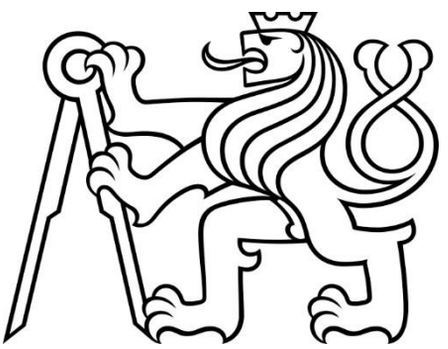
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019

LUKÁŠ
ČERNÝ

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Ochrana obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Protection of the Population in Zones of Sublimit Sources of Danger

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí práce: Ing. René Mildorf

Lukáš Černý

Kladno, květen 2019

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	**Černý**	Jméno:	**Lukáš**	Osobní číslo:	**474873**
Fakulta:	**Fakulta biomedicínského inženýrství**				
Garantující katedra:	**Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**				
Studijní program:	**Ochrana obyvatelstva**				
Studijní obor:	**Civilní nouzové plánování**				

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ochrana obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Název diplomové práce anglicky:

Protection of the Population in Zones of Sublimit Sources of Danger

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude ochrana obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení s návrhem technických a organizačních opatření. Teoretická část obecně popíše současný stav problematiky podlimitních zdrojů ohrožení, určení dle metodiky a ochranu obyvatelstva v jejich zónách ohrožení. Dále budou uvedeny charakteristiky a účinky vybraných nebezpečných látek dle zastoupení ve vytipovaných objektech. V praktické části bude provedena modelace zón ohrožení pomocí softwarového nástroje ALOHA s následným přenosem výsledných dat do GIS. Pro potřeby práce bude použito území Karlovarského kraje. Pomocí GIS bude proveden výběr ohrožených objektů v zónách zdrojů ohrožení průnikem vrstev dat z výpočtu zón a ohrožených objektů. V dalším kroku bude proveden návrh technických opatření k získání informace o úniku nebezpečné látky pro složky IZS a organizačních opatření k ochraně osob ve vytipovaných objektech. Pro zhodnocení navržených opatření bude provedena SWOT analýza. Výsledek práce bude možné využit jako metodiku pro ochranu obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení.

Seznam doporučené literatury:

[1] BLAŽKOVÁ, Kateřina, Ochrana obyvatelstva a krizové řízení, MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015, ISBN 978-80-86466-62-0
[2] ČAPOUN, Tomáš, Chemické havárie, MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009, ISBN 978-80-86640-64-8
[3] BARTLOVÁ, Ivana, PEŠÁK, Miloš, Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II – Analýza rizik a připravenost na průmyslové havárie, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003, ISBN 80-86634-30-2
[4] ŠENOVSKÝ, Michail, ORAVEC, Milan, ŠENOVSKÝ, Pavel, Teorie krizového managementu, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, ISBN 978-80-7385-108-8

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. René Mildorf

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **01.10.2018**
Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2020**

prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

12. 4. 2019
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Ochrana obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně dne 10.05.2019

…….
podpis

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval panu kpt. Ing. René Mildorfovi za vedení, konzultace, připomínky a cenné rady při psaní této práce. Také bych chtěl poděkovat příslušníkům z Krajského ředitelství Hasičského záchranného sboru Karlovarského kraje panu plk. Ing. Miroslavu Lukešovi, kpt. Ing. Drahoslavě Hnízdové a kpt. Ing. Vojtěchovi Čermákovi za poskytnuté informace a odpovědi na mé otázky.

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je problematika ochrany obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení. Teoretická část seznamuje se současným stavem právní úpravy, způsoby určování podlimitních zdrojů ohrožení a souvisejícími opatřeními ochrany obyvatelstva. Dále jsou zde uvedeny charakteristiky a účinky vybraných nebezpečných látek dle zastoupení ve vytipovaných objektech podlimitních zdrojů ohrožení. V praktické části práce je popsán postup, jakým byly provedeny modelace zón ohrožení u objektů podlimitních zdrojů ohrožení vytipovaných Hasičským záchranným sborem Karlovarského kraje na jeho území pomocí softwarového nástroje ALOHA, a dále simulace průběhu úniku chemické látky na základě předem vybraných scénářů, vždy s důrazem na konkrétní technologii a látku. Pro vstupní atmosférické podmínky modelace bylo použito dvou úhlů pohledu, a to nejběžněji se vyskytujících meteorologických podmínek a konzervativních podmínek (tedy nejhorší možné varianty), mezi nimiž byla provedena komparace. Výsledný efekt a účinky získané provedenými modelacemi byly zaneseny do Geografického informačního systému pro účely prostorové analýzy, z níž vyplynul výběr ohrožených významných objektů a stanovení počtu obyvatel v zónách podlimitních zdrojů ohrožení. Na základě získaných výsledků byla navržena konkrétní technická opatření, která je zapotřebí přijmout za účelem zjištění informace o úniku nebezpečné látky složkami integrovaného záchranného systému, a následného varování obyvatelstva a významných objektů o havárii. Práce dále nabízí návrh organizačních opatření k ochraně osob ve vytipovaných významných objektech. V závěru byl systém ochranných opatření podroben SWOT analýze, s výsledným zhodnocením navržených opatření a stanovením směru pro dosažení celkového progresu ochranného systému.

Klíčová slova

Podlimitní zdroj ohrožení; opatření ochrany obyvatelstva; internet věcí; varování; invakuace; amoniak; chlor.

Abstract

The subject of the diploma thesis is population protection in the below-threshold danger sources zones. The theoretical part introduces the current state of legislation, ways of determining below-threshold danger sources and related measures of population protection. Furthermore, the characteristics and effects of selected hazardous substances are listed according to their representation in selected objects of below-threshold danger sources. The practical part of the thesis describes the procedure by which the modelling of danger zones was carried out for objects of below-threshold danger sources identified by the Fire Rescue Service of the Karlovy Vary Region on its territory using the ALOHA software tool, and simulation of chemical leakage based on pre-selected scenarios, always with an emphasis on specific technology and substance. Two viewpoints were used for the input atmospheric conditions of modelling, namely the most commonly occurring meteorological conditions and conservative conditions (i.e. the worst possible options), between which comparisons were made. The resulting effect and the consequences obtained by the modelling were included in the Geographic Information System for the purpose of spatial analysis, which yielded a selection of vulnerable important buildings and the determination of the population in the below-threshold danger sources zones. Based on the results obtained, specific technical measures have been proposed, which need to be adopted in order to find out information about the leakage of a dangerous substance by the components of the integrated rescue system, and subsequent warning of the population and important buildings about the accident. The thesis also presents a draft of organizational measures to protect people in selected important buildings. In conclusion, the system of protective measures was subjected to a SWOT analysis, with the resulting evaluation of the proposed measures and the determination of the direction for achieving the overall progress of the protection system.

Keywords

Below-threshold danger source; measures of population protection; internet of things; warning; invacuation; ammonia; chlorine.

Obsah

1 Úvod 12

2 Současný stav 14

2.1 Chemické havárie a úniky nebezpečných chemických látek 14

2.1.1 Definice základních pojmů 14

2.1.2 Parametry mimořádných událostí 15

2.1.3 Parametry ovlivňující toxický účinek 16

2.1.4 Meteorologické podmínky ovlivňující šíření NCHL 18

2.2 Současný stav a právní úprava problematiky podlimitních zdrojů ohrožení 19

2.3 Ochrana obyvatelstva v zónách zdrojů ohrožení 24

2.3.1 Varování 25

2.3.2 Evakuace 27

2.3.3 Ukrytí - invakuace 29

2.3.4 Použití prostředků individuální ochrany 30

2.4 Dynamika obyvatelstva 32

2.5 The Internet Of Things – Internet věcí 33

2.5.1 Sigfox 35

2.6 Vybrané chemické látky vyskytující se u podlimitních zdrojů ohrožení v Karlovarském kraji 37

2.6.1 Amoniak NH_3 37

2.6.2 Chlor Cl_2 39

3 Cíl práce a hypotézy 41

4 Metodika 42

4.1 Popis postupu 42

4.2 Použité metody 43
4.2.1 Metoda modelace 44
4.2.2 Prostorová analýza 44
4.2.3 SWOT analýza 45
4.3 Softwarový nástroj ALOHA 46
4.4 Geografický informační systém - GIS 46
4.5 Stanovení vstupních parametrů pro modelaci 47
4.5.1 Stanovení parametrů kategorie SiteData 48
4.5.2 Stanovení parametrů SetUp 48
4.5.3 Souhrn vstupních parametrů pro modelaci v SW ALOHA 57
4.6 Výpočet zón 60
4.7 Analýza výsledných zón ohrožení v GIS 62
4.7.1 Definice vrstvy významných objektů 62
5 Výsledky 64
5.1 Vybrané podlimitní zdroje ohrožení 64
5.1.1 Výsledky průzkumu u podlimitních zdrojů ohrožení 64
5.2 Výsledky modelace v softwaru ALOHA 68
5.3 Výsledky analýzy zón ohrožení pomocí GIS 72
5.3.1 Mapové výstupy provedené analýzy v GIS 75
5.4 Návrh systému opatření ochrany obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení 86
5.4.1 Zjištění informace o úniku 86
5.4.2 Systém ochrany obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení 91

5.4.3 Systém ochrany subjektů významných objektů v zónách podlimitních zdrojů ohrožení 96
5.5 SWOT analýza navržených opatření 100
6 Diskuze 102
7 Závěr 122
8 Seznam použitých zkratek 123
9 Seznam použité literatury 125
10 Seznam použitých obrázků 131
11 Seznam použitých tabulek 135
12 Seznam Příloh 136

1 ÚVOD

Počátky vědního oboru chemie, jakožto oblasti lidské činnosti, datujeme již od starověku. Rozhlédneme-li se v současnosti kolem sebe, nalezneme ve svém okolí bezpočet produktů chemického průmyslu. U řady předmětů a látek si často ani neuvědomujeme, že vznikly jen za přispění některého z chemických procesů nebo smícháním různých chemických látek. Každý den používáme celou řadu chemických látek a směsí, a to je zřejmě také důvod, proč mnohdy nevnímáme chemické látky a směsi jako ohrožení pro život a zdraví osob, zvířat a životního prostředí. Česká republika jako člen Evropské unie implementovala do svého právního řádu tzv. direktivu SEVESO v aktuálním znění směrnice SEVESO III přijetím zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a navazujících právních předpisů. Systém zavedený těmito předpisy je opravdu promyšlený, obsáhlý a jeho výsledkem je snaha o snížení rizika havárie na maximální možnou míru. Co ale objekty, které díky nižšímu množství chemické látky nespadají pod působnost uvedeného zákona? Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR č. 35 ze dne 14. 9. 2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky dokazuje, že odborná veřejnost vnímá tyto objekty jako možné zdroje ohrožení. Objektem s rizikem vzniku závažné havárie s přítomností nebezpečné chemické látky (dále jen „NCHL“) nemusí nutně být jen závod na výrobu nebo zpracování produktu chemického průmyslu v aglomeraci průmyslové zóny na okraji některého z větších měst, ale takovýmto rizikem se může stát také zimní stadion nacházející se přímo v centru města obklopený obytnou čtvrtí. Předmětem této práce bude problematika ochrany obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení. Výsledkem bude návrh komplexního systému obsahující technická a organizační opatření k získání informace o úniku nebezpečné

látky pro složky Integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) a opatření k ochraně osob ve vytipovaných objektech, které zvýší reakční čas a sníží možný dopad na osoby v těchto objektech.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Chemické havárie a úniky nebezpečných chemických látek

V této kapitole jsou definovány základní pojmy týkající se haváriií s přítomností nebezpečných chemických látek, parametry popisující tento druh mimořádných událostí (dále jen „MU“), parametry, které stanovují toxický účinek látky a meteorologické podmínky ovlivňující šíření NCHL.

2.1.1 Definice základních pojmů

Nebezpečná látka – Dle ustanovení § 2 písmena e) zákona č. 224/2015 Sb., je *„nebezpečnou látkou vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemická směs podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího klasifikaci, označování a balení látek a směsí, splňující kritéria stanovená v příloze č. 1 k tomuto zákonu v tabulce I nebo uvedená v příloze č. 1 k tomuto zákonu v tabulce II a přítomná v objektu jako surovina, výrobek, vedlejší produkt, meziprodukt nebo zbytek, včetně těch látek, u kterých se dá důvodně předpokládat, že mohou vzniknout v případě závažné havárie. “* [1, s. 354].

Havárie – *„Havárií se rozumí mimořádná událost, ke které dojde v souvislosti s provozem technických zařízení a budov, při nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a při jejich přepravě nebo při nakládání s nebezpečnými odpady.“* [2, s. 28].

Závažná havárie – Dle ustanovení § 2 písmena g) zákona č. 224/2015 Sb., je jí *„mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, zejména závažný únik nebezpečné látky, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu, vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážným následkům na životech a zdraví lidí a zvířat, životním prostředí nebo majetku a zahrnující jednu nebo více nebezpečných látek“* [1, s. 354].

Riziko – Dle ustanovení § 2 písmena i) zákona č. 224/2015 Sb., je *„rizikem pravděpodobnost vzniku nežádoucího specifického účinku, ke kterému dojde během určité doby nebo za určitých okolností“* [1, s. 354].

Zdrojem rizika – Dle ustanovení § 2 písmena h) zákona č. 224/2015 Sb., je *„zdrojem rizika vlastnost nebezpečné látky nebo fyzická či fyzikální situace vyvolávající možnost vzniku závažné havárie“* [1, s. 354].

2.1.2 Parametry mimořádných událostí

Mimořádné události a s nimi související hrozby dělíme podle míry vlivu člověka a jejich původu do dvou hlavních skupin, antropogenní a naturogenní. Antropogenní jsou dále rozdělovány na technogenní, sociogenní a ekonomické. Naturogenní dělíme na biotické a abiotické. Jednotlivé MU z obou kategorií se mohou ovlivňovat a může docházet ke kombinaci obou skupin, kdy jedna MU, například naturogenního původu, může být spouštěčem technogenní události [3] [4]. V Analýze hrozeb pro ČR z roku 2015 bylo identifikováno celkem 72 hrozeb 72 typů nebezpečí, z toho bylo 22 označeno jako nebezpečí s nepřijatelnou mírou rizika a je nutné jim věnovat zvláštní pozornost. U těchto 22 typů nebezpečí lze přepokládat vznik krizové situace a vyhlášení některého z krizových stavů [4].

Při výrobě, zpracovávání, skladování a přepravě chemických látek využíváme dvou typů zařízení, stacionární a mobilní. V rámci 22 typů nebezpečí s nepřijatelnou mírou rizika a předpokladem vzniku krizové situace identifikovaných v Analýze hrozeb ČR bylo také jako hrozba identifikováno technogenní nebezpečí únik nebezpečné chemické látky ze stacionárního zařízení. Z toho vyplývá, že únik NCHL je opravdu vysoce hodnoceným rizikem.

Charakteristickými jevy havárií spojených s vysokou koncentrací chemických látek jsou především mechanické poškození a zřícení konstrukcí objektů, výbuch,

požár, únik významných toxických látek, popálení žíravými látkami a intoxikace způsobená únikem toxických látek [5].

2.1.3 Parametry ovlivňující toxický účinek

Primární nebezpečnou vlastností níže uvedených látek podlimitních zdrojů ohrožení (dále jen „PZO“) je jejich toxicita. Toxickými jsou takové látky, které po vstupu do organizmu inhalační nebo perkutánní cestou jsou schopny i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt. Látky dle této definice, které jsou schopny způsobit zasaženému organismu stejné následky i při velmi malém množství, označujeme jako vysoce toxické [6].

2.1.3.1 Koncentrace

Koncentraci chemické látky ve formě plynu nebo par můžeme vyjádřit buď v hmotnostních ($g.l^{-1}$, $mg.m^{-3}$, atd.), nebo procentuálních objemových jednotkách (ppm – parts per milion, %, atd.). Jsou stanoveny limity koncentrací škodlivých látek v ovzduší, které se v různých oblastech nebo státech mohou lišit. Z hlediska právního a především hygienického, jsou pro nás nejdůležitější tzv. limity nejvyšší přípustné koncentrace, pro účely mojí práce pak jde zejména o limit nejvyšší přípustné koncentrace v ovzduší v pracovním prostředí NPK – P. Tato hodnota vyjadřuje koncentraci látky v ovzduší pracovního prostředí, při jejímž dosažení nebo překročení nedojde k ohrožení zdraví osob. Proto se tyto hodnoty stanovují o jeden až tři řády nižší než je odhad bezpečné koncentrace. Hodnoty pro NPK – P jsou stanoveny v hygienických normách vždy jako průměrné a mezní. Většinou se jedná o průměrné celodenní koncentrace (24 hodin) a krátkodobé, nárazové (30 minut) [6]. Do této kategorie spadají další koncentrační hodnoty jako například HPK-10, což je havarijní přípustná koncentrace pro záchranáře bez osobních ochranných prostředků po dobu 10 min, ekvivalentem je HPK-60 u které jde o dobu 60 minut. Pro účely této práce je dále velice důležitým parametr HAU-20, který

označuje havarijní akční úroveň pro vyvedení obyvatelstva ze zamořeného prostoru do 20 min [7].

2.1.3.2 Expozice

S parametrem koncentrace chemické látky velice úzce souvisí délka expozice. Aby chemická látka nebo její metabolit mohli v organizmu vyvolat toxický účinek, musí působit na konkrétní místo organizmu v určité koncentraci po určitou dobu. Expozice je tedy vystavení organizmu působení chemické látky. Expozice má dávkový rozměr, a proto je vyjádřena buď dávkou, kterou organismus obdrží, nebo koncentrací látky v prostředí, ve kterém se organizmus pohybuje. Na expozici tedy závisí velikost účinku a účinnost látky na organizmus. Jde o vyjádření funkce koncentrace a času působení [6]. Podle časového průběhu můžeme rozlišovat tyto druhy expozice:

- akutní, jednorázovou
- chronickou, dlouhotrvající
- přerušovanou
- okamžitou
- průměrnou (jde o stanovení hodnoty jako průměru naměřených okamžitých hodnot během určitého času, např. 30 minut) [6].

Nejvyšší míra expozice je stanovena jako tzv. "nejvyšší přípustný expoziční limit" – PEL [7].

Aby organismus mohl být vystaven chemické látce (neboli exponován), musí látka působit na konkrétní místo v organizmu, do kterého vstoupí, tzv. cestou vstupu. U vybraných látek, kterými se zabývá tato práce, jsou nejčastějšími cestami vstupu cesta inhalační (dýchacími cestami), orální (pozření ústy) a transdermální neboli perkutánní (pokožkou, poraněním na pokožce, sliznicemi). Pokud chceme zamezit působení látky na organizmus, musíme chránit jeho vstupy [6].

2.1.3.3 Letalita

Jedním z nejzávažnějších parametrů, který vyjadřuje účinek látky (toxicita) je letalita neboli smrtící účinek látky. Jedná se o vyjádření dávky (letální dávka), která má za následek funkční a morfologické poškození, které je natolik závažné, že organizmus již není schopen tomuto následku čelit a nastává smrt. Letální dávka neboli LD označuje také množství škodliviny, která způsobí smrt určitého počtu pokusných zvířat při aplikaci za přesně stanovených podmínek. Je udávána nejčastěji v $mg.kg^{-1}$. Nejčastěji se využívá hodnota LD_{50}, která vyjadřuje, že došlo k úmrtí poloviny pokusných zvířat, kterým byla látka aplikována [6].

2.1.4 Meteorologické podmínky ovlivňující šíření NCHL

Mezi parametry, které významně ovlivňují šíření NCHL, řadíme meteorologické podmínky. Jde především o teplotu prostředí, rychlost a směr větru, vertikální stálost atmosféry, vlhkost vzduchu a srážky. Teplota prostředí ovlivňuje fyzikální stav NCHL a dobu jejího působení. Vyšší teplota ovlivňuje pozitivně tenzi par a koncentraci látky v ovzduší, ale snižuje její stálost v terénu. Zároveň zvyšuje schopnost látky pronikat do organismu, a proto klade vyšší nároky na použité ochranné prostředky. Rychlost a směr přízemního větru ovlivňuje zejména stejnorodost oblaku a rychlost jeho pohybu, současně má vliv na rychlost odpařování a stálost v terénu. Nejpříznivější rychlost větru pro šíření NCHL se pohybuje okolo 3 $m.s^{-1}$. Při vyšší rychlosti větru účinnost šíření klesá. Směr větru udává především prostorový účinek šíření NCHL ve směru pohybu toxického oblaku. Je udáván podle světových stran (odkud vane). Jedním ze zásadních parametrů ovlivňujících šíření NCHL je vertikální stálost přízemní vrstvy atmosféry, která je dána teplotním gradientem a rychlostí větru. Rozlišujeme tři druhy vertikální stálosti, a to konvekci, inverzi a izotermii. Konvekce se projevuje prouděním ohřátého vzduchu nad povrchem země, tedy vertikální nestálostí. Inverze naopak při silně ochlazené zemi a vzrůstající teplotě společně s výškou udržuje stejnorodý oblak NCHL a umožňuje jeho šíření do velkých vzdáleností.

Izotermie je charakteristická indiferentní stálostí vzduchu a teplotní rovnováhou. Vlhkost vzduchu a dešťové srážky pomocí hydrolýzy ovlivňují stabilitu látky v terénu. Déšť může odplavovat kapalné a tuhé látky, případně skrápět jejich plynnou fázi. Sněhová pokrývka v zimních měsících naopak snižuje rychlost odpařování látky [8].

2.2 Současný stav a právní úprava problematiky podlimitních zdrojů ohrožení

I v oblasti této právní úpravy se uplatní obecné pravidlo hierarchického členění právních předpisů, kdy předpisy s nižší právní silou nesmí být v rozporu s předpisy s vyšší právní silou. Česká republika (dále jen „ČR“) jako členský stát Evropské unie podléhá tzv. direktivě „SEVESO“, která se zabývá systémem bezpečnosti v objektech ve kterých je vyráběna, zpracovávána nebo skladována (obecně umístěna) nebezpečná NCHL. Cílem tohoto systému je efektivní snížení rizika vzniku závažné havárie a případné omezení následků takové havárie na životech a zdraví osob či zvířat a negativních dopadů na majetek a životní prostředí. Aktuální znění směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2012/18/EU, tzv. SEVESO III, implementovala ČR do právního řádu přijetím zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi [4]. Tento zákon v souladu s direktivou SEVESO stanovuje systém prevence závažných havárií (dále jen „PZH“) v ČR. K provedení uvedeného zákona byly Ministerstvy vnitra, životního prostředí a průmyslu a obchodu přijaty vyhlášky, které dále rozpracovávají a upravují dílčí části systému PZH. Jde o Vyhlášku Ministerstva průmyslu a obchodu č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B, Vyhlášku Ministerstva vnitra č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře, Vyhlášku Ministerstva životního prostředí č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace

a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku, Vyhlášku Ministerstva životního prostředí č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie a Vyhlášku Ministerstva životního prostředí č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole. Dalšími právními předpisy upravujícími oblast PZH jsou zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a vyhláška Ministerstva vnitra č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému.

Podlimitní zdroje, jak už z jejich označení vyplývá, nesplňují limity pro zařazení do skupiny A nebo B podle zákona o PZH. Uživatel objektu zpracuje protokol o nezařazení, ve kterém uvede okolnost, že množství nebezpečné látky umístěné v objektu je menší, než množství uvedené v příloze č. 1 k zákonu o PZH ve sloupci 2 tabulky I nebo II nebo že součet poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu vypočítaný na základě vzorce a za podmínek stanovených v příloze č. 1 zákona o PZH je menší než 1. Protokol o nezařazení si uživatel uchová pro případ kontroly. Vzor protokolu o nezařazení je uveden v příloze zákona o PZH. Uživatel objektu má povinnost aktualizovat protokol o nezařazení po každém zvýšení množství nebezpečné látky umístěné v objektu, které přesahuje 10 % dosavadního množství nebezpečné látky umístěné v objektu nebo při umístění další nebezpečné látky v objektu, která dosud nebyla v seznamu uvedena. Uživatel objektu předloží protokol o nezařazení nebo jeho aktualizaci příslušnému krajskému úřadu do jednoho měsíce ode dne, kdy množství nebezpečné látky umístěné v objektu přesáhlo 2 % množství uvedeného v příloze č. 1 [1].

Odborná veřejnost vnímá hrozbu ze strany PZO, a proto byl v SIAŘ (Sbírka interních aktů řízení) publikován Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru (dále jen „HZS“) ČR č. 35 ze dne 14. 9. 2017 (dále jen „SIAŘ GŘ

HZS ČR 35/2017“), kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky. Tímto pokynem je za účelem minimalizace dopadů závažné havárie stanoven systém plánování opatření ochrany obyvatelstva pro objekty nezařazené do skupiny B podle zákona o PZH, pokud mohou představovat pro své okolí významné ohrožení. HZS kraje si na základě tohoto pokynu vyžádá informace o nezařazených objektech od odboru životního prostředí příslušného krajského úřadu a provede identifikaci zdrojů rizik, stanovení zóny ohrožení, analýzu a hodnocení rizik. Výsledkem analýzy rizik je určení úrovně rizika podlimitního objektu. Pokud HZS kraje při posuzování rizik podlimitního objektu dojde k závěru, že za hranicemi podlimitního objektu hrozí nebezpečí závažné havárie, zpracuje pro tento objekt tzv. havarijní kartu, v opačném případě rozhodne, že se pro daný objekt karta zpracovávat nebude [9].

Havarijní karta obsahuje pokynem stanovené informace o podlimitním objektu, definované zóně ohrožení a o opatřeních pro ochranu obyvatelstva, které by využily složky IZS a další spolupracující subjekty v případě závažné havárie při provádění záchranných a likvidačních prací. Havarijní karta se člení na dvě hlavní části, textovou a grafickou. Textová část havarijní karty obsahuje identifikaci havarijní karty, včetně data jejího zpracování a poslední aktualizace, identifikační údaje podlimitního objektu, název objektu a provozovatele, adresu objektu s GPS souřadnicemi a kontakt na odpovědnou osobu provozovatele nejlépe s nepřetržitým dosahem (dispečink, obsluha zařízení, technik). Důležitou informací je kontaktní stanoviště složek IZS včetně GPS souřadnic. Identifikace zdroje rizika spočívá v identifikaci nebezpečné látky umístěné v podlimitním objektu, pro kterou byl objekt vybrán, havarijní scénář (např. únik, požár, výbuch apod.), základní charakteristiku a především nebezpečné vlastnosti látky včetně příslušných piktogramů, maximální množství nebezpečné látky, způsob jejího uskladnění a umístění v rámci objektu. Informace o zóně ohrožení zahrnují její poloměr, počet ohrožených osob v zóně, počet osob uvnitř samotného podlimitního objektu

(zaměstnanci a návštěvníci) a počet osob mimo podlimitní objekt (osoby trvale žijící v zóně ohrožení dle hlášeného místa trvalého pobytu a předpokládaný počet osob, které se mohou v zóně vyskytovat dočasně). Dalším bodem jsou konkrétní opatření a činnosti pro řešení závažné havárie v zóně ohrožení se zaměřením především na opatření ochrany obyvatelstva. Jednotlivá opatření lze rozdělit do kategorií:

1. činnost provozovatele v případě havárie,
2. organizace zásahu a činnost velitele zásahu,
3. činnost Krajského operačního a informačního střediska (dále jen „KOPIS“) HZS kraje,
4. činnost složek IZS a dalších subjektů podílejících se na záchranných a likvidačních pracích,
5. přehled významných objektů v zóně ohrožení, které mohou být v případě závažné havárie ohroženy a v kterých se vyskytuje větší množství osob [9].

Opatření jsou zaměřena k zajištění ochrany obyvatelstva - především k varování, vyrozumění, evakuaci, ukrytí, zajištění zdravotnické pomoci a dopravnímu zabezpečení [9].

Grafická část havarijní karty obsahuje mapový podklad, ve kterém jsou zobrazeny informace o umístění podlimitního objektu, vyznačení zdroje rizika, vyobrazení definované zóny ohrožení jakož i významných (objektů dále jen „VO“) nacházejících se v zóně ohrožení, dále zde mohou být zobrazeny další informace, které jsou důležité pro řešení závažné havárie (např. rozmístění koncových prvků JSVV se zobrazením dosahu ozvučení, plánované rozmístění dopravních uzávěr, aj.) [9].

Havarijní kartu zpracovává HZS kraje příslušný dle umístění podlimitního objektu. Vypracování koordinuje a odpovídá za něj oddělení nebo odbor ochrany obyvatelstva a krizového řízení, které při zpracování spolupracují s dalšími

odděleními, především z úseku integrovaného záchranného systému a operačního řízení. HZS kraje spolupracuje při zpracování havarijní karty se základními složkami IZS, provozovatelem podlimitního objektu a dalšími subjekty, které se podílejí na řešení havárie (např. ostatní složky IZS, orgány územních samosprávných celků). Havarijní karta se zpracovává v listinné a elektronické podobě a její rozsah by měl být 1 list formátu A4 s oboustranným tiskem. Toto opatření je z důvodu možného operativního použití zúčastněnými záchrannými složkami v případě havárie. Zpracované havarijní karty jsou zařazeny do havarijního plánu kraje a provozovatel podlimitního objektu, pro který byla zpracována havarijní karta, je taktéž zahrnut do havarijního plánu kraje, z čehož mu vyplývají další povinnosti stanovené zvláštním právním předpisem. Pokud je pro tentýž objekt zpracována dokumentace zdolávání požárů, přikládá se havarijní karta k této dokumentaci. Aktualizace havarijní karty se provádí bezodkladně dojde-li ke změně informací uvedených v kartě nebo pokud změna může mít závažný dopad na řešení mimořádné událost. Souhrnná aktualizace havarijní karty se provádí jednou za 3 roky [9].

HZS krajů provedly analýzu podlimitních objektů dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017. Jedná se o poměrně velké množství objektů, u kterých musí být provedena identifikace, analýza a hodnocení rizika a v případě vyhodnocení objektu jako rizikového rovněž stanovení zóny a vypracování havarijní karty. Proto je vhodné tuto činnost automatizovat pomocí informačních systémů. HZS Kraje Vysočina upravil pro zefektivnění této činnosti svůj informační systém civilního nouzového plánování, do kterého přidal nástroj pro analýzu a hodnocení rizika podlimitních objektů. Tento systém slouží jako informační podpora v oblasti ochrany obyvatelstva a krizového řízení v rámci kraje Vysočina a pracuje na bázi webové aplikace. Aplikace se skládá z formuláře pro vkládání dat a výpočetní logiky dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017. Po vložení dat a automaticky provedeném výpočtu, zobrazí aplikace číselné vyjádření úrovně rizika a popis jeho hodnocení. Po vložení

počtu ohrožených osob z GIS aplikace sama seřadí objekty dle míry rizika. Data je možné následně exportovat dle potřeby do dalších IS nebo databází [10].

2.3 Ochrana obyvatelstva v zónách zdrojů ohrožení

Ochranou obyvatelstva se dle ustanovení § 2 písmena e) zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému rozumí: *„plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku.“* [1, s. 273]. Z této definice získáváme základní přehled o možných opatřeních pro ochranu obyvatelstva. Vyhláška Ministerstva vnitra č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému stanovuje v příloze č. 2 způsob zpracování a členění vnějšího havarijního plánu objektu zařazeného do kategorie B. V části C jsou pak upravena opatření ochrany obyvatelstva v podobě jednotlivých plánů konkrétních činností:

a) vyrozumění,
b) traumatologický,
c) varování obyvatelstva,
d) ukrytí obyvatelstva,
e) individuální ochrany obyvatelstva,
f) evakuace obyvatelstva,
g) nouzového přežití obyvatelstva,
h) monitorování,
i) pohotovostní plán veterinárních opatření,
j) veřejného pořádku a bezpečnosti,
k) ochrany kulturních památek,
l) hygienických a protiepidemických opatření,
m) komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky,
n) odstranění odpadů [1].

V zónách PZO můžeme některá tato opatření z hlediska ochrany obyvatelstva aplikovat. Dle mého názoru největší význam mají především opatření varování, evakuace, ukrytí – invakuace (využití přirozených ochranných vlastností budov) a použití improvizovaných prostředků individuální ochrany. Jednotlivá opatření podrobněji rozeberu níže s důrazem na přímou aplikaci v zóně PZO.

2.3.1 Varování

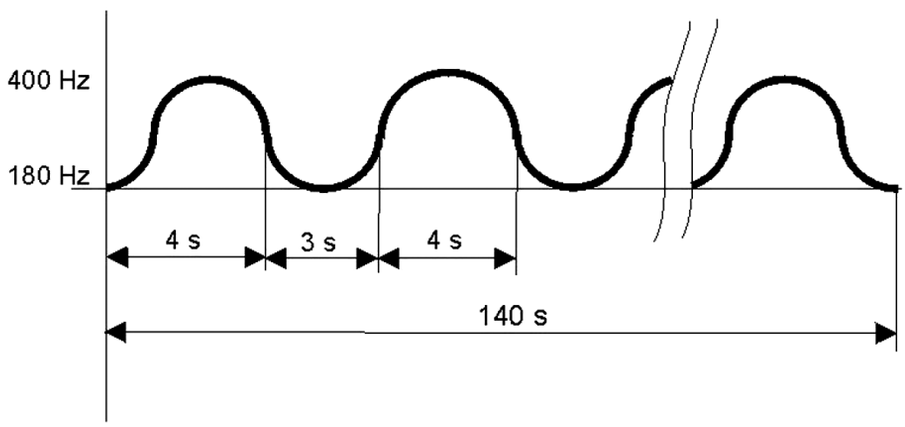
Varování má zvláštní postavení mezi ostatními opatřeními ochrany obyvatelstva. To je dáno tím, že varováním jsou spuštěna další ochranná opatření a obyvatelstvo je varováno před hrozícím nebezpečím. Úniky nebezpečných látek ve většině případů přicházejí náhle bez předchozího upozornění [11]. Z tohoto důvodu je také kladen důraz na co nejrychlejší předání varovné informace o ohrožení co největšímu počtu osob v oblasti. *„Varování je souhrn organizačních, technických a provozních opatření zabezpečující včasné předání varovné informace o reálně hrozící nebo již vzniklé MU ohroženému obyvatelstvu, vyžadující realizaci opatření na ochranu životů a zdraví obyvatelstva, majetku a životního prostředí.“* [4, s. 93]. Varování obyvatelstva můžeme realizovat pomocí jednotného systému varování a vyrozumění (dále jen „JSVV“), hromadných sdělovacích prostředků nebo také sociálních sítí.

2.3.1.1 Jednotný systém varování a vyrozumění

Správu JSVV zajišťují HZS krajů. Systém tvoří zadávací centra, vysílací infrastruktura telekomunikačních sítí a koncové prvky varování a vyrozumění. Koncovým prvkem JSVV může být rotační siréna (dále jen „RS“), elektronická siréna (dále jen „ES“) nebo místní informační systém (dále jen „MIS“). ES (někdy také pro svoji vlastnost produkce verbální informace nazývána jako „mluvící“) je společně s MIS schopna po zaznění varovného signálu předat také verbální tísňovou informaci o charakteru ohrožení nebo doplňujících opatření. *„Tísňová informace je souhrn organizačních, technických a provozních opatření zabezpečující bezprostředně po zaznění varovného signálu předání informací o zdroji, povaze a rozsahu nebezpečí a nutných*

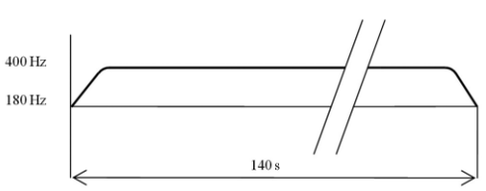
opatření k ochraně života, zdraví a majetku především cestou hromadných sdělovacích prostředků.“ [4, s. 93].

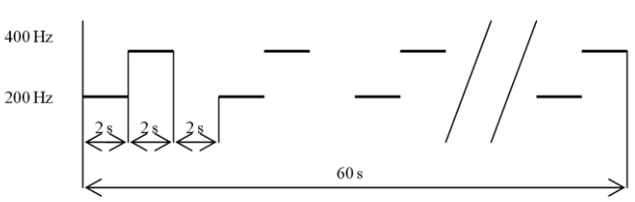
V ČR v systému varování rozlišujeme celkem tři signály, ale pouze jediný má status varovného signálu. Je jím signál „Všeobecná výstraha“ se svým specifickým kolísavým tónem o délce 140 sekund. Varovný signál je možné spustit bezprostředně 3x po sobě. Je velice důležité zajistit co nejširší povědomí společnosti o tomto signálu a žádoucí reakci na jeho zaznění.



Obrázek 1 Charakteristika varovného signálu „Všeobecná výstraha“ [4]

Dalšími signály jsou „Požární poplach“ a „Zkušební tón“. „Požární poplach“ slouží k vyhlášení poplachu a svolávání jednotek požární ochrany. „Zkušební tón“ je používán k akustické zkoušce JSVV a jeho koncových prvků. Je spouštěn zpravidla první středu v měsíci, ale jeho spuštění může být ze závažných důvodů posunuto nebo úplně zrušeno (např. v případě státního smutku).





Obrázek 3 Charakteristika signálu „Zkušební tón” [4] Obrázek 2 Charakteristika signálu „Požární poplach“ [4]

2.3.1.2 Varování obyvatelstva pomocí sdělovacích prostředků

Mezi hromadné sdělovací prostředky řadíme především rozhlasové a televizní stanice, které můžeme dále rozlišovat dle územního dosahu na regionální a celostátní. Dále zde řadíme také obecní rozhlasy, které nejsou jako MIS připojeny do JSVV. Při haváriích většího rozsahu může KOPIS HZS kraje v souladu s ustanovením § 32 zákona č. 239/2000 Sb. požádat provozovatele hromadných informačních prostředků o neprodlené zveřejnění tísňové informace [11].

2.3.1.3 Sociální sítě

I sociální sítě mohou samozřejmě napomáhat při ochraně obyvatelstva před účinky havárií. Především díky tzv. SMART technologiím máme možnost být v podstatě nepřetržitě on-line v informačním prostoru a na sociálních sítích. Pomocí sociálních sítí a stránek složek IZS je možné obyvatelstvo poměrně rychle a ve velkém rozsahu informovat o ohrožení a ochranných opatřeních. Tato oficiální informace se následně šíří mezi ostatními uživateli a má proto velký dosah.

