

Faktory vnějšího prostředí ovlivňující šíření nebezpečných látek v ovzduší po chemické havárii

Vladimír Marcoň

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladimír Marcoň**
Osobní číslo: **L16181**
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Faktory vnějšího prostředí ovlivňující šíření nebezpečných látek v ovzduší po chemické havárii**

Zásady pro vypracování:

1. Na základě dostupných zdrojů zpracujte teoretickou část dané problematiky.
2. Analyzujte a zpracujte případovou studii chemické havárie pomocí softwarového nástroje.
3. Na základě provedené analýzy softwarovým nástrojem navrhnete případné změny a opatření.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] SKŘEHOT, Petr. Modelování rozptylu toxických látek v atmosféře při průmyslových haváriích, 2008. [online] Dostupné z: http://www.vubp.cz/genesis/dp_modelovani-rozptylu-toxickych-latek-v-atmosfere-pri-prumyslovych-havariich.skrehot.pdf.

[2] SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. Prevence nehod a havárií. 2. díl, Mimořádné události a prevence nežádoucích následků. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 595 s. ISBN 978-80-86973-73-9.

[3] KLABZUBA, Jiří. Aplikovaná meteorologie a klimatologie. V. díl, Bilance tepla na aktivním povrchu, teplota půdy, vzduchu a vody. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. 48 s. ISBN 80-213-0778-1.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivan Princ

Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce:

30. listopadu 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

15. května 2019

V Uherském Hradišti dne 30. listopadu 2018

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



prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 15.5.2019

Jméno a příjmení studenta: Vladimír Marcoň

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou úniku chlóru z podniku Steza Zlín, s r.o. Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je zhodnocen vliv meteorologických podmínek na šíření kontaminovaných ovzduší. Dále jsou zde uvedeny základní pojmy mající význam pro opis mimořádné události a úniku nebezpečných látek a základní právní předpisy. Praktická část práce se zabývá analýzou a faktory prostředí, k tomuto účelu byl využit softwarový nástroj Terex. Jeho pomocí byl simulován únik chlóru do okolí.

Klíčová slova: chlór, meteorologické podmínky, únik

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the problem of chlorine leakage from the company Steza Zlín, s r.o. The bachelor thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part evaluates the influence of meteorological conditions on the spread of contaminated air. Furthermore, the basic terms that are relevant to the description of the event of major emergencies and the leakage of hazardous substances and the basic legislation are presented. The practical part deals with the analysis and environmental factors. Terex software tool was used for this purpose. Software was used to simulate the leakage of chlorine into the environment.

Keywords: chlorine, meteorological conditions, leakage

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Ivanovi Princovi za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Motto:

„Největší chyba, kterou v životě můžete udělat, je mít pořád strach, že nějakou uděláte.“

Elbert Hubbard americký spisovatel, nakladatel, výtvarník a filozof 1856 - 1915

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 DŮLEŽITOST OCHRANY OBYVATELSTVA	10
1.1 PŘÍKLADY TECHNOLOGICKÝCH HAVÁRIÍ Z HISTORIE.....	11
1.1.1 Italské Seveso 1976.....	12
1.1.2 Indický Bhopál 1984	13
2 PRÁVNÍ RÁMEC A SYSTÉM OCHRANY PŘED ŠÍŘENÍM NEBEZPEČNÉ LÁTKY V OVZDUŠÍ V ČR.....	15
3 METEOROLOGICKÉ POJMY A DEFINICE	17
4 CÍLE A METODY	20
II PRAKTICKÁ ČÁST	21
5 OBECNĚ O NEBEZPEČNÉ LÁTKE – CHLÓR	22
5.1 PŮSOBNÍ A PRVNÍ POMOC PO ZASAŽENÍ CHLÓREM	24
6 ZÁKLADNÍ INFORMACE O STEZA ZLÍN	26
6.1 CHLÓROVÉ HOSPODÁŘSTVÍ STEZA ZLÍN	28
6.2 ZAŘÍZENÍ PRO CHLORACI.....	30
6.3 CHLÓROVÉ HOSPODÁŘSTVÍ VE VODOHOSPODÁŘSKÝCH PROVOZECH A JEJÍ APLIKACE NA BAZÉNOVÉ PROVOZY	32
7 SOFTWARE TEREX	36
7.1 VLASTNÍ VYHODNOCENÍ.....	37
ZÁVĚR	49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	53
SEZNAM OBRÁZKŮ	54

ÚVOD

S rozvojem společnosti jsme stále častěji svědky různých havárií a mimořádných událostí, majících vliv na život a zdraví člověka. Prozatímní společnost je stále více závislá na vývoji a objevování nových látek, mnohdy se jedná o nebezpečné chemické látky.

Proto stále více slyšíme o nehodách a haváriích s únikem nebezpečných chemických látek, spojených ať už s jejich výrobou, zpracováním, skladováním, přepravou nebo jednoduše nesprávným zacházením a nakládáním s těmito látkami.

Šíření nebezpečných chemických látek po haváriích do ovzduší je prioritně ovlivňováno neustále se měnícími meteorologickými faktory ovzduší. K faktorům můžeme řadit rychlost a směr větru, oblačnost apod.

A právě proto jsou vyvíjeny a zdokonalovány softwarové programy obsahující matematické modely nutné pro výpočet teoretických dopadů na život a zdraví nás všech.

Proto se ve své práci věnuji opisem vnějších faktorů ovlivňujících únik nebezpečných chemických látek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DŮLEŽITOST OCHRANY OBYVATELSTVA

Narůstání nebezpečí vzniku mimořádných událostí je z valné většiny důsledkem velkého počtu protichůdných civilizačních aktivit. Vědecko-technický posun, vedle kladných stránek růstu objemu výroby, zejména energie, surovin a spotřebních hodnot rozličných forem, přináší i narůstání potenciálních rizik. Ve 20. století našeho letopočtu došlo k ohromnému vývoji a rozmachu průmyslové výroby, k zvýšení tempa zavádění nových technologií a používání nově objevených materiálů, vzniku zcela nových průmyslových odvětví. Především pro období po 2. světové válce, je příznačný nekončící kvalitativní a kvantitativní rozvoj:

- chemického průmyslu, který v současnosti manipuluje s cca sto-tisíci CHL, z nich cca 300 je vysoce toxických;
- dopravy (silniční, železniční, letecké, lodní, potrubní) spojené se stále propojenější a intenzivnější dopravou NCHL;
- energetických zdrojů, zejména jaderné energie;
- energovodů (plynovodů, ropovodů, vysokonapěťových elektrických vedení);
- přenosových a informačních soustav.

Tento nekončící rozvoj je však na druhé straně spjat se stále častějším vznikem rizik, majících za následek kontinuální zvyšování počtu nehod a havárií. Jen pro příklad níže uvedu některá z těch nejzávažnějších. V zahraničí se jedná o únik dioxinu v chemickém závodě Seveso (Itálie) v roce 1976 mající vážný dopad na zdraví více než 200 osob. Únik methylosokyanátu v Bhópálu (Indie) v roce 1984, kde došlo k usmrcení 2500 osob a postižení 50000 osob (evakuovaných bylo na 200 000 obyvatel). Z tuzemských havárií lze uvést únik toxického fosgenu v Pardubicích roku 1974, kde bylo zraněno na 80 osob, dále pak únik chlóru z železniční cisterny v Kolíně roku 1978, což mělo za následek 5 mrtvých a dvě desítky zraněných. [28]

Nebezpečné chemické látky se už dnes nevyskytují jen a převážně v chemickém průmyslu, ale také díky přepravě a širokému využití ve věcech každodenní potřeby, se s nimi dostává do kontaktu každý z nás. Tyto látky však nepředstavují riziko jen pro nás samotné, ale jsou ohrožením i pro životní prostředí.

Právě proto, při manipulaci a zacházení s nimi je nutné s plnou vážností mít na zřeteli všechna rizika a naučit se s nimi zacházet. V tomto ohledu tak v životě každého z nás hraje stále větší roli prevence rizik.

Snahou tedy by mělo být, rizika systematicky a cíleně vyhledávat, analyzovat a přijímat opatření pro snížení jejich účinků, případně navrhovat způsoby, jak se efektivně bránit negativnímu působení jejich vlastností a snížit na možné minimum případné nežádoucí následky. S ohledem na rozmanitou škálu rizik, jejich původců a jejich následků se správná praxe prevence rizik neobejde bez rozsáhlé škály kvalitních a relevantních informací. [21]

1.1 Příklady technologických havárií z historie

V 70. letech se v Evropě událo několik závažných havárií, které ovlivnily další dění na poli prevence, ale i likvidace následků závažných havárií. Mezi tyto rozsáhlé, závažné a známé havárie můžeme zařadit: Katastrofální exploze mraku cyklohexanu a následný rozsáhlý požár v továrnách Nypro Flixborough ve Velké Británii (1974). Dále závažné havárie v chemických podnicích v italském Sevesu (1976) a v italské Manfredonii (1978), které způsobily rozsáhlou kontaminaci okolí nebezpečnou chemickou látkou. Nejzávažnější havárií s nejrozsáhlejšími dopady byla katastrofická havárie v indickém Bhópálu (1984), která způsobila především rozsáhlé ztráty na lidských životech a zdraví obyvatelstva žijícího v okolí chemické továrny. Poslední zmíněné závažné události jsou obecně považovány za iniciátory k řešení systematické a účinné prevence závažných havárií. Zejména však událost v italském Sevesu urychlila přijetí legislativních opatření k prevenci velkých průmyslových havárií.

V roce 1982 byla přijata Směrnice Rady 82/501/EEC o rizicích závažných havárií některých průmyslových činností, označována jako Směrnice Seveso. Směrnice Seveso byla dvakrát doplňována v důsledku dalších závažných havárií, které byly podnětem pro přijetí dodatků. V roce 1987 byla přijata Směrnice 87/216/EEC a v roce 1988 Směrnice 88/610/EEC. Dodatky měly za cíl rozšíření působnosti směrnice a byly tvořeny zejména s ohledem na opatření týkající se skladování nebezpečných látek. Členské státy však vyžadovaly celkovou revizi směrnice. Zdůrazňovaly zejména nutnost rozšíření její platnosti a zlepšení havarijního řízení. Tyto snahy podpořil i Evropský parlament.

V roce 1996 byla přijata Směrnice Rady 96/82/EEC o kontrole nebezpečí vzniku závažných havárií zahrnujících nebezpečné látky, též nazývaná Směrnice Seveso II. Jejím cílem je prevence závažných havárií spojených s působením nebezpečných látek a omezení jejich následků pro člověka a životní prostředí. Oproti Směrnici Seveso, klade větší důraz na ochranu fauny a flóry, nalézá se v ní i klasifikace látek nebezpečných pro životní prostředí. Od února 1999 se musí dodržovat ve všech členských státech evropské unie.

V roce 2012, 4. července 2012 na půdě unie byla odsouhlasena nová směrnice Seveso III o kontrole vzniku nebezpečí závažných havárií, kdy je přítomna nebezpečná látka. Směrnice Rady Evropské unie 2012/18/EU – Seveso III navazuje na snahu o prevenci vzniku závažných havárií.

