

**VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH  
STUDIÍ, Z. Ú., ČESKÉ BUDĚJOVICE**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**ZIMNÍ A PLAVECKÉ STADIONY JAKO  
POTENCIONÁLNÍ PROSTŘEDEK  
TERORISTICKÉHO ÚTOKU**

**Autor práce: Matouš Hudák**

**Studijní obor: Bezpečnostně právní činnost ve veřejné správě**

**Forma studia: Kombinovaná**

**Vedoucí práce: Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.**

**Katedra: Katedra právních oborů a bezpečnostních studií**

**2020**

VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH STUDIÍ, z. ú.  
Žižkova tř. 6, 370 01 České Budějovice

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení studenta: Matouš Hudák

Studijní program: Bezpečnostně právní činnost

Studijní obor: Bezpečnostně právní činnost ve veřejné správě

Forma studia: Kombinovaná

Místo studia: Příbram

**Název bakalářské práce: Zimní a plavecké stadiony jako potenciální prostředek teroristického útoku**

**Název bakalářské práce v anglickém jazyce: Ice and swimming stadiums as a potential means of terrorist attack**

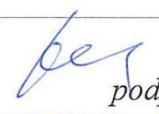
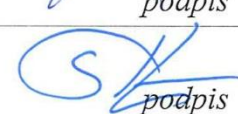
Katedra: Katedra právních oborů a bezpečnostních studií

Vedoucí bakalářské práce (jméno a příjmení, titul): Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.


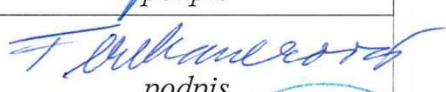
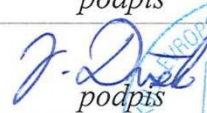
Datum zadání bakalářské práce (měsíc, rok): 4/2019

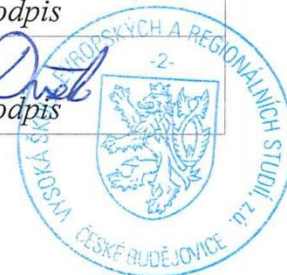
Cíl bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení možnosti využití látek používaných v objektech zimních a plaveckých bazénů jako prostředků chemického teroristického útoku. Práce bude zkoumat skutečnosti, které by samotnému útoku předcházely a potenciální následky takového útoku. Hlavním cílem práce bude návrh opatření, která by takovému zneužití mohla zabránit.

Student: Matouš Hudák	16.4.2019 datum	 podpis
Vedoucí práce: Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.	16.4.2019 datum	 podpis

Schvaluji zadání bakalářské práce:

Vedoucí katedry: doc. JUDr. Roman Svatoš, Ph.D.	29.4.2019 datum	 podpis
Prorektorka pro studium a vnitřní záležitosti: RNDr. Růžena Ferebauerová	25.4.19 datum	 podpis
Pověřený rektor: doc. Ing. Jiří Dušek, Ph.D.	2.5.2019 datum	 podpis



Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně, na základě vlastních zjištění a s použitím odborné literatury a materiálů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce – v elektronické podobě ve veřejně přístupné části infodisku VŠERS a v tištěné podobě knihovnou VŠERS, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky vedoucího a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce systémem na odhalování plagiátů.

.....

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Štěpánovi Kavanovi, Ph.D., za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále děkuji řediteli Sportovního zařízení města Příbram za vstřícnou výpomoc při získávání informací do této práce.

## ABSTRAKT

HUDÁK, M. *Zimní a plavecké stadiony jako potenciální prostředek teroristického útoku : bakalářská práce.* České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2020. 57 s.. Vedoucí bakalářské práce : Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

**Klíčová slova:** chemický terorismus, nebezpečné chemické látky, plavecké bazény, zimní stadiony, bezpečnost

Bakalářská práce zkoumá možnost využití látek používaných v objektech zimních a plaveckých bazénů jako prostředků chemického teroristického útoku. Dílčím cílem práce je návrh opatření, která by takovému zneužití mohla zabránit. Téma terorismu je v dnešní době velmi aktuální a látky používané v uvedených objektech, konkrétně chlor a amoniak, jsou vysoce nebezpečné. Právě chlor, který byl v minulosti efektivně použit jako chemická zbraň, se v nemalém množství skladuje v plaveckých bazénech, kde se využívá k dezinfekci vody. Amoniak, který sice dosud nebyl použit jako chemická zbraň, ale je neméně nebezpečný, se pak ve velkém množství skladuje v zimních stadionech, kde se využívá k chlazení. Právě plavecké bazény a zimní stadiony jsou objekty s častým výskytem na území České republiky a nebývají dobře chráněné.

Práce charakterizuje chemický terorismus a předmětné nebezpečné chemické látky. Dále práce zkoumá možné alternativní technologie, díky kterým by mohly být nebezpečné chemické látky nahrazeny. Významnou součástí práce je pak průzkum, který mapuje situaci v plaveckých bazénech a zimních stadionech v České republice, a to právě se zaměřením na používané technologie. Dále práce podrobně zkoumá Plavecký bazén Příbram a Zimní stadion Příbram, které následně slouží jako objekty pro modelové situace chemického teroristického útoku.

Výsledkem celé práce je vyhodnocení, že chlor používaný v objektech plaveckých bazénů je použitelný jako prostředek chemického teroristického útoku, avšak amoniak používaný v objektech zimních stadionů, při dodržení zákonných norem a předpisů, jako prostředek chemického teroristického útoku využitelný není. Současně práce navrhuje konkrétní bezpečnostní opatření, která by takovému útoku mohla zabránit.

## ABSTRACT

HUDÁK, M. *Ice and Swimming Stadiums as a Potential Means of Chemical Terrorist Attack : Bachelor Thesis*. České Budějovice : The College of European and Regional Studies, 2020. 57 s.. Supervisor : Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

**Key words:** chemical terrorism, hazardous chemicals, swimming pools, ice stadiums, security

The bachelor thesis examines the possibility of using substances utilized in ice rinks and swimming pool buildings as a means of chemical terrorist attack. A partial aim of the thesis is to propose measures that could prevent such abuse. The topic of terrorism is very topical nowadays and the substances used in these objects, namely chlorine and ammonia, are highly dangerous. Chlorine, which was used effectively as a chemical weapon in the past, is stored in large quantities in swimming pools where it is used for water disinfection. Ammonia, which has not yet been used as a chemical weapon but is no less dangerous, is then stored in large quantities in ice rinks, where it is used for refrigeration. It is swimming pools and ice rinks that are often found in the Czech Republic and are not well protected.

The thesis characterizes chemical terrorism and the dangerous substances in question. Furthermore, the thesis explores possible alternative technologies, which could replace dangerous chemicals. An important part of the work is a survey that maps the situation in swimming pools and ice rinks in the Czech Republic, focusing on the technologies used. Furthermore, the thesis examines the Příbram Swimming Pool and the Příbram Ice Rink in detail, which subsequently serve as objects for model situations of a chemical terrorist attack.

The result of this work is to evaluate that chlorine used in swimming pool buildings is usable as a chemical terrorist attack, but ammonia used in winter stadiums, in compliance with legal standards and regulations, is not usable as a chemical terrorist attack. At the same time, the thesis suggests specific security measures that could prevent such an attack.

# Obsah

Úvod.....	9
1 Cíl a metodika bakalářské práce .....	10
2 Chemický terorismus .....	12
2.1 Útok sarinem v Tokijském metru.....	13
3 Nebezpečné chemické látky na zimních a plaveckých stadionech .....	13
3.1 Chlór.....	15
3.2 Amoniak .....	17
3.3 Vzájemná interakce chlóru a amoniaku .....	19
4 Alternativní technologie a látky pro plavecké a zimní stadiony .....	20
4.1 Alternativní metody dezinfekce vody .....	20
4.2 Alternativní metody chlazení .....	21
5 Plavecké bazény a zimní stadiony v České republice.....	22
5.1 Plavecké bazény v České republice.....	22
5.2 Zimní stadiony v České republice .....	24
5.3 Vyhodnocení dotazování a získaných dat .....	26
6 Plavecký stadion v Příbrami.....	27
6.1 Technické a bezpečnostní informace Plaveckého bazénu Příbram.....	27
6.2 Postup personálu v případě havárie.....	29
6.3 Shrnutí poznatků zjištěných o Plaveckém bazénu Příbram.....	30
7 Zimní stadion v Příbrami .....	31
7.1 Technické a bezpečnostní informace Zimního stadionu Příbram .....	31
7.2 Postup personálu v případě havárie.....	34
7.3 Shrnutí poznatků zjištěných o Zimním stadionu Příbram .....	35
8 Modelová situace chemického teroristického útoku .....	36
8.1 Vstupní podmínky modelové situace .....	37
8.2 Scénář napadení plaveckého bazénu a následky .....	38
8.3 Vyhodnocení napadení plaveckého bazénu a návrh opatření .....	40

8.4	Scénář napadení zimního stadionu a následky .....	42
8.5	Vyhodnocení napadení zimního stadionu a návrh opatření .....	44
8.6	Vyhodnocení vlivu navržených opatření .....	46
8.7	Vyhodnocení modelových situací .....	47
9	Návrh změn a opatření pro plavecké bazény a zimní stadiony .....	48
	Závěr .....	50
	Seznam použitých zdrojů .....	51
	Seznam zkratk .....	54
	Seznam tabulek a grafů .....	55
	Přílohy .....	56



## Úvod

Zimní a plavecké stadiony jsou v České republice velice rozšířené. Český svaz ledního hokeje trápí jejich nedostatek, přestože se jejich počet v České republice blíží dvěma stům. Plaveckých stadionů je pak sice méně, ale i tak se jejich počet pohybuje okolo stovky. Mají dva společné jmenovatele, kdy prvním z nich je často přítomnost v každém větším městě a druhým skutečnost, že ke svému provozu používají nebezpečné chemické látky. Plavecké stadiony pro čištění vody používají chlor, který sám o sobě je využitelný, a byl i použitý, jako bojová chemická látka. Zimní stadiony pak používají neméně nebezpečný amoniak, triviálně nazývaný čpavek. V případě obou zařízení samozřejmě existují havarijní plány a postupy v případě úniku těchto látek, počítající především s technickou závadou. Ale co se stane, pokud někdo využije takových zařízení k chemickému teroristickému útoku?

# 1 Cíl a metodika bakalářské práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vyhodnocení možnosti využití látek používaných v objektech zimních a plaveckých bazénů jako prostředků chemického teroristického útoku. Práce zkoumá skutečnosti, které by samotnému útoku předcházely a potencionální následky takového útoku. Dílčím cílem práce jsou opatření, která by takovému zneužití mohla zabránit. Práce je převážně zaměřena na zkoumání zimního a plaveckého stadionu v Příbrami s ohledem na jejich charakteristickou polohu, kdy se nacházejí v těsné vzájemné blízkosti a současně v centru města uprostřed hustě osídlené zástavby.

Použité metody v této práci jsou analýza, dotazování, pozorování, syntéza, modelování a komparace. Analýza je proces reálného nebo myšlenkového rozkladu zkoumaného objektu na dílčí části, které se následně stávají předmětem dalšího zkoumání. V případě této práce jsou analyzovány právě plavecké a zimní stadiony, konkrétně se zaměřením na užívání nebezpečných látek, které by mohly být použitelné k chemickému teroristickému útoku. Dotazování je použito písemné i ústní. Písemné dotazování je použito v rámci získání informací o stávající situaci plaveckých a zimních stadionů v České republice, konkrétně na užívání nebezpečných látek a jejich alternativy. Ústní dotazování je použito ke zkoumání přímo plaveckého bazénu a zimního stadionu v Příbrami za účelem zjištění informací o zabezpečení nebezpečných látek. Při tomto současně je použito pozorování za stejným účelem. Syntéza je myšlenkové spojení poznatků získaných analytickými metodami v celek. V této práci je syntéza získaných informací základním podkladem pro vytvoření modelové situace možného chemického teroristického útoku. Modelováním rozumíme aplikaci různých druhů modelů na řešení dané problematiky, konkrétně pak v této práci vytvoření modelové situace chemického teroristického útoku za stávajících podmínek. Komparace je použita v úvaze, jak se bude chovat daný objekt za odlišných podmínek, konkrétně v této práci je komparován výsledek modelové situace se situací, kdy by došlo k navrhovaným úpravám či opatřením.

V teoretické části se práce zaměřuje na teorii terorismu a jeho cíle se zaměřením na chemický terorismus. Následně se věnuje uvedeným chemickým látkám, jejich vlastnostem a rizikům, která představují. Dále se zaměřuje na technologii dezinfekce vody v plaveckých bazénech a technologii chlazení v případě zimních stadionů, především pak na jejich bezpečnější alternativy.

V praktické části práce dochází k dotazování za účelem zjištění stavu, která zařízení stále ještě používají chlór a amoniak a která nikoli, případně jaké jiné systémy využívají a proč. Následně se praktická část věnuje přímo zimnímu a plaveckému stadionu v Příbrami, kde pomocí pozorování a dotazování je zkoumáno, jak jsou objekty zabezpečeny proti násilnému vniknutí. Na základě syntézy poznatků je vytvořena modelová situace možného chemického teroristického útoku. Dále jsou navržena opatření a uvedená modelová situace je znovu zkoumána při navržených opatřeních. Oba výsledky modelové situace jsou komparovány. Všechny zjištěné výsledky jsou nakonec vyhodnoceny, je stanoven závěr a navržena bezpečnostní opatření.

## 2 Chemický terorismus

Pro zkoumání rizika využitelnosti zimních a plaveckých stadionů jako prostředku teroristického útoku je třeba definovat, proč by k tomuto mohly být využitelné. Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, v obou se používají nebezpečné chemické látky, které lze použít jako chemickou zbraň. V první řadě bude definován terorismus samotný a jedna z jeho forem, týkající se této práce, chemický terorismus.

Definicí terorismu existuje několik, jednou z výstižných je „Terorismus je metoda použití síly či hrozby silou prováděná skrytými jednotlivci, skupinami nebo státem podporovanými aktéry. Akt násilí je zaměřen proti nevinným osobám nebo civilním cílům. Hlavním účelem teroristického aktu je vyvolat pocit strachu. Vedlejším účelem může být upoutání pozornosti (tzv. propaganda činem), nebo získání dílčích výhod či ústupků ze strany atakovaného aktéra. Konečným cílem terorismu je politická změna.“<sup>1</sup>

Jednou z jeho forem je chemický terorismus, používající jako nástroj násilí chemické jedovaté látky.<sup>2</sup> Jsou definovány 4 formy, ve kterých lze chemické látky jako zbraň nasadit, a to pevné látky, kapaliny, výpary nebo plyny a aerosoly. Pevné látky se mohou jevit jak jemný prach. Kapaliny mohou být kapičky, které padají jako déšť, v různých konzistencích od lepkavých až po podobné konzistenci vody. Výpary nebo plyny tvoří mraky a jsou ovlivněny počasím a mohou pokrývat velké oblasti. Aerosoly jsou pak jemné kapaliny nebo pevné částice suspendované ve vzduchu, které se chovají obdobně jako páry a jsou ovlivněny počasím.<sup>3</sup> Z toho vyplývá, že pro zasažení co největší oblasti a tím dosažení vyvolání pocitu strachu, jsou vhodné především výpary nebo plyny, případně aerosoly, byť jejich efektivita je ovlivněna počasím.

Otázkou pro tuto práci pak zůstává, jaké chemické látky, v jakém množství a v jaké lokalitě jsou použitelné pro teroristický útok, respektive vhodné k způsobení takových škod, které podpoří vznik strachu a umožní tak dosažení cíle teroristického útoku.

