



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

# **Analýza rizik v objektu zimního stadionu v Berouně**

## **Risk Analysis of Ice Arena in Beroun**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva  
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Anežka Bayerová  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivan Koleňák

---

**Kladno 2020**



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bayerová** Jméno: **Anežka** Osobní číslo: **456681**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**  
Studijní obor: **Civilní nouzové plánování**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Analýza rizik objektu zimního stadionu v Berouně**

Název diplomové práce anglicky:

**Risk Analysis of Ice Area in Beroun**

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce (výzkumným úkolem) bude provedení analýzy rizik zimního stadionu v Berouně a zhodnocení současného stavu zabezpečení tohoto objektu. Teoretická část bude zaměřena na problematiku podlimitních objektů, popis základních informací o zimním stadionu v Berouně a charakteristiku fyzikálně-chemických vlastností amoniaku. Dále budou popsány obecné zásady chování obyvatel při úniku nebezpečných látek a způsob realizace zásahu složek IZS při úniku amoniaku v podmínkách města Beroun. V praktické části bude provedena multikriteriální analýza pomocí standardní metodiky, bude zpracována analýza rizik v programu Riskan a s využitím programů Aloha a TerEx bude namodelován únik amoniaku v různých variantách zadání. Výsledky modelací budou porovnány s výstupy z programu Optizon. Výsledkem diplomové práce bude návrh opatření ke zvýšení úrovně bezpečnosti a také návrh havarijní karty objektu zimního stadionu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BARTLOVÁ, Ivana, Prevence a připravenost na závažné havárie, ed. 2., V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství), ISBN 978-80-7385-184-2
- [2] SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA, Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků, Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, ISBN 978-80-86973-73-9
- [3] SKŘEHOT, Petr a kol., Prevence nehod a havárií. 1. díl, Nebezpečné látky a materiály. Vyd. 1. [Česko]: PINK PIG, 2009. 341 s. ISBN 978-80-86973-70-8.

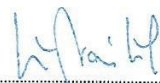
Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Ivan Koleňák**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **23.09.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2021**

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

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

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Analýza rizik v objektu zimního stadionu v Berouně vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Kladně dne 07.05.2020

.....  
Bc. Anežka Bayerová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce panu Ing. Ivanu Kolečákovi za odborné vedení a poskytování cenných rad po celou dobu psaní této práce. Rovněž děkuji panu kpt. Ing. Mgr. Hynkovi Černému za spolupráci a zodpovězení všech dotazů ohledně možného vzniku mimořádné události v Zimním stadionu Beroun. Děkuji řediteli stadionu Mgr. Antonínu Marxovi za vstřícnost a udělení přístupu ke všem důležitým dokumentům, současně děkuji také správci Tomáši Jirasovi za provedení po objektu. Můj dík patří také vedení Městského zimního stadionu v Lounech. Dále děkuji za trpělivost a podporu ze strany mé rodiny a přítele.

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce je vytvoření analýzy rizik objektu Zimního stadionu Beroun a návržení vhodných bezpečnostních opatření, přičemž práce je zaměřena zejména na riziko úniku nebezpečné chemické látky používané v objektu jako chladící médium. S využitím dostupných softwarových nástrojů jako jsou ALOHA a TerEx jsou provedeny modelace s cílem nastínit situaci vzniklou při úniku maximálního zadržovaného množství amoniaku. Výsledky modelace jsou porovnány se záznamy v nástroji Optizon. Diplomová práce se nezabývá pouze havarijní připraveností objektu, ale dotýká se mimo jiné i povodňové problematiky, neboť zimní stadion se nachází v záplavovém území řeky Berounky.

Účelem teoretické části je seznámit čtenáře se základními termíny potřebnými pro orientaci v problematice prevence závažných havárií a aktuálními trendy. V této části je tedy uveden přehled souvisejících právních norem a dalších dokumentů a jsou zde charakterizovány tzv. podlimitní objekty, včetně podrobného popisu objektu Zimního stadionu Beroun. Následuje popis vlastností amoniaku jako chemické látky, představení hlavních zásad správného chování obyvatel při úniku nebezpečné látky a postup složek integrovaného záchranného systému při zásahu s únikem amoniaku.

V praktické části je provedena multikriteriální analýza, jejímž cílem je výpočet výsledné úrovně rizika objektu zimního stadionu. Současně je vytvořena podrobná analýza rizik v softwarovém nástroji Riskan. Znázornění korelace mezi jednotlivými riziky je zajištěno s využitím metodiky KARS. Prostřednictvím výše zmíněných modelačních programů je simulován únik amoniaku ze systému chlazení. Na základě dostupné bezpečnostní dokumentace je posouzena připravenost objektu a vypracován návrh opatření ke zvýšení úrovně bezpečnosti a také návrh havarijní karty objektu zimního stadionu.

## **Klíčová slova**

Prevence závažných havárií; analýza hrozeb; podlimitní objekt; únik nebezpečné látky; zóna ohrožení; ochrana obyvatelstva.

## **ABSTRACT**

The aim of the diploma thesis is to create a risk analysis of the Beroun Ice Arena facility and to propose appropriate safety measures while the work is mainly focused on the risk of a leakage of a hazardous chemical substance used in the facility as a cooling medium. Using the available software tools such as ALOHA and TerEx, modeling is performed to outline an emergency arising from the leakage of a maximum amount of retained ammonia. The results of the modeling are compared with the records in the Optizon tool. The Diploma thesis does not only addresses the emergency preparedness of the facility, but also flood measures as the Ice arena is located in the flood area of Berounka river.

The aim of the theoretical part is to provide the readers with basic terminology needed for the awareness of the topic of major accidents prevention and its current trends. This part thus presents an overview of related legal norms and other documents along with the characterization of so called sub-limit facilities, including a detailed description of the Beroun Ice arena. It subsequently describes the properties of ammonia as a chemical substance and introduces main principles of correct behavior of citizens during a hazardous substance leakage and the intervention of the the Integrated rescue system bodies during the ammonia leakage.

In the practical part, a multicriteria analysis is performed, the aim of which is to calculate the resulting level of risk of the Beroun Ice arena facility. A detailed risk analysis is concurrently created using the Riskan software tool. The methodology KARS is employed to depict the correlation between individual risks. All the above mentioned modeling programs are used to simulate the ammonia leakage from the cooling system. On the basis of available safety documentation, the facility preparedness is assessed and a draft of measures to increase the safety level is proposed along with the proposal of an emergency card of the Ice arena facility.

## **Keywords**

Major accidents prevention; threat analysis; sub-limit facility; hazardous substance leakage; danger zone; population protection.

## Obsah

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | ÚVOD .....  | 10 |
| 2     | CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY .....   | 12 |
| 3     | PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU .....  | 13 |
| 3.1   | Vymezení základních pojmů .....   | 13 |
| 3.2   | Přehled souvisejících právních předpisů a ostatních dokumentů .....                       | 17 |
| 3.2.1 | Historie a současně platná legislativa na evropské úrovni.....                            | 17 |
| 3.2.2 | Legislativní vývoj prevence závažných havárií v ČR .....                                  | 20 |
| 3.2.3 | Přehled dalších souvisejících právních předpisů .....                                     | 22 |
| 3.2.4 | Dokumenty nelegislativního charakteru .....   | 22 |
| 3.3   | Charakteristika podlimitních objektů .....  | 24 |
| 3.3.1 | Přehled podlimitních objektů v ORP Beroun.....  | 25 |
| 3.3.2 | Případy úniku amoniaku ze zimních stadionů .....  | 29 |
| 3.4   | Popis objektu zimního stadionu v Berouně.....   | 32 |
| 3.5   | Amoniak.....  | 38 |
| 3.5.1 | Fyzikálně-chemické vlastnosti nebezpečné látky.....                                       | 38 |
| 3.5.2 | Vliv na zdraví zasažených osob a první pomoc .....  | 40 |
| 3.5.3 | Vliv na životní prostředí .....   | 41 |
| 3.5.4 | Vyjádření havarijních a přípustných koncentrací amoniaku v ovzduší .                      | 41 |
| 3.6   | Obecné zásady chování obyvatelstva při úniku nebezpečných látek .....                     | 44 |
| 3.7   | Zásah složek IZS při úniku amoniaku v podmínkách města Beroun (včetně dekontaminace)..... | 45 |
| 3.7.1 | Organizace místa zásahu a volba osobních ochranných prostředků.....                       | 46 |
| 3.7.2 | Ochrana obyvatelstva.....   | 48 |
| 3.7.3 | Činnosti vedoucí k zabránění šíření amoniaku .....  | 48 |
| 3.7.4 | Činnost dalších složek IZS poskytujících součinnost.....                                  | 49 |
| 4     | METODIKA .....  | 50 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Postup zpracování diplomové práce .....  | 50 |
| 4.2   | Použité metody a softwarové nástroje .....   | 51 |
| 4.2.1 | Multikriteriální analýza.....  | 51 |
| 4.2.2 | SW Riskan.....   | 52 |
| 4.2.3 | Metoda KARS .....  | 52 |
| 4.2.4 | SW Aloha .....   | 53 |
| 4.2.5 | SW TerEx .....   | 54 |
| 4.2.6 | Metoda komparace .....   | 54 |
| 5     | VÝSLEDKY .....   | 55 |
| 5.1   | Výpočet úrovně rizika objektu prostřednictvím multikriteriální analýzy .....                         | 55 |
| 5.1.1 | Stanovení základních koeficientů dopadů .....  | 56 |
| 5.1.2 | Výpočet následků (N).....  | 59 |
| 5.1.3 | Konečný výpočet úrovně rizika (R).....   | 59 |
| 5.2   | Analýza rizik v prostředí SW Riskan .....  | 60 |
| 5.2.1 | Aktiva.....  | 61 |
| 5.2.2 | Hrozby .....   | 62 |
| 5.2.3 | Výsledná rizika.....   | 64 |
| 5.3   | Vyjádření vzájemné vazby mezi identifikovanými riziky pomocí metodiky KARS .....                     | 68 |
| 5.4   | Modelace úniku amoniaku .....  | 71 |
| 5.4.1 | TerEx.....   | 72 |
| 5.4.2 | ALOHA.....   | 74 |
| 5.4.3 | Porovnání zjištěných výsledků s výsledky z programu Optizon.....                                     | 77 |
| 5.5   | Posouzení připravenosti objektu zimního stadionu v Berouně .....                                     | 79 |
| 5.5.1 | Protipovodňová ochrana objektu (viz povodňový plán objektu) .....                                    | 79 |
| 5.5.2 | Požární ochrana objektu (viz požární dokumentace) .....  | 84 |
| 5.5.3 | Havarijní připravenost objektu (viz plán čpavkového hospodářství a operativní karta zásahu... )..... | 88 |



|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.5.4 | Cvičení složek IZS v objektu ZS Beroun ..... | 92  |
| 5.6   | Závěry a návrhy opatření .....               | 94  |
| 5.7   | Návrh havarijní karty objektu .....          | 96  |
| 6     | DISKUZE .....                                | 100 |
| 7     | ZÁVĚR .....                                  | 107 |
| 8     | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....               | 109 |
| 9     | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....              | 111 |
| 10    | SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....               | 124 |
| 11    | SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK .....               | 125 |
| 12    | SEZNAM PŘÍLOH.....                           | 126 |

# 1 ÚVOD

Od počátku své existence je lidstvo neustále vystaveno hrozbám různorodého charakteru. V dřívějších dobách se lidé museli vyrovnávat především s hrozbami naturogenními, například s extrémními meteorologickými jevy, vulkanickou činností, zemětřesením a přirozenými povodněmi, které jsou pro Českou republiku (dále jen „ČR“) typické. Ovšem s postupným rozvojem průmyslu a dalších stěžejních odvětví, v nichž mají nebezpečné látky své využití, muselo lidstvo čelit i hrozbě vzniku závažných havárií, jež jsou součástí antropogenních hrozeb neboli těch, za nimiž stojí lidská činnost.

S neustálým vývojem a zvyšováním spotřeby nebezpečných látek se závažné havárie staly jakýmsi fenoménem moderní doby již od 20. století, které provázela řada chemických katastrof, z nichž společnosti nejznámějšími zůstávají tragédie v italském Sevesu a indickém Bhópálu. Katastrofální následky těchto událostí, ale spustily vlnu zájmu o zvýšení úrovně prevence vzniku závažných havárií a snahu o zmírnění jejich následků. V roce 2009 bylo díky záznamům v databázi ARIA zjištěno, že ze všech typů závažných havárií byly úniky nebezpečných látek se zastoupením 45,3 % nejčastější. Další pozici v pořadí zaujímají požáry se 45,1% podílem, dále pak výbuchy a další události (1).

Primární zdroje nebezpečí představují podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií), ve znění pozdějších předpisů, objekty zařazené do skupiny A nebo do skupiny B, v nichž jsou umístěny nebezpečné látky nad limit množství stanoveného tímto zákonem, jejichž únik do okolního prostředí by měl fatální následky na život a zdraví osob, zvířat, majetek a životní prostředí ve formě ekologické havárie. Značné nebezpečí však pro své okolí ale představují i tzv. podlimitní objekty, přestože množství zadržovaných nebezpečných látek nedosahuje takového množství jako u zmíněných skupin A a B. Podlimitní objekty se však velmi často nacházejí v těsné blízkosti lidských obydlí a bývají zdrojem úniku nebezpečných látek téměř každý rok.

Vhodným nástrojem pro identifikaci a zhodnocení potenciálních rizik odvoditelných z konkrétních hrozeb je analýza rizik. Dalším krokem je návrh opatření, která rizika a jejich následky buď eliminují, nebo alespoň sníží na přijatelnou úroveň. Protože v posledních letech také vzrostl potenciál mezinárodního terorismu a přibývají případy teroristických útoků na frekventovaných místech a kulturních akcích, je žádoucí v analýzách rizik zohlednit i tuto hrozbu. Všechny zmíněné hrozby a další z nich jsou uvedeny ve strategických dokumentech schválených vládou ČR, jako je např. Bezpečnostní strategie České republiky (2) nebo Analýza hrozeb pro Českou republiku (3).

O objekt Zimního stadionu Beroun (dále jen „ZS Beroun“) se zajímám již více než jeden rok, neboť jsem se v průběhu prvního ročníku navazujícího magisterského studia podílela na vypracování týmového projektu, který se zaměřoval na modelaci úniku amoniaku. Mé vlastní poznatky získané od vedení zimního stadionu a od příslušníků Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje, územního odboru Beroun jsou v práci využity a dále prohloubeny.

## 2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je provedení analýzy rizik objektu ZS Beroun, zhodnocení současného stavu bezpečnosti a navržení opatření, která přispějí ke zvýšení připravenosti objektu na vznik mimořádné události nebo krizové situace.

Teoretická část je zaměřena na charakteristiku podlimitních objektů, fyzikálně-chemické vlastnosti amoniaku a jeho vliv na zdraví osob a životní prostředí. Smyslem teoretické části je dále představení obecných zásad chování obyvatel při úniku nebezpečných látek a způsobu realizace zásahu složek integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) při úniku amoniaku.

Předmětem praktické části je zjištění míry rizika objektu pomocí multikriteriální analýzy a analýzy rizik s využitím standardních softwarových nástrojů, včetně modelace úniku amoniaku a komparace výsledků při použití různých programů.

Výsledkem diplomové práce je, na základě posouzení klíčových oblastí připravenosti objektu ZS Beroun, návrh opatření na zvýšení úrovně bezpečnosti, včetně návrhu havarijní karty objektu.

Pro diplomovou práci jsem stanovila tyto hypotézy:

**Hypotéza 1:** Při úniku celkové zádrže amoniaku nedojde k ohrožení centra města Beroun.

**Hypotéza 2:** Úroveň rizika zkoumaného podlimitního objektu ZS Beroun je vyšší než 15.

**Hypotéza 3:** Úroveň připravenosti objektu ZS Beroun je dostatečná.

### 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola diplomové práce shrnuje dosavadní obecně známé poznatky z řešené problematiky. Čtenář bude uveden do obrazu prostřednictvím vysvětlení stěžejních pojmů, jako je analýza rizik, závažná havárie, nebezpečná látka a další související odborná terminologie. Následuje výčet právních předpisů a dalších dokumentů vztahujících se k předmětu diplomové práce. Zároveň bylo nutné zabývat se obecnou charakteristikou tzv. podlimitních objektů, na kterou navazuje podrobný popis objektu ZS Beroun, popis vlastností nebezpečné látky umístěné v chladicím zařízení, způsoby chování obyvatelstva a zásah složek IZS v případě úniku nebezpečné látky.

#### 3.1 Vymezení základních pojmů

Následující pojmy byly převzaty ze zákona o prevenci závažných havárií a z dalších odborných publikací.

**Nebezpečí** je významná vlastnost systému představující možnost vzniku negativního jevu působícího ztráty na životech a zdraví osob, škody na majetku a ohrožení životního prostředí. Nebezpečí může být také označováno jako zdroj rizika (4; 5).

**Hrozba** – tento pojem lze vyložit jako negativní jev, který má nežádoucí vliv na bezpečnost a umožňuje vznik škody na chráněném zájmu. Míra hrozby se odvíjí od rozsáhlosti potenciálních škod, dále od časové vzdálenosti a pravděpodobnosti svého uplatnění. Hodnotí se primárně její velikost a potenciál škodu způsobit. Hrozba sama o sobě většinou vyvolává hrozby další a její podstata je chemická, fyzikální, biologická či společenská (6; 4). Hrozba je vždy objektivní. Hrozby je možné rozlišovat několika způsoby:

- Dle povahy na hrozby úmyslné (např. vandalismus, terorismus, sabotáže) a hrozby neúmyslné, k nimž se vážou hrozby přírodního typu, ale i chyby a nedbalost obsluhy, způsobující vznik nehody nebo havárie.
- Dle původu na přírodní a antropogenní hrozby (6).

**Riziko** představuje určitou míru pravděpodobnosti, že za konkrétních podmínek a v určitém časovém úseku dojde ke vzniku situace, která je pro nás nežádoucí z hlediska bezpečnosti (7). Jedná se o možnost vzniku negativních následků za předpokladu aktivace nebezpečí. Tuto možnost popisuje tzv. **míra rizika**. Opakem rizika je **bezpečnost**, což je žádoucí stav, kdy jsou veškerá rizika snížena na přijatelnou úroveň (8). Také rizika je možno klasifikovat. Obvyklým členěním je podle směru působení na vnitřní a vnější, dle možnosti odhadu na nepředvídatelná a předvídatelná a dle možnosti jejich vznik ovlivnit na ovlivnitelná a neovlivnitelná (5).

**Analýza rizik** – jejím cílem je lokalizace slabých míst systému, odhad pravděpodobnosti vzniku nežádoucí situace a stanovení míry rizika. V závislosti na výsledné míře rizika jsou hodnocená rizika rozčleněna do tří kategorií: nepřijatelné, podmíněně přijatelné a přijatelné riziko (9). Analýza rizik tedy představuje postup, při kterém dochází k porozumění charakteru rizika a vyhodnocení jeho úrovně (4).

Povinnost systematického vyhledávání možných rizik, jejich hodnocení a snižování ukládá každému zaměstnavateli § 102 zákona č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů. Pokud riziko nelze zcela odstranit, zaměstnavatel je povinen přijmout taková opatření, kterými minimalizuje možnost ohrožení zaměstnance. O vyhodnocení rizik a přijatých opatřeních je povinen vést dokumentaci (10).

**Zranitelnost** značí přirozenou vlastnost území. Jedná se o míru vnímavosti určité oblasti ve vztahu k následkům působení mimořádné události (11).

**Nebezpečná látka** – dle zákona o prevenci závažných havárií se nebezpečnou látkou rozumí „*vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemická směs podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího klasifikaci, označování a balení látek a směsí, splňující kritéria stanovená v příloze č. I k tomuto zákonu v tabulce I nebo uvedená v příloze č. I k tomuto zákonu v tabulce II a přítomná v objektu jako surovina, výrobek, vedlejší produkt, meziprodukt nebo zbytek, včetně těch látek, u kterých se dá důvodně předpokládat, že mohou vzniknout v případě závažné havárie*“ (12).

**Objekt** je místo eventuálně i komplex budov, kde je nebo bude nebezpečná látka skladována, používána, vyráběna, zpracovávána nebo přepravována. Objekt je využíván

podnikající fyzickou osobou nebo právnickou osobou a náleží k němu i příslušná infrastruktura a činnosti (12).

**Podlimitní objekt** je objekt nezařazený do skupiny B podle zákona o prevenci závažných havárií, který může představovat pro své okolí významné ohrožení a za účelem minimalizace dopadů závažné havárie se pro jeho okolí plánují opatření ochrany obyvatelstva (13).

**Zóna ohrožení podlimitního objektu** je plocha ohraničená vnější hranicí, která se stanovuje v závislosti na množství a druhu nebo kategorii nebezpečné látky umístěné v podlimitním objektu (13).

**Zařízení** je technická či technologická jednotka, v níž je umístěna nebezpečná látka. V souvislosti se zaměřením diplomové práce se zařízením rozumí chladicí systém zimního stadionu (1).

**Závažná havárie** představuje mimořádnou událost probíhající v určitém čase a prostoru, která je parciálně či kompletně nezvladatelná (12). Jak již bylo vysvětleno v úvodu, za závažnou havárii lze považovat především úniky nebezpečných látek, požáry, výbuchy, ale i znečištění ovzduší, pády objektů a materiálu, dopravní nehody a významné snížení úrovně kvality podzemních a povrchových vod, zapříčiněné kontaminací nebezpečnými látkami (1; 14; 15).

**Scénář** je profil rozvoje závažné havárie v různých obměnách. Charakterizuje sled veškerých příčinných, následných a souběžně probíhajících činností uskutečňovaných za účelem zvládnutí závažné havárie.

**Domino efekt** představuje vzájemnou blízkost objektů či zařízení nebo soustavy objektů či zařízení, v nichž je umístěna nebezpečná látka, v jejímž důsledku se může zvyšovat pravděpodobnost vzniku závažné havárie a velikost jejích dopadů. Domino efekt představuje také eskalaci událostí, při níž nežádoucí událost vzniklá v jednom objektu nebo zařízení způsobí jinou negativní událost u jiného objektu nebo zařízení (16; 17).

**Vyrozumění** tvoří komplex opatření na technické a organizační úrovni, jejichž účelem je zajištění včasného předání informace o hrozbě vzniku nebo již probíhající mimořádné události složkám IZS, orgánům krizového řízení, ale i právníkům a podnikajícím fyzickým osobám (4).

**Varování** znamená zajištění včasného předání informace obyvatelstvu o přímo hrozící mimořádné události nebo informování o mimořádné události, která už vznikla, s využitím organizačních a technických opatření (4).

Varování a vyrozumění je zabezpečeno **jednotným systémem varování a vyrozumění**, který je tvořen telekomunikačními sítěmi, vyrozumívacími centry a koncovými prvky. Pod pojmem **vyrozumívací centrum** si lze představit součást operačního a informačního střediska IZS nebo zařízení, které zřídila právnická nebo podnikající fyzická osoba pro potřeby varování. **Koncové prvky** v oblasti varování tvoří především sirény (rotační a elektronické) a místní informační systémy (obecní rozhlas). Koncový prvek pro účely vyrozumění orgánů krizového řízení je např. mobilní telefon (18).

