

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta

**Neodkladná a následná opatření v případě úniku  
chlóru - Simulovaná havárie vozidla  
přepravujícího chlór**

diplomová práce

Autor práce: Bc. Milan Kadič  
Studijní program: Ochrana obyvatelstva  
Studijní obor: Civilní nouzová připravenost  
Vedoucí práce: prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc.

Datum odevzdání práce: 14. 8. 2013

## Abstrakt

Tématem této diplomové práce jsou neodkladná a následná opatření v případě úniku chlóru - simulovaná dopravní nehoda vozidla přepravujícího chlór. Hlavním cílem této práce je pomocí dostupného simulačního softwaru provést posouzení rizik přepravy chlóru pro obyvatelstvo a určit neodkladná a následná opatření. Dalším cílem je zjišťování informovanosti obyvatelstva.

Teoretická část práce je systematicky strukturována do několika kapitol a byla zpracována na základně dostupných legislativních předpisů, literárních i internetových pramenů. Na úvod se snaží pojmut základní legislativní rámec přepravy nebezpečných látek v silniční dopravě a to jak z hlediska evropského, tak i národního. Další kapitola pojednává o přepravě nebezpečných látek, kde jsou popsány jejich třídy nebezpečnosti, označování při přepravě, i označování dopravní jednotky. Následující kapitola se zabývá již samotnými aspekty dopravní nehody při přepravě nebezpečných látek. Tato kapitola charakterizuje nehodu s únikem nebezpečné látky, její prvotní projevy, i únik této látky a její šíření. Dále popisuje příčiny a rizika přepravy nebezpečných látek a nehodovost v této dopravě. Předposlední kapitola teoretické části pojednává o konkrétní látce - chlóru. Zaměřena je na jeho fyzikálně chemické vlastnosti, historii i jeho současné využití, jeho účinky na lidské zdraví, dopady na životní prostředí i první pomoci při jeho zasažení. Nakonec jsou charakterizována neodkladná a následná opatření v případě silniční dopravní nehody s únikem chlóru.

V úvodu empirické části práce byly položeny dvě základní výzkumné otázky. Při získávání odpovědí na ně byla využita jak kvalitativní, tak kvantitativní metoda výzkumu. Empirická část je rozdělena do dvou hlavních kapitol. Hlavním cílem práce je provedení simulace dopravní nehody vozidla přepravujícího chlór pomocí programu TerEx a zjistit její dopady na obyvatelstvo i okolí. Tento cíl byl promítnut v první výzkumné otázce, zda představuje doprava chlóru při případné silniční nehodě nebezpečí pro obyvatelstvo a jeho okolí ve vybraném městě. Tímto městem bylo vybráno krajské město České Budějovice. Před samotnou simulací byl proveden rozbor přepravy kapalného chlóru v drobných obalech v ČR, se zaměřením na Jihočeský kraj

a především na krajské město. Poté byla zadána vstupní data. Na základě získaných výstupů byla stanovena ohrožení, která plynou z přepravy nebezpečného chlóru. Z výsledných hodnot provedené simulace byly charakterizovány činnosti, které provádějí složky integrovaného záchranného systému za použití vhodných neodkladných a následných opatření, při této simulované dopravní nehodě.

Součástí této práce byla i druhá výzkumná otázka, která se týkala zjišťování úrovně znalosti o problematice vybrané skupiny obyvatelstva nacházejících se v místě simulované dopravní nehody. Toto zjišťování bylo zaměřeno na rizika chlóru, jeho přepravu i vlastnosti a dopady na lidský organismus i ochranu před jeho nežádoucími účinky. Vybranou skupinou obyvatel se stali studenti jedné z tříd druhého ročníku místního gymnázia nacházejícího se nedaleko místa simulované dopravní nehody. Sběr dat byl proveden formou dotazníkového testu, který obsahoval skupiny otázek týkajících se několika oblastí zkoumaného tématu. Vyhodnocení získaných dat probíhalo jednak za použití základních metod elementárního statistického zpracování a jednak přehledným grafickým zpracováním.

Výsledným zjištěním po provedení analýzy přepravy chlóru a provedení simulace pomocí TerExu bylo, že ohrožení obyvatel v Českých Budějovicích v případě, že by došlo dopravní nehodě s únikem této nebezpečné látky, je značné. Problematika přepravy chlóru, s ohledem na její rizika, je zhoršena navíc tím, že není dostatečně upravena a omezována legislativou. Dalším negativním faktorem bezpečné přepravy je také dlouhodobě komplikovaný stav dopravy v krajském městě. Po vyhodnocení dotazníkového šetření lze konstatovat, že studenti této třídy mají podle stanovené škály, průměrné znalosti o problematice.

**Klíčová slova:** chlór - dopravní nehoda - neodkladná a následná opatření -  
TerEx - únik nebezpečné látky

## **Abstract**

The goal of this diploma thesis is to introduce urgent and follow-up precautions in case of leakage of chlorine - simulated accident of vehicle transporting chlorine. The major objective of this study is to analyse the risk of chlorine-transport for people with the aid of available simulation programme and to specify urgent and follow-up precautions. The next part of this study is to investigate the knowledgeability of people

The theoretical part of this study is systematical structured into a number of chapters and worked out on the basis of available legislative regulations, literature and internet sources. At first basic legislation of transport of dangerous substances is described, from the european, as well as national perspective. The next chapter deals with transport of dangerous substances, danger classes of these substances, their labeling in transport, as well as labeling of transport units. The following chapter is devoted to aspects of an accident in case of transporting of dangerous substances. This chapter demonstrates an accident with leakage of dangerous substance, its impact, escape of this substance and its spread. Further the sources and risks of transportation of dangerous substances and accident rate in this transport are described. The next chapter deals with the specific dangerous substance - chlorine. It is aimed at physico-chemical characters of chlorine, its history and its current utilisation, its effect on human health, on environment and first aid in case of contact. At the end urgent and follow-up precautions in case of an accident inkl. leakage of chlorine.

The empirical part of this study is devoted to two basic research questions. Qualitative, as well as quantitative methods of research were used to answers these questions. The empirical part is divided into two major chapters. The primary purpose of this study is to simulate an accident of vehicle transporting chlorine with the aid of the programme TerEx and to determine its impact on people and surrounding. The first question was to analyse the potential dangerous for people and surroundings in case of an accident with chlorine. For this purpose the town České Budějovice was used. First the transport of liquid chlorine in small containers in the Czech Republic was analysed focusing on the southbohemian region and especially the regional city. Thereafter input

data were entered. On the basis of obtained outputs were determined threats, that arise from the transport of dangerous chlorine and on the basis of simulation were characterized activities carried out by Integrated Rescue System using appropriate urgent and follow-up precautions.

Part of this work was also the second research question - the level of knowledge of people located close to the simulated accident about this problem. This survey was aimed at the risk of chlorine, its transport and characteristics and impact on human health as well as protection against its adverse effects. For this purpose a group of second-year students of the local gymnasium located close to the place of simulated accident was chosen. The data were collected through a questionnaire, which contained a group of questions relating to this problem. The obtained data were evaluated using basic methods of elemental statistical analysis and graphic processing.

Findings resulting from the analysis of transporting of chlorine and from the simulation using the programme TerEx show, that the danger to the population of České Budějovice in case of an accident with chlorine is significant. The issue of chlorine-transport and its risks is additionally complicated by insufficient regulation. Another negative factor of transporting of these substances is the complicated traffic situation in the country town. Based on the results of the questionnaire can be stated, that these students have average knowledge in this issue.

**Key words:** chlorine - traffic accident - urgent and follow-up precautions - TerEx - leakage of dangerous substance

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 14. 8. 2013

.....

Bc. Milan Kadič

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval prof. RNDr. Jiřímu Patočkovi, DrSc. za odborné vedení práce i cenné rady. Poděkování patří i Ing. Štefanovi Győrögovi, za jeho ochotu, vstřícnost a pomoc.

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	10
<b>Úvod</b> .....	11
<b>1 Teoretická část</b> .....	13
<b>1.1 Základní legislativní rámec silniční přepravy nebezpečných látek</b> .....	13
1.1.1 Mezinárodní právní úprava v oblasti silniční přepravy nebezpečných látek závazná pro Českou republiku .....	13
1.1.2 Národní úroveň základní právní úpravy v oblasti přepravy nebezpečných látek v silniční dopravě .....	16
<b>1.2 Přeprava nebezpečných látek po silnici</b> .....	20
1.2.1 Třídy nebezpečnosti podle Dohody ADR.....	20
1.2.2 Značení nebezpečných látek .....	20
1.2.2.1 Výstražné symboly nebezpečnosti nebezpečných chemických látek .	20
1.2.2.2 Bezpečnostní značení podle mezinárodní Dohody ADR .....	21
1.2.2.3 Systém označování výstražnými oranžovými tabulkami - UN systém.....	22
1.2.2.4 Identifikační číslo nebezpečnosti - Kemler kód .....	23
1.2.2.5 UN kód.....	24
1.2.2.6 HazChem - Code.....	24
1.2.2.7 Diamant.....	25
1.2.3 Označení dopravní jednotky při přepravě nebezpečné látky .....	26
1.2.4 Omezení přepravy nebezpečných látek .....	26
<b>1.3 Aspekty dopravní nehody vozidla při přepravě nebezpečných látek</b> .....	28
1.3.1 Charakteristika dopravní nehody s únikem nebezpečné látky .....	28
1.3.2 Prvotní projevy nehody s únikem nebezpečné látky .....	29
1.3.3 Specifika šíření nebezpečné látky z místa nehody.....	30
1.3.4 Příčiny dopravní nehody při přepravě nebezpečných látek .....	31
1.3.5 Rizikovost přepravy nebezpečných látek .....	32
1.3.6 Nehodovost v silniční přepravě nebezpečných látek .....	33
<b>1.4 Charakteristika nebezpečné látky - chlóru</b> .....	35
1.4.1 Fyzikální a chemické vlastnosti látky .....	35
1.4.2 Historie - objevení chlóru a jeho využití .....	37
1.4.3 Současné využití chlóru .....	38
1.4.4 Vliv účinků chlóru na lidský organizmus .....	39
1.4.5 Vliv účinků chlóru a jeho sloučenin na životní prostředí .....	41
1.4.6 Limity nebezpečné látky - chlóru .....	42
1.4.7 Postup při poskytování první pomoci při zasažení chlórem .....	43
<b>1.5 Neodkladná a následná opatření v případě dopravní nehody s následným únikem chlóru</b> .....	45



<b>2</b>	<b>Výzkumné otázky</b> .....	49
<b>3</b>	<b>Metodika výzkumu</b> .....	50
<b>3.1</b>	<b>Softwarový program TerEx</b> .....	50
<b>3.2</b>	<b>Dotazníkový průzkum</b> .....	52
<b>4</b>	<b>Výsledky</b> .....	54
<b>4.1</b>	<b>Simulovaná dopravní nehoda vozidla přepravujícího chlór s jeho následným únikem</b> .....	54
4.1.1	Přehled výroby a spotřeby kapalného chlóru v drobných obalech v ČR	54
4.1.2	Přehled přepravy kapalného chlóru na území Jihočeského kraje	56
4.1.3	Výběr místa nehody	59
4.1.4	Informace o místě nehody	61
4.1.5	Základní informace o nehodové situaci	63
4.1.6	Vstupní data stanovená pro simulaci dopravní nehody s únikem chlóru	64
4.1.7	Vyhodnocení simulace softwarem	65
4.1.8	Rizika úniku chlóru při dopravní nehodě a jeho možné dopady	71
4.1.9	Zásah v místě dopravní nehody s následným únikem chlóru	73
4.1.9.1	Vyrozumění základních složek a dalších subjektů	73
4.1.9.2	Varování a informování obyvatelstva	73
4.1.9.3	Úloha HZS při dopravní nehodě s únikem chlóru	74
4.1.9.4	Úloha PČR při dopravní nehodě s únikem chlóru	77
4.1.9.5	Úloha ZZS při dopravní nehodě s únikem chlóru	79
4.1.9.6	Konec zásahu a obnova místa nehody	80
<b>4.2</b>	<b>Výsledky dotazníkového průzkumu</b> .....	81
4.2.1	Formulace statistického šetření	81
4.2.2	Škálování	82
4.2.3	Elementární statistické zpracování	82
4.2.4	Celkový přehled výsledků odpovědí dotazníkového průzkumu:	85
<b>5</b>	<b>Diskuze</b> .....	86
<b>6</b>	<b>Závěr</b> .....	94
<b>7</b>	<b>Seznam použitých informačních zdrojů</b> .....	96
<b>8</b>	<b>Přílohy</b> .....	104

## Seznam použitých zkratek

ADR	Accord Dangereuses Route nebo Articles Dangereux de Route (tzn. Dohoda a přepravě nebezpečných věcí)
DN	Dopravní nehoda
GHS	Globální harmonizovaný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
IDHL	Immediately Dangerous to Health and Life (tzn. označení koncentrace bezprostředně nebezpečné pro zdraví a život)
JČK	Jihočeský kraj
JSDH	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
JSVI	Jednotný systém varování a informování
MEGC	Multiple element gas container (tzn. víceprvkové plynové kontejnery)
NFPA	National Fire Protection Association (tzn. Národní asociace požární ochrany)
NKP-P	Nejvyšší přípustná koncentrace
NL	nebezpečná látka
OPIS	Operační a informační středisko
OSN	Organizace spojených národů
PČR	Policie České republiky
PEL	Přípustný expoziční limit
RID	Řád o mezinárodní železniční přepravě nebezpečných věcí
RLP	Rychlá lékařská pomoc
RV	Rendez-Vous
RZP	Rychlá zdravotnická pomoc
TerEx	Teroristický expert
ÚV	Úpravna vody
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

## Úvod

V současné době je takřka nereálné představit si běžný život bez používání různých chemických látek a přípravků, či spíše produktů z nich vyráběných nebo obsahujících tyto chemické látky. Jejich spotřeba stále narůstá, a narůstá tím i množství potřebné v různých odvětvích průmyslu. Tím se navyšuje i nutnost dopravovat stále větší množství těchto mnohdy nebezpečných chemických látek jak z místa jejich těžby, tak i do místa jejich následné úpravy a dále pak do místa jejich zpracování. Odtud pak jsou převáženy k dalšímu využití či přímo ke konečnému prodeji spotřebiteli. Zvyšuje se tak během jejich cesty od výroby až po spotřebu mnohonásobně jejich přepravování, které je během každého takového převozu vystavováno riziku nehody. Případná nehoda takového vozidla, které přepravuje nebezpečnou látku, může mít fatální následek jak na životy a zdraví obyvatelstva, tak i na jejich majetek, nebo životní prostředí a jiné důležité hodnoty. Zvládnutí takovéto události s únikem nebezpečné látky a především následná obnova místa zasaženého touto látkou je nejen náročná, ale také mnohdy velice nákladná.

Aby se předcházelo případným nehodám, anebo alespoň bylo možné zmírnit jejich následky a dopady, je potřeba jistým způsobem regulovat zacházení s těmito nebezpečnými látkami a určit přísná a vynutitelná pravidla jak pro jejich výrobu, tak i zpracovávání, skladování, balení, označování, manipulaci a v neposlední řadě i pro jejich přepravu. A to vše s cílem eliminovat nebo alespoň snížit riziko jejich nekontrolovatelného úniku a následným nežádoucím dopadem na chráněné zájmy, a také v případě jejich škodlivého působení účinně proti nim zakročit. K omezení i regulaci těchto činností v souvislosti s přepravou nebezpečných látek slouží jejich právní úprava.

Jednou z těchto nebezpečných látek je chlór. Od počátků jeho objevení se předpokládalo „mírové“ využití zachraňující lidské životy, jako dezinfekce. Avšak jedním okamžikem se v minulosti tato látka stala synonymem smrti a utrpení. Tento přívlastek získal na bojištích 1. světové války, kde jeho účinkům podlehly tisíce vojáků na všech frontách války. Zasloužil se na poli válečnictví o zvláštní místo. Dal totiž

vzniknout novému druhu válčení, chemické válce. Avšak postupem let byly jeho smrtelné účinky zastíněny jednak účinnějšími bojovými látkami, ale také objevením jeho dalšího využití v mnoha oblastech. Tato látka a její sloučeniny jsou v současnosti významnými prvky zastoupenými jak v chemickém i na něj navazujícím průmyslu, tak své uplatnění naleznou i při každodenním životě. Setkáváme se s ním při každém otočení kohoutku a napuštěním vody z vodovodu, při listování v knihách, při koupání v zahradním bazénu, ale i ve veřejném koupališti, i při jeho používání k dezinfekci v domácnosti. Jeho využití je mnohostranné a mnohdy obtížně nahraditelné. A díky tomu se chlór dostává až nebezpečně blízko obydlím.

A právě přepravou nebezpečných látek, se zaměřením na chlór, se zabývá část této práce. S rostoucí přepravou se zvyšuje i riziko dopravní nehody. Ta představuje mobilní zdroj potenciálního úniku nebezpečné látky. Nevyzpytatelnost a nepředvídatelnost dopravní nehody při převozu chlóru činí z této události velice závažnou situaci, na kterou se nelze připravit, jako u stacionárních zařízení s nebezpečnou látkou, pomocí havarijních i jiných plánů. V případě dopravní nehody silničního vozidla převážejícího chlór se při případném úniku opět ukazuje jeho potenciál bojové dusivé látky. Účinky uniklého chlóru na lidský organizmus se „mírovým“ využitím nemění. A proto rychlý odhad účinků a následků uniklé nebezpečné látky, a odhad jejího dalšího šíření, jsou prioritní a neopominutelnou podmínkou pro stanovení sil a prostředků složek integrovaného záchranného systému i dalších subjektů k jeho zvládnutí, tak i použití vhodných neodkladných i následných opatření.

# 1 Teoretická část

## 1.1 Základní legislativní rámec silniční přepravy nebezpečných látek

Tato kapitola se zaměří na platné základní právní dokumenty vztahující se k problematice přepravy nebezpečných látek v silniční dopravě. Pohled bude soustředěn jak na závazný mezinárodní legislativní rámec tak i právní dokumenty národního charakteru a provázanosti mezi těmito dvěma úrovněmi.

Vzhledem k stanovenému rozsahu této práce není dostatečný prostor pro detailní rozbor dané problematiky, neboť téma právní úpravy je velice složité a nedovoluje jednotlivým právním normám se více věnovat. Proto bude vybrána jen ta nejdůležitější legislativa týkající se tématu a ta bude následně rámcově charakterizována.

### 1.1.1 Mezinárodní právní úprava v oblasti silniční přepravy nebezpečných látek závazná pro Českou republiku

Mezinárodní přeprava nebezpečných látek může být prováděna pouze na základě platných mezinárodních smluv. (28) V platnosti jsou zákony pro přepravu ebezpečných látek rozdělené podle typu přepravy na silniční, železniční, leteckou a vodní dopravu. Vzhledem k podmínkám jsou pro Českou republiku nejdůležitější Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (Dohoda ADR) a Řád o mezinárodní železniční přepravě nebezpečných věcí (RID). (29)

Vzhledem k zaměření této práce bude v následující části této kapitoly zmíněna pouze Dohoda ADR.

**Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí**, dále jen „Dohoda ADR“, dle franc. výrazu Articles Dangereux de Route, je jedním ze základních mezinárodních předpisů, určených pro úpravu přepravy nebezpečných věcí

po silnici, která byla sjednána v roce 1957 Ženevě pod patronací Evropské hospodářské komise OSN. Tehdejší Československá socialistická republika se stala jejím členským státem až v roce 1986 a tím započal postupný proces implementace „evropské“ legislativy do národních právních dokumentů týkající se této problematiky. (12, 28, 33)

Tato multilaterální dohoda je určena ke zvýšení bezpečnosti mezinárodní přepravy nebezpečných věcí po silnici. Přeprava nebezpečných věcí musí být regulována, aby bylo zabráněno v co největší míře, pokud je to možné, újmám na zdraví a životech osob nebo poškození majetku, škody na životním prostředí, dopravních prostředcích a na jiných hodnotách. Nicméně, s různými předpisy v každé zemi a pro různé druhy dopravy, by byl mezinárodní obchod s chemickými látkami a nebezpečnými výrobky značně ztížený, ne-li zcela znemožněn. V zájmu zajištění souladu mezi všemi těmito regulačními systémy, Organizace spojených národů vyvinula mechanismy pro harmonizaci kritérií klasifikace nebezpečnosti a označování chemikálií, jakož i pro dopravní podmínky pro všechny druhy dopravy. Proto, jako jeden z mechanismů pro podporu bezpečnosti v silniční dopravě, byl vytvořen i tento dokument. (37)

Dohoda ADR je dohodou mezi státy, není však stanoven žádný zastřešující regulační orgán. V praxi jsou silniční kontroly prováděny smluvními stranami, tedy státy Dohody, a nedodržení stanovených předpisů pak může vést k právním krokům ze strany vnitrostátních orgánů proti pachatelům v souladu s jejich vnitrostátními právními předpisy. Dohoda ADR však sama sankce neukládá. (36)

Tento dokument je s pravidelností dvou let vždy aktualizován, aby včasně a efektivně reagoval na vývoj dopravních prostředků a také na pokrok v oblasti průmyslu. V době publikování této nové aktualizace, Dohodu ADR přijalo celkem 48 států. (12, 36)

Základem této dohody se staly tři stěžejní výrazy. Prvním z nich je pojem „vozidlo“, kterým se pro účely této dohody rozumí motorové vozidlo, návěsová souprava, návěsy a přívěsy, vyjma vozidel ozbrojených sil. Dalším důležitým pojmem je „nebezpečná látka“, kterou se rozumí takové látky nebo předměty, jejichž mezinárodní přeprava je přílohami A i B buďto zakázána, anebo za určitých podmínek povolena.

A poslední základní pojem dohody je pojem „*mezinárodní přeprava*“, tedy přeprava prováděná na území nejméně dvou smluvních stran výše definovanými vozidly. (36, 38)

Dohoda ADR obsahuje úvodních 17 článků. Součástí Dohody ADR jsou také dvě závazné přílohy technického charakteru. Kompletní znění příloh A a B této dohody se všemi změnami a doplňky, platné od 1. 1. 2013, bylo uveřejněno ve Sbírce mezinárodních smluv, částce 5, a to jako sdělení Ministerstva zahraničních věcí 8/2013 Sb. m. s. Aktuální právní úprava dokumentu ADR platná od roku 2013 se skládá z již zmiňovaných příloh, a to přílohy A - Všeobecná ustanovení a ustanovení týkající se nebezpečných látek a předmětů a přílohy B - Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě. Celkově jsou obě přílohy rozděleny do devíti částí, kde přílohu A tvoří části 1 až 7 a přílohu B tvoří části 8 a 9. Každá část se dělí do kapitol a každá kapitola do oddílů a pododdílů. (33, 35, 36)

Druhý článek této dohody stanovil, že nebezpečné zboží, které je vyloučeno z přepravy podle přílohy A, nebude přijímáno k mezinárodní přepravě, zatímco mezinárodní přeprava jiných nebezpečných věcí musí být povolena s výhradou dodržení:

- podmínky stanovené v příloze A, pro dotčené výrobky, zejména pokud jde o jejich balení a označování, a
- podmínky stanovené v příloze B, zejména pokud jde o konstrukci, výbavu a provoz vozidel přepravujících dotčené zboží. (36)

Ačkoli se v názvu této dohody objevuje pojem „*mezinárodní přeprava*“, plně se však dotýká i přepravy vnitrostátní. Přeprava dle tohoto předpisu tedy probíhá jak na mezinárodní tak na vnitrostátní úrovni. Jelikož mezinárodní úroveň právní úpravy je implementována do úrovně státní. (39)

### **1.1.2 Národní úroveň základní právní úpravy v oblasti přepravy nebezpečných látek v silniční dopravě**

Tato část se pokusí zaměřit na základní legislativní podklady dotýkající se přepravy nebezpečných látek po silnici.

**Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě.** Tento zákon (30) *upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie podmínky provozování silniční dopravy silničními motorovými vozidly prováděné pro vlastní a cizí potřeby za účelem podnikání, jakož i práva a povinnosti právnických a fyzických osob s tím spojené a pravomoc a působnost orgánů státní správy na tomto úseku.* (§ 1 odst. 1) Nevztahuje se však na dopravu pro soukromé potřeby fyzických osob, které jsou provozovatelem vozidla, ani členů jejich domácnosti. (§ 1 odst. 4)

Tento právní předpis má přímo vyhrazenou jednu ze svých částí přímo přepravě nebezpečných věcí v silniční dopravě. Jedná se o Část III tohoto zákona a to paragrafy § 22 - § 23. Tato ustanovení se dle zákona o silniční dopravě vztahují na veškerou silniční dopravu nebezpečných věcí po všech typech komunikací i volném terénu, avšak vyjmuta je z těchto ustanovení doprava nebezpečných věcí ozbrojenými silami či ozbrojenými bezpečnostními sbory, pokud toto provádějí při plnění svých úkolů. (§ 1 odst. 2)

Zákonodárce podle tohoto zákona definoval pojem „nebezpečné věci“ jako *látky a předměty, pro jejichž povahu, vlastnosti nebo stav může být v souvislosti s jejich přepravou ohrožena bezpečnost osob, zvířat a věcí nebo ohroženo životní prostředí.* (§ 22 odst. 1)

Detailní rozpracování náležitostí přepravy nebezpečných látek v silniční dopravě sice v tomto zákoně nenalezneme, ovšem tento zákon odkazuje na přísná pravidla závazného mezinárodního právního předpisu a to Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí tzv. ADR. (§ 22 odst. 2) V souladu s touto Dohodou, může Ministerstvo dopravy povolit na omezenou dobu, provádění silniční přepravy nebezpečných věcí za odchýlných podmínek od Dohody ADR. Tyto odchýlky



lze ale povolit na dobu nejvýše pěti let a navíc, nelze je aplikovat na pro přepravu jaderných materiálů a radionuklidových zářičů. (§ 22 odst. 4) V tomto právním předpisu lze také nalézt ustanovení o možnosti Ministerstva dopravy, pověřit určité právnické nebo fyzické osoby výkonem souvisejícím s prováděním ADR, za splnění podmínek technické a odborné způsobilosti, a také o podmínkách toto oprávnění odebrat. (§ 22 odst. 5)

Zákon o silniční dopravě zde však stanovuje základní povinnosti odesílatele, přepravce i příjemce nebezpečné látky dle pravidel ADR, avšak jedná se pouze o základní výčet těchto povinností bez dalších doplňujících ustanovení. Ty lze nalézt právě v Dohodě ADR.

Pro účely tohoto zákona jsou stanoveny podmínky pro odesílatele předávajícího nebezpečnou věc k přepravě, a to v paragrafu § 23 odst. 1 zákona o silniční dopravě. Povinnosti stanovené pro dopravce obsahuje § 23 odst. 2. A nakonec jsou stanoveny povinnosti i pro samotného příjemce nebezpečné věci, a to v paragrafu § 23 odst. 3 tohoto zákona.

Zároveň je zde zdůrazněno, že tyto povinnosti všech tří osob; tedy osoby předávající nebezpečnou věc k přepravě, jejího dopravce a i osoby, která zajišťuje její vykládku, platí i pro případ přepravy takto definované nebezpečné věci pro svou vlastní potřebu, nikoli jen jako účel podnikání. (§ 1 odst. 4)

Tento zákon také pamatuje na sankce, které určil za nedodržení těchto ustanovení, týkajících se nebezpečných věcí. V paragrafu § 35 odst. 4 je stanoveno, že v případě porušení tohoto zákona jak dopravcem, příjemcem nebo odesílatelem, tedy kdy nedodrží podmínky stanovené pro silniční dopravu nebezpečných věcí, může být uložena pokuta až do výše 1 000 000 Kč.

**Zákon č. 350/2011 Sb., chemický zákon** o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů. (31) Smyslem tohoto zákona je především harmonizovat legislativu České republiky v oblasti chemických látek a směsí s právními předpisy Evropské unie. Předmětem úpravy zákona je tedy v první řadě zapracování příslušných předpisů Evropské unie, dále navázání na přímo použitelné předpisy

Evropské unie, ale také upravuje práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech, a to na území České republiky. Navíc tento zákon upravuje správnou laboratorní praxi, a působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí. (§ 1 tohoto zákona)

V tomto zákoně sice nenalezneme úpravu přepravy nebezpečných látek, jelikož dle paragrafu § 3 odst. 3 písm. h, se nevztahuje na přepravu těchto nebezpečných látek a ani nebezpečných směsí včetně jejich přepravy v celním režimu tranzit.

Avšak upravuje velice důležité činnosti předcházející samotné přepravě nebezpečných látek, které mají vysoký podíl na jejich bezpečném převozu. Tento zákon totiž pamatuje na klasifikaci látky a směsi, tedy pravidla pro postup zjišťování nebezpečných fyzikálně-chemických vlastností, nebezpečných vlastností ovlivňujících zdraví a životní prostředí látky, hodnocení zjištěných nebezpečných vlastností a následné zařazení látky do jednotlivých skupin nebezpečnosti. Dále upravuje povinnosti výrobce, dovozce i následného uživatele, při hodnocení nebezpečnosti a zařazování látky do skupiny nebezpečnosti. V ustanovení tohoto zákona jsou také upraveny náležitosti týkající se obalů odpovídající vlastnostem daných nebezpečných látek, pro které jsou určeny, aby nemohlo dojít k jejich úniku, nebo aby mohly být opakovaně používány. Úprava se také dotýká nároků na obaly i jejich komponenty z hlediska bezpečnosti při manipulaci. Další důležité ustanovení se dotýká označování obalů dle nebezpečnosti svého obsahu. (31)

**Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 402/2011 Sb.,** o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí. (32)

I v této vyhlášce nenajdeme podmínky stanovené pro přepravu nebezpečných věcí, avšak doplňuje tzv. chemický zákon. Dotýká se jednak konkrétních subjektů, a to jak výrobců, tak i dovozců a následných uživatelů. A dále v ustanoveních této vyhlášky

jsou zapracované příslušné předpisy Evropské unie, případně na jiné evropské dokumenty navazuje.

Úprava se týká obecných postupů pro hodnocení nebezpečné vlastnosti látek či směsí a jejich označování, dále stanoví výpočtové metody pro hodnocení jejich nebezpečných vlastností, upřesňuje náležitosti obalů určených k prodeji, charakterizuje směsi nebezpečné pro zdraví a životní prostředí, stanovuje náležitosti označování těchto směsí, definuje a parametrizuje výstražné symboly a písemná označení nebezpečných fyzikálně-chemických vlastností směsí, a nakonec definuje tzv. R-věty a S-věty, tedy standardní věty označující specifickou rizikovost látky nebo směsi, a standardní pokyny pro bezpečné zacházení s látkou nebo se směsí. (32)

## 1.2 Přeprava nebezpečných látek po silnici

Tato kapitola se zabývá označováním nebezpečných látek, označováním vozidel, kterými jsou nebezpečné látky převáženy v silniční dopravě, a jinými náležitostmi přepravy nebezpečných látek po silnici.

### 1.2.1 Třídy nebezpečnosti podle Dohody ADR

V ustanoveních mezinárodní dohody ADR bylo stanoveno rozdělení nebezpečných látek a věcí do tzv. tříd nebezpečnosti. Tyto třídy udávají základní charakter nebezpečnosti dané látky, tedy tzv. „převažující nebezpečí“, které je stanoveno podle fyzikálních a chemických vlastností látky a také podle jejích technicko-bezpečnostních parametrů. (12, 35)

Třídy nebezpečnosti podle Dohody ADR jsou uvedeny v **Příloze č. 1**.

### 1.2.2 Značení nebezpečných látek

#### 1.2.2.1 Výstražné symboly nebezpečnosti nebezpečných chemických látek

Aby bylo dosaženo maximální usnadnění identifikace nebezpečných chemických látek, byl zaveden systém používání bezpečnostních značek a výstražných symbolů. Současná úprava těchto značek a symbolů náleží vyhláše Ministerstva průmyslu a obchodu č. 402/2011 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí, viz **Příloha č. 4**, s příkladem nového označování. (32, 45)

Tento způsob však bude brzy nahrazen novým tzv. **Globálním harmonizovaným systémem (GHS)** pro klasifikaci a popis chemických látek (opět viz **Příloha č.2**). Tento systém se začal připravovat již v roce 1992, a po mnohaletých projednáváních a následných přípravách, bylo přijato v roce 2008 Nařízením Evropského parlamentu

a Rady o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, které sladuje legislativu Evropské unie se systémem GHS. Prozatím se však k označování nebezpečných látek, např. v bezpečnostních listech, vedle nově uvedeného systému smí používat i dřívější, dosud platné označování. K úplnému přechodu na Globální harmonizovaný systém by mělo dojít roku 2015. Tento nový systém přináší úpravu jednak vzhledu a také obsahové náplně informačního štítku na obalu látky. Vedle toho zavádí systém tzv. signálních slov a zároveň upravuje informace o rizicích a bezpečném zacházení s chemickými látkami představující tzv. R-věty určující specifickou rizikovost látky a tzv. S-věty stanovující standardní pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnými chemickými látkami. V současnosti jsou tyto věty nahrazeny H-věťmi a P-věťmi, které stávající R- a S-věty rozšiřují.

Nově upravené a rozšířené informace se podle Globálního harmonizovaného systému skládají z:

- piktogramu,
- signálního slova („Nebezpečí“, „Varování“),
- nebezpečí,
- identifikaci látky
- a preventivního opatření. (40, 45)

#### **1.2.2.2 Bezpečnostní značení podle mezinárodní Dohody ADR**

Na základě Dohody ADR, byl vypracován seznam nebezpečných látek a věcí určených k přepravě, který se stal součástí samotné Dohody, konkrétně v Části 3.2. Tyto nebezpečné látky byly sumarizovány do již zmíněných Tříd bezpečnosti, pro které byl stanoven požadavek na nezbytné označení těchto tříd bezpečnostními značkami, aby je bylo možné snadno, rychle a jistě určit, a zároveň, aby došlo k ujednocení systému označování nebezpečných látek a věcí v mezinárodní přepravě.

