



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

# PLÁN OPATŘENÍ PRO PŘÍPAD VZNIKU MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI NA PLAVECKÉM STADIONU

PLAN OF MEASURES FOR IMPLEMENTATION IN THE EVENT OF AN EMERGENCY SITUATION  
AT A SWIMMING POOL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

Bc. LENKA FRIŠHANSOVÁ

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. BOHUSLAV SVOBODA, CSc.

SUPERVISOR

BRNO 2013



Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2012/13

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

student(ka): Bc. Lenka Frišhansová

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Řízení rizik chemických technologií (3901T049)**

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

### **Plán opatření pro případ vzniku mimořádné události na plaveckém stadionu**

v anglickém jazyce:

#### **Plan of Measures for Implementation in the Event of an Emergency Situation at a Swimming Pool**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je zaměřena na konkrétní zařízení, a to plavecký stadion TJ TESLA , Halasovo nám. 7 v Brně. Tento plán se stane součástí Plánu odezvy orgánů Městské části Brno-sever na vznik mimořádné události. Práce stanovuje základní opatření k ochraně obyvatelstva v zóně ohrožení v případě vzniku MU spojené s únikem nebezpečné látky (chlór) ze stacionárního zařízení a postupy při jejich realizaci.

Cíle diplomové práce:

Zpracujte ucelené pojednání o zabezpečení daného objektu s přihlédnutím k reálné situaci.

Seznam odborné literatury:

Mašek I., Mika O. J, Zeman M.: Prevence závažných průmyslových havárií, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, ISBN 80-214-3336-1, Brno 2006.

Čapoun T. a kolektiv: Chemické havárie, Generální ředitelství hasičského záchranného sboru České republiky, ISBN 978-80-86640-64-8, Praha 2009.

Mika O. J., Polívka L.: Radiační a chemické havárie, Policejní akademie České republiky v Praze, ISBN 978-80-7251-321-5, Praha 2010.

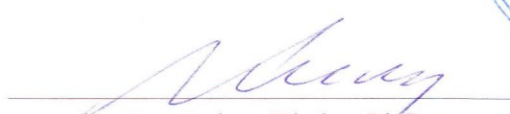
Mika O. J., Melkes V.: Prevence závažných průmyslových havárií, Universita obrany v Brně, ISBN 80-7231-038-0, Brno 2005.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bohuslav Svoboda, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 10.10.2012



  
doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.  
ředitel vysokoškolského ústavu

## ***Abstrakt***

Diplomová práce je zaměřena na vytvoření „Plánu opatření pro případ vzniku MU v plaveckém stadionu TJ Tesla v Brně“. Teoretická část práce je zaměřena na legislativní rámec zabývající se únikem NL z objektů a s nimi související vyhlášky MV. Poté se zabývá ochranou obyvatelstva v rámci České republiky, kde jsou obecně popsána jednotlivá ochranná opatření při vzniku MU různého charakteru. Praktická část práce analyzuje rizika v rámci objektu, a to konkrétně charakteristikou nebezpečných vlastností zdroje rizika. Rizika jsou pomocí různých typů metod modelovány za účelem zjištění jejich dosahů nebezpečných účinků na obyvatelstvo, které jsou rozhodující pro přijetí ochranných opatření, jimiž se plán zabývá. Opatření jsou tvořena tak, aby byla co nejvíce efektivní při rychlém průběhu MU. Cílem této práce není jen vytvoření samotného plánu, ale také zamyšlení, jakým způsobem by se tyto dané situace v objektech s podlimitním množstvím NL měly řešit a následně jim mohl být poskytnut jako doporučený vzor pro zpracování.

## ***Abstract***

The thesis focuses on creation of precaution „Plan applicable in case of exceptional/unsafe incidents taking place at TJ Tesla swimming pool located in Brno“. The theoretical chapter(s) deal with legislative framework and related bills regarding leak of dangerous substances from buildings. It also deals with protection of population within the Czech Republic with regard to separate measures applicable according to the character of incident. The practical chapter(s) deal with analysis of risks within the premises and define the character of unsafe attributes of the risk sources. The various risks are therefore modelled in order to show the possible range of unsafe effects on population. These models are necessary to define the most effective protective measures applicable while exceptional/unsafe incidents occur. The aim of the thesis is to create the specific precaution plan as well as dispute the way the incidents of unsafe substances of below the legislative limit amount could be handled.

## ***Klíčová slova***

Plán opatření, ochrana obyvatelstva, mimořádná událost, zdroje rizika s podlimitním množstvím NL.

## ***Keywords***

Precaution plan, protection of population, exceptional/unsafe incidents, the risk sources of unsafe substances of below the legislative limit amount.

***Bibliografická citace***

FRIŠHANSOVÁ, L. *Plán opatření pro případ vzniku mimořádné události na plaveckém stadionu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013. 105 s.  
Vedoucí diplomové práce Ing. Bohuslav Svoboda, CSc.

***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2013

.....  
podpis diplomanta

## ***Poděkování***

Velice ráda bych poděkovala panu Ing. Bohuslavu Svobodovi, Csc. za jeho odborné vedení, konzultace, poskytnuté potřebné materiály, odborné informace a velice obětavý přístup v průběhu tvorby diplomové práce.

Dále řediteli TJ Tesly panu Petrovi Kovaříkovi a vedoucímu údržby tohoto objektu panu Emilovi Kollnerovi za velmi ochotný přístup při získávání informací a za poskytnutí důležitých materiálů o objektu a dalších kontaktů na odpovědné osoby. Poděkování také patří paní Ing. Michaeli Havlové ze společnosti T-Soft a.s. za pomoc při modelování v SW TerEx, panu Luboši Wimmrovi při modelování v SW Rozex Alarm a paní Ing. Janě Victorii Martincové, Ph.D při použití metody IAEA-TECDOC-727.



## OBSAH

1	ÚVOD .....	11
2	LEGISLATIVNÍ RÁMEC .....	13
2.1	Oblast prevence závažných havárií .....	13
2.1.1	<i>Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií</i> .....	13
2.1.2	<i>Zákon 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)</i> .....	15
2.1.3	<i>Vyhláška Ministerstva vnitra č. 103/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů</i> 16	
2.2	SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY .....	16
2.2.1	<i>Krizové zákony</i> .....	16
2.2.2	<i>Související vyhlášky MV ČR ke „, krizovým zákonům“</i> .....	16
2.3	Dílčí závěr.....	17
3	OCHRANA OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S REALIZACÍ PLÁNU OPATŘENÍ ...	18
3.1	Činnosti pro zajištění ochrany obyvatel v areálu významných objektů .....	18
3.2	Základní opatření ochrany obyvatelstva.....	19
3.2.1	<i>Varování a vyrozumění o MU</i> .....	19
3.2.2	<i>Individuální a kolektivní ochrana</i> .....	22
3.2.3	<i>Ukrytí</i> .....	24
3.2.4	<i>Využití ochranných vlastností budov v případě úniku NCHL</i> .....	25
3.2.5	<i>Evakuace</i> .....	26
3.2.6	<i>Zdravotnické zabezpečení</i> .....	29
3.2.7	<i>Pořádkové zabezpečení</i> .....	29
3.2.8	<i>Nouzové přežití</i> .....	30
3.2.9	<i>Dekontaminace</i> .....	31
3.2.10	<i>Monitorování</i> .....	32
3.3	Dílčí závěr.....	33
4	REALIZACE PLÁNU OPATŘENÍ PRO AREÁL TJ TESLA.....	34

4.1	Analýza rizika související s využíváním chlóru v areálu objektu TJ Tesla .....	34
4.1.1	<i>Charakteristika objektu</i> .....	35
4.1.2	<i>Charakteristika chlóru a jeho účinků</i> .....	37
4.1.3	<i>Popis zařízení (chlorovny)</i> .....	38
4.2	Odhad následků při úniku chlóru .....	43
4.2.1	<i>Scénář pro rozvoj havárie</i> .....	43
4.3	Dílčí závěr .....	44
5	METODY A SOFTWARE PRO MODELOVÁNÍ ÚNIKU CHLÓRU DO ATMOSFÉRY .....	45
5.1	Registr nebezpečných látek .....	45
5.2	SW ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) .....	45
5.3	SW TErEx .....	48
5.4	SW Rozex alarm .....	50
5.5	METODA IAEA-TEC-DOC-727 .....	51
5.5.1	<i>Klasifikace typu činnosti a zařízení</i> .....	52
5.5.2	<i>Odhad vnějších následků havárie na obyvatelstvo</i> .....	52
5.5.3	<i>Stanovení pravděpodobností (pro výrobní zařízení nebo pro přepravu)</i> .....	53
5.5.4	<i>Odhad společenského rizika</i> .....	54
5.5.5	<i>Stanovení priorit rizika</i> .....	54
5.5.6	<i>Omezení metody IAEA TECDOC 727</i> .....	55
5.6	Výsledky modelování a jejich komparace .....	56
5.6.1	<i>Registr nebezpečných látek</i> .....	57
5.6.2	<i>SW ALOHA</i> .....	57
5.6.3	<i>SW TerEx</i> .....	59
5.6.4	<i>SW Rozex Alarm</i> .....	60
5.6.5	<i>Metoda IAEA-TECDOC-727</i> .....	61
5.7	Dílčí závěr .....	63

6	PLÁN OPATŘENÍ PRO PŘÍPAD VZNIKU MU V PROSTORU PLAVECKÉHO STADIONU TJ TESLA, HALASOVO NÁMĚSTÍ, BRNO.....	65
7	DISKUZE .....	95
8	ZÁVĚR .....	97
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	99
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	102
11	SEZNAM TABULEK .....	103
12	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	104
13	SEZNAM PŘÍLOH.....	105



# 1 ÚVOD

V současné době se vyskytuje na území ČR mnoho objektů, ať výrobního či nevýrobního charakteru, které disponují s menším množstvím NL v rámci své činnosti. Bohužel tyto objekty se nepovažují za zdroje rizika pro obyvatelstvo, i když potenciálně jimi jsou. Legislativa ČR, konkrétně zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií způsobenými vybranými nebezpečnými chemickými látkami a přípravky, ve znění pozdějších předpisů tyto objekty zahrnuje do podlimitních zdrojů rizika a nevyžaduje po nich žádné vytvoření plánů činností při úniku NL v rámci jejich objektu nebo mimo něj. Bohužel tento zákon nepočítá s tím, že by k variantě úniku NL vůbec došlo a že by mohlo ohrozit okolní obyvatelstvo.

Toto téma jsem si vybrala proto, že je mi známo heslo „Kdo je připraven, není překvapen“. Jelikož jsem rodilou občankou Statutárního města Brna, zajímalo mě, jak jsou objekty s potenciálním rizikem v tomto krajském městě připraveny k ochraně obyvatelstva ve svém blízkém okolí. Vytvoření ochranných opatření obyvatelstva by mělo být jednou z hlavních priorit ze strany managementu objektu pro zajištění bezpečnosti v rámci své činnosti. Samozřejmě by to neměla být jen starost a snaha ze strany rizikového objektu, ale i ze strany ÚMČ, na kterém se tento objekt nachází. Plán opatření by měl být součástí Plánu odezvy MČ, který poslouží k efektivnímu jednání při vzniku MU a ochraně obyvatelstva v okolí objektu tak, aby nedošlo v ideálním případě k životní ztrátám a zraněním obyvatelstva a znečištění ŽP. Při zjišťování argumentů proč by bylo dobré Plán opatření vytvořit, mě utvrdilo již několik informací. Jednou z nich byl časový limit dojezdu JPO k místu MU. V případě řešeného objektu mají limit dvě JPO do 10 minut a jedna JPO do 15 minut. Při zamyšlení docházím k tomu názoru, že než záchranné složky dorazí na místo MU, bude NL již několik metrů rozptýlena do okolí a obyvatelstvo bude vystaveno přímým účinkům NL bez ochrany, které jim mohou způsobit závažné zdravotní potíže. Obyvatelé nebudou samozřejmě natolik informováni o průběhu děje a nutných opatření, takže jediné co může nastat, bude chaos a panika, které mohou samy o sobě způsobit nenávratné škody různého charakteru. Hlavním cílem „Plánu opatření“ je zabránit tomuto nežádoucímu chování a zajistit dostatečnou informovanost a připravenost obyvatelstva, a profesionální přístup ke zvládnutí MU. V rámci tohoto studia je pro mě velkým přínosem, že se mohu zapojit do zpracování takto specifického plánu, a tím poskytnout jistou inspiraci ke zpracování a zamyšlení pro odpovědné osoby.

Cílem mé práce je seznámení se se zdroji rizika v daném objektu plaveckého stadionu TJ Tesla v Brně a provést analýzu jejich nežádoucích účinků na obyvatelstvo. Zpracovat grafickou formou zóny ohrožení pro případ úniku NL a na základě těchto zón navrhnout konkrétní „Plán opatření“. Vytvořený plán by měl být srozumitelný nejen pro obyvatele v zasažené oblasti, ÚMČ, složky IZS, ale hlavně pro provozovatele objektu, kterých se „Plán opatření“ týká. Závěr mé práce je věnován celkovému srovnání nově navrženého Plánu opatření se stávajícím řešením, vyhodnocení změn a ověření, zda nově navrhované změny budou přínosné pro celkové zlepšení stávající situace využívané v JmK.

## 2 LEGISLATIVNÍ RÁMEC

Nejdůležitějšími právními normami pro danou tvorbu „Plánu opatření při vzniku MU způsobenou NL“ jsou zákony a vyhlášky MV ČR z oblasti prevence pro závažné havárie.

### 2.1 OBLAST PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ

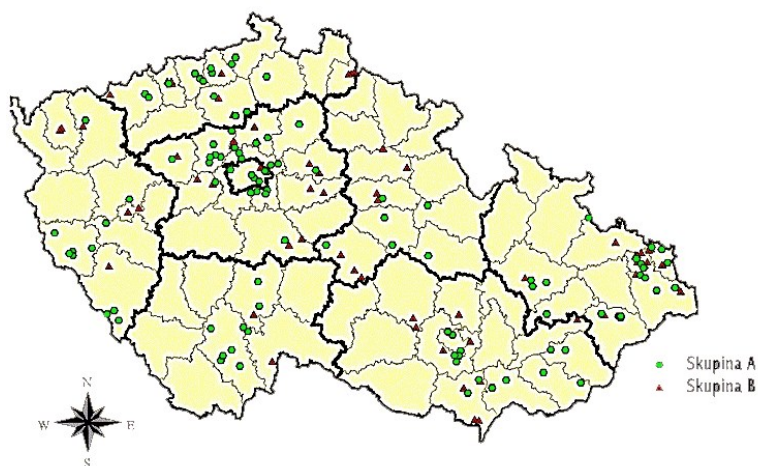
#### 2.1.1 Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií

Vydání tohoto zákona se váže na výskyt průmyslových havárií v minulosti. Jednou z prvních nejzávažnějších, ale i nejzásadnější pro zamyšlení a následné vytvoření potřebné legislativy byla havárie v italském Sevesu (1976). Tato havárie pomohla ke vzniku tzv. direktivě „SEVESO 82/501/EEC on the Major Accident Hazards of Certain Industrial Activities“ v ES. Na základě nedostatků první direktivy ji bylo nutné novelizovat, kdy inspirací této novelizace byly další havárie. Novela vyšla v roce 1996, a to s označením direktiva „SEVESO 96/82/EC Control of Major Accident Hazards Involving Dangerous Substances“, známá jako SEVESO II [1].

Právě implementací evropské direktivy 96/82/EC SEVESO II byl přijat na konci roku 1999 zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (dále jen „zákon o PZH“). V průběhu doby byl průběžně novelizován, a to z důvodu upřesnění některých pojmů, postupů a rozsahů poskytovaných informací. Od 1. června roku 2006 vstoupila v platnost novela zákona o PZH, a to zákon č. 59/2006 Sb., který upravuje a stanovuje systém prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěna vybraná NCHLaP. Cílem této novely je eliminovat pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií způsobenými těmito látkami na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v objektech a zařízeních a v jejich okolí. Tento zákon hlavně zahrnuje aktuální změny z dané legislativy EU a ruší tím tedy platnost zákona č. 353/1999 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Mezi hlavní důvody zpracování tohoto zákona patří implementace změn ve směrnici SEVESO II v roce 2003 (č. 1003/105/ES) jako reakce na závažné havárie minulých let (např. únik kyanidů z odkaliště Baia Mare v roce 2000, požár skladiště pyrotechnických pomůcek v holandském Enschede v roce 2000 a požár a výbuch ve francouzské továrně na výrobu průmyslových hnojiv v Toulouse v roce 2001). Samozřejmě postupem času a změn, i tento zákon byl novelizován a doplněn v návaznosti na zkušenosti

státní správy a provozovatelů objektů získané během 5 let působení zákona č. 353/1999 Sb., ve znění pozdějších předpisů [1].

Zákon o PZH ustanovuje základní povinnosti provozovatelům vybraných průmyslových podniků neboli objektů. Zahrnuje zejména povinnosti těch, kteří v rámci svého podnikání používají jakkoliv NCHLaP a zajištění jejich bezpečnosti. Dále jsou stanoveny náležitosti pro zpracování vnitřních a vnějších havarijních plánů, povinnosti provozovatelů, krajských úřadů v oblasti informování veřejnosti o žádoucím chování v případě vzniku závažné havárie. Také určuje limity pro zařazení do jednotlivých skupin s označením A a B. Skupina A je definována jako menší množství NL na území průmyslového podniku; skupina B je definována jako větší množství NL, a to konkrétně v příloze č. 1 tohoto zákona o PZH. V průběhu jeho platnosti se provozovatelé objektů přihlašují k povinnostem, které jim tento zákon ukládá. Vztahuje se přibližně na 189 průmyslových podniků v ČR (stav z března roku 2009: skupina A - 76 objektů a skupina B – 113 objektů). Tento pohled územního rozložení objektů zařazených pod účinností tohoto zákona zobrazuje Obr. č. 1. Pro srovnání bych ráda uvedla počet zahrnutých podniků v roce 2005, a to ve skupině A bylo zařazeno 81 objektů a ve skupině B bylo 77 objektů [[1]. Bližší statistické informace o současném stavu ke konci roku 2012 v ČR jsem neměla bohužel k dispozici. Z krátké historie tohoto zákona, lze tedy konstatovat, že je velkým přínosem pro prevenci závažných havárií v objektech, ve kterých se nakládá s nadlimitním množstvím vybraných NL.



Obr. č. 1 – Územní rozložení objektů v působnosti zákona č. 59/2006 Sb. [2]



Tento zákon ukládá povinnost vytvořit bezpečnostní dokumentaci:

- bezpečnostní zpráva – zpracovávají podniky zařazené do skupiny B,
- bezpečnostní program – zpracovávají podniky zařazené do skupiny A
- protokol o nezařazení – zpracovávají podniky nezařazené do skupin A a B [2].

Tento zákon byl v neposlední době novelizován. Dnem 1. března 2010 nabyla novela tohoto zákona účinnosti, a to jako zákon č. 488/2009 Sb., kterým se mění zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky, ve znění pozdějších předpisů [3].

Cílem této novelizace je úprava některých částí zákona, která zajistí dosažení souladu české právní úpravy s odůvodněným stanoviskem Evropské komise, jelikož v případě nesplnění závazků stanovených Komisí EU hrozí ČR velmi reálné riziko sankcí od Evropského soudního dvora [1].

### **2.1.2 Zákon 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)**

Tento zákon je nutno uvést, protože celá diplomová práce souvisí s NCHL. Zákon je ze dne 27. října 2011, kdy vešel v platnost od 1. 1. 2012. Zpracovává příslušné předpisy EU, 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,
- klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování a uvádění na trh chemických směsí na území České republiky,
- správnou laboratorní praxi,
- působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí.

Tento zákon se vztahuje na samostatné látky, látky obsažené ve směsi, látky obsažené v předmětu a směsi [4].

### **2.1.3 Vyhláška Ministerstva vnitra č. 103/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů**

Tato vyhláška stanovuje zásady pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu. Zóna havarijního plánování je území v okolí objektu nebo zařízení, ve kterém krajský úřad, v jehož působnosti se daný objekt nebo zařízení nachází, uplatňuje požadavky zpracování vnějšího havarijního plánu. V případě vzniku MU slouží tento plán pro informování a ochranu obyvatelstva v dané zóně [5].

## **2.2 SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY**

### **2.2.1 Krizové zákony**

Zákon č. 239/2000 Sb., o IZS a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, kde předmětem úpravy bylo vymezení IZS, jeho složek a jejich působnost, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva a povinnosti právnických, fyzických osob při přípravě na MU, při záchranných a likvidačních pracích, při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu, stavu ohrožení státu a válečného stavu. Dalším zákonem je zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů, kde je stanovena působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva, povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany ČR před vnějším napadením a při jejich řešení [6].

### **2.2.2 Související vyhlášky MV ČR ke „krizovým zákonům“**

Dalšími významnými právními úpravami se staly Vyhláška MV č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS, která doplňuje zákon o IZS a Vyhláška MV v oblasti ochrany obyvatelstva č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. Zde byl upraven postup při zřizování zařízení civilní ochrany a při odborné přípravě jejich personálu. Současně byl upraven i způsob informování právnických a fyzických osob o charakteru možného ohrožení, připravovaných opatřeních a způsobu jejich provedení, zabezpečení systému varování a vyrozumění, způsob provádění evakuace a jejího zabezpečení, zásady postupu při poskytování úkrytů a další. Významným právním předpisem je Vyhláška MV č. 462/2000 Sb., k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), kterou vláda nařizuje, jak označovat, evidovat, manipulovat a ukládat písemnosti a jiné materiály, které obsahují zvláštní skutečnosti (neboli informace v oblasti krizového řízení, které v případě

zneužití by mohly vést k ohrožení) a postupy při určování osob ke styku se zvláštními skutečnostmi. Tato vyhláška upravuje a stanovuje náležitosti a způsob zpracování plánu krizové připravenosti, kterého je součástí i „Plán opatření při vzniku MU“ [6].

## **2.3 DÍLČÍ ZÁVĚR**

Legislativní normy ukazují, že ČR po prožití zkušeností s haváriemi způsobenými NL v rámci svého území se snaží zajistit a stanovit taková pravidla, které předejdou jejich vzniku (zásady pro jejich zacházení, výrobu, skladování, přepravu, aj.) a zajistí ochranu pro ohrožené obyvatelstvo. Tomuto posunu ke zdokonalení legislativy dopomohly nejen havárie a katastrofy v rámci ČR, ale převážně Evropy. Vstupem do EU, která dala základní kámen pro vytvoření legislativ související s nežádoucími jevy způsobenými NL, bylo naším záměrem i povinností se s jejich legislativou sjednotit. Když se nad jejím vznikem zamyslím, musím konstatovat, že z mého pohledu bohužel jen díky haváriím a katastrofám se její současná podoba vypracovala do stupně své dokonalosti, a zase jen díky nim se bude zdokonalovat, protože její nedostatky se převážně zjišťují až po jejich vzniku.

### 3 OCHRANA OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S REALIZACÍ PLÁNU OPATŘENÍ

Pro tvorbu plánu jsou velmi podstatné zásady, které jsou určeny pro významné objekty v zónách ohrožení NL pro zpracování tzv. „Plánu opatření při vzniku MU způsobenou NL“. Významnými objekty jsou myšleny budovy organizací, institucí a úřadů, ve kterých se předpokládá zvýšená fluktuace a koncentrace osob, nebo jinak významných organizací (školská, zdravotnická a sociální zařízení, správní úřady, ubytovací zařízení, poskytovatelé služeb, aj.). Tyto objekty v zóně ohrožení NL jsou zahrnovány HZS JmK do Havarijního plánu JmK nebo do vnějšího havarijního plánu daného objektu s NL. Zahrnutím do těchto plánů, v souladu se zákonem č. 239/2000 Sb., vyplývají provozovatelům významných objektů povinnosti k zajištění ochrany obyvatelstva (zaměstnanci, návštěvníci, klienti, hosté, pacienti, žáci, studenti apod.) před působením nežádoucích účinků NL.

#### 3.1 ČINNOSTI PRO ZAJIŠTĚNÍ OCHRANY OBYVATEL V AREÁLU VÝZNAMNÝCH OBJEKTŮ

Pro úspěšné zvládnutí MU způsobené únikem NCHL je nutné podrobně zpracovat kroky, které vedou k úspěšnému zvládnutí v dané situaci a znát jejich postup (Tab. č. 1).

Tab. č. 1 – Seznam činností pro zvládnutí MU

Krok	Fáze
1	Informování o havárii
2	Vyčlenění místnosti pro ochranu osob
3	Zajištění trvalého příjmu telefonních hovorů
4	Uzavření budovy
5	Zajištění varování osazenstva významného objektu
6	Zajištění opatření k ochraně osob v budovách
7	Kontrola pracovišť
8	Zajištění opatření improvizované ochrany obličeje a dýchacích cest
9	Odvolání opatření
10	Dekontaminace

K zajištění havarijní připravenosti jsou vedoucí zaměstnanci povinni seznámit své podřízené významného objektu s obecnými zásadami a režimem ochrany pro ohrožení NL.

Vhodná frekvence školení je minimálně jedenkrát ročně. Teoretickou přípravu je vhodné ověřovat nácvikem.

## **3.2 ZÁKLADNÍ OPATŘENÍ OCHRANY OBYVATELSTVA**

Mezi povinnosti ochrany obyvatelstva se řadí opatření, která jsou nedílnou součástí operativní části „Plánu opatření při vzniku MU“, a to z toho důvodu, že poskytují nezbytné informace ohroženému obyvatelstvu v blízkosti objektu s NL. Tato opatření pro ochranu obyvatelstva v obecné míře popisuje vyhláška MV č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva.

### **3.2.1 Varování a vyrozumění o MU**

Tato opatření jsou klíčové úkoly při vzniku MU. Jejich vysoká priorita zajišťuje, že je na ně kladen velký důraz, a to z toho důvodu, že jejich včasné a spolehlivé zabezpečení podmiňuje účinnou realizaci a efektivnost následných opatření. Varování obyvatelstva je komplexní souhrn všech organizačních, technických, provozních zařízení, které zabezpečí včasné předanou informaci o reálné hrozící nebo už vzniklé MU vyžadující opatření pro ochranu životů, zdraví obyvatelstva, majetku a ŽP [7].