1.1.1 Italské Seveso 1976

Havárie se stala 10. 7. 1976 v Lombardii v městečku Seveso 15 km severně od Milána v italské filiálce švýcarské fabriky Givaudan (součást koncernu Hoffan – Leroche). K explozi v chemickém podniku došlo v době pracovního klidu, šest a půl hodiny po zastavení výroby (v sobotu odpoledne). Příčinou havárie byla nekontrolovatelně probíhající exotermická reakce v reaktoru na výrobu 2,4,5-trichlórfenolu (dále jen trichlórfenol). Trichlórfenol je běžným meziproduktem při výrobě některých herbicidů a hexachlorofenu, baktericidního přípravku přidávaného do mýdel, šamponů, deodorantů a zubních past. Tlak v reaktoru v důsledku exotermní reakce narůstal spolu s teplotou, až dosáhl kritickou hodnotu pro vznik 2,3,7,8 - tetrachlordibenzo-p-dioxinu (dále jen dioxin).

Když tlak překročil kritickou hranici, uvolnil se pojistný ventil a odvzdušňovacím potrubím se obsah reaktoru vypustil přímo do volného ovzduší, protože odvzdušňovací potrubí vyústily mimo areál podniku. Jedovaté páry byly vymrštěny až do výšky 50 m a obsahovaly kromě jiných jedovatých látek i 2 kg jedné z nejjedovatějších látek 2,3,7,8 – tetrachlordi-benzo-p-dioxinu (což je množství, které by dokázalo otrávit přibližně 19 000 lidí), jak uvádějí některé zahraniční zdroje. Tato nehoda nebyla hned sponzorovaná, jelikož se nenacházel nikdo v továrně, když se to stalo. Teprve po určitém čase byla vydána výstraha obyvatelstvu formou prohlášení, aby nepožívali ovoce, zeleninu a jakoukoliv jinou plodinu z okolí podniku. V té době se předpokládalo, že hlavní uniklou škodlivinou byl trichlórfenol, který se šířil směrem na jih od závodu do oblasti, kde žilo několik tisíc lidí. Úřady začaly vyšetřování pět dní po této havárii, až když začali hromadně hynout domácí zvířata zejména zajíci, a když se objevily, především u dětí, příznaky postižení kůže a trá-

vicího traktu. Vzniklo také podezření, že spolu s trichlórfenolem unikla ještě jiná nebezpečnější látka. Ta byla identifikována až dva týdny po havárii v uhynulých zvířatech kontaminované půdě i rostlinách. Prokázal se v nich dioxin. Po tomto zjištění bylo z nejmíce postižené oblasti evakuováno obyvatelstvo, které dostalo důkladnou lékařskou péči.

Současně bylo započato mapování zamořeného území, jeho rozdělení do jednotlivých zón a začaly se realizovat nezbytná opatření. Bylo zjištěno, že až kolem 37 000 lidí bylo vystaveno chemickým účinkům uniklé látky.

Přibližně 4 procenta domácích zvířat v okolních farmách uhynula, a ty které přežila (přibližně 80 000 zvířat) byla utracena, aby se tak zabránilo šíření kontaminovaného masa z nakažených zvířat. Toxicita dioxinu je nebezpečná svou komplexností. Má účinky embryotoxické (narušují hormonální systém, poruchy mužských pohlavních orgánů - ohrožení plodnosti mužů, způsobuje poruchy ženských pohlavních orgánů – snížená plodnost, potraty, poruchy vaječníků), teratogenní (poškozuje vyvíjející se plod v těle matky), hepatotoxické (vyvolává masivní degeneraci jaterních buněk) a má i imunosupresivní účinky (poškozuje imunitní systém). Postižené oblasti byly rozděleny do zón podle množství kontaminované půdy. V nejmíce postižené zóně, zóna s označením A, o ploše asi sta hektarů, kde spadlo přibližně 95% uniklého dioxinu, se ve vzorcích nacházely koncentrace převyšující 50 mikrogramů na kilogram. A mnohé překročily hodnotu 1 mg na kilogram. Tato zóna byla dlouhodobě uzavřena a v současnosti jsou zde vysázeny dubové lesy, známé jako Seveso Oak Forest. V ostatních zónách, s nejmíce zamořenými prostory je obdělávání půdy jako i farmaření a chov dobytka bylo striktně zakázáno. Havárie v Sevesu si vybírá svou daň i po letech. Lidé zde častěji mohou onemocnět na rakovinu, je zde přísně omezena možnost pěstování potravin. Dekontaminace území stála italskou vládu 32 mil. dolarů.

1.1.2 Indický Bhopál 1984

Během noci z 2. na 3. prosince 1984 došlo k nejzávažnější chemické havárii 20. století. Příčinou chemické havárie bylo vniknutí vody do zásobníku se skladovaným množstvím asi 40 kubických metrů methylisokyanát a tím byla nastartována silná exotermická reakce. Selhání technologie způsobila lidská chyba, jak prokázalo pozdější policejní vyšetřování. Uvolněné teplo způsobilo prudké zvýšení tlaku v zásobníku, což vedlo nakonec k prasknutí bezpečnostního ventilu a navíc prasklo i betonové opouzdrění zásobníku. Předpokládá se, že v průběhu jedné hodiny uniklo ze zásobníku do okolí pravděpodobně množství 20 – 30 tun methylisokyanát. Přestože únik látky do životního prostředí se stal přes 30 metrů vyso-

ký komín, tato výška bohužel nebyla dostatečná pro bezpečné rozptýlení nebezpečné chemické látky bez významného zasažení osob. Vysoká vlhkost vzduchu způsobila, že vypařování látky vytvořilo těžkou mlhu, která rychle klesala k zemi.

Ke vši smůle byly meteorologické podmínky nepříznivé pro bezpečný rozptyl nebezpečné látky – vertikální stálost atmosféry za stavu silné inverze. Přízemní vrstva větru byla stabilní a rychlost větru dosahovala 2 – 3 m/s. Továrna byla umístěna na okraji města (na severní straně) a vítr směřoval tak nepříznivě, že veškerou nebezpečnou chemickou látku zanesl do obydlené části města. Indické město Bhópál mělo v té době 800 000 obyvatel. Uvedené meteorologické podmínky způsobily, že zamoření bylo velmi rozsáhlé a chemická havárie proběhla rychle, asi během jedné hodiny. Smrtné účinky látky byly pozorovány až do vzdálenosti 2,5 km (o koncentraci asi 100 ppm). Závažné, ale ne smrtné následky byly pozorovány na lidech do vzdálenosti 4 km (koncentrace kolem 30 ppm) od zdroje kontaminace.

Methylisokyanát má vysokou akutní toxicitu při inhalaci. Už od koncentrace 2 ppm je nebezpečná chemická látka registrovatelná lidských čichem. Toxickým plynem bylo zasaženo velké množství lidí a mnoho jich uprchlo ze svých domovů. Účinek jedu na lidi žijící v okolí chemického podniku byl opravdu devastující. Mnozí zemřeli ve svých postelích. Jiní se oslepení vypořádali ze svých domů, dusili se a zemřeli na ulici. Ještě více lidí zemřelo později v centrech první pomoci a v nemocnicích. Dvě nejbližší nemocnice byly přeplněné zraněnými. Problémy způsobovala skutečnost, že se zpočátku nevědělo, jaký plyn vlastně unikl a jaké jsou jeho účinky. Toxické plyny lidem "spálily" tkáň očí a plic, vstoupily do krevního řečiště a poškodily řadu dalších tělesných systémů. Prvními akutními příznaky u postižených bylo zvracení a pocity pálení v očích, v nose a v krku. Smrt většinou způsobilo respirační selhání. U některých způsobily toxické plyny tak masivní vnitřní sekreci, že se plíce zaplnily tekutinou. U jiných vedlo k udušení křečovitě stažením dýchacích cest. Mnoho z těch, kteří přežili první den, bylo nalezeno s poškozením plicních funkcí. U obětí, které katastrofu přežili, prokázaly lékařské studie neurologické symptomy zahrnující bolesti hlavy, poruchy rovnováhy, depresi, únavu, vyčerpání, podrážděnost, ale také poškození a abnormality trávicí trubice, pohybového aparátu, rozmnožovacího a imunitního systému. Ve světových médiích se spekulovalo o fosgenu ještě několik dní po neštěstí. Vyšetřování probíhalo ještě pár let po katastrofě. Bylo provedeno množství experimentů a výzkumů, které se snažili objasnit průběh a následky havárie.

2 PRÁVNÍ RÁMEC A SYSTÉM OCHRANY PŘED ŠÍŘENÍM NEBEZPEČNÉ LÁTKY V OVZDUŠÍ V ČR

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů

Tento zákon vymezuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, pokud tak nestanoví zvláštní právní předpis, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu, stavu ohrožení státu a válečného stavu (dále jen „krizové stavy“). [6]

Základní požadavky na bezpečnost a hygienu na umělých koupalištích upravuje **Zákon č. 258/2000 Sb.**, ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů.

Tento zákon upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví a soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc. Stanovuje hygienické požadavky na koupaliště ve volné přírodě, umělá koupaliště, bazény, sauny a povinnosti jejich provozovatelů. [7]

Požadavky jsou konkretizovány v prováděcí vyhlášce č. **238/2011 Sb.**

Vybrané povinnosti:

- Zajistit kontrolu jakosti vody ke koupání upravené prováděcím právním předpisem a protokol o výsledku kontroly v elektronické podobě bezodkladně předat příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví;
- Vypracovat provozní řád, ve kterém stanoví podmínky provozu včetně způsobu úpravy vody umělého koupaliště nebo sauny, popřípadě koupaliště ve volné přírodě, je-li v něm voda upravována, zásady osobní hygieny zaměstnanců a ochrany zdraví návštěvníků a způsob očisty prostředí, návrh provozního řádu a jeho změn předloží ke schválení krajské hygienické stanici;
- Vést provozní deník a evidenci o výsledcích kontrol a provedených měření a uchovávat je po dobu 1 roku;

- Zajistit, aby voda ve zdroji pro bazén umělého koupaliště a sauny měla jakost stanovenou prováděcím právním předpisem; [9]

Zákon č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (o prevenci závažných havárií) [3]

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, Zákon upravuje přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší, práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší. [4]

Zákon č. 350/2011 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). [5]

3 METEOROLOGICKÉ POJMY A DEFINICE

Mimořádná událost:

je škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.

Mimořádná událost je nenadálý částečně nebo zcela neovládaný, časově a prostorově ohraničený děj, který vznikl v souvislosti s provozem technických zařízení, působením živelných pohrom, neopatrným zacházením s nebezpečnými látkami nebo v souvislosti s epidemiemi a dalšími negativními vlivy. [1]

Krizová situace:

je mimořádná událost podle zákona o integrovaném záchranném systému, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu (dále jen krizový stav), (mimořádná situace, kdy je bezprostředně ohrožena svrchovanost a územní celistvost státu, jeho demokratické základy, chod hospodářství, systém státní správy a samosprávy, zdraví a život velkého počtu osob, majetek ve velkém rozsahu, kulturní statky, životní prostředí nebo plnění mezinárodních závazků, přičemž ohrožení nelze zabránit ani jeho následky odstranit obvyklou činností správních úřadů, orgánů územní samosprávy, ozbrojených sil, záchranných sborů, havarijních a jiných služeb). [11]

Integrovaný záchranný systém:

integrovaný záchranný systém (IZS) je efektivní systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací a přípravě na mimořádné události. Tak aby stručně řečeno „nikdo nebyl opomenut, kdo pomoci může a vzájemně si nikdo z nich nepřekážel.“ [11]

Ochranná maska:

(hovorově plynová maska) slouží k ochraně obličeje, očí a dýchacích cest nositele před toxickými látkami ve vzduchu. Ty mohou být ve skupenství pevném (prachové částice typické pro radioaktivní látky, různé dýmy nebo viry a bakterie), kapalném (aerosoly – mohou obsahovat radioaktivní látky, rozpuštěné chemické škodliviny či bakterie a viry), nebo plynném (radioaktivní plyny a toxické plynné látky). [11]

Nebezpečná chemická látka:

jedná se o látku nebo směsi, které vykazují jednu nebo více nebezpečných vlastností (např. toxicitu, hořlavost, výbušnost, látka nebezpečná pro zdraví atd.).