Ustanovení Dohody stanovilo podmínky pro použití bezpečnostního značení a také určilo standardizaci a přesný tvar i rozměr samotných bezpečnostních značek

nebezpečných látek. Tyto bezpečnostní značky musejí mít tvar čtverce, který je postaven na vrchol a to pod úhlem 45°. Nejmenší přípustné rozměry tohoto čtverce jsou povoleny 100 x 100 mm. Uvnitř tohoto čtverce je po celém jeho obvodu, ve vzdálenosti 5mm od okraje, výrazná čára. Byla stanovena i odpovídající barva jednotlivých částí bezpečnostní značky, a proto tato okrajová čára umístěná v horní části musí barevně odpovídat symbolu, který se v této horní části nalézá. Obdobně je tak tomu i u spodní části značení, kde se čára a číslice v dolní části znaku musejí barevně shodovat. Aby bylo jejich viditelnosti maximálně docíleno, bylo stanoveno, že tyto bezpečnostní značky musejí být instalovány na výrazně kontrastním podkladu, případně budou orámovány přerušovanou nebo plnou čarou. Vzhledem k velikosti některých obalů je přípustná i zmenšená verze bezpečnostního značení, avšak za splnění podmínky, že samotná značka zůstane i po zmenšení zřetelně viditelná. Zároveň je stanoveno, že symboly, text a čísla musí být dobře čitelné a nesmazatelné. (35)

Přehled bezpečnostního značení podle ADR se nachází v **Příloze č. 3**.

### **1.2.2.3 Systém označování výstražnými oranžovými tabulkami - UN systém**

Na území Evropské unie, respektive na území téměř celé Evropy, se nejrozšířenějším systémem označování nebezpečných látek stal tzv. UN systém. Jedná se o označení dopravní jednotky převážející nebezpečnou látku výstražnou oranžovou tabulkou. Tato oranžová tabulka musí být reflexivní a musí být 40 cm široká a 30 cm vysoká, okraj tabulky musí být černé barvy a to 15mm široký (viz **Příloha č. 4**), jedná se o tzv. obecnou varovnou ceduli. (28, 35, 40)

Avšak tato obecná varovná cedule pouze oznamuje přepravu nebezpečné látky jednak volně ložených, nebo v kontejnerech vozidla, které není cisternou, anebo u cisteren, které přepravují více látek v několika komorách. Přesná identifikace jak látky, tak i jejího nebezpečí se v tomto případě nachází přímo na obalu či kontejneru nebezpečné látky. Pro specifické případy bylo stanoveno rozšíření tohoto označení, tzv. speciální varovná cedule. Tato tabulka byla v polovině vodorovně rozpůlena čarou,

a vytvořila tak dvě pole. Horní pole bylo přiřazeno **Identifikačnímu číslu nebezpečnosti** tzv. **Kemlerovu** číslu neboli kódu, a dolní pole bylo přiřazeno tzv. **UN kódu**. (40, 44, 46) **Příloha č. 4**.

Obě tato čísla, jak Kemlerovo tak UN číslo, jsou součástí **výstražné identifikační tabulky** oranžové barvy. Materiál, ze kterého je výstražná identifikační tabulka vyrobena musí být odolný vzhledem k povětrnostním podmínkám a zároveň splňovat parametry pro trvalé označení dopravní jednotky. Dohoda ADR stanovuje požadavek na minimální odolnost vůči vystavení přímého působení ohně, a to na 15min. (35)

#### **1.2.2.4 Identifikační číslo nebezpečnosti - Kemler kód**

Kemlerovo číslo, nebo-li Kemler kód, představuje jeden z nejrozšířenějších typů označení nebezpečných látek v Evropě sloužících k rychlé identifikaci jejich nebezpečí. Toto Kemlerovo číslo usnadňuje rychle určit nebezpečí v případě havárie s nebezpečnou látkou, nebo požáru nebezpečné látky. Kemlerovo číslo znázorňuje kombinovaný kód skládající se z číslic. Ve specifických případech může být kód doplněn i znakem - písmenem X. (40)

Kemlerovo číslo lze v podstatě rozdělit na dvě části. První část tohoto kódu se skládá z první číslice, která představuje hlavní nebezpečí dané látky. Druhou část Kemlerova kódu tvoří druhá, případně i třetí číslice, pokud je v kódu obsažena. Druhá část Kemlerova kódu označuje nebezpečí dodatečná, respektive nebezpečí vedlejší. Zdvojením první číslice se docílí významu zvýšení intenzity hlavního nebezpečí. V případě, že se v kombinaci Kemlerova kódu nachází písmeno X, látka za žádných okolností nesmí přijít do styku s vodou, jelikož by mohla vyvolat prudkou reakci. V **Příloze č. 5** je v tabulce uveden význam identifikačních čísel nebezpečnosti. (40, 50)

Především v poslední době se pro rychlejší identifikaci používají tzv. hlavní a vedlejší identifikační vyjádřený Kemlerova čísla (viz **Příloha č. 6**), jelikož touto číselnou kombinací lze přesněji určit potenciál ohrožení pro zasažené osoby či životní prostředí havárií a únikem nebezpečné látky z dopravní jednotky. Tento systém přináší,

vedle rychlé orientace v identifikaci látky, výhody především při stanovení vhodné vzdálenosti potřebné pro určení bezpečnostních zón zasahujících složek. Nula se v tomto způsobu značení používá v případě, že k identifikaci nebezpečí postačuje pouze jedna číslice, nulou se druhé místo doplní.(40)

#### 1.2.2.5 UN kód

Jak již bylo výše řečeno, dolnímu poli výstražné (oranžové) identifikační tabulky náleží místo tzv. UN kódu, nebo také UN číslu. Zkratka UN byla stanovena podle seznamu nebezpečných látek Organizace spojených národů OSN, jako United Nationale. Tento UN kód, který je zastoupen čtyřmi číslicemi, symbolizuje identifikační číslo nebezpečné látky, respektive charakterizuje skupiny takových látek s podobnými vlastnostmi. Přeprava takovýchto nebezpečných látek podléhá ustanovení mezinárodních dohod pro silniční a železniční přepravu ADR a IDR, pro které byl tento systém označování vytvořen. (40)

#### 1.2.2.6 HazChem - Code

Ve Velké Británii je při vnitrostátní dopravě hojně využíván systém označování nebezpečných látek tzv. HazChem - Code (Hazard Chemicals). Byl vyvinut londýnskými příslušníky Hasičského záchranného sboru. Tento systém je zdokonalen tím, že obsahuje mimo identifikace látky i pokyny, co dělat v případě havárie a jaké použít nejvhodnější hasivo. (12, 28, 41) Viz **Příloha č. 7**. HazChem - Code se skládá z kombinace číslice a písmen, které celkem tvoří tři části ve formě **H O E**, kde

**H** - znamená kód pro hasivo, které je udáváno číslicí, popřípadě znakem (+), podle kterého stanoví doporučenou hasební látku,

**O** - znamená kód pro ochranu, který je znázorněn jedním nebo dvěma písmeny, podle kterých se stanoví optimální způsob ochrany před účinky dané nebezpečné látky,



**E** - znamená kód pro evakuaci, představuje zvýšený stupeň nebezpečí, a v případě jeho výskytu v HazChem - kódu se pak zvažuje provedení evakuace v místě zásahu. Jako doplnění se do HazChem kódu připojuje i označení nebezpečné látky. (40)

### 1.2.2.7 Diamant

Informační systém Diamant používaný ve Spojených státech amerických, byl vyvinut po dlouholetém úsilí Národní asociací požární ochrany USA (National Fire Protection Association) - NFPA USA. Označují se jím obaly k rychlejší orientaci o základní charakteristice nebezpečí dané látky. Při použití identifikačního systému Diamant se tedy nezjišťuje konkrétní nebezpečná látka, nýbrž soubor nebezpečných vlastností obsahu obalu. Základním cílem tohoto systému je tedy rychlé posouzení nebezpečí. Toto nebezpečí se vztahuje na toxicitu, hořlavost a reaktivnost látky. Značení systémem Diamant se provádí nalepením nálepky ve tvaru na vrchol postaveného čtverce. Tento čtverec je rozdělen na další čtyři sektory, kde je každému sektoru přidělen druh nebezpečí a také charakteristická výstražná barva, modrá, červená žlutá a bílá barva. V jednotlivých sektorech jsou uvedena číslíčka buďto 0, 1, 2, 3 nebo 4. Jednotlivou číslicí je, vždy pro konkrétní barevný sektor, vyjádřen stupeň nebezpečnosti, kdy číslice 0 je stupeň nejnižší, a tedy stupeň 4 je analogicky stupněm s nejvyšším nebezpečím. To ale platí jen pro sektory barvy modré, červené a žluté. Pro sektor bílé barvy jsou vyhrazena místo číslic písmena. Tato písmena představují označení dalšího možného specifického nebezpečí. Viz **Příloha č. 8**. Zastoupení významu barev je následující. Modrý čtverec představuje nebezpečí poškození zdraví, červená barva zastupuje nebezpečí požáru a žlutá barva charakterizuje nebezpečí spontánní reakce tedy reaktivity látky. (12, 28, 40)

Další druhy kódových označení nebezpečných látek jsou uvedeny v **Příloze č. 9**.

### 1.2.3 Označení dopravní jednotky při přepravě nebezpečné látky

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí upravuje, vedle definice a parametrů značení, i povinnost umístění tohoto výstražného značení na vozidle a podmínky, za kterých je nutné jej na daném vozidle používat. Ustanovení Dohody ADR dává povinnost označit dopravní jednotku dvěma pravoúhlými oranžovými tabulkami, které jsou na dopravní jednotce umístěny ve vodorovné poloze. Bylo stanoveno pro maximální viditelnost umístit jednu tabulku na přední stranu dopravní jednotky a druhou na zadní stranu tak, aby byly kolmo k podélné ose této dopravní jednotky. Tímto označením musí být dopravní jednotka vždy zřetelně a viditelně označena, tedy po celou dobu, kdy je nebezpečný náklad na ní naložen. Vedle tohoto označení musí být na vnější povrch vozidel, přepravovaných volně ložené látky, umístěny velké bezpečnostní značky o rozměrech nejméně 250x250 mm (tyto značky jsou uvedeny v **Příloze č. 3**). (35)

Pravidla označování jsou uvedena v **Příloze č. 10**.

### 1.2.4 Omezení přepravy nebezpečných látek

Jak již bylo v úvodu této kapitoly řečeno, k přepravě mohou být použity pouze vyjmenované nebezpečné látky dle seznamu Dohody ADR, jiné jsou povoleny pouze s výjimkou. Přeprava těchto povolených nebezpečných věcí je omezena v současnosti pouze pomocí místního dopravního značení zákazových značek typu B18 - Zákaz vjezdu vozidel přepravujících nebezpečný náklad, a typu B19 - Zákaz vjezdu vozidel přepravujících nebezpečný náklad, který může znečistit vodu, viz **Příloha č. 11**. Toto značení zakazuje vjezd vozidlům přepravujícím výbušniny, snadno hořlavý nebo jinak nebezpečný náklad a označeným podle zvláštních předpisů (oranžová tabulka podle ADR). Zákazová značka B18 platí pro všechna vozidla označena dle ADR, včetně cisteren, a osobních aut. Neplatí však pro omezené množství, podlimitní množství a vyňaté množství. Značka B19 se vztahuje se nejen na cisterny, ale i na přepravu

v kusech nebo volně ložené látky. Nevztahuje se na prázdná nevyčištěná vozidla. (58)

Dalším omezujícím prvkem jsou zákazy průjezdu tunelů. Tato přeprava nebezpečných látek a věcí byla povolena do roku 2009 na základě vnitrostátních předpisů každého členského státu. Bylo tak na každém členském státu, jakou měrou povolí či zakáže přepravu svými tunely. Od roku 2010 přišla v platnost povinnost označení silničních a dálničních tunelů podle kategorií tunelů A až E. Tyto kategorie stanovují omezení průjezdu tunelem od nulového, až po takřka úplné (viz přehled v **Příloze č. 12**). Pakliže je tunel označen omezením jeho průjezdu pro danou přepravu nebezpečné látky, musí být v dostatečném předstihu, před takto omezeným tunelem, umístěna příslušná dopravní značka objížďky s doplňkovou tabulkou kategorie tunelu A - E. (33, 60)

Dnes již neúčinný zákon č. 125/1997 Sb., o odpadech, stanovoval, že účastníci přepravy a dopravy nebezpečných odpadů jsou povinni využívat přepravních tras, stanovených na návrh územně příslušného okresního úřadu Ministerstvem dopravy a spojů ve spolupráci s územně příslušným orgánem kraje v přenesené působnosti. Byla vytvořena síť tras určená pro přepravu nebezpečných látek a odpadů, která napomáhala podnikatelským subjektům při stanovení trasy pro jejich přepravu nebezpečných látek. Viz **Příloha č. 13**. (59)

## 1.3 Aspekty dopravní nehody vozidla při přepravě nebezpečných látek

### 1.3.1 Charakteristika dopravní nehody s únikem nebezpečné látky

Vzhledem k faktu, že přeprava nebezpečných látek probíhá nejčastěji v plynném nebo kapalném skupenství, jakékoli zacházení a manipulace s těmito nebezpečnými látkami přináší určitou rizikovost. Ať už pro kapaliny nebo plyny se používá nepřeberné množství obalů. Tyto obaly samozřejmě musejí splňovat parametry a limity, ať už stanovené fyzikálně-chemickými vlastnostmi látky, pro které jsou určeny, tak především určením, které jim stanoví legislativa, ať už vnitrostátní nebo mezinárodní. Jako obaly pro nebezpečné látky jsou nejčastěji používány nesnímatelné cisterny (tj. cisternová vozidla), snímatelné cisterny, bateriová vozidla, cisternové kontejnery, přemístitelné cisterny, MEGC (multiple element gas container, tj. víceprvkové plynové kontejnery) a velké množství tlakových nádob různých objemů, jako jsou tzv. drobné obaly, tj. tlakové láhve a tlakové sudy. Během přepravy nebezpečných látek a věcí představuje velké riziko poškození přepravovaného obalu, u něhož lze předpokládat nežádoucí únik nebezpečné látky do okolního prostředí. (33, 45)

Z poznatků, vyplývajících z praxe, byly definovány základní mechanismy, které zapříčiňují porušení pláště obalů s následkem úniku nebezpečné látky v něm přepravované:

- proražení pláště obalu cizím předmětem,
- proražení či protržení obalu vlivem nárazu,
- proděravění pláště obalu důsledkem obrušování a
- totální ruptura (tj. trhlina či zlom) vlivem působení vysoké teploty, žáru či přímo ohně. (45)

K úniku nebezpečné látky při její přepravě může v podstatě dojít v případě

- **kapaliny**, která vytvoří kaluž,
- **plynu**, který se z místa nehody šíří v podobě oblaku, anebo

- **mžikově se odpařující látky**, tj. kdy dochází k takzvanému dvoufázovému úniku - z obalu uniká jak kapalina tak plyn. (45)

Vzhledem k tomu, že se nebezpečná látka z porušeného obalu může uvolňovat v různém časovém rozsahu s ohledem na její fyzikálně-chemické vlastnosti, atmosférické podmínky jak uvnitř, tak i vně obalu, velikosti a rozsahu porušení obalu a jiných faktorech, lze dobu trvání úniku nebezpečné látky při havárii rozdělit do dvou základních skupin:

- **kontinuální únik** - tj. **dlouhotrvající** únik, během něhož dochází po delší dobu k úniku konstantního množství nebezpečné látky,
- **jednorázový únik** - tj. **okamžitý** únik, kdy dochází k velmi rychlému úniku určitého obsahu nebezpečné látky, zpravidla probíhá v řádech vteřin maximálně několika málo minut. (45)

Třetí skupinu tvoří specifický únik - **únik kapaliny následovaný mžikovým odparem**. Jde o plynné látky, které byly stlačeny vysokým tlakem a za podchlazení do kapalného skupenství. Po porušení obalu dochází k rychlému poklesu tlaku uvnitř nádoby, kapalina začne vřít a pěnit, a unikat otvorem v plášti. Vně nádoby vytváří tato kapalina pod tlakem kaluž, která se ihned začne odpařovat. (62)

### 1.3.2 Prvotní projevy nehody s únikem nebezpečné látky

Mezi první prokazatelné znaky, které napovídají, že došlo během dopravní nehody k úniku nebezpečné látky, patří jak vizuální, tak i zvukové projevy. Na první pohled lze spatřit únik nebezpečné látky (vzhledem k tématu práce je myšlen únik stlačeného plynu), vytvářející mlhu či dým v blízkosti místa úniku, lze také spatřit typické „vlnění“ vzduchu nad porušeným pláštěm obalu, anebo lze zaznamenat změny v případném doprovodném požáru, kdy je plamen nebo i dým zbarven do nezvyklých barev,. Případně intenzita plamene napovídá, že je vyživován vysoce hořlavou látkou přecházející někdy i k menším explozím. Během úniku nebezpečné látky si lze povšimnout i typického syčení až pískání. Mnohé nebezpečné látky jsou

charakteristické svým pachem, který je možné v místě nehody detekovat pouhým čichem. (45)

Vliv toxicity některých nebezpečných látek se však při nehodě projevuje na osobách, zvířatech i životním prostředí v místě nehody, či v místě šířícího se koncentrovaného oblaku. Vedle zdravotních potíží ohrožených života osob, si lze povšimnout popálení rostlin i stromů, úhynu drobných živočichů, tvorby skvrn na vodních hladinách a obdobných projevů. (45)

### **1.3.3 Specifika šíření nebezpečné látky z místa nehody**

V případě, že dojde při dopravní nehodě k úniku nebezpečné látky, vznikne v tomto místě tzv. nebezpečný prostor. Možností úniku látky jsou popsány výše. Především jde tedy o látky, které unikají v podobě kapalin či plynů. V případě úniku toxických plynů do tohoto prostoru, se zde nachází nebezpečná látka ve velice nebezpečné koncentraci pro zdraví člověka, která se od místa úniku šíří v nebezpečném oblaku. Rozsah takového zamoření je úměrný v závislosti na množství uniklé nebezpečné látky, jejích fyzikálně-chemických vlastnostech (především molekulová hmotnost, tenze par a hustota látky) i jejích toxických účincích. Jak bude zamořený prostor rozsáhlý, závisí na jednak na atmosférickém tlaku, teplotě okolí, a také na směru a rychlosti proudění přízemního větru. Směr větru především udává i směr šíření nebezpečného oblaku, který je navíc ovlivněn i členitostí terénu v místě šíření. Mnohem snáze se nebezpečný oblak bude pohybovat v rovinném terénu bez větších překážek, nežli například v kopcovitém nebo zastavěném terénu. Vliv na šíření látky v oblaku má samozřejmě i porost terénu. Většina takovýchto nebezpečných látek, které jsou ve skupenství plynném, tedy ve fázi plynu, aerosolu či par, je těžší než okolní vzduch. Proto se jejich únik šíří při zemi, a vniká do níže položených míst, jako jsou sklepy, podzemní garáže i jiné prostory pod úrovní terénu, jako například kanalizační síť a odtud se šíří dál. (61)

### 1.3.4 Příčiny dopravní nehody při přepravě nebezpečných látek

Za příčinami vzniku dopravní nehody s únikem nebezpečné látky jsou nejčastěji tři hlavní faktory. Jsou jimi lidský faktor, technický faktor a faktor přírodní.

Z hlediska lidského faktoru jde především o nedodržení zásad bezpečnosti silničního provozu a zásad přepravy nebezpečných látek. Policejní statistiky uvádějí, že nejčastějšími příčinami nehod řidičů jsou nepřiměřená rychlost, nedání přednosti, nesprávné předjíždění, nezvládnutí řízení vozidla, vyhýbání se bez dostatečného bočního odstupu, nebo situace, kdy se řidič vozidla plně nevěnuje řízení. Dalšími faktory, které zvyšují riziko nehodovosti jsou nedodržování pracovních postupů a zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Často se stává, že řidiči nedodržují předepsaný režim jízdy, řidiči často nedodržují příslušná ustanovení, týkající se předepsané doby řízení a doby odpočinků. Přičemž takováto únava je velice častým zdrojem nehod. Tyto chyby a selhání člověka však nejsou jedinou příčinou nehodovosti. Vedle únavy se na nehodovosti podílí i celkový zdravotní stav řidiče, jeho zdravotní selhání tak není nikdy vyloučeno. Tento stav může být narušen a ovlivněn i požitím alkoholu či jiných omamných látek. (45, 53, 55, 57)

Mezi technické faktory mající vliv na příčinu vzniku nehody bezesporu patří na první místo technický stav vozidla. Porucha na dopravním vozidle, či jiné přepravní jednotce, není nikdy vyloučena a s jeho rostoucím stářím a opotřebením se riziko poruchy neustále zvětšuje. Technická závada se však nemusí objevit pouze u dopravního prostředku, tzv. únava materiálu nebo porucha může nastat i u umístění a upevnění nákladu na vozidle či jízdní soupravě. Nevhodně umístěný náklad na vozidle může zapříčinit narušení těžiště jak nákladu, tak i samotného vozidla, a tím může dojít jak uvolnění nebezpečného nákladu, tak i k ovlivnění ovladatelnosti vozidla. Dalšími technickými faktory vzniku nehody mohou být i různé materiální vady na samotném obalu v němž je nebezpečná látka převážena. Takovými materiálními vadami může být např. netěsnost ventilu či víka, nebo spoje obalu, a jiné nedostatky v materiálu, ze kterého je obal vyroben. Nemělo by se zapomínat ani na technický stav samotné

vozovky, který je spolu s vozidlem, hlavním technickým faktorem ovlivňujícím bezpečnost v silničním provozu. (45, 57)

Dopravní nehoda může být zapříčiněna i přírodními faktory, především rozmary počasí. Bezpečnost na silnici může se být zhoršena například mlhou, náledím, deštěm, sněhem, nebo naopak oslněním ostrým sluncem. Jiný příklad lze nalézt v silném bočním nárazovém větru, který dokáže vozidlo vychýlit či rozhoupat, nebo dokonce i převrátit. Ani pád předmětů do vozovky není vyloučen, např. pád stromu nebo kamení. Dalším přírodním živem, voda, může zaplavit vozovku. Voda může způsobit i podemletí vozovky či její propad. Ohrožení silničního provozu může nastat i po sesuvu půdy, a mnoho dalších přírodních faktorech, které mají za následek vznik dopravních nehod a s nimi souvisejícími ztrátami na životech či ohrožení zdraví, i škody na majetku. (45)

### **1.3.5 Rizikovitost přepravy nebezpečných látek**

Způsobů jak přepravovat nebezpečné látky je mnoho. K jejich přepravě lze použít jak železniční, silniční, tak i lodní či leteckou dopravu. Nejpoužívanějším typem přepravy nebezpečných látek je silniční a železniční přeprava. Jak uvádí mnohé statistické studie, z hlediska bezpečné přepravy je přeprava realizovaná po silnici v přepočtu na ujeté kilometry mnohem rizikovější než-li přeprava těchto nebezpečných látek po železnici. Důvodů, proč je železniční přeprava obecně vzhledem k silniční přepravě bezpečnější, je několik. Lze třeba uvést například technické zabezpečení trati i celé soupravy, vyšší plynulost železniční trasy, nebo volnější přepravní síť, méně otřesů při přepravě po trati a mnohé další faktory. Naopak v silniční dopravě se lze setkat s několika závažnými faktory zvyšující riziko nehody. Především se jedná o podmínky za kterých je přeprava realizována jako např. významný vliv počasí na silniční dopravu, která je jím ovlivňována více nežli železniční doprava. Vliv počasí má mnohem hlubší dopady na fyzikální vlastnosti vozovky i dopravní jednotky samotné. Ale není to jen vliv počasí, dalším rizikovým faktorem je



vytíženost silničních tras a velká členitost komunikací. Dalšími faktory, jak již bylo řečeno, jsou například stav přepravní trasy i samotného dopravního vozidla, a v neposlední řadě je nutné zmínit i vysokou míru individuality v silniční dopravě ze strany jednotlivců, který se na komunikacích v dané chvíli nacházejí, tedy účastníků silniční dopravy. (45)

### 1.3.6 Nehodovost v silniční přepravě nebezpečných látek

Při přepravě nebezpečných látek v silniční dopravě lze, jako absolutně nejčastější a nejrizikovější faktor, který může zapříčinit únik převážené nebezpečné látky, považovat dopravní nehodu. Pojem dopravní nehoda je definován v zákoně č. 361/2000 Sb., o silničním provozu na pozemních komunikacích, tzv. zákon o silničním provozu, který ve svém ustanovení § 47 říká, že dopravní nehodou je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu. (54, 55)

Nehodovost při přepravě nebezpečných látek a věcí, co se četnosti týká, není vzhledem k jejich četnosti v rámci celkové dopravy po silnici až tak razantní. Avšak dopady i se všemi jejich důsledky jsou daleko závažnější, jelikož tento únik nebezpečné látky může zapříčinit trvalé poškození jak života a zdraví, tak i majetku a životního prostředí. (55)

Jak získané statistické údaje z let 2002 až 2010, které lze nalézt v materiálech PČR (viz **Příloha č. 14**), dokazují, že nehodovost v České republice při přepravě nebezpečných látek má víceméně klesající tendenci. Během těchto let však došlo k celkem 1.548 dopravním nehodám s účastí vozidla v rámci přepravy ADR. K úniku nebezpečné látky došlo v 163 případech, tedy při každé desáté nehodě v rámci přepravy ADR došlo k úniku této nebezpečné látky. Po rozdělení těchto úniků podle jednotlivých skupenství, lze konstatovat, že úniků nebezpečných látek v pevném skupenství

se během nehod odehrálo 6,7%, úniků nebezpečných kapalin bylo vzhledem k četnosti jejich dopravy a množství nejvíce, a k jejich únikům došlo při 87% z celkových počtů. Co se úniků nebezpečných látek v plynném stavu týče, došlo k nim z celkového součtu úniků v 6,3 %. (55)

## 1.4 Charakteristika nebezpečné látky - chlóru

### 1.4.1 Fyzikální a chemické vlastnosti látky

Chlór, lat. chlorum, je prvek, který patří do skupiny 17 (VII.A) periodické tabulky prvků. Je tedy vedle fluoru, bromu a jódu (příp. astatu), dalším typickým zástupcem halogenů. Představuje jako ostatní halogeny nekovový prvek. Molekuly tohoto prvku jsou dvouatomové, přičemž mezi těmito atomy existuje jednoduchá vazba sigma. Chlór představuje v elementárním stavu nehořlavý, leptající plyn žlutozeleného zbarvení, který je charakteristický svým pronikavým, intenzivně štiplavým až dusivým zápachem, a který je při toxický. Tento plyn je velice reaktivní prvek, což zapříčiňuje jeho vynikající schopnost syntézy s převážnou většinou prvků periodické soustavy. Proto jej nalezneme výlučně ve sloučeninách, kde se vyskytuje v mocenství  $\text{Cl}^{-1}$ ,  $\text{Cl}^{\text{I}}$ ,  $\text{Cl}^{\text{III}}$ ,  $\text{Cl}^{\text{IV}}$ ,  $\text{Cl}^{\text{V}}$  a  $\text{Cl}^{\text{VII}}$ . (9, 12, 13, 22)

Tento plyn má atomovou hmotnost 34,453u, molekulová hmotnost 70.906 g/mol. Hodnota bodu varu je  $-34,04^{\circ}\text{C}$ , teploty tání pak  $-101,55^{\circ}\text{C}$ . Hustota kapaliny (1,013 barů při bodu varu) je  $1562,5 \text{ kg/m}^3$ , hustota plynu (1,013 barů při bodu varu) je  $3,71 \text{ kg/m}^3$  a při  $15^{\circ}\text{C}$  pak  $3,04 \text{ kg/m}^3$ . Hutnost plynu je 2,49. Plynný chlór je oproti vzduchu přibližně 2,5x těžší, hromadí se proto při zemi a proniká do sklepních prostor. (13, 14, 15, 16)

Jeden kilogram chlóru v kapalném skupenství lze přepočítat po dokonalém odparu při běžných atmosférických podmínkách na přibližně 315 litrů uvolněného chlóru v podobě plynu. V Bojovém řádu jednotek požární ochrany je zmíněna i přeměna kapalného skupenství chlóru na plynné skupenství a to v poměru 1 litr kapaliny = 475 objemových litrů plynu. (9, 13)

Chlór, jak již bylo řečeno, patří k hojně rozšířeným halogenům. V přírodě jej lze nalézt převážně v minerálech, které se vytvořily po odparu solných jezer a moří. Mezi tyto minerály patří především halit ( $\text{NaCl}$ ), známý jako sůl kamenná, dále pak sylvín ( $\text{KCl}$ ), karnalit ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), kainit ( $\text{KMgClSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ). Tento prvek lze nalézt

i horninovém minerálu chloroapatitu ( $\text{Ca}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3$ ). Mořská voda je taktéž významným zdrojem. Elementární chlór  $\text{Cl}_2$  je plynná látka a v této elementární podobě se v přírodních podmínkách prakticky nevyskytuje. Je to zapříčiněno právě jeho vysokou reaktivitou. Existence elementárního chlóru v přírodě je známá pouze u sopečných plynů, v kterých se může ovšem výjimečně v malé koncentraci vyskytovat právě jako elementární prvek. Zkapalněný chlór má velmi nízkou teplotu, a při vytékání se rychle vypařuje. Zahřátí nádoby, ve které je uskladněn vede ke zvýšení tlaku a tím i nebezpečí roztržení nádoby. (7, 8, 22)

Tento prvek tvoří významné sloučeniny. Chloridy ( $\text{Cl}^-$ ), ty jsou jako anionty prakticky netoxické, v případě otravy přichází v úvahu toxicita kationtu. Dlouhodobá expozice a zároveň vysoká koncentrace má za následek škodlivé působení, např. při inhalaci prachu může způsobit poškození nosní přepážky. Chlorovodík ( $\text{HCl}$ ) je bezbarvý, silně dráždivý plyn, který naleptává sliznice, pokožku a zapříčiňuje pálení a slzení očí. Kyselina chlorovodíková ( $\text{HCl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) má intenzivní lokální dráždivé účinky, působící na sliznice, způsobuje zánět spojivek. Chlornany ( $\text{ClO}^-$ ) jsou soli kyseliny chlorné a jsou vysoce toxické, protože uvolňují chlór. Jejich působení má za následek korozi, případně vyvolávají podráždění živého organismu, jako je poleptání až popálení pokožky. Chlorečnany ( $\text{ClO}_3^-$ ), soli kyseliny chlorečné, jsou opět toxické. Za nejtoxičtější je považován chlorečnan draselný ( $\text{KClO}_3$ ), který je smrtelný při dávce již 5 - 10g. Na kůži a sliznice působí chlorečnany dráždivě. Řadí se mezi tzv. krevní jedy. Některé se používají jako herbicidy. Obecně jsou chlorečnany nebezpečné při styku s organickými látkami díky jejich výbušnosti. Chloristany ( $\text{ClO}_4^-$ ) tedy soli kyseliny chloristé, představují silná oxidační činidla, která mají nižší toxicitu než skupina chlorečnanů. Vyvolávají při intoxikaci dráždivou reakci, případně mohou způsobit přítomnost velmi vysokého množství methemoglobinu v krvi, způsobující nedostatek kyslíku pro organismus. Vysoké dávky pak mohou zapříčinit poškození ledvin. (4, 6, 7, 8)

## 1.4.2 Historie - objevení chlóru a jeho využití

Chlór, prvek nesoucí jméno podle řeckého slova chloros, pod kterým v latinském překladu nalezneme výraz pro žlutozelený či odporně zelený, vzhledem ke svému zbarvení plně charakterizuje své pojmenování. V době svého objevu však nesl zcela jiný název. V roce 1774 švédský badatel, chemik a lékárník Carl Wilhelm Scheele, díky reakci oxidu manganičitého a koncentrované kyseliny chlorovodíkové, poprvé připravil chlór. Tímto způsobem objevil nový prvek, o kterém se však z počátku domníval, že se jedná o sloučeninu a pojmenoval ji jako tzv. deflogistovanou kyselinu. Ovšem za působení kyseliny dochází k redukci oxidu, přičemž vzniká chlorid manganatý, chlór a voda. Scheele si také povšiml při svých pokusech s účinky chloru, že tento prvek má bělící schopnost. (5, 7)

Objevení bělících účinků chlóru měly velký vliv na rozvoj textilního a papírenského průmyslu. Jako bělidlo byl chlór používán již za nedlouho po jeho objevení. Již v roce 1799 bylo zavedeno britským chemikem Smithonem Tennantem průmyslové bělení chlorovým vápnem, čímž byla zahájena jeho velkovýroba. Teprve až v roce 1810 byl dle svého charakteru určen jako prvek také byl tomuto prvku přidělen odpovídající název - chlór, a to britským chemikem sirem Humphry Davysem. V roce 1847 použil chlorovou vodu lékař Ignac F. Semmelweis ve Všeobecné vídeňské nemocnici při léčbě horečky omladic, tedy poporodní horečky, která představovala příčinu tehdy častého úmrtí žen po porodu. Jako prevenci proti bakteriím ji používal při mytí rukou. Během několika následujících let se dezinfekce na bázi chlóru hojně rozšířila, avšak doposud se zatím jednalo pouze o dezinfekci užitkové vody pro základní hygienu. (49)