---

<sup>1</sup> ŠEDIVÝ, J. Nové paradigma terorismu. In *Mezinárodní politika 1/2003*. Praha: Ústav mezinárodních vztahů 2003.

<sup>2</sup> KASSA, J. Chemický terorismus. In *prezentace*. Hradec Králové: Katedra Toxikologie, Fakulta vojenského zdravotnictví.

<sup>3</sup> HOENIG, Steven L., *Handbook of Chemical Warfare and Terrorism*. Westport, CT: Greenwood Publishing Group, 2002. s. 28.

## 2.1 Útok sarinem v Tokijském metru

Pro příklad chemického terorismu poslouží pravděpodobně nejznámější chemický teroristický útok, kterým byl útok sarinem v tokijském metru. Ten spáchali členové kultu Óm šinrikjó dne 20. března 1995. Jednalo se o koordinovaný útok na patnácti stanicích tokijského metra v ranní špičce. Sarinem bylo tehdy zasaženo více než 5500 lidí, z nichž 12 na následky intoxikace zemřelo.<sup>2</sup>

Nízký počet zemřelých je připisován špatné čistotě použitého sarinu, dle policejních vyšetřování pouhých 30 %. Co je pro tuto práci důležitější, je náročnost identifikace použité látky ze strany složek IZS. Zhruba po dvou hodinách po útoku hasičský záchranný sbor látku mylně identifikoval jako acetonitril a teprve po další necelé hodině policie správně identifikovala sarin.<sup>4</sup> Tedy další faktor, který činí chemický terorismus ještě nebezpečnějším, je doba potřebná k identifikaci použité látky a přijetí opatření.

## 3 Nebezpečné chemické látky na zimních a plaveckých stadionech

Nyní si přiblížme chemické látky užívané na zimních a plaveckých stadionech, především pak v čem spočívá jejich nebezpečí a využitelnost k chemickému terorismu. Zimní stadiony jsou koncipované na celoroční provoz, kde potřebují udržovat ledovou plochu bez ohledu na vnější teploty. K tomuto používají amoniak, triviálně nazývaný čpavek, neboť jde o účinný a levný systém. Plavecké bazény pak pro dodržení hygienických norem musí vodu čistit, k čemuž používají chlor, který je opět levný a dostupný. Obě tyto látky však mají jednu společnou vlastnost, jsou životu nebezpečné. Jako nebezpečné látky jsou definovány zákonem.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> NEKLAPILOVÁ, V. Sarin a jeho teroristické zneužití. In *X. kongres Medicína katastrof*. Brno: Informační středisko medicíny katastrof, Úrazová nemocnice v Brně 2015.

<sup>5</sup> ČESKO. Zákon č. 350 ze dne 27. října 2011 o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 122/2011.

Každá nebezpečná chemická látka má různé koncentrace, při kterých může způsobit zdravotní problémy. Aby tato práce mohla hodnotit možné nebezpečí této látky, je nutné tyto koncentrace specifikovat. Nebezpečná koncentrace chemické látky bývá uváděna ve výrazu „ppm“, tedy parts per milion. Jedná se o jednu miliontinu celku. Pro převod na % tedy  $1\% = 10\,000\text{ ppm}$ . Hodnoty úrovně akutní expozice jsou pak vyjádřeny ve třech úrovních AEGL, z anglického Acute Exposure Guideline Levels, kdy AEGL-1 označuje koncentraci nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit patrné nepohodlí, podráždění, nebo určité, smysly nepostřehnutelné, symptomatické příznaky. Účinky nejsou oslabující, jsou přechodné a vratné po přerušení expozice. AEGL-2 označuje koncentraci nebezpečné látky ve vzduchu, na kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit nevratné nebo jiné vážné, dlouhotrvající nepříznivé zdravotní účinky nebo může dojít k zhoršené schopnosti úniku. Nejvyšší úroveň, AEGL-3, pak označuje koncentraci nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit zdravotní účinky ohrožující život nebo může dojít ke smrti.<sup>6</sup>

Otázkou, kterou je potřeba zodpovědět, je, zda je potřeba využívat plavecké bazény jako zdroj chloru a zimní stadiony jako zdroj amoniaku, když jsou obě tyto chemické látky na trhu běžně dostupné. Odpověď zní ano, neboť amoniak je na trhu běžně dostupný v roztoku s maximální koncentrací 25% a v balení 900 g. Chlor v plynném stavu není běžně dostupný, pouze v tabletách či v přípravcích na bázi chloru. Tedy získání těchto látek z běžně prodejných přípravků by bylo náročné. Navíc nákup tak velkého množství, aby bylo využitelné pro chemický teroristický útok, by zřejmě neunikl pozornosti. Oproti tomu plavecké bazény disponují zásobami plynného chloru a zimní stadiony zásobami amoniaku ve velkém množství, a to již ve finálním skupenství pro použití k chemickému teroristickému útoku.

Obě tyto látky, chlor i amoniak, si nyní blíže představíme, především z hlediska jejich nebezpečnosti.

---

<sup>6</sup> JONES, D., *Nomenclature for Hazard and Risk Assessment in the Proces Industrie*, druhé vydání. In: Rugby: IchemE, 1992. 48 s..

### 3.1 Chlor

Chlor je za normálních podmínek plyn barvy žlutavě zelené, dusivý a pronikavého zápachu. Je těžší než vzduch a v nevětraných místnostech se hromadí v nižších polohách. Dráždí oči, dýchací cesty a kůži. Je asi 2,5 krát těžší než vzduch a je snadno zkapalnitelný. Jeden kilogram kapalného chloru zaujímá objem zhruba 0,8 litru a toto množství zamoří plochu kruhu zhruba 50 metrů čtverečních. Z jednoho litru kapalného chloru se vytvoří zhruba 475 litrů plynného chloru. Je toxický, dráždivý a nebezpečný pro životní prostředí.<sup>7</sup> U kapalného chloru v železných nádobách a potrubích již při 90 stupních celsia dochází k exotermickému slučování chloru se železem. Při tomto se železná stěna nádoby nebo trubky obsahující kapalný chlor začne sama rozžhavovat až do bílého žáru, rozpadá se na šupiny chloridu železitého a vzniklým otvorem dochází k úniku kapalného chloru, který na vzduchu přechází do plynného stavu. V případě úniku chloru z nádoby není možné tuto chladit vodou, neboť dochází k většímu zahřívání a zvyšuje se tak množství unikajícího chloru. S koncentrovaným amoniakem tvoří vysoce výbušný chlorid dusitý.<sup>8</sup>

Aby bylo možné lépe pochopit nebezpečí, které chlor přináší, je vhodné uvést jeho první použití jako chemické zbraně, a to Němci v první světové válce, severně od belgického města Ypres 22. dubna 1915. „Při útoku bylo vypuštěno zhruba 170 tun chloru z přibližně 5700 tlakových lahví pravidelně rozmístěných na šestikilometrovém úseku fronty. Každá obsahovala 30 kilogramů plynu. Zkapalněný chlór, vroucí za atmosférického tlaku při zhruba při minus 34 °C, začal po úniku z trubice okamžitě vřít. To vedlo ke vzniku těžkých žlutozelených oblak zvolna se mísících se vzduchem a převalujících se po zemi, protože plynný chlór je více než dvakrát těžší než vzduch. Příhodný vítr jej hnal na pozice nepřítele, kde zatékal do zákopů a veškerých podzemních prostor.“<sup>9</sup>

Počty zasažených a zemřelých při tomto útoku se často rozcházel. „Dle pozdějších výzkumů se pro útok 22. dubna 1915 zdají být realistické následující počty: celkem 7000 mužů zasažených chlorem, z nich 350 zemřelo bezprostředně

<sup>7</sup> HOUSECROFT, C., SHARPE, Alana G., *Anorganická chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. s. 577-586.

<sup>8</sup> SIKOROVÁ, K., BERNATÍK, A., *Vnitřní havarijní plán Plaveckého bazénu v Příbrami*. Příbram: Sportovní zařízení města Příbram, 2019, 37 s..

<sup>9</sup> DOSOUDIL, T. *Smrt ve žluté mlze*. Praha: nakladatelství Epoque, 2017. s. 14-30.

v důsledku působení plynu.“<sup>8</sup> O nejen psychických následcích použití chloru, jako chemické zbraně, vypovídá vyjádření britského kapitána Alfreda Olivera Pollarda: „Kdo by mohl tyto vojáky obviňovat, že selhali a prchali ze svých pozic? V houstnoucí temnotě této strašné noci zápasili s hrůzou, oslepení bloudili oblakem plynu a padali k zemi v agónii, která zevnitř drásala jejich hrud' (...) Stovky se jich zhroutily a zemřely. Ostatní zůstávali bezvládně ležet s pěnou u úst, s ochromenými těly, neustále sužováni prudkými záchvaty zvracení...“<sup>8</sup> Tolik k účinkům chloru, je-li použit jako chemická zbraň.

Konkrétní nebezpečné koncentrace chloru jsou pak uvedeny v následující tabulce, včetně možných příznaků. Tato tabulka je součástí Vnitřního havarijního plánu plaveckého bazénu v Příbrami.

*Tabulka č. 1 – nebezpečné koncentrace chloru<sup>8</sup>*

Koncentrace	Doba působení	Příznaky
100 ppm	během 1 minuty	bezvědomí
50 ppm	do 15 minut; doba latence několik hodin	akutní otok plic; AEGL-3 (10 min)
30 ppm	do 30 minut	akutní rozedma plic, křeče
20 ppm	během 2 až 3 minut působení	křečovitě dýchání, zmodrání, nekoordinované pohyby, otok plic; AEGL-3 (60 min); ERPG-3
10 ppm		IDLH; AEGL-3 (4 h)
6 ppm	po několika nadechnutích	kašel, chrapot

Je tedy zřejmé, že chlor je vysoce nebezpečný a v dostatečném množství využitelný k chemickému teroristickému útoku, který by mohl být velmi efektivní. Výhodou pro následné odstranění škod je jeho snadná identifikace díky charakteristickému zápachu. I skutečnost, že je těžší než vzduch a drží se tedy při zemi, může být pro případné zabránění šíření a snížení počtu zasažených osob rozhodující.



## 3.2 Amoniak

Amoniak, triviálně nazývaný čpavek, je jedovatý plyn. Vyskytuje se v kapalné nebo plynné formě. Má silné dráždivé účinky a leptá oči, dýchací cesty, plíce i kůži. Vyvolává dráždivý kašel a křeče, které mohou vést až k dušení. Kapalný amoniak způsobuje silné omrzliny, pálení, bolesti, poškození očí, sliznice nosu, hltanu i kůže. Díky polaritě jeho molekul má schopnost vytvářet vodíkové vazby, které způsobují jeho rozpustnost ve vodě, tato vlastnost je využívána při likvidaci havárií s přítomností amoniaku.

Amoniak v plynné formě je lehčí než vzduch. Má charakteristický štiplavý zápach. Při 14 – 20 % objemu amoniaku ve vzduchu může směs od plamene o vysoké teplotě nebo od elektrické jiskry vybuchnout.<sup>10</sup>

Za normálního tlaku a teploty je amoniak bezbarvý plyn, rozlitý kapalný amoniak ihned vře a svým odpařováním ochlazuje okolí.<sup>11</sup> Je to nejrozšířenější chladivo ve velkokapacitních chladicích zařízeních, zejména v potravinářském průmyslu a na zimních stadionech.<sup>12</sup>

Amoniak, na rozdíl od výše zmíněného chloru, nebyl nikdy použit jako chemická zbraň. Byl však již za 1. světové války hojně využíván k výrobě výbušnin. Další fakt, který amoniak odlišuje, z pohledu nebezpečnosti, od chloru, je, že vyžaduje pro smrtící účinky mnohem vyšší koncentraci než chlor. V České republice však došlo již k mnoha haváriím, při kterých došlo k úniku amoniaku, ať už ze zimních stadionů, nebo z průmyslových zařízení. Například únik ze Zimního stadionu v Chebu dne 2. listopadu 2011, únik ze Zimního stadionu v Krnově dne 27. dubna 2011, únik ze Zimního stadionu v Praze dne 15. června 2010, únik ze Zimního stadionu ve Znojmě dne 28. května 2007, únik z Litvínovské rafinérie UNIPETROL RPA dne 16. srpna 2010 či únik ze Zimního stadionu v Příbrami dne 9. května 2018. V minulosti však došlo i k explozím zásobníků amoniaku. Například v Londýně v roce 1940 došlo při bombardování k zásahu sklepu pivovaru, kde se nacházel zásobník amoniaku. Bylo

---

<sup>10</sup> SIKOROVÁ, K., BERNATÍK, A., SLABA, J., *Vnitřní havarijní plán Zimního stadionu v Příbrami*. Příbram: Sportovní zařízení města Příbram, 2019. 48s..

<sup>11</sup> MIKA, O., PATOČKA, J., *Ochrana před chemickým terorismem*, 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2007. 106 s..

<sup>12</sup> BÁRTLOVÁ, I., BALOG, K., *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií I.*, 2. Vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. 191 s..

hospitalizováno 75 osob, které trpěly kašlem, svíráním hrudníku, otokem jazyka či plicním edémem, kdy 7 osob na následky zemřelo. K explozi zásobníku amoniaku pak došlo v roce 1989 i v Litvě v továrně na umělá hnojiva. Při této zahynulo 7 osob a 57 utrpělo poranění, převážně však popáleninami z výbuchu. Mezi havárie s velmi vážnými následky pak může být zařazena exploze cisterny s amoniakem v Bělehradě 27. května 1998. Celkem bylo ošetřeno 143 pacientů na následky zasažení amoniakem. Z 54 hospitalizovaných 19 pacientů utrpělo závažnou otravu, 13 pacientů středně těžkou otravu a 22 pacientů mírnou otravu. Jeden pacient pak nepřežil, zemřel na následky těžkého hemoragického plicního edému, destrukci bronchiální sliznice a četné kapilární tromby.<sup>13</sup>

Smrtečná koncentrace amoniaku během 1 minuty expozice je 10000 ppm a během maximálně 30 minut expozice 5000 ppm. Při expozici trvající 30 minut až 60 minut pak je smrtečná i koncentrace v rozmezí 2000 ppm až 3000 ppm. Koncentrace úrovně AEGL-3 při expozici 10 minut je 2700 ppm.<sup>10</sup>

Při uvolnění plynu se tvoří velké množství studené mlhy, která je těžší než vzduch. Vznikají leptavé a výbušné směsi, které se velmi dobře pojí se vzduchem. Ke vznícení může dojít působením vysoké teploty a silného zdroje energie. Při úniku z míst, kde je ve zkapalněném stavu, se amoniak prudce vypaří. Odejme teplo svému okolí, z kondenzuje atmosférická vlhkost, a proto je z počátku vidět bílá mlha, která se drží při zemi. Je-li větrnou, amoniak se rychle rozptýlí do okolí. Na vzduchu hoří za vzniku dusíku. Prudce reaguje s halogeny a se silnými oxidačními činidly.<sup>14</sup>

Zajímavostí je, že principy syntézy amoniaku objevil německý fyzikální chemik Fritz Haber, a to v roce 1908. Před tímto objevem byla průmyslová výroba amoniaku velmi obtížná.<sup>15</sup> Tentýž Fritz Haber, který byl autorem výše uvedeného útoku Němců chlorem u belgické obce Ypres. Jeho proces později přepracoval do průmyslového měřítka chemik Carl Bosch. Metoda je nazývána Haberův - Boschův proces a využívá se dodnes.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> MIKA, Otakar J., NEKVAPILOVÁ, V., VUCINIC, S., STOJILKOVIC, Milos P., Čpavková havárie v Bělehradě 1998 – Případová studie, In: *Vojenské zdravotnické listy*, ročník LXXIV, č. 2. Brno: Univerzita obrany, 2005. s. 63-68.

