

Analýza rizik úniků nebezpečných látek v obci

Bc. Jakub Kramoliš

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Kramoliš**
Osobní číslo: **L16371**
Studijní program: **N3953 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor: **Bezpečnost společnosti**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Analýza rizik úniků nebezpečných látek v obci**

Zásady pro vypracování:

1. Vyhledat a zpracovat teoretické základy problematiky analýzy rizik na území obce.
2. Zaměřit se na rizika spojená s únikem nebezpečných látek.
3. Seznámení s problematikou tvorby prostorových modelů úniků NCHL.
4. Získané poznatky aplikovat na území zvolené obce.
5. Zpracovat přehled rizik spojeným s únikem NCHL na území dané obce.
6. Výsledky vyhodnotit z pohledu ohrožených aktiv.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] KŘIVÝ, Ivan a Evžen KINDLER. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. Simulace a modelování. 2001. ISBN 9788070428092.

[2] LACINA, Petr a Otakar J MIKA. MASARYKOVA UNIVERZITA. Nebezpečné chemické látky a směsi. 2013. ISBN 978-80-210-6475-1

[3] MIKA, Otakar J a Lubomír POLÍVKA. Radiační a chemické havárie. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010, 169 s. ISBN 978-80-7251-321-5.

[4] ČAPOUN, Tomáš. Chemické havárie. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jakub Rak, Ph.D.

Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání diplomové práce:

3. listopadu 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2018

V Uherském Hradišti dne 10. listopadu 2017



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



L.S.



prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE


Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti 9. 5. 2018


.....
podpis studenta

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k vyšší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřená na analýzu rizik úniků nebezpečných látek v obci. Cílem práce je zmapování možných úniků nebezpečných látek v obci za pomoci softwaru pro modelování a jeho výstupy pro následnou ukázkou úniků. Zaměřil jsem se na čtyři největší objekty ve městě Opava, které představují největší ohrožení v rámci bezpečnosti obyvatelstva. Všechna získaná data byla aplikována do softwaru Terex s následným výstupem a analýzou ohroženého území v programu GIS. Hlavním zjištěním je, že město nemá přístup k veškerým informacím, a v případě úniků nebezpečných látek z vybraných objektů, obyvatelstvo neví jak se zachovat. Na základě zjištěných údajů je možné říct, že ohrožení obyvatelstva v okolí objektů je velmi vysoké. A výsledky mohou posloužit jako ukázkou možného ohrožení.

Klíčová slova: Model, Terex, GIS, nebezpečná látka

ABSTRACT

This diploma thesis is focused on the analysis of risks of releases of dangerous substances in the village. The aim of the work is to get acquainted with leakage of dangerous substances in the village using modeling software and its outputs for subsequent demonstration of leakage. I focused on the four largest buildings in the city of Opava, which pose the greatest threat to the safety of the population. All of the data obtained was applied to Terex software, followed by output and analysis of vulnerable areas in the GIS program. The main finding is that the city does not have access to all information and in case of leakage of substances from selected objects. On the basis of the data, it is possible to say that the threat of the population around the objects is very high. And the results can serve as a demonstration of a possible threat in the event of leakage of dangerous substances.

Keywords: Model, Terex, GIS, dangerous substance

Poděkování

Chci poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jakubu Rakovi Ph.D. za konzultace, rady, čas a trpělivost, kterou mně po celou dobu věnoval a hlavně podporu a motivaci.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině za pevné nervy a pomoc po celou dobu mého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	10
I	TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2	ÚVOD DO PROBLEMATIKY ÚNIKŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK	12
2.1	ZÁKLADNÍ POJMY	12
2.2	LEGISLATIVA.....	13
3	HAVÁRIE S ÚNIKEM NEBEZPEČNÝCH LÁTEK.....	16
3.1	PREVENCE PŘEDCHÁZENÍ HAVÁRIÍ	16
3.2	HAVARIJNÍ PROJEVY A ÚČINKY CHEMICKÝCH LÁTEK A SMĚSÍ	17
3.3	KLASIFIKACE NEBEZPEČNÝCH LÁTEK.....	17
3.4	OBJEKTY SKUPINY A, B A NEZAŘAZENÉ OBJEKTY	18
4	SOFTWARE PRO MODELOVÁNÍ A SIMULACE.....	19
4.1	TEREX	19
4.1.1	Modelové situace Terexu	19
4.2	GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM	20
4.2.1	Data a typy dat	21
4.2.2	Využití GIS v ochraně obyvatelstva	22
4.2.3	Hlavní uživatelé GIS	23
5	CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	24
II	PRAKTICKÁ ČÁST	25
6	STATUTÁRNÍ MĚSTO OPAVA	26
6.1	DEMOGRAFIE OBYVATELSTVA	27
6.2	OHROŽENÍ DŮLEŽITÝCH ČÁSTÍ MĚSTA.....	27
7	PLAVECKÝ BAZÉN (MĚSTSKÉ LÁZNĚ).....	28
7.1	ČISTÍCÍ (CHLOROVACÍ) ZAŘÍZENÍ.....	28
7.2	MODELY ÚNIKŮ.....	30
8	MĚSTSKÉ KOUPALIŠTĚ	33
8.1	ČISTÍCÍ (CHLOROVACÍ) ZAŘÍZENÍ.....	33
8.2	MODELY ÚNIKŮ.....	35
8.3	POUŽITÍ CHLÓRU	38
8.4	OPATŘENÍ PŘI NÁHODNÉM ÚNIKU CHLÓRU	38
9	ZIMNÍ STADION OPAVA	40
9.1	CHLADÍCÍ ZAŘÍZENÍ ZIMNÍHO STADIONU	40
9.2	VZNIK LEDOVÉ PLOCHY.....	41
9.3	MODELY ÚNIKŮ.....	41
10	NOWACO	45

10.1	CHLADÍRENSKÉ ZAŘÍZENÍ.....	45
10.2	NEPŘÍMÉ CHLAZENÍ.....	46
10.3	MODELÝ ÚNIKŮ.....	48
10.4	POUŽITÍ AMONIAKU.....	51
10.5	OPATŘENÍ PROTI ÚNIKU AMONIAKU	51
11	ANALÝZA OHROŽENÉHO ÚZEMÍ	52
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
	SEZNAM PŘÍLOH.....	69

1 ÚVOD

V dnešní době se setkáváme všude s nebezpečnými chemickými látkami a to buď v domácnostech, v práci nebo v sociálních a společenských zařízeních jako jsou bazény, koupaliště nebo zimní stadiony, benzínové pumpy, průmyslové společnosti apod. Všechny tyto zařízení jsou z největší pravděpodobností situovány v centru města, kde se nachází nejvíce osob. Největším problémem jsou všechny objekty, které skladují nebo manipulují s opravdu velkým množstvím nebezpečných chemických látek.

I přes veškeré modernizace zařízení, systémů a ochrany, může dojít k provoznímu úniku látek nebo k havárii, která může ohrozit stovky lidských životů nebo může mít těžký dopad na životní prostředí. Velmi často obyvatelé nemají ani základní informace o objektech, způsobu ochrany a co dělat v případě havárie.

Důležitý je postoj provozovatele objektu nebo vedení firmy, jak zajišťují bezpečnost osob před zasažením nebo ohrožením toxickou látkou, ale i organizační opatření při vzniku havárie. K havárii může dojít kdykoliv a můžeme i říct jakkoliv, může to být závada na zařízení, špatná manipulace, přírodní jevy nebo mířený útok osobou nebo skupinou lidí. Jedná se o útoky, které se v poslední době vyskytují častěji.

Všechny bezpečnostní rizika mohou být snížena správnou volbou typu a úrovně zabezpečení těchto zařízení. Vyhotovení modelace úniků, určení ohroženého území, množství uniklého množství a ohrožených objektů. Důležité je seznámení obyvatelstva s následnými výsledky a poučení co v případě havárie dělat a o způsobu ochrany.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části a to na teoretickou část, která je zaměřená na problematiku právních norem, rizika spojená s únikem nebezpečných chemických látek a jejich klasifikací a následné zařazení průmyslových objektů a softwaru pro modelování, kterými jsou Terex a GIS. Druhou částí diplomové práce je praktická část, kde jsou vybrány čtyři hlavní objekty města Opavy, které výrazně ohrožují v případě havárie obyvatelstvo. Následný popis, modelování úniků a analýza ohroženého území.

I. TEORETICKÁ ČÁST

2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY ÚNIKŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK

2.1 Základní pojmy

V úvodu je nutné si připomenout základní pojmy, které je potřeba znát, a týkají se dané problematiky úniků nebezpečných látek.

Riziko – V užším slova smyslu můžeme chápat riziko jako pravděpodobnost vzniku hrozby v případě vzniku závažné havárie. V širším pojetí se riziko definuje jako relace mezi očekávanou ztrátou a neurčitostí uvažované ztráty, tím můžeme říct, že se jedná o pravděpodobnost nebo četnost výskytu v jakémkoliv období a za jakýchkoliv okolností. [29]

Hrozba – Pojem, který můžeme nazvat taktéž jako nebezpečí. Pojem, který se nejčastěji používá v řízení rizik a označuje mnoho negativních předmětů jako jsou události, aktivity, osoby, síly. A tyto negativní předměty mohou ohrozit, poškodit, způsobit ztrátu nějakému aktivu, kterému přiřazujeme hodnotu. [20]

Prevence – U prevence můžeme říci, že obsahuje jak organizační, tak i technické opatření a dále činnosti, které mají za cíl odvrátit nebo předejít haváriím a mimořádným událostem a také vytvořením podmínek, které zajišťují připravenost v případě jejich vypuknutí. [30]

Mimořádná událost – Můžeme popsat jako škodlivé působení sil a jevů, které způsobil svými činnostmi člověk nebo účinky přírodní síly. Mimořádnou událostí můžeme dále nazvat závažnou havárii, která může ohrozit životy osob, zvířat, jejich zdraví, ztráty na majetku a ohrožení životního prostředí. [30]

Závažná havárie – Mimořádná událost, která je úplně nebo jen z části neovladatelná. Dále je časově a prostorově ohraničená a vznikla na objektu nebo zařízení průmyslového charakteru, kde se manipuluje, vyrábí, skladují nebo převáží nebezpečné látky nebo směsi a může dojít k ohrožení lidského zdraví, života zvířat, ohrožení životního prostředí nebo ohrožení budov a majetku. [29]

Analýza rizik – Samotná analýza rizik by nám měla přinést odpověď na otázku, jakým hrozbám je společnost vystavena. Nebo jak jsou vyhodnocená aktiva vůči hrozbám zranitelná nebo jaká může být pravděpodobnost vzniku hrozby a využití zranitelnosti aktiv.

Nebezpečná látka – Za nebezpečnou látku můžeme označovat látku, která má více jak jednu nebezpečnou vlastnost, jako je například dusivost, dráždivost, toxicita apod. [23] Přesná definice nebezpečné látky je uvedena v zákoně č. 224/2015 Sb. o prevenci vzniku

závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a to konkrétně v §2). [20]

Směsi – Jedná se o směs nebo přípravek, který je složen ze dvou a více látek. [23]

Modelování – Je mnohem nižší na náklady než provádění reálného experimentu. Modely máme nejčastěji ve dvou provedeních, a to zaprvé fyzický model, který si můžeme představit jako například 3D objekt, který bude věrnou kopií reálného objektu, na kterém můžeme dále simulovat. A zadruhé to může být model v podobě programu. V případě krizového řízení se nejčastěji používají právě programové modely. Je spousta programů, ve kterých lze díky vstupním dat vypočítat například jak rychle nebo kudy se bude šířit nebezpečná látka v případě závažné havárie. [13, 31, 22]

Simulace – Modelování a simulace jsou velmi úzce spojené pojmy, kde jeden bez druhého nemůžou existovat, a tím pádem by pro krizové řízení neměly význam. Je to dané tím, že v případě simulace potřebujeme nejdřív model, na kterém budeme provádět simulaci. Hlavní výhodou simulace je urychlený průběh procesů, které můžeme nasimulovat během velmi krátké doby a nemusí vždy záležet na výkonu počítače. A díky simulacím můžeme vyzkoušet několik variant a vybrat tu nejlepší, která pro nás může mít největší význam. Simulovat můžeme na základě vstupních dat, jako jsou předpokládaná doba, náklady, zdroje a činnosti. Využití při krizovém řízení je použití simulace pro efektivní prevenci následků havárií z průmyslových mobilních nebo stacionárních zdrojů. [14, 22]

2.2 Legislativa

V 70. letech se při používání nebezpečných látek setkáváme s několika závažnými haváriemi. Jednou z prvních a závažných havárií, která vyvolala zásadní krok k přijetí legislativy zaměřené na bezpečnost s chemickými látkami, je velmi závažná havárie v městečku Seveso na konci 20. století. V Sevesu došlo k poruše chemického reaktoru, při kterém unikl dioxin a výsledná kontaminace prostoru činila až 2 km². Na základě havárie v Sevesu a jiných podobných závažných havárií vznikla a byla přijata mezinárodní směrnice, kterou byla: [32]

SEVESO I

Jedná se o první legislativu, která se věnuje prevenci průmyslových havárií a byla přijata v roce 1982. SEVESO I je direktivita 82/501/EEC on the major-accident hazards of certain industrial activities. Cílem této legislativy bylo zavedení jednotné legislativy mezi státy

Evropy, která se měla týkat prevence a připravenosti na průmyslové havárie a zajištění vhodných opatření v případě mezistátního účinku. [33]

SEVESO II

Další z mezinárodních legislativ týkajících se prevence závažných havárií, která byla přijata po několika novelizacích SEVESO I, a to v roce 1996 jako direktivita 96/82/EC a měla nahrazovat tu původní. SEVESO II obsahovala revize a rozšíření působnosti, nové požadavky na územní a havarijní plánování a zároveň zavedla přísnější kontroly ze strany státních orgánů na dodržování legislativy a požadavků na bezpečnost. [33]

SEVESO III

Další a tím pádem i nejnovější Evropská směrnice týkající se prevence závažných havárií je SEVESO III jako direktivita 2012/18/EU, která vyšla v roce 2012 s platností 13. srpna téhož roku. Jako u předešlých i v této směrnici došlo k velkým změnám. A to hlavně v klasifikaci chemických látek z roku 2008, informovanost obyvatelstva, hlavně přístup k informacím obyvatelstva v blízkosti průmyslových objektů a objektu, které jsou zařazeny do skupiny A, B nebo nezařazené skupiny, efektivnější územní plánování a znovu zpřísnění kontrol ze strany státních orgánů.

Dnes se zdá, že legislativa, která se týká prevence závažných havárií je běžná věc, ale jako i ostatní legislativa muselo i tohle odvětví být objeveno a zdokonalováno a mohlo být následně realizováno. Důležité je si uvědomit, zda se děje dostatečně rychle.

Mezi důležitou českou legislativu patří:

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi. Tento zákon se zabývá strukturou prevence závažných havárií, dále upravuje povinnosti provozovatelů, kteří vlastní nebo využívají zařízení s chemickou látkou. Následně tento zákon ukládá povinnost zpracování havarijních plánů, bezpečnostních dokumentů a náležitosti k jejich schválení. Dále stanovuje orgány, které provádějí kontrolu, informovanost občanů o riziku vzniku havárie a jejich následky. Další částí zákona je povinnost majitele nebo provozovatele vypracovat seznam všech nebezpečných látek a směsí, uvedení jejich následné množství, uvedené v příloze zákona a podle toho pak zařazení do skupiny A nebo B. [27]

Předpis č. 350/2011 Sb., Zákon o některých látkách a chemických směsí a o změně některých zákonů známý také jako chemický zákon.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek známý jako REACH

Zákon č. 239/2000 Sb., zákon o integrovaném záchranném systému, který vymezuje integrovaný záchranný systém (dále jen IZS), složky IZS, jejich působnost a pravomoc. Dále pravomoc a působnost státních orgánů a orgánů územní samosprávy, práva a povinnosti fyzických a právnických osob v případě záchranných a likvidačních prací. [34]

Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení. Zákon stanovuje pravomoc a působnost státních orgánů a orgánů územní samosprávy, práva a povinnosti fyzických a právnických osob, jejich připravenost v případě vyhlášení krizové situace, pokud se nejedná o vojenské krizové stavy a dále ochrany kritické infrastruktury. [35]

3 HAVÁRIE S ÚNIKEM NEBEZPEČNÝCH LÁTEK

V dnešní době se při výrobě látek, materiálu nebo výsledných produktů a to od samotné těžby až po výrobní linku používá spousta nebezpečných chemických látek a směsí. Můžeme do toho zahrnout i údržbu, provoz nebo čištění zařízení a objektů jako jsou bazény, zimní stadióny, potravinářské linky, mrazírny. Při těchto procesech nemůžeme zaručit stoprocentní bezpečnost a funkčnost a kdykoliv může dojít k selhání, ať už vinné osobou člověk, samotný stroj za což může státi stroje, opotřebení, vada materiálu nebo v neposlední řadě přírodní jevy. Všechny antropogenní nebo přírodní jevy mohou být zdrojem každodenní nehody nebo havárií. Při těchto nehodách nebo haváriích dochází k úniku nebezpečných chemických látek a směsí, které vždy ohrožují obyvatelstvo, zvířata, budovy a životní prostředí. A musíme podotknout, že v dnešní době se i spousta nebezpečných látek používají k teroristickým útokům. [20]