2.3.2 Evakuace

Evakuace je *„souhrnem opatření zabezpečujících přemístění osob, zvířat, předmětů kulturní hodnoty, technického zařízení, případně strojů a materiálu k zachování nutné výroby a nebezpečných látek z míst ohrožených MU do míst, která zajišťují pro evakuované obyvatelstvo náhradní ubytování a stravování, pro zvířata ustájení a pro věci uskladnění.“* [4, s. 107]. V případech úniků nebezpečných látek je evakuace možná pouze u objektů PZO s NCHL a v jejich bezprostředním okolí ve chvíli, kdy hrozí taková závada technologie, která by vedla k uvolnění nebezpečné látky do prostor objektu, a poté do volného prostoru. To znamená, že vyhlášení evakuace zóny je možné pouze před samotným uvolněním NCHL do atmosféry. Pokud by byla evakuace provedena teprve následně, musely by evakuované osoby procházet kontaminovaným prostředím. Za takové situace by je bylo nutno vybavit velkým množstvím prostředků individuální ochrany s důrazem na dostatečnou ochranu

dýchacích cest a povrchu těla. V případě ulpění látky na evakuovaných osobách by dále bylo nezbytné provést dekontaminaci. Evakuaci můžeme rozdělit z několika hledisek:

1. podle územního rozsahu na objektovou a plošnou,
2. podle doby trvání na krátkodobou a dlouhodobou,
3. podle rozsahu skupin obyvatelstva na všeobecnou a částečnou,
4. na přímou evakuaci nebo evakuaci s ukrytím v případě předchozího použití úkrytu,
5. podle způsobu přesunu osob na samoevakuaci a evakuaci se zajištěním dopravy a
6. na samovolnou nebo řízenou v případě organizace a koordinace zasahujícími složkami a orgány obce nebo krizového řízení [12].

U samotných zdrojů ohrožení, tedy u objektů pracujících s NCHL, musí být evakuace vyhlášena vždy, okamžitě při zjištění závady na technologii směřující k úniku nebo samotného úniku. V tomto případě jde o přímou, objektovou a krátkodobou samoevakuaci. Evakuované osoby by měly co nejrychleji opustit objekt a vzdálit se co nejdále od možného zdroje úniku. Použití vlastních dopravních prostředků může při neřízené evakuaci zapříčinit kolize a dopravní nehody, které mohou vést k zablokování nejen odjezdových cest pro evakuované osoby, ale také příjezdových tras pro zasahující jednotky.

V rámci zón podlimitních zdrojů ohrožení by evakuace měla být nařízena před samotným únikem NCHL. V takovém případě by šlo o přímou, plošnou, krátkodobou a všeobecnou evakuaci, kterou by koordinovaly zasahující složky a orgány obce, případně orgány krizového řízení. Obyvatelstvo by se evakuovalo buď pomocí vlastních prostředků, nebo pomocí prostředků zajištěných záchrannými složkami.

Evakuace by se také dotýkala osob v dopravních prostředcích, které by směřovaly do zóny úniku nebo by se v ní pohybovaly. Tyto osoby musí okamžitě po obdržení tísňové informace opustit zónu směrem od místa úniku za dodržení bezpečnostních opatření, mezi které patří uzavření oken, vypnutí ventilace a klimatizace ve vozidlech či bezpečné opuštění zóny po komunikaci za dodržení průjezdnosti pro zasahující složky [11]. Dopravní společnosti, které provozují linky projíždějící zónou možného úniku, musí být v jeho případě okamžitě vyrozuměny o havárii tak, aby linky směřující do zóny odklonily a zastavily, nebo spoje nacházející se v zóně vyrozuměly o nutnosti jejího opuštění. Samostatnou kapitolou jsou dopravní uzly, například autobusová nebo vlaková nádraží.

Je důležité, aby do zóny nevjížděli ani rodiče dětí, které jsou ve škole, mateřské škole nebo mimo objekt školy na vzdělávací, kulturní nebo sportovní akci, ve snaze je vyzvednout. Naopak, rodiče musí děti ponechat v rámci objektu školy, která se o zajištění bezpečnosti studentů a žáků na nezbytnou dobu postará a rodičům sdělí, jaký je v objektu stav a co mají dále dělat [13].

2.3.3 Ukrytí - invakuace

Invakuace je opakem evakuace. Pojem není právními předpisy definován, ale odborná praxe za invakuaci považuje využití přirozených ochranných vlastností budov k ukrytí osob a zvýšení těchto ochranných vlastností organizačními a bezpečnostními opatřeními. Mezi organizační opatření patří informování všech osob v budově, jejich přesun do vyšších pater (pokud možno na odvrácenou stranu od místa úniku) a zajištění, aby se v budově nevyskytovaly osoby ve sklepních prostorách. Mezi bezpečnostní opatření pro zvýšení ochranných vlastností objektu zahrnujeme vypnutí vzduchotechniky, ventilace nebo klimatizace, uzavření oken, dveří a zvýšení jejich těsnosti pomocí oblepení lepicí páskou. Bezpečnost osob v místnosti lze ještě zvýšit použitím níže uvedených prostředků individuální ochrany. Dále je nutné, aby měly ukryté osoby přístup k rozhlasovému nebo

televiznímu vysílání, případně přístup k informacím pomocí sítě internet nebo sociálních sítí.

Pokud došlo již k samotnému úniku NCHL do ovzduší, je dle mého názoru tento způsob ochrany osob vhodnější než jejich evakuace skrz prostor možné kontaminace.

2.3.4 Použití prostředků individuální ochrany

Prostředky individuální ochrany (dále jen „PIO“) jsou *„Prostředky pro ochranu dýchacích cest a povrchu těla, které při včasném a dovedném použití zabezpečují spolehlivou ochranu před účinky nebezpečných látek (především toxickými účinky otravných látek, toxinů a ostatních škodlivin, radiačními a toxickými účinky radioaktivních látek a infekčními účinky biologických prostředků).“* [4, s. 103].

PIO lze dělit podle výše uvedené definice na prostředky pro ochranu dýchacích cest a povrchu těla. Prostředky pro ochranu dýchacích cest lze použít:

a) prostředky filtračního typu (ochranné masky),
b) prostředky izolačního typu (izolační dýchací přístroje).

Pro ochranu povrchu těla můžeme použít prostředky dle stejného principu dělení:

a) prostředky filtračního typu (filtrační ochranný oděv),
b) prostředky izolačního typu (izolační ochranný oděv) [12].

V případě havárie s únikem NCHL, bohužel u sebe vždy nemáme PIO a těmito prostředky nebývají vybavena ani školská a jiná zařízení, včetně těch, které se nacházejí v blízkosti objektů chemického průmyslu nebo PZO. Proto bude pro obyvatelstvo a osoby v VO nezbytné použít tzv. improvizované prostředky individuální ochrany (dále jen „IPIO“). Stejně jako u PIO tak také u IPIO je dělíme

na prostředky pro ochranu dýchacích cest a povrchu těla. Základním principem improvizované ochrany je využití vhodných oděvních součástí nebo prostředků, které máme k dispozici a nalezneme je v každé domácnosti nebo prostředí, kde se pohybujeme a pomoci kterých je možné chránit jak dýchací cesty, tak celý povrch těla. Při použití IPIO musíme dodržovat základní zásady:

- celý povrch těla musí být zakryt, žádné místo nesmí zůstat nepokryté,

- všechny IPIO je nutné co nejlépe utěsnit,

- pro zvýšení ochranných účinků je dobré kombinovat více ochranných prostředků nebo je použít ve více vrstvách.

K ochraně dýchacích cest použijeme navlhčenou roušku zhotovenou z kapesníků, ručníků, utěrek apod. a mírně navlhčenou ve vodě či ve vodném roztoku sody nebo kyseliny citrónové, a upevněnou v zátylku převázaným šátkem či šálou. Takto chráníme nos i ústa.

Hlavu chráníme čepicí, kloboukem, šálou, šátkem či kuklou, přes které je vhodné převléci kapuci tak, aby vlasy byly úplně zakryty a zvolená pokrývka hlavy chránila též čelo, uši a krk.

K ochraně očí lze použít brýle - lyžařské či motoristické, u kterých je nutné přelepit větrací průduchy lepicí páskou. V případě, že nemáme takové brýle k dispozici, lze oči chránit pomocí průhledného igelitového sáčku, který přetáhneme přes hlavu a stáhneme tkanicí či gumou v úrovni lícních kostí.

Při ochraně povrchu těla platí zásada, že každý druh oděvu poskytuje určitou míru ochrany a čím větší je počet vrstev tím se zvyšuje úroveň ochrany. Povrch těla chráníme kombinézou, kalhotami, zimními kabáty, bundou, pláštěm nebo

pláštěnkou do deště. Jako vrchní vrstvu ochranného oděvu je vhodné použít pláštěnku, přikrývku, deku nebo plachtu z nepromokavého materiálu.

K ochraně nohou jsou nejvhodnější vysoké boty nebo holínky. Prostor mezi nohavicí a botou nesmí zůstat nechráněný. Nohavici přesahující přes botu lze převázat provázkem nebo řemínkem. Pokud však délka nohavice nepřesahuje přes obuv, je nutné ovinout nechráněné místo látkou, šátkem apod. Pokud má osoba nízké boty, je nutné použít návleky z igelitových sáčků či tašek. Ruce chráníme gumovými nebo koženými rukavicemi. Čím delší jsou rukavice, tím vyšší je ochrana, díky možnosti chránit také předloktí. Rukávy přesahující přes okraj rukavic, pokud nejsou ukončeny nápletem nebo pryží, se převáží řemínkem nebo provázkem. Jestliže by mezi rukavicí a rukávem vzniklo nechráněné místo, je třeba zápěstí ovinout šálou, šátkem, igelitem apod. Pokud nejsou k dispozici žádné rukavice, je možné chránit ruce např. igelitovým sáčkem nebo textiliemi tak, aby nepřišly do přímého kontaktu s NCHL.

Celý vytvořený improvizovaný ochranný oděv je nutné dostatečně utěsnit v oblasti krku, k tomu lze opět použít šálu nebo šátek a omotat jej přes zvednutý límec. Ochranu trupu je nutné utěsnit v pase, nejlépe pomocí opasku. Netěsné zapínání a trhliny v oděvu je nutné přelepit lepicí páskou.

Při návratu ze zamořeného prostoru do obývacích prostorů odložte před vchodem veškerý svrchní oděv do igelitového pytle a zavažte jej. Pokud je to možné, pečlivě se osprchujte, otřete dosucha a oblečte se do suchého oděvu [4] [13].

2.4 Dynamika obyvatelstva

Zaměřme se především na návazná opatření vedoucí k ochraně obyvatelstva v případě mimořádné události spojené s únikem NCHL, je nutné zjistit cílovou skupinu těchto ochranných opatření. Nelze jednoduše říci, že se jedná o osoby bydlící v okolí PZO v definovaných zónách. Některá velká města (Praha:

http://app.iprpraha.cz/apl/app/dynamika-obyvatelstva/; Brno: http://operator.brno.ml/) provedla porovnání dat poskytnutých mobilními operátory, pro zmapování dynamiky pohybu a přemisťování obyvatel na území města a z těchto vyplývá, že v rámci denní doby se většina obyvatel přesouvá z obytných čtvrtí a objektů pro bydlení do zaměstnání, škol, obchodních center a lokací pro trávení volného času. V těchto objektech je tedy následně na poměrně malé ploše soustředěn velký počet osob [14]. Z tohoto předpokladu budu vycházet také při stanovování parametrů pro výběr významných objektů a při vytváření vrstvy významných objektů.

2.5 The Internet Of Things – Internet věcí

Pojem „Internet of Things“ neboli „Internet věcí“ (dále jen „IoT“) je dnes nastupujícím fenoménem a dalším rozměrem pro vzájemné propojení zařízení a lidí. První zmínky, výzkumy a projekty v oblasti IoT datujeme od roku 1999. Velice úzce je IoT propojen s čtvrtou průmyslovou revolucí neboli tzv. „Průmyslem 4.0“ a je hojně využíván v průmyslovém prostředí, v projektech tzv. „Smart cities“ (Inteligentních měst) a v automatizaci objektů pro bydlení v tzv. „chytrých domácnostech“.

IoT je systém vzájemně propojených výpočetních zařízení, mechanických a digitálních počítačů, objektů, zvířat nebo lidí, kterým jsou poskytovány jedinečné identifikátory (UID) a je jim dána schopnost přenášet data po síti bez nutnosti použití lidského činitele nebo interakce člověka a počítače. Věcí v IoT tedy může být osoba s implantátem srdečního monitoru, hospodářské zvíře s biočipovým transpondérem, automobil, který má vestavěné senzory, a který upozorňuje řidiče, pokud je tlak vzduchu v pneumatikách nízký, nebo jakýkoli jiný fyzický či umělý objekt, kterému může být přiřazena IP adresa a je schopen přenášet data po síti. Organizace v různých odvětvích stále častěji využívají IoT k tomu, aby zvýšily svoji efektivitu, lépe porozuměly a poskytovaly lepší služby zákazníkům, zlepšovaly

rozhodování a zvyšovaly hodnotu podniku. IoT se vyvinul z konvergence bezdrátových technologií, mikroelektromechanických systémů a internetu. Ke konvergenci došlo především mezi oblastmi operačních a informačních technologií, což umožňuje analyzovat nestrukturovaná strojově generovaná data. IoT se vyvinul z komunikace mezi stroji označovanými jako „M2M“ (Machine to Machine). To znamená, že stroje a zařízení, které se navzájem spojují prostřednictvím sítě bez lidské interakce, spolu komunikují a vzájemně si vyměňují data. V rámci této komunikace je možné připojení zařízení ke cloudu, jeho správu a sběr dat. Senzor M2M umožňuje posun používání zařízení na vyšší úroveň a vytvoření senzorové sítě miliard inteligentních zařízení, které propojují lidi, systémy a další aplikace pro sběr a sdílení dat. IoT je také přirozeným rozšířením pro Supervisory control and data acquisition neboli „SCADA“ (supervize řízení a získávání dat), což je kategorie softwarového aplikačního programu pro řízení procesů a shromažďování dat v reálném čase ze vzdálených míst do řídících zařízení. Systémy SCADA jsou rozděleny na hardwarové a softwarové komponenty. Hardwarové komponenty mají za úkol sledování, sběr a přenos dat do nadřazeného zařízení, většinou počítače, ve kterém je následně pomocí softwarového komponentu provedeno zpracování a analýza dat a následné vytvoření požadovaných výstupů. Celý tento proces probíhá v reálném čase. Vývoj systémů SCADA pozdějších generací umožnil vytvoření první generace systémů pro IoT. Celý systém IoT je složen z tzv. inteligentních zařízení, která používají integrované procesory, senzory a komunikační hardware pro shromažďování a odesílání dat ze svého prostředí. Pomocí modulu IoT brány nebo jiného periferního zařízení, jsou data posílána do vzdáleného uložiště nebo nadřazeného zařízení, které mají za úkol provedení analýzy nebo mohou být analyzována lokálně přímo v zařízení, a teprve následně je odeslán pouze výsledek provedené analýzy (např. změna sledovaného stavu nebo veličiny). Toto propojení umožňuje také komunikaci s dalšími zařízeními, která následně podle výsledků mohou upravovat své nastavení, svoji funkci a činnost. Celá tato komunikace může probíhat bez jakéhokoli lidského zásahu, i když

samozřejmě může obsluha provést nastavení zařízení a sledovat shromažďovaná data, případně výstupy z analýzy těchto informací. Připojení, použité síťové a komunikační protokoly určené pro zařízení systémů IoT ovlivňují konkrétní použité aplikace a komunikační sítě IoT [15].

2.5.1 Sigfox

Aby IoT mohl fungovat, potřebují jeho jednotlivé prvky pro svoji komunikaci speciální síť. Protože informace zasílané ve formě datových paketů mají specifický formát, bylo nutné vytvořit pro IoT vlastní síť. Dnes najdeme na světě několik těchto sítí se svými provozovateli. Jednou z největších je Sigfox.

Sigfox je bezdrátová technologie pro posílání dat vytvářející síť pro IoT a stejnojmenná technologická společnost původem z Francie zabývající se vývojem a provozem technologie sítí pro IoT, která započala s vývojem a zavedla síť pro IoT v roce 2009. I když jde o síť s uzavřeným kódem, spolupracuje v současnosti s Evropským ústavem pro telekomunikační normy - ETSI na definování otevřeného standardu pro LTN - Low Throughput Networks a UNB - Ultra Narrow-Band. Z toho vyplývá, že Sigfox používá velmi úzké pásmo, a s tím souvisí přesné časování. Proto může docházet k rušení vlivem pohybu vysílače vůči přijímači, což povede k nedoručení zprávy. Týká se to především zařízení v dopravních prostředcích a jejich činnosti při rychlejší jízdě. Proto například zařízení odesílající informace o poloze využívají funkce zaslání zprávy ve chvíli, kdy se zařízení nepohybuje a je v klidu. Sigfox nabízí komplexní model nabídky pro své uživatele, kdy v každé zemi, kde provozuje svoji síť, je pokrytí realizováno vybranými partnery ze skupiny Sigfox Network Operator - SNO. Síť je založena na topologii jednokomorové hvězdy skládající se z vysílacích zařízení, bran (základnových stanic) a tzv. Sigfox back-end. Pro umístění základnových stanic (bran) je většinou daným partnerem SNO využito stávající infrastruktury vysílačů mobilních operátorů (v některých zemích jsou partnery SNO samotní mobilní operátoři), které

komunikují s platformou Sigfox back-end. Sigfox disponuje oproti síti GSM a podobným specifickými vlastnostmi. V prvé řadě má dlouhý dosah. Český operátor SimpleCell ze skupiny SNO staví ve spolupráci s T-Mobile základnové stanice, a v současnosti mají již pokrytou celou ČR a pokrývají část Slovenska. Právě dlouhý dosah umožňuje použít na pokrytí poměrně málo stanic. Při testovacím provozu v ČR bylo použito čtyř stanic umístěných v Praze, které postačily k pokrytí většiny území Prahy a části Středočeského kraje. Systém však během zkušebních testů umožňoval za příznivých okolností odeslání zprávy až z nejvyšší hory ČR, Sněžky. Operátor udává dosah 200 kilometrů při přímé viditelnosti, 50 kilometrů v terénu a 2-5 kilometrů v městské zástavbě, dosah samozřejmě ovlivňují parametry antény. Další velice významnou vlastností sítě je její nízký výkon, používá pásmo 868 MHz s nejvyšším povoleným vysílacím výkonem 25 mW, který je přibližně ekvivalentem výkonu dálkového ovládání zamykání automobilů. Dalším parametrem sítě je přenosová rychlost, která činí 100 bitů za sekundu a maximální velikost přenášeného paketu dat je 12 bajtů. Vysílání jednoho takového paketu trvá přibližně 4 - 6 sekund podle jeho velikosti a denně může uživatel poslat až 140 takových paketů. Z výše uvedených parametrů vyplývá, že Sigfox nelze využívat v oblastech, kde je nutné přenášet často velké objemy dat, proto mají největší využitelnost sítě zařízení typu senzor. Tato zdánlivě negativní vlastnost sítě má ale skvělé uplatnění v oblasti bezpečnostních technologií, kde je potřeba odeslat pravidelné informace o stavu senzoru/detektoru nebo informace o poplachu při definované nestandartní situaci (změny nebo překročení sledovaných parametrů), což jsou operace s nízkými datovými objemy. Pro uplatnění plných uživatelských možností musí ekosystém splňovat tři základní požadavky: 1. oblast pokrytou sítí, 2. zařízení se senzorem a komunikačním modulem a 3. platné předplacení účastnické služby. Uživatel pak následně může využívat komunikaci se zařízením pomocí webového rozhraní API. V API je následně možné nastavit předání zprávy na volitelný server. Sigfox umožňuje oboustrannou komunikaci, tj. nejen odesílání

ze zařízení do sítě, ale také příjem zprávy zařízením, což se uplatní především při zasílání konfiguračních zpráv [16] [17].

Další výhody v sobě ukrývají samotné komunikační moduly pro síť Sigfox. Velice přívětivá je cena jak samotné služby, tak komunikačních modulů. Služba jako taková vychází řádově na desítky korun měsíčně a komunikační moduly lze pořídit za jednotky dolarů. Druhou výhodou je malá energetická náročnost, moduly mají velmi nízký odběr, proto mohou být připojeny na bateriový zdroj, když je není možné připojit ke stálému napájení. Na bateriový zdroj mohou zařízení pracovat mnoho let. Další možnou výhodou je globální roaming. Tato výhoda se projeví především u mobilních zařízení, u kterých je pravděpodobnost přesunu do jiných zemí. Pokud je takové zařízení v zemi s pokrytím sítě Sigfox, komunikuje bez problémů [17].

2.6 Vybrané chemické látky vyskytující se u podlimitních zdrojů ohrožení v Karlovarském kraji

Pro potřeby této práce bylo vybráno území Karlovarského kraje. HZS Karlovarského kraje vytipoval dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017 celkem 9 objektů, které pracují se dvěma druhy NCHL. Jsou jimi amoniak (čpavek) a chlor. Tyto látky se v největší míře vyskytují u podlimitních zdrojů ohrožení a pro své vlastnosti jsou jednou z největších hrozeb.

2.6.1 Amoniak NH_3

Vlastnosti amoniaku (čpavku) se liší podle toho, zda se nachází v plynném nebo kapalném skupenství. Za normálních okolností se nerozkládá. Prudce reaguje s oxidačními činidly a kyselinami, se vzduchem tvoří výbušnou směs. Při požáru mohou jeho tepelným rozkladem vznikat oxidy dusíku a vodík. Plynný čpavek je za normálních podmínek bezbarvým jedovatým plynem charakteristickým štiplavým zápachem, který je hořlavý a výbušný, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí.

Dráždí oči, dýchací cesty a orgány a způsobuje křečovitý kašel, leptá sliznice a kůži. Amoniak je dobře rozpustný ve vodě, proto ho lze dobře zkrápět (s rostoucí teplotou vody však rozpustnost klesá). V plynné fázi je lehčí než vzduch, v místě odpařování z kapalné fáze se ale vytváří amoniaková mlha bílé barvy, která se chová jako plyn těžší než vzduch, může zatékat do níže položených prostor. Kapalný amoniak (zkapalněný plyn) způsobuje omrzliny, kdy z jednoho litru zkapalněného amoniaku může za normálních podmínek vzniknout až 1000 litrů plynného amoniaku. Vře při poklesu tlaku (0,86 MPa při 20 °C). Zkapalněný plyn reaguje exotermně s vodou, to znamená, že při této reakci dochází k vývinu tepla. Následně se po zchlazení okolí odpařuje velmi pomalu. Odpařování se velmi zvyšuje při manipulaci s kapalným amoniakem nebo při styku s teplými (horkými) povrchy a látkami nebo také přijde-li do kontaktu s vodou. Amoniak se využívá především při výrobě hnojiv, dále ve farmaceutickém, chemickém, potravinářském nebo textilním průmyslu. Další využití nalezl v odlučovačích kouře, při zpracování kovů, k ochraně dřeva. Nejčastěji se používá jako chladicí médium v chladírnách a zimních stadionech (dále jen „ZS“). Bývá skladován a přepravován pod tlakem jako zkapalněný plyn. Nalezneme ho v tlakových nádobách (vodní objem 50 litrů/25 kg nebo 79 litrů/40 kg) nebo v kontejnerech (960 litrů/500 kg nebo 900 litrů/475 kg) při tlaku 0,86 MPa. Pro velkokapacitní přepravu se používají silniční cisterny a železniční kotlové vozy o objemu až 84 m^3. Ve stacionárních provozech ho nalezneme v zásobnících různého množství a objemu dle potřeb provozu, které jsou vybaveny záchytnou bezpečnostní jímkou. Dále je možné se s amoniakem setkat ve formě plynu rozpuštěného v kapalině (tzv. čpavková voda 25-50%). V této formě je skladován a přepravován v plastových kontejnerech o objemu až 1000 litrů, sudech o objemu až 50 litrů, silničních cisternách nebo železničních kotlových vozech o objemu až 84 m^3 [7].

2.6.2 Chlor Cl_2

Chlor je za normálních okolností žlutozelený, nehořlavý, toxický plyn ostře štiplavého charakteristického zápachu. Je silným oxidačním činidlem s korozivními a silně bělícími účinky. Plynný chlor je těžší než vzduch. V nižších koncentracích plynný chlor dráždí oči, dýchací orgány a způsobuje křečovitý, dráždivý kašel. Vysoké koncentrace plynného chloru (čím je barva uniklého chloru tmavší, tím vyšší má koncentraci) působí žíravě na pokožku. Ve spojení s vodíkem tvoří výbušnou směs náchylnou k iniciaci např. světlem nebo teplem. Ve zkapalněném stavu se vyskytuje jako světlá bezbarvá kapalina. Při styku s kůží způsobuje tato kapalina omrzliny. Z jednoho litru zkapalněného chloru se může za normálních podmínek vytvořit až 475 litrů plynného chloru. Vodný roztok chloru působí silně žíravě na pokožku, což může mít za následek zarudnutí pokožky a případně až tvorbu puchýřů. Chlor je ve vodě mírně rozpustný a rozpustnost je velmi závislá na teplotě vody. Při rozpouštění chloru ve vodě vzniká silně kyselý roztok kyseliny chlorné (HClO) a kyseliny chlorovodíkové (HCl). Tento roztok je žíravými s bělícími účinky. Při 20 °C vzniká cca 1 % roztok, který nazýváme jako vodný roztok chloru neboli chlorovou vodu. Známkou úniku chloru může být mimo výše uvedené také barva vegetace, která při styku s chlorem hnědne. Chlor se používá jako desinfekce k úpravě vody. V průmyslu tvoří důležitý produkt pro výrobu vinylchloridu. Je součástí čisticích a desinfekčních prostředků a rozpouštědel. Při úpravě pitné vody v úpravnách vody (dále jen „ÚV“) nebo v bazénech se používá chlor dodávaný v tlakových láhvích nebo tzv. kontejnerech. Další možností je chlorování chlorem vznikajícím při reakci kyseliny sírové a zásady obsahující chlor (např. chlornan sodný). V tomto případě se na místě chlorování nenachází uskladněný čistý chlor, ale do potrubí je v jednom místě přiváděna kyselina sírová a v dalším místě zásada. Reakce je doprovázená vývinem chloru a probíhá přímo v potrubí s upravovanou vodou. Chlor bývá skladován a přepravován jako pod tlakem zkapalněný plyn v kontejnerech nebo ocelových lahvích o objemech 40 nebo 50 litrů (tlakové láhve s chlorem jsou žluté, dle nového označení je láhev šedá a na vrchlíku má nad sebou

žlutý a tyrkysově modrý pruh). Další nádobou pro skladování a přepravu jsou sudy o objemu 400 až 500 litrů při vnitřním tlaku 0,56 MPa. Velkokapacitní přeprava může probíhat v silničních cisternách nebo železničních kotlových vozech o objemu až 20 m^3 [7].

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem mé diplomové práce je poukázat na možné ohrožení obyvatelstva ze strany podlimitních zdrojů ohrožení. Následně se zaměřím na návrh opatření pro ochranu obyvatelstva v zónách vytipovaných podlimitních zdrojů. Návrh opatření bude obsahovat komplexní systém technických a organizačních prvků. Výsledek práce bude možné využít jako podklad pro metodiku pro ochranu obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení.

Hypotézy:

1) V definovaných zónách podlimitních zdrojů ohrožení se nachází velký počet ohrožených osob. Jako škálu pro hodnocení počtu ohrožených osob použiji koeficient K_{O2} (ohrožení osob) z multikriteriální analýzy podle metodiky MV – GŘ HZS ČR.

2) Úpravny vody, průmyslové objekty, a dále zimní stadiony s pozdějším datem výstavby, mají v definovaných zónách méně významných objektů.

3) Efektivita ochranných opatření je závislá na rozdílu času T0 a přijetí informace o úniku. Čas T0 je čas počátku úniku NL.

4) Navržená ochranná opatření zvyšují ochranu osob ve vytipovaných významných objektech.

4 METODIKA

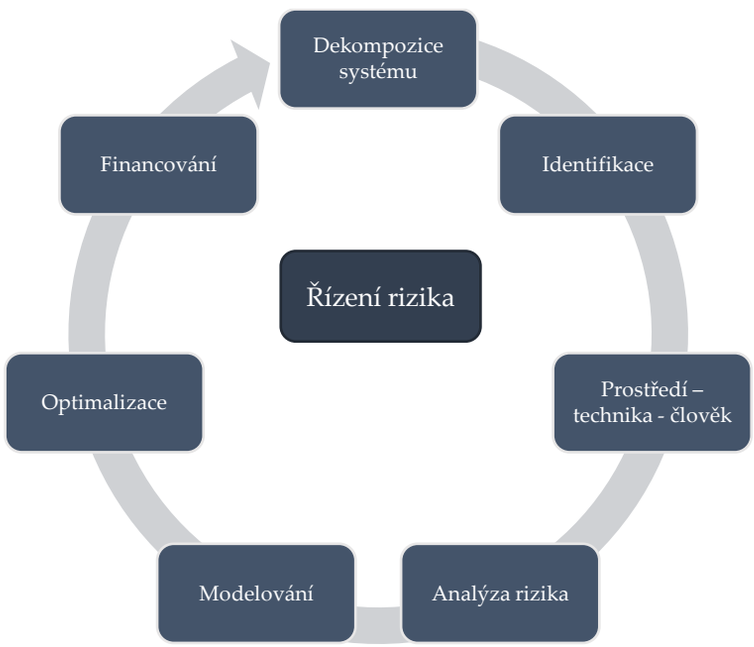
4.1 Popis postupu

Pro potřeby této práce jsem zvolil jako laboratorní prostředí území Karlovarského kraje. V první fázi jsem převzal objekty podlimitních zdrojů ohrožení, které vytipoval HZS Karlovarského kraje dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017. U těchto objektů jsem provedl sběr informací o druhu a množství nebezpečné látky, pro kterou byl objekt HZS Karlovarského kraje vytipován, a která se nachází v objektu nebo areálu, a dále informace o technologii sloužící k detekci úniku a předání informace odpovědným osobám mimo objekt. Následně jsem provedl simulaci úniku a modelaci zóny ohrožení pomocí softwarového nástroje ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). Výsledné zóny jsem přenesl do Geografického informačního systému, kde jsem provedl prostorovou analýzu, jejímž výstupem bude počet ohrožených osob s hlášením trvalého místa pobytu ve stanovené zóně, a dále průnik vrstev smrtící a zraňující zóny s vrstvou významných objektů. Pro vytvoření vrstvy významných objektů musí být nejprve stanovena kritéria výběru objektu a kritéria omezení výběru z výchozí vrstvy CSU_bud_vchod.

Na základě všech zjištěných informací navrhnu komplexní systém ochranných opatření obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení, který bude obsahovat kompletní řetězec technických a organizačních prvků. Tento návrh podrobím SWOT analýze pro určení jeho aplikovatelnosti v praxi.

V současnosti se způsob prevence technologických MU jeví jako nedostatečný, a proto se poslední dobou prosazuje jako nejefektivnější systém řízení rizik formou kontrolních procesů. Při systému řízení rizika dochází k zorganizování rozhodovacího procesu, při kterém technickými, sociálními a normativními opatřeními z oblastí jak prevence, tak represe, dokážeme snížit riziko na sociálně přijatelnou úroveň. V tomto systému nedojde k úplné eliminaci rizika jako celku a je

připuštěna existence přijatelné míry rizika. V celém systému hrají také důležitou roli finanční prostředky, které mohou být uvolněny na celý koloběh systému zobrazeného na obrázku 4 [18]. Část níže uvedeného cyklu pro řízení rizika využiji pro návrh komplexního systému ochrany obyvatelstva v zónách PZO.



Obrázek 4 Kruhový model řízení rizika [18]

4.2 Použité metody

V rámci mojí práce použiji několik metod, v první řadě provedu díky modelačnímu softwarovému nástroji ALOHA modelaci zón a simulaci úniku NCHL dle předem stanoveného scénáře a daných vstupních meteorologických podmínek. Výsledné zóny přenesu z ALOHA do Geografického informačního systému (dále jen „GIS“), v němž provedu prostorovou analýzu pro určení počtu obyvatel v jednotlivých zónách a dále určení objektů zvláštního významu. Následně na základě výsledků výše uvedených metod navrhnu technická a organizační opatření, která podrobím SWOT analýze pro určení jejich aplikovatelnosti v praxi a stanovení možností pro další rozvoj systému ochrany jako celku.

4.2.1 Metoda modelace

Modelování úniků NCHL využíváme při prognóze dopadů možné havárie proto, abychom optimálně nastavili ochranná opatření, nebo při samotných havarijních událostech odhadli intenzitu, chování a směr úniku, a s ohledem na tyto informace realizovali ochranná opatření. K prognózám se využívá výpočtových metod, což je soubor matematicko-fyzikálních postupů, při kterých se vzájemně zohledňují různé vztahy předem stanovené a ověřené. Tyto výpočty mohou obsahovat různou míru nepřesnosti s ohledem na použitou metodu a počet využitých okolností ovlivňujících únik a šíření NCHL. V tomto ohledu poskytují velkou pomoc softwarové nástroje určené pro modelaci účinků úniku NCHL. Tyto nástroje obsahují matematické modely pro výpočty šíření a účinků NCHL [3]. Celý výpočet se odvíjí od vybraného scénáře úniku, který je ovlivněn druhem a vlastnostmi konkrétní látky, pro kterou je modelace realizována. Nástroje také započítávají působení meteorologických vlivů, které jsou, jak jsem již uvedl, jedním ze zásadních faktorů pro parametry havárie a následné šíření NCHL. Při výpočtu modelační nástroj zohledňuje veškeré vazby zadaných parametrů. Ve většině případů, čím přesnější je modelační nástroj ve svých výstupech, tím více je nutné zadat na vstupu parametrů [11].

4.2.2 Prostorová analýza

K provedení prostorové analýzy použiji analytický nástroj GIS metodou komplexní GIS analýzy. V nastavení nástroje pak budou použita dvě různá nastavení a to: „vytvořit nový výběr“ a „odstranit z výběru“. V první řadě přenesu do ArcGIS všechny vymodelované zóny a díky zadání souřadnic do exportovaného *.kml souboru je přesně umístím na pozice PZO. Tím vytvořím obalové zóny kolem prvků. Prostorovou analýzou (vyhledat podle umístění) vyberu data v třídě prvků „CSU_bud_vchod“ pro jednotlivé zóny. Vybraná data pro jednotlivé zóny uložím do samostatných tříd prvků. Pro zařazení prvku do zóny postačí dotyk s obalovou zónou, nikoliv přímý průnik. Výsledkem prostorové analýzy jsou body vchodů

náležející do jednotlivých zón s počty obyvatel za každý vchod. Celkové počty obyvatel za jednotlivé zóny získáme jejich sečtením. Obdobně získáme i celkový počet obyvatel nacházejících se ve všech zónách. Vrstvu významných objektů vytvořím ze základu vrstvy CSU_bud_vchod omezené obalovými zónami zraňující a smrtící zóny. Nejprve odstraním z výběru objekty určené pro bydlení. U adres zbývajících objektů ověřím dotazem přes ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) do katastru nemovitostí, zda vybraný objekt spadá do kategorií stanovených kritérii pro významné objekty. Pro další selekci vzniklých dat a zohlednění informací od velitelů stanic HZS také provedu zobrazení geografického rozložení dat a případnými dotazy do katastru nemovitostí docílím vytvoření vrstvy významných objektů [19].

4.2.3 SWOT analýza

SWOT analýza, jejíž název vychází z počátečních písmen originálního anglického názvu Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti), Threats (hrozby), je jednou z nejčastěji užívaných analytických metod. Ve valné většině posuzování navrhovaných opatření, přípravě nových projektů nebo analyzování stávajícího stavu organizací nebo subjektů a potřeby dalšího vývoje je používána tato metoda. Jedná se o komplexní metodu strategické analýzy s kvalitativním hodnocením. Pro analýzu výchozího stavu organizace se při SWOT analýze nejprve identifikují vnitřní faktory, kterými jsou silné a slabé stránky. Dále se identifikují vnější faktory, kterými jsou příležitosti a ohrožení. Oba identifikované faktory jsou následně analyzovány a vyhodnoceny. Pro výsledky SWOT analýzy se používá maticové zobrazení, ve kterém jsou názorně vidět základní prvky a vzájemné vztahy mezi nimi. V návaznosti na SWOT analýzu lze následně volit strategie rozvoje pro další vývoj organizace, zároveň ale vystihuje její stávající stav [20] [21].

Během SWOT analýzy jsou jednotlivě a následně vzájemně posuzovány vnitřní a vnější faktory. Pro hodnocení jednotlivých aspektů lze použít metody vah nebo pořadí [20].

4.3 Softwarový nástroj ALOHA

Pro vlastní simulaci úniku NCHL a výslednou modelaci zóny ohrožení použiji softwarový nástroj ALOHA.

ALOHA je softwarový nástroj pro modelování a simulaci úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě zadaných vstupních parametrů a údajů o vnějších vlivech modeluje předem definované nebezpečné zóny (Threat zones), kde nastává ohrožení projevem vlastností uniklé látky [22]. ALOHA byla vytvořena ve spolupráci National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Response and Restoration - Úřad pro reakci a obnovu Národního úřadu pro oceán a atmosféru (NOAA) a The Environmental Protection Agency - Agentury pro ochranu životního prostředí (EPA) [23].

Tento nástroj jsem si zvolil s ohledem na jeho variabilitu a jeho výstupy, přibližující se realitě díky výše uvedenému velkému množství zadávaných vstupních údajů z kategorií zdroje ohrožení, druhu chemické látky, atmosférických podmínek a scénáře úniku. Především možnost simulace zvolených scénářů úniku s ovlivněním zvolenými atmosférickými podmínkami považuji za velice přínosnou pro praxi.

4.4 Geografický informační systém - GIS

Velmi významnou úlohu v mé práci hrál GIS, protože bez GIS, ve kterém jsem provedl prostorovou analýzu, by nebylo možné zjistit počty obyvatel v jednotlivých zónách a provést výběr, selekci a analýzu s výsledným vytvořením vrstvy významných objektů. Geografický informační systém neboli GIS není lehké přesně

a jednotně definovat. Jedna z novějších definic z roku 1997 podle Streita říká, že: *„GIS je na počítačích založený informační systém na získávání, obhospodařování, analýzu, modelování a vizualizaci geoinformací. Geo data, která využívá, popisují geometrii, topologii, tématiku (atributy) a dynamiku (změny v čase) geoobjektů.“* [24, s. 20]. Pro provedení analýzy a závěrečné geografické zobrazení výsledků jsem použil ArcGIS for Desktop verze 10.6.1 vyvinutý společností Environmental Systems Research Institute - ESRI. Tato společnost sama definuje GIS jako: „*GIS je organizovaný soubor počítačového hardwaru, softwaru a geografických údajů (naplněné báze dat) navržený na efektivní získávání, ukládání, upravování, obhospodařování, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací.“* [24, s. 20]. Na závěr bych ještě doplnil definici Neumanna, která do prostředí GIS zahrnuje také personální obsazení a pochází z našich podmínek: *„GIS je kolekce počítačového technického vybavení, programového vybavení, geografických údajů a personálu, určená k účinnému sběru, ukládání, údržbě, manipulaci, analýze a zobrazování všech forem geograficky vztažené informace.“* [24, s. 20]. Z těchto definic by měl laik získat přehled o tom, co vše je GIS, a že se nejedná čistě jen o počítačový program, ale také o vědní obor, který se komplexně zabývá geografickými daty jako celkem.

Samotný název může částečně napovídat o jeho účelu, GIS lze vnímat jako geografický systém pro vytváření mapových projektů, databázi, ale i jako analytický nástroj. Všechny tyto způsoby využití lze vzájemně propojovat [24].