<sup>14</sup> WICHTERLOVÁ, J., *Chemie nebezpečných anorganických látek*, 1. Vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001. 63 s..

<sup>15</sup> SMIL, V., *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*, 1. vydání. Cambridge: MIT, 2004. s. 61..

<sup>16</sup> HAGER, T., *The Alchemy of Air*. New York: Harmony Books, 2008. s. 14 – 16.

Tedy i amoniak je vysoce nebezpečná chemická látka využitelná k chemickému teroristickému útoku. Avšak stejně jako chlor, i amoniak má charakteristický zápach, detekovatelný čichem již od koncentrace 1 ppm, díky čemuž je možná jeho identifikace. Na rozdíl od chloru je však lehčí než vzduch, a tak by případné zabránění šíření a snížení počtu zasažených osob bylo mnohem náročnější. Další z možností využití amoniaku pro terorismus je pak k výrobě výbušnin, jelikož je prekurzorem kyseliny dusičné, která se právě využívá k výrobě výbušnin. Zde by se však již nejednalo o chemický terorismus.

### 3.3 Vzájemná interakce chloru a amoniaku

Z výše uvedeného vyplívá nebezpečnost obou látek, mnohem větší nebezpečí však může vzniknout jejich vzájemnou interakcí. Jak bylo výše uvedeno, interakcí chloru a amoniaku vzniká chlorid dusitý. Jedná se o nebezpečnou výbušninu. Je citlivý na světlo, teplo a přítomnost organických sloučenin.<sup>17</sup>

V nižší koncentraci může vznikat i v plaveckých bazénech, kde chlor přítomný ve vodě může reagovat s dusíkatými látkami. Ty jsou obsaženy například v moči nebo potu, například s močí. V této formě může způsobovat podráždění spojivek a vyvolat slzení, kašel nebo obtížné dýchání.<sup>18</sup>

Zda je vzájemná interakce chloru a amoniaku v podmínkách plaveckých a zimních stadionů, v případě jejich využití jako prostředku teroristického útoku, vůbec možná, bude zkoumáno v modelové situaci, konkrétně na Plaveckém bazénu Příbram a Zimním stadionu Příbram. Jedná se o ideální podmínky pro tento výzkum s ohledem na krátkou vzdálenost mezi nimi, tedy krátkou vzdálenost mezi uskladněným chlorem a amoniakem.

---

<sup>17</sup> BAYERSDO, L., ENGELHAR, U., FISCHER, J., HOHNE, K., JANDER, J., Nitrogen-chlorine compounds. In: *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie*, roč. 366, čís. 3-4. Weinheim: Wiley-VCH, 1969. s. 169.

<sup>18</sup> BERNARD, A., CARBONNELLE, S., DE BURBURE, C., MICHEL, O., NICKMILDER, M., Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood. In: *Environmental Health Perspectives*, roč. 114, čís. 10. Durham, North Carolina: National Institute of Environmental Health Sciences, 2006. s. 1567-1573.

## **4 Alternativní technologie a látky pro plavecké a zimní stadiony**

Už je tedy zřejmé, že jak chlor, tak amoniak jsou dostatečně nebezpečné chemické látky, aby mohly být efektivně použity k chemickému teroristickému útoku, budou-li použity ve správné lokalitě. A obzvláště nebezpečné mohou být tehdy, dojde-li k jejich vzájemné interakci, je-li možná. Nyní je potřeba zjistit, zda existují bezpečnější alternativy použití těchto látek, neboť náhrada nebezpečných chemických látek bezpečnějšími látkami či zcela jinou technologií, která by vůbec nevyužívala nebezpečné chemické látky, by sama o sobě zcela vyloučila zimní a plavecké stadiony jako potenciální prostředek teroristického útoku.

### **4.1 Alternativní metody dezinfekce vody**

Existuje několik možností dezinfekce vody, avšak dezinfekce pomocí chloru stále patří mezi nejúčinnější. Především u menších, domácích, bazénů již v současnosti existuje několik bezchlórových metod dezinfekce vody, které jsou funkční. Mezi ně patří dezinfekce vody pomocí UV záření či ozonizace vody. Ozón pro čištění vody má pro tuto práci jednu zásadní nevýhodu, a tou je jeho vysoká toxicita v plynném stavu. U větších bazénů jsou tyto technologie však nedostatečné a nevyhovující vyhlášce č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.<sup>19</sup> I tak se stále častěji tyto dvě metody používají jako doplňkové metody úpravy vody v plaveckých bazénech.

Jedna z metod, která je dostačující a vyhovující předpisům, je dezinfekce vody pomocí chlornanu sodného. Ten je možné vyrobit z tabletové kuchyňské soli, nebo lze použít přímo roztok chlornanu sodného. V plaveckých bazénech tak není skladován přímo plynný chlór, který je pro potřeby této práce nebezpečnou látkou

---

<sup>19</sup> ČESKO. Vyhláška č. 238 Ministerstva zdravotnictví ČR ze dne 25. srpna 2011 o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. In: Sbírka zákonů České republiky. 2011, částka 87.

použitelnou k chemickému teroristickému útoku. Další z efektivních metod je takzvaná přirozená chlorace, kdy bazén používá slanou vodu a chlor se uvolňuje pomocí elektrolýzy slané vody.

Je tedy zřejmé, že pro efektivní dezinfekci vody v plaveckých bazénech je zatím chlor nepostradatelný. Lze jej však využít bezpečnějšími způsoby, než je přímé použití plynného chloru, které vyžaduje jeho skladování v množství, které by mohlo být, v případě úniku či jeho využití jako chemické zbraně, nebezpečné.

## 4.2 Alternativní metody chlazení

Metod chlazení existuje více, ale každá metoda má svou efektivitu. Právě z hlediska efektivity se jeví amoniak jako nejvýhodnější, především pak ve spojení s finanční náročností. Mimo samotné nahrazení amoniaku, jako přímého chladiwa, existuje varianta využití nepřímého chlazení, kdy nosné médium pro chlazení ledové plochy je chemicky nezávadné, například solanka, etylenglykol nebo látky na bázi monoethylglykolu a samotné chladiwo, kterým může stále být amoniak, je pak v systému obsaženo v mnohem nižším množství. Metoda nepřímého chlazení může přinést nejen snížení objemu užívaného amoniaku, ale i jeho snazší náhradu, například za chladiwa R 134a, freon, chladiwo R404 či chladiwo R448a. Právě freon by mohl být z hlediska bezpečnosti vyhovující, byť v případě jeho úniku by mohlo dojít k ekologickým škodám pro jeho schopnost poškozovat ozónovou vrstvu.<sup>20</sup> To samé platí i pro většinu dalších chladiw, zejména pro chladiwo R 134a. Samotné snížení objemu chladiwa je však značným přínosem k bezpečnosti a snižuje jeho efektivitu pro využití jako prostředku chemického útoku.

---

<sup>20</sup> MEADOWS, D. H., RANDERS, J., MEADOWS, D. L., *Překročení mezí: konfrontace globálního kolapsu s představou trvale udržitelné budoucnosti*. Vyd. 1. Praha: Argo: Nadace Eva, 1995. 319 s..

## **5 Plavecké bazény a zimní stadiony v České republice**

V České republice se nachází obrovské množství zimních stadionů a plaveckých bazénů. Dle údajů Sdružení zimních stadionů České republiky, z.s., se v České republice nachází 173 zimních stadionů. V případě plaveckých bazénů se nepodařilo zjistit přesný počet, neboť tato data neshromažďuje ani Český statistický úřad, ani Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Jediný zjištěný údaj pochází z databáze Státního zdravotnického úřadu z roku 2014, kde se uvádí počet 957 veřejných plaveckých bazénů. Nebylo již zjištěno, zda do tohoto počtu patří mimo krytých a venkovních umělých bazénů i přírodní koupaliště, přinejmenším se to však jeví jako pravděpodobné.

Pro účely této práce bylo provedeno dotazovací šetření u zimních stadionů a plaveckých bazénů v České republice, a to za účelem zjištění, jaké technologie užívají pro čištění vody, případně pro chlazení a v případě, že využívají již výše uvedené technologie, konkrétně dezinfekce vody pomocí chloru a chlazení pomocí amoniaku, zda zvažují, či dokonce plánují, přechod na některou z alternativních technologií. Současně pak dotazování mělo za účel zjistit, jaké alternativní technologie se v České republice využívají. Dotazovací šetření bylo zvoleno z důvodu, že získání konkrétních dat přímo od provozovatelů zařízení, které jsou předmětem této práce, je nenahraditelné z hlediska své vypovídající hodnoty.

### **5.1 Plavecké bazény v České republice**

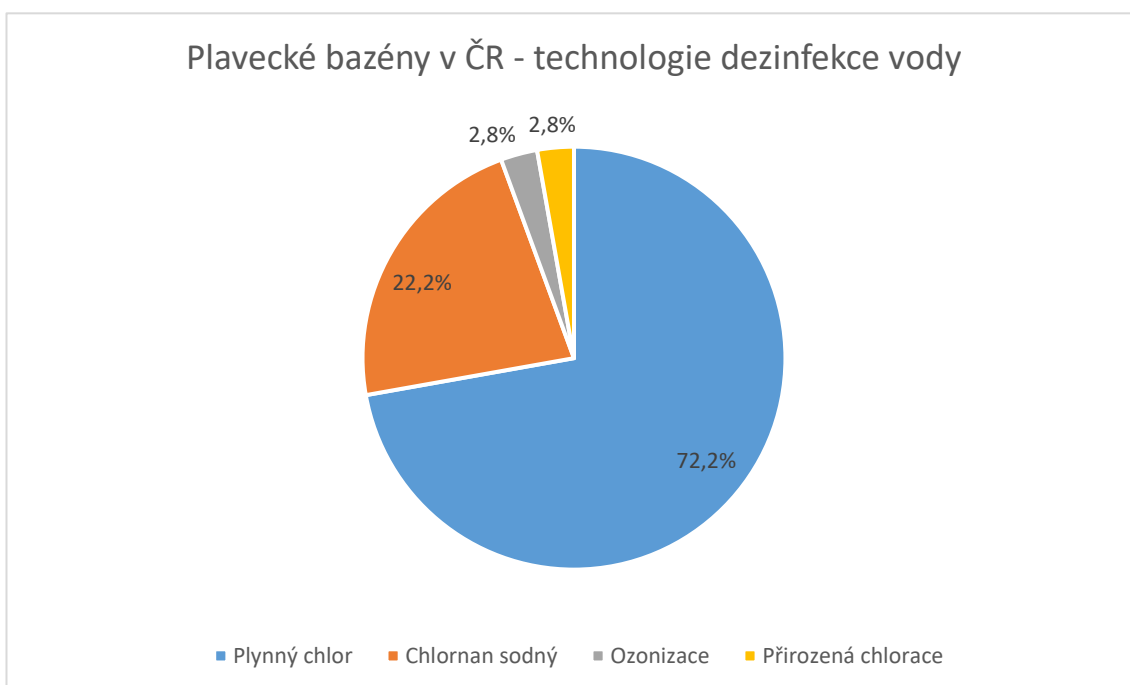
Bylo osloveno celkem 98 plaveckých bazénů, a to konkrétně plavecké bazény vhodné k pořádání soutěží v závodním plavání, jejichž seznam se podařilo dohledat. Všichni provozovatelé bazénů byli osloveni prostřednictvím e-mailu, kdy jim byly položeny následující otázky:

1. Využíváte pro potřeby čištění vody chlor?
2. Pokud nevyžíváte chlor, jaký jiný systém čištění vody používáte?
3. Pokud využíváte chlor, zvažovali jste jiný, alternativní, systém čištění vody?  
Případně jaký.

Odpovědělo 36 z 98 dotázaných, tedy 36,7 %. Z odpovědí byly vytvořeny následující grafy znázorňující současnou situaci.

První graf ukazuje využívané technologie dezinfekce vody. Z grafu je patrné, že dezinfekce pomocí plynného chloru je stále nejčastější. Nezanedbatelné je však i množství plaveckých bazénů, které k dezinfekci vody používají chlornan sodný, tedy technologii výroby chloru z tabletové kuchyňské soli či za pomoci roztoku chlornanu sodného, kdy není potřeba skladování plynného chloru. Z odpovědí pak bylo zjištěno, že v minimální míře jsou využívány i další alternativní metody, jako ozonizace vody či přirozená chlorace.

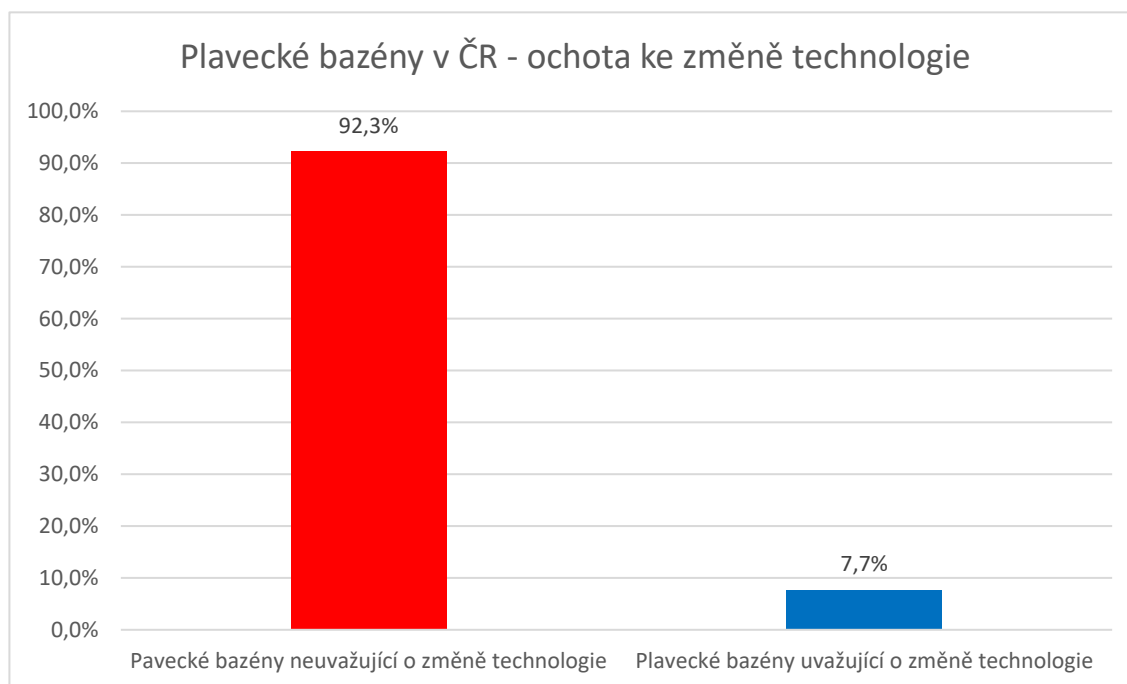
Graf č. 1 – Plavecké bazény v ČR – technologie dezinfekce vody<sup>21</sup>



Druhý graf znázorňuje ochotu respondentů, kteří k čištění vody využívají plynný chlor, ke změně této technologie. Jak je patrné, naprostá většina těch, kteří využívají k čištění vody plynný chlor, neuvažuje o změně, kdy nejčastěji byla tato odpověď zdůvodňována ekonomickou stránkou, konkrétně poměrem ceny, kvality a nároku na prostor, kde plynný chlor považují za nejlepší řešení.

<sup>21</sup> Graf č. 1 - vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.