3.1 Prevence předcházení havárií

Hlavním úkolem prevence je předcházení vzniku hrozby nebo případně snížit následky vzniku hrozby. Je důležité si uvědomit, že opravdu dobrá a organizovaná prevence je opravdu lepší než odstraňování následků havárie, které jsou časově i finančně náročné nejen tím, že musí být vynaloženy náklady na odstranění následků a následnou rekultivaci okolí, ale i financí z důvodu přerušování výroby. A k nejhorší variantě se vždy řadí ztráta na lidských životech. Jednou z prevencí havárií na průmyslových objektech nebo mobilních zařízeních zaměřené na přepravu nebezpečných látek a směsí je stálý dozor obsluhy, preventivní chování a dodržování řádu a opatření. Ve většině případů mají objekty svůj velicí prostor, který nazývají velín. Odtud je zajištěna elektronická kontrola a vše zpracovává a vyhodnocuje v pravidelných intervalech elektronika, ve všech případech počítač a jeho obsluha. Zpracovává se například tlak v nádržích, hladina a teplota kapalin, vlhkost vzduchu nebo koncentrace látky v prostoru. Mezi další prevenci patří dobře rozmístěné a plně funkční detektory a čidla monitorující úniky a koncentraci látek v ovzduší a jsou napojeny na systém integrovaného záchranného systému. Dále dobře umístěným odvětráváním a odsávacím zařízením, kdy v obou případech na počtu a umístění je důležitá velikost a půdorys místnosti. Další prevencí při předcházení havárie je dobře proškolený tým, který obsluhuje jak kontrolní zařízení, tak provádí samotnou obsluhu systémů. Dalším prvkem je zajištění dobré funkčnosti všech systémů a to prováděním cvičení samostatného objektu nebo za pomoci integrovaného záchranného systému. Důležitou součástí prevence

je také vypracování provozní dokumentace před uvedením do provozu, vypracování technické dokumentace, která zajišťuje například funkci tlakových zařízení a to zda splňují veškeré náležitosti k provozu. [1]

3.2 Havarijní projevy a účinky chemických látek a směsí

Havarijním projevem není pouze toxický nebo ekotoxický účinek látek a směsí nebo doba vystavení látky a směsi, ale může to být i tepelná radiace, exploze a odštěpující se fragmenty nádrže, láhve, objektu při výbuchu, dále tlaková vlna doprovázející výbuch a tím i šíření látky. Toxické látky mohou působit na organismus člověka buď dráždivě, nebo dusivě na dýchací cesty přičemž delší vystavení druhu látky může vést až k smrti. [21] Dále tyto látky mohou způsobit poleptání kůže nebo sliznic či podráždění očí. Výhodou chemických látek používaných v průmyslu, se kterými se nejčastěji setkáváme je to, že jsou těžší než vzduch a šíří se tedy při zemi. Mohou způsobovat omrzliny nebo popáleniny. Toxické zplodiny při hoření chemických látek a směsí mohou být dalším zdrojem ohrožení zdraví. Při každé havárii budou vždy převládat mechanická zranění, jako jsou například odřeniny, zlomeniny nebo řezné rány. [19]

Dalšími a závažnějšími projevy havárie chemických látek a směsí jsou úniky do životního prostředí, spodních vod a půdy, únikem do ekosystémů, následná kontaminace potravního řetězce, kde může být doba expozice delší a tím i závažnější pro obyvatelstvo. Základem zjištění účinků havárie slouží typové činnosti, které dokáží charakterizovat průběh a následky závažné havárie. [20]

3.3 Klasifikace nebezpečných látek

Klasifikaci nebezpečných látek můžeme nalézt v příloze zákona č. 350/2011 Sb., zákon o chemických látkách a chemických směsí a o změně některých zákonů. Kategorie jsou uvedeny následovně:

- Výbušné látky
- Oxidující látky a směsi
- Extrémně hořlavé látky nebo směsi
- Vysoce hořlavé látky nebo směsi
- Hořlavé látky nebo směsi
- Vysoce toxické látky nebo směsi

- Toxické látky nebo směsi
- Zdraví škodlivé látky nebo směsi
- Žíravé látky
- Dráždivé látky nebo směsi
- Senzibilizující látky nebo směsi
- Karcinogenní látky nebo směsi
- Mutagenní látky nebo směsi
- Látky nebo směsi, které jsou toxické pro reprodukci
- Látky nebo směsi, které jsou nebezpečné pro životní prostředí [20,23]

3.4 Objekty skupiny A, B a nezařazené objekty

Jedná se především o objekty, které nakládají s nebezpečnými látkami. A podle množství látky, se kterými nakládají a druhu látky, jsou objekty zařazené do skupiny A nebo B podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií nebo se taktéž může jednat o nezařazené objekty, které nakládají zejména s amoniakem nebo chlórem, například zimní stadion, koupaliště apod. [28]

Skupina A – Řazení objektu do skupiny A navrhuje provozovatel tehdy, jestliže množství nebezpečné látky, se kterým objekt manipuluje nebo skladuje je stejné nebo větší než uvedené v tabulkách zákona 224/2015 Sb. a současně menší než je uvedeno v tabulkách téhož zákona. [27]

Skupina B – Zařazení do skupiny B podá provozovatel jen tehdy, jestliže v jakémkoliv případě množství nebezpečných látek je větší, než je uvedeno v tabulkách zákona 224/2015 Sb. [27]

Nezařazené objekty – Do těchto objektů jsou zařazeny technologická zařízení, která mají takové množství látek a tyto limity nejsou uvedeny v zákoně. Dalšími prvky kategorizace do nezařazeného objektu jsou vlastnosti a množství látek. Nejčastější objekty, které můžeme zařadit do nezařazených objektů jsou zimní stadiony s množstvím látek jako je amoniak do 50 tun, koupaliště a bazény s množstvím chlóru do 10 tun nebo čerpací stanice. V ČR je takovýchto objektů až tisíce a jedná se také o objekty, které mohou být zdrojem rizika vzniku havárie. [28]

4 SOFTWARE PRO MODELOVÁNÍ A SIMULACE

Byly vybrány dva softwary pro modelování a simulaci. Prvním je software Terex, který pomůže k modelování a simulaci úniků nebezpečných látek ve vybraných objektech jako jsou městské koupaliště, městské lázně, zimní stadion a chladiřenská zařízení potravinářské společnosti Nowaco. Bylo zapotřebí získání potřebných dat a poznatků od pověřených osob jak dané systémy fungují, opatření a nedostatky, které posloužily jako vstupní data pro software Terex a následnou simulaci úniků, které jsou možné vidět níže v praktické části. Dalším programem je Geografický informační systém, dále jen GIS, který posloužil pro analýzu ohrožení objektů a osob, kde je zobrazena možná hranice úniků látek a důležité ohrožené objekty. Pro program sloužily jako vstupní data výstupy z Terexu. Opět výsledky je možné vidět v praktické části.

4.1 Terex

Terex je určen pro rychlý odhad následků všech možných havárií, úniků nebezpečných a chemických látek, možných teroristických útoků a útoků konvekčními zbraněmi, jako jsou jaderné a chemické a biologické zbraně. Pro využití jeho plné funkce je potřeba sestavení scénáře mimořádné události. [15]

Tento software je určen pro opravdu rychlé odhady následků všech možných příčin havárií, možné využití jednotky integrovaného záchranného systému, a to buď přímo na místě nebo v řídicím středisku. Výhodou programu je, že poskytuje výsledky i při neúplných vstupních datech. Vždy poskytne nejhorší variantu. [13]

Software Terex má dobrou návaznost na další program a tím je geografický informační systém. Všechny vyhodnocené situace lze zobrazit v mapách a to buď z map prohlížeče Google nebo připojení na Státní mapové centrum. Je důležité připomenout, že je i k dispozici armádní modul, který je určen pro vyhodnocení událostí s použitím zbraní hromadného ničení, chemických, radiačních a biologických zbraní. [13,14]

4.1.1 Modelové situace Terexu

Základem softwaru Terex je devět modelů situací, které můžeme použít a nasimulovat díky nim mimořádnou událost nebo teroristický útok. Dále terex obsahuje seznam nebezpečných látek, jejich fyzikální a chemické vlastnosti, použití a nebezpečnost. [14] Pro praktickou část práce byly vybrány modely PUFF a PLUME. Mezi modelové situace patří:

- PUFF – Jednorázový únik plynu do oblaku / Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
- PLUME – Déletrvající únik plynu do oblaku / Déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
- BLEVE – Ohrožení nádrže plošným požárem
- DIOXIN – Jednorázový únik dioxinu
- JET FIRE – Déletrvající masivní únik plynu se zahořením
- POISON – Otravná látka
- POOL FIRE – Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny
- SPREAD – Šíření prachových částic
- SPREAD EXPLOS – Šíření prachových částic explozí [14]

4.2 Geografický informační systém

Geografický informační systém dále jen GIS, je součástí geoinformatiky, jež je sice nová, ale rychle se rozvíjející metoda. Důležité je si pro začátek představit nějaké mapové dílo, známe atlas nebo turistickou mapu. Převedením těchto tištěných forem do elektronické podoby získáme právě elektronické mapy, ale stále se nejedná o geografický informační systém. [17] GIS umožňuje sběr dat a jejich následnou správu. Tato data označujeme jako prostorová data nebo také geodata. Hlavním úkolem GISu je analýza těchto dat a grafická prezentace výsledků. Jako u předchozího softwaru Terex je podmínkou získání vstupních dat, která se vkládají do geodatabáze a následné provádění složitých analýz se softwarem GIS. Výstupem těchto dat může být buď mapa, kterou můžeme znát v elektronickém nebo papírové podobě, dále to může být trojrozměrný model prostředí nebo konkrétní animace jevu. [16]

Nedílnou součástí geografického informačního systému jsou následující komponenty:

- Hardware
- Software
- Data
- Pracovníci
- Soubor metod pro následnou práci s daty [16,17]

Vstupní data pro GIS:

- Letecké snímky (rastr)
- Družicové snímky (rastr)
- Laserové skenování (vektor)
- GPS měření (vektor)
- Naskenované podklady (rastr)
- Databáze s prostorovými daty (rastr) [17]

Praxe v GIS je velmi složitá, jeho úkoly se rozpadají na menší úkoly, které je potřeba vyřešit dřív než se dostanou k řešení komplexního problému. Prvním krokem je získání vstupních dat, jejich uložení do databáze. Další úlohou je kontrola vstupních dat a zajištění jejich správnosti. Dále přichází analýza vybraných dat a snaha získání výsledků, které vyžadujeme a budou prezentovány pomocí elektronických map, 3D modelů, plastické a reliefní mapy nebo mapy v tištěné podobě. Důležitou poznámkou je, že analýza se provádí nejčastěji pomocí softwaru GIS, kterému je důležité pokládat prostorové dotazy, které jsou buď jednoduché, složitější nebo vyžadují komplexní analýzu. [18]

4.2.1 Data a typy dat

Data hrají hlavní roli v celém systému. Čím kvalitnější data, tím kvalitnější vstupní data. Všechny získaná data lze zpracovávat a následně prezentovat pomocí funkcí GIS a ty dále lze využít v plánování a realizaci projektu. Data, se kterými GIS pracuje, nazýváme geodata. Tyto geodata se skládají z jednotlivých geoobjektů a obecně se data v GIS dělí na geometrická data a negeometrická data, všechny tyto data díky jejich techničnosti můžeme dále členit. [37]

Geometrické data

- **Vektorový datový model** – jedná se o typy objektů na zemském povrchu zakreslené v podobě bodu (například strom), linie (například řeka, pozemní komunikace) a polygon (například jezero). [17]
- **Rastrový datový model** – model, který zobrazuje povrch země v pixelech. Jsou to prostorové informace, které udávají pozice, tvar a barvu. [17]

Negeometrické data

- **Atributová data** – tyto data popisují negeometrické vlastnosti objektu (prvku) a jsou vždy uloženy v tabulce neboli atributové tabulce (počet obyvatel, nadmořská výška apod.) [17]
- **Časové informace** – jsou-li tyto data použita, přidávají do systému dynamické vlastnosti, jako jsou například možnosti animace nebo aktuálnost stavu apod. [17]

4.2.2 Využití GIS v ochraně obyvatelstva

Jak je známo, problematiku ochrany obyvatelstva řeší hned několik orgánů a složek a díky tomu geografický informační systém zde nalézá široké využití. Nejčastější využití má u Hasičského záchranného sboru ČR, ale také u ostatních složek integrovaného záchranného systému nebo v krizovém řízení v podobě havarijních plánů nebo pro účely operačního řízení jako jsou poplachové plány.

Hasičský záchranný sbor ČR – Software GIS využívá HZS již patnáct let a za tu dobu prošel GIS řadou transformací a zdokonalení celého systému. A díky tomu může HZS rychle lokalizovat místo úniku a předejít tak následkům krizové situace. Další služby, které GIS poskytuje, mohou být připravenost, zmírnění škod, odstraňování následků a schopnost adekvátně reagovat na mimořádnou událost. [36]

Zdravotnická záchranná služba – GIS a jeho využití je stejný jako u HZS. Software se v největší části používá k rozmístění výjezdových míst záchranné služby, jelikož stejně jak u hasičů i u záchranné služby je důležité co nejkratší doba příjezdu. Dále slouží k navigaci operátorů jednotku v terénu díky náročnosti terénu, ucpaných hlavních tepen pozemní komunikace a největšímu pohybu chodců. [36]

Policie ČR – V rámci Policie ČR GIS poskytuje informace k řešení trestných činů. Tím je myšleno místo, kde byl trestný čin spáchán, pachatel a záznamy trestných činů nebo přestupků, díky těmto informacím, lze uvést místa s největší kriminalitou a tím pádem může posloužit k rozmístění hlídek nebo k informovanosti obyvatelstvu pro jejich bezpečnost. GIS pomáhá v oblastech sběru dat, sledování osob a vozidel, dopravní a zásahové analýzy, rozmístění policejních hlídek. [36]

4.2.3 Hlavní uživatelé GIS

Geografický informační systém má své uživatele mimo rámec zájmů běžných aplikací informační technologie. Největší uživatelé GIS jsou:

- Školství – jedná se o výcvikové a simulační projekty, pro lepší představu fungování softwaru GIS.
- Geologie – mapování krajiny, dále geologické mapování pro postup těžby.
- Zemědělství – nejčastější využití pro kontrolu půdy a to konkrétně ve správě lesů ČR, kdy se evidují obrovské parcely lesů.
- Ochrana životního prostředí – využití GIS pro identifikaci a evidenci černých skládek, monitoring zdrojů hluku a kvality ovzduší a k dnešnímu dni můžeme započítat i vodohospodářské modelování v případě krizových stavů.
- Státní správa a samospráva – jedná se o druhého největšího uživatele GIS. Využití v rámci rozvíjení města a rozšiřování obvodu se GIS používá na začleňování nové stavby a soupis nemovitostí, dokumentace chráněných oblastí a památkových zón. Řízení, kontrola a stanovení vytíženosti komunikací.
- Obrana státu, armáda – armáda je největší uživatel softwaru, který využívá pro logistický rámec obrany státu a plánování cvičení. Dále můžeme s přesností říci, že armáda disponuje modernější technikou a tím pádem má lepší mapové dílo, které je vytvořeno s větší přesností a detailem než civilní. [18]

5 CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tato kapitola je zaměřena na cíle vytyčené v diplomové práci. Dále kapitola popisuje metody, které byly k dosažení stanovených cílů použity. Název diplomové práce je Analýza rizik úniků nebezpečných látek v obci. Cíle diplomové práce je zmapovat hrozby plynoucí z možných úniků nebezpečných chemických látek z vybraných objektů na území města Opavy. Práce řeší také dílčí cíle, kterými je implementace získaných poznatků do GIS pro potřeby na území obce Opava.

Teoretická část je zaměřená na problematiku právních norem z oblasti nebezpečných chemických látek a směsí, rizika spojená s únikem nebezpečných chemických látek a směsí, účinky a projevy látek při haváriích a klasifikaci látek a zařazení průmyslových objektů. Dále se teoretická část zaměřuje na software Terex a geografický informační systém, kde jsou popsány základy softwaru, účel použití a nejčastější uživatelé. K tomu byla využita práce s literaturou, analýza vědeckých článků a studie k dané problematice. To vše bylo vyhledáno a reálně použito pro diplomovou práci.

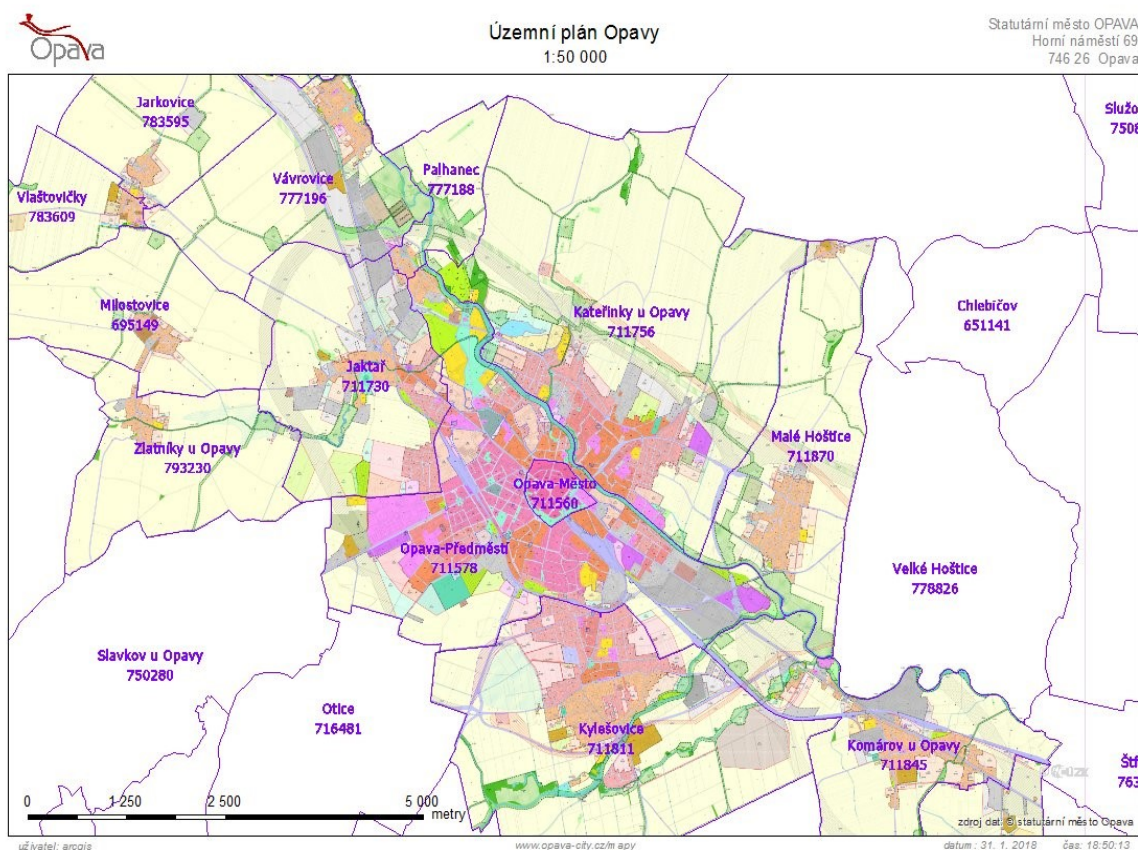
V praktické části bylo zapotřebí vybrat objekty k posouzení současného stavu, zjištění informací o provozu a nakládání s chemickými látkami v rámci konzultací s pověřenými osobami. Které dále slouží k dalšímu postupu práce, s čím byla spojena i metoda pozorování pro lepší pochopení. Dále vědecký popis objektů a objasnění funkčnosti systémů, které nakládají s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi v objektech. Následná explance a měření k získání vstupních dat pro další metody k dosažení cílů práce.

