONTEXTOVÉ ZOBRAZENÍ .....	61
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>72</b>



## ÚVOD

Chemický průmysl je udáván, jako třetí největší součást zpracovatelského průmyslu České republiky (dále jen „ČR“). Přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích je proto nutné věnovat stejně velkou pozornost jako jejich výrobě a skladování. ČR hraje i přes svou malou rozlohu díky geografické poloze v centru Evropy důležitou úlohu v evropském dopravním systému. Únik nebezpečné látek (dále jen „NL“) při přepravě z těchto dopravních prostředků představuje vážné nebezpečí jednak pro obyvatelstvo, které bydlí v blízkosti místa události a na druhé straně i pro ostatní účastníky silniční dopravy. Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích je sice příslušnými předpisy upravena, přesto největším problémem zůstává nedodržování stanovených.

Cílem práce je posouzení rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích. Prvním krokem je posouzení právních předpisů, které souvisejí s přepravou tlakových lahví se stlačeným plynem, objasnění některých základních pojmů související s přepravou stlačených plynů v tlakových lahvích, povinností a doporučení týkající se této problematiky a zaměření se na zásady bezpečného přepravování těchto plynů. Druhým krokem této práce je následné posouzení rizik a jejich vyhodnocení vybranými analytickými metodami a možný způsob sledování přepravy nebezpečných stlačených plynů v tlakových lahvích.

Na základě výše uvedeného cíle je práce strukturovaná tak, že nejprve je uvedena teoretická problematika stlačených plynů v tlakových lahvích, jejich vymezení v právních normách, rozdělení do jednotlivých skupin a druhů, bezpečném zacházení a v neposlední řadě jejich přeprava. V praktické části je již zmíněné posouzení rizik a jejich vyhodnocení metodami k tomu vybraných.

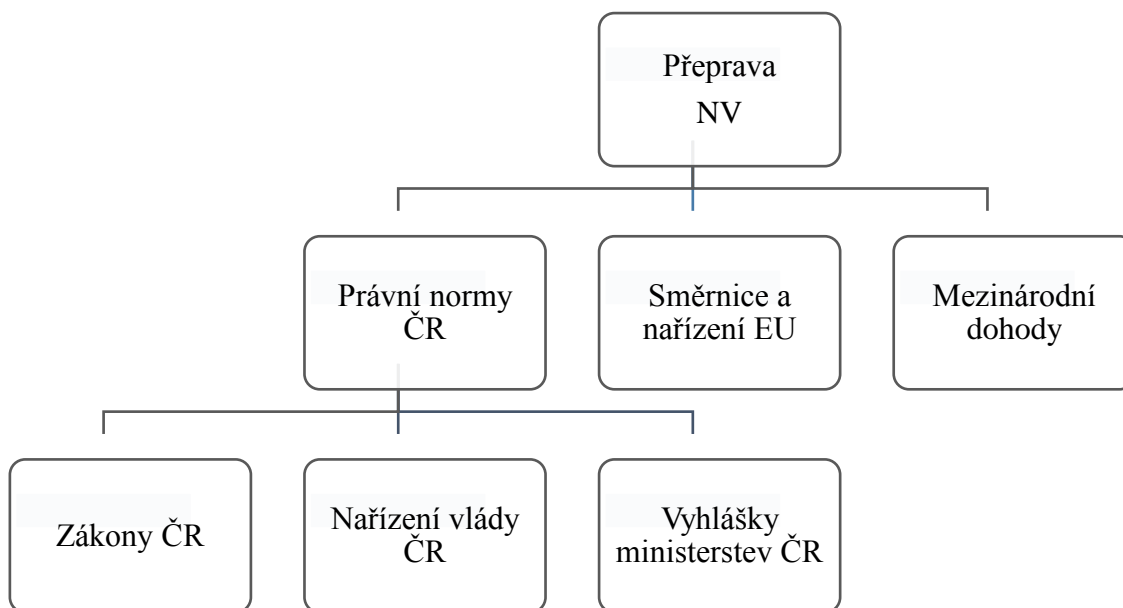
## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝZNAM BEZPEČNOSTI PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Přepravě tlakových lahví se stlačenými plyny se musí věnovat zvýšená pozornost stejně jako jiné přepravě nebezpečných věcí (dále jen „NV“). S vývojem průmyslu se zvyšuje potřeba používání stlačených plynů v tlakových lahvích a tím navýšení jeho přepravy i mimo území ČR, tudíž se nejedná pouze o problematiku ČR, ale i o celosvětový problém.

## 1.1 Vybrané právní předpisy z oblasti přepravy tlakových lahví se stlačenými plyny

Jedním ze základních předpokladů bezpečné přepravy NV je jejich zakotvení v základních právních normách každého státu včetně ČR (Obrázek 1), které vycházejí z doporučení vydaných Organizací spojených národů (dále jen „OSN“). [2]



Obr. 1 Právní normy přepravy nebezpečných věcí [2]

- Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě NV (ADR) - vyhláška č. 64/1987 Sb., ve znění pozdějších předpisů (dále jen „p. p“).
- Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích, v platném znění. [9]
- Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, v platném znění. [9]

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění. [9]
- Zákon č. 150/2000 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů. [17]
- Vyhláška ministerstva zahraničních věcí č. 64/1987 Sb. O Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě NV (ADR). [9]
- Vyhláška č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě, v platném znění. [9]
- Vyhláška č. 341/2004 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, v platném znění. [9]
- Vyhláška č. 21/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění p. p. [18]
- Vyhláška č. 18/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění p. p. [19]
- Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru ve znění p. p. [20]
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. [21]
- Sbírka mezinárodních smluv č. 21/2017 Sb. m.s., Sdělení Ministerstva zahraničních věcí a vyhlášení přijetí změn a doplňků „Příloha A -Všeobecná ustanovení a ustanovení týkající se nebezpečných látek a předmětů“ a „Příloha B – Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě“ Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě NV. [11]

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě NV stanovuje a třídí NV a předměty podle jejich nebezpečných vlastností, určuje podmínky pro jejich přepravu, balení a značení, předepisuje používání a způsob vyplňování stanovených průvodních dokladů. Dále stanovuje požadavky na zabalení kusu, zápisy do přepravních dokladů, dopravní prostředky, včetně technických požadavků na vozidlo podle jednotlivých tříd a dále předepisuje pravidla jako omezení množství přepravovaných NV, dozor nad nimi, způsob stání, parkování atp. [9]

Dohoda ADR vznikla 30. září 1957 v Ženevě, vstoupila v platnost 29. ledna 1968 a k 1. lednu 2017 má celkem 49 členů, nejen z evropských zemí. (Příloha I.) [9]

Československá socialistická republika přijala Dohodu ADR v roce 1987. Česká republika ji ratifikovala po svém vzniku v roce 1993 a od téhož roku platí Dohoda ADR i pro vnitrostátní přepravu na území ČR. [9]

Dohoda ADR má 2 přílohy (A, B), které obsahují 9 částí:

- Příloha „A“: Všeobecná ustanovení a ustanovení týkající se NL a předmětů:
  1. Všeobecná ustanovení
  2. Klasifikace
  3. Vyjmenování NV, zvláštní ustanovení a vynětí z platnosti pro omezená a vyňatá množství [9]
  4. Ustanovení o používání obalů a cisteren
  5. Postup při odesílání
  6. Požadavky na konstrukci a zkoušení obalů, velkých nádob pro volně ložené látky (IBC), velkých obalů a cisteren [9]
  7. Ustanovení o podmínkách přepravy, nakládky, vykládky a manipulace [9]
- Příloha „B“: Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě:
  1. Požadavky na osádku vozidel, jejich výbavu, provoz a průvodní doklady [9]
  2. Požadavky na konstrukci a schvalování vozidel. [9]

Platnost příloh je dva roky, každý lichý rok jsou upravovány. Nové přílohy platí od 1. ledna 2017 do 31. prosince 2018. Vzhledem k tomu, že změny musí být zapracovány a musí projít legislativním procesem každého státu, je ustanoveno tzv. přechodné období, v němž platí „stará i nová ADR“. Přechodné období je od 1. ledna do 30 června prvního roku platnosti „nové ADR“ [9]

## 1.2 Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích v odborné literatuře

Přeprou stlačených plynů v tlakových lahvích se zabývá na jedné straně, velké množství nařízeních a dohod, a zároveň i plno specializovaných firem zabývajících touto přepravou na straně druhé. K problematice přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích nebylo, z mého pohledu publikováno dostatek literatury, kde by se dalo čerpat nezměrné množství informací, ale i to málo, co bylo vydáno mi připadalo bohatě rozsáhlé k dané problematice. Mezi dobře zpracované publikace musím zmínit Miroslava Tomka a kolektiv v knize „Bezpečnost přepravy nebezpečných věcí“, kde byla systematicky propojená veškerá problematika přepravy NV a kniha byla dostatečně zaplněna užitečnými názornými tabulkami, které vše vysvětlovali. Autor se věnuje přepravě NV v souladu s vydanými zákony.

Problematikou přepravy NV, převážně stlačených plynů v tlakových lahvích se zabývají i specializované firmy. Chtěla bych zmínit firmu Messer a firmu Dekra. Velmi mě překvapilo, jak dobře a především odborně zde byla přeprava tlakových lahví popsána a graficky znázorněna jak pro odborníky v daném oboru, tak i pro širokou veřejnost a především laiky.

Firma Dekra pořádá odborné kurzy v oboru přepravy NV a zároveň vydává, v souladu s těmito kurzy i své odborné publikace a brožury. V neposlední řadě bych chtěla zmínit i další knihy, jako jsou „Analýza a řízení rizik v dopravě: Tunely na pozemních komunikacích a železnici“, od autorů Pavla Příbyla, Aleše Janoty a Juraje Špalka, dále „Přeprava nebezpečných věcí“ v praxi od Gerharda Mayera a celá řada dalších odborných a vzdělávacích publikací.

### 1.3 Vybrané základní pojmy při přepravě lahví se stlačeným plynem

Z hlediska managementu bezpečné přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích a likvidace následků havárií dopravních prostředků při jejich přepravě hraje důležitou úlohu znalost základních pojmů. K nejvýznamnějším lze zařadit:

- **Bezpečnost** je stav společenského, přírodního, technického, technologického systému nebo jiného systému, který v konkrétních vnitřních a vnějších podmínkách umožňuje plnění stanovených funkcí a jejich rozvoj v zájmu člověka a společnosti. [2]
- **Bezpečnost přepravy** vyjadřuje stav, ve kterém je na přijatelnou úroveň eliminované riziko vzniku mimořádné události (dále jen „MU“) spojené s ohrožením života a zdraví osob, majetku a životního prostředí. [2]
- **Dopravce** znamená fyzickou osobu nebo právnickou osobu vykonávající dopravu se smlouvou anebo bez smlouvy o přepravě. [2]
- **Dopravní jednotka** je motorové vozidlo bez přípojného vozidla nebo jízdní souprava tvořená motorovým a přípojným vozidlem. [2]
- **Identifikační číslo látky UN** znamená čtyřmístné identifikační číslo látky nebo předmětu přebrané ze Vzorových doporučení předpisů OSN. [2]
- **Identifikační číslo nebezpečí (Kemlerův kód)** znamená, dvoj nebo trojmístné číslo, vyjadřující charakter nebezpečí látky nebo předmětu vyjádřený číslicemi představujícími třídy NV. [2]
- **Nebezpečné věci** jsou látky a předměty, jejichž přeprava jen podle dohody ADR vyloučena, nebo připuštěna pouze za podmínek v ní stanovených. [2]

- **Obal** je označován jako obalový prostředek nebo soubor prostředků zabezpečující ochranu výrobku před poškozením, zabraňujícím škodám, které by mohli výrobky způsobit. [2]
- **Oblast ohrožení** je ohrožené území okolo zdroje ohrožení, na kterém při vzniku MU spojené s únikem NL může být ohrožený život, zdraví anebo majetek osob. [2]
- **Posouzení rizik** je zevrubný odhad pravděpodobnosti a závažnosti možného zranění nebo poškození zdraví, techniky a majetku v určité nebezpečné situaci za účelem výběru přiměřených bezpečnostních opatření. [25]
- **Přeprava** znamená jakoukoliv změnu místa NV s nevyhnutelnými zastávkami danými podmínkami dopravy v jakémkoliv období, které NL stráví na vozidlech, cisternách a kontejnerech. [2]
- **Tlaková nádoba** znamená společný pojem, který zahrnuje lahve, velké nádoby v tvaru válce, tlakové sudy, uzavřené kryogenní nádoby a svazky lahví. [2]

#### 1.4 Obecná charakteristika tlakových lahví

Tlakové nádoby na plyny jsou uzavíratelné kovové nádoby nebo nádoby z jiného materiálu, na jejichž vnitřní stěny po naplnění působí tlak plynu nebo par a které se po naplnění odpojí od zdroje plnění a přemístí na jiné stanoviště. [1]

Tlakové lahve jsou přepravitelné tlakové nádoby o vnitřním objemu od 0,5 litru do 150 litrů.

[1] Tlakové lahve lze rozdělit z mnoha hledisek:

- Podle objemu: od 0,5 do 150 l.
- Podle druhu plněného plynu nebo směsi:
  - plyn v plynné fázi nebo směsi (například kyslík, vodík, dusík),
  - plyn v kapalně fázi (např. LPG) Liquefied Petroleum Gas,
  - plyn rozpuštěný pod tlakem v kapalině (např. acetylen). [1]
- Podle plnicího tlaku:
  - nízkotlaké (do 2,5 MPa),
  - vysokotlaké (nad 2,5 MPa). [1]
- Podle konstrukce láhve:
  - svařovaný plech (LPG),
  - bežešvá válcová nebo tažená láhev (kyslík, acetylen). [1]
- Podle výstroje láhve:

- s patkou, bez patky, s pojistným prvkem, bez pojistného prvku. [1]

Bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích a zvýšení ochrany lidí a ostatních složek životního prostředí před nebezpečím můžeme zabezpečit různými prostředky. Dopravní prostředky a manipulační obaly, které obsahují stlačené plyny v tlakových lahvích, musí být označené bezpečnostními značkami, výstražnými tabulkami, manipulačními značkami a jinými závaznými předepsanými symboly (dále jen bezpečnostní značení). [2]

Je třeba si uvědomit, že bezpečnostní značení neodstraňuje nebezpečí vyplývající z přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích, ale má preventivní funkci, kdy v případě nehody je důležitý zdroj na jejich bezpečnou likvidaci složkami integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“). [2]

Bezpečnostní označení je grafický symbol upozorňující na nebezpečné vlastnosti manipulovatelného nákladu, který vyžaduje zvláštní podmínky pro přepravu, manipulaci a skladování z důvodu ochrany zdraví a života lidí, materiálních hodnot a ochrany životního prostředí (dále jen „ŽP“). [2]

Důležitou úlohu zde hraje správné označení dopravního prostředku a následné umístění bezpečnostních tabulek, za které odpovídá dopravce. Vozidla přepravující stlačené plyny v tlakových lahvích musí být označena výstražnými oranžovými, černě orámovanými tabulkami s rozměry 400 x 300 mm (při nedostatečné ploše k upevnění tabulky na vozidle, může mít rozměry 300 x 120 mm se šířkou černého orámování 10 mm). Šířka černého orámování tabulky je 15 mm. Tabulka musí být řádně upevněna vzadu i vpředu ve výšce do 1,5 metru nad zemí, vždy kolmo k její podélné ose na levé straně ve směru jízdy. Musí obsahovat reflexní vrstvu. [2]

Bezpečnostní tabulka v případě požáru vozidla musí odolat minimálně 15 minut přímému působení požáru.