Graf č. 2 – Plavecké bazény v ČR – ochota ke změně technologie<sup>22</sup>



## 5.2 Zimní stadiony v České republice

Dále bylo osloveno všech 173 zimních stadionů v České republice. Všichni provozovatelé zimních stadionů byli osloveni prostřednictvím e-mailu, kdy jim byly položeny následující otázky:

1. Využíváte pro potřeby chlazení amoniak (čpavek)?
2. Pokud nevyužíváte amoniak, jaký jiný systém chlazení používáte?
3. Pokud využíváte amoniak, zvažovali jste jiný, alternativní, systém chlazení?  
Případně jaký.

Odpovědělo 68 z 173 dotázaných, tedy 39,3 %. Z odpovědí byly vytvořeny následující grafy znázorňující současnou situaci.

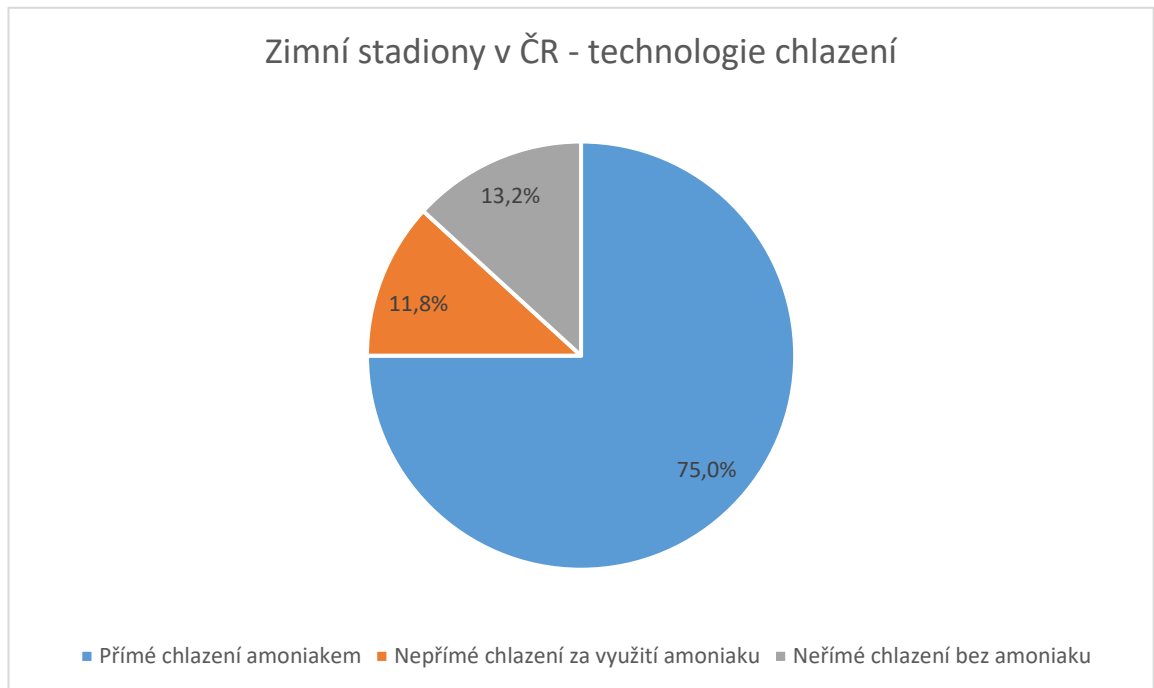
První graf ukazuje technologie chlazení využívané na zimních stadionech. Z grafu je patrné, že přímé chlazení pomocí amoniaku je stále nejčastější. Avšak využití

<sup>22</sup> Graf č. 2 - vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.



nepřímého chlazení je využíváno v nemalé míře, ať už je amoniak použit pouze jako chladivo, nebo je zcela nahrazen jiným chladivem, nejčastěji chladivem R 134a.

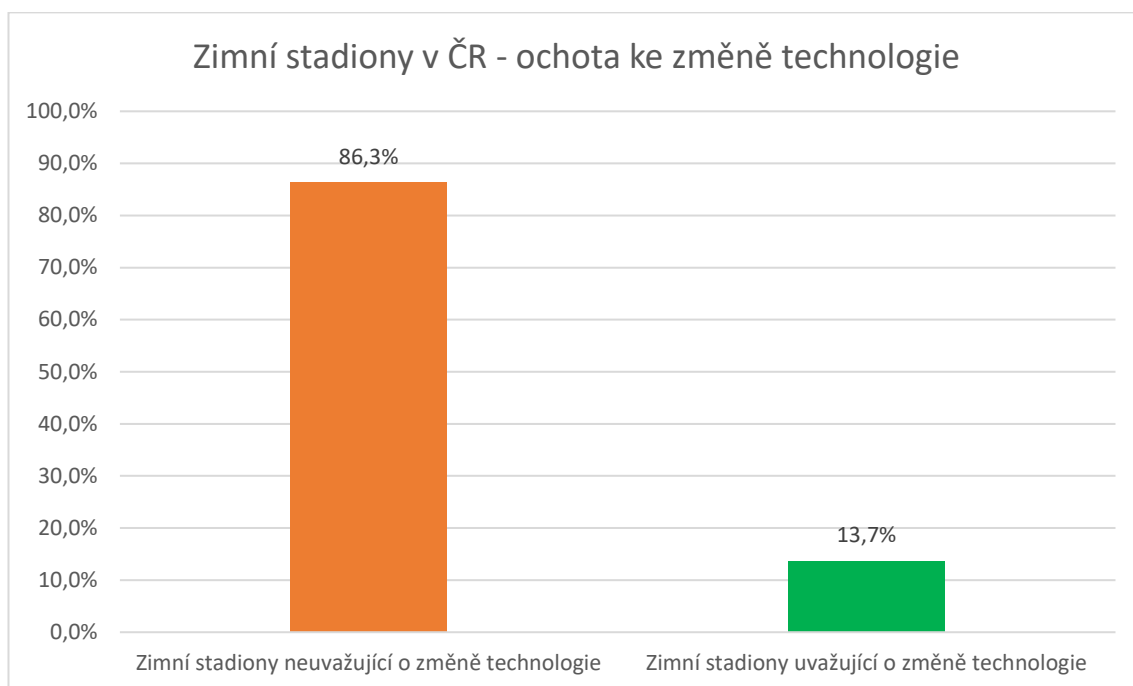
Graf č. 3 – Zimní stadiony v ČR – technologie chlazení<sup>23</sup>



Druhý graf znázorňuje ochotu respondentů, kteří k chlazení využívají amoniak, ke změně této technologie. I zde, stejně jako v případě plaveckých bazénů, je patrné, že naprostá většina těch, kteří využívají k chlazení amoniak, neuvažuje o změně. I zde byla tato odpověď nejčastěji zdůvodňována ekonomickou stránkou, kdy jeden z respondentů uvedl konkrétní údaj, podle kterého, vyjma investice v řádu několika milionů korun do rekonstrukce technologie, jsou alternativní technologie provozně až o 65% dražší. Jeden z respondentů pak uvedl, že jejich zimní stadion využíval technologii nepřímého chlazení, kdy jako chladivo byl využíván čpavek, ale jako nosné médium byla použita solanka, kdy však tato technologie byla nedostačující jejich potřebám, tak přešli zpět na technologii chlazení pomocí amoniaku. Ostatní respondenti, kteří využívají alternativní technologie, však byli s těmito spokojeni.

<sup>23</sup> Graf č. 3 - vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.

Graf č. 4 – Zimní stadiony v ČR – ochota ke změně technologie<sup>24</sup>



### 5.3 Vyhodnocení dotazování a získaných dat

S ohledem na objem získaných dat lze tento výzkum považovat jako efektivní vzorek. Provedeným dotazováním bylo zjištěno, že většina se stále přiklání k technologiím, které jsou z pohledu této práce považovány za nebezpečné, tedy dezinfekci vody pomocí plynného chloru a přímému chlazení pomocí amoniaku. Pozitivní je však fakt, že 26,4 % plaveckých bazénů a zimních stadionů v České republice využívá alternativní technologie a dalších 8,7 % z nich o změně uvažují, či jí plánují. Tedy v blízké budoucnosti by to mohlo být i více jak 35 % plaveckých bazénů a zimních stadionů využívající alternativní technologie dezinfekce vody nebo chlazení. V případě zbylých 65 % je pak neochota změny technologie nejčastěji dána finanční náročností, méně často pak z důvodu nižší efektivity. Je však nutné stále brát v ohledu skutečnost, že získaná data vycházejí pouze ze získaných odpovědí, kdy odpovědělo 38,4 % dotazovaných.

<sup>24</sup> Graf č. 4 - vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.

Předmětné dotazování bylo vyhodnoceno jako velmi přínosné, neboť vyjma uvedených konkrétních dat přineslo spousty osobních pohledů na předmětnou problematiku právě ze stran provozovatelů plaveckých bazénů a zimních stadionů.

Provedeným dotazování bylo zjištěno, jaká je situace v České republice ohledně používaných technologií, tedy konkrétně ohledně skladování nebezpečných látek, amoniaku a chloru. Změna těchto technologií by mohla být jedním způsobem, jak plavecké bazény a zimní stadiony eliminovat coby eventuální prostředky chemického teroristického útoku. Tím druhým způsobem pak může být odpovídající zabezpečení skladovaných nebezpečných látek, které bude zkoumáno konkrétně na Plaveckém bazénu a Zimním stadionu v Příbrami v následujících kapitolách.

## **6 Plavecký stadion v Příbrami**

Plavecký bazén v Příbrami neboli Aquapark Příbram se nachází přímo v centru města na adrese Legionářů 539, Příbram VII. Je situován na okraji hustě osídleného sídliště, ke kterému přímo přiléhá. V jeho blízkosti se pak nachází Kulturní dům Příbram, který je vzdálen 166 metrů, Gymnázium Příbram, které je vzdálené 265 metrů a především pak Zimní stadion Příbram, který je vzdálen pouhých 40 metrů. Hustě osídlená zástavba začíná již ve vzdálenosti 25 metrů.

Skládá se z vnitřního plaveckého bazénu o rozměru 25 metrů x 14,5 metrů s hloubkou od 140 centimetrů do 160 centimetrů, společně dále s dětským bazénem, vířivkami, tobogánem, párou a saunou a dále z venkovního plaveckého bazénu o rozměru 50 metrů x 20 metrů s hloubkou od 140 centimetrů do 180 centimetrů. V budově aquaparku se dále nachází ubytovací prostory a sportovní hala.

### **6.1 Technické a bezpečnostní informace Plaveckého bazénu v Příbrami**

Pro pozorování byla použita prohlídka komplexu a jeho zázemí společně s ředitelem Sportovního zařízení města Příbram, který byl v rámci této prohlídky

dotazován a odpověděl na otázky týkající se technických a bezpečnostních informací k objektu.

Aquapark Příbram využívá pro dezinfekci vody plynný chlor. Tento je skladován v místnosti chlorovny, která je zcela samostatná a je tedy oddělena od strojovny. Tato místnost se nachází v přístavku na jižní straně objektu a je přístupná z vně objektu. Vstup do chlorovny je tvořen jednokřídlými plechovými dveřmi, uzamykatelnými pouze standardním zámkem s cylindrickou vložkou. Místnost není zabezpečena elektronickou zabezpečovací signalizací ani kamerovým systémem.

*Obrázek č. 1 – vstup do chlorovny a prostor chlorovny<sup>25</sup>*



V chlorovně je vždy uskladněno maximálně 6 lahví obsahujících každá 65 kilogramů plynného chloru, tedy celkové množství skladovaného plynného chloru je maximálně 390 kilogramů. Rychlost úniku chloru z lahve při zcela otevřeném ventilu je zhruba 44,2 kilogramů za minutu. Vždy 2 lahve jsou připojené k okruhu a dodávají plynný chlor do strojovny, zbývající 4 lahve jsou uloženy jako rezervní, případně prázdné před výměnou. V místnosti se nachází čidlo koncentrace chloru. Připojené lahve vedou plynný chlor do okruhu skrze bezpečnostní ventil proti úniku chloru. V chlorovně se nachází ventilační zařízení, jehož spínač se nachází uvnitř i vně chlorovny.

<sup>25</sup> Obrázek č. 1 – fotografie pořízené autorem.

Strojovna se nachází v suterénu budovy. Zde dochází k dávkování plynného chloru do okruhu a dezinfekci vody. Vnitřní a vnější plavecký bazén mají každý vlastní oběh. Čidlo koncentrace chloru se ve strojovně nenachází, stejně tak ani elektronická zabezpečovací signalizace či kamerový systém. Celý objekt, včetně chlorovny, je však nepřetržitě střežen dozorem, pracovníkem Sportovního zařízení města Příbram.

V blízké době se plánuje rekonstrukce celého aquaparku. V rámci této rekonstrukce se neplánuje změna technologie dezinfekce vody, kdy i nadále bude využíván plynný chlor. V rámci této rekonstrukce by se však mělo zlepšit zabezpečení, kdy by měla být rozšířena elektronická zabezpečovací signalizace jak na chlorovnu, tak na strojovnu a dále by měly být doplněny další, blíže neupřesněné, bezpečnostní prvky.

## **6.2 Postup personálu v případě havárie**

V případě poruchy nebo havárie v objektu chlorovny je Vnitřním havarijním plánem Plaveckého bazénu Příbram stanoven konkrétní postup konkrétních pracovníků.

V první řadě, zaměstnanec, který zjistí poruchu nebo havárii v objektu chlorovny plaveckého bazénu, ihned oznámí tuto skutečnost strojníkovi ve službě a vrátnému plaveckého bazénu.

Strojník okamžitě informuje vrátného, nebyl-li vyrozuměn a zjistí místo úniku chloru. Přivolá dalšího poučeného zaměstnance, nasadí ochrannou masku, ochranný oděv a při zajištění jinou osobou uzavře ventil na nádobě v chlorovně, kde k úniku došlo. Při větším úniku okamžitě odstaví celé zařízení z provozu a přeruší přívod elektrické energie do strojovny plaveckého bazénu. Následně uzavře hlavní přívod plynu a zastaví chod kotlů. Provede odvětrání prostoru kotelny a přesvědčí se, zda je v prostoru strojovny v činnosti nouzové osvětlení. V dalším se řídí pokyny vedoucího plaveckého bazénu nebo ředitele Sportovního zařízení města Příbram.

Vrátný, jakmile obdrží informaci o úniku nebo havárii, okamžitě vyrozumí telefonem vedoucího plaveckého bazénu a ředitele Sportovního zařízení města Příbram, nebo jeho zástupce. Dále pak vyrozumí Operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje a Policii České republiky.

Vedoucí plaveckého bazénu okamžitě na místě prověří informace od vrátného, podle potřeby vyhlásí poplach pro zaměstnance a návštěvníky a informuje ředitele Sportovního zařízení města Příbram, který plní funkci ředitele havarijní komise. Prostřednictvím strojníků organizuje zmírňování následků havárie. Společně s ředitelem Sportovního zařízení města Příbram organizuje evakuaci a vyproštění osob, a to až do příjezdu jednotek Hasičského záchranného sboru, kdy si velitel zásahu přebírá velení. Prověří u vrátného, zda bylo informováno Operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru dle schématu vyrozumění.

Ředitel sportovního zařízení města Příbram, či jeho zástupce, vyrozumí starostu města Příbram. V případě, že je v době havárie organizován provoz na plaveckém bazénu, neprodleně zajistí spolu s vedoucím plaveckého bazénu informování ubytovaných hostů, pokladní, plavčků, instruktorů plavecké školy a návštěvníků sportovní haly a společně organizují opuštění prostoru a vyproštění a evakuaci postižených. Ředitel Sportovního zařízení města Příbram, jakožto předseda havarijní komise, svolává tuto komisi. V úzké spolupráci s vedoucím plaveckého bazénu organizuje zmírňování následků havárie, provádění intenzivního postřiku místa tlakovou vodou s důrazem na východy a otvory strojovny, a to pouze v případě absence Hasičského záchranného sboru. V případě přítomnosti Hasičského záchranného sboru je tato činnost řízená velitelem zásahu.