**Evakuací** je nazýván proces přesunu obyvatel, zvířat a věcí z místa ohroženého mimořádnou událostí na místa, kde je pro evakuované osoby zajištěno ubytování, pro zvířata ustájení a pro věci uložení. Evakuace je vedle varování, ukrytí, nouzového přežití a dalších opatření sloužících k ochraně života, zdraví a majetku obyvatelstva jedním ze základních opatření ochrany obyvatelstva. Povinnost evakuovat se platí pro všechny osoby nacházející se v místě ohroženém mimořádnou událostí vyjma osob, které se účastní záchranných prací, řídí evakuaci nebo provádějí jinou činnost, která nesnese odkladu (19; 18).

**Dekontaminace** je komplex metod, nástrojů a postupů, jehož účelem je odstranění nebo výrazné snížení množství kontaminantu. Cílem dekontaminace je předcházení a eliminace negativních následků, které může nebezpečná látka svým působením zapříčinit. Podle toho, co je předmětem dekontaminace, se dělí na dekontaminaci osob, techniky a terénu. Detoxikace, dezinfekce a dezaktivace představuje dělení dekontaminace podle typu látky, která je odstraňována (20).



## **3.2 Přehled souvisejících právních předpisů a ostatních dokumentů**

Objem, ale i škála produkce nebezpečných látek se v globálním měřítku stále zvyšuje. Ročně jsou vyprodukovány stovky milionů tun a společnost je na nich doslova závislá i přes nebezpečné vlastnosti, jimiž jednotlivé látky disponují. Nebezpečné látky se používají napříč různými odvětvími počínaje chemickým průmyslem, přes zemědělství až po farmaceutický průmysl. Mimo to jsou nebezpečné látky hojně využívány také v domácnostech ve formě různých přípravků. Nebezpečné vlastnosti chemických látek a jejich možný dopad na zdraví osob a životní prostředí byly důvodem pro přijetí řady opatření na stupni evropském, ale i národním (4).

### **3.2.1 Historie a současně platná legislativa na evropské úrovni**

Zásadní vliv na utváření systému evropských právních předpisů upravujících oblast prevence závažných havárií, měly následky chemických katastrof, které se odehrály v letech 1970 – 1980 (21). Nejzávažnější z nich byly únik dioxinů z chemického reaktoru v továrně Icmesso v italském městě Seveso v roce 1976 a také havárie s únikem několika tun methylisokyanátu v indické pobočce amerického koncernu Union Carbide v roce 1984, které jak se ukázalo, předcházela řada pochybení obsluhujícího personálu a nedostatečná bezpečnostní opatření (22).

#### **A) Direktiva SEVESO**

A byla to právě havárie v Sevesu označována příznačně „chemická Hirošima“, na jejímž podkladě byla v Evropském společenství v roce 1982 přijata směrnice 82/501/EHS o rizicích závažných havárií při určitých průmyslových činnostech. Tato směrnice, nazývaná také SEVESO I, definovala základní pojmy jako např. průmyslová činnost, výrobce, nebezpečná látka a velká nehoda. Směrnice uložila provozovatelům rizikových objektů povinnost přijmout potřebná bezpečnostní opatření v rámci prevence před havárií, pokud se v objektu využívá nebezpečná chemická látka, jejíž přirozené vlastnosti mohou ohrozit zdraví osob a životní prostředí. Dalšími povinnostmi bylo informování veřejných orgánů o rizicích a o vzniku havárie, vyhotovení havarijního plánu a povinnost vzájemné výměny informací mezi členskými státy v případě hrozby přeshraničních účinků havárie. Značný důraz byl kladen na informování zaměstnanců

podniku, ale i osob nacházejících se v blízkosti objektu, které by mohly být havárií postíženy. Směrnice také obsahovala přehled nebezpečných látek a jejich limitní množství. Nevztahovala se na jaderná a vojenská zařízení, oblast výbušnin, těžbu a ostatní činnosti s těžbou související a likvidaci nebezpečného odpadu (8; 23).

Po dalších zkušenostech s haváriemi z posledních let 20. století, především pak s havárií v Bhópálu, vyvstala potřeba novelizace dosavadní legislativy. Stávající směrnice byla nahrazena směrnicí Rady 96/82/ES ze dne 9. 12. 1996 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek (dále jen „směrnice SEVESO II“). Směrnice se přestala vztahovat na skládky odpadu a na silniční, drážní, vodní, leteckou a potrubní dopravu nebezpečných látek mimo objekty, na které byla směrnice aplikována. Zavedla řadu nových pojmů např. závažná havárie, zařízení, provozovatel, nebezpečí a riziko. Směrnice SEVESO II poprvé uvádí pojem dominový efekt. Nově se směrnice zabývala i otázkou územního plánování ve vztahu k výstavbě nových objektů a rozšiřování obytné zástavby v okolí objektů. Provozovatelům uložila povinnost zpracování bezpečnostní zprávy a vnitřních a vnějších havarijních plánů. V reakci na přijetí Úmluvy o přeshraničních účincích průmyslových havárií v roce 1992 kladla vyšší důraz na rozšíření mezinárodní spolupráce a výměny informací mezi členskými státy. Došlo zde k výraznému rozšíření povinností provozovatele v oblasti přijímání bezpečnostních opatření, informování veřejnosti a zintenzivnění kontrolní činnosti příslušných orgánů. Oproti předchozí směrnici došlo k redukci nebezpečných látek v seznamu na minimum. Směrnice SEVESO II byla novelizována na podkladě závažných havárií v rumunském Baia Mare a v holandském Enschede v roce 2000 (24).

Dne 4. července 2012 byla přijata směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES (dále jen „směrnice SEVESO III“). Nutnost přijetí směrnice byla podložena změnami v systému klasifikace nebezpečných látek, která je nyní upravena nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (dále jen „nařízení CLP“). Dalším důvodem změny, byly výsledky přezkumu směrnice SEVESO II, které ukázaly, že i když je systém ochrany v rámci prevence závažných havárií účelně nastaven, frekvence závažných havárií se nesnížila. Cílem úpravy bylo pozvednout úroveň ochrany za předpokladu zvýšení efektivity a redukce administrativy. Směrnice SEVESO III

doporučuje zavedení programu běžných a mimořádných kontrol. Směrnice se kromě jiného nově netýká podzemních zásobníků plynu uložených v pobřežních vodách a zavádí pojem závod s podlimitním množstvím (25).

## **B) Evropská legislativa v rámci klasifikace chemických látek a směsí**

Oblasti týkající se chemických látek a směsí upravují dva hlavní evropské předpisy. Prvním je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES (dále jen „nařízení REACH“). Druhým významným předpisem je již zmíněné nařízení CLP (21).

Účelem nařízení REACH je zabezpečit udržitelný rozvoj za předpokladu zvýšení úrovně ochrany lidského zdraví a životního prostředí a do roku 2020 dosáhnout minimalizace nepříznivých účinků při výrobě a používání nebezpečných chemických látek (26). Nařízení REACH stanovuje, že právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby, které chemické látky vyrábí, dováží nebo používají, při svém podnikání, mají povinnost zjistit vlastnosti nebezpečné látky a posoudit jejich možné negativní dopady. Pro potřeby kontroly plnění stanovených povinností byla zřízena Evropská agentura pro chemické látky. Pro výrobce a dovozce vzniká povinnost registrace vyráběné či dovážené látky v objemu stejném nebo vyšším, než je jedna tuna ročně. Nařízení REACH určuje formát, způsob zpracování a sdílení bezpečnostních listů. Zakazuje výrobu a dovoz některých chemických látek a stanovuje podmínky pro povolování výroby a dovozu tzv. zvláště nebezpečných chemických látek. Povolení uděluje Evropská komise. Národním orgánem ČR odpovědným za plnění povinností podle nařízení REACH je Ministerstvo životního prostředí (27).

Nařízení CLP vychází z Globálně harmonizovaného systému tzv. GHS vytvářeného po dobu dvanácti let v rámci struktur Organizace spojených národů. Základní pojmy a definice jsou v souladu s nařízením REACH. Cílem nařízení CLP je zjistit vlastnosti látek a směsí, na základě kterých budou tyto látky a směsi označovány jako nebezpečné. Hodnotí se, zda látka či směs představuje nebezpečí pro lidské zdraví, fyzikální

nebezpečí, nebezpečí pro životní prostředí nebo nebezpečí pro ozonovou vrstvu. Na základě zhodnocení nebezpečnosti jsou následně látky a směsi zařazeny do jednotlivých tříd a kategorií nebezpečnosti. Nařízení CLP se liší vzhledem výstražných symbolů a zavádí signální slova varování a nebezpečí. Používá standardní věty o nebezpečnosti tzv. H-věty místo R-vět a P-věty nahradily S-věty představující pokyny pro bezpečné zacházení s látkami a směsmi (21; 28; 29).

### **3.2.2 Legislativní vývoj prevence závažných havárií v ČR**

Historie prevence závažných havárií v rámci ČR sahá do roku 1981, kdy byla vydána publikace civilní ochrany CO-51-5 pod názvem Provozní havárie s výronem nebezpečných škodlivin. Přestože se jednalo o interní služební předpis v působnosti tehdejšího Ministerstva národní obrany, byla to první metodická pomůcka, podle níž bylo možné určit nebezpečnou oblast na základě koncentrace uniklé látky. O osm let později ji následovala publikace zaměřující se na poskytnutí první pomoci při otravách průmyslovými chemickými škodlivinami (8).

První zákon o prevenci závažných havárií, vytvořený v gesci Ministerstva životního prostředí, byl zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky a o změně zákona č. 425/1990 Sb., o okresních úřadech, úpravě jejich působnosti a o některých dalších opatřeních s tím souvisejících, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon aplikoval do českého právního řádu směrnici SEVESO II, tím došlo k harmonizaci se systémem prevence závažných havárií Evropské unie. Zákon stanovil podmínky pro zařazení objektu do skupiny A nebo B a uložil provozovateli povinnost zpracovat návrh na zařazení, analýzu a hodnocení rizik závažné havárie, plán fyzické ochrany a bezpečnostní program v případě objektu zařazeného do skupiny A, nebo bezpečnostní zprávu v případě objektu zařazeného do skupiny B. Dále ukládá provozovateli objektu skupiny B zpracovat vnitřní havarijní plán a podklady pro vnější havarijní plán (30).

Z důvodu potřeby úprav stávajícího právního předpisu došlo k jeho zrušení zákonem č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů

v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů. Zákon byl přijat v návaznosti na novelizaci směrnice SEVESO II. Zákon nově stanovuje náležitosti protokolu o nezařazení, jehož zaslání krajskému úřadu je podmíněno množstvím nebezpečné látky, které je větší než 2 % množství uvedeného v příloze č. 1 v prvním sloupci tabulky I nebo tabulky II. Náležitosti návrhu na zařazení objektu či zařízení a bezpečnostní zprávy byly rozšířeny (7).

V současnosti je v platnosti nový zákon o prevenci závažných havárií zákon č. 224/2015 Sb., který je reakcí na přijetí směrnice SEVESO III. Nový zákon implementuje změny v systému klasifikace a značení chemických látek a směsí podle nařízení CLP. Významné změny se týkají především kategorizace v oblasti toxicity látek. Nároky na zajištění informovanosti veřejnosti byly zvýšeny. Zákon nově ukládá povinnost uživatelům nezařazených objektů aktualizovat protokol o nezařazení, pokud množství látky převýšilo 10 % dosud uvedeného množství (31).

K aktuálně platnému zákonu o prevenci závažných havárií byly s účinností od 1.10.2015 vydány tyto prováděcí právní předpisy:

- vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B;
- vyhláška Ministerstva vnitra č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury;
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku;
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie;
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole.

### 3.2.3 Přehled dalších souvisejících právních předpisů

Pro úplnost je v této podkapitole uveden pouze výčet dalších právních předpisů, které úzce souvisejí s problematikou prevence závažných havárií a týkají se např. oblastí ochrany obyvatelstva, IZS nebo nakládání s chemickými látkami. Jedná se zejména o tyto právní předpisy:

- zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů;
- vyhláška Ministerstva vnitra č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému, ve znění pozdějších předpisů;
- vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva;
- zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), ve znění pozdějších předpisů;
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 61/2013 Sb., o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech.

### 3.2.4 Dokumenty nelegislativního charakteru

Kromě výše uvedených směrnic Evropské unie a právních předpisů platných v podmínkách ČR se problematiky diplomové práce dotýkají další dokumenty, většinou zpracované dotčenými ministerstvy nebo jinými ústředními správními úřady a v některých případech projednané a schválené vládou ČR. Jedná se zejména o tyto dokumenty:

**Směrnice Ministerstva vnitra čj. MV-117572-2/PO-OKR-2011 ze dne 24. listopadu 2011, kterou se stanoví jednotná pravidla organizačního uspořádání krizového štábu kraje, krizového štábu obce s rozšířenou působností a krizového štábu obce** – zpracována Ministerstvem vnitra – generálním ředitelstvím hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen „MV-GŘ HZS ČR“), publikována ve Věstníku vlády pro orgány krajů a orgány obcí, ročník 9, částka 6. Tato směrnice stanoví organizační uspořádání a působnost a vymezuje činnost krizového štábu

kraje, krizového štábu obce s rozšířenou působností (dále jen „ORP“) a krizového štábu obce (pokud je zřízen) při řešení mimořádných událostí nebo krizových situací (32).

**Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky č. 35 ze dne 14.9.2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky, ve znění pokynu GŘ HZS ČR č. 1/2019** (dále jen „Pokyn GŘ HZS ČR č. 35“) – jedná se o interní předpis Hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen „HZS ČR“) k zajištění jednotného postupu hasičských záchranných sborů krajů (dále jen „HZS kraje“) při posuzování objektů, ve kterých se nachází podlimitní množství nebezpečné látky, a pro stanovení obsahových náležitostí a způsobu při zpracování dokumentace pro tyto objekty (13). Pokyn byl novelizován na začátku roku 2019, zejména byly upraveny grafické značky pro zpracování havarijní karty podlimitního objektu (33).

**Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030** – byla schválena usnesením vlády ČR č. 805 ze dne 23. října 2013. Je základním koncepčním dokumentem popisujícím systém ochrany obyvatelstva v ČR. Koncepce stanovuje základní principy ochrany obyvatelstva a vymezuje 5 priorit ochrany obyvatelstva, kterými jsou: občan; soukromé subjekty; ochrana kritické infrastruktury; věda, výzkum a inovace; definování nových úkolů a přístupů v ochraně obyvatelstva. Koncepce také zahrnuje Harmonogram realizace opatření ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030 (34).

**Analýza hrozeb pro Českou republiku** – byla schválena usnesením vlády ČR č. 369 ze dne 27. dubna 2016. Mimo jiné se v ní stanoví výčet celkem 22 hrozeb, které mohou ve velkém rozsahu ohrozit ČR, a byla u nich identifikována nepřijatelná úroveň rizika. V případě vzniku těchto hrozeb lze očekávat vyhlášení některého z krizových stavů a je proto nutné řešit připravenost na eliminaci a odstraňování jejich následků systémem opatření v krizovém plánování. Hrozby jsou členěny do dvou základních skupin – naturogení/antropogení, a tyto dále do podskupin – biotické/abiotické, resp. technogení/sociogení/ekonomické (3).

### 3.3 Charakteristika podlimitních objektů

Podle zákona o prevenci závažných havárií jsou jednotlivé objekty, v nichž je umístěna nebezpečná látka, rozdělovány do skupin A nebo skupin B podle množství uvedeného v příloze zákona v tabulkách I nebo II ve sloupcích 2 nebo 3, viz příloha 1 nebo příloha 2 diplomové práce. Pokud umístěná nebezpečná látka není jmenovitě uvedena v tabulce II, postupuje se podle množství uvedeného v tabulce I, která zobrazuje množství pro jednotlivé kategorie nebezpečnosti po vzoru nařízení CLP (12). Databáze MAPIS, kterou vede Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v současné době registruje 93 objektů skupiny A a 116 objektů skupiny B (35). Objekty nesplňující podmínku množství nebezpečné látky pro zařazení do skupiny A nebo do skupiny B jsou označovány jako nezařazené. Jedná se o objekty s tzv. podlimitním množstvím nebezpečné látky, které však často v důsledku své lokalizace v blízkosti lidských obydlí představují hrozbu pro místní obyvatele, zaměstnance, návštěvníky a osoby v okolí se pohybující. Takových objektů mohou být na území ČR až tisíce a typickými představiteli jsou právě zimní stadiony, plavecké areály, pivovary, masokombináty, mlékárny, bezobslužné výdejny tlakových lahví s propanbutanem (*LPG*), čerpací stanice pohonných hmot a další (4; 36).

Zákon o prevenci závažných havárií ukládá provozovatelům nebo uživatelům objektů řadu povinností. Zásadní povinností je zpracování a předložení stanovené dokumentace příslušným orgánům. V rozsahu zpracovávané dokumentace se zmíněné objekty výrazně odlišují. Společnou částí pro všechny provozovatele a uživatele je zpracování seznamu nebezpečných látek, na jehož základě provozovatel nebo uživatel zpracuje návrh na zařazení do příslušné skupiny nebo naopak protokol o nezařazení. Návrhy na zařazení do příslušných skupin je nutné předložit k posouzení krajskému úřadu, který o konečném zařazení objektu rozhodne. Protokol o nezařazení se naopak předkládá pouze v případě, že množství nebezpečné látky přesahuje množství 2 % z množství uvedeného ve sloupci 2 tabulky I nebo II v příloze tohoto zákona. Náležitosti protokolu o nezařazení zahrnují uvedení identifikačních informací o uživateli a objektu, seznam a výpočet poměrných množství nebezpečných látek a další stanovené údaje. Krajský úřad však při posouzení protokolu může rozhodnout o jeho zařazení do skupiny A nebo skupiny B např. z důvodu možnosti vzniku domino efektu (12).



Vzhledem k tomu, že zákon další povinnosti pro nezařazené objekty nestanovuje, byl v roce 2017 zpracován a uveden v platnost již zmíněný Pokyn GŘ HZS ČR č. 35, který definuje podlimitní objekt jako objekt nezařazený do skupiny B, pro nějž stanoví způsob provedení posouzení rizika vzniku závažné havárie a podmínky pro vypracování bezpečnostní dokumentace v podobě havarijní karty. Posouzení rizika vzniku závažné havárie u podlimitních objektů provádí HZS kraje. Prvním krokem v procesu je určení zdrojů rizika, které se provádí vždy u objektů skupiny A, a také u všech nezařazených objektů, v nichž množství bezvodého amoniaku přesahuje 1 t, množství chloru je vyšší než 400 kg nebo je v nich umístěno více než 1 t LPG či CNG. Na základě místních podmínek může HZS kraje provést identifikaci zdrojů rizik i u dalších objektů. Dalším bodem je výpočet zóny ohrožení postupem společným i pro stanovení zóny havarijního plánování, který je uveden ve vyhlášce č. 226/2015 Sb. Na stejném principu pracuje software Optizon, jenž může HZS kraje za tímto účelem využít. Následuje realizace multikriteriální analýzy a zhodnocení rizik, jehož výstupem bude určení míry rizika objektu. Na základě výsledného bodového hodnocení jsou podlimitní objekty rozděleny do tří kategorií, podle toho, zda představují pro své okolí nízké riziko, zvýšené riziko nebo významné riziko. Havarijní karta je vždy zpracována pro podlimitní objekty s významným rizikem dosahujícím hodnocení více než 15 bodů. Tyto objekty jsou zároveň zahrnuty do havarijního plánu kraje. V případě objektů s rizikem zvýšeným tedy v rozmezí od 10 do 15 bodů, je zpracování havarijní karty na rozhodnutí HZS kraje v závislosti na místních podmínkách (13; 21).

### **3.3.1 Přehled podlimitních objektů v ORP Beroun**

Na celém území Středočeského kraje se podle informací získaných z odboru životního prostředí a zemědělství na Krajského úřadu Středočeského kraje nachází více než 500 podlimitních objektů, jejichž provozovatel nebo uživatel předložil protokol o nezařazení (37). Hasičský záchranný sbor Středočeského kraje, územní odbor Beroun (dále jen „HZS ÚO Beroun“) eviduje záznamy o devíti podlimitních objektech na území správního obvodu ORP Beroun (38).

## A) Čerpací stanice pohonných hmot

Jako podlimitní objekty jsou zaznamenány tři čerpací stanice ve městech Králův Dvůr, Beroun a Zdice. Důvodem pro identifikaci zdrojů rizik v těchto objektech bylo skladované množství LPG větší než 1 t podle Pokynu GŘ HZS ČR č. 35.

## B) Carrier Refrigeration Operation Czech Republic s.r.o.

Podlimitní objekt se sídlem v Berouně se zabývá výrobou chladicí techniky, která se využívá v potravinářství. Společnost nabízí instalaci a servis chladicího nábytku a tepelných výparníků. Při výrobní činnosti je zde používána vysoce hořlavá látka cyklopentan, která je uskladněná mimo budovu pod venkovním přístřeškem. Odděleně jsou skladovány další látky jako je isokyanát a polyol. Z těchto tří látek se vyrábí směs používaná v chladicích skříních (39).



Obrázek 1 Výrobní hala a administrativní budova Carrier (zdroj vlastní)

## C) Rückl Crystal a. s.

Rückl Crystal a. s. je sklářský provoz, jehož hlavním předmětem je výroba olovnatého skla a křišťálu. Výrobky se zde dále brousí a dekorují. Důvodem provedení analýzy zdroje rizik objektu je přítomnost kyseliny fluorovodíkové a kyseliny sírové, které jsou skladovány samostatně v nádržích ve skladu kyselin. Tyto kyseliny se zde zpracovávají

do podoby lázně, v níž se výrobky finálně leští. Mimo to jsou v objektu umístěny další nebezpečné látky jako např. zemní plyn, acetylen a motorová nafta (40).



*Obrázek 2 Pohled na komplex skláren v obci Nižbor (zdroj vlastní)*

#### **D) Vápenka Čertovy schody a.s.**

Jedná se o dodavatele materiálů využívaných v různých odvětvích chemického průmyslu, stavebnictví, zemědělství a při výrobě oceli a železa. Je největším producentem vápencových a vápenných produktů v ČR. Výroba zahrnuje nehašené a hašené vápno, sušený a tříděný dolomit, vápenné mléko a kaši, kusový nebo mletý vápenec a další výrobky. Využívá se zde těžký topný olej (41).

#### **E) SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.**

Předmětem činnosti subjektu je výroba materiálů z tvárné a šedé litiny, která je v provozu přemísťována mezi jednotlivými pecemi pomocí transportní pánve a dále pomocí vysokozdvíhových vozíků. Výroba probíhá s využitím řady nebezpečných chemických látek umístěných ve skladu členěného na sekce: sklad kyselin, sklad isokyanátů a sklad aminů (42).