4.5 Stanovení vstupních parametrů pro modelaci

Pro modelaci úniku chemické látky a dosažení co možná největší přesnosti výsledků, je velice důležité zadání správných vstupních parametrů. V ALOHA zadáváme dvě hlavní kategorie dat. Nejprve zadáváme data do kategorie SiteData, poté do kategori SetUp. V SiteData se stanovují parametry umístění zdroje úniku (Location Information), typu budovy a jejího okolí (Building Type), data a času (Date & Time). V SetUp zadáváme chemickou látku, se kterou bude probíhat výpočet

(Chemical Information), atmosférické a meteorologické údaje (Atmospheric), údaje o zdroji úniku a nastavení výpočtu (Calculation Options). Modelaci provedu ve variantě meteorologických podmínek převažujících na území kraje ve zvoleném kalendářním měsíci a ve variantě konzervativních podmínek popsaných níže.

4.5.1 Stanovení parametrů kategorie SiteData

Location information nemusejí být nutně zadány pro provedení modelace a malé rozdíly v GPS souřadnicích daných volbou úzkého okruhu objektů na omezeném území nemají vliv na provedené výpočty a simulace. Proto pro všechny objekty uvedu shodnou lokaci, a to souřadnice KV Arény v Karlových Varech. Přenos do GIS bude samozřejmě ale proveden s konkrétními GPS souřadnicemi podlimitních zdrojů ohrožení. Stanovení informací o lokaci jsem provedl pomocí serveru mapa.cz. Pro odečtení nadmořské výšky jsem použil server api.mapy.cz. Typ budovy jsem stanovil s ohledem na umístění technologií v objektech v přízemních nebo prvních nadzemních podlažích jako jednopodlažní budovu (Single storied building). Okolí podlimitních zdrojů se nachází v zástavbě nebo zalesněném prostoru, proto jsem druh okolí zvolil jako Sheltered. Údaje o datu a čase směřuji na období září s ohledem na vhodnost meteorologických podmínek (vzorově 13. září 2018, 12:00 hod. a 13. září 2018, 23:00 hod.).

4.5.2 Stanovení parametrů SetUp

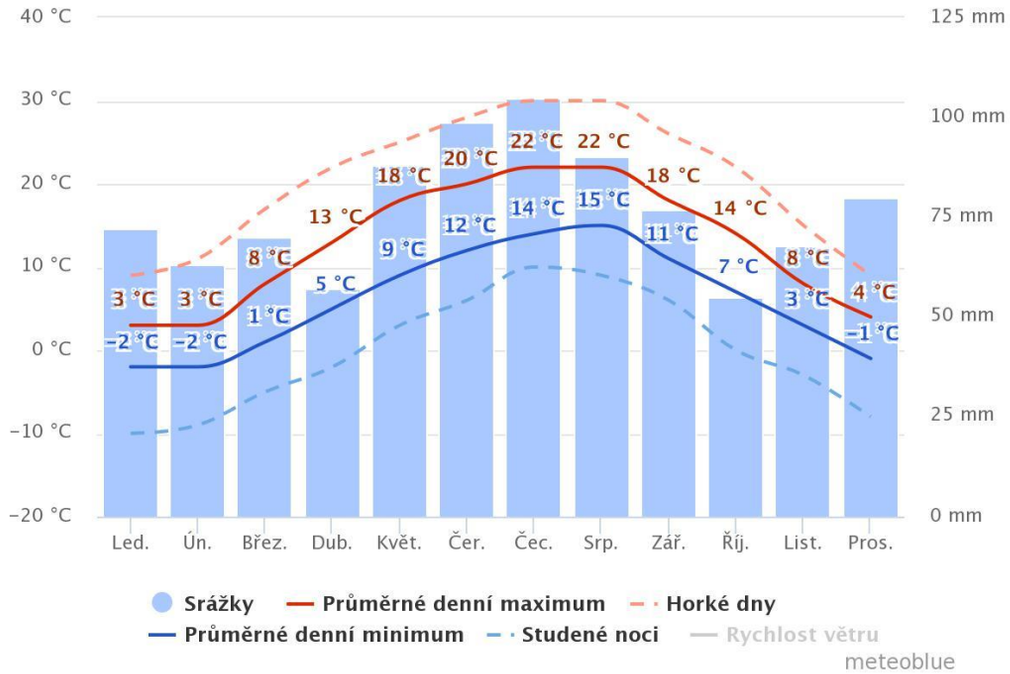
Chemical Information

Výběr druhu chemické látky vychází z látek, které se nacházejí ve vytipovaných objektech. V případě ÚV jde o chlor, u ZS a jednoho průmyslového výrobního objektu jde o amoniak. Tyto látky jsou v objektech přítomny v čisté formě, nikoliv jako směsi. ALOHA po výběru druhu látky provede doplnění molekulární hmotnosti, parametru IDLH, bodu varu látky a dalších informací z interní knihovny.

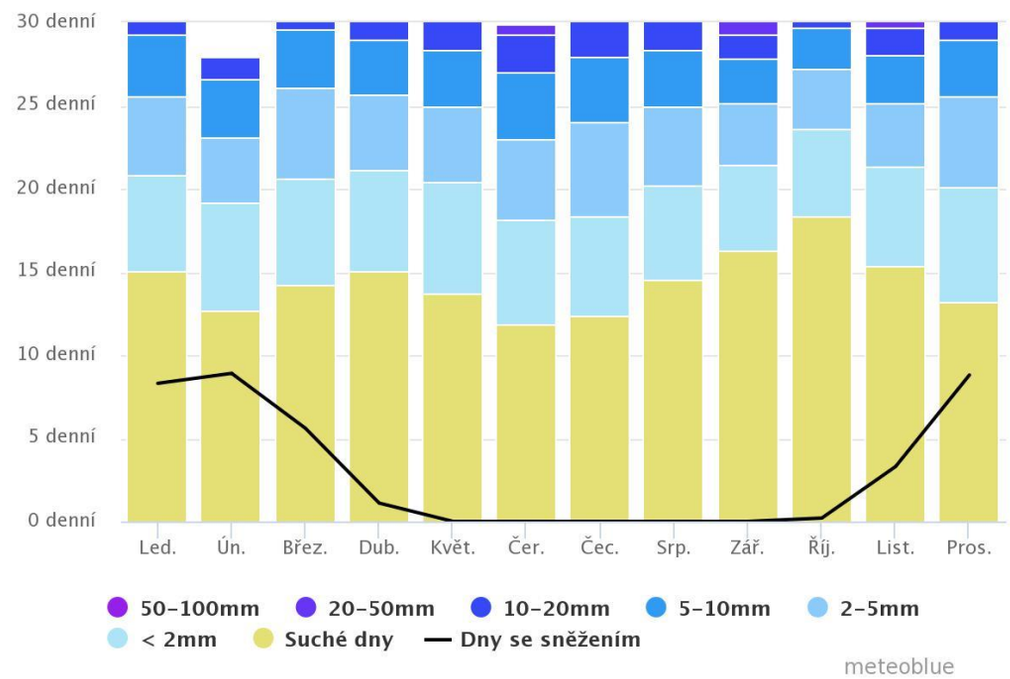
Atmospheric

Stanovení vstupních meteorologických a atmosférických podmínek je pro provedení modelace šíření NCHL zásadní. V případě mimořádných událostí jsou vkládány aktuální údaje o povětrnostní situaci. Při simulaci, plánování, modelaci nebo stanovování zón je nutné se co nejvíce přiblížit reálným možným podmínkám. Lze využít převažujících a nejběžněji se vyskytujících povětrnostních podmínek. Protože se ČR nachází v tzv. mírném podnebním pásu, dochází u nás ke střídání čtyř ročních období s odlišnými charakteristickými meteorologickými podmínkami. Například zimní období díky nízkým teplotám snižuje rychlost vytváření par, naopak letní období s charakteristickými vysokými teplotami a nízkou rychlostí větru mohou být pro podmínky případné havárie nejhorší variantou. Samostatnou kapitolou jsou období bohatá na dešťové srážky, které mohou napomoci bránění šíření toxického oblaku skrápěním. V případě úniku plynných fází u amoniaku i chloru doporučuje bojový řád jednotek požární ochrany skrápění pomocí vodních proudů nebo speciálních proudnic zvaných deflektor [7]. Proto je nutné také v případě stanovování nejčastěji se vyskytujících meteorologických podmínek přihlížet k nejhorším možným průměrným podmínkám, které mohou nastat. Dále je pak možné modelovat na základě tzv. konzervativních podmínek. Takovéto podmínky jsou nejhorší možnou variantou, tak jak ji uvádějí autoři v článku „Hodnocení rizik souvisejících s použitím kapalného amoniaku“ publikovaného v Chemických listech v roce 2011, to znamená inverzní podmínky s teplotou pohybující se okolo 20 °C, bezvětřím nebo silou větru okolo 1 m/s [25]. Dešťové srážky dokážou také velice ovlivnit šíření NCHL s ohledem na možné skrápění a zamezení tak dalšího šíření.

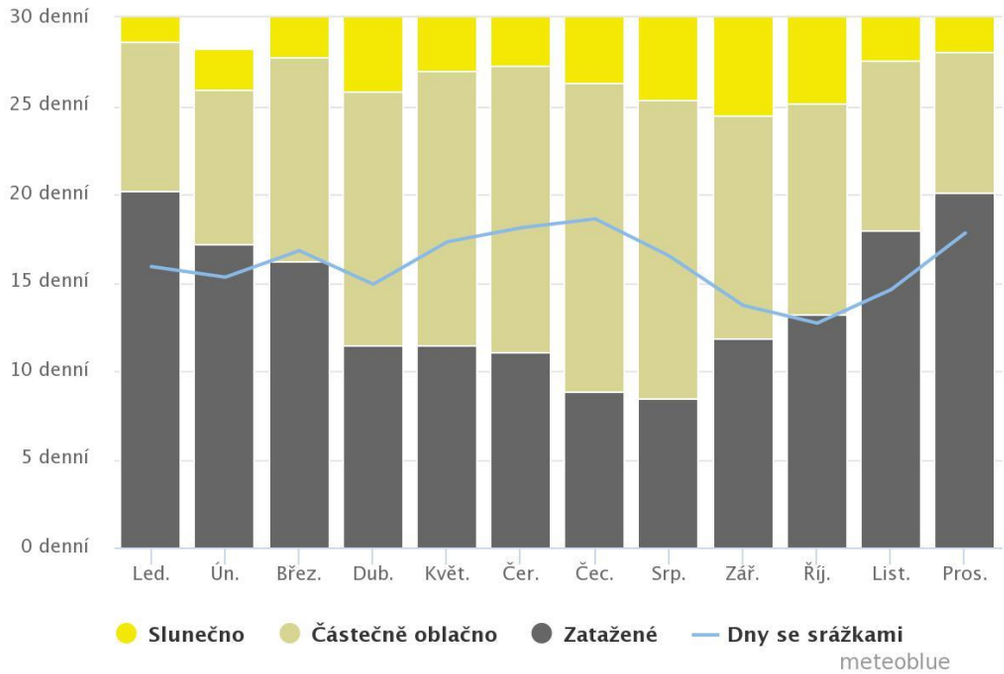
Pro stanovení meteorologických podmínek jsem se rozhodl použít oba přístupy a provést komparaci výsledků. Převažující průměrné podmínky pro danou oblast stanovím dle serveru meteoblue.com pro podnebí v oblasti Karlovy Vary. Uvedené simulační modely vycházejí ze záznamů počasí za posledních cca 30 let [26].



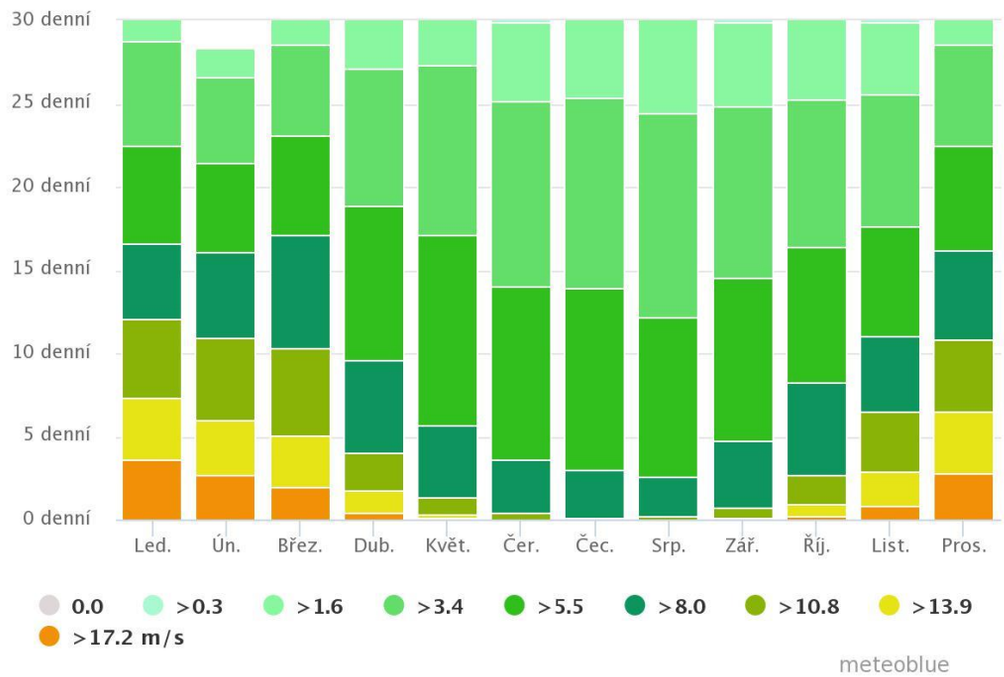
Obrázek 5 Průměrné teploty v oblasti Karlovy Vary [26]



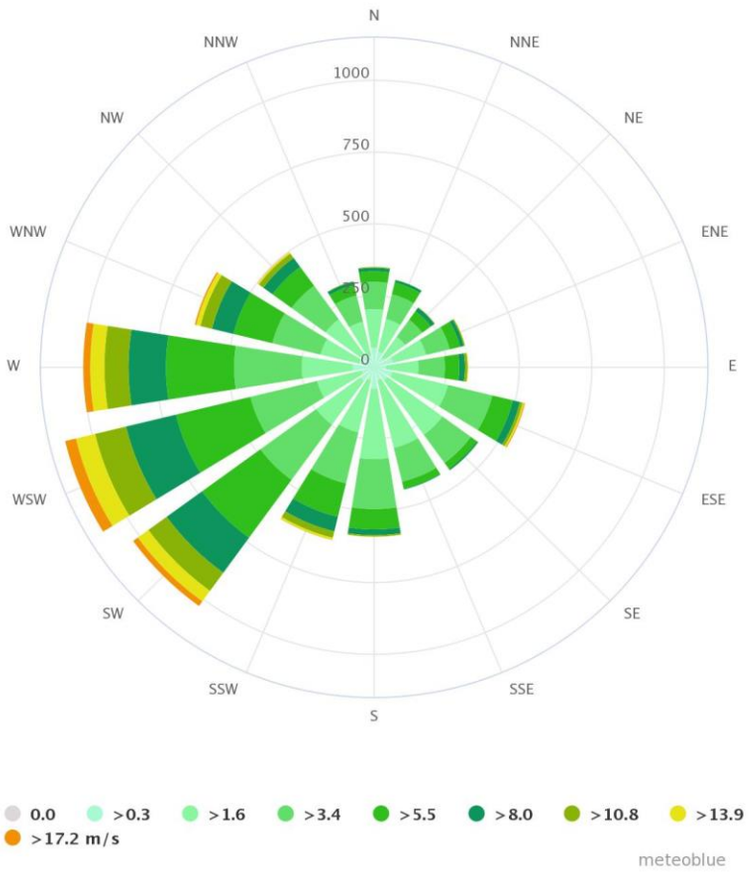
Obrázek 6 Srážky v oblasti Karlovy Vary [26]



Obrázek 7 Oblačnost v oblasti Karlovy Vary [26]



Obrázek 8 Rychlost větru v oblasti Karlovy Vary [26]



Obrázek 9 Větrná růžice pro oblast Karlovy Vary [26]

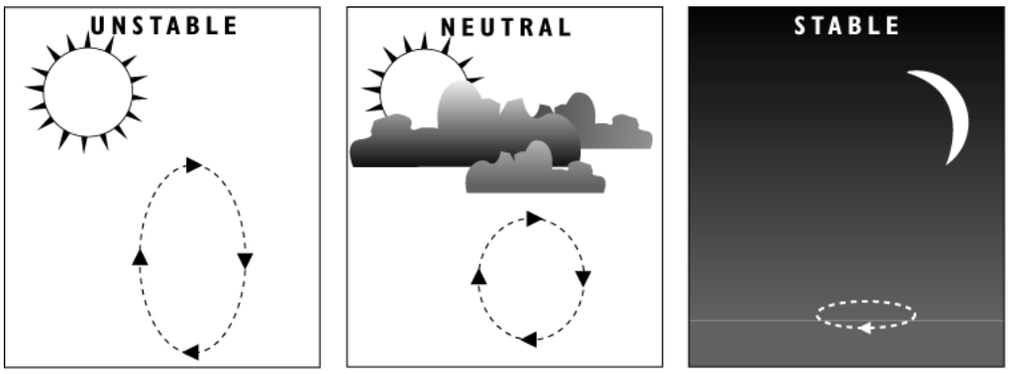
Pro převažující podmínky, nejčastěji se vyskytující v oblasti modelování, jsem zvolil měsíc září, který je jedním z měsíců s nejmenším množstvím srážek a počtem deštivých dnů (s ohledem na ovlivnění šíření NCHL skrápěním deštěm), ale stále s relativně vyššími teplotami a nízkou rychlostí větru.

Nejběžněji se vyskytující průměrné meteorologické podmínky pro podnebí oblasti Karlovy Vary v měsíci září:

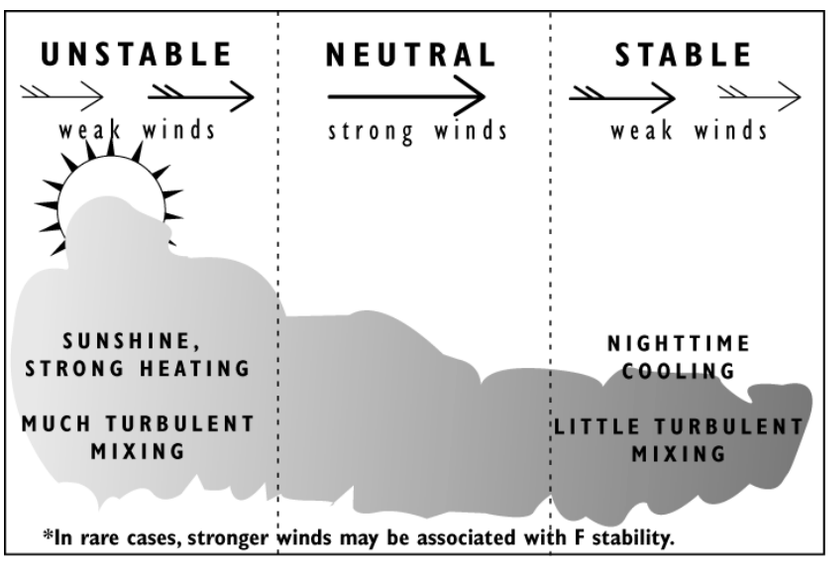
Rychlost větru 4 m/s měřená ve 3 metrech, směr větru západojihozápadní, zastavěná nebo zalesněná oblast, tří čtvrtinové zakrytí mraky, teplota ovzduší 18°C, třída stability D, bez inverze, 50% vlhkost.

Konzervativní podmínky - nejhorší možná varianta:

Při stanovování nejhorších možných podmínek jsem vycházel z výše uvedeného článku v Chemických listech. Při zkušebních modelacích v ALOHA a analyzování zaznamenaných meteorologických podmínek jsem dospěl k výsledkům pro stanovení konzervativních neboli nejhorších možných podmínek. Ukázalo se, že jedním ze zásadních faktorů ovlivnění šíření je třída stability atmosféry. Atmosféra může v daném čase být více nebo méně turbulentní. Turbulence je závislá na množství slunečního záření a dalších faktorech. V meteorologii je definováno celkem šest tříd atmosférické stability s označením A až F. Každá z těchto tříd představuje odlišný stupeň turbulence v atmosféře. Třída stability E a F jsou stabilní třídy odpovídající nočním podmínkám. Protože pokud je sluneční záření relativně slabé nebo chybí, vzduch v blízkosti povrchu má nižší tendenci stoupat a vyvíjí se méně turbulencí, viz obrázek 10. Atmosféra je považována za stabilní neboli méně turbulentní a vítr je slabý. Obrázek 11 ukazuje závislost šíření toxického oblaku na třídě stability spolu s intenzitou větru. Proto klasifikujeme třídu stability E jako mírně stabilní a stabilitu třídy F jako stabilní [27]. Rozhodl jsem se použít tedy stabilitu atmosféry třídy E také s ohledem na možné reálné problémy se zjištěním úniku, jeho možného zastavení a celkovou reakcí na únik během noční doby. Těmto podmínkám musí být přizpůsobena odpovídající teplota. Rychlost větru 1 m/s měřená ve 3 metrech, směr větru západojihozápadní, zastavěná nebo zalesněná oblast, tří čtvrtinové zakrytí mraky, teplota ovzduší 8 °C, třída stability E, bez inverze, 50% vlhkost. Takto stanovené podmínky můžeme použít pro simulaci období noci během měsíce září.



Obrázek 10 Vliv slunečního záření na atmosférickou stabilitu [27]



Obrázek 11 Třída stability a šíření toxického oblaku [27]

Source Information

Při stanovování simulovaného scénáře vhodného pro modelaci musí být splněno kritérium pravděpodobnosti scénáře, proto vycházím ze závěrů kolegyně Růženy Mirandové, která ve své bakalářské práci na téma „Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení“ publikovala nejčastější pravděpodobné alternativní („malé“) scénáře úniku amoniaku. Samy o sobě jsou malé kontinuální úniky pravděpodobnější než jednorázový velký únik celkového nebo většinového množství skladované látky. Vyjma objektů ÚV nepracují ostatní objekty s přepravními nebo jinými tlakovými lahvemi, ale se zásobníky, které jsou na technologii napojeny statickými armaturami [28]. Proto se mi jeví jako nejpravděpodobnější scénář: *„Únik z technologického potrubí v důsledku porušení přírub,*

spojů, svárů, ventilů, výpustí nebo odběrných míst.“ nebo *„Únik z technologických nádob nebo čerpadel vlivem trhlin, porušení těsnění, vypouštění, odběru chladícího média nebo závady na zátce.“* [28, s. 30]. To znamená, že k úniku amoniaku dochází vlivem mechanické závady na rozvodné soustavě technologie nebo závadě na technologii samotné otvorem o velikosti 0,635 cm. Kolegyně Mirandová ve své práci došla ke stanovení typické intenzity úniku amoniaku pomocí výpočtu Bernoulliho rovnice, kdy přes tryskový otvor o výše uvedené velikosti za podmínek vysokotlakého sběrače, dochází k výronu amoniaku o rychlosti 45 kg/min [28]. Pro simulace úniku amoniaku použiji v ALOHA scénář „Direct,“ ve kterém mohu zohlednit veškeré uvedené okolnosti a detaily, které budou simulovat stanovený scénář. Shodné podmínky nelze použít pro modelaci úniku chloru z objektů ÚV z důvodu odlišnosti obou technologií. V úpravnách vod je technologie řešena podtlakovým systémem, kdy je únik možný pouze v místě připojení tlakového sudu, v místě připojení vedení ke směšovači a mezi těmito body. Provozovatelé úpraven vody se snaží minimalizovat riziko úniku, a proto je rovnotlaké vedení co nejkratší. Jako scénář úniku pro úpravny vody jsem se rozhodl pro mechanické poškození rovnotlakého vedení v místě připojení k sudu nebo napojení přechodu na podtlakové vedení. K nastavení zdroje použiji scénář „Tank“, kdy velikosti sudu stanovím dle technických informací tlakového sudu na kapalný chlor GHC 600 (obsah sudu: 500 l, plnící faktor: 1,2 – hmotnost kapalného chloru je 600 kg, celková délka sudu: 1 447 mm, průměr sudu: 800 mm) [29]. Velikost otvoru úniku je rovna průměru vedení a tedy cca 1 cm.

Jako další je nutné stanovit délku výše uvedeného úniku amoniaku. Autoři Mika a Matoušek v již zmiňovaném článku v Chemických listech uvádějí názor, že havarijní únik většího množství amoniaku než je 1 000 kg, je v podstatě shodný jako 10 000 kg [25]. Při pokusných modelacích v softwaru ALOHA se při únicích látky v množství větších než 1 tuna a shodných ostatních vstupních podmínkách chová model shodně bez výrazného nárůstu vzdáleností jednotlivých zón a celkového

dosahu toxického mraku. Proto pokud by při výše uvedené intenzitě mělo dojít k uvolnění množství menšího než je 1 tuna, je nutné únik zastavit do cca 23 minut. Zastavení úniku není možné zaručit u všech zdrojů, protože ne na všech objektech je nepřetržitě přítomna služba technika, který by případný únik zastavil. Proto při modelování a následném plánování zohledním nejhorší možnou variantu, a stanovím délku úniku na 30 minut, kdy množství uniklé látky přesáhne jednu tunu. U objektů ZS v Sokolově a Ostrově je celkové množství amoniaku skladovaného v objektu menší než jedna tuna (v obou případech 800 kg), a proto jsem provedl pokusné modelace s množstvím látky menším než jedna tuna, konkrétně 810 a 765 kg a časem úniku 18 a 17 minut, kdy opět nedošlo ke změně vzdáleností jednotlivých zón a celkového dosahu toxického mraku, naopak veškeré vzdálenosti zůstaly shodné jako v případě modelace s únikem 1,35 tuny. U objektů ÚV je doba úniku omezena kapacitou připojeného tlakového sudu. K technologii je vždy připojen pouze jeden tlakový sud, jehož objem při jeho maximálním naplnění činí 600 kg kapalného chloru. Proto bude stanoven scénář úniku chloru v ÚV odlišně.

V případě scénáře úniku amoniaku je nutné zadat ještě parametr výšky zdroje. Během sběru informací u provozovatelů jsem zjistil, že většina technologií je uzavřená v prostoru tzv. strojoven, které jsou s různým stupněm efektivity uzavřeny nebo přímo utěsněny. Všechny strojovny ovšem mají různým způsobem řešeno automatické odvětrání, které při druhém stupni detekce spustí automaticky odtah výparů, případně provede otevření ventilace, a odvádí výpary většinou na střechu strojovny. Strojovny ÚV mají taktéž systém blokace vstupu do těchto prostor, který znemožňuje vstoupit obsluze do zamořeného prostoru, dokud odvětrání nesníží koncentraci látky na stanovenou přijatelnou mez. Proto jsem se rozhodl zadat jako parametr 6 metrů výšky zdroje úniku s ohledem na vyústění systémů odvětrání. Úroveň země, tedy nulová výška, by přicházela v úvahu při úniku cestou vstupu do prostoru strojoven.

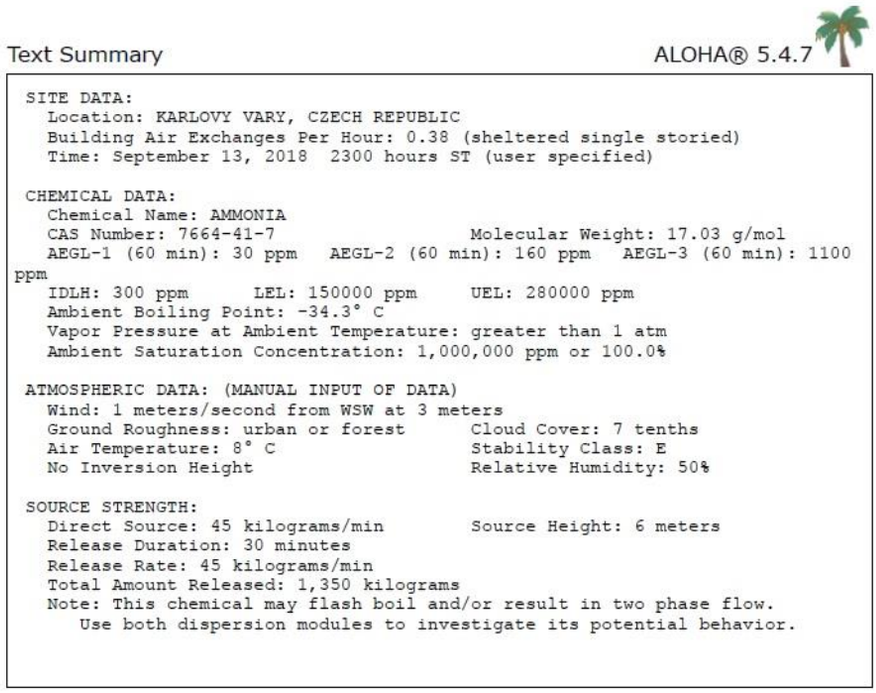
4.5.3 Souhrn vstupních parametrů pro modelaci v SW ALOHA

Amoniak:

Text Summary ALOHA® 5.4.7

```
SITE DATA:
  Location: KARLOVY VARY, CZECH REPUBLIC
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.60 (sheltered single storied)
  Time: September 13, 2018  1200 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: AMMONIA
  CAS Number: 7664-41-7                  Molecular Weight: 17.03 g/mol
  AEGL-1 (60 min): 30 ppm   AEGL-2 (60 min): 160 ppm   AEGL-3 (60 min): 1100
ppm
  IDLH: 300 ppm      LEL: 150000 ppm     UEL: 280000 ppm
  Ambient Boiling Point: -34.3° 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: 4 meters/second from WSW at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest      Cloud Cover: 7 tenths
  Air Temperature: 18° C                 Stability Class: D
  No Inversion Height                    Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  Direct Source: 45 kilograms/min        Source Height: 6 meters
  Release Duration: 30 minutes
  Release Rate: 45 kilograms/min
  Total Amount Released: 1,350 kilograms
  Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
     Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.
```

Obrázek 12 Vstupní podmínky pro modelaci úniku amoniaku při běžných atmosférických podmínkách [ALOHA]



Obrázek 13 Vstupní podmínky pro modelaci úniku amoniaku při konzervativních atmosférických podmínkách [ALOHA]

Chlor:

Text Summary ALOHA® 5.4.7

```
 SITE DATA:
   Location: KARLOVY VARY, CZECH REPUBLIC
   Building Air Exchanges Per Hour: 0.60 (sheltered single storied)
   Time: September 13, 2018  1200 hours ST (user specified)

 CHEMICAL DATA:
   Chemical Name: CHLORINE
   CAS Number: 7782-50-5                  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: -35.0° 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: 4 meters/second from WSW at 3 meters
   Ground Roughness: urban or forest      Cloud Cover: 7 tenths
   Air Temperature: 18° C                 Stability Class: D
   No Inversion Height                    Relative Humidity: 50%

 SOURCE STRENGTH:
   Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
   Non-flammable chemical is escaping from tank
   Tank Diameter: 0.8 meters              Tank Length: 1.44 meters
   Tank Volume: 0.72 cubic meters
   Tank contains liquid                   Internal Temperature: 18° C
   Chemical Mass in Tank: 600 kilograms
   Tank is 58% full
   Circular Opening Diameter: 1 centimeters
   Opening is 0.40 meters from tank bottom
   Release Duration: 44 minutes
   Max Average Sustained Release Rate: 44.2 kilograms/min
      (averaged over a minute or more)
   Total Amount Released: 184 kilograms
   Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase
flow).
```

Obrázek 14 Vstupní podmínky pro modelaci úniku chloru při běžných atmosférických podmínkách [ALOHA]

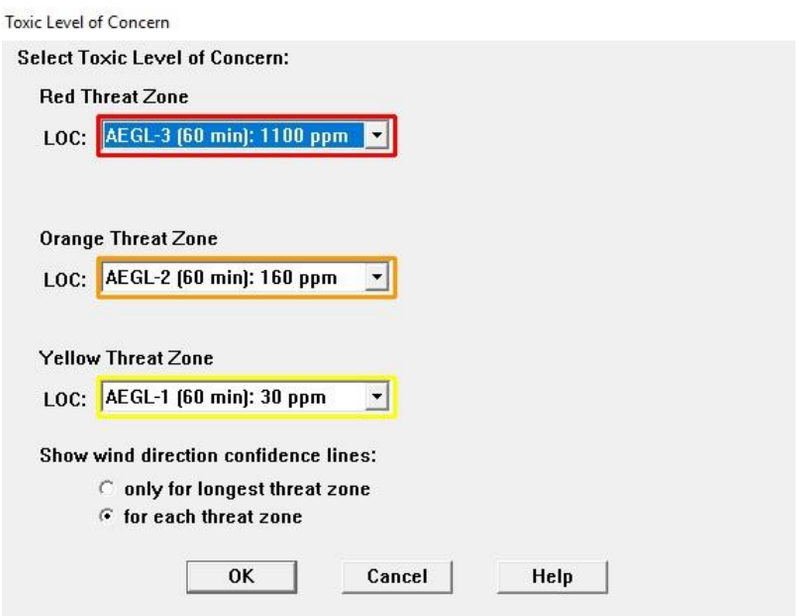
Text Summary ALOHA® 5.4.7

```
 SITE DATA:
   Location: KARLOVY VARY, CZECH REPUBLIC
   Building Air Exchanges Per Hour: 0.38 (sheltered single storied)
   Time: September 13, 2018  2300 hours ST (user specified)

 CHEMICAL DATA:
   Chemical Name: CHLORINE
   CAS Number: 7782-50-5                  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: -35.0° 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: 1 meters/second from WSW at 3 meters
   Ground Roughness: urban or forest      Cloud Cover: 7 tenths
   Air Temperature: 8° C                  Stability Class: E
   No Inversion Height                    Relative Humidity: 50%

 SOURCE STRENGTH:
   Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
   Non-flammable chemical is escaping from tank
   Tank Diameter: 0.8 meters              Tank Length: 1.44 meters
   Tank Volume: 0.72 cubic meters
   Tank contains liquid                   Internal Temperature: 8° C
   Chemical Mass in Tank: 600 kilograms
   Tank is 57% full
   Circular Opening Diameter: 1 centimeters
   Opening is 0.4 meters from tank bottom
   Release Duration: 33 minutes
   Max Average Sustained Release Rate: 35.2 kilograms/min
      (averaged over a minute or more)
   Total Amount Released: 156 kilograms
   Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase
flow).
```

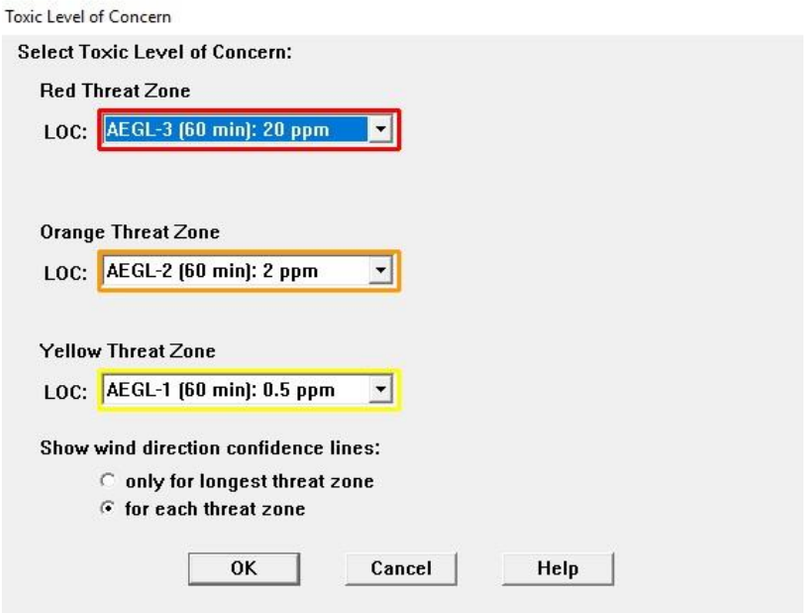
Obrázek 15 Vstupní podmínky pro modelaci úniku chloru při konzervativních atmosférických podmínkách [ALOHA]

4.6 Výpočet zón

Pro analýzu vstupních dat a výpočet zóny zvolím z důvodu primární nebezpečné vlastnosti, toxicity a fyzikálních vlastností amoniaku, dosah toxického mraku par. Pro stanovení koncentrací a hranic jednotlivých zón jsem vybral parametr AEGL (Acute Exposure Guideline Levels neboli úroveň akutní expozice), protože se jedná o hodnoty koncentrace NL v ovzduší, které stanovují vládní agentury USA pro havarijní a krizové plánování a jednotlivé hodnoty určují koncentrace, které po dané době expozice vyvolají u civilního obyvatelstva od nejméně vážných (AEGL – 1) až po ty nejvážnější (AEGL – 3) symptomy. Hodnoty akutní expozice zpracovává a následně stanovuje limitní hodnoty United States Environmental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí USA), hodnoty úrovně akutní expozice následně vydává The National Academy Press (Národní akademické vydavatelství) [11].



Obrázek 16 Nastavení hodnot pro výpočet jednotlivých zón v softwaru ALOHA pro amoniak [ALOHA]



Obrázek 17 Nastavení hodnot pro výpočet jednotlivých zón v softwaru ALOHA pro chlor [ALOHA]

AEGL – 1 je definována jako: *„Koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit patrné nepohodlí, podráždění, nebo určité, smysly nepostřehnutelné, symptomatické příznaky. Účinky nejsou oslabující, jsou přechodné a vratné po přerušení expozice“* [30, s. 5].

AEGL – 2 je definována jako: *„Koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit nevratné nebo jiné vážné, dlouhotrvající nepříznivé zdravotní účinky nebo může dojít k zhoršené schopnosti úniku“* [30, s. 5].

AEGL – 3 je definována jako: *„Koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit zdravotní účinky ohrožující život nebo může dojít k smrti“* [30, s. 5].