Varování uvnitř objektu plaveckého bazénu je provedeno sirénou, která se spouští z vrátnice plaveckého bazénu. Vrátný spouští varovné prostředky, je-li k tomu vyzván strojníkem či vedoucím plaveckého bazénu, při zjištění úniku chloru. Evakuace probíhá dle Požárně evakuačního plánu.

### **6.3 Shrnutí poznatků zjištěných o Plaveckém bazénu v Příbrami**

Plavecký bazén v Příbrami, stejně jako většina plaveckých bazénů v České republice, využívá k dezinfekci vody plynný chlor a o změně této technologie neuvažuje. Byť chlorový okruh obsahuje základní bezpečnostní prvky, uskladněný

plynný chlor není nijak zabezpečený proti odcizení nebo zneužití, vyjma nepřetržitého dozoru pracovníka Sportovního zařízení města Příbram, který střeží celý objekt. Maximální množství skladovaného plynného chloru činí 390 kilogramů, tedy 312 litrů. Toto množství je schopné se přeměnit v 142584 litrů plynného chloru.

Bezpečnostní zabezpečení proti násilnému vniknutí do objektu chlorovny je minimální. Objekt je volně přístupný a jedinou překážku tvoří plechové dveře s cylindrickou vložkou zámku. Uvnitř chlorovny jsou všechny lahve již volně přístupné.

## **7 Zimní stadion v Příbrami**

Zimní stadion Příbram se nachází přímo v centru města na adrese Legionářů 378, Příbram VII, tedy na stejné adrese jako plavecký bazén. Od budovy plaveckého bazénu je vzdálen pouhých 40 metrů jižním směrem. Stejně jako plavecký bazén, je situován na okraji hustě osídleného sídliště. V jeho blízkosti se pak nacházejí stejné objekty, jako výše uvedené, pouze od Gymnázia Příbram je vzdálen 370 metrů a od Kulturního domu Příbram 255 metrů. Hustě osídlená zástavba také začíná již ve vzdálenosti 25 metrů.

Skládá se z velké a malé haly, kdy v obou se nachází ledová plocha. Velká hala pojme až 4200 diváků a malá hala až 1200 diváků. Součástí jsou pak ubytovací prostory, prodejny a restaurace.

### **7.1 Technické a bezpečnostní informace Zimního stadionu Příbram**

Pro pozorování byla, stejně jako v případě plaveckého bazénu, použita prohlídka komplexu a jeho zázemí společně s ředitelem Sportovního zařízení města Příbram, který byl v rámci této prohlídky dotazován a odpověděl na otázky týkající se technických a bezpečnostních informací k objektu.

Zimní stadion Příbram využívá k chlazení obou ledových ploch amoniak. Strojovna chladícího zařízení se nachází v samostatném, jednopodlažním, objektu, který je situován mezi velkou a malou halou. Strojovna je přístupná z vně objektu, avšak z části areálu, která je oplocená. Z vnějšku je střežena kamerovým systémem.

Není střežena elektronickou zabezpečovací signalizací. Do strojovny vedou tři vstupy, kdy všechny jsou tvořeny plechovými dveřmi uzamykatelnými pouze standardním zámkem s cylindrickou vložkou.

*Obrázek č. 2 – budova strojovny a pohled do strojovny Zimního stadionu Příbram<sup>26</sup>*

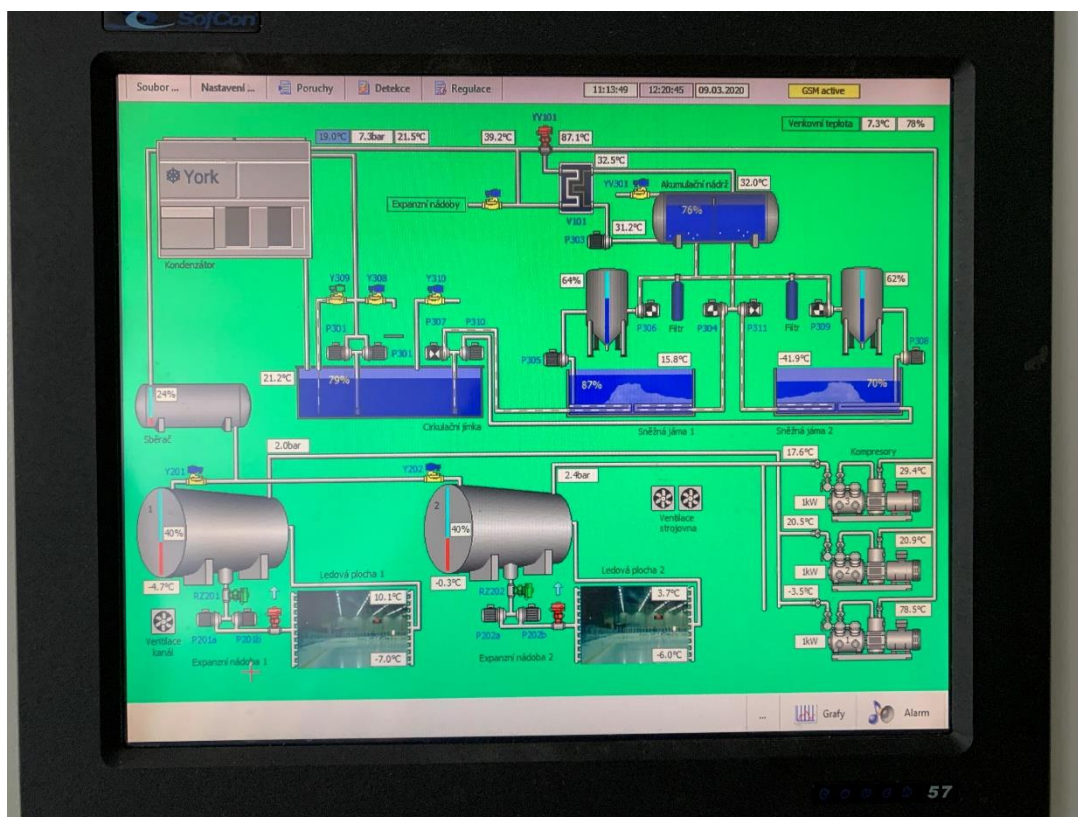


Ve strojovně se nacházejí 3 tlakové nádoby s amoniakem, konkrétně 2 tlakové nádoby se nachází uvnitř strojovny, 1 tlaková nádoba je umístěna vně strojovny. Celkem zde může být uskladněno až 6,5 tun amoniaku, provozně se pak tato hodnota pohybuje v rozmezí 6,2 tun až 6,4 tun. Celý systém má třístupňový systém ochrany. Jeden stupeň tvoří elektronické ventily, druhý manuální ventily a třetí havarijní ventily. Systém detekuje i sebemenší únik amoniaku, kdy v takovém případě spustí poplach, uzavře všechny elektronické ventily, odpojí elektrický proud, vyjma proudu potřebného pro chod bezpečnostního systému a elektronických ventilů a spustí ventilaci. Poplach je pak nejen signalizován v kontrolní místnosti, ale je o něm odeslána i automatická zpráva na vybraná telefonní čísla. Stejně, jako v případě plaveckého bazénu, je i zimní stadion pod nepřetržitým dozorem pracovníka Sportovního zařízení města Příbram.

<sup>26</sup> Obrázek č. 2 – fotografie pořízené autorem.



Obrázek č. 3 – pohled na řídicí panel bezpečnostního systému strojovny Zimního stadionu Příbram<sup>27</sup>



O náhradě chladicího systému se neuvažuje, neboť nepřímé chlazení je neefektivní a jiné nosné médium, například solanka, není cítit, jako amoniak, což snižuje možnosti detekce úniku. Dále by případná změna znamenala kompletní rekonstrukci celé strojovny, neboť současný systém chladí obě ledové plochy přímo, kdy je regulovatelný do jedné, druhé nebo obou zároveň. Taková rekonstrukce by byla extrémně finančně náročná.

Dle ředitele Sportovního zařízení města Příbram je vzájemná interakce amoniaku ze zimního stadionu a chloru z plaveckého bazénu nemožná, neboť chloru není skladováno dostatečné množství a je těžší než vzduch a amoniak, který je naopak lehčí než vzduch, v případě úniku obou látek, dříve vystoupí výše, než by mohlo dojít ke smísení s chlorem, který se drží u země. Navíc strojovna zimního stadionu je od chlorovny vzdálená 130 metrů. Jak strojovna zimního stadionu, tak chlorovna, se nacházejí v přízemních stavbách a mezi nimi se nachází velká hala zimního stadionu.

<sup>27</sup> Obrázek č. 3 – fotografie pořízená autorem.

## 7.2 Postup personálu v případě havárie

V případě poruchy nebo havárie v objektu strojovny je Vnitřním havarijním plánem Zimního stadionu Příbram stanoven konkrétní postup konkrétních pracovníků.

Zaměstnanec, který zjistí poruchu nebo havárii ve strojovně zimního stadionu, nebo v případě, že na technologické části chladicího zařízení vznikne nekontrolovatelný stav, ihned oznámí tuto skutečnost strojníkovi ve službě a vrátnému zimního stadionu.

Strojník přeruší přívod elektrické energie do strojovny, kromě nouzového osvětlení a větrání, kdy tato činnost by měla být zajištěna bezpečnostním systémem. Následně informuje vrátného zimního stadionu, nebyl-li vyrozuměn.

Vrátný zimního stadionu okamžitě vyrozumí telefonem vedoucího zimního stadionu a ředitele Sportovního zařízení města Příbram, nebo jeho zástupce a Operační a informační službu Integrovaného záchranného systému. Dále pak vyrozumí Policii České republiky, Městskou policii Příbram, Územní středisko záchranné služby Středočeského kraje, okresní středisko Příbram, společnost ČEZ a.s., společnost 1. SčV, a.s., která zajišťuje distribuci pitné vody a odpadní systém ve městě Příbram, společnost RWE, a.s. a vrátného plaveckého bazénu.

Vedoucí zimního stadionu okamžitě na místě prověří informace od vrátného, podle potřeby vyhlásí poplach pro zaměstnance a informuje ředitele Sportovního zařízení města Příbram, který plní funkci předsedy havarijní komise. Prostřednictvím strojníků organizuje zmírňování následků havárie. Spolu s ředitelem Sportovního zařízení města Příbram organizuje evakuaci a vyproštění osob, a to až do příjezdu jednotek požární ochrany, kdy si velitel zásahu přebírá velení. Prověří u vrátného, zda byly informovány všechny subjekty dle schématu vyrozumění.

Ředitel Sportovního zařízení města Příbram, či jeho zástupce, vyrozumí starostu města Příbram. V případě, že je v době havárie organizován provoz na zimním stadionu, neprodleně zajistí ve spolupráci s vedoucím zimního stadionu informování hotelových hostů, vedoucího skupiny návštěv, trenéry, učitelky nebo jejich zástupce a společně organizují opuštění prostoru a vyproštění a evakuaci postižených. Dále

svolává havarijní komisi. Následně se přesune na místo havárie a informuje se o situaci od vedoucího zimního stadionu. V úzké spolupráci s vedoucím zimního stadionu organizuje zmírňování následků havárie, provádění intenzivního postřiku místa tlakovou vodou s důrazem na východy a otvory strojovny, a to pouze v případě absence Hasičského záchranného sboru. V případě přítomnosti Hasičského záchranného sboru je tato činnost řízena velitelem zásahu. Dále pak zabezpečuje čerpání a vývoz kontaminované vody z přepadové jímky povrchových vod na určené místo. V případě menšího úniku amoniaku a po jeho neutralizaci kyselinou dusičnou, se pouze po dohodě se správcem kanalizace může řízeně vypouštět do veřejné kanalizace. Činnost řídí až do úplného odstranění havárie v případě, že činnost při odstraňování následků havárie neřídí velitel zásahu Hasičského záchranného sboru či krizový štáb města Příbram.

Varování uvnitř objektu zimního stadionu je provedeno sirénou, která se spouští z vrátnice objektu. Vrátný spouští varovné prostředky tehdy, je-li k tomu vyzván obsluhou chladicího zařízení při zjištění úniku amoniaku. Evakuace probíhá v souladu s Požárně evakuačním plánem. Varování mimo objekt zimního stadionu, v rozsahu stanovené zóny ohrožení, zabezpečuje Hasičský záchranný sbor aktivací sirén a dále pokračuje ve spolupráci s Policií České republiky a Městskou policií Příbram.

### **7.3 Shrnutí poznatků zjištěných o Zimních stadionu Příbram**

Zimní stadion v Příbram využívá k chlazení amoniak, stejně jako většina zimních stadionů v České republice. Ani zde o změně technologie chlazení neuvažují, neboť by byla finančně náročná a méně efektivní, což zcela odpovídá dříve zjištěným skutečnostem v ostatních zimních stadionech v České republice.

Oproti plaveckému bazénu je na zimním stadionu mnohem funkčnější systém ochrany proti úniku nebezpečných látek. Ten vychází ze zákonných požadavků, především z norem ČSN ISO 5149, ČSN EN 378-2, ČSN EN 378-3, ČSN EN 378-4, dále Vyhláškou č. 48 Českého úřadu bezpečnosti práce ze dne 6. května 1982, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a dále Nařízením vlády České republiky č. 378 ze dne 6. listopadu 2001, kterým se

stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí.

Co má s plaveckým bazénem v Příbrami společné je nízké zabezpečení proti násilnému vniknutí, byť díky kamerovému systému trochu efektivnější.

Množství skladovaného amoniaku je dostatečně velké pro chemický teroristický útok. Největší slabinou se může zdát tlaková nádoba s amoniakem, která je umístěna vně strojovny. Nutno však podotknout, že se jedná o nejmenší ze všech 3 tlakových nádob a je pouze vyrovnávací.

Skutečnost, která zvyšuje pravděpodobnost pro využití k chemickému teroristickému útoku, je, že se zimní stadion nachází v centru města v těsné blízkosti hustě osídleného sídliště.

## **8 Modelová situace chemického teroristického útoku**

Pro vyhodnocení využitelnosti plaveckých bazénů a zimních stadionů v České republice, jakožto potencionálních prostředků chemického teroristického útoku, byly na základě dosud zjištěných skutečností vypracovány modelové situace napadení těchto zařízení za účelem provedení chemického teroristického útoku. Modelové situace budou zkoumat zvláště plavecké bazény a zimní stadiony, ale budou se zabývat i variantou napadení obou těchto zařízení současně a případný vliv na účinnost takového útoku.