Dále bylo zapotřebí modelování úniků nebezpečných chemických látek z vybraných objektů a to konkrétně za použití softwaru Terex 1.1.0. Každý z vybraných objektů podstoupil dvojím modelováním v případě teroristického útoku a děletrvajícího úniku v případě poškození nebo závadě na zařízení. Výstupní data modelace byly využity pro následnou modelaci ohrožených objektů a ohroženého území za pomoci softwaru geografického informačního systému a to konkrétně QGIS 2.18.18. Kde byla jako základní data použita databáze OpenStreetMap. Byly analyzovány ohrožené objekty, rozsah ohroženého území a přibližný počet osob, které by v případě havárie bylo nutné evakuovat z místa a okolí havárie. V poslední řadě bylo spojení všech poznatků v závěru. V diplomové práci byly využity poznatky, zkušenosti, ústní dotazování a materiály pana Petra Mikesky, vedoucího provozovny rekreačně-hygienické služby a technických služeb Opava s.r.o. a vedení strojní bezpečnosti společnosti Nowaco.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 STATUTÁRNÍ MĚSTO OPAVA

Město Opava se nachází v Moravskoslezském kraji, konkrétně na severovýchodě ve Slezsku. Jedná se o okresní město, pod které spadají městské části, kterými jsou Kateřinky, Komárov, Kylešovice, Opava-město, Předměstí, Jaktař, Zlatníky u Opavy, Milostovice, Vlaštovičky, Jarkovice, Vávrovice a Palhanec. Následné rozložení částí města lze vidět na obrázku č. 1 [2]



Obrázek 1 Územní plán Opavy [Zdroj: Územní plán Opavy]

Město leží na řece Opava mezi Nízkým Jeseníkem, kde se nachází velká zásobárna vody přehrada Kružberk a Poopavskou nížinou o rozloze 90 km². Opava se rozkládá od nadmořské výšky 236,5 m n. m. až po nejvyšší bod Hůrka, který leží ve výšce 529,8 m n. m. Město je střediskem vyšší správy, školství, kultury a sportu na vysoké úrovni. [3]

6.1 Demografie obyvatelstva

V níže uvedené tabulce jsou počty obyvatel v daných lokalitách města, které v případě úniků nebezpečných látek vybraných objektů mohou být ohroženy na životech. Týká se to částí centra města Opavy, Předměstí a Kateřinek.

Tabulka 1 Počet obyvatel podle části ohroženého území obce

Počet obyvatel podle částí ohroženého území obce	
Centrum města	4 482 obyvatel
Předměstí	22 228 obyvatel
Kateřinky	14 000 obyvatel

6.2 Ohrožení důležitých částí města

Prvkem kritické infrastruktury je především stavba, zařízení, prostředek nebo veřejná infrastruktura. Subjekt kritické infrastruktury odpovídá za ochranu prvku kritické infrastruktury. A je povinen vypracovat plán krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury. Co se týče vybraných částí města a okolí vybraných objektů pro praktickou část diplomové práce se jedná o:

- kontinuity státní správy a samosprávy,
- narušení odpadového hospodářství,
- dopravní infrastruktury,
- komunikačních a informačních systémů,
- nouzových služeb jako je Policie ČR nebo HZS,
- zdravotnické veřejné služby,
- zásobování potravin,
- sociálních a pohřebních služeb. [26]

Za vše odpovídá subjekt kritické infrastruktury, kterým je město. Dále to mohou být socio-ekonomické dopady, jako jsou ekonomické ztráty, ztráty v zemědělství, sociální nepokoje, poškození kulturních památek, škoda na životním prostředí a to především únik do kanalizace, kontaminace půdy a podzemních vod. Nebo se může jednat o materiální škody. Škody na technologickém zařízení provozovatelů, škody na objektech a zařízení v okolí havárie (obydlí, komerční zařízení, průmyslová zařízení, státní nebo veřejné budovy). [26]

7 PLAVECKÝ BAZÉN (MĚSTSKÉ LÁZNĚ)

Městské lázně je sportovním a rekreačním zařízením, které je majetkem Statutárního města Opava a poskytuje své služby především veřejnosti a hlavně školním zařízením okresu. Lázně jsou v nepřetržitém provozu celý rok, jelikož se jedná o zastřešené prostory. Jedná se o historickou budovu, která dnes patří k novodobé památce města. V roce 2007 prošla celá budova rekonstrukcí, následně i čistící a chlorovací zařízení v částce 52 mil. Kč. Konkrétní lokace lázní je ulice Zámecký okruh v Předměstí. [4]

7.1 Čistící (chlorovací) zařízení

Chlorování bazénu je běžnou procedurou k dosažení čistoty vody a ke zničení množství organismů, které může být v množství vodě obsaženo. Co se týče Opavských lázní, mají své chlorovací zařízení a množství chlóru, které je možné používat a skladovat zároveň. Vše je zabezpečeno legislativou v zákoně č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví a nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006, které upravuje používání chemických látek.

Městské lázně mají provozovnu a sklad zároveň v jedné místnosti, tzv. malou chlorovnu, dostatečnou ventilací a detekčním zařízením chlóru a v případě úniku i individuální ochranou. V chlorovně se nachází maximálně 4 láhve plynného chlóru o objemu 60 kg, celkově tedy 240 kg. Úniky chlóru, co se týče bazénu, nejsou zaznamenány. Největší nebezpečí přichází při manipulaci s láhvemi (zapojení, přemístění a ukládání). Zařízení pracuje na bázi vstříknutí plynného chlóru při průtoku vody ventilem. V rámci bezpečnosti osob v bazénu je při průtoku kontrolována hodnota chlóru injektorem. Na chlorovnu dohlížejí proškolení pracovníci, kteří mají každé 3 roky školení a provádí 1x ročně revizi na zařízení. Podrobnější informace o chlóru jsou uvedeny v chemických listech.



Obrázek 2 Tlakové láhve plynného chlóru [Zdroj: vlastní]



Obrázek 3 Zařízení vstřikování chlóru [Zdroj: vlastní]

7.2 Modely úniků

V následující kapitole jsou v tabulkách uvedeny hodnoty jednotlivých modelových situací a celkový výstup ohrožené oblasti. Pro následné modely bylo zapotřebí získat data od ověřených a proškolených osob obsluhujících zařízení, které byly implementovány do softwaru Terex. Tyto data následně pomohla k získání výsledků, které je možné vidět níže. Byly vybrány dvě situace. První jednorázový únik chlóru, který je skoro nepravděpodobný, ale v případě provedení může být fatální. A druhá situace je dlouho trvající únik plynu do oblaku, který je nejpravděpodobnější a to díky špatné manipulaci s láhvemi, špatné utěsnění nebo závada na ventilu. U modelu č. 1 a 2 jsou vstupní data stejná pro místo Městské lázně.

Tabulka 2 Vstupní data modelů úniku č. 1 a 2

Společná vstupní data – model PUFF	
Rychlost větru v přízemní vrstvě	6 m/s
Pokrytí oblohy oblaky	12,5 %
Doba vzniku a průběh havárie	Den – Léto
Typ atmosférické stálosti	C – izotermie
Typ povrchu ve směru šíření látky	Obytná krajina

Model č. 1 – Jednorázový únik chlóru do oblaku

Základní vstupní data pro jednorázový únik chlóru do oblaku u městských lázní jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka 3 Vstupní data modelu úniku chlóru u lázní č. 1

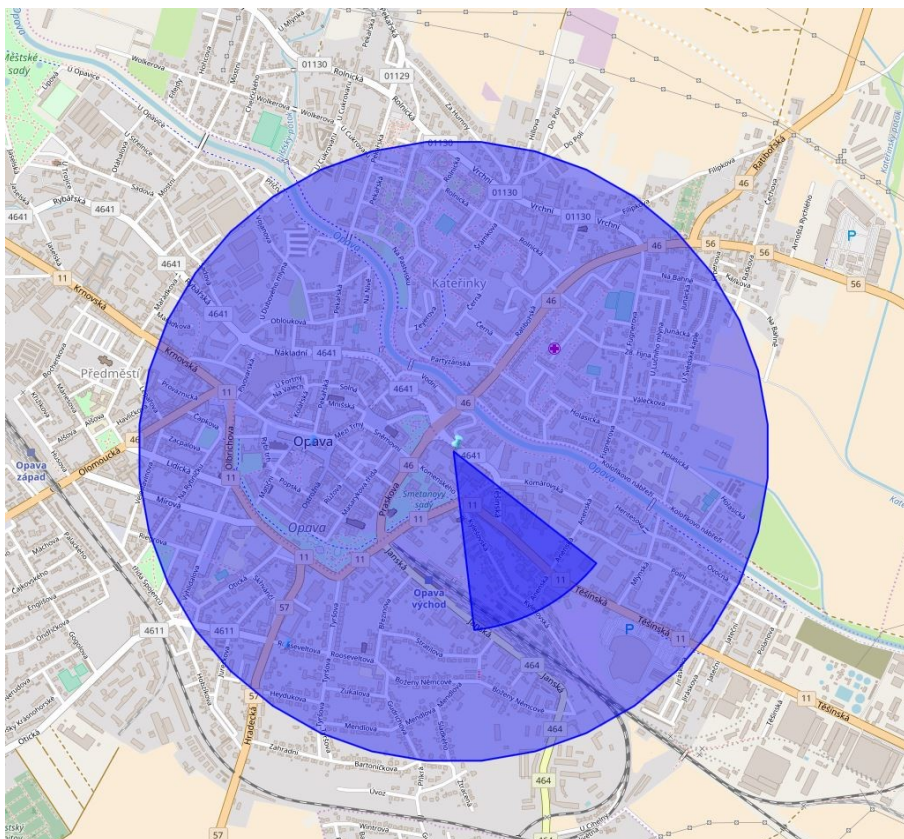
Jednorázový únik chlóru do oblaku – model PUFF	
Celkový objem nádrží	240 kg

Výstupní data modelu č. 1

Výstupní data jednorázového úniku s objemem 240 kg plynného chlóru s následnou mapou ohrožené oblasti úniku na obrázku č. 4.

- Ohrožení osob toxickou látkou: 639 m
- Evakuace osob do vzdálenosti: 639 m

- Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku: 1104 m
- Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy



Obrázek 4 Mapa jednorázového úniku u bazénu modelu č. 1

Model č. 2 – Déletrvající únik chlóru do oblaku

Základní vstupní data pro déletrvající únik chlóru do oblaku jsou uvedeny u městských lázní v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Vstupní data modelu úniku chlóru u lázní č. 2

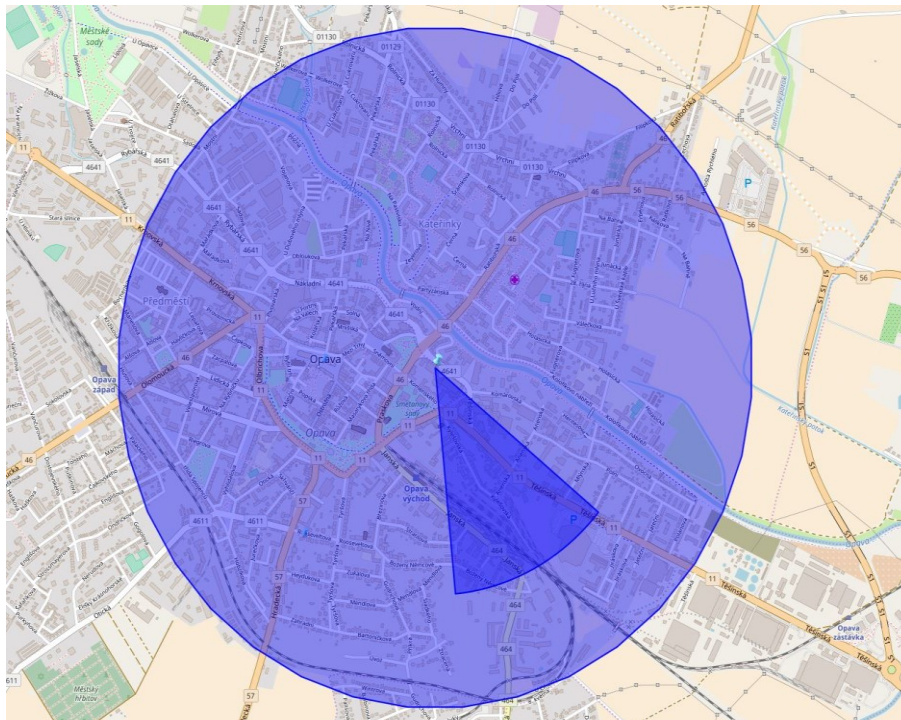
Déletrvající únik chlóru do oblaku – model PLUME	
Přetlak v havarovaném zařízení	600 kPa
Průměr únikového otvoru	0,05 m

Výstupní data modelu č. 2

Výstupní data pro modelovou situaci déletrvajícího úniku chlóru do oblaku s následnou mapou ohrožené oblasti úniku na obrázku č. 5.

- Ohrožení osob toxickou látkou: 944 m

- Evakuace osob do vzdálenosti: 944 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku: 1416 m
- Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy



Obrázek 5 Mapa déletrvajícího úniku u bazénu modelu č. 2

Prvním objektem, který byl vybrán pro první dvě modelace, jsou městské lázně Opava. Byla vybrána obytná krajina a roční období léto, kdy jsou městské lázně nejvyužívanější. U jednorázového úniku s objemem 240 kg chlóru v lahvích je nezbytná evakuace osob z ohroženého území 639 m od centra úniku. V případě déletrvajícího úniku chlóru do oblaku je nezbytná evakuace, která musí být provedena 944 m od centra úniku.

8 MĚSTSKÉ KOUPALIŠTĚ

Městské koupaliště Opava je situováno v městských sadech. Nevýhodou objektu je, že se nachází v oblasti lemující velký městský park, zahrádkářská oblast a je velmi blízko velkých chladírenských zařízení potravinářského průmyslu. Poprvé bylo otevřeno v roce 1931 a jen jednou bylo mimo provoz, a to v době roku a půl při velkých povodních v roce 1997. V areálu se nachází bazén, který je rozdělen na dvě části. Jednou částí je plavecký bazén a druhou částí je dětské brouzdaliště. Následně je celý bazén lemován brouzdalištěm, kde je voda vyhřívána. Kapacitou koupaliště je 6000 osob za den. [5]



Obrázek 6 Vnější strana budovy koupaliště [Zdroj: vlastní]

8.1 Čistící (chlorovací) zařízení

Chlorovací zařízení funguje na stejné bázi jako v městských lázních, výjimkou je množství vstřikovaného chlóru při průtoku vody, kontrola chlóru je taktéž injektorem. Taktéž je řešen i legislativní rámeček. Prevence úniků je řešena stejně detekčním zařízením, kontrolou a manipulací proškoleného personálu. V městském koupališti se nachází tzv. velká chlorovna, která se dělí na aktivní část a sklad. Sklad obsahuje 10 skladovaných lahví a 4 další lahve v aktivní části o objemu 60 kg, celkově 840 kg plynného chlóru. Obě části obsahují přízemní detektory a manuální odvětrávání v případě úniku. Dále v případě zahájení sezóny je možné uskladnit až 14 lahví a další 4 lahve, které zůstávají v aktivním režimu. Jedna

láhev v aktivním režimu vydrží přibližně 3 dny při pravidelné chloraci. Při dopouštění bazénu nebo výměně vody jedna láhev vydrží 1 den. Monitorován byl jen jeden velký únik chlóru 6 lahví při špatném uzavření láhví, zamořen byl celý objekt koupaliště. Na místo byly povolány jednotky HZS, které následně provedly odvětrávání a čištění objektu.



Obrázek 7 Zařízení kontroly a vstřikování [Zdroj: Vlastní]



Obrázek 8 Sklad lahví s odvětráváním [Zdroj: Vlastní]

8.2 Modely úniků

V této kapitole stejně jako u předchozího objektu jsou v tabulkách uvedeny hodnoty jednotlivých modelových situací a celkové výstupy ohrožené oblasti. Pro následné modely bylo zapotřebí získat data od ověřených a proškolených osob obsluhujících zařízení, které byly implementovány do softwaru Terex. Tyto data následně pomohla k získání výsledků, které je možné vidět níže. Byly znovu vybrány dvě situace, první jednorázový únik chlóru, který je nepravděpodobný, ale v případě provedení může být fatální. Druhá situace je dlouho trvající únik plynu do oblaku, který je nejpravděpodobnější, a to díky špatné manipulaci s láhvemi, utěsnění nebo závada na ventilu. U modelu č. 1 a 2 jsou vstupní data stejná pro místo Městské koupaliště.