Dle těchto definic jsem se rozhodl úroveň AEGL – 3 nazvat tzv. „smrtící zónou,“ neboť v ní může dojít k nejhorším následkům na lidský organizmus. Úroveň AEGL – 2 jsem pak pojmenoval tzv. „zraňující zónou.“

4.7 Analýza výsledných zón ohrožení v GIS

4.7.1 Definice vrstvy významných objektů

Pro vytvoření definice významných objektů bylo využito vrstvy dat Českého statistického úřadu se zobrazením adresních míst CSU_bud_vchod. Prvky v této vrstvě jsou typu bod a pomocí prostorové analýzy budou vytvořena základní data pro určení významných objektů v zónách PZO. Dalším krokem je omezení dat ve vznikající vrstvě významných objektů vyloučením objektů pro bydlení. Výsledná data jsou omezena průnikem vrstvy se zónami ohrožení. Průnik vrstev je prováděn pouze pro zónu AEGL – 3 (smrtící zónu) a AEGL – 2 (zraňující zónu) s ohledem na nebezpečí plynoucí z účinků předpokládaných koncentrací nebezpečné látky na lidský organizmus. Výslednou vrstvu je možné uložit jako HPV_objekty. V této chvíli je nutné stanovení kritérií pro výběr konkrétních objektů. Kritéria pro vyhledávání významných objektů vycházejí ze SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017, který stanovuje demonstrativní výčet kategorií oblastí především zdravotnických, vzdělávacích a sociálních zařízení, protože tyto objekty mají většinou společné jmenovatele jako velký počet osob v objektu nebo areálu, méně pracovníků určených k péči, zhoršené možnosti pohybu nebo přesunu (včetně nemožnosti urgentní, okamžité evakuace) a velkou senzitivitu ke stresu, který je vyvolaný nestandardní, potencionálně ohrožující situací a s tím související nevyzpytatelnou reakcí na tuto situaci. Dále pokyn navrhuje další kategorii objektů, ve kterých se shromažďuje velký počet osob, např. objekty služeb, kulturní zařízení, sportoviště, které bych dále doplnil o obchodní centra, autobusová a vlaková nádraží. Samostatnou skupinu vytvářejí také objekty státní správy a územní samosprávy. V objektech tohoto typu je také velký potenciál na shromáždění velkého počtu osob v úzkém časovém horizontu. Samostatnou kapitolou jsou objekty pro ubytování. Jedná se o soukromoprávní subjekty, které by měly řešit bezpečnost svých klientů z vlastní iniciativy. HZS kraje velice rád těmto subjektům vyjde vstříc v případě jejich žádosti o analýzu rizik v místě jejich objektu a následně může opět na žádost subjektu

provést konzultaci ochranných opatření. Řešení této otázky rozeberu níže v případě zóny ZS Mariánské Lázně, která přímo zasahuje do lázeňské oblasti. Data jsou komparována se seznamy vzdělávacích, zdravotnických, sociálních zařízení a katastrem nemovitostí. Výsledné vybrané objekty a parametry stanovených zón je důležité konfrontovat s veliteli stanic HZS, v jejichž hasebním obvodu se nacházejí, a ve kterém se nachází PZO. S ohledem na jejich znalost místních podmínek, hasebního obvodu, fungování PZO a vybraných objektů a znalosti šíření nebezpečných látek, je důležité přihlédnout k jejich názoru na zařazení některých objektů na hranici zóny AEGL - 2 nebo dokonce nacházejících se za hranicí, ale v bezprostřední blízkosti případně s ohledem na reakci osob objektu.

5 VÝSLEDKY

5.1 Vybrané podlimitní zdroje ohrožení

Od HZS Karlovarského kraje jsem převzal níže uvedené podlimitní zdroje ohrožení, které byly vytipovány HZS KVK dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017. Všechny tyto objekty jsem navštívil a získal informace o množství NCHL v objektu nebo areálu a technologii detekce a přenosu informace o případném úniku.

5.1.1 Výsledky průzkumu u podlimitních zdrojů ohrožení

Tabulka 1 Podlimitní zdroje ohrožení v Karlovarském kraji

Podlimitní zdroj ohrožení	Rok výstavby (rekonstrukce technologie)	Nebezpečná látka	Aktuální množství	Maximální projektované množství
ZS „KV Aréna“ Karlovy Vary	červen 09	Amoniak	1800 kg	2000 kg
ZS Ostrov	2006	Amoniak	800 kg	800 kg
ZS Sokolov	2004	Amoniak	800 kg	Min. 500 kg – max. 1000 kg
ZS Cheb	1977 (2004)	Amoniak	2x 950 kg	2000 kg
ZS Mariánské Lázně	1975 (2010)	Amoniak	2500 kg	3000 kg
Petainer Aš	1996 (2003 – 2010)	Amoniak	2x zásobník (1500 kg a 1000 kg)	3x zásobník (2x pracovní a 1x havarijní zásobník)
ÚV Březová	1984	Chlornan	Přechod na bez chlorovou technologii s využitím chlornanu	
ÚV Nebanice	1960	Chlor	Připojen vždy pouze 1 sud (600 kg Cl); 3x sud	4x sud
ÚV Horka	1966 - 1970	Chlor	Připojen vždy pouze 1 sud (600 kg Cl); 2x sud	6x sud

Tabulka 2 Způsoby a systémy detekce u podlimitních zdrojů ohrožení

Název objektu	Sledování tlaku v technologii a rozvodné soustavě	Detekce v prostoru skladování a technologie	Autonomní detekce nebo napojení na systém	Existuje v prostoru technologie systém jímání/odsávání a neutralizace uniklé NL
ZS „KV Aréna" Karlovy Vary	ANO (v případě změny provozních rozmezí, odpojení a manuální přečerpání do nízkotlakých retenčních nádrží odpovědnou osobou)	ANO	ANO s napojením na EPS	Odsávání + jímka pod technologií, bez neutralizace nebo skrápění
ZS Ostrov	ANO - sledování provozních tlaků (přetlakové ventily)	ANO	ANO - napojení na MaR (Měření a regulace)	ANO - rozvod armatury pod podlahou je utěsněn a může sloužit jako havarijní jímka pro kapalný amoniak a jeho páry
ZS Sokolov	ANO - automatické odpojení při překročení/poklesu provozních tlaků = dohlížený provoz (v 23:00 pravidelné vypínání technologie)	ANO - 7 čpavkových čidel v prostoru technologie a zásobníku vč. 2x čidlo čpavkový kanál	Autonomní systém detekce + ústředny	ANO - jímka s objemem zásobníku bez skrápěcího systému
ZS Cheb	Řídicí systém hlídá provozní hodnoty (případná korekce nebo vypnutí systému)	ANO	ANO - autonomní systém s vyhlášením poplachu	Kanálky + kanalizace - jímka s nutností odčerpání
ZS Mariánské Lázně	ANO - odpojení technologie	ANO - 2x strojovna + čpavkový kanál	ANO - ventilace, vypnutí technologie + vyrozumění strojníků telefonicky	NE
Petainer Aš	ANO - centrální řídící systém (velín techniků) = poruchová hlášení a případné dorovnávání/odpojení technologie	ANO - strojovna + střecha (zásobníky a technologie ochlazování čpavku)	ANO - napojení na systém EPS = předpoplach (1. a 2. st.) = při druhém stupni volání na 4 techniky + SMS + Mail na management, BOZP a PO, vedoucí směn	NE - veřejná kanalizace

ÚV Nebanice	Podtlakový systém = dávkovač v propstoru napojení v případě narušení podtlaku uzavře přívod Cl a přisává vzduch	ANO - prostor skladování a dávkování	Samostatný systém detekce a vyhlášení poplachu na chodbě vedoucí k technologii (po cestě ochranné prostředky - dýchací přístroje) Slyšitelnost poplachu v budově včetně dispečinku.	NE - ventilace (odvětrání prostor skladování)
ÚV Horka	Tlak není sledován je to podtlakové dávkování	Ve skladu chlóru není,ale v chlórovně je detekce umístěna	Detekce je napojena na řídící systém, který vyhlásí ALARM	ANO

Tabulka 3 Přenos informace o úniku u podlimitních zdrojů ohrožení

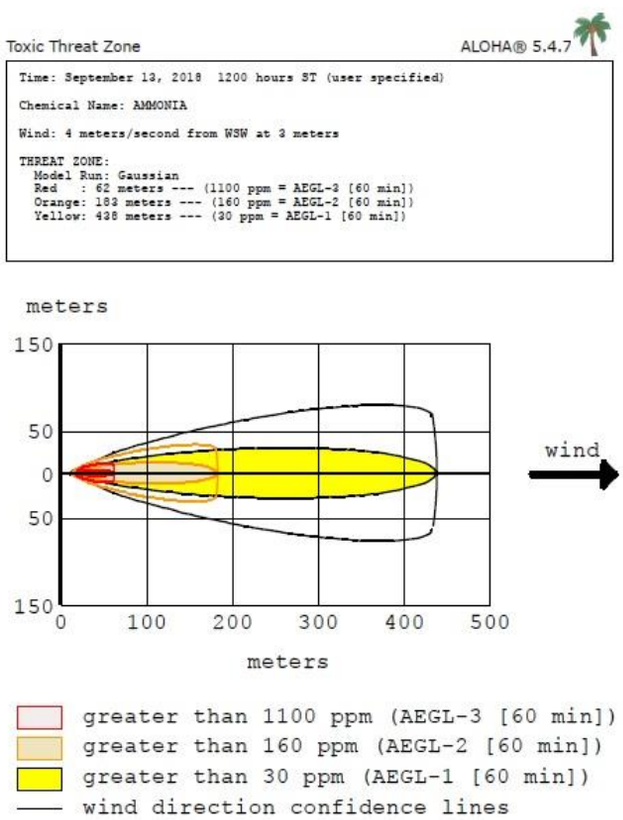
Název objektu	**Je systém detekce součástí EPS**	**Je přenášena informace o úniku mimo objekt**	**Formát přenášené informace a její adresáti**	**Je v objektu přítomna stálá služba (24/7)**	**Je systém napojen na PCO HZS KVK**	**Je zpráva přenášená na PCO odlišena od požáru nebo MU**	**Provede systém při detekci úniku a vyhlášení poplachu nějaké automatizované činnosti**
ZS „KV Aréna“ Karlovy Vary	ANO	ANO - HZS KVK a Velín (technologie)		ANO - Ostraha + technik 24/7	ANO - je napojen na PCO HZS	ANO	Vypnutí strojovny + zapnutí odsávání
ZS Ostrov	NE	ANO	SMS + volání - Správce ZS + 2 os. Zamci ZS, MP Ostrov, Vel. JPO Ostrov	NE	NE (Systém umožňuje napojení na KOPIS HZS KVK a provozovatel má zájem)	ANO - únik, vniknutí	ANO - 1. st. Signalizace, 2. st. Odstavení od el. energie + odsávání
ZS Sokolov	NE	ANO	ANO - 2x viz osoba znalá + zástupce	ANO	NE	NE	Odsávání na střechu + signalizace (2x siréna)

ZS Cheb	NE - částečné propojení s EPS pro vyhlášení poplachu	ANO - volání pomocí komunikátoru technikům a HZS + vyhlášení poplachu pomocí EPS	ANO - SMS na vedoucího ZS a volání na techniky + volání a EPS na HZS	NE - 12ti hodinová denní směna techniků + pohotovost na telefonu	ANO je napojen + volání ze syst det. Únmiku NL	Volání - únik čpavku, poplach na EPS	Při 1. st odsávání, výparníky, při 2. st vypnutí technologie
ZS Mariánské Lázně	NE	ANO - viz. Formát	Alarm - strojovna + volání technikům	NE (pouze při výrobě ledu, následně není nepřetržité chlazení)	NE - není EPS	NE - není EPS	1. st odsávání; 2. st volání, odsávání + vypnutí technologie
Petainer Aš	ANO	ANO	Volání, SMS, Mail - Technici, směnový mistři, management, údržba	ANO - Ostraha 8 - 16 + Směnový mistr 24 hodin, Technicianní + odpolední	NE - systém umožňuje napojení na PCO HZS (uvažují o připojení po přístavbě nové nájemní haly)	NE - požár s únikem čpavku (není jisté, zda se jedná jen o únik nebo únik s požárem	V prvním stupni předpoplach + odsávání, v druhém stupni poplach + skrápění technologie na střeše a následně odtok do dešťové kanalizace s uzavřením elektromagnetickou klapkou a vytvořením retenční nádrže
ÚV Nebanice	NE	NE - pouze dispečink ÚV = možno vzdáleného přístupu (bez vyrozumění)	NE - pouze SMS z ÚV ML (bezobslužná ÚV)	ANO - Dispečer ÚV	NE	NE	Pouze vyhlášení poplachu a signalizace nedávkování chloru.

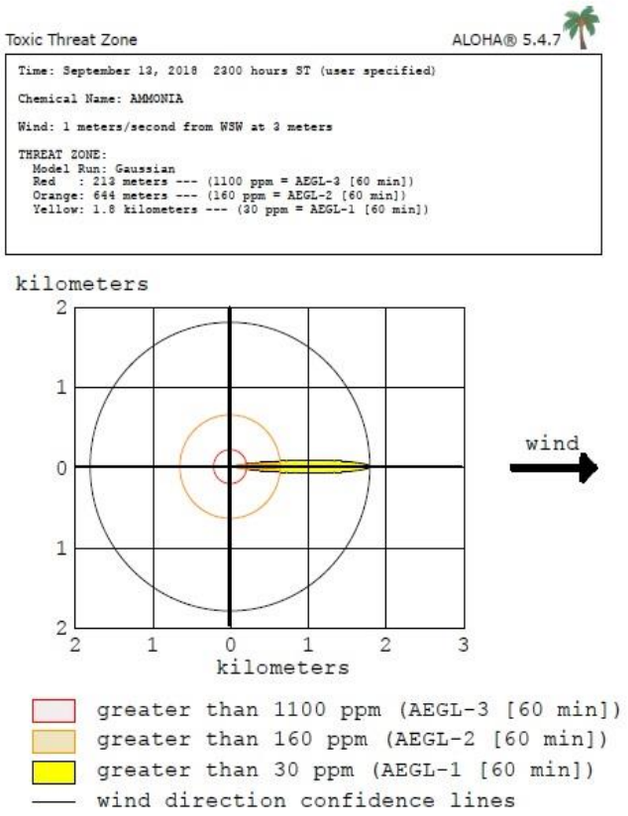
ÚV Horka	Není napojeno na EPS	Není	NE	ANO	Napojen není. Zatím neumožňuje.	Není	Systém provede vyhlášení úniku a provádí odsávání prostoru na bezpečnou hodnotu a poté vpustí obsluhu do prostoru.

5.2 Výsledky modelace v softwaru ALOHA

Amoniak:



Obrázek 18 Výsledek modelace úniku amoniaku za běžných atmosférických podmínek [ALOHA]

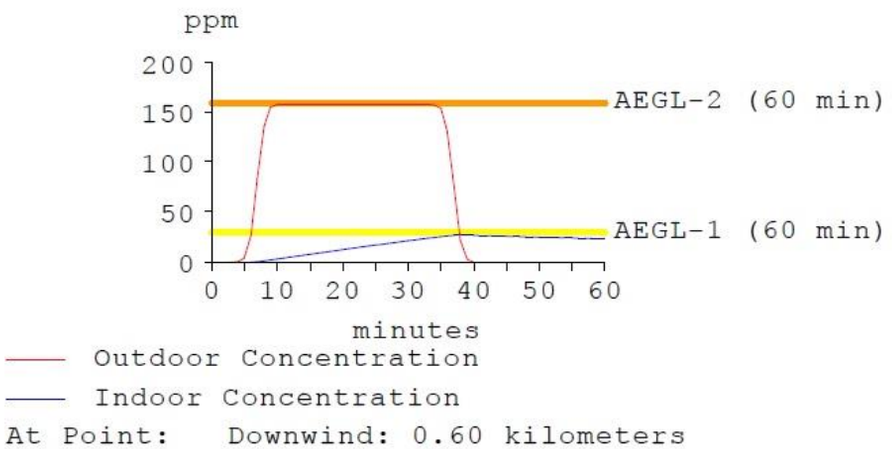


Obrázek 19 Výsledek modelace úniku amoniaku za konzervativních atmosférických podmínek [ALOHA]

Na obrázku 20, kde graf znázorňující průběh koncentrace úniku amoniaku za konzervativních podmínek ukazuje nárůst koncentrace amoniaku na hranici tzv. zraňující zóny (AEGL – 2), tedy ve vzdálenosti 600 metrů od zdroje je názorně vidět, že do 10 minut je na hranici zóny dosažena mezní koncentrace AEGL – 2. Z tohoto závěru vyplývá potřeba obdržení informace o úniku NCHL u zdroje ohrožení co nejdříve od vzniku úniku. Následně je důležité urgentní varování obyvatelstva a významných objektů s ohledem na realizaci ochranných opatření. V případě, že by nebyla aplikována ochranná opatření, hrozí průnik NCHL do objektů. Pro zasahující složky je také čas obdržení informace o úniku zásadní z důvodu co nejrychlejšího zastavení samotného úniku a zahájení prací na eliminaci následků.

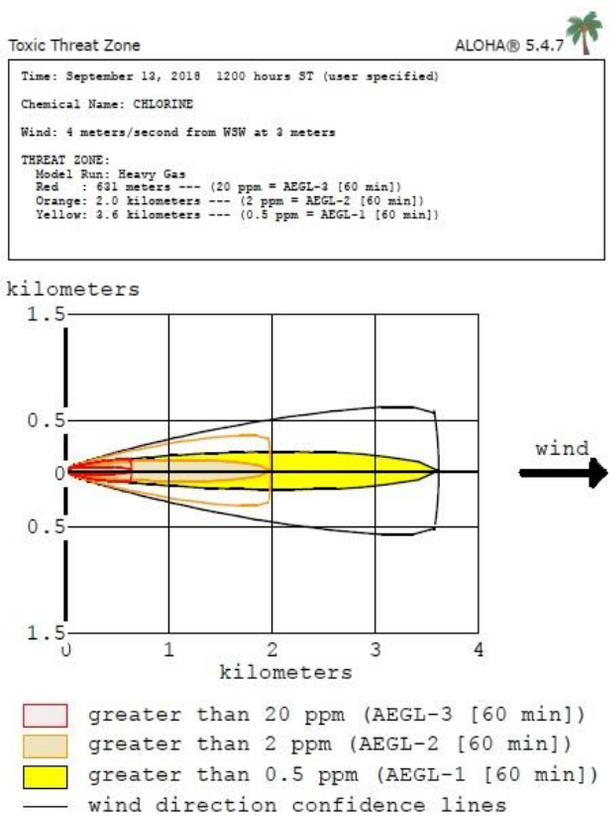
Dále z uvedeného grafu vyplývá, že koncentrace uvnitř budovy v tomto místě (600 m od zdroje – hranice zraňující zóny) je dlouhodobě nižší než hranice AEGL – 1 a této hranice je dosaženo až přibližně 40 minut po počátku úniku. Toto zjištění

znamená, že se navržená opatření invakuace jeví jako účinná a pro osoby v objektech jako nejlepší způsob ochrany. Vliv NCHL látky v budovách ještě sníží použití improvizovaných PIO.

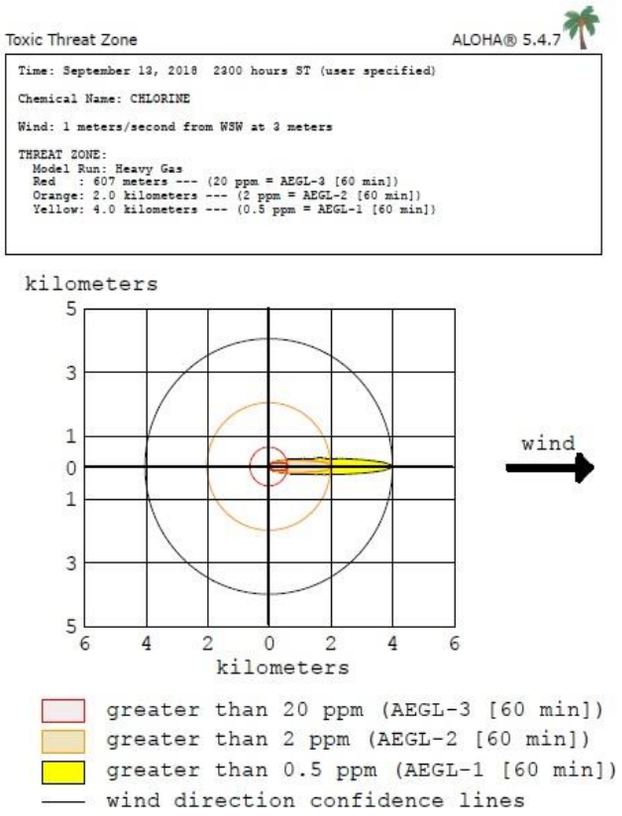


Obrázek 20 Průběh míry koncentrace amoniaku na hranici zóny AEGL – 2, 600 m od zdroje [ALOHA]

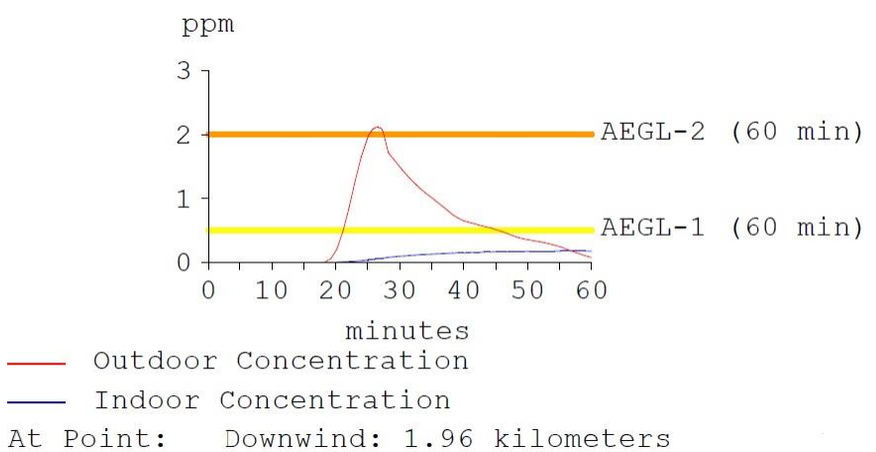
Chlor:



Obrázek 21 Výsledek modelace úniku chloru za běžných atmosférických podmínek [ALOHA]



Obrázek 22 Výsledek modelace úniku chloru za konzervativních atmosférických podmínek [ALOHA]



Obrázek 23 Průběh míry koncentrace chloru na hranici zóny AEGL – 2, 1,96 km od zdroje [ALOHA]

V níže uvedené tabulce shrnuji vypočtené velikosti jednotlivých zón a zároveň je názorně vidět, že při úniku stejného množství látky hrají zásadní roli meteorologické podmínky, které mohou negativně ovlivnit šíření látky. Za povšimnutí stojí jen opravdu malý rozdíl ve výpočtu zóny pro chlor. Zde výrazně ovlivňují šíření látky její samotné vlastnosti. Na základě těchto výpočtů bych se přikláněl používat při

havarijním plánování nejhorších možných podmínek, protože pokud budou zasahující složky počítat s nejhorší možnou variantou, budou se na ni připravovat, a především na ni budou nastavena ochranná opatření obyvatel, čímž budou případné následky úniku nižší.

Tabulka 4 Výsledky modelace zón u jednotlivých zdrojů ohrožení za obou použitých atmosférických podmínek

Podlimitní zdroj ohrožení	Velikost zón nejběžněji se vyskytující průměrné meteorologické podmínky			Velikost zón konzervativní meteorologické podmínky (nejhorší možná varianta)		
	AEGL - 3	AEGL - 2	AEGL - 1	AEGL - 3	AEGL - 2	AEGL - 1
Zimní stadion „KV Aréna“ Karlovy Vary	62 m	183 m	438 m	213 m	644 m	1,8 km
Zimní stadion Ostrov	62 m	183 m	438 m	213 m	644 m	1,8 km
Zimní stadion Sokolov	62 m	183 m	438 m	213 m	644 m	1,8 km
Zimní stadion Cheb	62 m	183 m	438 m	213 m	644 m	1,8 km
Zimní stadion Mariánské Lázně	62 m	183 m	438 m	213 m	644 m	1,8 km
Petainer Aš	62 m	183 m	438 m	213 m	644 m	1,8 km
Úpravna vody Nebanice	631 m	2 km	3,6 km	607 m	2 km	4 km
Úpravna vody Horka	631 m	2 km	3,6 km	607 m	2 km	4 km

5.3 Výsledky analýzy zón ohrožení pomocí GIS

Tabulka 5 Počty obyvatel v jednotlivých stanovených zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Podlimitní zdroj ohrožení	Počet obyvatel dle evidence obyvatel obcí v matrice			Počet obyvatel s adresou obvyklého místa pobytu hlášenou při sčítání lidu		
	AEGL - 3	AEGL - 2	AEGL - 1	AEGL - 3	AEGL - 2	AEGL - 1
Zimní stadion „KV Aréna“ Karlovy Vary	2	863	18 955	1	870	18 051
Zimní stadion Ostrov	653	4 215	11 102	688	4 217	11 153
Zimní stadion Sokolov	158	5 748	19 611	159	5 650	19 132
Zimní stadion Cheb	1 407	9 201	16 814	1 459	9 083	16 551

Zimní stadion Mariánské Lázně	166	2 613	7 655	173	2 559	7 267
Petainer Aš	46	747	7 603	45	698	7 476
Úpravna vody Nebanice	13	529	973	13	511	960
Úpravna vody Horka	10	106	756	9	105	722

Tabulka 6 Počty významných objektů ve smrtící a zraňující zóně podlimitních zdrojů ohrožení

Podlimitní zdroj ohrožení	**Počet významných objektů v zóně podlimitního zdroje**		
	AEGL - 3	**AEGL - 2**	**Celkem**
Zimní stadion „KV Aréna“ Karlovy Vary	0	4	4
Zimní stadion Ostrov	1	8	9
Zimní stadion Sokolov	2	12	14
Zimní stadion Cheb	6	27	33
Zimní stadion Mariánské Lázně	4	18	22
Petainer Aš	1	2	3
Úpravna vody Nebanice	1	2	3
Úpravna vody Horka	0	0	0

Pro stanovení ohrožení osob jsem použil koeficient K_{O2} z multikriteriální analýzy rizik s jedenáctistupňovou škálou (viz. Tabulka 7). Za ohrožené osoby dle metodiky provedení multikriteriální analýzy rizik HZS ČR považuji osoby, vůči kterým je nutno činit neodkladná opatření jako např. záchranné práce, zdravotnické ošetření, evakuace apod. [31]. Z výsledků uvedených v tabulce 8 vyplývá, že s výjimkou zóny ÚV Horka se pohybuje koeficient K_{O2} v nadpoloviční výši. V zóně ZS Cheb je dosaženo třetího nejvyššího stupně ohrožení osob.

Tabulka 7 Dílčí koeficient ohrožení osob K_{O2} [31]

OHROŽENÍ OSOB	**K_{O2}**
bez ohrožení osob	0
1 - 10 ohrožených osob	1
11 - 20 ohrožených osob	2
21 - 50 ohrožených osob	3
51 - 100 ohrožených osob	4
101 - 500 ohrožených osob	5
501 - 1 000 ohrožených osob	6
1 001 – 5 000 ohrožených osob	7
5 001 – 50 000 ohrožených osob	8
50 001-100 000 ohrožených osob	9
> 100 000 ohrožených osob	10

Tabulka 8 Míra ohrožení osob dle koeficientu K_{O2} Multikriteriální analýzy rizik dle metodiky HZS ČR

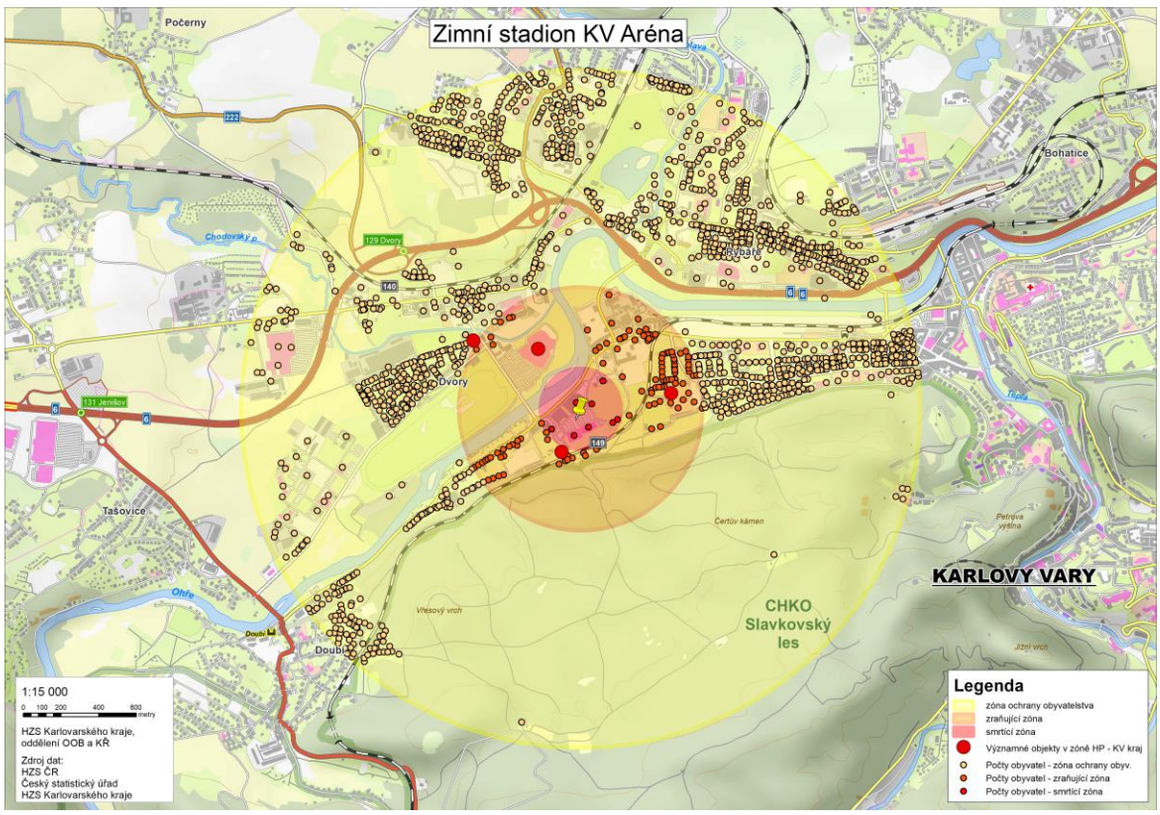
Podlimitní zdroj ohrožení	**Míra ohrožení obyvatelstva (Počet obyvatel dle evidence obyvatel obcí v matrice)**			
	Všechny zóny	**K_{O2}**	**AEGL - 3 a 2**	**K_{O2}**
Zimní stadion „KV Aréna“ Karlovy Vary	19 820	8	865	5
Zimní stadion Ostrov	15 970	8	4 868	6
Zimní stadion Sokolov	25 517	8	5 906	7
Zimní stadion Cheb	27 422	8	10 608	8
Zimní stadion Mariánské Lázně	10 434	8	2 779	6
Petainer Aš	8 396	7	793	5
Úpravna vody Nebanice	1 515	6	542	5
Úpravna vody Horka	872	5	116	3

Nižší stupeň koeficientu ovlivnilo umístění objektů PZO. V posuzovaném případě průmyslový objekt leží na okraji městské zástavby (obdobně jsou v současnosti budovány průmyslové čtvrti v dalších městech). U objektů úpraven

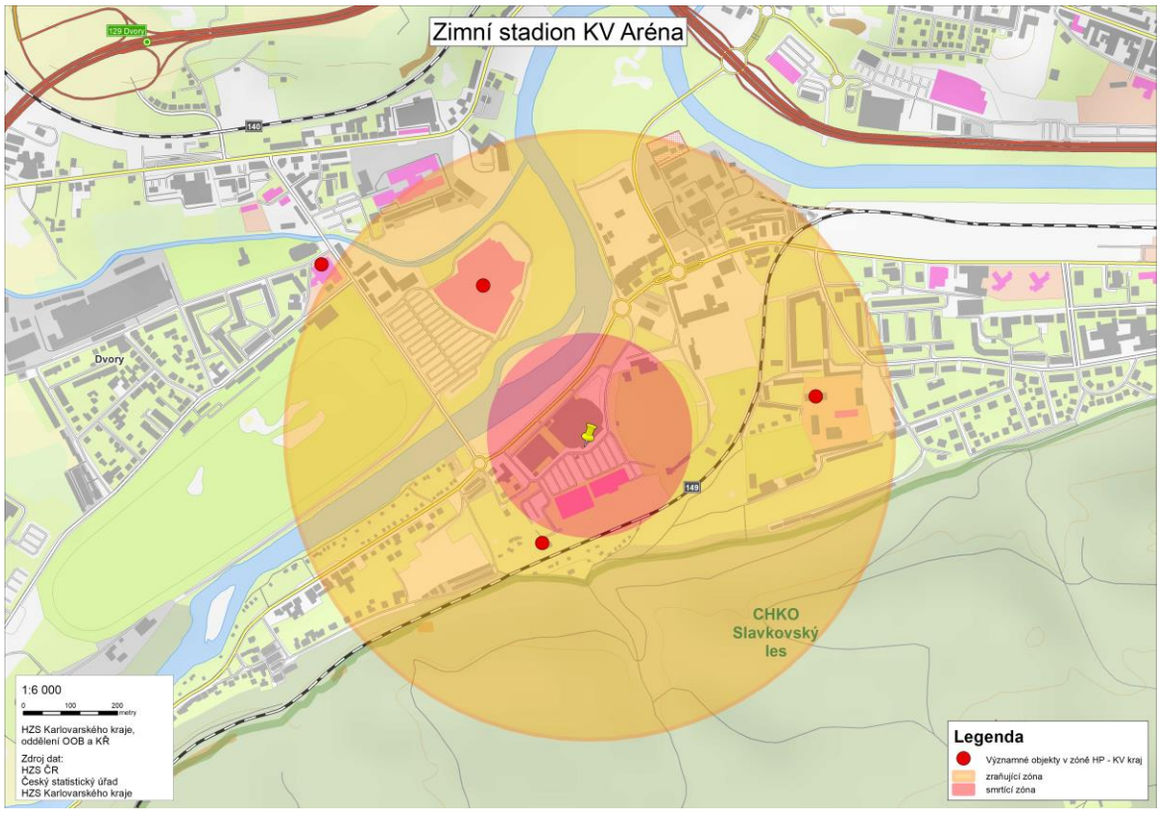
vody ovlivňuje menší počet ohrožených osob také jejich umístění mimo obytnou a jinou zástavbu, a to především s ohledem na využívání a ochranu zdrojů pitné vody.

5.3.1 Mapové výstupy provedené analýzy v GIS

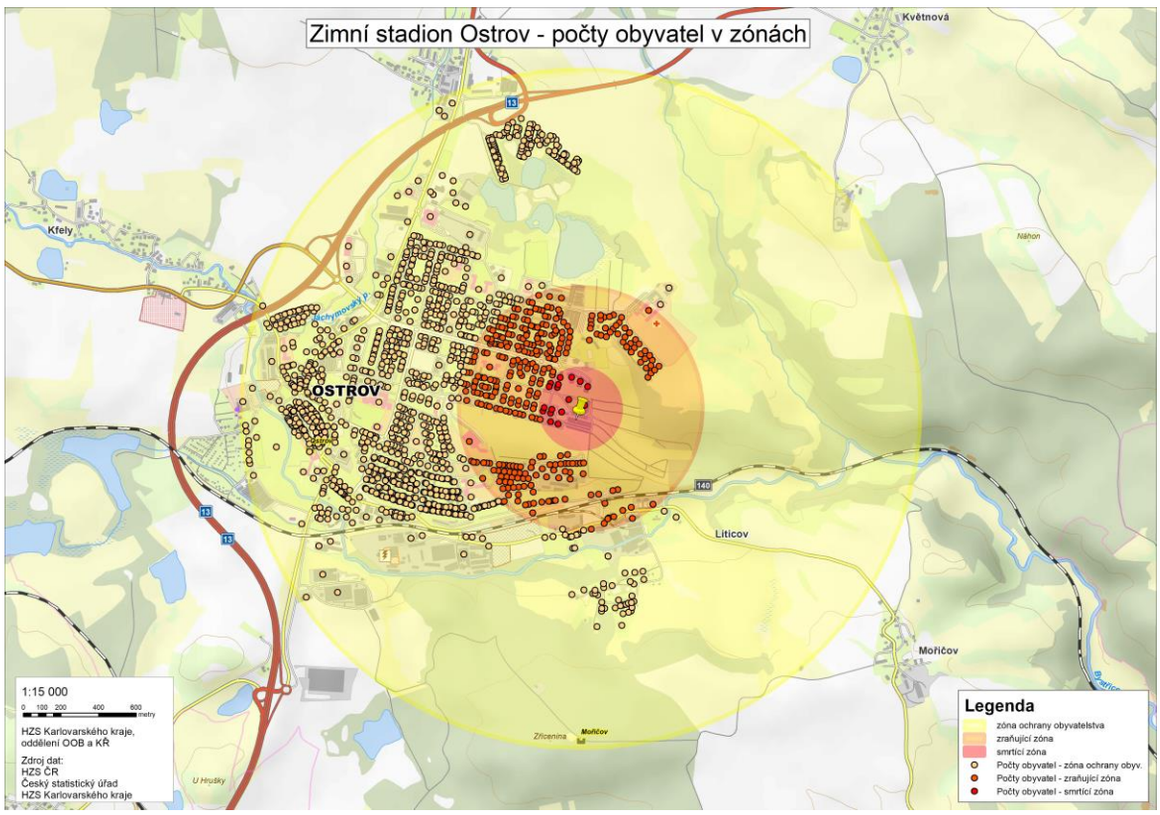
Na obrázcích 24 až 44 jsou uvedeny mapové výstupy, které jsou výsledkem provedené prostorové analýzy v ArcGIS for Desktop. Do mapového podkladu byly přeneseny definované zóny z modelací, VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách. Pro přehlednost byly v některých zónách PZO zobrazení VO a počtů obyvatel rozděleny.