Hlavním smyslem těchto modelových situací je odpovědět na základní otázky, které jsou:

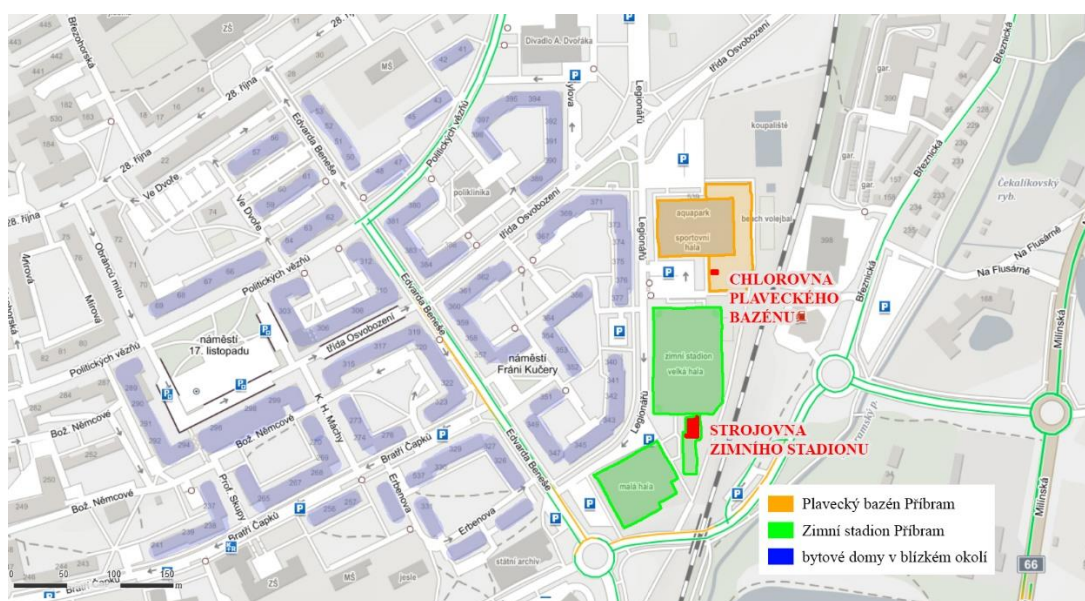
1. Je možné efektivně napadnout předmětné zařízení a provést nebezpečnými látkami, které zde jsou skladovány, chemický teroristický útok?
2. Jsou nebezpečné látky skladované v předmětných zařízeních v daných objemech způsobilé k efektivnímu chemickému teroristickému útoku?
3. V případě, že první dvě otázky budou zodpovězeny pozitivně, pak lze takovému útoku efektivně předejít přijetím odpovídajících opatření?

Odpovědi na tyto tři otázky jsou de facto hlavním výsledkem této práce. Aby bylo možné modelové situace zpracovat a vyhodnotit, bylo dosud nutné, v předchozích kapitolách, zkoumat jednotlivé aspekty dané problematiky, od definice terorismu, přes vlastnosti předmětných chemických látek a jejich nebezpečí, zjištění aktuálního stavu v České republice a zkoumání konkrétních opatření a technologií na konkrétních objektech, Plaveckém bazénu Příbram a Zimním stadionu Příbram. Nyní, za pomoci dosud zjištěných skutečností, můžou být předmětné modelové situace zpracovány a mohou tedy přinést odpovědi na výše uvedené otázky.

## 8.1 Vstupní podmínky modelové situace

V případě chemického teroristického útoku látkami, jako jsou chlor a amoniak, výsledek takového útoku závisí na aktuálních meteorologických podmínkách. Jelikož lze důvodně předpokládat, že i potencionální útočníci by při přípravě takového útoku plánovali s ohledem na meteorologické podmínky, pro potřeby modelové situace budou nastaveny takové, které jsou pro předmětný chemický teroristický útok vhodné, ale současně běžné, tedy pravděpodobnost jejich výskytu není malá. Tyto podmínky současně vycházejí z vnitřních havarijních plánů Plaveckého bazénu Příbram a Zimního stadionu Příbram.

Obrázek č. 4 – situační mapa Plaveckého bazénu Příbram a Zimního stadionu Příbram<sup>28</sup>



<sup>28</sup> Obrázek č. 4 – vlastní zpracování. Podklad: mapový portál Mapy.cz – dopravní mapa.

Teplota: 20 °C

Rychlost větru: 5 metrů za sekundu

Výška větru nad terénem: 10 metrů

Objekty modelové situace: Plavecký bazén Příbram a Zimní stadion Příbram

Vzdálenost stanice Hasičského záchranného sboru: 610 metrů

Pravděpodobný dojezdový čas jednotek Hasičského záchranného sboru: 2 jednotky požární ochrany do 4 minut, 1 další jednotka požární ochrany do 10 minut.

Vzdálenost stanice Zdravotnické záchranné služby: 610 metrů

Pravděpodobný dojezdový čas jednotek Zdravotnické záchranné služby: 2 jednotky do 5 minut

Čas zahájení napadení objektů: 16:00 h SEČ

Čas zahájení napadení objektů byl stanoven na takovou dobu, kdy lze v běžný pracovní den předpokládat vysokou koncentraci osob v okolí, tedy kdy se osoby vrací z práce, ze školy a podobně.

## **8.2 Scénář napadení plaveckého bazénu a následky**

16:00 h SEČ: 1 útočník přichází k chlorovně Plaveckého bazénu Příbram. Přichází z volně přístupného parkoviště, které se přímo před chlorovnou nachází, je vybaven osobními ochrannými prostředky, především celoobličejovou ochrannou dýchací maskou s filtrem proti anorganickým výparům a gumovými rukavicemi. Když přistupuje ke dveřím chlorovny, není nikým zpozorován, nezabírá ho žádný kamerový systém ani na něj nevidí vrátný objektu. Rozlamuje cylindrickou vložku zámku dveří, které tímto překonává a vniká do chlorovny. Zde se nachází 6 lahví chloru, každá o objemu 65 kilogramů. Čtyři lahve jsou na levé straně, připraveny jako rezervní, 2 lahve jsou na pravé straně, napojené k okruhu. 2 lahve na levé straně jsou již prázdné, připravené na výměnu, zbývající 2 pak plné. Obě lahve připojené do okruhu jsou plné zhruba z poloviny. Celkem je zde tedy 195 kilogramů chloru.

16:02 h SEČ: Útočník odpojuje připojené lahve, kdy bezpečnostní ventil, který se v okruhu nachází za připojením, ztrácí v danou chvíli jakýkoli efekt. Ve strojovně plaveckého bazénu pracovník zaznamenává, že do okruhu nejde chlor. Vydává se tedy do chlorovny. Mezitím však útočník zcela otevírá ventily všech šesti lahví s chlorem, kdy neví, že dvě jsou prázdné, a z místa utíká. Dveře chlorovny nechává otevřené.

16:03 h SEČ: Z objektu hlavní budovy plaveckého bazénu vychází pracovník strojovny, který čichem i zrakem detekuje unikající chlor. Vrací se do budovy pro ochranné prostředky a okamžitě informaci předává vrátnému a bere si na pomoc dalšího zaškoleného pracovníka. Vrátný okamžitě telefonicky vyrozumívá vedoucího plaveckého bazénu a ředitele Sportovního zařízení města Příbram. Současně o situaci informuje Operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje a Policii České republiky. Na místo jsou vyslány jednotky požární ochrany Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje, územního odboru Příbram ze stanice Příbram, hlídky Policie České republiky, Obvodního oddělení Příbram a hlídky Městské policie Příbram. Strojník si obléká ochranný oděv, rukavice a ochrannou masku.

16:04 h SEČ: Pracovník strojovny odstavuje celé zařízení z provozu a přerušuje přívod elektrické energie do strojovny plaveckého bazénu. Následně uzavírá hlavní přívod plynu a zastavuje chod kotlů.

16:05 h SEČ: Pracovník strojovny vychází v osobních ochranných pracovních prostředcích z hlavní budovy plaveckého bazénu jištěn dalším zaškoleným pracovníkem. Jde k chlorovně, zapíná ventilaci a vchází dovnitř. Postupně uzavírá ventily všech lahví. V objektu plaveckého bazénu již byla na pokyn strojníka aktivována akustická signalizace a pracovníci zahajují evakuaci dle Požárně evakuačního plánu.

16:06 SEČ: Pracovník strojovny uzavřel všechny lahve s chlorem. Únik trval 4 minuty, došlo tedy k vypuštění celého obsahu všech tlakových lahví, tedy celkem 195 kilogramů chloru. Vedoucí plaveckého bazénu přichází na místo, kde od pracovníka strojovny ověřuje informace. Vyrozumívá ředitele Sportovního zařízení města Příbram, který svolává havarijní komisi. Úkoluje pracovníka strojovny, aby prostor okolí chlorovny začal skrápět tlakovou vodou.

16:07 h SEČ: Na místo doráží první dvě jednotky požární ochrany a dvě jednotky Zdravotnické záchranné služby. Dle havarijního plánu je svolána Bezpečnostní rada města Příbram, která situaci začíná řešit společně s havarijní komisí Sportovního zařízení města Příbram. Jednotky Hasičského záchranného sboru měří koncentrace a vzniklá oblaka plynného chloru zkrápí roztržitým vodním proudem. Zdravotnická záchranná služba začíná ošetřovat zasažené osoby. Policie České republiky a Městská policie Příbram zahajují evakuaci osob ze zasažené oblasti, uzavírají okolní ulice, konkrétně ulici Legionářů, Edvarda Beneše a Březnická. Dále ve spolupráci se Správou železniční dopravní cesty je uzavřena trať číslo 200, Zdice – Protivín, v úseku Příbram – Brod.

16:08 h SEČ: Zdravotnická záchranná služba aktivuje traumatologický plán, jelikož při evakuaci osob z okolních domů Policie České republiky hlásí další zraněné osoby a jejich počet narůstá. Oblastní nemocnice Příbram se připravuje na větší příjem pacientů. Velitel zásahu vyhláší druhý stupeň požárního poplachu. Na místo jsou povolány další jednotky požární ochrany.

16:15 h SEČ: Oblastní nemocnice Příbram přijímá první pacienty. Celkový počet aktuálně zjištěných zraněných je v řádu několika desítek osob a přibývají. Do plánu jsou zapojeny další nemocnice a na místo je od Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy vyžádán mobilní modul pro hromadná neštěstí. Na místě se zřizuje třídící pracoviště. Hasičský záchranný sbor dostává roztroušená oblaka plynného chloru pod kontrolu. Zdravotní potíže slabší intenzity hlásí na linku 155 i osoby ze vzdálenějšího okolí. Velitel zásahu vyhláší třetí stupeň požárního poplachu a zřizuje stálý štáb zásahu. Policie České republiky společně s Městskou policií Příbram na pokyn velitele zásahu rozšiřují okruh uzávěry a evakuace.

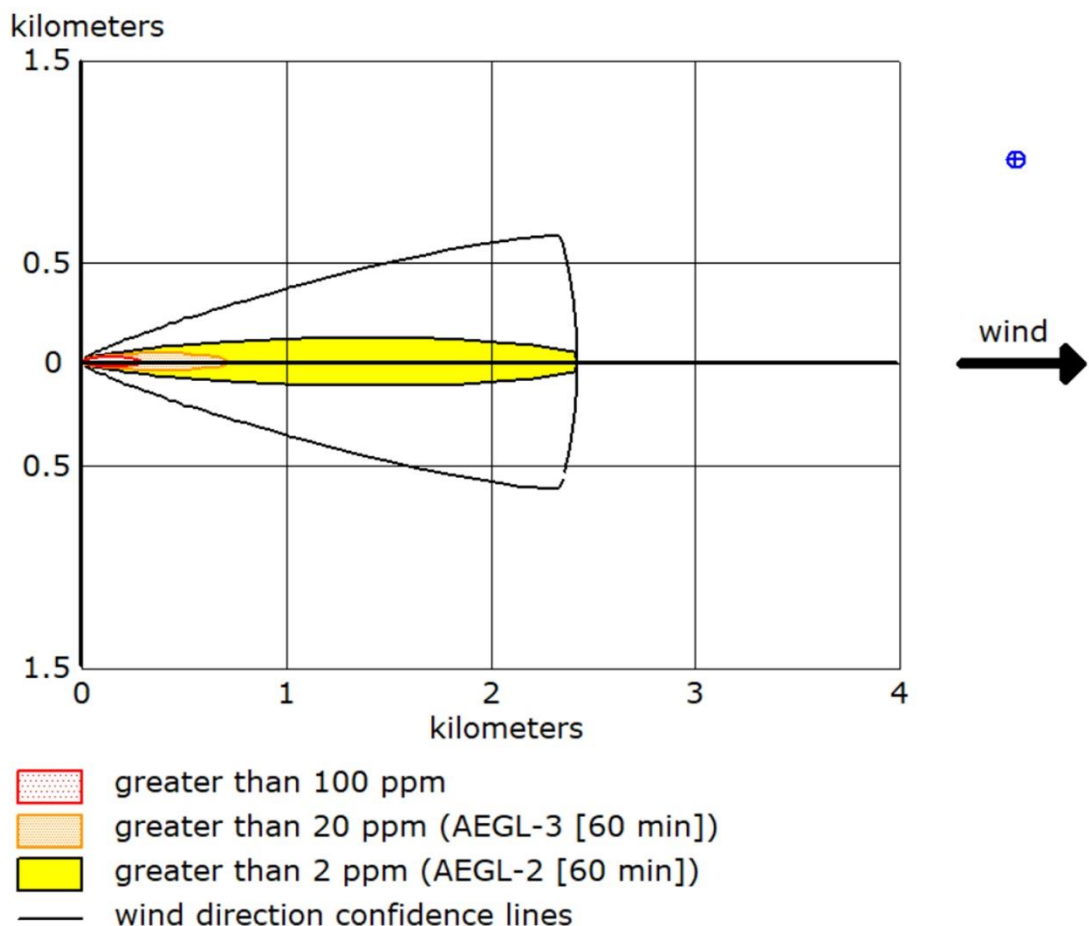
### **8.3 Vyhodnocení napadení plaveckého bazénu a návrh opatření**

Při úniku 195 kilogramů plynného chloru vzniklo až 74100 litrů plynného chloru. Dle výpočtu programu ALOHA při výše uvedených vstupních parametrech může být zóna, ve které bude koncentrace chloru 100 ppm a větší, vzdálena až 297 metrů od zdroje úniku. Zóna AEGL-3 pak může být vzdálena až 719 m od zdroje úniku. Program ALOHA neumí zohlednit výškové rozdíly terénu. Samotná chlorovna se



nachází v podlimitním objektu, který je umístěn 1,5 metrů pod okolním terénem. Dále je okolní prostor zaplněn vysokými objekty, konkrétně velkou halou Zimního stadionu Příbram, bytovými domy a hlavní budovou Plaveckého bazénu. Situování těchto objektů by rozhodně snížilo rozptyl plynného chloru. I přes to lze předpokládat, že zóna koncentrace 100 ppm a výše by mohla zasáhnout 20 vchodů bytových domů, kde se dle předpokladu může nacházet až 625 osob. Vítr při síle 5 metrů za sekundu pak při prostupu takto členitým terénem vytváří různé turbulence, které mohou případný oblak plynného chloru rozvířit i výše tak, že by nezasáhl pouze spodní patra bytových domů. Dále by v této zóně s nejvyšší koncentrací byli osoby na ulici, v přilehlých obchodech a restauraci. Lze tedy přinejmenším předpokládat zasažení koncentrací větší než 100 ppm v řádech stovek osob. Zasažení koncentrací vyšší než 20 ppm by pak postihlo již mnohem větší množství osob, řádově v tisících.

Obrázek č. 5 – grafické zobrazení následků na okolí při uvedeném úniku chloru<sup>29</sup>



Způsobený následek chemického teroristického útoku by byl závažný, vyžádal by si aktivaci většiny dostupných sil Integrovaného záchranného systému. Informace o

<sup>29</sup> Obrázek č. 5 – grafický výstup výpočtu programu ALOHA

útočku by ve velice krátké době zaplnila média a celá situace by mohla vyvolat strach široké části obyvatelstva.

První opatření musí směřovat k zamezení vniku do chlorovny. Okolí chlorovny by mělo být dostatečně oploceno, nejméně 180 cm vysokým plotem. Dále by oplocený prostor měl být monitorován kamerovým systémem se stálým dohledem, například v běžné otevírací době ze strany vrátného, mimo otevírací dobu pak ze strany dozoru Sportovního zařízení města Příbram, který se zde nachází. Monitorován by stejně tak měl být vstup do chlorovny. Vedle kamerového systému by měla být instalována elektrická zabezpečovací signalizace. Konkrétně pohybové čidlo v prostoru před vstupem do chlorovny, magnetické čidlo dveří chlorovny a pohybové čidlo v místnosti chlorovny. Dveře vedoucí do chlorovny by měly být nejméně bezpečnostní třídy 3.