Identifikační číslo látky je mezinárodně známo jako UN-kód a jednotlivým nebezpečným látkám v oblasti přepravy NV přiřazuje čtyřmístný číselný kód, který každou NV jednoznačně identifikuje. Autorem UN-kódu je OSN a je nejčastěji používaným systémem na rychlou identifikaci NL. [2]

Bezpečnostní tabulky, pro označení tlakových lahví se stlačenými plyny v budovách či dopravních prostředcích, musí být všude tam, kde se skladují, používají nebo přepravují.



Jedná se prakticky o všechny tlakové láhve, ve kterých se dopravují stlačené plyny. Pro značení tlakových lahví platí následující předpisy:

- barevné značení nádob na stlačené plyny podle ČSN EN 1089-3 (Příloha II.),
- značení nádob na plyny ražením dle ČSN EN ISO 13769,
- označování tlakových lahví informačními nálepkami podle ČSN ISO 7225.

Produkty v tlakových lahvích jsou označovány a klasifikovány dle CLP- klasifikace, označování a balení látek a směsí (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures). [24]

Na zajištění bezpečnosti při manipulaci s tlakovými nádobami musí být jasné a čitelné označení certifikačními, výrobními a provozními značkami. Bezpečnostní značky se odlišují barevnými rozlišovacími pruhy (Příloha III.). [2]

Uvedené označení musí být nanesené trvalým způsobem (např. vyražením, vyrytím nebo nalepením) na tlakovou nádobu (Obrázek 2). Značka musí být vyražená, vyrytá, nalepená nebo trvale připevněná (např. přivařený prstenec nebo destička) na horní části nebo krku tlakové lahve. [2]



Obr. 2 Označování tlakových lahví [24]

Nálepka obsahuje:

- číslo UN, ES,
- standardní věty o nebezpečnosti podle CLP (H),
- pokyny pro bezpečné zacházení podle CLP (P),

- úplný název a popis plynu (složení) podle ADR,
- bezpečnostní značky podle ADR a CLP,
- název, adresu, telefonní čísla a další informace výrobce. [24]

Minimální velikost značení musí být 5 mm pro tlakové nádoby s průměrem větším nebo rovným než 140 mm a 2,5 mm pro tlakové nádoby s průměrem menším než 140 mm. [2]

Při manipulaci NL se lze setkat s tlakovými lahvemi, které jsou označené podle předpisu jiných států. Na označení tlakových lahví se volí barva základního nátěru, připouští se i barva hliníková (stříbrná). Barevné pruhy musí být šířkou minimálně 100 mm v předepsaných odstínech v závislosti na druhu plynu. [2]

Z hlediska bezpečné manipulace musí být tlaková nádoba na opakované použití označené následujícími značkami:

- certifikační značky:
  - technická norma použitá na projekt, konstrukci a zkoušku, nebo schvalovací číslo, [2]
  - charakteristika identifikující oblast schválení jako je určené rozlišující značky pro dopravní prostředky v mezinárodní dopravě, [2]
  - identifikační značka nebo pečeť inspekce organizace, která je registrována příslušným orgánem oblasti schvalující označení, [2]
  - datum vstupní prohlídky: rok/měsíc. [2]
- přepravní značky:
  - zkušební tlak v barech značený písmeny „BAR“, [2]
  - hmotnost prázdné tlakové nádoby v kilogramech následovaná písmeny „KG“, hmotnost musí být vyjádřena třemi číslicemi, zaokrouhlené nahoru na poslední číslici, [2]
  - nejmenší garantovaná tloušťka stěny tlakové nádoby udávaná v milimetrech „MM“, [2]
  - objem vody v tlakové nádobě se zkapalněným plynem se musí vyjádřit třemi číslicemi s poslední číslicí zaokrouhlenou dolů. Udává se v litrech s písmenem „L“. [2]
- výrobní značky:
  - identifikace závitu lahve,
  - výrobní značka registrovaná příslušným orgánem,

- sériové číslo přidělené výrobcem,
- v případě ocelových tlakových nádob a jiných tlakových nádob s ocelovou vložkou určených na přepravu plynů s nebezpečím křehnutí způsobené vodíkem, poukazující na snášlivost ocele. [2]

## 2 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI VYBRANÝCH PLYNŮ

Podle stavu uspořádanosti molekul, atomů, popřípadě iontů při vytváření hmotných celků se rozlišují tři hlavní skupenské stavy hmoty, a to stav pevný, kapalný a plyný.

V plynném stavu jsou molekuly poměrně řídky rozptýleny v prostoru, který rovnoměrně vyplňují. Tento pohyb brání molekulám shlukovat se v těsnější svazky. Odtud vyplývá dokonalá tvarová proměnlivost jeho objemu při změnách tlaku a teploty. [3]

Zatímco tuhé vzorky mají za stálé teploty stálý tvar i objem, vzorky plynné zaujímají objem a tvar nádoby, v nichž jsou chovány. [3]

### 2.1 Charakteristika vybraných plynů

Vybrané nebezpečné plyny musí být zařazené podle jejich nebezpečných vlastností do jednotlivých skupin, které je charakterizují. Základní charakteristika plynů je uvedena v tabulce 1.

Rozdělení plynů a jejich vybrané charakteristiky:

- **dušivé plyny** jsou plyny, které nejsou oxidativní, hořlavé, ale jsou jedovaté a ředí nebo nahrazují normální kyslík v atmosféře, [2]
- **oxidační plyny** jsou plyny, které mohou uvolňováním kyslíku způsobit nebo pomoci spalování jiného materiálu víc jako vzduch, [2]
- **hořlavé plyny** jsou plyny, které při teplotě 20 °C a normálního tlaku 101,3 kPa jsou zápalné, tvoří-li směs se vzduchem v objemu 13 % nebo méně, nebo mají hranici hořlavosti se vzduchem nejméně 12 % bez ohledu na nižší zápalný limit, [2]
- **jedovaté plyny** jsou plyny, tak jedovaté nebo žíravé, že znamenají nebezpečí pro zdraví lidí anebo jsou pravděpodobně jedovaté či žíravé pro lidi, protože mají hodnotu LC<sub>50</sub> pro aktivní jedovatost rovnou nebo menší než 5 000 ml. m<sup>-3</sup> (ppm), [2]
- **žíravé plyny** jsou plyny, které splňují kritéria jedovatosti částečně nebo komplexně následkem jejich žíravosti, jsou zařazené jako jedovaté s dodatečným nebezpečím žíravosti. Plynná směs, která je považována za jedovatou pro spojené účinky žíravosti, rozrušuje pokožku, oči nebo sliznici, anebo pokud jejich hodnota LC<sub>50</sub> žíravých složek směsi je rovná anebo menší jako 5 000 ml. m<sup>-3</sup> (ppm) (Tabulka 2). [2]

Tab. 1 Základní charakteristika plynů [3]

Pojmenování plynu	Charakteristika	Příklad
Plyny stlačené	Kritická teplota je nižší jak -10°C	Argón, dusík, kyslík, svítiplyn, vodík
Plyny zkapalněné	Kritická teplota je rovná nebo vyšší jak -10°C	Amoniak, Propan, oxid uhličitý
Plyny rozpustné pod tlakem		Acetylen v rozpouštědle, amoniak ve vodě

Tab. 2 Rozdělení nebezpečných látek do skupin podle nebezpečných vlastností [2]

Číslo skupiny	Vlastnosti nebezpečných plynů
A	Dusivé plyny
F	Hořlavé plyna
O	Oxidující plyny
T	Jedovaté plyny
TC	Jedovaté, žíravé plyny
TF	Jedovaté, hořlavé plyny
TFC	Jedovaté, hořlavé a žíravé plyny
TO	Jedovaté oxidující plyny
TOC	Jedovaté, oxidující a žíravé plyny

Podle skupin snášenlivosti lze NV rozdělit do podtříd:

- podtřída 2.1 – zápalné plyny (F),
- podtřída 2.2 – nezápalné, nejedovaté plyny (A, O),
- podtřída 2.3 – jedovaté plyny (T, TF, TC, TO, TFC, TOC). [2]

Látky, které nejsou jmenovitě uvedené ve skupině podle nebezpečných vlastností, musí být zařazené podle jiného rozdělení a ve shodě s jejich vlastnostmi (Tabulka 3). [2]

Tab. 3. Rozdělení plynů do skupin snášenlivosti [2]

Číslo skupiny	Charakteristika plynů
1	Stlačené plyny (mají kritickou hodnotu pod 20 °C)
2	Zkapalněné plyny (mají kritickou teplotu 20 °C nebo vyšší)
3	Zchlazené zkapalněné plyny (jsou částečně kapalné pro jejich nízkou teplotu)
4	Pod tlakem rozpuštěné plyny (jsou rozpuštěné v rozpouštěcím prostředku)
5	Aerosolové rozprašovače a malé nádoby obsahující plyny
6	Ostatní předměty, které obsahují plyny pod tlakem
7	Nestlačené plyny podle speciálních požadavků
8	Vyprázdňené nádoby a vyprázdňené cisterny

Pro plyny a plynné směsi, které představují podle těchto kritérií nebezpečné vlastnosti spojené s více, jako jednou skupinou platí, že skupiny označené písmenem „T“ mají přednost před všemi ostatními skupinami. Skupiny označené písmenem „F“ mají přednost před skupinami označenými písmenem „A“ nebo „O“. [2]

## 2.2 Manipulace s tlakovými lahvemi

Plynné látky uchováváme stlačené, za mírného přetlaku nebo za atmosférického tlaku. Stlačené plyny jsou v ocelových lahvích o obsahu 40, 20, 10 a 5 litrů a tlaku až 15 000 kPa. Některé plyny jsou pouze stlačeny (vodík, kyslík, dusík), jiné (acetylen) pod tlakem rozpuštěny a jiné (oxid uhličitý, propan-butan) jsou tlakem zkapalněny. Druh plynu je na tlakové lahvi označen slovně a barevným pruhem podle ČSN 07 8509 (Příloha III). [22]

Pro zacházení s tlakovými lahvemi platí zvláštní předpisy uvedené např. v ČSN 01 8003 atd. Tlakové lahve na plyny jsou opatřeny redukčními ventily, jejichž pomocí se snižuje při odběru z láhve tlak plynu na požadovanou hodnotu. Redukční ventily pro jednotlivé plyny není dovoleno zaměňovat, proto se liší druhem šroubením, nebo typem převlečných matic. Mimoto redukční ventily pro hořlavé plyny mají levotočivé závity, ostatní mají závity pravotočivé. Při manipulaci s plynnými vzorky je třeba manipulaci provádět z jednoho místa

na druhé. Jde-li o dopravu z místa vyššího tlaku na místo o nižším tlaku, využíváme k tomu tlakový spád, který popř. regulujeme ventily. [22]

Bezpečnostní výstroj a provoz nádob:

- hladina pracovní tekutiny se musí podle potřeby sledovat a řídit tak, aby nebyly překročeny jiné přípustné stavy, [7]
- stavoznak, popřípadě jiné měřící nebo signalizační zařízení určené ke kontrole stavu hladiny, musí být viditelné, bezpečně přístupné a chráněné proti poškození, [7]
- údaje na tlakoměru musí být čitelné. Tlakoměr musí být bezpečně přístupný a chráněný proti poškození, [7]
- veškeré uzávěry na tlakovém celku nádoby se musí otevírat a zavírat pozvolna tak, aby se předešlo tlakovým rázům a náhlým změnám teploty. [7]

### 3 PŘEPRAVA STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích představuje riziko nepředvídatelných událostí (únik, zneužití, zničení, odcizení, apod.). Z hlediska bezpečnosti přepravy nebezpečných věcí se musí už předem zajistit konkrétní opatření pro maximální bezpečnost přepravy s důrazem na ochranu osob a životního prostředí. [1]

Největším rizikem při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích je únik plynů, který můžeme charakterizovat jako jejich nekontrolovatelné šíření do okolí, které vzniklo dopravní nehodou, poruchou dopravního prostředku nebo přepravovaného obalu (tlakové lahve), teroristickým nebo jiným záměrem. [1]

Mezi hlavní faktory ovlivňující riziko lze zařadit:

- hustotu dopravy,
- rozsah a množství přeprav stlačených plynů v tlakových lahvích,
- vlastnosti stlačených plynů v tlakových lahvích,
- parametry a technický stav komunikace,
- technická úroveň a kapacita dopravních prostředků,
- kvalita posádky dopravních prostředků,
- dostupná pomoc ze strany složek IZS, atd. [2]

Většina uvedených faktorů působí na dvě základní složky rizika – potenciální velikost následku a pravděpodobnost vzniku dané mimořádné události (dále jen „MU“). [2]

Má-li být jejich vliv potlačen, případně redukován na minimum, je potřeba jejich důkladná analýza. [2]

#### 3.1 Způsob přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích

Bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích (dále jen „plynů v lahvích“) dopravním prostředkem, ovlivňuje celá řada faktorů. Přeprava plynů v lahvích může být provedena:

- legálním způsobem:
  - přepravu plynů v lahvích legálním způsobem vykonávají společnosti (organizace), které postupují v souladu s právními normy daného státu a v souladu s mezinárodními dohodami o přepravě NV (např. Dohoda ADR).