Tabulka 5 Vstupní data modelů úniků č. 1 a 2

Společná vstupní data - model PUFF	
Rychlost větru v přízemní vrstvě	6 m/s
Pokrytí oblohy oblaky	0%
Doba vzniku havárie	Den – Léto
Typ atmosferické stálosti	C – izotermie
Typ povrchu ve směru šíření látky	Obytná krajina

Model č. 1 – Jednorázový únik chlóru do oblaku

Základní vstupní data pro jednorázový únik chlóru do oblaku v tabulce č. 6

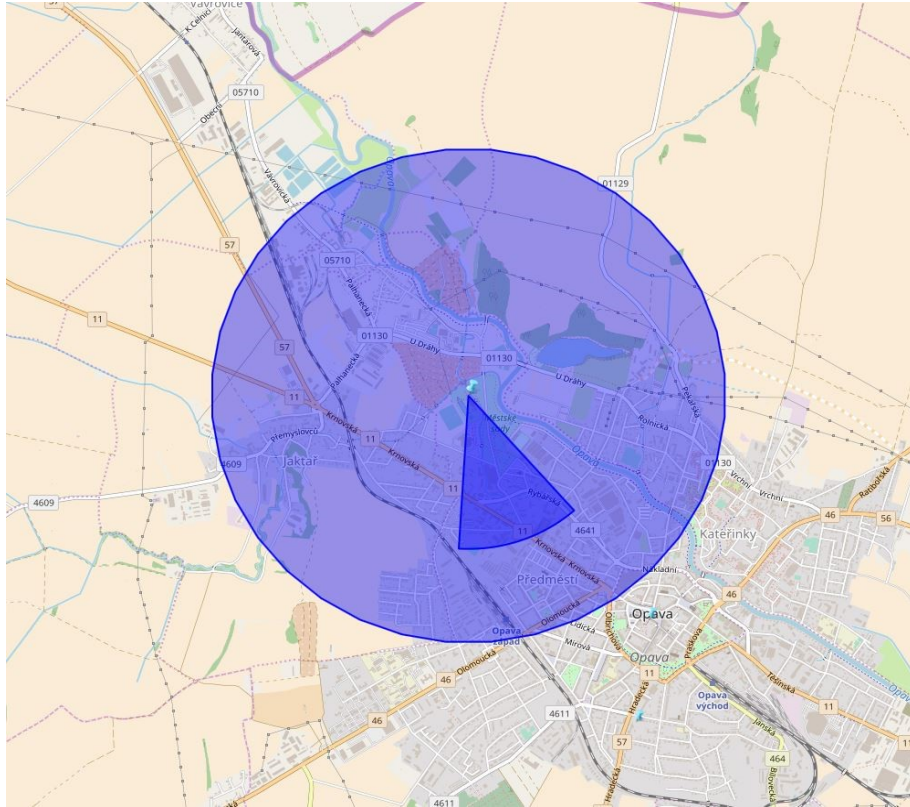
Tabulka 6 Vstupní data modelu úniku chlóru u koupaliště č. 1

Jednorázový únik chlóru do oblaku – PUFF	
Celkové uniklé množství plynu	840 Kg

Výstupní data modelu č. 1

Výstupní data jednorázového úniku s objemem 840 kg plynného chlóru s následnou mapou ohrožené oblasti úniku na obrázku č. 9.

- Ohrožení osob toxickou látkou: 1079 m
- Evakuace osob do vzdálenosti: 1079 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku: 1740 m
- Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy



Obrázek 9 Mapa jednorázového úniku u koupaliště model č. 1

Model č. 2 – Déletrvající únik do oblaku chlóru do oblaku

Základní vstupní data pro jednorázový únik chlóru do oblaku v tabulce č. 7

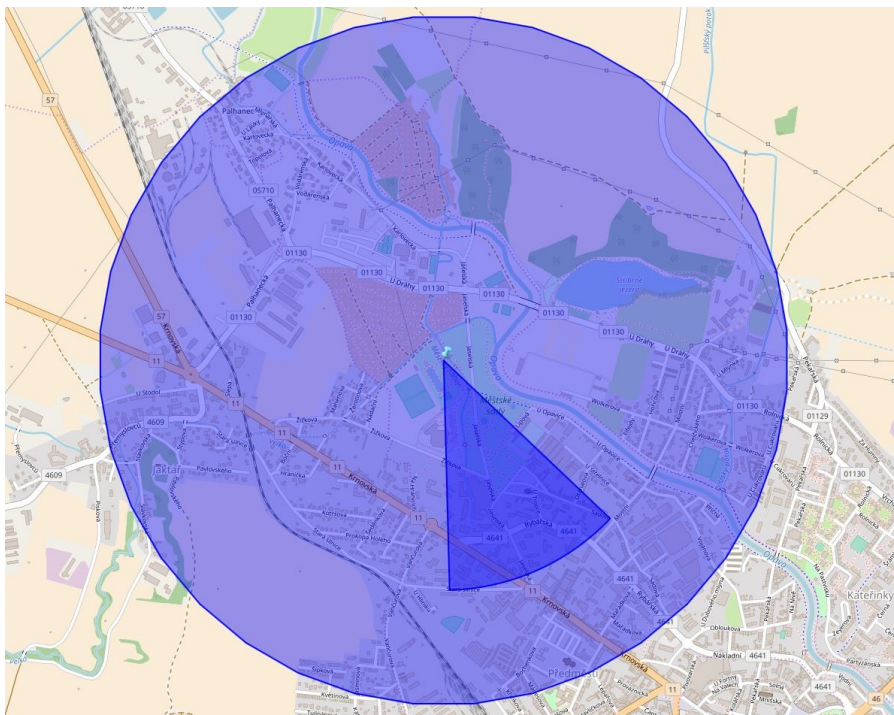
Tabulka 7 Vstupní data modelu úniku chlóru u koupaliště č. 2

Déletrvající únik chlóru do oblaku - PLUME	
Přetlak v havarovaném zařízení	600 kPa
Průměr únikového otvoru	0,05 m

Výstupní data modelu č. 2

Výstupní data pro modelovou situaci déletrvajícího úniku chlóru do oblaku s následnou mapou ohrožené oblasti úniku na obrázku č. 10.

- Ohrožení osob toxickou látkou: 944 m
- Evakuace osob do vzdálenosti: 944 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku: 1416 m
- Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy



Obrázek 10 Mapa déletrvajícího úniku u koupaliště modelu č. 2

V případě druhého vybraného objektu, kterým je městské koupaliště Opavy, byla modelace provedena v obou případech v létě, kdy je objekt v provozu a taktéž v obytné zóně. U první modelace při jednorázovém úniku o objemu 840 kg chlóru v přetlakových lahvích je nezbytná evakuace osob do 1079 m od centra úniku. V druhém případě při déletrvajícím úniku chlóru do oblaku je nezbytná evakuace obyvatelstva od centra úniků 944 m.

8.3 Použití chlóru

Použití chlóru je různorodé a to od výroby chlorovaných polymerů, rozpouštědel pro organickou a anorganickou chemii až po nejznámější využití a tím je chlorace, desinfekční prostředek pro desinfekci bazénu, koupališť, městských a odpadních vod. Jednou z nevýhod chlóru jsou negativní účinky na vodní organismy. Dále se může používat v potravinářství a zemědělství nebo v papírenském průmyslu. Při používání k chloraci bazénů a městských koupališť musí být bráno v úvahu kolik lidí se v daném místě pohybuje a jaké následky by byly v případě úniku. [6,7]

8.4 Opatření při náhodném úniku chlóru

V našem případě, je také vhodné uvést opatření při náhodném, dlouhotrvajícím úniku, jakožto nejpravděpodobnější situaci úniku. V takovém případě musí být nejdříve evakuo-

vány osoby z místa úniku, vyhraničení prostoru a zamezení vniknutí osob do kontaminovaného prostoru. V případě evakuace je dobré použití ochranných pomůcek, dýchacích cest, očí a těla. Dalším opatřením je držet tlakové láhve, ve kterých je obsažen kapalný/plynný chlór mimo zdroje tepla nebo otevřeného ohně a tím jsou dobře provzdušněné, chladné místnosti s detektorem úniku. Je důležitá pravidelná kontrola lahví a ventilů, aby nedocházelo k úniku chlóru pomocí par čpavkové vody. [6]

9 ZIMNÍ STADION OPAVA

Zimní stadion Opava je jeden z nejstarších zimních stadiónů v České republice a nejstarší zastřešený stadion vůbec. Opavský stadion patřil k době svého vzniku k tomu nejlepšímu, co bylo k dispozici. Na místě, kde stadion vznikl se bruslilo více než 150 let, a to na minulé ledové ploše, která byla upravena na umělé vytvořené vodní nádrži. V rámci postavení kompletního zastřešeného zimního stadionu pomohly v roce 1950 nově postavené chladírny, které mohly poskytovat chladivo. V rámci poskytování chladiva z chladíren Nowaca trvá dodnes a je dodáváno potrubím pod hlavní silnicí. Kompletní dokončení stadionu bylo v roce 1961 a měla kapacitu 8000 lidí. V dnešní době jeho kapacita zahrnuje 6000 osob a to od roku 2015, kdy bylo legislativně opatřeno zacházení s chladivem a modernizace zařízení chladicího okruhu. Avšak stále zůstává na přímém chlazení. Stadion se nachází na předměstí Opavy [11]

9.1 Chladicí zařízení zimního stadionu

Ve většině případů se používají kompresorové chladicí systémy, které se skládají ze čtyř základních částí a to kompresorem, kondenzátorem, škrťícím prvkem a výparníkem. Ostatní prvky se používají pro vylepšení chladicího okruhu, jako je například zabezpečení nebo pro hospodárnost provozu. Ke dnešnímu dni jsou používány dva základní typy chlazení ledových ploch zimních stadiónů a to:

- Přímé – jedná se o chlazení zapojené v jednostupňovém okruhu
- Nepřímé – chlazení tvořené dvoukruhovým zařízením. [10]

K vybranému objektu je přiřazeno přímé chlazení ledové plochy, kterým disponuje. U tohoto typu chlazení je použité chladivo rozváděno potrubím v ledové ploše a tedy prostředí, do kterého se chladivo vypařuje je přímo ledová plocha. Stáří zařízení se pozná prosakováním hnědých skvrn ledovou plochou. Platí zde základní princip tepelné bilance. Výhodou tohoto chlazení je jeho nízká energetická spotřeba. Náročnost využití chladiva je příliš vysoká, a tím se zvyšuje riziko v jeho případě úniku chladiva, ohrožení osob v prostoru a únik do okolí, dále pořizovací cena chladiva a jeho údržba. Ve vybraném objektu je jako chladivo čpavek a jako chladivo je ho zapotřebí v přímém chlazení od 2000 – 4000 kg. [10] V zimním stadionu v Opavě se čpavek pohybuje ve 3500 kg ve dvou nádržích. Tento typ chlazení se používá nejčastěji u starších stadiónů nebo u stadiónů, kde byla zachována při rekonstrukci ledová plocha. U moderních stadiónů se používá i nepřímé

chlazení, které není tak náročné pro chladivo. Přes mnohem větší finanční prostředky na údržbu a proces chlazení a nejsou tak účinné, proto se někdy přechází zpět na přímé chlazení, které dokáže udržet ledovou plochu i v létě.

9.2 Vznik ledové plochy

Vznik ledové plochy je velmi obtížný. Při stavbě kluziště je důležité dobře prostory budoucí ledové plochy odizolovat, aby do prostoru neunikalo příliš chladu, což by znamenalo velké energetické ztráty. Následně po odizolování je základní vrstva zalita betonem, položeny trubky výparníku a znovu zalita betonem. Samozřejmostí je dokonale rovná plocha zalitá betonem, od kterého se následně odvíjí kvalita plochy. [8]

Před výrobou ledové plochy se beton musí nachladit a to na -7°C . Poté se začíná s nástříkem, nepoužívají se klasické proudnice, ale rozstřikovače. Voda je rozprašována do vzduchu a následně dopadá v podobě kapek na plochu. Předtím je voda upravována na vodu destilovanou. Celková tloušťka se uvádí na 3,5 cm a nástříky se provádí po 1 cm. Výsledek rolba seřízne a uhladí. Výdrž ledu závisí na okolních podmínkách, teplotě, tlaku, vlhkosti.

9.3 Modely úniků

Pro tyto modely úniků byl vybrán objekt zimního stadionu s jinou nebezpečnou látkou, a to konkrétně čpavkem. Bylo zapotřebí získání potřebných dat od oprávněných osob, operujících na zařízení, pro vložení do softwaru Terex. Dále byly vybrány dvě modelové situace, v prvním případě se jedná o jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku. Druhým modelem je déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku. U jednorázového úniku to může být mířený útok skupinou, jedincem nebo exploze zásobníku a u déletrvajícího úniku může být příčina závada na zásobníku, ventilu nebo potrubí. Pro model č. 1 a 2 jsou vstupní data stejná u objektu zimního stadionu.

Tabulka 8 Vstupní data modelů úniků č. 1 a 2

Společná vstupní data - PUFF	
Teplota kapaliny v zařízení	25°C
Rychlost větru v přízemní vrstvě	1,5 m/s
Pokrytí oblohy oblaky	12,5%
Doba vzniku a průběhu havárie	Den – Léto
Typ atmosferické stálosti	A – konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky	Obytná krajina

Model č. 1 – Jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Základní vstupní data pro jednorázový únik amoniaku do oblaku u zimního stadionu jsou uvedeny v tabulce č. 9.

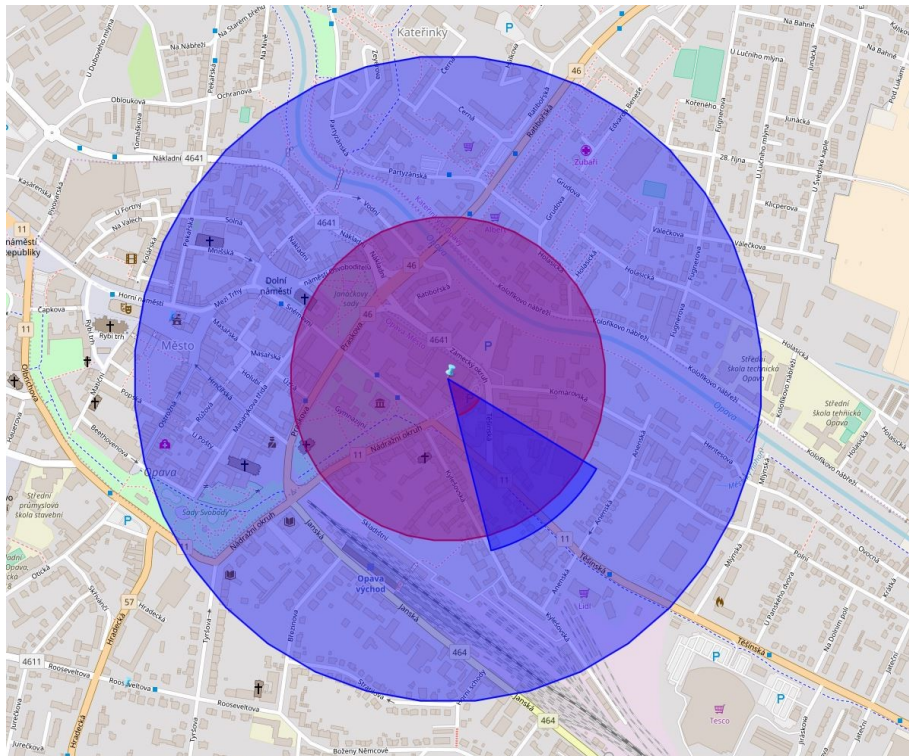
Tabulka 9 Vstupní data modelu úniku u stadionu č. 1

Jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku - PUFF	
Celkové uniklé množství kapaliny	3500 kg

Výstupní data modelu č. 1

Výstupní data pro jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku a následné znázornění ohroženého území na mapě, obrázek č. 11.

- Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku (nutná evakuace osob): 75 m
- Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním (nutný odsun osob): 192 m
- Závažné poškození budov (nezbytná evakuace osob): 143 m
- Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem (doporučená evakuace osob): 320 m
- Ohrožení osob toxickou látkou (nezbytná evakuace osob): 350 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace od vzdálenosti úniku: 638 m



Obrázek 11 Mapa jednorázového úniku amoniaku stadion

Model č. 2 – Déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Základní vstupní data pro déletrvající únik amoniaku u zimního stadionu jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tabulka 10 Vstupní data modelu úniku u stadionu č. 2

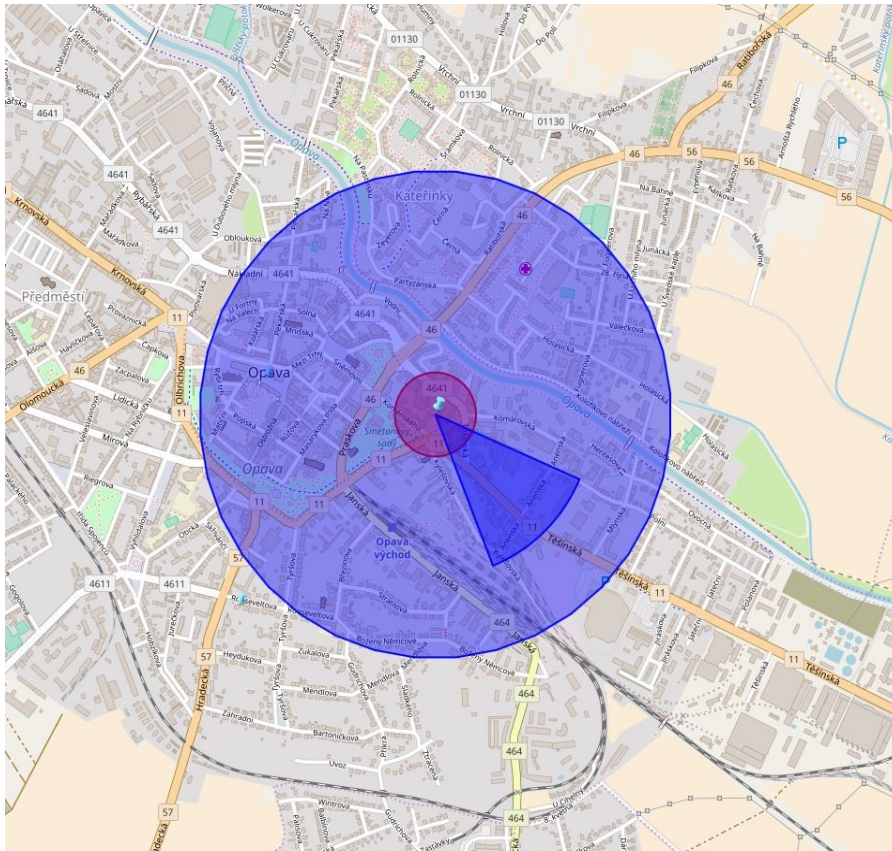
Déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku - PLUME	
Přetlak v havarovaném zařízení	101 kPa
Průměr únikového otvoru	0,055 m
Výška hladiny kapaliny v zařízení	0,7 m

Výstupní data modelu č. 2

Výstupní data pro déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku a následné znázornění ohroženého území na mapě, obrázek č. 12.

- Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku (nezbytná evakuace): 19 m
- Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním (nezbytná evakuace): 74,5 m
- Závažné poškození budov (nezbytná evakuace): 51,5 m
- Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem (doporučená evakuace): 133,5 m

- Ohrožení osob toxickou látkou (nezbytná evakuace): 517 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace od vzdálenosti úniku: 775,5 m



Obrázek 12 Mapa déletrvajícího úniku amoniaku stadion

U objektu byly modelovány dvě situace. V prvním případě jednorázový únik amoniaku s rychlým odparem do oblaku o objemu 3500 kg, kdy dochází přímým prošlehnutím oblaku do vzdálenosti 75 m a je nutný odsun osob do vzdálenosti 350 m od místa úniku. Dále déletrvající únik amoniaku s rychlým odparem do oblaku, kdy hrozí přímé prošlehnutí oblakem do vzdálenosti 19 m a je nezbytné evakuovat obyvatelstvo od místa úniku do vzdálenosti 517 m.

10 NOWACO

Jedná se o společnost v područí velké korporace Bidfood. Nowaco je potravinářská společnost zaměřená na výrobu mražených výrobků, které známe a setkáváme se s nimi denně. Nachází se v Opavě na dvou místech města, větší část firmy s výrobní linkou se nachází na předměstí, ulice Těšínská, jedná se o nejvíce zalidněnou část města, kde se nachází nejvíce škol a objektů s největší koncentrací osob při provozu. Další část firmy je za hranicemi města, která slouží pouze jako sklad a logistické centrum firmy. Velkým plusem společnosti je, že vlastní největší mrazírenské a chladiřenské skladovací prostory v České republice na mnoha místech státu. Velkou nevýhodou a potencionálním nebezpečím, které v sobě ukrývá, je velké množství amoniaku, které používají jako chladivo pro mrazírny a pro výrobní proces na výrobních linkách. Objekt je situován s malou vzdáleností od zimního stadionu, který byl zásobován chladivem ze společnosti Nowaco do doby, než došlo k rekonstrukci chladiřenského zařízení.

10.1 Chladiřenské zařízení

Objekt disponuje velkou zásobou amoniaku, která činí 20 tun, které používá jako chladivo pro celý proces výroby a běh mražení. Chladiřny disponují nepřímým chlazením ve dvou okruzích. Oba okruhy jsou vždy zapojeny, jeden na mrazírny a druhý na výrobní linky. Nejvíce amoniaku se shromažďuje ve strojově chlazení ve sběračích kapalného amoniaku, který drží teplotu -15°C až -20°C , obsahuje tedy 50% neboli 10 tun čpavku a druhý okruh, zbytek linky a výparnicích, který disponuje teplotou -40°C až -50°C . Nejhorší variantou při úniku se předpokládá havárie na kompresorech a výparnicích, kde se odhaduje únik až 10 000 kg čpavku. U výparníků a sběračů jsou výpustě v průměru 15 cm velké a tlak v nádržích dosahuje 8,5 baru a hladina je vždy proměnlivá od minima 0,25 m do 0,75 m při menší vytíženosti, záleží vždy na využití a zapojení linek v danou chvíli a kolik amoniaku je v oběhu. Co se týče zabezpečení, firma disponuje pravidelnou kontrolou a chemickým monitoringem společnosti Chemon. V každé místnosti s výparníky a sběrači nebo čerpadly jsou čidla, která snímají koncentraci čpavku a při přesazení 50 ppm spouští poplach. Důležitou novinkou jsou skrápěče, které v případě malých úniků jsou aktivovány a rozprašují vodu, tím zmenšují koncentraci toxického mraku, která látka tvoří. Vše stéká do sběračů na daný odpad, který následně likvidují jednotky požární ochrany. Firma nemá pod sebou podnikové hasiče, ale má dobře proškolené techniky a údržbáře, kteří prochází 1x ročně školením a 2x ročně cvičením s celým osazenstvem

firmy a jednotky požární ochrany. Technici mají v případě úniků ochranné obleky a dýchací přístroje pro prvotní zásah do příjezdu hasičů. Dále dochází 2x ročně ke kontrole funkčnosti systémů kontroly. Co se týče úniků je zaznamenáno mnoho úniků a to průměrně 1x za měsíc a kolem pár kilogramů čpavku. Nejedná se o velké úniky, ale o provozní nehody, které by mohly ohrožovat okolí objektu, ale objekt samotný, kdy dochází k evakuaci a následnému ochrannému opatření.

10.2 Nepřímé chlazení

V prvé řadě je nutné vědět, že nepřímé chlazení odstraňuje nevýhodu přímého chlazení a tou je množství chladiva. To se netýká Nowaca, který díky svému objemu a prostorů ke chlazení potřebuje nesmírné množství chladiva. Systém chlazení je tvořen dvěma chladícími okruhy. V primárním okruhu, který můžeme najít pouze ve strojně, je samotným chladivem čpavek, v sekundárním okruhu je použit nositel chladu, který odebírá teplo, které je vedeno do výparníku a je dále přejato primárním okruhem. [24]

Chladicí systémy jsou počítačově řízeny z velína, kde pověřené osoby nepřetržitě kontrolují hladiny sběračů a výparníky a případnou koncentraci v prostorách. V případě havárie je možná ruční manipulace na ventilech. Největší nevýhodou nepřímého chlazení jsou vyšší náklady na údržbu a provoz. [25]



Obrázek 13 Sběrač NH₃ [Zdroj: vlastní]



Obrázek 14 Nádrž s chladivem s - 15 °C na jeden okruh [Zdroj: vlastní]

10.3 Modely úniků

Jako u předchozích objektů a jejich modelů úniků i zde bylo zapotřebí získání potřebných dat od oprávněných osob a hasičů, kteří poskytly dostatek informací pro vložení do softwaru Terex. Dále byly vybrány dvě modelové situace. V prvním případě se jedná o jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku v případě přímého útoku na objekt jednotlivcem nebo skupinou lidí, můžeme to nazvat jako teroristický útok. A jako druhý model je déletrvajícím únikem kapaliny s rychlým odparem do oblaku, který je nejpravděpodobnější a to s množstvím úniku 10 tun čpavku ze strojovny chlazení a sběračů nebo havárie na ventilech nebo potrubí. V tabulkách jsou uvedeny hodnoty jednotlivých modelových situací a celkové výstupy ohrožené oblasti. Pro model č. 1 a 2 jsou vstupní data stejná.

Tabulka 11 Vstupní data modelů úniků č. 1 a 2

Společná vstupní data - PUFF	
Teplota kapaliny v zařízení	30°C
Rychlost větru v přízemní vrstvě	1,5 m/s
Pokrytí oblohy oblaky	12,5%
Doba vzniku a průběhu havárie	Den – léto
Typ atmosferické stálosti	A – konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky	Obytná krajina

Model č. 1 – Jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Základní vstupní data pro jednorázový únik amoniaku do oblaku u objektu Nowaco jsou uvedeny v tabulce č. 12

Tabulka 12 Vstupní data úniku u Nowaca č. 1

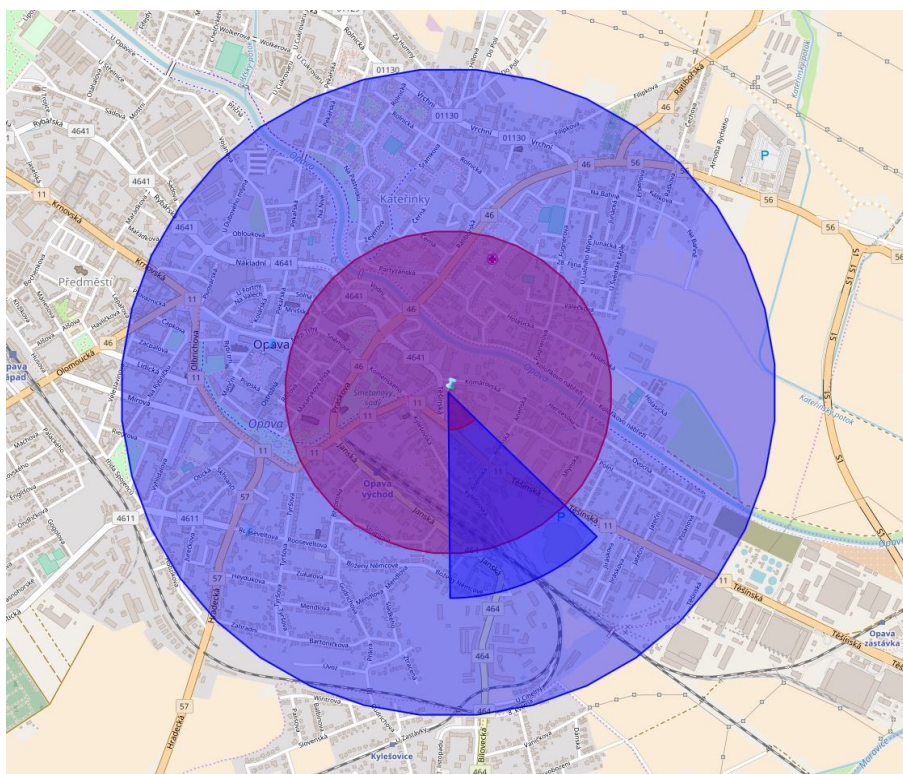
Jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku - PUFF	
Celkové uniklé množství kapaliny	10 000 kg

Výstupní data modelu č. 1

Výstupní data pro jednorázový únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku a následné znázornění ohroženého území na mapě, obrázek č. 15.

- Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku (nutná evakuace osob): 145 m

- Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním (nutný odsun osob): 377 m
- Závažné poškození budov (nezbytná evakuace osob): 281 m
- Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem (doporučená evakuace osob): 624 m
- Ohrožení osob toxickou látkou (nezbytná evakuace osob): 796 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace od vzdálenosti úniku: 1252 m



Obrázek 15 Mapa jednorázového úniku amoniaku Nowaco

Model č. 2 – Déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Základní vstupní data pro déletrvající únik amoniaku u objektu Nowaco jsou uvedeny v tabulce č. 13.

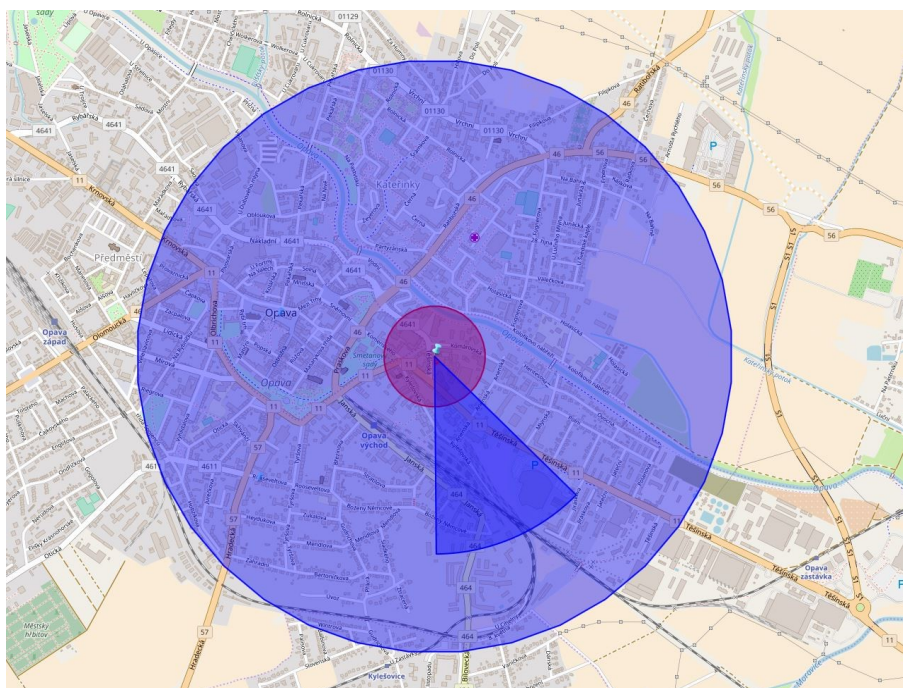
Tabulka 13 Vstupní data úniku u Nowaca č. 2

Déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku - PLUME	
Přetlak v havarovaném zařízení	kPa
Průměr únikového otvoru	0,15 m
Výška hladiny kapaliny v zařízení	0,75 m

Výstupní data modelu č. 2

Výstupní data pro déletrvající únik kapaliny s rychlým odparem do oblaku a následné znázornění ohroženého území na mapě, obrázek č. 16.

- Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku (nezbytná evakuace): 32 m
- Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním (nezbytná evakuace): 123 m
- Závažné poškození budov (nezbytná evakuace): 85 m
- Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem (doporučená evakuace): 221 m
- Ohrožení osob toxickou látkou (nezbytná evakuace): 866 m
- Doporučený průzkum toxické koncentrace od vzdálenosti úniku: 1299 m



Obrázek 16 Mapa déletrvajícího úniku amoniaku Nowaco

V prvním případě modelování jednorázového úniku kapaliny s rychlým odparem do oblaku o objemu 10 000 kg amoniaku je ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku do 145 m a nutný odsun všech osob s ohroženého území do vzdálenosti 796 m od centra úniku. U déletrvajícího úniku kapaliny je ohrožení přímým prošlehnutím oblaku 32 m a nezbytná evakuace obyvatelstva ze zóny ohrožení, který činí 866 m.

10.4 Použití amoniaku

Hlavní použití čpavku slouží k výrobě kyseliny dusičné, hnojiv, výbušnin, polymerů apod. Nejznámější použití, které známe, je použití v průmyslových provozech jako chladící náplň pro chladicí stroje v chladírenských závodech, v potravinářství a zimních stadionech. Co se týče zimních stadiónů nebo velkých chladírenských jednotek musíme brát v úvahu možný únik čpavku a následné ohrožení lidí vyskytující se v okolí. [9]

10.5 Opatření proti úniku amoniaku

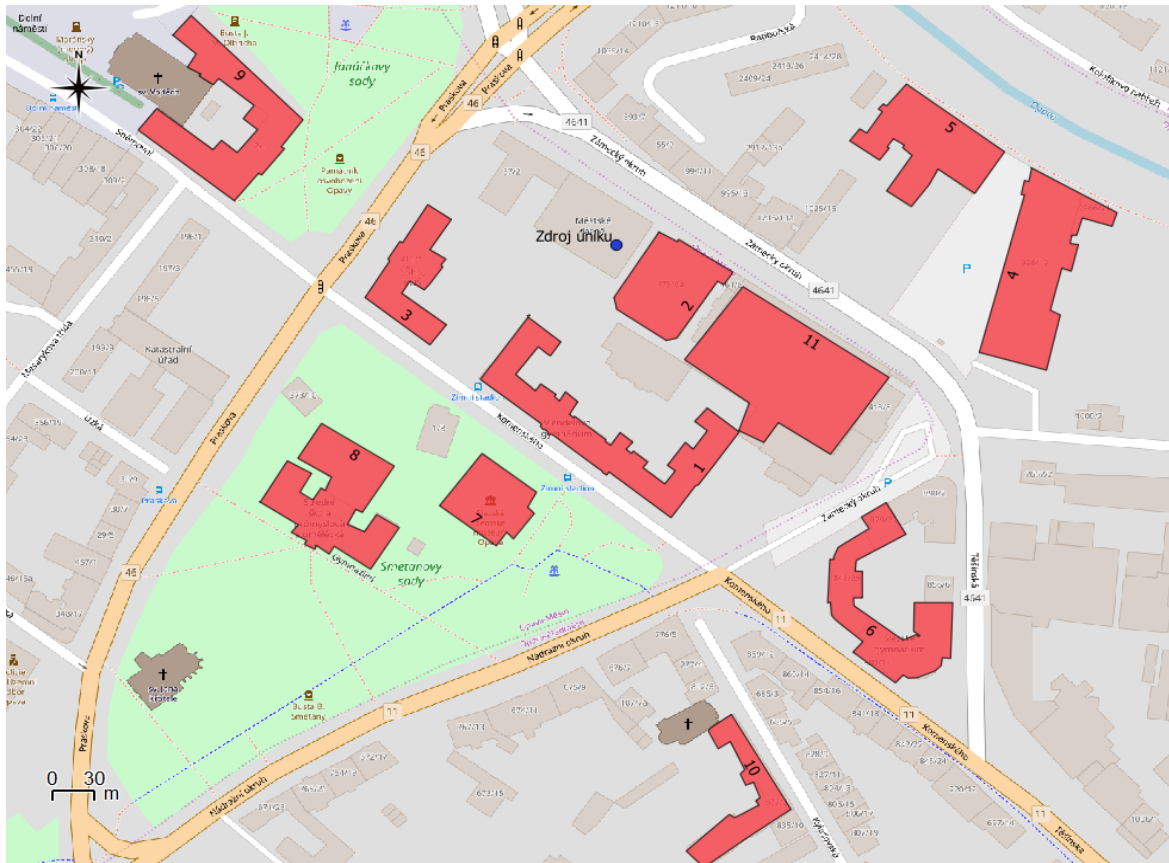
V případě úniku je důležité použití ochranných pomůcek dýchacích cest, očí a prostředky na ochranu těla v rámci individuální ochrany. Evakuace obyvatelstva z místa úniku a to ze zasažené budovy nebo okolí a zabránit vstupu osobám do ohroženého místa. Zabránění šíření par, mlhy a tekutin amoniaku a vzniku výbušné koncentrace. Důležité odvětrávání u uzavřených prostor. Následné odstranění všech zápalných zdrojů. Co se týče opatření před únikem do životního prostředí, zabránění úniku kapaliny do městské kanalizace je velmi důležité a stejně tak vypuštění do okolí. [8]

11 ANALÝZA OHROŽENÉHO ÚZEMÍ

Analýza ohroženého území byla provedena na základech výstupů z programu Terex. Které byly implementovány do softwaru QGIS 2.14.14. Tato analýza byla zaměřena hlavně na budovy v těsné blízkosti vybraných objektů s možným únikem nebezpečné látky. Jedná se především o budovy s vysokou koncentrací osob, tím pádem by byla evakuace osob velmi náročná. Dále budovy, které by mohly být poškozeny a mají velkou majetkovou nebo památkovou hodnotu. A v poslední řadě přibližný odhad počtu evakuovaných osob, jelikož jsou všechny simulace modelovány v letním období, je největší pravděpodobnost na vysokou koncentraci osob v analyzovaných budovách a prostorech.