První použití chlóru k dezinfekci pitné vody se datuje do roku 1854, kdy anglický lékař John Snow dezinfikoval chlórem veřejnou pumpu a studnu v londýnské ulici Broad Street, která byla označena jako údajný zdroj nákazy cholery. Teprve o více jak půl století později byla představena odborné veřejnosti soustavná dezinfekce pitné vody a vodovodů kapalným chlórem a to v roce 1910 americkým chemikem a lékařem Carlem R. Darnellem. V naší zemi byla tato metoda poprvé zavedena v roce 1924 v

Praze ve Vršovické vodárně, avšak pouze v rámci nepravidelných opatření po kontaminaci zdrojů pitné vody při povodních. Až o rok později našla u nás soustavná chlorace pitné vody své uplatnění. (1)

O něco temnější je ta část dějin, kdy byl tento plyn použit člověkem proti člověku. A to v podobě bojovné otravné látky právě pro svoji vysokou toxicitu. První myšlenka užití jedovatých plynů ve válečném konfliktu se zrodila ve Velké Británii, kdy měly být použity proti ruské armádě během tzv. Krymské války, a to během roku 1855. K tomu však nakonec nedošlo. V této souvislosti, tedy použít jedovatý plyn jako zbraň, se chlór, díky svým vlastnostem, dostával postupně do popředí zájmů. Návrh použít chlór do bojů padl během tzv. Americké občanské války (léta 1861 až 1865). K jeho použití i v tomto případě nakonec nedošlo. Avšak o nemnoho desítek let později byla tato myšlenka již plně realizována, a to během I. světové války. Útočící stranou, která použila velké množství chlóru, jako zbraně na válečném poli, byla strana Německa (rok 1915, poblíž Ypres v Belgii). Tento útok znamenal zcela nový způsob vedení bitvy s použitím skutečně moderní chemické zbraně v historii lidstva. Chlór se však nestal jen první takto použitou bojovou látkou v dějinách lidstva, stal se totiž základním stavebním prvkem pro výrobu velkého množství jiných, mnohdy daleko účinnějších bojových otravných látek, jako například fosgenu, yperitu a chlorkiprinu. Na druhou stranu se však použití chlóru stalo i základem odmořovacích metod, kterými se docílí destrukce toxických látek, nebo alespoň zmírnění jejich toxicity. Příkladem jsou dichloramin, monochloramin a chlornan vápenatý. Od poloviny 20. století spotřeba chlóru neustále roste v důsledku jeho použití zejména v organických syntézách. (16, 23, 24, 27, 49)

### **1.4.3 Současné využití chlóru**

Chlór a jeho sloučeniny jsou v současné době velice hojně zastoupeny jak v chemickém i odvozeném průmyslu, tak své uplatnění naleznou i při každodenním životě. Používá se především v chemické výrobě jak organických, tak i anorganických

sloučenin. Kolem 80% produktů organické chemie obsahuje buď chlór přímo, anebo při jejich syntéze je nutno chlor použít při přípravě některého meziprojektu. (12, 24)

Tento plyn je toxický vůči veškerým živým organismům, ať už jsou to živočichové, rostliny, či mikroby. Díky této jeho vlastnosti se používá i jako dezinfekční prostředek, především své uplatnění nalezne při úpravě jak odpadní, tak hlavně pitné vody v úpravnách vod. Reakcí chloru s vodou vzniká kyselina chlorná, která svými silně oxidačními účinky odstraní veškeré choroboplodné zárodky. Jelikož chlor zůstává rozpuštěn ve vodě po dlouhou dobu a je tedy dlouhodobě účinný z hlediska dezinfekce, je zaručena nezávadnost pitné vody během transportu k uživateli. Chlorování pitné vody však není nejvhodnější. Pokud se ve vodě nacházejí fenoly, snadno se chlorují a výsledné produkty jsou většinou silné kancerogeny. Pro úpravu odpadních vod pak nalezne své uplatnění především při úpravě odpadní vody z infekčního oddělení zdravotnického zařízení. Jelikož musejí být před vypouštěním do veřejné kanalizace desinfikovány. Desinfekce vody se provádí právě chlorováním pomocí chlorovacího zařízení v chlorovací jímce, kde je předepsána koncentrace zbytkového chlóru a stanovena minimální doba zdržení vody v jímce. (16, 20, 21, 24)

#### **1.4.4 Vliv účinků chlóru na lidský organismus**

Stupeň a rozsah poškození organismu vlivem působení chlóru je závislý na několika důležitých faktorech. Toxicitu a nebezpečnost této látky určují především její fyzikální a chemické vlastnosti, které mají podstatný význam na rozvoj vlastního patologického procesu v exponovaném organismu. Dalším podstatným faktorem toxického účinku je množství nebezpečné látky, v tomto případě chlóru, působící na lidský organismus. V této souvislosti je třeba také zmínit i koncentraci látky v prostředí, ve kterém je organismus exponován. Účinek toxické látky je také ovlivňován samotnou expozicí, tedy procesem vystavení organismu působení škodlivých látek, jedná se tedy o dobu, po kterou má látka na organismus nežádoucí účinek. Lze dokonce stanovit jakousi rovnici mezi koncentrací látky a samotné doby expozice. Čím je vyšší

koncentrace, tím kratší může být doba expozice vedoucí ke stejné intoxikaci a účinku, jako při vystavování se látce nižší koncentrace, avšak po delší dobu, respektive její dlouhodobá opakující se expozice. Ovšem toto tvrzení není podmínkou pro všechny druhy nebezpečných látek. (17, 18)

Samotný účinek chlóru na organismus určuje také další důležitý faktor, a to jeho cesta proniknutí do organismu. V případě této nebezpečné látky je bránou vstupu do organismu především respirační ústrojí. Tento plyn vyvolává celkové onemocnění organismu s nejvýznamnějšími změnami právě v dýchacích orgánech. Čichovou detekcí lze chlór zaznamenat již u hladin 0,5 - 1,0 ppm, někdy ale také až 5 ppm. V hladinách mezi 1 - 2 ppm lze ještě nepřetržitě pracovat, ale při vyšší koncentraci, např. 15 - 20 ppm, je pobyt v takto zamořeném prostředí po dobu 30 minut více než nebezpečný. Bezprostředně po vniknutí prvních částic chlóru dochází k dráždění nervových zakončení v dutině nosní a horních cest dýchacích. Prvotní příznaky expoziční inhalace se projevují v podobě kýčání, suchem v hrdle, kašle přecházejícího až v pocit dušení, případně pocitu tíže na hrudi a silná bolest na prsou. U zasaženého se může objevit pocit na zvracení, či přímo samotné zvracení, a posléze i bolesti hlavy. Nejzávažnějším projevem otravy je však toxický otok plic. Dochází k němu v důsledku poškození, způsobených v plicních sklípcích vlivem toxického působení chlóru. Tam jsou poškozeny buněčné membrány a kapiláry. Zvyšuje se velmi rychle propustnost kapilár a to způsobí, že se v plicních sklípcích začne hromadit tekutina a dochází k poruše výměny krevních plynů. (8, 9, 12, 17, 19)

Po expozici silné koncentrace chlóru se s výše zmíněnými příznaky může projevit pocit úzkosti, rychlé povrchní dýchání, tachykardie (tj. zvýšená frekvence srdce), tělo na tento stav odpovídá hypotenzí a s ní spojenou cyanózou, kdy tělo snižuje tlak a krev se tak nedostává do orgánů vzdálenějších od srdce, tím zajišťuje již tak omezené zásobování okysličenou krví důležité orgány. V případě, že se stav zasaženého pod vlivem silné koncentrované dávky chlóru horší, nastává šokový stav, zvyšuje se produkce zpěněného sputa (tj. vykašlavané hmoty) z dýchacího ústrojí a následně zástava dechu následovaná zástavou srdeční činnosti, která vede ke smrti zasaženého organismu. (19)



Chlór však nepůsobí jen na respirační ústrojí. Toxicitě jsou vystaveny především zrakové orgány, kde se účinek chlóru projevuje slzením až štiplavým pálením očí. Expozice o vyšších koncentracích mohou zapříčinit popálení či poleptání očních spojivek. Chlór má také silný účinek na sliznice horních i dolních dýchacích a částečně i trávicích cest. Poškozeny jsou tedy sliznice nosních dutin, ústní dutiny, nosohltan, hltan, hrtan, zasažena je průdušnice, průdušky, průdušinky a alveoly tedy plicní sklípky, kde naruší výměnu plynů (viz výše). Toxickým působením může chlór vyšší koncentrovanou dávkou poškodit pokožku. Takovými příznaky mohou být např. do ruda zbarvená pokožka, případně se zpuchýřujícími následky. Všechny tyto příznaky intoxikace má za následek chemická reakce plynného chlóru s vlhkostí na stěně těchto orgánů, kde se vytváří koncentrovaná kyselina chlorná. K poleptání oční spojivky či sliznice postačí reakce s jejich stálou vlhkostí, u pokožky pak reaguje s tělním potem. (6, 7, 9, 17)

#### **1.4.5 Vliv účinků chlóru a jeho sloučenin na životní prostředí**

Chlor se v živém organismu nachází v podobě  $\text{Cl}^-$  a je zároveň tak základní prvek nezbytný pro život. (8) Tento prvek je v přírodě takřka všudypřítomný. Jeho anorganické soli jsou snadno rozpustné a  $\text{Cl}^-$  je snadno pohyblivý v půdním roztoku i ve vnitřním prostředí rostliny. V rostlině tvoří spolu s draslíkem hlavní osmotikum buňky a podílí se tak na otvírání a zavírání průduchů. S vápníkem pak stabilizuje komplex rozkládající vodu v primární fázi fotosyntézy. Na obsah  $\text{Cl}^-$  v půdě mají různé druhy rostlin značně rozdílné nároky. Deficience chlóru v rostlině má za následek snížení růstu, vadnutí listů, intervenózní chlorózu či potlačení rozvoje laterálních kořenů. Naopak některé rostliny se s zvýšenou koncentrací chlóru vyrovnávají obtížně. Při extrémně vysokých koncentracích, např. při úniku chlóru ze zařízení při havárii nebo při dopravní nehodě, může přímo rostliny popálit. Z hlediska ekotoxikologického je pro vegetaci chlór podstatně toxičtější než oxid siřičitý. (3, 8, 10, 11)

Při reakci se vzdušnou vlhkostí vytváří chlorovodík. Ten představuje látku se silně korozívními účinky a narušuje tak při působení kovové materiály, ale také i materiály

stavební, jelikož reaguje i s vápencem. Tím se stává rizikem pro mnohá zařízení i budovy, včetně historických památek. Vzniklý chlorovodík následně vytváří za vyšší vzdušné vlhkosti kyselinu chlorovodíkovou, jelikož velice snadno reaguje s vodou. Ta je při vyšších koncentracích toxická jak pro vodní živočichy, tak i pro rostliny. Jestliže chlorovodík vzniká v atmosféře, rozpouští se ve vodních částicích mraků a dochází tak ke zvýšení kyselosti dešťové vody, tím se podílí na vzniku kyselých dešťů. Dopady chlóru i jeho sloučenin jsou tak na životní prostředí velice znatelné a závažné. (3, 7)

#### **1.4.6 Limity nebezpečné látky - chlóru**

Vzhledem k nebezpečnosti vyplývající z vysoké toxicity této látky jsou stanovena přísná pravidla pro povolené limity chlóru např. jak pro ovzduší, vodu i pracovní prostředí.

Vyhláška č. 252/2004, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, stanovuje nejvyšší přípustné množství volného chlóru v pitné vodě na 0,30 mg/l. V případě využití k dezinfekci vody vázaného aktivního chlóru, platí pro celkový aktivní chlór mezní hodnota 0,40 mg/l. Vyhláška č. 293/2006, kterou se mění vyhláška č. 252/2004, následně upravuje limity pro koncentraci volného chlóru v teplé vodě, vyrobené z pitné vody, a teplé vody, vyrobené z jiné než vody pitné, na maximální mez 0,10 mg/l. Toto však neplatí pro nárazovou dezinfekci vody, při které lze použít i vyšší koncentraci dezinfekčního činidla za podmínky, že pomocí organizačního opatření bude zajištěno, že takto upravení vodě nabude použita k lidské spotřebě. (2, 1)

Nejvyšší přípustnou koncentraci volného chloru v případě povrchových vod je tento limit snížen na 0,005 mg/l. Podobně je oborovými předpisy legislativně ošetřena i maximální koncentrace jak volného chloru, tak celkového chloru v průmyslových odpadních vodách. Upraveny jsou i limity pro pracovní prostředí, ve kterém se vyskytuje zdroj chlóru, či při manipulaci s ním. Tyto limity jsou stanoveny v seznamu v Nařízení vlády č. 361/2007, kde je stanoveno, že maximum přípustných expozičních

limit (tzv. PEL) pro chlór v pracovním prostředí je  $0,5 \text{ mg/m}^3$ . Nejvyšší přípustná koncentrace (NKP-P) pak byla stanovena na  $1,5 \text{ mg/m}^3$ . (2, 34)

#### **1.4.7 Postup při poskytování první pomoci při zasažení chlórem**

V případě, kdy při havárii na zařízení pracujícím s chlórem či nehody vozidla přepravující tuto velice nebezpečnou látku, dojde ke zranění či zamoření osob, jsou vždy tato zranění závažná. Ať už se jedná o nadýchání se plynu a s ním spojené respirační potíže, nebo porušení pokožky, sliznice či zasažení očí. Při této události hraje důležitou roli při záchraně života zasažených osob čas. Doba, než přijedou profesionální složky na místo nehody a poskytnou přednemocniční neodkladnou péči zraněným osobám, rozhoduje o přežití či trvalých následcích těchto osob.

Jako základní úkon v poskytnutí pomoci zraněnému je izolovat jeho dýchací ústrojí od zamořeného prostředí v místě havárie a zabránit tak opětovné vdechování koncentrované látky. Tedy nasadit mu přes obličejovou část prvek improvizované ochrany (v případě nezbytnosti poslouží kapesník či jiná látka) v nejlepším případě pak nasazení ochranné masky. Pokud to jeho stav dovolí, je nutno jej co nejdříve transportovat mimo zamořené prostředí, tak aby měl co největší přísun dýchatelného vzduchu. Nejvhodnější je podání masky s kyslíkovou láhví. Během provádění první pomoci je nezbytné neustále kontrolovat životní funkce postiženého. Po vynesení zasažené osoby do bezpečné vzdálenosti od místa nehody, je důležité svléci z osoby veškeré části jeho oděvu, jelikož se v nich stále nachází chlór. Dále je nezbytné minimalizovat fyzickou zátěž osoby, kvůli nároku na kyslík, a zároveň je vhodné aplikovat protišoková opatření, tedy poskytnout zraněné osobě teplou přikrývku, psychicky ji uklidnit a především nepodávat žádné tekutiny. Pokud nastane situace, že u postižené osoby dojde k zástavě dechu, je nutné provádět umělou ventilaci, v případě zasažení chlórem je možné i použití metody dýchání „z úst do úst“. (6, 17, 25)

V případě zasažení očních orgánů je nezbytné je dostatečným množstvím vody vypláchnout. To je nutné provádět důkladně, tedy při plném otevření oka, a tedy i pod

víčky. Vyplachování očí je třeba provádět nejlépe do příchodu lékaře, avšak minimálně 15 - 30 minut. V takovémto případě zasažení očí se neprovádí neutralizace látky, ale pouze výplach. Vlivem vysoké koncentrace plynu může dojít k poškození až poleptání pokožky. Mezi příznaky patří bolest, lokální zarudnutí, případně až destrukce pokožky. V závažnějších případech se projevují známky šoku (pro ně je charakteristické rychlé snížení tlaku, chlad v končetinách, studená a vlhká pokožka, také rychlý a zároveň slabý puls). Je nezbytné, jak již bylo zmíněno dříve, odstranit veškerý oděv a pokožku co nejšetrněji opláchnout dostatečným množstvím vody, nejlépe silným proudem, ale zároveň tak, aby nedošlo k ještě většímu poškození poraněné pokožky. V případě rozsáhlého poškození tkáně pokožky je nutno překrýt jej sterilizovaným obvazem. Jestliže nebyla poraněna pokožka, je vhodné ji omýt vodou a mýdlem. Jelikož je chlór skladován a převážen ve zkapalněné podobě, je tedy silně zchlazený. Při kontaktu s pokožkou může vyvolat popáleniny, popřípadě omrzliny. (6, 17, 25, 26)

Zajištěný a stabilizovaný stav umožňuje bezodkladný převoz do zdravotnického zařízení k následnímu odbornému léčení. Ve zdravotnickém zařízení je zasažené osobě poskytnuta lékařská péče v podobě především dostatečného přísunu kyslíku až do trvalého snížení cyanózy. V případě toxického otoku plic se provádí drenáž dýchacího ústrojí a doporučuje se též podávání látek snižující povrchové napětí, které zabrání zpěnění tekutiny v plicních sklípcích. V co nejkratší době po expozici je nutné zajistit udržitelnou průchodnost dýchacích cest, což se provádí pomocí podávání silných dávek steroidů. Případné infekci dýchacích cest lze čelit preventivním podáváním antibiotik. (17, 19, 25)

## **1.5 Neodkladná a následná opatření v případě dopravní nehody s následným únikem chlóru**

Opatření, která jsou přijímaná k ochraně životů a zdraví obyvatel, majetku i životního prostředí proti účinkům nebezpečné látky, lze dělit podle naléhavosti jejich provedení na opatření neodkladná a opatření následná. V této kapitole budou popsány oba typy ochranných opatření a nejdůležitější z nich budou charakterizovány.

Neodkladná opatření jsou to taková opatření, které je nutné provést neodkladně již při prvotním seznámení se s nastalou situací, a které nesnesou odkladu z hlediska rychlosti jejich provedení. V rámci těchto opatření jsou prováděny úkony, které mají za úkol zabránit ohrožení na životech a zdraví osob, škodám na majetku a životním prostředí. Za neodkladná opatření k ochraně obyvatelstva a jiných významných hodnot, lze chápat záchranné práce složek IZS i činnost dalších zainteresovaných subjektů a institucí. Neodkladná opatření, v jistém smyslu, však mohou provádět i osoby, které jsou sami ohroženy mimořádnou událostí, a to v rámci své individuální ochrany, případně poskytnutím pomoci jiné postižené osobě. (40)

Mezi neodkladná opatření patří:

- **vyrozumění**
- **varování obyvatelstva**
- **ukrytí obyvatelstva**
- **evakuace**
- **poskytnutí první pomoci zasaženým osobám nehodovou událostí**
- **zamezení dalšího úniku nebezpečné látky a jejího dalšího šíření**
- **uzavírky přístupových komunikací a odklon dopravy od místa nehody**
- **zajištění zachování veřejného pořádku a bezpečnosti v místě zásahu aj.**

Následná opatření se provádějí s určitým časovým odstupem od okamžiku úniku NL, kdy neodkladná opatření již ztrácejí svůj prvotní význam, a na významu nabývají opatření následná. Těmito opatřeními se rozumí ostatní činnosti a úkony k minimalizaci následků způsobených událostí, v rámci kterých je nutné snížit nebezpečí i samotné

příčiny úniku nebezpečné látky, které nebezpečí vyvolává. Charakterem i definicí tato opatření odpovídají likvidačním pracím. Je třeba k nim však zahrnout také i práce asanační, v rámci kterých se uvádí místo události do původní stavu. (40)

Mezi následná opatření lze zařadit:

- **zamezení a kontrola pohybu v uzavřené oblasti**
- **zabránění kontaminace povrchu těla** - improvizovaná ochranná opatření
- **dekontaminace osob**
- **dekontaminace povrchů terénu** - přírodního i zástavby, také použitého zařízení a techniky
- **odstranění havarovaných vozidel**
- **asanace zamořených prostor** (prováděná tlakovými ventilátory) aj.

Záleží na konkrétní události jaká opatření se použijí a v jakém rozsahu. Základní prioritou zůstává záchrana životů a zdraví osob, které jsou bezprostředně ohroženy, informování obyvatel, vyrozumění záchranných složek, a dále zamezení dalšího škodlivého účinku a šíření nebezpečné látky. Pořadí v jakém jsou opatření uvedena není obligatorní. Jednotlivá neodkladná i následná opatření lze provádět také současně, a to s ohledem na upřednostnění ohroženého zájmu.

Vyrozumění představuje souhrn technických a organizačních opatření zabezpečujících předávání informací o hrozící nebo nastalé mimořádní události základním a ostatním složkám IZS, správním úřadům, orgánům územních samosprávných celků, orgánům krizového řízení a dalším právnickým a podnikajícím fyzickým osobám určeným havarijním plánem kraje. Místem pro příjem a vyhodnocení informací o mimořádných událostech jsou operační a informační střediska IZS (OPIS HZS). Přijímání prvotní informace o mimořádné události se zabezpečuje zpravidla prostřednictvím tísňových telefonních linek (112, 150, 155, 158). (64)

Základním prostředkem varování obyvatelstva je „Jednotný systém varování a informování“ (dále jen JSVI). JSVI je technicky, provozně a organizačně zabezpečen vyrozumívacími centry, telekomunikačními a radiokomunikačními sítěmi a koncovými

prvky varování a vyznění. Varování obyvatelstva před hrozícím nebezpečím se provádí v místě mimořádné události nebo v místě, kde se předpokládají účinky mimořádné události. Varovná informace (tísňová informace) má charakter akustický (zvukový), verbální (mluvený) nebo optický (obrazový). Pro jejich šíření se využívají: (65)

- koncové prvky varování schopné vydávat varovný signál, např. sirény
- obecní a místní rozhlas
- výstražné a rozhlasové zařízení umístěné na mobilních prostředcích složek IZS
- rozhlasové a televizní vysílání, regionální tisk
- internetové stránky KÚ, HZS kraje, měst a obcí
- spojky aj.

Varovným signálem pro varování obyvatelstva při hrozbě nebo vzniku mimořádné události je *Všeobecná výstraha*. Jedná se o kolísavý tón sirény o délce 140s, který se opakuje 3x za sebou v třiminutových intervalech. U elektronických sirén je signál doplněn o verbální informaci upřesňující druh ohrožení. Po zaznění akustického tónu sirény, při vyhlášení varovného signálu, bude následovat písňová informace z hromadných informačních prostředků. (65)

Provést evakuaci v případě ohrožení únikem nebezpečné látky představuje již krajní, avšak neúčinnější opatření, a to v případě, že by ukrytí neposkytovalo dostatečnou ochranu před dopady nebezpečné látky. Evakuaci je třeba provést před únikem nebezpečné látky, respektive po úniku, a to v oblasti, kam míří toxický oblak. V případě, že v oblasti již došlo k zamoření a únik z této ohrožené oblasti není možný, je nevhodnější ukryt se.

Záchranné a likvidační práce prováděné při úniku nebezpečné látky, způsobeném ať již havárií či nehodou, jsou složitou operací opatření všech zainteresovaných záchranných složek a vyžadují jejich bezpodmínečnou profesionální koordinaci a součinnost mezi nimi samotnými. Činnost každé jednotlivé složky i jejich koordinace a společné činnosti, v rozsahu svých působností a škály úkolů a povinností, je

prováděna a limitována jak legislativou, tak i interními předpisy a manuály samotné složky. (40)

Tato opatření, záchranné a likvidační práce provádí složky v místě, kde k úniku došlo a v místě, kde se předpokládají účinky a dopady uniklé nebezpečné látky. Tento prostor se stává místem zásahu.

Na těchto pracích se podílí především základní složky IZS:

- *Hasičský záchranný sbor*, resp. jednotky požární ochrany,
- *Policie České republiky*, případně s pomocí obecní policie a
- *Zdravotnická záchranná služba*.

Další subjekty, které se mohou na těchto pracích podílet, jsou především orgány veřejné správy, orgány životního prostředí, orgány ochrany veřejného zdraví, vodoprávní orgány, správce komunikací aj. Jaké konkrétní orgány a instituce budou při zásahu zapojeny do záchranných a likvidačních prací, je závislé na charakteru, rozsahu a nebezpečí vzniklé nehodové události, dále druhu nebezpečné látky a prostředí, ve kterém došlo k jejímu úniku. Své povinnosti na záchranných a likvidačních prací má i právnická nebo podnikající fyzická osoba, která je v pozici správce, vlastníka či uživatele uniklé nebezpečné látky. (40)

Úkoly a povinnosti jednotlivých složek při zásahu budou v praktické části této práce konkretizovány na modelovém případě simulované nehody vozidla a následným únikem nebezpečného chlóru.



## 2 Výzkumné otázky

### *Výzkumné otázky:*

1. Představuje doprava chlóru při případné silniční havárii nebezpečí pro obyvatelstvo vybraného města?
2. Jaká je znalost o chlóru vybrané skupiny obyvatel města, v němž je simulována havárie?

### *Cíle práce:*

1. Nasimulovat pomocí softwarového programu TerEx dopravní nehodu vozidla přepravující chlór a zjistit její dopady.
2. Ověřit znalosti o vlastnostech a nežádoucích účincích chlóru vybrané skupiny obyvatelstva města, ve kterém bude simulována nehoda.

### **3 Metodika výzkumu**

Před samotným zahájením zpracování této práce, bylo nezbytné obeznámit se s platnou legislativní úpravou dané problematiky, s dostupnou odbornou literaturou i internetovými zdroji. Vhodným zdrojem informací byly konzultace s odborným pracovníkem Krajského úřadu Jihočeského kraje, s příslušníky HZS Jihočeského kraje i pracovníky přepravce kapalného chlóru.

Empirická část se především opírá o data získaná z výsledků prováděných simulací na softwarovém programu TerEx a výsledků dotazníkového šetření.

#### **3.1 Softwarový program TerEx**

Softwarový program Teroristický expert, zkráceně TerEx, byl vyvinut českou společností T-SOFT a.s., jejímž hlavním zaměřením je vývoj a tvorba speciálních informačních systémů, integrace a bezpečnost. Smyslem vývoje softwarového programu TerExu bylo vytvořit prostředek, který by pomohl ihned vyhodnotit dopady a následky mimořádné události, při níž by došlo k úniku nebezpečné látky. Lze jej využít při odhadu následků jak při haváriích v průmyslových objektech, tak při úniku z mobilního zdroje, tedy při dopravní nehodě. Tento software byl vytvořen, jak jeho název sám napovídá, i pro odhad následků teroristických, případně vojenských, útoků za použití jak chemických nebo toxických látek, tak i nástražných výbušných systémů či zbraní hromadného ničení.

Tento program je určen pro podniky, instituce, orgány samosprávy a státní správy, integrovaný záchranný systém, ale i pro výuku studentů oborů zaměřených na krizový management, ochranu obyvatelstva, toxikologii a pod.

Své uplatnění nalezne například při výkonu činnosti územního plánování, kde jej lze využít při sestavování analýzy rizik. Vhodným pomocníkem může být i při navrhování zástavby v blízkosti průmyslových i výrobních podniků, či v blízkosti

přepavních komunikací. Lze jej použít nejen pro první odhady reálných událostí, ale také i pro potřeby cvičení příslušníků složek integrovaného záchranného systému i a ostatních krizových orgánů.

TerEx je výjimečný svou snadnou „obslužností“ tím, že vstupy pro tento software jsou velice jednoduché, kde stačí pouze minimum známých informací o úniku a samotné nebezpečné látce, jako při reálném zásahu. Zpracování vstupních dat je velice rychle vyhodnoceno a výstupní data jsou snadno pochopitelná a přehledná. Výstupní data jsou zaznamenána ve výstupní zprávě, která vypovídá o dosahu účinků, důležitých upozornění a doporučení, jako je provedení evakuace a průzkumu. Dalším výstupem je mapové zobrazení, kde se promítnou účinky nebezpečné látky i další upozornění v podobě kruhů a výsečí. Výsledky jsou znázorněny i v grafech, které zobrazují závislosti klíčových veličin modelu na vzdálenosti od epicentra. Tyto výstupy jsou doplněny o informace z databáze nebezpečných látek tohoto softwaru, která čítá více než 120 látek. Těmito informacemi jsou např. charakteristika a popis látky, její vlastnosti, zraňující projevy, první pomoc, požární projevy, hasební prostředky a další.

Nebezpečné chemické látky - vyhodnocení		
Modely typu TOXI	dosah a tvar oblaku dle koncentrace toxické látky	
Modely typu UVCE	dosah působení vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem	
Model PLUME	déltrvající únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku	
Model PUFF	jednorázový únik plynu do oblaku, jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.	
Modely typu FLASH FIRE	velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou	
	BLEVE	ohrožení nádrže plošným požárem
	JET FIRE	déltrvající masivní únik plynu se zahořením
	POOL FIRE	hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny

Výbušné systémy - vyhodnocení	
Model typu TEROR	možné dopady detonace výbušných systémů, založených na kondenzované fázi, použité s cílem ohrožení okolí detonace.

Otravné látky - vyhodnocení	
Model POISON	šíření oblaku vzniklého rozptýlením otravné látky na určité území (dle rozlohy území, typu látky, způsobu rozptýlení apod.)
Model ATP-45B	závislost výsledku na způsobu použití látky a na síle větru

Převzato z materiálu TSoft:[http://www.tsoft.cz/sites/default/files/download/Terex\\_1.pdf](http://www.tsoft.cz/sites/default/files/download/Terex_1.pdf)

### 3.2 Dotazníkový průzkum

Vzhledem k tomu, že prováděná simulace dopravní nehody s následným únikem nebezpečné látky a její zhodnocení, včetně provedení neodkladných a následných opatření, je stěžejní částí této diplomové práce. Toto dotazníkové šetření představuje doplňkovou složkou praktické části práce, která má za cíl ji obohatit.

Vybranou skupinou pro vypracování dotazníku, a tedy zkoumaným souborem, byla skupina studentů Gymnázia J. V. Jirsíka v Českých Budějovicích. Toto gymnázium se nachází přibližně 100m od simulované dopravní nehody, a proto byla tato volba z hlediska řešení nehodové události vhodná. Dotazníkové šetření bylo provedeno u studentů druhého ročníku třídy 2A, tedy ve věku 16 - 17 let.

Vzhledem k přílišné konkrétnosti a malému počtu zkoumaného souboru studentů nelze dotazníkové šetření hloubkově hodnotit složitějšími statistickými metodami. Tímto specifickým výběrem nelze rozšířit statistické šetření na základní statistický soubor, tedy na populaci, zapotřebí by bylo mít alespoň 30 vhodně vybraných statistických jednotek. Dotazníkové šetření bude tedy řešeno pouze základními metodami deskriptivní statistiky, a dále budou výsledky dotazníkového průzkumu přehledně tabulkově a graficky znázorněny.

Dotazník tvoří celkem 19 otázek (viz **Příloha č. 21**) ve čtyřech tematických skupinách. První skupina čtyř otázek byla zaměřena na znalost o nebezpečných látkách obecně. Druhá skupina s pěti otázkami byla zaměřena na znalost o chlóru. Třetí skupina obsahovala šest otázek, týkajících se znalostí o nehodě s únikem NL, resp. chlóru. A poslední čtvrtá skupina čtyř otázek byla zaměřena na znalosti opatření proti účinkům

chlóru. Otázky byly tvořeny jednak nedokončeným rčením, které bylo nutné z výběru doplnit, a jednak otázkami, na které bylo třeba vybrat správnou odpověď. Ke každému rčení, resp. otázce, byly na výběr tři možnosti dokončení věty, resp. odpovědí. Pouze jedna volba byla správná a pouze jednu bylo možné zaškrtnout. Dotazník byl zcela anonymní a oproštěn od osobních otázek. Dotazník byl proveden 3. dubna 2013 v třídě 2A Gymnázia J. V. Jirsíka. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 28 studentů. Cílem tohoto šetření bylo zjištění, jaké znalosti mají tito konkrétní studenti o chlóru.

Na úvod řešení tohoto průzkumu bylo nutné vytvořit škálu, tedy seskupení hodnot do „rozumných“ skupin, kde tyto skupiny představují prvky škály. Následně byly hodnoty z výsledného sčítání dotazníků přeneseny do přehledné tabulky, která je základem pro výpočet empirických parametrů i dalších hodnot. Tato tabulka obsahuje celkem osm sloupců, které nesou zastoupení prvků škály, absolutní počet četnosti prvků škály, relativní počet četnosti prvků škály, kumulativní četnosti a v další polovině tabulky jsou zastoupeny empirické parametry.

Pro účel této práce poslouží především první empirický parametr nazývaný obecný moment 1. řádu, popisující aritmetický průměr základního souboru udávající parametr polohy. Díky němu bylo možné vypočítat centrální moment 2. řádu, který charakterizuje empirický rozptyl, tj. míra rozptýlení hodnot kolem středu. Následující postup byl získání hodnoty směrodatné odchylky, která určuje, jakou výpovědní hodnotu má aritmetický průměr. Zde platí, že čím nižší hodnota směrodatné odchylky, tím větší je výpovědní hodnota aritmetického průměru a naopak. Nakonec byla vypočítána hodnota variačního koeficientu, který po přepočtu na procenta udává, kolik procent z aritmetického průměru tvoří směrodatná odchylka. (66)

## **4 Výsledky**

### **4.1 Simulovaná dopravní nehoda vozidla přepravujícího chlór s jeho následným únikem**

#### **4.1.1 Přehled výroby a spotřeby kapalného chlóru v drobných obalech v ČR**

V Evropě je celkem 85 výrobců kapalného chlóru, celková výroba a spotřeba kapalného chloru v Evropě je odhadnuta na 12.681.000 tun za rok. V České republice jsou v současnosti dva výrobci kapalného chloru. Tím prvním je Spolchemie Ústí nad Labem s roční produkcí cca 60.000 tun kapalného chlóru. Druhým výrobcem je Spolana Neratovice, jejíž roční výroba kapalného chlóru činí cca 135.000 tun. (47)

Podle zprávy GHC Invest, podniku, který se zabývá distribucí chlóru, se roční spotřeba kapalného chloru v České republice v drobných obalech, tedy v tlakových lahvích a tlakových sudech, odhaduje (47)

- v průmyslu cca. 700 tun - pouze v tlakových sudech,
- ve vodárnách cca. 560 tun - převážně v tlakových sudech
- a ve veřejných bazénech představuje cca. 140 tun - pouze v tlakových lahvích.