I když je bezpečnost této přepravy zpravidla zabezpečena, může se tu vyskytnout určité riziko vzniku MU. Z tohoto důvodu je nutné zabezpečit odbornou přípravu účastníků přepravného procesu stlačených plynů v tlakových lahvích; [2]

- nelegálním způsobem:
  - přeprava plynů v lahvích nelegálním způsobem může být vykonána z různých důvodů. Nejvýznamnějším důvodem může být neznalost právních norem v oblasti přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích, snaha ušetřit finanční prostředky či za účelem teroristického útoku. [2]

Nehody dopravních prostředků, které přepravují stlačených plynů v tlakových lahvích, může přerůst do havárií způsobených únikem stlačených plynů v tlakových lahvích a jejími negativními následky na život člověka a ostatní složky ŽP. [2]

## 3.2 Vliv rizik na přepravu tlakových lahví

Bezpečná přeprava stlačeného plynu v tlakových lahvích je velmi složitým procesem. Předmětem procesu je přepravovaný nebezpečný stlačený plyn, který je třeba přepravit tak, aby bylo minimalizované riziko vzniku rizika spojené s jejich přepravou v tlakových lahvích. U přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích je potřebné včas předvídat, identifikovat a zabezpečit prevenci před jejich možnými negativními účinky. [12]

### 3.2.1 Rizika vyplývající při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích

I za předpokladu, že byly splněné všechny požadavky na zabezpečení a realizaci přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích, může řidič vozidla (vysokozdvížného vozíku) svým jednáním negativně ovlivnit bezpečnost přepravy zejména z hlediska svého momentálního zdravotního (nevolnost, horečka, apod.) nebo psychického stavu (problémy v rodině, časový stres apod.). Důležitou úlohu tu hraje i styl jízdy řidiče s vozidlem, která může mít za následek neovladatelnost dopravního prostředku a tím i vznik nehody, případně havárie. Kvalitu a bezpečnost přepravy výrazně ovlivňuje věk a praktické zkušenosti řidiče. [2]

Povinnosti účastníků přepravy podle zákona o silniční dopravě (zákon č.111/1994 Sb., v platném znění) stanovuje, že v případě školení řidičů z povolání je třeba se řídit ustanovením § 3 odst. 1 písm. d) zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, podle něhož je dopravce-zaměstnavatel povinen zajistit, aby práce řidiče z povolání vykonával ten, kdo se zúčastnil

školení řidičů z povolání a úspěšně absolvoval přezkoušení z pravidel silničního provozu. Řidiči, kteří přepravují NV, musí projít specializovaným školením pro tyto přepravy. [6]

Doprava zajišťuje přesun výrobků na geograficky oddělené trhy. Přeprava generuje jedny z největších nákladů logistiky. Mezi hlavní faktor vzniku MU při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích lze považovat selhání lidského faktoru, které může být vědomé nebo nevědomé. Jedním z předpokladů minimalizace vzniku uvedených chyb je zabezpečit přípravu všech osob, které přicházejí při manipulaci a přepravě, do kontaktu se stlačeným plynem či jejich obaly, a to formou jejich pravidelného a diferencovaného školení. Mimo osoby, které přímo zabezpečují řízení dopravního prostředku významnou úlohu, hrají i další osoby, které se podílejí na přípravě, realizaci a kontrole přeprav stlačených plynů v tlakových lahvích na pozemních komunikacích (např. Policie ČR, Celní správa ČR). [2]

V neposlední řadě nesmíme zapomenout i na ostatní účastníky silniční dopravy (další řidiči, chodci, děti atd.), kteří mohou svým jednáním způsobit vznik MU. [2]

Dalším faktorem, který podstatným způsobem má vliv na bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích je použitý dopravní prostředek, který ovlivňuje bezpečnost přepravy stlačených plynů svojí konstrukcí nebo svými jízdními vlastnostmi. Ze strany jejich obsluh (řidičů), ale i osob zodpovědných za povolení použít nejvýhodnější dopravní prostředek na přepravu stlačených plynů v tlakových lahvích musí být maximální pozornost věnována prováděním pravidelné údržby a stanoveným technickým prohlídkám. [2]

Za předpokladu, že použitý dopravní prostředek v plné míře splňuje přísné kritéria mezinárodních norem na přepravu stlačených plynů v tlakových lahvích, může být nejvyšším nebezpečím vzniku nehody a následné havárie spojené s únikem stlačených plynů v tlakových lahvích skrytá chyba materiálu. Vzniku MU při této chybě osoba, která obsluhuje dopravní prostředek, nemůže svojí činností zabránit a ani ji předvídat. [2]

Dalším faktorem může být prostředí, které může výrazným způsobem ovlivnit bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích. Mezi ně lze zařadit např.:

- povětrnostní situace,
- roční období,
- reliéf krajiny, zalesnění a zástavba, atd.,
- přírodní pohromy (zemětřesení, sopečný výbuch, povodeň, atd.). [2]

Z hlediska bezpečnosti přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích je vhodné přijmout opatření na minimalizaci vzniku MU, například:

- odklonem přepravy z míst ohrožení,
- výběrem jiné trasy přepravy,
- volbou jiného druhu dopravy atd. [2]

V závislosti od použitého dopravního prostředku může únik stlačených plynů v tlakových lahvích mimo přepravovaný obal nastat z důvodu:

- poškození obalů uložených na ložní ploše anebo v nákladovém prostoru dopravního prostředku (při nehodě, při nesprávném umístění na ložní plochu), [2]
- vypadnutí z ložní plochy anebo z nákladního prostoru (při nesprávném stylu jízdy, při chybném naložení atp.). [2]

Při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích mohou být běžné nehody impulzem sekundárních následků, jakýkoli únik stlačených plynů v tlakových lahvích z dopravních prostředků může mít za následek vznik závažné MU, který může být spojený s následným výbuchem, požárem, zamořením životního prostředí a následným usmrcením lidí, kteří se nacházejí v těsné blízkosti dopravního prostředku. [2]

### **3.2.2 Bezpečná technologie přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích**

Bezpečná technologie přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích zahrnuje celou řadu opatření, které je potřebné z hlediska jejich bezpečnosti přepravy zabezpečit a provést. Některé faktory ovlivňují bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích a tím i možnost předcházení vzniku nehod (MU), případně jejich minimalizace. [2]

Mezi ně patří:

- výběr vhodných osob a jejich kvalitní odbornou přípravu, [2]
- zodpovědné plnění stanovených povinností,
- technický stav dopravního prostředku a případný způsob jejich označení, [2]
- úplnost a kvalitu zpracované dokumentace, [2]
- použití správné manipulace při nakládání, překládání a uložení stlačených plynů v tlakových lahvích ve vhodných obalech, [2]
- havarijní vybavení dopravních prostředků přepravujících stlačených plynů v tlakových lahvích apod. [2]

Na řešení uvedených problémů souvisejících s bezpečností přepravy a minimalizací následkem nehod a havárií při jejich přepravě se aktivně podílejí:

- orgány státní a veřejné správy,
- složky IZS,
- právnické, podnikající fyzické a fyzické osoby. [2]

### 3.3 Typy vozidel, základní pravidla a maximální přítěž

Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích je řešena mnoha druhy vozidel přizpůsobených na tuto přepravu. Vozidla na přepravu stlačených plynů v tlakových lahvích mohou být otevřená anebo uzavřená (Obrázek 3 a 4). [4] Otevřená vozidla pro přepravu tlakových lahví s plynem mají být přednostně používána otevřená vozidla nebo valníky s bočními stěnami (Obrázek 3 a 4). [4]



Obr. 3 Otevřené vozidlo pro přepravu tlakových lahví [4]



Obr. 4 Přeprava tlakových lahví v přípojném vozíku [4]

Uzavřená užitková vozidla jsou taková vozidla, u kterých je kabina řidiče od ložné plochy oddělena pevnou stěnou (Obrázek 5). Kabina řidiče musí být možné větrat odděleně od nákladního prostoru. Nákladní prostor může být větraný, ale není to nezbytné. Dveře nákladního prostoru se musí otevírat opatrně. [4] Důležité je zachovat maximální přítěž vozidla.



*Obr. 5 Uzavřené užitkové vozidlo pro přepravu tlakových lahví [4]*

Osobní vozidla jsou určena pro přepravu osob a nejsou navržena pro transport tlakových lahví se stlačeným plynem. [4] Tato vozidla jsou vybavena pouze jedním větracím systémem. Důležité je zachování maximální povolené zátěže vozidla (Obrázek 6 a 7). [4]

Náklad v zavazadlovém prostoru vozidla musí být zajištěn. Plynové lahve nikdy neukládat na sedadlo, na podlahu vozidla nebo za sedadla. [4] Vždy nechat otevřená okna a zapnuté větrání (čerstvý vzduch) na nejvyšší stupeň. [4]



*Obr. 6 Osobní vozidlo se zavazadlovým prostorem pro přepravu tlakových lahví [4]*



*Obr. 7 Osobní vozidlo pro přepravu tlakových lahví [4]*

## 4 ZÁSADY BEZPEČNÉ PŘEPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Bezpečná přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích vyžaduje dodržování celé řady určitých bezpečnostních zásad. Především se zakazuje přepravovat tlakové lahve v zavazadlovém prostoru osobních vozidel a ve vozidlech, kde není oddělený prostor pro řidiče od prostoru pro přepravu tlakových lahví.

Vozidla rychlé zdravotnické pomoci mohou přepravovat nádoby na plyny, které jsou součástí zdravotnických přístrojů, a zároveň mohou přepravovat ještě dvě nádoby s plyny, které jsou určeny k jejich provoz, přičemž jejich vnitřní celkový objem nesmí přesáhnout 20 litrů.

### 4.1 Zásady pro přepravu tlakových lahví

Důležité pro přepravu stlačených plynů v tlakových lahvích jsou jejich zásady. Mezi zásady pro přepravu tlakových lahví patří:

- pro dopravu nádob na plyny silničními vozidly platí Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě NV (ADR); [4]
- nádoby na plyny se nesmějí dopravovat společně s žíravinami uloženými v rozbitelných obalech (např., skleněných lahvích); [4]
- kyslík se nesmí dopravovat společně s mastnými látkami (např. mazadly, tuky, apod.), [4]
- nádoby o celkové hmotnosti větší než 50 kg smějí přenášet nejméně dvě osoby (pouze muži), fyzicky způsobilí pro tuto práci; [4]
- při dopravě musí být lahve umístěny tak, aby ventily všech lahví byly na téže straně a přístupné; [4]
- při dopravě silničními vozidly musí být lahve (plné i prázdné) chráněny před působením slunečního záření; [4]
- k dopravě se odevzdávají jen čisté lahve;
- plné i prázdné lahve se dopravují jen s uzavřenými ventily a s našroubovanými ochrannými kloboučky. Před dopravou lahví s jedovatými, žíravými a hořlavými plyny (výjimku tvoří acetylen a vodík) musí mít každá přípojka lahvového ventilu našroubovanou závěrnou maticí. Pro používání samostatných nádob (vyprazdňování), jejich skladování a dopravu se předpokládá zpracování pokynů k obsluze včetně bezpečnostních zásad. Při zpracování těchto podkladů je třeba vycházet

z místních poměrů, druhu nádoby a charakteru činnosti. Uvedené pokyny k obsluze musí být na pracovišti k dispozici. Zaměstnanci (pracovníci), kteří vyprazdňují jednotlivé nádoby nebo s nimi manipulují (skladování, doprava apod.), musí být před pověřením touto činností a pravidelně jednou za 3 roky prokazatelně poučeni v rozsahu pokynů k obsluze; [23]

- podle druhu práce a charakteru plynu musí být zaměstnanci (pracovníci) při vyprazdňování, skladování a dopravě lahví vybaveni ochrannými pracovními prostředky. Ochrannými pracovními prostředky musí být také vybavena pracoviště a dopravní prostředky (viz nařízení vlády č.495/2001 Sb., nařízení vlády č.21/2003 Sb.). Prádlo, šaty a obuv používané na pracovištích s hořlavými plyny, kde je stanoveno prostředí s nebezpečím výbuchu podle ČSN EN 60079-10, musí splňovat požadavky ČSN 33 2030; [23]
- při manipulaci s nádobami s toxickými a žíravými plyny musí být vždy současně přítomny nejméně dvě osoby. Tyto osoby musí být odborně a zdravotně způsobilé. Na pracovišti, kde se manipuluje s nádobami s plyny toxickými a žíravými, musí být trvale k dispozici alespoň dva autonomní dýchací přístroje; [23]
- vozidla s nákladem lahví (plných i prázdných) nesmějí být ponechána bez dozoru na veřejně přístupných místech; [4]
- vozidla pro dopravu lahví s hořlavými a hoření podporujícími plyny musí být vybavena vhodným hasicím přístrojem. Při přepravě 5 a více lahví (přepočteno na lahve s vnitřním objemem 40 litrů), které jsou naplněny plynem, musí být vozidlo náležitě označeno. [4]

Zvláštní ustanovení pro přepravu:

- před nakládkou musí být ložní prostor vozidla nebo kontejneru řádně vyčištěn,
- je zakázáno používat ohně nebo otevřeného plamene ve vozidlech a kontejnerech přepravujících tlakové láhve, v jejich blízkosti a během nakládky a vykládky těchto věcí, [11]
- s jednotlivými lahvemi nesmí být házeno ani nesmí být vystaveny nárazům,
- nádoby musí být ve vozidle uloženy tak, aby se nemohly převrátit ani spadnout,
- tlakové láhve musí být uloženy souběžně nebo v pravém úhlu podélné ose vozidla nebo kontejneru, avšak tlakové láhve v blízkosti předního čela musí být uloženy kolmo k podélné ose vozidla nebo kontejneru, [11]

- krátké tlakové láhve velkého průměru (asi 30 cm a více) smějí být uloženy také podélně, svými ochrannými zařízeními ventilů směrem ke středu vozidla nebo kontejneru, [11]
- tlakové láhve, které jsou dostatečně stabilní nebo jsou přepravovány ve vhodných zařízeních, která je účinně chrání proti převrácení, smějí být uloženy na stojato, [11]
- tlakové láhve, které jsou položeny, musí být zaklíněny, přivázány nebo připevněny bezpečným a vhodným způsobem tak, aby se nemohly posunout, [11]
- před přepravou tlakových nádob je třeba zajistit, že nedošlo ke zvýšení tlaku z důvodu možné tvorby vodíku, [11]
- zákaz společného nakládání (všech tříd). (Příloha IV.) [11]

Dodatečná/speciální výbava:

- při přepravě toxických plynů, musí být každý člen osádky vozidla vybaven nouzovou únikovou maskou, [9]
- při přepravě hořlavých plynů v uzavřených vozidlech platí zvláštní ustanovení S2: je zakázáno vstupovat do uzavřeného vozidla s jinými osvětlovacími tělesy než s přenosnými svítilnami konstruovanými a vyrobenými tak, aby nemohly zapálit hořlavé páry nebo plyny, které se mohly rozšířit ve vnitřním prostoru vozidla (svítilna s atestem). [9]