Druhé opatření pak musí směřovat k zabránění násilného úniku chloru. Konkrétně skladované tlakové lahve s chlorem by měly být uzavřené nejméně v ukotvené plechové skříni opatřené kvalitním, bezpečnostním zámkem. Stejně tak připojené tlakové lahve by měly být uzavřené v další takové skříni. Poslední by pak byla instalace čidla na únik chloru do místnosti chlorovny.

## **8.4 Scénář napadení zimního stadionu a následky**

16:00 h SEČ: 1 útočník přichází ke strojovně Zimního stadionu Příbram. Samotná strojovna se nachází na oplocené části pozemku, ale jelikož je stále provozní doba, vrata jsou otevřená a prostor přístupný. Přichází ke strojovně, kdy pro jistotu, aby nebyl spatřen při pokusu o vnikl do strojovny, budovu obchází a přichází k zadnímu vchodu. Vrátný jej vidí na kamerovém systému při vstupu do oploceného prostoru, ale nevěnuje mu větší pozornost, neboť se zde běžně pohybuje velké množství osob. Útočník rozlamuje cylindrickou vložku zámků dveří, tyto překonává a vniká do strojovny. Vrátný si jej znovu všiml, volá Policii České republiky na linku 158 a vyrozumívá vedoucího zimního stadionu.

16:03 h SEČ: Útočník se nachází ve strojovně, kde poté, co otevřel okna, odšroubovává ventil na vedení amoniaku z jedné z nádrží. Je vybaven

celoobličejovou ochrannou dýchací maskou s filtrem proti amoniaku. Operační důstojník Policie České republiky na místo vysílá hlídku.

16:05 h SEČ: Útočník odstranil ventil na vedení amoniaku z jedné z nádrží a z místa uniká. Systém detekuje únik, uzavírá všechny elektronické ventily v okruhu, odpojuje proud, spouští ventilaci a poplach. Trubka vedení amoniaku byla ve chvíli úniku pod běžným provozním tlakem a do doby, než systém uzavřel přívod, z této uniklo 5 kilogramů amoniaku.

16:06 h SEČ: Vrátný zimního stadionu a strojník detekují spuštěný poplach bezpečnostního systému strojovny. Vrátný telefonicky vyrozumívá vedoucího zimního stadionu a ředitele Sportovního zařízení města Příbram. Současně o situaci informuje Operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje a Policii České republiky. Na místo jsou vyslány jednotky požární ochrany Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje, územního odboru Příbram ze stanice Příbram. Na místo doráží první hlídka Policie České republiky, která pronásleduje unikající osobu, na kterou ji upozornil vrátný. Útočníka po sléze zadrží. V areálu Zimního stadionu Příbram je zahájena evakuace na základě akustického signálu spuštěného vrátným na pokyn vedoucího zimního stadionu.

16:07 h SEČ: Strojník ověřuje bezpečnostní systém strojovny, kdy zjišťuje, že zareagoval správně. Ověřuje přerušení přívodu elektrické energie do strojovny, funkčnost větrání a detekuje místo úniku. Vrátný dále dle plánu vyrozumívá společnost ČEZ a.s., společnost 1. SčV, a.s., která zajišťuje distribuci pitné vody a odpadní systém ve městě Příbram, společnost RWE, a.s. a vrátného plaveckého bazénu. Vedoucí zimního stadionu prověřuje informace u strojníka a informuje ředitele Sportovního zařízení města Příbram.

16:08 h SEČ: Vedoucí zimního stadionu společně s ředitelem Sportovního zařízení města Příbram organizuje evakuaci, která již byla započata. U vrátného ověřuje vyrozumění všech subjektů dle schématu vyrozumění. Nařizuje postřík okolí strojovny tlakovou vodou.

16:10 h SEČ: Na místo přijíždí první dvě jednotky požární ochrany a dvě jednotky Zdravotnické záchranné služby. Dle havarijního plánu je svolána Bezpečnostní rada města Příbram, která situaci začíná řešit společně s havarijní komisí Sportovního zařízení města Příbram. Jednotky Hasičského záchranného sboru měří koncentrace

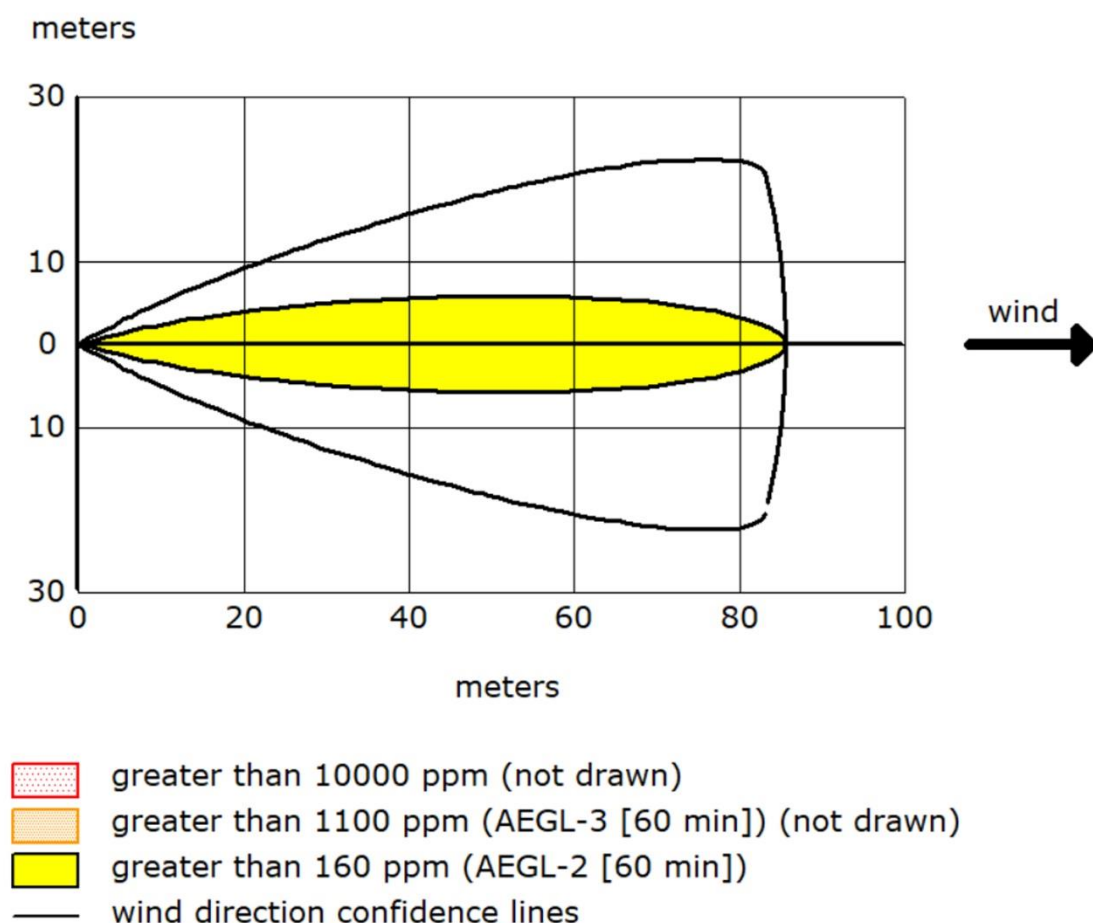
amoniaku a prostor okolo strojovny zkrápí roztříštěným vodním proudem. Zdravotnická záchranná služba začíná ošetřovat zasažené osoby. Policie České republiky a Městská policie Příbram zahajují evakuaci osob ze sedmi přilehlých vchodů bytových domů a restaurace. Uzavírají ulici Legionářů. Dále ve spolupráci se Správou železniční dopravní cesty je uzavřena trať číslo 200, Zdice – Protivín, v úseku Příbram – Brod.

16:15 h SEČ: Do Oblastní nemocnice Příbram je převezeno několik pacientů na ošetření s podezřením na intoxikaci amoniakem. Žádný z pacientů není ve vážném stavu. Velitel zásahu vyhláší druhý stupeň požárního poplachu, a to především z důvodu zajištění dostatečného přívodu vody a dostatek proudů pro vytvoření vodních stěn za účelem eliminace uniklého amoniaku. Policie České republiky posiluje síly a prostředky na místě za účelem efektivní uzávěry okolí ve spolupráci s Městskou policií Příbram.

## **8.5 Vyhodnocení napadení zimního stadionu a návrh opatření**

Při úniku 5 kilogramů amoniaku dle výpočtu programu ALOHA je zóna se smrtelnou koncentrací, tedy nad 10000 ppm, pouhých 11 metrů od zdroje úniku, tedy v daném případě uvnitř strojovny a v jejím těsném okolí, kde se běžně žádné osoby nezdržují. Zóna AEGL-3 tvoří 33 metrů, kdy se jedná o prostor, který byl bezprostředně evakuován. Zóna AEGL-2 pak zasahuje až do vzdálenosti 86 metrů po směru větru, kdy se zde nachází bytové domy, které byly evakuovány. Tedy u žádné osoby nedošlo k dostatečné době působení pro způsobení závažných zdravotních následků. Jednotky, nanejvýše desítky osob, mohlo být zasaženo amoniakem a utrpět lehké zdravotní komplikace. Dle výpočtu programu ALOHA není únik dostatečný, aby mohl uniklý amoniak explodovat, například od jiskry a způsobit tak další škody.

Obrázek č. 6 – grafické zobrazení následků na okolí při uvedeném úniku amoniaku<sup>30</sup>



Výsledek modelové situace odpovídá reálné situaci, kdy na Zimním stadionu Příbram došlo v roce 2018 vlivem technické závady k úniku amoniaku. Tehdy Oblastní nemocnice Příbram ošetřila celkem 8 osob s příznaky intoxikace. Všichni byli po ošetření bez dalších následků propuštěni z nemocnice.

Byť bezpečnostní systém strojovny Zimního stadionu Příbram je kvalitní a adekvátně reaguje na případné úniky, i zde by byla vhodná opatření k zamezení vniku do strojovny. Stejně, jako v případě chlorovny plaveckého bazénu, i zde by měl být instalován elektrický zabezpečovací systém. S ohledem na polohu strojovny, kdy pohyb osob před její přední částí je běžný, by mělo být alespoň pohybové čidlo v zadní části, magnetické kontakty na všech vstupních a pohybová čidla v prostoru strojovny, kde s ohledem na její členitost by jich muselo být více. Všechny dveře vedoucí do strojovny by měly být nejméně bezpečnostní třídy 3.

<sup>30</sup> Obrázek č. 6 – grafický výstup výpočtu programu ALOHA.

## 8.6 Vyhodnocení vlivu navržených opatření

V rámci provedených modelových situací byla navržena bezpečnostní opatření, která by měla zamezit možnému chemickému teroristickému útoku. Nyní je potřeba tato opatření vyhodnotit, co by jejich aplikace ve výše uvedených scénářích znamenala.

V případě Plaveckého bazénu Příbram by útočník musel přelézt plot, kde by byl spatřen vrátným na kamerovém systému a současně by aktivoval pohybové čidlo, které by spustilo poplach. Tím by došlo k rychlému přivolání Policie České republiky. Následně by útočník musel překonat dveře bezpečnostní třídy 3, což by mu zabralo delší dobu, během které by na místo dorazila hlídka Policie České republiky a útočníka zadržela. I v případě, že by dveře stihl překonat před příjezdem hlídky, po vstupu do chlorovny by musel překonat dva bezpečnostní zámky plechových skříní, což by byl další čas na příjezd hlídky a útočnickovo zadržení. Při aplikaci těchto opatření by tedy s největší pravděpodobností útočník ani nestihl způsobit únik. Pokud by to i tak stihl, čidlo na únik chloru v místnosti by na otevření lahví zareagovalo a strojník by nepostupoval dle původního scénáře, kde ztratil čas nutným návratem pro osobní ochranné pracovní prostředky, ale těmito by se vybavil okamžitě a do chlorovny by zřejmě velmi pospíchal. Lze tedy předpokládat, že doba úniku by mohla být snížena až na hranici jedné minuty, čímž by se výrazně snížil objem vypuštěného chloru. Stejně tak by čidlo způsobilo, že Hasičský záchranný sbor by byl vyrozuměn o chvíli dříve, a tedy odstraňování následků by přišlo o minutu až dvě rychleji, kdy v takové situaci každá minuta hraje obrovskou roli. Tedy lze konstatovat, že bezpečnostní opatření, navržená v rámci modelové situace, by mohla zabránit chemickému teroristickému útoku a pokud ne, mohla by alespoň významně snížit jeho následek.

V případě Zimního stadionu Příbram modelová situace spočívala na všímavost vrátného, který zrovna sledoval kamerový systém. Navržený elektronický zabezpečovací systém by pak na toto spoléhat nemusel. Stejně, jako v případě modelové situace, by došlo k včasnému přivolání Policie České republiky. Situace, kdy by útočník musel překonat dveře bezpečnostní třídy 3, by navíc znamenala

prodloužení času mezi zpozorováním útočníka a příjezdem hlídky Policie České republiky, která by s největší pravděpodobností přijela na místo dříve, než by útočník dveře překonal a útočníka by zadržela. Pokud ne, již existující bezpečnostní systém strojovny Zimního stadionu Příbram minimalizuje následky i násilného úniku. Jediná situace, kdy by mohlo dojít k obejití existujícího bezpečnostního systému, je narušení obalu tlakové lahve. K takovému narušení může dojít například detonací, kde by však již nebyla řeč o chemickém teroristickém útoku. Dále by k takovému narušení mohlo dojít například navrtáním, což by však mohlo mít za následek opět explozi.

Bezpečnostní opatření navržená v průběhu modelových situací byla vyhodnocena jako efektivní, kdy by mohla dokázat zabránit zneužití plaveckých bazénů a zimních stadionů jako prostředků chemického teroristického útoku.

## **8.7 Vyhodnocení modelových situací**

Modelové situace byly sestaveny dle jednoho z možných scénářů. Možných variant takových situací je několik, ale prezentované modelové situace, byť pracují s optimistickými předpoklady, ukazují pravděpodobné následky mnoha jiných modelových situací se stejným cílem. Překvapující je závěr modelové situace chemického teroristického útoku za využití Plaveckého bazénu Příbram. V průběhu práce se zdál mnohem nebezpečnější amoniak na Zimním stadionu Příbram, kde ho může být až 6,5 tuny, oproti maximálním 390 kilogramům chloru v Plaveckém bazénu Příbram. Svou roli zde však hrál bezpečnostní systém strojovny Zimního stadionu Příbram, který dokáže efektivně zabránit většímu úniku amoniaku.

Díky modelové situaci byla zjištěna značná bezpečnostní slabina uskladnění chloru v Plaveckém bazénu Příbram. Následek využití skladovaného chloru by mohl být mnohem vyšší v případě odcizením tlakových lahví a jejich vypuštění na jiném místě, například v obchodním domě. To však již není předmětem této práce.

Byla zkoumán i vliv současného útoku chlorem i amoniakem v prostředí Plaveckého bazénu Příbram a Zimního stadionu Příbram, kdy je zřejmé, že takový útok by nezvýšil efekt jednotlivých dílčích útoků. Amoniak, který je lehčí než vzduch, po úniku stoupá, avšak chlor, který je těžší než vzduch, se drží u země. V případě

výskytu obou látek ve volném prostoru v běžných podmínkách nedojde k jejich vzájemné interakci. K té by mohlo dojít v uzavřeném prostoru, to však v případě této práce nesplňuje předpoklady pro chemický teroristický útok za využití předmětných zařízení.