Zbylé množství z celkového objemu spotřebovaného kapalného chlóru je distribuováno v železničních cisternových vozech a to především pro velké zákazníky. Jedná se především o železniční cisterny o objemu 46t kapalného chlóru. Příkladem může být Spolana Neratovice, ze které se týdně vypravují vlaky s více jak 5 - 8 cisternovými vozy s kapalným chlórem. (47)

Vzhledem k mnoha faktorům se obě hlavní plnicí stanice kapalného chlóru v drobných obalech postupně uzavřely. V roce 2005 uzavřela plničku chloru do drobných obalů Spolchemie v Ústí nad Labem, v roce 2008 pak uzavřela svou plnicí stanici i Spolana Neratovice. Zůstaly tak pouze plnicí stanice kapalného chlóru do

velkých železničních cisteren. Důvody uzavření těchto plnicích stanic jsou shodné v obou případech. Především šlo o bezpečnostní důvody, jelikož plnicí místa a zásobníky na chlór již neodpovídaly svým technickým stavem bezpečnostním limitům a předpisům. Tato velmi stará plnicí technika znamenala především malou produktivitu, přinášela vysoké nároky na počet zaměstnanců a znamenala stále se zvyšující riziko nejen pro její obsluhu. Nerentabilní provoz by vyžadoval značné investice, s jejichž návratností by se dalo počítat až po velmi dlouhé době. Dalším důvodem uzavření těchto plnicích míst do drobných obalů je i fakt, že oproti distribuci v železničních cisternách představuje dodávka chlóru v drobných obalech nevýrazné množství a mizivý ekonomický přínos. Oba výrobci kapalného chlóru se v současnosti orientují na dodávky velkým odběratelům. (47)

Od března 2008, kdy se uzavřelo poslední plnicí místo kapalného chlóru do drobných obalů u nás, se veškerý chlór v těchto drobných obalech do České republiky dováží ze zahraničí. Chlór je proto dovážen především z Polska, Slovenska, Rakouska a Německa. (47)

Chlór v drobných obalech je v současnosti ze zahraničí dovážen pouze kamiony, buďto přímo k velkým odběratelům, anebo přes sklady pro menší odběratele. Tyto sklady se nachází např. v Kralupech nad Vltavou, v Hustopečích, anebo v Přerově. Langová ve své práci uvádí informace z Ministerstva dopravy i od bezpečnostních poradců k přepravě chlóru po silnici, že je povoleno převážet kapalný chlór v silničních cisternách kódového označení P22DH(M), avšak je velice nereálné na území České republiky použít k této dopravě právě cisternové silniční vozidlo. Pro přepravu významnějších množství se používají již zmíněné železniční cisternové vozy, pro přepravu menších množství se využívá běžná kamionová nákladní doprava, avšak za přísných podmínek mezinárodní dohody ADR. (47, 48)

Přehled drobných chlorových obalů používaných u nás a jejich specifika je uveden v **Příloze č. 15**.

Převratitelná tlaková zařízení uváděná na trh a do provozu musí splňovat technické požadavky stanovené v příloze A k ADR. Za převratitelná tlaková zařízení se považují

nádoby, kterými jsou lahve, trubkové nádoby, tlakové sudy, svazky lahví, cisterny, kontejnery, cisternové vozy atd. (33)

Drobné chlorové obaly používané v České republice lze rozdělit na tlakové ocelové lahve a na tlakové ocelové sudy, oba tyto obaly musí splňovat přísné normy na skladování a přepravu nebezpečných látek. Jedná se o vysoce odolné tlakové ocelové nádoby. Jejich stěny i sváry musí být odolné proti působení velkého tlaku, pod kterým jsou tyto nádoby plněny, proti působení agresivní chemikálie, jíž chlor zejména v součinnosti se vzdušnou vlhkostí bezesporu je, a také proti mechanickému poškození, ke kterému může dojít při přepravě nebo neodborné manipulaci.

Chlór je nejčastěji dodáván do úpraven pitné vody a do chloroven ve většině případů v tlakových ocelových sudech o různých objemech. U nás se používají objemy chlorových sudů o obsahu 500, 600 a 1000 kilogramů kapalného chlóru. V menší míře se pro úpravny vod používá dodávka chlóru v tlakových láhvích. Pro veřejné bazény, upravované koupaliště a aquaparky se dováží zkapalněný chlór výhradně v ocelových chlorových lahvích. Chlorové lahve mohou mít obsah 45, 60 nebo 65 kilogramů kapalného chlóru. (47)

#### **4.1.2 Přehled přepravy kapalného chlóru na území Jihočeského kraje**

Tato krátká, avšak velice důležitá analýza se pokusí nalézt informace o přepravě kapalného chlóru na území Jihočeského kraje a především zaměřením na lokalitu simulované dopravní nehody s únikem této nebezpečné látky, tedy města České Budějovice. Výstup z této analýzy nebude pouze informativní, nýbrž bude směrodatný především pro stanovení místa nehody a použité množství nebezpečné látky.

Od jednoho z největších dodavatelů kapalného chlóru v České republice, společnosti GHC Invest, bylo prostřednictvím materiálů poskytnutých jejich zaměstnanci zjištěno, do jakých zařízení na území jižních Čech je chlór dodáván.

Na území Jihočeského kraje se nachází množství větších veřejných bazénů, koupališť, aquaparků, plováren či wellness center používajících kapalný chlór jako



dezinfekční prostředek do svých zařízení. Množství tohoto dezinfekčního prostředku se pohybuje zpravidla v rozmezí 0,1 - 0,5t. Namátkou lze vybrat největší odběratele chlóru z řad bazénů a obdobných zařízení, jsou to např. veřejný bazén v Písku, v Jindřichově Hradci, v Českých Budějovicích, v Českém Krumlově nebo např. v Lázních Aurora v Třeboni.

Dalšími zařízeními, která pracují s významným množstvím nebezpečného chlóru na území Jihočeského kraje jsou dezinfekční zařízení na infekčních oddělení v nemocnicích. Takováto zařízení jsou v Jihočeském kraji dvě, a to v Nemocnici Písek, a.s. (0,1t) a v Nemocnici České Budějovice, a.s..

Tou největší koncentrací chlóru jsou však úpravní vody. Na území Jihočeského kraje je těchto zařízení několik. Velké úpravy s významným množstvím chlóru jsou dvě, Úpravna vody Písek (3,2t chlóru) a Úpravna vody Plav (6,6t chlóru). Zbylé úpravní jsou poměrně menší, spíše lokálního typu, sloužící buďto jako hlavní zdroj pitné vody pro konkrétní města a obce, nebo doplňkový zdroj k hlavnímu zdroji pitné vody, a nebo jako záložní zdroj. Jedná se o úpravní vody (dále jen ÚV) Hamr, ÚV Hajská, ÚV Pracejovice, ÚV Nová Ves u Bechyně, ÚV Nemocnice České Budějovice, ÚV Husinec-Prachatice, ÚV Tábor-Rytíř, ÚV Bezdědovice, ÚV Zliv a Dolní Bukovsko. ÚV Pořešín a ÚV Veselí nad Lužnicí jsou v současnosti již (natrvalo) mimo provoz. Úpravnu vody vlastní např. i pivovar Platan v Písku s množstvím 0,04t chlóru.<sup>1</sup>

Produkce těchto lokálních úpraven je v rozmezí přibližně od 5,5 - 60 l.s<sup>-1</sup>, vyjma ÚV Dolní Bukovsko, které se svou produkcí cca 105 l.s<sup>-1</sup> řadí k těm významnějším. Množství chlóru potřebného k dezinfekci této produkce je tedy mnohem menší než u velkých úpraven a řádově se pohybuje zpravidla do několika kusů tlakových láhví (o obsahu 45 - 65kg chlóru). I vzhledem k tomu faktu, že některé úpravní slouží jako záložní či pomocný zdroj pitné vody, je jejich zásobování kapalným chlórem záležitostí dlouhodobou, jelikož jejich zásoba chlóru vydrží i několik roků.

---

<sup>1</sup> Informace o úpravnách vod byly získány ze Změny č. 4 Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací na území Jihočeského kraje dostupné z [http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par\[id\\_r\]=54577&par\[view\]=0](http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par[id_r]=54577&par[view]=0)  
Dalším zdrojem informací je poskytnutý výpis z Havarijního plánu JČK

Z uvedeného výčtu jihočeských zařízení využívající kapalný chlór je patrné, že na území města České Budějovice jsou dvě taková zařízení, která mají nemalé množství této nebezpečné látky. Tím prvním je infekční oddělení Nemocnice České Budějovice, a.s., kde je chlór využíván v dezinfekčním zařízení odpadních vod. Celkové zásoby kapalného chlóru v tomto zařízení je cca 2,6t. V Nemocnici České Budějovice je dalším chlorovým zařízením úpravna pitné vody z vlastního vrtu s vydatností 40 l.s<sup>-1</sup> vody. Chlór z této úpravy je již započten ve zmíněném celkovém množství chlóru. Obě tato zařízení se nacházejí v areálu nemocnice. Druhým zařízením je Plavecký stadion na Střeleckém ostrově v Českých Budějovicích, se zásobou cca 0,5t kapalného chlóru. V obou dvou případech je chlór uskladněn v tlakových ocelových láhvích. (63)

Přes území města České Budějovice je však kapalných chlór distribuován do mnohem většího zařízení, do Úpravy vody v Plavu u Českých Budějovic. Tato úpravna spolu s vodárenskou nádrží Římov tvoří základ Jihočeské vodárenské soustavy, která v současnosti zásobuje pitnou vodou rozlohu o cca 6.300km<sup>2</sup> s cca 500 tisíci obyvateli. Úpravna vody v Plavu vlastní zařízení na chloraci vody jako jednu z jejích technologických částí dávající chemikálie. Zásoby kapalného chlóru na tomto zařízení představují cca 6,6t uskladněného v tlakových 600ti kilových ocelových sudech.<sup>2</sup> Na základě těchto informací byla vytvořena mapa se všemi zjištěnými chlorovými zařízeními na území Jihočeského kraje s vyznačenou dopravní sítí (viz **Příloha č. 19**).

Do všech těchto zařízení je chlór dovážen silniční dopravou dle platných norem Dohody ADR a to z distribučního skladu chlóru v Kralupech nad Vltavou, určeného k distribuci pro Čechy (*pozn. pro Moravu je určen distribuční sklad chlóru v Přerově*). Přeprava kapalného chlóru probíhá především po hlavních komunikacích, zpravidla po trase směr Praha - České Budějovice po mezinárodní silnici E55. Doprava chlóru je omezena pouze pomocí místního dopravního značení zákazových značek typu B18 - Zákaz vjezdu vozidel přepravujících nebezpečný náklad, případně zákazovými značkami omezující vjezd vozidel nad určitou váhu do zóny s dopravním omezením (např. značení typu B13 - Zákaz vjezdu vozidel nad 6t). Ve městě České Budějovice

---

<sup>2</sup> Zdroj poskytnutých informací o množství uskladněného chlóru ve správním obvodu České Budějovice: Ing. Štefan Györög z oddělení vodního hospodářství a integrované prevence, Odbor životního prostředí, zemědělství a lesnictví, Krajský úřad Jihočeského kraje

jsou tato dopravní značení limitující vjezd vozidel s určitou hmotností velice častá, především v oblasti historického jádra a centrální oblasti. Avšak odbor dopravy magistrátu České Budějovice může udělit výjimku a povolit tak i vjezd vozidla s vyšší hmotností. Tento souhlas může být magistrátem udělen jednorázově a nebo dlouhodobě. Vzhledem k faktu, že doprava chlóru je v tomto případě záležitostí spíše jednorázovou, respektive dodávky jsou prováděny jednorázově v dlouhodobých intervalech, uděluje magistrát výjimku zpravidla krátkodobou. Hlavní dopravní trasy v Českých Budějovicích jsou však bez omezení. Dle informací od zaměstnanců dopravce, jsou dodávky kapalného chlóru do Jihočeského kraje prováděny nahodile, dle potřeby cílových zařízení, a to nepravidelně např. jedenkrát za rok, ale také i jedenkrát za tři roky.

Pro přepravu kapalného chlóru v drobných obalech, tedy v tlakových ocelových sudech a láhvích, dopravce používá několik typů nákladních vozidel, jedná se například o vozidla značky Iveco různých hmotností a provedení, především jsou to vozidla skříňová a typu valník, podléhající přísným požadavkům Dohody ADR.

Na základě těchto faktů a současně s doplňujícími informacemi zaměstnanců dopravce chlóru, lze stanovit přepravní trasy kapalného chlóru a tím získat potencionální rizikové oblasti ohrožené touto dopravou. To bude provedeno v městě České Budějovice.

### **4.1.3 Výběr místa nehody**

Při výběru místa nehody byla brána v úvahu jak skutečná dopravní trasa používaná při přepravě kapalného chlóru do vybraných zařízení, frekventovanost této přepravy v Jihočeském kraji, tak i vytíženost daných komunikací a v neposlední řadě i nehodovost na těchto komunikacích. Nejpravděpodobnější trasy přepravy chlóru na území města Českých Budějovic jsou patrné na mapě v **Příloze č. 16**. Důležitým faktorem pro volbu simulované dopravní nehody však byla i aktuální dopravní situace ve městě České Budějovice, která je výrazně ovlivněna především současnou

modernizací IV. železničního koridoru probíhající v období 2012/13 a dalších souvisejících úprav a omezení na místních komunikacích. Tato omezení spočívají především v uzavření viaduktu na Rudolfovské třídě pro veškerou dopravu mimo vozidla IZS a MHD. Stejně je tak omezena i třída Rudolfovská v úseku od křižovatky s ul. Nádražní ke křižovatce se Zanádražní komunikací (Vodní ul.). Současně s tímto omezením jsou v této oblasti prováděny opravy plynovodu a světelné signalizace dané křižovatky. Ulice Nádražní proto byla v tomto úseku zúžena do jednoho jízdního pruhu. Pro současný komplikovaný stav dopravy byly stanoveny objízdné trasy pro vozidla do 3,5t, do 6t a vozidla nad 6t. Významná komunikace Rudolfovská třída byla nahrazena především komunikací ulice Pekárenská, jejíž vytíženost tím několikanásobně vzrostla.

**Obr. - Místo nehody**



**Zdroj:** <http://mapy.cz/>

#### 4.1.4 Informace o místě nehody

Simulovaná dopravní nehoda je situována v Českých Budějovicích, do místa, kde se protínají ulice Pekárenská a Jírovцова. Křižovatka ulic Pekárenská a Jírovцова se nachází přibližně 900m severně od historického centra města Českých Budějovic. Ulice Pekárenská prochází směrem od západu, kde vyúsťuje z páteřní komunikace Pražské třídy, směrem k východu, kde protíná další významnou dopravní komunikaci Ulici Nádražní, a směřuje dále až do průmyslové zóny na východě města. Ulice Jírovцова na severu navazuje na křižovatku důležitých komunikací Ulice Nádražní a Propojení okruhů, a dále směřuje na jih, kde se spojuje na křižovatce s komunikací Na Sadech.

Okolí místa nehody na křižovatce ulic Pekárenská a Jírovцова je obytnou zónou charakterizovanou panelovými domy, patrovými budovami, jednak obytnými a jednak budovami určenými pro obchod a služby drobných živnostníků. Ulice v této lokalitě jsou standardně široké, tvořené dvěma jízdními pruhy a chodníky po obou stranách ulic. Patrové budovy tvoří typickou vysokou jednolitou stěnu ulice. Nezastavěné plochy jsou doplněny parkovacími místy, chodníky a městskou zelení. Největší koncentrací obyvatel v lokalitě je sídliště U Pekárenské, kde žije přibližně 4 500 obyvatel (údaj z roku 2010) je součástí části obce a katastrálního území České Budějovice 3. Nachází se podél severní strany Pekárenské ulice, dále je ohraničeno ulicemi Pražská a Nádražní. Z významných budov se značným rizikem ohrožení osob v případě simulované nehody mimo již zmíněnou obytnou zástavbu jsou např. Gymnázium J. V. Jirsíka v ulici Fráni Šrámka, Integrovaná střední škola cestovního ruchu v téže ulici, obchodní dům Billa v ulici Pekárenská na Palackého náměstí, Integrovaná střední škola stavební v ulici Nerudova, budova O2 Telefónica na Pražské třídě, další nedalekou budovou na Pražské třídě Clarion Kongress Hotel České Budějovice a v jeho těsné blízkosti Střední odborné učiliště dopravní. Největší koncentraci obyvatel tvoří IGY Centrum, které je významným obchodním a nákupním centrem. Přibližně 40m od křižovatky se nachází zastávka MHD - Jírovцова. Další zastávkou MHD je stanoviště Palackého náměstí ve vzdálenosti 250m východně a stanoviště Družba-IGY ve

vzdálenosti 340m západně od křižovatky. Díky přítomnosti zastávek MHD v ulici Pekárenská je trasa vybavena troleji v obou směrech.

**Obr.** Místo nehody s vyznačením potenciálně ohrožených budov únikem NL



Autor práce za použití mapy ze <http://mapy.cz/>

Ze složek IZS má nejbližše k místu nehody Obvodní oddělení PČR České Budějovice - Město se sídlem na Třídě 28. října, ve vzdálenosti 390m jihozápadně od zmíněné křižovatky. Územní odbor PČR České Budějovice se sídlem na Pražské třídě 580m jihozápadně od místa nehody. Ve stejné budově má své sídlo i Dopravní inspektorát Územního obvodu České Budějovice. Sídlo městské policie se nachází v ulici Jaroslava Haška nedaleko územního odboru 660m jihozápadně od havarijní události. Další složkou v blízkosti je Hasičský záchranný sbor JČK, který má své sídlo na Pražské třídě 600m severně od nehody. Zdravotnická záchranná služba je lokalizována v ulici Boženy Němcové, tedy jižně ve vzdálenosti 1935m od místa nehody. Odbor služby dopravní policie krajského ředitelství JČK, který se zabývá bezpečností a plynulostí silničního provozu, ale také šetřením dopravních nehod, se nachází v ulici Plavská, 2,8km jižně od místa nehody.

#### 4.1.5 Základní informace o nehodové situaci

Tato smyšlená nehoda byla modelována při převozu kapalného chlóru z distribučního skladu chlóru v Kralupech nad Vltavou do chlorového zařízení v Českých Budějovicích. Jedná se o dezinfekční zařízení odpadních vod na infekčním oddělení nemocnice. Chlór je převážen menším nákladním automobilem značky Iveco ve valníkovém provedení podléhajícím normám Dohody ADR. Náklad chlóru je uložen v předepsaných obalech - tlakových ocelových láhvích, které jsou umístěny a zajištěny v přepravní baterii. Převáženo je 5 lahví kapalného chlóru, každá láhev má obsah 65kg této nebezpečné chemické látky. Celkové převážené množství kapalného chlóru činí tedy 325kg.

Řidič během jízdy strávil značný čas v kolonách v úseku u Plané nad Lužnicí a Tábora kvůli dostavbě dálnice D3. Při příjezdu k Českým Budějovicím již měl značné zpoždění. Vzhledem k opravám komunikace Pražská třída v lokalitě Nemanice, volil řidič objížděku přes Úsilné na Propojení okruhů, odkud již pokračoval dále na ulici Nádražní. V úseku před Rudolfovským viaduktem se však blížil koloně stojících vozidel, způsobené současným omezením dopravy v souvislosti s rekonstrukcí železničního koridoru. Vzhledem k časové prodlevě strávené v kolonách a objížděkami, se řidič již dále zdržovat čekáním nechtěl, a proto zvolil objížděnou trasu ulicí Pekárenská, kterou se chtěl napojit na Pražskou třídu a dále směřovat na jih směrem k areálu nemocnice. V téže chvíli se po ulici Jírovcová směrem z ulice Nádražní k ulici Na Sadech pohybuje zásobovací vozidlo značky Volkswagen Transporter s dvoučlennou osádkou a blíží se ke křižovatce s ulicí Pekárenskou. Řidič nákladního vozidla se snažil svou časovou ztrátu dohnat a proto nebral ohledy na bezpečnou jízdu a značnou rychlostí se přibližoval k Pražské třídě. Při přiblížení ke křižovatce s ulicí Jírovcovou si nevšiml již rozjetého vozu Volkswagen Transporter přijíždějícího zprava. Druhé vozidlo, které přes stojící trolejbus MHD na zastávce Jírovcova, nevidělo rychle se blížící nákladní automobil a v domněnání, že je komunikace volná, vjelo do křižovatky.

Dochází ke kolizi obou vozů. Viz **Příloha č. 17**. Nepřiměřená rychlost jízdy, prudký úhybný manévr a boční střet s druhým vozidlem zapříčiňují převrácení nákladního vozidla, během něhož dochází k uvolnění přepravní baterie s láhvemi chlóru z korby vozu a jejím následným nárazem o povrch vozovky. V jeho důsledku dochází k uražení ochranného krytu ventilu jedné láhve, i jeho samotného poškození. Z láhve se začíná uvolňovat kapalný chlór, který vytéká na vozovku a ihned se odpařuje do žlutozeleného oblaku, který se drží při zemi a neustále se rozpíná. Řidič vozidla nákladního vozu je zraněn a zůstává nehybně ležet v převráceném vozidle. Druhé vozidlo zůstává na svých kolech, jeho osádka je rovněž zraněna a otřesena, avšak zůstává při vědomí. Nehody si bezprostředně všiml řidič MHD spolu s cestujícími. Jeden z nich, okamžitě volá tísňovou linku (jednotné evropské číslo tísňového volání) 112.

#### 4.1.6 Vstupní data stanovená pro simulaci dopravní nehody s únikem chlóru

**Tab.** vstupní data

Přepravovaná nebezpečná látka	zkapalněný chlór v tlakových ocelových lahvích
Celkové množství tlakových lahví	5 kusů, každá po 65kg kapalného chlóru
Množství uniklého plynu	65kg (1 láhev, je počítána nejhorší možná varianta s únikem celého obsahu láhve)
Rychlost větru v přízemní vrstvě	1 m.s <sup>-1</sup>
Pokrytí oblohy mraky	mírné (25%)
Doba vzniku a průběh havárie	den - jaro
Typ povrchu ve směru šíření látky	obytná krajina
Teplota látky v zařízení	18°C
Použitý model	PUFF - jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

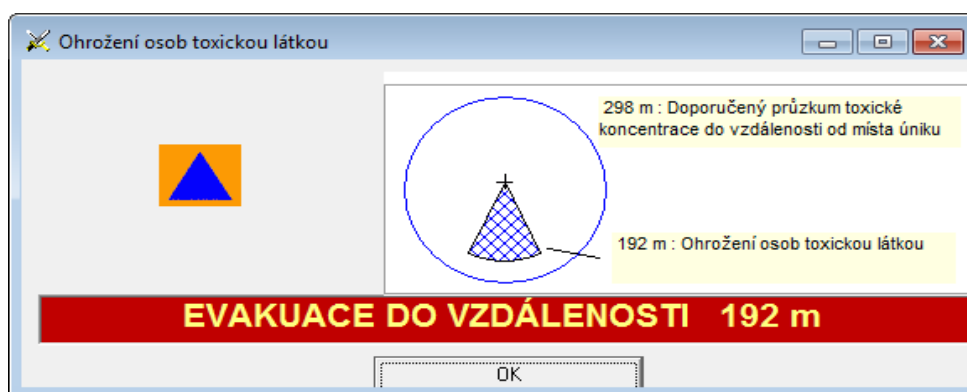
Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exotermní projevy typu UVCE (působení vzdušné rázové vlny vyvolané detonací směsi látky se vzduchem) a Flash Fire (ohrožení osob plamennou zónou v důsledku požáru či hoření látky)



#### 4.1.7 Vyhodnocení simulace softwarem

Do úvodní zadávací karty byla zanesena předem stanovená data teploty kapaliny v havarovaném zařízení, hmotnostním množství uniklé kapaliny a rychlost větru v přízemní vrstvě, a zároveň byla vybrána rychlost úniku kapaliny ze zařízení. V rozšíření zadání bylo upřesněno počasí, doba vzniku havárie i jejího průběhu, a dále typ povrchu ve směru šíření látky, kde událost nastala. Nastaven byl i případný sprejový efekt při výronu kapaliny.

**Obr.** zpráva ohrožení osob toxickou látkou



Výše vygenerovanou kružnici s výšečí přenesl program TerEx do mapového zobrazení, které poskytlo připojení k serveru <https://maps.google.cz/>. Výšeč byla upravena podle zvoleného směru přízemního větru.

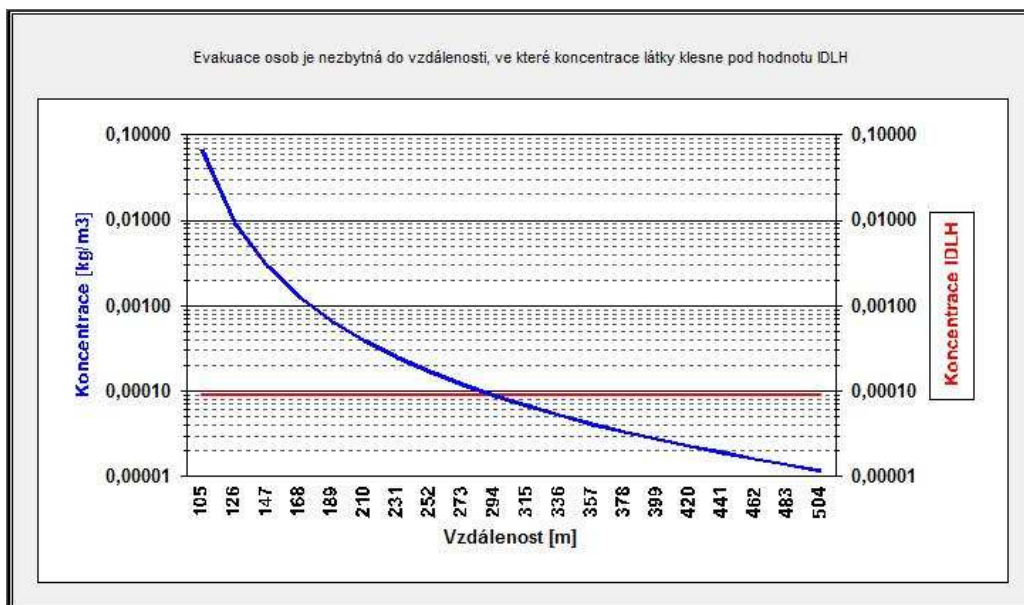


Výsledné hodnoty, určující provedení nutné evakuace osob, byly vypočteny na oblast výšeče ve vzdálenosti 192m od epicentra úniku chlóru v závislosti na směru převládajícího větru v přízemní vrstvě, a dále program stanovil oblast pro doporučený průzkum toxické koncentrace ve vzdálenosti 298m od epicentra úniku látky. Z mapového zobrazení lze přehledně vyčíst, jaké konkrétní ulice i konkrétní budovy a objekty jsou látkou zasaženy a kde je nutné provést neodkladná a následná opatření.

V případě zvoleného severozápadního větru s rychlostí  $1 \text{ m.s}^{-1}$  je patrné, že bezprostředně ohrožené jsou budovy a jiná místa zahrnutá v rozsahu tmavě modré výšeče. Vzhledem k tomu, že budovy v této a v přilehlých ulicích jsou zpravidla dvoupatrové, nebude tedy zamořen pouze část bloku budov dobře patrný ve vytyčené výšeči, uniklý chlór se bude pravděpodobně šířit i ulicí Pekárenská až po Palackého náměstí, a ulicí Jírovцова směrem k ulici Fráni Šrámka. Výsledná simulace přesně zobrazila lokality pro nutnou evakuaci i doporučený průzkum, v případě evakuace však může být zohledněno i rozsáhlejší území.

Další hodnoty TerEx poskytují tři výstupy v podobě grafů. Jedná se o graf doporučeného průzkumu toxické koncentrace, graf nezbytné evakuace a graf časových závislostí.

**Graf I.** - Doporučený průzkum

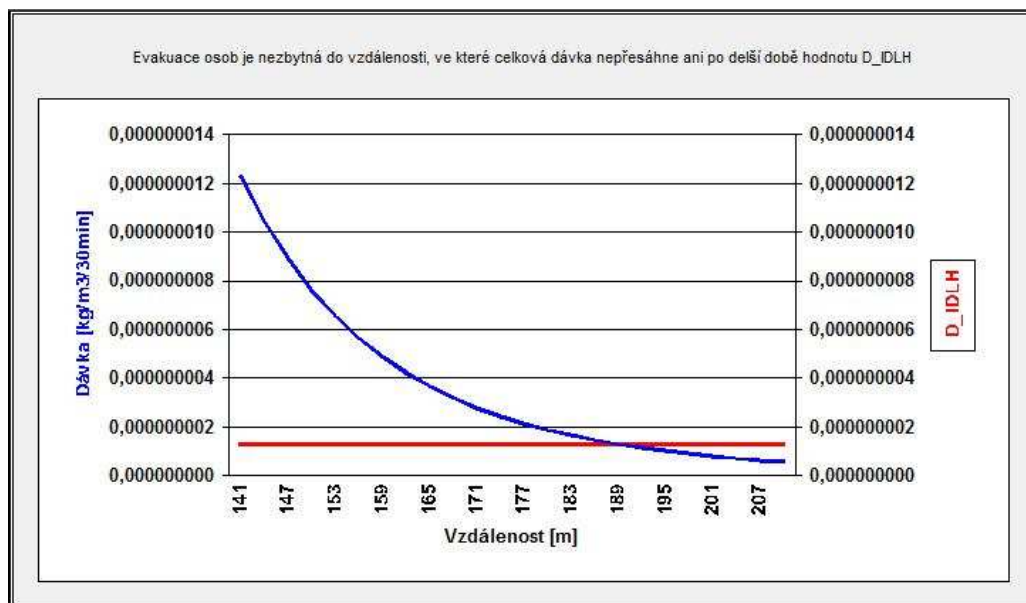


Autor práce v programu TerEx

Prvním výstupním grafem je doporučení průzkumu toxické koncentrace. Diagram se skládá z dvou os, svislá osa znázorňuje koncentraci látky a vodorovná osa vzdálenost od místa úniku. V diagramu jsou zakresleny dvě linie. Modrá linie představuje vztah koncentrace látky a vzdálenosti od místa jejího úniku. Vypovídá o tom, jak se s rostoucí vzdáleností mění účinek uniklé látky. Červená linie znázorňuje nejvyšší hladinu koncentrace toxicity látky, která je pro lidský život i jeho zdraví bezprostředně nebezpečná IDHL (Immediately Dangerous to Health and Life).

Z grafu je dobře patrné, že s rostoucí vzdáleností klesá koncentrace toxické látky. Klesne-li koncentrace látky pod vyznačenou hodnotu, může osoba bezpečně opustit takto zamořenou oblast. Výsledná hodnota koncentrace uniklého chlóru klesne na mezní hladinu IDLH  $8,9 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^3$  ve vzdálenosti 298m od jeho místa úniku, která je znázorněná průsečíkem obou linií. Graf I. doporučuje provést průzkum toxické koncentrace do této vzdálenosti od místa úniku.

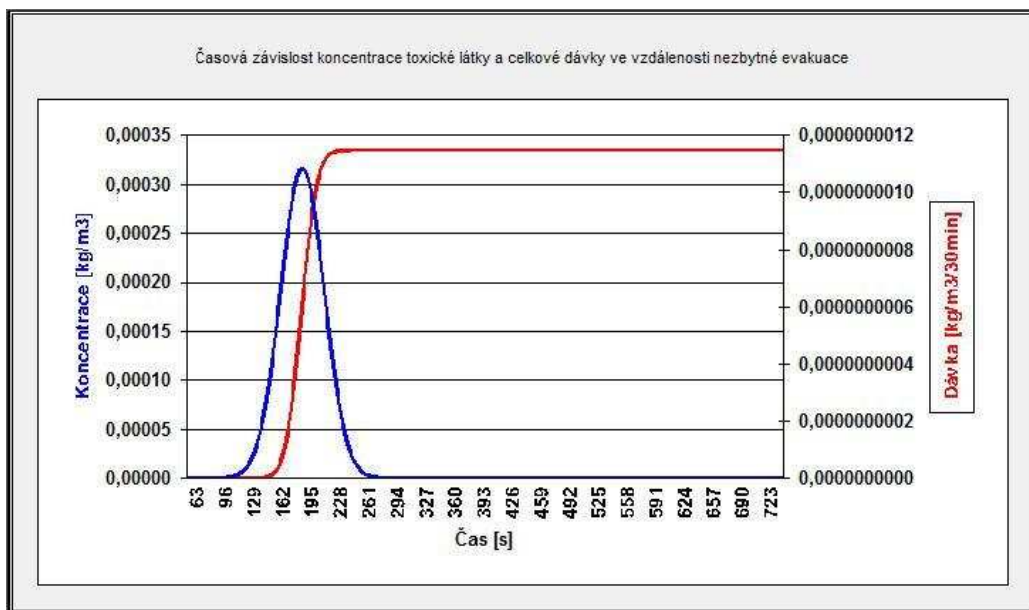
**Graf II. - Nezbytná evakuace**



Autor práce v programu TerEx

Druhý graf je podobný prvnímu diagramu, opět jsou zdě dvě osy, svislá představují dávku chlóru, vodorovná opět znázorňuje vzdálenost od místa úniku. Závislost dávky látky na vzdálenosti je vyobrazena modrou křivkou. Červená přímka znázorňuje mezní hladinu koncentrace (D\_IDLH), která je pro lidský organismus bezprostředně ohrožující. Z tohoto grafu lze vyčíst místo, kde protnutí těchto dvou linií udává vzdálenost, ve které je nezbytné provést evakuaci osob. Výpočet stanovil tuto vzdálenost na 192m. V této vzdálenosti nepřesáhne hodnota celkové dávky D\_IDLH  $1,269 \cdot 10^{-9} \text{ kg/m}^3/30\text{min}$ , tedy nepřesáhne tuto hodnotu ani za 30 minut.