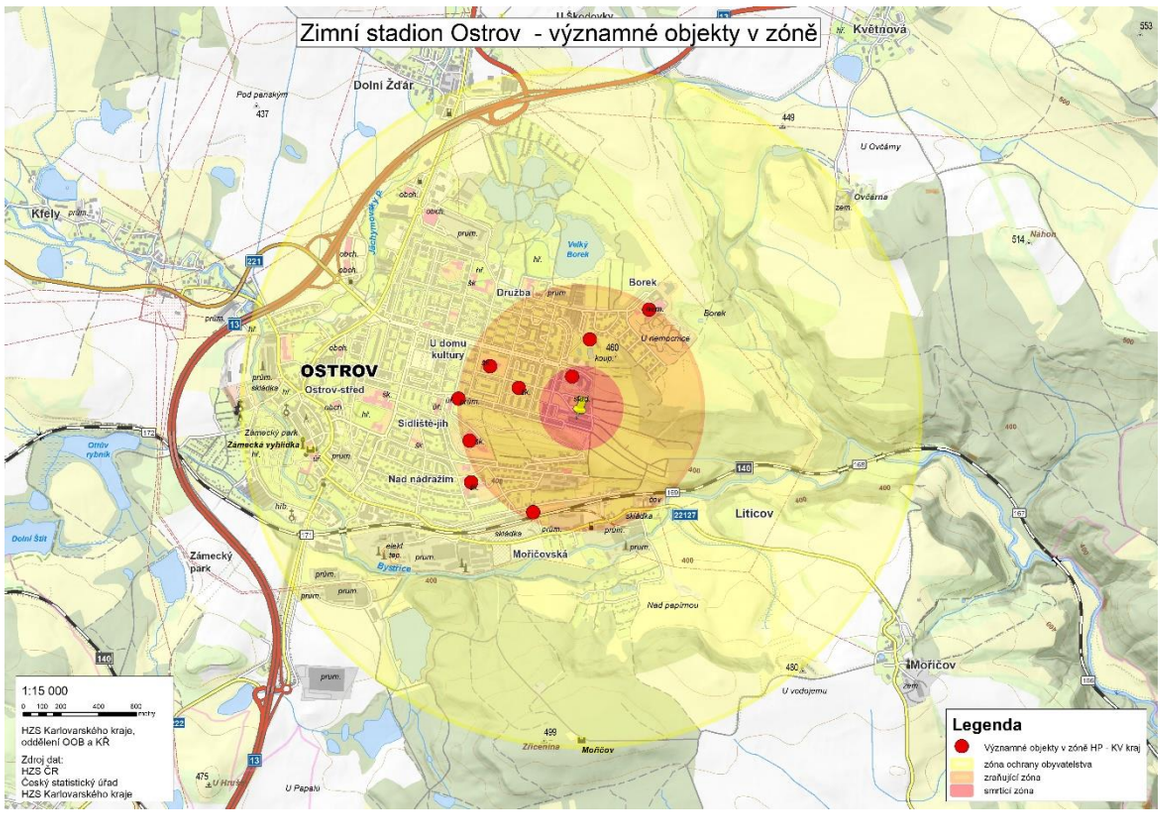
Obrázek 24 Definované zóny AEGL - 1 až 3 pro PZO KV Aréna s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



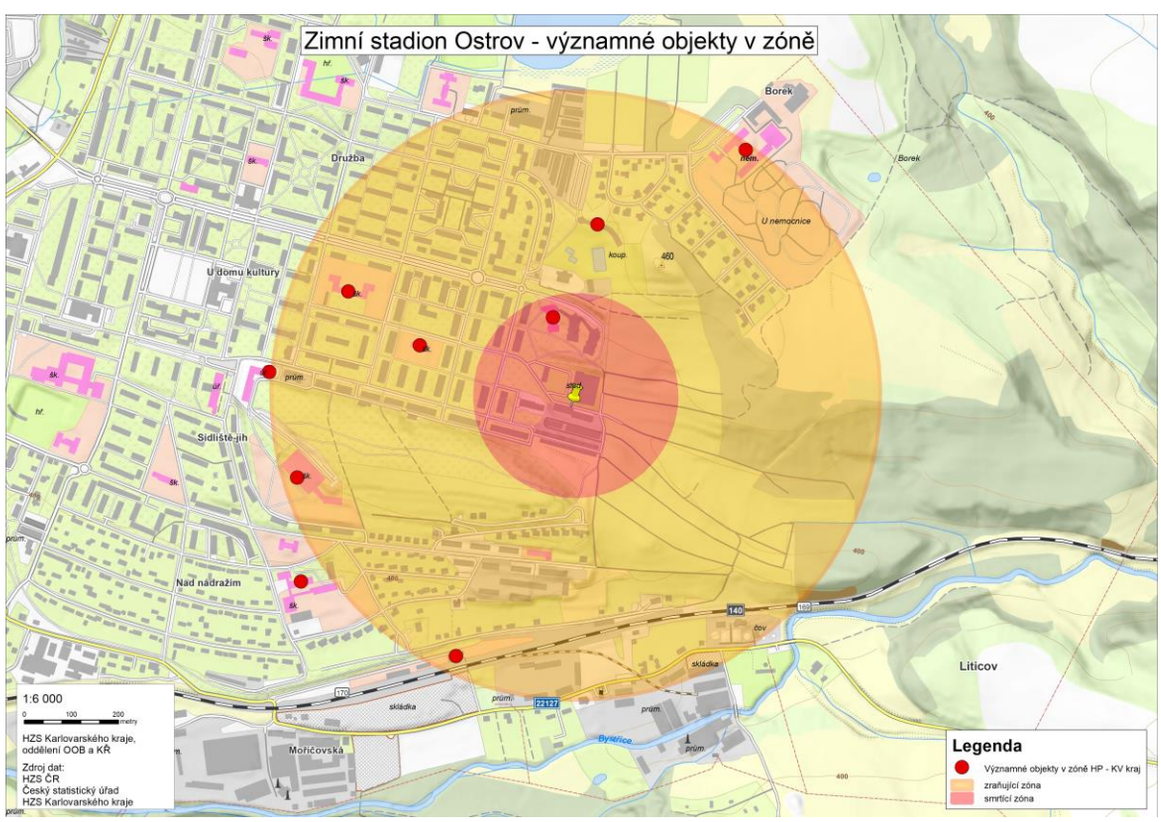
Obrázek 25 Detailní pohled na VO v zóně KV Arény se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



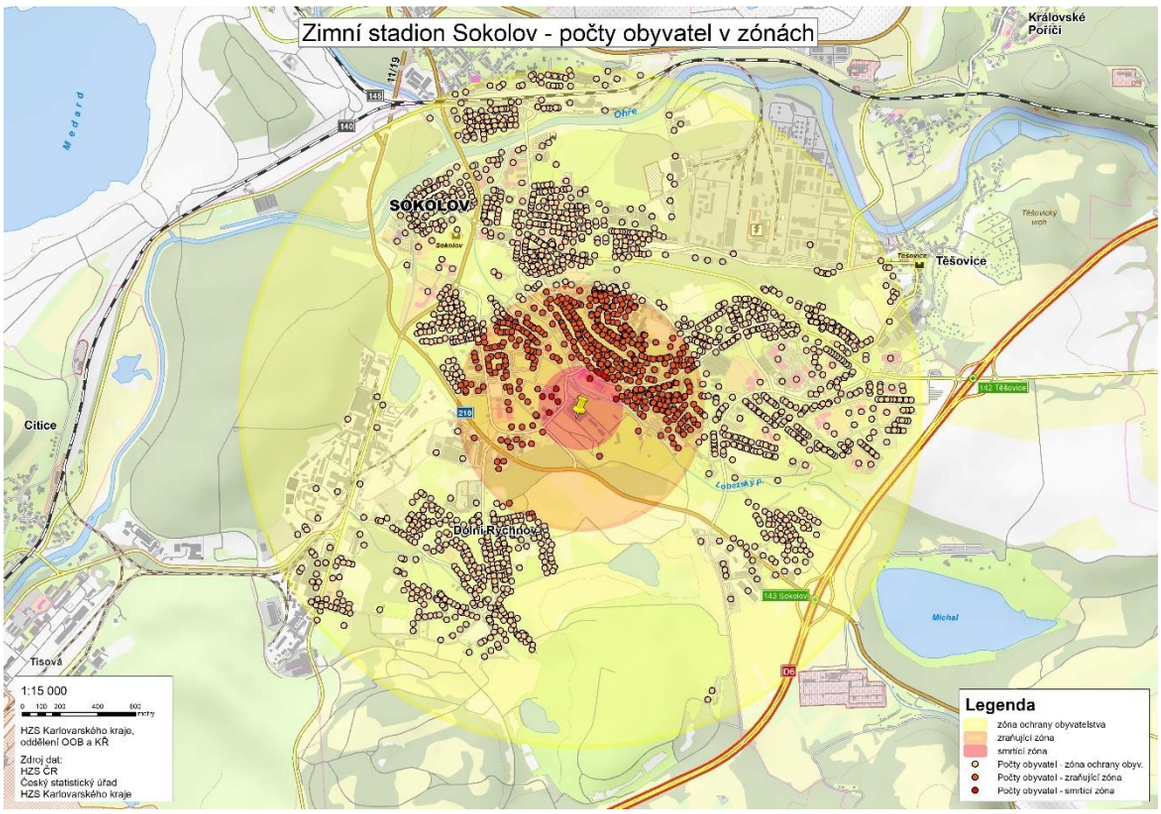
Obrázek 26 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS Ostrov s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



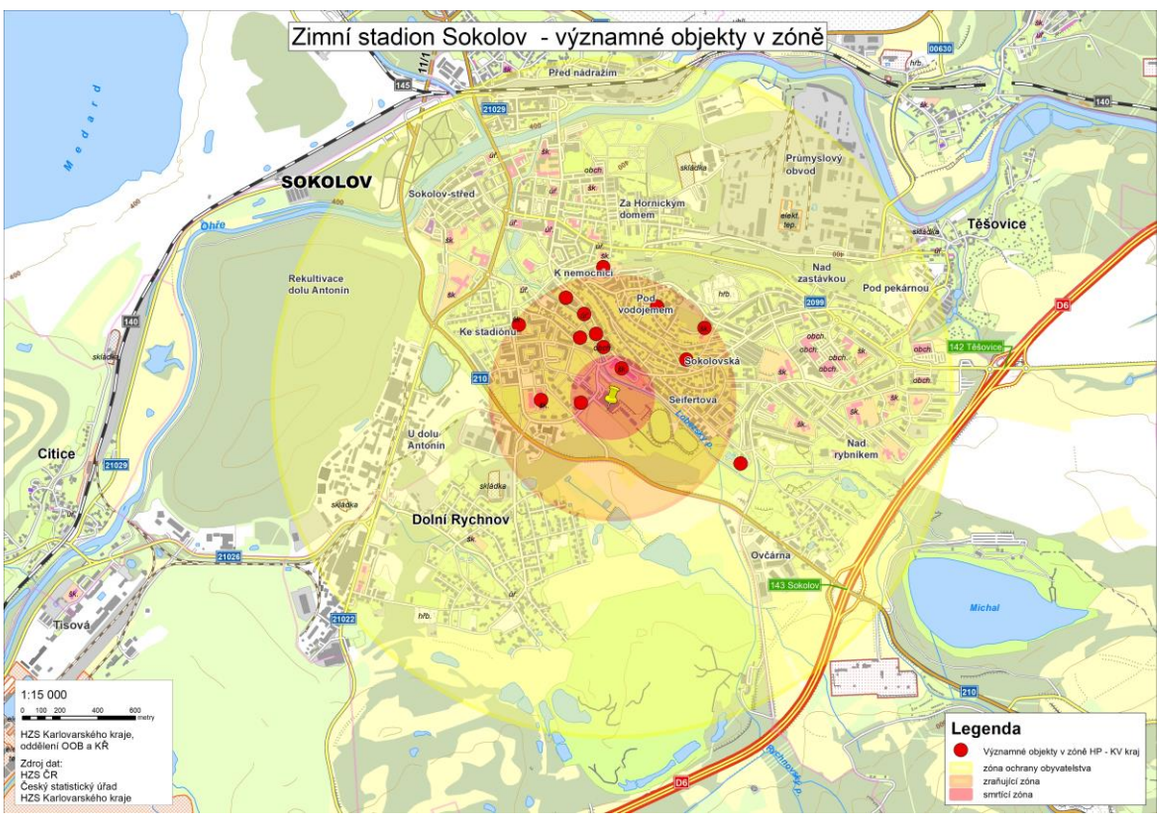
Obrázek 27 Celkový pohled na VO v zóně ZS Ostrov se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj]



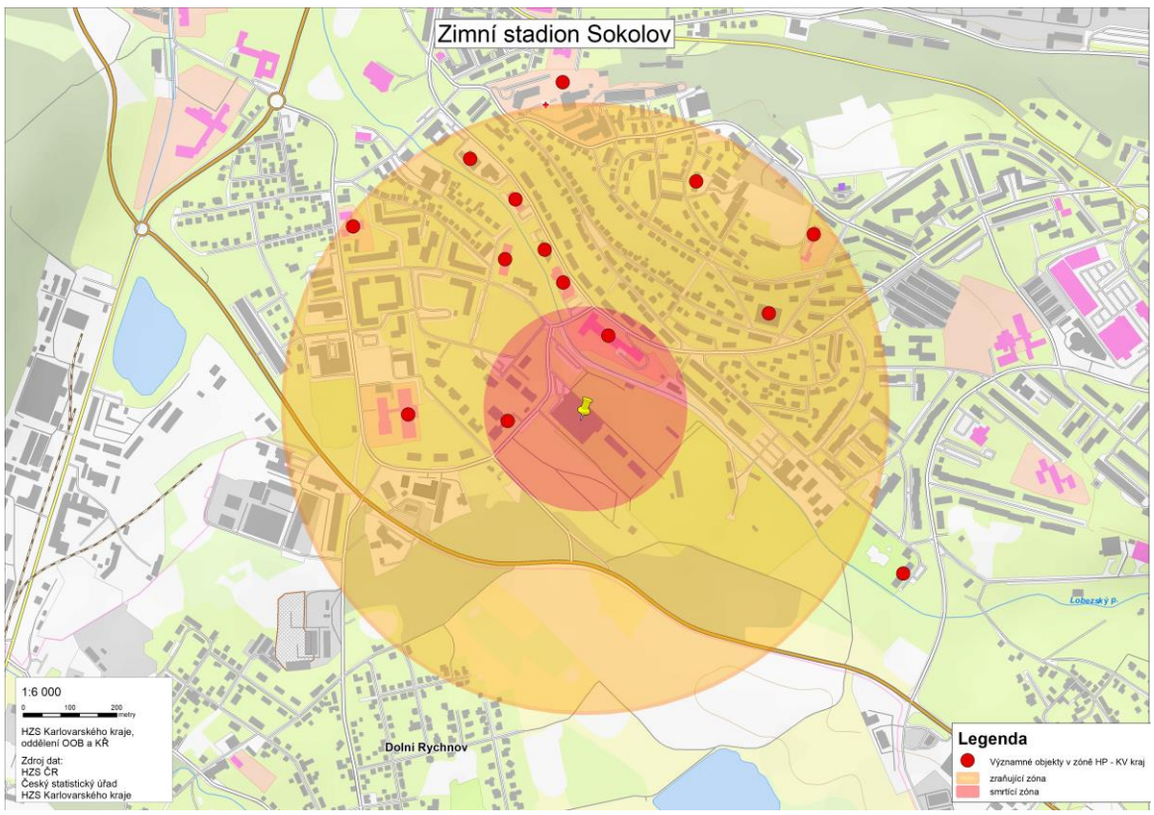
Obrázek 28 Detailní pohled na VO v zóně ZS Ostrov se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



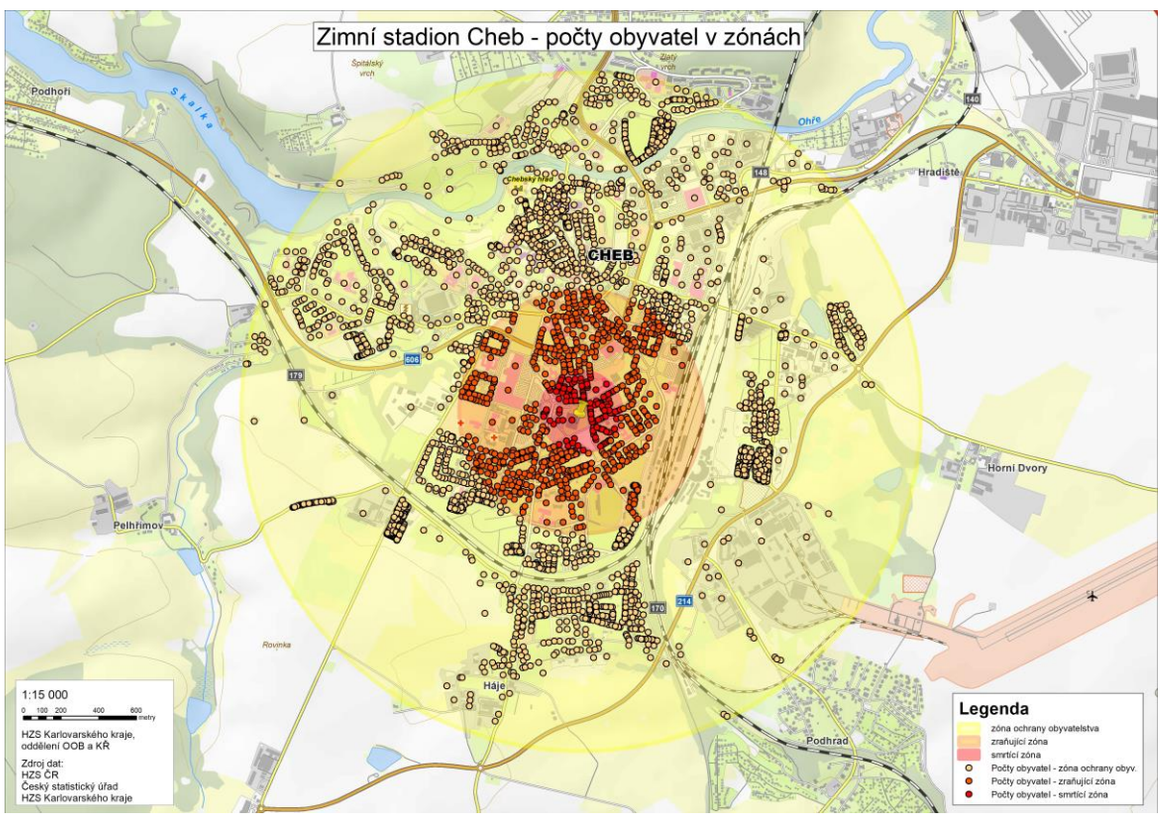
Obrázek 29 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS Sokolov s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



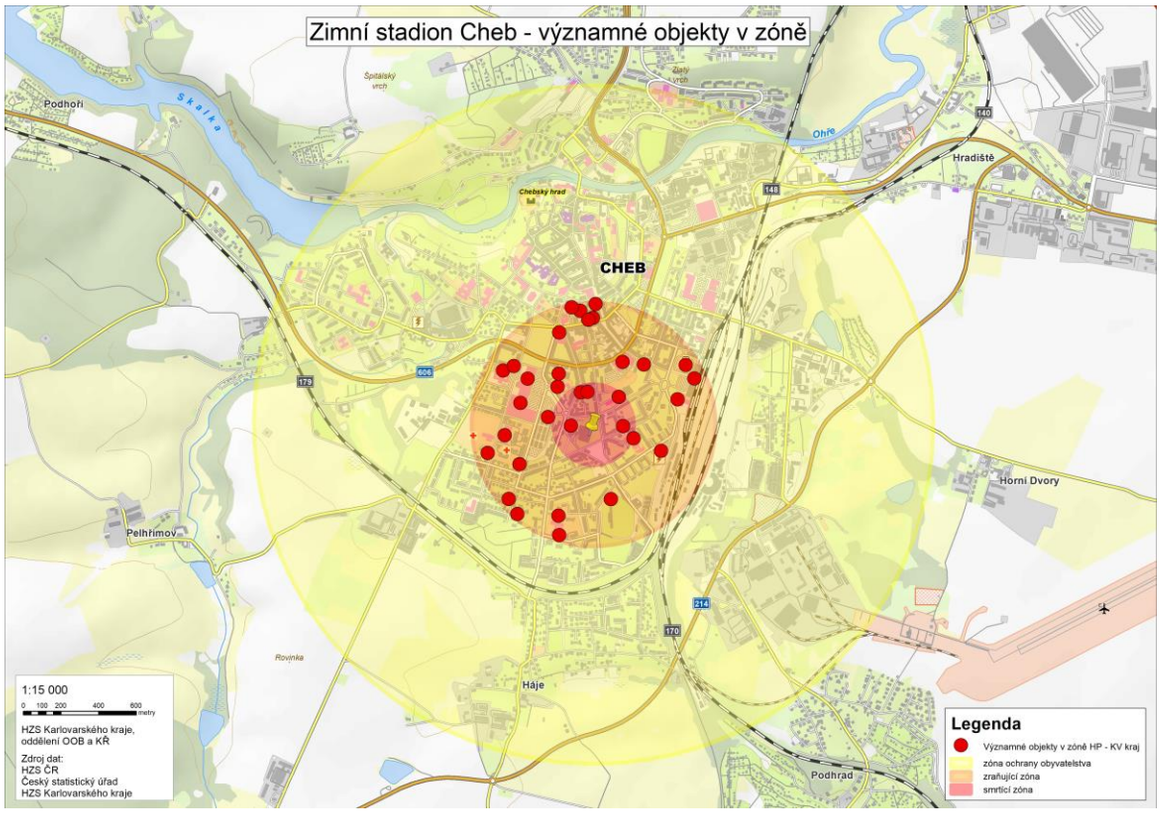
Obrázek 30 Celkový pohled na VO v zóně ZS Sokolov se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj]



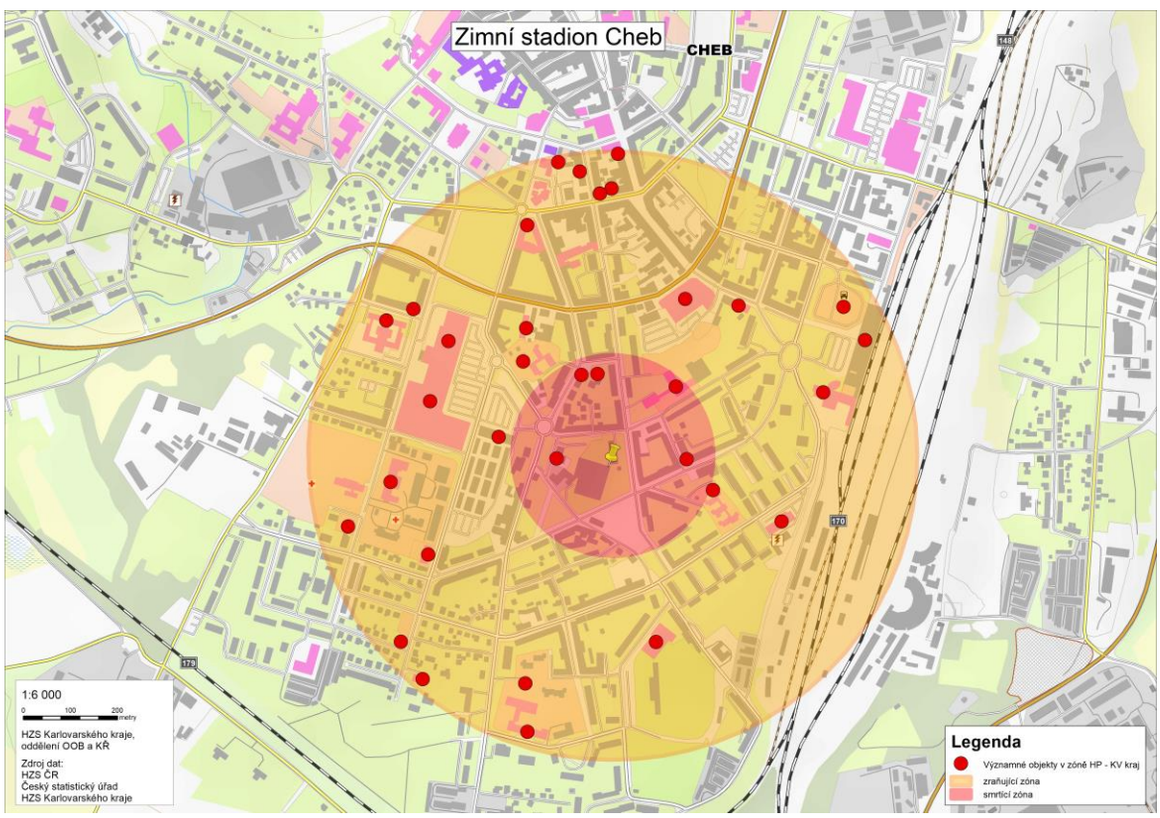
Obrázek 31 Detailní pohled na VO v zóně ZS Sokolov se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



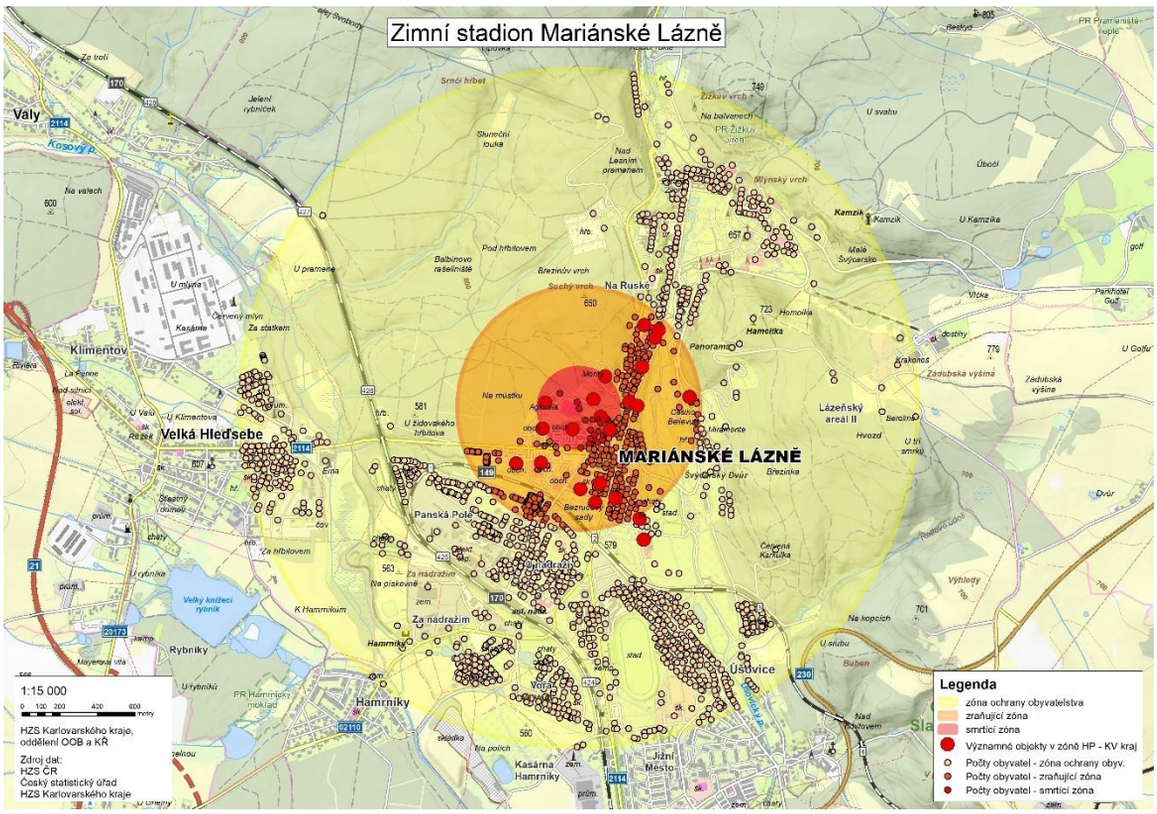
Obrázek 32 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS Cheb s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



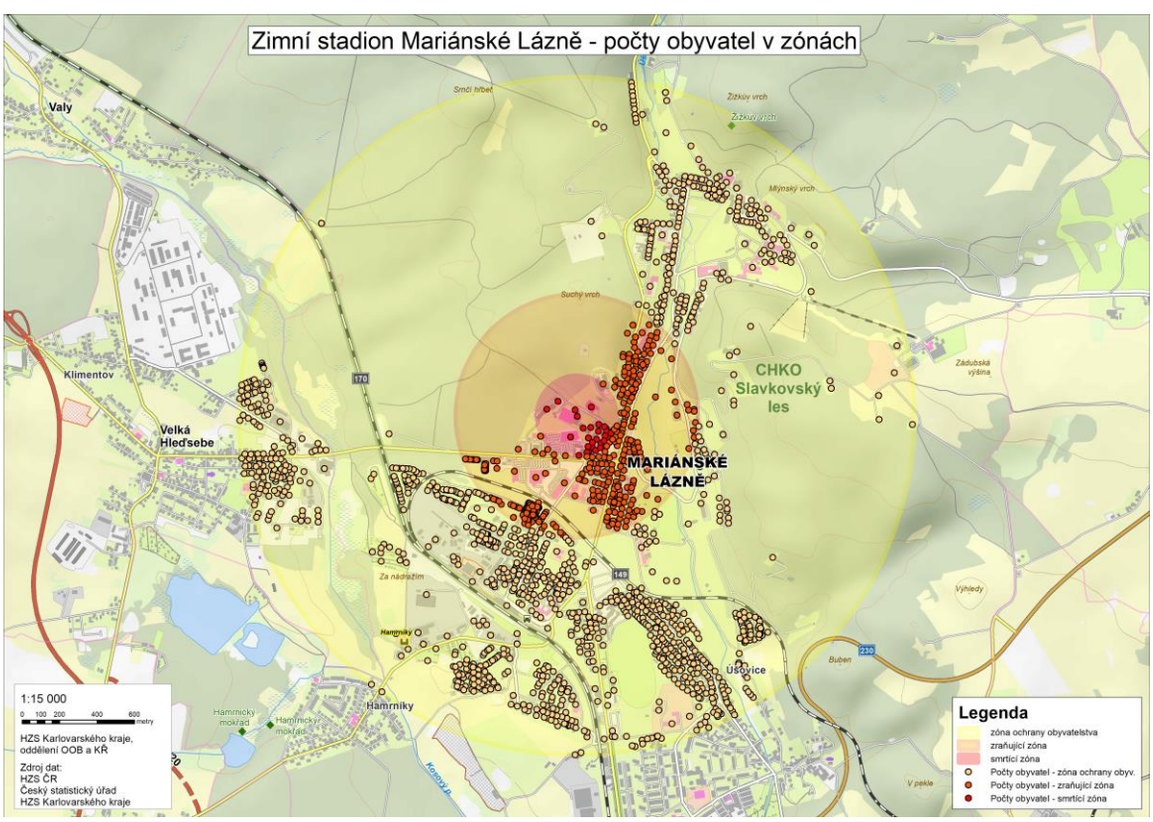
Obrázek 33 Celkový pohled na VO v zóně ZS Cheb se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj]



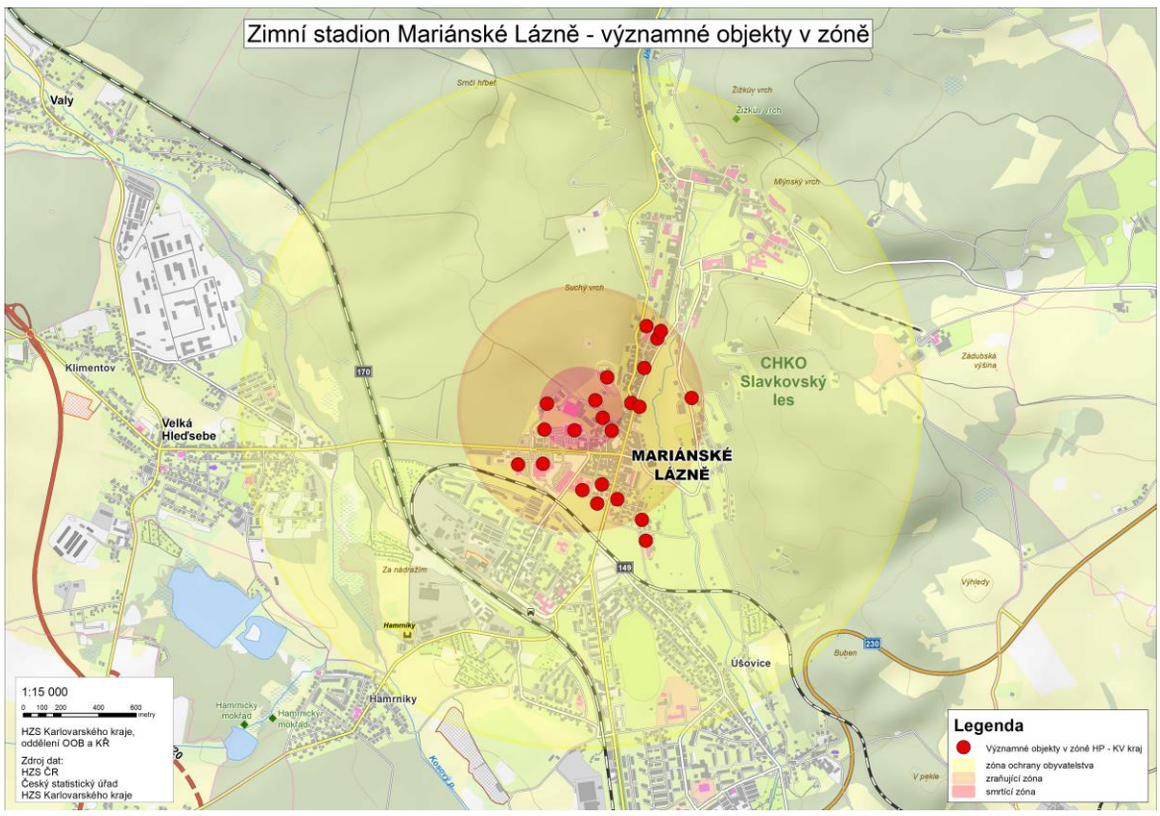
Obrázek 34 Detailní pohled na VO v zóně ZS Cheb se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



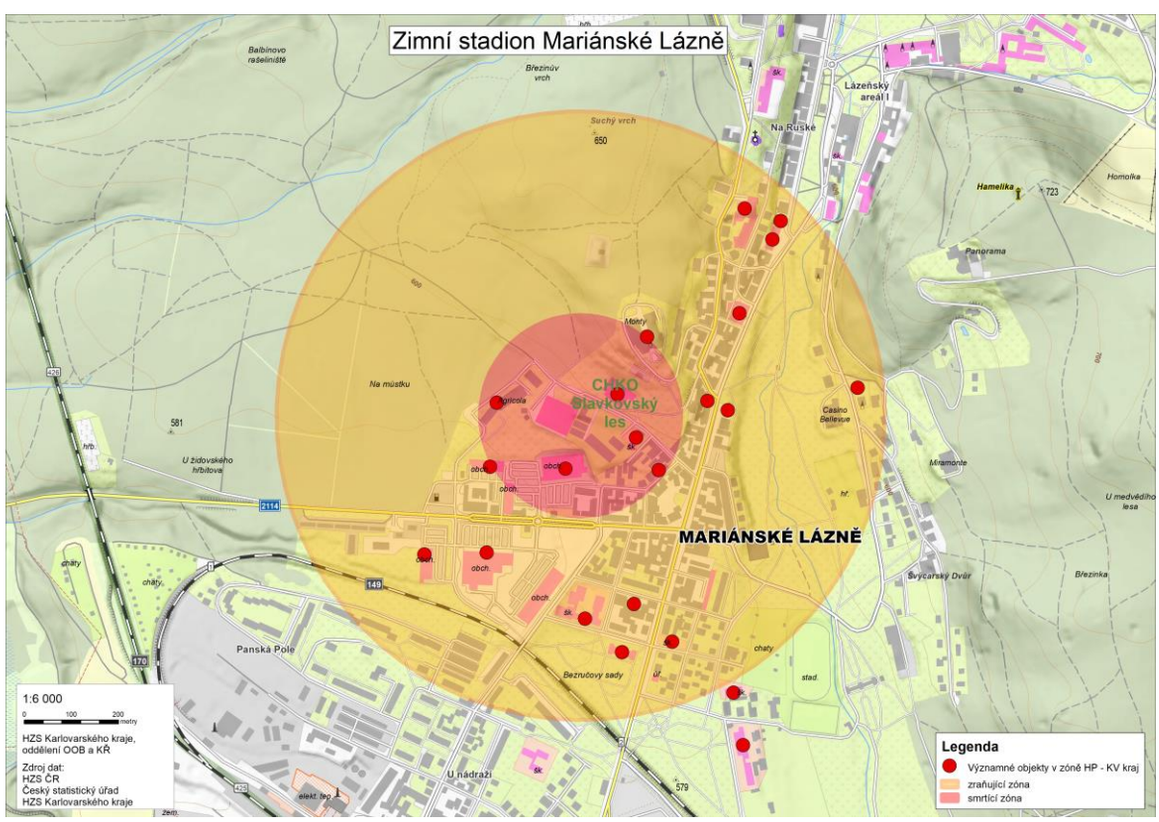
Obrázek 35 Zóny AEGL - 1 až 3 pro ZS ML s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



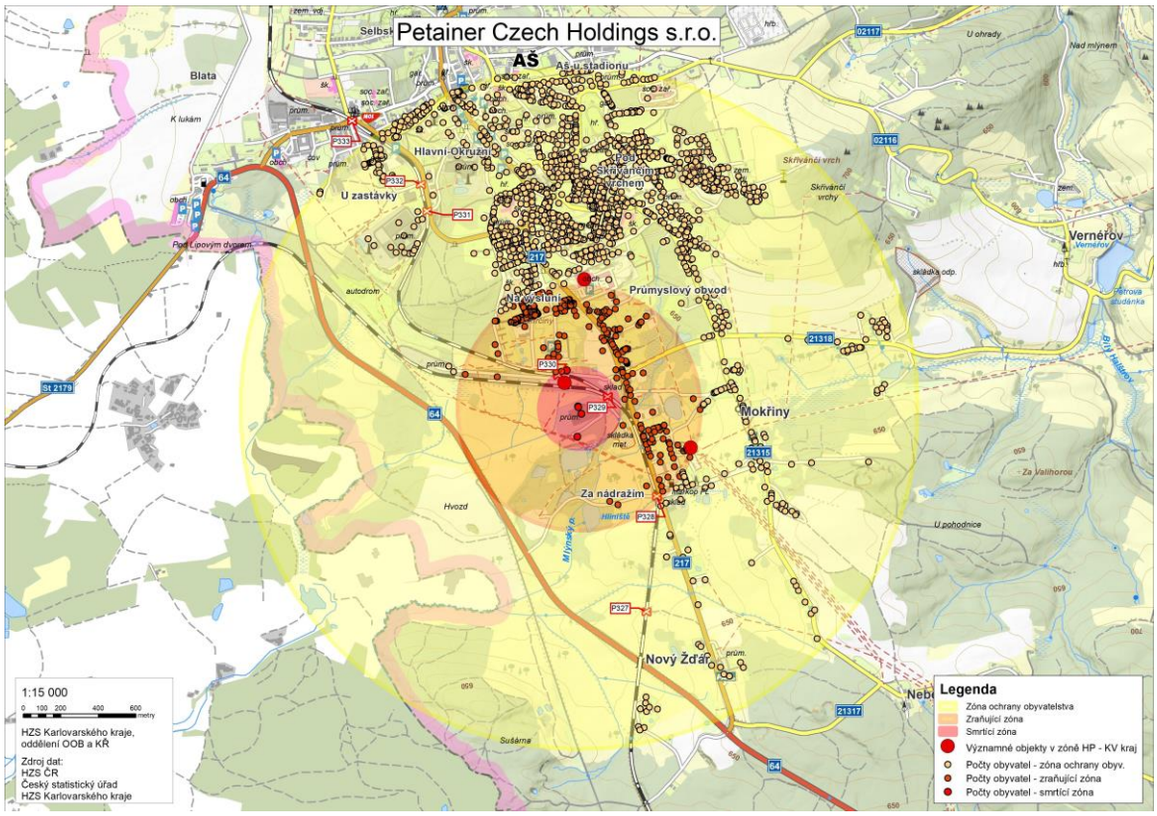
Obrázek 36 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS ML s počty ohrožených obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