První výstup QGIS Městské lázně:

Výstup z QGIS pro první vybraný objekt, kterým jsou Městské lázně Opava. Na následujícím obrázku lze vidět zakreslení objektů, které jsou v přímém ohrožení při úniku zvláště červeneč a zdroj úniku modře. Objekty jsou číselně seřazené a pro lepší přehled jsou vypsané níže v tabulce č. 14 i s přibližným počtem osob, které by měli být následně evakuovány. Čísla jsou pouze orientační, nikdy není využita plná kapacita míst.

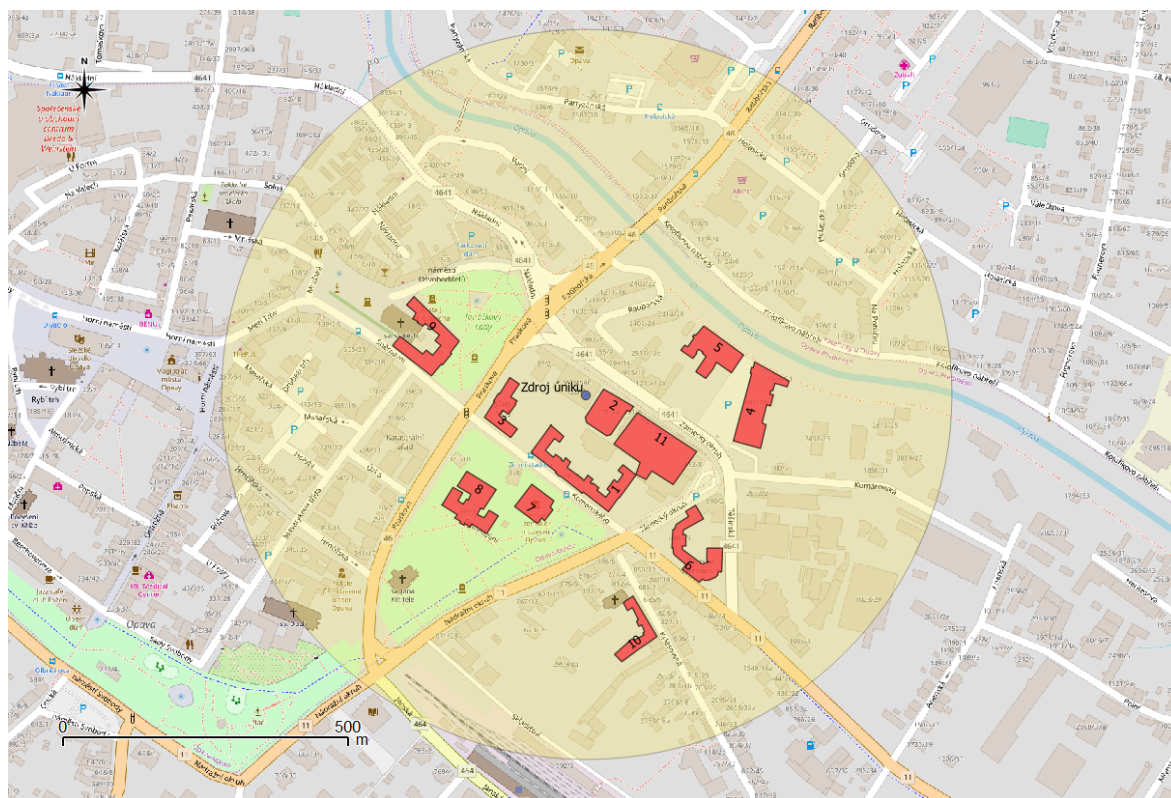


Obrázek 17 Zakreslení ohrožených objektů Městských lázní [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Tabulka 14 Výpis objektů s přibližným počtem osob (Městské lázně)

Číslo	Objekt	Přibližný počet osob
1	Mendelovo gymnázium	540
2	Sportovní hala gymnázia	100
3	Vyšší hotelová škola	360
4	OC Central	800
5	Kobercovna	230
6	Slezské gymnázium	540
7	Zemské Slezské muzeum	80
8	SŠ průmyslová a umělecká	450
9	Zemský archiv	40
10	Charitní domov	150
11	Zimní stadion	6 000
SUMA		9 290

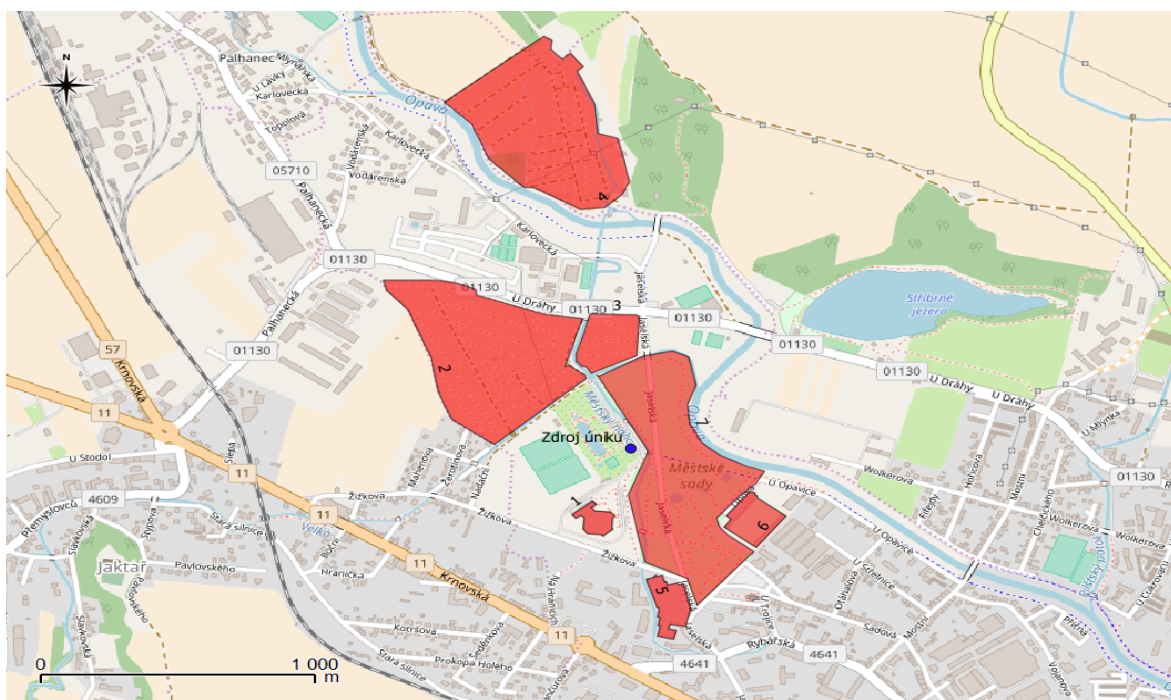
Na dalším obrázku lze vidět modelovaný únik chlóru z městských lázní o objemu 240 kg a ohrožené území, který činní 639 m a je nezbytné provést evakuaci přibližně 9 290 osob.



Obrázek 18 Ohrožené území a objektů Městských lázní [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Druhý výstup QGIS koupaliště:

Dalším výstupem z QGISu je objekt Koupaliště, které bylo vybráno z důvodu, velkého množství používaného a skladovaného chlóru. Na následujícím obrázku jsou vidět ohrožené objekty a plochy s největší denní koncentrací osob, které jsou zvýrazněné červeně a modře zdroj úniku. Jako jediný objekt ohrožuje i největší část životního prostředí, čímž jsou Městské sady. A na následující tabulce č. 15 výčet ohrožených objektů a míst s potenciální evakuací osob. Čísla jsou pouze orientační, nikdy není využita plná kapacita.

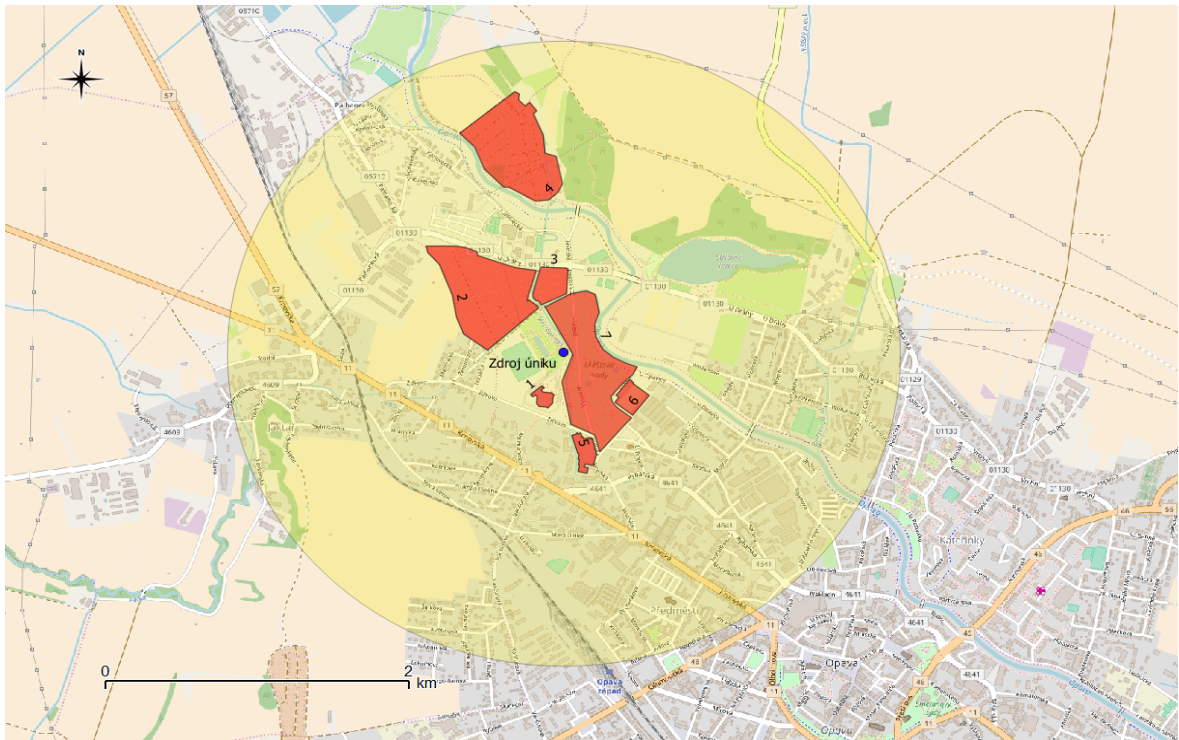


Obrázek 19 Zakreslení ohrožených objektů koupaliště [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Tabulka 15 Výpis objektů s přibližným počtem osob (koupaliště)

Číslo	Objekt	Přibližný počet osob
1	Víceúčelová hala Opava	3 100
2	Zahrádkářská a chatová oblast	800
3	Zahrádkářská a chatová oblast 2. část	395
4	Zahrádkářská a chatová oblast 3. část	125
5	Sklad hutního materiálu	120
6	Slezský fotbalový stadion	7 550
7	Městské sady	Nevyčíslitelné
8	Koupaliště	6 000
SUMA		12 690

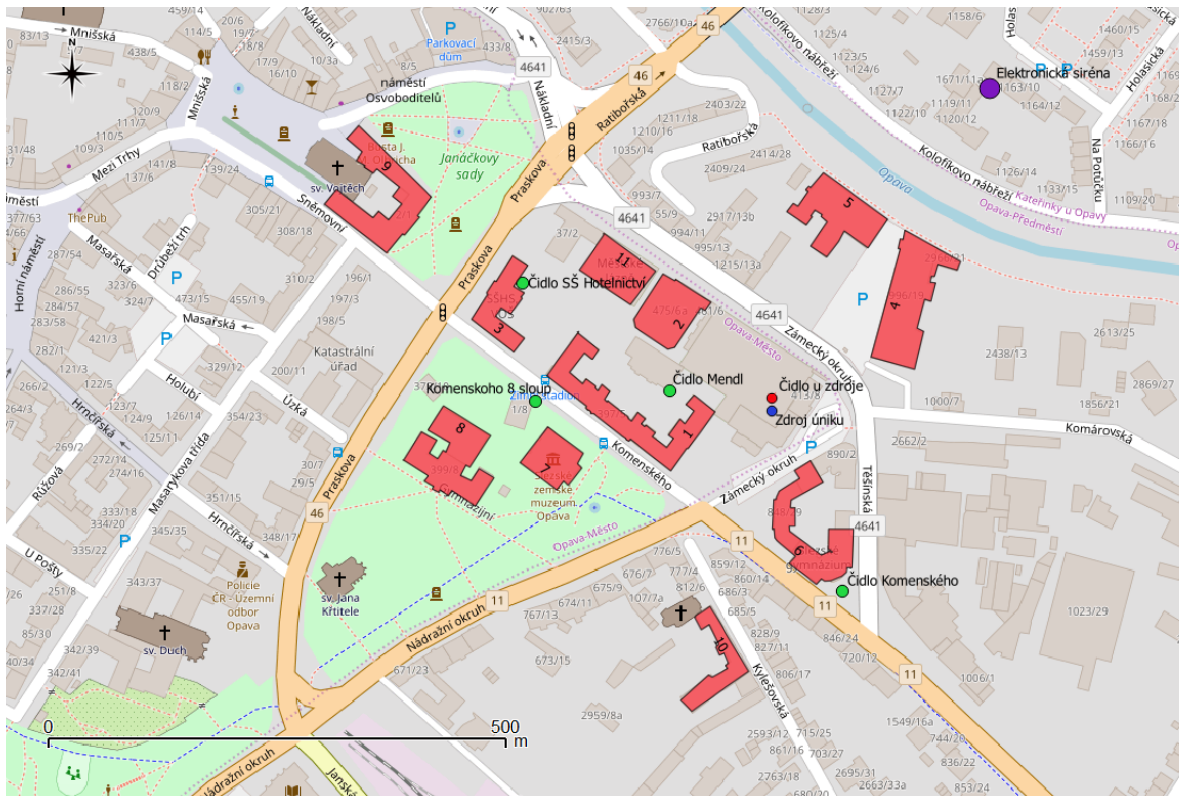
Na dalším obrázku lze vidět modelovaný únik chlóru o objemu 840 kg z koupaliště a ohrožené území, který činí 944 m a je nezbytné provést evakuaci přibližně 12 690 osob. Nutné dodat, že v případě objektu koupaliště, kdy chatová a zahrádkářská oblast stejně tak i fotbalový stadion se používá jen v případě jarní a letní sezóny. V případě havárie v zimě se počet osob zredukuje přibližně na 3100 osob nezbytných k evakuaci.



Obrázek 20 Ohrožené území a objektů koupaliště [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Třetí výstup QGIS zimní stadion:

Třetím výstupem z QGISu je Zimní stadion Opavy, který leží v těsné blízkosti městských lázní. Jeho samotnou kapacitou je 6000 míst a jeho nebezpečnou látkou je amoniak o objemu 3,5 tuny. Na následujícím obrázku jsou červeně zvýrazněné objekty, které jsou v přímém ohrožení a také jsou to objekty s největší koncentrací osob jako jsou školní zařízení, sociální zařízení a obchodní centra. Dále jsou na obrázku znázorněny zelenou barvou čidla, které monitorují koncentraci čpavku v případě úniků a následná elektronická siréna, která je znázorněna fialově pro varování obyvatelstva pro danou oblast a modře zdroj úniku. Dále v tabulce č. 16 je výpis objektů a přibližný počet osob, které by v případě havárie bylo nutné evakuovány. Čísla počtu osob jsou pouze orientační, nikdy není využita plná kapacita míst.

