

Analýza možných příčin úniku chloru z objektu bazénu Bučovice

David Šmehlík

Bakalářská práce
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David ŠMEHLÍK**
Osobní číslo: **L09422**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**

Téma práce: **Analýza možných příčin úniku chloru z objektu bazénu v obci Bučovice**

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor platné legislativy v oblasti nebezpečných chemických látek, fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti chloru a statistika událostí s únikem nebezpečných látek
2. Analýza možných příčin úniku chloru z bazénu v obci Bučovice, rozbor dvou modelových situací
3. Zhodnocení současného stavu a návrh vlastního opatření

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BARTLOVÁ, I., **Nebezpečné látky I, 2. rozšířené vydání**, vydalo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, roku 2005, 211 s., ISBN 80-86634-59-3

[2] ŠENOVSKÝ, M., BALOG, K., HANUŠKA, Z., ŠENOVSKÝ, P., **Nebezpečné látky II, 2. aktualizované vydání**, vydalo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, roku 2007, 229 s., ISBN 978-80-7385-000-5

[3] BARTLOVÁ, I., **Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků, 1. vydání**, vydalo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, roku 2008, 49 s., ISBN 978-80-7385-050-0

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivan Mašek, CSc.**

Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **15. prosince 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **11. května 2012**

V Uherském Hradišti dne 20. února 2012



prof. Ing. Josef Polášek, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou možných příčin úniku chloru z letního plaveckého areálu v obci Bučovice. Úvodní teoretická část je zaměřena na vlastnosti chloru, jeho fyzikálně-chemické a toxické vlastnosti, jeho výrobu, skladování, přepravu a první pomoc při zasažení chlorem. Praktická část se zabývá analýzou možných příčin úniku chloru při provozu letního plaveckého areálu Hájek v obci Bučovice.

Klíčová slova:

Chlor, nebezpečná chemická látka, mimořádná událost, první pomoc.

ABSTRACT

This bachelor work deals with an analysis of possible causes of chlorine leakage from the summer swimming compound in the town of Bučovice. The introductory theoretical part focuses on properties of chlorine, its physically-chemical and toxic properties, on its production, storing, transportation, and first aid in case of being affected with chlorine. The practical part deals with an analysis of possible causes of chlorine leakage during the operation of the summer swimming compound called Hájek, which is situated in the town of Bučovice.

Keywords:

Chlorine, a dangerous chemical substance, an extraordinary event, the first aid.

Poděkování:

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ivanu Maškovi, CSc. za cenné rady, diskuse a za pomoc během zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu plaveckého areálu Hájek v obci Bučovice Ing. Jaroslavu Hrabovskému za odborné rady a pomoc při zpracování praktické části.


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské 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 předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v archivu Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že 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 předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že 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;
- beru na vědomí, že 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské 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 práci pracoval/a samostatně a použitou literaturu jsem citoval/a. V případě publikace výsledků budu uveden/a jako spoluautor/ka;
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti dne 3.5.2012


.....
podpis studenta/ky

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 STATISTIKA UDÁLOSTÍ S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ LÁTKY ZA ROKY 2006 AŽ 2011	12
1.1 VYBRANÉ UDÁLOSTI S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ LÁTKY V ČR.....	13
1.2 VYBRANÉ UDÁLOSTI S ÚNIKEM CHLORU Z BAZÉNU.....	14
2 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY	15
2.1 CHLOR	15
2.2 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI CHLORU	15
2.3 VLIV CHLORU NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA	16
2.4 PRVNÍ POMOC V PŘÍPADĚ ZASAŽENÍ CHLOREM.....	16
2.5 PŘÍZNAKY OTRAVY CHLOREM.....	17
2.6 VLIV CHLORU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	17
3 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY	19
3.1 PŘEHLED LEGISLATIVNÍCH PŘEDPISŮ.....	19
3.2 PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ	20
4 CHEMICKÁ ÚPRAVA BAZÉNOVÉ VODY.....	24
4.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ CHEMICKÉ ÚPRAVY VODY	24
4.1.1 Dezinfekce vody.....	24
4.1.2 Úprava a stabilizace pH	25
4.1.3 Koagulace vody	25
4.1.4 Přípravky proti růstu a tvorbě řas	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
5 POPIS MĚSTA BUČOVICE.....	27
5.1 UMÍSTĚNÍ BAZÉNU V OBCI BUČOVICE	27
6 POPIS POUŽITÉ TECHNOLOGIE.....	28
6.1 MNOŽSTVÍ SKLADOVANÉHO CHLORU A ZPŮSOB JEHO SKLADOVÁNÍ.....	28
6.1.1 Popis používaných tlakových lahví, ventilů a chlorátorů	29
7 ANALÝZA MOŽNÝCH PŘÍČIN ÚNIKU CHLORU.....	31
7.1 MOŽNOST ÚNIKU CHLORU Z TLAKOVÉ LAHVE V DŮSLEDKU JEJÍHO POŠKOZENÍ NEBO POŠKOZENÍ CHLOROVÉHO VENTILU LÁHVE	31
7.2 MOŽNOST ÚNIKU CHLORU Z DŮVODU NETĚSNOSTI VENTILU TLAKOVÉ LAHVE	31
7.3 MOŽNOST ÚNIKU CHLORU Z DŮVODU NETĚSNOSTI NA ROZVODU PLYNNÉHO CHLORU K INJEKTORŮM.....	32
7.4 MOŽNOST ÚMYSLNÉHO ÚNIKU CHLORU.....	33
8 POSTUP PŘI ZJIŠTĚNÍ ÚNIKU CHLORU Z TLAKOVÉ NÁDOBY	34
8.1 NETĚSNOSTI V OBLASTI VENTILŮ	34
8.2 NETĚSNOSTI VE STĚNĚ TLAKOVÉ CHLOROVÉ LAHVE	34
9 PRAVIDLA MANIPULACE A ZACHÁZENÍ S TLAKOVÝMI CHLOROVÝMI NÁDOBAMI A VENTILY	36

9.1	MANIPULACE A SKLADOVÁNÍ	36
9.2	PŘIPOJOVÁNÍ CHLOROVÝCH NÁDOB NA ODBĚRNÉM MÍSTĚ	36
9.3	ODPOJOVÁNÍ CHLOROVÝCH TLAKOVÝCH LAHVÍ NA ODBĚRNÉM MÍSTĚ	37
9.4	UTAHOVÁNÍ CHLOROVÉHO VENTILU	37
10	VYHODNOCENÍ MASIVNÍHO ÚNIKU CHLORU Z POŠKOZENÉ TLAKOVÉ LAHVE PROGRAMEM TEREX	38
10.1	VSTUPNÍ INFORMACE.....	38
10.2	VÝSLEDKY.....	38
11	VYHODNOCENÍ KRÁTKODOBÉHO ÚNIKU CHLORU PŘI NETĚSNOSTI ŠROUBOVÉHO SPOJE VENTILU TLAKOVÉ LAHVE A CHLORÁTORU PROGRAMEM TEREX	43
11.1	VSTUPNÍ INFORMACE.....	43
11.2	VÝSLEDKY.....	43
12	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU A NÁVRH VLASTNÍHO OPATŘENÍ	47
12.1	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	47
12.2	SWOT ANALÝZA	47
12.3	NÁVRH VLASTNÍHO OPATŘENÍ	49
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM TABULEK	55
	SEZNAM GRAFŮ.....	56
	SEZNAM PŘÍLOH:	57

ÚVOD

Chemický průmysl vyrábí a expeduje každým dnem značné množství chemických látek a přípravků, které se staly součástí našeho života a představují pro člověka závažná rizika. Některé látky a přípravky mají toxické, karcinogenní či mutagenní účinky na živý organismus. Dále mohou zapříčinit vznik požáru a výbuchu, přičemž rovněž vznikají toxické zplodiny rozkladu a hoření negativně působí na člověka i životní prostředí. Rovněž mohou způsobit poleptání a mít oxidační účinky. [1]

Vzhledem k rychlému nárůstu používání nebezpečných látek jak v průmyslu, tak i v obchodě, včetně přepravy těchto látek, tak došlo k podstatnému zvýšení počtu lidí, jejichž životy mohou být ohroženy v případě havárie nebo nehody s nebezpečnou látkou. Taktéž se zvyšuje možnost ekonomických ztrát. Velice rychlý rozvoj a vývoj v modernizaci technologií mnohdy způsobuje, že ekonomická hlediska jsou upřednostňována před hledisky bezpečnostními. Tyto bezpečnostní hlediska bývají finančně nákladná, a proto bývají velice často zanedbávána. [1]

Cílevědomé řízení a kontrola bezpečnosti je velice důležitá, neboť při mimořádných událostech je vysoká možnost poškození zdraví či smrtelného zranění osob a ekonomických ztrát. Toto cílevědomé řízení a kontrola bezpečnosti je zejména důležité při skladování, výrobě, přepravě a používání nebezpečných látek. Je třeba věnovat pozornost identifikaci nebezpečí (příčinám a podmínkám vzniku havárie) a hodnocení rizik (pravděpodobnosti a závažnosti následků), tak aby mohla být přijata vhodná preventivní opatření a zajištění připravenosti na mimořádnou událost. Zajištění vhodných preventivních opatření a připravenost na mimořádné události může velice omezit možné ohrožení životů a zdraví lidí a také může omezit případné ekonomické ztráty. Pro identifikaci nebezpečí je nutná znalost vlastností a technicko-bezpečnostních parametrů dané látky. Při mimořádných událostech je také nutné dbát na ochranu životního prostředí. [1]

Problematika nebezpečných látek není významná jen tím, že v případě ztráty nad těmito látkami dochází ke značnému problému pro zdraví a život lidí, ale také pro životní prostředí. V případě úniku nebezpečných chemických látek dochází k problému i pro záchranáře, ale tento problém je daleko menší. Záchranáři ve většině případů ví, že vyjíždějí zasahovat k mimořádné události a budou zasahovat v místech, kde došlo k úniku nebezpečné látky. Záchranáři jsou také pro zásah v místech s výskytem nebezpečné látky soustavně připravováni výcvikem, školeními a v neposlední řadě jsou pro zásah v takovém

to prostředí vybaveni ochrannými pracovními prostředky. Veškeré tyto skutečnosti vytvářejí reálné podmínky pro úspěšný zásah záchranářů. Aby byl zásah záchranářů úspěšný, je nutné, aby záchranáři měli dostatečné znalosti v oblasti problematiky nebezpečných látek. Ovšem musíme vzít na zřetel to, že není záchranář jako záchranář. Mezi záchranáře se řadí také příslušníci Policie ČR a příslušníci Zdravotnické záchranné služby, kteří také v případě mimořádných událostí zasahují. Příslušníci Policie ČR a Zdravotnické záchranné služby nejsou pro takové případy vybaveni vhodnými ochrannými pomůckami ani nejsou pro tyto události dostatečně školeni a vycvičeni. [2]

Cílem této bakalářské práce je analýza možných příčin úniku chloru z bazénu v obci Bučovice, zhodnocení současného stavu, návrh vlastního opatření a na základě zvolených kritérií provést konkrétní modelovou situaci.

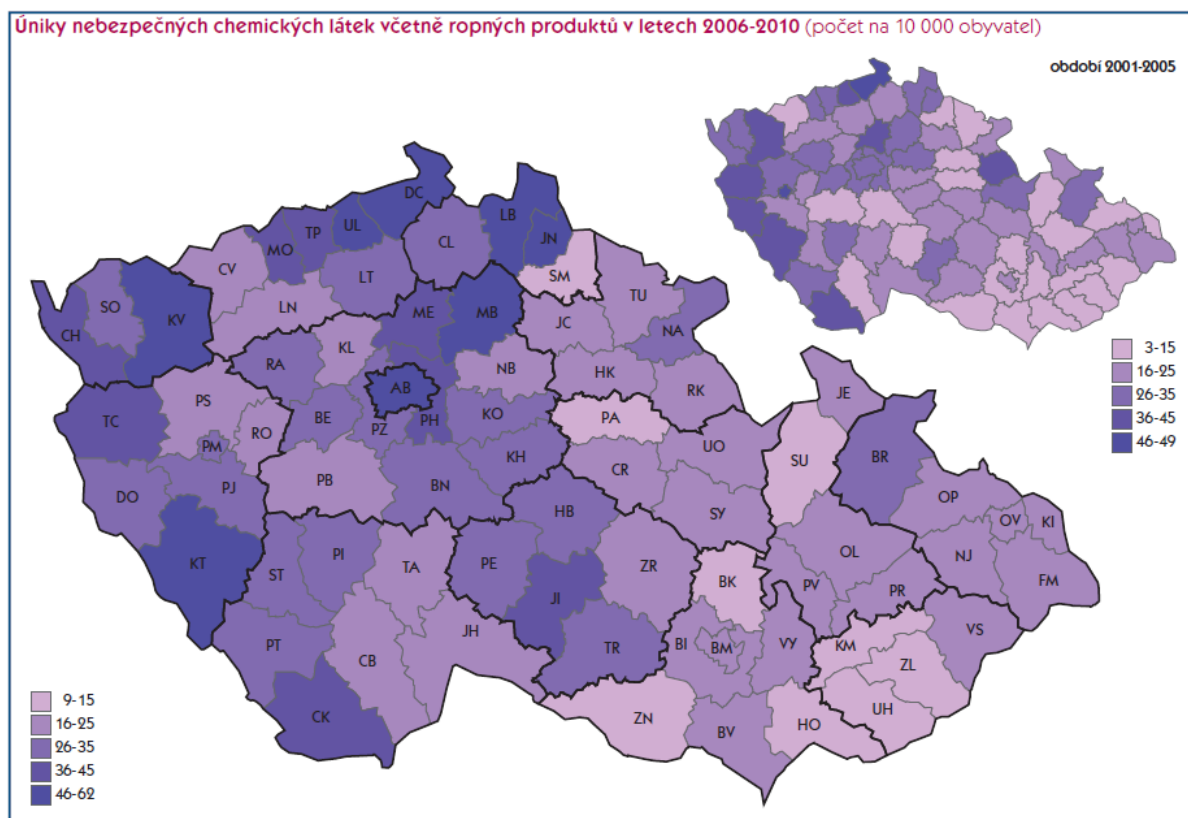
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 STATISTIKA UDÁLOSTÍ S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ LÁTKY ZA ROKY 2006 AŽ 2011

Rok	Požáry	Dopravní nehody	Únik nebezpečných chemických látek	Technické havárie	Živelní pohromy	Plané poplachy	Celkem
2006	15	36	4	55	10	5	125
2007	29	44	7	66	10	5	161
2008	28	25	4	54	22	5	138
2009	27	34	6	51	1	1	120
2010	19	47	3	95	-	1	165
2011	30	36	9	62	-	3	140

Tabulka číslo 1: Přehled událostí na území pod správou města Bučovice v letech 2006-2011.