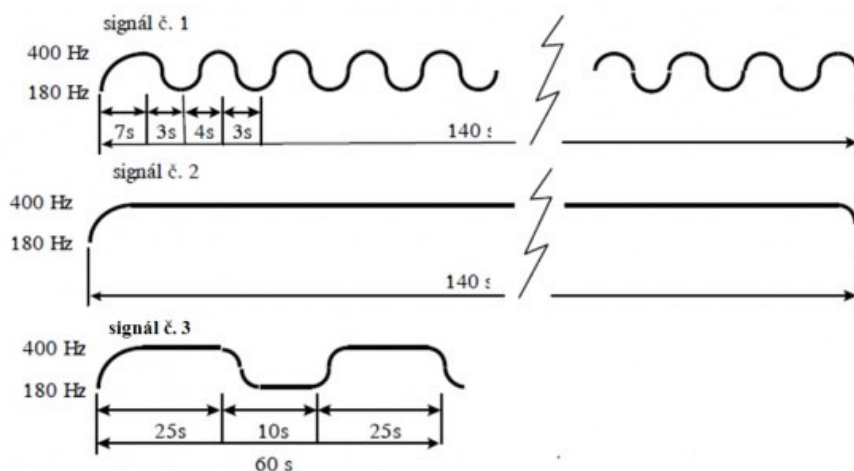
Varovná informace o vzniku MU může být poskytnuta ve více variantách, a to formou akustickou, verbální a optickou. Informace poskytnuté formou akustickou nebo verbální mají předem stanovený varovný signál a verbální informaci o žádoucím chování (a to pouze v případě, že se jedná o elektronickou sirénu). Může také být šířena i prostřednictvím jiných prostředků, a to rádiem, televizí, obecními rozhlasly nebo mobilními rozhlasovacími prostředky. Po vyhlášení jsou neprodleně prováděna ochranná opatření a smluvené činnosti. Bezprostředně na zaznění výstražného signálu dochází k poskytnutí tísňové informace pro obyvatelstvo, která představuje opět souhrn organizačních, technických a provozních opatření, které zabezpečí předání informace o zdroji, povaze a rozsahu vzniklé MU. Dále jsou obyvatelé informováni o provedení nutných opatření k ochraně života, zdraví, majetku a to vše cestou sdělovacích prostředků, popř. jinými dostupnými prostředky [7].

Základními prostředky varování obyvatelstva jsou poplachové sirény, které tvoří síť elektrickými motorovými (rotačními) a elektronickými sirénami. Vydávají varovný signál č. 1, který je na území ČR nazván jako „Všeobecná výstraha“. Jedná se o kolísavý tón, který trvá 140 vteřin a může být vysílán třikrát za sebou v třiminutovém intervalu. Po ukončení signálu je předána verbální informaci (jen elektronickou sirénou) [6].

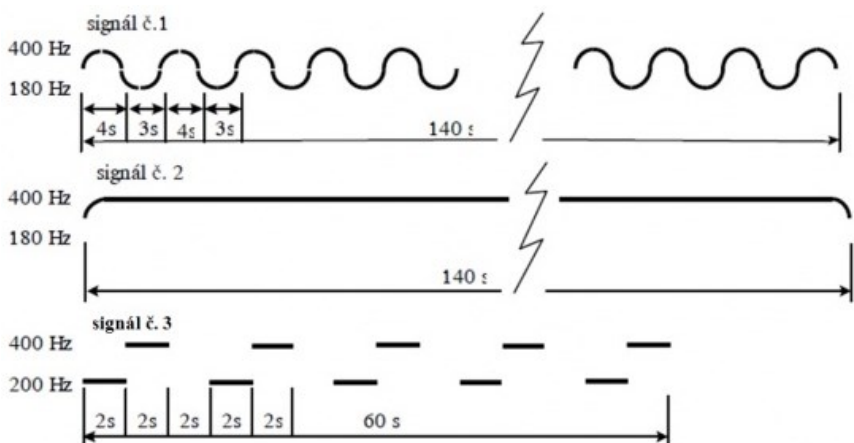
Celkem je v ČR sedm verbálních informací, a to:

1. „Zkouška sirén“
2. „Všeobecná výstraha“
3. „Nebezpečí zátopové vlny“
4. „Chemická havárie“
5. „Radiační havárie“
6. „Konec poplachu“
7. „Požární poplach“

V rámci zjištění provozuschopnosti koncových prvků probíhá každou první středu v měsíci ve 12 hodin HZS krajem zkušební tón (signál č. 2), který je vyhlášován nekolísavým tónem po dobu 140 vteřin a poskytne verbální informaci č. 1 „Zkouška sirén“. V rámci Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2013 s výhledem do roku 2020 by měla být dokončena výměna elektrických rotačních sirén za elektronické. Důvody, proč je nutné obměny provést jsou zdokonalení způsobu varování v záplavových místech, v místech, kde se vyskytují NCHL a také je větší využití obecního rozhlasu. Hlavním důvodem výměny je technologická vyspělost systému elektronických sirén, protože tyto sirény jsou mnohem komplexnější, a to konkrétně tím, že mají nainstalovány moduly rádia (v Brně např. Petrov) a mobilního telefonu (mají SIM kartu, která obsahuje 14 čísel a je zde možnost až 3 minuty mluveného slova). Díky této funkci mohou odvíšlat i doplňkové informace jak v českém, tak v cizím jazykem. Vstupovat do vysílání pomocí mobilní sítě mohou pouze určené odpovědné osoby (např. starosta obce nebo velitel zásahu). Jejich velkou výhodou jsou baterie, kterými jsou vybaveny. Baterie vydrží až 72 hodin a je napájena přímo z elektrické sítě. Fungují tedy i v případě výpadku dodávky elektrické energie. Oproti tomu rotačním sirénám při výpadku dodávky energie nefungují. Je tedy ze strany státu snahou dle výše zmíněné koncepce, aby každý obyvatel ČR, ať je místním nebo cizincem, měl v podvědomí, co znamená, když uslyší signál z poplachových sirén a jak se by se měl zachovat. Další signál (nikoliv varovný), který můžeme slyšet ze sirén je signál č. 3, tzv. „Požární poplach“, který slouží ke svolání JPO. Tento signál je vyhlášován přerušovaným tónem sirény po dobu 1 minuty [6].



Obr. č. 2 – Charakteristiky signálů pro elektrickou motorovou (rotační) sirénu [8]



Obr. č. 3 – Charakteristiky signálů pro elektronické sirény [8]

Vyrozumění jsou komplexní souhrnná opatření, skládající se z organizačních, technických a provozních opatření zabezpečujících včasné předání informace o hrozící nebo nastalé MU složkám IZS, orgánům územní samosprávy a státní správy, právnických a podnikajících fyzických osobám dle havarijního nebo krizového plánu daného kraje. K vyrozumění se využívají:

- telefonická spojení v pevných nebo mobilních sítích, rádiových sítích složek IZS a dalších složek a smluvených organizací,
- osobní svolávací přijímače jakou jsou pagery, které se používají v rámci JSVV,
- sirény pro svolávání JPO SDH,
- datové přenosy zabezpečenými datovými systémy [7].



Obr. č. 4 – Elektronická a elektrická – rotační siréna [9]

### 3.2.2 Individuální a kolektivní ochrana

Ochrana je definována jako souhrn organizačních, operačních, ekonomických, materiálních a dalších opatření s cílem zabránit v nejvyšší možné míře účinkům NL na nejdůležitější části lidského těla (organismus, především dýchací cesty a pokožku). Tato ochrana má svůj význam jak případě vzniku MU (spojené s průmyslovými haváriemi a živelnými pohromami), ale i zejména při práci s NL a materiály. Nejhlavnější branou pro vstup jedovatých NL do organismu, a to ve formě plynů nebo aerosolů jsou dýchací cesty. Zároveň jsou i nejcitlivějším přestupním místem pro šíření v krevním oběhu k nervovým centrům a dalším orgánům. Ochrana povrchu těla při působení NL je stejně důležitá jako ochrana dýchacích cest, jelikož pokožka je také vstupní branou [10].

#### *Individuální ochrana*

Tato ochrana slouží pro jednotlivce a její rozsah a způsob při ohrožení vojenského i nevojenského charakteru je rozdílný.

Při vzniku MU se k ochraně obyvatelstva před účinky NL využívají improvizované prostředky ochrany dýchacích cest, očí a těla. Jedná se o jednoduché pomůcky, které si obyvatelé mohou připravit z dostupných prostředků a nahrazují prostředky individuální ochrany (PIO). Při ohrožení státu a válečném stavu jsou použity PIO, které slouží výhradně k ochraně před toxickými, radiačními a infekčními účinky bojových, radioaktivních a biologických látek [10].



PIO členíme:

a) z hlediska funkčního na ochranu dýchacích cest a ochranu povrchu těla

b) podle způsobu ochrany dýchacích cest

- filtrační – pomocí ochranné masky a malého ochranného filtru (podmínkou použití je, že v daném prostoru musí být v ovzduší min. 17 obj. % kyslíku a max. 0,5 obj. % otravné látky, případně 1 obj. % průmyslové škodliviny)
- izolační – pomocí ochranné masky a dýchacího přístroje, musí být této způsob použít tam, kde není možno použít filtrační ochranu (v ovzduší obsaženo méně než 17 obj. % kyslíku, více než 5 obj. % otravné látky, případně 1 obj. % průmyslové škodliviny)

Filtr je tvořen ze dvou částí, a to z filtrační, která zachycuje mechanické nečistoty a sorpční částí, která zachycuje plynné škodliviny. Jeho životnost je až 20 let.

c) z hlediska uživatelského

- vojenské – pro vševojskový (vojáky) a speciální (specialisty nebo pro ochranu služebních zvířat)
- civilní – pro děti (od narození do 1,5 roku – dětské vaky, od 1,5 roku do 5 let – dětské ochranné kazajky a dětské ochranné masky, od 3 do 12 let – dětské ochranné masky), dospělé (ochranné masky), pro osoby umístěné ve zdravotnických a sociálních zařízeních a pro doprovod těchto osob (ochranné masky) [10].

Zabezpečení těchto prostředků je v rámci zpracování „Plánu individuální ochrany“ na území daného kraje dle vyhlášky MV č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolu ochrany obyvatelstva [11].

### ***Kolektivní ochrana***

Je ochrana hromadná, společná proti účinkům a následků ozbrojených konfliktů, velkých provozních havárií a živelných pohrom za účelem eliminaci ztrát na obyvatelstvu. Při vzniku MU se využívají ochranné vlastnosti staveb a improvizované a stálé úkryty. Rozsah a způsob této ochrany je zajištěn pomocí „Plánu ukrytí“, který je součástí havarijního plánu kraje [7].

## ***Ochrana osob při haváriích s únikem NL***

Při havárii s únikem NL dochází k postupnému šíření ve směru větru a následnému úbytku koncentrace ve vzdálenosti od místa vzniku havárie. Z hlediska způsobu ochrany dýchacích cest lze rozdělit koncentrace NL:

- a)  $10^6$  (čistá látka) – 5000 ppm (0,5 obj. %)
  - je v nejbližším okolí a nepřesáhne hranice území objektu
  - lze použít pouze izolační ochranu tlakovými nebo kyslíkovými přístroji a mohou v ní působit pouze profesionální záchranáři (vč. záchranářů objektu)
- b) 5000 – 10 ppm (cca desetinásobek čichového chloru, amoniaku nebo oxidu siřičitého)
  - tato oblast by neměla přesáhnout hranice objektu
  - v této oblasti použít ochrannou masku s příslušným ochranným filtrem nebo polomasku s protichemickou vložkou
- c) horní hranice 10 ppm a dolní nejvyšší přípustná koncentrace (pro chlór 0,001 ppm; amoniak 0,14 ppm a oxid siřičitý 0,4 ppm)
  - v této oblasti použít PIO (tkanina napuštěná roztokem pro kyselé plyny – zaživací soda, zásadité plyny – kyselina citrónová nebo ocet)
- d) hranice nejvyšší přípustné koncentrace pro nulovou koncentraci
  - nemusí být řešena ochrana dýchacích cest, protože hodnoty koncentrací neovlivňují zdraví osob [10].

### **3.2.3 Ukrytí**

Opatření k ochraně obyvatelstva v rámci ukrytí je realizováno při mimořádných a krizových situacích nevojenské charakteru a dále plánováním opatření v případě ukrytí vojenského charakteru (při vyhlášení krizového stavu ohrožení státu nebo válečného stavu). Tímto základním opatřením se rozumí využití civilní ochrany a jiných vhodných prostor, které jsou stavebně a jinými doplňky přizpůsobeny k ochraně obyvatelstva. V současnosti se počítá s řešením problematiky ukrytí za mírového stavu. Ukrytí se využívá před toxickými účinky NL, radioaktivním prachem, účinky radiace, aj. Uskutečňuje se bezprostředně po vyhlášení varovného signálu a poskytnuté varovné informace. Tzv. ochranou infastrukturu tvoří stálé úkryty, které jsou určeny pro ochrany před účinky zbraním hromadného ničení, a to konkrétně

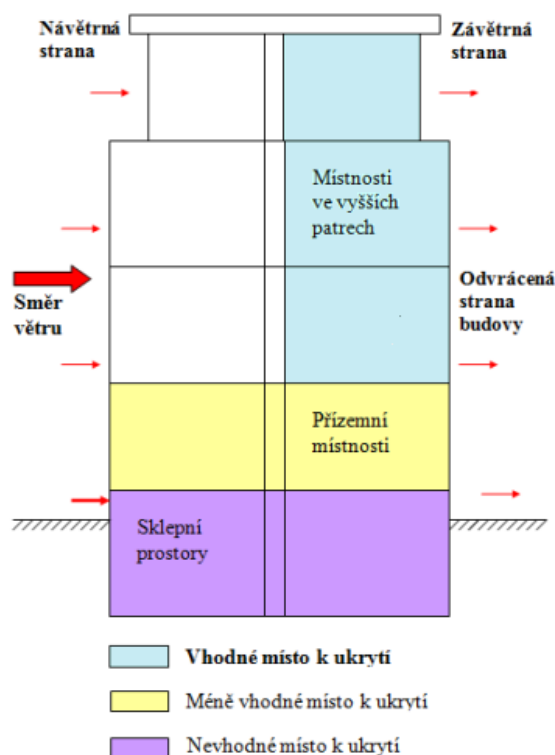
před tlakovou vlnou, tepelnými impulsem, zplodinami požáru, účinky chemických, biologických a radioaktivních látek. Tyto úkryty jsou ochranné stavby trvalého charakteru, budované investičním způsobem a používané v době míru převážně jako dvouúčelové stavby jako jsou např. kina, kavárny, sklady, garáže, a další. Úkryty byly vybudovány v době studené války v městech a na územích, které byly potenciálním terčem pro útok zbraním hromadného ničení. Proto jsou rozmístěny nerovnoměrně po území ČR (nejvíce se jich nachází v Praze, Moravskoslezském a Ústeckém kraji, nejméně v kraji Libereckém a Jihočeském). V roce 1990 byly výstavby stálých úkrytů zastaveny. Jejich základními vlastnostmi jsou: odolnost proti přetlaku v čele tlakové vlny a eliminace úrovně radiace uvnitř krytu, vyjádřena tzv. „Ochranným součinitelem úkrytu“ ( $K_o$ ), který pro stálé úkryty musí být minimálně 50. Mají i další dělení, a to podle jejich hloubky zapuštění na: částečně zapuštěné a zcela zapuštěné. V současnosti jsou spíše vytvářeny úkryty improvizované, které jsou optimálním prostorem ve vhodných částech bytů, obytných domů, provozních a výrobních objektů (jako jsou suterénní a sklepní prostory, prostory v nejvyšších patrech budovy). Tyto prostory budou upravovány právníky a fyzickými osobami pro jejich ochranu a ochranu jejich zaměstnanců, dále jejich rodinných příslušníků před účinky MU s využitím vlastních zdrojů (materiálních i finančních). Slouží ke krátkodobému ukrytí obyvatelstva převážně před účinky konkrétního rizika při MU v místě, kde je úkryt budován (např. NL, které se mohou uvolnit v souvislosti s havárií s únikem chemických nebo radioaktivních látek). Zpravidla jsou to prostory a místnosti situované v dostatečné vzdálenosti od místa zdroje nebezpečí a na odvrácené straně, utěsněny proti průniku NL. Vždy záleží na tom, o jaký zdroj nebezpečí jde. Toto opatření pro obyvatelstvo je zahrnováno do havarijních plánů. Samozřejmě, že při budování typu tohoto úkrytu je velmi podstatná spoluúčast obyvatelstva [10].

### **3.2.4 Využití ochranných vlastností budov v případě úniku NCHL**

Bezprostředně po varování prostřednictvím sirén a poskytnutí varovné informace o hrozícím nebezpečí chemické havárie, je nutné postupovat podle následujících pokynů:

- a) vyhledat vhodný prostor k ukrytí v nejbližší budově, a to v nejvyšším patře na odvrácené straně od místa šíření NL (méně vhodné jsou přízemní místnosti a naprosto nevhodné sklepní prostory – a to z toho důvodu, že převážná většina NCHL jsou těžší než vzduch a tudíž se drží při zemi, látky jsou převážně prchavé, málo stálé v terénu, a je zde malá pravděpodobnost, že proniknout utěsněnými otvory ve vyšších patrech závětrné strany budovy)

- b) vypnout a utěsnit veškerou ventilaci (klimatizace, větrací systému, topidla, digestoře, malé dírky, kde se může vytvořit netěsnost)
- c) sledovat regionální rozhlas a televizi s podrobnějšími informacemi a pokyny k další činnosti
- d) vyvarovat se větší fyzické námaze (a to z toho důvodu, že se při ní zvyšuje příjem inhalovaného vzduchu, konkrétně minutová ventilace vzduchu tedy množství inhalovaného vzduchu [l/min] u člověka je 3 l/min při klidu, 10 l/min při pomalé chůzi, přes 20 l/min při střední námaze a 60 l/min při velké námaze)
- e) zbytečně neblokovat telefonní linky
- f) opustit budovu pouze na pokyn záchranného týmu
- g) před opuštěním krytu si připravit PIO pro dýchací cesty a celého těla



Obr. č. 3 – Řez budovy a vhodné místo k ukrytí [12]

- h) připravit se na provedení částečné dekontaminace [12].

### 3.2.5 Evakuace

Patří mezi opatření rozšířená a účinná pro ochranu obyvatelstva, které se realizují v době, kdy hrozí vznik MU nebo je v počátku. V případě „Plánu opatření při vzniku MU“ se

konkrétně jedná o obyvatelstvo, které se nachází ve stanovené zóně ohrožení. Je více možností jak tuto evakuaci provést, a to buď samovolně, nebo řízeně. Při samovolné evakuaci, vždy záleží na vlastním uvážení realizátora, ale je vhodné, aby orgány pověřené evakuací získaly kontrolu nad samovolnou evakuací, a tím zamezily nežádoucím událostem. V případě, že evakuace je zcela řízená a ovlivněná pověřenými orgány, jedná se již o evakuaci řízenou. Řízení evakuace souvisí vždy s danými plány, podle kterým je samotná evakuace prováděna. Můžeme ji proto řídit operativně, a to dle těchto plánů:

- **„Požární evakuační plán“** dle vyhlášky č. 246/2001 Sb., o požární bezpečnosti (lze ho využít i při MU i jiných než požárních, je vhodný pro jednotlivé budovy a menší lokality)
- **„Plán evakuace havarijního plánu kraje“** dle vyhlášky 328/2001 Sb., o zabezpečení IZS
- **„Plán evakuace vnějšího havarijního plánu“** dle vyhlášky 328/2001 Sb., o zabezpečení IZS [10].

Evakuací z míst hrožených MU se zabezpečuje přemístění osob, zvířat, předmětů s kulturními hodnotami a NL, technických zařízení k zajištění funkčnosti nutné k výrobě. Evakuace se také člení podle rozsahu, a to na prostor menší (např. jedna nebo několik budov, technologický provoz, aj.) nebo větší urbanistický celek. Z hlediska předpokládané doby opuštění místa, ohrožené MU, rozdělujeme evakuaci z hlediska krátkodobého a dlouhodobého opuštění. V případě krátkodobého opuštění se zabezpečuje pouze nouzové přežití, a to v omezeném rozsahu (např. teplé nápoje, přikrývky, aj.). V rámci dlouhodobé opuštění, které má být delší než 24 hodin zabezpečuje se nejen nouzové přežití, ale i ubytování [10].

Provádění evakuace zajišťuje krizový štáb, a to tak, že deleguje své povinnosti na vytvořenou tzv. **„pracovní skupinu pro evakuaci“**, která řídí průběh a zajišťuje dopravní prostředky, koordinaci činností evakuačních a přijímacích středisek, koordinaci přepravy ze shromaždišť do evakuačních středisek, řízení dopravy do cílových míst přemístění, nouzové zásobování, spolupráci s orgány veřejné správy, zdravotními a humanitárními organizacemi a dokumentování samotného průběhu. Evakuace se především vztahuje na všechny osoby nacházející se v místě ohrožení MU mimo těch, kteří se budou podílet na záchranných pracích. Především se nejdříve evakuují děti do 15 let, pacienti ve zdravotnických zařízení, osoby umístěné v sociálních zařízeních osoby se zdravotním postižením a jejich doprovod [10].

Plánuje se vždy pro MU vyžadující 3. nebo zvláštní stupeň poplachu s výjimkou povodní, kdy evakuace probíhá podle pravidel povodňové ochrany, dále ze zón havarijního plánování jaderných elektráren, velmi intenzivních zdrojů ionizujícího záření a ze zón havarijního plánování objektů a zařízení s NCHL. Při plánování evakuace je nutné vždy zahrnout stanovení prostor, tras, zajištění dopravních prostředků, zabezpečení činnosti evakuačních a přijímacích středisek, vytvoření podmínek nouzového ubytování a přežití, zajištění evakuačních tras, regulaci pohybu osob a uzávěry ohrožených prostorů, označit a připravit místa na shromažďování, kontrolovat opuštěná obydlí, chránit evakuované prostory a zajistit podklady pro příjem osob (upřesnit si jaké budou potřeby). Připravit si řízení dopravy, dokumentaci osob pro příjem i nouzového ubytování, evakuaci zvěře, majetku, určených strojů a zařízení, postup při informování osob, zajištění psychologické služby před evakuací a při celém jejím průběhu s zajistit dokumentaci pro rozhodnutí a průběh evakuace. Evakuační aktivity při provádění evakuace jsou zjednodušeným popisem následujících zabezpečení: pořádkového, dopravního, zdravotnického, ubytování a zásobování, varování a dalších informací pro obyvatelstvo a mediální komunikaci [10].

Jednou z nejdůležitějších oblastí pro zajištění evakuace je činnost osob při opuštění bydliště. Před opuštěním bydliště je nutné provést následující opatření: uzavřít přívody vody, plynu, elektřiny, vypnout elektrické spotřebiče a uhasit oheň v topidlech, zajistit ohrožené předměty (v případě povodní zabezpečit jejich odplavení a odnést NL, v případě radiální havárie zakrýt potraviny i krmiva), odnést malá domácí zvířata (ostatní zabezpečit dostatkem vody a krmiva a připravit k případné evakuaci), uzavřít okna a všechny vstupy do objektu a uzamknout, ověřit si činnost sousedů a případně jim pomoci, připravit si evakuační zavazadlo [10].

Před opuštěním objektu by vždy měli mít obyvatelé připravené tzv. „**evakuační zavazadlo**“, se jmenovkou (nemělo přesahovat pro dospělého člověka 25 kg, pro dítě 10 kg) nejlépe zavěsitelné na rameno. Dítěti vždy ještě dát do kapsy cedulku se jménem a místem bydliště v případě, že by se ztratilo při evakuaci svému doprovodu. Jako doporučený obsah se uvádí osobní a další doklady (např. občanský průkaz, řidičský průkaz, průkaz zdravotní pojišťovny, pojistné smlouvy, technický průkaz vozidla, psací potřeby), léky a zdravotní potřeby, cennosti (např. šperky, peníze, platební karty), sezónní oblečení (náhradní oděv, prádlo), hygienické a ložní potřeby (např. spací pytel, karimatky) jídelní nádobí, kapesní nůž, otvírač na konzervy, potřeby na šití a na 2-3 dny základní trvanlivé potraviny včetně pití [10].

### **3.2.6 Zdravotnické zabezpečení**

Při vzniku MU souvisí toto zabezpečení s traumatologickým plánem kraje a bezprostředně s medicínou katastrof a urgentní medicínou. Medicína katastrof je interdisciplinární obor, který využívá vědecké poznatky a zkušenosti ostatních lékařských oborů při vzniku MU v rámci záchranných, likvidačních a asanačních akcí. Je založena na prognózování a přípravě postupů pro nejúčinnější, nejrychlejší a nejefektivnější pomoc raněným nebo zasaženým v místě vzniku MU s jediným základním cílem, a to eliminovat ztráty na lidských životech, poškození zdraví a utrpení postižených na co nejnížší možnou míru. Provádí také analýzu postupů, které byly uplatněny při hromadných neštěstích a katastrofách (přírodních i civilizačních) pro případ dalších MU, které by mohly lidstvo postihnout. Jejím úkolem v místě MU je:

- urgentní péče
- výchova a vzdělávání pracovníků pro poskytování neodkladné péče při hromadném výskytu raněných nebo zasažených
- krizový management a příprava zdravotnických sil a prostředků pro MU
- spolupráce s ostatními složkami IZS [13].

Zdravotnické ošetření je v ČR zabezpečeno ZZS, která je základní složkou IZS a je zastupována na krajské úrovni v rámci krajského OPISu, které má v rámci své působnosti pod sebou jednotlivá územní oddělení. Komunikace je vedena pomocí operačního střediska, a tím je zajištěno zkontaktování s pracovištěm, které je v současnou dobu schopné se zúčastnit zásahu. Území v rámci kraje je vždy dále rozděleno na další územní oddělení, pod které spadají další jednotlivá výjezdová stanoviště. Směny jsou řízeny centrálně tak, aby byla k dispozici 24 hodin denně odborná přednemocniční neodkladná péče [13].

### **3.2.7 Pořádkové zabezpečení**

V případě úniku NL spočívá v zajištění ohraničené nebezpečné oblasti, v zabezpečení uzávěru komunikací, regulaci vstupu a výstupu postižené oblasti, regulaci vjezdu a výjezdu vozidel ZZS, HZS, zabezpečení movitého a nemovitého majetku postižených obyvatel, podnikajících subjektů a ochraně předmětů nezbytných k přežití. Pořádkové zabezpečení zajišťuje PČR ve spolupráci s Městskou policií daného úseku [14].

### 3.2.8 Nouzové přežití

Toto opatření je pro zabezpečení obyvatelstva postižené MU nebo krizovou situací, která vyžaduje provedení záchranných a likvidačních prací. Tomuto opatření předchází bezprostředně evakuace obyvatelstva z ohrožených objektů. Nouzové přežití bude vytvořeno v prostorách odlišných od původních bydlišť postižených osob, a to s využitím sídlištních aglomerací nebo ve vyhrazených objektech a zařízeních (např. stanech, přístřeších, mobilních domech, aj.) [7].

V případě, že se jedná o specifickou krizi (nedostatek potravin, znečištění zdrojů pitné vody, rozsáhlé epidemii, nákazou zvířat nebo při přerušení dodávky energií, aj.) bude toto opatření plněno i bez provedení evakuace. K zajištění nouzového přežití patří ubytování a stravování. Jedná se o dočasný a nouzový způsob zajištění základních životních a hygienických podmínek evakuovaných osob nepřetržitě po dobu nezbytně nutnou k zachování života, zdraví a životních potřeb postiženého obyvatelstva. Prostředkem pro nouzové ubytování jsou objekty a prostory, které jsou smluvně zajištěny v rámci havarijního plánu jednotlivých orgánů státní správy a obecní samosprávy. Toto opatření probíhá 1-2 dny po vzniku krizové situace. Aktivací nouzového systému se na záchraně obyvatelstva budou podílet obce místními opatřeními a sami občané vlastními zásobami. Ukončeno toto opatření je v případě obnovení infrastruktury původních bydlišť. V případě, že není možné evakuované obyvatelstvo z důvodů dopadů MU navrátit do původních bydlišť, je potřeba zabezpečit přesídlení postiženého obyvatelstva do nových sídlišť, zajistit ubytování a základní standartní životní potřeby v mezidobě přesídlení [7].