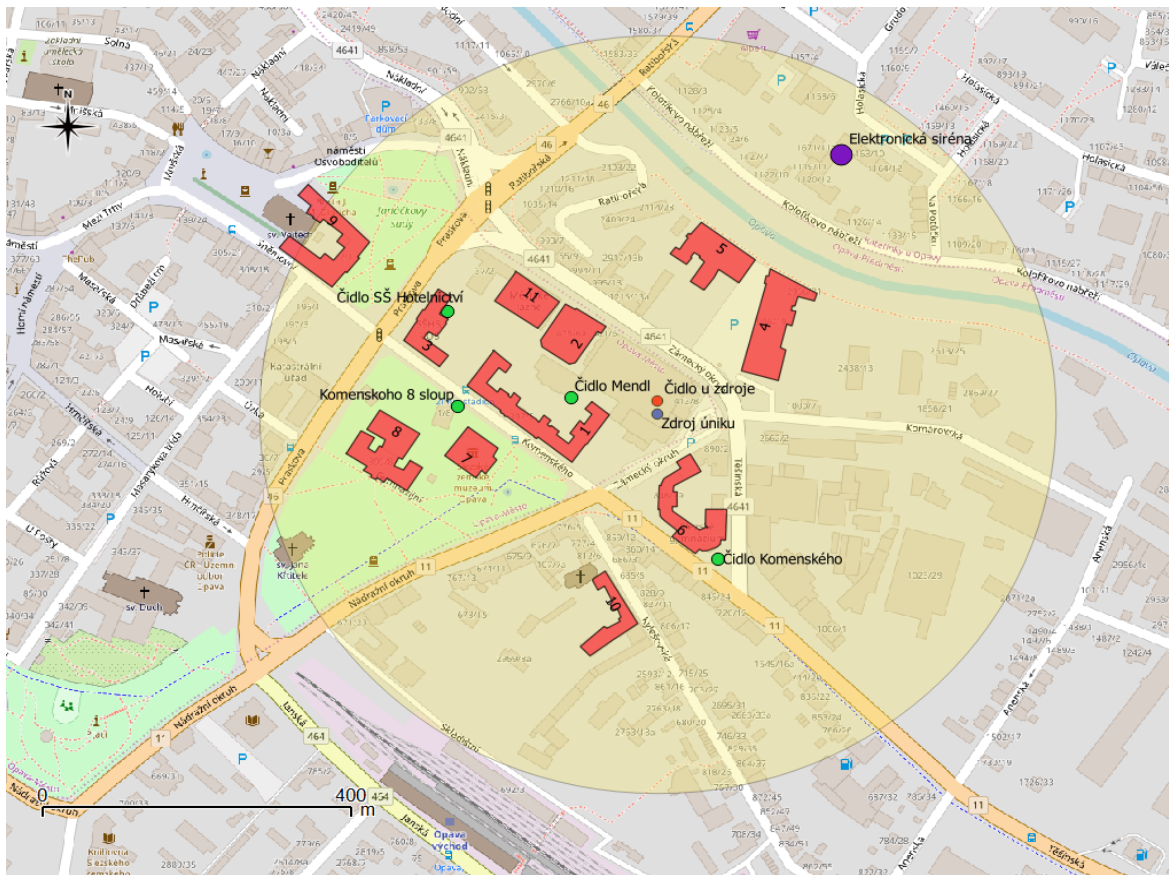


Obrázek 21 Zakreslení ohrožených objektů, čidel a elektronické sirény. [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Tabulka 16 Výpis objektů s přibližným počtem osob (zimní stadion)

Číslo	Objekt	Přibližný počet osob
1	Mendelovo gymnázium	540
2	Sportovní hala gymnázia	100
3	Vyšší hotelová škola	360
4	OC Central	800
5	Kobercovna	230
6	Slezské gymnázium	540
7	Zemské Slezské muzeum	80
8	SŠ průmyslová a umělecká	450
9	Zemský archiv	40
10	Charitní domov	150
11	Městské lázně	145
SUMA		3 435

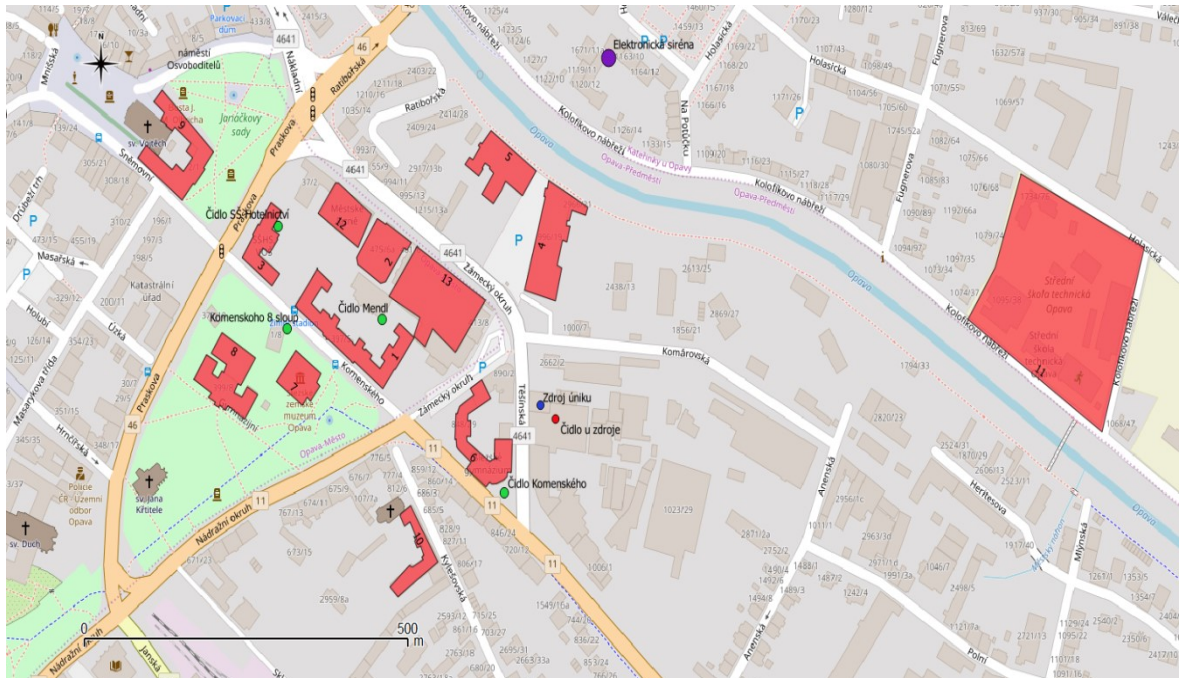
Na dalším obrázku lze vidět modelovaný únik amoniaku ze zimního stadionu o objemu 3500 kg a ohrožené území, který činí 350 m a je nezbytné provést evakuaci přibližně 3 435 osob.



Obrázek 22 Ohrožené území a objektů u koupaliště [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Čtvrtý výstup QGIS Nowaco:

Čtvrtým a posledním objektem je společnost Nowaco, objekt byl vybrán na základě množství nebezpečné látky a tou je amoniak v množství 20 tun. Na obrázku lze vidět objekty, které jsou v přímém ohrožení v případě úniku jako jsou školní zařízení, sociální zařízení a obchodní centra vyznačeny červeně, modře je zvýrazněn zdroj úniku, následně zeleně jsou zakresleny čidla jako u zimního stadionu, které mají za úkol kontrolovat koncentraci amoniaku a fialově umístění elektronické sirény, která v dané oblasti varuje obyvatelstvo. Dále v tabulce č. 17 je výpis objektů a přibližný počet osob. Čísla počtu osob jsou pouze orientační, nikdy není využita plná kapacita míst.



Obrázek 23 Zakreslení ohrožených objektů, čidel a elektronické sirény. [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]

Tabulka 17 Výpis objektů s přibližným počtem osob (Nowaco)

Číslo	Objekt	Přibližný počet osob
1	Mendelovo gymnázium	540
2	Sportovní hala gymnázia	100
3	Vyšší hotelová škola	360
4	OC Central	800
5	Kobercovna	230
6	Slezské gymnázium	540
7	Zemské Slezské muzeum	80
8	SŠ průmyslová a umělecká	450
9	Zemský archiv	40
10	Charitní domov	150
11	SOŠ Technická Opava	2 580
12	Městské lázně	145
13	Zimní stadion	6 000
SUMA		12 110

ZÁVĚR

Závěrem je nutné dodat, že vybrané objekty představují opravdu velké nebezpečí pro obyvatelstvo Opavy. Objekty nakládají s velkým množstvím chemických látek, jako jsou městské lázně, které mají 240 kg chlóru, koupaliště 840 kg chlóru, zimní stadion 3,5 tun amoniaku a chladírensko potravinářská společnost Nowaco 20 tun amoniaku, přičemž největší možný únik tohoto zařízení je 10 tun.

Výhodou všech objektů jsou bezpečnostní opatření, které v případě denních neboli provozních úniků fungují bez problému. Myšleno včasným uzavřením zařízení a zabráněním šíření chemické látky do okolí. Avšak v případě velkých úniků nejsou dostačující kapacity, jako jsou například skrápěče, které kropí a sbírají čpavek do zásobníků pro následnou likvidaci u Nowaca nebo zimního stadionu. V případě útoku mohou být následky ještě fatálnější. Další výhodou jsou čidla, rozmístěná po okolí objektů na sloupech nebo budovách, které monitorují koncentraci a v případě úniků, okamžitě hlásí změny jednotce požární ochrany.

Nevýhodou je neinformovanost obyvatelstva o objektech a možném ohrožení. Můžeme říct, že dostačujícím faktorem je, že okolní obyvatelé objektů ví, jak se chovat na příkaz hasičů, ví s jakou látkou se v objektech manipuluje a odkud a jaký signál přichází z okolní elektronické sirény.

Dále bylo zapotřebí v programu Terex 1.1.0. modelovat pravděpodobné úniky a v QGIS 2.18.18. identifikovat a znázornit aktiva v podobě budov, které skrývají největší koncentraci osob nebo mají památkovou nebo majetkovou hodnotu s názorným ohrožením území. Prvním objektem byly vybrány městské lázně města Opavy, kdy v případě havárie může dojít k úniku 240 kg plynného chlóru do prostoru, který činí 639 m a je nezbytné evakuovat přibližně 9 290 osob z analyzovaných objektů.

Druhým objektem je městské koupaliště, které má v područí 840 kg plynného chlóru a při úniku může ohrozit území 944 m od centra úniku a bude nutné evakuovat přibližně 12 690 osob z místa havárie, co se týče městských velkých sadů pro rekreaci obyvatelstva, nikdy nebyl kalkulován pohyb osob, tudíž nelze počet evakuovaných osob vyčíslit úplně. U tohoto objektu je nutné podotknout, že se jedná jen o sezónní objekt, který je používán jen v létě. V případě jiného ročního období není nutná evakuace osob a nehrozí žádné nebezpečí, jelikož objekt je mimo provoz.

Třetím důležitým objektem je městský zimní stadion, který v případě havárie může uvolnit až 3,5 tun amoniaku do okolí, které činí 350 m. A bylo by nezbytné evakuovat 3 435 osob z ohrožených objektů. Čtvrtým a posledním objektem je společnost Nowaco, která má zásoby až 20 tun amoniaku, kvůli dvěma okruhům chlazení je možný únik 10 tun amoniaku. V případě tohoto úniku množství by zóna ohrožení činila 796 m a bylo by zapotřebí evakuovat 12 110 osob.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MIKA, Otakar J a Lubomír POLÍVKA. *Radiační a chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010, 169 s. ISBN 978-80-7251-321-5.
- [2] *Základní informace o městě Opava*. [online], Magistrát města Opavy, c2017, [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <http://tic.opava-city.cz/cs/novinka/zakladni-informace-o-meste>
- [3] *Úřady a instituce* [online]. Magistrát města Opavy, c2017. [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <http://www.opava-city.cz/cs/urady-instituce>
- [4] *Sportoviště a plavecká škola*. [online], Technické služby Opava s.r.o, c2018, [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <https://www.tsopava.cz/home/rekreacne-hygienicke-sluzby/>
- [5] *Městské koupaliště Opava*. [online], Technické služby Opava s.r.o, c2017, [cit. 2018-1-31]. Dostupné z: <http://www.koupalisteopava.cz>
- [6] *Chlór kapalný: bezpečnostní listy* [online], Spolana Anwil group, 2011 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: http://www.spolana.cz/CZ/Produkty/Documents/BL_Chlor_%20kapalny_technicky_CZ.pdf
- [7] *Chlór kapalný*. [online], Portál krizového řízení Jihomoravského Kraje, c2018, [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/chlor-kapalny>
- [8] *Amoniak*. [online], portál krizového řízení JmK, c2018, [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/amoniak>
- [9] *Použití amoniaku*. [online], Ministerstvo životního prostředí, c2018, [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: www.irz.cz/repository/latky/amoniak
- [10] *BRNOFROST: Technologie čpavkového chlazení*. [online]. C2012, [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <http://www.brnofrost.cz/index.php>
- [11] KUBNÝ, Pavel a Petr DUŠEK. *Opavský zimní stadion patřil k nejmodernějším v Evropě*. [online]. *Opavský a Hlučínský deník*. 2017 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: https://opavsky.denik.cz/zpravy_region/historie-opava-zimni-stadion10012016.html
- [12] *O stadionech*. [online], c2008, [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <http://ohokeji.webnode.cz/o-stadionech/>

- [13] BARTA, Jiří a Tomáš LUDÍK. *Terex – modelování a simulace: Studijní pomůcka pro předmět Krizové scénáře*. [online], Univerzita obrany, Katedra ochrany obyvatelstva, Brno c2012. [cit. 2018-03-28] Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26278/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_TerEx.pdf
- [14] HORÁK, J., KUDLÁK, A. 2007. Pomůcka: pro využívání softwaru pro rychlý odhad následků havárií a teroristických útoků program TerEx. [online], České Budějovice, 2007, 54 s. [cit. 2018-03-30] Dostupné z: <http://www.zsf.jcu.cz/structure/departments/kra/projekty/vyukovepomucky-pro-software-emoff-a-terex/terex.pdf>
- [15] *Simulační krizová učebna*. [online], T-SOFT a.s., c2017, [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <http://www.tsoft.cz/simulacni-ucebna-utb/>
- [16] *Co je GIS?* [online]. Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy 2013 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/11/co-je-gis#.WsJC6tUpJPY>
- [17] HRUBÝ, Martin. *Geografické informační systémy (GIS)*. [online], Fakulta informačních technologií, Brno 2006, [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <http://perchta.fit.vutbr.cz/vyuka-gis/uploads/1/GIS-final2.pdf>
- [18] *GIS v oborech*. [online]. Arcdata Praha, 2017, [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/oborova-reseni/gis-v-oborech>
- [19] DASHÖFER, Verlag. *Nebezpečné projevy chemických látek při závažné havárii. Envi profi* [online]. 5.5.2006 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: https://www.enviprofi.cz/33/nebezpecne-projevy-chemicky-latek-pri-zavazne-havarii-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z8wJyBFUNOLs0oUE2CKf3T4/
- [20] POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Josef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Policejní akademie České republiky v Praze, 2017. ISBN 978-80-7251-467-0.
- [21] ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8
- [22] KŘIVÝ, Ivan a Evžen KINDLER. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. *Simulace a modelování*. 2001. ISBN 9788070428092

- [23] LACINA, Petr a Otakar J MIKA. MASARYKOVA UNIVERZITA. Nebezpečné chemické látky a směsi. 2013. ISBN 97880-210-6475-1
- [24] *Strojní chlazení*. [online], Strojírenství, c2018, [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2010/11/32-strojni-chlazení.html>
- [25] PUSKEILEROVÁ, Lenka. *Bezpečnost provozu chladicích technologií na zimních stadionech: Ammonia refrigeration safe operation on ice pools* / [online]. Brno, 2010 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace>. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně
- [26] *Únik toxických látek ze stacionárního zařízení*. [online], Statutární město Opava, 15.2.2008, [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <http://op4u.cz/old/old.opava-city.cz/scripts/detaile531.html?id=17487>
- [27] ČESKO. Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsi. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2016. [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>
- [28] *Metodika pro zařazení objektu podle zákona č. 224/2015 Sb.* [online], Envi Group s.r.o., 2015. [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <http://www.envigroup.cz/metodika-pro-zarazeni-objektu-podle-zakona-c-224-2015-sb-o-prevenci-zavaznych-havarii.html>
- [29] BABINEC, František. *Loss Prevention and Safety Promotion*. [online], Slezská Univerzita v Opavě, Ústav matematiky, 2005. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.slu.cz/math/cz/knihovna/ucebni-texty/Analyza-rizik/Analyza-rizik-1.pdf>
- [30] *Mimořádná událost, krizové situace*. [online]. HZS MSK, 2018. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.hzsmsk.cz/index.php?a=cat.70>
- [31] FEHÉR, Lukáš. *Využití modelování a simulace v rámci krizového řízení vybraného subjektu*. Zlín, 2012. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/19422>. Diplomová. UTB Zlín. Vedoucí práce Martin Hromada.
- [32] LABAJ, David. *Prevence závažných havárií a podlimitní zdroje rizika s amoniakem*. [online]. Brno, 2008 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace>. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Otakar Jiří Mika, CSc.