**Graf III.** - Časové závislosti koncentrace toxické látky



Autor práce v programu TerEx

Třetí graf znázorňuje časovou závislost koncentrace toxické látky a celkové dávky ve vzdálenosti nezbytné evakuace. Z grafu je patrné, že nejvyšší koncentrace chlóru, která činí  $0,3\text{g/m}^3$ , bude dosaženo v čase přibližně 175s (přesný údaj nelze z grafu spolehlivě vyčíst, kliknutím na vrchol amplitudy ukázalo tuto hodnotu), tj. 2min 55s. Místo, kde se obě křivky protínají značí údaj 193s, (opět s přibližnou přesností) tedy 3min a 13s od okamžiku úniku chlóru při poškození přepravního obalu během dopravní nehody. Při stanovené rychlosti větru  $1\text{m/s}$  je tato vzdálenost, s přihlédnutím k zmíněné nepřesnosti, shodná s vzdáleností určenou pro nezbytnou evakuaci, která činí 192m.

Další varianty při úniku 65kg chlóru s různými vstupními podmínkami týkajících se povětrnostních podmínek i dalších klimatických parametrů jsou uvedeny v tabulkách v **Příloze č. 18)**

V případě že by chlór unikl místo z jedné láhve ze dvou, tedy 130kg, tak za stejných meteorologických podmínek, jako u modelové simulace, by se hranice nutná pro evakuaci zvětšila na 252m. Oblast doporučená pro provedení průzkumu by posléze sahala 378m od místa úniku. Dalším výsledkem poskytl TerEx v podobě určení nejvyšší

koncentrace a to v čase 240s, tj. 4min, od okamžiku úniku. Pro porovnání v případě, kdyby došlo k úniku z 600kg chlorového sudu, by zamoření smrtelnou koncentrací činilo za základních vstupních podmínek 452m, průzkum by bylo vhodné provést až do vzdálenosti 639m. Doba působení nejvyšší koncentrace od okamžiku úniku by v tomto případě byla 450s, tj. 7,5m. Viz tabulky v **Příloze č. 20**.

#### **4.1.8 Rizika úniku chlóru při dopravní nehodě a jeho možné dopady**

Chlór má díky svému fyzikálně chemickému charakteru molekulovou hmotnost vyšší než vzduch a je tedy označován za těžký plyn. V případě dopravní nehody, kdy dojde k porušení obalu (v tomto případě tlakové ocelové láhve), ve které je zkapalněný chlór uskladněn a přepravován, bude unikat do prostředí místa nehody z části jako podchlazená kapalina, která se ihned začne odpařovat z povrchu (např. vozovky) do těžkého mraku žlutozeleného plynu, a současně se bude přímo z otvoru v obalu uvolňovat chlór v plynném skupenství. Tento vysoce koncentrovaný toxický oblak se bude držet a narůstat v místě úniku. Zprvu se bude držet při zemi a díky proudění větru se začne oblak pohybovat v jeho směru od místa úniku. Vlivem gravitační síly se oblak začne postupně rozpínat do širší plochy, dokonce může nastat situace, kdy se bude za velmi nízké rychlosti větru rozprostírat i směrem proti jeho proudění, tedy do všech stran od místa úniku. Avšak vlivem povětrnostních podmínek bude oblak unášen od místa úniku ve směru dominantního větru a s rostoucí vzdáleností bude více ředěn, až se jeho hustota bude postupně blížit hustotě okolního vzduchu. Nižší hustota i hmotnost mraku způsobí jeho šíření i směrem vzhůru, kde bude snáze zachytáván, unášen a ředěn proudícím větrem, jeho toxicita se tak výrazně sníží. Vzhledem k vysoké reakční schopnosti chlóru vázat se s jinými prvky za vzniku sloučenin (kyselin a chloridů), je nepravděpodobné, že by se v koncentrované elementární podobě kumulovat v povrchových a podpovrchových vodách či v půdě. Jeho kumulace v živých organizmech či rostlinách je také vyloučena.

Zvolená lokalita, kde byla simulována dopravní nehoda vozidla přepravující tuto nebezpečnou látku s jejím následným únikem, je typickou městskou zástavbou. Riziko intoxikace obyvatelstva uniklým chlórem je tedy reálné. Vyšší patrové domy tvořící stěny tamních ulic pravděpodobně nezpůsobí takové rozšíření toxického plynu, avšak zapříčiní, že koncentrace v blízkém okolí místa úniku s přihlédnutím k směru proudění přízemního větru bude vyšší. Většina budov v místě nehody i jejím okolí vlastní sklepní prostory, které jsou do tři čtvrtě své výšky zapuštěny pod úroveň vozovky. Uniklý chlor by se mohl sklepním okénkem snadno dostat do těchto sklepů a zde zůstat.

Uniklý chlór by mohl u osob, nacházejících se v blízkosti nehody, způsobit zhoršené dýchání, ve vyšších koncentracích i otok plic. Při styku s pokožkou způsobí značné svědění až její značné poškození s projevy puchýřů. Zasažením zrakových orgánů výrazně zhorší pohybové schopnosti osob a tím může výrazně ztížit únik ze zamořené oblasti. Neplatí to pouze pro volné prostranství, tedy prostor ulice. V přízemních prostorách budov, kam by se plyn mohl dostat, může taktéž ohrozit osoby a znemožnit jejich snahu o ukrytí do bezpečného prostoru. Již první příznaky intoxikace chlórem jeho vdechnutím, tedy podráždění dutiny nosní a horních cest dýchacích, a spolu se zasaženými zrakovými orgány, projevujících se slzením až štiplavým pálením očí, mohou vyvolat úzkostný až panický stav zasažených osob. Takto rozrušené osoby s narušenými základními smysly mohou jen těžko zvládat orientaci v zasaženém prostoru.

Vzniklá panika by zapříčinila, že i při nepatrných příznacích by se lidé snažili zajistit si lékařské ošetření, ať už vlastními silami, tedy vlastní dopravou do zdravotnického zařízení, tak i ve větším případě přivoláním si rychlé lékařské pomoci. Obě situace by měly za následek zvýšeného provozu jak na komunikacích vedoucích od místa nehody, tak značné vytížení jak výjezdových skupin ZZS, tak i tísňové linky. Stejná panika by však mohla být způsobena i jen samotným varováním obyvatel o události a před jejím hrozícím nebezpečím.



#### **4.1.9 Zásah v místě dopravní nehody s následným únikem chlóru**

Tato část práce nastíní činnosti nutné k provedení zásahu při simulované dopravní nehodě nákladního automobilu převážejícího kapalný chlór s druhým vozem na křižovatce ulic Pakárenská a Jírovцова v Českých Budějovicích, za použití vhodných neodkladných a následných opatření.

##### **4.1.9.1 Vyrozumění základních složek a dalších subjektů**

Po přijetí prvotního ohlášení o nehodové události operačním střediskem IZS, bude tato informace vyhodnocena a předána dalším subjektům. Vyrozumění o dopravní nehodě s únikem nebezpečné látky se týká složek integrovaného záchranného systému k vyhlášení příslušného stupně poplachu a aktivaci a nasazení sil a prostředků, orgánů územních samosprávných celků, orgánů krizového řízení a případně i právnických a podnikajících fyzických osob dotčených touto událostí.

Informace o nehodě, která je předávána bude obsahovat:

- Co se stalo?
- Jaký je rozsah události?
- Zda jsou usmrceny, zraněny nebo ohroženy osoby?
- Kde k události došlo?
- Kdo událost ohlásil, odkud a z jakého telefonního čísla?

##### **4.1.9.2 Varování a informování obyvatelstva**

Varování obyvatelstva se provede po vyhodnocení prvotních informací a jejich ověření. Provede se v místě mimořádné události a v místě, kde se předpokládají účinky mimořádné události na základě požadavku velitele zásahu, případně OPIS HZS JČK. Varování bude provedeno prostřednictvím jednotného systému varování a informování,

tedy zvukem sirén a s doplněním informací elektronických koncových prvků a v městském rozhlasem. Tísňová informace o hrozícím nebezpečí by obsahovala identifikaci nebezpečí, tedy k čemu došlo, kde k tomu došlo, co uniklo, jaké jsou následky, kde se tyto následky projeví a jaká opatření mají obyvatelé vykonat pro své bezpečí. Pro simulovanou nehodu budou při varování obyvatelstva nezbytné aktivované rotační sirény v ulicích Jírovceva a Pražská tř. doplněné místním rozhlasem.

Pokud možno telefonicky nebo přímo osobně budou kontaktovány objekty s potencionálním velkým množstvím ohrožených osob jak jsou např. Gymnázium J. V. Jirsíka v ulici Fráni Šrámka, nedaleká Integrovaná střední škola cestovního ruchu, obchodní dům Billa v ulici Pekárenská na Palackého náměstí, IGY Centrum na Pražské třídě a další. Varování by v krajní situaci prováděly zasahující složky pomocí svých zásahových vozidel s výstražným zařízením a s zvukovým oznamováním doplňujících informací. Vzhledem k jejich bezprostřední blízkosti od místa nehody jim bude nařízeno přerušování činnosti a provedení ukrytí do vyšších pater a na odvrácenou stranu od místa úniku.

#### **4.1.9.3 Úloha HZS při dopravní nehodě s únikem chlóru**

Hasičský záchranný sbor má, oprati jiným složkám, nezbytné vybavení jak personální tak i technické k zásahu u dopravních nehod i havárií na zařízení s následným únikem nebezpečné chemické látky. Vzhledem ke své odbornosti a vybavenosti řídí v místě zásahu záchranné a likvidační práce složek integrovaného záchranného systému.

Podle poplachového plánu obce České Budějovice, konkrétně městské části České Budějovice 3, jsou k dispozici pro zásah simulované dopravní nehody, v lokalitě křižovatky Pekárenská - Jírovceva, s únikem chlóru při 1. stupni poplachu<sup>3</sup> jednotky

---

<sup>3</sup> Pozn. V jednotlivých stupních poplachu zasahuje na místě zásahu tento počet jednotek:

- a) 1. stupeň poplachu předpokládá nasazení nejvýše čtyř jednotek,
- b) 2. stupeň poplachu předpokládá nasazení nejvýše desíti jednotek,
- c) 3. stupeň poplachu předpokládá nasazení nejvýše patnácti jednotek,

HZS Jihočeského kraje požární stanice České Budějovice a stanice Suché Vrbné a JSDH Hrdějovice. Pro případ vyhlášení 2. stupně poplachu dále jednotky JSDH Hluboká nad Vltavou, JSDH Ledenice, JSDH Lišov a JSDH Dubné.

Příjezd jednotek k místu nehody je s ohledem na šíření uniklého chlóru veden z návětrné strany. Po celou dobu zásahu by byli příslušníci HSZ informováni o meteorologické situaci. V případě simulovaného severozápadního směru větru by byl příjezd pro jednotky HZS i další složky stanoven ze severu ulic Jírovцова, kde by stanoviště pro zásahovou techniku tvořila křižovatka s ulicí Puklicova, ve vzdálenosti více jak 100m od místa nehody, po které vedla odjezdová trasa. Případně by mohl být využit i přístup ze západu ulic Pekárenská ke křižovatce s ulicí K.Weise, ve vzdálenosti přibližně 140m od místa nehody. Avšak, zde by byl problém s uspořádáním techniky a především s odjezdovou trasou, jelikož ulice K.Weise je pro zásahovou techniku nevyhovující.

Po příjezdu jednotek a uspořádání techniky mohou příslušníci HZS zahájit průzkum. Ten je veden v případě, že je jednotka vybavena protichemickou ochrannou. Není-li jednotka k zásahu s nebezpečnou látkou dostatečně chráněna, provádí průzkum z bezpečné vzdálenosti a podává zjištěné informace veliteli zásahu, operačnímu středisku a informuje předurčenou jednotku, a zároveň zahájí další opatření jako uzavření prostoru apod. Plně vybavená jednotka s maximální ochranou před účinky nebezpečné látky během průzkumu potvrzuje prvotní ohlášení o úniku chlóru. Zjišťuje zda jsou ohroženy osoby a jaký je jejich počet, případně se povedou neodkladná opatření k jejich záchraně i opatření k zamezení dalšího úniku chlóru. Během průzkumu určí velmi důležitou informaci a to jaké množství chlóru uniklo, případně jakého je skupenství a jak rychle uniká. Další zjištění se týká stability havarovaných vozů, případně použití vyprošťovací techniky

Po získání maximálního množství informací o nehodové události velitel zásahu započne s organizováním místa zásahu. Oblast místa nehody a jejího okolí s přihlédnutím k rozsahu šíření chlóru je rozdělena na zvláštní zóny. Jedná se o **nebezpečnou zónu** a **vnější zónu**. Nebezpečná zóna představuje oblast, ve které je

---

c) zvláštní stupeň poplachu předpokládá nasazení více než patnácti jednotek.

ohrožení na maximální úrovni. V této oblasti platí režimová opatření, jako jsou nutnost ochranného oděvu, či doba v této zóně strávená. Představuje základní odstup od epicentra úniku chlóru a tudíž je zde předpokládána jeho nejvyšší koncentrace. S tím je také spojeno i nejpravděpodobnější riziko kontaminace nebezpečnou látkou. V této zóně hasiči provádějí opatření k snížení rizik a snaží se zamezit jeho šíření. Vnější zóna v podstatě obklopuje nebezpečnou zónu. Její podstatou je uzavírka okolo místa nehody, případně se této oblasti provádí evakuace osob. Vnější zóna obsahuje u hranice s nebezpečnou zónou stanoviště určená pro zasahující jednotky v nebezpečné zóně. Jedná se o týlový prostor, nástupní prostor a dekontaminační prostor.

Postup při zásahu u kombinované nehody bude veden jak k zvládnutí dopravní nehody samotné, tak i uniklé nebezpečné látky. Avšak jaká opatření budou prováděna prvotně, je zapotřebí posoudit vzhledem k hrozícím nebezpečím. Prioritou zůstává záchrana životů a zdraví osob, majetku a životního prostředí. Všechny tyto hodnoty mohou být účinky dopravní nehody s únikem nebezpečné látky ohroženy, a proto je zapotřebí, co nejdříve eliminovat její další únik, případně zabránit jejímu dalšímu rozšiřování. Jakákoli činnost zasahujících jednotek musí být bezpečná jak pro zasahující samotné, tak i pro jiné zúčastněné osoby. Je třeba neustále dodržovat zásady bezpečné práce. Pomocí vhodných ochranných prostředků, organizace zásahu a dekontaminace maximálně zamezit kontaminaci sil a prostředků zasahujících složek.

V průběhu zásahu jsou prováděny běžné záchranné a likvidační práce a opatření jako při klasické dopravní nehodě. Jedná se tedy o vyloučení zápalných zdrojů, případně hašení požáru, vyprošťování osob z havarovaných vozidel a poskytování první pomoci, likvidace vyteklých provozních kapalin vozidla a pod. Do příjezdu složky PČR řídí příslušníci HZS dopravu (viz zákon o silničním provozu).

Vedle úkolů při záchranných pracích u dopravní nehody zároveň příslušníci HZS provádějí opatření k zvládnutí uniklého chlóru, kterému je zpravidla dávána přednost před likvidací samotné dopravní nehody. Oblak plynného chlóru je zapotřebí zkrápnět roztříštěným proudem vody a k tomu je zapotřebí zajistit její dostatečné zásobování. Vzniklý roztok chlóru po přeměření jeho pH a po dohodě se správcem kanalizační sítě mohou v hasiči nechat odtéct do kanalizace. Kapalnému chlóru je však nutné zabránit,

aby se do kanalizace dostal a to zahrazením kanalizačních otvorů. K zabránění dalšího úniku chlóru z přepravního obalu lze použít těsnící tmely, pásky i klíny. V případě nutnosti lze přiložit k místu úniku vlhčenou textilií, která ihned přimrzne a zafunguje jako těsnící prostředek. Uniklý kapalný chór na vozovce hasiči ohradí obsypáním sorbentu, případně sorbční textilií. Takto zajištěný kapalný chlór je třeba pokrýt (střední nebo lehkou) pěnou k zabránění jeho dalšího odpařování. Použít mohou hasiči i folii anebo zasypáním sorbentem. Při likvidaci kapalného skupenství chlóru nesmějí použít vodu, tím by navýšili odpařování do plynného skupenství. Dalším úkolem bude zamezení úniku chlóru do níže položených prostor, tj. sklepů a podzemních garáží. Dojde-li k jejich zamoření, je nezbytné tyto prostory odvětrat tlakovými ventilátory. Toto se provádí až po omezení šíření plynného chlóru v okolí.

V případě dekontaminace chlóru se jako dekontaminační činidlo použije na povrchy sorbent s vodou, případně soda, vápno v pevné formě nebo mletý vápenec. Lze také použít 5 - 10% roztok hydrogenuhličitanu sodného ( $\text{NaHCO}_3$ ), anebo uhličitanu draselného ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Poslední dvě zmíněná činidla lze použít i na protichemický ochranný oděv. Při kontaminaci povrchu těla chlórem postačí voda, avšak v dostatečném množství.

#### **4.1.9.4 Úloha PČR při dopravní nehodě s únikem chlóru**

Po příjezdu policie k místu nehody, jako první složky, poskytují první pomoc postiženým osobám a snaží se maximálně eliminovat následky nehody i hrozící nebezpečí, avšak s ohledem na svou bezpečnost a vzhledem k nebezpečí uniklého chlóru. Zjišťují údaje o situaci i o převážené nebezpečné látce a přes operační středisko PČR jsou informovány další složky. Účast Policie na dopravní nehodě spočívá především v regulaci dopravy v místě nehody i oblasti s předpokládanými účinky nebezpečné látky. Příslušníci PČR jsou v tomto ohledu oprávněni zastavit vozidla, odklánějí dopravu na jiné objízdné trasy, a dále provádějí označení místa nehody. Uzavírku komunikací vedoucích k místu nehody nechávají průchozí pouze pro vozidla a techniku

zasahujících složek. Další úkoly jsou již spojeny se zajišťování bezpečnosti v místě zásahu.

Po příjezdu jednotek HZS se policisté řídí pokyny velitele zásahu hasičů. Úkolem policistů je posléze v součinnosti s velitelem zásahu především uzavírka širšího prostoru s ohledem na směr větru působení uniklého chlóru a to uzavřením i pro zásahová vozidla složek IZS. Jejich trasu k místu zásahu směřují po stanovených přístupových komunikacích. Tyto příjezdové i odjezdové trasy po celou dobu zásahu zajišťují a zabezpečují proti samovolnému pohybu a vstupu nepovolaných osob a vozidel. Stejná opatření platí i pro vytyčený prostor v místě zásahu, kde jsou policisté povinni zamezit nekontrolovatelnému pohybu. Dalším úkolem příslušníků PČR je sřežít a chránit jak prostor se zásahovou technikou, tak i majetek, jako jsou budovy, objekty, odstavená vozidla apod. Policisté v místě dopravní nehody v případě důvodného podezření spáchání trestného činu provádějí úkony vedoucí ke zjištění totožnosti účastníků nehody i svědků události, a dále zajišťují stopy důležité k dalšímu šetření.

Uzavírky, v případě simulované dopravní nehody s ohledem na severozápadní směr větru, by byly provedeny v místě:

- křižovatka ul. Pekárenská - Pražská tř.
- křižovatka ul. Pekárenská - ul. Nádražní
- křižovatka ul. Jírovцова - ul. Nádražní
- uzavírka Palackého náměstí
- uzavírka ul. Fráni Šrámka od Palackého náměstí až po ul. K.Weise
- uzavírka ul. Jírovцова až po ul. Skuherského
- další uzavírky s ohledem na šíření toxického mraku chlóru.

V případě nutnosti mohou policisté požadovat po správcích komunikace poskytnutí mobilní výstražné značení, k zavedení přechodných úprav v silničním provozu v okolí místa nehody. V rámci úkolů státní policie mohou být povoláni i příslušníci obecní/městské policie.

#### 4.1.9.5 Úloha ZZS při dopravní nehodě s únikem chlóru

Hlavní činnosti příslušníků zdravotnické záchranné služby při takto specifické dopravní nehodě jsou v zásadě totožné s vlastním posláním této složky. Jedná se o řízení a organizování odborné přednemocniční neodkladné péče a její poskytnutí postiženým osobám v místě události. Vyšetření pacienta a poskytnutí zdravotní péče, včetně případných neodkladných výkonů k záchraně života, provedené na místě události, které směřují k obnovení nebo stabilizaci základních životních funkcí pacienta. A dále ve stabilizovaném stavu zajistit jejich převoz do zdravotnického zařízení, kde bude zraněným poskytnuta odborná lékařská péče dle specifík jejich zranění. Samozřejmostí je opět spolupráce a součinnost s ostatními záchrannými složkami. K zajištění plnění těchto i dalších úkolů je zdravotnická záchranná služba vybavena zdravotnickým operačním střediskem a výjezdovými skupinami ve složení:

- vozidla rychlé lékařské pomoci (RLP),
- vozidla rychlé zdravotnické pomoci (RZP),
- a vozidla v setkávacím systému (RV), tzv. Rendez-Vous.

Dalším prostředkem k dispozici zdravotnické záchranné služby jsou vrtulníky letecké záchranné služby.

V místě dopravní nehody je odpovědný pracovník za složku ZZS vedoucí lékař. Ten organizuje provedení neodkladné péče v místě zásahu a přes zdravotnické operační středisko nahlásí počet zraněných osob a jejím prostřednictvím vyžaduje síly a prostředky. Jeho dalším úkolem je evidence zraněných (případně i zemřelých) osob.

V případě silniční nehody s únikem chlóru se mohou zdravotníci setkat jak se zraněním způsobeným samotnou dopravní nehodou, tedy s mechanickým působením na tělo osádky, tak s působením uniklé převážené nebezpečné chemické látky a jejím typickými projevy. Při převrácení nákladního vozidla ze simulace, tedy na (levý) bok, lze předpokládat poranění osoby uvnitř vozidla v oblasti hlavy, zapříčiněné buďto nárazem o konstrukci vozidla či vozovku, a nebo uvolněnou skleněnou výplní. Dále lze předpokládat poranění krčních obratlů, končetin, hrudníku, případně i vnitřních orgánů a tkání. K zmíněným mechanickým poraněním, když pomineme termické působení

případného následného požáru vozidla, se mohou v případě úniku nebezpečného chlóru připojit i následky intoxikace. Projevy intoxikace jsou závislé na bráně vstupu chlóru do organismu. Nejčastěji jsou zasaženy sliznice zrakových orgánů i dýchacích cest, plíce, postihnuta může být i pokožka. V každém případě takto kombinovaná zranění znamenají znační ohrožení pro postiženou osobu. V případě zasažením většího množství osob uniklým chlórem, provedou třídění těchto postižených osob podle odborných hledisek urgentní medicíny. Využity by byly kapacity dalších zdravotnických zařízení v kraji.

Zdravotníci ZZS, v případě dopravní nehody s únikem toxického plynu, mají nedostatečné vybavení k provádění okamžitých záchranných prací v zamořené oblasti. Proto osádka vozidla ZZS, v případě, že se na místo nehody dostaví jako první složka, provede posouzení rizika dle svých zkušeností a své vozidlo umístí s ohledem na maximální zajištění bezpečí před účinky nebezpečné látky i dopravní situací v místě nehody. Neprodleně vyžádá přes operační středisko součinnost jiných složek a podá upřesňující informace. Zraněné stabilizované osoby transportují zdravotníci do Nemocnice České Budějovice.

#### **4.1.9.6 Konec zásahu a obnova místa nehody**

Při odstraňování havarovaných vozidel z vozovky bude nutné na převrácený nákladní automobil použít jeřáb. Avšak v místě nehody tvoří překážku trolejové dráty, které bude zapotřebí dočasně odstranit. Ty byly během zásahu, kvůli zkrápění chlóru i dalších prací složek IZS z důvodu jejich bezpečnosti, odpojeny od sítě napájení. Po ukončení všech odklízecích prací bude trolejová doprava opět obnovena. V případě nutnosti bude provedena dekontaminace prostor ulice, tj. stěn domů, vozovky, automobilů. Zamořené sklepy budou odvětrávány přetlakovými ventilátory. Velitel zásahu stanový po skončení všech těchto prací zásah za ukončený, tím bude uzavřený prostor obnoven a zpřístupněn. Obyvatelé budou informováni o ukončení ochranných opatření.



## 4.2 Výsledky dotazníkového průzkumu

Pro zjištění znalosti o chlóru a jeho účincích a ochraně před ním při případném úniku této nebezpečné látky, a tedy pro získání odpovědi na výzkumnou otázku č. 2, bylo rozdáno celkem 28 dotazníků (viz **Příloha č. 25**) v určené třídě 2A Gymnázia J. V. Jirsíka v Českých Budějovicích.

### 4.2.1 Formulace statistického šetření

Přesnou charakteristikou a definováním několika následujících základních pojmů lze docílit formulace statistického řešení tohoto průzkumu.

Hromadný náhodný jev představuje nepředvídatelné procesy odehrávající se v určité množině prvků. Pomocí něj lze určit skupiny stejných i odlišných vlastností zkoumaných prvků. Hromadným náhodným jevem v tomto šetření byla určena úspěšnost správných odpovědí studentů v dotazníkovém testu.

Statistickým souborem tohoto šetření je počet studentů zvolené třídy, kteří absolvovali dotazníkový průzkum. Nelze však vzhledem k přílišné konkrétnosti a charakteru složení třídy považovat tento statistický soubor za redukci základního (populačního) statistického souboru. Statistickou jednotkou je student této třídy.

Pro určení odlišnosti některé vlastnosti prvků zkoumaného statistického souboru je stanoven statistický znak. Pro účely této práce byla zvolena statistickým znakem úroveň znalostí a vědomostí těchto studentů obecně o chlóru, o nehodě s jeho únikem i o ochraně před jeho účinky. Hodnota statistického znaku určuje, jakým způsobem je tento statistický znak popsán. V případě dotazníkového šetření je hodnotami statistického znaku považováno bodové hodnocení výsledků testu.

## 4.2.2 Škálování

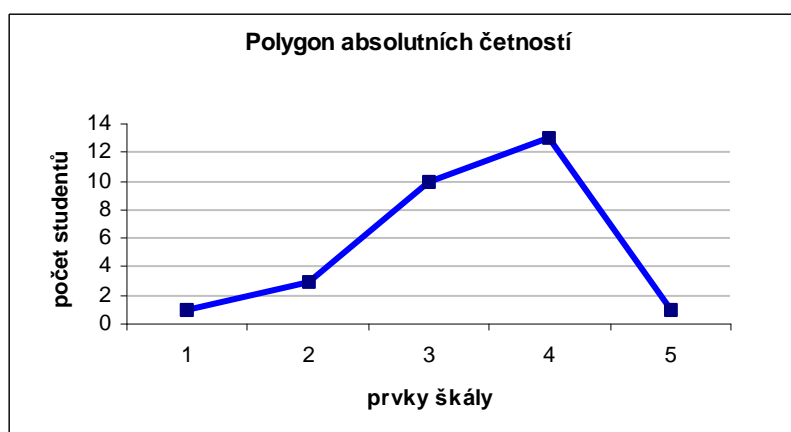
Vhodným škáláním bylo u devatenácti dotazníkových otázek rozdělení škály do standardních pěti skupin. V každé skupině po čtyřech bodech získaných v testu (do těchto bodů je započítána i 0, jelikož není vyloučeno, že by některý ze studentů získal 0 bodů). Viz následující tabulka škálování.

úroveň znalostí	minimální znalosti	horší průměr	průměr	lepší průměr	výborné znalosti
počet získaných bodů	0...3	4...7	8...11	12...15	16...19

## 4.2.3 Elementární statistické zpracování

Tab. elementárního statistického zpracování

$x_i$	$n_i$	$n_i/n$	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	1	0,036	0,036	1	1	1	1
2	3	0,107	0,143	6	12	24	48
3	10	0,357	0,5	30	90	270	810
4	13	0,464	0,964	52	208	832	3328
5	1	0,036	1	5	25	125	625
	$\sum 28$	$\sum 1$		$\sum 94$	$\sum 336$	$\sum 1252$	$\sum 4812$



Výpočet *empirického parametru*:

$$O_{1(x)} = \frac{1}{n} \sum n_i x_i$$

$$O_{1(x)} = \frac{94}{28}$$

$$O_{1(x)} = 3,36$$

Výpočet *empirického rozptylu*:

$$C_{2(x)} = \frac{1}{n} \sum n_i (x_i - O_1)^2$$

$$C_{2(x)} = \frac{42,04}{28}$$

$$C_{2(x)} = 1,5$$

Výpočet *směrodatné odchylky*:

$$S_x = \sqrt{C_2}$$

$$S_x = \sqrt{1,5}$$

$$S_x = 1,23$$

Výpočet *variačního koeficientu*:

$$V = \frac{S_x}{O_1}$$

$$V = \frac{1,23}{3,36}$$

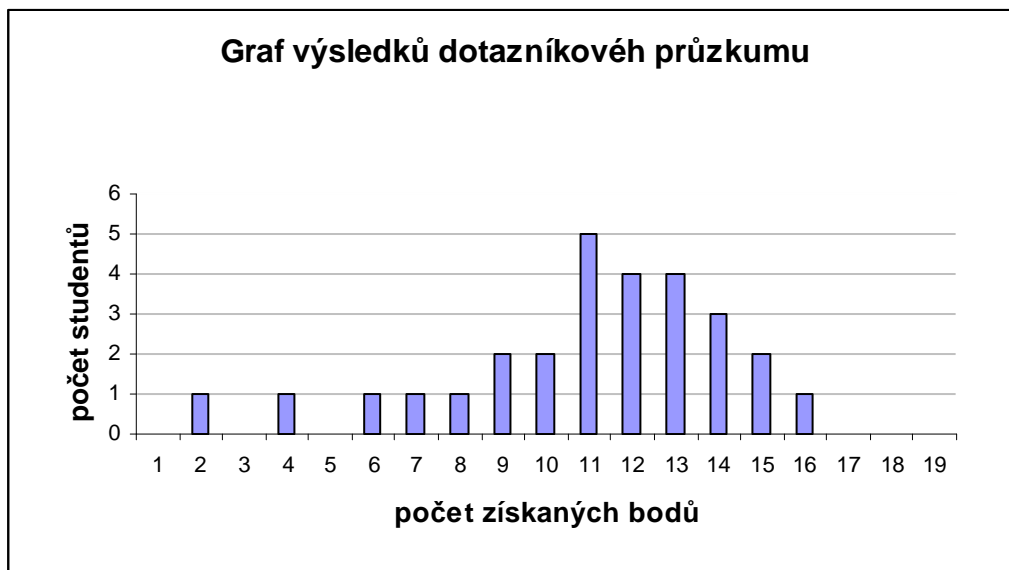
$$V = 0,37$$

Procentuální výpočet variačního koeficientu:

$$100 \frac{S_x}{O_1} = 37\%$$

Ze získaných výsledků je patrné, že se statistický znak, tedy úroveň úspěšnosti v testu, pohybuje zpravidla ve středních prvcích škály. Aritmetický průměr znalostí studentů o chlóru, představující parametr polohy  $O_1$  značí, že se nachází v prvcích škály 3,36. Po převedení na hodnoty statistického znaku zjišťujeme, že se shoduje s průměrem získání 11 testových bodů.

Výpočet směrodatné odchylky činí 1,23. Tím je dokázáno, že aritmetický průměr má poměrně vysokou výpovědní hodnotu. Z výpočtu variačního koeficientu bylo zjištěno, že směrodatná odchylka tvoří 37% procent z aritmetického průměru, a tím se hodnoty dostaly do limitu 20% - 90%.



#### 4.2.4 Celkový přehled výsledků odpovědí dotazníkového průzkumu:

**Tab.** výsledky odpovědí dotazníkového průzkumu

Otázka číslo:	Varianty odpovědí			Bez odpovědi	Úspěšnost v procentech
	a.	b.	c.		
1	22	6	0	0	78,6
2	5	4	19	0	14,3
3	15	12	1	0	53,6
4	2	11	15	0	39,3
5	9	12	7	0	42,9
6	21	4	3	0	75
7	5	15	6	2	53,6
8	0	5	22	1	17,9
9	9	17	2	0	60,7
10	8	5	15	0	53,6
11	7	19	2	0	67,9
12	1	10	17	0	60,7
13	25	3	0	0	89,3
14	2	26	0	0	92,9
15	2	15	11	0	53,6
16	6	19	3	0	67,9
17	13	12	3	0	46,4
18	1	16	11	0	57,1
19	3	5	20	0	71,4

Vysvětlivky k tabulce:

  1. skupina otázek        3. skupina otázek

  2. skupina otázek        4. skupina otázek

1 počet správných odpovědí

Celková úspěšnost správných odpovědí u těchto 28 studentů byla v průměru 57,7%.