## 4.2 Bezpečná přeprava stlačených technických plynů v tlakových lahvích

Každý, kdo se zabývá svařováním v ochranných plynech, nebo svařováním plamenem, musí řešit dopravu tlakových lahví s technickými plyny. V praxi bývá tato doprava zajišťována různě. Někdy bezpečně, jindy méně bezpečně a často i zcela nebezpečně. Velké firmy jsou většinou zásobovány v souladu s bezpečnostními předpisy. Buď přímo dodavatelem technických plynů, nebo mají vlastní dopravu (tzv. vyhrazená vozidla) vyhovující podmínkám dohody ADR. Naproti tomu malé firmy, živnostníci, nebo soukromé osoby, řeší dopravu tlakových lahví různě. Většinou k tomu používají svá běžná vozidla od osobních automobilů přes různé pick-upy až po dodávky a nákladní automobily. Společným znakem těchto tzv. nevyhrazených vozidel je, že nesplňují podmínky ADR. Také na zásady bezpečné přepravy se v těchto případech příliš nedbá (Obrázek 8). [8]





*Obr. 8 Nedbalost při přepravě tlakových lahví [8]*

Zajištění nákladu:

- nakládka je povolena pouze tehdy, pokud jsou tlakové láhve se stlačeným plynem a jednotlivé části na vozidle umístěny nebo vhodnými prostředky zajištěny tak, že odolají silám, které mohou vzniknout za normálního provozu a tím neovlivní bezpečný provoz a nikoho neohrozí, [8]
- jednotlivé části tlakových lahví se stlačeným plynem musí být ve vozidle nebo kontejneru náležitě uloženy a vhodnými prostředky tak zajištěny, aby se zabránilo znaatelnému posunu mezi nimi navzájem i ve vztahu ke stěnám vozidla nebo kontejneru. Náklad může být chráněn například upevňovacími pásy připevněnými k bočnicemi, posuvnými přepážkami a stavitelnými opěrkami, vzduchovými vaky nebo protiskluzovými upevňovacími přípravky, [8]
- při přepravě vznikají díky zrychlení, brzdění a jízdě do zatáček síly, jako síly odstředivé, síly přitažlivé atp., které působí na těžiště tlakových lahví se stlačeným plynem, které při nedostatečném zajištění tlakových lahví mohou vést k posunutí, převrácení nebo pádu tlakových lahví se stlačeným plynem. [8]

Na možná nebezpečí a na zásady bezpečné přepravy tlakových lahví v nevyhrazených vozidlech upozorňuje právě probíhající informační kampaň Evropská asociace průmyslových plynů (European Industrial Gases Association), která je signatářem Evropské charty bezpečnosti silniční dopravy. Evropská asociace průmyslových plynů (dále jen „EIGA“) zahájila prostřednictvím národních asociací v ČR je to ČATP-kampaň vysvětlující nebezpečí přepravy tlakových lahví s plyny a kryogenních nádob vozidly, která nejsou pro tuto přepravu uzpůsobena. Česká asociace technických plynů (dále jen „ČATP“) je zájmovým sdružením

výrobců a distributorů technických plynů a výrobců a distributorů zařízení pro jejich aplikaci a skladování v ČR. Je řádným členem asociace EIGA. [8]

Ve snaze vyhovět požadavkům akce Ušetřete 25 000 lidských životů Evropské charty bezpečnosti silniční dopravy, asociace EIGA zahájila celoevropskou kampaň, vysvětlující nebezpečí. [15]

Přepravy tlakových lahví nebo kryogenních nádob lze provést i v nevyhrazených uzavřených vozidlech, tj. vozidlech, která nejsou pro přepravu lahví a kryogenních nádob určena. Během přepravy tlakových lahví nebo kryogenních nádob v nevyhrazených uzavřených vozidlech dochází každý rok k mnoha nehodám, z nichž některé, bohužel, končí smrtelným zraněním. Kampaň je určena na pomoc zákazníkům, distributorům a drobným podnikatelům a jejím cílem je bezpečnější doprava plynů. [8]

Asociace EIGA, která reprezentuje převážnou většinu evropských firem, vyrábějících a distribuujících průmyslové a medicínální plyny, provedla studie, jejichž výsledky ukázaly, že většina nehod během přepravy plynů je způsobena nedodržováním bezpečnostních pravidel. [8] Například:

- tlakové lahve nejsou během cesty řádně zajištěny, aby se nemohly pohybovat, [8]
- není zajištěno dobré větrání v uzavřeném vozidle,
- tlakové lahve s kapalnými/hořlavými plyny nejsou přepravovány ve svislé poloze, [8]
- zanechávání tlakových lahví uvnitř nevětraného vozidla. [8]

## 5 CÍL A METODY ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem práce je posoudit rizika při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích.

Vybrané dílčí cíle bakalářské práce:

- zpracování literární rešerše o přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích,
- analýza rizika při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích,
- navrhnutí redukce vybraných rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích

Dále byly použity následující analytické metody:

- kvalitativní analýza rizik (KARS),
- polo kvantitativní bodová analýza rizik „PNH“.

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 POSUZOVÁNÍ RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Analýza rizik je základním nezbytným krokem pro zvládnutí jakýchkoliv rizik ve společnosti, zvláště pak těch rizik, která ohrožují zdraví lidí a životní prostředí. Vzhledem k tomu, že existuje řada způsobů a metod, kterými lze rizika hodnotit, je důležitý výběr vhodné metody, vhodného přístupu vzhledem k situaci, cíli kontextu, ve kterém je hodnocení prováděno. [14]

Každý přístup a každá metoda hodnocení rizik má své výhody a nevýhody i své nedostatky. Volby vhodného přístupu a vhodné metody je proto závislá na účelu prováděného hodnocení, charakteru dat, která jsou k dispozici, finančních prostředcích často i na sociálně politickém kontextu. [14]

Největší překážkou při hodnocení rizik je obvykle nedostatek dat a informací. Povinnost zaměstnavatele řešit otázku rizik plyne přímo ze zákona č. 65/1965 ve znění pozdějších předpisů (zákoník práce, dále jen „ZP“), kdy v § 132 b odst. 1 se píše: „Zaměstnavatel je povinen provádět úkoly v prevenci rizik, tyto úkoly zajišťuje především svým odborně způsobilým zaměstnancem. Nemá-li odborně způsobilého zaměstnance a není-li sám odborně způsobilý, je povinen zajistit provádění úkolů v prevenci rizik prostřednictvím jiné odborně způsobilé osoby. [14]

Posuzování rizik při práci závisí na:

- účelu, pro který se má analýza provést,
- druhu nebezpečí, ohrožení,
- velikosti provozu, odvětví ekonomické činnosti. [5]

### 6.1 Osoby provádějící posuzování rizik v oblasti přepravy tlakových lahví

Pracovníci provádějící analýzu rizik v oblasti přepravy tlakových lahví musejí znát používané metody a mít důkladné znalosti o problémech daného subjektu. Posuzování rizik při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích může zvládnout i sám zaměstnavatel, zejména jde-li o malou provozovnu. [5]

Osoby posuzující rizika v oblasti přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích by měly mít znalosti nebo alespoň informace o:

- rizikových faktorech a rizicích, o jejichž existenci se již ví, jakož i o způsobu jejich vzniku, [5]
- používaných strojích, zařízeních, technologii a materiálech, [5]
- pracovních postupech, o organizaci a interakci mezi zaměstnanci a materiály, které používají, [5]
- vývoji ukazatelů úrazovosti zaměstnanců, [5]
- vztazích mezi zdroji rizika jejich účinkem, [5]
- pravděpodobnosti a závažnosti rizik, [5]
- počtu ohrožených osob a rozsahu předpokládaných škod, [5]
- relevantních právních a technických normách a požadavcích na bezpečnost, [5]
- tom, co je považováno za dobrou praxi v oblastech, pro které neexistují specifické právní normy. [5]

## **6.2 Odhad rizik pro zdraví vyplývajících z použití chemických činidel**

„Chemické činidlo“ znamená jakýkoliv chemický prvek nebo sloučeninu samu o sobě nebo přípravek, eventuálně prvek nebo sloučeninu přítomnou ve směsi, kterému je třeba věnovat pozornost jeho výrobě, skladování, přepravě, označování, odstraňování a manipulaci s chemickými činidly, a stejně tak je třeba věnovat pozornost jejich zpracování. [5]

Zaměstnavatel musí provést posouzení všech pracovišť, na kterých se rizikové chemikálie vyskytují nebo mohou vyskytovat. [5]

## **6.3 Identifikace nebezpečných chemikálií**

Každá nádoba obsahující chemickou látku by měla být opatřena nálepkou výrobce, která by uváděla její stupeň rizika. Výrobce by měl k tomuto cíli rovněž dodat listinu s potřebnými údaji. Pokud dojde k jakékoliv pochybnosti, měl by si uživatel vyžádat od výrobce nebo dodavatele písemnou informaci. [5]

Rizika a nebezpečí:

- na tlakové lahvi vždy musí být umístěna dobře čitelná etiketa, [4]
- údaje na etiketě musí být shodné s údaji,
- je-li etiketa nečitelná nebo dokonce chybí, láhev s plynem nepoužívat, tlakovou lahev pro přepravu plynů nechat vyměnit za novou, na které je etiketa čitelná, [4]
- vždy k zakoupenému plynu se musí obdržet příslušný bezpečnostní list s podrobnými bezpečnostními pokyny, [4]
- zkontrolovat číslo UN (číslo látky). [4]

Smíšený náklad:

- obecně jsou smíšené náklady plynů za určitých podmínek přípustné. Jestliže však celkové množství přepravovaného plynu přesáhne hodnotu 1 000 bodů ADR (v takovém případě nelze nakládání plynových lahví na vozidla, která pro tento účel nejsou vhodná) [4] (Příloha V.),
- prasknutí tlakových lahví nebo jejich ventilů může způsobit závažné úrazy nebo poškození majetku, [4]
- vliv tepla může aktivovat bezpečnostní zařízení (pokud je instalováno) a plyn se pak uvolní, [4]
- jestliže dojde k uvolnění zkapalněného plynu, vznikne při jeho vypařování velké množství plynné substance, [4]
- nikdy nepřevážet společně s plynem jinou NV (např. barvy, laky, rozpouštědla, kyseliny apod.), [4]
- vždy mít ve vozidle vhodný hasicí přístroj, [4]
- nekouřit ve vozidle nebo v jeho blízkosti nemanipulovat s otevřeným plamenem, [4]
- s tlakovými lahvemi s plynem zacházet opatrně a dbát na to, aby nedošlo k jejich vnějšímu poškození, [4]
- při nakládání a vykládání tlakové lahve se stlačeným plynem z vozidel nebo ramp neshazovat. [4]

Informace o smíšeném nákladu:

- vlastnosti plynů a s nimi spojené nebezpečí, [4]
- bezpečnostní list, [4]
- bezpečná přeprava, nakládání a vykládání plynových lahví, [4]

- bezpečnostní uskladnění plynových lahví, [4]
- bezpečné zacházení s plynovými lahvemi a příslušné vybavení, [4]
- opatření pro případ nouze. [4]

Další požadavky, které musí plnit osádka vozidla:

- v dopravních jednotkách, jimiž se přepravují stlačené plyny v tlakových lahvích, je zakázáno přepravovat osoby, kromě členů osádky vozidla, [9]
- členové osádky vozidla musí být řádně obeznámeni s obsluhou hasicích přístrojů, [9]
- řidič ani žádný jiný člen osádky nesmí otevřít kus obsahující NV, [9]
- přenosné svítilny nesmějí mít kovový povrch, který by mohl vyvolat jiskření, [9]
- žádná vozidla přepravující tlakové lahve s plyny nesmí stát bez zatažených parkovacích brzd, [9]
- přípojná vozidla bez brzdových ústrojí musí být při stání mimo provoz založena nejméně jedním zakládacím klínem. [9]

Vynětí z platnosti pro přepravu plynů:

- plynů obsažených v palivových nádržích nebo lahvích vozidla, provádějícího přepravu, a určených k jeho pohonu nebo k provozu některého z jeho zařízení, používaného nebo určeného k použití během přepravy (např. chladicí zařízení). [9]
- u pohonu na LNG, CNG a LPG platí, že celková kapacita nesmí překročit:
  - 1080 kg pro LNG a CNG,
  - 2250 litrů pro LPG, [9]
- plynů skupiny A a O, jestliže tlak plynu v nádobě nebo cisterně při teplotě 20 °C nepřevyšuje 200 kPa (2 bary) a jestliže plyn není zkapalněný nebo hluboce zchlazeným zkapalněným plynem (to platí pro všechny druhy nádob nebo cisteren, např. rovněž pro různé části strojů a přístrojů), [9]
- plynů obsažených v zařízeních používaných pro provoz vozidla (např. v hasicích přístrojích), včetně náhradních dílů (např. nahuštěných pneumatik, toto vynětí z platnosti se vztahuje rovněž na nahuštěné pneumatiky přepravované jako náklad, [9]
- plynů obsažených ve zvláštním zařízení vozidel a nezbytných pro provoz těchto zvláštních zařízení během přepravy (chladicí systémy, nádrže na ryby, ohříváče atd.), jakož i náhradních nádob, přepravovaných v téže dopravní jednotce, [9]
- plynů dosažených v potravinách (kromě UN 1950), včetně sycených nápojů,
- plynů obsažených v míčích určených pro použití ve sportech. [9]



## 6.4 Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích

Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích musí být prováděna stanovenými přepravními zásadami a bezpečnou manipulací. [4] Zásady přepravy a manipulace:

- ujistit se, že ventily tlakových lahví s plyny jsou zavřené, [4]
- tlakové lahve na dobu přepravy zabezpečit,
- zajistit je tak, aby nemohly sklouznout ani v případě eventuální dopravní nehody, [4]
- pokud je ventil na lahvi na zkapalněný plyn opatřen pojistným ventilem (např. u CO<sub>2</sub>), přepravovat lahve s plynem jen ve vertikální poloze, [4]
- v otevřených vozidlech musí být obecně všechny tlakové lahve s plynem přepravovány v horizontální nebo svislé poloze, [4]
- tlakové lahve se stlačeným plynem uložené v horizontální poloze by měly směřovat souběžně nebo v pravém úhlu k podélné ose vozidla, [4]
- tlakové lahve v blízkosti čelní stěny by vždy měly být uloženy v pravém úhlu k podélné ose, [4]
- s prázdnými tlakovými lahvemi zacházet stejně pozorně jako s plnými, [4]
- nikdy nepřepravovat tlakovou láhev se stlačeným plynem bez ochrany ventilu lahve (ocelový klobouček nebo pevně integrovaná ochrana ventilu), [4]
- malé tlakové lahve se stlačeným plynem bez ochranného ocelového kloboučku nebo integrované ochrany ventilů, u kterých ventily nemohou být chráněny krytem, musí být přepravovány ve zvláštních obalech, které zaručí stejnou bezpečnost jako ochrana ventilů, [4]
- nikdy nepřepravovat tlakovou láhev se stlačeným plynem, na které je ještě namontován redukční ventil nebo jiné zařízení, a to ani tehdy, je-li ventil lahve zavřený, [4]
- tlakové lahve se stlačeným plynem vyložit z vozidla co nejdříve po příjezdu do cílového místa (u stojícího vozidla je omezeno jeho provětrávání), [4]
- nikdy nenechávat tlakové lahve se stlačeným plynem ve vozidle bez dozoru, [4]
- nikdy nepoužívat tlakové lahve se stlačeným plynem ve vozidle, pokud vozidlo není pro takové používání určeno. [4]

### 6.4.1 Přeprava suchého ledu

Suchý led by se měl přepravovat výhradně v určených, tepelně izolovaných nádobách. Suchý led by se měl přepravovat pouze na krátké vzdálenosti. [4] Omezená přítěž je znázorněná v příloze V.