Do této statistiky se dále započítávají radiační nehody a havárie a ostatní mimořádné události. Ty však ve sledovaném období a v určeném místě mají nulovou hodnotu. Ve statistické ročence z roku 2010 nebyly živelní pohromy zahrnuty v přehledové tabulce. Veškeré statistické údaje jsou čerpány ze Statistických ročenek vydávaných generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru České republiky. Z této statistiky je zřejmé, že událostí s úniky nebezpečných chemických látek je stále více.



Obrázek číslo 1: Úniky nebezpečných chemických látek včetně ropných produktů v letech 2006-2010

1.1 Vybrané události s únikem nebezpečné látky v ČR

Dne 15., 17. a 23. 8. 2002 došlo ve společnosti Spolana a. s., Neratovice k zatopení areálu společnosti při povodních a vlivem vztlaku vody došlo k uvolnění zásobníků a k narušení potrubních rozvodů s chlorem. Došlo k úniku zhruba 81 tun chloru, z toho 760 kg se dostalo do ovzduší. [3]

Dne 21. 11. 2002, Spolek pro chemickou a hutní výrobu a. s., Ústí nad Labem. Došlo k výbuchu a následnému požáru v provozu Umělé pryskyřice II. Celý provoz byl požárem zničen (80 tun surovin a produktů). Přímé škody na majetku společnosti 168,8 mil. Kč. [3]

Dne 26. 12. 2002, společnost BorsodChem-MCHZ spol. s r. o., Ostrava. Došlo k výbuchu havarijního zásobníku ve výrobě nitrobenzenu. Havarijní zásobník byl určen k odvodu směsi z drenáží při odstavení výroby a k zachycování nitrační směsi v nestandardních situacích. Zařízení bylo v odstávce od 24. 12. 2002. Škody na majetku společnosti byly ve výši cca 100 mil. Kč. [3]

1.2 Vybrané události s únikem chloru z bazénu

Ve dnech 10. a 11. 7. 2004 došlo ve Varnsdorfu k úniku chloru ve Varnsdorfském plaveckém bazénu. Na únik chloru upozornila strojníka čidla a ten provedl nezbytná opatření k zabránění dalšího úniku a zavolal vedoucího bazénu. Vedoucí bazénu následně zavolal velitele JSDH, který oznámil celou situaci operačnímu středisku HZS. Na místo vyjely jednotky HZS Varnsdorf, SDH Rumburk (jednotka předurčená pro dekontaminaci vybavená obleky) a speciální chemickou jednotku HZS Ústí nad Labem. Na místě bylo průzkumem zjištěno, že k úniku chloru došlo z poškozeného ventilu tlakové láhve. Láhev hasiči umístili do bazénku, zbytek prostoru skrápěli vodní mlhou a prostor větrali pomocí přetlakového ventilátoru. Množství uniklého chlóru bylo minimální – nedošlo tak ani k ohrožení obyvatel přilehlého sídliště. Bezprostřední ohrožení hrozilo pouze obsluze bazénu, která je na obdobné situace řádně proškolená a vybavená ochrannými pomůckami. [4]

Dne 2. 11. 2007 v 13.56 hodin, Praha 4, U Jedličkova ústavu 1349/2 byly jednotky HZS Praha stanice 1, 2, 4 a 6 přivolány k úniku chloru, který reagoval s neznámou látkou v technické místnosti bazénu. Ze strany hasičů byl zásobník na chlor vynesena na volné prostranství a technické prostory, u kterých došlo k zamoření, byly odvětrány. Situace na místě byla neustále monitorována měřením koncentrací. Ke zranění osob nedošlo. [5]

Dne 27. 7. 2007 došlo k malému úniku chloru v krytém plaveckém bazénu v Rokycanech. K úniku došlo v jedné místnosti s technologií. Obsluha bazénu byla na únik upozorněna alarmem detekčního zařízení. Obsluha si okamžitě oblékla ochranné prostředky a vypnula celou technologii. Došlo také k odvětrání prostor. Koncentrace chloru v místnosti o rozměru přibližně 2 x 1 x 2,5 metru, kde došlo k úniku, činila dle obsluhy v době zjištění úniku 21 ppm. K bazénu vyjeli ihned místní profesionální hasiči. Po příjezdu provedli v dýchací technice průzkum a měření koncentrace chloru v místnosti s negativním výsledkem. Po zjištění místa drobného úniku byla informována servisní firma, která provedla opravu. Do budovy bazénu se dostavil starosta města i zástupce odboru životního prostředí. Místo bylo ze strany HZS předáno správci bazénu. Ke zranění osob nedošlo. [6]

2 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

V průmyslu je používán stále větší sortiment látek a jsou zaváděny nové výrobní procesy nebo přepravní a skladovací systémy, u kterých, pokud nejsou respektována příslušná bezpečnostní kritéria, existuje vyšší riziko havárie než u klasických výrobních a manipulačních způsobů. [1]

Pokud chceme úspěšně předcházet únikům, požárům i výbuchům při nakládání s nebezpečnými látkami, musíme v první řadě znát vlastnosti a charakteristiky látek, které tyto havárie mohou způsobit.

Látky z hlediska chování při úniku (nebezpečí toxického působení), vzniku požáru i výbuchu jsou charakterizovány fyzikálně-chemickými vlastnostmi a tzv. technicko-bezpečnostními parametry (TBP). Fyzikálně-chemické vlastnosti mají charakter konstant definujících látku. Technicko-bezpečnostní parametry jsou hodnotami uzančnými, které jsou závislé na celé řadě faktorů včetně způsobu stanovení. [1]

2.1 Chlor

Chemický prvek chlor byl poprvé objeven v roce 1774 a pro dezinfekci vody byl poprvé použit v roce 1850. Chlor se používá jako účinné dezinfekční činidlo při úpravě vody a to díky svým výrazným biocidním vlastnostem i při nízkých koncentracích. K úpravě vody se používá již sto let. Plynný chlor představuje i v současné době nejefektivnější a ekonomicky nejvýhodnější způsob chemické úpravy vody. Jediné úskalí spojené s dodávkami a dávkováním chloru je jeho vysoká účinnost a tedy i značná toxicita pro člověka. [7]

2.2 Fyzikálně chemické vlastnosti chloru

Chlor je za normálních podmínek žlutozelený, štiplavě páchnoucí, velice reaktivní plyn. Patří mezi halogeny. Protonové číslo 17, relativní atomová hmotnost 35,453. Teplota tání je $-100,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, teplota varu je $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$, hustota kapaliny při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ je 1562 kg/m^3 . V plynném skupenství je 2,8 krát těžší než vzduch. Dá se poměrně snadno zkapalnit na slabě nažloutlou kapalinu. Je méně reaktivní než fluor, přesto se slučuje s celou řadou kovů i nekovů. Prudce reaguje s organickými látkami. Protože v suchém stavu nereaguje se železem, lze jej přechovávat a přepravovat v železných lahvích a cisternách nebo zásobnících. V přírodě se vyskytuje ve formě chloridů. Chlor se vyrábí elektrolýzou NaCl. Používá se v organické syntéze, chemické výrobě, při výrobě papíru, k dezinfekci pitné vody a v textilním průmyslu. Ve sloučeninách má oxidační číslo I, III, IV, VII. Z anorga-

nických sloučenin chloru jsou nejdůležitější chlorovodík, chlorečnany, chloridy a chlornany. V živém organismu je nezbytný pro vodní a acidobazickou rovnováhu a pro regulaci osmotického tlaku. Důležitý je i pro tvorbu kyseliny chlorovodíkové v žaludeční šťávě. Chlor je jedovatý a silně leptá sliznice. [8]

2.3 Vliv chloru na zdraví člověka

Chlor jako plyn je velmi nebezpečný. Chlor má velmi silné dráždivé účinky na sliznice a při větších koncentracích dochází k poleptání plicních tkání. Jako nejvyšší průměrná přípustná koncentrace se uvádí 3 mg/m^3 . Smrtelnou otravu vyvolá desetiminutové vdechování chloru při koncentraci $5,6 \text{ mg}$ v litru vzduchu (5600 mg/m^3). [8]

Chronická toxicita neboli dlouhodobé vdechování nižších koncentrací může způsobit poškození jater, ledvin, žaludku a dalších orgánů. Co se týče vnějšího prostředí, pak chlor může poškodit volně žijící zvířata a rostliny a to zejména působením z vody, vzduchu a půdy. Chlor se dlouhodobě hromadí v půdě, sedimentech i v podzemní vodě. [8]

Chlor má také pozitivní vliv na lidský organismus. V lidském těle je jako chloridový anion velice důležitý pro zachování normálního osmotického tlaku, obsahu vody a pro udržení acidobazické rovnováhy organismu. Jako kyselina chlorovodíková je také obsažen v žaludeční šťávě. [8]

Do těla se chlor dostává nejčastěji jako složka kuchyňské soli, v níž je hmotnostně zastoupen třemi díly, zatímco sodík jej doplňuje díly dvěma. Stabilní hladinu chloru v těle je nutné udržovat. V průměru lidský organismus obsahuje 175 gramů chloru, doporučená denní dávka je 750 mg , tedy zhruba $1,25 \text{ gramů}$ kuchyňské soli. [8]

2.4 První pomoc v případě zasažení chlorem

V případě zasažení chlorem je nejdůležitější udržet dýchání a kardiovaskulární funkce. Je nutné dostat postiženého co nejdříve pryč ze zamořeného prostředí, odstranit s postiženého zamořený oděv a zasažené místo důkladně omývat studenou tekoucí vodou po dobu nejméně 10 minut. V případě, že došlo k zasažení očí vyplachovat spojivkový vak tekoucí vodou 10 až 20 minut. Vždy je nutná hospitalizace minimálně 24 hodin a to, i když pacient nemá žádné obtíže či příznaky. Postiženého je třeba udržovat v teple a klidu. Při poskytování první pomoci je nutné také chránit sám sebe a používat ochranné pomůcky. [9]

2.5 Příznaky otravy chlorem

Obvykle během několika minut, někdy i za několik hodin.

1. při malé expozici pálení spojivek, slzení, pálení v krku, rýma, ev. kašel – většinou rychlý ústup,
2. při vyšší expozici bolesti v krku, pálení až bolest na prsou (za hrudní kostí), zvýšená sekrece hlenu, dušnost, objektivně překrvené sliznice horních cest dýchacích, eventuelně poslech bronchitické fenomény, často spastické, dráždivý kašel, při otoku laryngu chrapot, eventuelně stridor, úzkost, tachykardie, někdy nausea, zvracení, salivace, říhání, pocení,
3. potíže mohou být přechodné – ústup nebo značné zmírnění potíží – období latence trvá až 24 hodin,
4. při vysoké expozici laryngospasmus až s obstrukcí dýchacích cest, tachykardie, agitovanost, hypertenze, pak hypotenze, dušnost, cyanóza, období latence může chybět, progresse do bronchitidy, ulcerózní tracheobronchitidy, sekund. bronchopneumonie – teploty, dušnost, kašel s expektorací až krvavou, u velmi těžkých otrav ev. metabolická acidóza jako následek hypoxie, ev. po latenci 12-24, ale i 72 hodin toxický edém plic,
5. při velmi vysoké expozici příznaky velmi rychlé – dušnost, cyanóza, krvavá expektorace, edém plic, ev. smrt,
6. smrt vzácná zástavou dechu nebo v kardiovaskulárním kolapsu do 24 hodin po vysoké expozici (hlavně u havárií), ev. i náhlá smrt (laryngospasmus, udušení),
7. při přežití ojediněle uváděné následky jsou sporné – nízký residuální objem, hyperaktivní dýchací cesty (po vysoké expozici), ojediněle fiobrotické hojení bakteriálních pneumotických ložisek, po profesionální expozici snad i astma bronchiale,
8. kůže: po přímé kontaminaci podráždění – erytém, bolestivé popáleniny až ulcerace (hlavně kapalný chlor), oči: podráždění spojivek, poškození rohovky v závislosti na koncentraci a délce působení, [10]

2.6 Vliv chloru na životní prostředí

Chlor se dlouhodobě hromadí v sedimentech, půdě a v podzemní vodě. Může také poškodit volně rostoucí rostliny a volně žijící zvířata a to zejména působením z vody, vzduchu a půdy. [8]

Chlor je klasifikovaný jako nebezpečný pro životní prostředí. Pokud se chlor dostane do životního prostředí, může dojít k bezprostřednímu popálení blízkých rostlin, ale potom rychle reaguje se vzdušnou vlhkostí na chlorovodík. Chlorovodík je velice korozivní látka, která napadá mnohé kovy a vápenec. Toto vede k narušení budov i kulturních památek. Plynný chlorovodík se velice rychle rozpouští ve vodě (i ve vzdušné vlhkosti) za vzniku silné kyseliny chlorovodíkové. Tato je při vyšších koncentracích toxická pro vodní organismy a poškozují také rostliny.

3 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Tato kapitola je zaměřena na zákony, předpisy a normy související s přepravou, skladováním a manipulací s nebezpečnými látkami.

Právní úpravy problematiky nebezpečných chemických látek v ČR vycházejí ze směrnic Evropské unie. Zde jsou tyto označovány názvem Seveso. Základním dokumentem v této oblasti jsou zákony o prevenci havárií, zákon o integrovaném záchranném systému, zákon o krizovém řízení a zákon o chemických látkách a přípravcích. K těmto dále náleží příslušné prováděcí vyhlášky. [11]

3.1 Přehled legislativních předpisů

- Zákon číslo 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů
- Zákon číslo 17/1992 Sb., o životním prostředí ve znění pozdějších předpisů
- Zákon číslo 111/1994 Sb., o silniční dopravě ve znění pozdějších předpisů
- Zákon číslo 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů
- Zákon číslo 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů
- Zákon číslo 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška číslo 232/2004 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů týkající se klasifikace, balení a označování nebezpečných chemických látek a chemických přípravků
- Vyhláška číslo 234/2004 Sb. o možném použití alternativního nebo jiného odlišného názvu nebezpečné chemické látky v označení nebezpečného chemického přípravku a udělování výjimek na balení a označování nebezpečných chemických látek a chemických přípravků
- Vyhláška číslo 221/2004 Sb., kterou se stanoví seznamy nebezpečných chemických látek a nebezpečných chemických přípravků, jejichž uvádění na trh je zakázáno nebo jejichž uvádění na trh, do oběhu nebo používání je omezeno
- Zákon číslo 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému ve znění pozdějších předpisů

- Zákon číslo 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů ve znění zákona číslo 320/2002 Sb., (krizový zákon)
- ČSN 75 5050 hospodářství pro dezinfekci vody ve vodohospodářských provozech

3.2 Prevence závažných havárií

- nařízení vlády číslo 254/2006 Sb., ze dne 24. května 2006, o kontrole nebezpečných látek
- vyhláška číslo 256/2006 Sb., ze dne 22. května 2006, o podrobnostech systému prevence závažné havárie
- vyhláška číslo 255/2006 Sb., ze dne 22. května 2006, o rozsahu a způsobu zpracování hlášení o závažné havárii a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie
- vyhláška číslo 250/2006 Sb., ze dne 23. května 2006, kterou se stanoví podrobnosti o rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu nebo zařízení zařazených do skupiny A nebo do skupiny B
- vyhláška číslo 103/2006 Sb., Ministerstva vnitra, ze dne 31. března 2006, o stanovení zásad pro stanovení zóny havarijního plánování a rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu [12]

Zákon o prevenci závažných havárií číslo 59/2006 Sb.