## 5 Diskuze

V této diplomové práci byl vytvořen modelový příklad dopravní nehody nákladního vozidla přepravujícího nebezpečnou látku - chlór, kdy během této dopravní nehody došlo k jeho úniku. Pomocí softwarového programu Teroristický Expert byla provedena simulace této modelové situace a byly vyhodnoceny dopady uniklého chlóru na obyvatelstvo. Než-li se přistoupilo k samotné simulaci, byl proveden přehled, resp. analýza výroby a spotřeby kapalného chlóru v drobných obalech v České republice, tak i zmapování chlorových zařízení v Jihočeském kraji. Tyto informace byly použity pro konečný výběr místa nehody, kterým bylo stanoveno město České Budějovice. Simulována byla tedy situace, kdy nákladní vozidlo vezlo z chlorového skladu náklad tlakových ocelových láhví chlóru do dezinfekčního zařízení infekčního oddělení Nemocnice České Budějovice. Ohled byl brán i na dopravní situaci v Českých Budějovicích, která je vzhledem k absenci městského obchvatu i dlouhodobým úpravám a omezením komunikací velice komplikovaná a má za následek zvýšené riziko nehodovosti na těchto komunikacích.

Rizika přepravy chlóru pro obyvatele města Českých Budějovic, která vyplynula z provedené simulace a jejího zhodnocení, jsou i při použití množství, případné dopravní nehody značná. Základním vstupem pro simulaci byla data modelové dopravní nehody, při které došlo k úniku 65kg chlóru, odpovídající maximu z jedné tlakové ocelové láhvi kapalného chlóru. Simulováno bylo při jarním ročním období a při stanovených meteorologických podmínkách, tj. při rychlosti přízemního větru  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , při mírném pokrytí oblohy mraky (25%) a při častém severozápadním směru větru, byla programem TerEx vygenerována následující data. Rozsah nutné evakuace byl vypočten na 192m od místa úniku, doporučený průzkum by se měl provést do vzdálenosti 298m od místa úniku.

Během simulace byla brána v úvahu i proměnlivá data meteorologických podmínek, a proto byly do přehledných tabulek v příloze zaneseny výsledné hodnoty. U dílčích variant nehody s únikem 65kg chlóru byly simulovány situace s různou dobou vzniku, typem atmosférické stálosti, rychlostí větru i pokrytím oblohy mraky. Výsledná

data se od sebe liší především u různých rychlosti větru, tak i atmosférické stálosti. Nejhorším scénářem se stala nejnižší rychlost větru, tím se toxický mrak ve vyšší koncentraci rozpíná déle, než-li je tomu u vyšší rychlosti větru, která jej rychleji unáší a ředí. Další výstup při různých dobách vzniku (tj. roční období a denní doba) byly u denní doby a ročních období jaro-podzim s minimálními rozdíly a pohybovala se kolem 192m (průzkum na vzdálenost 298 - 300m). V zimním období došlo k většímu nárůstu vzdálenosti nebezpečné toxické koncentrace na vzdálenost 207m (průzkum na vzdálenost 311m). Avšak nejhorší varianta se ukázala při inverzi, tedy v době noci, rána, nebo večera, tehdy byly vygenerovány vzdálenosti nutné evakuace na vzdálenost 728m a průzkum byl doporučen na 989m.

Pro posouzení byla simulována i další varianta, která počítá s únikem chlóru z dvou láhví, tedy celkem 130kg chlóru a 600kg z jednoho ocelového sudu. Výsledné hodnoty při úniku 130kg označily hranici pro provedení evakuace do 252m od místa úniku a hranici pro provedení doporučeného průzkumu měření koncentrace do 378m. Při úniku 600kg chlóru by dosah nezbytné evakuace činil 452m, doporučený průzkum by bylo vhodné provést až do vzdálenosti 639m od místa úniku. Varianta s 600kg chlóru v sudu však nespadá do scénáře modelového případu. Jedná se pouze o ukázkou možných dopadů.

Na provedené základní simulaci, a z ní vzešlých hodnot, bylo možné použít vhodně neodkladná a následná opatření, pomocí kterých mohou být sníženy či eliminovány dopady nehody na životech a zdraví obyvatel, i na životní prostředí. Tato opatření byla popsána v modelovém zásahu složek IZS při simulované dopravní nehodě. Zahrnují jak vyrozumění, tak varování obyvatelstva, dále činnosti prováděné jednotlivými složkami IZS. K místu nehody může, jako první, dorazit kterákoliv složka IZS. Avšak pouze složka HZS disponuje předurčenými jednotkami s dostatečnou technikou, ochrannou, výcvikem i znalostmi k zvládnutí uniklé nebezpečné látky. Je pochopitelné, že zbylé složky, v zájmu svých povinností a kompetencí, nemají dostatečnou průpravu o této problematice. Proto bych řešení hledal v prohlubování znalostí složek IZS o této problematice tak, aby dokázal každý z nich včasné rozpoznat rizika z dopravní nehody při převozu nebezpečné látky. Vhodné by bylo, vybavit výjezdové skupiny

jednoduchými a názornými manuály s přehledem nejčastějších převážených NL, jejich značením i možnými účinky.

Vzhledem k tomu faktu, že by se únik chlóru pohyboval řádech několika minut a dále s ohledem k době výjezdu profesionálních hasičů, který je stanoven na 2 min, a především to, že místo úniku je bezprostředně blízko obytným budovám, je spíše pravděpodobné, že by se ve vygenerované oblasti stanovené pro evakuaci, toto opatření provádělo pouze minimálně. Naproti tomu by byl kladen větší důraz na provedení správného ukrytí obyvatelstva a použití vhodné improvizované ochrany.

Během vyhodnocování simulace prováděné na TerExu a při popisu činností složek IZS při modelovém zásahu se projeví základní faktory ovlivňující celý průběh zásahu. Jde především o druh toxické látky, její uniklé množství i doba po kterou uniká, neopomenutelné jsou klimatické podmínky, jako je směr a rychlost větru, a v neposlední řadě i místo úniku. Všechny tyto faktory program zhodnotil. Avšak bez přesného určení nebezpečné látky a alespoň co nejdětalnějším získání základních informací o nehodové události, je i sebelepší software nepoužitelný.

Doba reakce na vzniklou dopravní nehodu s únikem nebezpečné látky, a tedy použití především neodkladných opatření, by měla být co nejmenší. Velice vhodným shledávám systém eCall, projekt Evropské komise. V současnosti je, jako jeho určitá alternativa, v některých moderních vozech již zabudován. Jedná se o systém, který je napojen na snímače nárazu, případně na aktivaci airbagů, anebo jej může spustit posádka vozidla sama, a který přes vysílací modul vyšle tísňovou zprávu na linku 112. Naskytá se tak otázka, jak jej lze využít při přepravě ADR? Při nakládání by obsluha vedle vystavení povinných přepravních dokladů zadala do modulu nejdůležitější data, tj. druh nebezpečné látky, její přepravované množství a skupenství, a případně i cílový objekt. Dojde-li k nehodě s aktivací vysílače, tato data budou spolu s udáním polohy ihned odeslána na operační středisko IZS. V tomto systému shledávám skutečné řešení, nikoliv k eliminaci dopravních nehod ADR, mohl by se však stát vhodným a především včasným pomocníkem při snižování dopadů takovéto dopravní nehody. Jeho plošné rozšíření se prozatím setkává s mnoha překážkami. Vezmu-li v úvahu přepravu



nebezpečných věcí, pak dopravci, vzhledem ke značnému množství přepravovaných nebezpečných látek a věcí, by museli investovat nemalé finanční prostředky do tohoto systému. Vzhledem k poloze České republiky, která se díky tomu stala tranzitní zemí nákladní přepravy napříč celou Evropou, není reálné vybavit všechny členské, ale především i „mimounijní“ přepravce tímto systémem. A dokud nebude tato problematika informačního tísňového systému řešena na legislativní úrovni, nebude pro žádného dopravce závazná. Další překážkou je stále nedokončený navigační systém Galileo (globální družicový polohový systém), který má představovat evropskou dokonalejší verzi amerického navigačního systému GPS (Global Positioning System). Komplikace však představuje i samotná jednotka umístěná v nákladním vozidle, která by musela obsahovat jak lokalizační, resp. navigační, tak komunikační i obslužní moduly. Bylo by zapotřebí vybudovat i sledovací středisko, které by přepravu ADR monitorovalo, avšak za přísného dodržování ochrany přijímaných i odeslaných údajů, které by bylo možno zpřístupnit pouze pro účely mimořádné události zasahujícím složkám IZS a dalším zainteresovaným subjektům.

Další úskalím, během zpracování diplomové práce, byla přepravní trasa chlóru. Při shánění informací o možných trasách při přepravě chlóru bylo zjištěno, že přeprava chlóru není žádným předpisem upravena. Tudíž lze chlór převážet v jakémkoliv množství a po jakýchkoliv komunikacích, bez ohledu na to, jestli trasa povede kolem základní školy nebo kolem hustě osídleného sídliště. Přepravce nemá povinnost předem stanovit přepravní trasu ani zjišťovat její průjezdnost. Výběr trasy přepravy, pokud není přepravce zodpovědný a nestanoví trasu s ohledy na co možná nejbezpečnější jízdu sám, je plně v rukou řidiče vozidla. Trasa přepravy nebezpečných látek vyjma některých zvláště nebezpečných druhů nebezpečných látek, jejichž přeprava je však upravena zvláštními předpisy, není takto dotčena. Přeprava chlóru, ale i dalších „běžných“ nebezpečných látek, je omezena pouze zákazovým dopravním značením - zákaz vjezdu vozidel přepravujících nebezpečný náklad, respektive dopravním značením, které zakazuje průjezdu vozidel s ohledem ke znečištění vodních zdrojů. Výsledkem je, že dopravce, který má na starosti přepravu chlóru, nemá ohlašovací povinnost ohledně přepravní trasy, ani ohledně množství přepravované nebezpečné

látky. Proto by bylo vhodné legislativně tuto problematiku specifikovat, a případně zvážit vytvoření obdobné zmapované dopravní sítě nebezpečných látek, jako tomu bylo v případě pomůcky Schválené přepravní trasy nebezpečných věcí a odpadů v ČR. Tento dokument bral ohled především na ochranná pásma vodních toků a v současnosti je již neúčinný. Nově zmapovaná dopravní síť by mohla obsahovat pouze vybrané přepravní trasy hlavních směrů, s ohledem na jejich sjízdnost a dostupnost, ale především na případné ohrožení obyvatelstva. Problém však nastává pro již zmiňované případy chlóru, kdy chlorových zařízení, která jsou součástí veřejných koupališť a bazénů, infekčních oddělení nemocnic a úpraven vod, se nacházejí mnohdy v centrech měst, v hustě obydlených aglomeracích. Pro tento případ by bylo nutné stanovit ohlašovací povinnost dopravce oprávněnému úřadu, s přesně vymezenou a naplánovanou trasou a s udáním převáženého množství, který by ji schválil.

Nákladní vozidla určená pro přepravu chlóru jsou vybavena náležitostmi podle Dohody ADR, stejně tak řidič vozidla je vyškolen a oprávněn k přepravě nebezpečných věcí. Ve vozidle nesmí chybět jak ochrana posádky, jako jsou ochranné masky s filtry, rukavice a pod., tak i příslušenství k identifikaci i zajištění drobnějších netěsností obalů přepravovaných látek. Avšak proti účinkům chlóru při úniku jeho většího množství, nejsou řidiči dostatečně chráněni. Jistým, byť omezeným řešením, by bylo zavedení jednoho typu tlakové láhve. Oproti starým láhvím o obsahu 45 kg chlóru, kterých je u nás stále nejvíce, nový typ na 65 kg představuje mnohem bezpečnější verzi jak při manipulaci, tak při dopravě. Tento nový typ láhví, jak je vidět v **Příloze č. 15**, je oproti starším typům nižší a širší, tím je zajištěna lepší ovladatelnost při manipulaci i značně vyšší stabilita během jejich přepravy. Vyšší objem této nové láhve je sice větším potencialem nebezpečím při případném úniku chlóru, avšak bezpečnou konstrukcí jak samotného obalu tak i ochrany ventilu je toto riziko značně sníženo. Navíc je zapotřebí během přepravy při stejném množství chlóru méně kusů těchto láhví, než-li tomu bylo v případě staršího nebezpečnějšího typu.

Při přepravě chlóru se nelze spoléhat na bezpečnostní prvky chloroven, chlorových skladů a jiných zařízení pracujících s tímto nebezpečným plynem. Během přepravy není

zajištěno neustálé monitorování ani měření hodnot případného uniklého množství chlóru. Vozidlo není vybaveno výkonnými ventilátory a klimatizovaným nákladním prostorem, kde by byl chlór odsát a zředěn na bezpečnou koncentraci. Nákladní vozidlo není vybaveno skrápěcími přístroji a ani nelze pro přepravu chlóru použít havarijný plán jako u stacionárního zařízení. Během přepravy chloru, resp. při jeho dopravní nehodě při jeho přepravě, lze spoléhat „pouze“ na bezpečnostní a výstražné značení vozidel přepravujících chlór, které napomůže při identifikaci převážené nebezpečné látky pro případný zásah složek IZS i ochraně osob v místě nehody. Dalším prvkem k zajištění větší míry bezpečí při přepravě jsou pravidelná a důkladná školení řidičů z oblasti dopravy ADR s ohledem na periodickou dvouletou aktualizaci dokumentu. Bezpečnost přepravy spočívá především na lidském faktoru, který, jak je známo ze statistik dopravních nehod, je jednou z nejčastějších příčin. Řidiči jsou vybaveni prostředky pro případ nečekané události, avšak při kolizi vozidel, a zvláště při zranění řidiče, nelze předpokládat, že by danou situaci dokázal řešit sám. V případě dopravní nehody při převozu nebezpečné látky může dojít ke kombinovanému úniku a následky oproti běžné dopravní nehodě mohou být mnohem vážnější jak pro lidské zdraví, tak i pro životní prostředí i majetek.

Součástí této diplomové práce byl výzkum týkající se zjišťování znalosti vybrané skupiny obyvatelstva v blízkosti místa nehody. Velice vhodnou skupinou byli studenti gymnázia nacházejícího se nedaleko křižovatky simulované dopravní nehody. Původním plánem bylo provést statistické šetření u všech téměř 500 studentů, avšak vedením školy byla povolena pouze jedna jediná třída. Mou jedinou podmínkou pro volbu třídy bylo, aby studenti třídy měli již určité vědomosti z předmětu anorganické chemie. Proto vedení školy vybralo druhý ročník vyššího stupně tohoto gymnázia, kde bylo provedeno dotazníkové šetření. Vzhledem k tomu, že dotazník byl rozdělen do čtyř skupin, týkajících se samostatných oblastí problematiky dopravní nehody s únikem chlóru, bylo z výsledků patrné, které oblasti činní studentům obtíže, a které méně. Na otázky týkající se nebezpečných látek zpravidla studenti věděli, co pojem nebezpečná látka představuje, ale již nevěděli, kde se s ní mohou setkat, jak se převáží a jak poznat

vozidlo ADR. Znalosti o chlóru z hlediska chemie byly na poměrně dobré úrovni, avšak jeho toxicitu s účinky na lidský organismus již tolik dobře neznali. Otázky s tématem dopravní nehody s úniku NL byly vcelku dobře odpovězeny, avšak mnozí, kdyby se nacházeli v blízkosti takové nehody, by se neuměli příliš vhodně zachovat. Zajímavé bylo zjištění, že studenti, ačkoliv o toxicitě chlóru mnoho nevěděli, tak se by se pravděpodobně dokázali pomocí improvizované ochrany před účinky chlóru dočasně ochránit. Při otázce již mimo test, zda měli přednášku nebo výuku o ochraně obyvatelstva, jednoznačně odpověděli, že nikoliv. Výsledkem bylo zjištění úspěšnosti správných odpovědí u těchto 28 studentů v průměru 57,7%, jedná se tedy průměrnou úroveň znalostí. Tím byla zodpovězena druhá výzkumná otázka této práce.

Bohužel k příliš zúženému výběru nebylo možné rozšířit tuto zjištěnou úroveň vyšší statistický soubor, tj. na všechny studenty gymnázia. Co by se však, vzhledem k problematice, ve výuce na tomto gymnáziu dalo změnit? V předmětu chemie by mohlo být zapojení vedle chemických vlastností prvků a jejich reakcí, i jejich využití v běžném životě, kde se s nimi mohou lidé nejčastěji setkat a jaké by případně měli dopady a účinky při úniku na jejich zdraví. Dalším možným způsobem, jak zvýšit povědomí o nebezpečí, které jim mohou tyto nebezpečné látky přinést, je formou přednášek a seminářů. Základní způsoby jak se zachovat při vyhlášení varovného signálu a nejen při jeho vyhlášení, ale při každé situaci, která nás může ohrozit na životě, by měl vědět každý z nás. Další možnost, již mimo toto školní zařízení, by spočívala ve výuce v autoškolách, kde by bylo vhodné zaměřit se více na rizika přepravy nebezpečných věcí a naučit se rozpoznat nebezpečí dopravní nehody s nákladem nebezpečných látek díky jejich označování. Slibnou změnu by měl přinést program základních škol stanovený ministerstvem školství, a to Výuka ochrany člověka za běžných rizik a mimořádných událostí. Obdobné pokračování by si zasloužila i výuka na středních školách.

Během psaní této práce jsem se při získávání informací od pracovníků jak z řad veřejných bazénů a koupališť, tak úpraven vod a nemocnic, setkal mnohdy s velkou neochotou cokoliv sdělit. Světlou stránkou byli pracovníci dopravce kapalného chlóru

v drobných obalech, kteří byli ochotni poskytnout materiály a podklady s cennými informacemi týkajícími se dané problematiky. Na druhou stranu jsem se s velkou pomocí a ochotou setkal u pracovníka Krajského úřadu Jihočeského kraje z oddělení vodního hospodářství a integrované prevence, zabývající se prevencí závažných havárií. Je zajímavé, že ani toto pracoviště není vybaveno softwarovým programem, kterým lze simulovat případnou havárii s únikem nebezpečné látky. Tento pracovník by však mohl pracovat s programem Aloha, který je volně dostupným na internetu, a který je podobný programu TerEx, anebo s Pomůckou CO-51-5: Provozní havárie s výronem nebezpečných škodlivin. Oba zdroje mi byly tímto pracovníkem doporučeny. Pomůcka, i když je z roku 1981, je zaměřena nejen na chlór, ale i na další nebezpečné látky jako amoniak, fosgen, kyanovodík, oxid siřičitý a další průmyslové škodliviny. Tento předpis obsahuje jak textovou část, tak i tabulky a vzorce, díky kterým lze vypočítat poloměr zamoření a další výstupy. Avšak zaměřen je především na průmyslová množství a práce s ním, při úniku množství méně významných, je obtížnější, nikoliv však nereálná.

Při konzultacích s příslušníky z Hasičského záchranného sboru, bylo velice překvapující zjištění, že ani tato instituce nemá srovnatelný softwarový program k vyhodnocení účinků a dopadů při úniku nebezpečných látek. A přitom činnost založená na modelaci a simulování mimořádných událostí s únikem nebezpečných látek je jedním ze stádií krizového managementu. Toto stádium krizového managementu je nezastupitelné a velice důležité, jelikož výstupy z těchto modelací a simulací napomáhají při provádění preventivních opatřeních, při plánování, vytváření postupů i řešení těchto typů mimořádných událostí.

## 6 Závěr

Tato diplomové práce se zabývá problematikou možného hrožení nebezpečným chlórem v důsledku dopravní nehody během jeho převozu a řešením této situace pomocí neodkladných a následních opatření.

Mnoho zařízení, využívajících nebezpečné látky ve svém provozu, se nachází v hustě obydlených městech. Jak již bylo v této práci řečeno, s nebezpečnou látkou, jako je chlór, se lze setkat v úpravárnách vod, v průmyslových objektech, v chlorových zařízeních infekčních oddělení nemocnic, veřejných bazénech i koupalištích. Tato zařízení jsou v převážné většině situována v městských aglomeracích a je tudíž nutné tyto objekty, nacházející se mnohdy i v městských centrech, zásobovat chlórem. Vzhledem k stále narůstající koncentraci vozidel, právě především v okolí měst, takováto dopravní nehoda představuje značné riziko pro obyvatelstvo i životní prostředí. I zde může dojít k nehodě vozidla přepravující nebezpečnou látku a jejímu následnému úniku do okolí. V takovém případě se nelze v této oblasti vyhnout zvýšené koncentraci osob, ať už se jedná o účastníky provozu, kolemjdoucí osoby anebo obyvatele žijící v těsné blízkosti. Tito lidé mohou být dopady nehody s únikem chlóru ohroženi. Na tento fakt chtěla tato práce především poukázat.

Hlavním cílem však bylo provedení simulace dopravní nehody s následným únikem chlóru pomocí programu TerEx, určit její rizika a dopady, a uvést přehled neodkladných a následných opatření. Dalším cílem bylo zjistit úroveň znalostí vybrané skupiny obyvatel nacházejících se v blízkém okolí místa nehody, jimiž se stali studenti jedné z tříd místního gymnázia.

K dosažení těchto cílů bylo použito výzkumných otázek, které byly zodpovězeny pomocí kvalitativní i kvantitativní metody výzkumu. Odpověď na výzkumnou otázku, zda představuje doprava chlóru při případné silniční nehodě nebezpečí pro obyvatelstvo vybraného města, tj. České Budějovice, byla nalezena na základě prostudovaných odborných zdrojů, po provedení analýzy přepravy chlóru a díky simulování pomocí programu TerEx. Výsledným zjištěním je, že ohrožení obyvatel, nacházejících se v blízkosti dopravní nehody, by bylo během této události značné. Včasné provedení

vhodných neodkladných a následných opatření, by však účinky uniklé nebezpečné látky mohlo zmírnit. K zodpovězení druhé výzkumné otázky napomohly základní metody deskriptivní statistiky i nestatistické zhodnocení a zobrazení výsledků dotazníkového šetření. Výsledkem tohoto výzkumu bylo zjištěno, že studenti této třídy mají ohledně řešené problematiky průměrné znalosti.

Z průběhu simulací lze konstatovat, že program TerEx, vzhledem k snadné ovladatelnosti programu a rychlosti získání výstupních dat i s jejich grafickým zobrazením na mapách, je velmi vhodný. Jde o výborného pomocníka při rychlém odhadu následků úniku nebezpečné látky a jistě bylo by vhodné, zabývat se jeho plošným vybavením složek IZS, především složky HZS.

Z hlediska teoretického, lze tuto práci využít jako studijní pomůcku ve vyučovaném oboru, zaměřeného na danou problematiku, i k prohloubení znalostí osob, zařazených do IZS pro případné řešení obdobné situace s únikem nebezpečné látky. Přínos této práce především pro praxi, kdy byl simulován a řešen modelový příklad, by mohl být námět společného taktického cvičení složek IZS.

## 7 Seznam použitých informačních zdrojů

1. DUŠEK, L., VYSTRČILOVÁ B. a NOVOTNÝ L. *Oxidovadla na bázi chlóru při úpravě odpadních vod nepřímou elektrooxidací*. Chemické listy [online]. roč. 2012, č. 11, s. 7 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012\\_11\\_1054-1060.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_11_1054-1060.pdf)
2. Česká republika. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In: *Sbírky zákonů*. 2004, s. 5402. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=57875&nr=252~2F2004~20Sb.&ft=pdf>
3. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ - INTEGROVANÝ REGISTR ZNEČIŠTĚNÍ. *Chlor a anorganické sloučeniny (jako HCl)* [online]. 2011, 5 s. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/irz/repository/latky/chlor\\_a\\_anorganicke\\_slouceniny.pdf](http://www.irz.cz/irz/repository/latky/chlor_a_anorganicke_slouceniny.pdf)
4. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ - INTEGROVANÝ REGISTR ZNEČIŠTĚNÍ. *Chloridy (jako celkové Cl)* [online]. 2011, 4 s. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/repository/latky/chloridy.pdf>
5. ŠICHMANOVÁ, Z. *Alchymie a alchymisté v zemích českých a moravských: (doplňkový materiál pro učitele SŠ)*. Brno, 2007. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/78303/prif\\_m/cela\\_diplomka.pdf](http://is.muni.cz/th/78303/prif_m/cela_diplomka.pdf). Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Aleš Mareček, CSc.
6. PALEČEK, J., HORÁK, J. a LINHART, I. *Toxikologie a bezpečnost práce v chemii*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1999, 189 s. ISBN 80-708-0266-9.
7. KLIKORKA, J., HÁJEK, B. a VOTINSKÝ, J. *Obecná a anorganická chemie*. 2. nezm. vyd. Praha: SNTL, 1989, 591s.
8. MATRKA, M. a RUSEK, V.. *Průmyslová toxikologie: Úvod do obecné a speciální toxikologie*. 1. vyd. Pardubice: VŠCHT Pardubicích, 1991, 157 s. ISBN 80-85113-36-X.
9. MINISTERSTVO VNITRA - GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Zásahy s únikem chlóru* [online]. Metodický list číslo 16 L. 2005, 5 s., 2011-12-2 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: [www.hzscr.cz/soubor/1-16-zasahy-chlor-pdf.aspx](http://www.hzscr.cz/soubor/1-16-zasahy-chlor-pdf.aspx)



10. TYLOVÁ, E. KATEDRA EXPERIMENTÁLNÍ BIOLOGIE ROSTLIN, PŘF UK v Praze. *Minerální výživa rostlin: Ostatní mikroelementy - Cl, B, Zn, Ni*. [online]. 40 s. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: [http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/edmunz/mineral/webove\\_stranky/prednaska2010\\_9.pdf](http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/edmunz/mineral/webove_stranky/prednaska2010_9.pdf)  
f. Studijní materiály.
11. LHOTÁKOVÁ, Z. KATEDRA EXPERIMENTÁLNÍ BIOLOGIE ROSTLIN, PŘF UK v Praze. *Minerální výživa rostlin*. 72 s. Dostupné z: [http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/lhotakova/MB130P74/prednasky/2012\\_prednaska07.pdf](http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/lhotakova/MB130P74/prednasky/2012_prednaska07.pdf)  
df. Studijní materiály.
12. BARTLOVÁ, I. *Nebezpečné látky I*. 2. rozš. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 211 s. ISBN 80-866-3459-3.
13. UČENÁ, Š. *Některé aspekty případné havárie při přepravě zkapalněného chlóru*. Praha, 2004. 21 s. Dostupné z: [http://envi.upce.cz/pisprace/ks\\_pha/04/ucena.pdf](http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pha/04/ucena.pdf).  
Semestrální práce. Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice.
14. Chlór, Cl<sub>2</sub>, fyzikální vlastnosti, bezpečnost. In: AIR LIQUIDE GROUP. *Encyklopedie plynů* [online]. aplikace. [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://encyclopedia.airliquide.com/encyclopedia.asp?LanguageID=17&CountryID=32&Formula=&GasID=13&UNNumber=&EquivGasID=13&VolLiquideBox=&MasseLiquideBox=&VolGasBox=&MasseGasBox=&RD20=29&RD9=8&RD6=65&RD4=2&RD3=22&RD8=27&RD2=20&RD18=41&RD7=18&RD13=71&RD16=35&RD12=31&RD19=76&RD24=62&RD25=77&RD26=78&RD28=81&RD29=82&btnSubmitUnit=Pro+zm%26%23283%3Bnu+hodnot+klikn%26%23283%3Bte+sem#VaporPressureGraph>
15. STRAKA, J. Periodická tabulka prvků: Chlór. [online]. [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://www.tabulka.cz/prvky/ukaz.asp?id=17>
16. PROKEŠ, J. *Základy toxikologie: obecná toxikologie a ekotoxikologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 248 s. ISBN 80-726-2301-X.
17. BAJGAR, J., FUSEK, J. a HRDINA, V. *Vojenská toxikologie*. Hradec Králové: Vojenská lékařská akademie Jana Evangelisty Purkyně, 1991, 266 s. ISBN 80-851-0936-0.
18. BRHEL, P., PICKA, K. a HRUBÁ, D. *Úvod do průmyslové toxikologie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita-Lékařská fakulta, 1998, 58 s. ISBN 80-210-1738-4.
19. SOKOL, M., DOGOŠI, M. a FUSEK, J.. *Soudní lékařství a toxikologie pro vojenské lékaře*. 1. vyd. V Hradci Králové: Univerzita obrany, 2010, 90 s. ISBN 978-80-7231-347-1.

20. Odpadní vody ve zdravotnických zařízení konkr. z infekčního odd. KLEN, J. *Česká společnost pro sterilizaci* [online]. 2007, 2007-7-4 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://www.steril.cz/2007/04/zdravim-mam-dotaz-ohledne-odpadnich-vod-ze-zdrav-zarizeni-konkr-z-infekcniho-odd-existuje-legislativa-navod-dle-ceho-postupovat-dekuji-za-odpoved/>
21. PETRŮ, F. *Anorganická chemie: Nekovy*. 3. nezm. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1971, 160 s.
22. ŠEJNOSTA, F. et al *Registr nebezpečných látek*. 2. vyd. Kladno: Sdružení pro nadaci Gallus Ruber, 1995, Přer.str.
23. BAJGAR, J. *Historie používání chemických zbraní a jednání o jejich zákazu*. 1. vyd. Hradec Králové: Vojenská lékařská akademie Jana Evangelisty Purkyně, 1997, 112 s. ISBN 80-851-0940-9.
24. SÖHNEL, O. a RICHTER M.. *Průmyslové technologie III*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 1999, 120 s. Skripta. ISBN 80-704-4278-6.
25. KASSA, J. *Základy vojenské toxikologie a ochrany proti bojovým chemickým látkám role 1 - 4: Učební text pro vysokoškolskou výuku*. 1. vyd. Hradec Králové: Vojenská lékařská akademie Jana Evangelisty Purkyně, 2003, 52 s. Svazek 334. ISBN 80-85109-66-2.
26. EURO-ŠARM, spol. s r.o. *Bezpečnostní list podle nařízení (ES) č. 1907/2006: Chlor tekutý technický* [online]. 2012, 12 s., 2012-11-29 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: [www.eurosarm.cz/web/umkatalogdoc/128.pdf](http://www.eurosarm.cz/web/umkatalogdoc/128.pdf)
27. PITSCHMANN, V. *Historie chemické války*. Vyd. 1. Kounice: Military System Line, c1999, 172 s. ISBN 80-902-6690-8.
28. HRAZDÍRA, I. *Nebezpečné látky: (vybrané kapitoly)*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky, 1997, 203 s. ISBN 80-859-8158-0.
29. BERNATÍK, A. *Prevence závažných havárií I*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 86 s. ISBN 80-866-3489-2.
30. Česká republika. *Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě*. In: Sběrka zákonů. 1994, 37/1994, Strana částky: 1154. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=41984&nr=111~2F1994~20Sb.&f=pdf>

31. Česká republika. *Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)*. In: Sběrka zákonů. 2011, 122/2011, Strana částky: 4353. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=75352&nr=350~2F2011~20Sb.&ft=pdf>
32. Česká republika. *Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 402/2011 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí*. In: Sběrka zákonů. 2011, 140/2011, Strana částky: 5162. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=75733&nr=402~2F2011~20Sb.&ft=pdf>
33. Přeprava nebezpečných věcí (ADR). MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY. [online]. 1.1.2013 [cit. 2013-01-26]. Dostupné z: [http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni\\_doprava/Nakladni\\_doprava/adr/Preprava\\_nebezpecnych\\_veci.htm](http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/Preprava_nebezpecnych_veci.htm)
34. Česká republika. *Narizení Vlady č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*. In: Sběrka zákonů. 2007, Strana částky: 5086. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=65267&nr=361~2F2007~20Sb.&ft=pdf>
35. Česká republika. *Sdělení Ministerstva zahraničních věcí: Přílohy A a B Dohody ADR*. In: Sběrka mezinárodních smluv. 2013, 8/2013, Částka 5. Dostupné z: [http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni\\_doprava/Nakladni\\_doprava/adr/ADR+2013+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/](http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/ADR+2013+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/)
36. UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. *ADR European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road: Volume I*. New York and Geneva: United Nations Publication, 2012, 657 s. ECE/TRANS/225. ISBN 978-92-1-139143-5. [cit. 2013-01-26]. Dostupné z: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/adr2013/English/VolumeI.pdf>
37. Dangerous Goods Home. UNECE. *United Nations Economic Commission for Europe* [online]. 23. 1. 2013 [cit. 2013-01-29]. Dostupné z: <http://www.unece.org/trans/danger/danger.html>
38. PROCHÁZKOVÁ, D. *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2008, 418 s. ISBN 978-80-7251-275-1.