Zásady přepravy a manipulace:

- suchý led nikdy nepřevážet v plastových taškách, sáčcích nebo jiném obalu, který není pro tento účel určen, [4]
- náklad zabezpečit podle předpisu,
- pro přepravu využít samostatně větraný nákladní prostor, [4]
- jestliže se suchý led přepravuje v uzavřeném užitkovém vozidle bez samostatného větrání nebo v osobním vozidle, nechat otevřená okna a nastavte větrání (čerstvý vzduch) na nejvyšší stupeň, [4]
- náklad nikdy nenechávat ve vozidle přes noc,
- suchý led nikdy nepoužívat ve vozidle. [4]

### 6.4.2 Přeprava kapalného dusíku

Hluboce zmrazený zkapalněný dusík je velmi studený kapalný plyn, který se přepravuje v izolovaných uzavřených kryogenických zásobnících pod tlakem nebo v izolovaných otevřených kryogenických zásobnících (Dewarovy nádoby – termosky). [4] (Obrázek 9).



Obr. 9 Kryogenní zásobník [4]

Zásady přepravy a manipulace:

- Dewarovy nádoby nejsou plynotěsné a studený plyn neustále uniká, [4]
- přeprava se provádí pouze na krátké vzdálenosti,
- Dewarovy nádoby nikdy neutěšňovat tak, aby nepropouštěly plyn,
- Dewarovy nádoby přepravujeme vždy ve svislé poloze, protože jinak bude kapalina vytékat, kryogenické zásobníky zabezpečit podle předpisu, [4]
- dbát na to, aby ventily (pokud jsou osazeny) zůstaly zavřené, [4]
- zkontrolovat bezvadné upevnění ochranných krytů ventilů nebo uzávěrů (pokud jsou použity), [4]
- zásobníky vyložit z vozidla co nejdříve po příjezdu do cílového místa (u stojícího vozidla je výrazně omezeno jeho provětrávání), [4]
- náklad nikdy nenechávat ve vozidle přes noc, [4]
- kapalný dusík nikdy nepoužívat ve vozidle. [4]

## 6.5 Chování řidiče v případě nouze při úniku plynu

Při přepravě, stlačených plynů v tlakových lahvích, mohou nastat rizika související s nebezpečnými vlastnostmi těchto plynů. Důležité, při vyskytnutí těchto jevů, je chování řidičů přepravujících tlakové láhve se stlačeným plynem. [4]

Pokud plyn uniká a ve vozidle se vytváří nebezpečná atmosféra, postupuje se takto:

- zaparkovat vozidlo co nejdále od jiných osob a vozidel a vypnout motor, [4]
- otevřít dveře a vozidlo vyvětrat (pokud je to možné, otevřené ventily opět zavřít), [4]
- nedovolit jiným osobám přiblížení k vozidlu, [4]
- nepokračovat v jízdě není-li zaručena bezpečnost. [4]

Jestliže je unikající plyn hořlavý, postupuje se podle následujících pokynů:

- vypnutí možného zápalného zdroje,
- přivolat hasiče, uvést místo a přesné údaje o nákladu. [4]

Požár:

- okamžitě zastavit a vozidlo odstavit na bezpečné místo,
- vozidlo zabezpečit podle předpisů,
- pokud je to možné, pokusit se oheň uhasit,
- přivolat hasiče. [4]

Dopravní nehoda:

- pokud je vozidlo, ve kterém se přepravuje stlačený plyn, stalo účastníkem dopravní nehody, přivolat hasiče, [4]
- uvést místo vzniku dopravní nehody a přesné údaje o nákladu. [4]

V závislosti na dopravní situaci může ve velké míře vzniknout nutnost nouzového brzdění. Příkladem může být nehoda vozidla přepravující acetylen v tlakové lahvi, kdy acetylen, který unikl z netěsné tlakové lahve, která byla uložena v nákladním vozidle, se u ventilu vznítil. Řidiči se pak podařilo uniknout jen s velkým štěstím. Vozidlo totiž vzplanulo během pouhých dvou minut (Obrázek 10). [4]



*Obr. 10 Vozidlo po vzplanutí acetylénu v tlakové lahvi [4]*

## 7 VÝBĚR POSUZOVANÉHO SYSTÉMU PRO PŘEPRAVU STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Výběr posuzovaného systému je prvním krokem systematického posuzování rizika při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích, tj. výběr stroje, zařízení pracoviště, technologie, pracovní činnosti, používaného materiálu atd. vymezení a následné definování posuzovaného systému nám ukáže, kde se vyskytuje nebezpečí. [5]

Výběr je podstatně možný dvěma způsoby:

- soupisem všech provozních prostorů, strojů, zařízení, technologických uzlů, pracovních činností, kde je možno předpokládat ohrožení života a zdraví osob, [5]
- podle doporučeného všeobecného seznamu nebezpečí je možno lokalizovat místa na pracovištích a v pracovních postupech, kde se tato nebezpečí vyskytují. [5]

Součástí tohoto kroku má být i definování posuzovaného systému neboli určení jeho parametrů, tj. rizikových parametrů (např. teplota, rychlost atp.). [5]

K charakteristice systému patří např. i úroveň obsluhy zařízení: zda jde o osoby odborně způsobilé, zaškolené, anebo zda se se zařízením mohou přijít do styku laici, popř. mladiství. [5]

Zdroje a příčiny chyb lidského faktoru:

- neznalost základních pravidel manipulace se stlačenými plyny v tlakových lahvích, která vyplývá z toho, že osoby vykonávající činnosti spojené s manipulací stlačených plynů v tlakových lahvích, jsou součástí i přepravy, [2]
- neznalost nových poznatků, kdy osoby byly sice poučené, ale v souladu s platnými zásadami o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci (dále jen „BOZP“) nebylo vykonané periodické popřípadě jiné doplňující školení, [2]
- přecenění svých schopností, nedostatku znalostí a zkušeností,
- časová tíseň atd. [2]

### 7.1 Rizikové faktory

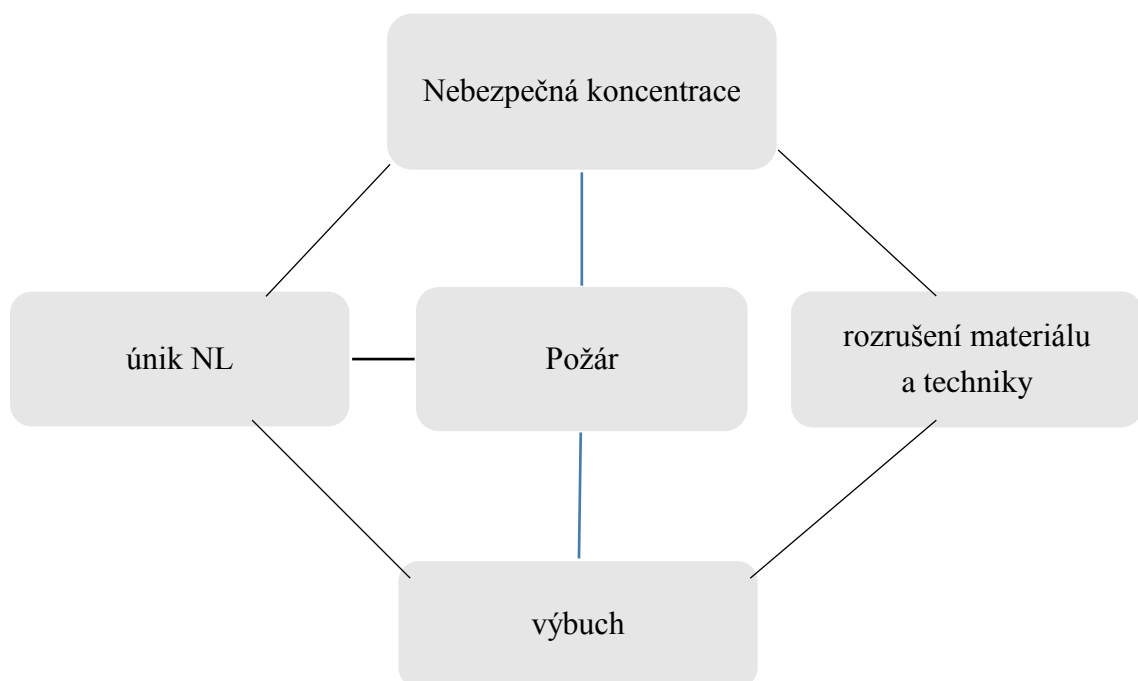
Při manipulaci stlačených plynů v tlakových lahvích může dojít k nežádoucím rizikovým faktorům:

- mechanické riziko – rozdrčení, náraz, výron vysokotlaké tekutiny apod.,

- tepelné riziko – popálení nebo opaření od předmětů nebo materiálů o velmi vysoké teplotě, od plamenů či výbuchů, [5]
- rizika vytvářená materiály a látkami – při kontaktu nebo inhalaci plynů a mlh, které mohou mít škodlivé, žíravé, dráždivé nebo toxické účinky, [5]
- organizace práce – faktory pracovního procesu (noční práce, odpočinek atd.), řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, údržba bezpečnostního zařízení, [5]
- psychologické faktory – pracovní zátěž, vliv konfliktů, vliv na rozhodování ve stresové situaci, reakce v nouzových situacích, [5]
- pracovní zařízení – pohyb dopravních prostředků, nebezpečí požáru nebo výbuchu (tlakové nádoby, plynové zařízení), mechanické ohrožení, [5]
- kombinace rizikových faktorů – některé individuální rizikové faktory, které se zdají být nevýznamné, mohou být v kombinaci s jinými rizikovými faktory ekvivalentní některému ze závažných rizikových faktorů. [5]

## 7.2 Kvalitativní analýza rizik

Cílem této metody je rozhodnout o tom, která rizika v přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích jsou pro daný systém nejnebezpečnější, a proto je nutné se jimi zabývat přednostně. Vyjádření souvztažnosti rizik je znázorněno v obrázku 12.



Obr. 11 Grafické vyjádření souvztažnosti rizik [10]

Rizika při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích:

- požár,
- únik plynu z tlakové lahve,
- výbuch,
- materiální škody způsobené dopravní nehodou,
- zranění obsluhy a osob,
- usmrcení obsluhy a osob,
- zamoření terénu,
- krádež tlakových lahví.

Rizika a jejich sestavení následků při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích:

- následkem dopravní nehody může dojít k uvolnění nákladu a tím poškodit dopravní prostředky, kritickou infrastrukturu, budovy a jiné materiální věci,
- následkem dopravní nehody může dojít ke zranění a usmrcení osob,
- následkem dopravní nehody může dojít k uniku plynu z tlakové lahve a následnému zamoření okolí,
- následkem dopravní nehody může dojít k úniku plynu z tlakové lahve a následnému výbuchu a ke kontaminaci okolního prostředí
- následkem dopravní nehody může dojít k požáru,
- při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích může dojít k jejich odcizení.

Veškeré rizika a následky těchto rizik jsou znázorněná v tabulce 8.

Tab. 8 Dělení událostí typu „požár, „nehoda“ a „toxické látky“ [13]

Kategorie	Název události	Důsledky	Riziko	Bezpečnostní za- řízení a funkce
„Nehoda“	Zastavení vozidla		Ohrožení dalších účastníků	Rychlé informování řidičů, omezení či zastavení provozu
	Kolize bez zranění	Materiální škody: - pro účastníka - pro stavbu, zařízení	Vyvolané nehody Riziko vzniku požáru při nehodě Zastavení či omezení provozu	Rychlé informování řidičů, omezení či zastavení provozu
	Kolize se zraněním či úmrtím	Škody na zdraví Materiální škody: - pro účastníka - pro stavbu, zařízení	Vyvolané nehody Riziko vzniku požáru při nehodě Zastavení či omezení provozu	Rychlé informování řidičů, omezení či zastavení provozu
Požár	Požár malého rozsahu	Škoda na zařízení a majetku účastníků Ohrožení zdraví účastníků	Vyvolané nehody Riziko vzniku požáru při nehodě Zastavení či omezení provozu	Rychlé informování řidičů, omezení či zastavení provozu. Zajištění úniku osob a spolupráce s IZS při likvidaci nehody



Tab. 8 Dělení událostí typu „požár, „nehoda“ a „toxické látky“ (Pokračování tabulky) [13]

	Požár středního rozsahu (do 20 MW)	Škody na zdraví Úmrtí vlivem požáru a zplodin Materiální škody na stavbě a zařízení	Riziko rozšíření požáru Vyvolané další nehody Zastavení provozu na další dobu	Rychlé informování řidičů, omezení či zastavení provozu. Zajištění úniku osob a spolupráce s IZS při likvidaci nehody
	Požár do 100 MW Velká a velmi velká exploze	Velké škody na zdraví Velký rozsah úmrtí vlivem požáru Rozsáhlé materiální škody na stavbě a zařízení Dlouhodobé omezení provozu		Rychlé informování řidičů, zastavení provozu. Zajištění úniku osob a spolupráce s IZS při likvidaci nehody
Toxické látky	Únik toxických a NL v malém rozsahu	Škody na zdraví účastníků v místě události	Rozšíření ohrožení do okolí	Rychlá identifikace události, zastavení provozu. Zajištění úniku osob a spolupráce s IZS při likvidaci nehody
	Únik toxických a NL ve velkém rozsahu	Velké škody na zdraví účastníků v místě události	Rozšíření ohrožení do okolí	

Kvalitativní analytická metoda využívá vzájemnou souvztažnost daných rizik, které se mohou vyskytnout při přepravě stlačených plynů v talkových lahvích. [10] Tabulka souvztažnosti těchto rizik je vyplněná, a znázorněna v tabulce 9, následujícím způsobem:

- 1 – existuje-li reálná možnost, že riziko  $R_i$  může vyvolat riziko  $R_j$ ,
- 0 – neexistuje-li reálná možnost, že riziko  $R_i$  může vyvolat riziko  $R_j$ . [10]

Tab. 9 Tabulka souvztažnosti rizik

Riziko	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Součet
1. Požár	0	1	1	1	1	1	1	0	6
2. Únik plynu z TL	1	0	1	0	0	0	1	0	3
3. Výbuch	1	1	0	1	1	1	1	0	6
4. Materiální škody	0	1	0	0	1	1	1	1	5
5. Zranění obsluhy a osob	0	0	0	1	0	1	0	1	3
6. Usmrcení obsluhy a osob	0	0	0	1	0	0	0	1	2
7. Zamoření terénu	0	0	0	1	1	1	0	0	3
8. Krádež tlakových lahví	0	0	0	1	1	1	0	0	3
<b>Součet</b>	2	3	2	6	5	6	4	3	

Koeficient aktivity  $K_{ARi}$  je procentuální vyjádření počtu návazných vytypovaných rizik pro riziko  $R_i$ , která mohou být vyvolána v případě, že toto riziko nastane. Koeficient pasivity  $K_{PRi}$  je procentuální vyjádření počtu návazných vytypovaných rizik, která mohou vyvolat následně riziko  $R_i$ : [10]

$$\bullet K_{ARi} = \frac{\sum Ri}{x-1} \cdot 100 [\%] \quad (1.1)$$

$$\bullet K_{PRi} = \frac{\sum Rj}{x-1} \cdot 100 [\%] \quad (1.2)$$

Výpočet koeficientů aktivity a pasivity je znázorněn v tabulce 10.