## **F) Riessner-Gase s.r.o.**

Společnost produkuje, nabízí k prodeji celou řadu plynů a poskytuje poradenství v oblasti potravinářských, technických, zvláštních a kalibračních plynů. Význam pro zpracování identifikace zdrojů rizik podle Pokynu GŘ HZS ČR č. 35 měla především přítomnost acetylénu, propanu, oxidu uhličitého a dusíku, který se využívá ke zmrazení potravin (43).

## **G) Zimní stadion Beroun**

Objekt zimního stadionu v Berouně je v přehledu podlimitních objektů rovněž zařazen, protože množství amoniaku využívaného jako chladicí médium pro tvorbu ledu na ledové ploše převyšuje množství stanovené Pokynem GŘ HZS ČR č. 35.



*Obrázek 3 Zimní stadion Beroun - pohled na strojovnu z parkoviště (zdroj vlastní)*

Další informace o umístění, množství skladovaných nebezpečných látek a velikosti zón ohrožení jednotlivých objektů jsou uvedeny níže v tabulce 1.

Tabulka 1 Přehled podlimitních objektů na území ORP evidovaných HZS ÚO Beroun (38)

| objekt  | ORP    | obec        | poloměr zóny ohrožení | skladovaná látka        | množství   |
|---|--------|-------------|-----------------------|-------------------------|--|
| Carrier Refrigeration Operation Czech Republic s.r.o. | Beroun | Beroun      | 50 m                  | cyklopentan             | 2 m <sup>3</sup>                                     |
| čerpací stanice EuroOil                               | Beroun | Beroun      | 96 m                  | LPG                     | 2 t  |
| čerpací stanice MOL                                   | Beroun | Králův Dvůr | 132 m                 | LPG                     | 2 t  |
| čerpací stanice EuroOil                               | Beroun | Zdice       | 96 m                  | LPG                     | 2 t  |
| RÜCKL CRYSTAL a.s. - sklárny                          | Beroun | Nižbor      | 978 m                 | kyselina sírová         | 20 t   |
|   |        |             |                       | kyselina fluorovodíková | 4 t  |
| Vápenka Čertovy schody a.s.                           | Beroun | Tmaň        | 81 m                  | těžký topný olej        | 150 m <sup>3</sup>                                   |
| SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.                            | Beroun | Králův Dvůr | 511 m                 | aminy                   | 19,6 t   |
|   |        |             |                       | isokyanáty              | 6 t  |
|   |        |             |                       | kyseliny                | 7,5 t  |
| Riessner-Gase s.r.o.                                  | Beroun | Zdice       | 50 m                  | acetylén                | 64 m <sup>3</sup><br>a 2248 ks<br>tlakových<br>láhví |
|   |        |             |                       | propan                  |  |
|   |        |             |                       | dusík                   |  |
|   |        |             |                       | oxid uhličitý           |  |
| Zimní stadion Beroun                                  | Beroun | Beroun      | 106 m                 | amoniak                 | 2,9 t  |

### 3.3.2 Případy úniku amoniaku ze zimních stadionů

Na základě výpisu událostí s únikem do ovzduší na sportovištích (viz příloha 3), poskytnutého MV – GŘ HZS ČR lze říci, že mezi lety 2014 a 2018 došlo celkem k 18 událostem, které byly spojeny přímo s únikem amoniaku na zimních stadionech. Nejvíce událostí bylo zaznamenáno v roce 2018, kdy bylo provedeno pět zásahů ve městech Příbram, Chomutov, Znojmo a Praha. V počtu událostí s únikem amoniaku následují roky 2016 a 2014. Nejvíce událostí se v tomto rozmezí let odehrálo v Královéhradeckém kraji, viz obrázek 4. Došlo zde celkem k pěti haváriím s únikem amoniaku, a to ve městech Náchod, Trutnov, Hradec Králové a Nový Bydžov. Od roku 2014 do roku 2018 došlo opakovaně k únikům na zimních stadionech např. v Bilině, Frýdku-Místku a Trutnově. Z pohledu zásahu byl zřejmě nejnáročnější zásah v Příbrami v roce 2018, kde zasahovalo 13 jednotek požární ochrany. Tato událost a událost v Hradci Králové v roce

2014 způsobila nejvíce postižených obyvatel. Nejrozsáhlejší evakuace naopak proběhla v Chomutově v roce 2018 a v Novém Bydžově roku 2014 (44).



Obrázek 4 Mapový přehled míst, na kterých došlo k úniku amoniaku ze zimního stadionu (44)

Další informace přináší následující kazuistika a příloha 3.

#### **A) Zimní stadion MEBYS Trutnov**

Dne 25.8.2014 krátce před půlnocí byl nahlášen únik amoniaku. K zimnímu stadionu se dostavila 1 jednotka požární ochrany a také Policie ČR, která zajistila uzávěry v okolí objektu. Uniklo cca 250 l nebezpečné látky. Žádné osoby nebyly zraněny a provedení evakuace nebylo nutné, protože naměřená koncentrace nebyla zdraví škodlivá. Amoniak unikal delší dobu z povoleného ventilu. Událost byla vyšetřována Policií ČR z důvodu podezření na sabotáž. Cizí zavinění však nebylo prokázáno a případ byl uzavřen jako technická závada (45).

### **B) Zimní stadion v Novém Bydžově**

30.11.2014 před pátou hodinou odpoledne došlo k úniku 20 kg amoniaku z poškozeného ventilu. Ze zimního stadionu bylo evakuováno 100 osob, které se účastnily probíhajícího hokejového zápasu. K události byly povolány dvě jednotky požární ochrany s chemickým kontejnerem. Prostor stadionu byl odvětrán a na závěr bylo provedeno kontrolní měření koncentrace amoniaku v ovzduší s negativním výsledkem (46).

### **C) Městský zimní stadion Jablonec nad Nisou**

10.8.2017 krátce po páté hodině odpolední zasahovali příslušníci HZS kraje na zimním stadionu při úniku amoniaku. Událost nastala u přetlakového ventilu jako následek působení vysoké teploty, která dále znesnadňovala i pokusy o odvětrání budovy, díky čemuž trval zásah několik hodin. Evakuováno bylo 30 osob a u jedné osoby došlo k intoxikaci (47).

### **D) Zimní stadion Chomutov**

19.4.2018 v 6:00 došlo v důsledku úniku cca 2 kg amoniaku ze zimního stadionu k evakuaci 116 osob z hotelu Aréna nacházejícího se v jeho blízkosti. Využit byl evakuační autobus HZS kraje. U události zasahovaly dvě jednotky požární ochrany. Únik ve strojovně chlazení byl zastaven a budova byla odvětrána (48).

### **E) Zimní stadion Příbram**

9.5.2018 krátce před osmou hodinou byl ohlášen únik amoniaku ve strojovně zimního stadionu z poškozeného ventilu čerpadla. Celkem bylo evakuováno 33 osob přímo ze stadionu a sousedícího aquaparku. K intoxikaci došlo u 9 osob. K likvidaci vzniklé čpavkové vody o vysoké koncentraci byla přivolána specializovaná firma, která zajistila její odčerpání za asistence hasičů, kteří také prováděli zkrápění okolí s cílem zabránit šíření čpavkové mlhy (49).

### 3.4 Popis objektu zimního stadionu v Berouně

#### A) Základní informace

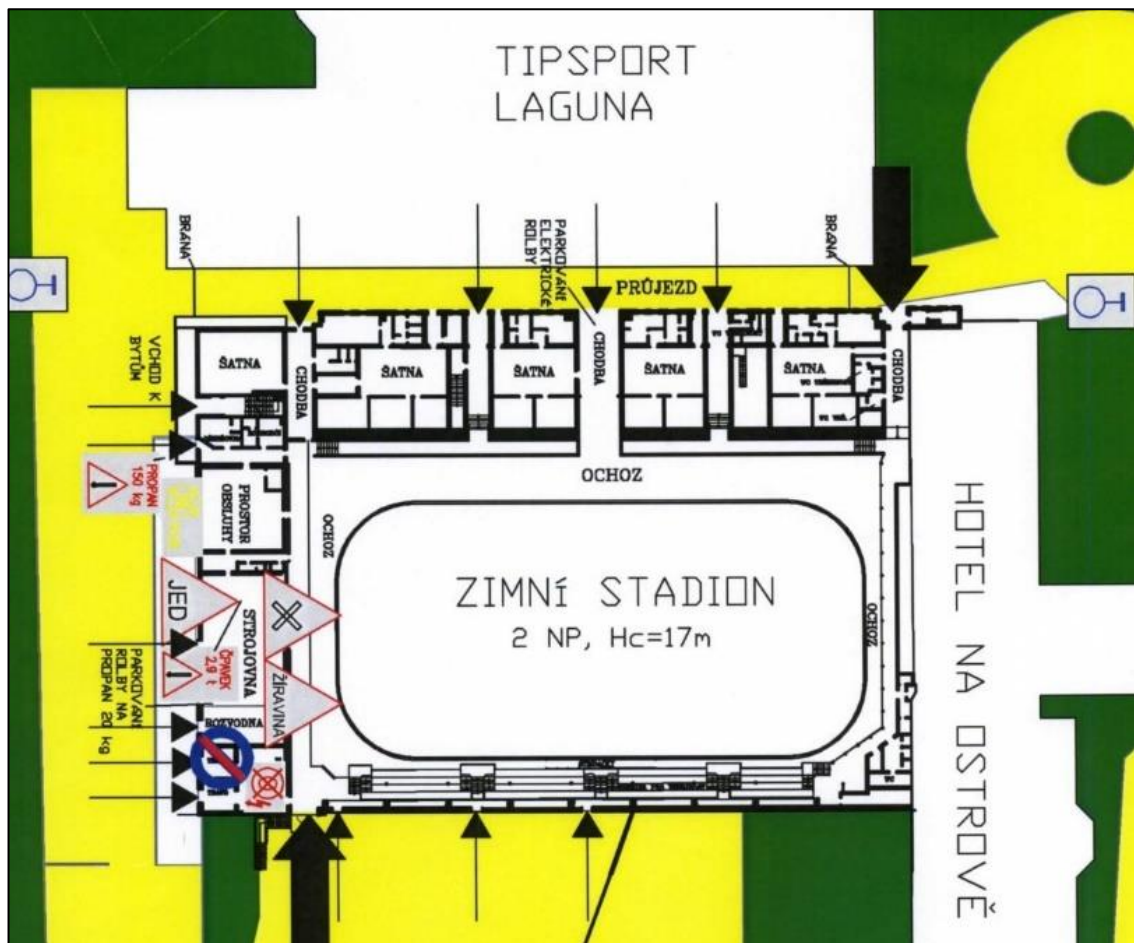
Objekt ZS Beroun je situován v lokalitě Na Ostrově, která je součástí městské části Závodí. Samotná lokalita je obklopena vodními toky. Severní část ostrova obtéká řeka Berounka a její náhon, který oblast odděluje od městské části Beroun-Město. Náhon Berounky se v jižní části ostrova vlévá do řeky Litavky. Ostrov končí nad soutokem Litavky a Berounky. Stadion se rozkládá se na ploše přibližně 4320 m<sup>2</sup> (50). Na ostrov se lze ze Závodí dostat lávkou pro pěší přes řeku Berounku. Jedinou příjezdovou cestu tvoří most přes náhon Berounky z ulice Na Parkáně. S městskou částí Beroun-Město spojuje ostrov dále most pro pěší z ulice V Pražské bráně a další dvě lávky u jezu a nad soutokem náhonu s Litavkou. Jedná se o zastřešený zimní stadion s jednou uměle vytvořenou ledovou plochou o rozměrech 58 x 28 m. V současné době je stadion ve vlastnictví města Beroun a provozuje jej sdružení Berounských sportovišť Berounská sportovní, a.s. Tato příspěvková organizace dále provozuje i Městský plavecký areál Tipsport Laguna, hřiště Hlinky a hřiště Vorel, in-line dráhu a Skatepark Beroun. Ředitelem ZS Beroun je v současné době Mgr. Antonín Marx (51). Průměrná týdenní návštěvnost se pohybuje okolo 800 osob a roční náklady na provoz objektu činí cca 6 mil. Kč bez investic (52).

Během sezóny se zimní stadion využívá pro lední hokej, curling a krasobruslení. V období mimo sezónu se na zimním stadionu pořádá celá řada kulturních akcí a dále se objekt využívá pro in-line hokej. Zimní stadion je základnou pro hokejové mužstvo HC Berounští Medvědi (50).

Nosná konstrukce stavby objektu je kombinací zděných a betonových prvků. Objekt tvoří železobetonová plocha kluziště s železobetonovou stupňovitou tribunou, kde jsou místa pro diváky k stání s kapacitou 1800 osob. Na protější straně je umístěna tribuna pro sedící diváky o 272 místech. Pod tribunou na stání se nacházejí zčásti podsklepené šatny pro hráče. Šatny je v objektu celkem pět a každá disponuje kapacitou pro 25 osob. V prostřední chodbě pod tribunou je místo pro elektrickou rolbu ENGO. Rolba je umístěna nad dvěma za sebou jdoucími sněhovými jámami. Náhradní rolba DEROL s pohonem na propan je uskladněna také v přízemí, v blízkosti rozvodny nízkého napětí,



vedle strojovny chlazení, na kterou navazuje místnost obsluhy neboli velín. V přízemí je též strojovna vzduchotechniky a objekt plynové kotelny, tělocvična, skladové prostory a bistro. V podzemním podlaží je zřízena úpravná vody. Ve druhém nadzemním podlaží nad strojovnou se nacházejí prostory kanceláří. Dále je zde VIP tribuna, místnosti hokejového klubu a 4 bytové jednotky se samostatným vchodem. Trvale zde žijí 2 osoby. Ve druhém podlaží se může shromažďovat až 50 osob. Dřevěná střešní konstrukce, která zastřešuje celou budovu, je tvořena dřevěnými lepenými parabolickými vazníky s ocelovými táhly. Konstrukci pokrývá krytina z pozinkovaného plechu na bednění (53; 54).



Obrázek 5 Plán budovy zimního stadionu v Berouně (54)

Na stadionu je v současné době zaměstnáno 9 osob:

- 3 vrátní,
- 2 uklízeči,
- 3 strojníci pracující na směny,
- provozní (52).

## **B) Historie zimního stadionu**

Zimní stadion se začal budovat již v roce 1950. Uvedení do provozu ale proběhlo až v roce 1971. Do roku 1985 byl stadion bez zastřešení, přestože byla střecha již v předchozích letech k dispozici uskladněná ve městě Beroun, ale ještě před instalací byla prodána do města Rokycany. Firma Dynatel, spol. s r. o. v čele s ředitelem Daliborem Švecem spravovala objekt zimního stadionu od roku 1993. V roce 2008 byla plocha osazena novými mantinely, díky čemuž došlo k zmenšení plochy z původních rozměrů 60 x 30 do dnešních rozměrů (50). V roce 2016 byl zimní stadion veřejnosti uzavřen z důvodu značného zadlužení provozovatele u společnosti ČEZ. Stadion byl odpojen od elektrické energie, v následku čehož hrozil únik amoniaku v případě jeho zahřátí v potrubí. Společnost ČEZ tak po dohodě se zástupci města provizorně obnovila v objektu dodávku elektrické energie, aby mohlo dojít k přečerpání plynu (55). Zimní stadion se následně vrátil do správy města Beroun, následně se o objekt starala společnost Aquapark Beroun, a.s., která řešila provedení potřebných oprav. Došlo například k výměně úpravny vody, do níž byly instalovány UV lampy mající značný vliv na kvalitu ledu. Byla zakoupena nová fréza na řezání ledu a došlo k obměně čerpadel čpavkového hospodářství, ale i čerpadla ve studni, která zásobuje objekt vodou. Díky čerpadlu bylo možné rozpouštět sníh z ledové plochy ve sněhové jámě (do té doby se vyvážel pomocí rolby mimo zimní stadion). Během roku 2017 přešel zimní stadion pod správu sdružení Berounská sportovní, a.s. Byla zakoupena nová rolba na úpravu plochy a původní rolba je v objektu připravena jako záložní stroj. V roce 2018 byl pořízen nový centrální panel pro správu celého areálu, byla provedena rozsáhlá rekonstrukce šaten a také výměna osvětlení. Byl realizován rozvod ústředního topení a v rámci čpavkového hospodářství došlo k opravě kompresorů (56; 57).

### C) Okolí zimního stadionu

V okolí ZS Beroun se nachází řada objektů, v nichž se koncentruje značný počet osob. Mezi tyto objekty patří především plavecký areál Tipsport Laguna, který přiléhá k jihovýchodní straně stadionu, a směrem na západ budova Hotelu Na Ostrově, která je se stadionem přímo propojena průchodem ve druhém podlaží. Hotel provozuje bývalý provozovatel stadionu Dynatel, spol. s r.o. Aquapark navštíví každý den průměrně 1850 osob a maximální kapacita je 200 návštěvníků. Součástí hotelu je restaurace s maximální kapacitou 120 míst. Samotný hotel umožňuje ubytování až 188 osob a nabízí také k pronájmu kongresové místnosti. V současné době je to 6 salonů o maximální kapacitě 405 osob a doplňkové školící prostory celkem pro 70 osob (58). V blízkosti stadionu se dále nachází fotbalové hřiště a tenisové kurty Tenisového klubu Lokomotiva Beroun. V lokalitě Na Ostrově se dále nachází restaurace Kozlovna Beroun s kapacitou 90 hostů (59). Za náhonem Berounky se nacházejí další objekty s vyšší koncentrací osob, např. restaurace La Paz, Fitness Tyran, čerpací stanice pohonných hmot RE & FI, s.r.o., AUTO MASARIK, s.r.o. a penzion pro seniory, v němž je ubytováno přibližně 55 osob (53). První rodinné domy se nachází cca 140 m od stadionu v ulici Na Ostrově. Sídliště Na Parkáně je vzdáleno cca 260 m. Na Ostrově v okolí zimního stadionu je k dispozici na 205 venkovních parkovacích míst.



Obrázek 6 Zobrazení významných objektů v okolí zimního stadionu (zdroj - <https://terinos.izscr.cz/>)

## D) Čpavkové hospodářství

K tvorbě ledové plochy se na ZS Beroun využívá systém kompresorového chlazení. Ve většině zimních stadionů se využívá tzv. přímý systém chlazení, tedy že v jednotlivých okruzích cirkuluje pouze jeden druh chladicího média, zpravidla amoniak. Projektované množství amoniaku v systému chlazení ZS Beroun činí 2891 kg této nebezpečné látky.

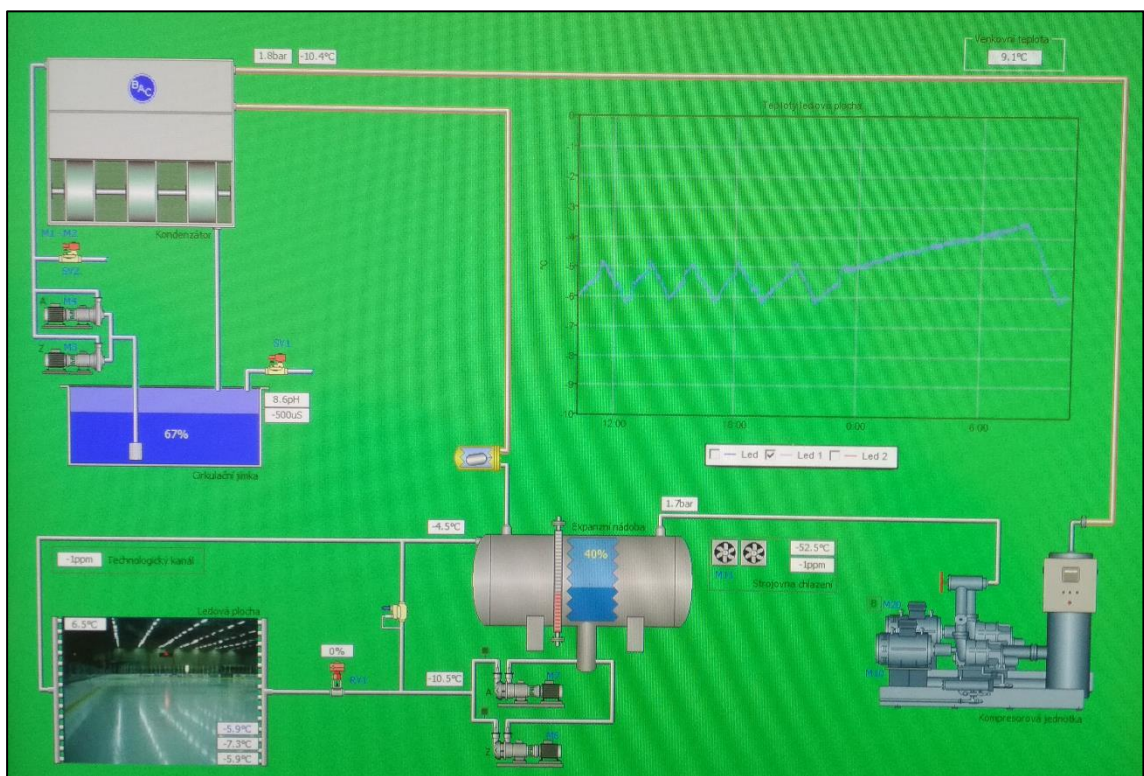
Vše začíná v místnosti strojovny, v níž je umístěna přibližně ve výšce 2 m od země expanzní nádoba viz obrázek 7, ve které je amoniak uchovávan v kapalné formě. V této nádrži se látka neustále odpařuje. Ve strojovně jsou dále dva střídavě pracující šroubové kompresory, které chodem zajistí rozvod plynného amoniaku potrubím do nového tepelného výměníku, neboli kondenzátoru značky Baltimor, umístěného venku na ochozu nad strojovnou. V tomto kondenzátoru dochází k ochlazení a opětovnému zkapalnění amoniaku, který se ochlazuje buď vzduchem, nebo vodou. Voda je čerpána z nedaleké studně (případně z veřejného vodovodu) a je nejprve upravována v úpravně vody. Po zchlazení a zkapalnění putuje médium zpět do expanzní nádoby. Pomocí dalšího čerpadla, které je také jištěno záložním strojem se kapalný amoniak dostává nástříky do sítě 21 000 m dlouhého ocelového potrubí umístěného pod betonovou plochou, kde se odpařuje a zajišťuje tvorbu ledu z vody nastříkané z hadic nebo přivezené rolbou, pomocí které se led na ploše dále upravuje. Odpad z ledové plochy v podobě seříznutého sněhu je odvážen rolbou do sněhových jam, kde se led rozpouští. Odpařený plynný amoniak se potom vrací technologickým kanálem zpět do expanzní nádoby (52).



Obrázek 7 Expanzní nádrž s amoniakem (zdroj vlastní)

Celý systém chlazení je řízen automaticky centrální řídicí jednotkou z místnosti obsluhy vedle strojovny. Řídicí jednotka je tvořena průmyslovým počítačem KIT A4, který je propojen sériovým rozhraním s obslužným PC a průmyslovým obslužným terminálem s dotykovou obrazovkou viz obrázek 8 (60).