Základním nástrojem zejména pro prevenci závažných havárií, ale i pro oblast havarijní připravenosti, je od 1. 6. 2006 zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). [13]

Zákon stanovuje systém prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěná vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemický přípravek. Cílem je snížení pravděpodobnosti vzniku a omezení následků závažných havárií na život a zdraví lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v zařízeních, objektech a v jejich okolí.

Působnost zákona je zaměřena na povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob, které vlastní, užívají nebo budou uvádět do užívání objekt nebo zařízení s vybranou nebezpečnou chemickou látkou nebo chemickým přípravkem a na výkon orgánů veřejné

správy na úseku prevence závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky. [13]

Zákon se nevztahuje na vojenská zařízení a vojenské objekty, skládky komunálních odpadů, na silniční, leteckou, železniční a vodní přepravu vybraných nebezpečných chemických látek a přípravků mimo objekty a zařízení, dočasné skladování, nakládky a vykládky v průběhu přepravy. Dále se nevztahuje na přepravu nebezpečných chemických látek a přípravků v produktovodech včetně souvisejících přečerpávacích a předávacích stanicích, které jsou postavené mimo objekt a jsou v trase produktovou. Nevztahuje se na dobývání ložisek nerostných surovin v lomech, dolech nebo pomocí vrtů s výjimkou chemické nebo termické úpravy zušlechťování nerostů, skladování a ukládání materiálů na odkaliště, pokud jsou v souvislosti s těmito činnostmi umístěny vybrané nebezpečné chemické látky nebo chemické přípravky uvedené v příloze číslo 1 zákona č. 59/2006 Sb. [13]

Zákon číslo 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích

Tento zákon je již třetí v pořadí a zapracovává, aktualizuje a vyhodnocuje příslušné předpisy Evropské unie, navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje

a) práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při

1. výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech,

2. klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování a uvádění na trh chemických směsí na území České republiky,

b) správnou laboratorní praxí,

c) působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí.

Tento zákon se vztahuje na látky, látky obsažené ve směsi nebo předmětu směsi. Na přípravky na ochranu rostlin, pomocné prostředky na ochranu rostlin a biocidní přípravky se z povinností stanovených v tomto zákoně vztahují pouze povinnosti klasifikace, balení a označování. [14]

Zákon číslo 240/2000 Sb. o krizovém řízení

Tento zákon stanoví působnost a pravomoc státních orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením a při jejich řešení.[21]

Zákon číslo 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému

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.[22]

Zákon číslo 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví

Tento zákon stanovuje povinnosti provozovatele přírodního nebo umělého koupaliště nebo sauny zajistit, aby koupající osoby nebyly vystaveny zdravotním rizikům plynoucím ze znečištění vody ke koupání, sprchování nebo ochlazování. Provozovatelem se rozumí osoba, která poskytuje saunování nebo koupání v přírodním nebo umělém koupališti.[24]

ČSN 75 5050 hospodářství pro dezinfekci vody ve vodohospodářských provozech

Tato norma platí pro navrhování, výstavbu, tlakové zkoušky a provoz zařízení a objektů pro dezinfekci vody ve vodohospodářských provozech. Tato norma dále stanovuje použití chemických výrobků (chloru, oxidu chloričitého, chlornanu sodného, ozonu a peroxidu vodíku) a ultrafialového (UV) záření k dezinfekci vody ve vodohospodářských provozech. Norma byla uvedena do souladu s evropskými normami pro chemické výrobky používané pro úpravu vody.[23]

Přímo uplatnitelný předpis Evropské unie

Dne 18. prosince 2006 bylo Evropským parlamentem schváleno nařízení č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky. Pro toto nařízení se používá zkratka REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Chemicals Restrictions).[15]

Účelem tohoto nařízení je především zajistit účinné fungování společného trhu pro chemické látky a zajistit ochranu lidského zdraví a životního prostředí před nežádoucími

účinky chemických látek systémem předběžné opatrnosti. Toto nařízení zavádí nový systém kontroly chemikálií, který má zajistit, aby nejpozději od roku 2020 byly používány pouze chemické látky se známými vlastnostmi, a to způsobem, který nepoškozuje životní prostředí a zdraví člověka. [15]

Toto nařízení se vztahuje na veškeré látky, které jsou vyráběné nebo dovážené v množství větší než je jedna tuna ročně. Výrobci, dovozci a následně uživatelé látek samotných nebo obsažených v přípravcích a v předmětech musí zpracovat předepsané zprávy o chemické bezpečnosti a vyhodnotit míry rizika. Po zpracování těchto zpráv, musejí požádat o registraci dané látky u Evropské Chemické Agentury. Tato agentura následně posoudí správnost a úplnost předložených dokladů, včetně rizik spojených s jejich používáním. Pokud dojde k zanedbání registrace, znamená to, že látka nemůže být v členských zemích EU vyráběna a nemůže být do těchto zemí ani dovážena. K zajištění vysoké úrovně ochrany lidského zdraví a životního prostředí je věnována velká pozornost látkám mimořádně nebezpečným, jako jsou například látky karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci atd., jejichž použití může být omezováno a vyžadována jejich náhrada bezpečnějšími alternativními látkami nebo technologiemi. [16]

Označování nebezpečných látek

V systému klasifikace, označování a balení látek přijala v minulých letech každá země svou vlastní legislativu pro nebezpečné chemické látky a přípravky. V důsledku tohoto docházelo i přes některé společné rysy ke značným rozdílnostem v klasifikaci, označování a balení látek. Z důvodu různé rozdílnosti v systému klasifikace, označování a balení je celosvětová snaha a sjednocení tohoto systému. [17]

Nařízení EP a Rady č. 1272/2008/EC o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (dále jen CLP nebo nařízení). Jedná se o nařízení ve smyslu přímé účinnosti. Byly pokud možno sjednoceny pojmy s REACH a přepravními předpisy, zachována stávající úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí, je kladen apel na spolupráci uvnitř dodavatelského řetězce. CLP se nevztahuje na radioaktivní látky, látky a směsi pod celním dohledem, neizolované meziprodukty, látky a směsi pro vědecký výzkum a vývoj, odpady. [17]

4 CHEMICKÁ ÚPRAVA BAZÉNOVÉ VODY

Velice důležitou součástí technologického procesu úpravy vody v bazénech je její chemická úprava. Úprava vody ve veřejných provozech podléhá platným zákonům.

4.1 Základní rozdělení chemické úpravy vody

Mezi základní chemickou úpravu vody patří:

- dezinfekce vody
- úprava a stabilizace vody pH
- koagulace vody
- dávkování přípravků proti tvorbě řas [25]

4.1.1 Dezinfekce vody

Účelem dezinfekce vody je zničení choroboplodných zárodků. Účinek procesu dezinfekce je závislý na chemických, fyzikálních a mikrobiologických vlastnostech vody. Je také závislý na druhu a dávce použitého oxidačního činidla i na zařazení procesu do celého technologického procesu úpravy bazénové vody. [18]

Při úpravě vody v bazénech se většinou používá chlor ve formě plynného chloru nebo kapalného použitím chlornanu sodného. Velmi časté použití chloru je dáno vysokou účinností, nízkou cenou a reziduálním charakterem působení volného chloru ve vodě. Poslední dobou je stále oblíbenější způsob úpravy vody pomocí chloru vyrobeného elektrolýzou slané vody. Mezi hlavní výhody patří snadná a bezpečná manipulace s pytlí soli. Tato sůl se rozmíchává ve vodě a dávkuje se do bazénové vody. Průchodem slané vody přes elektrolýzér dochází ke vzniku chloru a následné dezinfekci vody. Nevýhodou jsou však vyšší nároky na provozní a technologické zařízení a to vzhledem ke korozivním účinkům slané vody. [18]

Mezi další způsoby desinfekce bazénové vody patří ozonizace a UV záření. Tyto způsoby dezinfekce jsou pouze doplňkové. UV záření nemá vyhláškou číslo 135/2004 požadovaný reziduální charakter, protože působí pouze v místě záření. Ozonizace bazénové vody je také problematická, neboť vyhláškou číslo 135/2004 je limitní koncentrace ozónu v bazénové vodě omezena na 0,05 mg/l. UV záření a ozonizaci lze tak ve veřejných provozech použít pouze jako doplňující, šetřící provozní náklady a spotřebu chloru. [18]

4.1.2 Úprava a stabilizace pH

Úprava a stabilizace pH je nutná pro zajištění správné funkce dezinfekce. Přípravky na snižování pH jsou založeny na bázi kyseliny sírové. Přípravky na zvyšování pH jsou založeny na bázi uhličitanu sodného nebo hydroxidu sodného. Stabilitu pH významně ovlivňuje celková alkalita. Pokud je celková alkalita vysoká, bývá vysoké i pH a nedaří se jej snížit. Je-li celková alkalita příliš nízká, pH je nestabilní a dochází k velkým výkyvům hodnoty pH v krátkém čase. Důsledkem je potom neefektivní dávkování chemikálií na úpravu pH bez požadovaného efektu. [18]

4.1.3 Koagulace vody

Koagulace a separace suspenze je soubor procesů, který slouží k odstranění koloidních a makromolekulárních organických látek přirozeného původu z vody. Nečistoty jsou proti samovolné koagulaci stabilizovány mechanismy, které zabraňují jejich shlukování do větších celků separovatelných z vody mechanickými procesy. Aby došlo ke koagulacím ve vodě přítomných nečistot, musí se stabilizující mechanismy odstranit nebo alespoň potlačit. V praxi se používá přídavek koloidu s opačným znaménkem povrchového náboje, než je polarita ve vodě obsažených nečistot. Koloid nesoucí opačný povrchový náboj, než je náboj nečistot ve vodě, použitý při koagulaci, se připravuje dávkováním železité nebo hlinité soli do upravované vody. [18]

4.1.4 Přípravky proti růstu a tvorbě řas

Tyto přípravky se přidávají do bazénové vody, protože chlor nezaručuje spolehlivou ochranu proti jejich růstu. Chemicky se jedná o polymerní kvarterní amoniové soli. [18]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 POPIS POUŽITÉ TECHNOLOGIE

Bazénovou technologii projektovala a dodala společnost Centroprojekt a. s. se sídlem ve Zlíně. Tato společnost má v oblasti projektování a výstavby bazénu dlouholeté zkušenosti. Projektovala a dodala technologie do desítek bazénů v celé České republice.

K úpravě vody v bazénech je používán chlor. Tento je odebírán z chlorovny, která sousedí s budovou filtrační stanice. Plynný chlor je dávkován z ocelových láhví s obsahem 65 kilogramů zkapalněného chloru. Na rozvod plynného chloru jsou napojeny celkem čtyři tlakové lahve. Další čtyři tlakové lahve jsou umístěné v chlorovně, ale tyto nejsou na rozvod chloru napojeny. Pro samotné dávkování plynného chloru se používá systém rozvodu plynného chloru. Z tlakové chlorové láhve je chlor odebírán v plynné fázi přes ventil a chlorátor. Na chlorátoru je umístěný manometr, který informuje o tlaku chloru v láhvi. Rozvod chloru k injektoru je veden pomocí plastových trubek. Z bezpečnostních důvodů je používán pouze vakuový systém rozvodu a dávkování plynného chloru. U tohoto systému, na rozdíl od tlakového systému nemůže dojít k výraznému úniku chloru. Bazénová voda, která proudí přes injektor, vytváří na principu vývěvy podtlak v celém systému rozvodu chloru. Při dosažení předepsaného podtlaku dochází k otevírání bezpečnostních ventilů v systému a k následnému postupnému nasávání plynného chloru z tlakové chlorové nádoby až do injektoru. V injektoru je chlor dávkován do bazénové vody. K dávkování chloru dochází pouze do tekoucí vody. Po ztrátě podtlaku dochází k automatickému uzavření bezpečnostních ventilů a chlor se přestává dávkovat. Celý systém pracuje na podtlakovém systému. V případě přerušení vedení chloru dochází k zastavení dávkování chloru a zabrání se tak úniku chloru.[20]

6.1 Množství skladovaného chloru a způsob jeho skladování

Dodavatelem chloru pro bazén je společnost GHC Invest, spol. s r. o. se sídlem v Praze. Tato společnost vznikla v roce 1994 a působí v oblasti úpravy pitné a bazénové vody. Zpracovává studie, projekty a také realizuje dodávky technologických celků nebo jejich částí. V neposlední řadě také dodává chemikálie pro úpravu vody a zásobuje bazény chlorem.

V bazénu v obci Bučovic je v chlorovně skladováno celkem osm ocelových tlakových lahví, každá s obsahem 65 kilogramů zkapalněného chloru. Na chlorovou technologii jsou napojeny vždy čtyři tlakové lahve. Dvě slouží k chlorování velkého bazénu a dvě k chlorování dětského bazénu. Další čtyři tlakové lahve jsou umístěné v chlorovně jako

náhradní a tyto nejsou na chlorovou technologii napojené. Tyto náhradní tlakové láhve jsou umístěné u stěny chlorovny, jsou řádně zabezpečené proti pádu a mají nasazené ochranné ocelové klobouky na hrdle láhve. V průběhu sezóny, která dle počasí začíná začátkem měsíce června a končí v měsíci září, se spotřebuje 10 lahví chloru. Toto množství je závislé na počasí, neboť v případě nepříznivého počasí je provoz bazénu menší a je i menší spotřeba chloru. Tlakové lahve s chlorem jsou dle potřeby dováženy ze strany společnosti GHC Invest. Přeprava chloru v tlakových lahvích spadá do režimu přepravy ADR a je prováděna vozidly společnosti GHC Invest. Řidiči těchto vozidel mají dlouhodobé zkušenosti, jsou řádně proškoleni a v neposlední řadě jsou vybaveni pro případ neočekávané události. Toto zaručuje minimální riziko při manipulaci s tlakovými lahvemi.

6.1.1 Popis používaných tlakových lahví, ventilů a chlorátorů

Chlor je dodáván a skladován v ocelových tlakových lahvích o obsahu 65 kilogramů. Tyto tlakové lahve podléhají přísným bezpečnostním předpisům. Jedná se o vysoce odolné tlakové ocelové nádoby. Jejich stěny i sváry jsou odolné proti působení vysokého tlaku, ale i proti působení agresivní chemikálie. Každých pět let jsou tlakové lahve podrobeny technické kontrole, kdy se provádí zkouška bezpečnosti a těsnosti tlakové láhve.