Tab. 10 Tabulka koeficientů aktivity a pasivity pro jednotlivá rizika

Riziko $R_i$	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
$K_{ARi} [\%]$	85,7	42,9	85,7	71,4	42,9	28,6	42,9	42,9
$K_{PRi} [\%]$	28,6	42,9	28,6	85,7	71,4	85,7	57,1	42,9

### 7.3 Grafické vyhodnocení analýzy

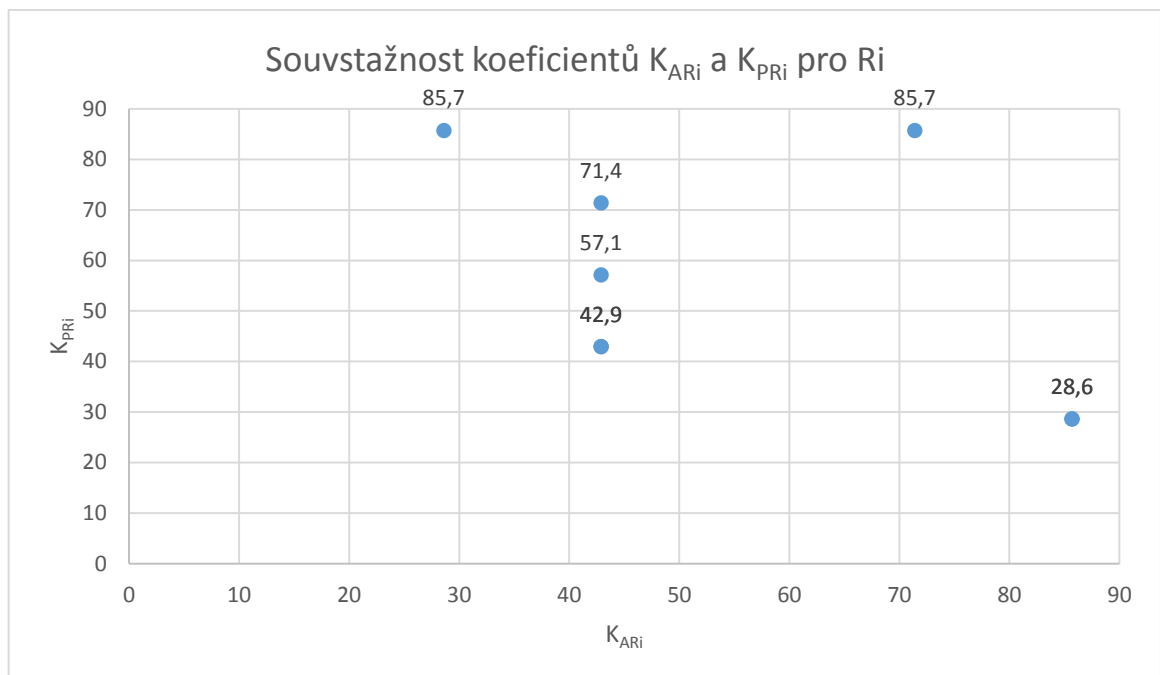
Pro přehledné zpracování výsledků získaných při použití výše uvedených vztahů využijeme formu grafického vyjádření a vyhodnocení. Tímto postupem lze získat výsledný graf analýzy KARS včetně vyznačení kvadrantů, který je znázorněn na obrázcích 12 a 13.

Vztahy pro zpracování výsledků:

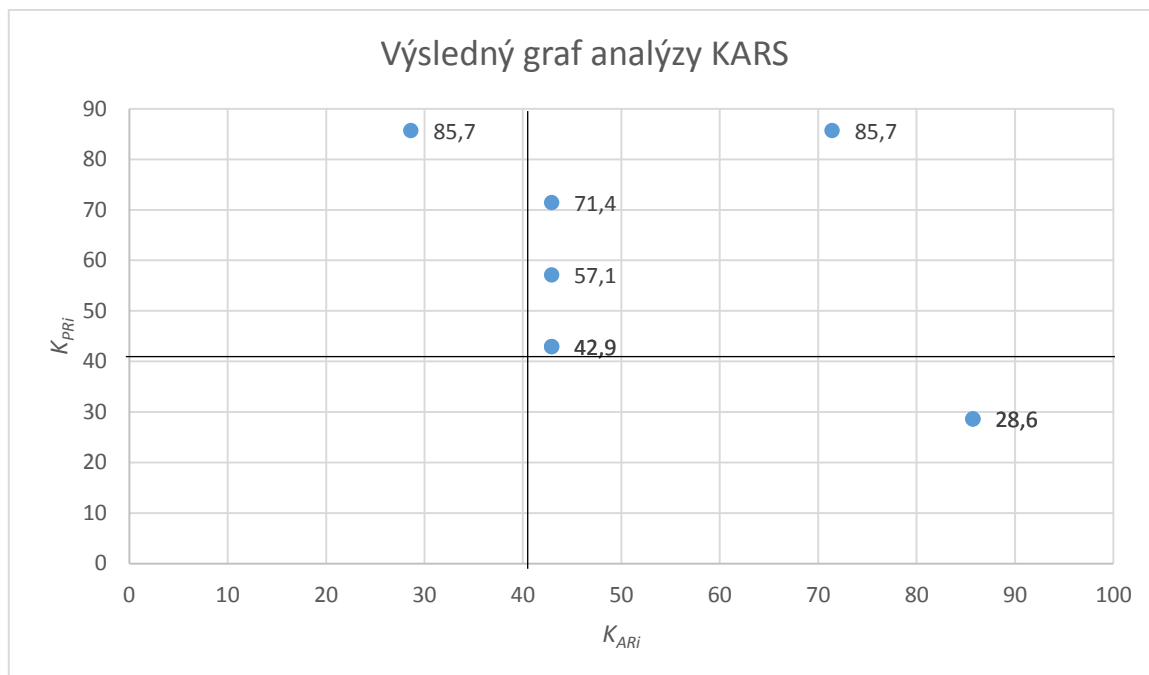
- $O1 = K_{Amax} - \frac{(K_{Amax} - K_{Amin})}{100} \cdot 80$  (1.3)

- $O2 = K_{Pmax} - \frac{(K_{Pmax} - K_{Pmin})}{100} \cdot 80$  (1.4)

- $K_{Amax} - K_{Amin} = 100 \%$  (1.5)



Obr. 12 Graf souvstažnost koeficientů  $K_{ARi}$  a  $K_{PRi}$  pro  $R_i$



Obr. 13 Výsledný graf analýzy KARS

Výsledek vybrané metody je s relativně velkou přesností, kterou lze zpracovat s využitím relativně jednoduchých matematických postupů. Metoda KARS udává návod ke stanovení priorit pro následnou analýzu rizik v systému. [10]

Pro vznik reálných MU při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích byly vyhodnoceny následující rizika se stanovením těch nejnebezpečnějších, kterým je nutné se zabývat přednostně. Objektivnost výsledků analýzy KARS závisí na odborných znalostech zpracovatele ve vztahu k řešenému problému. Nelze tedy zcela vyloučit různé odchylky v posuzování souvztažnosti některých rizik, přesto tento faktor zásadně neovlivní celkový výsledek analýzy.

#### 7.4 Polo kvantitativní bodová metoda analýzy rizik „PNH“

Popisovaný postup lze použít na hodnocení všech nebezpečí ohrožující život, zdraví i životní (pracovní) prostředí. Pomocí této metody se vyhodnocuje příslušné riziko ve třech jeho složkách, a to s ohledem na Pravděpodobnost vzniku (P), Pravděpodobnost následků (N), Názor hodnotitelů (H). [14]

Odhad Pravděpodobnosti vzniku (P), se kterou může uvažované nebezpečí opravdu nastat, je stanoven dle stupnice odhadu pravděpodobnosti vzestupně číslem od 1 do 5 (Tabulka 11), kde je zjednodušeně zahrnuta míra, úroveň a kritéria jednotlivých nebezpečí a ohrožení. [14]

Tab. 11. P-pravděpodobnost vzniku a existence nebezpečí [14]

Nahodilá	1
Nepravděpodobná	2
Pravděpodobná	3
Velmi pravděpodobná	4
Trvalá	5

Rovněž pro stanovení pravděpodobnosti následků (N), tj. závažnosti nebezpečí, je stanovena stupnice od 1 do 5 (Tabulka 12). [14]

Tab. 12. N-možné následky ohrožení [14]

Poškození zdraví bez pracovní neschopnosti	1
Absenční úraz (s pracovní neschopností)	2
Vážnější úraz vyžadující hospitalizaci	3
Těžký úraz s trvalými následky	4
Smrtelný úraz	5

V položce (H), v němž se zohledňuje míra závažnosti ohrožení, počet ohrožených osob, čas působení ohrožení, stáří a technický stav technologických zařízení, objektů apod., úroveň údržby, kumulace rizik, dynamičnost rizika, možnost zajištění první pomoci, vliv pracovního systému, pracovního prostředí a pracovních podmínek, psychosociální rizikové faktory, případně i další vlivy potencující riziko (Tabulka 13). [14]

Tab. 13 H-názor hodnotitelů [14]

Zanedbatelný vliv na míru nebezpečí a ohrožení	1
Malý vliv na míru nebezpečí a ohrožení	2
Větší, zanedbatelný vliv na míru ohrožení a nebezpečí	3
Velký a významný vliv na míru ohrožení a nebezpečí	4
Více významných a nepříznivých vlivů na závažnost a následky ohrožení a nebezpečí	5

Pro posouzení a vyhodnocení zdrojů rizik je použito následující specifikace, která se zaznamenává do sloupců „P“, „N“, „H“ v příslušné tabulce. [14] Celkové hodnocení rizika lze pak následovně po stanovení jednotlivých článků získat součinem, jehož výsledkem je pak ukazatel míry rizika – R (Tabulka 14). [14]

$$R = P \times N \times H \quad (1.6)$$

Tab. 14 Vyhodnocení rizik [14]

Rizikový stupeň	R	Míra rizika
I.	> 100	Nepřijatelné riziko
II.	51 + 100	Nežádoucí riziko
III.	11 + 50	Mírné riziko
IV.	3 + 10	Akceptovatelné riziko
V.	< 3	Bezvýznamné riziko

Bodové rozpětí vyjadřuje naléhavost úkolů přijetí opatření ke snížení rizika a prioritu bezpečnostních opatření, který by měl být obsažen v plánu zvýšení úrovně bezpečnosti, jenž by měl být součástí vyhodnocení a dokumentace rizik. Při stanovení kategorie závažnosti vyhodnocených rizik je možné rozdělení do pěti rizikových stupňů (I. až V.) a celkové hodnocení míry rizika (R) je pak následující: [14]

- I. nepřijatelné riziko s katastrofickými důsledky, vyžadující okamžité zastavení činnosti, odstavení z provozu do doby realizace nezbytných opatření a nového vyhodnocení rizik. Práce nesmí být zahájena, nebo v ní nesmí být pokračováno, dokud se riziko nesníží, [14]
- II. nežádoucí riziko vyžadující urychlené provedení odpovídajících bezpečnostních opatření snižujících riziko na přijatelnou úroveň, na snížení rizika se musí přidělit potřebné zdroje, [14]
- III. mírné riziko, i když není nutnost opatření tak závažná jako u rizik kategorie II. Bezpečnostní opatření nutno zpravidla realizovat dle zpracovaného plánu podle rozhodnutí vedení podniku. Prostředky na snížení rizika musí být implementovány ve stanoveném časovém období. Je-li toto riziko spojeno se značnými nebezpečnými následky, musí se provést další zhodnocení, aby se přesněji stanovila pravděpodobnost vzniku úrazu, jako podklad pro stanovení potřeby dosažení zlepšení a snížení rizika, [14]
- IV. akceptovatelné riziko, riziko přijatelné se souhlasem vedení. Je nutno zvážit náklady na případné řešení nebo zlepšení, v případě, že se nepodaří provést technická bezpečnostní opatření ke snížení rizika, je třeba zavést vhodná organizační opatření. Většinou postačuje školení obsluhy, běžný dozor apod., [14]
- V. bezvýznamné riziko, není vyžadováno žádné zvláštní opatření. Nejedná se však o 100 % bezpečnost, proto je nutno na existující riziko upozornit a uvést např. jaká organizační a výchovná opatření je třeba realizovat. [14]

Možná rizika byly zpracovány na základě pracovních náplní řidičů a osádky vozidla při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích. Aplikace metody PHN na bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích je uvedena v tabulce 15.