V rámci tohoto opatření je nutné zajistit materiální zásoby v souladu s „Koncepcí ochrany obyvatelstva do roku 2013 s výhledem do roku 2020“. Tyto zásoby jsou vytvořeny u HZS ČR k zajištění přežití prostřednictvím materiální základy humanitární pomoci (MZHP), která byla vytvořena za účelem zabezpečení základních životních potřeb (ubytování, oblečení, stravování, osobní hygiena, zdravotní a psychosociální pomoc) postiženému obyvatelstvu v případě vzniku MU, a to na dobu nezbytně nutnou. Zásoby jsou pro 2550 osob z toho v působnosti Ministerstva obrany (vyčleněné útvary Armády ČR) pro 1500 osob a v působnosti Ministerstva vnitra, resp. HZS ČR, pro 1050 osob. K vývozu MZHP je trvale vyčleněna jednotka, která musí do 6 hodin od vyžádání zahájit přesun do místa stavby a do 24 hodin základnu humanitární pomoci postavit a plně vybavit. Pro cca kapacitu 50 osob je vhodný ke krátkodobému rychlému poskytnutí účinné a neodkladné pomoci tzv. kontejner.



Jeho konstrukční řešení umožňuje dlouhodobý a nepřetržitý provoz v rozmezí teplot  $-30$  až  $+50$  °C. Skládá se s kontejneru a nafukovacího stanu, který tvoří kompletní celek [15].

Plnění plánu opatření nouzového přežití je dosahováno v rámci zpracování havarijního plánu kraje ve formě „Plánu nouzového přežití“, který obsahuje nouzové ubytování, nouzové zásobování potravinami, nouzové zásobování pitnou vodou a nouzové základní služby obyvatelstvu [16].

### **3.2.9 Dekontaminace**

Je definována jako soubor metod, postupů a prostředků pro účinné odstranění kontaminantů nebo jeho eliminace na bezpečnou úroveň a následná likvidace odstraněného kontaminantu z příslušného povrchu nebo prostředí. Je významným opatřením aktivní ochrany obyvatelstva proti následkům zbraní hromadného ničení a únikům NL při provozních haváriích. Cílem tohoto opatření je snížit zdravotnické a nenávratné ztráty, zkrátit dobu nezbytného používání PIO, vytvořit podmínky pro obnovu normálního života v kontaminovaných oblastech, zabezpečit záchranné a neodkladné práce a asanaci území. Dekontaminaci členíme podle 3 základních kritérií:

- a) podle druhu kontaminantu – odstraňování látek chemických na detoxikaci (odmořování), radioaktivních na dezaktivaci a biologických na dezinfekci
- b) podle druhu kontaminovaného povrchu – dekontaminace osob (hygienická očista), zvířat (veterinární očista), výstroje a prostředků ochrany, techniky a dopravní prostředků, potravin a vody, terénu a budov
- c) podle rozsahu a důkladnosti – částečná a úplná [17].

Na základě znalostí fyzikálních, technických a chemických vlastností kontaminantů se následně volí metoda dle kritérií: druhu kontaminantu a jeho hustotě, velikosti kontaminované plochy nebo prostoru, počtu osob, které mají být dekontaminovány, dostupnosti dekontaminační směsi v potřebném množství, dostupném počtu specialistů provádějících dekontaminaci, kapacitě dekontaminačního pracoviště, množství odpadních produktů a možnosti jeho likvidace. Na základě těchto kritérií se pak volí metody dle vlastností kontaminantu: fyzikální, chemické nebo biologické. Při využití fyzikálních vlastností jsou metody založené na setrvačnosti (vyklepávání, vytřepávání). Používá se smývání, kartáčování, mechanické otírání nebo odpařování. Využívají se zde i sorbenty založené na principu vázání kontaminantů na základě fyzikálních sil. Chemické metody využívají

chemické přeměny látek za účelem úplného rozložení NL nebo její přeměny na méně nebezpečnou a snadněji odstranitelnou. Biologické metody se používají při odstraňování nebo zneškodňování patogenních mikroorganismů na neživých předmětech, ve vnějším prostředí a v infekčním materiálu, a tím zabraňují dalšímu přenosu nákazy. Nejúčinnější metodou je kombinace všech procesů. Dle forem samotného provedení se dělí dále na suchou a mokrou (je používanější) [17].

Dekontaminaci z hlediska použitých prostředků a techniky se dělí na individuální (každá osoba ji provádí sama s využitím individuálních nebo improvizovaných prostředků) a hromadnou (provádí se v protichemických zařízeních nebo je prováděná v dekontaminačních jednotkách s použitím speciální techniky nebo vhodně přizpůsobených průmyslových a zemědělských zařízení). Tyto dekontaminace zabezpečuje personál vždy daného protichemického zařízení. Vždy je důležité zvolit metodu vhodnou pro konkrétní účel a objekt [17].

### 3.2.10 Monitorování

Je souhrn organizačních, personálních, technických a dalších opatření, který umožňuje cíleně trvalé nebo pravidelně opakované sledování a měření vybraných parametrů, funkcí či změn určitého systému. Výsledky monitorování jsou podkladem k vyhodnocování postupů procesů nebo jevů a přijímání potřebných korektivních opatření [18].

Monitorování provádějí složky IZS, které mají k dispozici *zařízení civilní ochrany* s personálem, které je vybaveno a připraveno k plnění úkolů ochrany obyvatelstva ve speciálních stacionárních a mobilních zařízeních. Monitorování chemických látek a jejich identifikace je realizováno především prostřednictvím HZS ČR. Dílčí monitorování zajišťují orgány ochrany veřejného zdraví (např. hygienické stanice) a společnosti provádějící analýzy složek ŽP [18].

#### *Systém monitorování chemické situace má tři stupně:*

- a) **Základní stupeň** – ten tvoří zasahující JPO, jejichž cílem je určit, jestli při MU uniká NL. V případě, že došlo k úniku či použití NL dochází k detekci pomocí jednoduchých detekčních prostředků a univerzálních detektorů. Následným opatřením je povolání středního stupně.
- b) **Střední stupeň** - je tvořen chemickými laboratořemi HZS ČR. Jejich prostředky může být potvrzena přítomnost NL přímo v terénu (odebrání vzorků, provedení analýzy ve

stacionární laboratoři). Pomocí vybavené laboratoře lze provést stanovení přesné koncentrace identifikované látky a následně navrhnout opatření k ochraně obyvatelstva.

- c) **Nejvyšší stupeň průzkumu a monitorování** – zajišťuje Institut ochrany obyvatelstva, který zároveň plní úkoly středního stupně [18].

Výsledky dosažené při průzkumu či monitorování jsou následně předány veliteli zásahu, popř. dle jeho pokynů dalším orgánům (OPIS, Policie ČR aj.). Jednotky HZS ČR v případě vzniku chemické havárie monitorují chemickou situaci po příjezdu k místu určení, vyhledávají a realizují opatření k ochraně obyvatelstva (naměřené hodnoty, které dosahují limitů v ochraně obyvatelstva a jsou hlášeny veliteli zásahu, který na základě tohoto monitoringu realizuje opatření v ochraně obyvatelstva). V případě nutnosti povolávají, prostřednictvím CTV, výjezdní skupinu chemické laboratoře (výjezdní skupina podléhá řízení velitele zásahu), vyhledávají odvolání opatření k ochraně obyvatelstva a monitorují chemickou situaci po havárii (kontrola sklepních a půdních prostorů) k vyloučení možnosti nahromadění NL v těchto prostorech [18].

### **3.3 DÍLČÍ ZÁVĚR**

Opatření ochrany obyvatelstva jsou jedny z nejdůležitějších dílčích parametrů pro vytvoření „Plánu opatření při vzniku MU“ jakéhokoliv typu. Jsou to základní úkoly, které musejí být provedeny bezprostředně po vzniku MU za účelem ochránit obyvatelstvo. Nedílnou součástí těchto opatření je i zároveň to, aby jejich náplň byla známa právě ohroženému obyvatelstvu, které by mělo být schopné se jimi v danou chvíli řídit.

## **4 REALIZACE PLÁNU OPATŘENÍ PRO AREÁL TJ TESLA**

Samotná realizace plánu měla několik kroků, které jsem musela provést, abych ho mohla zpracovat co nejefektivněji. Nejdříve je nutné si říci, proč by měl být „Plán opatření pro vznik MU“ tohoto charakteru v daném objektu zpracován. Samotný objekt není zařazen dle zákona o PHZ do skupiny A ani B. Patří svým množstvím do podlimitních zdrojů rizika, kdy zákon o PZH nenařizuje provozovatelů těchto zdrojů zpracovávat jakýkoliv plán pro únik NL a počítá s tím, že při úniku nenastanou katastrofální následky. V rámci zpracování tohoto plánu jsem provedla analýzu látek ohrožujících objektů v rámci MČ Brno-sever, i když jsou podlimitními zdroji rizika. Z oddělení ochrany obyvatelstva ÚMČ Brno-sever mi byly poskytnuty zdroje ohrožení v rámci celého území MČ (Příloha 1). Studium bezpečnostních listů ohrožujících látek v rámci tohoto území jsem zjistila, že všechny NL na území ÚMČ Brno-sever jsou převážně hořlavé nebo toxické a jejich účinky ať při úniku nebo při požáru (jejich zplodiny) jsou nebezpečné pro zdraví a životy obyvatel. Proto je potřeba, aby i v případě objektu s podlimitním množstvím byly jasně dány zásady, jak postupovat při vzniku MU způsobenými těmito látkami a byly s těmito zásadami seznámeni i obyvatelé v zóně ohrožení.

Následně jsem provedla analýzu a stanovení nejzávažnějšího zdroje rizika v daném objektu. Po konzultaci s vedoucím práce a obdržení podkladů, jsem navštívila areál TJ Tesla, kde jsem zkonzultovala záměr diplomové práce s ředitelem a vedoucím údržby objektu. Také jsem od nich získala další důležité materiály (místní provozní řád chlorovny, část havarijního plánu JmK 2010), fotografie a informace jak o provozu areálu, NL bezpečnostních opatřeních a další kontakty (např. revizní technik chlorovny). Po získání veškerých podkladů a informací jsem mohla začít zpracovávat vlastní verzi „Plánu opatření“ pro tento objekt.

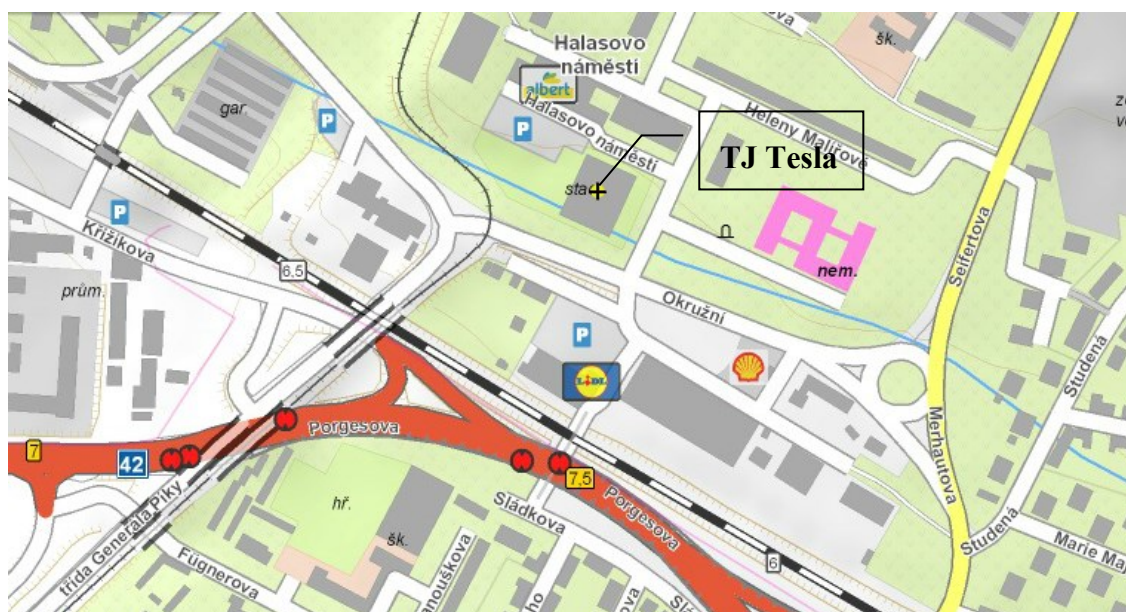
### **4.1 ANALÝZA RIZIKA SOUVISEJÍCÍ S VYUŽÍVÁNÍM CHLÓRU V AREÁLU OBJEKTU TJ TESLA**

Pro provedení analýzy rizika je nejzákladnějším krokem charakteristika objektu a jeho okolí a zjištění chemických látek a směsí, které vykazují alespoň jednu vlastnost ohrožující obyvatelstvo v případě jeho úniku, množství dané látky a rizika spojenými s jejich používáním.

### 4.1.1 Charakteristika objektu

Objekt, ve kterém jsem analyzovala NL se nazývá tělovýchovná jednota Tesla. Tato jednota je sportovní areál, který se nachází na Halasově náměstí 7 v Brně, ležící na území MČ Lesná. Tato MČ je pod záštitou ÚMČ Brno-Sever. Jeho hlavní činností je poskytování prostor pro členy jednoty i širokou veřejnost pro sportovní účely. V areálu se nachází krytý plavecký bazén o délce 25m, venkovní brouzdaliště s plochou na opalování, sportovní hala, gymnastický sál, posilovna a další sportovní zařízení. TJ Tesla nabízí kromě prostor pro sportovní vyžití i služby jiného typu, např. saunu, občerstvení ve formě bufetu, masáže a klubovnu (prostor školení, metodické i společenské akce spojené s občerstvením) [19].

Tento areál se nachází v mírném stoupání od jihu na sever v blízkosti rozsáhlého obytného sídliště s pestrou infrastrukturou (pátevní komunikace mezi hlavními ulicemi, obchody, čerpacích stanic, lékárny, parkoviště, mateřské školy, základní školy, atd.). Okolí areálu je převážně zalesněné prostředí.



Obr. č. 5 – Mapa umístění TJ Tesla [20]





V areálu bylo nalezeno 20 chemických látek a přípravků, které se zde používají k provozu činnosti v objektu, ale pouze jedna látka vykazuje nebezpečnou vlastnost, která při úniku může způsobit nežádoucí účinky na osazenstvo objektu a okolní obyvatelstvo (Tab. č. 2). Z tabulky je zřejmé, že látka, která vykazuje nebezpečnou vlastnost, a to konkrétně toxicitu je chlór ve formě zkapalněného plynu. Tím jsem zjistila, že konkrétní plán opatření pro vznik MU bude směřován na únik chlóru. V případě chlóru je pouze možný jeden scénář události vzhledem k jeho vlastnostem a reaktivitě s ostatními látkami ze seznamu (Tab. č. 2),

který by mohl při úniku vzniknout, a proto jako následek bude pozorován oblak šíření mraku uniklého chlóru a jím zasažená oblast a ohrožené obyvatelstvo.

Tab. č. 2 – Seznam používaných chemických látek a přípravků [21]

Látka	Symbol nebezpečí	R-věty (rizikovost)	Hustota [kg/m <sup>3</sup> ]	Množství [l]	Množství [kg]
Water algicid plus	Xi, N	R43-50	1,000	25	25,0
Uhličitan sodný	Xi	R36	-	-	100,0
<b>Chlór (zkapal. plyn)</b>	<b>T, Xi, N</b>	<b>R23-37/38-50</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>200,0</b>
Chlorman sodný technický	C	R31-34	-	-	100,0
Kyselina sírová 96%	C	R35	-	-	100,0
Kyselina chlorovodíková	C, Xi	R34-37	1,160	20	23,2
Síran hlinitý	Xi	R36-38	-	-	650,0
HD Combi Clean	C	R31-35	1,220	25	30,5
Satux Badex	Xi	R36, R38	1,200	15	18,0
Cleamen 450	Xi	R36, R38	1,130	20	22,6
Fixinela WC	Xi	R36, R38	1,030	15	15,5
Fixinela	Xi	R36, R38	1,030	30	30,9
Krystal na nádobí	-	-	1,120	15	16,8
Savo (proti plísni)	N, Xi	R31-36/38-50	1,070	5	5,4
Sidolux	-	-	1,030	10	10,3
Sanitol univerzál	-	-	1,000	10	10,0
Krystal Sanan	Xi	R36, R38	1,030	30	30,9
Alufix	C	R34	1,180	30	35,4
5P Plus	Xi	R36-38	1,015	20	20,3

Tab. č. 3 – Popis symbolů nebezpečnosti [22]

Symbol nebezpečnosti	Grafický symbol	Popis
Xi		dráždivý
N		nebezpečný pro životní prostředí
T		toxický (jedovatý)
C		žiravý

#### 4.1.2 Charakteristika chlóru a jeho účinků

Chlór je používán v areálu TJ Tesla k dezinfekci vody v bazénu. Informace o jeho nebezpečnosti spojené s používáním jsem čerpala z bezpečnostní listu a místního provozního řádu pro pracoviště s chlórem. Chlór má chemickou značku Cl<sub>2</sub> a je prvkem s atomovou hmotností 35,457. Vyskytuje se ve třech skupenstvích:

- pevná krystalická hmota – při atmosférickém tlaku a při teplotě –102,5 °C
- žlutozelená kapalina – při vyšší teplotě až do –34 °C (bod varu), je těžší než voda a v nádobách připadá na 1 l objemu nádoby 1,25 kg kapalného chlóru
- žlutozelený plyn – při ještě vyšší teplotě, který má 2,5 x vyšší měrnou hustotu než vzduch (proto se hromadí v nižších polohách místnosti).

Chlór je nepříjemného zápachu s dráždivým a dusivým účinkem. Ve formě plynu a kapaliny není na vzduchu zápalný a výbušný. Je však velmi reaktivní prvkem. Podobně jako kyslík podporuje oxidaci a hoření řady látek (nutno ho uchovávat odděleně od jiných plynů, zvláště amoniaku). S vodíkem, methanem, ethylénem a jinými uhlovodíky tvoří výbušné směsi, které vlivem slunečního nebo umělého světla mohou explodovat. [23].

#### *Účinky na zdraví*

Dráždí a leptá sliznice a pokožku. Akutní toxicita LD<sub>60</sub> při inhalaci je 293 ml/m<sup>3</sup> při 1 hod. expozice (potkan) a může způsobit nepravidelný tep srdce a vyvolat symptomy nervozity [22]. Stupně nebezpečí jsou zobrazeny v Tab. č. 4.

*Tab. č. 4 – Stupně nebezpečí pro lidské zdraví [23]*

<b>Koncentrace Cl<sub>2</sub> ve vzduchu [mg/l]</b>	<b>Účinek</b>
0,001	neškodný, zjistitelný čichem
0,001 – 0,006	působí dráždivě
0,012	bez vážných následků, těžce se snáší 0,5-1 hod.
0,1 – 0,2	nebezpečné životu, zvláště při vdechování 0,5-1 hod. (smrtný edém plic může nastat i za několik hod. po nadýchání)
0,2 – 2,5	okamžitá smrt

V případě náhodného úniku je nutné ohrožené osoby evakuovat z prostor, dostatečně větrat, zamezit styku osob s uniklou látkou bez ochranných pomůcek a zajistit nezávislý dýchací přístroj [22].

### 4.1.3 Popis zařízení (chlorovny)

Při analýze rizika je nutné si uvést základní požadavky na zařízení, ve kterém se používá chlór. Níže uvedené informace jsem získala z místního provozního řádu pro pracoviště s chlórem v areálu objektu. Největší pravděpodobnost příčiny vzniku MU může pramenit nejen z technického stavu používaného zařízení, ale také z přepravy, skladování, při výměně nebo lidskou nepozorností.

#### *Uchovávání chlóru*

Pro přepravu i skladování kapalného chlóru se používají tlakové ocelové nádoby (láhve) a sudy. Dle platných předpisů se plní tlakové nádoby s tekutým chlórem jen na 80 % svého objemu při 20°C. Při teplotě 40°C vnitřní objem takto naplněných nádob bude vyplněn kapalným chlórem na 93% a při teplotě 75°C se rozepne tak, že naplní celý objem nádoby. Další ohřev má pak za následek roztržení nádoby tlakem. Proto povolená povrchová teplota tlakových nádob na přepravu i skladování je dle ČSN 755050 maximálně 35°C. Při zahřátí kapalného chlóru v železných nádobách nebo potrubí dochází při teplotě kolem 220°C k exotermickému slučování chlóru se železem. Přitom železná stěna nádoby nebo trubky obsahující kapalný chlór začne sama rozžhavovat až do bílého žáru a rozpadá se na šupinky chloridu železitého a vzniklým otvorem unikající chlór může ohrozit lidské zdraví, a tak iniciovat vznik MU [23].

Při manipulaci je nutné použít zařízení, které je určeno přímo pro chlór pro daný tlak a teplotu. Zároveň zamezit zpětnému proudění plynu do nádoby a vniknutí vody do nádoby. Nesmí se nádoba umísťovat do blízkosti zápalných zdrojů a musí se zabránit i vzniku elektrostatického náboje. Zařízení před zavádění plynu je potřeba vždy odvzdušnit. V případě skladování jsou pokyny velmi podobné jako u manipulace. Je zde nutno podotknout, že pokud nádoby mají teplotu nižší než 50°C, musí se skladovat na dobře větraném místě a vždy je zajistit tak, aby se nemohly překlopit [23].

Tlakové láhve s chlórem se uchovává v tzv. malé chlorovně, která se nachází přímo v objektu plaveckém areálu v suterénní části budovy situované na severovýchodní straně. Chlorovna je tvořena místností se vstupem ze strojovny.





*Obr. č. 6 – Umístění chlorovny ve strojovně [foto vlastní]*

### ***Technologické vybavení chlorovny***

Chlorovnu tvoří podtlakový chlorátor Alldos C 103 GECO upevněn na tlakové láhvi, ventilátor, držáky pro plné a prázdné zásobní láhve. V přílehlé chodbě je umístěna skříňka s havarijním nářadím a ochrannými pomůckami. Ve chlorovně mohou být umístěny maximálně čtyři tlakové láhve s obsahem maximálně 200 kg chlóru [23].



*Obr. č. 7 – Tlaková láhev připojená k chlorátoru a skladované tlakové láhve s Cl<sub>2</sub> v chlorovně [foto vlastní]*

### ***Princip dávkování chlóru podtlakovým chlorátorem***

Tento postup je patrný z Obr. č. 9. Injektorem proudí tlaková voda, čímž vzniká podtlak. Podtlak otevře zpětný membránový ventil, který je zabudován v těle injektoru. Po otevření zpětného ventilu v injektoru podtlak postupuje podtlakovým potrubím do regulátoru potrubí podtlaku, který je umístěn na tlakové láhvi. Pod tlakem se otevře ventil napájení chlóru, čímž začne chlór proudit z tlakové nádoby před regulační zařízení do injektoru.

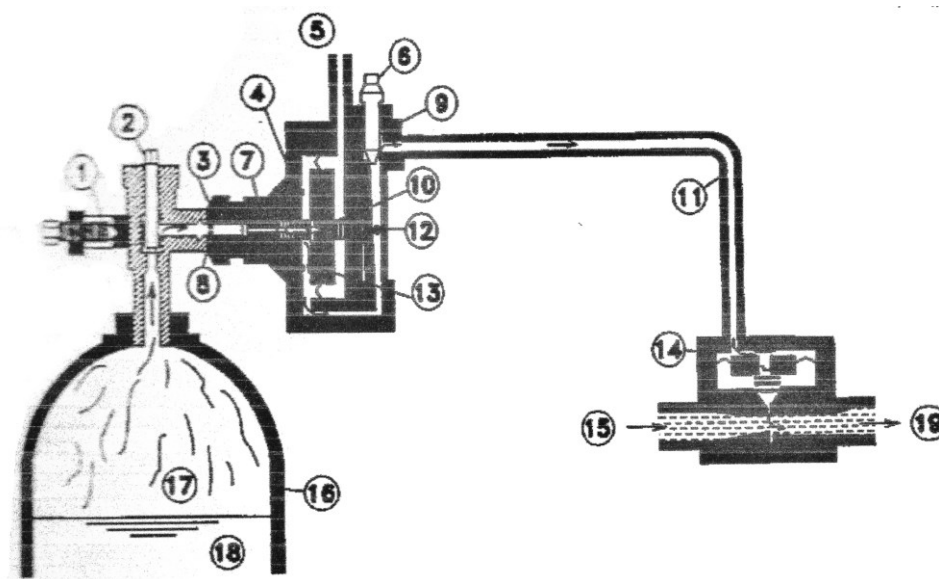
Zařízení je vybaveno filtrem pro zachycení případných nečistot. Chlór proudí dále podtlakovým potrubím přes průtokoměr a regulační ventil k injektoru, kde se smíchá s vodou. Tlaková chlorová voda za injektorem přivádí příslušnou dávku o chlorovanou vodu do místa dávkování. Když poklesne tlak v nádobě pod 50 kPa redukční ventilek uzavře průtok plynu do podtlakového regulátoru a dávkování se zastaví. Na manometru chlorátoru se ručička přiblíží k jednomu baru což je signalizace prázdné láhve. Také při porušení těsnosti celého systému dochází k automatickému uzavření pojistného ventilu. Dále dochází k uzavření pohonné vody do injektoru a dojde ke ztrátě podtlaku a následnému uzavření tohoto ventilu. Z toho vyplývá, že zastavování a uvádění chlorovacího procesu do provozu se provádí pomocí uzavírání pohonné vody do injektoru. Teplota v místnosti nesmí být nižší než 10°C z důvodu dostatečného odpařování chlóru v láhvi s vyšší než 35°C. Větrání musí zajistit výměnu vzduchu nejméně pět krát za hodinu a musí být ovladatelný z venku i zevnitř [23].



Obr. č. 8 – Signalizace pro únik chlóru a prázdné tlakové láhve [foto vlastní]

### **Základní technické hodnoty instalovaného zařízení používaného v TJ TESLA**

Podtlakový chlorátor Alldos C 103 GECO, výrobní číslo 99/57384: výkon 2000 g/hod. (resp. 250g/hod.), umístění na tlakové láhvi, počet napojených láhví: 1, podtlakový regulátor Alldos, průtokoměr (rotametr) na přístroji, injektor, sada podtlakového potrubí a sada pojistného odfukovacího potrubí [23].