Tlaková lahev je osazena chlorovým ventilem. Tento ventil je při každé technické kontrole vyměněn.



Obrázek číslo3: Chlorový ventil [20]

Při přepravě a manipulaci s tlakovou lahví je chlorový ventil krytý ocelovým kloboukem. Tento ocelový klobouk chrání chlorový ventil před případným poškozením nebo uražením při pádu tlakové láhve. Pro odebírání plynného chloru z tlakové láhve je používán vakuový chlorátor Jesco C 2213. Tento chlorátor je nasazený přímo na chlorový ventil tlakové láhve a tím se minimalizuje délka tlakového rozvodu chloru. V chlorátoru je integrovaný manometr, který informuje o tlaku v chlorové lahvi. Chlorátor je také vybaven omezovačem průtoku chloru. Maximální dávkovací výkon je 10 kg chloru za hodinu.

Chlorátor také obsahuje filtr na nečistoty z chlorové lahve. V chlorovně je také na rozvodu plynného chloru umístěn přepínač prázdných chlorových lahví Jesco C 2006.



Obrázek číslo 4: Chlorátor Jesco C 2213 [20]

Tento přepínač slouží k automatickému přepínání prázdných chlorových lahví na plné. Přepínač umožňuje plynulý a bezobslužný chod bez přerušení dodávky plynného chloru. Přepínač také zabezpečuje dodávku chloru při výměně prázdných lahví. V prostoru chlorovny je dále na rozvodu plynného chloru umístěn bezpečnostní upouštěcí ventil Jesco.

Jedná se o bezpečnostní prvek, který slouží k odpouštění zbytkového chloru při odpojování chlorátoru z tlakové lahve a také zabraňuje vzniku přetlaku ve vakuovém rozvodu při poruše utěsnění mezi tlakovou lahví a vakuovou částí chlorátoru. Dále je v chlorovně na rozvodu plynného chloru umístěna bezpečnostní odfukovací patrona Jesco. Je to další bezpečnostní prvek, kdy do patrony je napojená hadička od bezpečnostního upouštěcího ventilu a slouží k zabránění úniku chloru do prostor chlorovny. Patrona obsahuje sorbci pro zachycení plynného chloru.[20]

Chlorovna je také vybavena signalizačním zařízením na únik chloru GW 702. Toto zařízení je tvořeno vyhodnocovací a zobrazovací centrální jednotkou chlorového alarmu a až dvěma chlorovými měřicími čidly s propojovacím kabelem.



Obrázek číslo 5: Signalizační zařízení GW 702 [20]

7 ANALÝZA MOŽNÝCH PŘÍČIN ÚNIKU CHLORU

I když systém rozvodu, skladování, přepravy a dávkování chloru není nijak složitý, nesmí se v žádném případě podceňovat a vždy je nutné používat takové komponenty a systémy, které jsou odzkoušené v praxi a které zahrnují veškeré bezpečnostní a ochranné prvky. Bez ohledu na toto však nelze vyloučit vznik netěsností, které mohou být způsobené neodbornou manipulací, mechanickým namáháním a korozí. V neposlední řadě nelze také opomíjet možnost úmyslného poškození zařízení, případně odcizení tlakových lahví s chlorem a jejich využití při teroristickém útoku. Dalo by se říci, že k úniku chloru může dojít v důsledku neodborné manipulace, tzn. selhání lidského faktoru, technické závady na zařízení nebo může dojít k úmyslnému poškození technologie a následnému úniku chloru. V následujících kapitolách budou rozebrány možné příčiny úniku chloru.

7.1 Možnost úniku chloru z tlakové lahve v důsledku jejího poškození nebo poškození chlorového ventilu láhve

Jak již bylo popsáno výše, chlor je skladován a dopravován v ocelových tlakových lahvích. Tlak v lahvích je 500 kPa. Tlakové lahve jsou k budově bazénu přivázeny pomocí nákladních vozidel a následně jsou tyto tlakové lahve umístěny do prostor chlorovny. Při manipulaci s tlakovými lahvemi může dojít v důsledku neodborné manipulace k pádu tlakové lahve, jejímu poškození a následnému úniku chloru. Vzhledem ke skutečnosti, že povrch před budovou chlorovny je rovný a je tvořen živičným povrchem bez ostrých hran, nemělo by při pádu tlakové lahve vzhledem k její konstrukci dojít k jejímu poškození a úniku chloru. Je ovšem nutné, aby byl chlorový ventil tlakové lahve kryt bezpečnostním kloboukem. Pokud by nebyl chlorový ventil krytý ocelovým kloboukem, mohlo by dojít k poškození tohoto ventilu, případně jeho uražení a následnému nekontrolovatelnému úniku chloru. Ventil je s tlakovou lahví spojen pomocí závitového spoje o průměru 25,4 milimetrů. V samotné chlorovně jsou tlakové lahve umístěné u stěny a jsou zajištěny proti pádu pomocí ocelového řetězu.

7.2 Možnost úniku chloru z důvodu netěsnosti ventilu tlakové lahve

Tlakové lahve s chlorem jsou v horní části vybaveny chlorovým ventilem. Tento ventil je na tlakovou láhev našroubován pomocí šroubového spoje o průměru 25,4 milimetrů. Vzhledem ke skutečnosti, že tlakové lahve jsou podrobovány technické kontrole a výměně chlorového ventilu jednou za pět roků, tak je zde možnost úniku chloru vlivem netěsnosti

šroubového spoje. Vlivem dlouhodobého působení chloru může dojít ke strávení těsnění tlakové lahve a chlorového ventilu a k úniku chloru. Při přepravě tlakových lahví je na ventilu na jeho šroubové části sloužící k připojení rozvodu chloru umístěna krycí matka.



Obrázek číslo 6: Krycí matka na chlorovém ventilu [20]

Tato matka slouží k ochraně závitu chlorového ventilu a v neposlední řadě v případě netěsnosti chlorového ventilu zabraňuje úniku chloru. Vlivem difuze chloru přes těsnění chlorového ventilu může dojít, především při delším skladování plných chlorových lahví, k nahromadění malého množství chloru pod bezpečnostní krycí maticí ventilu a po odšroubování této matice dojde k jednorázovému uvolnění chloru. Této materiálové difuzi nelze nijak technicky zabránit a nejedná se o netěsnost chlorového ventilu. V případě, že by došlo k netěsnosti závitového spoje tlakové lahve a chlorového ventilu tak by tato skutečnost byla zjištěna ihned po naplnění tlakové lahve a tlaková láhev by neměla být expedována. Je nutné si uvědomit, že reakce chloru s pouhou vzdušnou vlhkostí je exotermická a při reakci na kovových částech chlorových ventilů a chlorových tlakových nádob okamžitě způsobuje silné korozní napadnutí.

7.3 Možnost úniku chloru z důvodu netěsnosti na rozvodu plynného chloru k injektorům

Na ventil tlakové lahve jsou v prostoru chlorovny nasazeny vakuové chlorátory značky Jesco C 2213. Tyto chlorátory jsou spojeny s chlorovým ventilem tlakové lahve pomocí šroubového spoje. Na výstupu z vakuového chlorátoru je pomocí šroubového spoje napojen rozvod plynného chloru vedoucí k injektorům chloru do vody. Veškeré další bezpečnostní prvky, které jsou na rozvodu plynného chloru vsazeny, jsou spojeny pomocí šroubového spoje. Plynný chlor je k injektorům veden pomocí lepených PVC trubek. K úniku chloru může dojít vlivem netěsnosti šroubových spojů. Napojení chlorového ventilu je prováděno až v samotné chlorovně a při nasazování chlorátoru na chlorový ventil může dojít ke špatnému nasazení na závit a následnému úniku chloru. Také by mohlo dojít

ke špatnému nasazení těsnění. Vlivem tohoto by došlo k pozvolnému úniku chloru do prostoru chlorovny. Na PVC trubkách rozvodu plynného chloru by mohlo dojít k úniku chloru vlivem poškození těchto trubek, případně netěsnosti šroubových spojů komponentů osazených na rozvodu plynného chloru. K poškození těchto trubek by mohlo dojít vlivem mechanického poškození. Značná část rozvodu plynného chloru je vedena v ochranné plastové trubce a ve výšce, která mechanické poškození vylučuje. Taktéž netěsnost šroubových spojů komponentů osazených na rozvodu plynného chloru je minimální, neboť s komponenty se nijak nemanipuluje a nemělo by tak dojít k netěsnosti šroubového spoje. V případě, že by došlo na rozvodu plynného chloru k nějaké netěsnosti, tak by došlo k nasátí vzduchu do rozvodu plynného chloru a následnému uzavření všech bezpečnostních prvků včetně chlorátoru.

7.4 Možnost úmyslného úniku chloru

V dnešní době, kdy je velká hrozba možnosti teroristických útoků musíme vzít v úvahu i možnost úmyslného poškození zařízení s následným únikem chloru, případně možnost odcizení tlakových lahví s chlorem a jejich následné zneužití. Tlakové lahve jsou uskladněny v prostoru chlorovny, kdy do místnosti chlorovny vedou pouze jedny vstupní dveře. Samotná místnost chlorovny je napojena na pult centrální ochrany bezpečnostní agentury. V případě narušení místnosti chlorovny by došlo ke spuštění poplachu a na místo by vyjelo zásahové vozidlo bezpečnostní agentury.

8 POSTUP PŘI ZJIŠTĚNÍ ÚNIKU CHLORU Z TLAKOVÉ NÁDOBY

Přes veškerá bezpečnostní opatření a kontroly chlorových tlakových lahví a chlorových ventilů může dojít k úniku chloru z tlakové lahve a to jak vlivem drobných netěsností ventilů tak i vlivem netěsnosti tlakové lahve. V další kapitole se zaměřím na opatření při zjištění úniku chloru.

8.1 Netěsnosti v oblasti ventilů

V případě zjištění netěsnosti v oblasti ventilu je nutné použít ochrannou masku s lícnicovým filtrem. V případě netěsnosti v oblasti chlorového ventilu je nutné zajistit uzavření chlorového ventilu a dotáhnout boční uzavírací matku na připojovacím závitě chlorového ventilu.



Obrázek číslo 7: Bezpečnostní vybavení [20]

Pokud i nadále dochází k úniku chloru, tak je nutné použít bezpečnostní vybavení určenou pro netěsnost chlorového ventilu. Bezpečnostní vybavení je tvořeno ochranným kloboučkem, který se našroubuje na tlakovou láhev a schová chlorový ventil. Klobouček je řádně utěsněný a nedochází tak i přes netěsnost chlorového ventilu k úniku chloru. V kloboučku je našroubován chlorový ventil, který slouží k případnému kontrolovanému vypuštění chloru. Těsnost je nutné odzkoušet pomocí čpavkové vody.

8.2 Netěsnosti ve stěně tlakové chlorové lahve

V případě, že by došlo vlivem pádu nebo mechanického poškození k netěsnosti stěny tlakové lahve, je nutné pootočit nádobu tak, aby netěsné místo směřovalo vzhůru a použít bezpečnostní sadu pro netěsnosti ve stěně tlakové lahve. Netěsné místo se pečlivě očistí a přiloží se na něj vitonové těsnění na které se přiloží přítlačná deska. Dlouhý řetěz se položí okolo lahve a konec řetězu se zavěsí do háku napínacího bloku. Krátký řetěz se zavěsí do háku napínacího bloku. Dlouhý řetěz se zajistí do zkracovací čelisti krátkého řetězu. Napínací šroub se našroubuje do závitě napínacího bloku. Otáčením napínacího šroubu se

přítlačí přítlačná deska k těsnění. Potom je nutné provést kontrolu těsnosti pomocí čpavkové vody. Při tomto je samozřejmě nutné používat ochranou masku a ochranné pracovní pomůcky.

V případě větších netěsností je nutné neprodleně věc oznámit na HZS ČR.

9 PRAVIDLA MANIPULACE A ZACHÁZENÍ S TLAKOVÝMI CHLOROVÝMI NÁDOBAMI A VENTILY

9.1 Manipulace a skladování

Tlakové chlorové nádoby musejí být chráněné před nárazem a nesmí se s nimi házet. Tlakové nádoby se nesmějí přemísťovat válením a musí se s nimi manipulovat s největší opatrností. Tlakové chlorové nádoby se nesmějí tahat přes okraje nákladních aut, ramp nebo schodů. Chlorové lahve by se měly přepravovat na vozících k tomuto účelu speciálně upravených a zajištěných proti převržení. Pokud se tlaková láhev přenáší, nesmí se tato láhev držet za ochranný kryt ventilu. Tlakovou chlorovou láhev o celkové hmotnosti vyšší než 50 kilogramů smějí přenášet dvě osoby pro tuto práci způsobilé.

Tlakové chlorové lahve musejí být umístěné v prostorách tak, aby nebyly vystaveny přímému působení povětrnostních podmínek, byly uloženy v suchu a byla zajištěna ochrana před účinky slunečního záření. Tlakové chlorové nádoby se nesmějí skladovat společně se žiravinami, radioaktivními, výbušnými látkami a hořlavými kapalinami. Plné i prázdné tlakové lahve musejí být zabezpečeny proti pádu.

9.2 Připojování chlorových nádob na odběrném místě

Pracovníci, kteří obsluhují chlorové hospodářství, musí mít prokazatelně k této činnosti odbornou způsobilost.

Při obsluze chlorového zařízení musí mít zaměstnanci masku s filtrem v pohotovostní poloze a k dispozici nejméně dva náhradní nepoužité filtry. Při připojování tlakových chlorových lahví musí mít zaměstnanec ochranou masku vždy nasazenou a musí používat ochranné rukavice. Před použitím tlakové chlorové lahve na odběrném místě a jejím připojením musí obsluha provést kontrolu tlakové lahve, jejího označení a výstroje. Pokud je zjištěna jakákoliv závada, tak se nesmí chlorová tlaková láhev připojit. Při každé výměně chlorové tlakové lahve je vždy nutné použít nové těsnění na připojovací převlečné matici. Po provedeném připojení chlorové tlakové lahve k chlorátoru a dotažení matice musí obsluha chlorovny provést kontrolu těsnosti napojení. Kontrola těsnosti se provádí pomocí čpavkové vody. Čpavkové výpary reagují s chlorem i ve velmi malé koncentraci a vytvářejí bílou mlhu. Vzniklá bílá mlha signalizuje únik chloru a netěsnost připojení. Čpavková voda se nesmí rozstříkovat a rozprašovat přímo na chlorové ventily a jejich

připojení. Hrdlo otevřené lahvičky s čpavkovou vodou se přiloží k chlorovému ventilu a jeho připojení.