Nakládáním s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými směsi se rozumí jejich výroba, dovoz, distribuce, prodej, používání, skladování, balení, označování.

Izotermie:

je teplotní zvrstvení atmosféry, při němž se teplota vzduchu v určité vrstvě s výškou nemění. V izotermické vrstvě se vertikální teplotní gradient rovná nule a potenciální teplota v nenasyčeném vzduchu za běžných meteorologických teplot a v blízkosti hladiny 1 000 hPa s výškou vzrůstá zhruba o 1 °C na 100 m. Izotermie se vytváří nejčastěji v mezní vrstvě atmosféry při přestavbě normálního zvrstvení ve zvrstvení inverzní a naopak. Ve volné atmosféře jsou nejstálější a nejmohutnější izotermie ve spodní stratosféře, nazývané proto izosféra. Viz též inverze teploty vzduchu, a za druhé stálost teploty při určitém fyzikálním ději. Viz též děj izotermický. [29]

Konvekce:

se zpravidla jedná o výstupné a kompenzující sestupné pohyby vzduchu v atmosféře. Konvekce je způsobena archimédovými vztlačovými silami, vznikajícími následkem horizontální teplotní nerovnováhy v atmosféře (různá teplota = různá tíha vzduchu). Konvekční pohyby mohou mít nespojitý charakter, tzn. probíhají ve formě pohybu jednotlivých vzduchových bublin. K ní se zpravidla váže turbulence, která se spolu s ní významně podílí na promíchávání vzduchu a přenosu tepla i vodní páry od zemského povrchu do atmosféry. Rychlost výstupného proudu se zpravidla pohybuje od několika desetin po m/s (v extrémních případech dosahuje 30-40 m/s, ojediněle i více). [8]

Inverze:

teplotní inverze je zvláštní příklad vertikálního rozložení teploty, při kterém v určité vrstvě atmosféry, v tzv. inverzní vrstvě, teplota s nadmořskou výškou vzrůstá. Obvykle teplota vzduchu s výškou klesá, protože vzduch je z velké většiny ohříván od zemského povrchu. Podle výšky inverzní vrstvy nad zemí rozlišujeme inverzi přízemní a výškovou. Inverze teploty má značný význam v tom, že stabilní zvrstvení teploty brzdí promíchávání vzduchu ve vertikálním i horizontálním směru. [8]

Meteorologická charakteristika:

Meteorologické údaje, které v době havárie nezanedbatelně ovlivňují průběh událostí.

Patří mezi ně:

- směr a rychlost větru,
- třída stability atmosféry,
- srážková činnost,
- teplota vzduchu,
- vlhkost vzduchu,
- bouřky,
- převažující směr a rychlost větru,
- stabilita atmosféry, atmosférický tlak. [17]

Teplota vzduchu:

Je z hlediska meteorologie považována teplota měřená na suchém zastíněném staničním teploměru, zpravidla umístěném v bílé natřené žaluziové budce, ve výšce 2 metry nad okolním terénem a v místě dostatečně reprezentativním pro dané okolí. [30]

4 CÍLE A METODY

Hlavním cílem bakalářské práce je posoudit vliv meteorologických faktorů na šíření obla-ku s nebezpečnou látkou po chemické havárii. Pro splnění tohoto cíle byly stanoveny ná-sledující dílčí cíle:

- Dílčím cílem pro zpracování teoretické práce je provést literární rešerši na zvolené téma faktory vnějšího prostředí ovlivňující šíření nebezpečných látek v ovzduší po chemické havárii, pomocí sběru dostupných informačních dat.
- Dílčím cílem praktické části je určit vnější meteorologické vlivy, mající dopad na průběh šíření chlóru v ovzduší při úniku z chlorové místnosti v podniku Steza Zlín.

Metody které byly použity byly modelování a komparace:

- Metoda historická – byla použita při přípravě teoretické části práce. Umožnila na-hlédnout a osvětlit historická fakta vztahující se k únikům nebezpečných látek do ovzduší a jejich vlivům na zdraví člověka
- Metoda analytická – jejíž podstatou je myšlenkový rozklad na menší celky zkou-maného předmětu, jevu nebo situace, které se následně stávají sami předmětem dal-ší analýzy. Poznání parciálních částí usnadní lépe chápat jev jako celek.
- Metoda indukce – byla použita jako způsob výstavby hypotézy za pomoci získa-ných faktů. Pomocí metody byly stanoveny obecné závěry.
- Metoda komparace – je metoda, kdy díky srovnání jednotlivých, vzájemně prová-zaných, lze stanovit závěry o vlastnostech prvků nebo procesů. Je-li dodržena přes-nost výše uvedených metod, je poté komparace věrohodným ukazatelem dat.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 OBECNĚ O NEBEZPEČNÉ LÁTCE – CHLÓR

Chlór, chemická značka Cl, je toxický, světlezelený plyn, druhý člen z řady halogenů. Patří mezi velmi reaktivní plyny, které snadno vytváří sloučeniny s většinou prvků periodické soustavy. Byl objevený roku 1774 Carlem Wilhelmem Scheelem, ale nynější název mu dal až roku 1810 anglický chemik Humphry Davy.

Na zemi je chlór přítomný pouze ve formě sloučenin, většina z nich je rozpuštěna v mořské vodě. Z minerálu je nejznámější chlorid sodný – (kuchyňská sůl). Velké ložiska chlóru se nacházejí v Polsku či USA a vznikly odpařením slaných jezer.

V zemské kůře je chlór 20. nejrozšířenějším prvkem a je zde obsažen až v koncentraci 1900 mg/kg. V mořské vodě tvoří chloridové ionty nejčastěji zastoupený aniont, jejich koncentrace se pohybuje okolo 19 g/l.

Výroba plynného chlóru je založena na elektrolýze vodného roztoku chloridu sodného (tzv. solanky). Elementární chlór se používá v převážně většině na desinfekci pitné vody a vody v bazénových provozech. [18]

Zdroje emisí

Přírodným zdrojem emisí je chlorovodík unikající při sopečné činnosti. Je také obsažen v celé řadě nerostů. Vzhledem k ohrožení životního prostředí a lidského zdraví a života jsou mnohem významnější následující antropogenní zdroje emisí:

- únik chlóru a chlorovodíku v průmyslu (při samotné výrobě chemikálie, organické výrobě),
- úniky chlóru při bělení papíru a buničiny,
- úniky chlóru kdy je využit jako desinfekční činidlo (chlorování vody, lékařství) a odpařování chlóru a jeho sloučenin z průmyslově vyráběných rozpouštědel a přípravků (např. SAVO),
- chlorovodík jako produkt spalování (spalování paliv, obsahující chloridy, jako například uhlí.),
- vznik chlorovodíku při oxidaci (spalování) odpadů s příměsí chlóru (PVC),
- úniky kyseliny chlorovodíkové při úpravě oceli. [18]

Chlór a jeho vlastnosti

Je to toxický plyn, který je těžší než vzduch, má vyšší molekulovou hmotnost (28,96 g/mol), označuje se jako negativně vznášivý plyn. Je to silně oxidující chemikálie – podporující hoření, a také velmi korozivní plyn. Má silný dráždivý a dusivý účinek. Chlór s vodou reaguje za vzniku kyseliny chlorovodíkové. Kyselina chlorovodíková (plynný chlorovodík rozpuštěný ve vodě) je bezbarvá, nebo mírně nažloutlá kapalina. Látka je prudce toxická pro vodní organismy. Látka škodlivá taktéž vodám, kdy nesmí uniknout neředěná do odpadních vod. Reakcí s dusíkatými sloučeninami vzniká plynný chlorodusík, vysoce výbušný. Má rozpoznatelné varovné vlastnosti, je cítit již při koncentracích 0,01 ppm - 0,31 ppm. Dráždivá koncentrace činní 3 ppm. [2] [10]

Dopady na životní prostředí

Dostane-li se chlor do biosféry například jako důsledek havárie, může bezprostředně spálit blízké rostliny. Chlorovodík vznikne reakcí se vzdušnou vlhkostí. Je to velmi korozivní plyn, který rozežírá mnohé kovy, což vede k porušení statiky budov i kulturních památek. Plynný chlorovodík se velmi snadno rozpouští ve vodě, za vzniku koncentrované kyseliny chlorovodíkové, která je při vyšších koncentracích škodlivá pro vodní organismy a poškozuje také flóru. Akutní je ohrožení volně žijících zvířat a rostlin emisemi vzniklými jako produkt spalovacích procesů. Chlorovodík vniknuvší v atmosféře Země nemalou měrou přispívá ke vzniku kyselých dešťů tím, že se rozkládá ve vodě obsažené v mracích a způsobuje tak zvýšení kyselosti dešťové vody oproti normálním podmínkám. Určité typy zemín a jezer mohou být citlivé na výskyt kyselých dešťů. Hlavní plyny podílející se na vzniku kyselých dešťů jsou oxid siřičitý a NO_x, ale i chlorovodík hraje významnou roli. Tyto látky mohou díky používání vysokých komínů pro dostatečný rozptyl znečišťujících látek vysoko do atmosféry transportovány vzdušnými proudy na vzdálenosti v tisících kilometrech. [18]

Toxicita chlóru

Nízké koncentrace (0,12-16 ppm) mohou způsobovat podráždění vlhkých tkání, záněty hrdla, záchvaty kašle a dušnost (30 ppm). Silná expozice může mít za následek poškození vlhkých tkání.

Inhalace koncentrace (500 ppm) po dobu 5 minut může být pro člověka smrtelná a inhalace koncentrace (1000 ppm) může skončit fatálně po několika nadechnutích.

Ve vysokých koncentracích může chlór působit dusivě. Jiné symptomy mohou zahrnovat kýčání, síňalost nebo červený obličej, slabost, chrapot, bolesti hlavy, závratě a obecně rozčilení a neklid.