Obr. č. 9 – Schéma plynové části chlorovacího zařízení [23]

### Popis zařízení na schématu

- |   |   |
|---|---|
| 1 – připojovací těmen                     | 11 – podtlakové potrubí                       |
| 2 – uzavírací ventil                      | 12 – průtokoměr (rotametr)                    |
| 3 – olovněné těsnění podtlakového potrubí | 13 – membrána pro regulaci podtlaku           |
| 4 – podtlakový těsnící kroužek            | 14 – injektor se zabudovaným zpětným ventilem |
| 5 – pojistný odfukovací ventil            | 15 – pohonná voda k injektoru                 |
| 6 – regulační ventil                      | 16 – láhev na $\text{Cl}_2$                   |
| 7 – pojistný ventil přívodu $\text{Cl}_2$ | 17 – plynný $\text{Cl}_2$                     |
| 8 – filtr na přívodu $\text{Cl}_2$        | 18 – kapalný $\text{Cl}_2$                    |
| 9 – přípojka podtlakového potrubí         | 19 – chlorová voda                            |
| 10 – ofukovací ventil                     |   |

Při otevírání ventilu na láhvi s chlórem musí být přítomni 2 pracovníci (muži starší 18 let náležitě zaškoleni a poučeni) s ochrannými maskami v ochranné poloze [23].

### Pravidelná údržba, kontrola, revize

Zařízení chlorovny – chlorátory patří mezi vyhrazená plynová zařízení, láhve mají charakter tlakových nádob. Z těchto důvodů je třeba věnovat pozornost pravidelné kontrole všech těchto zařízení [23].

Kontrolu chodu chlorování, popř. seřizování dávkování musí provést pověřený pracovník obsluhy, a to konkrétně strojník min. 1x za pracovní směnu, je-li toto zařízení v provozu. Kontrolu ostatního zařízení chlorovny, ventilátoru, těsnosti rozvodů apod. provádí pověřený pracovník údržby 2x měsíčně. Kontroly chlorovacího zařízení odborným pracovníkem (servisním technikem) se provádí nejméně 4x do roka. Pracovník kontroly může stanovit i častější interval kontroly podle technického stavu zařízení a kvality pohonné vody injektoru [23].

Revize chlorovacího hospodářství se provádí 1x za dva roky (dle ČSN 755050). Kromě této pravidelné revize se musí revize provést vždy po skončení zkušebního provozu, provozní a generální opravě, zásazích ovlivňující bezpečnost a spolehlivost zařízení a odstávce delší než šest měsíců z důvodu provozní nehody nebo poruchy [23].

Čištění chlorátu od nečistot obsažených v chloru nebo z jiných příčin se provádí hlavně u filtrů chlorátu, rotometru a regulačního ventilu podle provozních a montážních předpisů dodaných s chlorátorem odbornou firmou (servis chlorovacích zařízení) [23].

### ***Poruchy a jejich odstranění***

Nejznámější poruchou při provozu chlorátoru je únik chlóru. V případě úniku se postupuje dle protichlorového poplachového plánu, který má TJ Tesla vytvořen. K určení místa malého úniku se používá amoniak (čpavková voda). Měkkou nádobkou s malým otvorem se naplní malé množství čpavkové vody a mačkáním se ofukují podezřelá místa úniku. V případě, že se nalezne místo úniku, místo se projeví po ofouknutí silným zadýmením.

K úniku chlóru může dojít:

- a) těsněním ventilu láhve
- b) netěsnosti mezi ventilem láhve a chlorátorem
- c) z redukční části chlorátoru
- d) difuzor injektoru je znečištěný nebo ucpaný
- e) tlak pohonné vody injektoru je nedostatečný
- f) poškození podtlakového vedení chlóru [23].

## 4.2 ODHAD NÁSLEDKŮ PŘI ÚNIKU CHLÓRU

Dalším krokem k vytvoření „Plánu opatření při vzniku MU“ je odhad možný scénářů s největší pravděpodobností vzniku a jejich nejhorších následků u zjištěných zdrojů rizika. Jak vyplývá z předchozí kapitoly, zdrojem rizika v rámci činnosti TJ Tesla je únik chlóru z chlorovacího zařízení. Únik může být způsoben několika příčinami uvedenými v kapitole 4.1.3, a to konkrétně v podkapitole Poruchy a jejich odstranění. Samozřejmě příčinou nemusí být jen technický stav zařízení, ale i neschopnost či neopatrnost lidské faktoru, který bývá nejčastější příčinou havárií. Úkolem při realizaci tohoto plánu není zjišťovat příčinu vzniku úniku chlóru, ale následky, které tento únik může způsobit a sestavit pro něj postup řešení a ochranná opatření.

Modelování účinků havarijních projevů navazuje na výsledky analýzy rizika popsané v kapitole 4.1. Jednotlivé úniky NL jsou specifikovány fyzikálně-chemickými vlastnostmi NL (skupenství, teplotou vznícení, apod.) a podmínkami v zařízení (teplota, tlak, průtok, apod.). Základním havarijním projevem je tedy únik plynné látky ( $\text{Cl}_2$ ). Havarijní projevy jsou odlišné při úniku NL do volného prostoru nebo do uzavřeného (vnitřního) prostoru. Uváděný scénář je nutno brát jako základní, kde se zohledňují i podmínky konkrétního zařízení, okolí, meteorologické a geografické situace apod.

### 4.2.1 Scénář pro rozvoj havárie

Scénář rozvoje havárie se odvíjí vždy na typu úniku NL. Typy úniku můžeme rozdělit pomocí fyzikální modelů na únik plynu ze zařízení a rozptyl plynu do atmosféry. Tyto modely berou jako vstupy podmínky (teplotu, tlak) uvnitř a vně zařízení spolu s charakteristikami látky, velikost, tvar a umístění únikového otvoru. Výstupem jsou charakteristiky, které zahrnují vyteklé množství uniklé látky, dobu úniku a podmínky unikající látky (zda se jedná o kapalnou nebo plynnou fázi nebo o mžikově se odpařující látku – dvoufázový výtok). V rámci rozsáhlosti modelů budu uvádět pouze ty, které se budou týkat konkrétního úniku chlóru v areálu TJ Tesla.

#### *Rozptyl plynu do atmosféry*

Při úniku chlóru dochází k transportu toxického zkapalněného plynu a jeho par do okolí areálu. V rámci úniku budu předpokládat, že dojde k jednomu typu úniku zdroje, a to typ „*obláček*“ neboli „*puff*“, který nastává u jednorázových úniků (např. dým po výbuchu

nebo oblak plynu vzniklý při porušení těsnícího ventilu a následnému úniku odvětrávacím zařízením, které ústí na střeše budovy) [24].

Jelikož chlór je svou hustotou těžší než relativní hustota vzduchu, předpokládám, že při úniku v zabezpečené chlorovně a následně do prostoru mimo objekt se bude šířit horizontálně a usazovat se v nižších místech než zbylý terén (kotlinách, prohlubních v objektu), dále se bude šířit prostorem směrem dolů (tedy z kopce) s přihlédnutím na meteorologické podmínky (směr větru, stabilita, aj.) a při tom bude docházet ke kontaminaci prostředí s pravděpodobností, že bude přetrvávat a jeho koncentrace se bude snižovat.

### **4.3 DÍLČÍ ZÁVĚR**

V rámci daného postupu managementem TJ Tesly a daných norem z hlediska bezpečnosti je nastaven systém tak, že při úniku chlóru dojde k zapnutí signalizaci úniku a bezpečnostních opatření. Základním bezpečnostním opatřením je zapnutí automatického odvětrávání, které by unikající chlór odvětralo komínem na střechu objektu, kde se předpokládá, že i v případě úniku celého objemu (50 kg) se dostatečně naředí se vzduchem a jeho koncentrace bude nízká a tudíž pro obyvatelstvo neškodná. Po zjištění těchto údajů mohu přistoupit k samotné realizaci modelování úniku, kterou popisuje kapitola 5

## **5 METODY A SOFTWARE PRO MODELOVÁNÍ ÚNIKU CHLÓRU DO ATMOSFÉRY**

Pro vytvoření „Plánu opatření“ v případě úniku chlóru na plaveckém stadiónu a do jeho okolí je potřeba znát alespoň přibližně hodnoty následků (odhad zóny ohrožení). Na základě těchto informací mohu vytvořit potřebnou dokumentaci sloužící k zajištění bezproblémového průběhu při řešení vzniklé MU. Pro zjištění následků a jejich komparaci jsem použila několik různých metod a softwarových nástrojů. Při modelování scénáře musím vždy počítat s tou nejhorší variantou, kdy dojde k masivnímu zamoření objektu a jeho okolí.

V rámci využití softwarových nástrojů je důležitý samotný vývěr SW, kdy musím přihlédnout na základní vstupní požadavky. V rámci mého řešení je potřeba využít takový SW, který mi rychle a dostatečně vyhodnotí danou situaci za pomoci nenáročných a dobře dostupných vstupních parametrů (uniklé množství látky, velikost zásobníku, velikost otvoru pro únik plynu, meteorologické podmínky). Výhodou SW jsou databáze, které obsahují předem definované parametry nejběžnějších látek a usnadňují vyhodnocování, (odpadá jejich manuální zadávání). V případě vzniku nežádoucí situace jsou upřednostňovány záchrannými složkami, jelikož výpočtové metody vyžadují znalosti velkého množství parametrů, charakteristik a dostatečný čas, které nejsou vždy k dispozici. Pro modelování úniku chlóru jsem si vybrala SW ALOHA, TerEx a Rozex Alarm.

### **5.1 REGISTR NEBEZPEČNÝCH LÁTEK**

Je souborný katalog obsahující skupiny NL včetně jednotlivých látek. Poskytuje základní informace (fyzikálně-chemické vlastnosti, vizuální projev při úniku, působení na lidské zdraví, podmínky pro únik, použití ochranného vybavení a hlavních hasících prostředků), popisuje vhodná opatření při jeho úniku, jak postupovat při havárii bez vzniku požáru, při havárii vozidla se vznikem požáru, při požáru vozidla bez porušení přepravníku a opatření první pomoci. Pro odhad následků v rámci použití tohoto registru jsou nejdůležitější zóny ohrožení, a to konkrétně vnější zóny a nebezpečná zóna [25].

### **5.2 SW ALOHA (AREAL LOCATIONS OF HAZARDOUS ATMOSPHERES)**

Je nástroj pro modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě vstupních údajů a externích vlivů modeluje nebezpečnou zónu

(Threat zone), kde nastává ohrožení účinků uniklé látky. Funkce tohoto programu je ve velké části totožná s programem TerEx, z čehož vyplývá i jeho nasazení v obdobných situacích. Od aktuální verze TerExu se odlišuje menším počtem látek v základní databázi, naopak z hlediska modelů šíření se jedná o velmi propracovaný a kvalitní nástroj. Možností zobrazit zákresy pouze v prostředí GIS systémů MARPLOT a ArcView (pomocí transformace nástrojem ALOHA Arc Tools) se mohou zdát omezené, nicméně rozsah a možnosti numerických výsledků a výpočtů staví ALOHU na úroveň nástrojů vyšší kvality [26].

Tento program je na rozdíl od komerčního produktu TerEx, Rozex Alarm šířena zdarma americkou organizací NOAA – National Ocean Service, Office of Response and Restoration a je vyvíjena cca přes 25 let. Z toho vyplývá široká podpora (mapová) oblastí severoamerického kontinentu a také značné ověření nástroje praxí. Program pracuje pouze v anglickém jazyce [26].

### ***Program pracuje s těmito vstupními informacemi***

1. místo a čas, kdy dojde k havárii – možnost vybrat si z databáze nebo navolit dle vlastní potřeby
2. uniklá látka – databáze s 652 chemickými látkami používaných v průmyslu, včetně fyzikálně-chemických vlastností
3. stav atmosféry – třídy atmosférické stability, rychlost a směr větru, teplota vzduchu, drsnost zemského povrchu, oblačnost a vlhkost vzduchu.
4. zdroj úniku – lze zadat čtyři druhy zdrojů a jejich parametry
  - a) přímý zdroj – použitelný v případě, že je známo množství uniklé látky, která vstupuje přímo do atmosféry. Není zde počítáno s vypařováním kapaliny, proto lze použít pouze pro látky v plynném skupenství.

Jsou zadávány následující parametry: typ úniku (okamžitý nebo kontinuální), množství uniklé látky nebo rychlost úniku a výška zdroje nad zemí.

- b) louže – vhodný pro modelování vypařování rozlité kapaliny z louže, která již neuniká.

Jsou zadávány následující parametry: plocha rozlité kapaliny, objem, hmotnost nebo hloubka louže, typ podkladu, teplota podkladu, teplota uniklé látky.

- c) zásobník – využitelný pro modelování úniku látky z poškozeného zásobníku a následného vypařování do atmosféry.



Jsou zadávány následující parametry – typ zásobníku, jeho orientace (kulový, válcový – vertikální nebo horizontální), průměr, výška nebo objem zásobníku, stav látky v zásobníku, teplota uskladněné látky, hmotnost nebo objem látky, typ a rozměry únikového otvoru (obdélníkový nebo kruhový), typ úniku (proražený otvor v plášti nebo krátké potrubí), výška otvoru nade dnem, typ podkladu a jeho teplota, přítomnost záchytné jímky, případně její rozměry, tlak v zásobníku si modul vyhodnocuje automaticky.

- d) potrubí – použitelný pro modelování rozptylu plynu unikajícího z potrubí. Modul nelze použít pro kapaliny.

Jsou zadávány následující parametry: průměr a délka potrubí, zda je poškozené potrubí napojeno na zásobník, drsnost, teplota a tlak v potrubí [26].

***Program vygeneruje následující výsledná data (vždy ve formě maximální)***

1. rychlost úniku (kg/s, kg/min), u kapalin se jedná o rychlost vypařování, nikoliv o rychlost úniku,
2. minutový průměr rychlosti úniku, u kapalin se jedná opět o rychlost vypařování. U zařízení pracujících pod tlakem může dojít vlivem prudkého počátečního úniku k nadhodnocení, celkové uniklé množství za dobu maximálně 1 hodina,
3. dosah nebezpečné zóny, ve které koncentrace dosáhne zadanou hodnotu,
4. koncentrace uniklé látky v libovolně zadaném místě, koncentrace jsou uvedeny pro venkovní terén i prostory budov, v grafu je uvedena časová závislost pro oba prostory po dobu max. 1 hodiny,
5. dávka ve zvoleném místě, kterou by po úniku přijal organismus během 1 hodiny a časovou závislost, která je rovněž zpracována graficky [26] [[27].

U toxických látek se určují zóny ohrožení podle ERPG, nebo hodnoty AEGL, zadávaných v hodnotách ppm. Hodnoty zón ohrožení se dají dle potřeb uživatelem přenastavit. Hodnota ERPG jsou jednodinové koncentrace NL, které mají vysokou toxicitu svých par. Hodnoty AEGL jsou úrovně akutní expozice působením chemických látek rozptýlených ve vzduchu. Hodnoty ERPG (AEGL), jsou tabelovány a jsou přímo databází programu generovány (Tab. č. 5) [24].

Tab. č. 5 – Zóny ohrožení

Označení	Hodnota ERPG (AEGL)	Popis následků u exponovaného jedince
červená	3	závažné zdravotní následky, včetně smrti
oranžová	2	závažné zdravotní následků a snížené schopnosti úniku
žlutá	1	podráždění či mírnější účinky netrvalého charakteru

Program využívá dva matematickými modely rozptylu látek v ovzduší. Využívá se zde Gaussova disperzního modelu při modelování neutrálního plynu, kdy plyn má přibližně stejnou hustotou jako vzduch nebo plynu lehčího než vzduch. Model se používá v případě, že nejsou dostupná vstupní data o vlastnostech látky nebo uniklého množství plynu. Pro látky těžší než vzduch je vhodný tzv. model rozptylu těžkého plynu, který používá v případě, že skladovaná látka je v podchlazeném stavu nebo dochází ke dvoufázovému úniku [27].

### 5.3 SW TEREX

Je nástroj určený pro rychlý odhad následků havárií a teroristických nebo vojenských útoků. Jeho rozsáhlé využití pro operativní jednotky IZS jsou přímo na místě i v řídicím středisku. Dá se použít rovněž pro analýzy rizik při územním plánování, navrhování zástavby v okolí komunikací a výrobních závodů, apod. Poskytuje výsledky i při nedostatku přesných vstupních informací. Předpověď následků je založena na konzervativní prognóze, že výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k maximálním možným následkům, tedy nejhorší variantě. Program pracuje v českém, anglickém a slovenském jazyce a v případě požadavku ho lze v krátké době lokalizovat i do jiného jazyku [28].

Základem je devět základních modelů MU, které pokrývají různé typy havárií a teroristických útoků (Tab. č. 6).

Tab. č. 6 – Seznam havarijních modelů v SW TerExu [28]

Název modelu	Popis modelu
ROTA/CHEM dle ATP-45B	vychází z předpisu NATO ATP-45B a je určen pro předpověď oblasti zasažené nebo ohrožené použitím otravné látky na určité území (je možné volit mezi dvěma událostmi: ROTA – události, které nejsou vojenského charakteru, CHEM – útok chemickými bojovými látkami)
BLEVE	pro situaci ohrožení nádrže plošným požárem a její následná destrukce
EXPLOSIVE	určen pro odhad následků exploze nástražného výbušného systému
PLUME	modeluje výtokový oblak vznikající při déletrvajícím úniku látky do okolní atmosféry (3 možnosti modelu: plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do ovzduší a pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku)
POISON	tabelární model, který vyhodnocuje dosah a tvar oblaku otravné látky, který se vytvoří po rozptýlení látky na určitém území
POOL FIRE	řeší hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny
PUFF	modeluje rozptyl oblaku uvolněné látky při jednorázovém úniku látky do okolní atmosféry (2 možnosti modelu: únik plynu do oblaku a únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku)

Dále je v programu seznam NL, který při těchto událostech připadá v úvahu. Seznam je rovněž možné zadat podle přání uživatele, a to buď kompletní databázi, nebo vybrané látky.

Důležitým pomocníkem uživatele je tzv. „Průvodce pro rychlý odhad“, který umožňuje rychle a bez hlubších znalostí vyhodnotit dopad MU. Každou událost lze zaznamenat do databáze MU, odkud je možné ji kdykoliv vyvolat a porovnat s dalšími událostmi [28].

TerEx má návaznost na geografický informační systém, tzn., že jeho výsledky se mohou zobrazovat přímo v mapách. Integrovanou součástí programu je modul pro zobrazování výsledků do mapy, kde jeho podkladem jsou lokální geografická data, případně připojení na služby mapového serveru Státního mapového centra. Každá instalace má rovněž možnost využití map z prohlížeče Google [28].

## 5.4 SW ROZEX ALARM

Je nástroj velmi svými požadavky a výsledky podobný SW TerExu. Je určený pro havarijní vyhodnocování běžných typů havarijních událostí. Jedná se o toxické a exotermní projevy závažných havárií. Výhodou tohoto programu je také jako u TerExu již předem daná databáze očekávaných havárií a rychlé zobrazení jejich výsledků. Zároveň doplnění databáze o nové vstupní informace. Používá se zejména pro využití při zpracování havarijních plánů, analýzy rizik a podobných zadání, které provádějí kvalifikovanými pracovníky. Program pracuje v českém jazyce a je cenově i uživatelsky dostupný. Také umožňuje propojení s geografickými informačními systémy (GIS) např. pomocí Arc-View, Map Info [24].

Program se zaměřuje na prognózu havárií v průmyslu, při kterých dojde k úniku NL. Rozlišuje jednorázové a déletrvající úniky ze zařízení. Na základě charakteru úniku a fyzikálně-chemických vlastnostech látky rozlišuje, jakým způsobem se bude tvořit oblak a jeho šíření prostředím s následnou intoxikací, výbuchu nebo požáru. Samotný únik toxických látek hodnotí z hlediska dosahu a tvaru toxického oblaku při zvolené mezní koncentraci toxické látky. Úniky látek schopných hořlavých výbuchu se hodnotí z hlediska dosahu vzdušné rázové vlny o stanoveném přetlaku, umístění pravděpodobného epicentra výbuchu od místa úniku a dosahu mezní koncentrace (které odpovídající dolní hranici výbušnosti). U hořlavých látek vyhodnocuje účinky tepelné radiace na obyvatelstvo a na stavební konstrukční prvky [24].

Rozex Alarm obsahuje základní ovládací model, pomocí kterého jsou voleny jednotlivé havarijní projevy. Díky výběru hodnocené NL dojde k prosvícení přístupných modelů, které vyhodnotí následky havárie a z hlediska fyzikálně-chemických, termodynamických, toxikologických a dalších vlastností látky a určí, které mohou reálně nastat. Podle povahy havárie si uživatel volí model, kterým bude problém řešit. Již při výběru látek program rozlišuje skupenství hodnocené látky [24].

Program obsahuje databázi NL a databázi modelovaných projevů MU, které umožňují uložení výpočtů pro pozdější použití. Prostřednictvím výpočtových modelů jsou zadávány údaje nutné pro výpočet.

### ***Základní údaje pro výpočet modelu***

- a) obecné parametry NL – kde je uveden název a skupenství hodnocené látky (obsah je určen předchozí volbou),

- b) technické parametry úniku – nutno zadat všechny požadované parametry úniku (hodnota musí být zadána v intervalu požadovaném programem),
- c) typ atmosférické stálosti – výběr je z více možných variant (typ atmosférické stálosti – varianta A-F),
- d) korekce na nerovnost povrchu – zadat typ krajiny, aktuální pro místo havárie (k dispozici je 5 typů krajiny – otevřená plocha, otevřená plocha se stromy, otevřená plocha zalesněná, obytná plocha s nízkými budovami a městská a průmyslová plocha),
- e) volba toxické koncentrace – zadat typ koncentrace, pro který se havárie vyhodnotí [24].

## 5.5 METODA IAEA-TEC-DOC-727

Tato metoda slouží pro klasifikaci a priorizaci rizik havárií v procesním a příbuzném průmyslu. Je založena na klasifikaci nebezpečných aktivit ve sledované oblasti pomocí kategorizace následků a pravděpodobnosti výskytu havárie. Byla publikovaná mezinárodní organizací pro atomovou energii v roce 1993 (revidovaná v roce 1996). Za její přednost je především bráno její jednoduché hodnocení následků a frekvence potenciálních havárií, čímž umožňuje stanovit společenské riziko. Metoda umožňuje klasifikovat nebezpečí z fixních zdrojů, mobilních zdrojů a produktovodů. Hodnocení následků havárií je doplněno o pravděpodobnostní hledisko, které je založeno na základě historických údajů z havárií v minulosti. Metoda je založena na modelu 46 typových průmyslových havárií. Její kategorizace následků vede k určení přibližnému výpočtu smrtelných (neboli fatálních) zranění při události v průmyslovém zařízení nebo při přepravě NL. Odhad pravděpodobnosti je založen na dostupných informacích o frekvenci výskytu (počtu událostí/za rok). Výsledky jsou prezentovány v grafické formě v souřadném systému x-y (kde osa x vyjadřuje třídy následků a osa y třídy pravděpodobnosti). Lze tedy všechny nebezpečné aktivity ve sledovaném místě klasifikovat ve formě matice [29].

***Metoda IAEA-TECDOC-727 je založena na následujících zjednodušujících předpokladech***

- pro odhad následků nehody/události i pro odhad pravděpodobnosti výskytu události se bere do úvah pouze ty nejdůležitější faktory (např. hustota populace, bezpečnost dopravy, frekvence plnění a stáčení atd.)
- odhad možných následků a pravděpodobnosti potenciální havárie, které vychází z dlouhodobých praktických zkušeností [29].

### ***U následků se předpokládá***

- 100% úmrtnost v zasažené oblasti
- vně zasažené oblasti se fatální případy neuvažují a dopad na obyvatelstvo nehodnotí
- zmírňující faktor se uvažuje v závislosti na typu NL [29].

Odhad rizika a stanovení priorit zdrojů rizika se realizuje postupem (Obr. č. 16), který zahrnují následující podkapitoly.

#### **5.5.1 Klasifikace typu činnosti a zařízení**

Stanovením a vymezením hranic a hlavní obecné charakteristiky oblasti (regionu), je třeba následně shromáždit základní obecné informace o všech nebezpečných zařízeních, všech dopravních cestách a způsobech přepravy NL (zde souhrnně označováno jako nebezpečná činnost). Následně se z těchto aktivit vyberou všechny činnosti, které zvyšují sociální riziko a k nim musejí být získány další podrobnější informace. Po té je zpracován seznam uvažovaných nebezpečných látek a provede se jejich klasifikace [29].

#### **5.5.2 Odhad vnějších následků havárie na obyvatelstvo**

Dochází k vyhodnocení uvažovaná činnost s ohledem na ovlivněný prostor, hustotu populace v oblasti a hodnotu korekčních faktorů.

##### Korekční faktor zahrnuje vlivy

- uvažované distribuce lidí v zasažené oblasti,
- kategorii zasažené plochy (I – kruhový symetrický tvar, II – kruhový nesymetrický tvar, III – eliptický protáhlý tvar),
- možné zmírňující faktory především pro toxické látky.

Hodnota zmírňujícího faktoru pro toxické látky je ospravedlněna délkou expozice, po níž se projevují fatální následky, časem potřebným pro rozptýlení NL a varovným zápachem některých látek

##### Pro odhad následků v případě stabilního zdroje rizika se dle rovnice

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

kde:  $C_{a,s}$  – následky (počet smrtelných zranění/událost),  $A$  – zasažená plocha (v hektarech,  $1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2$ ),  $d$  – hustota populace v zasažené oblasti (počet obyvatel/ha),  $f_A$  – korekční

faktor na distribuci lidí v zasažené oblasti,  $f_m$  – korekční faktor zahrnující zmírnění následků [29].

### 5.5.3 Stanovení pravděpodobností (pro výrobní zařízení nebo pro přepravu)

#### *Fixní zařízení*

V případě havárie u fixního zařízení je metoda založena na odhadu frekvence výskytu havárie v souvislosti s každou posuzovanou činností na základě střední (standardní) pravděpodobnosti (jde o absolutní hodnotu logaritmu četnosti takových událostí při obvyklé činnosti) a uvažuje vliv korekčních faktorů.

Hodnota korekčních faktorů se stanovuje na základě

- frekvence stáčení/vyprazdňování,
- instalovaných bezpečnostních systémů,
- vlivu organizačních a bezpečnostních opatření
- pravděpodobnému směru větru vzhledem k poloze střediska populace v zasažené oblasti [29]

Pro stanovení frekvence havárií ( $P_{i,s}$  - počet událostí/rok) za přítomnosti NL je nutno pro každou výrobní odhadnout tzv. pravděpodobnostní číslo  $N_{i,s}$  dle rovnice

$$N_{i,s} = N_{i,s}^* + n_l + n_f + n_o + n_p$$

kde:  $N_{i,s}^*$  – střední hodnota pravděpodobnostního čísla pro danou jednotku a látku,  $n_l$  – oprava (korekce) podle frekvence plnění/stáčení stroje,  $n_f$  – korekce na bezpečnost pro hořlavou látku,  $n_o$  – korekce zahrnující organizační opatření a řízení bezpečnosti,  $n_p$  – korekce zahrnující vliv směru větru s ohledem na polohu obydlené oblasti [29].