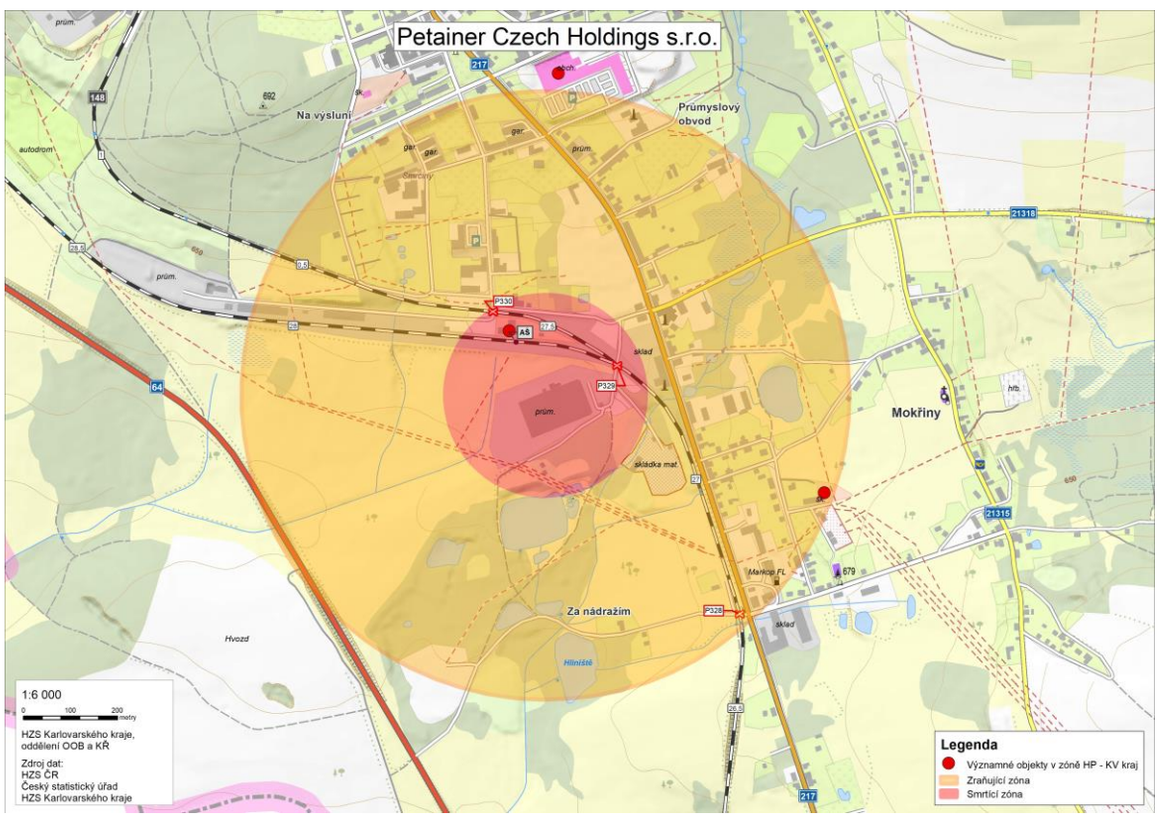
Obrázek 37 Celkový pohled na VO v zóně ZS ML se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj]



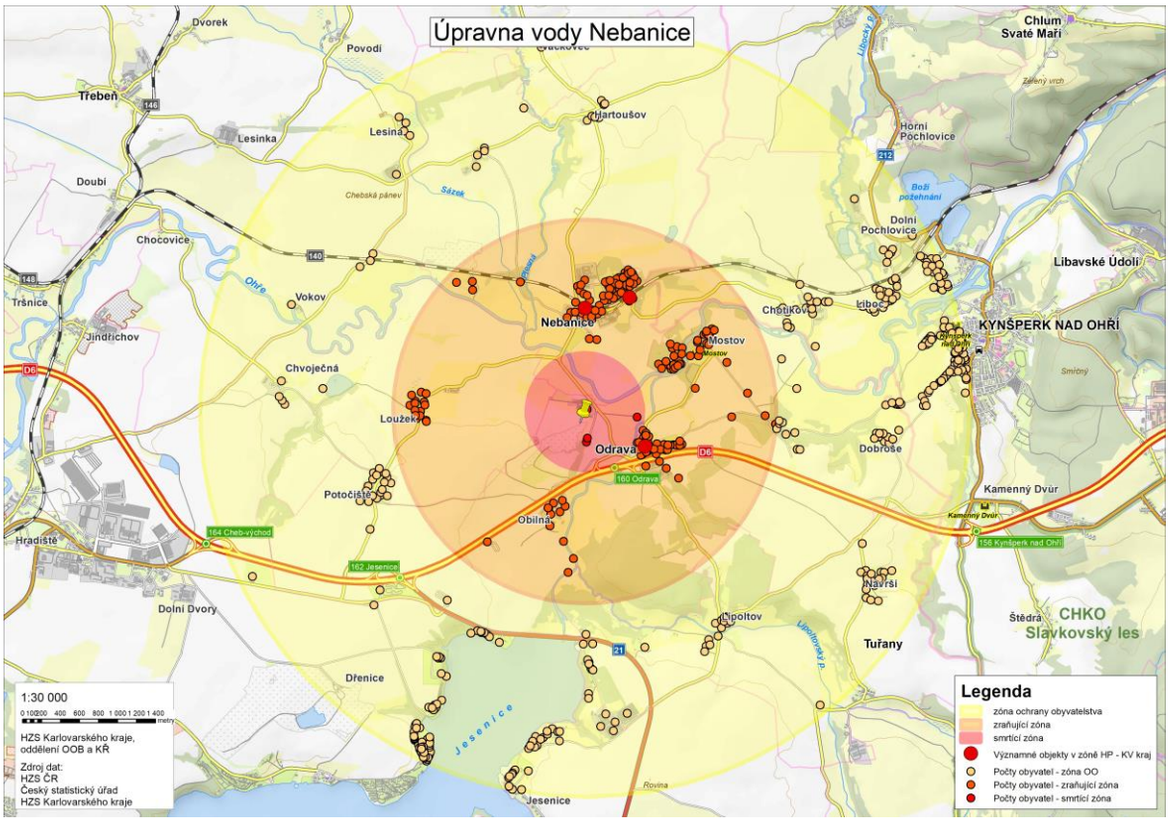
Obrázek 38 Detailní pohled na VO v zóně ZS ML se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



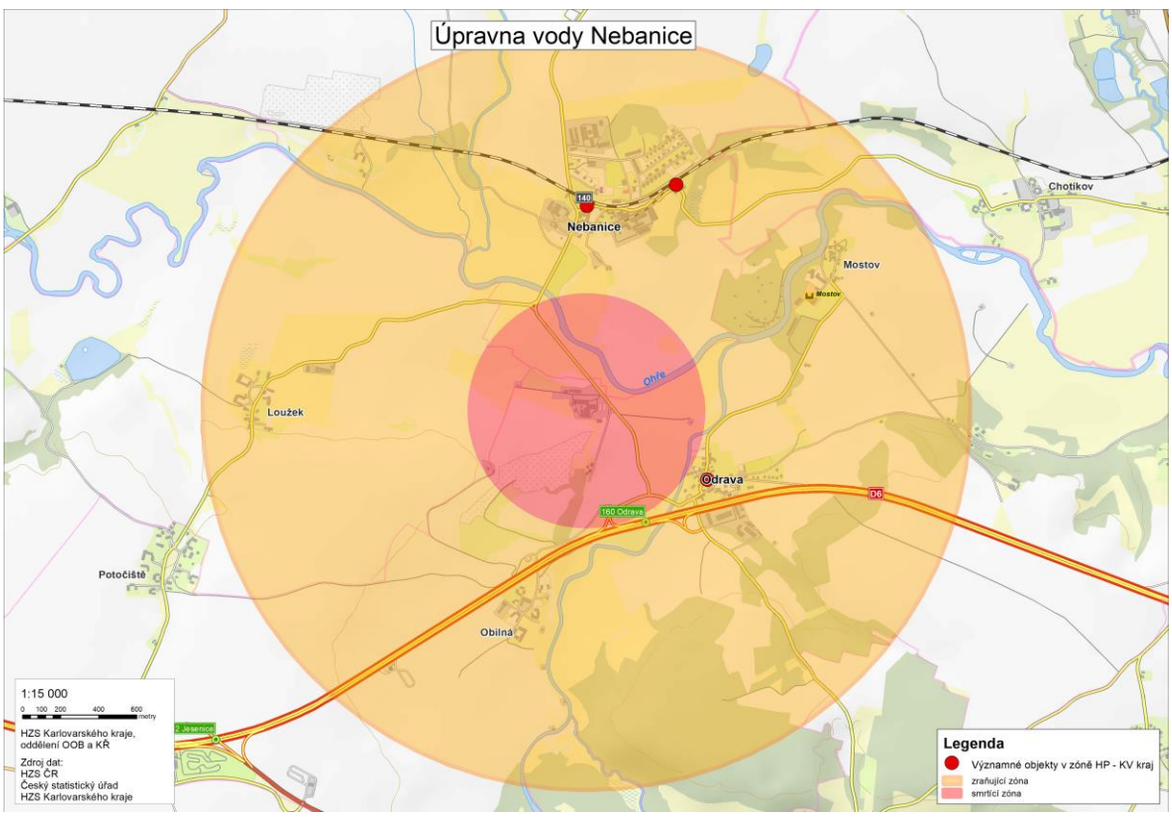
Obrázek 39 Definované zóny AEGL - 1 až 3 Petainer Aš s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



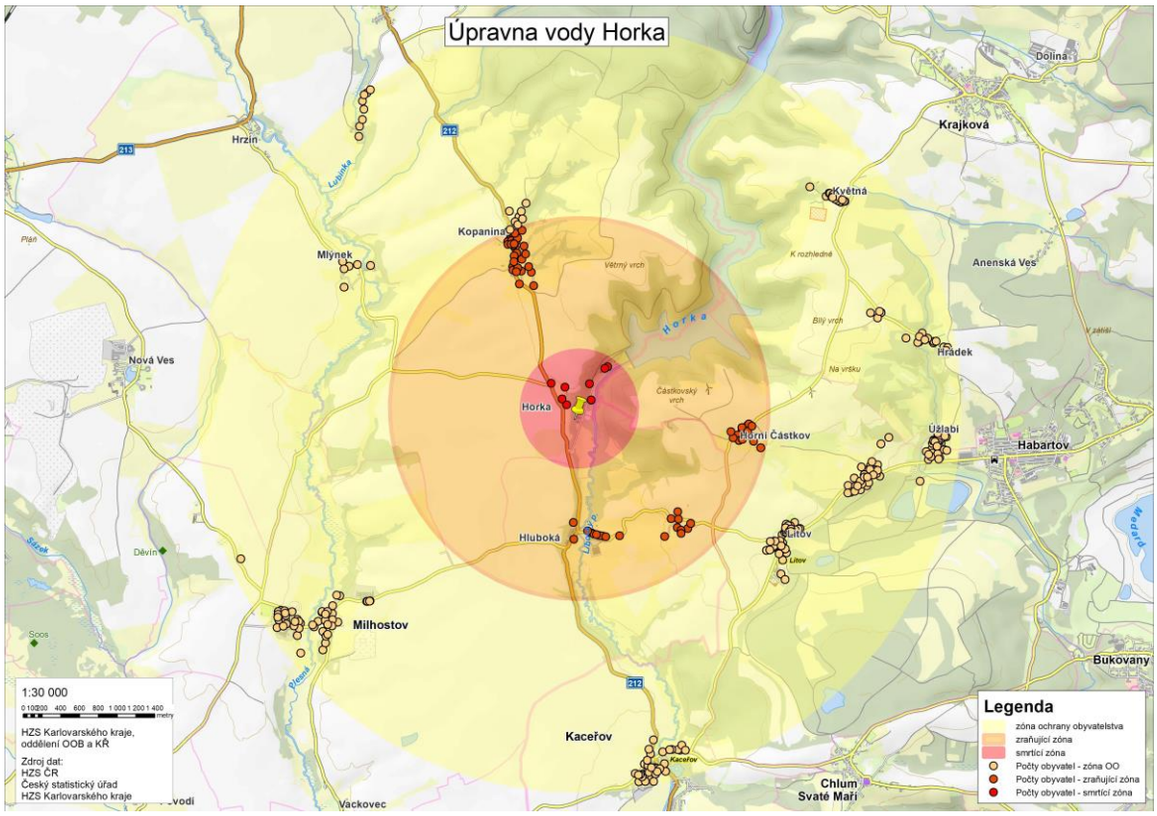
Obrázek 40 Detailní pohled na VO v zóně Petainer Aš se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



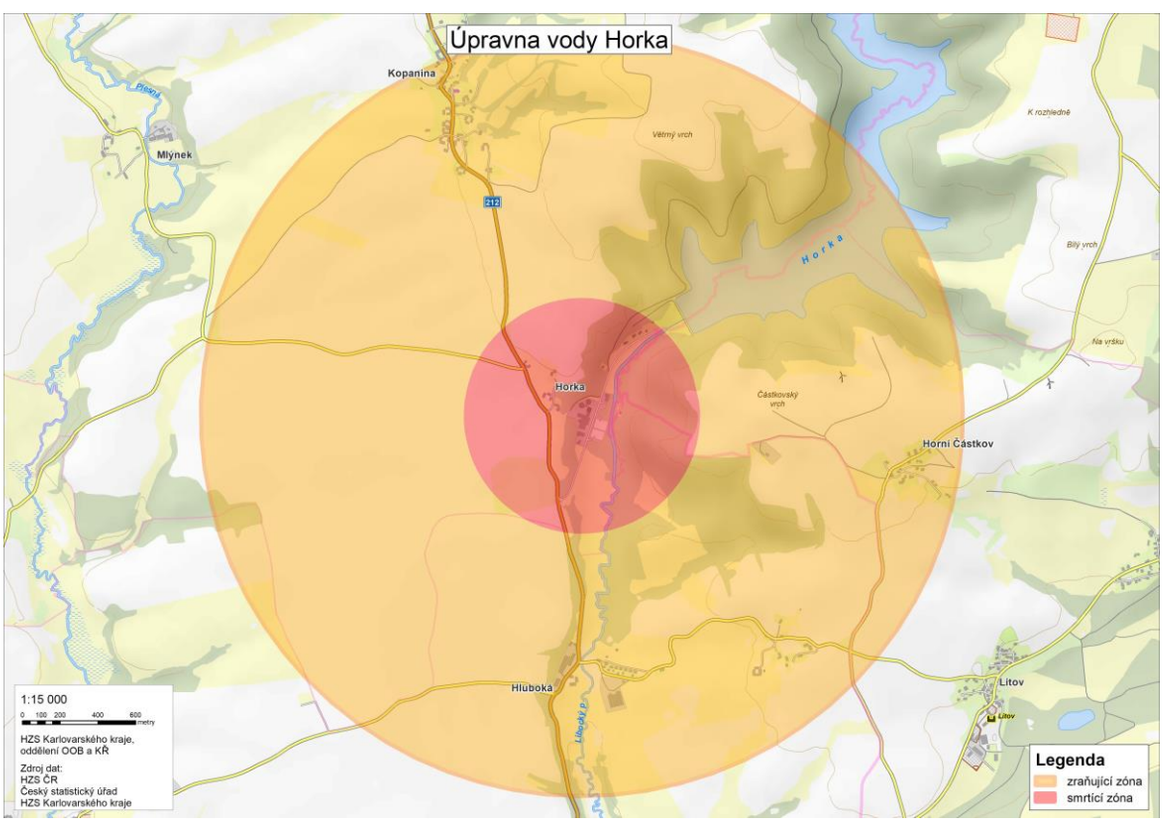
Obrázek 41 Zóny AEGL - 1 až 3 ÚV Nebanice s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



Obrázek 42 Detailní pohled na VO v zóně ÚV Nebanice se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]



Obrázek 43 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ÚV Horka s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj]



Obrázek 44 Detailní pohled na defonivané zóny ÚV Horka se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj]

5.4 Návrh systému opatření ochrany obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Společným jmenovatelem pro obyvatele, kteří mají hlášen trvalý pobyt v zónách PZO, a subjektů definovaných z významných objektů je seznámení s ohrožením ze strany podlimitních zdrojů. Uvědomění si hrozby, získání povědomí o vlastnostech nebezpečné látky, způsobech varování při případném úniku, žádoucím chování a ochranných opatření. Obecně lze celý systém ochrany rozdělit do následujících kroků, které jsou vidět na obrázku 45.

Obrázek 45 Návrh komplexního systému opatření [Vlastní zdroj]

5.4.1 Zjištění informace o úniku

Získání informace o úniku je zásadním krokem pro celý systém, protože se jedná o spouštěč všech dalších opatření. Čím později obdrží záchranné složky informaci o úniku, tím později přijmou potřebná opatření k zastavení úniku, likvidaci jeho následků, varování osob a minimalizaci účinků na obyvatelstvo v okolí úniku. V současné době existují dva způsoby, jak může KOPIS HZS získat informaci o úniku. Prvním je oznámení na tísňovou linku 112 nebo 150, případně předáním

informace z operačních středisek Policie ČR nebo Zdravotnické záchranné služby, kde oznamovatel sdělil informaci o havárii. Oznamovatelem v tomto případě může být sám provozovatel objektu, případně jím pověřené osoby nebo osoby z okolí objektu, které mohou pozorovat projevy havárie, jako jsou dle druhu látky bílá nebo žlutozelená oblaka unikajících látek, v obou případech charakteristický pronikavý zápach nebo fyziologické projevy. Tento způsob předání informace o úniku je závislý na lidském faktoru, a proto není zaručeno včasné doručení informace HZS. Ne všechny objekty mají nepřetržitou službu, která je schopna vyhodnotit hlášení detekce a případnými kroky zastavit únik, minimalizovat jeho následky a předat informaci záchranným složkám. Právě ve chvíli, kdy na objektu není přítomna odpovědná osoba, dojde k úniku a je odeslána informace pomocí SMS zprávy nebo automatického volání, vstupuje do této situace počet adresátů této informace, denní doba a s tím související zajištění přijetí informace o úniku. Modelovým příkladem může být nedostupnost adresátů nebo pozdní zjištění doručení informace o úniku. Také může svoji roli sehrát náchylnost systému k planým poplachům. Na celé toto řešení navazuje reakce adresátů, zda okamžitě po obdržení informace vyrozumívají HZS o úniku, nebo se vypraví na místo pro zjištění stavu a rozsahu a až následně vyrozumí HZS. Všechny tyto okolnosti mohou vytvářet velký časový prostor mezi časem T0, tedy chvílí úniku, a časem, kdy obdrží informaci o úniku KOPIS HZS. Samostatnou kapitolou jsou oznamovatelé z okolí objektů. Zde totiž nastává zjištění úniku ve chvíli, kdy uniklá látka opustila objekt a začíná její nekontrolované šíření ve volném prostoru.

Druhým způsobem je vyrozumění KOPIS na základě automaticky odeslané informace o úniku z detekčního systému nacházejícího se přímo uvnitř objektu zdroje ohrožení nebo v jeho okolí. Každý z objektů má řešený systém detekce a vyhlášení poplachu. Ne všechny objekty však mají možnost zasílání informace mimo objekt a oznámení úniku s vyhlášením poplachu je tak realizováno pouze v rámci objektu. V tomto případě stálá služba ověří informaci o úniku a v případě potvrzení oznámí únik cestou tísňového volání. ZS v Chebu a v Karlových Varech

mají systém detekce napojen na EPS, která následně v případě úniku zašle tuto informaci na Pult centralizované ochrany HZS KVK (dále jen „PCO“). Informace na PCO přichází ve tvaru umožňující odlišení událostí např. od požáru ve formátu Všeobecný poplach – Únik. Díky tomuto je možné odlišit druh události a na základě tohoto spustit v rámci opatření vyhlášení poplachu příslušným jednotkám s předurčenou technikou pro zásah na únik NCHL, spustit varování obyvatelstva a varování významných objektů v zóně pomocí scénáře Automated Message Delivery System neboli Automatizovaného systému odesílání hlasových zpráv (dále jen „AMDS“). Jediným rizikovým místem v tomto systému je ústředna EPS. Odeslání zprávy se v tomto případě řídí nastavením konkrétní ústředny. Například bude-li objekt mimo provozní dobu bezobslužný, je většinou ústředna v této době nastavena tak, aby jakýkoli poplach okamžitě odeslala stanoveným adresátům mimo objekt. Bude-li ale mít objekt stálou službu, je většinou ústředna nastavena na tzv. časy T1 a T2. Čas T1 začíná běžet v ústředně přijetím poplachu a jedná se o čas reakce obsluhy na tento poplach. Pokud obsluha potvrdí přijetí poplachu, začíná běžet čas T2, který je určen k prověření poplachu v místě hlášené události. Pokud obsluha zjistí, že se jedná o falešný poplach, může signalizaci zrušit a přerušit tak poplach. V tomto případě zpráva o poplachu není odeslána a ústředna čeká na další informaci z detektoru, který v případě další detekce může opět zaslat ústředně „alert“ o úniku. Pokud obsluha opět vyhodnotí poplach jako falešný, může detektor v ústředně vyřadit a ústředna tak nebere v potaz detekce zasílané tímto detektorem. Ústředna v případě uběhnutí obou časů T1 a T2 bez reakce obsluhy automaticky odešle informaci o poplachu předem definovaným adresátům a především na PCO HZS. U objektů, kde je informace o úniku přenášena mimo objekt, jde většinou o řešení pomocí GSM brány připojené přímo na systém Měření a regulace, který sleduje a reguluje technologii. Tento systém umožňuje případné vložení telefonního čísla KOPIS HZS, kam by také mohla být zaslána SMS zpráva nebo automatické volání. Tento způsob však limituje ochota provozovatele objektu.

Jelikož obě zmiňovaná řešení nepovažuji za ideální, rozhodl jsem se pro účely této práce a komplexního systému ochrany obyvatelstva a významných objektů navrhnout řešení cestou monitorování a detekce soustavou detektorů komunikujících vzájemně mezi sebou a adresátem poplachové informace pomocí IoT. Jak uvádím v teoretické části práce, tento systém je velice vhodný pro bezpečnostní systémy, které spojují detektor pracující v režimu 0/1, tzn., není detekce/je detekován sledovaný jev, v našem případě detekce NCHL v ovzduší, a připojení detektoru k modulu zařazující prvek do sítě a umožňující mu komunikaci nebo zasílání informace o detekci. Umístění detekčního prvku nebo sítě prvků by bylo vhodné v co největší blízkosti PZO. Konkrétní umístění je vhodné zvolit s předpokládaným způsobem šíření úniku a v co největší blízkosti zdroje tak, aby byla zajištěna co nejrychlejší detekce. Tímto způsobem by mohla být předána rychlá informace na KOPIS HZS. V zákoně č. 239/2000 o IZS, je zakotvena povinnost právnických a fyzických osob strpět umístění zařízení systému varování a vyrozumění na objektech v jejich vlastnictví. V článku „Modernizace jednotného systému varování a vyrozumění výstavbou bezdrátového komplexního komunikačního systému HZS ČR“ publikovaného v elektronickém časopise „THE SCIENCE FOR POPULATION PROTECTION“ v čísle 2/2017 hovoří autor František Ginzl o návrhu nového komplexního komunikačního systému pro zajištění varování, tísňového informování obyvatelstva a mobilních komunikačních potřeb HZS ČR, jehož součástí by byla mimo jiné rádiová komunikační infrastruktura pro sběr dat z koncových prvků varování, měření a detekce nebezpečných jevů. [32] Pokud by byl systém detekce zahrnut do systému varování a vyrozumění tak, jak jej definuje zákon o IZS, bylo by možné na základě tohoto zákona umístění prvku na jakýkoli objekt, včetně samotného zdroje ohrožení. Na základě veškerých uvedených okolností se mi jeví jako nejvhodnější umístění detekčního prvku u výstupu z odsávání, které bylo také zvoleno jako zdroj úniku při modelování. Dále považuji za vhodné vytvořit síť detektorů v okolí objektu, kde lze detektory umístit na stožáry veřejného osvětlení, což se jeví jako výhodné z důvodu možnosti napájení

detektoru, a dále proto, že se jedná o vlastnictví obce a nikoli soukromoprávního subjektu. V případě úniku by bylo možné také díky síti detektorů sledovat směr a rychlost šíření NCHL.

V současnosti již také začínají výrobci reagovat na nástup IoT, a proto lze již na trhu najít hotové řešení bezdrátového detektoru jako senzoru pro IoT. Jako příklad zde mohu uvést bezdrátový detektor amoniaku WL-AQA-A01, který je zároveň senzorem IoT. Senzor pracuje na bázi designu technologie Zigbee. Senzor je vhodný pro detekci koncentrace čpavkového plynu ve vzduchu. Zprávy o detekci automaticky odesílá do cloudu nebo přímo do určených zařízení. Senzor je možné přímo propojit s jinými zařízeními, které mohou upravovat svoji činnost dle výsledků monitorování, například systémy odsávání. Výrobce uvádí široké spektrum použití především pro akvakulturu, chov zvířat, zemědělství, ropu, chemický průmysl a ekologický průmysl. Největšími přednostmi senzoru jsou bezdrátový přenos, malé rozměry, nízká hmotnost a možnost použití jak ve vnitřním, tak ve venkovním prostředí [33].

Obrázek 46 Senzor IoT WL-AQA-A01 pro detekci plynného amoniaku [33]

Tabulka 9 Parametry Senzoru IoT WL-AQA-A01 pro detekci plynného amoniaku [33]

Rozsah měření	0-100 ppm
Max. Zatížení Životnost	200ppm Dva roky ve vzduchu
Výstup	120 ± 30nA / ppm
Rozlišení	1ppm
Teplotní rozsah	-10 ℃ až 40 ℃
Rozsah tlaků Doba odezvy (T 90)	Atmosférický tlak <50 sekund
Rozsah vlhkosti	15-90% RH （Bez kondenzace）
Nulový výstup Max Zero Drift (20 ℃ až 40 ℃)	0ppm ± 34ppm -8 ppm
Long Term Drift	<5% / šest měsíců
Doporučená hodnota zatížení	10Ω
Režim přenosu	ZigBee
Rozsah přenosu Bias Voltage	100m Není třeba

5.4.2 Systém ochrany obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Závěry výzkumu diplomové práce Mgr. Nely Štěříkové publikované v článku ve čtvrtletníku Ochrana & Bezpečnost ukazují na nízkou znalost respondentů v oblasti ochranných opatření. Respondenti byli zvoleni z řad žáků devátých tříd vybraných základních škol, včetně škol nacházejících se v některé z rizikových oblastí, např. v záplavovém území. Výzkum měl za cíl ověřit znalosti problematiky OČMU. U dotazovaných žáků devátých tříd základních škol je patrná neznalost v rozpoznávání jednotlivých signálů sirén, a nesprávné reakce na varovný signál „Všeobecná výstraha“. Dále respondenti projevili neznalosti zásad chování a sebeochrany při mimořádných událostech spojených s únikem nebezpečných látek a s tím také související problematiky improvizované ochrany [34]. Ze závěrů tohoto výzkumu mohu usuzovat, že úroveň obecné znalosti reakce obyvatelstva na varovný signál a ochranných opatření při MU s únikem NCHL včetně zásad použití prostředků improvizované ochrany je nízká.

V současnosti je odpovědnost za ochranu jednotlivých osob kladena přímo na samotné jednotlivce, a proto je nutné vyvíjet účinnou přípravu obyvatelstva k sebeochraně a vzájemné pomoci při vzniku mimořádných událostí [13]. Je důležité jednotlivé věkové skupiny obyvatelstva soustavně vzdělávat v oblasti ochrany obyvatelstva a člověka za mimořádných událostí cestou vzdělávání v rámci výuky na základních školách, preventivně výchovnou činností složek IZS, státní správy a samosprávy, seznamováním společnosti s možnými riziky, a to především v oblastech, kterých se přímo dotýkají (např. záplavová území, zóny havarijního plánování nebo PZO a další). Dále je nutné obyvatelstvu poskytovat aktuální metodické informace o reakci na konkrétní situace a žádoucím chování při zaznění varovného signálu „Všeobecná výstraha," a také o zásadách sebeochrany a improvizované ochrany dýchacích cest a povrchu těla. Dále je nutné seznamovat obyvatelstvo s průběhem a pravidly evakuace, obsahem evakuačního zavazadla a pobytem v evakuačních střediscích.

Vhodnou platformou pro poskytování uvedených informací jsou bezpečnostní portály a portály krizového řízení, na jejichž provozování se podílejí záchranné složky, státní správa a územní samospráva. Díky tomu lze obyvatelstvu (ale také odborníkům) poskytovat aktuální a ověřené informace. Jako příklad bych zde uvedl Portál KRIZPORT, který je veřejným portálem krizového řízení v Jihomoravském kraji (http://krizport.firebrno.cz/) a Bezpečnostní portál Karlovarského kraje BEZPORT (http://bezport.kr-karlovarsky.cz/).

5.4.2.1 Varování a informování obyvatelstva

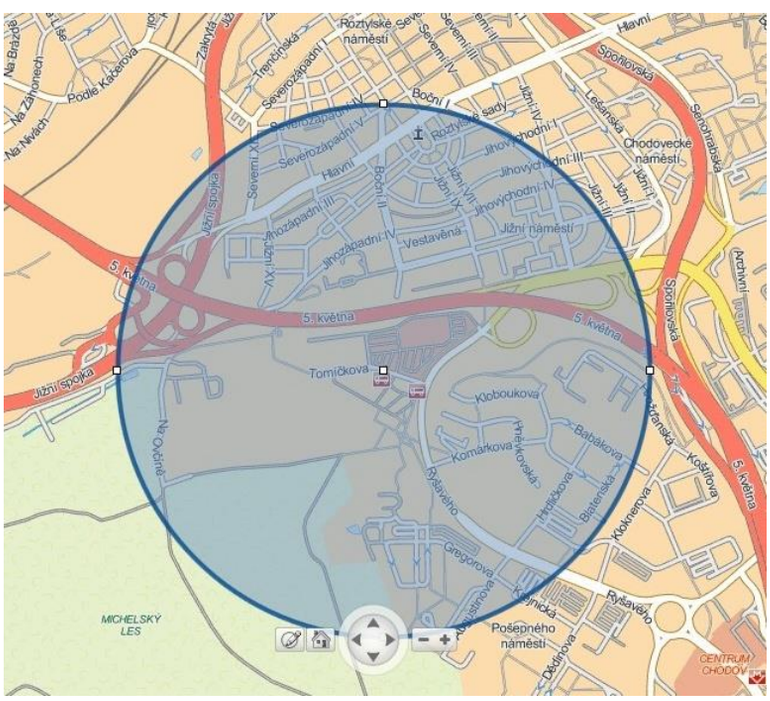
V současnosti je možné varování a informování osob nacházejících se v zóně ohrožení pouze způsoby, které jsem popsal v teoretické části. Informování obyvatelstva o žádoucím chování a režimových opatřeních bývá zpravidla realizováno pomocí verbální informace nebo přímého hlášení prostřednictvím hlasových vstupů do ES a MIS nebo pomocí výstražných rozhlasových zařízení na

vozidlech zasahujících složek (jednotek požární ochrany, Policie ČR, městské nebo obecní policie) nebo mobilních elektronických sirén. V případě havárie s únikem NCHL bude ale jejich hlavním úkolem vytýčení a uzavření nebezpečné zóny, záchrana osob, zásah vedoucí k zastavení úniku a likvidace jeho následků. Další cestou pro informování obyvatelstva je využití televizního a rozhlasového vysílání a sociálních sítí [4].

Další možností řešení varování a informování obyvatelstva by mohl být systém lokalizovaných SMS zpráv, který by zajistil zaslání varovných SMS na mobilní telefony nacházejících se v místě úniku. Taková SMS by mohla obsahovat také pokyny, jakým způsobem postupovat a jak se chránit. Případnou variantou mohou být mobilní aplikace. Rámec pro tento způsob varování při MU vytváří článek 110 Směrnice evropského parlamentu a rady EU 2018/1972, který pojednává o systému veřejné výstrahy.

V únoru tohoto roku byla podepsána smlouva mezi HZS ČR a společnostmi T – Mobile a Vodafone o užívání aplikace s názvem Search and Rescue Now (dále jen „S&R Now“). Aplikaci pro společnost T – Mobile vyvinula firma Position s.r.o. Tato aplikace je určena pro složky IZS za účelem zasílání varovných SMS zpráv do jimi definované zóny nebo oblasti. Platformu tak lze využít při ohrožení únikem NCHL z PZO, kdy příslušníci na KOPIS HZS po obdržení informace o úniku provedou v aplikaci založení kampaně s názvem události. Provedu také označení předem definované zóny PZO, která byla stanovena modelací. Zónu vhodným způsobem přenesou a označí v aplikaci. Zpětnou vazbou obdrží informaci o počtu přihlášených zařízení při poslední zaznamenané aktualizaci dat (aplikace započítává také automatická zařízení obsahující GSM bránu jako jsou zabezpečovací systémy, vozidla s eCall a další podobná zařízení). I když je tento počet pouze orientační (zmiňovaná automatická zařízení, mobilní telefony s více než jednou SIM, včetně eSIM, případně osoby vlastnící více mobilních telefonů, tablet nebo jiná zařízení komunikující pomocí SIM), jedná se o velice důležitou informaci pro

záchranné složky, neboť z ní lze odvodit přibližný počet osob nacházejících se v zóně. Protože mobilní zařízení nekomunikují nepřetržitě s BTS (Base Transceiver Station - Základnová převodní stanice), je možné, že na zařízení pohybující se na hranici definované zóny nemusí dorazit zpráva s varováním. Také je vložena zpráva s varováním a instrukcemi obsahujícími ochranná opatření. Zpráva může obsahovat kromě samotného textu také fotografie nebo webové odkazy. Tyto zprávy musí být připraveny v předstihu, protože při řešení samotné MU není čas a prostor pro vymýšlení samotného textu a je nutné provést odeslání co nejdříve, aby obyvatelstvo obdrželo varování pokud možno neprodleně. Během 3,5 minut může obdržet varování formou klasické SMS zprávy až 10 tisíc uživatelů v sítích T-Mobile a Vodafone. Jako odesílatel příchozí zprávy se uživatelům zobrazí „HASIČI“. Počet uživatelů, kterým je možné jednorázově zaslat zprávu je programově omezen s ohledem na omyl a zaslání zprávy velkému počtu zařízení. Je možné ale provést opakované označení oblasti a zaslání zprávy dalším uživatelům. Platforma funguje na principu webové aplikace s dvoufaktorovou autorizací a umožňuje přistoupení dalších mobilních operátorů.



Obrázek 47 Ukázka definování oblasti pro zaslání SMS zprávy [Společnost T-Mobile, Prezentace Search&rescue sms: Aplikace pro integrovaný záchranný systém, Miroslav Uřičař, ředitel právního útvaru T-Mobile]

Obrázek 48 Příklad zadávání textu SMS zprávy se systémem autorizace [Společnost T-Mobile, Prezentace Search&rescue sms: Aplikace pro integrovaný záchranný systém, Miroslav Uřičař, ředitel právního útvaru T-Mobile]

5.4.2.2 Ochranná opatření obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Po zaznění signálu „všeobecná výstraha“ a případné verbální informaci z ES a MIS by se obyvatelstvo mělo vyvarovat paniky a řídit se pokyny zasahujících složek IZS, orgánů státní správy a samosprávy. Lidé by si měli okamžitě zakrýt ústa a nos pomocí vhodné látky (kapesník, šála, šátek, část oděvu) a vyhledat úkryt v nejbližší budově (v co nejvyšším patře, pokud možno na odvrácené straně budovy). V prostoru svého ukrytí by měli uzavřít okna a dveře a vypnout ventilaci nebo klimatizaci (systémy vzduchotechniky velice častou nasávají vzduch z venkovního prostředí, a proto by mohlo docházet k vnikání NCHL do prostor ukrytí osob). Ochranu oken a dveří je možné zvýšit oblepením pomocí lepicí pásky, a tím snížit možnost vniknutí NCHL k ukrytým osobám. Toto opatření je vhodné realizovat především v případě starších oken a dveří, u kterých není zajištěna taková úroveň těsnosti. Aktuální a ověřené informace by měly ukryté osoby získat

z rozhlasového nebo televizního vysílání hromadných sdělovacích prostředků, a proto je nutné co nejdříve zapnout televizi nebo rádio. Nedoporučuji jednotlivě volat na tísňové linky základních složek IZS pro získání informací o opatřeních a situaci. Tyto složky primárně řeší vzniklou událost a přijímají hovory s oznámením dílčích souvisejících událostí nebo žádostí o pomoc při zasažení NCHL, zdravotních komplikací nebo oznámením dalších nesouvisejících událostí [4] [13]. Informace o nebezpečí a ochranných opatřeních by měla být předána dalším osobám nacházejícím se v objektu (sousedé, návštěvníci, zákazníci, aj.). Osoby potřebující pomoc by měly být v puštěny do objektu a v případě potřeby by jim měla být poskytnuta první pomoc. Stejně tak pokud je osoba zastižena varovným signálem daleko od svého bydliště, musí vyhledat úkryt v co nejbližší budově, která splňuje podmínky pro ukrytí. Vhodné jsou budovy úřadů státní správy a samosprávy, veřejné budovy, ale také obchody, banky a soukromé objekty, kde se nesmí obávat požádat o pomoc a pomoci by se jim mělo dostat [13].

5.4.2.3 Odvolání opatření ochrany obyvatelstva

Odvolání opatření ochrany obyvatelstva následuje po zastavení úniku NCHL, likvidaci jeho následků a prokazatelném snížení koncentrace doložené monitoringem. Odvolání ochranných opatření probíhá stejnou cestou jako varování a informování obyvatelstva o úniku NCHL. Tedy především cestou ES, MIS, rozhlasového a televizního vysílání, sociálních sítí a pomocí VRZ zasahujících složek.

5.4.3 Systém ochrany subjektů významných objektů v zónách podlimitních zdrojů ohrožení

Systém pro ochranu subjektů z řad vybraných významných objektů v zóně PZO je obsáhlejší než u obyvatelstva, kdy odpovědnost za ochranu leží především na samotném obyvatelstvu. V případě významných objektů je velice důležité připravovat tyto subjekty na možnost vzniku havarijních událostí. Většina objektů

má v provozní době velkou návštěvnost, vyskytují se v nich velké počty osob nebo jsou v těchto objektech přítomny osoby se sníženou pohyblivostí, nízkého věku a další osoby s velkou mírou náchylnosti ke stresu způsobeného samotnou situací nebo vlivem účinků nebezpečné látky. Jak výše uvádím, dosáhne například koncentrace amoniaku mezních hodnot přibližně do deseti minut od počátku volného šíření v jednotlivých zónách. Z těchto důvodu je vyloučena rychlá a efektivní evakuace těchto objektů a je nutné co nejrychleji provést opatření ukrytí - invakuce. Pokud by tato opatření provedena nebyla, bylo by nutné nasazení obrovského množství sil a prostředků pro záchranu osob z těchto objektů a muselo by tak dojít k rozdělení sil a prostředků. Prioritou je záchrana života a zdraví osob, co nejrychlejší zastavení úniku a minimalizace jeho následků, případně snaha o udržení a likvidaci úniku přímo v rámci objektu zdroje.

Proces ochrany významných objektů má několik fází:

1. Plánovací fáze – výběr samotných významných objektů v zónách PZO.
2. Fáze oslovení – oslovení významných objektů s informací o ohrožení a vysvětlením systému ochrany objektu.
3. Přípravná fáze – vytvoření dokumentace, rozpracování do interních předpisů subjektu, příprava a školení vedení a zaměstnanců, vytvoření kontaktních skupin, zavedení jednotlivých kontaktů, vytvoření scénářů pro zasílání AMDS.
4. Prověřovací fáze – cvičení na prověření doručení AMDS zpráv s varovnou informací o úniku NCHL, cvičení na prověření fungování ochranných opatření ve významných objektech, aktualizace kontaktů, dokumentace a školení zaměstnanců.
5. Fáze reakce – reakce na únik NCHL z PZO.