Identifikace nebezpečí:

- následkem dopravní nehody může dojít k uvolnění nákladu a tím poškodit dopravní prostředky, kritickou infrastrukturu, budovy a jiné materiální věci,
- následkem dopravní nehody může dojít ke zranění a usmrcení osob,
- následkem dopravní nehody může dojít k uniku plynu z tlakové lahve a následnému zamoření okolí,
- následkem dopravní nehody může dojít k úniku plynu z tlakové lahve a následnému výbuchu,

- následkem dopravní nehody může dojít k požáru,
- při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích může dojít k jejich odcizení.

Tab. 15 Aplikace metody PHN na bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích

Druh činnost	Zdroj rizika	Identifikace nebezpečí	Vyhodnocení závažnosti rizika				Bezpečnostní opatření (opatření k omezení rizika)
			P	N	H	R	
Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích	Požár	Následkem dopravní nehody může dojít k požáru motorové nebo zavazadlové části vozidla	2	4	5	40	<b>Opatření:</b> pracovníci musí být prokazatelně seznámeni s předpisy a nařízením, obsluhou dopravního prostředku a vlastnostmi přepravovaného plynu
	Únik plynu z tlakové lahve	Vlivem jízdy a špatné kontroly může dojít k úniku plynu z tlakových lahví	2	1	3	6	
	Výbuch	Následkem dopravní nehody a úniku plynu z tlakové lahve může dojít k požáru motorové nebo zavazadlové části vozidla	2	4	5	40	



Tab. 15. Aplikace metody PHN na bezpečnost přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích (pokračování tabulky)

Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích	Materiální škody způsobení dopravním nehodou	Následkem dopravní nehody může dojít k uvolnění nákladu a tím poškodit dopravní prostředky, kritickou infrastrukturu, budovy a jiné materiální věci	3	3	4	36	<b>Opatření:</b> pracovníci musí být prokazatelně seznámeni s předpisy a nařízením, obsluhou dopravního prostředku a vlastnostmi přepravovaného plynu
	Zranění osob	Následkem dopravní nehody může dojít ke zranění osob	1	2	3	6	<b>Opatření:</b> pracovníci musí být proškoleni v první pomoci
	Usmrcení obsluhy a osob	Následkem dopravní nehody může dojít k usmrcení osob	1	5	4	20	
	Zamoření terénu	Následkem dopravní nehody může dojít k uniku plynu z tlakové lahve a následnému zamoření okolí	3	2	4	24	<b>Opatření:</b> pracovníci musí být prokazatelně seznámeni s předpisy a nařízením, obsluhou dopravního prostředku a vlastnostmi přepravovaného plynu
	Krádež tlakových lahví	Při přepravě stlačených plynů v tlakových lahvích může dojít k jejich odcizení	2	1	4	8	<b>Opatření:</b> pracovníci musí být seznámeni s obsluhou dopravního prostředku a ochranou a zabezpečením nákladu

Z tabulky 15 vyplývá, že nejzávažnější rizika jsou rizika při požáru a výbuchu následkem dopravní nehody. Podle tabulky 11 je míra rizika mírná.

## 7.5 Podlimitní množství stlačených plynů v lahvích a jeho výpočet

Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích, kdy platí úlevy od ADR je přeprava v tzv. podlimitním množství. Stlačené plyny v lahvích jsou pro tyto účely zařazeny do přepravních

kategorií 0-4 jak je uvedeno v příloze V. Při přepravě nebezpečného množství stlačených plynů v tlakových lahvích v podlimitním množství v různých přepravních kategoriích, se musí množství nákladu přepočítat pomocí přepočítávacích koeficientů (Tabulka 16). [9]

Tab. 16 Podlimitní množství [9]

Přepravní kategorie	Přepočítávací koeficient	1 kg/l = bodů
1	50	50
1 <sup>a</sup>	20	20
2	3	3
3	1	1
4	-	-

Aby přeprava mohla být podlimitní, nesmí součet bodů překročit číslo 1 000. [9 ] Pro modelový příklad výpočtu (Tabulka 17) bylo zvoleno následující množství tlakových lahví s plynem: jedna 20 l láhev s chlórem (UN 1017) a deset lahví se stlačeným kyslíkem (UN 1072).

Tab. 17 Výpočet podlimitního množství [9]

UN	Název	OS	Množství	Přepravní kategorie	Přepočítávací koeficient	Bodů
1017	Chlór	-	20	1	20	20x20 = 400
1072	Kyslík, stlačený	-	600	3	1	600x1 = 600
					Celkem: 1 000	

Z výpočtu vyplývá, že přeprava uvedeného množství stlačeného plynu v tlakových lahvích musí být podlimitní, neboť součet bodů je 1 000.

## 8 KARTOGRAFICKÁ VIZUALIZACE PŘIPRAVY STLAČENÝCH PLYNŮ V TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Cílem této vizualizace je umožnit orgánům Krizového řízení (dále jen „KŘ“) a IZS sledování pohybu silničních přepravních prostředků se stlačenými plyny v tlakových lahvích a rychlý, kvalifikovaný zásah v případě dopravní nehody, nebo jiné příčiny ohrožení osob, kritické infrastruktury a ŽP přepravovanými stlačenými plyny v tlakových lahvích. [16]

### 8.1 Návrh základní funkcionality

Přeprava stlačených plynů v tlakových lahvích musí být znázorněna základní funkcionalitou. Mezi základní návrhy funkcionality patří:

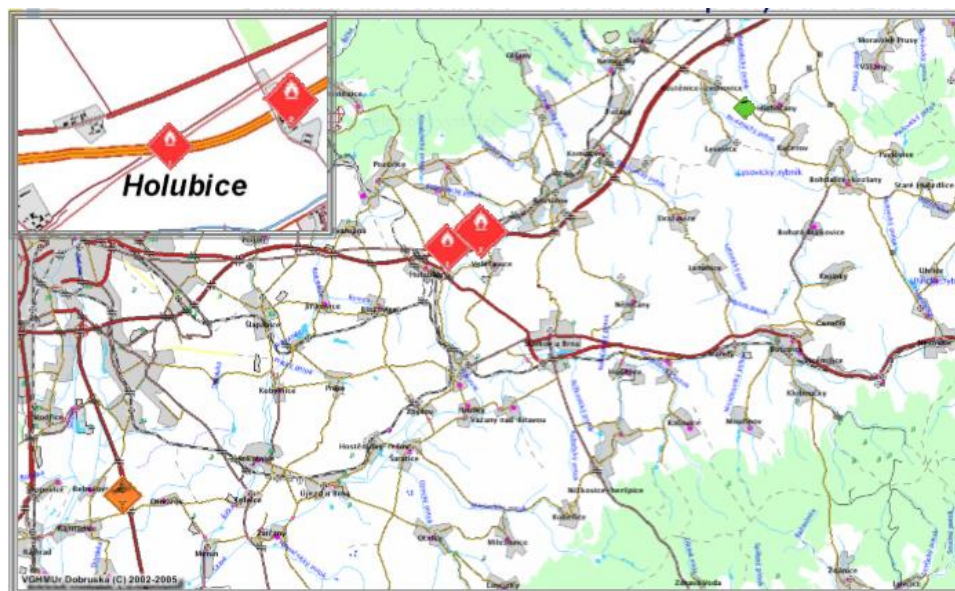
- V případě normálního provozu:
  - Sledování polohy vozidel, které přepravují stlačené plyny v tlakových lahvích v regionu (celkový pohled):
    - ✓ současná poloha vozidel,
    - ✓ identifikace tras,
    - ✓ identifikace nákladu (symbol),
    - ✓ potenciální rizika přepravovaného nákladu. [16]
  - Informace o okolí pohybujícího se vozidla (případně na celou přepravní trasu):
    - ✓ geografické charakteristiky okolí,
    - ✓ z posouzení kritické infrastruktury:
      - průmyslová a dopravní infrastruktura,
      - sídla a velké koncentrace lidí,
      - omezení (otevírací hodiny, provoz),
      - sociální struktura (školy, nemocnice, benzinové stanice),
    - ✓ přítomnost dalších vozidel převážejících NV. [16]
- V případě havárie vozidla – kontextová vizualizace:
  - ✓ výchozí bodem jsou již existující řešené scénáře – interview s účastníky,
  - ✓ přehled rolí při řešení havárie,
  - ✓ přehled kartografických podkladů informací nutných pro řešení určitého zásahu – scénáře, znázornění kontextově dle rolí účastníků řešení situace, uživatelské profily. [16]

## 8.2 Základní údaje kartografické vizualizace přepravy stlačených plynů v tlakových lahvích

Základní údaje související se standartní situací při sledování pohybu vozidel přepravujících stlačené plyny v tlakových lahvích:

- geodetický referenční systém – WGS 84,
- zobrazení – UTM,
- topografické podklady – RETM,
- speciální vrstvy,
  - zásahové okrsky HZS, Policie ČR, ZZS,
  - kritická místa na komunikacích,
  - ekologické vrstvy,
  - chemické výroby,
  - ostatní kritická infrastruktura v dopravě. [16]

Standartní situace při sledování pohybu vozidel se stlačenými plyny v tlakových lahvích je znázorněna na obrázku 14. [16]



Obr. 14 Sledování pohybu vozidla přepravující stlačené plyny v tlakových lahvích [16]

Havárie vzniklá s účastí vozidla přepravující stlačené plyny v tlakových lahvích je znázorněna na obrázku 15.



### 8.3 Kontextové zobrazení

Kontextové zobrazení sloužící k znázornění tří aktivních mapových polí:

- administrativní členění a rozsah aktivního mapového pole,
- přehled vozidel – pohyb vozidel a míra rizika,
- okolí vozidla – vozidlo a ohrožené objekty v jeho dosahu.
- Base Topo:

Iniciální kontext mapového pole, kde uvedený kontext je dále členěn na:

- ✓ Topografický obsah (povinný a volitelný), který je vizualizován jako podklad v odstínech šedi, [16]
- ✓ Tématiku, která zahrnuje jednak citlivou kritickou infrastrukturu, pohybující se náklad (podle ADR) a míra rizika přepravy. Prvky tematiky jsou realizovány v barevných odstínech pro zvýraznění vizuálního vjemu uživatele (Obrázek 17). [16]



*Obr. 17 Znázornění aktivního mapového pole [16]*

- Sledování havárie zahrnuje povinný a volitelný topografický obsah v odstínech šedi, v uvedeném případě ovšem vycházející z podkladu DMÚ 25 modifikovaného podle pravidel kontextu. [16] Tématika je reprezentována umístěním havarovaného vozidla s barevnou značkou podle ADR:
  - ✓ B1 Water – riziko průsaku nebezpečné látky (barevné symbolice je doplněna specifická tematika se vztahem k uvedenému riziku), [16]

- ✓ B2 Air – riziko znečištění ovzduší,
- ✓ B3 Fire – riziko ohně,
- ✓ B4 Blast – riziko výbuchu. [16]

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo poukázat na nebezpečí, které doprovází přepravu stlačených plynů v tlakových lahvích. Manipulaci a tím i přepravu stlačených plynů v tlakových lahvích lze řešit mnoha způsoby, ale nebezpečí, které je doprovází, je nejčastěji na straně řidičů, kteří mimo jiné nedodržují zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, předpisy o silniční dopravě a dohodu ADR. Dalším problémem je, že řidiči často nevědí, co ve skutečnosti převážejí. Dalo by se říci, že obsah tlakových lahví nebo nákladního prostoru neodpovídá tomu, co je deklarováno v přepravních dokumentech, a tím vzniká největší riziko těchto přeprav, a to detonace a toxicita.

Popsat způsoby dopravy tlakových lahví, bezpečnostní opatření, které jsou touto přepravou doprovázeny a ukázkou názorných metod KARS a PNH, které sloužili pro posouzení a vyhodnocení daných rizik. Pro redukci možného přepravního řešení, které by napomohlo záchranným složkám v rychlé identifikaci nebezpečí a tím včasnému zásahu a ke zmírnění dopadů dopravních nehod s přepravou stlačených plynů v tlakových lahvích je zde uvedena Kartografická vizualizace přepravy stlačených plynů v tlakových.

Bezpečnost nikdy není stoprocentní, ale při dodržování silničních předpisů, dohody ADR a v neposlední řadě prevence a důsledná kontrola dopravců ze strany státní správy při přepravě tlakových lahví se stlačeným plynem, mohou být rizika působící na vznik MU minimální.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KRATOCHVÍL, Václav. *Tlakové láhve z hlediska požární bezpečnosti*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-070-8.
- [2] TOMEK, Miroslav, SEID, Miloslav a Luboš HALAMA. *Bezpečnost' prepravy nebezpečných vecí*. Žilina: Hydropneutech, 2008. ISBN 978-80-968479-9-0.
- [3] BRDIČKA, Rudolf a DVOŘÁK Josef. *Základy fyzikální chemie*. Vydání 2. přepracované. Praha: Academia, 1977.
- [4] WWW.MESSERGROUP.COM: <https://www.messergroup.com/documents/> [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <<https://www.messergroup.com/documents/20591/848117/Bezpe%C4%8Dna+doprava+tlakov%C3%BDch+lahv%C3%AD.pdf/a5f89636-b562-4d1f-827e-a3102ecf21ef>>
- [5] ROŽEK, František, Vojtěch MRÁZ a Jaroslav BRÁCHA. *Management rizika*. Díl I. Brno: RoVS Rožnovský vzdělávací servis, 1998.
- [6] BUĎA, Jan. *Bezpečnost práce v silniční dopravě*. Praha: Bertelsmann Springer, 2003. ISBN 80-86411-42-7.
- [7] ČSN 69 0012: *Tlakové nádoby stabilní. Provozní požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [8] [Http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2008070101](http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2008070101) [online]. 2008 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2008070101>
- [9] Dekra. *Přeprava nebezpečných věcí: Kusy a volně ložené látky ADR 2017*. Praha. Dostupné také z: <https://dekra.cz/>
- [10] CHALOUPKA, Pavel a Milan ŘÍHA. *Průmyslové havárie: pro studenty vyšších odborných škol*. Praha: Námořní akademie České republiky, 2008. ISBN 978-80-87103-10-4
- [11] MAYER, Gerhard. *Přeprava nebezpečných věcí v praxi*. 1. vydání. Wien: TÜV Österreich Akademie, 2005. ISBN 3-901942-03-3.
- [12] ŠIMÁK, L., J. HORÁČEK, J. MÍKA, L. NÉMETH, L. NOVÁK. *Základné pojmy krizového manažmentu*. Žilina: FŠI ŽU, 2004. ISBN 80-88829-66-6.