Řídicí jednotka umožňuje i přechod na ruční řízení technologie a přináší informace o stavu technologického procesu chlazení. Sleduje stav jednotlivých komponentů, případně hlásí vzniklé poruchy, v jejichž případě spustí hlasitý alarm, který slouží k upozornění obsluhy. Počítač řídí také havarijní ventilaci, umožňuje regulaci teploty ledu a sleduje vybrané ukazatele jako např. procentuální množství amoniaku v expanzní nádrži nebo množství a pH vody v cirkulační jínce, přetlak v zařízení, hodnoty v jednotkách ppm naměřené detektory ve strojovně chlazení a v technologickém kanále. Dále zaznamenává i venkovní teplotu.



Obrázek 8 Schéma čpavkového hospodářství pořízené z řídicí jednotky (zdroj vlastní)

Údržba systému chlazení zahrnuje každoroční servis poskytovaný dodavatelem a pravidelné odolejování prováděné strojníky, které zabraňuje zanesení trubkovnice kompresorovým olejem.

#### **E) Výčet bezpečnostní dokumentace:**

- havarijní plán čpavkového hospodářství,
- dokumentace o začlenění do kategorie činností se zvýšeným požárním nebezpečím a s vysokým požárním nebezpečím,
- organizační směrnice pro zabezpečení požární ochrany,
- požární poplachová směrnice,
- řád ohlašovny požáru,
- požární evakuační plán,
- požární řád,
- operativní karta,
- povodňový plán objektu.

### **3.5 Amoniak**

V následující kapitole jsou popsány vlastnosti amoniaku známého také pod názvem čpavek, který se skrývá pod obecně známým chemickým vzorcem  $\text{NH}_3$ . Je klasifikován jako středně toxický bezbarvý plyn, který se využívá nejen jako chladicí médium v provozech již zmíněných v předchozích kapitolách, ale své uplatnění nachází také při výrobě umělých hnojiv a využívá se i jako fungicid v ovocnářství. Jednoznačně se řadí mezi nejčastěji skladované a používané nebezpečné látky (61).

#### **3.5.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti nebezpečné látky**

Na přítomnost amoniaku upozorňuje ostře štiplaný zápach, jehož lze zaznamenat již při nízké koncentraci 0,02 ppm. Zásadní informaci o tom, jak se bude toxický plyn chovat v prostoru, přináší relativní molekulová hmotnost. Pokud je nižší než 28,9 lze říci, že plyn bude mít při úniku tendenci stoupat vzhůru, neboť je lehčí než vzduch. Tímto tvrzením se však nelze řídit ve všech případech. Přestože relativní molekulová hmotnost amoniaku

je 17,03, plyn bývá skladován ve zkapalněném stavu pod tlakem a při jeho úniku tak dojde k prudkému ochlazení a zvýšení hustoty, následkem čehož dochází k tvorbě těžké bílé mlhy držící se při zemi, vtékající do míst pod úroveň terénu. Vlastnosti látky se tedy liší podle skupenství, ve kterém se nachází. Amoniak lze na základě výše popsaných charakteristických znaků pokládat za látku s dobrými varovnými vlastnostmi. Se vzduchem může tvořit výbušné směsi. Dolní hranici výbušnosti představuje koncentrace amoniaku v ovzduší 100 000 mg/m<sup>3</sup>, což je nejnižší možná koncentrace, při níž se po iniciaci šíří plamen (62).

Amoniak je hořlavý, žíravý, působí korozivně vůči kovům, snadno se rozpouští ve vodě a při reakci s kyselinami vznikají amonné soli. Amoniak může nebezpečně reagovat při kontaktu s některými materiály, viz tabulka 2. Při kontaktu s vodou vyvíjí exotermní reakce. Za běžných podmínek je amoniak stabilní, je však nutné v blízkosti omezit zdroje tepla a zamezit nárůstu tlaku v nádobách, ve kterých je skladován (63). Ve zkapalněném stavu se skladuje nejčastěji ve stacionárních nádržích, tlakových nádobách, či automobilových cisternách.

Tabulka 2 Shrnutí základních informací o vlastnostech amoniaku (64; 63)

| <b>Základní informace</b>            |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>název</b>                         | Amoniak bezvodý/ Čpavek   |
| <b>vzorec</b>                        | NH <sub>3</sub>   |
| <b>skupenství</b>                    | plynné (nejčastěji se však skladuje v kapalné formě jako 25 - 29% vodný roztok) |
| <b>barva</b>                         | bez barvy   |
| <b>zápach</b>                        | ostrý, štiplavý   |
| <b>hutnota</b>                       | 0,6 g/mol   |
| <b>relativní molekulová hmotnost</b> | 17,03   |
| <b>bod varu</b>                      | -33,4 °C  |
| <b>bod tání</b>                      | -77,7 °C  |
| <b>hořlavost</b>                     | hořlavý   |
| <b>teplota vznícení</b>              | 650 °C  |
| <b>rozpustnost ve vodě</b>           | 540 g.l-1   |
| <b>registrační číslo CAS</b>         | 7664-41-7   |
| <b>horní mez výbušnosti</b>          | 28 % (V)  |
| <b>dolní mez výbušnosti</b>          | 15 % (V)  |
| <b>tlak páry</b>                     | 8570 hPa  |

|  |   |
|--|---|
| <b>hodnota pH</b>                              | 11,6                                      |
| <b>nebezpečné produkty rozkladu při požáru</b> | oxidy dusíku a vodíku                     |
| <b>neslučitelné materiály</b>                  | kyseliny, oxidační činidla, měď,<br>mosaz |

Samotný rozptyl nebezpečné látky do okolí v případě úniku neovlivňují pouze její fyzikální a chemické vlastnosti. Způsob šíření je závislý i na dalších faktorech. Zásadní je například množství uniklého amoniaku, dále meteorologické podmínky, především tedy rychlost a směr větru a vertikální stálost atmosféry. Značný vliv má samozřejmě i charakter krajiny (61).

### 3.5.2 Vliv na zdraví zasažených osob a první pomoc

Plyn silně dráždí oči a horní cesty dýchací. Způsobuje silný dráždivý kašel, otok hlasivek, slzení, krvácení z nosu, bolesti hlavy a malátnost. Nevratné změny v organismu způsobí inhalace amoniaku po dobu jedné minuty za předpokladu, že koncentrace v ovzduší dosahuje 500 mg/m<sup>3</sup>. Nebezpečný je i jeho přímý kontakt s kůží ve zkapalněném stavu. Protože amoniak se při úniku značně ochladí, hrozí při jeho kontaktu s pokožkou vznik omrzlin. Omrzlé části jsou zbarveny do bílé barvy (62; 64).

Jedná se tedy především o inhalačně toxickou látku, která se vstřebává na ploše plicních sklípků o cca 100 m<sup>2</sup>. Při poškozování jejich stěn se postupně snižuje schopnost výměny kyslíku a z kapilár může začít do sklípků pronikat tekutina, což zapříčiní vznik otoku plic. Mezi další závažné následky patří poškození oční rohovky, poruchy krevního oběhu, zástava dýchání až následná smrt. Obecně je účinek toxické látky ovlivněn především fyzikálními a chemickými vlastnostmi látky, velikostí dávky, dobou expozice, ale i věkem, hmotností, pohlavím osoby, ale také aktuálním zdravotním stavem (62).

První pomoc je podmíněna přerušением působení amoniaku na zasaženou osobu. V počáteční fázi je nutné přemístit intoxikovaného ze zamořeného prostoru na čerstvý vzduch. Při zástavě dýchání provést umělé dýchání, ne však z úst do úst, neboť je zde možnost otravy zachránce. Pokud postižená osoba v bezvědomí dýchá, uložit ji do stabilizované polohy. Příliš těsný oděv je potřeba uvolnit, a pokud byl oděv kontaminován amoniakem ve zkapalněném stavu, je nutné takový oděv svléci. Jestliže



tkanina v místech omrzlin přiléhá těsně k pokožce, oděv raději ponechat. Postiženého je potřeba udržovat v teple, zasažená místa na pokožce omýt a překrýt sterilním obvazem. Pokud došlo k zasažení očí, provést jejich výplach nejlépe borovou vodou. Důležité je odstranit kontaktní čočky. Dále zajistit lékařské ošetření (16).

### **3.5.3 Vliv na životní prostředí**

Amoniak je považován za látku, která je nebezpečná pro životní prostředí. Je tedy nezbytné zabránit úniku do ovzduší, vniknutí do kanalizace a kontaminaci půdy, povrchových i spodních vod a čističek odpadních vod. Obzvláště toxický je pro vodní organismy. Letální koncentrace pro ryby při expozici trvající 96 hodin se uvádí 0,16 – 1,1 mg/l. Možnost akumulace látky v organismech se neuvažuje. Negativní dopad může mít také na rostliny, zároveň ale podporuje tvorbu řas a sinic. Do životního prostředí se dostává i ve formě hnojiv nebo jako výsledný produkt rozkladu odpadů živočišného a lidského původu. Přestože se jedná o zásaditou látku, podílí se na okyselování půd, je totiž jednou ze složek kyselých dešťů. Amoniak se však v přírodě vyskytuje i v přirozené formě, např. v podobě amonného iontu v půdě (65). Jako příklad znečištění životního prostředí amoniakem lze zmínit událost z roku 2008 ve Žďáru nad Sázavou, kde zaměstnanci specializované firmy odčerpávali na zimním stadionu zbytek amoniaku z trubkovnice pod ledovou plochou. Látka v množství 1 – 2 kg unikla kanalizací až do řeky Sázavy. Výsledkem byl úhyn až 60 kg ryb v délce asi 1 km vodního toku (66).

### **3.5.4 Vyjádření havarijních a přípustných koncentrací amoniaku v ovzduší**

Při chemických haváriích dochází v důsledku úniku nebezpečné látky ke kontaminaci životního prostředí. Znalost objemu neboli koncentrace nebezpečné látky v jednotlivých složkách životního prostředí, usnadňuje rozhodování v rámci realizace protichemických opatření. Pro potřeby diplomové práce je stěžejní především znalost stanovení koncentrací v ovzduší, které jsou vyjadřovány buď pomocí objemových jednotek, nebo hmotnostních jednotek (8).

Koncentrace objemová představuje určitý objem látky v jednotce objemu vzduchu. Je vyjadřována buď v % obj, které stanovují objem nebezpečné látky v litrech ve 100 l vzduchu, nebo v jednotkách ppm (pars per milion), které udávají objemovou část

v milionu. V rámci koncentrace hmotnostní, která vyjadřuje váhové množství látky v určitém objemu vzduchu, se používají nejčastěji jednotky mg/l nebo mg/m<sup>3</sup> (8).

Jednotky ppm lze přepočítávat na jednotky mg/m<sup>3</sup> prostřednictvím vztahu:

Koncentrace (ppm) = 24,45 \* koncentrace (mg/m<sup>3</sup>) / molekulová hmotnost látky

### **A) Přípustné koncentrace**

Přípustné koncentrace představují hygienické limity stanovené nařízením vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci:

- PEL: přípustný expoziční limit – koncentrace, které může být zaměstnanec vystaven po dobu 8 hodin, aniž by došlo k poškození zdraví či omezení pracovních schopností, při předpokladu standardní plicní ventilace 20 l/min,
- NPK – P: nejvyšší přípustná koncentrace – koncentrace, které nesmí být zaměstnanec v žádném případě vystaven (67).

### **B) Havarijní koncentrace**

O tyto hodnoty se opírá volba opatření k ochraně obyvatelstva a zasahujících osob, např. zda je vhodné provést evakuaci obyvatel, jaký druh osobních ochranných prostředků při zásahu zvolit, nebo jak dlouho je možné se v zamořeném prostoru pohybovat bez ochrany, aniž by došlo k nevratnému poškození zdraví.

- IDLH: limitní koncentrace, které může být osoba vystavena po dobu 30 minut a následně být schopna opustit kontaminovaný prostor,
- ERPG-1: maximální koncentrace, které je nechráněná osoba vystavena po dobu 1 hodiny, aniž by byla postižena jinými než mírnými rychle odeznívajícími příznaky,
- ERPG-2: maximální koncentrace, které je nechráněná osoba vystavena po dobu 1 hodiny a nezpůsobí závažné zdravotní následky,
- ERPG-3: maximální koncentrace, ve které může nechráněná osoba pobývat po dobu 1 hodiny, aniž by byla ohrožena na životě,

- HPK -10 a HPK – 60: představují maximální koncentrace, kterým mohou být zasahující osoby bez ochranných prostředků vystaveny po dobu 10 nebo 60 minut, aniž by došlo k nevratnému poškození zdraví,
- HAU – 20 nebo HAU – 120: jsou limitní koncentrace, při kterých je nutné provést evakuaci obyvatel do 20 nebo 120 minut od začátku inhalace uniklé látky,
- AEGL -1: koncentrace, nad kterou osoby mohou zaznamenat podráždění a být vystaveny účinkům, které jsou vratné,
- AEGL -2: koncentrace, nad kterou může hrozit osobám rozvoj závažných zdravotních následků,
- AEGL -3: koncentrace, nad kterou se osoby v zamořeném prostoru mohou ocitnout v přímém ohrožení života (67).

Následující tabulka vyjadřuje limitní koncentrace amoniaku v ovzduší. Pro zobrazení hodnot současně v jednotkách ppm a mg/m<sup>3</sup> byl využit výše zmíněný matematický vztah.

Tabulka 3 Přehled stanovených koncentrací amoniaku vyjádřených v hmotnostních i objemových jednotkách (8)

| <b>Přehled přípustných a havarijních koncentrací amoniaku v ovzduší</b> |         |                         |            |
|---|---------|-------------------------|------------|
| <b>typ</b>  |         | <b>v jednotkách</b>     |            |
|   |         | <b>mg/m<sup>3</sup></b> | <b>ppm</b> |
| přípustná koncentrace   | PEL     | 14,0                    | 20,1       |
|   | NPK-P   | 36,0                    | 51,7       |
| havarijní koncentrace   | ERPG-1  | 17,4                    | 25,0       |
|   | ERPG-2  | 139,3                   | 200,0      |
|   | ERPG-3  | 696,5                   | 1000,0     |
|   | IDLH    | 209,0                   | 300,0      |
|   | HPK -10 | 1044,8                  | 1500,0     |
|   | HPK-60  | 139,3                   | 200,0      |
|   | HAU-20  | 348,3                   | 500,0      |
|   | HAU-120 | 139,3                   | 200,0      |
|   | AEGL-1  | 20,9                    | 30,0       |
|   | AEGL-2  | 111,4                   | 160,0      |
| AEGL-3  | 766,1   | 1100,0                  |            |

### 3.6 Obecné zásady chování obyvatelstva při úniku nebezpečných látek

Správné postupy chování obyvatel v případě vzniku chemické havárie shrnuje příručka vydaná MV-GŘ HZS ČR. Doporučuje se zachovat dostatečný odstup od místa vzniku havárie, neboť s větší vzdáleností ve směru větru klesá koncentrace nebezpečné látky, která je v místě úniku vždy nejvyšší. Příručka radí zdržovat se na místech na návětrné straně od místa havárie. Osoby nacházející se v otevřeném prostranství by měly urychleně vyhledat vhodný improvizovaný úkryt. Za nejúčelnější variantu se považují místnosti ve vyšších patrech na závětrné straně budov. Využití sklepních prostorů jako úkrytu se nedoporučuje vzhledem tomu, že značné množství nebezpečných látek se při úniku šíří při zemi. Pokud okna ve zvolené místnosti netěsní dostatečně, je vhodné za účelem zvýšení těsnosti použít např. lepicí pásku nebo navlhčenou tkaninu, přitom nezapomenout na nenápadné otvory jako jsou klíčové dírky. Důležité je zastavit ventilaci vzduchu v místnosti (64).

S výdejem prostředků individuální ochrany se během havárií s únikem nebezpečných látek nepočítá. Pokud tedy vyvstane potřeba zamořený prostor překonat, je vhodné využít improvizované ochranné prostředky, alespoň k ochraně dýchacích cest např. překrýt ústa navlhčenou látkou, v případě amoniaku nejlépe namočenou v roztoku kyseliny citrónové. K ochraně povrchu těla lze využít pláštěnku nebo kabát, dlouhé kalhoty, gumové holínky, rukavice, čepice a šály. Improvizovaná ochrana proti nepříznivým účinkům amoniaku je použitelná až do koncentrace v ovzduší 400 ppm. Dalším krokem je provedení dekontaminace, opět improvizovaným způsobem, tedy minimálně osprchování celého těla nebo alespoň omytí zasažených míst (64).

Po zaznění varovného signálu „všeobecná výstraha“ věnovat pozornost informacím v hromadných sdělovacích prostředcích, ale také v místních informačních systémech (obecní rozhlas, elektronické sirény), nebo informacím předávaným s využitím výstražných rozhlasových systémů na vozidlech složek IZS. V případě vzniku mimořádné události je nezbytné, aby obyvatelstvo v zasažených oblastech nepodléhalo panice a nešířilo neověřené (poplašné) zprávy. Je třeba naopak jednat rozvážně a řídit se pokyny sdělovanými příslušnými orgány. Obecně se doporučuje zbytečně netelefonovat, aby nedošlo k přetížení telefonních sítí (64).

V místě mimořádné události je třeba se vyhnout zvýšené tělesné zátěži, neboť se při ní zvyšuje frekvence dýchání a tím v organismu stoupá objem nebezpečné látky, která je ve vzduchu obsažena. Při zvýšené zátěži může dýchacím ústrojím projít až 60 l/min. Dále je žádoucí, aby se lidé přesvědčili, že jejich sousedé jsou se situací srozuměni, případně jim vypomohli při evakuaci, či poskytli úkryt (64).

Složky IZS rozhodnou o nutnosti provedení evakuace na základě posouzení závažnosti nastalé mimořádné události. Potřeba evakuace se může odvíjet i od typu unikající nebezpečné látky. Pokud se jedná o látku, která nemůže způsobit závažnou dlouhodobou kontaminaci okolního prostředí, evakuace nemusí být vyhlášena a obyvatelé budou vyzváni, aby se nepřibližovali k místu a setrvali ve vhodném improvizovaném úkrytu. Evakuace může však být vyhlášena pro osoby, které žijí nebo se v dané době nacházejí v blízkosti zdroje ohrožení. Pokud hrozí dlouhodobá kontaminace a předpokládá se rozsáhlá déletrvající dekontaminace prostředí, je evakuace vyhlášena a osobám, na které se vztahuje, se doporučuje, aby si připravily evakuační zavazadlo. Kromě přípravy evakuačního zavazadla je nutné při evakuaci dodržovat i další zásady, např. vyjít z úkrytu až na pokyn složek IZS, v opuštěném obydlí uhasit otevřený oheň, doporučuje se uzavřít přívody plynu, vody a vypojit elektrické spotřebiče ze zásuvek. Při evakuaci je možné s sebou vzít malá domácí zvířata, i když je tato otázka v některých případech značně diskutabilní. Pro bezpečnost dětí se doporučuje vložit jim do kapsy lístek s identifikačními údaji. Obyvatelé se z oblasti, kde byla vyhlášena evakuace, buď dostaví na stanovené místo shromáždění, nebo se dopraví přímo do evakuačního střediska vlastním vozidlem (64).

### **3.7 Zásah složek IZS při úniku amoniaku v podmínkách města Beroun (včetně dekontaminace)**

Koordinaci záchranných a likvidačních prací bude na místě zásahu provádět příslušný služební funkcionář HZS ÚO Beroun. Velitel zásahu vyhlásí odpovídající stupeň poplachu a v případě potřeby zřídí štáb velitele zásahu a případně určí velitele jednotlivých úseků a sektorů. V případě úniku amoniaku na ZS Beroun bude zásah prováděn zejména jednotkami HZS ÚO Beroun ze stanic dislokovaných v Berouně

a v Hořovicích, za využití odpovídající požární techniky (viz tabulka 4). Součinnost dále mohou podle závažnosti situace poskytovat také jednotky sborů dobrovolných hasičů obcí (dále jen „JSDHO“), především tedy JSDHO Králův Dvůr, JSDHO Zdice a JSDHO Chyňava (68).

Tabulka 4 Předpokládaný výčet potřebné požární techniky na místě zásahu (68)

| <b>Předpokládané nasazení požární techniky HZS ÚO Beroun</b> |  |
|--|--|
| <b>Stanice Beroun</b>  | cisternová automobilová stříkačka (CAS20)    |
|  | cisternová automobilová stříkačka (CAS32)    |
|  | technický automobil chemický                 |
|  | kontejnerový automobil s týlovým kontejnerem |
|  | velitelský automobil                         |
| <b>Stanice Hořovice</b>                                      | cisternová automobilová stříkačka (CAS24)    |
|  | rychlý zásahový automobil                    |

Příjezd jednotky HZS kraje ze stanice v Berouně bude trvat přibližně 6 minut a měl by být proveden po směru větru. Tento doporučený postup však v případě vanutí východního větru nelze aplikovat, protože ulice Na Parkáně představuje jedinou přístupovou cestu pro příjezd požární techniky.

### 3.7.1 Organizace místa zásahu a volba osobních ochranných prostředků

Na místě zásahu se předběžně vytyčí **nebezpečná zóna**, v níž budou hasiči pracovat za použití ochranných prostředků. Hranici nebezpečné zóny se doporučuje určit v místě, kde byla naměřena koncentrace čpavku v ovzduší přibližně 50 ppm pomocí měřících přístrojů (viz obrázek 9). Velikost nebezpečné zóny se ale stanovuje také na základě druhu nebezpečné látky a dále se upravuje s přihlédnutím k celkovému množství látky, meteorologickým podmínkám a členitosti terénu (69; 70).



Obrázek 9 Přístroje pro měření koncentrace amoniaku v ovzduší (zdroj vlastní)

Na nebezpečnou zónu navazuje **vnější zóna**, kde se soustřeďují síly a prostředky, které budou v nebezpečné zóně nasazeny. Zřizuje se zde nástupní prostor a dekontaminační prostor, který musí být vybudován ještě před vstupem příslušníků HZS kraje do nebezpečné zóny. Dekontaminační prostor bude tvořit stanoviště pro dekontaminaci osob a stanoviště pro dekontaminaci techniky, obojí je zřizováno na hranici nebezpečné zóny. K dekontaminaci protichemických oděvů se použije 8% kyselina octová a k dekontaminaci povrchu těla postačí voda případně v kombinaci s mýdlem. Na stanoviště pro dekontaminaci navazuje kontrolní místo pro zjištění efektivity provedené dekontaminace. Následuje místo pro odložení osobních ochranných prostředků do připravených nádob a stanoviště zpětného vystrojení. Ve vnější zóně bude také připravena tzv. trojnásobná požární ochrana pro požární zásah zahrnující vodu, pěnu a prášek. Třetím pásmem je tzv. **zóna ohrožení** představující prostor předpokládaného šíření nebezpečné látky, ve které budou v případě potřeby realizována opatření ochrany obyvatelstva, zejména varování a podle situace improvizované ukrytí nebo evakuace (70).

Volba ochranných prostředků se odvíjí od naměřené koncentrace nebezpečné látky. Do koncentrace 500 ppm postačí použití izolačních nebo filtračních dýchacích přístrojů v kombinaci se zásahovým oděvem. V koncentracích mezi 500 až 5000 ppm je nutné využít nepřetlakové ochranné oděvy s izolačním dýchacím přístrojem a v místech s naměřenou koncentrací přesahující 5000 ppm izolační dýchací přístroje a přetlakové ochranné oděvy. Měření koncentrace je důležité i pro kontrolu, zda nedochází k dosažení dolní meze výbušnosti (69).