39. CEMPÍREK, M. *Mezinárodní přeprava podle Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí*. Brno, 2010. 77 s. [cit. 2013-01-29]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/79309/pravf\\_m/Diplomova\\_prace.pdf](http://is.muni.cz/th/79309/pravf_m/Diplomova_prace.pdf). Diplomová práce. Právnická fakulta Masarykovy univerzity. Vedoucí práce Zdeněk Kapitán.
40. ŠENOVSÝ, M. *Nebezpečné látky II. 2.*, aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 229 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-000-5.
41. Hazchem a Diamant – označování nebezpečných látek při silniční přepravě. KOZÁK, Jakub. *POŽÁRY.cz* [online]. 2012, 2012-12-01 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/50602-hazchem-a-diamant-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>
42. MATĚJKA, J. SDH NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ. *Příloha Y5 - Kód HAZCHEM* [online]. 2004 [cit. 2013-02-15]. Dostupné z: [http://sdh.nmm.cz/zapisy\\_volne/skoleni/priloha\\_y5\\_kod\\_hazchem.doc](http://sdh.nmm.cz/zapisy_volne/skoleni/priloha_y5_kod_hazchem.doc)
43. MATĚJKA, J. SDH NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ. *Příloha Y4 - Diamant* [online]. 2004 [cit. 2013-02-15]. Dostupné z: [http://sdh.nmm.cz/zapisy\\_volne/skoleni/priloha\\_y4\\_diamant.doc](http://sdh.nmm.cz/zapisy_volne/skoleni/priloha_y4_diamant.doc)
44. MÚ NERATOVICE. *Značení nebezpečných látek a jejich stupně nebezpečí - Neratovice* [online]. 2012, 9 s. [cit. 2013-02-16]. Dostupné z: [http://www.neratovice.cz/VismoOnline\\_ActionScripts/File.ashx?id\\_org=10356&id\\_dokumenty=401857](http://www.neratovice.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=10356&id_dokumenty=401857)
45. BARTA, J. a T. LUDÍK. UNIVERZITA OBRANY, Fakulta ekonomiky a managementu, Katedra ochrany obyvatelstva. *Krizový scénář – modelové řešení havárie: (Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNAŘE)*. Univerzita obrany, 2012, 47 s. Dostupné z: [https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/.../Studijni\\_pomucka\\_KS.pdf](https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/.../Studijni_pomucka_KS.pdf)
46. Chemické havárie: Označení vozidel přepravujících nebezpečné látky. SDH BEZDĚKOV. *Hasiči Bezděkov* [online]. 2011 [cit. 2013-02-17]. Dostupné z: <http://hasicibezdekov.webnode.cz/prevence/chemicke-havarie/>
47. ERŠIL, T. GHC INVEST. *Dodávky chloru a nové chlorové nádoby: Situace v České republice s plněním a distribucí kapalného chloru v drobných obalech* [online]. 2009, 54 s. [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/prezentace/Dodavkychloru.pdf>

48. LANGOVÁ, R. Simulovaná dopravní nehoda cisterny v Ústí nad Labem spojená s únikem chlóru. Č. Bud., 2007. diplomová práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎĚJOVICÍCH. Zdravotně sociální fakulta
49. PITSCHMANN V., HALÁMEK E., KOBLIHA, Z. *Boj ohněm, dýmem a jedy: nejstarší historie vojenského použití chemických a zápalných látek a vznik moderní chemické války*. Kounice: Military System Line, 2001, 178 s. ISBN 80-902-6692-4.
50. KROUPA, M. MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR. *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek* [online]. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2004, 46 s. [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/chovani-obyvatelstva-pdf.aspx>
51. KRAJSKÝ ÚŘAD JIHOČEKÉHO KRAJE, HZS JČK. *Zásady chování při úniku nebezpečné látky* [online]. České Budějovice, 2006, 34 s. [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: [http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=jiho%C4%8Desk%C3%BD%20kraj%20nebezpe%C4%8Dn%C3%A1%20l%C3%A1tk&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kraj-jihocesky.cz%2Ffile.php%3Fpar%255Bid\\_r%255D%3D20455%26par%255Bview%255D%3D0&ei=rgUmUeeUF5L24QTg7IDIAw&usg=AFQjCNG-kaN7smdHzBcGzbtnCsIrsnmbYQ&bvm=bv.42661473,d.d2k](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=jiho%C4%8Desk%C3%BD%20kraj%20nebezpe%C4%8Dn%C3%A1%20l%C3%A1tk&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kraj-jihocesky.cz%2Ffile.php%3Fpar%255Bid_r%255D%3D20455%26par%255Bview%255D%3D0&ei=rgUmUeeUF5L24QTg7IDIAw&usg=AFQjCNG-kaN7smdHzBcGzbtnCsIrsnmbYQ&bvm=bv.42661473,d.d2k)
52. M KONZULT, s.r.o. *ADR 2011 Přeprava nebezpečných věcí po silnici: Příručka pro školení řidičů a osob podílejících se na přepravě dle Dohody ADR* [online]. 2010, 145 s. [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: [http://mkonzult.cz/data/doc/ADR\\_2009\\_PUBLIKACE\\_M\\_KONZULT.pdf](http://mkonzult.cz/data/doc/ADR_2009_PUBLIKACE_M_KONZULT.pdf)
53. VÁVRA, M. *Regresní a korelační analýza časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek ve vybraném regionu*. České Budějovice, 2012. Dostupné z: [http://theses.cz/id/sg6xd9/Regresni\\_a\\_korelacni\\_analyza\\_casoveho\\_vyvoje\\_poctu\\_doprav.pdf](http://theses.cz/id/sg6xd9/Regresni_a_korelacni_analyza_casoveho_vyvoje_poctu_doprav.pdf). Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce doc. RNDr. Přemysl Záškodný, CSc.
54. Česká republika. *Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu)*. In: *Sbírka zákonů*. 2000, 4570. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=49756&nr=361~2F2000~20Sb.&ft=pdf>
55. BROŽOVÁ, P. *Hodnocení rizika silniční přepravy nebezpečných věcí metodou FTA*. *Perner's Contacts: Elektronický odborný časopis o technologii, technice a logistice v dopravě* [online]. 2011, 6., 4., s. 10 [cit. 2013-02-28]. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/23\\_2011/Brozova.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/23_2011/Brozova.pdf)

56. POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY. *Statistické údaje o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2012* [online]. 2013, 23 s. [cit. 2013-02-28]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/soubor/2012-12-informace-pdf.aspx>
57. PLACHÝ, R. ŘEDITELSTVÍ SLUŽBY DOPRAVNÍ POLICIE PP ČR. *Dopravní nehody vozidel přepravujících nebezpečné věci* [online]. 2004, 5 s. [cit. 2013-02-28]. Dostupné z: <http://www.prodopravce.cz/files/nehody.doc>
58. KREJČÍ, L. CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, v. v. i. *Faktory ovlivňující riziko při přepravě nebezpečných věcí* [online]. 2011, 43 s. [cit. 2013-02-28]. Dostupné z: <http://www.raplus.eu/file/prezentace-factory-ovlivnujici-riziko-pri-prepave-nebezpecnych-veci/>
59. MINISTERSTVO DOPRAVY A SPOJŮ. *Schválené přepravní trasy nebezpečných věcí a odpadů v České republice: Schématická mapa okresů ČR - Autoatlas ČR 1:200 000*. 1. vyd. Praha: Kartografie, 1998. ISBN 80-7011-575-0.
60. BROŽOVÁ, P. *Omezení průjezdu vozidel s nebezpečnými věcmi silničními a dálničními tunely*. Perner's Contacts: Elektronický odborný časopis o technologii, technice a logistice v dopravě [online]. 2010, 5., 1., s. 9 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/17\\_2010/Brozova.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/17_2010/Brozova.pdf)
61. KOCIÁNOVÁ, S. *Nebezpečné chemické látky - Hasičský záchranný sbor České republiky*. MV-GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR. Hasičský záchranný sbor České republiky [online]. 2012 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/prostredky-individualni-ochrany-nebezpecne-chemicke-latky.aspx>
62. SKŘEHOT, P. *Modelování rozptylu toxických látek v atmosféře při průmyslových haváriích*. Praha, 2008. Dostupné z: [http://www.vubp.cz/genesis/dp\\_modelovani-rozptylu-toxickych-latek-v-atmosfere-pri-prumyslovych-havariich\\_skrehot.pdf](http://www.vubp.cz/genesis/dp_modelovani-rozptylu-toxickych-latek-v-atmosfere-pri-prumyslovych-havariich_skrehot.pdf). Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze.
63. PROCHÁZKA, J. EKOAUDIT, spol. s r.o. *Distribuční sklad chloru v obci Pchery (část Theodor)* [online]. 2008, 54 s. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: [http://www.portal.cenia.cz/eiasea/download/EIA\\_STC931\\_oznameni\\_1.doc](http://www.portal.cenia.cz/eiasea/download/EIA_STC931_oznameni_1.doc)
64. MINISTERSTVO VNITRA, GŘ HZS ČR. *Technické požadavky na koncové prvky varování připojené do jednotného systému varování a vyrozumění* [pdf]. Praha, 2008, 16 s. [cit. 2013-02-01]. Čj. MV-24666-1/PO-2008. Dostupné z: [www.hzscr.cz/soubor/3-priloha3-pdf.aspx](http://www.hzscr.cz/soubor/3-priloha3-pdf.aspx)

65. Česká republika. Vyhláška 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Sbírky zákonů*. 2002, 133/2002. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=53776&nr=380~2F2002~20Sb.&ft=pdf>

66. ZÁŠKODNÝ, P., HAVRÁNKOVÁ, R. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. Přpracované druhé vydání. Praha: CURRICULUM, 2011. ISBN 978-80-904948-2-4.

## 8 Přílohy

### Seznam příloh:

- Příloha č. 1 - Třídy nebezpečnosti podle Dohody ADR
- Příloha č. 2 - Výstražné symboly nebezpečnosti nebezpečných chemických látek
- Příloha č. 3 - Přehled bezpečnostních značek stanovených Dohodou ADR
- Příloha č. 4 - Oranžová výstražná tabulka
- Příloha č. 5 - Význam identifikačních čísel pro posouzení NL podle Kemlerova kódu
- Příloha č. 6 - Význam identifikačních čísel hlavních a vedlejších nebezpečí
- Příloha č. 7 - Informační systém HazChem kód
- Příloha č. 8 - Informační systém Diamant, význam kódů
- Příloha č. 9 - Ostatní druhy kódových označení nebezpečných látek
- Příloha č. 10 - Označování dopravní jednotky při převozu nebezpečné látky
- Příloha č. 11 - Dopravní zákazové značky B18 a B19
- Příloha č. 12 - Omezení průjezdu tunelů při přepravě NL, dopravní značení
- Příloha č. 13 - Schválené přepravní trasy nebezpečných věcí a odpadů
- Příloha č. 14 - Přehled statistických údajů o nehodovosti při přepravě ADR
- Příloha č. 15 - Drobné chlorové obaly v ČR
- Příloha č. 16 - Trasy přepravy chlóru na území Českých Budějovic
- Příloha č. 17 - Modelová situace
- Příloha č. 18 - Výsledky prováděných simulací s různými parametry - 65kg
- Příloha č. 19 - Chlorová zařízení v JčK s vyznačenou dopravní sítí (vložená)
- Příloha č. 20 - Výsledky prováděných variant simulací - 130kg, 600kg
- Příloha č. 21 - Dotazník



## Příloha č. 1 - Třídy nebezpečnosti podle Dohody ADR

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

**Zdroj:** ADR 2013 (35)

## Příloha č. 2 - Výstražné symboly nebezpečnosti nebezpečných chemických látek



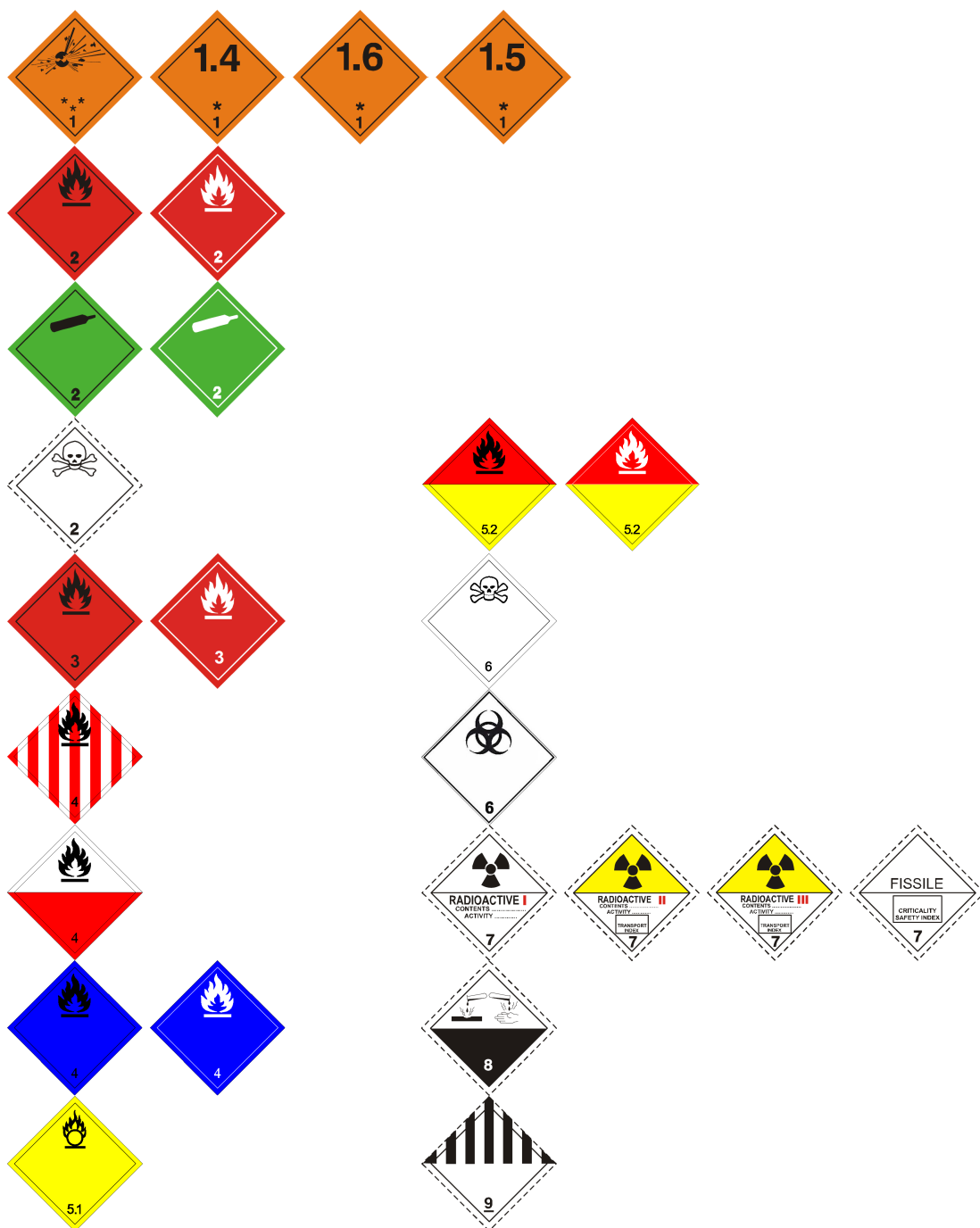
Zdroj: KÚ JČK, Zásady chování při úniku nebezpečné látky (51)

## Globální harmonizovaný systém označování a popis chemických látek

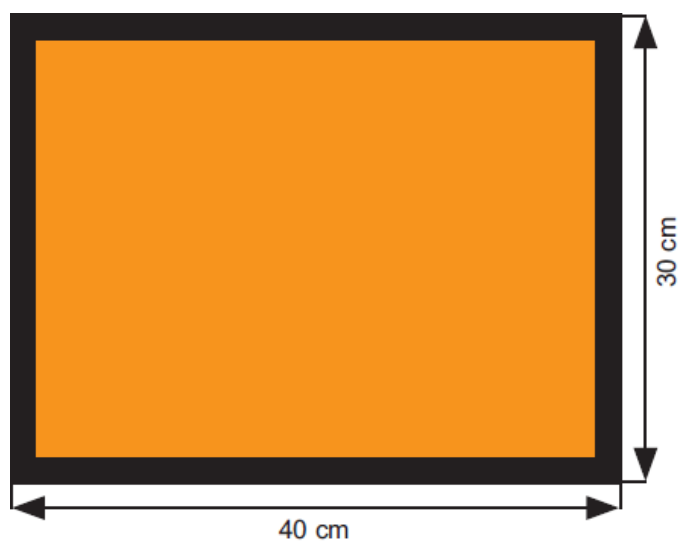


Zdroj: HZSČR

**Příloha č. 3 - Přehled bezpečnostních značek stanovených Dohodou ADR**

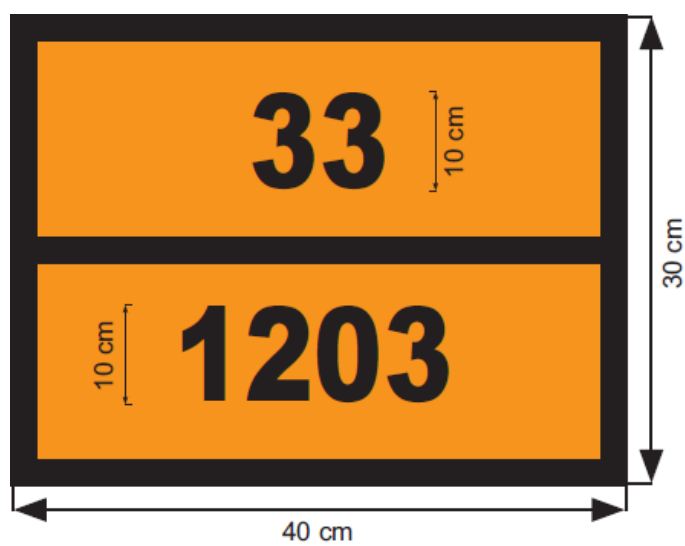


#### Příloha č. 4 - Oranžová výstražná tabulka



Zdroj: ADR 2013

#### Oranžová tabulka s označením UN kódu a Kemlerova Kódu



Zdroj: ADR 2013

**Příloha č. 5 - Význam identifikačních čísel pro posouzení nebezpečnosti látky podle Kemlerova kódu**

<b>Číslo</b>	<b>Význam identifikační číslo nebezpečnosti</b>
2	Únik plynu tlakem nebo chemickou reakcí
3	Hořlavost kapalin (par) a plynů nebo kapalin schopných samoohřevu
4	Hořlavost tuhých látek nebo tuhých látek schopných samoohřevu
5	Podpora hoření
6	Toxicita nebo nebezpečí infekce
7	Radioaktivita
8	Žíravost
9	Nebezpečí prudké samovolné reakce

**Zdroj:** ADR 2013

## Příloha č. 6 - Význam identifikačních čísel hlavních a vedlejších nebezpečí

**Tabulka významů identifikačních čísel hlavních nebezpečí**

Číslo	Hlavní nebezpečí
0	Jako první číslice se nepoužívá
1	Jako první číslice se nepoužívá
2	Plyn
3	Hořlavá kapalina (lehce zápalná kapalina)
4	Hořlavá tuhá látka (lehce zápalná tuhá látka)
5	Vznětlivá látka podporující hoření
6	Jedovatá nebo infekční látka
7	Radioaktivní látka
8	Žíravá látka
9	Ostatní nebezpečné látky

**Tabulka významů identifikačních čísel vedlejších nebezpečí**

Číslo	Vedlejší nebezpečí
0	Bez významu
1	Jako druhá číslice se nepoužívá
2	Nebezpečí úniku plynu pod tlakem nebo chemickou reakcí
3	Hořlavost plynů a par
4	Jako druhá a třetí číslice se nepoužívá
5	Vznětlivost, hoření podporující, samozápalné vlastnosti
6	Jedovatost nebo nebezpečí infekce
7	Radioaktivita
8	Žíravé (leptavé) účinky
9	Nebezpečí prudké reakce za samovolného rozkladu nebo polymerace

**Zdroj:** Šenovský, Nebezpečné látky II.

**Příloha č. 7 - Informační systém HazChem kód**



**Zdroj:** Kozák, Pozary.cz

Označení vozidla, obalu	Pomocný význam	Opatření vzhledem k nutnosti použití ochranných prostředků	Opatření vzhledem k látce
P	v	ÚPLNÁ OCHRANA	ZŘEDIT (uvážít vliv na životní prostředí)
R			
S			
S	v	DÝCHACÍ PŘÍSTROJE	
T		DÝCHACÍ PŘÍSTROJE pouze při požáru nebo rozkladu	
T		DÝCHACÍ PŘÍSTROJE	
T		DÝCHACÍ PŘÍSTROJE pouze při požáru nebo rozkladu	
W	v	ÚPLNÁ OCHRANA	OHRADIT
X			
Y		DÝCHACÍ PŘÍSTROJE	
Y	v	DÝCHACÍ PŘÍSTROJE pouze při požáru nebo rozkladu	
Z		DÝCHACÍ PŘÍSTROJE	
Z		DÝCHACÍ PŘÍSTROJE pouze při požáru nebo rozkladu	
E		UVÁŽIT EVAKUACI	

Pozn.: v - představuje nebezpečí výbuchu, tento symbol není součástí označení

HazChem

**Zdroj:** (42)

**Označení kódu pro hasivo**

<b>Číselné označení hasiva:</b>	1 - vodní proud 2 - vodní mlha (roztříštěné vodní proudy) 3 - pěna 4 - suchá hasiva
---------------------------------	--

**Zdroj:** Hrazdíra, Nebezpečné látky, 1997

Příloha č. 8 - Informační systém Diamant, význam kódů



Zdroj: (43)

Nebezpečí poškození zdraví

4	Mimořádně nebezpečné! Zabránit jakémukoliv kontaktu bez speciální ochrany (izolační dýchací přístroj, protichemický oblek) s parami nebo kapalinou.
3	Velice nebezpečné! Pobyt v zasažené oblasti pouze v protichemickém obleku s dýchacím přístrojem.
2	Nebezpečné! Pobyt v zasažené oblasti pouze v dýchací technice a ochranném obleku.
1	Málo nebezpečné! Dýchací přístroj doporučen.
0	Bez vlastního nebezpečí.

Nebezpečí požáru

4	Extrémně lehce zápalný při všech teplotách.
3	Nebezpečí vznícení při normální teplotě.
2	Nebezpečí vznícení při ohřátí.
1	Nebezpečí iniciace při silném teplotním působení
0	Bez nebezpečí zničení za normálních okolností.

Nebezpečí spontánní reakce

4	Velké nebezpečí exploze! Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu. Při požáru evakuovat ohroženou oblast.
3	Nebezpečí výbuchu při působení horka nebo při velkém otřesu, při nárazu apod. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu. Hašení pouze z bezpečné vzdálenosti, bezpečnostní opatření.
2	Možnost prudké chemické reakce! Vnější a nebezpečná zóna, hasební zásah pouze z bezpečné vzdálenosti.
1	Při silném zahřátí nestabilní! Bezpečnostní opatření jsou nutná.
0	Za normálních podmínek bez nebezpečí.

Specifické nebezpečí

prázdné pole	k hašení lze použít vodu
W	k hašení nesmí být použita voda, lze očekávat chemickou reakci při úniku látky hrozí nebezpečí radioaktivního záření
OXY	látka působící jako oxidační činidlo
ALK	silná zásada
COR	velké korozivní (žíravé) účinky
ACID	silná kyselina

Zdroj: Hrazdíra, Nebezpečné látky, 1997

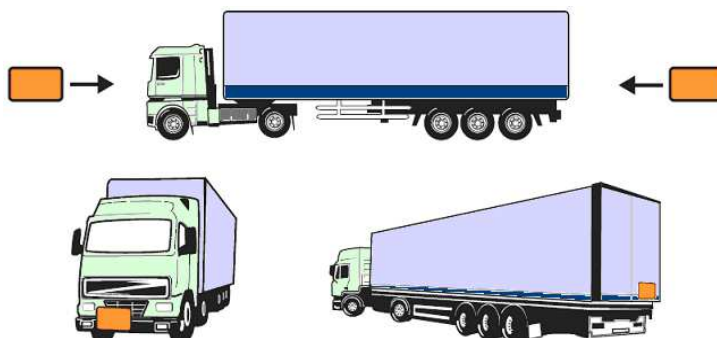


## Příloha č. 9 - Ostatní druhy kódových označení nebezpečných látek (45)

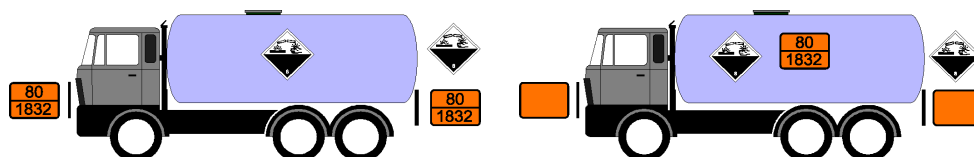
- **RTECS** (registr toxických účinků chemických látek) - číselný kód, který představuje pořadové číslo látky v systému americké NOISH3 databáze,
- **CAS** - identifikační číslo látky podle americké databáze Chemical Abstracts Services, kde je evidováno na 18 mil. látek,
- **Indexové číslo** - Indexová čísla jednotlivých látek jsou ve tvaru číselného kódu ABC-RST-VW-Y, kde ABC je buď atomové číslo nejcharakterističtějšího chemického prvku (jemuž předchází jedna nebo dvě nuly za účelem vytvoření posloupnosti) nebo obvyklé číslo třídy organických látek; RST je pořadové číslo látky uvedené v sérii ABC, VW označuje formu, v níž je látka vyráběna nebo uváděna na trh a Y je kontrolní číslo. (50)
- **Číslo ES**, nebo také **EC (EEC)** - sedmimístný číselný kód (indexové číslo) chemických látek, které jsou komerčně dostupné v Evropské unii, sedmimístné číslo pro nebezpečné látky uvedené v evropském seznamu obchodovatelných látek (EINECS) nebo v seznamu nových látek (ELINCS) (29)
- **HazChem kód** - kód poskytující návod zasahujícím složkám k hašení a opatření v místě havárie s chemickými látkami,
- **Diamant kód** - systém určený pro rychlé posuzování nebezpečí při nehodách s výskytem nebezpečných látek resp. pro rychlou a snadnou orientaci o vlastnostech těchto látek.

## Příloha č. 10 - Označování dopravní jednotky při převozu nebezpečné látky

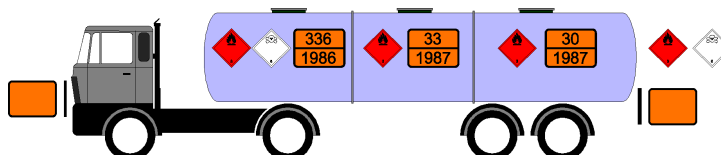
### Označení vozidla oranžovými výstražnými tabulkami



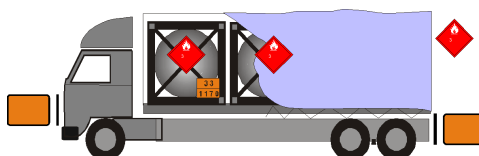
### Označení pro přepravu jednoho druhu látky v cisterně



### Označení pro přepravu více druhů látek v cisterně



### Označování cisternových kontejnerů



- **Zdroj:** Příručka - Vozidla pro přepravu nebezpečných věcí v cisternách dle ADR (52)

**Příloha č. 11 - Dopravní zákazové značky B18 a B19**



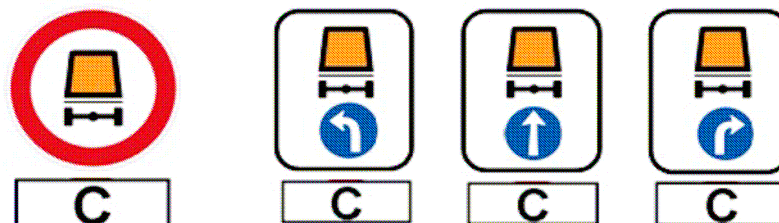
**Zdroj:** Zákřuta.cz

**Příloha č. 12 - Omezení průjezdu tunelů při přepravě nebezpečné látky, dopravní značení**

Kategorie tunelu	omezení
A	žádná
B	nebezpečné věci, které mohou vést k velmi silnému výbuchu
C	nebezpečné věci, které mohou vést k velmi silnému výbuchu, silnému výbuchu nebo velkému úniku toxické látky
D	nebezpečné věci, které mohou vést k velmi silnému výbuchu, silnému výbuchu, velkému úniku toxické látky nebo velkému požáru
E	nesmí být použit pro přepravu nebezpečných věcí vyjma látek označených UN 2919, 3291, 3331 a 3373, nebo jiných látek jejichž přepravované množství překračuje 8 tun celkové hmotnosti na dopravní jednotku

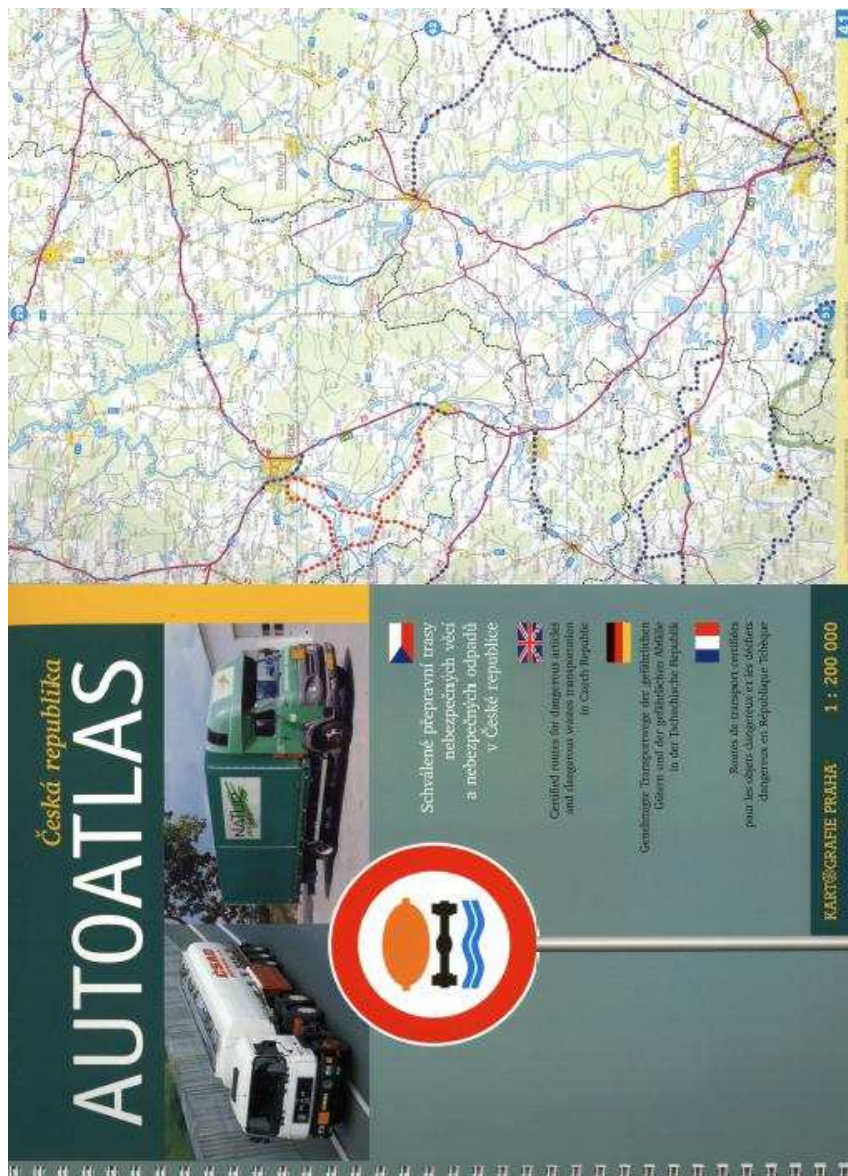
Zdroj: ADR 2013

**Dopravní značení zákazu průjezdu tunelu, značení objížd'kových tras**



Zdroj: KREJČÍ (58)

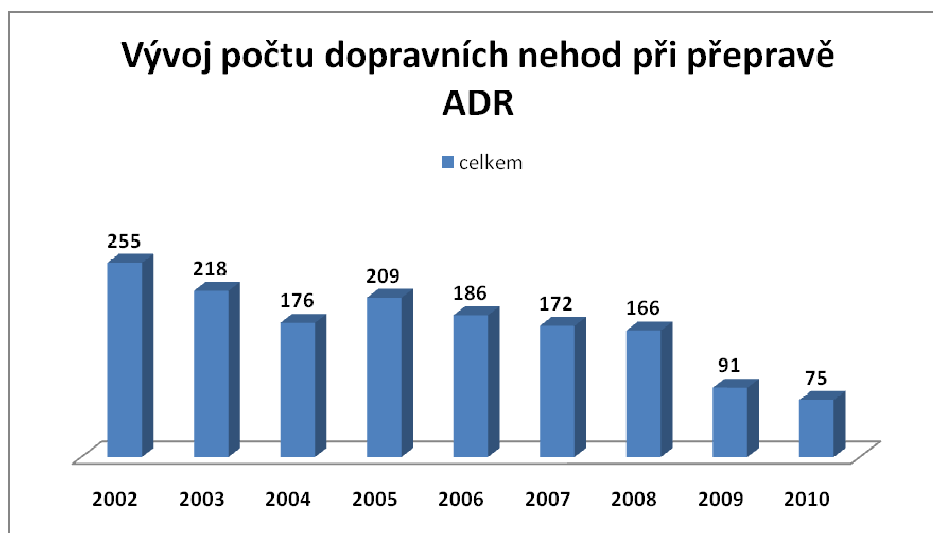
**Příloha č. 13 - Schválené přepravní trasy nebezpečných věcí a odpadů**