5.4.3.1 Fáze plánování

Ve fázi oslovení je nutné kontaktovat všechny vybrané významné objekty a postupovat v několika krocích:

1. seznámení subjektu s rizikem PZO
2. vysvětlení úlohy samotného subjektu a jeho podílu na vlastní ochraně v kontextu řešení mimořádné události s únikem NCHL
3. představení komplexního systému opatření ochrany v případě úniku NCHL s důrazem na zajištění obdržení AMDS zprávy s varováním
4. seznámení s návrhem ochranných opatření a možností rozpracování do interních předpisů subjektu a školení zaměstnanců

5.4.3.2 Přípravná fáze

V přípravné fázi metodicky vede HZS objekt cestou zpracování dokumentace ve formě „Karty ochranných opatření významného objektu v zóně," jejíž návrh jsem umístil do Přílohy jako obrázek 50 a 51. Tato Karta může sloužit pro následné rozpracování do interních předpisů a pořádání školení zaměstnanců subjektu. Souběžně probíhá vytvoření kontaktních skupin a zavedení jednotlivých kontaktů pro doručení varovné informace pomocí AMDS zprávy významným objektům. Vytvoření skupiny a samotné zadávání kontaktů do těchto skupin probíhá v softwaru IKIS II v modulu osoby, kde jsou zavedeny právnické osoby, ke kterým jsou následně přiřazovány fyzické osoby spolu s telefonními čísly, a ty jsou následně zařazeny do připravených skupin. Dále následuje vytvoření scénářů pro zasílání AMDS přímo v prostředí SPOJAŘ6, které umožňují zařadit konkrétní skupinu nebo skupiny pro varování do scénáře a předdefinovat varovnou informaci, která bude obsahem zprávy. Názvy skupin a scénářů by měly být návodné a měly by umožňovat operačnímu důstojníkovi okamžité nalezení skupin pro varování, případně spuštění scénáře pro odeslání AMDS v prostředí SPOJAŘ6. Systém umožňuje odeslání AMDS ve formě SMS nebo volání s namluvenou zprávou. Volání

se jeví pro potřeby varování jako výhodnější, protože systém v případě nezvednutí hovoru volání následně automaticky opakuje. Dále je možné vyhodnotit, které kontakty informaci obdržely, a které nikoliv. Systém operačního střediska disponuje třiceti linkami, které umožňují souběžné odesílání AMDS zpráv. Vždy po ukončení hovoru nebo nepřijetí hovoru s AMDS systém automaticky odesílá zprávu na další kontaktní číslo.

5.4.3.3 Prověřovací fáze

V prověřovací fázi jsou pořádána cvičení k ověření funkčnosti systému zasílání AMDS zpráv a prověření spojení se zaměřením na doručení informace, asistence HZS při cvičeních subjektů se zaměřením na aplikaci ochranných opatření, odhalování slabých míst a úpravou opatření a postupů. Mohou být také organizována rozsáhlejší komplexní cvičení společně s PZO, která simulují a prověřují kompletní systém, tak, jak by fungoval v případě reálné mimořádné události s únikem NCHL.

5.4.3.4 Fáze reakce na mimořádnou událost s únikem NCHL

V případě skutečné mimořádné události spojené s únikem NCHL je zásadní rychlost varování objektů v zóně zdroje ohrožení, protože jak z výše uvedené předpokládané rychlosti šíření vyplývá, čím dříve se objekt uzavře, tím nižší je pravděpodobnost průniku NCHL do prostor ukrývajících se osob. Proto okamžitě po obdržení informace o úniku NCHL z objektu PZO, spouští KOPIS HZS kraje připravený scénář zaslání AMDS zprávy nebo provede ruční konfiguraci pro rozeslání s využitím připravené skupiny kontaktů významných objektů. Všichni pověření zaměstnanci významného objektu, kteří obdrží AMDS volání z předem známého telefonního čísla HZS, okamžitě vyrozumí všechny ostatní zaměstnance objektu a ti dle předchozího seznámení a nacvičení předem definovaných ochranných opatření tato opatření realizují. Jde především o uzavření objektu, všech jeho stavebních otvorů (okna, dveře), vypnutí ventilace, vzduchotechniky nebo

klimatizace. Souběžně s těmito opatřeními je důležité odvedení všech zaměstnanců, návštěvníků, klientů nebo zákazníků do předem vytipovaných prostor, pokud možno v co nejvyšších podlažích budovy na odvrácené straně objektu od směru zdroje ohrožení. KOPIS HZS může pro potřeby operačního řízení při MU využít mapových podkladů vrstev PZO a VO přímo v modulu GIS, který je součástí SPOJAŘ6 nebo pro další analytickou práci soubor v tabulkovém editoru (viz můj návrh tabulky 10, kterou přikládám v příloze). V rámci této tabulky lze získat informace o VO a případně provést součet kapacity nebo předpokladu výskytu osob v objektech pro orientační odhad počtu osob v zóně.

Odvolání ochranných opatření následně proběhne stejnou cestou jako varování, tedy pomocí AMDS zprávy o ukončení ohrožení a odvolání ochranných opatření.

5.5 SWOT analýza navržených opatření

Navržený systém jsem podrobil SWOT analýze pro stanovení silných a slabých stránek, příležitostí pro rozvoj a hrozeb dotýkajících se celého systému ochrany obyvatelstva v zónách PZO. SWOT analýzou bylo provedeno komplexní posouzení celého systému.

VNITŘNÍ VLIVY SYSTÉMU	POMOCNÉ VLIVY (K DOSAŽENÍ CÍLE)				ŠKODLIVÉ VLIVY (K DOSAŽENÍ CÍLE)			
	Silné stránky				**Slabé stránky**			
	STRENGTHS				**WEAKNESSES**			
			Důležitost	Hodnocení			Důležitost	Hodnocení
	1.	Získání informace o úniku senzorem IoT	0,35	5,00	1.	Lidský faktor ve všech úrovních systému	0,40	-5,00
	2.	Varování obyvatelstva pomocí S&R SMS	0,30	5,00	2.	Aplikace S&R SMS pro zasílání lokalizovaných SMS jen pro 2/3 operátorů a výstup v podobě klasické SMS	0,25	-4,00
	3.	Varování VO pomocí scénářů AMDS ve Spojař6	0,20	5,00	3.	Právní rámec jako nástroj pro vytvoření systému detekce a monitorování	0,20	-3,00
	4.	Informování VO a připravenost k ochraně osob při MU	0,15	5,00	4.	Nízká úroveň znalostí ochrany obyvatelstva ve společnosti	0,15	-2,00
		Součet	5,00			Součet	-3,90	
VNĚJŠÍ VLIVY PROSTŘEDÍ	**Příležitosti**				**Hrozby**			
	OPPORTUNITIES				**THREATS**			
			Důležitost	Hodnocení			Důležitost	Hodnocení
	1.	Automatizace funckcí celého systému ochrany	0,40	5,00	1.	Nezískání informace o úniku nebo její zpoždění	0,40	-5,00
	2.	Uprava právního rámce pro založení povinnosti vytvoření sítě senzorů IoT a její financování	0,25	4,00	2.	Selhání lidského faktoru	0,40	-5,00
	3.	Rozvoj sítě senzorů IoT pro vytvoření monitorovací sítě	0,25	4,00	3.	Panika obyvatelstva a neznalost ochranných opatření	0,20	-2,00
	4.	Koncepce vzdělávání a vytvoření inofrmačních kanálů	0,10	3,00				
		Součet	4,30			Součet	-4,40	

Obrázek 49 Výstup z provedené SWOT analýzy navrženého systému ochrany obyvatelstva v zóně PZO [Vlastní zdroj]

6 DISKUZE

Přesto, že PZO nejsou díky menšímu množství chemické látky zařazeny pod režim zákona o PZH, mohou být pro obyvatelstvo hrozbou především díky svému umístění v blízkosti měst nebo přímo jejich center. Tato hrozba se tak přímo dotýká obytných čtvrtí a VO z kategorií školských, zdravotnických, sociálních a dalších objektů s vysokou koncentrací osob.

Za účelem posouzení míry ohrožení jsem u objektů PZO, které jsem převzal od HZS KVK (vytipované dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017), provedl modelaci, díky které jsem zjistil, jak území bude při daném scénáři ohroženo, a jak rychle se bude NCHL šířit. PZO pracují s větším množstvím NCHL, které v případě úniku zasáhnou velké území a ohrozí tak obyvatele žijící v definované zóně, ale také osoby, které se nacházejí ve VO.

Pro modelování zón je zásadní volba softwarového nástroje, ve kterém bude modelace provedena. V současnosti je na výběr poměrně velké množství různých nástrojů, většinou se ale jedná o licencované softwary. Pro svoji práci jsem zvolil SW ALOHA, u kterého vidím jako výhodu realitě se maximálně přibližující výsledky a možnost přenosu výsledných zón, včetně směrového úniku do GIS nebo případně jiného mapového klienta. Přesnost modelace a výpočtu je u těchto nástrojů dána množstvím zadávaných vstupních dat, se kterými musí nástroj následně pracovat a které se vzájemně ovlivňují a všechny tyto vazby musí být při výpočtu zohledněny. Samozřejmě se podmínky havárie mohou ve skutečnosti lišit mj. s ohledem na polohu ČR v mírném podnebním pásu a s tím spojenými rozdílnými povětrnostními podmínkami. Ze vstupních údajů považuji za nejdůležitější scénář úniku a atmosférická data. Při stanovování scénáře vhodného pro modelaci jsem vycházel z požadavku na co nejvyšší pravděpodobnost skutečného vzniku takového scénáře. Proto jsem použil závěry kolegyně Růženy Mirandové, která ve své bakalářské práci na téma „Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových

chladících zařízení“ publikovala nejčastější pravděpodobné alternativní („malé“) scénáře úniku amoniaku. Samy o sobě jsou malé kontinuální úniky pravděpodobnější než jednorázový velký únik celkového nebo většinového množství skladované látky. Vyjma objektů úpraven vody nepracují ostatní objekty s přepravními nebo jinými tlakovými lahvemi, ale se zásobníky, které jsou na technologii napojeny statickými armaturami [28]. Proto jsem jako nejpravděpodobnější zvolil scénář, kdy k úniku amoniaku dojde vlivem mechanické závady na rozvodné soustavě technologie nebo závadě na technologii samotné. Tato závada odpovídá poruše přírub nebo těsnění a je velice špatně předpověditelná. Lze jí předcházet pouze pravidelnou preventivní údržbou. Přesto existuje větší riziko vzniku tohoto typu závady než v ostatních případech. Kolegyně Mirandová ve své práci dospěla ke stanovení typické intenzity úniku amoniaku pomocí výpočtu Bernoulliho rovnice, kdy přes tryskový otvor o velikosti 0,635 cm za podmínek vysokotlakého sběrače dochází k výronu amoniaku o rychlosti 45 kg/min [28]. Abych simuloval tento únik, použil jsem v ALOHA typ scénáře „Direct“, který mi umožňoval zadat všechny uvedené okolnosti, detaily a nasimulovat tak vybraný scénář průběhu havárie a úniku. Další parametr, který jsem musel stanovit, byla doba trvání výše uvedeného úniku amoniaku. Autoři Mika a Matoušek v již zmiňovaném článku v Chemických listech uvádějí názor, že havarijní únik většího množství amoniaku než je 1 000 kg, je v podstatě shodný jako 10 000 kg [25]. Při pokusných modelacích, které jsem provedl v SW ALOHA se mi podařilo prokázat, že při únicích větších než 1 tuna a shodných všech ostatních vstupních podmínkách se chová model beze změny vzdáleností jednotlivých zón a celkového dosahu toxického mraku. Proto pokud by při výše uvedené intenzitě mělo dojít k uvolnění množství menšího než je 1 tuna, je nutné únik zastavit do cca 23 minut. Stanovit přesnou dobu, během které se podaří zastavit únik, není možné, protože ji ovlivňuje několik neznámých, především doba obdržení informace KOPIS HZS od které se odvíjí aktivace zasahujících složek, povolání SaP a zahájení zásahu v místě události. Dále musí jednotky provádějící zásah provést před vstupem do nebezpečné zóny

velké množství činností, jako průzkum, stanovení jednotlivých zón, prostor a stanovišť, přípravu všech stanovišť, především dekontaminačního stanoviště a obléknutí zásahové skupiny a jistící skupiny. Prioritou záchranných složek je vždy záchrana osob z nebezpečného prostoru a až následně, pokud se v objektu PZO a jeho okolí, tedy nebezpečné zóně nenachází osoby, je možné provést zastavení úniku [7]. Při cvičeních se doba od příjezdu jednotek na místo události do aplikace prvních opatření k zamezení šíření úniku z technologie pohybuje okolo 45 minut. Toto jsou prvotní opatření proto, aby byla NCHL udržena v rámci technologie strojovny, prostoru úniku nebo celkově objektu PZO. Následně jsou zahájeny činnosti vedoucí k uzavření úniku. Pokud by se nepodařilo zastavit únik obsluze zařízení v jeho počátcích, dojde dle mého názoru k úniku množství většího než jedna tuna, dokonce se domnívám, že by při tomto čase a delším uniklo většinové nebo celé množství skladované látky. Protože u objektů ZS v Sokolově a Ostrově je celkové množství amoniaku skladovaného v objektu menší než jedna tuna, provedl jsem pokusné modelace s menším množstvím látky a odpovídající dobou úniku, kdy opět nedošlo ke změně vzdáleností jednotlivých zón a celkového dosahu toxického mraku, naopak veškeré vzdálenosti zůstaly shodné jako v případě modelace s únikem 1,35 tuny. Proto jsem při modelování a následném plánování zohlednil nejhorší možnou variantu, kdy množství uniklé látky přesáhne jednu tunu a vyhovuje tak definování zón. Dalším zásadním parametrem nutným k zadání u scénáře „Direkt“ byla výška zdroje úniku. Během mého sběru informací u provozovatelů PZO jsem zjistil, že většina technologií je uzavřená v prostoru tzv. strojoven, které jsou s různým stupněm efektivity uzavřeny. U všech technologií je ovšem instalováno automatické odvětrání, které při druhém stupni detekce spustí automaticky odtah výparů, případně provede otevření ventilace a odvádí výpary většinou na střechu strojovny. Strojovny úpraven vod mají taktéž systém blokace vstupu do těchto prostor, který znemožňuje vstoupit obsluze do zamořeného prostoru, dokud odvětrání nesníží koncentraci látky na stanovenou přijatelnou mez. Proto jsem se rozhodl zadat jako parametr 6 metrů výšky zdroje úniku s ohledem na

vyústění systémů odvětrání. Úroveň země, tedy výška nula, by přicházela v úvahu při úniku cestou vstupu do prostoru strojoven. Shodný scénář nelze použít pro modelaci úniku chloru z objektů ÚV z důvodu odlišnosti obou technologií. V ÚV je technologie vedení chloru řešena podtlakovým systémem. Únik látky je v rámci tohoto systému možný pouze v místech připojení tlakového sudu, připojení vedení ke směšovači a mezi těmito body. Provozovatelé ÚV se snaží minimalizovat riziko úniku, a proto je rovnotlaké vedení co nejkratší. Za scénář úniku pro ÚV jsem zvolil situaci mechanického poškození rovnotlakého vedení v místě připojení k sudu nebo napojení přechodu na podtlakové vedení. K nastavení zdroje použiji scénář „Tank". U objektů ÚV je doba úniku omezena kapacitou připojeného tlakového sudu. K technologii je vždy připojen pouze jeden tlakový sud, jehož objem při jeho maximálním naplnění činí 600 kg kapalného chloru. Před spuštěním samotné modelace je nutné ještě vybrat u amoniaku parametr rizika k provedení analýzy. Zvolil jsem únik hořlavé látky přímo do atmosféry bez hoření s typem toxická oblast oblaku par.

Druhým zásadním parametrem pro modelaci jsou atmosférické podmínky. Většina autorů volí atmosférické údaje jako nejběžněji se vyskytující podmínky v příslušném místě. Definici těchto podmínek považuji za problematickou s ohledem na již uvedený fakt, že se ČR nachází v tzv. mírném podnebním pásu. Například zimní období díky nízkým teplotám snižuje rychlost vytváření par a zvyšuje tak stálost v terénu. Naopak letní období s charakteristickými vysokými teplotami a nízkou rychlostí větru zvyšuje rychlost vytváření plynné fáze zkapalněných plynů, a proto může dojít k rychlejšímu vytvoření toxického mraku a jeho většímu dosahu. Samostatnou kapitolou jsou období bohatá na dešťové srážky, které mohou napomoci bránění šíření toxického oblaku skrápěním. Při modelaci dle nejběžněji se vyskytujících podmínek doporučuji zohlednit jejich nejhorší možnou variantu. Proto jsem pro stanovení nejběžněji se vyskytujících podmínek zvolil data pro Karlovarský kraj z měsíce září. V rámci tohoto měsíce v Karlovarském kraji napadne menší množství srážek, rovněž je menší počet

deštivých dnů, ale stále jsou relativně vyšší teploty a nízká rychlost větru. Modelovat je také možné na základě tzv. konzervativních podmínek. Takovéto podmínky jsou nejhorší možnou variantou, která může nastat. Popis konzervativních podmínek uvádějí autoři v článku „Hodnocení rizik souvisejících s použitím kapalného amoniaku“ publikovaného v Chemických listech v roce 2011, to znamená inverzní podmínky, s teplotou pohybující se okolo 20°C, bezvětřím nebo silou větru okolo 1 m/s [25]. Tyto podmínky jsem použil jako základ při zkušebních modelacích pro stanovení nejhorších možných podmínek. Jako větší faktor ovlivňující šíření látky než inverzní podmínky, se ukázala být třída stability atmosféry. Atmosféra může v daném čase být více či méně turbulentní. Turbulence je závislá na množství slunečního záření a dalších faktorech. Proto jsem zvolil třídu stability E, která společně s třídou F odpovídá nočním podmínkám. Protože pokud je sluneční záření relativně slabé nebo chybí, vzduch v blízkosti povrchu má nižší tendenci stoupat a vyvíjí se méně turbulencí. Atmosféra je považována za stabilní neboli méně turbulentní a vítr je slabý. Proto jsou tyto třídy klasifikované jako mírně stabilní a stabilní [27]. Rozhodl jsem se použít stabilitu atmosféry třídy E také s ohledem na možné reálné problémy se zjištěním úniku, jeho možného zastavení a celkovou reakcí na únik během noční doby. Těmto podmínkám musela být přizpůsobena také odpovídající teplota. Teplota v nočních hodinách je nižší než teplota denní, která více napomáhá vytváření par chemické látky, přesto se při zkušebních modelacích jako nejvýraznější faktor projevuje třída stability atmosféry E. Takto stanovené konzervativní podmínky odpovídají simulaci období noci během měsíce září. Noční podmínky výrazně napomáhají šíření NCHL a prodlužují vypočítané hodnoty poloměru jednotlivých stanovených zón, které provedl SW nástroj ALOHA. Rozhodl jsem se použít oba přístupy a provést modelace s použitím obou podmínek a následnou komparací výsledků. Porovnání rozdílů výsledků vstupních atmosférických podmínek přinesla v některých případech značné rozdíly. U modelace amoniaku byly rozdíl u poloměru zón 151 m, 458 m a 1 362 m. U modelace zón pro ÚV, které pracují s chlorem, byly rozdíly hodnot minimální.

Dokonce při porovnání zóny AEGL – 1 byla tato zóna o 24 m větší u nejběžnějších podmínek proti konzervativním podmínkám, u kterých se předpokládal horší účinek a větší zóna. U zóny AEGL – 2 byly výsledné hodnoty v obou případech naprosto stejné bez rozdílu ve vypočítané hodnotě poloměru zóny 2 km. Při modelaci zóny AEGL – 1 již dochází k rozestupu výsledných hodnot o 400 m, kdy větší zóna byla vypočtena za konzervativních podmínek s velikostí zóny o poloměru 4 km. Na základě těchto výsledků docházím k závěru, že by pro havarijní modelování šíření a dopadů úniku NCHL mělo být vždy použito nejhorších možných podmínek, které v daném místě mohou nastat, protože pokud budou na tyto podmínky nastavena ochranná opatření, bude dopad havárie při příznivějších podmínkách vždy výrazně menší, a okolí zdroje ohrožení bude připraveno na případnou rychlou změnu vývoje havárie.

Provedení prostorové analýzy pomocí GIS mi velice usnadnilo typování VO, především možností přenosu vypočítaných hodnot pro jednotlivé zóny do mapového projektu s možnou následnou úpravou a rychlým zjištěním počtů obyvatel s hlášeným místem trvalého pobytu v jednotlivých zónách. U prostorové analýzy za účelem vyhledání VO se významně projevuje nutnost, aby osoba analytika, která provádí vyhledání za pomoci IS GIS, měla dobrou znalost místních podmínek v okolí jednotlivých PZO. Je tomu tak proto, že GIS provede na základě příkazů (vytvořit nový výběr a odstranit z výběru) výběr všech objektů ze základní vrstvy mimo objektů pro bydlení. Následně musí analytik projít každý objekt zvlášť a připraveným dotazem do katastru nemovitostí zjistit vlastníka, případně účel objektu. Považuji také za velice důležité provádět analýzu a vyhledání objektů z několika zdrojů informací, včetně osobní kontroly. Bohužel není možné zajistit kompletní hlubokou místní znalost analytika s ohledem na rozmístění objektů PZO v rámci celého kraje. Toto je problém, se kterým se budou potýkat HZS všech krajů, a čím bude kraj a rozprostření PZO větší, tím více osob se podle mého názoru bude muset na provedení analýzy podílet. Navrhuji proto, aby výsledky prvotní prostorové analýzy v GIS byly konfrontovány s osobami s místní znalostí. Tato

konfrontace by měla být provedena s kolegy z oddělení prevence, ochrany obyvatelstva a krizového řízení na územních odborech nebo krajském ředitelství (pokud tato pracoviště nejsou na územních odborech zřízena), oddělení KOPIS, a především doporučuji na základě vlastních pozitivních zkušeností konzultaci s veliteli stanic, v jejichž hasebním obvodu se PZO a VO nacházejí. Velitelé stanic totiž většinou disponují jak místními znalostmi, tak i vědomostmi o šíření NCHL, potřebných ochranných opatřeních, a také o zásadách provedení samotného zásahu při úniku NCHL z PZO.

Každá z analyzovaných zón je díky svému složení objektů velice specifická. Bylo nutné přistupovat k výslednému seznamu významných objektů z provedené prostorové analýzy v GIS individuálně, a u každého objektu ověřit, zda splňuje daná kritéria. Naopak některé objekty automatickou analýzou vybrány nebyly a bylo nutné je individuálně vyhledat na základě dalších informací v mapovém podkladu. Konkrétním příkladem byla pobočka Úřadu práce v Ostrově, která sídlí v pronajatých prostorách v budově, jejímž vlastníkem je soukromoprávní objekt. Tento objekt na základě stanovených kritérií vybrán nebyl a byl nalezen teprve označením umístění úřadu veřejné správy v podkladové mapě. Specifická situace nastala u zóny ZS Mariánské Lázně, která výrazně zasahuje do lázeňského území, tvoří ji velké množství hotelových komplexů a ubytovacích zařízení, proto muselo být stanoveno přídavné kritérium, dle kterého zařízení musí provádět lázeňskou léčebnou péči. V opačném případě by nebylo možné objekt zařadit do množiny VO. Není v silách záchranných složek, a především HZS, nalézt a chránit všechny soukromoprávní subjekty na úrovni významných objektů. Každý provozovatel objektu by měl znát rizika místa, kde sídlí jeho objekt. Tyto informace může získat z obecního úřadu, pracoviště krizového řízení obecního úřadu obce s rozšířenou působností nebo se může obrátit se žádostí o analýzu vnějších rizik dotýkajících se jeho objektu na HZS kraje. HZS kraje také dále může na základě žádosti poskytnout vlastníkovi nebo provozovateli metodickou pomoc a informace o způsobu varování a doporučených ochranných opatřeních, která může dále rozpracovat a přizpůsobit

konkrétním technickým a organizačním podmínkám svého objektu. Dalšími specifickými objekty v jednotlivých zónách byly například areály venkovních bazénů a koupališť, které jsou ve vlastnictví měst, a které nedisponují prostory pro možné ukrytí velkého počtu návštěvníků. Proto by musela ochranná opatření v těchto objektech být provedena stejně jako u zdroje ohrožení, tedy evakuací. Rizikem u těchto objektů je možný kolaps dopravy odjíždějících osob v důsledku paniky.

Navrhovaný systém ochrany obyvatelstva v zónách PZO jsem řešil ve dvou rovinách. V první rovině jako ochranu obyvatelstva a ve druhé jako ochranu významných objektů. Z analýzy dat mobilních operátorů jednoznačně vyplývá, že dochází k dynamice obyvatelstva. Zjistit počet obyvatel, kteří mají v definovaných zónách ohrožení hlášený trvalý pobyt nebo při sčítání lidu v tomto místě uvádí svůj pobyt jako obvyklý, lze pomocí prostorové analýzy v GIS s využitím vrstvy Českého statistického úřadu. Tito obyvatelé se však v zóně nevyskytují po celou denní dobu, naopak dochází k dynamice obyvatelstva a jeho přemístění během dne dle logického vzorce, kdy v pracovní den ráno odchází ze svých obydlí a přesunují se do zaměstnání, vzdělávání, objektů služeb a úřadů. Naopak v odpoledních hodinách se opět přesouvají do obchodů a objektů trávení volného času. Lze tedy předpokládat, že jednotlivé kategorie významných objektů jsou cílovým místem, kde většina osob tráví denní dobu mimo své bydliště. Z tohoto vyvozuji závěr, že počet osob v zónách díky VO (kapacita školských a zdravotnických zařízení se pohybuje v řádech stovek osob) neklesne, spíše naopak stoupne vlivem naplnění kapacit VO s koncentrací osob v ohraničeném místě VO. Samozřejmě některé VO mají nepřetržitou provozní dobu, kdy se jejich kapacita v rámci denní doby výrazněji nemění, jako např. nemocniční zařízení nebo sociální a zdravotnické zařízení s nepřetržitou péčí. Ve stanovených zónách se vyskytly celkem 4 nemocniční zařízení (areály), 3 sociálně zdravotnická zařízení s nepřetržitým provozem a 3 zdravotnická nebo sociální zařízení s denním provozem. Konkrétně tento typ VO nemá možnost reagovat na ohrožení evakuací. Pro oblast krizového

řízení a ochrany obyvatelstva patří evakuace nemocničního zařízení k nejnáročnějším činnostem, a je k ní potřeba velké množství SaP. Navíc je otázkou možnost přemístění pacientů potřebujících speciální péči a zařízení. Proto vytipování významných objektů může velice přispět k řešení případné MU s únikem NCHL, především včasným varováním subjektu a nastavením konkrétních ochranných opatření, která by díky nácviku měla být rychle a účinně realizována. Modelací bylo prokázáno, že koncentrace v uzavřené budově je výrazně nižší než ve venkovním prostředí, a proto objekty, které aplikují ochranná opatření včas, než dojde k rozšíření toxického oblaku do jejich bezprostředního okolí, poskytnou dostatečnou a potřebnou ochranu osobám uvnitř se nacházejícím. Pokud by k včasnému varování a aplikaci ochranných opatření nedošlo, bylo by nutné do těchto objektů vyslat záchranné složky s ochrannými prostředky, poskytnout osobám pomoc a ze zamořeného prostoru je evakuovat. Z výše uvedených výsledků prostorové analýzy v GIS vyplývá, že např. v zóně PZO ZS Cheb se nachází 33 VO a v zóně ZS Mariánské Lázně 22 VO. Pokud by tyto objekty nebyly včas varovány a neaplikovaly by ochranná opatření vůči osobám nacházejícím se uvnitř, bylo by nutné k provedení záchranných prací vyslat do těchto objektů ohromné množství sil a prostředků záchranných složek. Zároveň však musí tyto složky na taktické úrovni řešit co nejrychlejší zastavení úniku a minimalizaci šíření NCHL mimo objekt PZO například použitím deflektorů a vodních clon pro skrápění. I když je prioritou záchrana osob, v druhé řadě je nutné zastavit a omezit únik tak, aby nedocházelo k zvětšování zóny toxického mraku a zvyšování počtu ohrožených osob, a aby co nejdříve začala klesat koncentrace NCHL v ovzduší. Na operační úrovni jde o co nejrychlejší spuštění varování obyvatelstva a VO. Varování VO zrychlí spuštění automatizovaného odeslání AMDS varovné zprávy pomocí modulu AMDS přímo z IS operačního řízení SPOJAŘ6. Scénáře jsou připraveny pro jednotlivé zóny PZO a jsou v nich obsaženy veškeré kontakty na VO a předdefinována varovná zpráva, která obsahuje veškeré informace pro VO o ohrožení havárií a nasměrování na aplikaci ochranných

opatření, která navrhuje Karta VO. Systém AMDS zpráv umožňuje současné odesílání až 30 zpráv v jednom okamžiku, čímž kapacitně dostačuje potřebám urgentního varování většího množství kontaktů. Formát AMDS umožňuje jak zaslání SMS, tak hovor se zprávou namluvenou pomocí automatu. Doporučuji k zasílání použít spíš AMDS hovor, neboť signalizace příchozího hovoru je delší než v případě SMS a hovor je veden z předem známého čísla HZS, které by kontaktní osoby měly mít uložené s vědomím, že z tohoto čísla vždy přichází varovná zpráva a je nutné ji za každých okolností přijmout. V případě že osoba AMDS hovor nepřijme, systém se pokusí ještě jednou opakovat volání a v případě, že hovor opět není přijat nebo je odmítnut, vyznačí toto systém ve výsledném protokolu o průběhu odeslání AMDS zprávy. Příslušníci KOPIS následně mohou zjistit, kterým kontaktům nebyla zpráva doručena, bohužel, systém nicméně neumožňuje automatické přiřazení telefonní čísla k jednotlivým VO. Protože VO mají vždy více kontaktních osob, tak aby bylo zabezpečeno, že varovná informace bude přijata, není možné z protokolu a AMDS modulu dostat informaci, které kontakty VO hovor přijaly, a které nikoliv. Toto je možné zjistit pouze ruční analýzou v externí databázi.

Karta VO napomáhá vzájemné obousměrné komunikaci mezi HZS a VO. V mém návrhu jsem se snažil, aby v kartě HZS kraje nalezl údaje k identifikaci objektu, jeho režim, kapacitu nebo návštěvnost a především kontaktní osoby (a další kontakty). Směrem k VO obsahuje karta tři zásadní kontakty: 1. číslo, ze kterého kontaktním osobám dorazí AMDS volání (osobám musí být vysvětleno, že si toto číslo musí uložit a hovor z něho vždy přijmout), 2. číslo, na které odpovědná osoba má podat informaci o provedení opatření a stavu v objektu, 3. telefonní číslo tísňového volání, kde lze v případě zdravotních komplikací ukrytých osob vyžádat pomoc. Další důležitou částí je návrh konkrétních ochranných opatření včetně odpovědnosti jednotlivých zaměstnanců a vizualizací v mapovém klientu. Tento návrh slouží také jako podklad pro další rozpracování v bezpečnostní dokumentaci subjektu, školení zaměstnanců a metodicky směřuje k podpoře ochranných opatření VO žádoucího chování a reakci na obdržení varovné zprávy. Posledním blokem jsou informace

o vlastnostech a působení NCHL, zásady ochrany pomocí improvizovaných PIO a první pomoc v případě zasažení NCHL. Karta VO je výsledkem celého řetězce komunikace s VO od chvíle jeho vytipování. Především je nutné seznámit subjekt s ohrožením, systémem ochrany a vysvětlit důležitost provedení ochranných opatření. Domnívám se, že tímto by spolupráce s VO neměla být ukončena, ale dále by mělo probíhat metodické vedení v oblasti ochrany osob před účinky případné havárie formou školení, informačních materiálů nebo cvičení. Cvičení mohou probíhat jak v rovině prověřování varování, tak také v přímé aplikaci ochranných opatření s následnou zpětnou vazbou ze strany rozhodčích z řad HZS.

Varování obyvatelstva cestou JSVV je rychlým a plošným řešením, bohužel znalost varovného signálu, žádoucí reakce a ochranných opatření je ve společnosti nízká, (včetně dětí, které procházejí výukou OČMU). Jako vhodné řešení se jeví možnost využití sociálních sítí a sdělovacích prostředků. Bohužel tato média podle mého názoru nejsou dostatečně rychlá a plošná, jak tato konkrétní MU vyžaduje. Proto jako nejlepší řešení v této době vidím cestu lokalizovaných zpráv. Velice pozitivně hodnotím formu lokalizovaných SMS nebo speciálních Emergency zpráv než cestu aplikací, kdy musí uživatel instalovat do mobilního telefonu speciální aplikaci. Aplikace totiž vytvářejí otazníky v možnostech fungování na všech operačních systémech mobilních telefonů stejně, shodnosti funkcí na všech typech mobilních telefonů a možnosti instalace a používání aplikací všemi věkovými kategoriemi obyvatelstva. Bohužel technologie Emergency zpráv není v Evropě zatím rozvinuta s ohledem na jejich technickou náročnost a především rozsáhlou spolupráci s výrobci všech mobilních telefonů vyskytujících se na evropském trhu. Tomuto způsobu varování však nelze upřít jeho nesporné klady spočívající v odlišení od příjmu klasických zpráv a signalizování příjmu specifické zprávy do doby než uživatel potvrdí svojí činností její přijetí. Proto je v současnosti nejvhodnějším způsobem varování obyvatelstva při MU cesta lokalizovaných SMS, konkrétně za pomoci aplikace S&R Now. Výhody této aplikace jsou jednoznačné - možnost rychlého odeslání stanoveného textu do definované zóny nebo oblasti

a zpětná vazba při označení zóny v podobě informace o přihlášených zařízeních při poslední aktualizaci dat z BTS. Bohužel nevýhodu spatřuji v tom, že platformu tvoří pouze dva ze tří operátorů působících na českém trhu. To znamená, že uživatelé druhého největšího českého mobilního operátora neobdrží varovnou SMS, a také nebudou zahrnuti do informace o počtu přihlášených zařízení, kterou obdrží KOPIS HZS při označení oblasti. Drobnou nevýhodu také spatřuji ve formátu klasické SMS, protože pokud uživatel bude mít nastavené zařízení bez zvukového oznámení příchozí SMS nebo je zvyklý na příchod velkého počtu SMS během dne a jejich čtení řeší příležitostně, není zaručeno okamžité přečtení a informování tak všech uživatelů. Proto co se týká formy předání informace a doručení zprávy, vidím větší výhody v Emergency zprávách nebo předání zprávy hovorem, jako v případě systému AMDS.

Za nejslabší článek systému, kde spatřuji největší prostor pro zlepšení, považuji společné opatření spočívající v co nejrychlejším získání informace o úniku NCHL. Protože jak modelace dokazují, jsou limitní koncentrace v případě amoniaku na hranici zraňující zóny do deseti minut od započetí úniku (v případě chloru do 25 minut), respektive od počátku šíření látky ve volném prostoru. Do této doby nebudou záchranné složky schopny provést zastavení úniku ani evakuaci osob z významných objektů, objektů pro bydlení a dalších prostor nacházejících se v zóně šíření úniku. Část PZO má provedeno propojení detekce úniku ve strojovnách na EPS s přenosem na PCO HZS. Ale jak popisuji, nejedná se o bezchybné řešení, a navíc šlo o dva ZS a třetí chtěl provést připojení pomocí GSM brány systému Měření a regulace, který provádí detekci úniku. Celkový počet tří objektů z osmi posuzovaných považuji jako nízký pro zajištění automatického přenosu informace o úniku k HZS co nejdříve. U přenosu poplachu cestou EPS je velký prostor pro chybu především na straně lidského faktoru. Tento přenos nemusí být okamžitý, ale může být nastaven na prověření poplachu obsluhou, která zamezí okamžitému přenosu informace o úniku k HZS, spuštěním času pro prověření, a následně může poplach resetovat nebo dokonce vyřadit detektor ze smyčky, a tedy ústředna

nebude vyhlašovat poplach po přijetí informace o úniku z detektoru. Ostatní objekty mají detekci a přenos informace o poplachu řešen pouze v rámci objektu např. na velín stálé služby nebo mimo objekt na služební telefony vybraných zástupců subjektu, kteří by případně reagovali na únik. Oba výše popsané způsoby přenosu informace o úniku jsou společně s oznámením o úniku na tísňovou linku náchylné k velké časové prodlevě mezi zjištěním informace o úniku, obdržením informace KOPIS HZS a spuštěním systému varování a ochranných opatření. Jako řešení tohoto problému vidím využití dnes již existující a rozvíjející se sítě IoT, kde jsem konkrétně navrhl senzor pro detekci amoniaku, který by mohl v případě zjištění úniku automaticky odeslat alert na KOPIS HZS, a v případě vytvoření monitorovací sítě by bylo možné predikovat směr a rychlost šíření toxického mraku a podle tohoto spustit ochranná opatření. Finanční náročnost pořízení senzorů a náklady na využívání sítě SIGFOX nejsou vysoké. Je však otázkou, kdo by měl zajistit financování a realizaci projektu detekce. Samotný ohrožující objekt nemá v současnosti zákonem založenou povinnost zřídit detekci mimo prostor skladování nebo zpracovávání NCHL, ani povinnost finančně se podílet na zřízení takovéto detekční sítě. Orgány státní správy nebo územní samosprávy mohou síť detekce financovat, ovšem rovněž na bázi dobrovolnosti. Prostor pro úpravu tedy vidím rovněž ve vytvoření právního rámce pro založení povinnosti objektů PZO se podílet na zajištění ochrany obyvatelstva, která je nyní založena pouze u objektů zařazených do skupiny B dle zákona o PZH. Návrh financování systému detekce a monitorování by mohl směřovat do společného podílového rozpočtu objektu PZO, územní samosprávy (obec a kraj), a případně státu. Právní rámec pro umístění prvků systému detekce a monitorování lze již spatřovat v současné právní úpravě. V současnosti platném zákoně č. 239/2000 o IZS, je zakotvena povinnost právnických a fyzických osob strpět umístění zařízení systému varování a vyrozumění na objektech v jejich vlastnictví. Autor František Ginzl ve svém článku, který uvádím v kapitole 5.4.1, pojednává o návrhu nového komplexního komunikačního systému pro zajištění varování, tísňového informování obyvatelstva a mobilních

komunikačních potřeb HZS ČR. Jako součást tohoto systému uvádí také rádiovou komunikační infrastrukturu pro sběr dat z koncových prvků varování, měření a detekce nebezpečných jevů [32]. Pokud by právní výklad umožňoval zařadit systém detekce a monitorování do JSVV tak, jak jej definuje zákon o IZS, bylo by možné na základě tohoto zákona umístění prvku na jakýkoli objekt, včetně samotného zdroje ohrožení, protože na základě ustanovení tohoto zákona jsou právnické a fyzické osoby povinny strpět umístění prvku zařízení systému varování a vyrozumění. Konkrétní umístění bych volil s ohledem na zajištění co nejrychlejší detekce, tak aby byla předána informace o úniku na KOPIS HZS co nejdříve. Na základě veškerých uvedených okolností je nejvhodnější umístění senzoru u výstupu z odsávání strojovny, které bylo také zvoleno jako zdroj úniku při modelování. Považuji také za vhodné vytvořit v okolí PZO monitorovací síť senzorů IoT. K tomuto účelu by dle mého názoru bylo nejvhodnější senzory umístit na stožáry veřejného osvětlení, které jsou ve vlastnictví obce, lze u nich v případě potřeby většího odběru elektrické energie snadno řešit napájení senzoru IoT, a vyskytují se v poměrně husté síti v okolí většiny PZO, proto není nutné budovat speciálně pro senzory zvláštní konzole. V tomto ohledu by byla za účelem ochrany obyvatelstva snazší spolupráce s orgány obcí nebo měst než soukromoprávními subjekty. Navíc jsou obce a města ve všech případech ZS na území Karlovarského kraje jejich vlastníky, a to buď přímo, nebo cestou městských společností. Další tři PZO jsou ovšem vlastněny soukromým vlastníkem, proto přijetí veškerých popisovaných opatření včetně umístění prvků monitorovací sítě je na bázi dobrovolnosti a vstřícnosti těchto subjektů. Monitorovací síť senzorů by také mohla sloužit ke sledování směru a rychlosti šíření NCHL v případě úniku. Na základě těchto informací by bylo možné predikovat vývoj situace a reagovat na něj přijímanými opatřeními. V rámci širšího perimetru bych navrhl umístění senzorů také na VO, což by opět přispělo k přehledu o vývoji situace. Prostorem k vývoji detekčních prvků sítě IoT je možnost (s ohledem na datovou náročnost) předávat naměřenou hodnotu. Toto řešení by poskytovalo informace o koncentracích NCHL ve stanovených

místech, které by následně bylo možné porovnávat s modelem, a opět takto predikovat vývoj události a konkretizovat přijímaná opatření.