### **3.7.2 Ochrana obyvatelstva**

Osoby nacházející se v zóně ohrožení budou varovány s využitím mobilních prostředků, tedy pomocí vozidel složek IZS, městského rozhlasu, dále může být využit automatický vyrozumívací systém města Beroun. Návštěvníci aquaparku Tipsport Laguna budou varováni s využitím rozhlasu instalovaného v tomto zařízení.

V případě rozhodnutí velitele zásahu k provedení evakuace budou evakuovány všechny osoby nacházející se přímo v nebezpečné zóně a také osoby v zóně ohrožení, za využití stanovených evakuačních cest. Ty jsou voleny tak, aby se evakuované osoby vyhnuly nebezpečné zóně a eliminovalo se tak riziko intoxikace nebezpečnou látkou (69). V případě havárie na ZS Beroun se předpokládá, že bude nezbytné evakuovat také osazenstvo a personál přilehlých objektů (Hotel Na Ostrově a Tipsport Laguna). Evakuované osoby budou shromážděny na stanoveném místě v dostatečné vzdálenosti od místa zásahu. V případě nepříznivých povětrnostních podmínek mohou být využity evakuační stany, případně budou evakuovaným osobám vydány příkrývky ze zásob materiálu humanitární pomoci, určených k okamžitému použití. Pokud by se předpokládal dlouhodobý zásah, budou zabezpečeny evakuační autobusy, pomocí nichž mohou být osoby převezeny do evakuačního střediska v Berouně (71).

### **3.7.3 Činnosti vedoucí k zabránění šíření amoniaku**

Pokud dochází k úniku amoniaku, je nutné především najít a utěsnit otvor, kterým látka uniká. V místě úniku vzniká námraza. Vhodným prostředkem k utěsnění je např. vlhký kus látky, který k místu úniku přimrzne. Kapalný amoniak v žádném případě nezkrápět, neboť to zapříčiní rychlý odpar do oblaku. K likvidaci vzniklé louže se použije sorbent. Zbytkové množství amoniaku v zařízení bude čerpadlem přečerpáno a hadicí svedeno



do sudů, které jsou k dispozici ve strojovně. V případě, že amoniak uniká v plynném stavu, bude se vznikající oblak zkrápět proudem vody. Jako vodní zdroj zde lze využít i řeku Berounku. Utěsněním kanalizačních vpustí se zabrání dalšímu šíření nebezpečné látky, resp. kontaminované vody (69).

Zasažené prostory zimního stadionu budou následně odvětrávány, např. strojovna pomocí havarijní ventilace. Zvýšená pozornost bude kladena na níže položené prostory, v tomto případě tedy šatny a místnost úpravy vody, ze které se látka může dostávat dále do sklepa a následně do kanalizace (52).

#### **3.7.4 Činnost dalších složek IZS poskytujících součinnost**

Pokud dojde k masivnímu úniku amoniaku z chladícího zařízení a situace bude vyžadovat dlouhodobé provádění záchranných a likvidačních prací, bude na místo zásahu povolána výjezdová skupina chemické laboratoře Kamenice, která bude kontinuálně monitorovat, zaznamenávat a následně vyhodnocovat naměřené koncentrace nebezpečné látky (71).

Součinnost na místě zásahu budou poskytovat i další složky IZS. Výjezdové skupiny Zdravotnické záchranné služby Středočeského kraje, vyslané z výjezdové základny Beroun, budou poskytovat přednemocniční neodkladnou péči intoxikovaným osobám a zajišťovat jejich transport do cílového zdravotnického zařízení. Policie ČR s Městskou policií Beroun budou zajišťovat veřejný pořádek a bezpečnost na místě zásahu, regulaci pohybu osob a vozidel a budou se podílet na varování osob (71).

## 4 METODIKA

Tato kapitola přináší informace o způsobu vypracování diplomové práce. Otázkou bezpečnosti v objektu ZS Beroun se zabývám již od roku 2018, kdy jsem navrhla téma společného projektu zaměřujícího se na modelování úniku amoniaku ze ZS Beroun pomocí dostupných softwarových nástrojů. Zajistila jsem veškeré potřebné podklady prostřednictvím osobních konzultací jak s pracovníky ZS Beroun, tak s odpovědnými zaměstnanci Městského úřadu Beroun a příslušníky HZS ÚO Beroun. Pro potřeby diplomové práce byla spolupráce s vedením a zaměstnanci ZS Beroun dále rozšířena a již zmíněné podklady a informace získané při předchozích rozhovorech byly v práci dále využity.

### 4.1 Postup zpracování diplomové práce

V průběhu zpracovávání teoretické části diplomové práce bylo využito značné množství zdrojů, zejména odborné publikace, právní předpisy nebo internetové články. Interní dokumenty analyzovaného objektu sloužily především pro popis objektu v teoretické části a posouzení připravenosti objektu v praktické části. Důležitý zdroj informací tvořily konzultace s příslušníky HZS ÚO Beroun, kteří předali informace o provedení zásahu v ZS Beroun a zároveň poskytli operativní karty podlimitních objektů evidovaných ve správním obvodu ORP Beroun. Využitelné byly rovněž rozhovory s provozním, strojníkem a revizním technikem ZS Beroun, jejichž cílem bylo objasnění provozu přímého systému chlazení používaného v tomto objektu. Další podklady o podlimitních objektech poskytl odbor životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu Středočeského kraje a také byly využity statistické informace o únicích nebezpečných látek ze sportovišť, které eviduje odbor operačního řízení MV-GŘ HZS ČR.

V praktické části byla vypočítána úroveň rizika podlimitního objektu ZS Beroun pomocí multikriteriální analýzy a byla provedena analýza rizik pomocí SW Riskan. Dále byla vyjádřena vzájemná vazba mezi riziky s využitím metodiky KARS. Rozptyl amoniaku uniklého z chladicího zařízení byl namodelován softwary ALOHA a TerEx. Výsledky byly mezi sebou porovnány a následně komparovány i s výstupy ze SW Optizon. Dále byla zhodnocena připravenost objektu na vznik mimořádných událostí,

byla navržena řada opatření v posuzovaných oblastech bezpečnosti. Závěrem byla navržena havarijní karta objektu.

## **4.2 Použité metody a softwarové nástroje**

Kromě sběru a analýzy výše zmíněných podkladů a využití možnosti řady odborných konzultací jsem v diplomové práci využila tyto metody a softwarové nástroje:

- multikriteriální analýza,
- SW Riskan,
- metoda KARS,
- SW Aloha,
- SW TerEx,
- metoda komparace.

### **4.2.1 Multikriteriální analýza**

Jedná se o analýzu rizik, která se provádí u podlimitních objektů, jenž splňují již zmíněné podmínky uvedené v Pokynu GŘ HZS ČR č. 35., u nichž se předpokládá riziko úniku nebezpečné látky. Na základě místních podmínek lze tuto analýzu aplikovat i na jiné objekty. Cílem multikriteriální analýzy je výpočet míry rizika (R), na základě kterého se rozhoduje, zda bude pro analyzovaný objekt potřebné vypracovat havarijní kartu. Míra rizika se vypočítá jako součin frekvence vzniku mimořádné události (F) a následků (N) zahrnujících nepříznivé účinky na životy a zdraví osob, životní prostředí, včetně ekonomických a společenských dopadů (13).

Po zjištění výsledku následuje zařazení objektu do příslušné skupiny:

- a) Míra rizika je nižší než 10 bodů – tzn., že objekt představuje nízké riziko a vypracování havarijní karty není nutné,
- b) Míra rizika je v rozmezí od 10 do 15 bodů – tzn., že objekt představuje zvýšené riziko a vypracování havarijní karty se odvíjí od místních podmínek,
- c) Míra rizika je vyšší než 15 bodů – tzn., že objekt představuje významné riziko a je nutné pro něj zpracovat havarijní kartu (13).

#### 4.2.2 SW Riskan

Softwarový nástroj Riskan je vyvinut výhradně pro potřebu vytváření analýzy rizik. Program je charakteristický jednoduchou obsluhou, která začíná vytvořením tzv. profilu definujícího analyzovaný objekt. Ve vytvořeném profilu se dále pracuje se třemi hlavními elementy, a to s aktivy, hrozbami a zranitelností. Hlavním krokem k vytvoření analýzy rizik je tedy výběr jednotlivých aktiv a hrozeb. V programu lze využít připravenou šablonu aktiv a hrozeb. Aktiva a hrozby jsou zde sjednoceny do skupin dle charakteru a jejich složení lze podle vlastní potřeby editovat. Vybraná aktiva a hrozby se zobrazí v datové mřížce, která slouží k hodnocení jednotlivých prvků na základě přednastavených hodnotících škál. V dalším kroku se posuzuje zranitelnost aktiv dílčími hrozbami. Výsledné riziko je vypočteno jako součin hodnot aktiva, pasiva a zranitelnosti. Dle dosažené hodnoty jsou následně rizika barevně rozlišena. Nízké riziko je charakterizováno zelenou barvou, pro střední riziko je příznačná žlutá barva a červená barva značí riziko vysoké. Při změně dílčích hodnot nastává okamžité přepočítání výsledného rizika. Při zvýšení jakékoliv dílčí hodnoty dochází ke zvýšení hodnoty výsledného rizika. Výhodou programu je možnost tvorby grafů a export výsledků profilu do prostředí Excelu (72).

#### 4.2.3 Metoda KARS

Výslednou analýzu rizik lze doplnit metodou, která zkoumá vzájemné vztahy mezi riziky. Kvantitativní analýzou rizik s využitím jejich souvztažnosti (KARS) se zjišťuje na podkladě míry pasivity a aktivity, zda jedno riziko může vyvolat druhé. Vyjádření vzájemných vztahů se provádí v tabulce souvztažnosti, v níž se vzájemný vliv rizik bude hodnotit prostřednictvím hodnot:

X – riziko nemůže vyvolat stejné riziko,

0 – jestliže riziko nemá potenciál vyvolat jiné riziko,

1 – riziko pravděpodobně může vyvolat jiné riziko (73).

Pro všechna rizika jsou následně vypočítány koeficienty aktivity z hodnot v jednotlivých řádcích a koeficienty pasivity z hodnot v jednotlivých sloupcích v tabulce souvztažnosti pomocí vztahů:

$$K_{AR_i} = \frac{\sum R_i}{x - 1}$$

$$K_{PR_i} = \frac{\sum R_i}{x - 1}$$

Vypočítané koeficienty jsou následně zobrazeny v bodovém grafu a ten je pomocí výpočtu průmek  $P_1$  a  $P_2$  rozdělen na čtyři segmenty, přičemž v prvním segmentu se nachází primárně významná rizika (73).

$$P_1 = K_{Amax} - \frac{(K_{Amax} - K_{Amin})}{100} * 80$$

$$P_2 = K_{Pmax} - \frac{(K_{Pmax} - K_{Pmin})}{100} * 80$$

#### 4.2.4 SW Aloha

Aloha je softwarový nástroj vyprodukovaný divizí Emergency Response Division v rámci National Oceanic and Atmospheric Administration, která při vývoji spolupracovala s Environmental Protection Agency. Aplikace při zadání potřebných vstupních dat předpovídá možné dopady úniku nebezpečných látek formou výpočtu tzv. Threat Zone, neboli nebezpečné zóny, v níž se projeví vlastnosti do ovzduší uvolněné látky. Aloha je volně dostupná a společně s ní je pro modelace úniků nebezpečných látek vhodná také instalace databáze látek CAMEO Chemicals a mapová aplikace MARPLOT (74).

Pro výpočet nebezpečné zóny je nutné lokalizovat objekt, zadat čas úniku a zvolit název unikající látky. Aloha zobrazí vlastnosti látky a dále požaduje zadání atmosférických dat. Následně nabídne čtyři základní modely, které se odvíjí od zdroje úniku. První je přímý okamžitý nebo kontinuální únik z jednoho místa, dále odpar z louže, únik z nádrže nebo z potrubí. Kromě zobrazení nebezpečné zóny v mapovém podkladu nabízí Aloha i výpočet rychlosti úniku látky do ovzduší a promítnutí výstupů do podoby grafů (74).

#### 4.2.5 SW TerEx

Program TerEx známý též jako „teroristický expert“ byl vyvinut českou společností T-SOFT a slouží pro zhodnocení dopadů mimořádných událostí s přítomností nebezpečných látek nebo souvisejících s použitím nástražného výbušného systému. TerEx predikuje nejhorší možné následky i přes zadání nedostatečných vstupních dat (75).

Pro vypracování následků modelované mimořádné události lze zvolit tři různé cesty. První zmíněnou je využití seznamu nebezpečných látek přímo v programu TerEx. Po zvolení příslušné nebezpečné látky program zobrazí přehled navržených modelů mimořádných událostí, které jsou pro vybranou látku charakteristické. Další možností je zvolit scénář události přímo přes tlačítko modulu Havarijní modely. V případě nejistoty při výběru vhodného havarijního scénáře se nabízí možnost využití modulu Průvodce. Průvodce navrhuje modely mimořádných událostí na základě typu zařízení, ze kterého látka uniká např. automobilová cisterna, potrubí, skladovací nádrž, technologické zařízení a další. TerEx verze 3.1 nabízí k využití celkem 11 havarijních modelů od nástražného výbušného systému, úniku dioxinu, ohrožení nádrže plošným požárem přes různé typy dlouhodobých nebo jednorázových úniků nebezpečných látek až po hoření nebo pomalý odpar kapaliny z louže. Různé modely také vyžadují zadání různých vstupních údajů. K již vypracovaným uloženým mimořádným událostem se lze vrátit v modulu Havarijní události. TerEx poskytuje výsledky ve formě grafů a nebezpečných zón zobrazených v mapových podkladech. Dále také navrhuje ochranná doporučení pro jednotlivé zóny a výseče na základě typu události (75).

#### 4.2.6 Metoda komparace

Metoda komparace je založena na porovnávání informací získaných jinými metodami. Je určena k hledání rozdílů ale i společných ukazatelů analyzovaných jevů. V této diplomové práci byly porovnávány především výsledky modelací s využitím programů TerEx, Aloha a Optizon, ale i samotné programy mezi sebou, jejich vlastnosti a náročnost jejich obsluhy.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Výpočet úrovně rizika objektu prostřednictvím multikriteriální analýzy

Protože ZS Beroun splňuje podmínku podlimitního objektu podle článku 3 Pokynu GŘ HZS ČR č. 35, tedy projektované množství bezvodého amoniaku přesahuje mezní hodnotu 400 kg, byla pro tento objekt vypracována multikriteriální analýza, jejíž smyslem je výpočet úrovně rizika, na jehož základě se následně rozhoduje o zpracování havarijní karty objektu. Postup multikriteriální analýzy je podrobně vysvětlen v příloze č. 1 zmíněného pokynu GŘ HZS.

Konečný výpočet úrovně rizika (R) je charakterizován matematickým vztahem:

$$R = F * N$$

kdy koeficient F představuje frekvenci vzniku mimořádné události. Pro zimní stadiony se udává hodnota 5, protože se nejedná o průmyslové zóny a frekvence možného vzniku je považována za méně častou oproti jiným objektům, v nichž se nakládá s nebezpečnými látkami. Hodnota vyjadřuje četnost vzniku přibližně jedenkrát za 4 - 9 desetiletí.

Následky (N) se vypočítají prostřednictvím součtu součinů jednotlivých koeficientů zastupujících dopady na životy a zdraví osob ( $K_O$ ), životní prostředí ( $K_{ŽP}$ ), ekonomiku ( $K_E$ ) a společnost ( $K_S$ ) a jejich váhových koeficientů ( $VK$ ) s přiřazenou hodnotou:

$$N = (K_O * VK_O) + (K_{ŽP} * VK_{ŽP}) + (K_E * VK_E) + (K_S * VK_S)$$

Hodnoty váhových koeficientů jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5 Přehled hodnot váhových koeficientů dopadů (13)

| Přehled hodnot váhových koeficientů |   |         |  |
|-------------------------------------|---|---------|--|
| koeficient                          | popis   | hodnota | poznámka   |
| VK <sub>O</sub>                     | Váhový koeficient dopadu na životy a zdraví osob. | 0,4     | Váhové koeficienty vyjadřují důležitost samostatných oblastí chráněných zájmů. Nejvýznamnější chráněný zájem představují životy a zdraví osob, proto je příslušný váhový koeficient ohodnocen nejvyšší hodnotou. |
| VK <sub>ŽP</sub>                    | Váhový koeficient dopadu na životní prostředí.    | 0,2     |  |
| VK <sub>E</sub>                     | Váhový koeficient dopadů na ekonomiku.            | 0,2     |  |
| VK <sub>S</sub>                     | Váhový koeficient dopadů na společnost.           | 0,2     |  |

### 5.1.1 Stanovení základních koeficientů dopadů

#### A) Stanovení koeficientu dopadu na ekonomiku (K<sub>E</sub>)

Koeficient je zastoupen tabulkovou hodnotou 5, která odpovídá škodě v rozmezí od 10 do 100 milionům korun.

#### B) Stanovení koeficientu dopadu na životní prostředí (K<sub>ŽP</sub>)

Koeficient je zastoupen tabulkovou hodnotou 2. Stanovená hodnota vyjadřuje zanedbatelný dopad na životní prostředí.

Význam a hodnoty jednotlivých dílčích koeficientů potřebných pro výpočet koeficientů K<sub>O</sub> a K<sub>S</sub> jsou uvedeny v tabulce 6.



Tabulka 6 Popis a hodnoty jednotlivých dílčích koeficientů potřebných k výpočtu dopadů  $K_s$  a  $K_o$  (13; 52)

| <b>Přehled významu a hodnot dílčích koeficientů pro výpočet dopadů</b> |  |                |   |
|--|--|----------------|---|
| <b>koeficient</b>  | <b>popis</b>   | <b>hodnota</b> | <b>poznámka k hodnotám</b>  |
| Q <sub>1</sub>   | Index snížení následků.  | 0,0084         | Index odpovídající nebezpečným látkám v plynném skupenství zkapalněným chladem.   |
| Q <sub>2</sub>   | Index snížení následků.  | 0,163          | Stanovená hodnota.  |
| PO   | Součet počtů osob žijících v okolí a osob dočasně se vyskytujících v okolních významných budovách, s výjimkou osob nacházejících se přímo v ZS Beroun. | 353            | Počet zahrnuje osoby přítomné v objektech, které se nachází v zóně ohrožení ZS Beroun stanovené Optizonem. Výsledný počet je součtem jedné třetiny maximálních kapacit aquaparku (67) a hotelu (261) a počtu zaměstnanců (10+15). |
| X  | Šíření nebezpečné látky v jedné šestině zóny ohrožení o výšce s úhlem 60°.   | 6              | Stanovená hodnota.  |
| PN   | Maximální kapacita ZS Beroun.  | 2172           | Součet maximální kapacity hlediště (2072), počtu hráčů (2 x 25) a maximální kapacity VIP tribuny (50).  |
| Y  | Probabilita maximálního obsazení ZS Beroun.  | 0,1            | Odvíjí se od typu technologie chlazení a pouze příležitostného dosažení maximální kapacity.   |
| PZ   | Běžný počet zaměstnanců vyskytujících se v ZS Beroun po většinu dne.   | 5              | Počet přítomných zaměstnanců se mění v závislosti na programu a v období mimo sezónu počet klesá. Celkový počet zaměstnanců je 9, z nichž někteří pracují ve směnném provozu. Hodnota vyjadřuje průměrný počet během sezóny.      |
| PM   | Počet osob omezených havárií.  | 2              | Osoby žijící v bytech ZS Beroun nad strojovnou.   |
| K <sub>S2</sub>  | Představuje dobu, po kterou bude trvat omezující situace.  | 2              | Stanovená hodnota.  |
| K <sub>S3</sub>  | Index míry omezení společnosti   | 2              | Stanovená hodnota.  |

### C) Výpočet koeficientu dopadů na životy a zdraví osob ( $K_O$ )

$$K_O = (K_{O1} + K_{O2}) / 2$$

Pro získání tabelované hodnoty koeficientu smrtelných dopadů ( $K_{O1}$ ) je nezbytné vypočítat hodnotu smrtelných dopadů ( $P_{O1}$ ):

$$P_{O1} = Q_1 * \left( \frac{PO}{X} + PN * Y + PZ \right)$$

$$P_{O1} = 0,0084 * \left( \frac{353}{6} + 2\,172 * 0,1 + 5 \right)$$

$$P_{O1} = 2,36$$

Výsledek odpovídá 1 až 2 úmrtím, a tedy hodnotě  $K_{O1} = 1$

Pro získání tabelované hodnoty koeficientu ohrožení osob ( $K_{O2}$ ) je nezbytné vypočítat předpokládaný počet ohrožených osob ( $P_{O2}$ ):

$$P_{O2} = Q_2 * \left( \frac{PO}{X} + PN * Y + PZ \right)$$

$$P_{O2} = 0,163 * \left( \frac{353}{6} + 2\,172 * 0,1 + 5 \right)$$

$$P_{O2} = 45,8$$

Výsledek odpovídá 21 – 50 ohroženým osobám, a tedy hodnotě  $K_{O2} = 3$

$$K_O = (1 + 2) / 2$$

$$K_O = 2$$

### D) Výpočet koeficientu dopadů na společnost ( $K_S$ )

$$K_S = (K_{S1} + K_{S2} + K_{S3}) / 3$$

Pro získání tabelované hodnoty koeficientu omezených osob ( $K_{Sl}$ ) je nezbytné vypočítat počet omezených osob ( $P_{O3}$ ) matematickým vztahem:

$$P_{O3} = PO + PN * Y + PZ - P_{O1} - P_{O2} + PM$$

$$P_{O3} = 353 + 2172 * 0,1 + 5 - 2,36 - 45,8 + 2$$

$$P_{O3} = 529,04$$

Výsledek se nachází v rozmezí od 501 až 1000 omezených osob a odpovídá hodnotě  $K_{Sl} = 3$

$$K_S = (3 + 2 + 2) / 3$$

$$K_S = 2,33$$

### 5.1.2 Výpočet následků (N)

Za účelem získání hodnoty N se jednotlivé hodnoty vypočítané  $K_O$ ,  $K_S$  a stanovené  $K_{ŽP}$  a  $K_E$  vynásobí příslušnými váhovými koeficienty. Výsledky budou následně sečteny.

$$N = (K_O * VK_O) + (K_{ŽP} * VK_{ŽP}) + (K_E * VK_E) + (K_S * VK_S)$$

$$N = (2 * 0,4) + (2 * 0,2) + (5 * 0,2) + (2,33 * 0,2)$$

$$N = 2,66$$

### 5.1.3 Konečný výpočet úrovně rizika (R)

Vynásobením výsledku N získaného předchozím výpočtem s frekvencí (F) se nyní dochází ke konečnému výsledku tedy výpočtu úrovně rizika objektu.

$$R = F * N$$

$$R = 5 * 2,66$$

$$R = 13.3$$

Úroveň rizika objektu ZS Beroun odpovídá podlimitnímu objektu, v němž vznik havárie představuje zvýšené riziko. Dle Pokynu GŘ HZS ČR č. 35 tedy není povinnost zpracovávat havarijní kartu, ale na základě místních podmínek se k jejímu vypracování může přistoupit. **Hypotéza 2** (Úroveň rizika zkoumaného podlimitního objektu ZS Beroun je vyšší než 15.) **je tedy nepotvrzena.**

Celý postup vychází z přílohy č. 1 Pokynu GŘ HZS ČR č. 35.