Masivní inhalace může způsobit smrt v důsledku srdeční zástavy. [13]

5.1 Působení a první pomoc po zasažení chlórem

Vdechnutí

Působení – velmi toxický plyn, jedno vdechnutí může být to poslední. Může způsobit podráždění sliznic. Může poškodit plíce. Při vdechnutí může být životu nebezpečné ukládání vody na plicích (plicní edém). Symptomy mohou být: kýčání, krátící se dech, dýchací obtíže a pocit tlaku na prsou. Příznaky se mohou rozvinout i několik hodin po vystavení se toxických par. I velice krátká expozice může mít celoživotní následky. Jediná expozice vysoké koncentraci může znamenat dlouhotrvající obtíže, jako je vznik astmatu. [19]

První pomoc – nejdříve je potřeba přijmout opatření, aby bylo zajištěno vlastní bezpečí jako zachránce (např. vhodným ochranným vybavením). Postiženého přemístěte na čerstvý vzduch. Zde jej udržujte v pozici pohodlné pro dýchání. Neumožněte postiženému, aby se pohyboval, pokud to není nezbytně nutné. Symptomy pulmonárního edému (vodnatění plic) mohou být čitelné až později. Volejte centrum otrav a zajistěte co nejdříve převoz postiženého do nemocnice. [19]

Kontakt s pokožkou

Působení – tento agresivní plyn může vyvolat podráždění kůže a může ji i popálit. Jako následek vystavení může vzniknout jizva, která se již nikdy nemusí zcela zahojit. Přímý kontakt se zkapalněným plynem má za následek podchlazení, či dokonce vznik omrzlin.

Příznaky lehkého omrznutí jsou: (ztráta citlivosti a pálení v zasažené oblasti).

Příznaky těžšího popálení lze popsat jako svalovou ztuhlost.

Pokožka může voskově zblednout nebo zežloutnout. V závažnějších případech vystavení, se v některých případech mohou na postiženém místě objevit puchýře, a může dojít až k nekróze tkáně či vzniku infekce. [19]

První pomoc – Poškození místo oplachujte vlažnou vodou po dobu 5 minut. Pokud bolest postiženého místa neustává, navštivte lékaře. V případě, že se bude jednat o zkapalněný chlór, co nejdříve oběť vzdalte od zdroje kontaminace. Opatrně odstraňte oblečení nebo šperky, v kontaktu s postiženou částí těla osoby, které by mohly bránit průtoku krve. Jemně přikryjte odhalenou, postiženou oblast sterilní tkaninou. Nedovolte oběti požívat alkohol ani kouřit. Přivolejte lékaře k odbornému ošetření, které je v tomto případě nezbytné. Bude-li to nutné, zajistěte převoz do nemocnice. [19]

Kontakt s očima

Působení – Plyn dráždí oči, a jako nejhorší následek zasažení může být trvale poškození zraku. Přímý kontakt se zkapalněným plynem může způsobit "zmrznutí" oka. I zde s následkem nevratného poškození zraku, nebo slepoty. [19]

První pomoc – Zasažené otevřené oko (oči) ihned vypláchněte vlažnou vodou o mírném proudu tekoucí asi po dobu 5-ti minut. Pokud bolest nebo podráždění přetrvává, přivolejte lékaře. [19]

6 ZÁKLADNÍ INFORMACE O STEZA ZLÍN

Společnost STEZA ZLÍN, spol. s r.o. Hradská 888 spravuje zařízení, které je určeno k poskytování služeb pro veřejnost. Provoz společnosti je celoroční. Krom základní funkce veřejného koupaliště se zde poskytují široké spektrum dalších služeb:

- finská a parní sauna (v budově 50m bazénu)
- činnost plaveckých oddílů (v budově 50m bazénu)
- plavecká škola (v budově 50m bazénu)
- kurzy plavání pro děti (v budově 50m bazénu – dětský bazén)
- 2 potápěčské školy a prodejny (obě v budově 25m bazénu)
- vodoléčebné služby (v budově 25m bazénu)
- veřejná posilovna (v budově 25m bazénu)
- NEKKY club (v budově 25 m bazénu)
- rehabilitace (v budově 25m bazénu)

Návštěvnost Městských lázní v závislosti na sezóně je 20 000 – 50 000 osob za měsíc, tj. průměrně 650 – 1 650 osob denně. V areálu společnosti STEZA ZLÍN, spol. s r.o. Hradská 888 se může nacházet až 2 500 osob. [12]



Obrázek 1 Umístění chlorovny [23]

Areál společnosti STEZA ZLÍN, spol. s r.o. Hradská 888 se nachází na jižním okraji centrální části Zlína, přibližně 500 m JJV od náměstí Míru, na spojnici ulic Hradská, Osvooboditelů a Růmy. Z hlavní komunikace procházející středem Zlína (třídy Tomáše Bati) vede k areálu společnosti ulice Dlouhá a na ni navazující ulice Osvooboditelů. Z jižní strany vedou k areálu společnosti ulice Hradská a Růmy. Příjezd k areálu společnosti je dobře značen místním značením (orientační tabule zelené barvy). V těsné blízkosti areálu společnosti STEZA ZLÍN, spol. s r.o. Hradská 888 se nachází areál stadionu mládeže. Do vzdálenosti 300 m, která může být ohrožena únikem chóru, se nachází několik objektů se zvýšenou koncentrací osob – severním směrem budova Centroprojektu, severozápadním a jihozápadním směrem zejména – mateřská škola, obytná budova bývalého Kolektivního domu, SŠ potravinářství a gastronomie, dvě základní školy, střední odborné učiliště, SPŠ stavební, obchodní akademie a Jazyková škola, SSOŠ, gymnázium, státní jazyková škola a jedna z budov VUT, v ostatních směrech je zejména - bytová zástavba. Nejbližší služebna Policie ČR je asi 500 m jihozápadním směrem na náměstí T. G. Masaryka. Nejbližší zdravotnické zařízení (nemocnice ATLAS) se nachází na třídě T. Bati, v budově č.31 bývalého areálu Svít. Stanoviště rychlé záchranné služby se nachází v areálu nemocnice Tomáše Bati. Hasičský záchranný sbor Zlínského kraje se nachází asi 2 km východním směrem v ulici Přílucká. [12]

6.1 Chlórové hospodářství STEZA Zlín

Úprava vody v bazénech je individuální pro každý subjekt na základě velikosti bazénů, jejich návštěvnosti, finančních možností. Nejčastější čištění vody je chlórové, dále je zde pak možnost ozonové desinfekce a jiné. V první řadě je nutné zamezit větším mechanickým nečistotám v průchodu potrubním systémem. K tomu slouží filtr v cirkulačním okruhu.

Chlorovna je samostatná místnost se vstupem zvenku, která se nachází v přízemí budovy 25m bazénu. Vstup do ní je z pravé zadní strany budovy, příjezd techniky je po hlavní příjezdové komunikaci do areálu společnosti z ulice Hradská. Nachází se v ní prostor na skladování 6 ks náhradních tlakových lahví se zkapalněným chlórem po 65 kilech (plných i prázdných). Dále je zde prostor, kde jsou trvale připojené a provozované dvě 65 kilové tlakové lahve. Provoz chlorovny je celoroční.

Chlorovna je opatřena odsávacím zařízením ovládaným u vchodu (zvenku i zevnitř). Zapíná se před vstupem obsluhy do chlorovny. Sací hrdlo průměru (250×300 mm) je umístěno u podlahy místnosti. Odsávání je vyvedeno plechovým komínem na úroveň střechy budovy 25m bazénu do výšky cca 14 m nad terénem. Výfukové hrdlo (200×200 mm) má na konci koleno nasměrované na sever. Na objektu chlorovny je umístěn větrný pytel na zjišťování směru větru.

V místnosti je umístěno čidlo analyzátoru chlóru v ovzduší, které automaticky spustí výstražnou sirénu nad dveřmi do chlorovny vně objektu a elektromagnetický ventil (solenoid), který ovládá spuštění bezpečnostního sprchovacího zařízení v chlórovně. Povolená hodnota pro překročení hranice koncentrace chlóru v místnosti je 0,001 mg/l a naměřené hodnoty nejsou zaznamenávány. Siréna a bezpečnostní sprcha se vypne automaticky při poklesu pod tuto hranici nebo ručně v chlorovně. Bezpečnostní sprchovací zařízení je možno rovněž ovládat ručně (od venkovních dveří uvnitř chlorovny). Před chlorovnou je výsuvná plošina pro manipulaci dovezených lahví s chlórem.

V místnosti je u dveří 1 ks ručního hasicího přístroje (sněhový). U vstupu do chlorovny je plechová uzamykatelná skříňka, v níž je 1 ks ochranné únikové masky zn. KEMIRA SAFETY – typ SARI (NR) s filtrem 62 – A2B2E2K2 – P3, druhá maska s filtrem je v místnosti obsluhy v technickém zázemí budovy 50m bazénu. [12]



Obrázek 2 Vstup do chlorovny [12]

Celkové množství zkapalněného chlóru v chlórově je 6 lahví x 65 kg = 390 kg. Z toho jsou 2 láhve trvale připojené (aktivní) a 4 láhve náhradní. [12]



Obrázek 3 Větrný pytel [24]

6.2 Zařízení pro chloraci

Vakuový chlorátor slouží jako ventil, kdy při vyčerpání veškerého chlóru v láhvi poklesne tlak na takovou úroveň, že už chlorátor není schopen účinně pracovat. V láhvi zůstane zbytkový tlak 0,1 bar. Tento tlak je dostatečný k tomu, aby zabránil vstupu vzdušného kyslíku do láhve a tím zabránil možné korozi. Zbytkový tlak tedy zajišťuje dlouho životnost tlakových nádob. [12]

Vakuový injektor slouží pro samotné dávkování chlóru do upravované vody. Průtokem vody se v injektoru vytvoří podtlak, který nasaje chlór do vedení vody. Maximální kapacita dávkování plynného chlóru pro úpravu vody je 200 kg plynu za hodinu.



Obrázek 4 Vakuový chlorátor [25]



Obrázek 5 Vakuový injektor [26]

6.3 Chlórové hospodářství ve vodohospodářských provozech a její aplikace na bazénové provozy

Vodohospodářské provozy čili i úpravny bazénové vody, jsou povinny se v praxi řídit normou ČSN 755050 – Chlorové hospodářství ve vodohospodářských provozech a její aplikace na bazénové provozy, která upravuje konstrukční a technické vybavení chloroven a malých chloroven.

Chlorové hospodářství ve vodohospodářských provozech:

Souhrn objektů, nebo částí provozních objektů a zařízení pro skladování a přípravu dávkování chloru do vody. Zpravidla zahrnuje následující prostory:

- hlavní sklad chloru;
- provozní sklad chloru;
- chlorovnu s předsíní;
- místnost pro zařízení na větrání a vytápění;

Hlavní sklad chloru:

Samostatný, přízemní a nepodsklepený uzavřený objekt určený pro skladování zásobních tlakových nádob s chlorem, plných a prázdných.

Provozní sklad chloru:

Samostatná místnost, která obsahuje provozní, pohotovostní a v omezeném počtu zásobní tlakové lahve na chlor.

Chlorovna:

Samostatná místnost ve které se nachází část rozvodu tlakového chloru, chlorátory a část rozvodu chloru v podtlaku nebo chlorové vody.

Malá chlorovna:

Samostatná místnost, ve které se nachází část rozvodu tlakového chloru, chlorátory a část rozvodu chloru v podtlaku nebo chlorové vody. Nejvýše se však zde nachází čtyři tlakové lahve.

Provozní tlaková nádoba:

Tlaková nádoba připojená na tlakovou stanici, ze které se odebírá chlor.

Pohotovostní tlaková nádoba:

Tlaková nádoba připojená na tlakovou stanici, ze které se bude odebírat chlor po vyprázdnění provozní tlakové nádoby.

Zásobní tlaková nádoba:

Tlaková nádoba zajišťující potřebnou zásobu chloru pro provoz, nepřipojená na odběr.