#### *Přeprava nebezpečného nákladu*

V případě havárie při přepravě nebezpečného nákladu je metoda založena na odhadu střední (standardní) pravděpodobnosti pro každou NL (nebo skupinu látek) a každý typ přepravy (silnice, železnice, vodní cesta, potrubní dálkovod). Pro korekci střední hodnoty pravděpodobnosti se použijí aktuální hodnoty korekčních faktorů. Tyto korekční faktory zahrnují vliv bezpečnostních podmínek přepravy, hustoty dopravy (počet přepravených nákladů/rok), pravděpodobného směru větru a kategorii následků s ohledem na polohu střediska populace v zasažené oblasti.

Stanovení frekvence nehod ( $P_{t,s}$ ) během přepravy NL je založen na tzv. pravděpodobnostní čísle  $N_{t,s}$  vyjádřené rovnicí

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

kde:  $N_{t,s}^*$  – střední hodnota pravděpodobnostního čísla pro přepravu substance,  $n_c$  – korekční faktor zohledňující bezpečnostní podmínky přepravy,  $n_{td}$  – korekční faktor zohledňující hustotu přepravy,  $n_p$  – korekční faktor zohledňující vliv směru větru s ohledem na polohu obydlené oblasti [29].

#### 5.5.4 Odhad společenského rizika

Každá činnost je klasifikována pomocí stupnice následků a pravděpodobnosti výskytu události. Všechny nebezpečné aktivity v uvažované oblasti se znázorní v matici, která přehledně popisuje relaci mezi pravděpodobností událostí a následků události. Pro každou činnost, která je analyzována lze stanovit dvojici účinků, a to

- počet smrtelných (fatálních) zranění  $N_{FAT}$ , který stanovíme dle rovnice

$$N_{FAT} = A \cdot d \cdot f_A \cdot f_m$$

- frekvenci velkých havárií s odhad vnějších následků havárie na obyvatelstvo.

Riziko vyplývající z takových činností se stanoví na základě obou těchto hodnot. Dále je nutné klasifikovat každou činnost z hlediska třídy následků a třídy pravděpodobnosti, které jsou definovány:

**třídy následků:** 0 – 25, 26 – 50, 51 – 100, 101 – 250, 251 – 500, > 500 fatálních zranění,

**třídy pravděpodobnosti:** podle řádu hodnot vyjadřující počet havárií/rok [29].

#### 5.5.5 Stanovení priorit rizika

Kritéria pro rozhodnutí o přijatelnosti rizika musí být definována před tím, než je úloha řešena. Bývají zakreslována do matice rizika, takže všechny činnosti (zdroje rizika), které nesplňují stanovená kritéria, jsou snadno identifikovány a odhaleny. Takové zdroje rizika, které nesplňují stanovená kritéria, jsou vybrány pro další detailní analýzu v tom pořadí (s těmi prioritami) jak překračují stanovená kritéria [29].



**Metoda IAEA - TECDOC - 727**  
**= Klasifikace a prioritizace zdrojů společenského rizika**

= extrakt mezinárodních zkušeností s velkými průmyslovými haváriemi

- hořlavých plynů  
kapalín
- toxických plynů  
kapalín
- výbušných látek

**MODEL: 46 typových průmyslových havárií**

**SPOLEČENSKÉ RIZIKO**  
 = RIZIKO pro obyvatelstvo

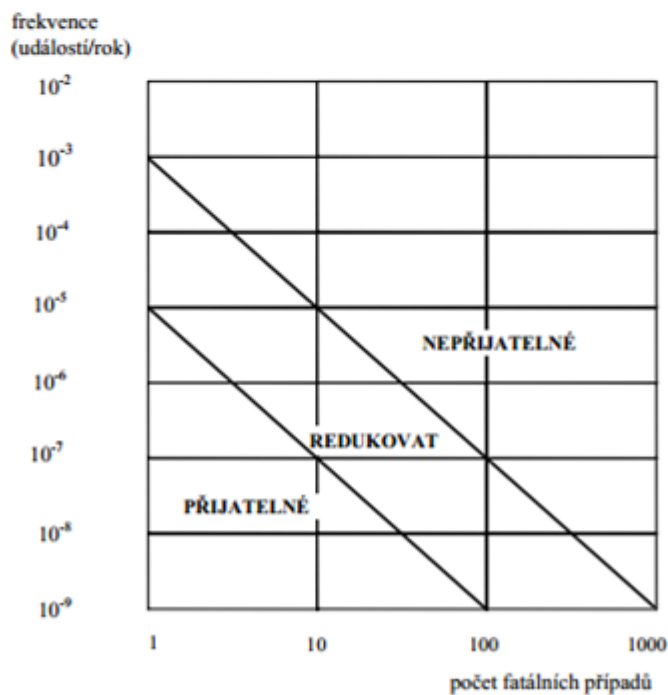
relace

versus

počet fatálních  
případů

frekvence událostí  
(četnost)

**RIZIKO = f (ztrát/frekvence)**



Obr. č. 10 – Charakteristika a postup metody IAEA TECDOC 727 [30]

### 5.5.6 Omezení metody IAEA TECDOC 727

Výsledky, které získám aplikací této metody je nutno chápat pouze jako relativní - srovnávací údaje. V žádném případě nelze tyto stanovené údaje o riziku považovat za údaje absolutní.

*Výše zmíněný postup a výsledky nelze používat pro tyto účely*

- stanovení rizika jednotlivého zařízení nebo pro řízení rizika

- rozhodnutí o umístění nebezpečného zařízení nebo plánované cesty pro přepravu NL, jestliže rozhodnutí závisí na okolnostech, jejichž posouzení vyžaduje podrobnější analýzu
- jakékoliv rozhodnutí o bezpečnosti konkrétního zařízení nebo činnosti nebo přijatelnosti s ním spojeného rizika
- porovnání absolutních hodnot bez znalosti kritérií nebo norem pro přijatelnost rizika
- pro přímou tvorbu havarijního plánu pro MU, které jsou spojeny s rizikem [29].

## 5.6 VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ A JEJICH KOMPARACE

Situace bude modelována pomocí výše zmíněných metod a SW nástrojů hodící se k druhu vybraného scénáře. Způsob, kterým by nejpravděpodobněji došlo k úniku chlóru, byl zvolen přes uzavírací ventil tlakové nádoby. Tedy došlo by k úniku celého objemu tlakové láhve a odvětráním do ovzduší, kde bude rozptýlen do ovzduší a bude ohrožovat okolní obyvatelstva. Pro modelování jsem si zvolila základní společné vstupní parametry (Tab. č. 7, Tab. č. 8).

Tab. č. 7 – Základní společné vstupní parametry (1. část)

popis místa havárie		TJ TESLA, Halasovo náměstí 7, Brno, CZ
GPS souřadnice		49°13'22.671''N, 16°37'28.512''E
technologické zařízení		tlaková láhev
nebezpečná látka		chlór (chlorine)
skupenství		zkapalněný plyn
celkové uniklé množství	[kg; l]	50; 40
teplota látky	[°C]	20
typ povrchu okolí		obytná a průmyslová oblast
rychlost přízemního větru	[m/s]	3
směr větru		Jihozápadní – nejvíce zasažených obyvatel
typ atmosférické stálosti		středně stabilní podmínky
teplota okolní	[°C]	20

Tab. č. 8 – Základní společné vstupní parametry (2. část)

rozměry tlakové láhev (výška x průměr)	[m]	1,3 x 0,22
průměr otvoru úniku látky	[m]	$8 \cdot 10^{-6}$
tlak v láhvi (při 20 °C)	[atm]	6 (1 atm=1bar = 600 kPa)
typ havárie		PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku

### 5.6.1 Registr nebezpečných látek

Pro odhad následků v rámci použití tohoto registru byly stanoveny zóny ohrožení, a to nebezpečná zónu min. 50 m a vnější zóny na 60-100 m od místa vzniku. Z následného označení a provedení zakreslení kružnice o daných vzdálenostech, bylo zjištěno, že následná evakuace by se týkala 238 osob z obytných domů na ulici Halasovo náměstí 2, 4 a 6.

### 5.6.2 SW ALOHA

První krokem pro modelování v SW ALOZE bylo zadání výše uvedených parametrů. Nejdříve bylo zadáno místo, kde došlo k úniku chlóru. Dále vybrána chemická látka ze seznamu látek pod názvem chlorine. Zadány požadavky atmosférických podmínek pro modelování. Nastavení parametrů pro tlakovou láhev a únik látky. Bohužel zde nebylo možné při 40 l nastavit přesné parametry dané láhve, liší se ovšem pouze o pár centimetrů (průměr 0,20 m a výška 1,27 m). Při zadávání množství úniku látky v litrech SW Aloha přepočítal množství na kg, které neodpovídají přesně přepočítanému množství a to o 6,4 kg více. K úniku látky došlo těsnícím ventilem, který je umístěný v horní části tlakové láhve, proto prostor úniku byl zvolen 1,27 m. Otvor úniku ventilu byl zvolen kruhového tvaru. Konkrétní postup je zobrazen v Příloze 2. Po dokončení nastavení parametrů byla použita funkce vykreslovací zóny ohrožení s tepelným zářením (Obr. č. 12). Ten mi určil, jaké hodnoty budou mít koncentrace a do jaké vzdálenosti bude zasaženo okolí.

```

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
SITE DATA:
Location: TJ TESLA, HALASOVO NAMESTI 7, CZECH REPUBLIC
Building Air Exchanges Per Hour: 0.59 (unsheltered single storied)
Time: May 13, 2013 1218 hours ST (using computer's clock)

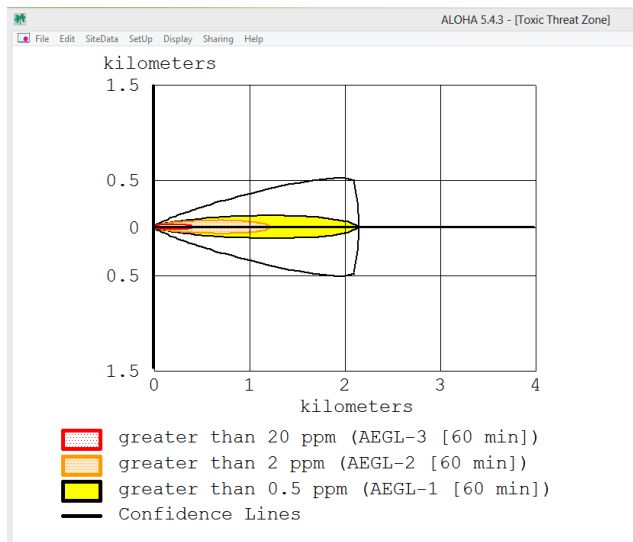
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: CHLORINE Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Ambient Boiling Point: -34.8° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 3 meters/second from NW at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: D (user override)
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in vertical cylindrical tank
Non-flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 0.20 meters Tank Length: 1.27 meters
Tank Volume: 40 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 56.4 kilograms
Tank is 100% full
Circular Opening Diameter: 0.008 meters
Opening is 1.27 meters from tank bottom
Release Duration: 6 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 15.1 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 22.2 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 406 meters --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])
Orange: 1.2 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])
Yellow: 2.2 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])
    
```

Obr. č. 11 – Výstup modelování v programu SW Aloha



Obr. č. 12 – Grafické znázornění dosahu uniklého chlóru

Výsledkem modelování při úniku 50 kg objemu láhve unikne toto množství do 6 minut ve formě plynu a aerosolu. Rychlost úniku je 15,1 kg/min. Následky u exponovaných jedinců se liší dle hodnoty koncentrace a její vzdálenosti. Ve vzdálenosti 406 m od místa úniku hrozí (do 60 minut), že dojde k závažným následkům, včetně smrti obyvatel, ve

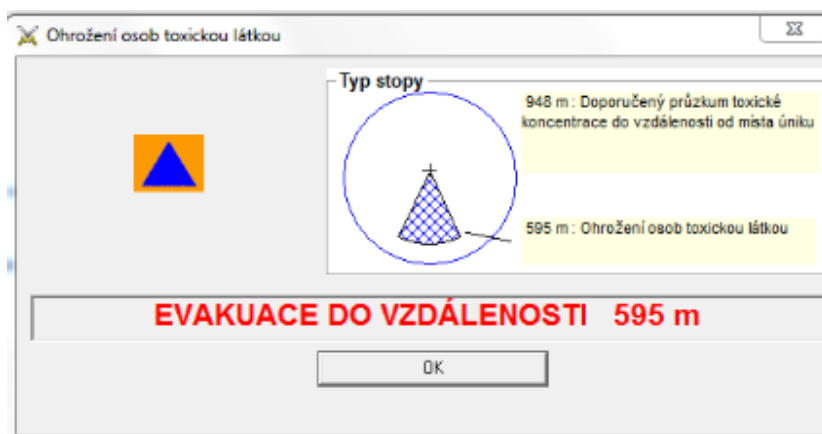
vzdálenosti 1 200 m dojde (do 60 min) k závažným zdravotním následkům a snížené schopnosti úniku (do 60 min) a ve vzdálenosti 2 200 m (do 60 min) k určitému podráždění či k mírnějším účinkům netrvalého charakteru (Obr. č. 11, Obr. č. 12).

Tab. č. 9 - Přehled výsledků modelování

Látka	Typ úniku	Délka uvolnění [minut]	Rychlost úniku [kg/min]	Průměr kaluže nebo ohnivé koule [metr]	Zóny ohrožení [m]		
					Červená	Oranžová	Žlutá
chlór	PUFF (nehoří)	6	15,1	NL uniká ve formě plyn-aerosol	406	1 200	2 200

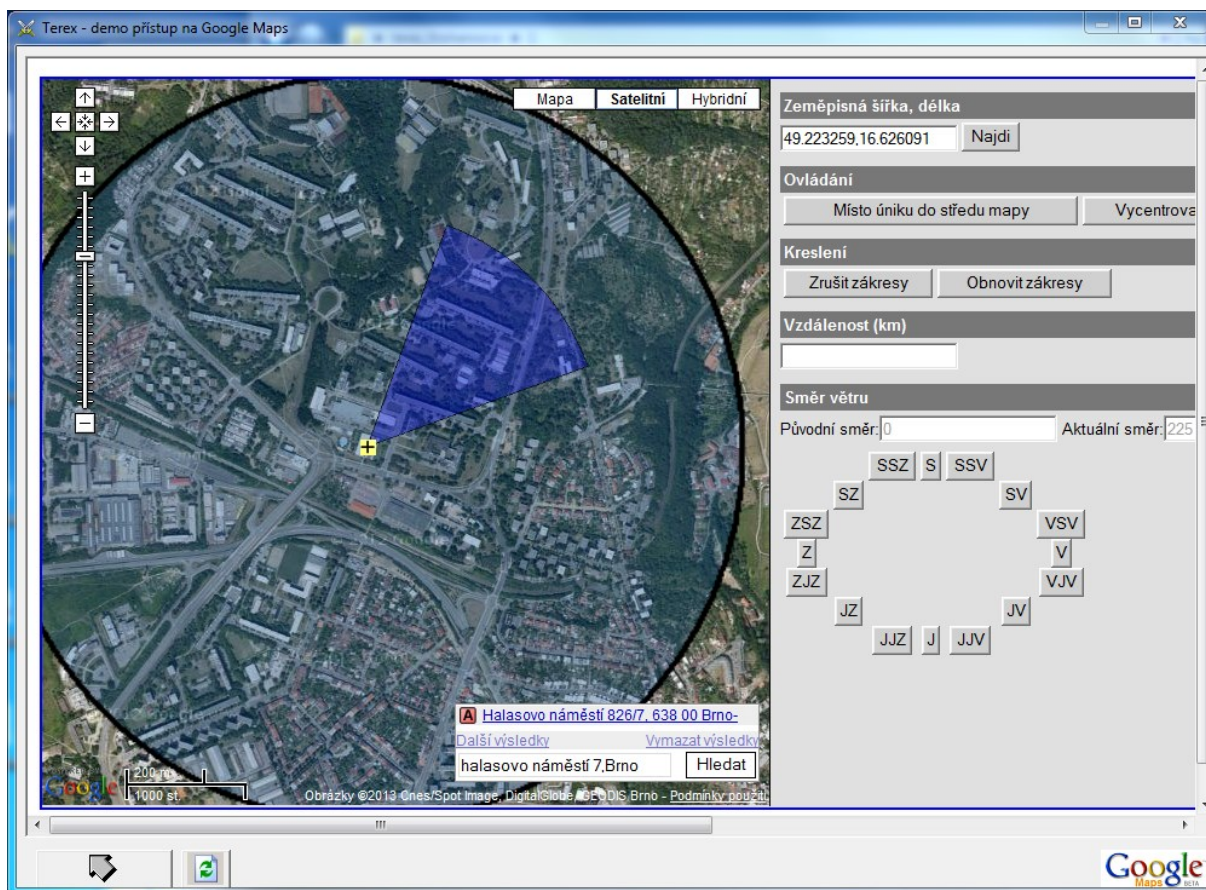
### 5.6.3 SW TerEx

Při otevření úvodní stránky SW jsem vybrala ze seznamu látek chlór jako kapalný plyn. V návaznosti na výběr NL jsem vybrala havarijní model úniku PUFF (jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku). Následně jsem doplnila do tabulky společné vstupní parametry (Příloha 3). Po zadání úkonu k výpočtu jsem obdržela výsledky, kdy je nutné evakuovat obyvatelstvo do vzdálenosti 595 m od místa úniku a provést průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 948 m (Obr. č. 13).



Obr. č. 13 – Výsledné ohrožení osob chlórem

Výsledky byly převedeny do mapového zpracování pro konkrétní představu zasaženého území, kdy místo pro evakuace osob je znázorněno tmavě modrou výsečí a doporučený průzkum toxické koncentrace kružnicí (Obr. č. 14).



Obr. č. 14 – Grafické znázornění výsledků modelace

#### 5.6.4 SW Rozex Alarm

Při modelování v SW Rozexu Alarm byl postup obdobný jako u modelování v TerExu. Nejdříve byla vybrána NL a následně zvolen havarijní model úniku. Byly opět voleny společné vstupní parametry a dále vybrána i volba koncentrace toxicity. Zvolila jsem tu nejhorší variantu, a tedy 50% úmrtnosti do 5-10 min po expozici (Příloha 4). Výsledkem maximálního dosah oblaku je 270 m od místa úniku a vytvoření oblaku za 1,5 minuty (Obr. č. 15).



**Výpočet** 1. Jednorázový únik toxické látky - neutrální plyn

**ZVOLENÁ NEBEZPEČNÁ LÁTKA:**  
chlór (Zkapalněný plyn)

**ZADÁNÍ:**

Teplota látky (°C)	20
Hmotnost uniklé látky (kg)	50
Rychlost větru (m/s)	3
Typ atmosférické stálosti	F - Středně stabilní podmínky Přehled atmosférických stálostí
Typ Povrchu pro šíření oblaku	Obytná plocha s nízkými budovami

Volba toxické koncentrace

50% mortalita pro expozici 5-10 minut, zraňující při okamžité expozici **0,00297 kg/m3, 1000 ppm**

IDLH - expozice 30 minut bez trvalých změn na organismus **0,000089 kg/m3, 30 ppm**

Koncentrace definovaná uživatelem:  kg/m3

Koncentrace definovaná uživatelem:  ppm

Vypočítat Mapa

**VÝSLEDKY VÝPOČTU**

Maximální dosah oblaku:	270 [m]
Doba tvorby oblaku:	1,5 [min]

**DATUM A ČAS VÝPOČTU**

13.4.2013 3:52:23
-------------------

Obr. č. 15 – Výstup modelování v programu SW Rozex Alarm

### 5.6.5 Metoda IAEA-TECDOC-727

Postup metody je uveden ve formě klasifikačního listu pro zdroj rizika č. 1 (Obr. č. 16). Bohužel pro malé množství pro tuto metodu bylo zvoleno nejnižší možné množství dle tabulek (0,2–1 t). Výsledek metody je zobrazen v matici rizik (Obr. č. 17). Čtvereček s popisem chlór charakterizuje míru rizika pro ohrožené osoby. Při úniku bude zasažena plocha o poloměru 100 m od místa vzniku (Tab. č. 10). Chlór představuje pro TJ Teslu riziko, které v rámci výsledků spadá do oblasti, kde by se mělo riziko výskytu snížit. Celkovým výsledkem mohu konstatovat, že se v objektu nenachází žádný zdroj rizika s nepřijatelným rizikem (Obr. č. 17). Pro stanovení byly použity dané tabulky a informace z příručky.

**Objekt:** TJ Tesla, Halasovo nám. 7, Brno

**Zdroj č. 1:** tlaková láhev se zkapalněným chlórem, **obsah tlakové láhve:** 50 kg

**a) Stanovení ztrát**

Z přílohy č. I příručky IAEA-TECDOC-727

Tabulka II a Tabulka IV(a) chlór (látka) typová havárie: referenční č. **32**

Tabulka IV(a): od 0,2 do 1 tuny: kategorie následků: **CII**  
Tabulka V: C – znamená maximální dosah účinků na vzdálenost: **100 m**  
II – znamená kruhový nesymetrický tvar zasažené oblasti  
zasažená oblast A: **1,5 ha**

Protože mám jenom přibližné informace o zaměstnancích areálu a obyvatel okolí použiji pro odhad korekčních faktorů

Tabulka VI: kvalifikovaný odhad hustoty obyvatelstva **d = 150 os. /ha**

Tabulka VII: korekční faktor zohledňující rozložení  
obyvatelstva v zasažené oblasti: **f<sub>A</sub> = 1**  
(jedná se o ovlivněnou oblast kategorie II)  
plocha obydlené části představuje 100% oblasti  
(kruh o poloměru 100 m)

Tabulka VIII zeslabující faktor – možnost varování  
pro referenční číslo 32 lze aplikovat: **f<sub>m</sub> = 0,1**  
(toxické plyny, reference 32)

**Odhad ztrát :**  $N_{FAT} = A \cdot d \cdot f_A \cdot f_m = 1,5 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 0,1 = 22,5$  obyvatel

**b) Stanovení frekvence výskytu:**

Tabulka IX: základní pravděpodobnostní číslo pro skladování: **N\*<sub>i,s</sub> = 6**

Tabulka X (a): odhad frekvence přečerpávání látky  
podle spotřeby: asi 500-2000 **n<sub>1</sub> = -2**  
(vypotřebují 1 láhev za měsíc = 50\*12 = 600 kg/rok)

Tabulka XI: korekce na hořlavost plynů **n<sub>f</sub> = 0**  
(nehořlavý plyn)

Tabulka XII: korekce na organizační zajištění bezpečnosti **n<sub>o</sub> = 1**  
(nadprůměrné provozní praktiky a zkušenosti - již několik let zařízení provozován, probíhají revize, zpracovaná dokumentace)

Tabulka XIII: korekce na směr větru pro tvar II zasažené oblasti **n<sub>p</sub> = 0**

**Odhad frekvence výskytu události (z tabulky XIV):**

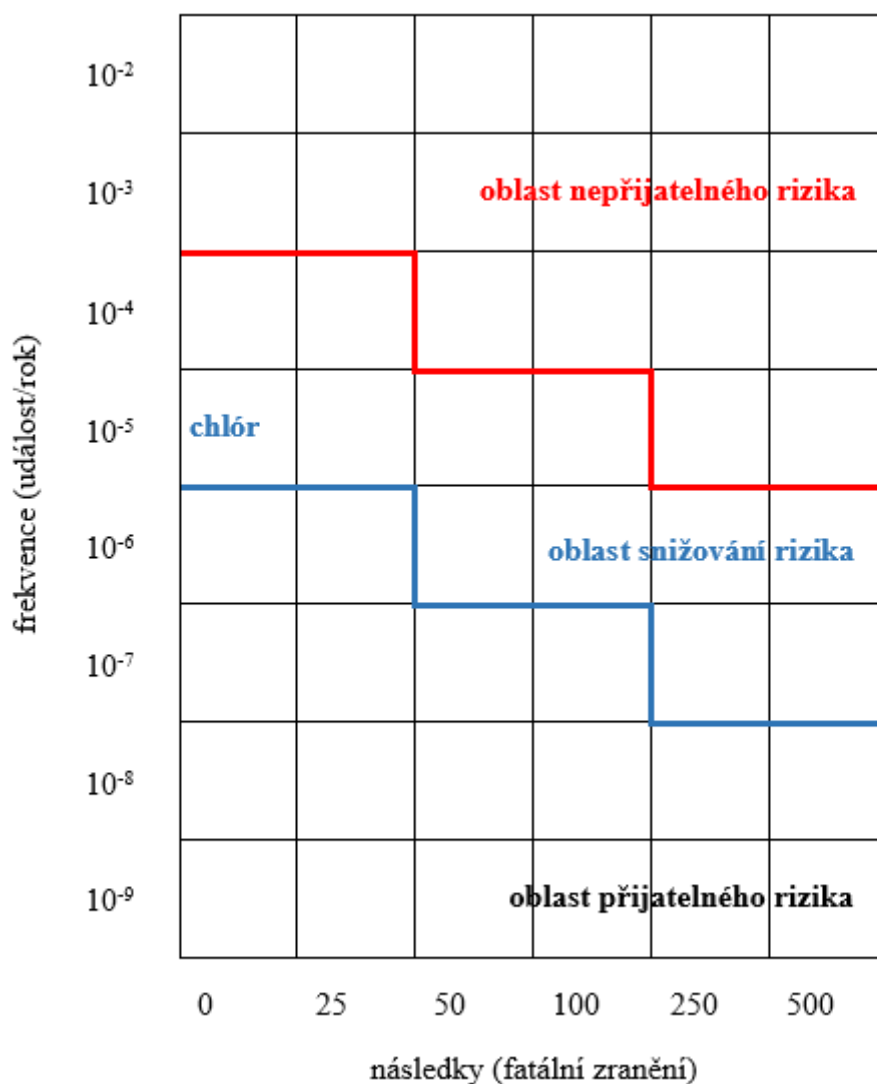
$N_{i,s} = N^*_{i,s} + n_1 + n_f + n_o + n_p = 6 + (-2) + 0 + 1 + 0 = 5,$

což představuje hodnotu frekvence **1·10<sup>-5</sup> případu/rok.**



Tab. č. 10 – Výsledek hodnocení rizika metodou IAEA-TECDOC-727

Číslo zdroje	Název látky	Množství látky [t]	Vzdálenost účinků [m]	Počet ohrožených obyvatel	Četnost událost [případu/rok]
1	chlór – tlaková láhev	0,05	100	22,5	$1 \cdot 10^{-5}$



Obr. č. 17 – Výsledná matice metody IAEA-TECDOC-727

## 5.7 DÍLČÍ ZÁVĚR

Vyhodnocení scénáře havárie, které bylo cílem této kapitoly, bylo provedeno pomocí několika 5 metod. Využila jsem seznamu v publikaci Registr NL, tři modelovací SW nástroje (ALOHA, TerEx, Rozex Alarm) a jednoduchou screeningovou metodu IAEA-TECDOC-727. Volila jsem různé možnosti metod proto, abych při jejich komparaci výsledků zjistila

nejpravděpodobnější dosah do okolí, na základě, kterého bych stanovila zónu ohrožení. Výsledky jsou v rozmezí od 100 – 595 m od místa úniku NL (Tab. č. 11). Jelikož jsou výsledky SW relativní a mají sloužit především pro představu záchranným složkám (rychlý odhad v okamžiku úniku NL), jak daleko je nutné provedení ochranných opatření v případě, že není zpracovaný „Plán opatření“. Výchozím odhadem zóny ohrožení pro vytvoření konkrétního plánu jsem zvolila 100 m. A to z důvodu, že tato hodnota vyšla ve dvou metodách, které nebyly softwarového formátu. Dalším důvodem bylo poskytnutí informace, že HZS JmK již má zpracovaný „Plán opatření“ pro objekt TJ Tesla, kde stanovili také zónu ohrožení 100 m, a to z toho důvodu, že při úniku objemu jedné láhve by neměl dle jejich zkušeností a znalostí dosáhnout většího rozšíření do jejich příjezdu a následné jeho lokalizaci. „Plán opatření při vzniku MU“ s únikem chlóru bude vytvořen na základě odhadu zpracovaný v této kapitole.