## 5.2 Analýza rizik v prostředí SW Riskan

Pro analýzu konkrétních rizik, které mohou nepříznivě působit na objekt ZS Beroun a jeho blízké okolí byl použit **rizikový kalkulátor Riskan**. Prvním krokem při tvorbě analýzy rizik bylo určení aktiv a hrozeb a jejich ohodnocení. Dále bylo realizováno vyhodnocení zranitelnosti jednotlivých aktiv vůči každé pravděpodobné hrozbě a následně byl proveden automatický výpočet:

$$\text{Riziko} = \text{hodnota aktiva} * \text{pravděpodobnost hrozby} * \text{zranitelnost}$$

Za účelem subjektivního hodnocení aktiv, hrozeb a zranitelnosti byly používány hodnoty z přednastavených číselníků, viz tabulka 7.

Tabulka 7 Číselníky

|                               |   |              |
|-------------------------------|---|--------------|
| <b>Hodnota aktiva</b>         | 0 | žádná        |
|                               | 1 | velmi nízká  |
|                               | 2 | nízká        |
|                               | 3 | střední      |
|                               | 4 | vysoká       |
|                               | 5 | velmi vysoká |
| <b>Pravděpodobnost hrozby</b> | 0 | žádná        |
|                               | 1 | zanedbatelná |
|                               | 2 | nízká        |
|                               | 3 | střední      |

|                     |   |              |
|---------------------|---|--------------|
|                     | 4 | vysoká       |
|                     | 5 | velmi vysoká |
|                     | 6 | jistá        |
| <b>Zranitelnost</b> | 0 | žádná        |
|                     | 1 | nízká        |
|                     | 2 | střední      |
|                     | 3 | vysoká       |

Po automatickém výpočtu úrovně rizik byla jednotlivá rizika na základě výsledných hodnot rozčleněna do tří kategorií: **riziko nízké, střední a vysoké**. Rozmezí hodnot je zobrazeno v tabulce 8.

*Tabulka 8 Rozmezí hodnot výsledných rizik*

| Výsledné riziko |         | maximální možné riziko |
|-----------------|---------|------------------------|
| nízké           | 0 - 29  | 90                     |
| střední         | 30 – 59 |                        |
| vysoké          | 60 – 90 |                        |

### 5.2.1 Aktiva

Aktiva představují chráněné zájmy, které mohou být v případě výskytu hrozby negativně ovlivněny. Základem pro výběr jednotlivých aktiv byl přednastavený seznam aktiv, který byl následně upraven v textovém editoru. Byla ponechána některá z uvedených aktiv a přidána další s ohledem na charakter objektu ZS Beroun a jeho okolí. Aktiva byla následně hodnocena s využitím hodnotící škály pro aktiva, která je uvedená výše. Hodnoty uvedené v tabulce 9 jsou výsledkem subjektivního hodnocení založeného především na významnosti aktiva pro provoz objektu. Vysokými hodnotami disponují především technologie chlazení, elektrorozvodná síť a nebytové prostory, jako jsou kanceláře a místnosti obsluhy. Vysoká hodnota byla rovněž přidělena přílehlým objektům Hotelu Na Ostrově a aquaparku Tipsport Laguna, které mohou být potenciálně ohroženy mimořádnou událostí, jejíž zdroj se nachází v ZS Beroun (např. požár a únik amoniaku z technologie chlazení). Nejvíce zranitelná aktiva obecně představují osoby, proto byli návštěvníci a zaměstnanci ZS Beroun, příslušníci složek IZS a další osoby nacházející se v okolí ohodnoceni stupněm 5.

Tabulka 9 Přehled aktiv pro ZS Beroun

| Aktiva   |   |         |
|----------|---|---------|
| Číslo    | Název   | Hodnota |
| <b>1</b> | <b>Objekt ZS Beroun</b>   |         |
| 1.1      | Technologie chlazení  | 5       |
| 1.2      | Elektrorozvodná síť   | 4       |
| 1.3      | Rozvod plynu a plynové spotřebiče                                 | 3       |
| 1.4      | Rozvod pitné a užitkové vody                                      | 3       |
| 1.5      | Kanalizace  | 2       |
| 1.6      | Bytové prostory   | 3       |
| 1.7      | Nebytové prostory   | 4       |
| <b>2</b> | <b>Ohrožené osoby v ZS Beroun</b>                                 |         |
| 2.1      | Zaměstnanci ZS Beroun   | 5       |
| 2.2      | Návštěvníci ZS Beroun   | 5       |
| 2.3      | Hráči a členové realizačních týmů                                 | 5       |
| 2.4      | Nájemníci v bytech  | 5       |
| <b>3</b> | <b>Objekty v okolí ZS Beroun (včetně osob)</b>                    |         |
| 3.1      | Hotel Na Ostrově  | 4       |
| 3.2      | Aquapark Tipsport Laguna  | 4       |
| 3.3      | Obytné domy   | 2       |
| 3.4      | Sportovní areály  | 1       |
| 3.5      | Domov pro seniory   | 3       |
| <b>4</b> | <b>Složky IZS</b>   |         |
| 4.1      | HZS ÚO Beroun, HZS ÚO Hořovice, JSDHO Chyňava a JSDHO Králův Dvůr | 5       |
| 4.2      | PČR ÚO Beroun   | 5       |
| 4.3      | MP Beroun   | 5       |
| 4.4      | ZZS SCK výjezdová základna Beroun                                 | 5       |
| <b>5</b> | <b>Životní prostředí</b>  |         |
| 5.1      | Ovzduší   | 1       |
| 5.2      | Povrchové vodstvo   | 3       |

### 5.2.2 Hrozby

Seznam hrozeb se částečně odvíjí od **katalogu hrozeb**, který je součástí příloh dokumentu Analýza hrozeb pro ČR (3). Hrozby byly vybírány s ohledem na současnou bezpečnostní situaci ČR, dále s ohledem na negativní jevy přirozeně se vyskytující na území města Beroun a nežádoucí události mající potenciál ohrozit přímo objekt ZS Beroun a jeho okolí. Pravděpodobnost některých hrozeb zvyšuje skutečnost, že k těmto nežádoucím událostem v ZS Beroun a v jeho okolí v minulosti již došlo, např. povodně,

únik amoniaku či trestná činnost proti majetku v podobě krádeží a ničení prodejních automatů. Vysoká pravděpodobnost byla vyhodnocena také u hrozeb požáru a závažné nehody v silniční dopravě v souvislosti s vysokými statistikami výskytu. Zároveň byla vyhodnocena vyšší pravděpodobnost hrozby selhání lidského faktoru, než pravděpodobnost vzniku technické poruchy vzhledem k rekonstrukci systému chlazení. Vysoká pravděpodobnost epidemie je odkazem na současnou hrozbu šíření koronaviru COVID-19. Do seznamu byly dále zařazeny extrémní meteorologické jevy, především z důvodu jejich vlivu na funkci venkovního výparníku. Další hrozby a jejich hodnotu uvádí tabulka 10.

Tabulka 10 Přehled hrozeb

| <b>Hrozby</b> |                                      |                |
|---------------|--------------------------------------|----------------|
| <b>Číslo</b>  | <b>Název</b>                         | <b>Hodnota</b> |
| <b>1</b>      | <b>Naturogenní – biotické</b>        |                |
| 1.1           | Epidemie                             | 4              |
| <b>2</b>      | <b>Naturogenní – abiotické</b>       |                |
| 2.1           | Povodeň                              | 5              |
| 2.2           | Vydatné srážky                       | 3              |
| 2.3           | Extrémní vítr                        | 2              |
| 2.4           | Extrémně nízké teploty               | 1              |
| 2.5           | Extrémně vysoké teploty              | 3              |
| <b>3</b>      | <b>Antropogenní – technogenní</b>    |                |
| 3.1           | Únik amoniaku z technologie chlazení | 5              |
| 3.2           | Technické poruchy                    | 2              |
| 3.3           | Požár                                | 4              |
| 3.4           | Výbuch                               | 3              |
| 3.5           | Blackout                             | 2              |
| 3.7           | Závažná nehoda v silniční dopravě    | 4              |
| 3.7           | Únik chlóru z Tipsport Laguny        | 3              |
| <b>4</b>      | <b>Antropogenní – sociogenní</b>     |                |
| 4.1           | Hromadné násilí                      | 3              |
| 4.2           | Teroristický útok                    | 2              |
| 4.3           | Sabotáž                              | 1              |
| 4.4           | Selhání lidského faktoru             | 4              |
| 4.5           | Krádeže                              | 5              |
| 4.6           | Vandalismus                          | 4              |

### 5.2.3 Výsledná rizika

Po zadání zranitelnosti aktiv jednotlivými hrozbami byla automaticky vypočítána úroveň rizika pro každý pár hrozby a aktiva. Rizika jsou barevně zvýrazněna v tabulkách 11 a 12 podle výše uvedeného rozmezí. Hodnoty maximálního možného rizika dosaženo nebylo.

Tabulka 11 Přehled výsledných rizik 1

| Rizikový kalkulátor - RISKAN |                                      | Aktiva          |                    |                          |                       |                                       |                                  |                |                     |                       |                              |                           |                           |                                       |                        |    |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------|----|
|                              |                                      | Aktiva - celkem | 1 Objekt ZS Beroun | 1.1 Technologie chlazení | 1.2 Elektrozvodná síť | 1.3 Rozvod plynu a plynové spotřebiče | 1.4 Rozvod pitné a užitkové vody | 1.5 Kanalizace | 1.6 Bytové prostory | 1.7 Nebytové prostory | 2 Ohrožené osoby v ZS Beroun | 2.1 Zaměstnanci ZS Beroun | 2.2 Návštěvníci ZS Beroun | 2.3 Hráči a členové realizačních týmů | 2.4 Nájemníci v bytech |    |
| Hodnoty aktiv                |                                      | 5               | 5                  | 5                        | 4                     | 3                                     | 3                                | 2              | 3                   | 4                     | 5                            | 5                         | 5                         | 5                                     | 5                      |    |
| Hrozby                       |                                      | Pravděpodobnost |                    |                          |                       |                                       |                                  |                |                     |                       |                              |                           |                           |                                       |                        |    |
| Hrozby - celkem              |                                      | 5               | 75                 | 75                       | 75                    | 60                                    | 36                               | 30             | 20                  | 45                    | 60                           | 75                        | 75                        | 60                                    | 60                     | 75 |
| 1                            | Naturogenní - biotické               | 4               | 60                 | 0                        | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 0                     | 0                            | 60                        | 60                        | 60                                    | 60                     | 40 |
| 1.1                          | Epidemie                             | 4               | 60                 | 0                        | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 0                     | 0                            | 60                        | 60                        | 60                                    | 60                     | 40 |
| 2                            | Naturogenní - abiotické              | 5               | 75                 | 60                       | 50                    | 60                                    | 6                                | 30             | 20                  | 12                    | 60                           | 75                        | 50                        | 25                                    | 25                     | 75 |
| 2.1                          | Povodeň                              | 5               | 75                 | 60                       | 50                    | 60                                    | 0                                | 30             | 20                  | 0                     | 60                           | 75                        | 50                        | 25                                    | 25                     | 75 |
| 2.2                          | Vydatné srážky                       | 3               | 45                 | 0                        | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 0                     | 0                            | 45                        | 15                        | 15                                    | 15                     | 45 |
| 2.3                          | Extrémní vítr                        | 2               | 30                 | 24                       | 20                    | 24                                    | 6                                | 0              | 0                   | 12                    | 15                           | 30                        | 20                        | 20                                    | 20                     | 30 |
| 2.4                          | Extrémně nízké teploty               | 1               | 10                 | 10                       | 10                    | 4                                     | 0                                | 9              | 0                   | 0                     | 0                            | 5                         | 5                         | 5                                     | 5                      | 5  |
| 2.5                          | Extrémně vysoké teploty              | 3               | 30                 | 30                       | 30                    | 12                                    | 0                                | 0              | 0                   | 0                     | 0                            | 15                        | 15                        | 15                                    | 15                     | 15 |
| 3                            | Antropogenní - technogenní           | 5               | 75                 | 75                       | 75                    | 48                                    | 36                               | 6              | 12                  | 36                    | 60                           | 75                        | 75                        | 60                                    | 60                     | 75 |
| 3.1                          | Únik amoniaku z technologie chlazení | 5               | 75                 | 75                       | 75                    | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 30                    | 60                           | 75                        | 75                        | 50                                    | 50                     | 75 |
| 3.2                          | Technické poruchy                    | 2               | 30                 | 30                       | 30                    | 16                                    | 12                               | 6              | 4                   | 0                     | 0                            | 20                        | 20                        | 10                                    | 10                     | 10 |
| 3.3                          | Požár                                | 4               | 60                 | 60                       | 60                    | 48                                    | 36                               | 0              | 0                   | 36                    | 32                           | 60                        | 60                        | 60                                    | 60                     | 60 |
| 3.4                          | Výbuch                               | 3               | 45                 | 45                       | 45                    | 36                                    | 27                               | 0              | 0                   | 27                    | 36                           | 45                        | 45                        | 45                                    | 45                     | 45 |
| 3.5                          | Blackout                             | 2               | 20                 | 16                       | 10                    | 16                                    | 0                                | 0              | 0                   | 0                     | 0                            | 10                        | 0                         | 0                                     | 0                      | 10 |
| 3.6                          | Závažná nehoda v silniční dopravě    | 4               | 40                 | 0                        | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 0                     | 0                            | 40                        | 40                        | 40                                    | 40                     | 20 |
| 3.7                          | Únik chlóru z Tipsport Laguny        | 3               | 36                 | 12                       | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 12                  | 0                     | 0                            | 30                        | 30                        | 30                                    | 30                     | 30 |
| 4                            | Antropogenní - sociogenní            | 5               | 60                 | 60                       | 60                    | 32                                    | 36                               | 12             | 8                   | 45                    | 60                           | 50                        | 50                        | 50                                    | 50                     | 50 |
| 4.1                          | Hromadné násilí                      | 3               | 45                 | 36                       | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 9                     | 36                           | 45                        | 45                        | 45                                    | 45                     | 15 |
| 4.2                          | Teroristický útok                    | 2               | 30                 | 24                       | 10                    | 16                                    | 0                                | 0              | 0                   | 6                     | 24                           | 30                        | 30                        | 30                                    | 30                     | 10 |
| 4.3                          | Sabotáž                              | 1               | 15                 | 15                       | 15                    | 4                                     | 3                                | 3              | 2                   | 0                     | 8                            | 5                         | 5                         | 5                                     | 5                      | 5  |
| 4.4                          | Selhání lidského faktoru             | 4               | 60                 | 60                       | 60                    | 32                                    | 36                               | 0              | 0                   | 0                     | 32                           | 40                        | 40                        | 40                                    | 40                     | 40 |
| 4.5                          | Krádeže                              | 5               | 60                 | 60                       | 0                     | 0                                     | 0                                | 0              | 0                   | 45                    | 60                           | 50                        | 50                        | 50                                    | 50                     | 50 |
| 4.6                          | Vandalismus                          | 4               | 48                 | 48                       | 20                    | 16                                    | 12                               | 12             | 8                   | 12                    | 48                           | 20                        | 0                         | 0                                     | 0                      | 20 |



Tabulka 12 Přehled výsledných rizik 2

| Rizikový kalkulačtor - RISKAN |                                      | Aktiva          |    | Objekty v okolí ZS Beroun (včetně osob) |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
|                               |                                      |                 |    | Aktiva - celkem                         | 3  | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 4  | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 5  | 5.1 |
| Hodnoty aktiv                 |                                      | 5               | 4  | 4                                       | 4  | 2   | 1   | 3   | 5   | 5   | 5  | 5   | 5   | 5   | 3   | 1  | 3   |
| Hrozby                        |                                      | Pravděpodobnost |    |   |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |
| Hrozby - celkem               |                                      | 5               | 75 | 60                                      | 60 | 60  | 20  | 12  | 45  | 75  | 75 | 60  | 60  | 60  | 45  | 10 | 45  |
| <b>1</b>                      | <b>Naturogenní - biotické</b>        | 4               | 60 | 48                                      | 48 | 48  | 8   | 12  | 24  | 60  | 60 | 60  | 60  | 60  | 12  | 0  | 12  |
| 1.1                           | Epidemie                             | 4               | 60 | 48                                      | 48 | 48  | 8   | 12  | 24  | 60  | 60 | 60  | 60  | 60  | 12  | 0  | 12  |
| <b>2</b>                      | <b>Naturogenní - abiotické</b>       | 5               | 75 | 60                                      | 60 | 40  | 20  | 5   | 45  | 50  | 30 | 30  | 50  | 30  | 45  | 0  | 45  |
| 2.1                           | Povodeň                              | 5               | 75 | 60                                      | 60 | 40  | 20  | 5   | 45  | 50  | 0  | 0   | 50  | 0   | 45  | 0  | 45  |
| 2.2                           | Vydatné srážky                       | 3               | 45 | 12                                      | 12 | 12  | 6   | 3   | 9   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   |
| 2.3                           | Extrémní vítr                        | 2               | 30 | 16                                      | 16 | 16  | 12  | 4   | 12  | 20  | 20 | 20  | 20  | 20  | 0   | 0  | 0   |
| 2.4                           | Extrémně nízké teploty               | 1               | 10 | 4                                       | 4  | 4   | 2   | 1   | 3   | 5   | 5  | 5   | 5   | 5   | 0   | 0  | 0   |
| 2.5                           | Extrémně vysoké teploty              | 3               | 30 | 27                                      | 12 | 12  | 6   | 3   | 27  | 30  | 30 | 30  | 30  | 30  | 0   | 0  | 0   |
| <b>3</b>                      | <b>Antropogenní - technogenní</b>    | 5               | 75 | 60                                      | 60 | 60  | 10  | 10  | 30  | 75  | 75 | 40  | 40  | 40  | 45  | 10 | 45  |
| 3.1                           | Únik amoniaku z technologie chlazení | 5               | 75 | 60                                      | 60 | 60  | 10  | 10  | 30  | 75  | 75 | 25  | 25  | 25  | 45  | 10 | 45  |
| 3.2                           | Technické poruchy                    | 2               | 30 | 16                                      | 16 | 16  | 4   | 0   | 6   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   |
| 3.3                           | Požár                                | 4               | 60 | 48                                      | 48 | 48  | 0   | 0   | 0   | 60  | 60 | 0   | 0   | 0   | 8   | 8  | 0   |
| 3.4                           | Výbuch                               | 3               | 45 | 24                                      | 24 | 24  | 0   | 0   | 0   | 45  | 45 | 0   | 0   | 0   | 3   | 3  | 0   |
| 3.5                           | Blackout                             | 2               | 20 | 8                                       | 8  | 8   | 4   | 2   | 6   | 20  | 20 | 20  | 20  | 20  | 0   | 0  | 0   |
| 3.6                           | Závažná nehoda v silniční dopravě    | 4               | 40 | 32                                      | 32 | 32  | 0   | 4   | 0   | 40  | 40 | 40  | 40  | 40  | 24  | 0  | 24  |
| 3.7                           | Únik chlóru z Tipsport Laguny        | 3               | 36 | 36                                      | 24 | 36  | 6   | 3   | 9   | 30  | 30 | 15  | 15  | 15  | 18  | 3  | 18  |
| <b>4</b>                      | <b>Antropogenní - sociogenní</b>     | 5               | 60 | 60                                      | 60 | 60  | 20  | 3   | 24  | 60  | 60 | 30  | 30  | 30  | 6   | 0  | 6   |
| 4.1                           | Hromadné násilí                      | 3               | 45 | 36                                      | 36 | 24  | 0   | 3   | 0   | 30  | 15 | 30  | 30  | 15  | 0   | 0  | 0   |
| 4.2                           | Teroristický útok                    | 2               | 30 | 24                                      | 24 | 16  | 0   | 2   | 0   | 30  | 30 | 30  | 30  | 30  | 6   | 0  | 6   |
| 4.3                           | Sabotáž                              | 1               | 15 | 8                                       | 8  | 8   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   |
| 4.4                           | Selhání lidského faktoru             | 4               | 60 | 48                                      | 48 | 48  | 0   | 0   | 24  | 60  | 60 | 20  | 20  | 20  | 0   | 0  | 0   |
| 4.5                           | Krádeže                              | 5               | 60 | 60                                      | 60 | 60  | 20  | 0   | 15  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   |
| 4.6                           | Vandalismus                          | 4               | 48 | 48                                      | 48 | 48  | 16  | 0   | 12  | 20  | 20 | 20  | 20  | 20  | 0   | 0  | 0   |

Z tabulkových přehledů vyplývá, že vysoké riziko představuje výskyt epidemie vysoce nakažlivého onemocnění. Nejvyšší riziko představuje pro návštěvníky, složky IZS a zaměstnance, jejichž nedostatek by ohrozil provoz objektu. Účinným opatřením v boji proti nakažlivým onemocněním je omezení shromažďování většího počtu osob na jednom místě, tedy zrušení veškerých plánovaných sportovních a kulturních akcí s cílem zabránit dalšímu šíření nákazy.

Povodeň je vysokým rizikem zvláště pro objekt ZS Beroun a Hotel Na Ostrově. Má potenciál způsobit značné materiální škody a omezit zaměstnance objektů a nájemníky

bytových jednotek. K ochraně před povodněmi zde slouží systém společné protipovodňové ochrany.

Jedním z největších rizik v objektu ZS Beroun je možnost úniku amoniaku z technologie chlazení. Únik této látky může ohrozit především zaměstnance a návštěvníky stadionu, dále ale také osoby žijící v bytech blízko strojovny chlazení a osoby, které se nachází v Hotelu Na Ostrově, aquaparku nebo se v blízkosti těchto objektů pohybují. Značné riziko představuje amoniak pro zasahující složky IZS. Prevence úniku amoniaku zahrnuje zejména pravidelnou údržbu systému chlazení, pravidelné školení strojníků v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, požární prevenci a zamezení vstupu do objektu neoprávněným osobám. Další informace jsou uvedeny v kapitole 5.5.

Požár v ZS Beroun je vysoce pravděpodobné riziko s fatálním dopadem na životy a zdraví osob. Požár by mohl vzniknout například z důvodu závady na elektroinstalaci či na některém z elektrických přístrojů včetně elektrické rolby nebo prodejních automatů. Příčinou by mohla být též lidská nedbalost, např. odhození nedopalků cigaret, nebo použití zakázané zábavní pyrotechniky. Další možností je úmyslné založení požáru. Požár by se též mohl šířit z některé z bytových jednotek. Pro šíření požáru je rozhodující přítomnost hořlavých materiálů. V případě ZS Beroun je to hlavně dřevo, textilie, plastové materiály a extrémně hořlavý plyn propan skladovaný v tlakových nádobách na dvoře nedaleko strojovny. Následkem požáru by byly dále značné materiální škody na vybavení stadionu. Vlivem požáru by mohlo dojít k poškození systému chlazení a následnému úniku amoniaku. Kromě opatření v oblasti požární prevence (značené a průchodné únikové cesty, rozmístění a pravidelná kontrola hasicích přístrojů a zařízení, školení personálu apod.) je v případě požáru důležité zastavit chod zařízení a zahájit ochlazování nádrže, která by mohla být poškozena v důsledku zvýšení tlaku.