Pro zhodnocení navrženého komplexního systému opatření ochrany obyvatelstva v zónách PZO jsem provedl SWOT analýzu. Celkový výsledný koeficient analýzy vyšel kladně (1,00), což značí pozitivní nastavení systému s prostorem k progresu. Silnými stránkami celého navrhovaného systému je především získání informace o úniku, kombinace rychlých a plošných cest pro varování obyvatelstva a cílený systém varování VO. Další velmi silnou stránkou je informování VO o ohrožení, návrh ochranných opatření a celková jeho příprava na případnou havárii. Jako zásadní negativní faktor, jak na straně slabých stránek, tak hrozeb, se jeví lidský faktor, který se projevuje ve všech stupních systému a zásadně ovlivňuje celkový výsledek ochranných opatření. Řešením problému lidského faktoru je dle mého názoru automatizace celého systému. Další oblastí pro zlepšení systému navrhovaných opatření je úprava právního rámce, kde bych doporučoval založení povinnosti strpět umístění senzoru monitorovací a detekční sítě, a především vyřešit celkové financování a podílení se na vytváření systému ochrany.

Navrhovaný systém ochrany obyvatelstva a VO lze porovnat se Systémem chemického monitoringu, varování a vyrozumění (CHEMON) používaným HZS Moravskoslezského kraje. CHEMON je instalován v devíti hustě osídlených oblastech v okolí významných provozovatelů zdrojů rizik z řad především ZS nakládajících s amoniakem. Pořízení systému bylo financováno z prostředků Magistrátu Statutárního města Ostrava a Krajského úřadu Moravskoslezského kraje a jeho provozovatelem je HZS kraje. Je do něj kromě provozovatelů zdrojů rizik zařazeno také 19 VO. U provozovatelů jsou instalována čidla ovládající automatická skrápěcí zařízení, která mají za úkol při havárii snížit množství toxických látek unikajících do ovzduší. V okolí zdrojů rizik je instalováno dalších 28 čidel, která snímají havarijní koncentrace amoniaku. Data jsou přenášena pomocí infrastruktury

JSVV na KOPIS HZS kraje. Ve VO jsou instalovány terminály, které slouží k vyrozumění o havárii, a informují o zásadách žádoucího chování osob v objektu. Jednotlivá zařízení jsou provozována s využitím infrastruktury JSVV v duplexním režimu na platformě monitorovacího systému koncových prvků 2. generace [35]. Srovnáním obou systémů je patrný rozdíl ve finanční náročnosti a technickém řešení získávání informace o úniku a varování obyvatelstva a VO. Pokud by měl být CHEMON využit v Karlovarském kraji, bylo by nutné technicky modernizovat systém JSVV v místech PZO, které jsou rozmístěné v rámci území celého kraje, na duplexní technologii. Tato modernizace by byla finančně velice náročná. Navíc se v současnosti plánuje komplexní modernizace JSVV v ČR s výběrem technologie celkové infrastruktury, a proto se přechod na duplexní technologii v současnosti nedoporučuje. Výměna technologie by proto v Karlovarském kraji nebyla rentabilní. Naopak výhodami systému IoT je právě jeho nízká finanční náročnost a současně fungování nezávisle na infrastruktuře JSVV (včetně její případné modernizace nebo změny). Bude taktéž vhodné, aby monitorovací a detekční systém na principu IoT byl zařazen do definice JSVV proto, aby byla uložena povinnost strpět umístění jeho prvků. Za největší výhodu systému CHEMON považuji propojení detekce se skrápěcím zařízením instalovaným přímo na objektu zdroje rizika, který umožňuje lokalizaci úniku na objekt zdroje nebo snižuje množství unikající toxické látky, čímž případně prodlužuje čas na aplikaci ochranných opatření. Výsledky měření získané při cvičeních jednoznačně prokázaly efektivitu skrápěcích zařízení a snížení koncentrace unikající látky [35]. Bohužel, v současnosti neexistuje právně zakotvená povinnost PZO takové zařízení financovat nebo na něj přispět, a je pouze na dobrovolném uvážení subjektů, zda strpí umístění tohoto zařízení. Další výhodu systému CHEMON spatřuji v rychlosti zaslání varovné informace na terminál, zobrazení instrukcí s žádoucím chováním a potvrzení přijetí zprávy a aplikaci opatření. Tímto je vyřešeno možné zahlcení KOPIS voláními se zpětnou vazbou o situaci ve VO. Bohužel, terminál je instalován napevno na jednom místě, proto i když by pro jeho umístění byla zvolena místnost s obsluhou, nelze zajistit

nepřetržité sledování terminálu. Může se tedy stát, že varovná informace bude mít prodlevu v doručení. Náklady na systém také zvyšuje nutnost zakoupení a instalace terminálů pro VO. Varování pomocí AMDS systému je řešeno hovorem s automatizovanou varovnou zprávou na libovolný počet mobilních nebo pevných telefonních čísel kontaktních osob, čímž je podle mého názoru účinnost varování vyšší. Varování obyvatelstva v systému CHEMON není řešeno jinak než pomocí koncových prvků JSVV, a proto vidím výhodu v navrženém varování pomocí lokalizovaných SMS cestou aplikace S&R Now. Pokud bych tedy měl shrnout výhody mého navrženého systému, pak je spatřuji v nižších finančních nákladech, v plošném i adresném varování, nezávislém systému monitorování a detekce senzorů IoT, a také v jeho aplikovatelnosti v rámci území kraje včetně vyššího počtů VO v zónách PZO. Nevýhody spatřuji především v absenci automatizovaného systému skrápění na objektech PZO, možné větší časové prodlevě v odeslání informace a vyšším počtu hovorů se zpětnou vazbou o stavu a situaci ve VO.

Hypotézy:

1) V definovaných zónách PZO se nachází velký počet ohrožených osob. Pro hodnocení počtu ohrožených osob jsem zvolil jako hodnotící škálu K_{O2} (ohrožení osob) z multikriteriální analýzy podle metodiky MV – GŘ HZS ČR, která je také součástí analýzy rizik PZO dle SIAŘ GŘ HZS ČR 35/2017. Podle tohoto kritéria se prokázalo, že případná havárie podlimitního zdroje dle stanoveného modelačního scénáře ohrožuje vysoký počet osob. V tabulce 8 jsou pro porovnání uvedeny počty osob s hlášením místa trvalého pobytu, a to jak ve všech třech definovaných zónách, tak také dle definice ohrožení osob vyplývající z multikriteriální analýzy rizik pro stanovení koeficientu K_{O2} - pouze osoby s hlášením místa trvalého pobytu v zónách AEGL – 3 a AEGL – 2 (smrtící a zraňující zóna). Pro potvrzení své hypotézy použiji tedy pouze počty osob v zónách AEGL – 3 a 2. Z tabulky 8 je patrné, že nejmenší počet ohrožených osob se nachází v zóně ÚV Horka, kde byl stanoven koeficient ohrožení osob 3. Další tři objekty včetně druhé analyzované ÚV Nebanice měly

stanoven koeficient 5, dva objekty ZS obdržely koeficient 6 a jeden 7. Nejvyšší klasifikaci koeficientu ohrožení osob obdržel objekt ZS Cheb, a to přímo 8 (9. stupeň z 11 bodové stupnice) s 10 608 ohroženými osobami v zóně, a zároveň se jedná o zónu s největším počtem VO (33 VO). Analyzované objekty s výjimkou neposuzovaného objektu ÚV přecházející na bezchlorovou technologii a objektu ÚV Horka s klasifikací 3 se nacházejí v horní polovině bodového hodnocení stupnice koeficientu ohrožení osob a objekt ZS Cheb překročil hranici 10 000 ohrožených osob. Z těchto závěrů dovozuji potvrzení hypotézy s výsledkem, že PZO jsou významným zdrojem ohrožení pro obyvatelstvo. **Hypotéza byla potvrzena.**

2) Úpravny vody, průmyslové objekty a zimní stadiony, které byly vystavěny později, mají v definovaných zónách méně významných objektů. Úpravny vody nemají ve svých zónách téměř žádné významné objekty dle definice. Ze tří vybraných úpraven vody jedna přešla na bezpečnou technologii chlornanu sodného, která není pro okolí objektu hrozbou. Další dvě úpravny vody mají ve svých zónách nejmenší počet významných objektů ze všech analyzovaných zón. ÚV Nebanicích má ve své zóně celkem tři významné objekty z toho dva obecní úřady a jednu obecní ubytovnu. ÚV Horka ve své zóně nemá žádný vytipovaný významný objekt. Tento stav je ovlivněn především umístěním ÚV z důvodu blízkosti a ochrany zdrojů pitné vody. Průmyslový objekt je většinou s ohledem na svoji činnost umístěn mimo obytnou zástavbu obcí, a ve většině případů se nachází v průmyslových zónách na okraji měst a obcí. Toto byl také případ jediného posuzovaného průmyslového objektu Petainer Aš. Objekt se nachází na okraji města, a proto po analýze byly definovány tři významné objekty. ZS v Ostrově (devět významných objektů) a KV Aréna v Karlových Varech (čtyři významné objekty) jsou dle data výstavby nejmladší z posuzovaných ZS. Oba ZS mají ve svých zónách nejmenší počty významných objektů z posuzovaných ZS. Tento fakt je dán jejich pozdější výstavbou (2004 Ostrov a 2009 KV Aréna), která proběhla na okraji intravilánu příslušných měst. Ostatní ZS se nacházejí v bezprostřední blízkosti centra měst nebo na něj přímo navazují. To bylo dáno historickou výstavbou dříve

nekrytých a nechlazených městských kluzišť. Blízkost center byla volena především z důvodu dosahu sportoviště pro obyvatelstvo. Následně byly kluziště přestavovány v kryté haly a dále stadiony s chlazením pomocí amoniaku. Takto dochází k výskytu nezanedbatelného množství nebezpečné látky přímo v centru měst. **Hypotéza byla potvrzena.**

3) Efektivita ochranných opatření je závislá na rozdílu času T0 a přijetí informace o úniku. Čas T0 je čas počátku úniku NL. Během modelací v SW nástroji ALOHA bylo prokázáno, že množství uniklého amoniaku blížící se 1 T (v testovacích modelacích ani množství 810 a 765 kg) nemělo velký vliv na velikost jednotlivých zón. Při stanoveném scénáři a úniku množství cca 1350 kg, které unikalo během 30 minut, došlo k dosažení limitu AEGL - 2 na hranici zraňující zóny (ve vzdálenosti 600 m od zdroje) 10 minut od započetí úniku (v případě chloru do 25 minut). Toto je čas, za který by nemohly záchranné složky provést zastavení úniku a evakuaci rozsáhlé smrtící a zraňující zóny. Čím dříve je ovšem obyvatelstvo a významné objekty varovány a je jim dán prostor pro aplikaci ochranných opatření, především invakuaci, tím větší efektivity ochranných opatření je dosaženo, neboť se NCHL nedostane do prostor ukrytí osob a může tak dojít k maximální koncentraci na úrovni AEGL – 1 (viz. graf koncentrace v bodě na hranici zraňující zóny). **Hypotéza byla potvrzena.**

4) Navržená ochranná opatření zvyšují ochranu osob ve vytipovaných významných objektech. Jak jsem již výše uvedl, míra znalostí z oboru ochrany obyvatelstva ve společnosti je nízká a dokazuje to také výzkum kolegyně Mgr. Nely Štěříkové, který prováděla na základních školách, kdy některé z nich ležely přímo v rizikových oblastech, jako např. záplavových zónách. Respondenty byli žáci základních škol, u kterých se předpokládají znalosti získané výukou problematiky OČMU. U ZŠ ležících v některé z rizikových oblastí se logicky předpokládala větší dotace pro výuku OČMU a seznamování žáků s hrozbami, varovným signálem a žádoucím chováním společně s opatřeními sebeochrany, neboť se konkrétní

hrozba přímo dotýká objektu školy, jeho žáků a zaměstnanců. Touto prací a jejím výzkumem byla prokázána nízká úroveň znalostí především z kategorie varovného signálu a žádoucí reakce na jeho zaznění a dále znalostí sebeochrany, ukrytí a improvizovaných prostředků individuální ochrany [34]. Pokud mají nízkou úroveň znalostí žáci, kteří procházejí výukou OČMU, nelze předpokládat vyšší úroveň znalostí u dospělé populace, která navíc v posledních dvaceti letech neprocházela výukou těchto znalostí, a její ochota k navštěvování a sledování preventivně výchovné činnosti HZS a jiných složek IZS je obecně malá. Proto s ohledem na rychlost šíření NCHL řešenou v předchozí hypotéze a na efektivitu ochranných opatření lze prokázat, že seznámení s ohrožením v podobě PZO a konkrétní látkou, stanovení a procvičení ochranných opatření a včasné doručení varovné AMDS zprávy jednoznačně zvyšuje míru ochrany osob ve významných objektech. Dle modelace v programu ALOHA je prokázáno, že pokud se nachází uzavřený objekt na hranici zraňující zóny, je uvnitř objektu koncentrace nižší, než byla úroveň AEGL-1 (Amoniak - 30 ppm, Chlor – 0,5 ppm). Tato koncentrace by neměla lidskému organizmu způsobit následek na zdraví, ale samozřejmě bude osobami vnímána, protože bude překročen čichový práh. Ochranné vlastnosti budov lze uvnitř zvýšit použitím IPIO. **Hypotéza byla potvrzena.**

7 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo poukázat na možné ohrožení obyvatelstva ze strany podlimitních zdrojů ohrožení. Za tím účelem jsem provedl modelaci a prostorovou analýzu v GIS, přičemž jsem dospěl k závěru, že při daném scénáři úniku dojde k ohrožení velkého počtu osob definovaného pomocí stupnice koeficientu K_{O2}. Uvedený závěr podporuje také umístění většiny PZO přímo v centrech měst. Prostorová analýza pomocí GIS velice usnadňuje vyhledávání VO a zjišťování počtu obyvatel v jednotlivých zónách. Při této analýze se ukázalo, jak důležité je, aby měl analytik dobrou místní znalost. Dalším z cílů práce byl návrh komplexního systému opatření pro ochranu obyvatelstva v zónách PZO. Jako nejdůležitější části se ukázaly zjištění informace o úniku a rychlé plošné varování pomocí JSVV a lokalizovaných SMS. V případě varování VO se jako nejúčinnější způsob v kombinaci s varováním obyvatelstva jeví využití AMDS modulu dispečerského systému SPOJAŘ6 pomocí AMDS zprávy ve formátu telefonního hovoru, který je okamžitě odeslán kontaktním osobám. Další částí návrhu systému ochrany jsou organizační opatření ve VO. Tato opatření zvyšují ochranu osob ve VO, a tím nejen chrání před průnikem a škodlivým působením NCHL, ale také velice pomáhají zasahujícím složkám soustředit své SaP na zamezení šíření NCHL, zastavení úniku a odstranění jeho následků. Použitými metodami se mi podařilo potvrdit všechny definované hypotézy a výsledky mé práce lze využít jako podklad pro vytvoření metodiky pro ochranu obyvatelstva v zónách podlimitních zdrojů ohrožení nebo pro aplikaci v praxi.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Její význam
ALOHA	Areal Locations of Hazardous Atmospheres
AMDS	Automated Message Delivery System
BTS	Base Transceiver Station - Základnová převodní stanice
ČR	Česká republika
ES	Elektronická siréna
GIS	Geografický informační systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
HZS KVK	Hasičský záchranný sbor Karlovarského kraje
IoT	Internet of Things - Internet věcí
IPIO	Improvizované prostředky individuální ochrany
IS	Informační systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
JSVV	Jednotný systém varování a vyrozumění
KOPIS	Krajské operační a informační středisko
M2M	Machine to Machine

MIS	Místní informační systém
MU	Mimořádná událost
NCHL	Nebezpečná chemická látka
OČMU	Ochrana člověka za mimořádných událostí
PCO	Pult centralizované ochrany
PIO	Prostředky individuální ochrany
PZH	Prevence závažných havárií
PZO	Podlimitní zdroj ohrožení
RS	Rotační siréna
S&R Now	Search and Rescue Now
SCADA	Supervisory control and data acquisition
SIAŘ	Sbírka interních aktů řízení
SNO	Sigfox Network Operator
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
ÚV	Úpravna vody
VO	Významný objekt
ZS	Zimní stadion

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] *Krizová legislativa (soubor zákonů)*. 1. vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016. ISBN 978-80-7380-627-9.

[2] RICHTER, Rostislav. *Slovník pojmů krizového řízení*. První. Praha: Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2018. ISBN 978-80-87544-91-4.

[3] BARTLOVÁ, Ivana. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II.* 1. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-866-3430-2.

[4] *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. První. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.

[5] BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií I.* 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-005-0.

[6] BALOG, Karol a Ivana BARTLOVÁ. *Základy toxikologie*. 1. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 80-861-1129-6.

[7] *Bojový řád jednotek požární ochrany*. 1. vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017. ISBN 978-80-7385-197-2.

[8] *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru II*. První. Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0724-2.

[9] Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 14.9.2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky. In: *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele hasičského záchranného sboru české republiky*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství HZS ČR, 2017, ročník 2017, částka 35, číslo 35.

[10] VOSTAL, Jan. Využití informačních systémů HZS Kraje Vysočina při posuzování rizik podlimitních objektů. *112*. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2018, (9), 26-27. ISSN 1213-7057.

[11] ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. První. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.

[12] KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše, Danuše KRATOCHVÍLOVÁ a Libor FOLWARCZNY. *Ochrana obyvatelstva*. 2., aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-134-7.

[13] MARTÍNEK, Bohumír. *Ochrana člověka za mimořádných událostí: příručka pro učitele základních a středních škol*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. ISBN 80-866-4008-6.

[14] CIBULKA, Jan. Data z mobilů: Praha se denně nafoukne o polovinu, v centru jsou návštěvníci v převaze. *Český rozhlas: iROZHLAS* [online]. Praha: Český rozhlas, 2019 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/data-z-mobilu-praha-se-denne-nafoukne-o-polovinu-v-centru-jsou-navstevnici-v_1704211045_miz#content

[15] *Internet of Things Agenda* [online]. Grove Street, Newton, MA, USA: TechTarget, 2019 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: https://internetofthingsagenda.techtarget.com/

[16] DREGVAITE, Giedre a Robertas DAMASEVICIUS. *Information and software technologies: 22nd International Conference, ICIST 2016, Druskininkai, Lithuania, October 13-15, 2016* [online]. 1. vydání. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2016 [cit. 2019-03-17]. ISBN 978-3-319-46254-7. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=ApcoDQAAQBAJ&pg=PA665&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

[17] MALÝ, Martin. *Hradla, volty, jednočipy: úvod do bastlení*. 1. vydání. Praha: CZ.NIC, z.s.p.o., 2017. CZ.NIC. ISBN 978-80-88168-23-2.

[18] ŠENOVSKÝ, Michail, Milan ORAVEC a Pavel ŠENOVSKÝ. *Teorie krizového managementu*. 1. vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-108-8.

[19] CROSIER, Scott, Bob BOOTH a Andy MITCHELL. *ArcGIS 8: Getting started with ArcGIS*. 1. vydání. New York: ESRI Press, 2004. ISBN 9781589480612/1589480619.

[20] JAROŠ, Lubomír, Antonín KRÖMER, Lenka MALÉŘOVÁ a Jiří POKORNÝ. *Posuzování rizik v území: 9th international conference : Prague, Czech Republic, 3-6 October 2017 : book of abstracts*. 1. vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017. ISBN 978-80-7385-189-7.

[21] GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a David ŘEHÁK. *Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení*. 2. vyd. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0032-2.

[22] BARTA, Jiří a Tomáš LUDÍK. ALOHA – modelování a simulace (Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNAŘE). *Univerzita obrany: Moodle* [online]. Brno: Univerzita obrany, 2012 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_Aloha.pdf

[23] ALOHA. *Office of Response and Restoration* [online]. East-West Highway, Silver Spring, Maryland: NOAA's Office of Response and Restoration (OR&R), 2019 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: https://response.restoration.noaa.gov/aloha

[24] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy: principy a praxe*. 1. vydání. Praha: Computer Press, 1998. ISBN 80-722-6091-X.

[25] MIKA, Otakar a Jiří MATOUŠEK. Hodnocení rizik souvisejících s použitím kapalného amoniaku. *Chemické listy*. Praha: Česká společnost chemická, 2011, **105**(7), 514-517. ISSN 0009- 2770.

[26] Podnebí Karlovy Vary. *Meteoblue* [online]. Basel, Švýcarsko: meteoblue AG, 2019 [cit. 2019-02-09]. Dostupné z:

https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/p%C5%99edpov%C4%9B%C4%8F/modelclimate/karlovy-vary_%C4%8Cesko_3073803

[27] *ALOHA® USER'S MANUAL*. Washington, D.C.: U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY & NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, 2007. Dostupné také z: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1003UZB.PDF?Dockey=P1003UZB.PDF

[28] MIRANDOVÁ, Růžena. *Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení*. České Budějovice, 2008. Dostupné také z: https://theses.cz/id/cs44h9/downloadPraceContent_adipIdno_11132. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce Ing. Otakar Mika.

[29] Tlakový ocelový sud na kapalný chlor GHC 600: Technické informace. *GHC Invest* [online]. Praha: GHC Invest, s.r.o., 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: https://www.ghcinvest.cz/data/stranky/s7/Technicke%20informace%20chlorove%20sudy%20GHC%20600%20kg.pdf

[30] Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v posouzení rizik závažné havárie pro účely zákona o prevenci závažných havárií. *VÚBP, Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, veřejná výzkumná instituce zřizovaná Ministerstvem práce a sociálních věcí, 2019 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://www.vubp.cz/images/soubory/prevence-zavaznych-havarii/metodiky/vykladovy-terminologicky-slovnik-unor-2019.pdf

[31] Provedení analýzy rizik - Příloha č. 1. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství HZS ČR, 2019 [cit.

2019-03-26]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/koncepcni-materialy-priloha-1-pdf.aspx

[32] GINZL, František. Modernizace jednotného systému varování a vyrozumění výstavbou bezdrátového komplexního komunikačního systému HZS ČR. *The Science for Population Protection* [online]. Lázně Bohdaneč: Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč - účelové zařízení Ministerstva vnitra generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru české republiky, 2017, **2017**(22017), 1-13 [cit. 2019-03-19]. ISSN 1803-635X. Dostupné z: http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/35/285.pdf

[33] Wireless Ammonia Gas Detector. *IoT Senzor* [online]. Nanjing: Iot Sensor Technology Co., Ltd., 2012 [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: http://www.iotsensor.com/chanpin/chakan_chuanganqi.aspx?title=Wireless+Ammonia+Gas+Detector

[34] ŠTĚŘÍKOVÁ, Nela. Vzdělávání v oblasti ochrany obyvatelstva na základních školách: Aktuální situace a trendy. *Ochrana & Bezpečnost* [online]. Praha: Ochrana a bezpečnost o. s., 2016, (3), 81 [cit. 2019-03-03]. ISSN 1805-5656. Dostupné z: www.ochab.ezin.cz/O-a-B_000.htm

[35] BLAŽKOVÁ, Kateřina a Tomáš PŘINOSIL. Prověřování připravenosti složek IZS a území v systému chemického monitoringu v Moravskoslezkém kraji. *112: Odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2016, (32016), 20-22. ISSN 1213-7057.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Charakteristika varovného signálu „Všeobecná výstraha“ [4]..... 26
Obrázek 2 Charakteristika signálu „Zkušební tón" [4]..... 26
Obrázek 3 Charakteristika signálu „Požární poplach“ [4]..... 26
Obrázek 4 Kruhový model řízení rizika [18] 43
Obrázek 5 Průměrné teploty v oblasti Karlovy Vary [26] 50
Obrázek 6 Srážky v oblasti Karlovy Vary [26] 50
Obrázek 7 Oblačnost v oblasti Karlovy Vary [26].....51
Obrázek 8 Rychlost větru v oblasti Karlovy Vary [26] 51
Obrázek 9 Větrná růžice pro oblast Karlovy Vary [26]..... 52
Obrázek 10 Vliv slunečního záření na atmosférickou stabilitu [27].....54
Obrázek 11 Třída stability a šíření toxického oblaku [27] 54
Obrázek 12 Vstupní podmínky pro modelaci úniku amoniaku při běžných atmosférických podmínkách [ALOHA].....57
Obrázek 13 Vstupní podmínky pro modelaci úniku amoniaku při konzervativních atmosférických podmínkách [ALOHA]..... 58
Obrázek 14 Vstupní podmínky pro modelaci úniku chloru při běžných atmosférických podmínkách [ALOHA]..... 59
Obrázek 15 Vstupní podmínky pro modelaci úniku chloru při konzervativních atmosférických podmínkách [ALOHA]..... 59
Obrázek 16 Nastavení hodnot pro výpočet jednotlivých zón v softwaru ALOHA pro amoniak [ALOHA]..... 60
Obrázek 17 Nastavení hodnot pro výpočet jednotlivých zón v softwaru ALOHA pro chlor [ALOHA] 61
Obrázek 18 Výsledek modelace úniku amoniaku za běžných atmosférických podmínek [ALOHA] 68
Obrázek 19 Výsledek modelace úniku amoniaku za konzervativních atmosférických podmínek [ALOHA]..... 69

Obrázek 20 Průběh míry koncentrace amoniaku na hranici zóny AEGL – 2, 600 m od zdroje [ALOHA] 70
Obrázek 21 Výsledek modelace úniku chloru za běžných atmosférických podmínek [ALOHA] 70
Obrázek 22 Výsledek modelace úniku chloru za konzervativních atmosférických podmínek [ALOHA] 71
Obrázek 23 Průběh míry koncentrace chloru na hranici zóny AEGL – 2, 1,96 km od zdroje [ALOHA] 71
Obrázek 24 Definované zóny AEGL - 1 až 3 pro PZO KV Aréna s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 75
Obrázek 25 Detailní pohled na VO v zóně KV Arény se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 76
Obrázek 26 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS Ostrov s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 76
Obrázek 27 Celkový pohled na VO v zóně ZS Ostrov se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj] 77
Obrázek 28 Detailní pohled na VO v zóně ZS Ostrov se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 77
Obrázek 29 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS Sokolov s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 78
Obrázek 30 Celkový pohled na VO v zóně ZS Sokolov se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj] 78
Obrázek 31 Detailní pohled na VO v zóně ZS Sokolov se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 79
Obrázek 32 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS Cheb s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 79
Obrázek 33 Celkový pohled na VO v zóně ZS Cheb se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj] 80

Obrázek 34 Detailní pohled na VO v zóně ZS Cheb se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 80
Obrázek 35 Zóny AEGL - 1 až 3 pro ZS ML s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 81
Obrázek 36 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ZS ML s počty ohrožených obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 81
Obrázek 37 Celkový pohled na VO v zóně ZS ML se zobrazením zón AEGL 1 až 3 [Vlastní zdroj] 82
Obrázek 38 Detailní pohled na VO v zóně ZS ML se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 82
Obrázek 39 Definované zóny AEGL - 1 až 3 Petainer Aš s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 83
Obrázek 40 Detailní pohled na VO v zóně Petainer Aš se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 83
Obrázek 41 Zóny AEGL - 1 až 3 ÚV Nebanice s VO a počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 84
Obrázek 42 Detailní pohled na VO v zóně ÚV Nebanice se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 84
Obrázek 43 Definované zóny AEGL - 1 až 3 ÚV Horka s počty obyvatel v jednotlivých zónách [Vlastní zdroj] 85
Obrázek 44 Detailní pohled na defonivané zóny ÚV Horka se zobrazením zón AEGL 2 až 3 [Vlastní zdroj] 85
Obrázek 45 Návrh komplexního systému opatření [Vlastní zdroj] 86
Obrázek 46 Senzor IoT WL-AQA-A01 pro detekci plynného amoniaku [33] 90
Obrázek 47 Ukázka definování oblasti pro zaslání SMS zprávy [Společnost T-Mobile, Prezentace Search&rescue sms: Aplikace pro integrovaný záchranný systém, Miroslav Uřičař, ředitel právního útvaru T-Mobile] 94

Obrázek 48 Příklad zadávání textu SMS zprávy se systémem autorizace [Společnost T-Mobile, Prezentace Search&rescue sms: Aplikace pro integrovaný záchranný systém, Miroslav Uřičař, ředitel právního útvaru T-Mobile] 95

Obrázek 49 Výstup z provedené SWOT analýzy navrženého systému ochrany obyvatelstva v zóně PZO [Vlastní zdroj].....101

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Podlimitní zdroje ohrožení v Karlovarském kraji 64

Tabulka 2 Způsoby a systémy detekce u podlimitních zdrojů ohrožení..... 65

Tabulka 3 Přenos informace o úniku u podlimitních zdrojů ohrožení 66

Tabulka 4 Výsledky modelace zón u jednotlivých zdrojů ohrožení za obou použitých atmosférických podmínek 72

Tabulka 5 Počty obyvatel v jednotlivých stanovených zónách podlimitních zdrojů ohrožení 72

Tabulka 6 Počty významných objektů ve smrtící a zraňující zóně podlimitních zdrojů ohrožení 73

Tabulka 7 Dílčí koeficient ohrožení osob K_{O2} [31] 74

Tabulka 8 Míra ohrožení osob dle koeficientu K_{O2} Multikriteriální analýzy rizik dle metodiky HZS ČR 74

Tabulka 9 Parametry Senzoru IoT WL-AQA-A01 pro detekci plynného amoniaku [33] 91

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Návrh tabulky pro potřeby operačního řízení v rámci KOPIS HZS [Vlastní zdroj]....1

Příloha 2 Návrh karty ochranných opatření významného objektu v zóně - přední strana [Vlastní zdroj v Google Earth Pro [7] [4]].... 2

Příloha 3 Návrh karty ochranných opatření významného objektu v zóně - zadní strana [Vlastní zdroj v Google Earth Pro [7] [4]].... 3

Významné objekty v zóně podlimitních zdrojů ohrožení				
Podlimitní zdroj rizika	**Ev. č.**	**Název subjektu**	**Adresa**	**Kapacita objektu/ Předpokládaný počet ohrožených osob**
Zimní stadion KV Aréna	VO_ZSKV_001	ZŠ Poštovní KV	Poštovní 1743/19, Karlovy Vary	630
Zimní stadion KV Aréna	VO_ZSKV_002	ZŠ 1 máje KV	1. máje 58/1, Karlovy Vary - Dvory	350
Zimní stadion KV Aréna	VO_ZSKV_003	OC Varyáda KV	Kapitána Jaroše 375/31, Karlovy Vary	1000
Zimní stadion KV Aréna	VO_ZSKV_004	Svět záchranářů - CZB	Západní 1822, 360 01 Karlovy Vary	150

Příloha 2 Návrh karty ochranných opatření významného objektu v zóně - přední strana [Vlastní zdroj v Google Earth Pro [7] [4]]

KARTA OCHRANNÝCH OPATŘENÍ OBJEKTU V ZÓNĚ

Zdroj ohrožení: **ZS KV ARÉNA**	Látka: **AMONIAK**	Kapacita objektu: **630**	EV. Č.: VO_ZSKV_001
			Aktualizace: 14.4.2019

Název objektu: Základní škola Poštovní
Adresa objektu: Poštovní 1743/19, Karlovy Vary
GPS: 50.2258172N, 12.8513917E

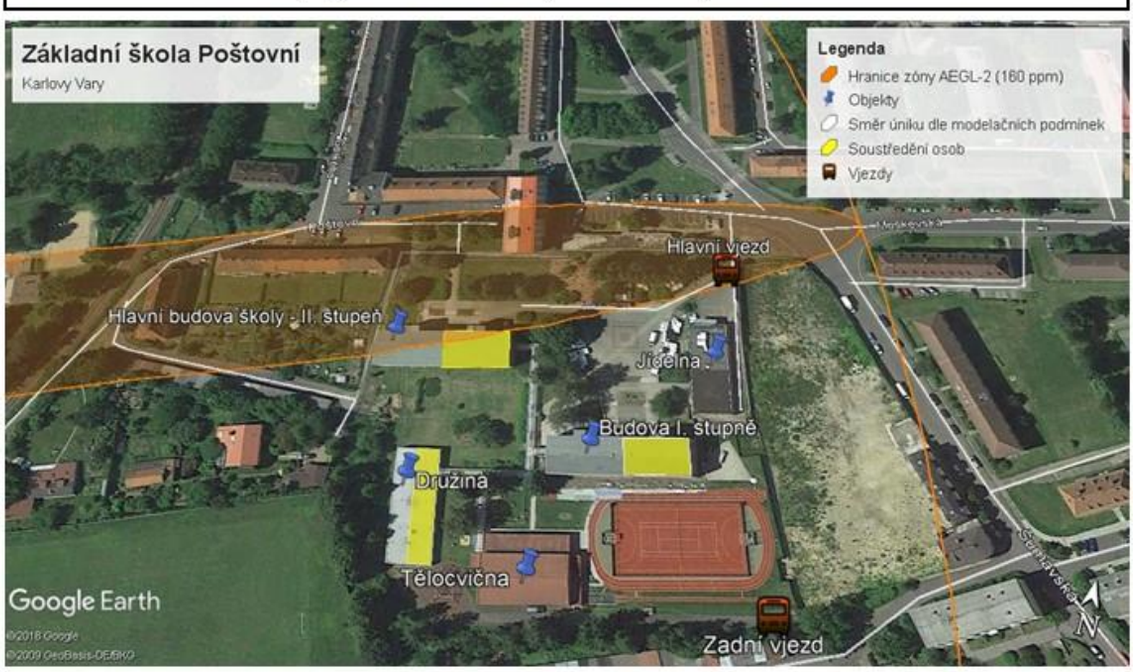
KONTAKTNÍ ÚDAJE:

Ředitel: Mgr. Jan NOVÁK,
mobil: **123 456 789**
Zástupce ředitele: Mgr. František DOBROTA,
mobil: **321 654 987**
Sekretářka ředitel: Helena PROCHÁZKOVÁ,
mobil: **789 456 123**
Školník: Antonín ČERVENÝ,
mobil: **987 456 231**

Provozní doba objektu:
6:00 – 16:30 (22:00)

Email: info@zspostovni.cz
Pevná linka: 456 789 123

Komunikace s HZS KVK:
Číslo ze kterého Vám přijde AMDS zpráva: **111 111 111**
Podejte informaci o stavu v objektu na: **222 222 222**
V případě zdravotních potíží informujte HZS: **150**



Uzavřete budovy a zamezte osobám je opustit. Nikdo se nesmí zdržovat ve sklepních prostorech. Vyhledejte úkryt v budově, pokud možno na odvrácené straně od směru objektu KV Aréna ve vyšších patrech. Dýchací cesty kryjte prostředky improvizované ochrany.

Příloha 3 Návrh karty ochranných opatření významného objektu v zóně - zadní strana [Vlastní zdroj v Google Earth Pro [7] [4]]

Sekretariát:	❑ Přijme od KOPIS HZS informaci o havárii a ohrožení ❑ Předá informaci vedení školy ❑ Informuje ostatní zaměstnance školy o havárii (školní rozhlas, telefon, osobní předání) ❑ Zajistí další nepřetržitý příjem telefonních hovorů
Ředitel školy:	❑ Pověří vybrané osoby k realizaci opatření k ochraně budov a přesunu žáků do předem vytipovaných tříd pavilonů I., II. Stupně a Družiny ❑ **Provede kontrolu realizace opatření ve škole** ❑ Předá zpětnou informaci na operační středisko HZS na telefonní číslo **222 222 222** o provedených opatřeních v areálu školy nejpozději do 15 minut od přijetí zprávy o ohrožení NL
Školník:	❑ Uzamkne všechny vstupní dveře a uzavře okna ve sklepních prostorech a vypne vzduchotechniku/klimatizaci/ventilaci ❑ Zajistí, aby osoba z venku potřebující pomoc byla vpuštěna do objektu školy
Ostatní zaměstnanci:	❑ Zabezpečí ochranu osob v budově. Odvedou žáky do místností odvrácených od směru úniku, pokud možno do vyšších pater ❑ Uzavřou, popřípadě utěsní okna a dveře v učebnách (oblepit lepicí páskou), na chodbách, tělocvičně, šatnách, kuchyni a jídelně a v ostatních prostorech školy (včetně sklepních oken, WC, nepoužívané učebny), vypnou ventilaci/vzduchotechniku/klimatizaci ❑ Zabezpečí ochranu osob ve vyčleněných místnostech a zabezpečí první pomoc
Amoniak:	Amoniak je bezbarvý jedovatý plyn s charakteristickým štiplavým zápachem, je hořlavý, výbušný, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí. Plyn je lehčí než vzduch, v místě odpařování z kapalné fáze se vytváří čpavková mlha, která se chová jako plyn těžší než vzduch, může zatékat do níže položených prostor. Dráždí oči, dýchací orgány a způsobuje křečovitý kašel, leptá sliznice a kůži. Kapalný amoniak (zkapalněný plyn) způsobuje omrzliny.
Prostředky improvizované ochrana:	K ochraně úst a nosu použít několikrát přeložený, mírně navlhčený v čisté vodě, kus látky nebo ručníku, upevněný převázáním šátkem či šálou. Brýle uzavřeného typu (potápěčské, plavecké, lyžařské nebo motocyklové), u kterých je nutné přelepit větrací průduchy lepicí páskou. V případě, že nejsou takové brýle k dispozici, chránit přetažením průhledného igelitového sáčku přes hlavu a jeho stažením tkanicí či gumou v úrovni lícních kostí. Pozor – nepřetahovat sáček přes nos a ústa!
První pomoc:	Vyvést postiženého z místa zasažení a zajistit přívod čerstvého vzduchu, uložit do stabilizované polohy a zabránit prochladnutí. V případě zástavy dechu zahájit nepřímou srdeční masáž. Z důvodu možnosti intoxikace zachránce neprovádět dýchání z úst do úst. Potřísněná místa oplachovat vodou. Dostane-li se látka do očí, vymývat je minimálně 15 minut. Při potřísnění kapalnou fází svléci zasažený oděv, neodstraňovat oděv, pokud přiléhá ke kůži. Omrzlé části kůže ošetřit, pokud možno, vlažnou vodu, omrzlá místa na těle netřít. Předat postiženého k lékařskému ošetření.