9.3 Odpojování chlorových tlakových lahví na odběrném místě

Po použití tlakové chlorové láhve se musí správně uzavřít chlorový ventil a po odpojení z odběrného místa se musí našroubovat na připojovací závit chlorového ventilu bezpečnostní matice. Chlorový ventil potom musí být opatřen bezpečnostním kloboučkem. Po uzavření chlorového ventilu musí být pomocí čpavkové vody provedena kontrola těsnosti a to z toho důvodu, že v tlakové lahvi zůstává zbytkový přetlak minimálně 0,05 MPa.

9.4 Utahování chlorového ventilu

Chlorový ventil musí být obsluhou uzavřen těsně s dotažením kroutícím momentem 7 Nm. Toto je předepsáno výrobcem chlorového ventilu. Pokud by byl chlorový ventil dotažen nižším kroutícím momentem, tak by mohlo dojít k netěsnosti ventilu a ucházení chloru. Při případném dotažení chlorového ventilu vyšším kroutícím momentem by mohlo dojít k přetažení chlorového ventilu, poškození pružného těsnění (vymáčknutí) a následnému úniku chloru. K utahování chlorových ventilů se na odběrném místě musí používat momentový klíč nebo jiné zařízení, které bezpečně zajistí utažení chlorového ventilu na požadovaných 7 Nm.



Obrázek číslo 8: Momentový klíč [20]

10 VYHODNOCENÍ MASIVNÍHO ÚNIKU CHLORU Z POŠKOZENÉ TLAKOVÉ LAHVE PROGRAMEM TEREX

K vyhodnocení modelové situace byl použit program TerEx a to z toho důvodu, že tento program je pro studenty dostupný na učebně krizového řízení a v průběhu studia bylo s tímto programem pracováno.

Program TerEx je software, který byl vyvinut pro rychlou prognózu dopadů a následků působení nebezpečných látek, případně nástražných výbušných systémů. Tento software je určený pro operativní použití jednotkami IZS při provádění zásahu. Mohou jej také využít průmyslové podniky nebo sklady kde se nacházejí nebezpečné látky. Software je určen k rychlému určení rozsahu a následné realizaci opatření pro ochranu obyvatelstva.

10.1 Vstupní informace

Typ nehody: pád tlakové lahve a uražení chlorového ventilu tlakové lahve

Teplota kapaliny: 25 °C

Celkové množství uniklé kapaliny: 65 kilogramů

Pokrytí oblohy mraky: 12,5 %

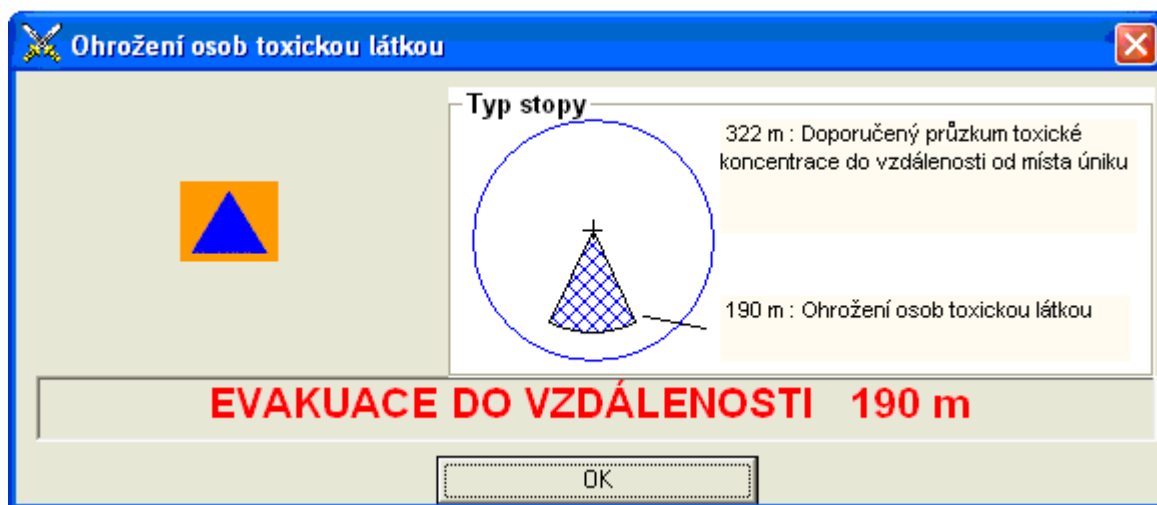
Rychlost větru: 2 m/s

Doba vzniku průběhu nehody: denní doba, léto

Typ povrchu ve směru šíření nebezpečných látek: obytná zóna

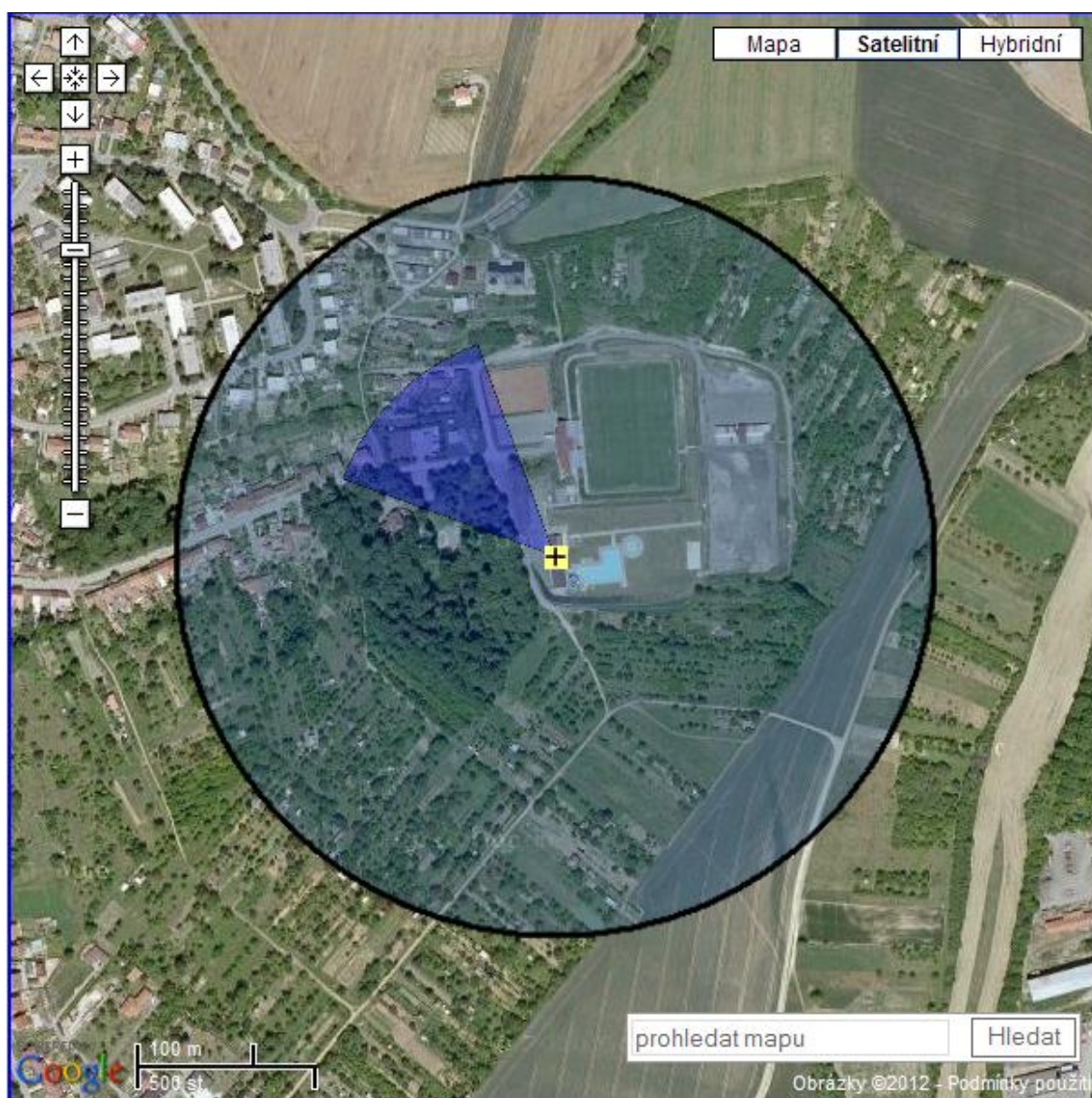
10.2 Výsledky

Po té, co bylo provedeno dosazení vstupních informací do programu, tak bylo zjištěno, že evakuace osob by měla být provedena do vzdálenosti 190 m. Do této vzdálenosti jsou osoby ohrožené toxickou látkou - chlorem. Doporučený průzkum toxické koncentrace by měl být proveden do vzdálenosti 322 m.



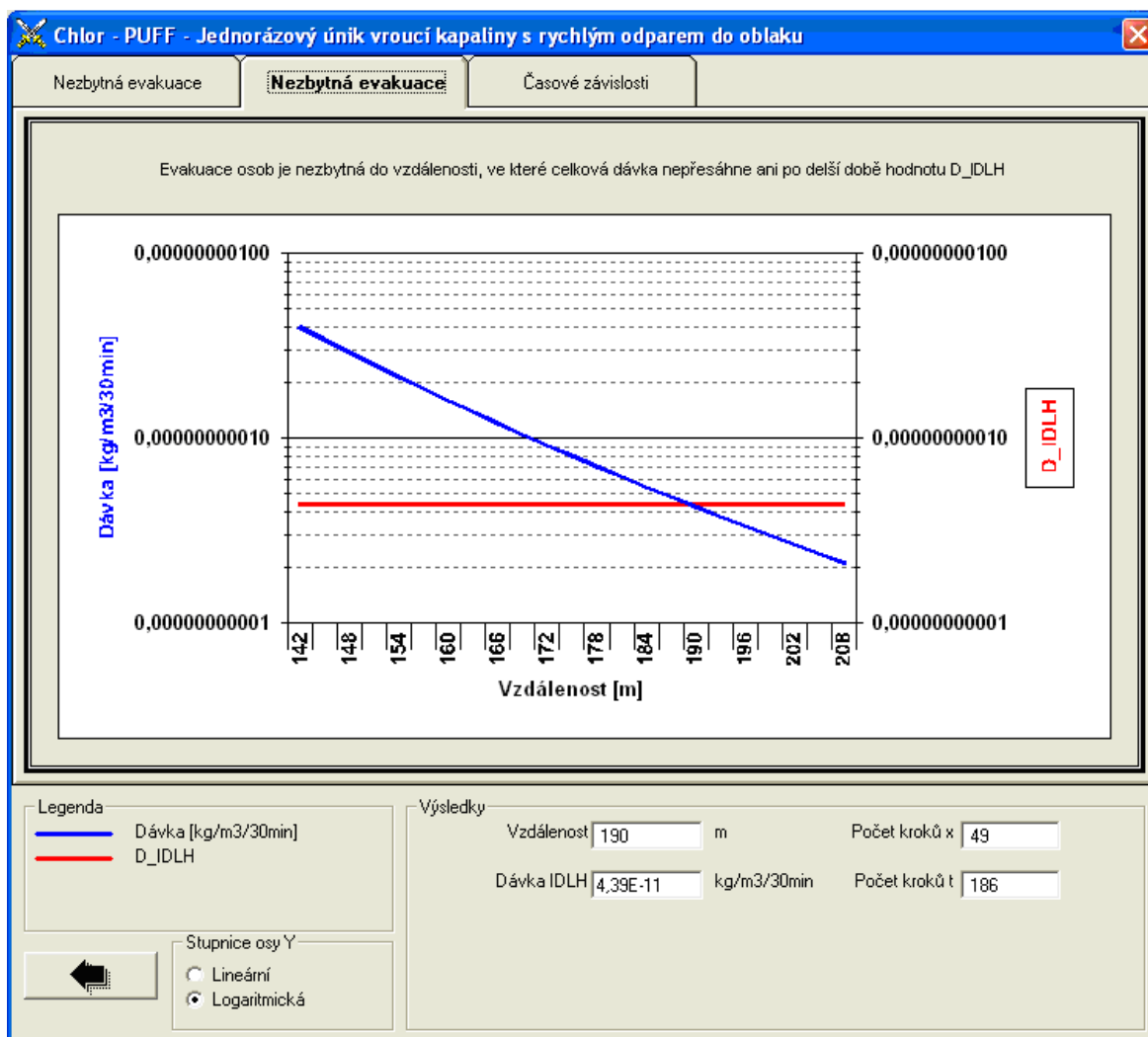
Obrázek číslo 9: Vzdálenost evakuace osob.

Následující obrázek znázorňuje mapku, kde je vymezená lokalita úniku nebezpečné chemické látky – chloru. Modrá výseč označuje pásmo ohrožení toxickou látkou podle směru větru, ve kterém by měla být provedena evakuace osob. Modrý kruh znázorňuje pásmo dosahu toxické koncentrace. Je to oblast, kde by měl být proveden průzkum zamoření toxickou látkou.