Další vysoká rizika pro objekt a jeho okolí jsou selhání lidského faktoru a krádeže. Pod selháním lidského faktoru si lze představit neodbornou manipulaci s technologiemi, které by mělo zabránit efektivní školení zaměstnanců. Dále také opomenutí uvedení zásadních skutečností v případě vzniku mimořádné události, které by mohlo ohrozit zasahující složky IZS, např. informace o rozmístění tlakových lahví s propanem

v objektu. S rizikem krádeží má vedení ZS Beroun již zkušenosti, proto byl v objektu instalován systém pěti bezpečnostních kamer.

V rámci analýzy rizik byla dále hodnocena i méně významná rizika viz tabulka 13. Únik chlóru z Tipsport Laguny nepředstavuje vysoké riziko s ohledem na podlimitní množství látky pouze 390 kg (76). S rizikem vzniku technických poruch v ZS Beroun se příliš nepočítá vzhledem k nedávné obměně veškerých komponentů, které byly v téměř havarijním stavu. Výpadek elektrického proudu objekt neohrozí, pokud by se nejednalo o výpadek trvající více jak 48 hodin, potom by už docházelo k postupnému tání ledové plochy. S diváckým násilím ani s pokusy o pronesení pyrotechniky na stadionu se vedení ZS Beroun doposud nesetkalo. Pro případy vzniku konfliktů zajišťuje hokejový klub při utkáních pořadatelskou službu a bezpečnostní ostrahu. Riziko teroristického útoku nebylo shledáno jako vysoké. S ohledem na kapacitu a umístění ZS Beroun lze říci, že tento objekt by pravděpodobně nebyl primárním cílem pro teroristický útok uskutečněný v ČR některým z teroristických hnutí. Výjimku by mohl představovat akt radikalizované osoby v podobě aktivního střelce bez přímého napojení na některou z teroristických skupin.

V tabulce 13 jsou rizika přehledně roztříděna do příslušných kategorií podle výsledných hodnot.

*Tabulka 13 Přehledová tabulka rizik*

| RIZIKO                               |         |                                   |         |                        |         |
|--------------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|------------------------|---------|
| vysoké                               | hodnota | střední                           | hodnota | nízké                  | hodnota |
| povodeň                              | 75      | vandalismus                       | 48      | blackout               | 20      |
| únik amoniaku z technologie chlazení | 75      | výbuch                            | 45      |                        |         |
| epidemie                             | 60      | hromadné násilí                   | 45      | sabotáž                | 15      |
|                                      |         | vydatné srážky                    | 45      |                        |         |
| požár                                | 60      | závažná nehoda v silniční dopravě | 40      |                        |         |
|                                      |         | únik chlóru z Tipsport Laguny     | 36      |                        |         |
| selhání lidského faktoru             | 60      | teroristický útok                 | 30      | extrémně nízké teploty | 10      |
|                                      |         | technické poruchy                 | 30      |                        |         |
| krádeže                              | 60      | extrémní vítr                     | 30      |                        |         |
|                                      |         | extrémně vysoké teploty           | 30      |                        |         |

### 5.3 Vyjádření vzájemné vazby mezi identifikovanými riziky pomocí metodiky KARS

Pro doplnění analýzy rizik v SW Riskan byla využita metoda KARS zkoumající souvztažnost rizik, tedy zda riziko může přispět ke vzniku jiného rizika. Za tímto účelem byla vytvořena tabulka 14.

Tabulka 14 Tabulka souvztažnosti rizik

| KARS                          | Index                                    | 1. Naturogenní - biotické |             |                    |                   |                            |                             |  | 2. Naturogenní - abiotické |           |            |              |                                       |                                   |                     | 3. Antropogenní - technogenní |             |                              |             |                 |  |  | 4. Antropogenní - sociogenní |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|--|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|-----------|------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|-----------------|--|--|------------------------------|--|--|--|--|--|
|                               |  | 1.1 Epidemie              | 2.1 Povodeň | 2.2 Vydátné srážky | 2.3 Extrémní vítr | 2.4 Extrémně nízké teploty | 2.5 Extrémně vysoké teploty | 3.1 Únik amoniaku z technologie chlazení | 3.2 Technické poruchy      | 3.3 Požár | 3.4 Výbuch | 3.5 Blackout | 3.6 Závažná nehoda v silniční dopravě | 3.7 Únik chlóru z Tipsport Laguny | 4.1 Hromadné násilí | 4.2 Teroristický útok         | 4.3 Sabotáž | 4.4 Selhání lidského faktoru | 4.5 Krádeže | 4.6 Vandalismus |  |  |                              |  |  |  |  |  |
| 1. Naturogenní - biotické     | 1.1 Epidemie                             | x                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 0                          | 0         | 0          | 1            | 0                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 1                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
| 2. Naturogenní - abiotické    | 2.1 Povodeň                              | 1                         | x           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | 0         | 0          | 1            | 0                                     | 1                                 | 0                   | 0                             | 0           | 1                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 2.2 Vydátné srážky                       | 0                         | 1           | x                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 0                          | 0         | 0          | 0            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 2.3 Extrémní vítr                        | 0                         | 0           | 0                  | x                 | 0                          | 0                           | 0  | 1                          | 0         | 0          | 1            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 2.4 Extrémně nízké teploty               | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | x                          | 0                           | 1  | 1                          | 0         | 0          | 1            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 2.5 Extrémně vysoké teploty              | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | x                           | 1  | 1                          | 1         | 1          | 0            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 1           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
| 3. Antropogenní - technogenní | 3.1 Únik amoniaku z technologie chlazení | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | x  | 0                          | 1         | 1          | 0            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 3.2 Technické poruchy                    | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | x                          | 1         | 1          | 1            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 3.3 Požár                                | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | x         | 1          | 0            | 0                                     | 1                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 3.4 Výbuch                               | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | 1         | x          | 1            | 1                                     | 1                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 3.5 Blackout                             | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 1                          | 1         | 0          | x            | 1                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 1                            | 1           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 3.6 Závažná nehoda v silniční dopravě    | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 1                          | 1         | 1          | 0            | x                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 3.7 Únik chlóru z Tipsport Laguny        | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 0                          | 1         | 1          | 0            | 0                                     | x                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
| 4. Antropogenní - sociogenní  | 4.1 Hromadné násilí                      | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 1                          | 1         | 1          | 0            | 0                                     | 0                                 | x                   | 0                             | 0           | 1                            | 1           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 4.2 Teroristický útok                    | 1                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | 1         | 1          | 1            | 1                                     | 0                                 | 0                   | x                             | 0           | 0                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 4.3 Sabotáž                              | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | 1         | 1          | 0            | 0                                     | 1                                 | 0                   | 0                             | x           | 0                            | 1           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 4.4 Selhání lidského faktoru             | 1                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | 1         | 1          | 1            | 1                                     | 1                                 | 0                   | 0                             | 0           | x                            | 0           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 4.5 Krádeže                              | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 0  | 0                          | 0         | 0          | 0            | 0                                     | 0                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | x           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |
|                               | 4.6 Vandalismus                          | 0                         | 0           | 0                  | 0                 | 0                          | 0                           | 1  | 1                          | 1         | 0          | 0            | 0                                     | 1                                 | 0                   | 0                             | 0           | 0                            | x           |                 |  |  |                              |  |  |  |  |  |

Při tvorbě tabulky 14 se postupovalo v souladu s popisem uvedeným v kapitole 4.2.3. Následně byly vypočítány koeficienty aktivity pro řádky, které slouží k zobrazení bodů na ose X. Ze sloupců byly vypočítány koeficienty pasivity. Získané hodnoty byly vyneseny na osu Y.

### Názorný příklad prvního výpočtu koeficientů aktivity a pasivity pro riziko epidemie:

$\sum R$  je součtem hodnot 1 v řádku či sloupci a x představuje celkový počet rizik.

$$K_{AR_i} = \frac{\sum R_i}{x - 1} = \frac{2}{19 - 1} = 0,11$$

$$K_{PR_i} = \frac{\sum R_i}{x - 1} = \frac{3}{19 - 1} = 0,17$$

Stejným způsobem se postupovalo při výpočtu koeficientů aktivity a pasivity v případech dalších rizik, viz tabulka 15.

Tabulka 15 Vyjádření koeficientů aktivity a pasivity

| Riziko              | 1.1  | 2.1  | 2.2  | 2.3  | 2.4  | 2.5  | 3.1  | 3.2  | 3.3  | 3.4  | 3.5  | 3.6  | 3.7  | 4.1  | 4.2  | 4.3  | 4.4  | 4.5  | 4.6  |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Koeficient aktivity | 0,11 | 0,33 | 0,11 | 0,17 | 0,22 | 0,33 | 0,17 | 0,33 | 0,22 | 0,33 | 0,28 | 0,17 | 0,11 | 0,28 | 0,39 | 0,33 | 0,44 | 0,00 | 0,22 |
| Koeficient pasivity | 0,17 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 0,72 | 0,67 | 0,56 | 0,44 | 0,56 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,28 | 0,11 |

Za pomoci hodnot v tabulce 15 byl vytvořen bodový graf zobrazený na obrázku 10, který sdružuje rizika ve čtyřech segmentech podle jejich významnosti dané potenciálem vyvolat některé z dalších rizik. Vynesením přímk P1 a P2 bylo dosaženo rozmezí segmentů.

$K_{Amax}$  – maximum z koeficientů aktivity

$K_{Amin}$  – minimum z koeficientů aktivity kromě hodnoty 0

$K_{Pmax}$  – maximum z koeficientů pasivity

$K_{Pmin}$  – minimum z koeficientů pasivity kromě hodnoty 0

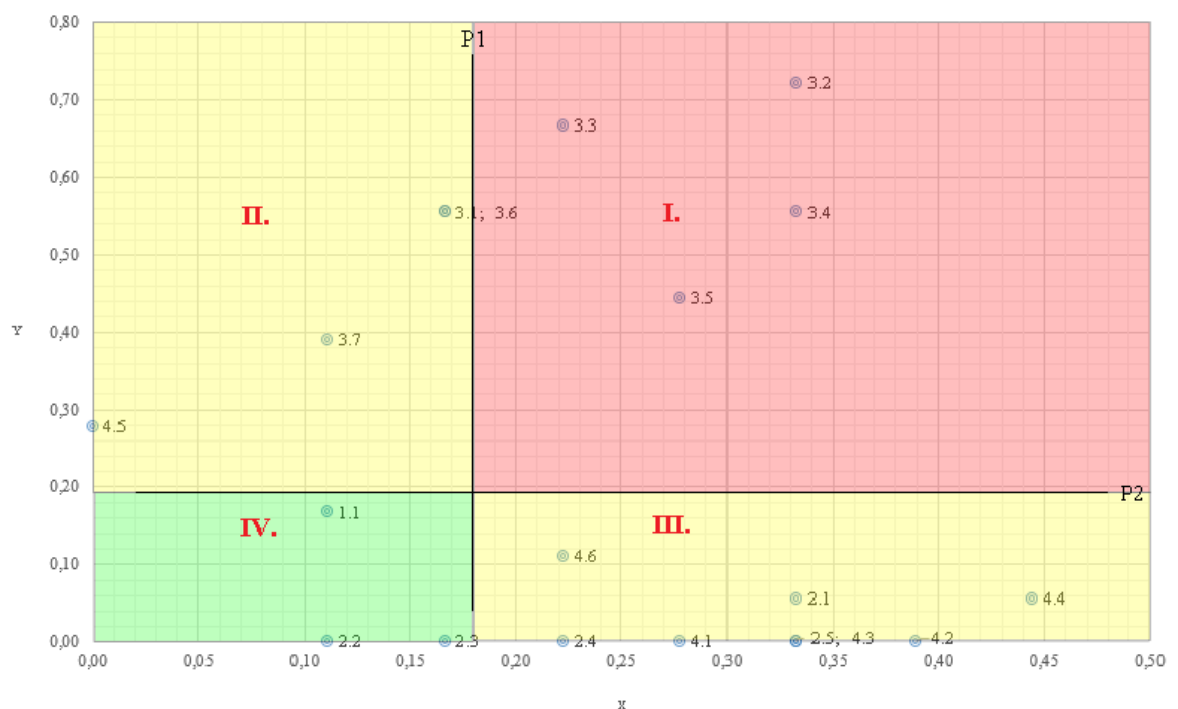
$$P_1 = K_{Amax} - \frac{(K_{Amax} - K_{Amin})}{100} * 80 = 0,44 - \frac{(0,44 - 0,11)}{100} * 80 = 0,18$$

$$P_2 = K_{Pmax} - \frac{(K_{Pmax} - K_{Pmin})}{100} * 80 = 0,72 - \frac{(0,72 - 0,06)}{100} * 80 = 0,19$$

V segmentu I. se nachází 80 % nejvýznamnějších rizik tedy primárně významných rizik, které mají největší potenciál vyvolat některé z dalších rizik (73). Těmito riziky jsou technické poruchy, požár, výbuch a blackout.

Největší počet rizik se nachází v segmentech II. a III. Sekundárně významnými riziky jsou únik amoniaku z technologie chlazení, závažná nehoda v silniční dopravě, únik chlóru z Tipsport Laguny, krádeže, vandalismus, selhání lidského faktoru, povodeň, extrémně nízké a vysoké teploty, teroristický útok, sabotáž, hromadné násilí.

V poslední segmentu IV. Jsou terciálně významná rizika a to epidemie, extrémní vítr a vydatné srážky.



Obrázek 10 Graf zobrazující rozdělení rizik do příslušných segmentů

## 5.4 Modelace úniku amoniaku

Tato kapitola je zaměřena na provedení modelací úniku amoniaku z chladicího zařízení, které zabezpečuje tvorbu ledu na ledové ploše. Modelace byly realizovány s využitím dostupných modelačních programů. V tomto případě byly využity SW Aloha a SW TerEx, jimiž byly simulovány úniky maximálního projektovaného množství skladované nebezpečné látky a množství spíše odpovídajícího reálným únikům podle statistiky úniků nebezpečných látek do ovzduší ze sportovních areálů. Ve většině případech dochází k úniku v řádu několika desítek kg.

Únik amoniaku z technologie chlazení může mít různé příčiny. Jednou z nich mohou být poruchy jednotlivých součástí systému např. porucha čerpadel, kompresorů nebo kondenzátoru. Dále havarijní stav v důsledku zanedbávání kontrol a údržby zařízení. Příčinou úniku může být vadné těsnění nebo vznik ucpávek v pojistných ventilech, koroze potrubí, dále prasknutí sváru expanzní nádrže v důsledku nekontrolovatelného nárůstu tlaku. K úniku amoniaku může dojít i chybou obsluhy. Například byl znám případ, kdy zaměstnanci jiného stadionu při umísťování branek na ledovou plochu provrtali otvor do rozvodného potrubí. Nelze také vyloučit možnost úmyslného poškození některé z částí okruhu.

Pomocí modelačních softwarových nástrojů Aloha a TerEx byly řešeny vždy dva scénáře úniku. Prvním je největší možné riziko a to únik celkového množství amoniaku z důvodu destrukce expanzní nádoby. Vzhledem k tomu, že v období sezóny je celkové množství rozděleno mezi okruhy a v podstatě neustále v systému koluje, byl tento scénář zasazen do letního období, kdy se provádí odstávka, během níž je amoniak načerpán do nádrže. K chlazení v této době nedochází a plocha je tak využívána pro jiné sportovní či kulturní účely. Druhým scénářem je únik menšího množství amoniaku vadným pojistným ventilem. Výsledky modelací budou následně porovnány mezi sebou a zasažená plocha při úniku celkového množství bude porovnána se zónou ohrožení navrženou programem Optizon.

### 5.4.1 TerEx

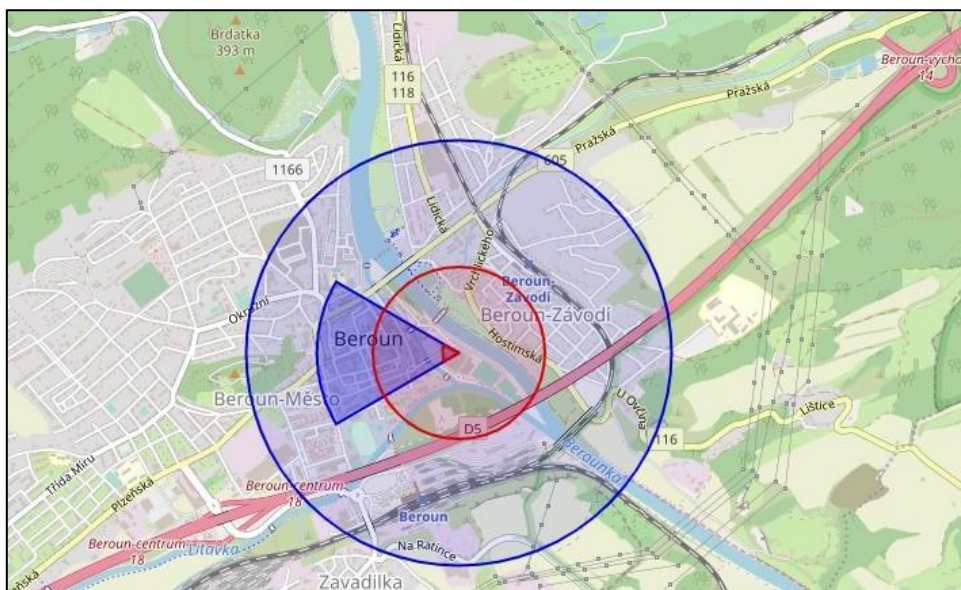
První program, který byl pro modelování úniků použit, byl SW TerEx. Tento uživatelsky jednoduchý softwarový nástroj nabízí několik modelů. Za účelem porovnání byl použit model PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku. Tento model využívá totožné vstupní údaje jako model využitý při modelacích v programu Aloha s rozdílem teploty a vlhkosti vzduchu. Cílem modelování je získání dvou výsledných hodnot, a to zóny pro doporučenou evakuaci a zóny doporučeného průzkumu koncentrace IDLH.

#### Únik celkového objemu zádrže (2891 kg)

V tabulce 16 jsou uvedeny veškeré hodnoty, které jsou potřebné pro výpočet zmíněných zón pro únik maximálního množství.

Tabulka 16 TerEx – vstupní parametry pro únik celkového množství

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Látka                             | <b>amoniak</b>        |
| Celkové množství uniklé kapaliny  | <b>2891 kg</b>        |
| Rychlost větru v přízemní vrstvě  | <b>1 m/s</b>          |
| Pokrytí oblohy oblaky             | <b>0%</b>             |
| Doba vzniku a průběhu havárie     | <b>den - léto</b>     |
| Typ atmosférické stálosti         | <b>konvekce</b>       |
| Typ povrchu ve směru šíření látky | <b>obytná krajina</b> |



Obrázek 11 TerEx – výsledek úniku celkového množství



Obrázek 11 vyjadřuje předpokládaný dosah amoniaku, pokud by došlo k úniku 2891 kg. Zóna ohrožení osob toxickou látkou, pro kterou se doporučuje provést evakuaci, dosahuje do vzdálenosti **644 m** od zdroje úniku, kterým je strojovna chlazení. Měření koncentrace IDLH by se mělo provádět až do vzdálenosti **966 m**. Modrá výšeč značící doporučenou evakuaci zahrnuje centrum města Beroun až po ulici Tyršova a Politických vězňů. **Hypotéza 1** (Při úniku celkové zádrže amoniaku nedojde k ohrožení centra města Beroun.) **se v případě výsledků vycházejících z modelace v SW TerEx nepotvrdila.** Rozhodující jsou samozřejmě také povětrnostní podmínky, zejména rychlost a směr větru. V diplomové práci byl použit východní vítr o rychlosti 1 m/s, který sice v této oblasti není převažující, ale jedná se o nejhorší možný scénář. Dosah toxické látky je také závislý na typu atmosférické stálosti, jejíž vliv byl dále zkoumán v rámci diskuze.

### Výsledek částečného úniku (60 kg)

Kromě předchozího katastrofického scénáře, byl řešen také případ reálného úniku, ke kterému došlo již na několika zimních stadionech v ČR. Jedná se o únik v řádech několika desítek kg. V tomto případě bylo vybráno množství 60 kg. Tabulka 17 opět ukazuje, jaké vstupní údaje byly pro výpočet zón zadávány. Tentokrát byla jako typ atmosférické stálosti použita izotermie, která je pro šíření toxické látky příznivější než v přechozím případě nastavená konvekce.

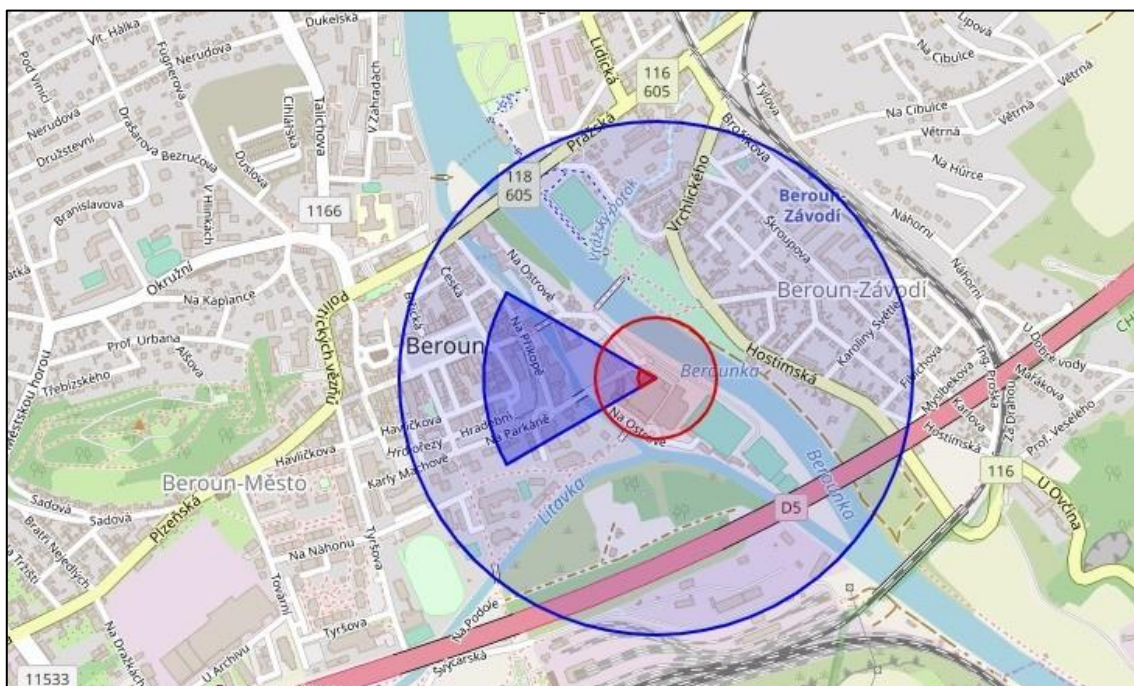
*Tabulka 17 TerEx – vstupní parametry pro částečný únik (60kg)*

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Látka                             | <b>amoniak</b>        |
| Celkové množství uniklé kapaliny  | <b>60 kg</b>          |
| Rychlost větru v přízemní vrstvě  | <b>1 m/s</b>          |
| Pokrytí oblohy oblaky             | <b>100%</b>           |
| Doba vzniku a průběhu havárie     | <b>den - léto</b>     |
| Typ atmosférické stálosti         | <b>izotermie</b>      |
| Typ povrchu ve směru šíření látky | <b>obytná krajina</b> |

Obrázek 12 představuje zónu ohrožení vytvořenou programem TerEx pro částečný únik 60 kg amoniaku. Výsledné vzdálenosti jsou následující:

- ohrožení osob toxickou látkou: **399 m**;
- doporučený průzkum toxické koncentrace IDLH: **508 m**.