Technické a dispoziční řešení:

Technická norma ČSN 755050 upravuje technické a dispoziční řešení celého chlorového hospodářství.

Hlavní sklad chloru:

Norma navrhuje kapacitu hlavního skladu chloru na tříměsíční průměrnou spotřebu, a to na 100 % plných a 50 % prázdných tlakových nádob.

V hlavním skladu chloru jsou umístěny:

- zásobní lahve včetně upevnění;
- zařízení na manipulaci s tlakovými nádobami podle potřeby.

Provozní sklad chloru:

Provozní sklad je vždy samostatná místnost v přízemí provozního objektu se samostatným vchodem z venku. V provozním skladu mohou být uskladněny provozní tlakové nádoby v množství nutném pro největší současný odběr chloru a stejný počet nádob pohotovostních.

V provozním skladu chloru je možno umístit tato zařízení:

- provozní, pohotovostní a omezený počet zásobních lahví;
- tlakovou stanici;
- tlakový rozvod chloru;

- podtlakové chlorátory;
- podtlakový rozvod chloru;
- váhy na tlakové nádoby.

Tlakové nádoby musí být zajištěny proti převržení.

Umístění hlavního skladu, provozního skladu a malé chlorovny:

Při úvahách o umístění těchto součástí chlorového hospodářství musejí být na zřeteli požadavky na minimální odstupové vzdálenosti od ostatních objektů!

- | | |
|-----------------------------------------------------------|------|
| • Provozní objekty | 12 m |
| • Obytné domy | 12 m |
| • Veřejné budovy a hromadné úkryty CO | 30 m |
| • Veřejné komunikace | 5 m |
| • Terénní prohlubně, šachty, okna, vstupy do sklepa apod. | 5 m |

Vytápění a chlazení:

ČSN 755050 také řeší vytápění a větrání jednotlivých úseků chlorového hospodářství. Hlavní sklad chloru nemusí být vytápěný. Podtlakové větrání hlavního skladu, provozního skladu, chlorovny i malé chlorovny musí mít kapacitu na výměnu vzduchu nejméně pětkrát za hodinu dle objemu místnosti. Větrání musí být ovladatelné spínačem u vchodů zvenku i zevnitř. Musí být zajištěno přímé větrání s odvodem vzduchu v úrovni podlahy místnosti. Větrací potrubí hlavního skladu musí být vyvedeno nejméně 1 m nad střechy budov v okruhu 12 m, u provozního skladu, chlorovny nebo malé chlorovny pak 1 m nad střechy v okruhu 10 m.

Konstrukce stavby hlavního i provozního skladu a malé chlorovny musí zajistit, že vlivem oslunění nestoupne teplota v těchto prostorech nad 35 °C.

V provozním skladu, chlorovně a malé chlorovně se doporučuje udržovat optimální teplota v rozmezí 20 °C až 25 °C nebo teplota doporučená chloračního zařízení. Teplota nesmí překročit 35 °C a nesmí být nižší než 10 °C.

Při konstrukci vytápění se musí počítat s takovou vzdáleností tlakových nádob od zdrojů tepla, aby povrchová teplota na nádobách nepřekročila 35 °C.

Větrání objektů a místností chlorového hospodářství nutno uvést do činnosti:

- před vstupem do místnosti podle provozního řádu;
- při demontáži zařízení po dobu, kdy by mohl chlor z demontované části unikát a kdy by při tom mohlo dojít k zamoření okolí;
- při havárii podle poplachového protiplynového plánu.

Sklady tlakových nádob a chlorovna, a malá chlorovna musí být vybaveny ochranou před bleskem podle ČSN 34 1390.

Prochází-li potrubí s chlorem v podtlaku nebo s chlorovou vodou dalšími provozními místnostmi, musí být přístupné pro kontrolu a teplota v těchto místnostech nesmí být nižší než 5 °C.

Stavební provedení:

Hlavní sklad chloru má být realizován jako přízemní objekt. Doporučuje se sklad bez oken, pokud jsou navržena, musí být zabráněno přímému oslunění tlakových nádob. Podlaha musí být rovná, nehořlavá, s protiskluzovým povrchem. Doporučena je keramická dlažba se soklem podél stěn. Výška místnosti má být nejméně 3 m.

Chlorovna, malá chlorovna musí mít dveře z konstrukcí druhu D1 (z nehořlavých hmot). Doporučuje se podlaha z keramické dlažby a obklad stěn do výše 1,8 m. Místnost chlorovny nebo předsíně má být vybavena umyvadlem s přívodem vody.

Dveře a vrata zvenku do místností chlorového hospodářství musí být tepelně izolovány.

V místnostech chlorového hospodářství se nesmí navrhovat odvodnění podlahy.

Dodržování této normy sledují zejména orgány dozoru bezpečnosti práce. [20]

7 SOFTWARE TEREX

TEREX je nástroj vyvinut pro okamžitou predikci dopadů a následků působení nebezpečných látek nebo výbušných systémů, jako důsledků havárií, či při jejich teroristickém zneužití. Modelace výsledků jsou tvořeny matematickými výpočty počítačového programu s návazností na geografický informační systém (GIS) pro následné zobrazení predikcí v mapách.

Program byl původně určen zejména pro operativní použití jednotkami integrovaného záchranného systému během zásahu, pro rychlé určení rozsahu ohrožení a realizaci následných opatření ochrany obyvatel. Dále je doporučován pro provádění analýzy a hodnocení rizik pro účely havarijního plánování. Program poskytuje výsledky i při nedostatku přesných vstupních informací. [16]

TEREX je softwarový nástroj vyvinutý společností T-SOFT a. Nástroj je určen pro použití v průmyslu, v ozbrojených silách, složkami integrovaného záchranného systému a ve veřejné správě, kde může být použit k modelování technologických havárií s únikem chemických látek a explozí, teroristických a jiných útoků prostřednictvím výbušných systémů nebo zneužitím chemických látek, dále pak k plánování opatření k omezení rizik, cvičení jednotek, výuku, územní plánování a podobně.

Mezi základní scénáře pro okamžité vyhodnocení dopadů patří:

- únik nebezpečné chemické látky;
- únik nebezpečné otravné látky;
- použití výbušného systému.

TEREX je vyvinut tak, aby umožňoval okamžitou předpověď ohrožení nastalé mimořádné události a je tedy vhodný pro použití zasahujícími jednotkami. Pro tento účel není hardwarově náročný, je přizpůsobený pro stresové situace a k výpočtům nevyžaduje komplexní vstupní data, která obvykle nejsou v takových situacích k dispozici. Odhad dopadů se řídí zásadou konzervativní prognózy – výsledky předpovědi odpovídají nejhorší možné variantě. Výstupní informace je srozumitelná, jednoduchá a lze ji zobrazit v textové či grafické podobě, v mapě nebo v jiném geografickém informačním systému.

TEREX je přizpůsobený požadavkům Severoatlantické aliance a je kompatibilní se standardem pro výměnu dat a informací ADATP-3 a s alianční doktrínou pro chemické, biologické, radioaktivní hrozby ATP-45(B), která obsahuje šablonu pro tvorbu rizikových zón v mapě. TEREX je rovněž kompatibilní s formátem pro výměnu varovných zpráv CAP (Common Alerting Protocol). TEREX nabízí výběr ze tří základních jazyků: češtiny, slovenštiny a angličtiny. [22]

7.1 Vlastní vyhodnocení

Při zadávání vnějších parametrů se řídíme dostupnými zdroji a to hlavně hovoříme-li o meteorologických faktorech v danou dobu na daném místě. Jen tak jsme schopni získat co nepřesnější možné výsledky. Jelikož program Terex neumí modelovat dvě různé situace současně a ve stejný okamžik zobrazit vyhodnocení, je dobré si vstupní data poznačit. Je zřejmé, že společnými parametry pro únik NCHL potažmo kapalného chlóru bude (charakteristika okolního terénu a objem uniklé látky.

Pro meteorologické podmínky byly vybrány dvě základní situace:

Veškeré meteorologické data pocházejí z webového zdroje Ventusky.com. [27]

Situace č. 1:

Rychlost větru v přízemní atmosféře: 4,2 m/s

Pokrytí oblohy mraky: 62,5 %

Doba vzniku havárie stanovena jako: Den Zima

TerEx / NBC Expert - : PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do obla... [X]

Látka: Chlor
Skupenství: Kapalný plyn **Model: PUFF**

Rychlost úniku kapaliny ze zařízení
 Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do obla...
 Déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do obla...

Teplota kapaliny v zařízení
23 °C 73,40 F

Celkové uniklé množství kapaliny
390 kg 859,79 lb

Rychlost větru v přízemní vrstvě
4,2 m/s 13,78 ft/s

Pokrytí oblohy oblaky
62,5 %

Charakter úniku kapaliny ze zařízení
 Sprejový efekt

Doba vzniku a průběhu havárie
 Noc, ráno nebo večer Den - Jaro Den - Podzim
 Den - Léto Den - Zima

Typ povrchu ve směru šíření látky
 Rovina Kultivovaná krajina Průmyslová plocha
 Zemědělská krajina Obytná krajina

Změna zadání parametrů výpočtu: **Základní**

Výpočet

Obrázek 6 Zadání zima [15]

TerEx / NBC Expert - Výsledky vyhodnocení

TerEx / NBC Expert Verze 3.0.8 10:38:28 03.05.2019 Licence pro : UTB Zlín

Událost: TE190503_0954

Model:
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Látka:
Chlor

Teplota kapaliny v zařízení: 23 °C
Celkové uniklé množství kapaliny: 390 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 4,2 m/s
Pokrytí oblohy oblaky: 62,5 %
Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Zima
Typ atmosférické stálosti: C - izotermie
Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina

Ohrožení osob toxickou látkou
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 556 m (1820 ft.)
[Koncentrace: 120,5 mg/m³]
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 937 m (3070 ft.)
[Koncentrace IDLH: 29 mg/m³ (Aktuální: 28,9 mg/m³)]