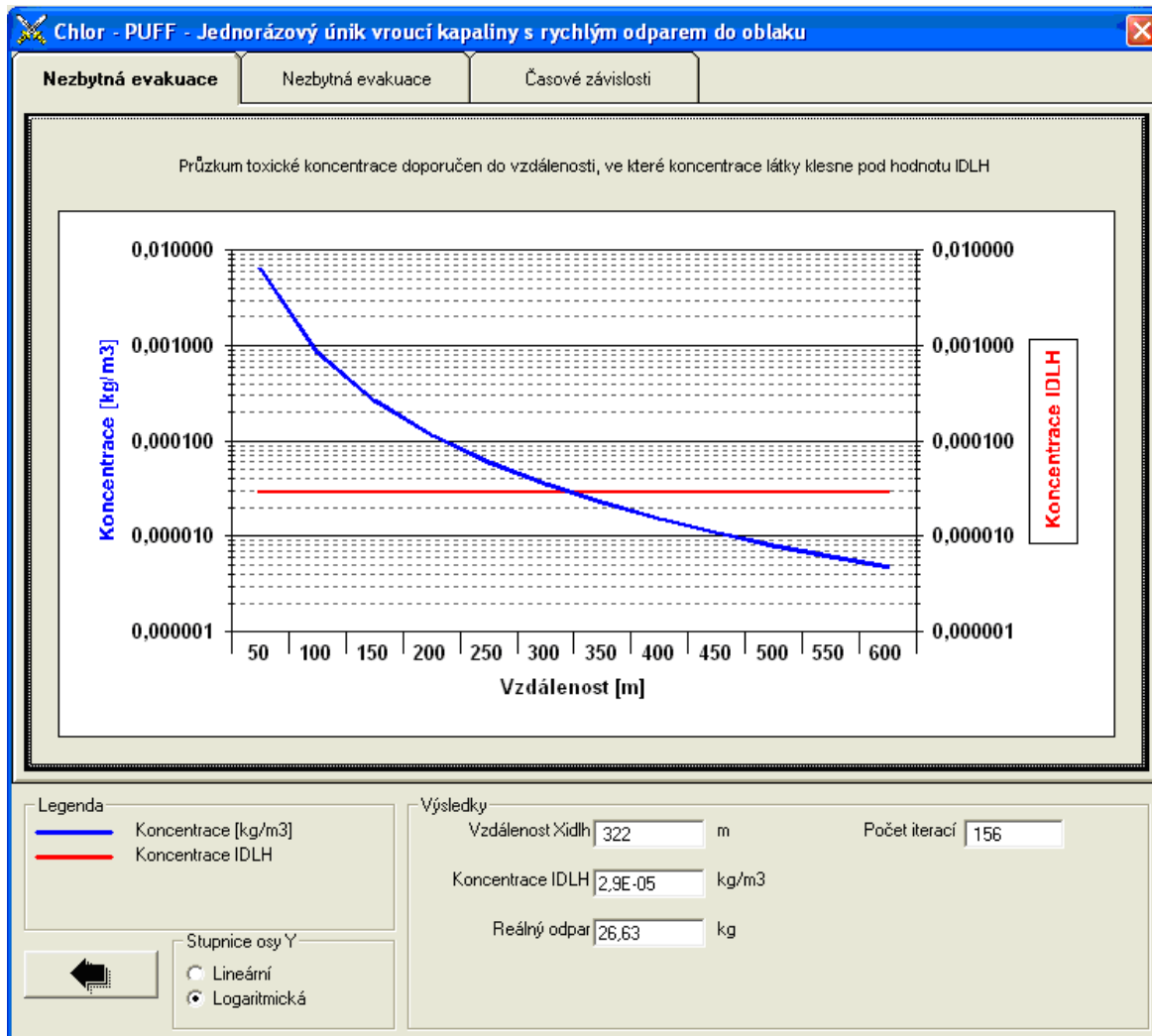
Obrázek číslo 10: Mapka předpovědi zamoření při úniku chloru

Graf číslo 1 znázorňuje nezbytnou evakuaci osob. Zobrazení závislostí klíčových veličin modelu na vzdálenosti od epicentra na čase. Graf dává představu o tom, jak se mění účinek havárie se vzdáleností a poskytuje interpretaci vypočtené vzdálenosti. V našem případě úniku 65 kg chloru je nutná evakuace osob do vzdálenosti 190 m od místa úniku.



Graf číslo 1: Nezbytná evakuace osob

Graf číslo 2 znázorňuje doporučený průzkum toxické koncentrace a to do vzdálenosti 322 m.



Graf číslo 2: Doporučený průzkum toxické koncentrace

11 VYHODNOCENÍ KRÁTKODOBÉHO ÚNIKU CHLORU PŘI NETĚSNOSTI ŠROUBOVÉHO SPOJE VENTILU TLAKOVÉ LAHVE A CHLORÁTORU PROGRAMEM TEREX

11.1 Vstupní informace

Typ závady: netěsnost šroubového spoje chlorového ventilu a chlorátoru

Teplota kapaliny: 30 °C

Celkové množství uniklého plynu: 2 kilogramy

Rychlost větru: 2 m/s

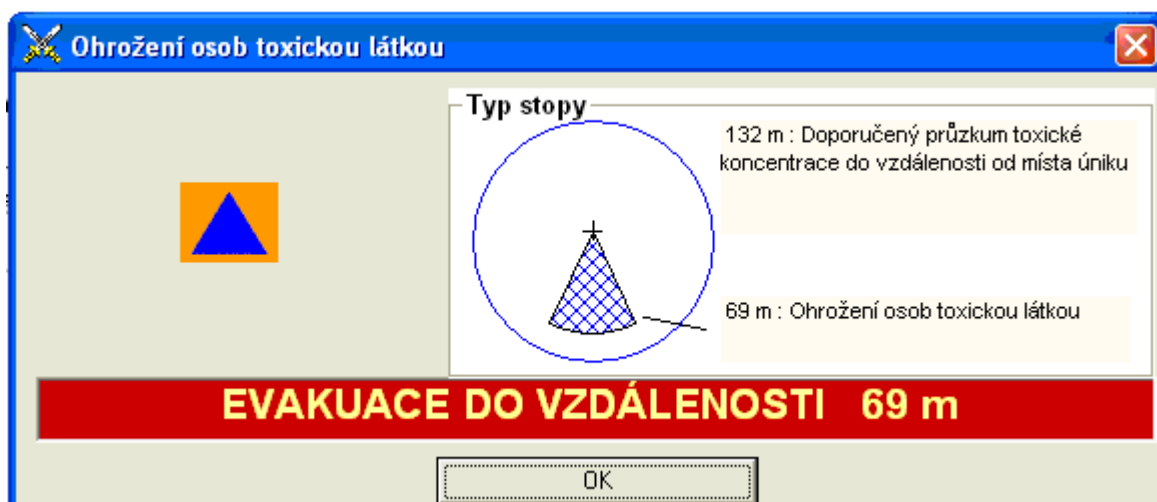
Pokrytí oblohy mraky: 12,5 %

Doba vzniku průběhu havárie: denní doba, léto

Typ povrchu ve směru šíření nebezpečné látky: obytná zóna

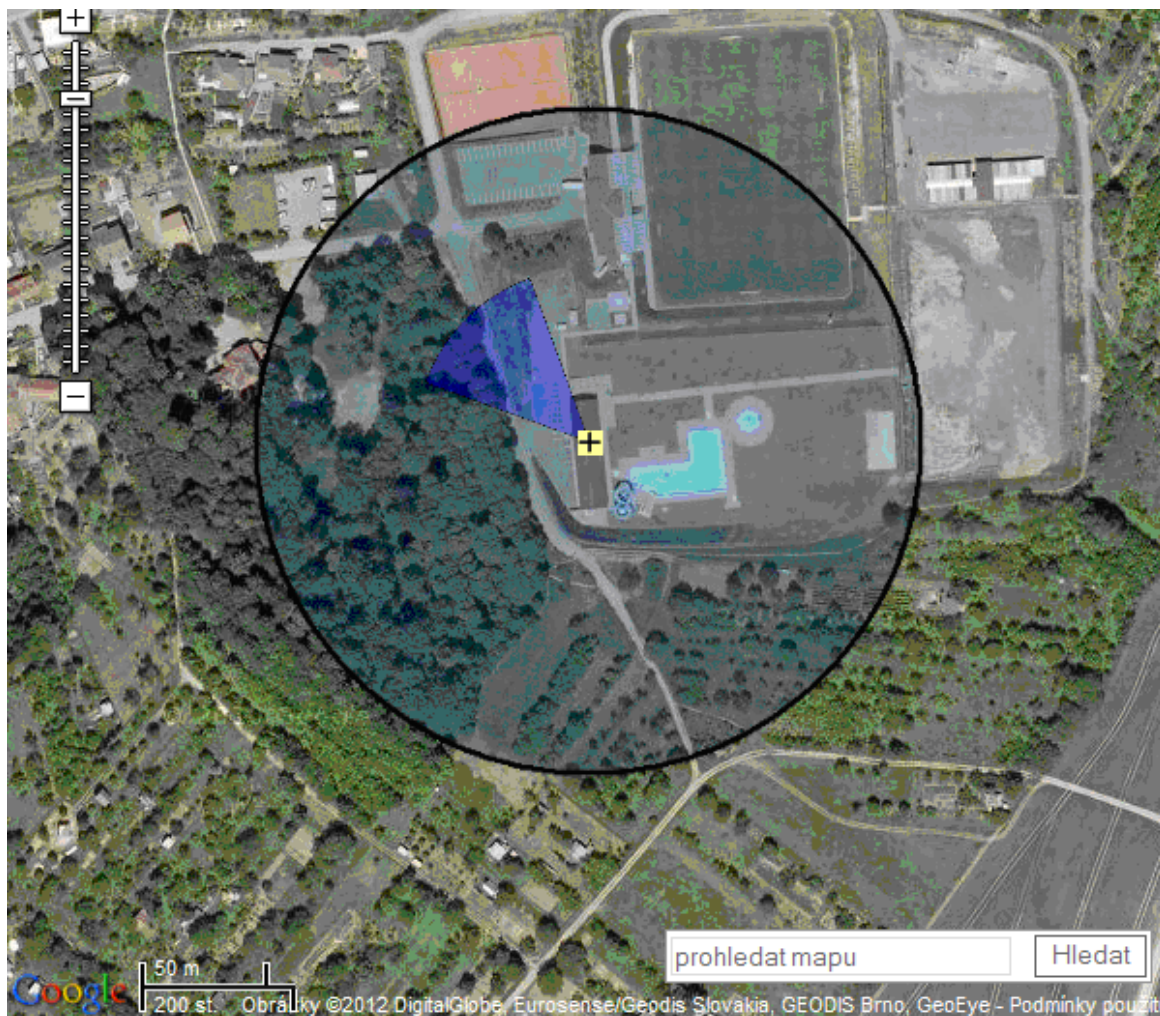
11.2 Výsledky

Po té, co bylo provedeno dosazení vstupních informací do programu, tak bylo zjištěno, že evakuace osob by měla být provedena do vzdálenosti 69 m. Do této vzdálenosti jsou osoby ohrožené toxickou látkou - chlorem. Doporučený průzkum toxické koncentrace by měl být proveden do vzdálenosti 132 m.



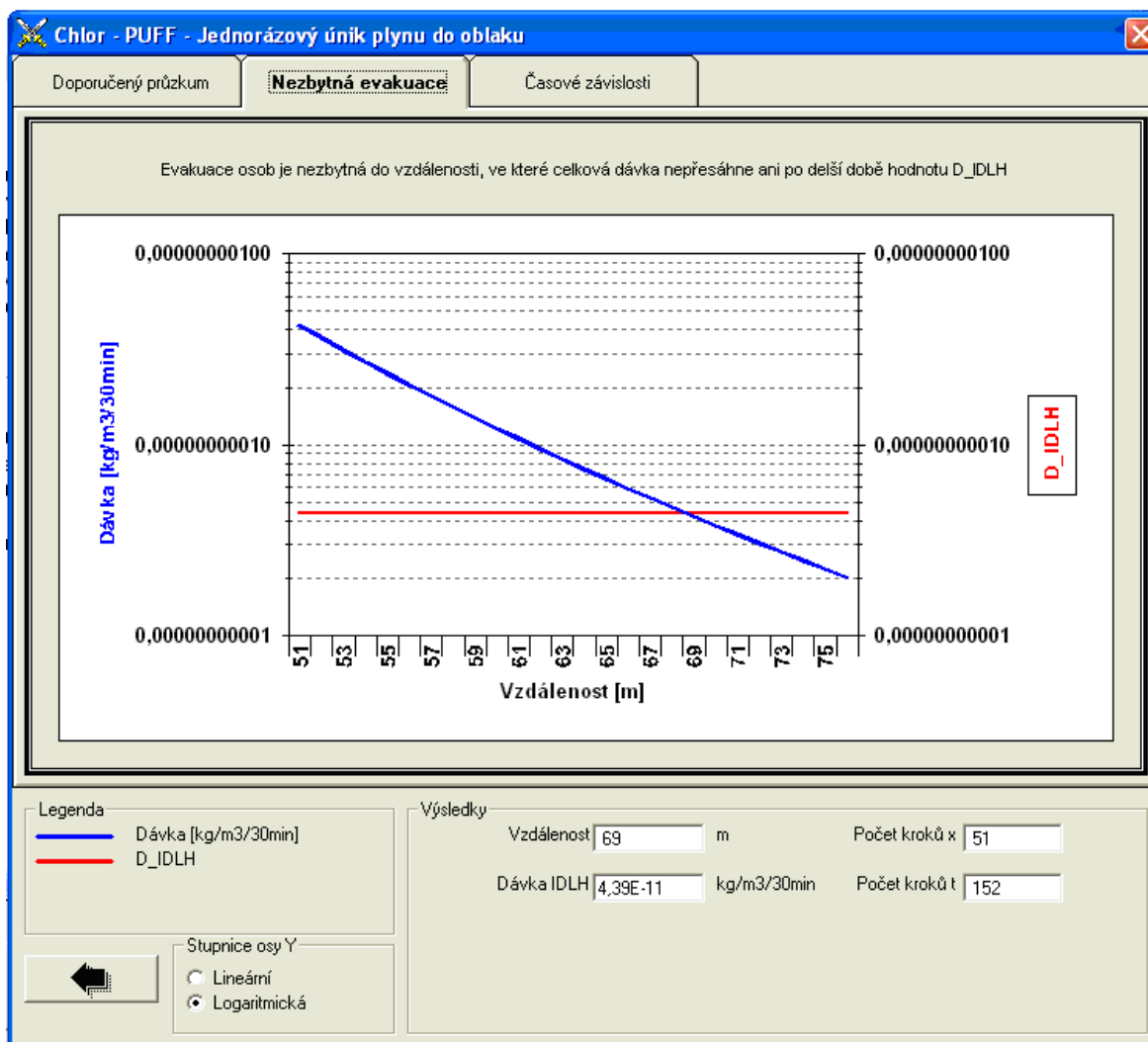
Obrázek číslo 11: Vzdálenost evakuace osob

Následující obrázek znázorňuje mapku, kde je vymezená lokalita úniku nebezpečné chemické látky – chloru. Modrá výseč označuje pásmo ohrožení toxickou látkou podle směru větru, ve kterém by měla být provedena evakuace osob. Modrý kruh znázorňuje pásmo dosahu toxické koncentrace. Je to oblast, kde by měl být proveden průzkum zamoření toxickou látkou.