- [13] PŘIBYL, Pavel, JANOTA Aleš a Juraj ŠPALEK. *Analýza a řízení rizik v dopravě: Tunely na pozemních komunikacích a železnici*. Praha: BEN, technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-2140-0.
- [14] RIZIKA A JEJICH ANALÝZA. [Http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske nav/prednasky/web/RIZIKA](http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske_nav/prednasky/web/RIZIKA) [online]. Ostrava, 2006 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: [http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske nav/prednasky/web/RIZIKA](http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske_nav/prednasky/web/RIZIKA)
- [15] EIGA: [Https://www.eiga.eu/publications/safety-informations-transport/](https://www.eiga.eu/publications/safety-informations-transport/) [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.eiga.eu/publications/safety-informations-transport/>
- [16] Kartografická vizualizace. <http://geokrima.geogr.muni.cz/>[online]. Brno, 2005 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://geokrima.geogr.muni.cz/publikace.html>
- [17] ČESKO. Zákon č. 150/2000 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-150>
- [18] Vyhláška č. 21/1979 Sb. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnost. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 1980. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1979-21>
- [19] Vyhláška č. 18/1979 Sb. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 1980. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1979-18>
- [20] Vyhláška č. 246/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2001. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-246>
- [21] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2008. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [22] VONDRÁK, Dalibor a Jaroslav VULTERIN. *Analytická chemie*. Bratislava: SNTL Nakladatelství technické literatury, 1985

- [23] Bozpprofi.cz: *www.bozpprofi.cz* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/podminky-pro-prepravu-tlakovych-lahvi-v-dodavkovem-vozidle-uniqueidgOkE4NvrWuNbYgYq82yeiNjn7r9Sq7bkayX0xicUK50/>
- [24] MESSERGROUP.COM: *Messergroup.com* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.messergroup.com/web/messer-technogas-spol.-s.r.o./znaceni-tlakovych-lahvi>
- [25] IVBP Brno. *Management rizika II: Praktický návod k použití vybraných postupů a metod analýzy a hodnocení rizik*. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS-Rožnovský vzdělávací servis, 2001.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

A	Asphaxiate.
ADR	Accord européen au transport international des marchandises par route
BAR	Jednotka tlaku
CO <sub>2</sub>	Carbon
CNG	Compressed Natural Gas .
CLP	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures.
ČR	Česká republika
ČATP	Česká asociace technických plynů
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
EU	Evropská Unie
EIGA	European Industrial Gases Association
F	Flammable
H	Hodnotitel
HZS	Hasičský záchranný sbor
IBC	Integrované bezpečnostní centrum
ISO	International Organization for Standardization
IZS	Integrovaný záchranný systém
KARS	Kvalitativní analýza rizik s využitím jejich souvztažnosti
KG	Kilogram
kPa	Kilopascal
KŘ	Krizové řízení
L	Litr
LC <sub>50</sub>	Snrtečná koncentrace

---

LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquified Petroleum Gas
M <sup>3</sup>	Metr krychlový
MM	Milimetr
ml	Mililitr
MU	Mimořádná událost
MPa	Megapascal
MW	Megawatt
N	Následek
NL	Nebezpečná látka
NV	Nebezpečná věc
O	Oxidize
OSN	Organizace spojených národů
P	Pravděpodobnost vzniku
Policie ČR	Policie České republiky
ppm	Parts per milion
RETM	Rastrové ekvivalenty topografických map
T	Toxic
TC	Toxic Caustic
TF	Toxic Flammable
TFC	Toxic Flammable Caustic
TL	Tlakové láhve
TO	Toxic Oxidize
TOC	Toxic Oxidize Caustic
UN	Identifikační číslo látky
UTM	Universal Transverse Mercator

WGS 84	World Geodetic System
ZP	Zákoník práce
ZZS	Zdravotnický záchranný systém
ŽP	Životní prostředí

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Právní normy přepravy nebezpečných věcí

Obr. 2 Označování tlakových lahví

Obr. 3 Otevřené vozidlo pro přepravu tlakových lahví

Obr. 4 Přeprava tlakových lahví v přípojném vozíku

Obr. 5 Uzavřené užitkové vozidlo pro přepravu tlakových lahví

Obr. 6 Osobní vozidlo se zavazadlovým prostorem pro přepravu tlakových lahví

Obr. 7 Osobní vozidlo pro přepravu tlakových lahví

Obr. 8 Nedbalost při přepravě tlakových lahví

Obr. 9 Kryogenní zásobník

Obr. 10 Vozidlo po vzplanutí acetylenu v tlakové lahvi

Obr. 11 Grafické vyjádření souvztažnosti rizik

Obr. 12 Graf souvztažnost koeficientů  $K_{ARi}$  a  $K_{PRi}$  pro  $Ri$

Obr. 13 Výsledný graf analýzy KARS

Obr. 14 Sledování pohybu vozidla přepravující NL

Obr. 15 Znázornění místa havárie

Obr. 16 Znázornění použití pracovních postupů

Obr. 17 Znázornění aktivního mapového pole

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Základní charakteristika plynů

Tab. 2 Rozdělení nebezpečných látek do skupin podle nebezpečných vlastností

Tab. 3 Rozdělení plynů do skupin snášenlivosti [8]

Tab. 4 Přepravní počet plynových lahví

Tab. 5 Přepravní omezené množství suchého ledu

Tab. 6 Přepravní omezený počet uzavřených kryogenických zásobníků

Tab. 7 Přepravní omezené množství kapalného dusíku

Tab. 8 Dělení událostí typu „požár, „nehoda“ a „toxické látky“

Tab. 9 Tabulka souvztažnosti rizik

Tab. 10 Tabulka koeficientů aktivity a pasivity pro jednotlivá rizika

Tab. 11 P-pravděpodobnost vzniku a existence nebezpečí

Tab. 12 N-možné následky ohrožení

Tab. 13 H-názor hodnotitelů

Tab. 14 Vyhodnocení rizik

Tab. 15 Tabulka metody PHN

Tab. 16 Podlimitní množství

Tab. 17 Výpočet podlimitního množství



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I Členové Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí

Příloha II Barevné rozlišení pruhy na tlakových lahvích

Příloha III Slovní a barevné pruhy na tlakových lahvích

Příloha IV. Zákaz společného nakládání

Příloha V. Přepravní omezené množství

## PŘÍLOHA P I: ČLENOVÉ EVROPSKÉ DOHODY O MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ

*Tabulka evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí a její členové [9]*

Členské státy a rok jejich přistoupení k Dohodě ADR		
Albánie 2005	Andorra 2009	Ázerbájdžán 2000
Belgie <sup>x</sup> 1960	Bělorusko 1993	Bosna a Hercegovina 1993
Bulharsko 1995	Česká republika 1993	Černá hora 2006
Dánsko 1981	Estonsko 1993	Finsko 1979
Francie <sup>x</sup> 1960	Gruzie 2016	Chorvatsko 1992
Irsko 2006	Island 2011	Itálie <sup>x</sup> 1963
Kazachstán 2001	Kypr 2004	Lichtenštejnsko 1994
Litva 1996	Lotyšsko 1995	Lucembursko <sup>x</sup> 1970
Maďarsko 1979	Malta 2007	Makedonie 1997
Maroko 2001	Moldavsko 1998	Německo <sup>x</sup> 1969
Nizozemsko <sup>x</sup> 1963	Norsko 1976	Polsko 1975
Portugalsko 1967	Rakousko <sup>x</sup> 1973	Rumunsko 1994
Rusko 1994	Řecko <sup>x</sup> 1988	Slovensko 1993
Slovinsko 1992	Srbsko 2001	Španělsko 1972
Švédsko 1974	Švýcarsko <sup>x</sup> 1972	Tádžikistán 2011
Tunisko 2008	Turecko 2010	Ukrajina 2000
Velká Británie <sup>x</sup> 1968		

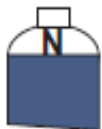



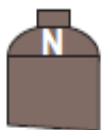

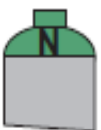
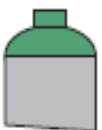
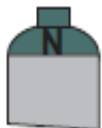

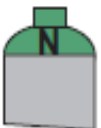
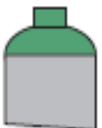
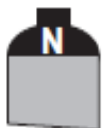

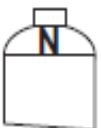

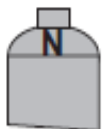
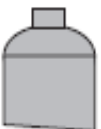
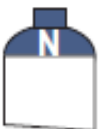

<sup>x</sup> zakládající členové

## PŘÍLOHA P II: BAREVNÉ ROZLIŠENÍ PRUHY NA TLAKOVÝCH LAHVÍCH

Tabulka: Barevné označení v systému RAL podle ČSN EN 1089-3

Barva	EN 1089-3	číslo RAL	Název RAL
	žlutá	1018	zinková žlutá
	červená	3000	ohnivě červená
	světle modrá	5012	světle modrá
	jasně zelená	6018	zelenožlutá
	kaštanová	3009	oxidovaná červená
	bílá	9010	bílá
	modrá	5010	enciánová modrá
	tmavě zelená	6001	smaragdová zelená
	černá	9005	černá
	šedá	7037	prachová šedá
	hnědá	8008	olivově hnědá
	tyrkysově modrá	5018	tyrkysová modrá

## PŘÍLOHA P III: DRUHY PLYNŮ NA TLAKOVÉ LAHVI OZNAČENÉ SLOVNĚ I BAREVNÝM PRUHEM

Stávající stav (převažující)	Nový	Stávající stav (převažující)	Nový
 <ul style="list-style-type: none"> <li>bílá</li> <li>modrá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bílá</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>červená</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>červená</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>
Kyslík		Vodík / vodík směs	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>kaštanově hnědá</li> <li>kaštanová</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>kaštanově hnědá</li> <li>kaštanová</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>jasně zelená</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>jasně zelená</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>
Acetylen		Inertní plyny a směsi (Ar + CO <sub>2</sub> )	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>tmavě zelená</li> <li>šedá (hnědá)</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>tmavě zelená</li> <li>šedá (hnědá)</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>jasně zelená</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>jasně zelená</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>
Argon		Vzduch a syntetický vzduch, technický	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>černá</li> <li>šedá (jasně zelená)</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>černá</li> <li>šedá (jasně zelená)</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bílá</li> <li>bílá</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bílá</li> <li>bílá</li> </ul>
Dusík		Kyslík medicínální	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>šedá</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>šedá</li> <li>šedá</li> <li>základová</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>modrá</li> <li>bílá</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>modrá</li> <li>bílá</li> </ul>
Oxid uhličitý		Medicínální oxid dusný	

Obrázek: Označení plynových lahví [4]



Obrázek: Označení plynových lahví [4]

## PŘÍLOHA P IV. ZÁKAZ SPOLEČNÉHO NAKLÁDÁNÍ

Bezp. značky/Nálepky k ozn. nebezpečí	1	1.4	1.5	1.6	2.1, 2.2, 2.3	3	4.1	4.1+1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.2+1	5.1	6.2	7A, 7B, 7C	8	9
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1.4	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1.5	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1.6	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2.1, 2.2, 2.3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4.1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4.1+1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4.2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4.3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5.1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5.2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5.2+1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
6.2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
7A, 7B, 7C	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
8	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
9	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Obrázek: Zákaz společného nakládání[11]

- Společné nakládání povoleno.
- Společné nakládání zakázáno.
- Je třeba dbát na zákazy společného nakládání ve třídě 1.

Vysvětlivky:

- a) Společné nakládání s látkami nebo skupiny snášenlivosti 1.4S je dovoleno
- b) Společné nakládání věcí třídy 1 se záchrannými prostředky třídy 9 je dovoleno
- c) Společné nakládání plynových generátorů pro airbagy, modulů airbagů nebo napínačů pásů třídy 9 je dovoleno
- d) Společné nakládání trhavin s dusičnanem amonným a anorganickými dusičnany třídy 5.1 je dovoleno za předpokladu, že jednotka bude považována

pro účely polepování velkými bezpečnostními značkami/velkými nálepkami, oddělování, nakládky a nejvyššího množství nákladu za trhaviny třídy 1.

## PŘÍLOHA P V. PŘEPRAVNÍ OMEZENÉ MNOŽSTVÍ

Tabulka: Přepavní počet plynových lahví [4]

Typ vozidla	Omezení přítěže			
<b>Otevřené vozidlo nebo přívěs</b>	Méně než je maximální přítěž vozidla nebo přívěsu A v celkovém množství méně než „1 000 bodů ADR“			
	Lahve 0-12 litrů (max. délka 1 metr)		Lahve 12-50 litrů	
<b>Uzavřené užitkové vozidlo</b>	Samostatně větraný nákladní prostor	Nevětraný nákladní prostor	Samostatně větraný nákladní prostor	Nevětraný nákladní prostor
	24	4	12	4
<b>Osobní vozidla</b>	4 tlakové lahve s plynem v zavazadlovém prostoru Acetylén: 2 tlakové lahve s plynem		Přeprava se nedoporučuje	

Tabulka: Přepavní omezené množství suchého ledu [4]

Typ vozidla	Omezení přítěže	
<b>Otevřené vozidlo nebo přívěs a uzavřené užitkové vozidlo</b>	Maximální přítěž vozidla nebo přívěsu nesmí být překročena	
	Samostatně větraný nákladní prostor	Nevětraný nákladní prostor
	Maximální přítěž vozidla	200 kg
<b>Osobní vozidla</b>	50 kg (v zavazadlovém prostoru)	



Tabulka: Přepravní omezený počet uzavřených kryogenických zásobníků [4]

Typ vozidla	Omezení přítěže			
	Zásobníky 0-50 litrů		Zásobníky >50 litrů	
<b>Otevřené vozidlo nebo přívěs</b>	Nepřekračujte maximální přítěž vozidla nebo přívěsu A celkové množství více než „1 000 bodů ADR“			
<b>Uzavřené užitkové vozidlo</b>	Samostatně větraný nákladní prostor	Nevětraný nákladní prostor	Samostatně větraný nákladní prostor	Nevětraný nákladní prostor
	5	2	2	1
<b>Osobní vozidla</b>	1		Přeprava se nedoporučuje	

Čísla v tabulce jsou pouze orientační. Podle konkrétních okolností mohou být nižší.

Tabulka: Přepravní omezené množství kapalného dusíku [4]

Typ vozidla	Omezení přítěže	
<b>Otevřené vozidlo nebo přívěs</b>	Přeprava se nedoporučuje	
<b>Uzavřené užitkové vozidlo</b>	Samostatně větraný nákladní prostor	Nevětraný nákladní prostor
	60 litrů	10 litrů
<b>Osobní vozidla</b>	10 litrů (v zavazadlovém prostoru)	