*Tab. č. 11 – Komparace výsledků použitých metod a SW nástrojů vzhledem dosahu účinků*

<b>Metoda</b>		<b>Registr NL</b>	<b>ALOHA</b>	<b>TerEx</b>	<b>ROZEX</b>	<b>IAEA-TECDOC-727</b>
	Jednotka					
Max. poloměr zasažené plochy	[m]	<b>100</b>	406	595	270	<b>100</b>

## **6 PLÁN OPATŘENÍ PRO PŘÍPAD VZNIKU MU V PROSTORU PLAVECKÉHO STADIONU TJ TESLA, HALASOVO NÁMĚSTÍ, BRNO**

Zpracovatel:

Bc. Lenka Frišhansová

Plán opatření projednán se:

<b>Statutární zástupce vlastníka - provozovatelem</b>		<b>Starostou MČ Brno-sever</b>	
Datum	9. 5. 2013	Datum	9. 5. 2013
Jméno	Petr Kovařík	Jméno	Ing. Bc. Sabina Tomíšková
Podpis		Podpis	

# OBSAH

ÚVOD .....	68
A. INFORMATIVNÍ ČÁST .....	68
A1. Charakteristika zdroje ohrožení .....	68
A2. Charakteristika ohrožující látky .....	69
A2.1 Identifikace látky .....	69
A2.2 Charakteristika ohrožení .....	69
A2.3 Klasifikace .....	70
A2.4 Fyzikální a chemické vlastnosti .....	71
A2.5 Osobní ochranné prostředky .....	71
A2.6 Pokyny pro první pomoc při zasažení .....	71
A2.7 Neodkladná opatření .....	72
A2.8 Asanace .....	72
A3. Zóna ohrožení a její charakteristika a popis infrastruktury .....	72
A3.1 Geografická charakteristika .....	72
A3.2 Demografická charakteristika .....	73
A3.3 Klimatická charakteristika .....	73
A3.4 Popis infrastruktury .....	73
B. OPERATIVNÍ ČÁST .....	74
B1. Vyrozumění .....	74
B2. Varování .....	74
B3. Individuální ochrana .....	75
B4. Ukrytí .....	76
B5. Evakuace .....	77
B6. Zdravotnické zabezpečení .....	80

B7. Pořádkové zabezpečení.....	80
B8. Monitorování a označování nebezpečné oblasti.....	80
B9. Dekontaminace.....	80
B10. Telefonní seznam.....	81
C. GRAFICKÁ ČÁST.....	82
Obsah.....	82
C1. Výřez mapy s označením zón ohrožení.....	83
C2. Zóna ohrožení – převládající vítr.....	84
C3. Zóna ohrožení – nejhorší varianta.....	85
C4. Sirény v dosahu MU.....	86
C5. Pořádkové zabezpečení.....	87
C6. Evakuační trasy a místa nouzového ubytování.....	88
D. Přílohy.....	89
D1. Schéma vyrozumění.....	90
D2. Postup pro KŠ ÚMČ při řešení MU.....	91
D3. Postup pro provozovatele při řešení MU.....	92
D4. Postup pro ohrožený subjekt v zóně ohrožení.....	93
D5. Informace pro obyvatelstvo ohrožené MU.....	94

# ÚVOD

Plán opatření pro případ vzniku MU v prostoru plaveckého stadionu TJ Tesla na Halasově nám. 7 v Brně je součástí „Plánu odezvy orgánů MČ Brno-sever na vznik MU“.

Je to dokument, který řeší opatření při ohrožení obyvatelstva v okolí objektu s NCHL. Zároveň stanoví základní opatření k ochraně obyvatelstva a postupy při jejich realizaci.

Tento dokument je určen pro starostku MČ Brno-sever a její krizový štáb a management objektu TJ Tesla.

## A. INFORMATIVNÍ ČÁST

### A1. CHARAKTERISTIKA ZDROJE OHROŽENÍ

Ohrožující objekt	
Název	Plavecký stadion TJ TESLA Brno
Adresa	Halasovo nám. 7, 638 00 Brno
Vlastník	Občanské sdružení TJ TESLA Brno, IČO 00214086
Statutární zástupce provozovatele	Petr Kovařík

Ohrožující látka			
Druh	Množství [kg]	Poloměr zóny ohrožení	Předpokládaný počet ohrožených obyv.
chlór	tlakové lahve 4 x 50 kg (jedna v provozu)	100 m	přímo na stadionu: 600 v zóně ohrožení: *

\* počet ohrožených osob: bez ohledu na vítr, s ohledem na převládající vítr a nejhorší variantu

Tab. č. 12 – Počet ohrožených obyvatel podle směru šíření oblaku chlóru

Objekt	Směr větru							
	S	V	J	Z	SV	JV	JZ	SZ
TJTESLA Brno	147	0	207	238	67	175	238	0

Chlór je nedílnou součástí procesu činnosti objektu a jeho zásoby jsou umístěny ve chlorovně. Chlorovna je místnost hermeticky utěsněná ocelovými dveřmi, umístěna ve druhém podzemním podlaží směrem k silnici Okružní. V chlorovně se nachází zabudované odvětrávací zařízení, které by v případě úniku bylo automaticky zapnuto a odvádělo by unikající látku mimo objekt na střechu budovy. Na střeše budovy by se následně toxický chlór

mísil se vzduchem, a tím by docházelo ke snížení jeho koncentrace. Předpokládá se, že v případě úniku celého objemu láhve by koncentrace při naředění se vzduchem neměla být pro ohrožené obyvatelstvo smrtelná (koncentrace chloru je při úniku do volného prostoru do 0,5% ). Chlorovna je zabezpečena čidly, které signalizují únik chlóru. V prostoru se nachází 4 tlakové láhve zabezpečeny řetízkem a ocelovými úchyty proti uvolnění. V provozu je pouze jedna z nich, která je připevněna k chlorovacím zařízení. Obsluha zařízení včetně dozoru je nepřetržitá a strojníci jsou vybaveni ochrannými pomůckami (ochrannými dýchacími maskami a dýchacími přístroji). V objektu je zpracován místní provozní řád pro činnost zařízení používající chlór.

<b>Spojení na kontaktní osoby</b>			
Funkce	Příjmení, jméno, titul	Telefon	
		Pracoviště	Mobil
Výkonný ředitel	Petr Kovařík	545 222 672	776 xxx xxx
Vedoucí strojník		545 222 601	608 xxx xxx

## **A2. CHARAKTERISTIKA OHROŽUJÍCÍ LÁTKY**

### **A2.1 Identifikace látky**

Chlór ( $\text{Cl}_2$ ) ve formě zkapalněného plynu, plněný v tlakových lahvích.

Nehořlavý, vysoce toxický, leptavý, zelenožlutý, se štiplavě silným zápachem, těžší než vzduch, šíří se při zemi. Se vzdušnou vlhkostí vytváří leptavé mlhy. Způsobuje těžké poškození očí a kůže. Vdechování způsobuje těžkou až smrtelnou otravu.

### **A2.2 Charakteristika ohrožení**

Subjektivní příznaky	Vizuální příznaky	Doba působení [min]	Koncentrace [ppm]
Vnímání čichem	/	0,1	od 0,5 do 2
Dráždění očí a dýchacích cest	/	2-5	od 1
Tlak a bolest na hrudi, hlavy, slabost, nevolnost	Zarudnutí spojivek, kašel, slzení	5-10	2
Pocit dušnosti a dušení	Otok nosohltanu, spojivek, rychlé povrchní dýchání, dušnost	15	4

Subjektivní příznaky	Vizuální příznaky	Doba působení [min]	Koncentrace [ppm]
Dušení, nevolnost a rozčílení	Zrychlení a slábnutí tepu, zvracení, průjmy	5	5
	Kašel, chraptot	0,1	6
	Křečovité dýchání, zmodrání, nekoordinované pohyby, otok plic	2-3	20
	Akutní emfyzén plic, křeče	30	30
	Akutní otok plic	15	50
	Bezvědomí	1	100

Při uvolňování plynu se tvoří velké množství studené mlhy těžší než vzduch, leptavé a výbušné směsi se vzduchem. Je 2,5 krát těžší než vzduch. Způsobuje kontaminaci terénu i vod. Ve vodách se rozpouští a i při velkém zředění vytváří leptavé směsi, nad kterými se uvolňují nebezpečné páry. Může poškodit faunu i flóru.

### A2.3 Klasifikace

<b>Nebezpečí</b>	T (toxická), Xi (dráždivá), N (nebezpečná pro životní prostředí)
<b>R - věty</b>	
R 23/24/25	Toxický při vdechování, styku s pokožkou, spolknutí.
R 26/27/28	Velmi toxická při vdechování, styku s pokožkou, spolknutí.
R 29/30/31/32	Ve styku s vodou a kyselinami vyvíjí toxický plyn, může být hořlavá.
R 33/34	Nebezpečí kumulativních účinků, způsobuje poleptání.
R 35/36/37/38	Způsobuje popáleniny, dráždí oči, dýchací cesty a pokožku.
<b>S – věty</b>	
S 9	Uchovávejte obal na dobře větraném místě.
S 16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – Zákaz kouření
S 26	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
S 36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.
S 45	V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc.



## A2.4 Fyzikální a chemické vlastnosti

Skupenství (při 20 °C)	plynné, zkapalněný pod tlakem
Barva	žlutozelená
Zápach (vůně)	pronikavý, štiplavý
Teplota tání (°C)	-101
Teplota varu (°C)	-34
Hořlavost	nehořlavý
Tenze par (při 20 °C)	6,8 bar
Hustota (při 20 °C)	relativní (vzduch=1):2,5
Rozpustnost (při 20 °C)	ve vodě: 8620 mg/l (cca 1 % roztok chlorové vody)
Typ filtru dle ČSN EN 141	B

## A2.5 Osobní ochranné prostředky

**Ochrana dýchacích orgánů:** při nižších koncentracích ochranná maska s filtrem proti organickým parám, při vyšších koncentracích izolační dýchací přístroj.

**Ochrana očí:** při manipulaci s látkou použít ochranné brýle/ obličejový štít.

**Ochrana rukou:** kožené rukavice.

**Ochrana kůže:** ochranný oděv a obuv.

## A2.6 Pokyny pro první pomoc při zasažení

**Všeobecné:** Postiženého dopravit za pomoci nezávislého dýchacího přístroje na čerstvý vzduch. Udržovat v klidu a teple. V případě zástavy provést umělé dýchání (ne tlakem na hrudník, zabezpečení klidu a tepla, aplikace kyslíku jen v přítomnosti lékaře).

**Při nadýchání:** použít proti dráždivému kašli kodein. Při podráždění dýchacích cest dát vdechovat každých 10 min. 5 vstříků aerosolového dávkovače s dexamethasonem (Auxison) do vymizení potíží. Při bezvědomí zajistit základní životní funkce, uložit do stabilizované polohy.

**Při styku s kůží:** znečištěný oděv odstranit, zasažený povrch kůže omývat 15 min. vodou.

**Při zasažení očí:** důkladně vypláchnout spojivkový vak vodou nejméně po dobu 15 minut nebo 3 % roztokem jedlé sody.

## A2.7 Neodkladná opatření

1. Vyrozumění orgánů o vzniku MU
2. Varování ohroženého obyvatelstva
3. Opuštění nebezpečného prostoru
4. Zastavení (omezení) dalšího úniku nebezpečné látky

## A2.8 Asanace

**Budovy a venkovní zařízení:** omývat tříštivým proudem vody

**Vnitřní prostory budov:** intenzivně větrat.

Nádobu s unikajícím chlorem umístit na bezpečné venkovní místo nebo do prostoru s tlakovým větráním. Přes vhodný regulační ventil s odlučovačem a dlouhou hadicí vypouštět pomalu plyn do odpovídajícího množství 15% vodného roztoku hydroxidu sodného nebo jiného alkalického roztoku. Následně uzavřít ventil u původní nádoby a vzniklý roztok soli odvézt na příslušné místo k neutralizaci specializovanou firmou.

## A3. ZÓNA OHROŽENÍ A JEJÍ CHARAKTERISTIKA A POPIS INFRASTRUKTURY

Plavecký stadion TJ TESLA je situován v centru MČ Brno-sever mezi ulicemi Okružní a Halasovo náměstí v blízkosti obytných vícepodlažních domů a objektů občanské vybavenosti.

### A3.1 Geografická charakteristika

Oblast	Popis
Plocha k.ú. Lesná	2,68 km <sup>2</sup>
Plocha zóny ohrožení	0,0315 km <sup>2</sup>
Reliéf k.ú. Lesná	Obytná čtvrť na mírném svahu s izolovanými dlouhými deskovými vícepodlažními domy. Mírné stoupání od jihu (237 m) na sever (351 m).
Reliéf zóny ohrožení	Ve směru východním a západním je rovina. Ve směru jižním se terén mírně svažuje. Ve směru severním terén mírně stoupá.
Vodstvo v k.ú. Lesná	Vodní toky se zde nenachází.

### A3.2 Demografická charakteristika

Oblast	Popis
Obyvatelstvo v MČ	16 536
Obyvatelstvo v zóně ohrožení	2 315
Hustota obyvatel v k.ú. na 1km <sup>2</sup> zastavěné plochy	6 170

### A3.3 Klimatická charakteristika

Katastrální území Lesná patří do teplé klimatické oblasti. Průměrná roční teplota je 9,4 až 9,5 °C. Souhrnný srážkový průměr v oblasti činí 580 mm. Převládající směr větru je severozápadní o rychlosti 2 až 4 m/s. V zimním období jsou příznivé podmínky pro vznik místních inverzí.

### A3.4 Popis infrastruktury

Oblast	Popis
Silniční síť	V blízkosti plaveckého stadionu se nachází páteřní komunikace Okružní a místní komunikace Halasovo nám. a Heleny Malířové. Při mimořádné situaci spojené s únikem chlóru se uzavřou ulice: třída tř. Generála Píky, Okružní, Heleny Malířové
Ohrožený objekt	Plavecký stadion TJ TESLA
Městská doprava	Tramvaje 9 a 11. Autobusy 44, 57 a 84.
Železniční síť	Nezasahuje do předpokládané zóny ohrožení.
Plynovody	Nezasahují do předpokládané zóny ohrožení.
Ropovody	Nezasahují do předpokládané zóny ohrožení.
Zásobování vodou	Předpokládaná zóna ohrožení je napojena na místní vodovod. Lze předpokládat při havárii objektu vniknutí chlóru do kanalizační sítě města Brna. BVaK Brno řeší podle havarijního plánu.

## B. OPERATIVNÍ ČÁST

### B1. VYROZUMĚNÍ

Statutární zástupce (provozovatel) je povinen při hrozbě nebo vzniku havárie na chlorovacím zařízení ohlásit neprodleně tuto skutečnost ohlásit:

- OPIS HZS JmK (které podle Příloha D1. vyrozumí další organizace)
- starostku MČ Brno-sever (veškeré potřebné telefonní kontakty jsou uvedeny v tabulce podkapitoly B10. Telefonní seznam).

### B2. VAROVÁNÍ

V případě vzniku MU s únikem chlóru budou obyvatelé a místní provozovatelé podniků a institucí varováni místními poplachovými sirénami (Tab. č. 13), grafické znázornění je uvedeno v příloze C4. Sirény v dosahu MU. Varování ohroženého obyvatelstva zabezpečí OPIS HZS JmK po převzetí informace o vzniku MU aktivací elektronických sirén s varovným signálem „Všeobecná výstraha“ v dosahu MU s kolísavým tónem po dobu 140 sekund a doplněný verbální informací „Chemická havárie“. Signál bude vyhlášován v intervalu 3 minut až 3krát.

Náhradní varování obyvatelstva je prostřednictvím PČR (obvodní oddělení Brno-sever) a Městské policie Brno (MP Brno-sever) pomocí rozhlasových vozů, a to konkrétně takto:

**Obvodní oddělení Brno-sever:** třída Generála Píky, Okružní.

**Městská policie Brno-sever:** Heleny Malířové, Nezvalova.

Ohrožené obyvatelstvo může být informováno prostřednictvím veřejnoprávní televizi a veřejnoprávním rozhlasem (televizní kanály ČT 1 a ČT 2, Český rozhlas Radiožurnál)

Tab. č. 13 – Přehled prvků varování (sirén v dosahu MU)

Adresa	Koncový prvek	Ovládání	Poznámka
Garáže, Loosova 1	elektronická siréna	dálkové i místní	mobil, rádio
Soběšická 149	elektronická siréna	dálkové i místní	mobil, rádio
Janouškova 2	elektronická siréna	dálkové i místní	mobil, rádio

## B2.1 Způsob předání tísňové informace

Obyvatelé v zóně ohrožení budou informováni prostřednictvím elektronických sirén, rozhlasových vozů Policie ČR, Městské policie Brno a hromadnými sdělovacími prostředky (rozhlas – Petrov a televize – Brno ČT 1 s využitím titulkovacího zařízení).

*Tab. č. 14 – Vzor verbální informace k signálu "Všeobecná výstraha - chemická havárie"*

### **! POZOZ, POZOR, VAROVNÉ HLÁŠENÍ, POZOR, POZOR !**

Občané ulic třída Generála Píky, Okružní, Heleny Malířové, Nezvalova věnujte prosím zvýšenou pozornost tomuto hlášení.

Z důvodů vzniku havárie na plaveckém stadionu TJ TESLA vás vyzýváme:

- pokud se nacházíte v uzavřených prostorách, nikam nevycházejte, uzavřete okna a dveře, vypněte ventilaci
- nacházíte-li se venku nebo v autě, urychleně vstupte do nejbližšího uzavřeného prostoru
- k ukrytí využijte prostory v domech na odvrácené straně od stadionu a nad úroveň terénu (vyšší patro)
- připravte si prostředky improvizované ochrany pro ochranu dýchacích cest, očí, těla
- vyčkejte dalších pokynů
- pokud se nacházíte v pizzerii La Gamba, supermarketu ALBERT a LIDL, velkoobchodně nábytku A JE TO, autoservisu Automédia, restauraci Salve, poliklinice Lesná, Komerční bance, obchodní pasáži Lesanka, realitní kanceláři Target, tiskárně CCB, IT firmě K-NET, prodejně autolaků Interaction, proveďte obdobná opatření.

**! OPAKUMEJE HLÁŠENÍ !**

## B3. INDIVIDUÁLNÍ OCHRANA

K individuální ochraně před účinky toxických látek využijí občané prostředky improvizované ochrany dýchacích cest, očí a povrchu těla v případě, kdy z technických nebo časových důvodů nebude možno zabezpečit evakuaci ohrožených osob nebo jejich účinné ukrytí.

Prostředky improvizované ochrany jsou jednoduché pomůcky, které si občané připravují svépomocí z dostupných prostředků v domácnosti. Omezeným způsobem nahrazují prostředky individuální ochrany. Tyto prostředky by měly být co nejméně propustné a co nejvíce odolné před účinky působení toxické látky. Pro tento typ MU zvolit prostředky na ochranu:

- hlavy – čepice, šály, šátky a přilby,
- obličeje a očí – látka na překrytí úst (např., kapesník, šátek), potápěčské nebo lyžařské brýle s utěsněnými otvory (případně nahradit igelitovým sáčkem),
- těla – dlouhé kabáty, kombinézy v kombinaci s pláštěnkami, vhodné utěsnit v pase, u krku, rukávů a nohavic,
- rukou a nohou – rukavice a vysoké boty.

Po příchodu z kontaminovaného území je vhodné svléknout veškerý oděv, který se zabalí do pytle a zajistí izolepou, osprchovat se a převléknout do čistého oděvu – ať už se jedná o příchod do improvizovaného úkrytu nebo evakuačního střediska.

#### **B4. UKRYTÍ**

Způsob a rozsah ukrytí záleží na několika podmínkách, a to na převážně na rozsahu MU a meteorologických podmínkách. Dalším určujícím faktorem pro realizaci ukrytí osob je především stanovení reakční doby od času varování, vzdálenost subjektu od místa havárie při (odhadnuté) rychlosti a stanoveném směru přízemního větru (Tab. č. 15).

*Tab. č. 15 – Faktorem pro realizaci ukrytí osob*

<b>Rychlost převládajícího větru [m/s]</b>	<b>Reakční doby od času varování [min]</b>	<b>Dosažená vzdálenost NL [m]</b>
1	1	60
2	1	120
3	1	180
4	1	240

K ukrytí osob v zóně ohrožení před toxickými účinky zplodin hoření se využijí ochranné vlastnosti budov.

## B4.1 Zásady pro ukrytí

- a) neopouštět budovy
- b) osoby nacházející se na ulicích využijí přirozených ochranných vlastností budov
- c) v budovách využít prostory na odvrácené straně od zdroje nebezpečí (uzavřít okna a dveře, vypnout ventilaci).

## B5. EVAKUACE

Provedení evakuace lze předpokládat pouze v předúnikové fázi havárie. Evakuační opatření by byla jen krátkodobá (max. do 24 hod.).

V podstatě by šlo o vyvedení osob z prostoru Halasova náměstí mimo zónu ohrožení na odvrácenou stranu od směru větru a to pěšky směrem severním do prostoru evakuačním střediskem I nebo směrem jižním do evakuačního střediska II. O evakuaci je obyvatelstvo informováno výzvou (Tab. č. 20). Po případném zdravotnickém vyšetření by občané opustili zónu ohrožení pomocí evakuační trasy (Tab. č. 19) nebo by využili místa nouzového ubytování (Tab. č. 21). V případě potřeby pro imobilní občany bude doprava zabezpečena DPMB a.s. na základě vyžádání krizového štábu MČ Brno-sever nebo OPIS JmK.

Evakuace v případě havárie (požár s únikem toxické látky ve zplodinách hoření) se mimo ohrožený prostor nepředpokládá. Informace ohledně evakuace a následného nouzového ubytování jsou k poskytnutí na informačních místech (Tab. č. 16).

Tab. č. 16 – Seznam informačních míst

Subjekt poskytující informaci	Adresa	Telefonní kontakt
Městská policie Brno-sever	Nováčkova 16	545 241 904, 545 241 905, 545 573 540
Oddělení ochrany obyvatelstva ÚMČ Brno-sever	Bratislavská 70	545 542 112, 606 875 536
MŠ Šrámkova (jen v případě vyhlášení evakuace)	Šrámkova 14	548 520 775
ZŠ Janouškova (jen v případě vyhlášení evakuace)	Janouškova 2	545 222 439

V případě, že bude prováděna evakuace v pracovní den v nejvíce frekventovaném čase (ve špičce) s ohledem na vítr při úniku obsahu 1 láhve 263 osob a při úniku obsahu 4 lahví 1 347 osob. Přehled ohrožených subjektů v zóně ohrožení bez ohledu na převládající vítr je uveden v seznamu (Tab. č. 17).

Tab. č. 17 – Seznam ohrožených objektů v zóně ohrožení

Subjekt	Název objektu	Adresa	Počet osob	
			1 láhev	4 láhve
Obytné budovy	Panelové domy	H. Malířové č. 10, 11, 12, 13, 14	0	376
		Halasovo nám. č. 2, 3, 4	238	946
	Rodinné domy	Halasovo nám. 9, 11, 13	25	25
Ostatní	Restaurace Salve	Halasovo nám. 5	32	32
	Poliklinika Lesná	Halasovo nám. 1	0	100
	Komerční banka	Halasovo nám. 2	7	7
	supermarket LIDL	Okružní 7	0	120
	Supermarket ALBERT	Halasovo nám. 5	150	150
	Velkoobchod A JE TO	Halasovo nám 6	0	20
	Obch. pas. Lesanka	Halasovo nám.	25	25
	Realit. kana. Target	Okružní 17	0	3
	Tiskárna CCB	Okružní 19a	0	50
	IT firma K-NET	Okružní 9a	7	7
	Pizzeria La Gamba	Okružní 9b	60	60
	Prodejna autolaků Interaction	Okružní 5	6	6
	Automedia Škoda	Okružní 5	0	30
<b>Celkem</b>			<b>550</b>	<b>1 957</b>

Tab. č. 18 – Přehled evakuačních středisek a jejich kapacit

Evakuační středisko	Kapacita	
	Ubytovací	Stravovací
MŠ Šrámkova (ES I)	200	–
ZŠ Janouškova (ES II)	300	–



Tab. č. 19 – Přehled evakuačních tras

Evakuační středisko	Evakuační trasa	Shromaždiště	Počet evakuovaných osob	
			1 láhve	4 láhve
<b>MŠ Šrámkova (ES I)</b>	Halasovo nám. – H. Malířové – Halasovo nám. – Nezvalova – Šrámkova	1 (okraj zóny ohrožení parkoviště na ul. Heleny Malířové)	452	1656
<b>ZŠ Janouškova (ES II)</b>	LIDL – lávka – Sládkova – Novotného – Fügnerova – Janouškova	2 (okraj zóny ohrožení parkoviště supermarketu LIDL)	98	301

Obyvatelstvo je o evakuaci informováno výzvou (Tab. č. 20).

Tab. č. 20 – Výzva pro evakuaci obyvatelstva ze zóny ohrožení

<p><b>! POZOR, POZOR, VAROVNÉ HLÁŠENÍ, POZOR, POZOR !</b></p> <p>Občané, věnujte prosím zvýšenou pozornost tomuto hlášení!</p> <p>Z důvodů nebezpečí vzniku havárie v prostoru TJ TESLA Halasovo nám. 7, vám nařizujeme okamžitě opustit prostory:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ulice Halasovo nám. a Heleny Malířové a to pěšky směrem severním do prostoru MŠ Šrámkova 14,</li> <li>• ulici Okružní směrem jižním pěšky do prostoru ZŠ Janouškova 2,</li> <li>• na těchto místech vám budou poskytnuty další informace.</li> </ul> <p><b>! OPAKUJEME HLÁŠENÍ !</b></p>
--

V případě nouzové ubytování, jsou zde vyhrazena místa nouzového ubytování (Tab. č. 21).

Tab. č. 21 – Přehled míst pro nouzové ubytování obyvatelstva

Ubytovací středisko	Adresa	Telefonní kontakt	Kapacita	
			Ubytovací	Stravovací
ZŠ Milénova (MNU I)	Milénova 14	548 422 944	300	–
ZŠ Janouškova (MNU II)	Janouškova 2	545 222 439	300	–

## **B6. ZDRAVOTNICKÉ ZABEZPEČENÍ**

V případě závažných zdravotnických potíží (zvracení, dušnost, omrzliny poleptání) **neprodleně volat** zdravotnickou záchrannou službu **na číslo 155**.