- [33] BERNATÍK, Aleš. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. Prevence závažných havárií I. 2006. ISBN 9788086634890. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skriptaPZH-I.pdf>.
- [34] ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2016. [cit. 2018-04-13]. Dostupný také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>
- [35] ČESKO. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION CS 2016. [cit. 2018-04-13]. Dostupný také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>
- [36] *Bezpečnost a zdraví obyvatelstva*. [online]. ARCDATA PRAHA, [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.arcddata.cz/oborova-reseni/gis-v-oborech/bezpecnost-a-zdravi-obyvatelstva>
- [37] RAK, Jakub. *Procesy ukrytí obyvatelstva z pohledu obcí se zaměřením na problematiku aplikace geografických informačních systémů*. Trilobit: odborný vědecký časopis, [online]. Fakulta aplikované informatiky UTB ve Zlíně 2014, [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://trilobit.fai.utb.cz/procesy-ukryti-obyvatelstva-z-pohledu-obci-se-zamerenim-na-problematiku-aplikace-geograficky-informacnich-systemu>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MU	Mimořádná událost
GIS	Geografický informační systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
ČR	Česká republika
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Územní plán Opavy [Zdroj: Územní plán Opavy]	26
Obrázek 2 Tlakové láhve plynného chlóru [Zdroj: vlastní].....	29
Obrázek 3 Zařízení vstřikování chlóru [Zdroj: vlastní]	29
Obrázek 4 Mapa jednorázového úniku u bazénu modelu č. 1	31
Obrázek 5 Mapa déletrvajícího úniku u bazénu modelu č. 2.....	32
Obrázek 6 Vnější strana budovy koupaliště [Zdroj: vlastní]	33
Obrázek 7 Zařízení kontroly a vstřikování [Zdroj: Vlastní]	34
Obrázek 8 Sklad lahví s odvětráváním [Zdroj: Vlastní]	35
Obrázek 9 Mapa jednorázového úniku u koupaliště model č. 1	37
Obrázek 10 Mapa déletrvajícího úniku u koupaliště modelu č. 2	38
Obrázek 11 Mapa jednorázového úniku amoniaku stadion.....	43
Obrázek 12 Mapa déletrvajícího úniku amoniaku stadion	44
Obrázek 13 Sběrač NH ₃ [Zdroj: vlastní].....	47
Obrázek 14 Nádrž s chladičem s - 15 °C na jeden okruh [Zdroj: vlastní].....	47
Obrázek 15 Mapa jednorázového úniku amoniaku Nowaco	49
Obrázek 16 Mapa déletrvajícího úniku amoniaku Nowaco.....	50
Obrázek 17 Zakreslení ohrožených objektů Městských lázní [Zdroj: QGIS, vlastní úprava].....	52
Obrázek 18 Ohrožené území a objektů Městských lázní [Zdroj: QGIS, vlastní úprava].....	53
Obrázek 19 Zakreslení ohrožených objektů koupaliště [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]	54
Obrázek 20 Ohrožené území a objektů koupaliště [Zdroj: QGIS, vlastní úprava].....	55
Obrázek 21 Zakreslení ohrožených objektů, čidel a elektronické sirény. [Zdroj: QGIS, vlastní úprava].....	56
Obrázek 22 Ohrožené území a objektů u koupaliště [Zdroj: QGIS, vlastní úprava].....	57
Obrázek 23 Zakreslení ohrožených objektů, čidel a elektronické sirény. [Zdroj: QGIS, vlastní úprava].....	58
Obrázek 24 Ohrožené území a objektů u Nowaca [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]	59
Obrázek 25 Mapa chemického monitoringu amoniaku Opava [Zdroj: HZS MSK oddělení ochrany obyvatelstva].....	72
Obrázek 26 Výsledná mapa prolínajících se úniků vybraných objektů [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]	73


SEZNAM ZABULEK

Tabulka 1 Počet obyvatel podle části ohroženého území obce	27
Tabulka 2 Vstupní data modelů úniku č. 1 a 2	30
Tabulka 3 Vstupní data modelu úniku chlóru u lázní č. 1	30
Tabulka 4 Vstupní data modelu úniku chlóru u lázní č. 2	31
Tabulka 5 Vstupní data modelů úniků č. 1 a 2	36
Tabulka 6 Vstupní data modelu úniku chlóru u koupaliště č. 1	36
Tabulka 7 Vstupní data modelu úniku chlóru u koupaliště č. 2	37
Tabulka 8 Vstupní data modelů úniků č. 1 a 2	42
Tabulka 9 Vstupní data modelu úniku u stadionu č. 1.....	42
Tabulka 10 Vstupní data modelu úniku u stadionu č. 2.....	43
Tabulka 11 Vstupní data modelů úniků č. 1 a 2	48
Tabulka 12 Vstupní data úniku u Nowaca č. 1	48
Tabulka 13 Vstupní data úniku u Nowaca č. 2	49
Tabulka 14 Výpis objektů s přibližným počtem osob (Městské lázně).....	53
Tabulka 15 Výpis objektů s přibližným počtem osob (koupaliště)	54
Tabulka 16 Výpis objektů s přibližným počtem osob (zimní stadion).....	56
Tabulka 17 Výpis objektů s přibližným počtem osob (Nowaco)	58

SEZNAM PŘÍLOH

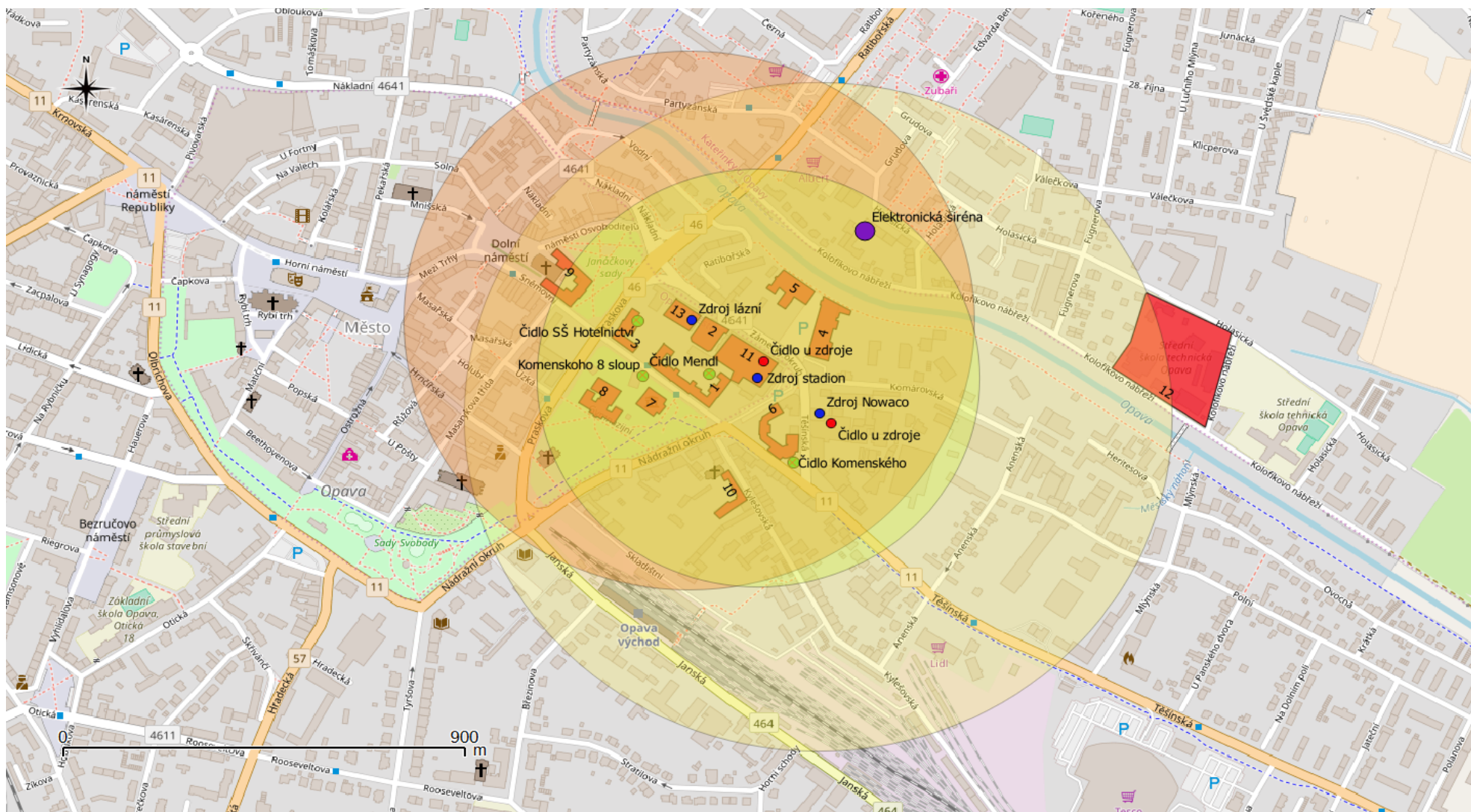
- PI Havarijní karta Bidfood Opava
- PII Chemický monitoring amoniaku Opava
- PIII Výsledná mapa prolínajících se úniků a ohrožených objektů

PŘÍLOHA PI: HAVARIJNÍ KARTA BIDFOOD OPAVA

HAVARIJNÍ KARTA Bidfood Opava Bidfood, Těšínská 1006/1, Předměstí, 746 01 Opava, Opava Únik amoniaku - Těšínská		BIDT 24.01.2017 11:06
Vjezd do areálu: Z ulice Těšínská ve směru od FROS s.r.o.		Kontaktní stanoviště zásahových složek: Křižovatka Těšínská Anenská před vjezdem do areálu mražen. Jinak dle VZ/OPIS
Kontaktní osoba (provozovatel): stálá nepřetržitá služba: 553760711		
Zdroj nebezpečí: Amoniak (20 tun) Nejvíce amoniaku v systému se shromažďuje ve strojovně chlazení v sběračích kapalného amoniaku (asi polovina celkového množství), zbytek je v rozvodech a výparnicích. Nejhorší variantou úniku se předpokládá havárie na kompresorech a výparnicích, cca 10000kg.		
Nebezpečné vlastnosti: Zkapalněný toxický plyn, toxický při vdechování. Dráždí oči a dýchací cesty, může dojít k otoku plic. Při styku s kůží způsobuje poleptání, v případě kapalného amoniaku omrzliny. V blízkosti místa úniku se chová jako plyn těžší než vzduch. Nebezpečný pro životní prostředí, poškozují vodu. Hořlavá látka. Odvolání opatření k ochraně obyvatelstva při koncentraci pod 50 ppm. Zóna ohrožení: 300 m , ohroženo obyvatel: 2000		
Organizace zásahu: * PCR, MěP, ZZS - nevyjíždět do areálu, čekat na pokyn VZ nebo OPIS na plánovaném kontaktním stanovišti * VZ - stanovení taktiky zásahu, rozdělení činnosti, upřesnění kontaktního stanoviště. VZ nebo zástupce na kontaktní stanoviště. * VZ - určení trasy pro varování obyvatelstva mobilní sirénou * VZ - zvážit zřízení štábu velitele zásahu * VZ - při dlouhodobém úniku a vysokých koncentracích zvážit evakuaci, ohrožené vyvádět s ohledem na směr větru * VZ - pokyn k aktivaci sirény cestou OPIS (dohled po konzultaci s ŘD) * Provoz - spuštění sirény pro varování zaměstnanců. * HZS - určení směru větru - větrný rukáv na provozu (mapa). * PCR, SDH: varování obyvatelstva VRZ na pokyn VZ. * Ohrožení zaměstnanců musí být vyvádění s ohledem na směr větru, tj. na návětrnou stranu. * MěP - operativní oddíl - na pokyn VZ varovat mobilní sirénou * Objekt v systému Chemického monitoringu		
Činnosti provozovatele: * Vyrozumění OPIS o havárii, varování zaměstnanců - elektronická siréna a rozhlas, spolupráce s VZ a předávání informací o havárii, informační podpora zasahujících složek. Vyrozumění OPIS o havárii, žádost OPIS o JPO, uvedení čísla HK * Opatření k zamezení úniku a minimalizaci následků, * Informování zaměstnanců o havárii, evakuace osob z areálu, * Spolupráce a předávání informací o havárii JPO HZS MSK, informační podpora zasahujícím složkám.		
Činnost OPIS: * Informování PCR, MěP, ZZS o havárii včetně uvedení čísla havarijní karty. * Vysílání HZS: HS Opava: 1. vůz + II. výjezd + TA/CH + PPLA, HS Zábřeh: MOS I, * Vysílání JSDH: Opava-Komárov JPO III + Hradec n. M. JPO II (chemie), Opava-Kylešovice JPO II + Brumovice JPO III (dodávka vody, vodní clony). * Přijímá a vyhodnocuje zprávy ze systému CHEMON. * Aktivace informačních terminálů TAOS včetně zpětného příjmu zpráv. * Informování VZ o koncentracích a směru šíření ze systému CHEMON. * Odklon dopravy: TQM - dispečink (Zámecký okruh), MDPO - dispečink (ulice Komenského). * Informování ohrožených objektů, orgánů státní správy a samosprávy o havárii - aktivace sirén - viz níže. * Informování VZ o provedeném vyrozumění ohrožených objektů a stavu realizovaných opatření v nich. * Po havárii - dle domluvy s VZ pokyn k odvolání opatření ochrany obyvatelstva - konec poplachu. * Po havárii - informování ohrožených objektů, orgánů státní správy a samosprávy, TQM, MDPO o odvolání opatření. * Další vyrozumění viz Krizový plán MSK oddíl KONTAKTY. JSVV: Aktivace sirén s kódovým označením BIDT .		Zálohové a posilující JSDH: * Vysíláme pouze, nevyjede-li předurčena JSDH nebo jako posilující JSDH na žádost VZ. * Kobeňce JPO III, Hradec n. Moravicí - Jakubčovice JPO III
Ohrožené významné objekty: * Česká katolická charita, Kylešovská 677/8, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 760 560, 604 942 250 * Katastrální pracoviště Opava, Praskova 194/11, Město, 746 01 Opava, Opava - 553 698 111 * MDPO, Bílovecká 1127/98, Kylešovice, 747 06 Opava, Opava - 553 759 050 * Mendelovo gymnázium Opava - Komenského, Komenského 397/5, Město, 746 01 Opava, Opava - 555 557 400 * Slezské gymnázium Opava - Zámecký okruh, Zámecký okruh 648/29, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 710 542, 603 456 497 * Slezské muzeum, Nádražní okruh 669/31, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 714 809, 733 715 842 * SLU koleje Opava - Komárovská, Komárovská 2613/25, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 684 600 * Sportovní hala, (ručně) Zámecký okruh 6a, Opava - 558 849 789, 737 191 589, 731 132 774 * SŠ a VOŠ Opava - Praskova, Praskova 411/14, Město, 746 01 Opava, Opava - 553 612 342, 602 657 810 * SŠ Opava - Kolofíkovo nábřeží, Kolofíkovo nábřeží 1062/51, Kateřinky, 747 05 Opava, Opava - 555 538 100 * SŠPU Opava - Praskova, Praskova 399/8, Město, 746 01 Opava, Opava - 553 621 580, 724 246 906 * Technické služby, Těšínská 2057/71, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 759 111 * TQM, Těšínská 1028/37, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 609 111 * Zimní stadion, Zámecký okruh 413/8, Město, 746 01 Opava, Opava - 553 627 688, 722 040 582 * ZUŠ Václava Kálka Opava - Nádražní, Nádražní okruh 674/11, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 553 626 512 * železniční stanice Opava-východ, Janská 693/3, Předměstí, 746 01 Opava, Opava - 972 758 492		

<p>Činnosti JPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Neprojíždět zónou ohrožení. VZ přijímá informace z OPIS o koncentracích a směru šíření. Průzkum a monitoring koncentrace amoniaku, vyhodnocení skutečně zasaženého prostoru, zejména: strojovna, kanalizace, kabelové kanály, venkovní prostor ve směru vyústění nouzového odsávání a šíření větru. Vytýčení nebezpečné zóny. * VZ nebo jeho zástupce na kontaktní stanoviště (plánované nebo nové - předat informaci o novém kontaktním stanovišti zasahujícím složkám prostřednictvím OPIS). * Likvidace havárie: vodní clona k zabránění šíření oblaku, vodní mlhou postříkovat dveře, okna, vrata a vyústění nouzového odsávání od strojovny, svedení čpavkové vody do jímky. Evakuace zaměstnanců - mimo závětnou stranu. * VZ přijímá informace z OPIS o stavu realizovaných opatření ohrožených objektů. Informování obyvatelstva v zóně ohrožení prostřednictvím mobilní sirény MP Opava na pokyn VZ, který určí trasu pro informování. * Monitorování koncentrace a vyhodnocení skutečně zasaženého prostoru, zejména strojovna, kanalizace, kabelové kanály a venkovní prostor ve směru nouzového odsávání a směru větru. * Odvolání opatření k ochraně obyvatelstva prostřednictvím mobilní sirény MP Opava na pokyn VZ
<p>Činnosti PČR:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Neprojíždět zónou ohrožení. Uzavření zóny ohrožení (dle mapy na druhé straně a operačního plánu PČR), příjezd příslušníka na kontaktní stanoviště - čekat na VZ nebo pokyn z OPIS o určení kontaktního stanoviště. * Regulace dopravy a pohybu osob. * Informování obyvatelstva (hlídky z VRZ) dle pokynů VZ. * Odvolání opatření k ochraně obyvatelstva (hlídky z VRZ) dle pokynů VZ.
<p>Činnosti MP:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Neprojíždět zónou ohrožení. Uzavření zóny ohrožení (dle mapy na druhé straně a operačního plánu PČR), příjezd strážníka na kontaktní stanoviště - čekat na VZ nebo pokyn z OPIS o určení kontaktního stanoviště. * Regulace dopravy a pohybu osob. * Operativní oddíl - Informování obyvatelstva v zóně ohrožení mobilní sirénou: viz text pro informování. * Operativní oddíl - Informování obyvatelstva v zóně ohrožení mobilní sirénou: viz text pro odvolání opatření.
<p>Činnost ZZS:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Neprojíždět zónou ohrožení. * Příjezd na určené kontaktní stanoviště - čekat na pokyn VZ nebo pokyn z OPIS. Zdravotnická pomoc dle aktuální potřeby.
<p>Text pro informování (varování) obyvatelstva: (kód: opava-bidv) Pozor, mimořádná zpráva. V objektu Bidfood došlo k úniku amoniaku. Ukryjte se a nevycházejte z budov. Dýchací cesty chraňte navlhčenou rouškou. Dbejte pokynů zasahujících složek Odvolání opatření (kód: nahrávka 3/NL_0) Pozor - mimořádná zpráva! Nebezpečí pominulo. Váš pobyt venku již není omezen. Nebezpečí pominulo. Váš pobyt venku již není omezen.</p>

PŘÍLOHA PIII: VÝSLEDNÁ MAPA PROLÍNAJÍCÍCH SE ÚNIKŮ A OHROŽENÝCH objektů



Obrázek 26 Výsledná mapa prolínajících se úniků vybraných objektů [Zdroj: QGIS, vlastní úprava]