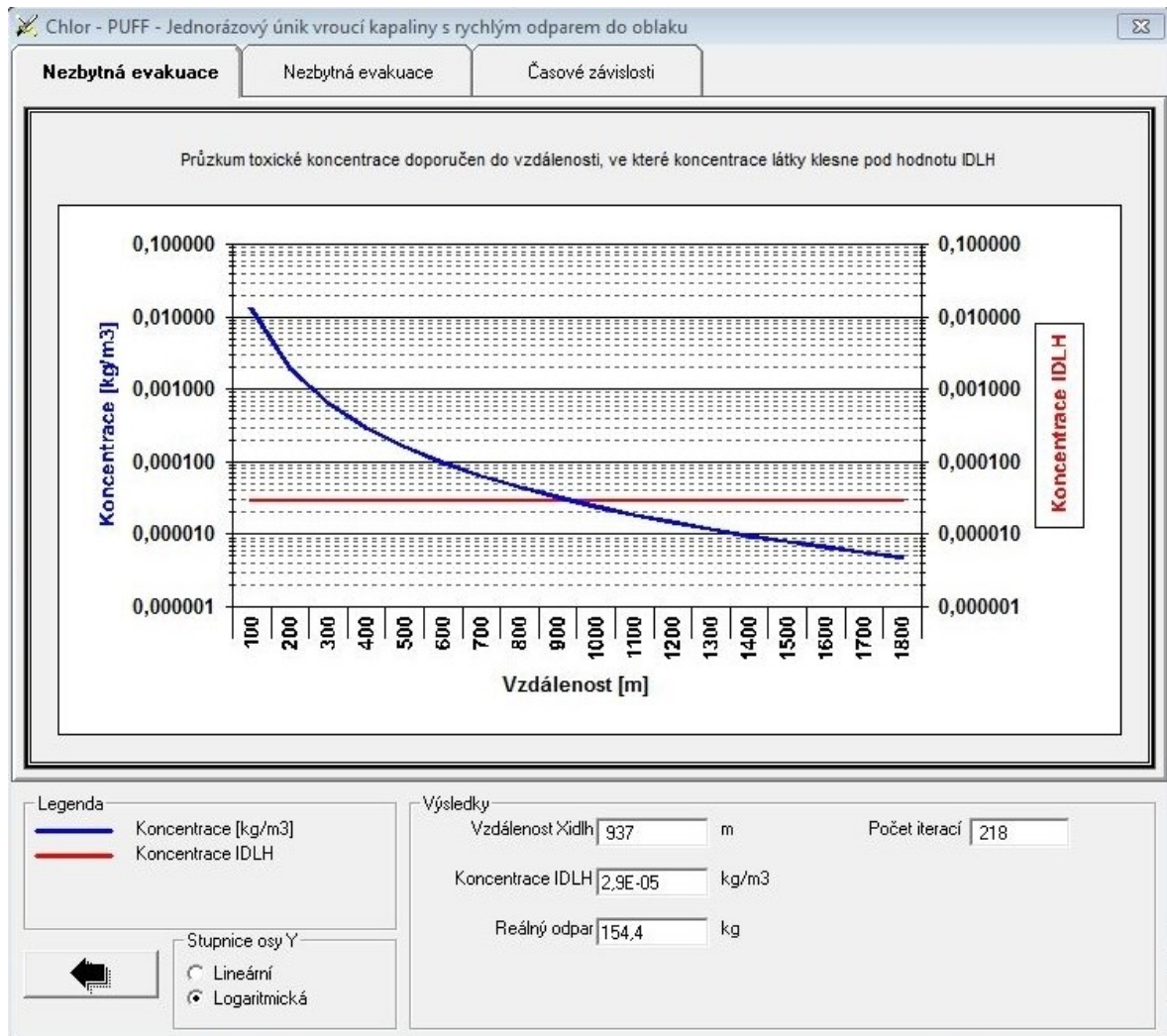
Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire

Obrázek 7 Vyhodnocení zima [15]

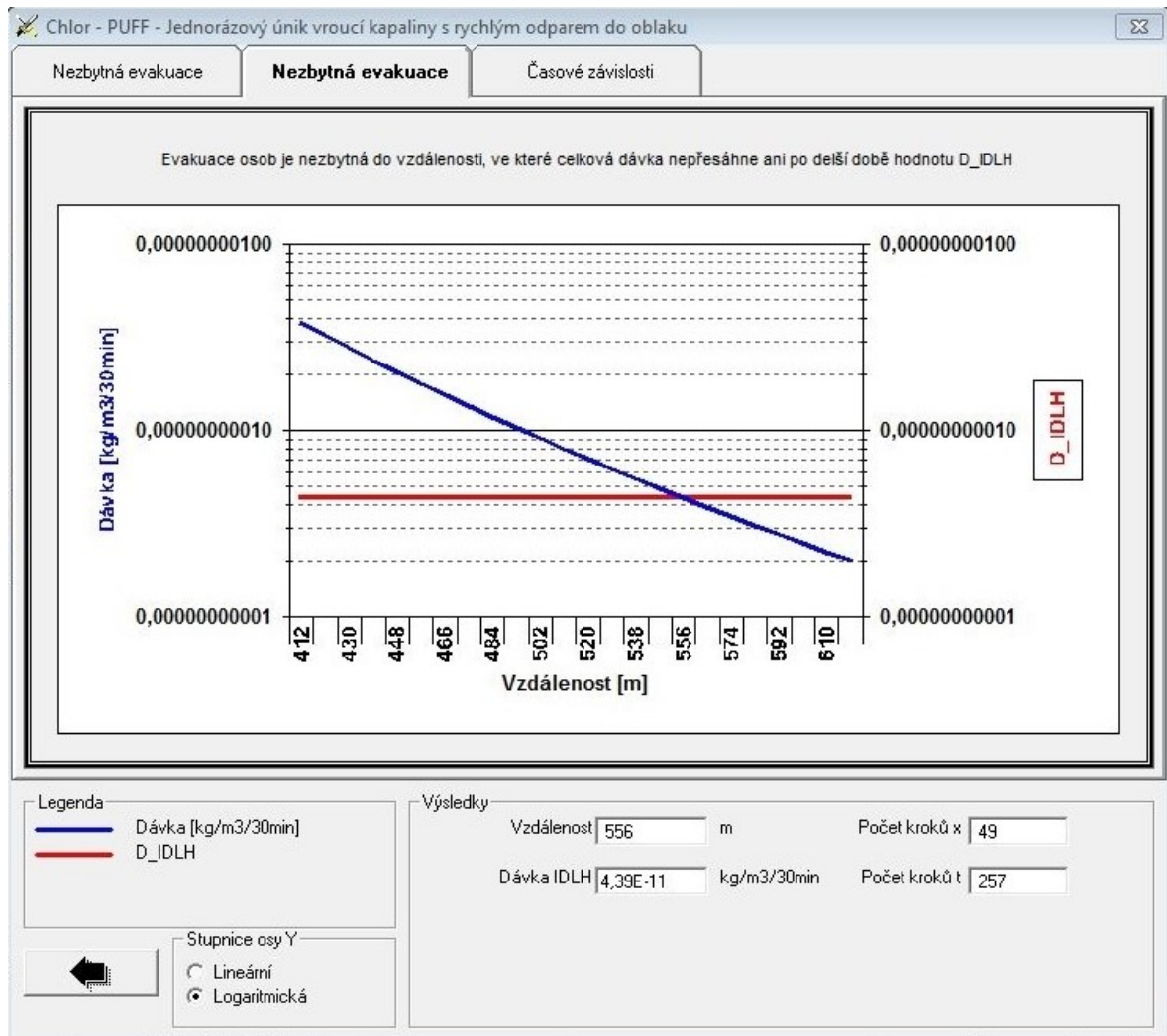
Pro zimní období program Terex typ atmosférické stálosti uvádí jako izotermii.

U výsledků v zimním období byla určena programem nezbytná evakuace osob do vzdálenosti 556 m kde koncentrace plynného chlóru dosahovala úrovně 120,5 mg/m³.

A vzdálenost pro nezbytný průzkum toxické koncentrace je vypočítána vzdálenost 937 m



Obrázek 8 Nezbytná evakuace určená letální koncentrací [15]



Obrázek 9 Nezbytná evakuace určená obdrženou dávkou [15]


Situace č. 2:

Rychlost větru v přízemní atmosféře: 2,0 m/s

Pokrytí oblohy mraky: 0 %

Doba vzniku havárie stanovena jako: Den Léto

TerEx / NBC Expert - : PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku... Σ

 **Látka: Chlor**

Skupenství: Kapalným plyn **Model: PUFF**

Rychlost úniku kapaliny ze zařízení

Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku Délétrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Teplota kapaliny v zařízení °C F

Celkové uniklé množství kapaliny kg lb

Rychlost větru v přízemní vrstvě m/s ft/s

Pokrytí oblohy oblaky %

Charakter úniku kapaliny ze zařízení Sprejový efekt




Doba vzniku a průběhu havárie

Noc, ráno nebo večer Den - Jaro Den - Podzim Den - Léto Den - Zima

Typ povrchu ve směru šíření látky

Rovina Kultivovaná krajina Průmyslová plocha Zemědělská krajina Obytná krajina

Změna zadání parametrů výpočtu:

   **Výpočet**

Obrázek 10 Zadání léto [15]

TerEx / NBC Expert - Výsledky vyhodnocení

TerEx / NBC Expert Verze 3.0.8 11:05:25 03.05.2019 Licence pro : UTB Zlín

Událost: TE190503_0954

Model:
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Látka:
Chlor

Teplota kapaliny v zařízení: 23 °C
Celkové uniklé množství kapaliny: 390 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2,0 m/s
Pokrytí oblohy oblaky: 0 %
Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Léto
Typ atmosférické stálosti: A - konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina

Ohrožení osob toxickou látkou
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 376 m (1230 ft.)
[Koncentrace: 107 mg/m³]
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 590 m (1940 ft.)
[Koncentrace IDLH: 29 mg/m³ (Aktuální: 28,82 mg/m³)]

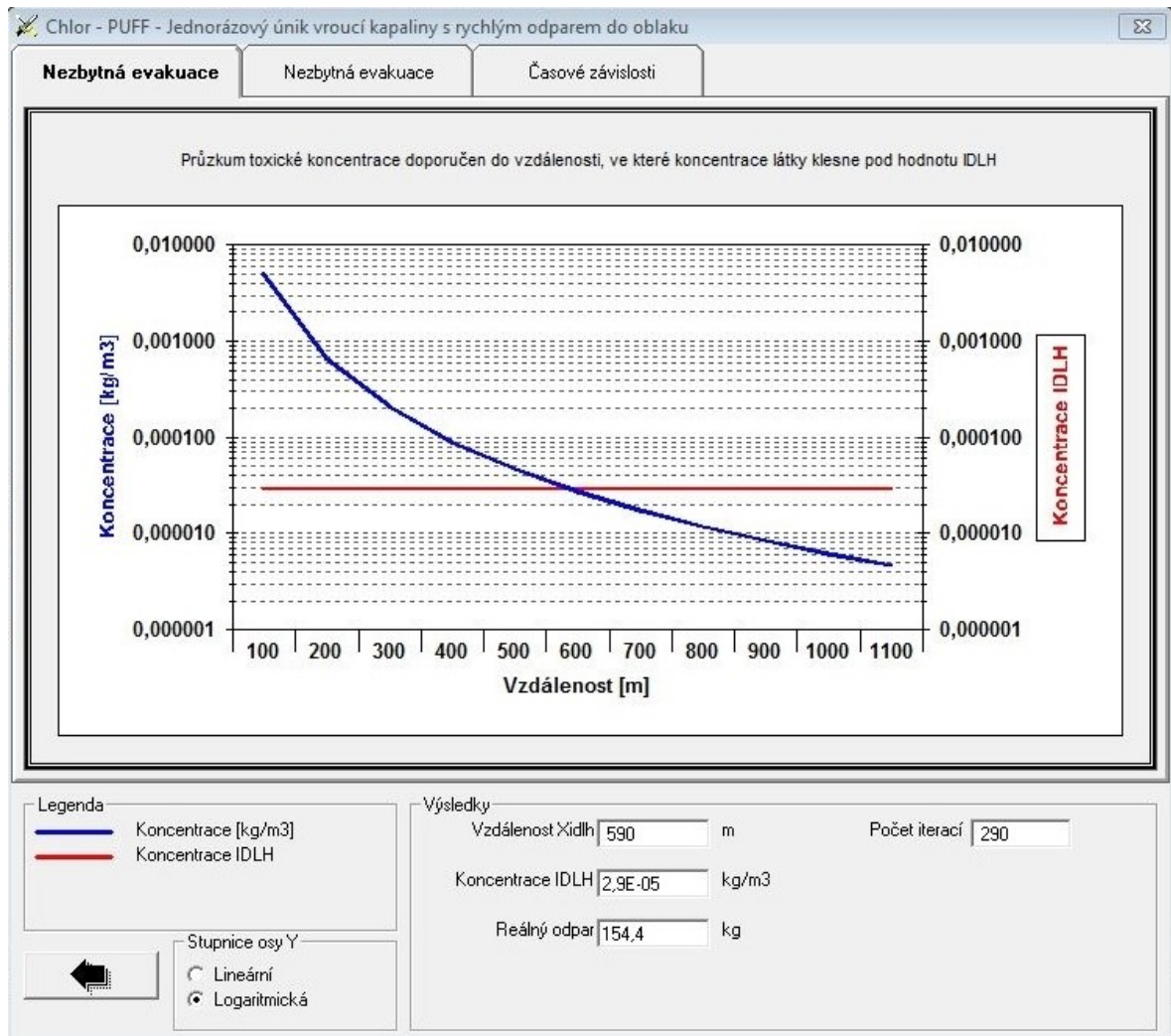
Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire

Obrázek 11 Vyhodnocení léto [15]

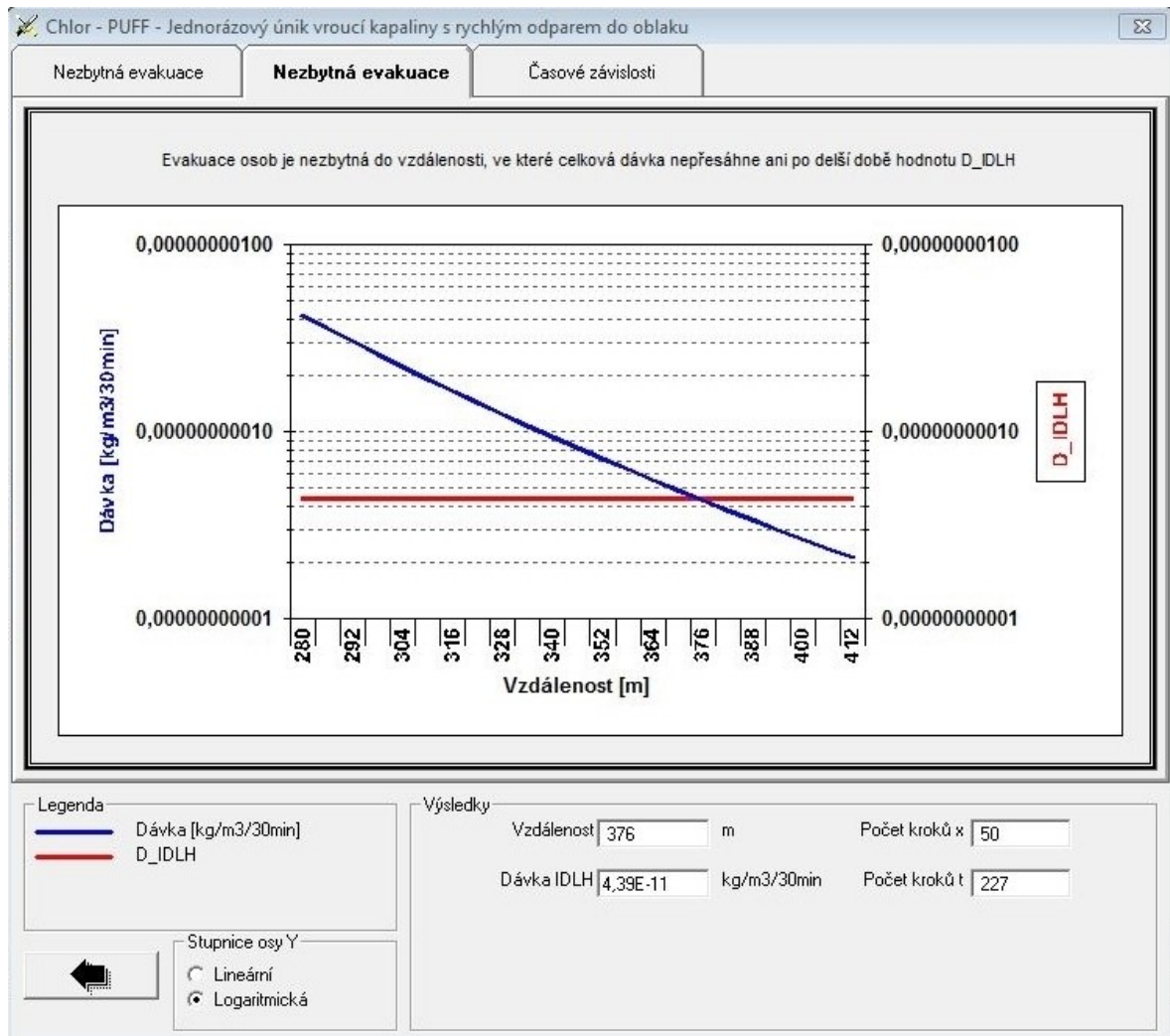
Pro letní období program Terex typ atmosférické stálosti uvádí jako konvekci.

U výsledků v letním období byla určena programem nezbytná evakuace osob do vzdálenosti 376 m kde koncentrace plynného chlóru dosahovala úrovně 107 mg/m³.

A vzdálenost pro nezbytný průzkum toxické koncentrace je vypočítána vzdálenost 590 m.



Obrázek 12 Nezbytná evakuace určená letální koncentrací [15]

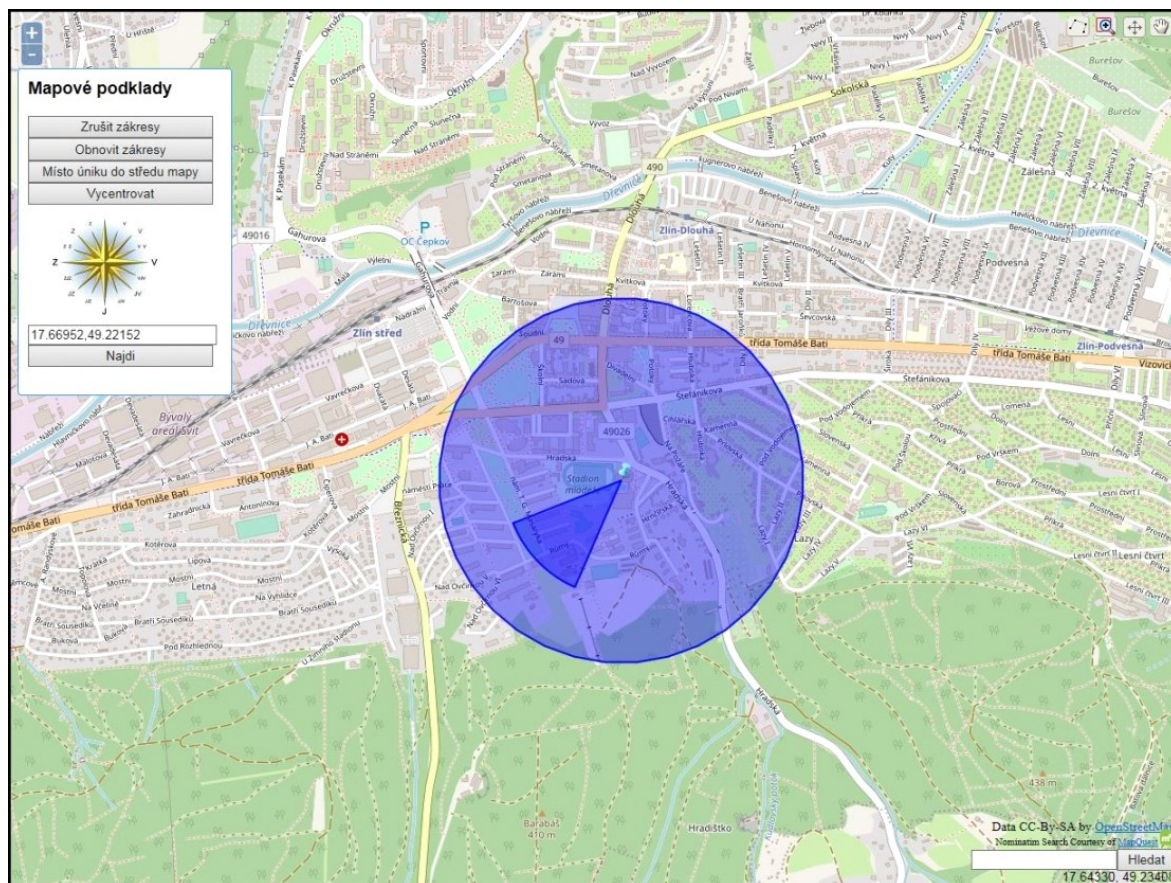


Obrázek 13 Nezbytná evakuace určená obdrženou dávkou [15]

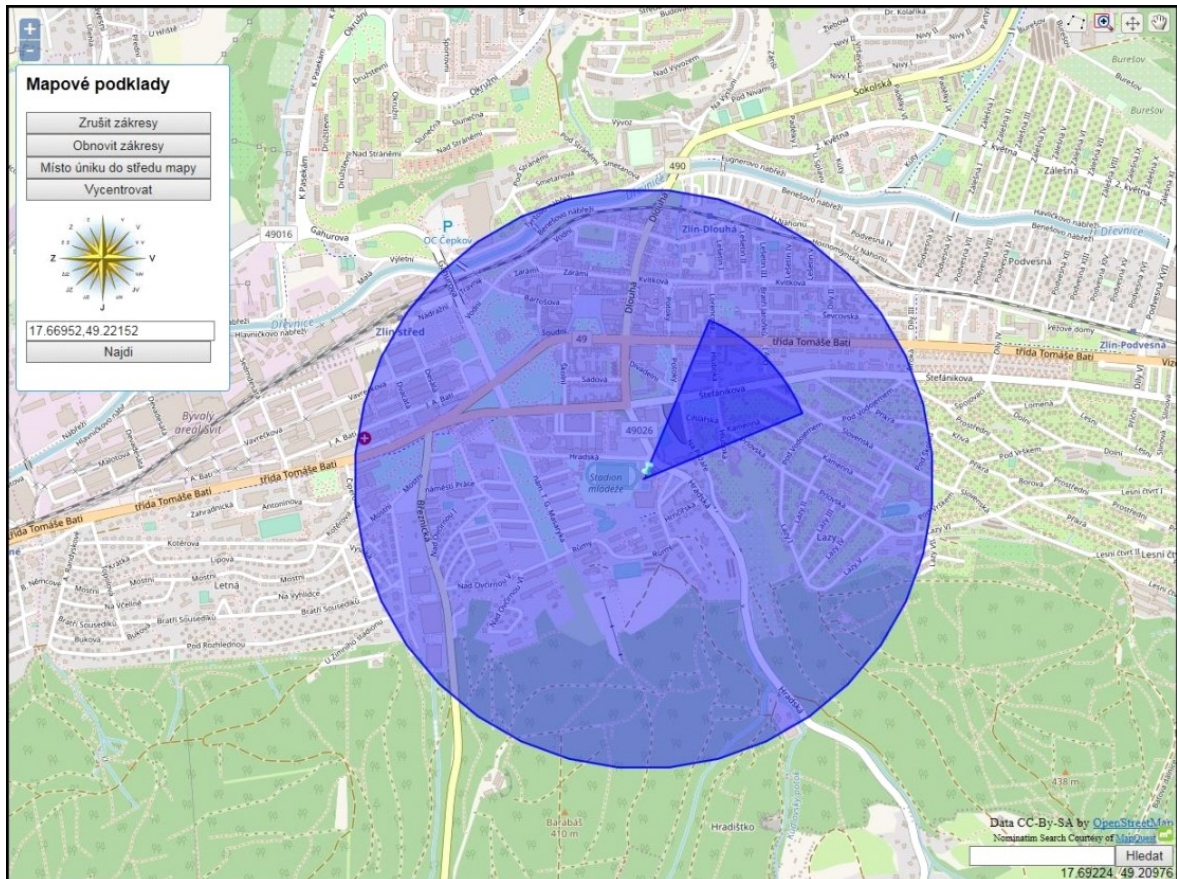
Mezi meteorologické podmínky, které mají nezanedbatelný vliv na šíření a rozptyl nebezpečných chemických látek v atmosféře řadíme zejména směr vanutí větru, třídu stability atmosféry a teplotu a vlhkost vzduchu.