Další lékařské ošetření bude provedeno ve zdravotnických zařízeních dle traumatologických plánů podle požadavků zdravotnické záchranné služby.

## **B7. POŘÁDKOVÉ ZABEZPEČENÍ**

Bude zajišťováno silami a prostředky Policie ČR – MŘ Brno a Městské policie Brno. Celý prostor předpokládané zóny ohrožení bude uzavřen pro veškerou dopravu a nepovolane osoby (Tab. č. 22).

*Tab. č. 22 – Přehled uzávěr při zajištění pořádkového zabezpečení*

<b>Místo uzávěry</b>	<b>Zabezpečí</b>	<b>Poznámka</b>
Vjezd do ul. Heleny Malířové – z ul. Seifertova	MP Brno-sever	–
Kruhový objezd – výjezd na ul. Okružní	MP Brno-sever	–
Nájezd z ul. Křížíkova na ul. Tř. Gen. Píky	PČR	–
Okružní	PČR	východní směr

## **B8. MONITOROVÁNÍ A OZNAČOVÁNÍ NEBEZPEČNÉ OBLASTI**

Bude provedeno silami a prostředky HZS JmK. Kontrolní měření mimo zónu ohrožení provede Krajská hygienická stanice Brno.

## **B9. DEKONTAMINACE**

Dekontaminaci osob provede HZS JmK. Dekontaminaci komunikací a zeminy provedou Technické služby města Brna a HZS JmK.

Likvidační a následné práce převezmou a zabezpečí smluvně vázané specializované dekontaminační firmy uvedené v Havarijním plánu JmK.

## B10. TELEFONNÍ SEZNAM

Osoby a organizace	Telefon	Mobil	Poznámka
Primátor	542 xxx xxx	721 xxx xxx	
Odbor obrany MMB	542 xxx xxx	602 xxx xxx	
Policie ČR JmK			<b>158</b>
Policie ČR MŘ Brno	974 xxx xxx		
Policie ČR OO Brno-sever	974 xxx xxx		
MP Brno – spojovatelka	541 xxx xxx		<b>156</b>
MP Brno – sever	545 xxx xxx		
Ředitel HZS JmK		724 xxx xxx	<b>150, 112</b>
Operační důstojník KOPIS	950 xxx xxx	724 xxx xxx	
Velitel PS Lidická	950 xxx xxx	724 xxx xxx	
Ředitel ZZS			<b>155</b>
Vedoucí lékař ZZS	545 xxx xxx	602 xxx xxx	
Krajská hygienická stanice	545 211 221	724 xxx xxx	
BKOM – dispečink	543 424 421(2)		
BVK – dispečink	543 212 537		
DPMB – dispečink	543 174 410		
E. ON – poruchy	800 225 577		
JMP – poruchy	1239		
Technické sítě – dispečink	545 424 011		
Tepelné zásobování	543 239 350		
SAKO Brno		602 xxx xxx	Odpad zneč. životního prostředí
PANEL nestátní neziskové organizace JmK	vyžádá velitel zásahu nebo KOPIS JmK		

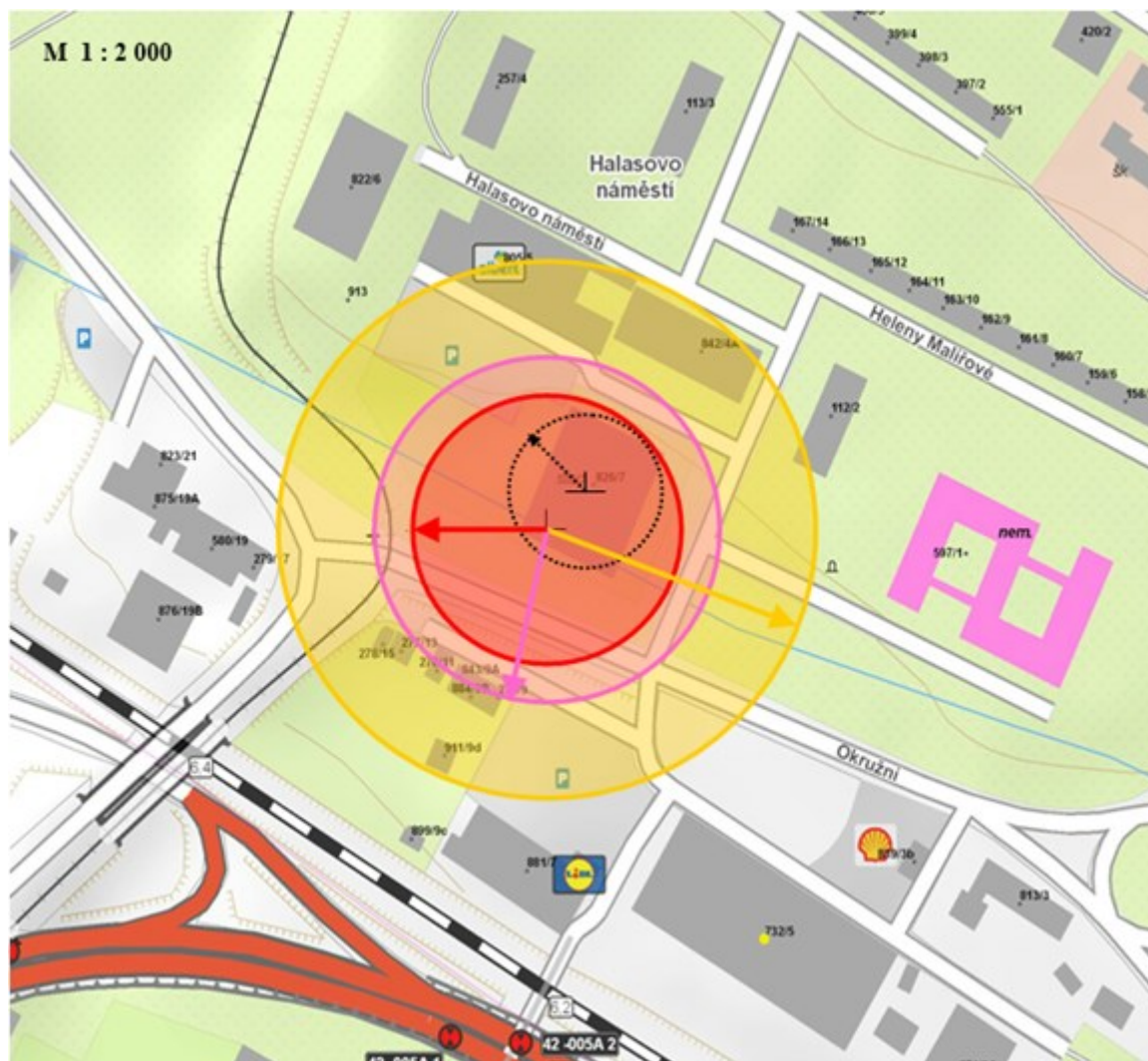
## C. GRAFICKÁ ČÁST

### OBSAH

C1.	Výřez mapy s vyznačením zóny ohrožení
C2.	Zóna ohrožení – převládající vítr
C3.	Zóna ohrožení - nejhorší varianta
C4.	Sirény v dosahu MU
C5.	Pořádkové zabezpečení
C6.	Evakuační trasy a místa nouzového ubytování

Poznámka: zóny ohrožení na směr větru S, J, V, Z, SV, JV, včetně počtu ohrožených obyvatel by mohly být pro potřebu KŠ zahrnuty jeho dokumentů v elektronické podobě.

## C1. VÝŘEZ MAPY S OZNAČENÍM ZÓN OHROŽENÍ



○ kružnice opsaná,  $r = 28 \text{ m}$

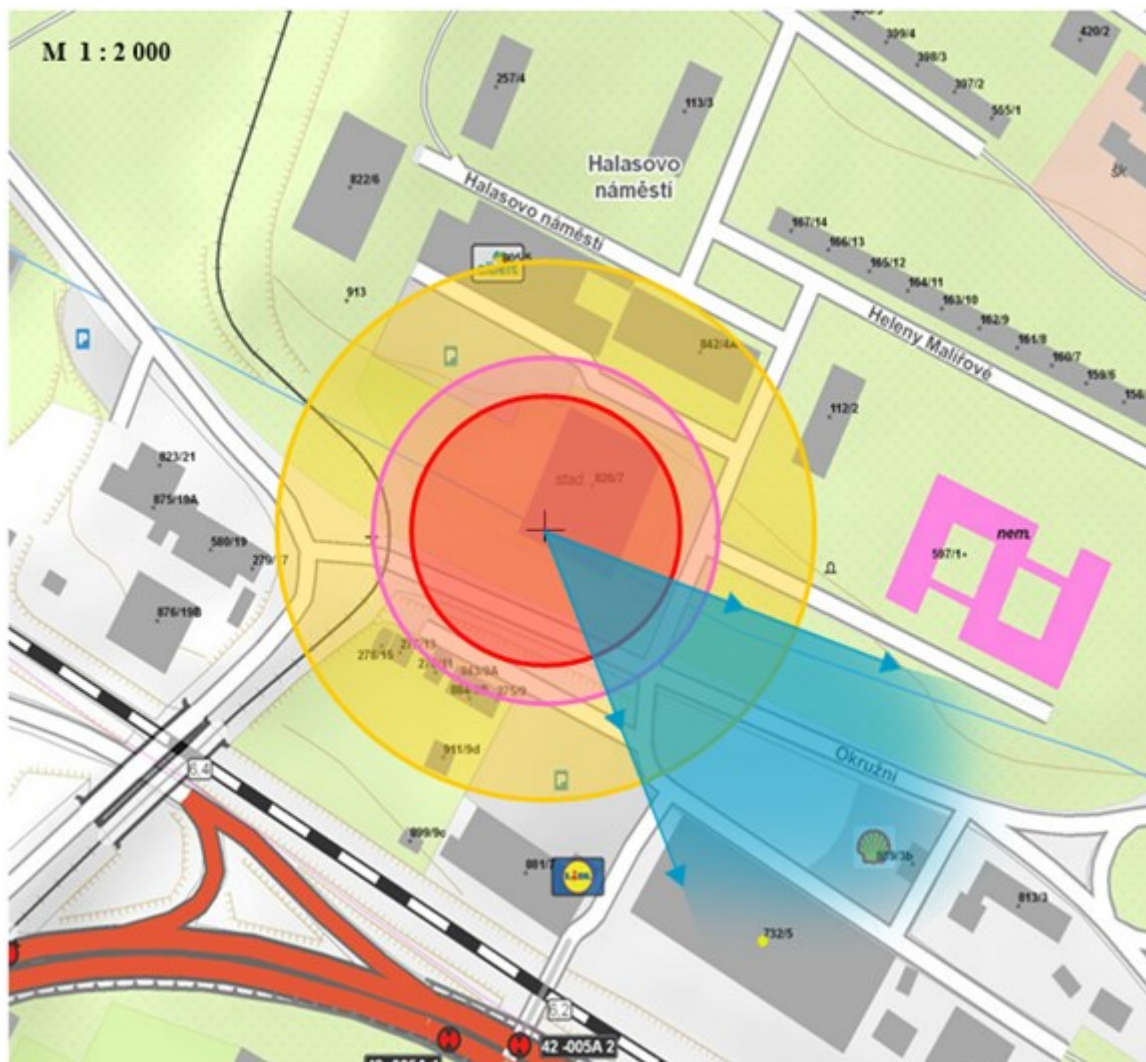
( $r < 1/5 r$  dle vyhlášky 103/2006 Sb.  
v případě úniku chlóru ze všech  
4 lahví – 200 kg – zóna ohrožení 200  
m)

● nebezpečná zóna ( $r = 50 \text{ m}$ )

● vnější zóna ( $r = 60 \text{ m}$ )

● zóna ohrožení ( $r = 100 \text{ m}$ )

## C2. ZÓNA OHROŽENÍ – PŘEVLÁDAJÍCÍ VÍTR



oblast šíření toxického Cl<sub>2</sub>

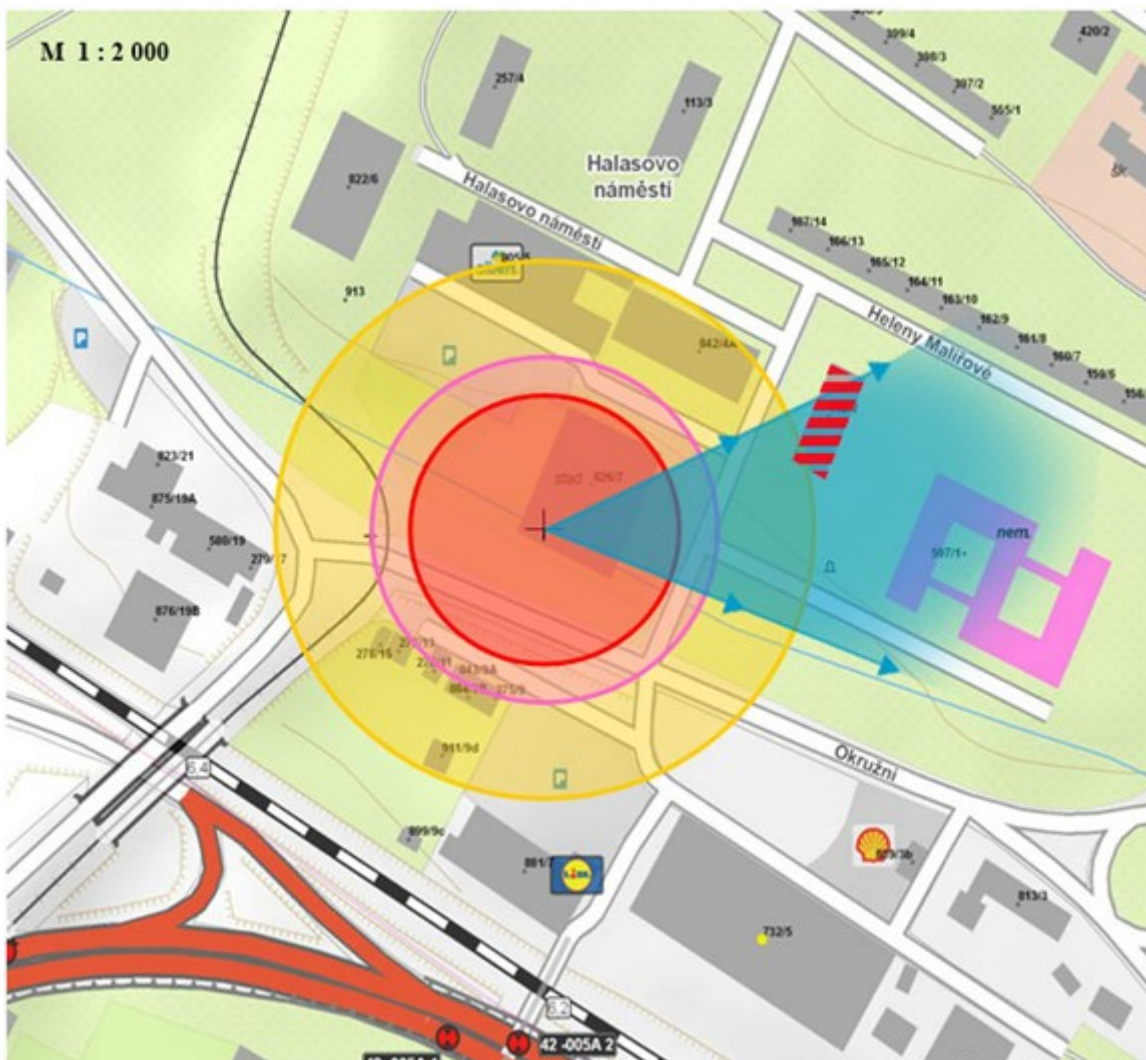
směr větru: SZ


rychlost větru: 2 – 4 m/s


počet ohrožených obyvatel: 0

zasažené ulice: Okružní 1, 3, 3a, 3b, 5

### C3. ZÓNA OHROŽENÍ – NEJHORŠÍ VARIANTA



 oblast šíření toxického Cl<sub>2</sub>

 ohrožený objekt

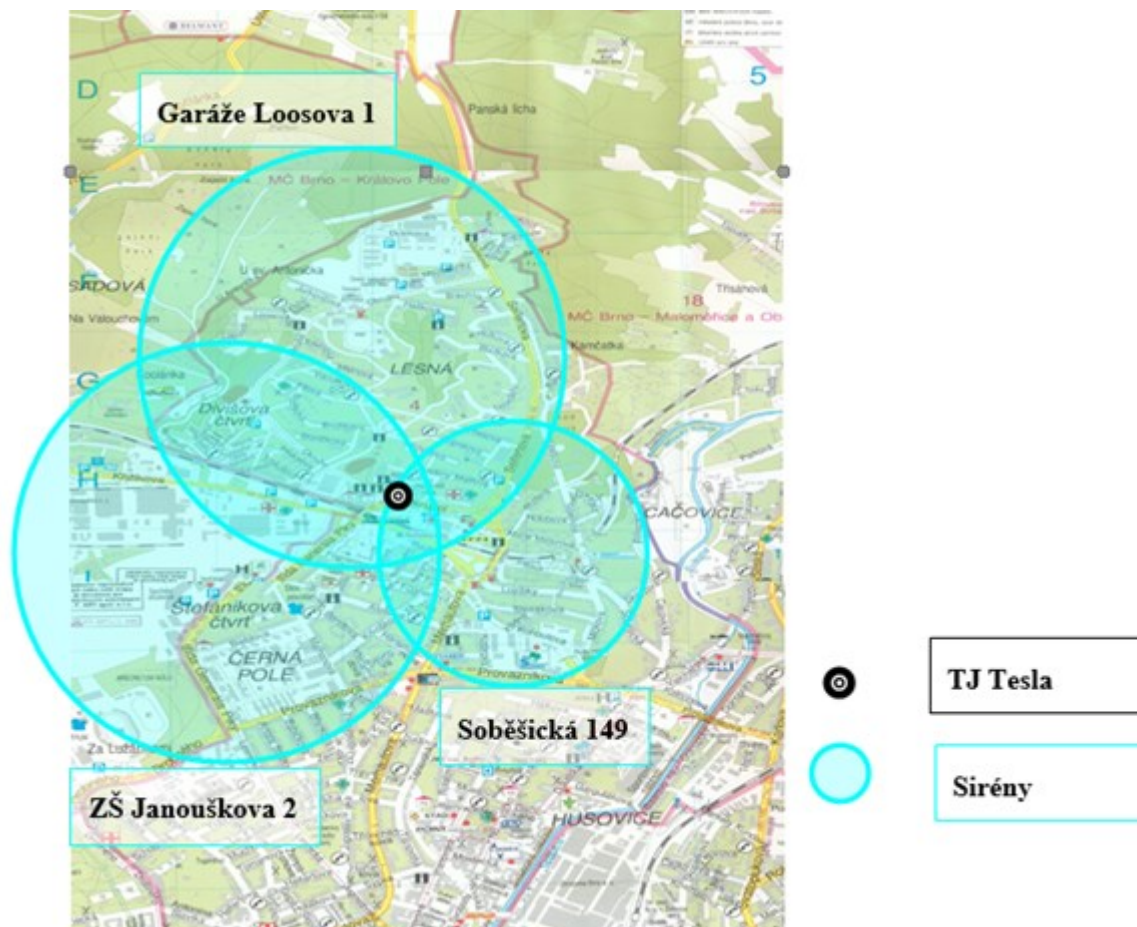
směr větru: JZ

rychlost větru: 3 m/s

počet ohrožených obyvatel: 238

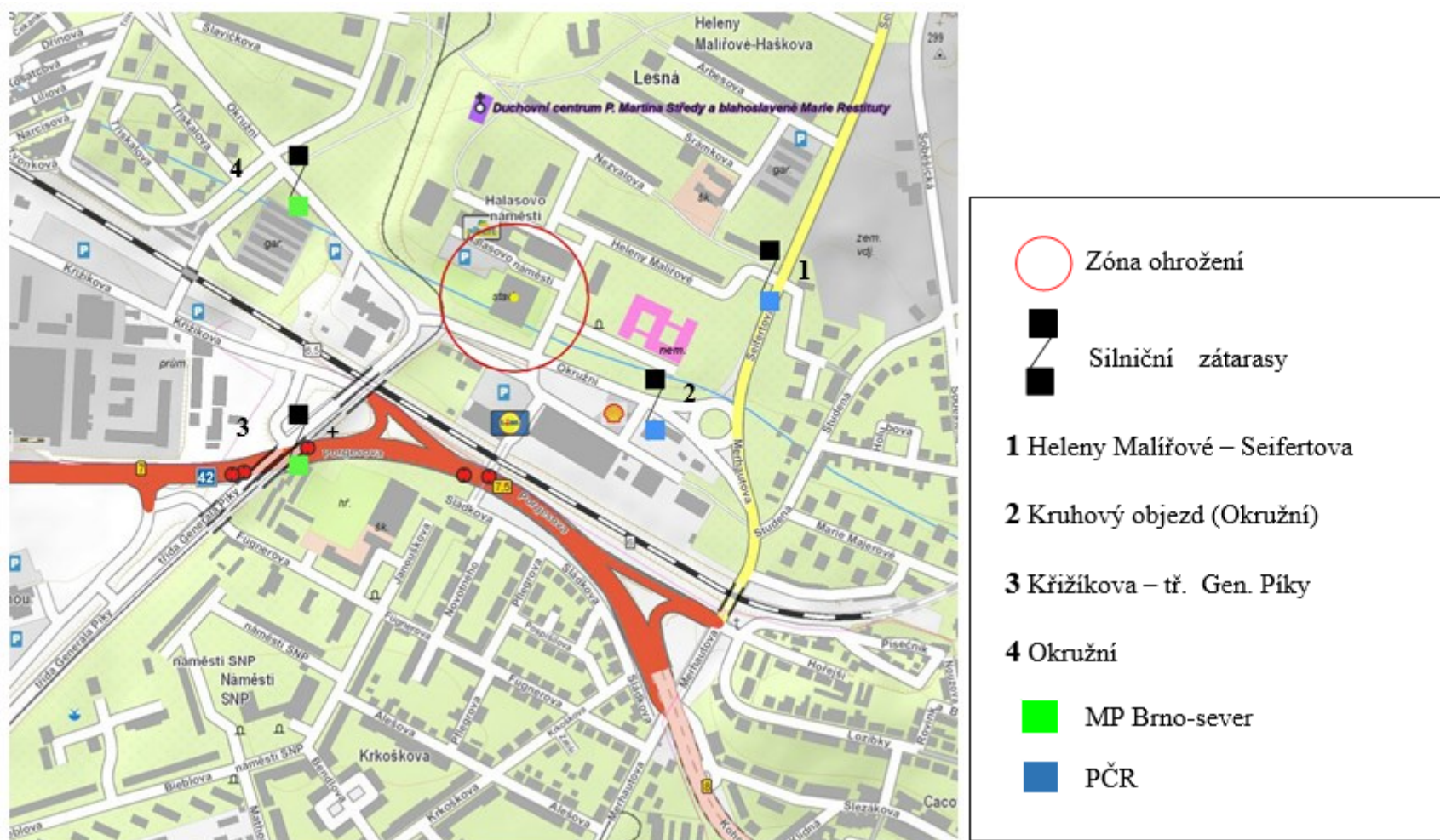
zasazené ulice: Halasovo náměstí 2, 4, 6

## C4. SIRÉNY V DOSAHU MU





## C5. POŘÁDKOVÉ ZABEZPEČENÍ



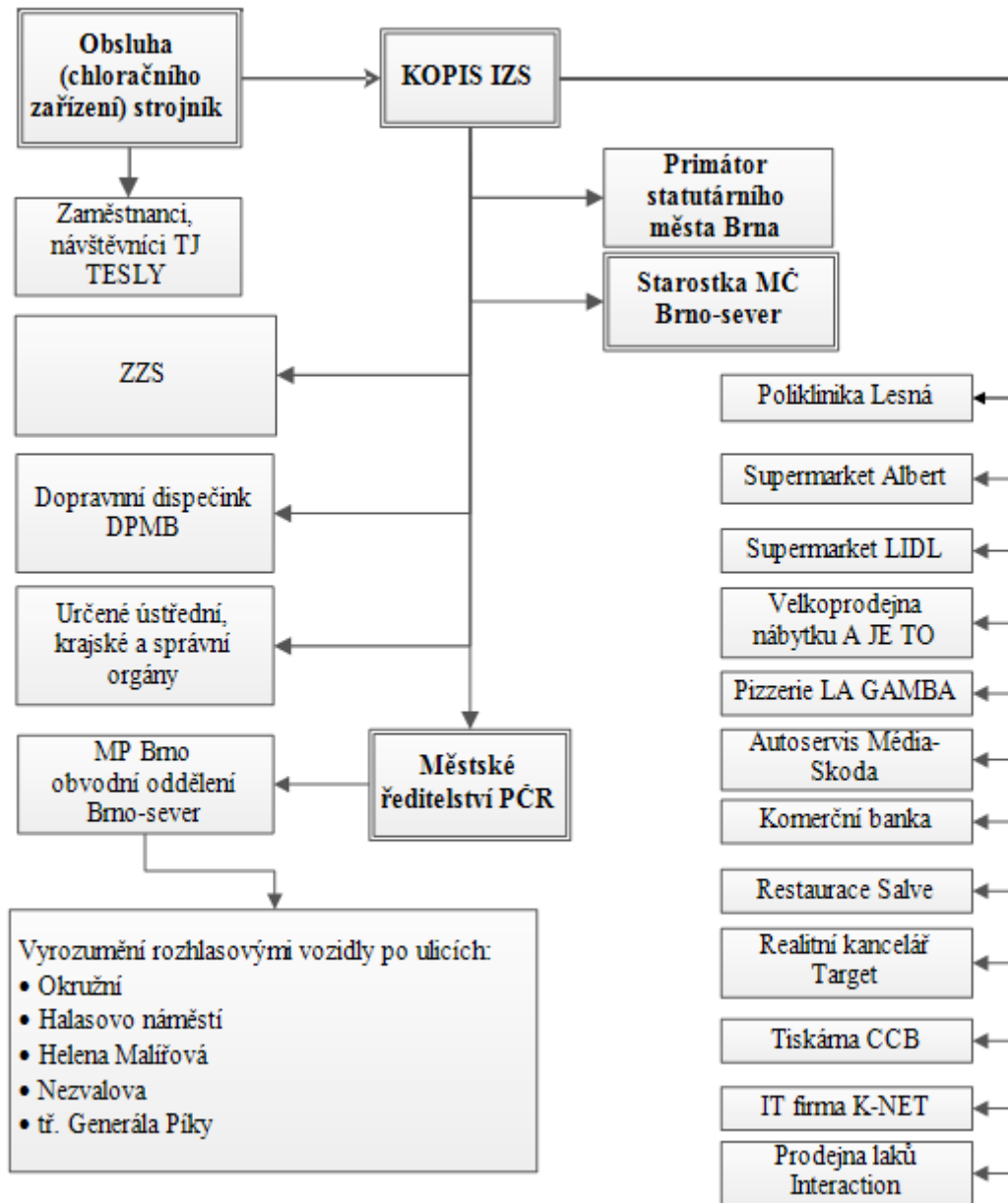
## C6. EVAKUAČNÍ TRASY A MÍSTA NOUZOVÉHO UBYTOVÁNÍ



## **D. PŘÍLOHY**

- D1. Schéma vyrozumění
- D2. Postup pro KŠ ÚMČ při řešení MU
- D3. Postup pro provozovatele při řešení MU
- D4. Postup pro ohrožený subjekt
- D5. Informace pro obyvatelstvo ohrožené MU

## D1. SCHÉMA VYROZUMĚNÍ



## D2. POSTUP PRO KŠ ÚMČ PŘI ŘEŠENÍ MU

Opatření	Fáze	Činnost	Kdo	Jak
Vyrozumění	1	Příjem ohlášení o MU	Starostka	Telefonicky
Varování	2	Ověřit vznik MU na KOPISu a požádat o spuštění sirén ( <b>garáže Loosova 1, Soběšická 149, ZŠ Janouškova 2</b> ), pokud již KOPIS nespustil	Starostka	Telefonicky na lince 150
Informování	3	Informovat obyvatele v zóně ohrožení o MU a upozornit na žádoucí chování	Určený člen KŠ	Verbální informací prostřednictvím elektronických sirén
			MP Brno-sever	Rozhlasová vozidla
			PČR OO Brno-sever	Rozhlasová vozidla
	4	Svolat krizový štáb	Starostka, tajemník KŠ	Telefonicky
	5	Poslech rádia a TV	Určený člen KŠ	
Příprava na možnou evakuaci	6	Zpohotovit evakuační středisko MŠ Šrámkova 14 a ZŠ Janouškova 2	Určený člen KŠ a obsluha ES	Informovat obyvatelstva v zóně ohrožení
V případě nařízení evakuace	7	Povolat PANEL přes KOPIS	Starostka	Telefon 150
	8	Příjem evakuovaných	Obsluha ES	S pomocí PANELu
	9	Evidence evakuovaných	Obsluha ES	S pomocí PANELu
	10	Místa nouzové ubytování ZŠ Milénova (Blažkova) ZŠ Janouškova	Ubytovatelé	S pomocí zástupce školy
<b>Průběžné informování občanů o vývoji situace – viz Fáze 3</b>				

PANEL je sdružení neziskových nestátních organizací (NNO) pro poskytování služeb v případě vzniku MU nebo krizového stavu a jsou brány jako pomocné složky IZS. Tyto neziskové a nestátní organizace má v rámci kraje smluvní dohodu s HZS kraje o plánované pomoci na vyžádání a souhlas se statutem PANELu kraje. Tyto NNO spolupracují s orgány veřejné správy na území kraje [31].