**Příloha č. 14 - Přehled statistických údajů o nehodovosti při přepravě ADR**

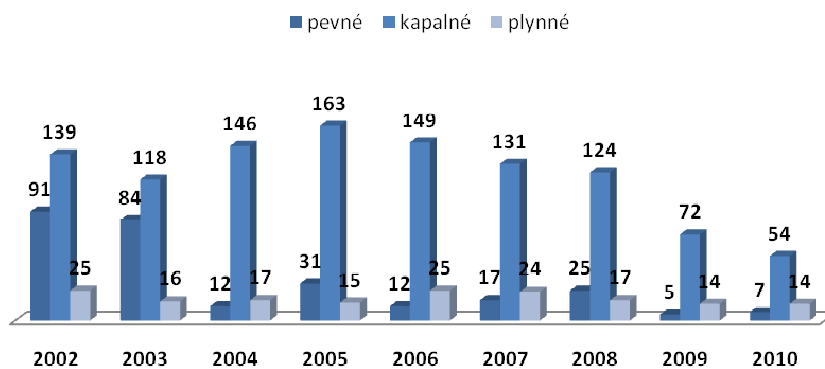
Rok	Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek (Při nehodě došlo k úniku nebezpečných látek)			
	pevných	kapalných	plynných	celkem
2002	91 (1)	139 (82)	25 (6)	255 (89)
2003	84 (3)	118 (7)	16 (0)	218 (10)
2004	12 (1)	146 (10)	17 (0)	176 (11)
2005	31 (3)	163 (15)	15 (2)	209 (20)
2006	12 (0)	149 (5)	25 (0)	186 (5)
2007	17 (1)	131 (9)	24 (0)	172 (10)
2008	25 (0)	124 (5)	17 (1)	166 (6)
2009	5 (1)	72 (5)	14 (1)	91 (7)
2010	7 (1)	54 (4)	14 (0)	75 (5)

Zdroj: Statistika PČR



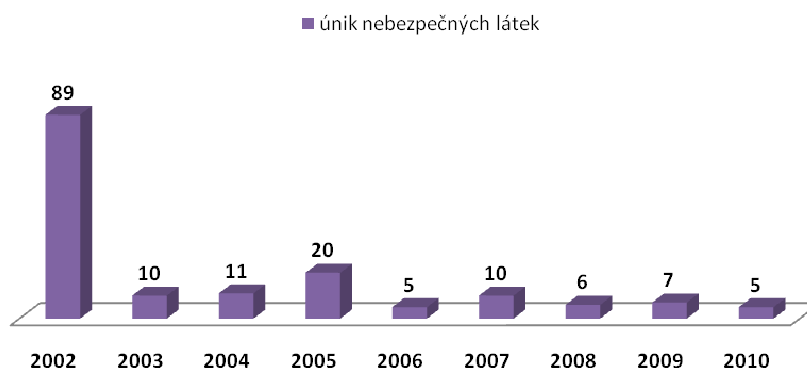
Zdroj: Statistika PČR

### Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek - dle skupenství



Zdroj: Statistika PČR

### Nehody při přepravě ADR s únikem nebezpečné látky

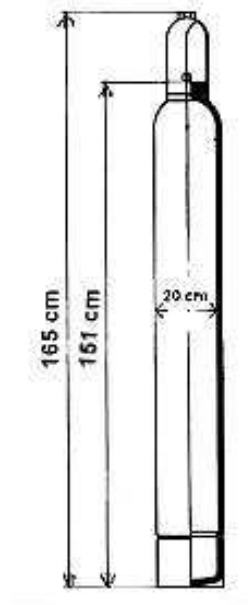


Zdroj: Statistika PČR (56)

**Příloha č. 15 - Drobné chlorové obaly v ČR**

<b>technické parametry - tlaková ocelová láhev - 45 kg</b>	
<b>obsah kapalného chlóru</b>	45 kg
<b>stáří lahví</b>	20 - 55 let
<b>popis lahve</b>	silnostěnné, bežešvé, tažené za studena
<b>výška lahve</b>	cca. 1,8 m
<b>váha prázdné láhve</b>	cca. 55 kg
<b>manipulace s láhví</b>	obtížná
<b>riziko úniku</b>	vysoké
<b>označení „Pí“</b>	ne
<b>manipulace s ventily</b>	obtížná, vzhledem k výšce láhve

<b>technické parametry - tlaková ocelová láhev - 60 kg</b>	<b>obrázek</b>
<b>obsah kapalného chlóru</b>	60 kg
<b>stáří lahví</b>	15 - 20 let
<b>popis lahve</b>	tenkostěnné, svařované
<b>výška lahve</b>	cca. 1,5 m
<b>váha prázdné láhve</b>	cca. 37 kg
<b>manipulace s láhví</b>	obtížná
<b>riziko úniku</b>	značné
<b>označení „Pí“</b>	ne
<b>manipulace s ventily</b>	obtížná, vzhledem k výšce láhve



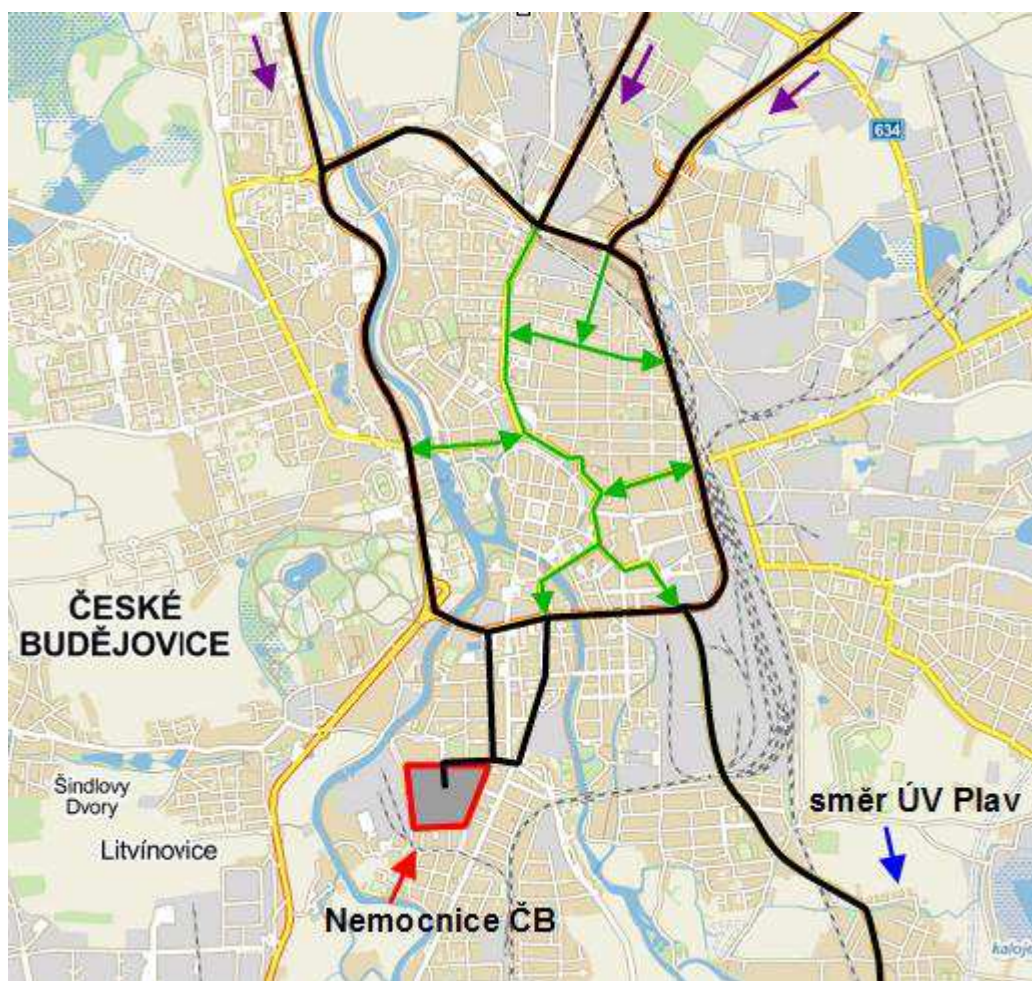


<b>technické parametry - tlaková ocelová láhev - 65 kg</b>		<b>obrázek</b>
<b>obsah kapalného chlóru</b>	65 kg	
<b>stáří lahví</b>	do 15 let, v současnosti zaváděn nový model	
<b>popis lahve</b>	tenkostěnné, svařované	
<b>výška lahve</b>	cca. 1,1 m	
<b>váha prázdné láhve</b>	cca. 28 kg	
<b>manipulace s láhví</b>	velmi dobrá, vyšší stabilita	
<b>riziko úniku</b>	minimální, vysoká bezpečnost	
<b>označení „Pí“</b>	ano, schváleny pro pohyb mezi zeměmi EU	
<b>manipulace s ventily</b>	ve výšce pasu	

<b>technické parametry - sud 600 kg - nový typ</b>		
<b>obsah kapalného chlóru</b>	600 kg	
<b>stáří sudu</b>	v současnosti je to nový model	
<b>popis sudu</b>	silnostěnný, tloušťka stěny 8 mm s korozivním a bezpečnostním zesílením	
<b>délka sudu</b>	cca. 1,4 m	
<b>váha prázdného sudu</b>	cca. 418 kg	
<b>manipulace se sudem</b>	velmi dobrá, potřebná technika	
<b>riziko úniku</b>	minimální, vysoká míra bezpečnosti	
<b>označení „Pí“</b>	ano, schválen pro pohyb mezi zeměmi EU	
<b>váha naplněného sudu</b>	cca 1018 kg	
<b>zkušební/pracovní tlak</b>	42/6 atmosfér	
<b>ochrana</b>	vnější obruče, ochranný kryt ventilu, bezpečnostní poklop	

**Zdroj:** GHC Invest (47)

## Příloha č 16 – Trasy přepravy chlóru na území Českých Budějovic



Autor práce v programu Zoner Callisto, <http://mapy.cz/>

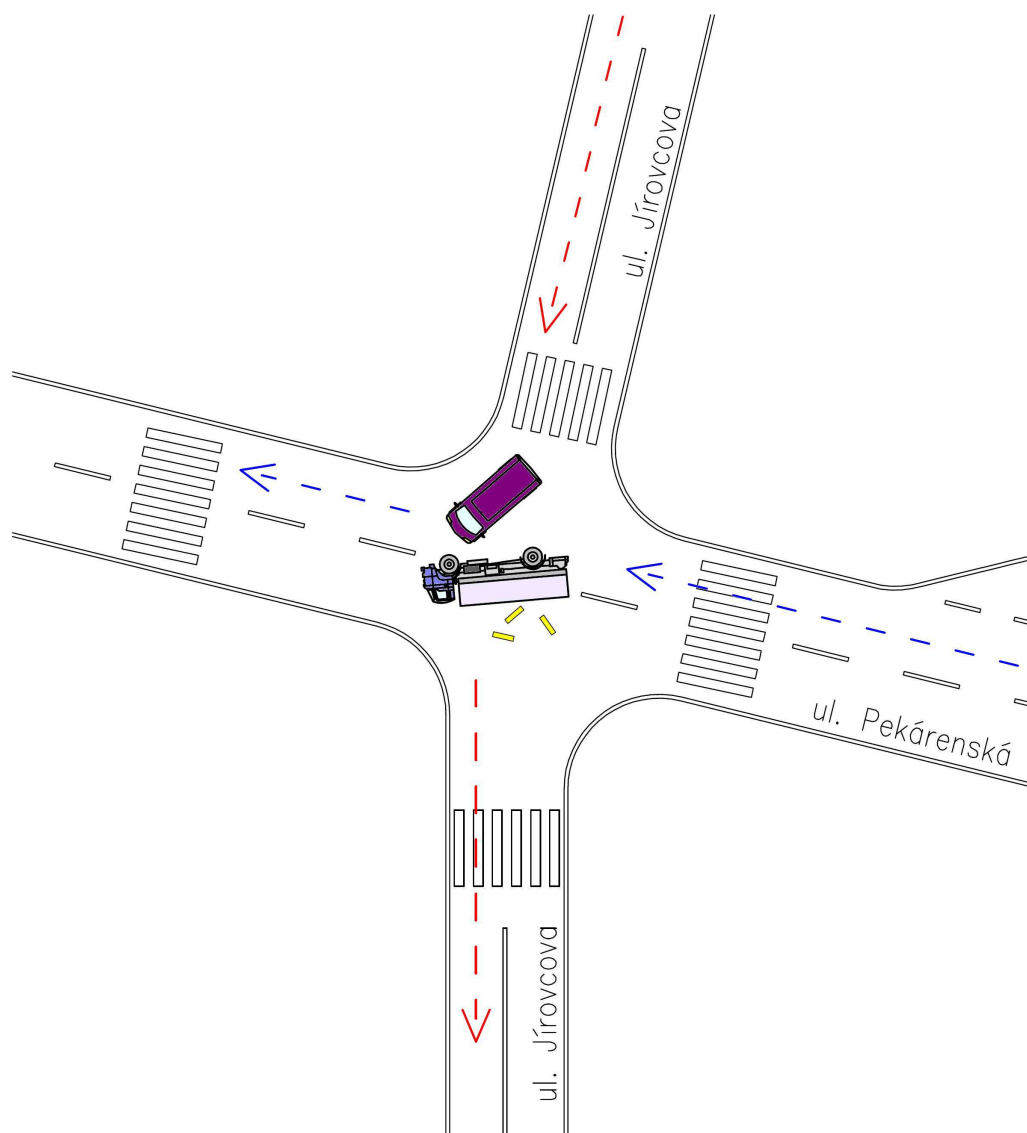
Vysvětlivky k mapě:

- nejčastější trasy přepravy chlóru
- nejvhodnější průjezd přes centrum města
- směr příjezdu ze skladu chlóru

## Příloha č. 17 - Modelová situace

MODELOVÁ SITUACE:  
Pekárenská–Jírovcová

- trasa vozidla s nákladem chlóru
- trasa zásobovacího vozidla



Autor práce v programu AutoCAD

Příloha č. 18 – Výsledky prováděných simulací s různými parametry - 65kg

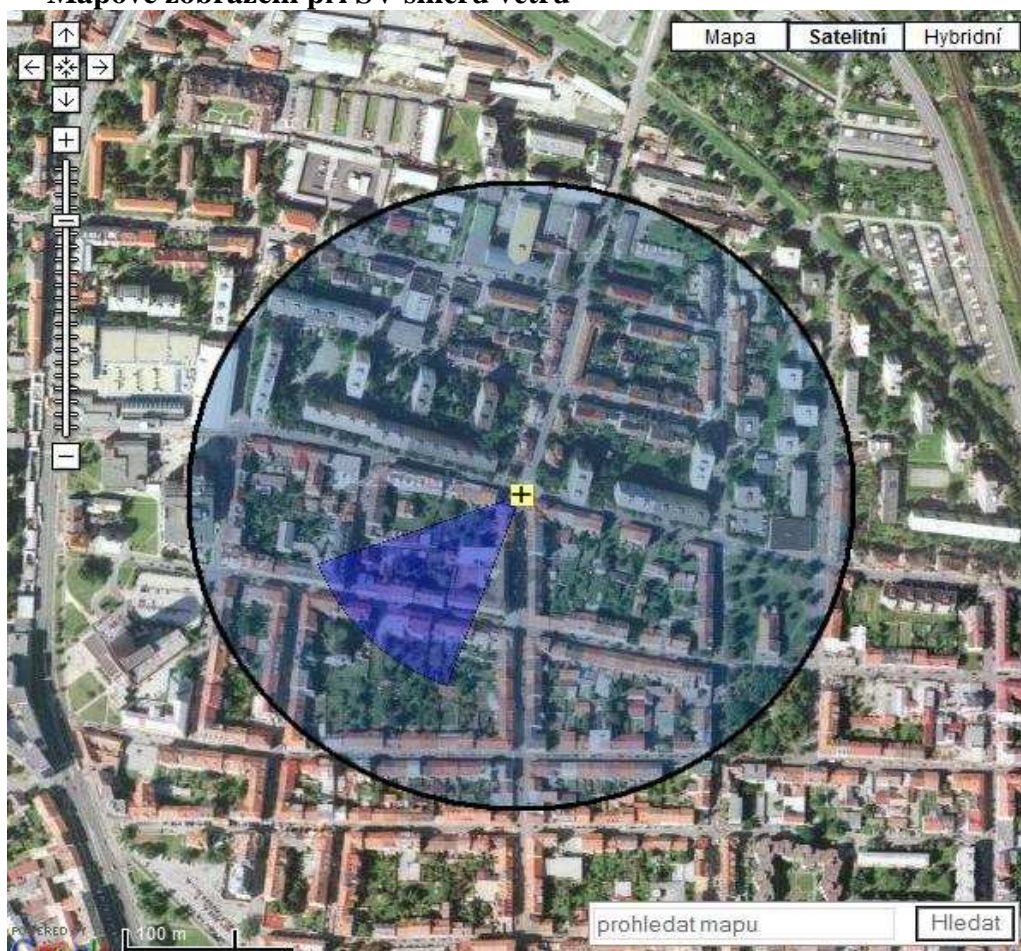
<b>celkové uniklé množství NL</b>	65 kg				
<b>doba vzniku a průběh havárie</b>	den - jaro				
<b>rychlost větru v přízemní vrstvě</b>	1 m.s <sup>-1</sup>	2 m.s <sup>-1</sup>	3 m.s <sup>-1</sup>	4 m.s <sup>-1</sup>	5 m.s <sup>-1</sup>
<b>pokrytí oblohy mraky</b>	25%				
<b>typ atmosférické stálosti</b>	A - konv.	A - konv.	B - konv.	B - konv.	B - konv.
<b>nezbytná evakuace osob</b>	192 m	174 m	175 m	168 m	163 m
<b>doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku</b>	298 m	298 m	333 m	332 m	335 m

Pozn.: zkratky konv. - konvekce, izot. - izotermie, inv. - inverze

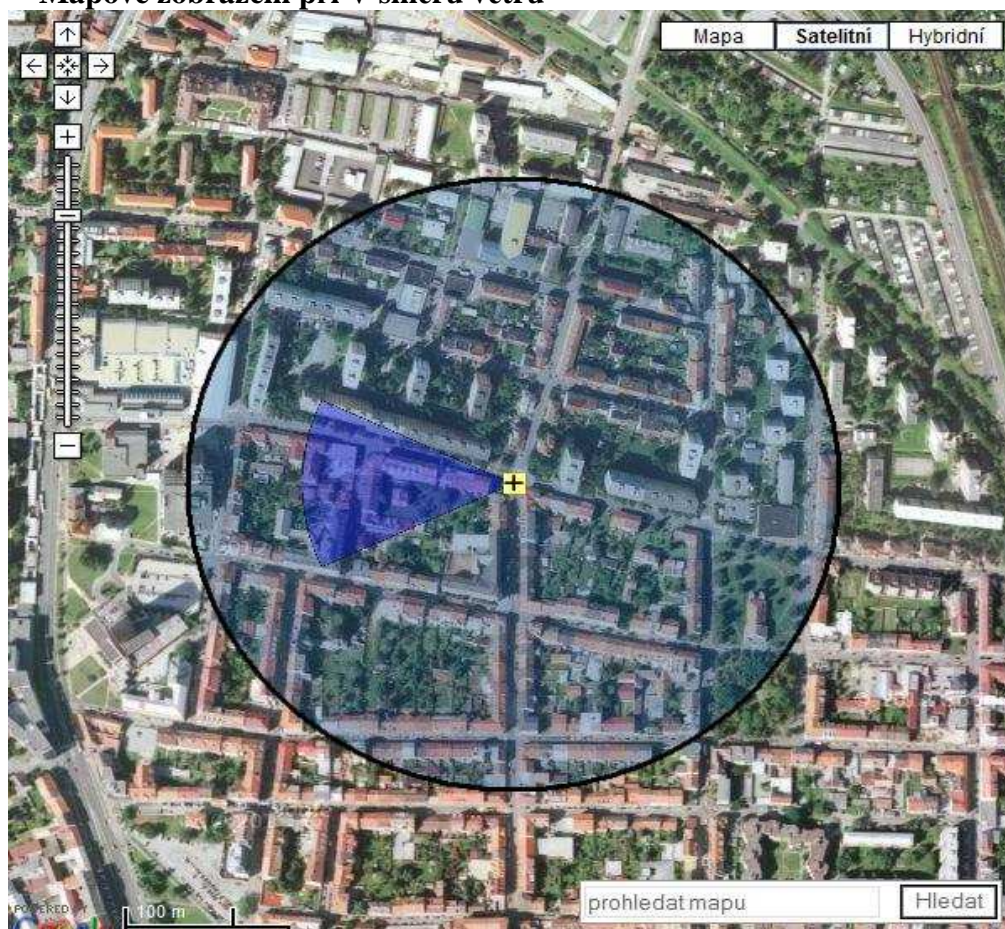
<b>celkové uniklé množství NL</b>	65 kg				
<b>doba vzniku a průběh havárie</b>	den - jaro	den - léto	den - podzim	den - zima	noc, ráno, večer
<b>rychlost větru v přízemní vrstvě</b>	1 m.s <sup>-1</sup>				
<b>pokrytí oblohy mraky</b>	25%				
<b>typ atmosférické stálosti</b>	A - konv.	A - konv.	A - konv.	B - konv.	F - inv.
<b>nezbytná evakuace osob</b>	192 m	192 m	193 m	207 m	728 m
<b>doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku</b>	298 m	299 m	300 m	331 m	989 m

<b>celkové uniklé množství NL</b>	65 kg		
<b>rychlost větru v přízemní vrstvě</b>	1 m.s <sup>-1</sup>		
<b>pokrytí oblohy mraky</b>	0%, 12,5%, 25%, 37,5%	50%, 62,5%, 75%	87,5%, 100%
<b>nezbytná evakuace osob</b>	192 m	207 m	423 m
<b>doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku</b>	298 m	331 m	617 m

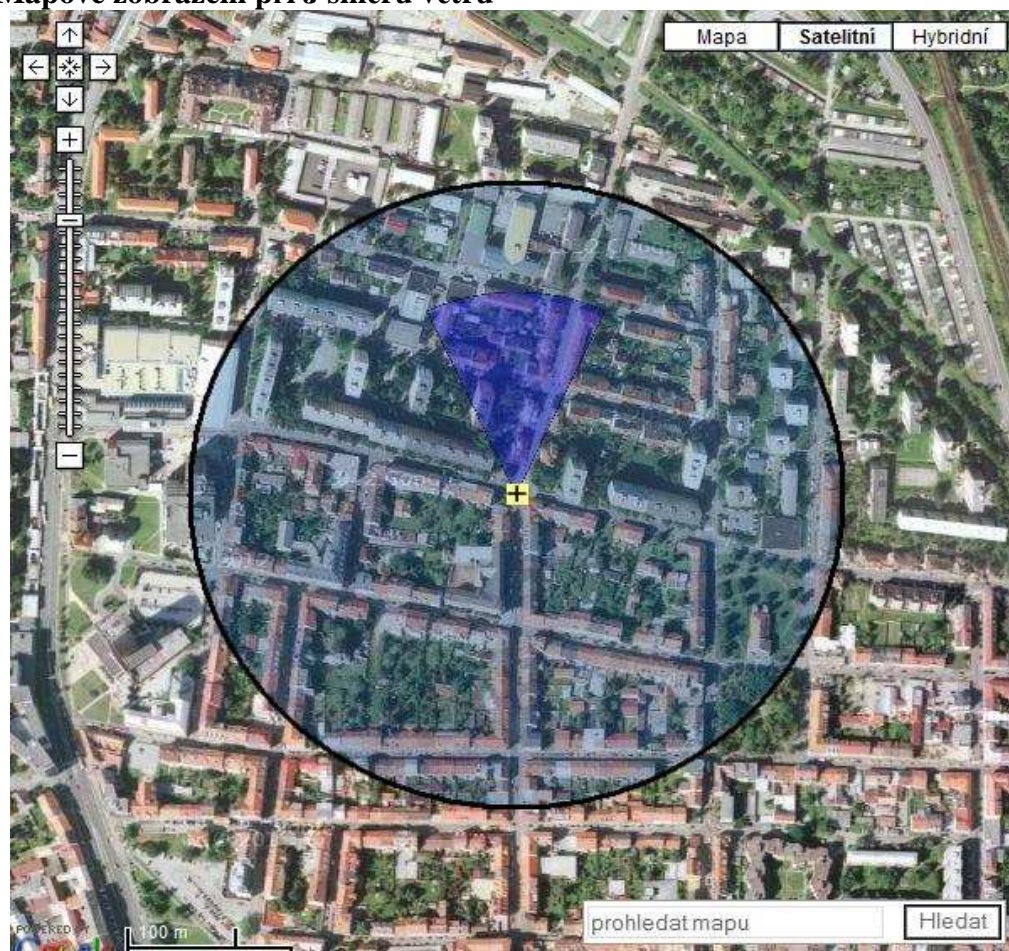
### Mapové zobrazení při SV směru větru



### Mapové zobrazení při V směru větru



### Mapové zobrazení při J směru větru

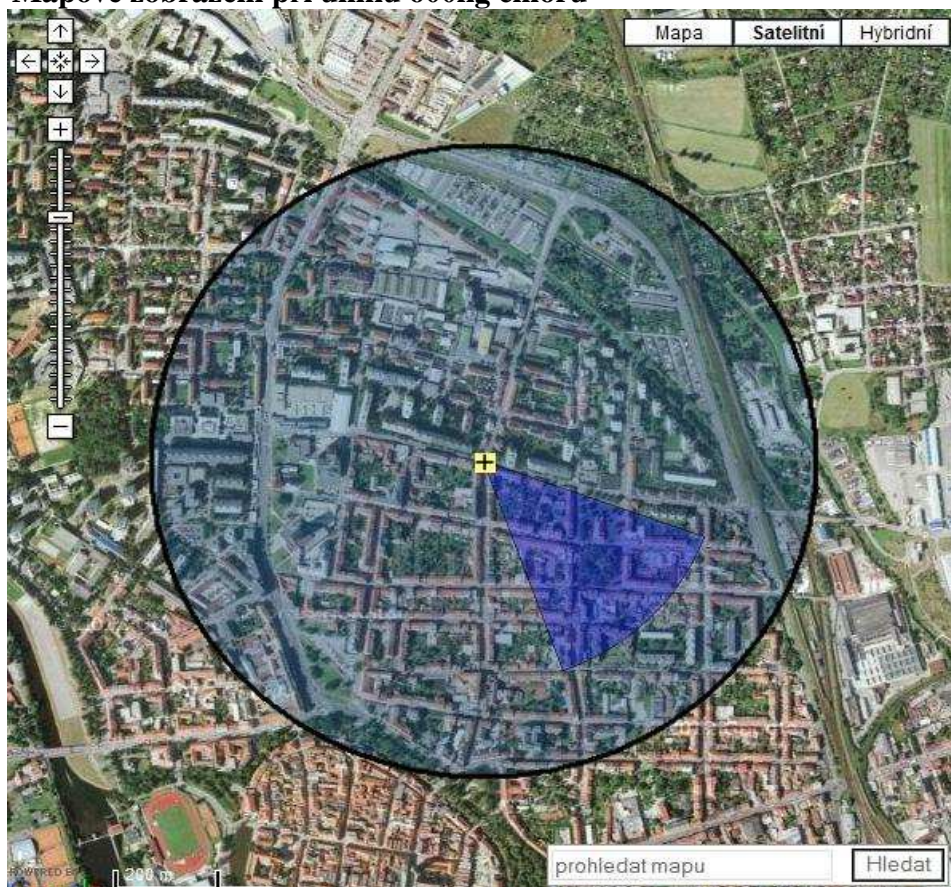






<b>celkové uniklé množství NL</b>	600 kg				
<b>doba vzniku a průběh havárie</b>	den - jaro				
<b>rychlost větru v přízemní vrstvě</b>	1 m.s <sup>-1</sup>	2 m.s <sup>-1</sup>	3 m.s <sup>-1</sup>	4 m.s <sup>-1</sup>	5 m.s <sup>-1</sup>
<b>pokrytí oblohy mraky</b>	25%				
<b>typ atmosférické stálosti</b>	A - konv.	A - konv.	B - konv.	B - konv.	B - konv.
<b>nezbytná evakuace osob</b>	452 m	416 m	455 m	439 m	423 m
<b>doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku</b>	639 m	640 m	756 m	756 m	755 m

### Mapové zobrazení při úniku 600kg chlóru



## **Příloha č. 21 - Dotazník**

### **1. Nebezpečná látka je**

- a. *pevná látka/kapalina/plyn, který svými výbušnými, toxickými a hořlavými vlastnostmi může ohrozit zdraví a životy lidí, a vážně poškodit životní prostředí*
- b. *jakákoliv látka, která může proniknout do těla živého organismu, případně vážně poškodit životní prostředí*
- c. *pevná látka/kapalina/plyn s výbušnými a hořlavými vlastnostmi, která může ohrozit zdraví a životy lidí a vážně poškodit životní prostředí*

### **2. Nebezpečné látky se převážejí**

- a. *pouze železniční a lodní dopravou*
- b. *silniční, železniční, leteckou a lodní dopravou*
- c. *pouze silniční a železniční dopravou, v letecké dopravě nikoli - tato přeprava je zakázána*

### **3. S přepravou nebezpečných látek**

- a. *se mohu v běžném životě setkat i ve svém městě*
- b. *se mohu setkat pouze v průmyslových zónách*
- c. *se nikdy setkat nemohu*

### **4. Silniční vozidlo při přepravě nebezpečné látky**

- a. *není označeno žádným výstražným prvkem, nutné je uvést pouze nápis přepravce*
- b. *je označeno reflexní oranžovou výstražnou tabulkou s černým okrajem obdélníkového tvaru*
- c. *je označeno reflexní žlutou výstražnou tabulkou s červeným okrajem čtvercového tvaru*

### **5. Chlór je ve své elementární podobě**

- a. *bezbarvá kapalina*
- b. *žlutozelený plyn*
- c. *pevná látka v podobě šedého prášku*

### **6. Chlór**

- a. *je typický svým štiplavým a dráždivým zápachem*
- b. *je téměř bez jakéhokoliv zápachu, proto je velice těžko detekovatelný čichovými smysli*
- c. *je typický svým zápachem po mandlích*

### **7. Chlór ve svém plynném skupenství je**

- a. *stejně těžký jako vzduch, a proto se drží v místě svého úniku*
- b. *je těžší než vzduch, a proto se drží při zemi a proniká do podzemních prostor*
- c. *je lehčí než vzduch, a proto stoupá do vyšších pater*

## **8. Chlór má na organismus**

- a. žádné účinky
- b. je toxický i v nižších koncentracích
- c. je toxický pouze ve vysokých koncentracích

## **9. Účinky chlóru na lidský organismus ve vyšších koncentracích**

- a. mohou způsobit rozpad tkáně, poškození červených a bílých krvinek
- b. mohou způsobit poleptání pokožky, očí, sliznic dýchacích cest, edém plic
- c. mohou způsobit otravu krve, popálení pokožky, poškození jater, slinivky a ledvin

## **10. Mezi základní složky Integrovaného záchranného systému patří**

- a. Zdravotnická záchranná služba, Hasičský záchranný sbor ČR, Armáda ČR, Horská služba ČR
- b. Policie ČR, Hasičský záchranný sbor ČR, Český červený kříž, Horská služba ČR
- c. *Hasičský záchranný sbor ČR, Policie ČR, Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje, Zdravotnická záchranná služba*

## **11. Únik nebezpečné látky při dopravní nehodě může ohrozit**

- a. jen bezprostřední okolí místa nehody
- b. i vzdálenější okolí od místa nehody
- c. pouze přímé účastníky dopravní nehody

## **12. V případě, že se stanete svědkem dopravní nehody vozidla, z kterého začne unikat nebezpečná látka (např. plyn v podobě dýmu/páry nezvyklé barvy)**

- a. půjdu se podívat blíž, abych zjistil, co se stalo, zavolal bych tísňovou linku a případně někomu pomohl
- b. zůstanu na místě a zavolám na tísňovou linku
- c. *rychle opustím místo, budu schovávat se v nejbližší budově, poté zavolám na tísňovou linku*

## **13. Tísňová linka pro případ nehody, při níž z vozidla uniká nebezpečná látka použiji číslo**

- a. 112
- b. 155
- c. 158

## **14. Dopravní nehoda s únikem nebezpečné látky je oproti běžné dopravní nehodě**

- a. prakticky bez větších rozdílů - přibude akorát zpracování dokumentace za likvidaci látky
- b. *je výrazně odlišná - bezpečnostní opatření, záchranné a likvidační práce jsou mnohem složitější*
- c. nebezpečná látka nehraje při nehodě žádnou roli

**15. K varování obyvatelstva před hrozícím nebezpečím je určen signál s názvem**

- a. „požární poplach“ kolísavý tón po dobu 60s
- b. „všeobecná výstraha“ kolísavý tón po dobu 140s
- c. „varovný signál obyvatelstva“ kolísavý tón po dobu 100s

**16. Co uděláte, když se nacházíte na ulici a uslyšíte zvuk sirény**

- a. ihned opustím místo, kde se nacházím (ulici, školu, pracoviště) a vypravím domů
- b. ujistím se, že nejde o zkoušku sirén, schovám se v nejbližší budově, z rádia/televize/rozhlasu zjistím informace
- c. zavolám na tísňovou linku hasičského záchranného sboru pro získání informací a posléze tyto informace poskytnu všem osobám v mé blízkosti

**17. Jestliže se v době nehody s únikem plynné nebezpečné látky nacházíte v budově v jejím bezprostředním okolí, je v rámci ochrany před jejími účinky nejvhodnější**

- a. utěsnit všechna okna a dveře např. lepící páskou
- b. snažit se co nejrychleji budovu opustit a dostat se na čerstvý vzduch
- c. otevřít všechna okna a dveře, jelikož je důležité místnost důkladně vyvětrat

**18. K ochraně dýchacích cest před intoxikací nebezpečnou látkou použijete, v případě, že nemáte ochrannou masku**

- a. postačí ruka přiložená přes ústa a nos
- b. navlhčený ručník, kapesník, apod.
- c. jakýkoliv kus látky, avšak za žádných okolností nesmí být navlhčený

**19. K ochraně očí před intoxikací nebezpečnou látkou použijete, v případě, že nemáte ochrannou masku**

- a. postačí ruka přiložená přes oči
- b. běžné brýle, postačí jakékoli, hlavní je, že alespoň něco chrání zrak
- c. uzavřené např. lyžařské brýle