Možná nejvýznamnější vliv na způsob šíření NCHL v atmosféře má vítr a to jeho směr a charakter. Jeho vliv se uplatňuje nejvíce ve fázi pasivního rozptylu.

Velice podstatným parametrem, který ovlivňuje zamoření ovzduší je charakter terénu, někdy uváděný jako koeficient drsnosti. Ten může mít vlastnosti typické pro rovinu, kultivanou krajinu, průmyslové plochy, zemědělskou krajinu či charakter obytné krajiny, zvolený v obou našich případech. Matematické modely pro každý jednotlivý charakter terénu se vypočítávají ve větrných tunelech.



Obrázek 14 Grafické znázornění zima [15]



Obrázek 15 Grafické znázornění léto [15]

Při porovnání nezbytných zón evakuace a s tím spojených vzdáleností, které jsou stanovené faktorem koncentrace uvnitř zóny evakuace, která bezprostředně ohrožuje zdraví nebo lidský život, můžeme pozorovat, že při úniku chóru v letních podmínkách a při nižším stupni oblačnosti a vyšší rychlosti přízemního větru tato koncentrace klesne pod stanovený limit již ve vzdálenosti 376 metrů od centra úniku.

Naopak pro zimní období, typické nižší rychlostí přízemního větru a tím spojené vyšší oblačnosti, můžeme vidět, že koncentrace chlóru, která bezprostředně ohrožuje zdraví nebo lidský život, klesá již ve vzdálenosti 556 metrů od centra úniku.

ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce se v hlavní části zabývá otázkou studia vlivu vnějších meteorologických faktorů na šíření NCHL v ovzduší. Tato kontaminace je velmi často vyvolána havárií, nezářídka kdy zapříčiněnou lidskou chybou, či únavou materiálu. Do rámce úvah pro zlepšení vyvstávají otázky jak co nejefektivněji a nejpřesněji monitorovat a modelovat atmosférické procesy.

Na matematickém základě vytvořeném softwarovým programem Terex ze získaných výsledků by byly přijaty bezpečnostní opatření, kdy souhrn výsledků naznačuje, že únik chlóru by byl vyhodnocen jako potenciální prioritní hrozba z hlediska toxického ohrožení osob ve volné atmosféře.

Dále na základě výsledků by byla provedena následující opatření:

- záchrana a provedení evakuace osob vyskytujících se v nebezpečné zóně mimořádné události,
- upřesnění rozsahu kontaminovaného prostoru vzniklou havárií
- upřesnění varování obyvatelstva nacházející se v kontaminované zóně nebo v zóně s rizikem vzniku zdraví poškozujících jevů v důsledku šíření uniklého plynu,
- předání výsledků vyhodnocení havárie nadřízeným orgánům a subjektům dotčených vzniklou mimořádnou událostí,
- zamezení dalšímu uniku nebezpečné látky,
- odvětrávání již kontaminovaných prostor,
- monitoring postupného šíření zamoření resp. šíření nebezpečné látky,

Vytyčené cíle byly splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Záchranný kruh [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.zachranny-kruh.cz/pro-verejnost/mimoradne-udalosti/zakladni-informace/co-jsou-to-mimoradne-udalosti.html>
- [2] Charakteristiky oblaku těžkého plynu vzniklého jako důsledek chemické havárie. [cit. 2018-12-18] [http://www.zuboz.cz/wp-content/uploads/2015/10/ Charakteristiky-oblaku-t%C4%9B%C5%BEk%C3%A9ho-plynu-vznikl%C3%A9ho-jako-d%C5%AFsledek-chemick%C3%A9-hav%C3%A1rie.pdf](http://www.zuboz.cz/wp-content/uploads/2015/10/Charakteristiky-oblaku-t%C4%9B%C5%BEk%C3%A9ho-plynu-vznikl%C3%A9ho-jako-d%C5%AFsledek-chemick%C3%A9-hav%C3%A1rie.pdf)
- [3] ČESKO. Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými ne-bezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 2018-12-18]]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>
- [4] ČESKO. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 2018-12-18]]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>
- [5] ČESKO. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon) In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 2018-12-18]]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>
- [6] ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239#f2059300>
- [7] Legislativa vztahující se ke koupalištím. Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/legislativa-vztahujici-se-ke-koupalistim>
- [8] Pojmy z meteorologie [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/pojmy-meteorologie/>

- [9] Poradenství a školení v oblasti BOZP a požární ochrany. Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.guard7.cz/lexikon/sektory-bozp/koupaliste-bazeny-a-sauny/umela-koupaliste>
- [10] Krizový portál JMK: Nebezpečné látky [online]. 2018 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/chlor-kapalny>
- [11] Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/hasicky-zachranny-sbor-ceske-republiky.aspx>
- [12] Interní údaje společnosti STEZA Zlín s r.o., Materiály a informace poskytli zaměstnanci uvedené firmy.
- [13] Bezpečnostní list - chlór kapalný (Spolana, a.s.) [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: http://www.spolana.cz/CZ/Produkty/Documents/BL_Chlor_%20kapalny_techicky_CZ.pdf
- [14] BERNATÍK, A. 2006. Prevence závažných havárií I. : učební skripta VŠB-TU. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-90-6.
- [15] Výstup z TerEx [online]. Praha : T-Soft [cit. 2019-04-30].. Dostupný z: <https://www.tsoft.cz/?q=cz/terex>
- [16] SKŘEHOT, Petr. MODELOVÁNÍ ROZPTYLU TOXICKÝCH LÁTEK V ATMOSFÉŘE PŘI PRŮMYSLOVÝCH HAVÁRIÍCH [online]. Praha, 2008 [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: http://www.vubp.cz/genesis/dp_modelovani-rozptylu-toxickych-latek-v-atmosfere-pri-prumyslovych-havariich_skrehot.pdf. Diplomová práce. Univerzita Karlova Praha.
- [17] Encyklopedie BOZP: Meteorologická charakteristika [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Meteorologick%C3%A1_charakteristika
- [18] Chlor a anorganické sloučeniny [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/látky/chlor_a_anorganicke_slouceniny.pdf
- [19] Co důležitého je třeba o chloru vědět pro případ mimořádné situace či havárie? [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/chlor-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z-7R-Mu2L22dXVL2lSqZ5YU/

- [20] Norma ČSN 75 5050-1: Chlorové hospodářství ve vodohospodářských provozech a její aplikace na bazénové provozy [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/clanky/2006/Chlorove%20hospodarstvi%20ve%20vodohospodarskych%20provozech%202006.pdf>
- [21] SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. Prevence nehod a havárií: 2. díl, Mimořádné události a prevence nežádoucích následků. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009, 595 s. ISBN 978-80-86973-73-9.
- [22] RADEK, Ovčáčík. Přehled a možnosti informačních systémů pro modelování krizových situací [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: http://ochab.ezin.cz/O-a-B_2014-2015_B/2014-2015_B_08_ovcacik.pdf
- [23] GoogleMaps 2019 [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://maps.google.cz/>
- [24] Budova pětadvacetimetrového bazénu. In: Denik.cz [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/galerie/foto.html?mm=zlin-lazne-koupaliste-070912-01&s=55&back=4003049536-8107-1&photo=1>
- [25] GHC Invest [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/prezentace/ChloratoryJesco.pdf>
- [26] Chlormont [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://chlormont.sk/produkty/plynna-chloracia/komponenty-systemu-davkovania-chloru/>
- [27] Ventusky předpověď počasí na mapě [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.ventusky.com/>
- [28] OCHRANA OBYVATELSTVA. VYSOKÁ ŠKOLA POLYTECHNICKÁ JIHLAVA [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://www.vspj.cz/ISBN/Skripta%20-%20V%C5%A0PJ/Ochrana%20obyvatelstva%20-%20Otakar%20Mika%20a%20kol..pdf>
- [29] Česká meteorologická společnost. VYSOKÁ ŠKOLA POLYTECHNICKÁ JIHLAVA [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz/heslo/1375>
- [30] Aplikovaná meteorologie a klimatologie: V. díl: Bilance tepla na aktivním povrchu, teplota půdy, vzduchu a vody, Praha: ČZU, 2001 [ISBN 80-213-0778-1]. Dostupné z: http://www.premianti.cz/storage/V_Bilance_tepla.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Apod	A podobně
Cca.	Cirka
CHL	Chemická látka
ČSN	Česká státní norma
GIS	Geografický informační systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
Kg	Kilogram
Km	Kilometr
Ks	Kus
L	Litr
m/s	Metr za sekundu
Mg/l	Miligram na litr
Mm	Milimetr
NOX	Oxidy dusíku
Ppm	Počet částic na milion
PVC	Polyvinylchlorid
s r.o.	Společnost s ručením omezeným
zn.	Značka

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 UMÍSTĚNÍ CHLOROVNY [23]	26
OBRÁZEK 2 VSTUP DO CHLOROVNY [12]	29
OBRÁZEK 3 VĚTRNÝ PYTEL [24].....	30
OBRÁZEK 4 VAKUOVÝ CHLORÁTOR [25]	31
OBRÁZEK 5 VAKUOVÝ INJEKTOR [26]	31
OBRÁZEK 6 ZADÁNÍ ZIMA [15]	38
OBRÁZEK 7 VYHODNOCENÍ ZIMA [15]	39
OBRÁZEK 8 NEZBYTNÁ EVAKUACE URČENÁ LETÁLNÍ KONCENTRACÍ [15].....	40
OBRÁZEK 9 NEZBYTNÁ EVAKUACE URČENÁ OBDRŽENOU DÁVKOU [15]	41
OBRÁZEK 10 ZADÁNÍ LÉTO [15]	42
OBRÁZEK 11 VYHODNOCENÍ LÉTO [15]	43
OBRÁZEK 12 NEZBYTNÁ EVAKUACE URČENÁ LETÁLNÍ KONCENTRACÍ [15].....	44
OBRÁZEK 13 NEZBYTNÁ EVAKUACE URČENÁ OBDRŽENOU DÁVKOU [15]	45
OBRÁZEK 14 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ZIMA [15]	47
OBRÁZEK 15 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ LÉTO [15].....	48