Nyní je na čase odpovědět na základní tři otázky, a to následovně.

Otázka 1: Je možné efektivně napadnout předmětné zařízení a provést nebezpečnými látkami, které zde jsou skladovány, chemický teroristický útok?

Odpověď v případě plaveckého bazénu: Ano.

Odpověď v případě zimního stadionu: Při dodržení bezpečnostních norem ze strany provozovatele ne.

Otázka 2: Jsou nebezpečné látky skladované v předmětných zařízeních v daných objemech způsobilé k efektivnímu chemickému teroristickému útoku?

Odpověď v případě plaveckého bazénu: Ano.

Odpověď v případě zimního stadionu: Ano.

Otázka 3: V případě, že první dvě otázky budou zodpovězeny pozitivně, pak lze takovému útoku efektivně předejít přijetím odpovídajících opatření?

Odpověď v případě plaveckého bazénu: Ano.

Odpověď v případě zimního stadionu: Ano.

## **9 Návrh změn a opatření pro plavecké bazény a zimní stadiony**

Když už je zřejmé, že plavecké bazény a zimní stadiony by mohly být použity jako prostředek chemického teroristického útoku, je nutné navrhnout změny a bezpečnostní opatření, která by je jako prostředek takového útoku eliminovala. Mnohem efektivnější než bezpečnostní opatření, by byla změna systému dezinfekce vody nebo systému chlazení.

V případě plaveckých bazénů je nejdostupnější a nejefektivnější náhradou dezinfekce vody pomocí plynného chloru systém využívající chlornan sodný. Při jeho použití jsou



stále dodrženy přísné hygienické předpisy, ale není skladován plynný chlor a nelze tak využít plavecký bazén jako prostředek chemického teroristického útoku.

V případě zimního stadionu je nejdostupnější náhradou chlazení pomocí amoniaku systém nepřímého chlazení za využití jiného nosného média. V takovém případě je na zimním stadionu jen malé množství amoniaku a takové již není pro efektivní chemický teroristický útok dostačující. Jelikož však byly zjištěny výtky k efektivitě a finanční náročnosti takového systému, lze ponechat i systém chlazení amoniakem, pokud bude vybaven dostatečně funkční bezpečnostním systémem odpovídajícím zákonným normám, stejně jako v případě Zimního stadionu Příbram. Tedy třístupňový systém ochrany, kdy jeden stupeň tvoří elektronické ventily, druhá manuální ventily a třetí havarijní ventily. Systém musí detekovat i sebemenší únik amoniaku, kdy v takovém případě spustí poplach, uzavře všechny elektronické ventily, odpojí elektrický proud, vyjma proudu potřebného pro chod bezpečnostního systému a elektronických ventilů a spustí ventilaci.

V případě neprovedení změn systémů dezinfekce vody a chlazení, je pak vhodné alespoň aplikovat dostatečné bezpečnostní opatření. Jak prostor chloroven plaveckých bazénů, tak prostor strojoven zimních stadionů, by měl být na oploceném pozemku, nepřístupný z vně objektu. Všechny vstupy by měly být vybaveny dveřmi nejméně s bezpečnostní třídou 3. V případě chloroven by skladované lahve chloru měly být dále uzamčené v odolných skříních, či obdobně zabezpečené. Ve všech chlorovnách by mělo být čidlo schopné zaznamenat únik chloru v místnosti. Jak chlorovny plaveckých bazénů, tak strojovny zimních stadionů by měly být střežené pomocí elektrického zabezpečovacího systému se stupněm ochrany 2 a měly by být střeženy kamerovým systémem.

Navržená bezpečnostní opatření by bylo vhodné aplikovat do zákonných norem, alespoň v případě využívání systému dezinfekce vody plynným chlorem a v případě využívání systému chlazení amoniakem. Při prováděném dotazování byla často zmiňována velká finanční náročnost případných změn, kdy navržená opatření v porovnání s nimi byla mnohem méně finančně náročná a mohla by být efektivní.

## Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vyhodnocení možnosti využití látek používaných v objektech zimních a plaveckých bazénů jako prostředků chemického teroristického útoku. Tohoto cíle bylo dosaženo, kdy bylo vyhodnoceno, že chlor používaný v objektech plaveckých bazénů je využitelný jako prostředek chemického teroristického útoku, avšak amoniak používaný v objektech zimních stadionů, při dodržení zákonných norem a předpisů, jako prostředek chemického teroristického útoku využitelný není.

Práce zkoumala všechny podstatné skutečnosti, počínaje vlastnostmi předmětných látek, tedy chloru a amoniaku, přes technické řešení jejich provozu a uskladnění, ale také alternativní technologie dezinfekce vody a chlazení. V rámci práce byl proveden průzkum využívání technologií na plaveckých bazénech a zimních stadionech v České republice, kde se dotazováním podařilo získat odpovědi 38,4 % všech dotázaných a bylo tedy možné na základě tohoto efektivního vzorku přinést obraz současného stavu v České republice, kdy nejdůležitější zjištění bylo, že většina se stále přiklání k technologiím, které byly z pohledu této práce považovány za nebezpečné, tedy dezinfekci vody pomocí plynného chloru a přímému chlazení pomocí amoniaku. Avšak i další zjištění byla podstatná, konkrétně skutečnost, že 26,4 % plaveckých bazénů a zimních stadionů v České republice využívá alternativní technologie a dalších 8,7 % o přechodu na alternativní technologie přemýšlí.

Práce se dále zaměřila na zkoumání Plaveckého bazénu Příbram a Zimního stadionu Příbram, kde byly zjištěny všechny technologické a bezpečnostní aspekty, včetně havarijních postupů. Ty byly následně promítnuty v modelových situacích, pomocí kterých bylo možné vyhodnotit především hlavní cíl této práce, ale i dílčí cíl, kterým byl návrh opatření, která by chemickému teroristickému útoku prostřednictvím plaveckých bazénů a zimních stadionů mohla zabránit. Tato opatření byla v rámci práce navržena a jejich efektivita byla v modelových situacích ověřena s pozitivním výsledkem.

Právě tato navržená bezpečnostní opatření jsou hlavním přínosem této práce, byť z počátku byla stanovena pouze jako dílčí cíl. Zrovna na případu Plaveckého bazénu Příbram bylo zjištěno minimální zabezpečení skladované chloru proti násilnému vniknutí a zneužití. Takovým situacím by měla navržená bezpečnostní opatření zabránit, což je hlavním významem této práce.

## Seznam použitých zdrojů

### Literární zdroje

1. BAYERSDO, L., ENGELHAR, U., FISCHER, J., HOHNE, K., JANDER, J., Nitrogen-chlorine compounds. In: *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie*, roč. 366, čís. 3-4. Weinheim: Wiley-VCH, 1969. s. 169. ISSN 0044-2313.
2. BÁRTLOVÁ, I., BALOG, K., *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií I*, 2. Vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. 191 s..
3. BERNADR, A., CARBONNELLE, S., DE BURBURE, C., MICHEL, O., NICKMILDER, M., Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood. In: *Environmental Health Perspectives*, roč. 114, čís. 10. Durham, North Carolina: National Institute of Environmental Health Sciences, 2006. s. 1567-1573. ISSN 1552-9924.
4. DOSOUDIL, T. *Smrt ve žluté mlze*. Praha: nakladatelství EPOCHA, 2017. s. 14-30.
5. HAGER, T., *The Alchemy of Air*. New York: Harmony Books, 2008. s. 14 – 16.
6. HOENIG, Steven L., Chemical agent contamination. In *Handbook of Chemical Warfare and Terrorism*. Westport, CT: Greenwood Publishing Group, 2002. s. 28.
7. HOUSECROFT, C., SHARPE, Alana G., *Anorganická chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. s. 577-586.
8. JONES, D., *Nomenclature for Hazard and Risk Assessment in the Process Industries*, druhé vydání. In: Rugby: IChemE, 1992. 48 s..
9. MEADOWS, D. H., RANDERS, J., MEADOWS, D. L., *Překročení mezí: konfrontace globálního kolapsu s představou trvale udržitelné budoucnosti*. Vyd. 1. Praha: Argo: Nadace Eva, 1995. 319 s..
10. MIKA, O., NEKVAPILOVÁ, V., VUCINIC, S., STOJILKOVIC, Milos P., Čpavková havárie v Bělehradě 1998 – Případová studie, In: *Vojenské zdravotnické listy*, ročník LXXIV, č. 2. Brno: Univerzita obrany, 2005. s. 63-68. ISSN 0372-7025.
11. MIKA, O., PATOČKA, J., *Ochrana před chemickým terorismem*, 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2007. 106 s..
12. SIKOROVÁ, K., BERNATÍK, A., *Vnitřní havarijní plán Plaveckého bazénu v Příbrami*. Příbram: Sportovní zařízení města Příbram, 2019. 37 s..

13. SIKOROVÁ, K., BERNATÍK, A., SLABA, J., *Vnitřní havarijní plán Zimního stadionu v Příbrami*. Příbram: Sportovní zařízení města Příbram, 2019. 48 s..
14. SMIL, V., *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*, 1. vydání. Cambridge: MIT, 2004. s. 61.
15. WICHTERLOVÁ, J., *Chemie nebezpečných anorganických látek*, 1. Vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001. 63 s..

### Elektronické zdroje

1. KASSA, J. Chemický terorismus. In *prezentace* [online]. Hradec Králové: Katedra Toxikologie, Fakulta vojenského zdravotnictví. Dostupné z WWW: <[https://www.unob.cz/fvz/struktura/k304/Documents/Chemicky\\_terorismus.pdf](https://www.unob.cz/fvz/struktura/k304/Documents/Chemicky_terorismus.pdf)>.
2. NEKLAPILOVÁ, V. Sarin a jeho teroristické zneužití. In *X. kongres Medicína katastrof* [online]. Brno: Informační středisko medicíny katastrof, Úrazová nemocnice v Brně 2015. Dostupné z WWW: <<http://www.unbr.cz/Data/files/Konf%20MEKA%202015/16%20Abstrakt%20Neklapilov%C3%A11.pdf>>.
3. ŠEDIVÝ, J. Nové paradigma terorismu. In *Mezinárodní politika 1/2003* [online]. Praha: Ústav mezinárodních vztahů 2003. Dostupné z WWW: <[https://web.archive.org/web/20071218210218/http://www.iir.cz/display.asp?id\\_a=351](https://web.archive.org/web/20071218210218/http://www.iir.cz/display.asp?id_a=351)>.

### Legislativní dokumenty

1. ČESKO. Vyhláška č. 238 Ministerstva zdravotnictví ČR ze dne 25. srpna 2011 o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 87. Dostupné z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238#cast4>>.
2. ČESKO. Zákon č. 350 ze dne 27. října 2011 o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 122/2011. Dostupné z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350/zneni-20190301>>

### **Ostatní zdroje**

Kromě výše uvedených zdrojů byly při zpracování bakalářské práce využity následující materiály:

- e-mailové odpovědi respondentů z řad provozovatelů plaveckých bazénů a zimních stadionů v České republice,
- rozhovor s ředitelem Sportovního zařízení města Příbram, ze dne 9. března 2020.

## Seznam zkratk

1. AEGL – Acute Exposure Guideline Levels. Hodnota úrovně akutní expozice vydávaná The national Advisory Committee for AEGLs k popisu rizika působení chemických látek rozptýlených ve vzduchu na lidi pro různě vztažené doby expozice nepřesahující 8 hodin a pro různé stupně závažnosti toxických účinků.
2. ERPG-3 – Emergency Response Planning Guidelines. Hodnota maximální koncentrace látky v ovzduší, do níž je možno se domnívat, že téměř všichni jednotlivci by mohli být nechráněni po dobu jedné hodiny, aniž by zakusili nebo se u nich vyvinuly účinky ohrožující zdraví nebo život.
3. IDLH – Immediately Dangerous to Life or Health, bezprostřední nebezpečí ohrožení života nebo zdraví. Označuje koncentraci nebezpečné látky, která bezprostředně ohrožuje život nebo zdraví.
4. PPM – Parts Per Million, jedna miliontina celku. Výraz pro označení nebezpečné koncentrace chemické látky.
5. SEČ – střeoevropský čas. Pásmový čas platný pro střední Evropu, tedy i pro Českou republiku.
6. UV – ultraviolet, ultrafialové. Označení pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší, než má viditelné světlo, avšak delší, než má rentgenové záření.

## Seznam tabulek, grafů a obrázků

1. Tabulka č. 1, strana 15 – nebezpečné koncentrace chloru. SIKOROVÁ, K., BERNATÍK, A., *Vnitřní havarijní plán Plaveckého bazénu v Příbrami*. Příbram: Sportovní zařízení města Příbram, 2019, 37 s..
2. Graf č. 1, strana 22 – Plavecké bazény v ČR – technologie dezinfekce vody. Vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.
3. Graf č. 2, strana 23 – Plavecké bazény v ČR – ochota ke změně technologie. Vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.
4. Graf č. 3, strana 24 – Zimní stadiony v ČR – technologie chlazení. Vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.
5. Graf č. 4, strana 25 – Zimní stadiony v ČR – ochota ke změně technologie. Vlastní zpracování z odpovědí respondentů písemného dotazování.
6. Obrázek č. 1, strana 28 – vstup do chlorovny a prostor chlorovny. Fotografie pořízené autorem.
7. Obrázek č. 2, strana 32 – budova strojovny a pohled do strojovny Zimního stadionu Příbram. Fotografie pořízené autorem.
8. Obrázek č. 3, strana 33 - pohled na řídicí panel bezpečnostního systému strojovny Zimního stadionu Příbram. Fotografie pořízená autorem.
9. Obrázek č. 4, strana 37 - situační mapa Plaveckého bazénu Příbram a Zimního stadionu Příbram. Vlastní zpracování. Podklad: mapový portál Mapy.cz, dopravní mapa.
10. Obrázek č. 5, strana 41 - grafické zobrazení následků na okolí při uvedeném úniku chloru. Grafický výstup výpočtu programu ALOHA.
11. Obrázek č. 6, strana 45 - grafické zobrazení následků na okolí při uvedeném úniku amoniaku. Grafický výstup výpočtu programu ALOHA.

## **Přílohy**

- I. Otázky zasílané provozovatelům plaveckých bazénů a zimních stadionů v České republice s popisem dotazování



## Příloha I

V rámci zjištění současného stavu na plaveckých bazénech a zimních stadionech v České republice byli prostřednictvím e-mailů dotazováni provozovatelé těchto zařízení. Celkem bylo osloveno 98 provozovatelů plaveckých bazénů v České republice a 173 provozovatelů zimních stadionů v České republice.

Provozovatelům plaveckých bazénů byly položeny následující otázky:

1. Využíváte pro potřeby čištění vody chlor?
2. Pokud nevyužíváte chlor, jaký jiný systém čištění vody používáte?
3. Pokud využíváte chlor, zvažovali jste jiný, alternativní, systém čištění vody?  
Případně jaký.

Provozovatelům zimních stadionů byly položeny následující otázky:

1. Využíváte pro potřeby chlazení amoniak (čpavek)?
2. Pokud nevyužíváte amoniak, jaký jiný systém chlazení používáte?
3. Pokud využíváte amoniak, zvažovali jste jiný, alternativní, systém chlazení?  
Případně jaký.

Své odpovědi zaslalo 36 provozovatelů plaveckých bazénů a 68 provozovatelů zimních stadionů v České republice. Z obdržených odpovědí byly zpracovány grafy, které jsou obsahem práce.