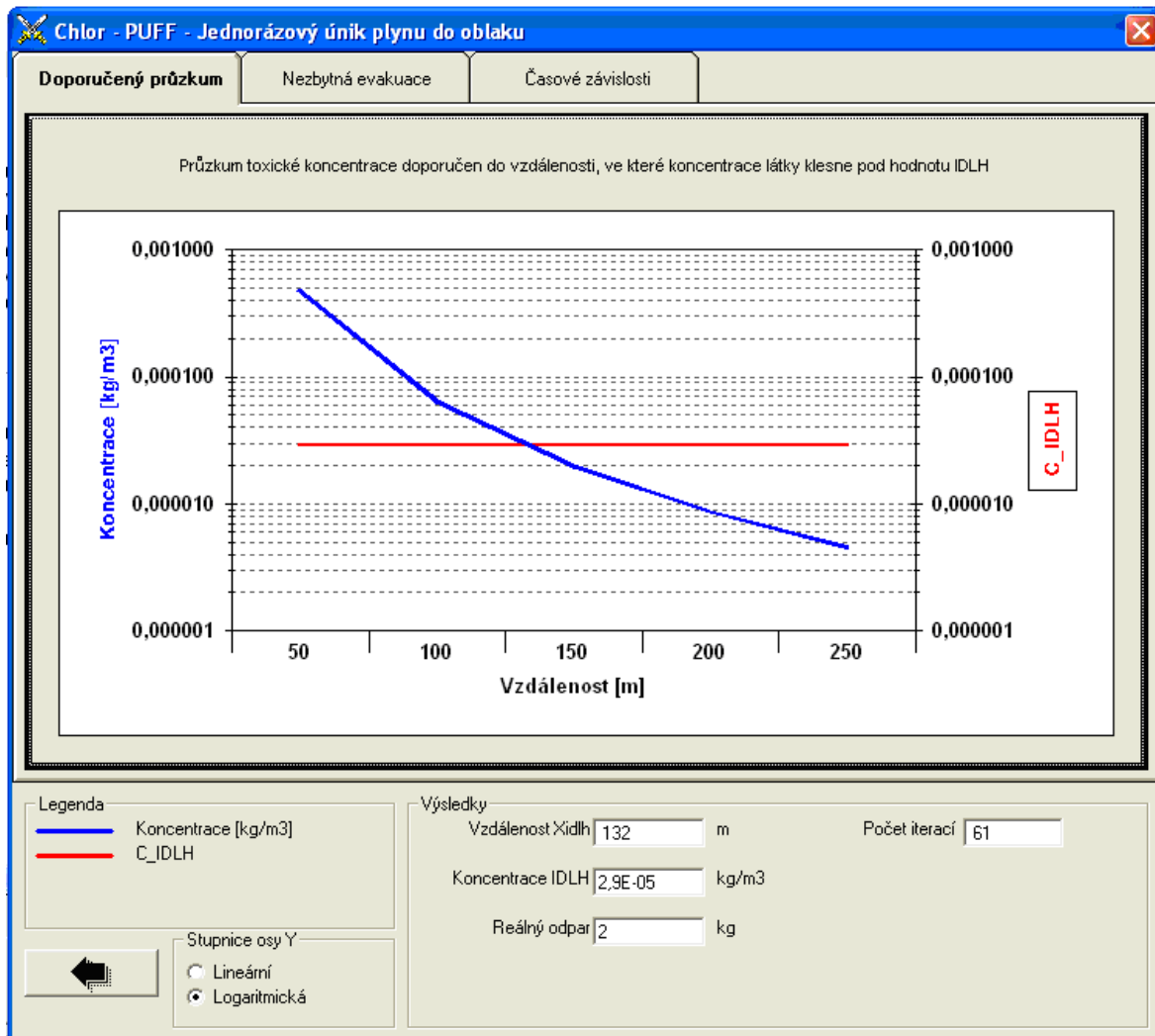
Obrázek číslo 12: Mapka předpovědi zamoření při úniku chloru

Graf číslo 3 znázorňuje nezbytnou evakuaci osob. Zobrazení závislosti klíčových veličin modelu na vzdálenosti od epicentra na čase. Graf dává představu o tom, jak se mění účinek havárie se vzdáleností a poskytuje interpretaci vypočtené vzdálenosti. V našem případě úniku 2 kg chloru je nutná evakuace osob do vzdálenosti 69 m od místa úniku.



Graf číslo 3: Nezbytná evakuace osob

Graf číslo 4 znázorňuje doporučený průzkum toxické koncentrace a to do vzdálenosti 322 m.



Graf číslo 4: Doporučený průzkum toxické koncentrace

12 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU A NÁVRH VLASTNÍHO OPATŘENÍ

12.1 Zhodnocení současného stavu

Co se týče současného stavu tak lze říct, že v objektu bazénu v obci Bučovice byla zvolena vhodná technologie chlorování. Technologie pracuje na podtlakovém systému a tak je možnost úniku chloru omezena pouze na místnost chlorovny. V systému rozvodu plynného chloru jsou umístěny veškeré bezpečnostní prvky, které přispívají k vyšší bezpečnosti. Byl také vhodně zvolen dodavatel chloru, který má dlouholeté zkušenosti v oblasti dodávek chloru. Taktéž má velice dobře propracované bezpečnostní sady pro případ úniku chloru, dodává také bezpečnostní kufříky, které obsahují potřebné ochranné pomůcky a má dobře proškolený personál. V místnosti chlorovny jsou ocelové tlakové láhve umístěny u stěny místnosti a plné láhve jsou zabezpečeny proti pádu pomocí ocelového řetězu, avšak prázdné láhve již nejsou proti pádu nijak zabezpečeny. Taktéž při nasazování chlorátoru na tlakovou láhev nejsou ze strany personálu používány veškeré ochranné pomůcky. Je sice používána ochranná lícníková maska, avšak další ochranné pomůcky již nejsou používány.

Před každou novou sezonou je ze strany dodavatele chloru provedena kontrola veškeré chlorové technologie a případné nedostatky jsou ihned odstraněny. Při tomto je také provedena revize veškeré elektroniky. S chlorem manipulují pouze osoby, které mají pro tuto činnost příslušné oprávnění. Pro zjišťování případných drobných úniků chloru je používána čpavková voda a v bazénu je také umístěna ochranná lícníková maska včetně náhradních filtrů. Místnost chlorovny je také vybavena bezpečnostním čidlem, které by na případný únik chloru upozornilo.

Samotná budova bazénu je řešena jako samostatně stojící zděná budova a veškeré vnitřní prostory včetně chlorovny jsou napojeny na zabezpečovací zařízení. V případě narušení objektu by na místo vyjízdělo vozidlo bezpečnostní agentury.

12.2 SWOT analýza

SWOT analýza se užívá k identifikaci silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Díky tomuto je možné komplexně vyhodnotit zajištění budovy a nalézt problémy nebo nové možnosti řešení. V následující tabulce jsou tyto aspekty uvedeny a na závěr je provedena bilance provedené SWOT analýzy. Tato analýza vychází kladně, avšak je zřejmé, že je nutné zlepšení a to odstraněním zjištěných nedostatků.

	Váha	Hodnocení	
Silné stránky			
Použitá chlorová technologie	0,4	5	2
Napojení na PCO bezpečnostní agentury	0,3	3	0,9
Zařízení na signalizaci úniku chloru	0,3	3	0,9
Součet			3,8
Slabé stránky			
Nezajištění prázdných lahví proti pádu	0,35	-3	-1,05
Množství skladovaného chloru	0,4	-4	-1,6
Nedodržování BOZP	0,25	-2	-0,5
Součet			-3,15
Příležitosti			
Zajištění prázdných lahví proti pádu	0,4	4	1,6
Zmenšení množství skladovaného chloru	0,4	4	1,6
Proškolení zaměstnanců v oblasti BOZP	0,2	2	0,4
Součet			3,6
Hrozby			
Nedbalost při manipulaci	0,5	-4	-2
Technická závada	0,4	-3	-1,2
Úmysl	0,1	-1	-0,1
Součet			-3,3

Interní	0,65
Externí	0,3
Celkem	0,95

Tabulka číslo 2: SWOT analýza [zdroj: vlastní]

12.3 Návrh vlastního opatření

I když byla v bazénu zvolena vhodná technologie chlorování a jsou dodržována veškerá bezpečnostní pravidla pro manipulaci s chlorem, tak nelze nikdy vyloučit možnou technickou závadu nebo lidskou chybu a v důsledku toho by mohlo dojít k úniku chloru.

Co se týče skladování čtyř náhradních tlakových lahví s chlorem, tak bych doporučoval zvážit, zda by nebylo vhodné skladovat pouze dvě náhradní tlakové láhve, čímž by se o polovinu zmenšilo riziko možnosti úniku chloru z těchto náhradních lahví. Vzhledem k množství skladovaných tlakových lahví by bylo vhodné objekt vybavit bezpečnostní výbavu určenou pro netěsnost chlorového ventilu. Manipulace s touto bezpečnostní sadou je velice jednoduchá a použitím této sady by se v případě netěsnosti chlorového ventilu zabránilo úniku většího množství chloru. Co se týče prázdných tlakových lahví, tak je potřeba, aby byly i tyto prázdné tlakové lahve řádně zabezpečeny proti pádu. Dále je nutné dbát na řádné používání všech ochranných pomůcek při manipulaci s chlorem. Nestačí pouze používat ochrannou lícnicovou masku, ale je nutné také používat ochranné rukavice. Taktéž by bylo vhodné provést ve spolupráci s HZS ČR námětové cvičení na únik nebezpečné chemické látky tak, aby se tohoto cvičení účastnily všechny složky IZS. Při tomto cvičení by si složky IZS vyzkoušely vzájemnou spolupráci a své postupy. Případné zjištěné nedostatky by bylo možné následně odstranit.

Po vyhodnocení praktické části doporučuji provést následující opatření:

- v místnosti chlorovny zabezpečit prázdné tlakové láhve proti pádu pomocí ocelového řetězu připevněného ke stěně
- opětovně proškolit obsluhu ve věci používání ochranných pomůcek a dbát na řádné používání těchto ochranných pomůcek při manipulaci s chlorem
- vzhledem k počtu skladovaných tlakových lahví bych doporučil vybavit bazén jednou bezpečnostní sadou pro případ netěsnosti chlorového ventilu
- vyřešit nedořešené majetkové vztahy k příjezdové cestě tak, aby nebyl narušen případný zásah složek IZS v případě úniku chloru
- vyvolat jednání o možnosti provedení námětového cvičení složek IZS na únik nebezpečné chemické látky

ZÁVĚR

Práce se zabývala analýzou možných příčin úniku chloru z objektu bazénu v obci Bučovice. Přínos práce v rovině teoretické je přehledné uspořádání a vymezení pojmů, které se týkají fyzikálně chemických vlastností chloru, první pomoci v případě otravy chlorem a legislativních předpisů týkajících se nebezpečných chemických látek.

Přínos práce z hlediska praktického lze spatřovat především v provedené analýze možných příčin úniku chloru z objektu bazénu v obci Bučovice, zhodnocení současného stavu a návrh vlastních opatření.

Při zpracování praktické části bylo zjištěno, že byla vhodně zvolena podtlaková chlorová technologie a v systému rozvodu plynného chloru jsou instalované veškeré bezpečnostní prvky, kdy tyto prvky přispívají k větší bezpečnosti celého systému. V průběhu zpracování praktické části bylo zjištěno několik nedostatků. Bylo zjištěno, že v prostoru chlorovny nejsou prázdné tlakové lahve zabezpečené proti pádu. Tyto prázdné tlakové lahve jsou sice řádně označené jako prázdné, ale jsou pouze postavené u stěny bez zabezpečení proti pádu. U takto nezabezpečených tlakových lahví by mohlo dojít k jejich pádu, následnému poškození a úniku zbytkového chloru. Taktéž by mohlo dojít k poranění obsluhy padající tlakovou lahví. Další nedostatek byl zjištěn při nasazování chlorátoru na tlakové láhve. Při této činnosti je sice používána lícnicová ochranná maska, ale již nejsou používány další ochranné pomůcky, jako jsou ochranné rukavice a mohlo by dojít k poranění obsluhy. Dalším problémem jsou nevyřešené vlastnické vztahy na části jediné příjezdové komunikace k bazénu a to v délce 60 metrů. Jedná se o jedinou příjezdovou komunikaci pro případný zásah složek IZS. V minulosti již byla tato příjezdová komunikace majitelem blokována pomocí odstaveného motorového vozidla a pomocí ocelové závory. V případě potřeby zásahu složek IZS by mohlo dojít k nemožnosti provedení zásahu nebo jeho komplikaci. Od uvedení bazénu do provozu v roce 2007 zatím nedošlo k žádnému úniku chloru. Aby byla možnost úniku chloru co nejmenší, je nutné zjištěné nedostatky odstranit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARTLOVÁ, Ivana. *Nebezpečné látky*. 2. rozš. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 211 s. ISBN 80-866-3459-3
- [2] ŠENOVSKÝ, Michail. *Nebezpečné látky II*. 2. , aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 229 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-000-5
- [3] BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 191 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-005-0
- [4] Hasiči Varnsdorf [online] ze dne 14. 11. 2011, dostupné z [www.http://hasici.varnsdorf.cz/clanek/166/10-11-7-2004-varnsdorf-unik-chloru/](http://hasici.varnsdorf.cz/clanek/166/10-11-7-2004-varnsdorf-unik-chloru/)
- [5] Hasiči Praha [online] ze dne 14. 11. 2011, dostupné z <http://www.hzspraha.cz/galerie/p071102/index.htm>
- [6] Regionplzeň.cz [online] ze dne 14. 11. 2011, dostupné z <http://www.regionplzen.cz/zpravodajstvi/?v-rokycanskem-bazenu-mirne-unikl-chlor>
- [7] GHC Chladiva od profesionálů [online] ze dne 10. 10. 2011, dostupné z www.ghcinvest.cz/cz/uprava-procesni-a-pitne-vody/chlor/c2675
- [8] Tvezdraví.cz [online] článek chlor: látka plná rozporů ze dne 19. 10. 2011
- [9] HZS Jihomoravského kraje, článek Jak se zachovat při úniku nebezpečné látky [online] ze dne 19. 10. 2011, dostupné z <http://www.firebrno.cz/vase-cesty-k-bezpecni/jak-se-zachovat-pri-uniku-nebezpecne-latky>
- [10] Ministerstvo vnitra, [online] 112 Odborný časopis požární ochrany, IZS a ochrany obyvatelstva, článek Kauza chlor, dostupné z http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/2003/casopisy/112/0404/kroupa_info.html ze dne 19. 10. 2011
- [11] Ministerstvo vnitra, [online] archiv / červen-2008, Příručky, metodické pomůcky dostupné z <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/udalosti/prirucky/chemie.html#predpisy> ze dne 27. 10. 2011
- [12] Ministerstvo životního prostředí, [online] článek Právní rámec závažných havárií, dostupné z http://www.mzp.cz/cz/pravni_ramec_havarii ze dne 30. 10. 2011

- [13] BARTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, 47 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-049-4
- [14] Zákon číslo 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů
- [15] BARTLOVÁ, Ivana. *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, 49 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-050-0
- [16] Resort životního prostředí, [online], článek O reach, dostupný z <http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/Spid/MZPMSFJA203Q> ze dne 27. 1. 2012
- [17] Lach.Ner.com, [online], článek Označování nebezpečných chemických látek, dostupný z <http://www.lach-ner.com/oznacovani-nebezpecnych-chemickych-latek/t-312/> ze dne 9. 11. 2011
- [18] ZÁBRANSKÁ, J. a kol.,: *Laboratorní metody v technologii vody*, 1. vyd., Vydavatelství VŠCHT, Praha, 1997, 168s. , ISBN 80-7080-272-3
- [19] Bučovice – základní informace o městě, [online], dostupný z www.portalbucovice.cz ze dne 2. 2. 2012
- [20] GHC Chladiva od profesionálů, Katalog produktů a služeb, [online], dostupný z <http://www.ghcinvest.cz/cz/katalog-produktu-a-sluzeb/rozvody-a-davkovani-chlorujesco/c3357> ze dne 2. 2. 2012
- [21] Zákon číslo 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů
- [22] Zákon číslo 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změnách některých zákonů
- [23] ČSN 75 5050 Hospodářství pro dezinfekci vody ve vodohospodářských provozech
- [24] Zákon číslo 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví
- [25] ŤÁČEK, L.: *Chemické a technologické procesy úpravy vody*, 1. vyd., SNTL,
- [26] Mapy.cz, [online], dostupný z www.mapy.cz/#x=17.012492&y=49.149616&z=15 ze dne 1.5.2012

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

a. s.	Akciová společnost
PVC	Polyvinylchlorid
JSDH	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
HZS	Hasičský záchranný sbor
SDH	Sbor dobrovolných hasičů
TBP	Technicko bezpečnostní parametry
NaCl	Chlorid sodný
mg	Miligramů
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
OSN	Organizace spojených národů
GHS	Globálně harmonizační systém
ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
IZS	Integrovaný záchranný systém
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
PČR	Policie ČR

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek číslo 1 Úniky nebezpečných chemických látek včetně ropných produktů v letech 2006-2010

Obrázek číslo 2: Mapka s umístěním bazénu v obci Bučovice

Obrázek číslo 3 Chlorový ventil

Obrázek číslo 4 Chlorátor Jesco C 2213

Obrázek číslo 5 Signalizační zařízení GW 702

Obrázek číslo 6 Krycí matky na chlorovém ventilu

Obrázek číslo 7 Bezpečnostní výbava

Obrázek číslo 8 Momentový klíč

Obrázek číslo 9 Vzdálenost evakuace osob

Obrázek číslo 10 Mapka předpovědi zamoření při úniku chloru

Obrázek číslo 11 Vzdálenost evakuace osob

Obrázek číslo 12 Mapka předpovědi zamoření při úniku chloru

SEZNAM TABULEK

Tabulka číslo 1 Přehled událostí na území pod správou města Bučovice v letech 2006-2011.