### D3. POSTUP PRO PROVOZOVATELE PŘI ŘEŠENÍ MU

Opatření	Fáze	Činnost	Kdo	Jak
<b>Vyrozumění</b>	1	Nahlášení MU na KOPIS HZS	Obsluha chlorovacího zařízení	Telefonicky 112 (150)
<b>Informování</b>	2	Vyrozumět management a návštěvníky	Odpovědná osoba z managementu	Místním rozhlasem, telefonem, osobně
<b>Improvizovaná ochrana</b>	3	Informovat zaměstnance, návštěvníky o způsobu improvizované ochrany	Např. dýchat přes vlhčený kapesník, přikrýt veškeré odhalené části těla jako jsou hlava, ruce, nohy	
<b>Evakuace</b>	4	Narídit evakuaci mimo objekt, organizovat její průběh	Odpovědná osoba z managementu	Dle plánu opatření
	5	Ověřit, že jsou všichni evakuováni	Ředitel objektu	Pro evidenci docházky, fyzická kontrola objektu ve spolupráci se záchranáři
<b>Zabezpečení evakuovaných</b>	6	Zajistit v rámci smluvní dohody s ES I a II (přístřeší, náhradní oblečení, občerstvení)	Ředitel objektu	Ve spolupráci s MC Brno-sever
	7	Spolupracovat s velitelem zásahu při likvidaci MU	Všechny síly a prostředky provozovatele dle požadavků velitele zásahu	

#### D4. POSTUP PRO OHROŽENÝ SUBJEKT V ZÓNĚ OHROŽENÍ

Opatření	Fáze	Činnost	Kdo	Jak
Vyrozumění	1	Telefonické oznámení o vzniku MU		Telefonicky 112 (150)
Ukrytí	2	Uzavřít budovu	Vrátný, správce objektu	Uzamknout vchody do objektu, u hlavního vchodu zajistit dozor
Informování	3	Vyrozumět zaměstnance/návštěvníky objektu o vzniku MU a vysvětlit žádoucí chování	Ředitel objektu	Rozhlas, telefon, osobně
	4	Zabezpečit poslech TV a rádia	Odpovědná osoba z managementu	
Ukrytí	5	Zodolnit ukrytí v budově	Zaměstnanci	Utěsnění oken a dveří přelepením lepicí páskou
	6	Řídit se pokyny velitele zásahu a záchranářů		
V případě nařízené evakuace	7	Nařídit evakuaci mimo objekt, organizovat jeho průběh	Ředitel objektu	Dle plánu opatření
	8	Ověřit, že jsou všichni evakuováni	Ředitel objektu	Dle evidence docházky, fyzická kontrola objektu ve spolupráci se záchranáři
	9	Zajistit v rámci smluvní dohody s ES I a II (přístřeší, náhradní oblečení, občerstvení)	Ředitel objektu	Ve spolupráci s MČ Brno-sever

## D5. INFORMACE PRO OBYVATELSTVO OHROŽENÉ MU

Vážení občané MČ Brno – Lesná

(ulic Halasovo náměstí, Okružní a Heleny Malířové),

vzhledem k tomu, že se nachází na území v bezprostřední blízkosti objektu plaveckého stadionu TJ Tesla, který v rámci svého provozu disponuje s nebezpečnou chemickou látkou chlórem, je nutné, abyste byli dostatečně informováni o postupech v případě úniku této látky mimo objekt. Tuto informaci si vystříhnete a uložte na viditelné místo.

**Seznam postupů „Co dělat v případě havárie v plaveckém stadionu TJ Tesla, Halasovo náměstí 7, Brno – Lesná“:**

1. budete informováni prostřednictvím elektronických sirén kolísavým tónem po dobu 140 s, a následně Vám bude vyhlášena informace „Chemická havárie“,
2. zachovejte klid,
3. ukryjte se v místnosti ve vyšších patrech budovy na odvrácené straně od objektu TJ Tesla,
4. pokud se nacházíte na otevřeném prostranství, ukryjte se do nejbližší možné budovy,
5. uzavřete okna, vypněte ventilaci vzduchu, utěsněte veškeré možné průduchy,
6. proveďte ochranu dýchacích cest (pomocí navlhčené tkaniny), zakryjte si oči (např. lyžařskými nebo potápěčskými brýlemi), zakryjte si celé tělo (ruce i bohy) – volná místa, kterými by vám mohl proudit vzduch pod oblečením, utěsněte (např. oblepte izolepou),
7. zapněte veškeré dostupné prostředky pro další informace (televizní kanály ČT 1 a ČT 2, Český rozhlas Radiožurnál na frekvenci 95,1 FM),
8. neopouštějte místnost do odvolání vyhlášených veřejnými prostředky nebo dle pokynů záchranných složek (HZS nebo PČR).



## 7 DISKUZE

„Plán opatření“ je dokument, který stanoví pro konkrétní zdroj rizika v objektu postupy, zásady a hlavně ochranná opatření při vzniku MU. Podstatou jeho zpracování je poskytnutí informací ohroženému obyvatelstvu v zóně nebezpečí, a zároveň je vhodný pro organizování ochranných opatření po dobu nepřítomnosti složek IZS na místě MU. Zpracovatelem tohoto plánu by mohl být HZS kraje ve spolupráci s orgány veřejné správy a provozovatelem podniku. Povinnost zpracovat tento doporučený plán pro objekty s podlimitním množstvím NL, je bohužel nepovinný podle zákona o PZH. Předloha „Plánu opatření“ má náležitosti stejné jako vnější havarijní plán, ale podle rozsahu je spíše jeho zkrácenou verzí. Struktura plánu není závazná, ale doporučená. Jsou v ní zahrnuty 3 části, a to informativní (charakterizuje zdroj ohrožení, NL a zónu ohrožení), operativní (zde jsou konkrétně popsány úkoly obyvatelstva – co, jak a kdo bude zajišťovat) a grafickou (kde jsou znázorněny zóny ohrožení, ohrožené objekty, průběh MU). Tvorba plánu i v případě, že je pouze doporučením, by měl být z mého pohledu povinným, a to z toho důvodu, že zajišťuje zvýšení nejen bezpečnosti objektu, ale i ochranu a informovanost okolního obyvatelstva v rámci prevence.

Úkoly ochrany obyvatelstva, které jsou základním prvkem tohoto plánu, jsem se snažila vytvořit tak, aby byly efektivní, systémové a nepřiliš komplikované (z hlediska provedení a časových možností). Plavecký stadion TJ Tesla je podle skladovaného množství NL zařazen do podlimitních zdrojů rizik. Při zpracování plánu, jsem měla možnost čerpat informace i z předlohy, zpracovanou HZS JmK ve spolupráci z ÚMČ a provozovatelem plaveckého stadionu. V souladu se získanými podklady a analýzou zdroje rizika v objektu byly vybrány, popsány a použity metody pro stanovení dosahu ohrožení NL (souborný katalog Registr nebezpečných látek, SW nástroje ALOHA, TerEx, Rozex Alarm a indexová metoda IAEA-TECDOC-727). Metody byly vybrány na základě získaných znalostí v rámci mého studia a jejich dostupnosti. Výsledky modelování ukázaly, že Registr NL určil dosah zóny nebezpečí 60 – 100 m, SW ALOHA 406 m, TerEx 595 m, Rozex Alarm 270 m a metoda IAEA-TECDOC-727 100 m od místa úniku. Rozdíly výsledků se dají vysvětlit tak, že při zadávání všech parametrů není možné u metod a SW zajistit vždy stejné vstupní podmínky a požadavky (pouze ty základní). Vzdálenosti dosahů NL získané modelováním v SW jsou podle mého názoru nadhodnocené. Pokud vezmu v úvahu uniklé množství, členitost terénu (místo položeno v kopci, rozsáhlá výstavba domů), fyzikálně – chemické

vlastnosti chlóru a hydrometeorologické podmínky, předpokládám, že dojde k naředění chlóru vzduchem na koncentraci, tak nízkou, která bude pro lidské zdraví skoro neškodná. Proto jsem stanovila po komparaci metod nejpravděpodobnější dosah nebezpečných účinků do vzdálenosti 100 m a nebezpečnou zónu do 50 m od místa úniku. Podle počtu obyvatel a grafického znázornění zón jsem mohla vybrat nejhorší variantu následků z hlediska směru větru šíření oblaku. Největší počet obyvatel je při JZ směru větru, kde bude zasaženo 238 obyvatel z panelového domu Halasovo nám. 2, 4, 6. Pro obyvatele v zóně ohrožení jsem vytvořila konkrétní seznam postupů při vzniku MU, které slouží k eliminaci nebezpečných účinků na jejich zdraví a životy (Příloha D5. „Plánu opatření“).

Z managementu TJ Tesly jsem získala v průběhu zpracovávání „Plánu opatření“ dokument z HZS JmK z úseku prevence a civilního nouzového plánování, kterým bylo rozhodnuto, že objekt plaveckého stadionu TJ Tesla již nebude zahrnován do havarijního plánu JmK. Důvodem bylo zjištění v rámci pravidelné aktualizace, že vzhledem k podlimitního množství a skladování v oddělených nádobách v areálu stadionu, je nadále bezpředmětné, aby „Plán opatření při vzniku MU v plaveckém stadionu TJ Tesla“ byl zahrnován do havarijního plánu JmK. Platnost plánu skončila ke dni 1. 2. 2013 a objekt bude nadále veden pouze jako potenciální zdroj ohrožení v rámci analýzy rizik JmK (Příloha 5).

Po zpracování „Plánu opatření“ jsem došla k závěru, že rozhodnutím HZS JmK o vyjmutí tohoto plánu pro objekt TJ Tesla není zcela na místě, i když je podložen mnoha prověřenými podklady, a to z několika důvodů. I když se jedná o podlimitní množství, pořád je zde možnost přes veškeré bezpečnostní opatření a kontroly, že může dojít k MU způsobené únikem chlóru, který je svými toxickými účinky velmi nebezpečný pro zdraví, životy obyvatel a může kontaminovat ŽP. Na závěr této diskuze, bych ráda uvedla, že je dobré mít k dispozici vypracovaný „Plán opatření“ i v případě doposud nevzniklé MU v rámci tohoto objektu.

## 8 ZÁVĚR

Diplomovou práci jsem zaměřila na zpracování uceleného pojednání o zabezpečení daného objektu s přihlédnutím k reálné situaci. Před vytvořením této práce jsem si zadala několik cílů, kterých jsem se snažila během realizace dosáhnout. Seznámila jsem se se zdroji rizik v rámci objektu, provedla jejich potřebnou analýzu, stanovila zóny ohrožení obyvatel pomocí dostupných metod a SW a na základě zjištěných výsledků zpracovala konkrétní „Plán opatření při vzniku MU v plaveckém stadionu TJ Tesla v Brně“ při úniku chlóru do okolí.

Považuji za důležité zmínit, že v současné době rostou požadavky na zvýšení bezpečnosti objektů disponujících s NL, a na základě toho bych navrhovala upravení zákona o PZH tak, aby nařizoval i těmto objektům zpracovat „Plán opatření“ v rámci prevence bezpečnosti a ochrany obyvatelstva ve svém okolí. Bohužel si myslím, že tato diplomová práce to nemůže změnit. Je spíše pravděpodobné, že to změní až havárie, která vznikne v objektu s podlimitního množstvím NL a její průběh bude mít takový rozsah následků, který donutí provést úpravu zákona o PZH.

Byla jsem při tvorbě diplomové práce obeznámena o již zpracovaném „Plánu opatření“ ve spolupráci s HZS JmK, ÚMČ Brno-sever a provozovatelem objektu, který je zahrnut do havarijního plánu JmK. Za nedlouho jsem byla informována ze strany provozovatele objektu, že rozhodnutím HZS JmK dojde k vyjmutí tohoto plánu a objekt bude posuzován pouze jako potenciální zdroj rizika. Toto rozhodnutí mě překvapilo, protože jsem si při realizaci plánu uvědomila, jak je pro ohrožené obyvatelstvo důležité, aby byl zpracován. Otázkou zůstává, proč když je vyvíjena iniciativa ze strany provozovatele objektu ve spolupráci ÚMČ, je na druhou stranu HZS JmK utlumována. Podle mého názoru, pokud objekt všeobecně disponuje s jakýmkoliv množstvím NL, vždy bychom měli být připraveni na MU, která může ohrozit nejen osoby v objektu, ale i v jeho nejbližším okolí, a tím zajistit, že obyvatelé budou dopředu dostatečně informováni. To je možné zabezpečit v rámci prevence zvýšení informovanosti obyvatel v blízkosti těchto objektů, např. pomocí vytvořeného seznamu kroků „Co dělat v případě MU“ (Příloha 5).

Záměrně jsem se snažila vytvořit takový dokument, který by mohl sloužit k dalšímu využití, např. jako inspirace, a zároveň obecně dobře aplikovatelný (formou metodického listu nebo pomůcky) pro zpracování „Plánu opatření při vzniku MU“ v různých objektech s podlimitním množstvím NL, který zajistí taková ochranná opatření, které zabrání poškození lidského organismu a životního prostředí.



## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Aktuální otázky prevence závažných havárií v ČR* [www.tretiruka.cz](http://www.tretiruka.cz) [online]. 2009 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/novela-zakona-o-prevenci-zavaznych-havarii>>.
- [2] Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. *Hodnocení limitů akutní toxicity pro účely analýzy rizik v České republice* [online]. [www.bozpinfo.cz](http://www.bozpinfo.cz), 2009 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: [http://bozpinfo.cz/knihovna-ozp/citarna/tema\\_tydne/limitytoxicity09.html](http://bozpinfo.cz/knihovna-ozp/citarna/tema_tydne/limitytoxicity09.html)
- [3] Česká republika. Zákon č. 488/2009 Sb., kterým se mění zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*. Česká republika, 2009, částka 155, s. 8558-8572.
- [4] Česká republika. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *Sbírka zákonů*. Česká republika, 2011, částka 122, s. 4353-4375.
- [5] Česká republika. Vyhláška č. 103/2006 Sb., o stanovení zásad pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu. In: *Sbírka zákonů*. Česká republika, 2006, částka 36, s. 1201-1227.
- [6] FRIŠHANSOVÁ, L. *Komparace přístupů k řešení problematiky ochrany obyvatelstva úřady městských částí statutárního města Brna*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 12-13 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Bohuslav Svoboda, CSc.
- [7] ZEMAN, Miloš a Otakar J MIKA. *Ochrana obyvatelstva*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2007, 116 s. ISBN 978-80-214-3449-3.
- [8] Jednotlivé druhy výstrah se zvukovými ukázkami. *Statutární město Olomouc* [online]. [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.olomouc.eu/obcan/bezpecnost/varovani-obyvatel/sireny/druhy-vystrah-a-ukazky>
- [9] Elektronické sirény. *Telegrafia, a.s.* [online]. [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: [http://www.telegrafia.sk/varovne\\_systemy/produkty/sireny/Pages/default.aspx](http://www.telegrafia.sk/varovne_systemy/produkty/sireny/Pages/default.aspx)
- [10] FIALA, Miloš a Josef VILÁŠEK. *Vybrané kapitoly z ochrany obyvatelstva*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2010, 208 s. ISBN 978-80-246-1856-2.

- [11] Individuální ochrana. *HZS Moravskoslezského kraje* [online]. 2010 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/opatreni-ochrany-obyvatelestva-individualni-ochrana.aspx>
- [12] Využití ochranných vlastností budov. *HZS Moravskoslezského kraje* [online]. 2010 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/vyuziti-ochrannych-vlastnosti-budov.aspx>
- [13] ZZS Jihomoravského kraje: Základní informace. *ZZS Jihomoravského kraje* [online]. 2007 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: <http://www.zzsismk.cz/zakladni-informace>
- [14] KOVAŘÍK, Jaroslav a Marek SMETANA. *Základy civilní ochrany*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 147 s. ISBN 80-866-3485-X.
- [15] Materiální základna humanitární pomoci. *Požáry.cz* [online]. 2009 [cit. 2013-05-21].
- [16] Nouzové přežití. *HZS Moravskoslezského kraje* [online]. 2010 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/ukoly-ochrany-obyvatelestva-nouzove-preziti.aspx>
- [17] SMETANA, Marek, Dana KRATOCHVÍLOVÁ a Danuše KRATOCHVÍLOVÁ. *Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 166 s. ISBN 978-80-251-2989-0.
- [18] Monitorování v souvislosti s haváriemi. *HZS Moravskoslezského kraje* [online]. 2009 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.hzsmk.cz/index.php?a=cat.8>
- [19] *Tělovýchovná jednota Tesla Brno* [online]. 2004 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.tjtesla.cz/>
- [20] *Geografický a informační systém IZS* [online]. 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://gis.izscr.cz/map/>
- [21] *Základní hodnocení rizika dle přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 295/2011 Sb.* Brno, 2012.
- [22] ČESKÁ ASOCIACE TECHNICKÝCH PLYNŮ. *Bezpečnostní list podle nařízení EP a (ES) č. 1907/2006: Chlor*. 1999, 3 s.
- [23] BOHUSLAV OSTRÝ. *Místní provozní řád pro pracoviště s chlórem*. Brno, 2002.

- [24] KAŠPAR, O. *Srovnání dostupných SW nástrojů pro hodnocení havarijních dopadů*. Brno, 2007. 105 s. Diplomová práce na Fakultě chemické Vysokého učení technického v Brně, Ústavu chemie a technologie ochrany životního prostředí. Vedoucí diplomové práce Ing. Otakar J. Mika, CSc.
- [25] ŠEJNOSTA, František. *Registr nebezpečných látek*. 1. vyd. Praha: Fire Edit, 1995, 1 sv. (různé stránkování).
- [26] Ing. BARTA, Jiří a RNDr. Ing. LUDÍK, Tomáš. *Prevence závažných havárií I*. [online]. Brno: Univerzita obrany Fakulta ekonomiky a managementu Katedra ochrany obyvatelstva, 2012 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: [https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod\\_resource/content/1/Studijni\\_pomucka\\_Aloha.pdf](https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_Aloha.pdf)
- [27] BARTLOVÁ, Ivana a Miloš PEŠÁK. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II*. 1. vyd. Ostrava: SPBI, 2003. ISBN 80-86634-30-2.
- [28] Ing. HAVLOVÁ, Michaela, Ing. Miloslava HRDLIČKOVÁ a Jana SKOTÁKOVÁ. T-SOFT a.s. *Uživatelský manuál TerEx*. Praha, 2009.
- [29] Zkrácená příručka pro klasifikaci a prioritizaci rizik velkých havárií v procesním a příbuzném průmyslu. MEZINÁRODNÍ AGENTURA PRO ATOMOVOU ENERGIÍ IAEA. *RISK-MANAGEMENT.CZ* [online]. 2008 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.risk-management.cz/clanky/prirucka-pro-klasifikaci-a-priorizaci-rizik-velkych-havarii-v-procesnim-a-pribuznem-prumyslu.pdf>
- [30] ALEŠ BERNATÍK. *Prevence závažných havárií I*. [online]. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006 [cit. 2013-05-21]. ISBN 80-86634-89-2. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-I.pdf>
- [31] *Interní normativní akt volených orgánů kraje statut*. Statut PANELu NNO Jihomoravského kraje. Brno, 2011.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BKOM	Brněnské komunikace
BVaK	Brněnské vodárny a kanalizace
CTV	Centrum tísňového volání
DPMB	Dopravní podnik města Brna
ES	Evropské společenství
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
JmK	Jihomoravský kraj
JPO	Jednotka požární ochrany
JSVV	Jednotný systém varování a vyrozumění
KŠ	Krizový štáb
KOPIS	Krajské operační a informační středisko
MU	Mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
MZHP	Materiální základy humanitární pomoci
NL	Nebezpečná látka
PČR	Policie České republiky
PIO	Prostředky individuální ochrany
PZH	Prevence závažných havárií
RP	Ropný produkt
SW	Software
TJ	Tělovýchovná jednota
ÚMČ	Úřad městské části
ZZS	Zdravotní záchranná služba



## 11 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. č. 1 – Seznam činností pro zvládnutí MU</i> .....	18
<i>Tab. č. 2 – Seznam používaných chemických látek a přípravků [21]</i> .....	36
<i>Tab. č. 3 – Popis symbolů nebezpečnosti [22]</i> .....	36
<i>Tab. č. 4 – Stupně nebezpečí pro lidské zdraví [23]</i> .....	37
<i>Tab. č. 5 – Zóny ohrožení</i> .....	48
<i>Tab. č. 6 – Seznam havarijních modelů v SW TerExu [28]</i> .....	49
<i>Tab. č. 7 – Základní společné vstupní parametry (1. část)</i> .....	56
<i>Tab. č. 8 – Základní společné vstupní parametry (2. část)</i> .....	57
<i>Tab. č. 9 – Přehled výsledků modelování</i> .....	59
<i>Tab. č. 10 – Výsledek hodnocení rizika metodou IAEA-TECDOC-727</i> .....	63
<i>Tab. č. 11 – Komparace výsledků použitých metod a SW nástrojů vzhledem dosahu účinků</i> ..	64
<i>Tab. č. 12 – Počet ohrožených obyvatel podle směru šíření oblaku chlóru</i> .....	68
<i>Tab. č. 13 – Přehled prvků varování (sirén v dosahu MU)</i> .....	74
<i>Tab. č. 14 – Vzor verbální informace k signálu "Všeobecná výstraha - chemická havárie"</i> ...	75
<i>Tab. č. 15 – Faktorem pro realizaci ukrytí osob</i> .....	76
<i>Tab. č. 16 – Seznam informačních míst</i> .....	77
<i>Tab. č. 17 – Seznam ohrožených objektů v zóně ohrožení</i> .....	78
<i>Tab. č. 18 – Přehled evakuačních středisek a jejich kapacit</i> .....	78
<i>Tab. č. 19 – Přehled evakuačních tras</i> .....	79
<i>Tab. č. 20 – Výzva pro evakuaci obyvatelstva ze zóny ohrožení</i> .....	79
<i>Tab. č. 21 – Přehled míst pro nouzové ubytování obyvatelstva</i> .....	79
<i>Tab. č. 22 – Přehled uzávěr při zajištění pořádkového zabezpečení</i> .....	80

## 12 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. č. 1 – Územní rozložení objektů v působnosti zákona č. 59/2006 Sb. [2]</i> .....	14
<i>Obr. č. 2 – Charakteristiky signálů pro elektrickou motorovou (rotační) sirénu [8]</i> .....	21
<i>Obr. č. 3 – Charakteristiky signálů pro elektronické sirény [8]</i> .....	21
<i>Obr. č. 4 – Elektronická a elektrická – rotační siréna [9]</i> .....	22
<i>Obr. č. 5 – Mapa umístění TJ Tesla [20]</i> .....	35
<i>Obr. č. 6 – Umístění chlorovny ve strojovně [foto vlastní]</i> .....	39
<i>Obr. č. 7 – Tlaková láhev připojená k chlorátoru a skladované tlakové láhve s Cl<sub>2</sub> v chlorovně [foto vlastní]</i> .....	39
<i>Obr. č. 8 – Signalizace pro únik chlóru a prázdné tlakové láhve [foto vlastní]</i> .....	40
<i>Obr. č. 9 – Schéma plynové části chlorovacího zařízení [23]</i> .....	41
<i>Obr. č. 10 – Charakteristika a postup metody IAEA TECDOC 727 [30]</i> .....	55
<i>Obr. č. 11 – Výstup modelování v programu SW Aloha</i> .....	58
<i>Obr. č. 12 – Grafické znázornění dosahu uniklého chlóru</i> .....	58
<i>Obr. č. 13 – Výsledné ohrožení osob chlórem</i> .....	59
<i>Obr. č. 14 – Grafické znázornění výsledků modelace</i> .....	60
<i>Obr. č. 15 – Výstup modelování v programu SW Rozex Alarm</i> .....	61
<i>Obr. č. 16 – Klasifikačního listu pro zdroj rizika č. 1</i> .....	62
<i>Obr. č. 17 – Výsledná matice metody IAEA-TECDOC-727</i> .....	63

## **13 SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1** Charakteristika zdroje ohrožení v rámci MČ Brno-sever

**Příloha 2** Postup modelování úniku chlóru pomocí SW ALOHA

**Příloha 3** Postup modelování úniku chlóru pomocí SW TerEx

**Příloha 4** Postup modelování úniku chlóru pomocí SW Rozex Alarm

**Příloha 5** Rozhodnutí o vyjmutí „Plánu opatření pro případ vzniku MU v plaveckém stadionu TJ Tesla“ z havarijního plánu JmK