Tabulka číslo 2 SWOT analýza

SEZNAM GRAFŮ

Graf číslo 1 Nezbytná evakuace osob

Graf číslo 2 Doporučený průzkum toxické koncentrace

Graf číslo 3 Nezbytná evakuace osob

Graf číslo 4 Doporučený průzkum toxické koncentrace

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha PI: bezpečnostní list chloru

Příloha PII: fotografie bazénu, chlorovny a technologie

PŘÍLOHA P I: BEZPEČNOSTNÍ LIST CHLORU

BEZPEČNOSTNÍ LIST

CHLOR



Bezpečnostní list sestavený dle přílohy II nařízení EP a Rady (ES) č.1907/2006

Datum vypracování	4.8.2008	Datum revize	
1. IDENTIFIKACE LÁTKY (PŘÍPRAVKU) A SPOLEČNOSTI (PODNIKU)			
Chemický název/ Synonyma:	Chlor		
Obchodní název:	Chlor		
Použití:	desinfekce vody		
CAS:	7782-50-5	EINECS (ES):	231-959-5
		ELINCS:	
Výrobce:	Gerling, Holz & Co. Handels GmbH		
Ulice, č.:	Ruhstraße 113		
PSČ:	D-22761		
Obec/Město:	Hamburg		
Stát:	SRN		
Telefon:	+49 (0)40 / 853123-0		
Fax:	+49 (0)40 / 853123-66		
E-mail:	hamburg@ghc.de		
Distributor:	GHC Invest, s.r.o.		
Ulice, č.:	Korunovační 6		
PSČ:	170 00		
Obec/Město:	Praha 7		
Stát:	Česká republika		
Telefon:	+420 233 374 806, +420 233 379 809		
Fax:	+420 233 371 373		
Nouzové telefonní číslo:	Toxikologické informační středisko +420 224 919 293, +420 224 915 402		
E-mail:	info@ghcinvest.cz		
Zpracoval:	Martin Hynouš, hynous@ghcinvest.cz, tel.: +420 603 178 866		

2. IDENTIFIKACE RIZIK	
Klasifikace:	T, N R 23-36/37/38-50
Nepříznivé účinky na zdraví člověka:	Toxický při vdechování. Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.
Nepříznivé účinky na životní prostředí:	Vysoce toxický pro vodní organismy, látka škodlivá vodám.
Fyzikálně-chemické nebezpečí:	-
Další údaje:	Při nadýchání dochází k těžkému podráždění dýchacích cest. Riziko plicního edému. Již koncentrace 0,01% po dobu 10 minut působí smrtelně. Plné znění uvedených R-vět je uvedeno v bodě 15.

3. SLOŽENÍ NEBO INFORMACE O SLOŽKÁCH					
Komponent	CAS	EINECS	Symbody	R-věty	Koncentrace
Chlor	7782-50-5	231-959-5	T, N	23-36/37/38-50	99,5 %

BEZPEČNOSTNÍ LIST

CHLOR



Bezpečnostní list sestavený dle přílohy II nařízení EP a Rady (ES) č.1907/2006

4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC

Při nadýchání:	Dopravte postiženého na čerstvý vzduch, odstraňte z postiženého znečištěný oděv (převléknout), při vážnějším postižení vdechovat páry alkoholu nakapaného na vatě. Zajistěte lékařskou pomoc.
Při zasažení očí:	Co nejdříve proveďte výplach proudem vody, provádějte jej co nejdéle (min. 20 minut), zajistěte lékařské ošetření a pokračujte ve vyplachování i při transportu postiženého.
Při potřísnění pokožky:	Odstraňte znečištěný oděv a co nejintenzivněji oplachujte zasažená místa proudem čisté vody. Dopravte postiženého k lékaři.
Při požití:	Nepřipadá v úvahu.
Všeobecné pokyny:	V případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li to možné, ukažte tento bezpečnostní list)

5. OPATŘENÍ PRO ZDOLÁVÁNÍ POŽÁRU

Vhodná hasiva:	Nehořlavá látka.
Nevhodná hasiva:	Nejsou známa.
Specifické riziko:	Nádoby s chlorem chladit vodou, hrozí jejich roztržení a únik chloru vlivem vysoké teploty.
Ochranné pomůcky:	Nevstupovat do prostoru požáru bez odpovídajícího ochranného oblečení a nezávislého dýchacího přístroje.
Další údaje:	

6. OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU

Osobní ochrana:	Ochranný oblek, gumové holinky, gumové rukavice, ochranný štít. V případě nutnosti použijte dýchací přístroj.
Ochrana životního prostředí:	Zabraňte uvolňování produktu nebo jeho složek do životního prostředí, kanalizace a povrchových vod nebo do půdy.
Způsob likvidace:	Kapalným chlorem se při styku s vodou prudce odpařuje. Při větším rozsahu zavolat hasičský záchranný sbor. Menší množství lze zneškodnit vodnými roztoky siričitanů.

7. ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ

Zacházení:	Dodržujte pracovní předpisy. Zajistěte dostatečnou ventilaci a lokální odsávání na pracovištích. Během práce nejíst, nepít a nekouřit.
Skladování:	Skladujte v uzavřených skladech mimo dosah zdrojů zapálení, odděleně od ostatních látek, v originálních a uzavřených obalech. Sklad musí být dobře větraný (včetně havarijního větrání), suchý, s teplotou max do +35°C, vybavený lékárníčkou, zdrojem pitné vody a zabezpečen před nepovolanými osobami. Zásobníky a obaly musí být umístěny v záchranných jímkách odpovídajícího provedení. Stálost složení specifikovaná v odstavci 3. je garantována po dobu 12 měsíců.

8. OMEZOVÁNÍ EXPOZICE / OSOBNÍ OCHRANNÉ PŘÍSTŘEDKY

Technická opatření:	Expoziční limity: Chlor - PEL: 1,5 mg/m ³ NPK: 3 mg/m ³ technické opatření: doporučuje se místní odsávání; zařízení pro neutralizaci chloru při úniku
Osobní ochranné pomůcky:	Dýchací orgány: Filtr proti plynnému chloremu, při vyšších koncentracích dýchací přístroj. Ochrana očí: Ochranné brýle případně ochranný štít. Ochrana rukou: Ochranné gumové rukavice.

BEZPEČNOSTNÍ LIST

CHLOR



Bezpečnostní list sestavený dle přílohy II nařízení EP a Rady (ES) č.1907/2006

	Ochrana pokožky: Keprový oblek, pracovní obuv.
Další údaje	-

9. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Skupenství (při 20°C):	kapalné
Barva:	žlutozelená
Zápach – vůně:	ostrý
pH (při 20°C):	
Teplota tání [°C]:	- 101
Teplota varu [°C]:	- 34
Bod vzplanutí [°C]:	Nehořlavý.
Hořlavost:	Nehořlavý.
Samozápalnost [°C]:	Není samozápalný.
Meze výbušnosti:	Nevýbušný.
Horní limit výbušnosti:	Nevýbušný.
Oxidační vlastnosti:	-
Tenze par [hPa]:	67,3 kPa (20°C) [Merck katalog 1999/2000]
Hustota [g.cm ⁻³]:	0,003 (0°C)
Rozpustnost ve vodě [g.l ⁻¹]:	7,3 g/l (20°C)
Rozpustnost v rozpouštědlech [g.l ⁻¹]:	-
Rozdělovací koef. n-okt./voda:	-
Další:	-

10. STÁLOST A REAKTIVITA

Podmínky, za nichž je výrobek stabilní:	Látka je stabilní za normálních podmínek.
Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat:	Zvýšená teplota.
Látky a materiály, s nimiž výrobek nesmí přijít do styku:	Voda, vodík.
Nebezpečné rozkladné produkty:	
Další údaje:	Velmi reaktivní plyn, který reaguje s celou řadou dalších látek.

11. TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE

Akutní orální toxicita - LD ₅₀ :	- (potkan)
Akutní dermální toxicita - LD ₅₀ :	- (potkan nebo králík)
Akutní inhalační toxicita - LD ₅₀ :	- (pro aerosoly nebo částice)
Akutní inhalační toxicita - LC ₅₀ :	< 2 mg/l (4 hodiny; potkan; pro plyny a páry)
Chronická toxicita:	-
Žíravé vlastnosti:	-
Dráždivost:	-
Senzibilita:	-
Mutagenita:	-

BEZPEČNOSTNÍ LIST

CHLOR



Bezpečnostní list sestavený dle přílohy II nařízení EP a Rady (ES) č.1907/2006

Toxicita pro reprodukci:	-
Karcinogenita:	-
Zkušební u člověka:	-
Provedení zkoušek na zvířatech:	
Další údaje: HRCL 1/2 1250 mg/m ³ – člověk inhalačně – smrtící koncentrace při 1/2h expozici	
12. EKOLOGICKÉ INFORMACE	
Akutní toxicita pro vodní organismy:	
LC50, 96 hodin, ryby (mg/l):	< 1
EC50, 48 hodin, dafnie (mg/l):	< 1
EC50, 72 hodin, řasy (mg/l):	< 1
Rozložitelnost:	-
Toxicita pro ostatní prostředí:	Vysoce toxický pro vodní organismy, látka škodlivá vodám.
Další údaje:	Jsou prokázány baktericidní účinky chloru (desinfekční prostředek)
Bioakumulace:	-
Pohyblivost:	-
Ekotoxicita:	-
CHSK:	0
BSK:	0
Další údaje:	Pro vegetaci je chlor asi 2-3x jedovatější než oxid siřičitý.
13. INFORMACE O ZNEŠKODŇOVÁNÍ	
Způsoby zneškodňování látky/přípravku:	Zbytky lze zneškodnit roztoky siřičitanů.
Způsoby zneškodňování kontaminovaného obalu:	Kovové obaly - po zneškodnění zbytků látky roztokem siřičitanů a opláchnutí velkým množstvím vody jsou druhotná surovina, šrot.
Další údaje:	-
14. INFORMACE PRO PŘEPRÁVU	
ADR/RID (pozemní přeprava): CHLOR	Třída: 2,3 (8) Klasifikační kód: Bezpečnostní tabulka: 268 Obalová skupina: číslo UN: 1017 technický název: chlor
ADN/ADNR (vnitrozemská vodní přeprava):	
IMDG (námořní přeprava): CHLORINE	Třída: 2 (8), číslo UN: 1017 Marine pollutant
ICAO/IATA (letecká přeprava):	Letecká přeprava je zakázána.
Poznámka:	

BEZPEČNOSTNÍ LIST

CHLOR





Bezpečnostní list sestavený dle přílohy II nařízení EP a Rady (ES) č.1907/2006

15. INFORMACE O PRÁVNÍCH PŘEDPÍSECH

Právní předpisy, které se vztahují na látku/přípravek (dle zákona č. 434/2005 Sb je látka/přípravek označen jako):

Značení nebezpečnosti:

T	N	
		
Toxický	Nebezpečný pro životní prostředí	

Rizikové věty: 23-36/37/38-50

R 23: Toxický při vdechování.
 R 36/37/38: Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.
 R 50: Vysoce toxický pro vodní organismy.

Bezpečnostní věty : 1/2-9-45-61

S 1/2: Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.
 S 9: Uchovávejte obal na dobře větratelném místě.
 S 45: V případě nehody nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc; je-li to možné ukažte toto označení (bezpečnostní list).
 S 61: Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.

Obsahuje: chlor; číslo EINECS: 231-959-5

16. DALŠÍ INFORMACE

Údaje v tomto bezpečnostním listě odpovídají dnešnímu stavu znalostí a vyhovují národním zákonům a směrnicím Evropského společenství. Konkrétní podmínky zpracování výrobku u spotřebitele však leží mimo dosah našeho dozoru a naší kontroly. Zákazník a zpracovatel jsou odpovědní za dodržování všech zákonných ustanovení. Tento bezpečnostní list popisuje požadavky pro zajištění bezpečné manipulace, nepředstavuje však garanci vlastností tohoto výrobku.

Povinný text: Pozor! Nepoužívejte společně s jinými výrobky. Může uvolňovat nebezpečné plyny (chlor).

Povinnost registrace složek: Všechny složky přípravku jsou uvedeny v seznamu látek podle § 11 odst. 1 písm. a) zákona č. 434/2005 Sb.

Poskytování technických informací: na adrese distributora (viz bod 1)

Důvod revize: změna struktury bezpečnostního listu – dle přílohy II nařízení EP a Rady (ES) č.1907/2006 (REACH)

PŘÍLOHA P II: FOTOGRAFIE BAZÉNU, CHLOROVNY A TECHNOLOGIE

Celkový pohled na budovu bazénu.



Pohled do vnitřních prostor chlorovny.



Pohledy na rozvod chloru v chlorovně.



Pohled na ventily a chlorátor umístěný na tlakové láhvi.



Pohled na výměnu chlorátoru u tlakové lahve





Celkový pohled na venkovní část bazénu.