Evakuace by na základě výsledků programu TerEx byla doporučena především pro ulice Na Parkáně, Na Příkopě, Na Klášteře, Hradební a Havlíčkova.



Obrázek 12 TerEx – výsledek částečného úniku (60 kg)

Při modelování byly zkoumány různé dopady při změně meteorologických podmínek. Změny byly pozorovány při úpravě rychlosti větru a oblačnosti. Naopak výsledky modelací úniků nebezpečné látky v různých ročních obdobích žádné rozdíly nevykázaly.

#### 5.4.2 ALOHA

Se zachováním stejných vstupních parametrů byl dále k vytvoření zóny ohrožení použit SW Aloha. Tak jako program TerEx také Aloha nabízí možnost výběru různých modelových událostí. Z důvodu podobnosti s modelem PUFF byl vybrán model Direct se zaměřením na tzv. okamžitý zdroj úniku. Aby bylo možné získat výsledky, které by byly dobře porovnatelné s předchozími, bylo nezbytné v záložce Threat Zone vytvořit pouze dvě výsledná pásma, u nichž byly dále pozměněny mezní hodnoty koncentrací tak, aby odpovídaly mezním hodnotám výsledných zón v programu TerEx.

## Únik celkového objemu zádrže (2891 kg)

Tabulka 18 je přehledem zadaných hodnot, které odpovídají výsledné zóně ohrožení vyobrazené na obrázku 13.

Tabulka 18 Aloha – vstupní parametry pro únik celkového množství

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Látka                             | <b>Amoniak</b>                 |
| Celkové množství uniklé kapaliny  | <b>2891 kg</b>                 |
| Rychlost větru v přízemní vrstvě  | <b>1 m/s</b>                   |
| Pokrytí oblohy oblaky             | <b>0%</b>                      |
| Teplota vzduchu                   | <b>15 °C</b>                   |
| Typ atmosférické stálosti         | <b>konvekce</b>                |
| Relativní vlhkost vzduchu         | <b>50%</b>                     |
| Typ povrchu ve směru šíření látky | <b>obytná krajina nebo les</b> |



Obrázek 13 Aloha – výsledek úniku celkového množství

Tak jako výsledky programu TerEx, výsledky programu Aloha zobrazují dvě pásma. Červené pásmo představuje oblast, kde mohou být osoby ohroženy toxickou látkou a je tudíž pro tuto oblast doporučena evakuace. Toto pásmo dosahuje vzdálenosti **671 m**. Doporučená vzdálenost pro evakuaci osob je tedy s pouhým 4,19 % rozdílem větší než v případě SW TerEx. Naopak oranžově zvýrazněná oblast pro průzkum toxické koncentrace IDLH s dosahem **958 m** je o 0,83 % menší než oblast, která je výsledkem předchozí modelace úniku celkové zádrže amoniaku v SW TerEx.

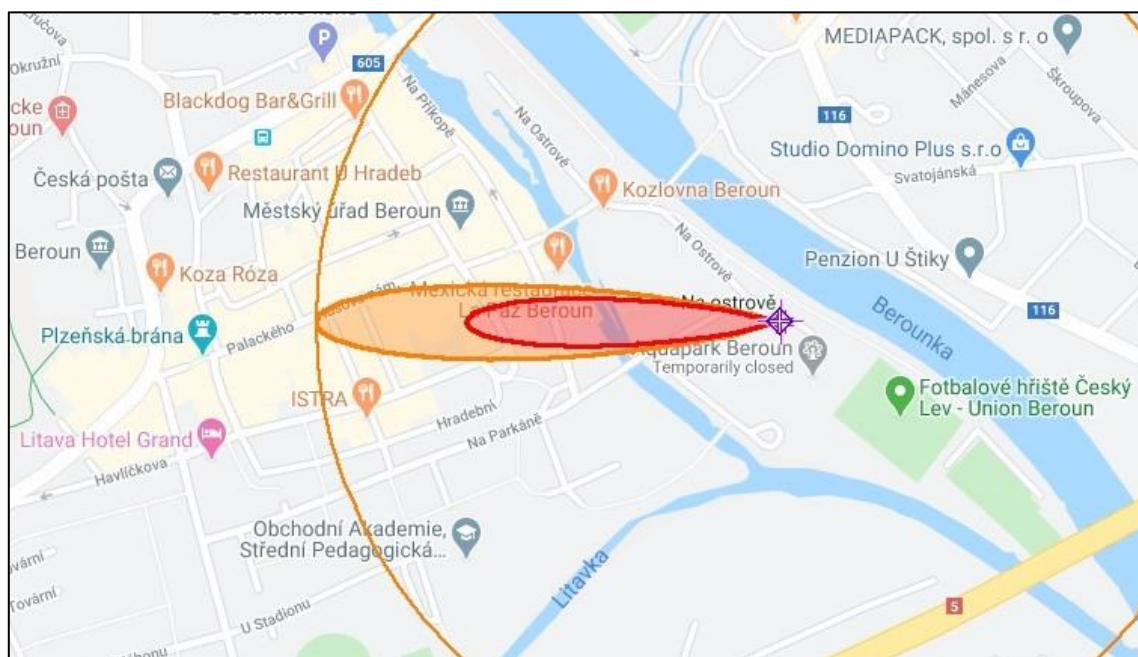
S ohledem na výsledky komparace lze tvrdit, že **Hypotéza 1** (Při úniku celkové zadržky amoniaku nedojde k ohrožení centra města Beroun.) se v **případě modelace scénáře v SW Aloha také nepotvrdila**, protože výsledek úniku amoniaku s množstvím 2891 kg modelovaném v programu Aloha odpovídá výsledku získanému při modelaci v programu TerEx.

### Výsledek částečného úniku (60 kg)

Únik malého množství v hodnotě 60 kg byl stejným způsobem modelován také v programu Aloha. Tabulka 19 je přehledem vstupních dat, které korespondují s výslednou zónou ohrožení znázorněnou obrázkem 14.

Tabulka 19 Aloha – vstupní parametry pro částečný únik (60 kg)

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Látka                             | <b>Amoniak</b>                 |
| Celkové množství uniklé kapaliny  | <b>60 kg</b>                   |
| Rychlost větru v přízemní vrstvě  | <b>1 m/s</b>                   |
| Pokrytí oblohy oblaky             | <b>100%</b>                    |
| Teplota vzduchu                   | <b>15 °C</b>                   |
| Typ atmosférické stálosti         | <b>izotermie</b>               |
| Relativní vlhkost vzduchu         | <b>50%</b>                     |
| Typ povrchu ve směru šíření látky | <b>obytná krajina nebo les</b> |



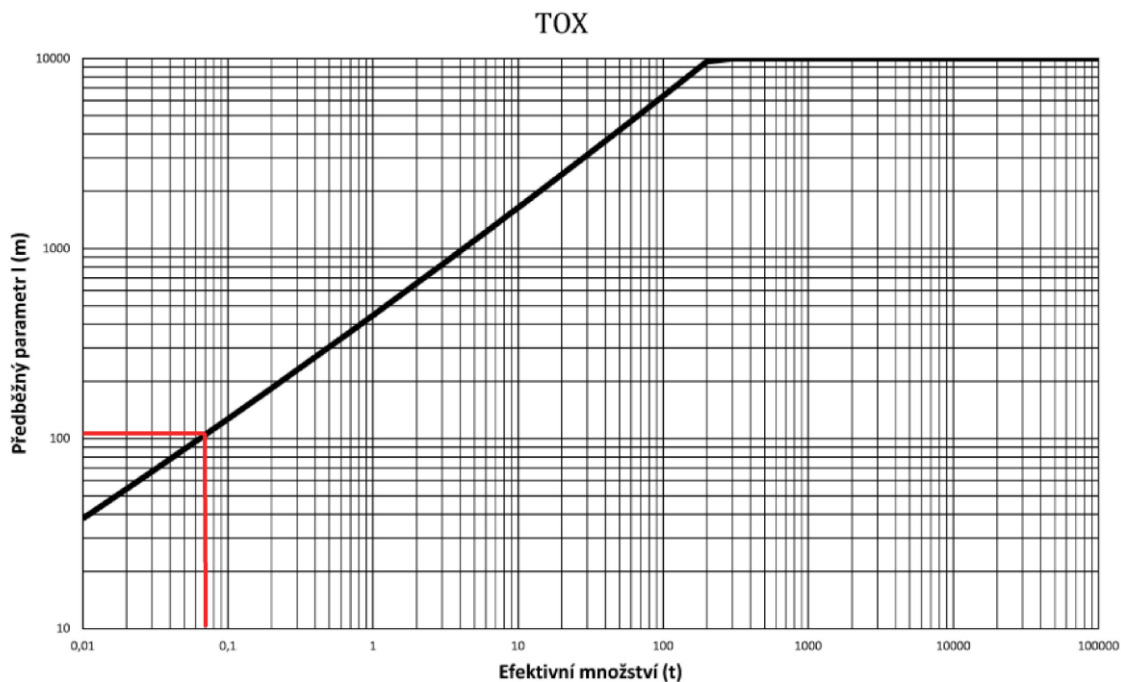
Obrázek 14 Aloha – výsledek částečného úniku (60 kg)

Při částečném úniku 60kg množství amoniaku za podmínek uvedených v tabulce 19 se bude evakuace provádět do vzdálenosti **319 m** od zdroje úniku. V tomto případě vyšla vzdálenosti pásma pro doporučenou evakuaci o 5,9 % kratší než při modelaci stejného množství v SW TerEx. **472 m** od zdroje úniku byla stanovena hranice pásma pro doporučený průzkum toxické koncentrace IDLH, což je o 7,09 % menší výsledek než ten, který byl vytvořen při modelaci v SW TerEx.

### **5.4.3 Porovnání zjištěných výsledků s výsledky z programu Optizon**

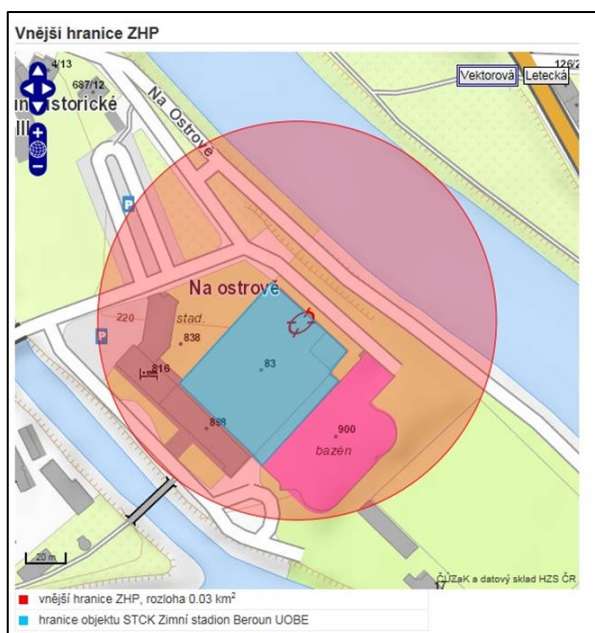
Program Optizon na rozdíl od programů Aloha a TerEx pracuje na naprosto odlišném principu. V porovnání s ním předchozí programy vyžadovaly zadání většího počtu vstupních údajů. Na rozdíl od těchto programů Optizon nezohledňuje meteorologické podmínky a k vytvoření zóny ohrožení postačí zadat informace o typu zařízení, provést výběr druhu chemické látky s uvedením jejího množství a skupenství a zvolit typ scénáře, v tomto případě jde o toxický únik.

Optizon pracuje na principu popsaném v příloze č. 1 vyhlášky č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury. Na základě druhu nebezpečné látky program automaticky přiřadí vhodné scénáře a modifikační faktor podle tabulky A.2., uvedené v příloze této vyhlášky. Modifikační faktor v případě amoniaku je 0,025. Tato hodnota je následně vynásobena množstvím látky tedy 2,9 t, čímž je získána hodnota 0,07 t efektivního množství látky. Tato hodnota je zanesena do grafu č. 1 pro scénář toxického úniku v příloze vyhlášky. Efektivní množství látky odpovídá předběžnému parametru  $l$  106 m, znázorněno na obrázku 15. Parametr  $L$  shodný s předběžným parametrem  $l$  je poloměrem zóny ohrožení (77).



Obrázek 15 Graf pro stanovení předběžného parametru  $l$  pro scénář toxického úniku (77)

Obrázek 16 je výstupem z programu Optizon. Výsledná plocha zóny ohrožení zaujímá rozlohu 0,03 km<sup>2</sup>. Takto stanovená zóna ohrožení objektu byla dále využita při tvorbě havarijní karty objektu.



Obrázek 16 Zóna ohrožení vytvořená v programu Optizon (78)

Zóna ohrožení s průměrem 106 m navržená programem Optizon je výsledek, který **potvrzuje hypotézu 1** (Při úniku celkové zádrže amoniaku nedojde k ohrožení centra města Beroun.). Zóna ohrožení v tomto případě do centra města nezasahuje a zahrnuje pouze přiléhající objekty Hotelu Na Ostrově a Tipsport Laguny. Tento program ovšem nekalkuluje s aktuální meteorologickou situací v místě úniku nebezpečné látky, na rozdíl od programů Aloha a TerEx, jejichž výsledkem jsou **zóny ohrožení až devítinásobně větší** a zasahují tedy do městské části Beroun – Centrum.

## **5.5 Posouzení připravenosti objektu zimního stadionu v Berouně**

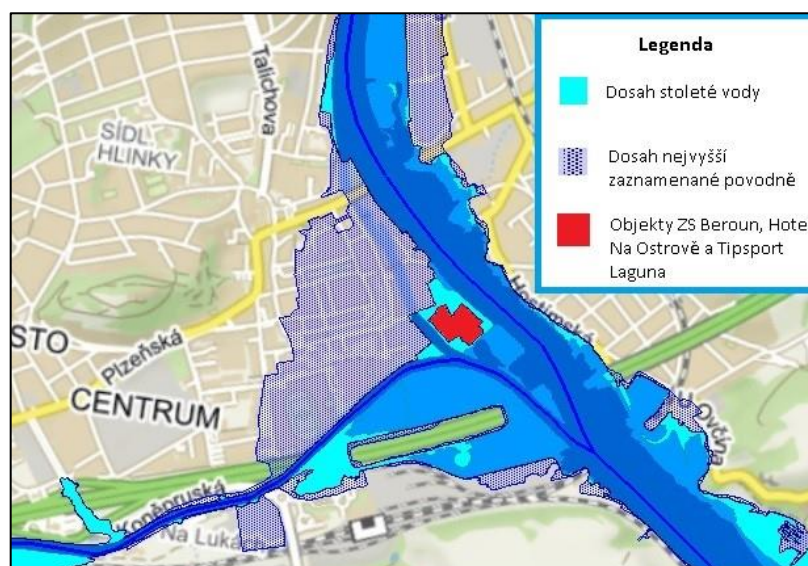
Posouzení připravenosti objektu ZS Beroun probíhalo na několika úrovních. Posuzován byl systém ochrany proti povodním, požární ochrana objektu a havarijní připravenost pro případ vzniku závažné havárie v důsledku úniku amoniaku z technologie chlazení. Všechny tyto oblasti byly posuzovány na základě zpracované bezpečnostní dokumentace a informací získaných při konzultacích s vedením ZS Beroun a HZS ÚO Beroun.

### **5.5.1 Protipovodňová ochrana objektu (viz povodňový plán objektu)**

Správní obvod ORP i samotné město Beroun je oblastí, kterou v minulosti zasáhla celá řada povodní. Od počátku 21. století způsobily ty nejhorší následky dvě povodně, které proběhly v letech 2002 a 2013. Přímo katastrofální dopady měla povodeň v srpnu 2002, kdy se z průměrného ročního stavu hladiny, který činí 122 cm, zvýšila hladina až na 709 cm. Říčka Litavka v této době dosáhla výšky hladiny až na úroveň 375 cm (79; 80). Zřejmě z důvodu změny provozovatele objektu ZS Beroun se podrobnější informace o škodách způsobených v důsledku zaplavení budovy nepodařilo získat. Základní představu o situaci na ZS Beroun v době povodní v roce 2002 si lze utvořit na základě obrázku 17 a obrázku 18, který dokazuje zaplavení objektu i přilehlých budov. Současní provozovatelé objektu, kteří již v té době provozovali sousedící aquapark tvrdí, že hladina Berounky v objektu ZS Beroun mohla dosahovat až do výšky 2 m. Povodně v roce 2013 oproti povodním v roce 2002 neměly ani zdaleka takové devastující následky. Například aquapark Tipsport Laguna byl povodní nedotčen. V případě ZS Beroun ale došlo k vniknutí vody do podzemního technického podlaží (52).



Obrázek 17 Zaplavení objektu ZS Beroun při povodních v roce 2002 (81)

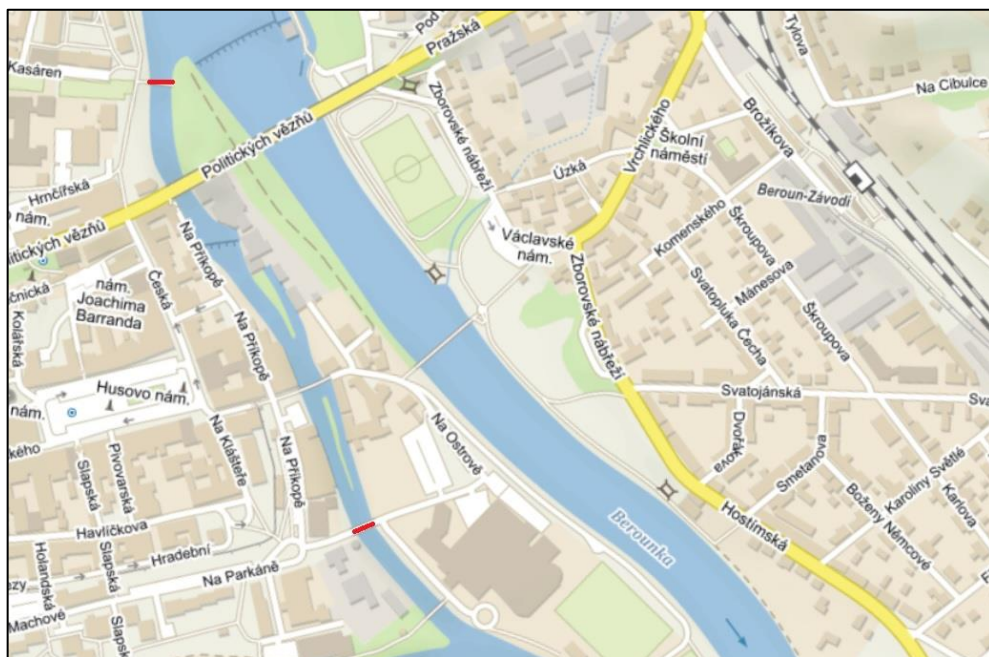


Obrázek 18 Poloha ZS Beroun v záplavovém území (82)

Pro objekt ZS Beroun byl vypracován povodňový plán, který obsahuje všechny požadované náležitosti. Jedná se o výchozí dokument, který je podkladem pro zajištění protipovodňové ochrany objektu. Plán je rozdělen na tři hlavní části: věcnou, organizační a grafickou. Plán definuje základní terminologii povodňové problematiky jako je povodeň, inundační území, ochrana před povodněmi. Dále vymezuje stupně povodňové aktivity (dále jen SPA): stav bdělosti, pohotovosti a ohrožení, dále povodňové



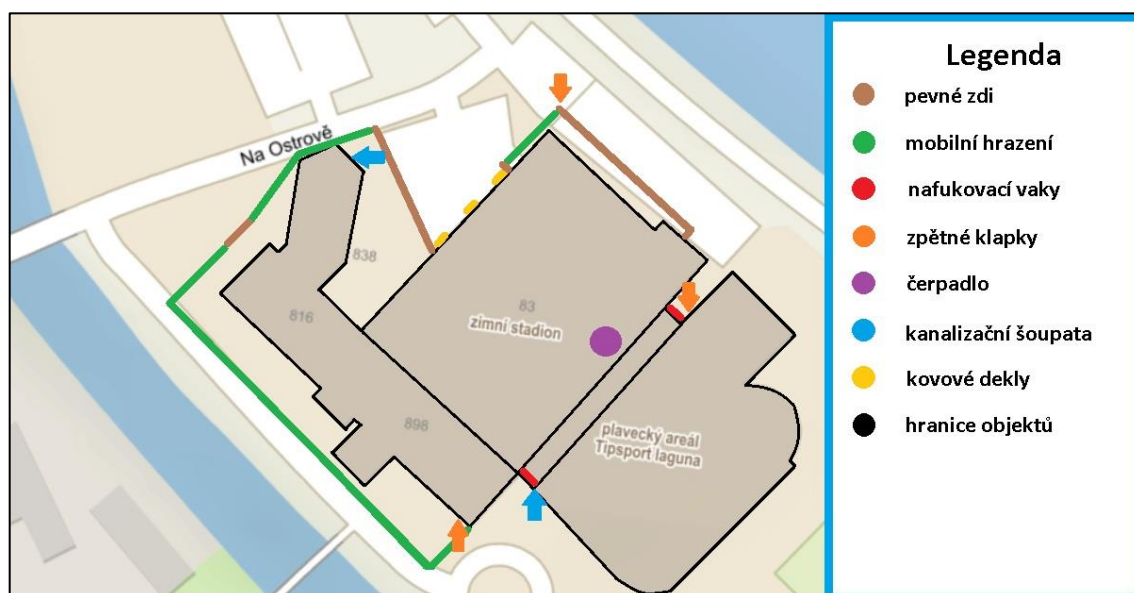
záchranné práce a povodňové zabezpečovací práce, povodňové plány a povodňové orgány. Povodňový plán objektu ZS Beroun obsahuje jednotlivá opatření vedoucí k prevenci či minimalizaci dopadů přímo souvisejících se zaplavením objektu způsobeného přechodným zvýšením hladiny řeky Berounky (min. Q20) nebo Litavky (min. Q10). Objekt navíc může ohrozit jev zpětného vzduť Berounky, který může otočit proud Litavky a náhonu (83). Dalším problémem může být vznik ucpávek v profilech mostů v náhonu Berounky. Ucpávky mohou zvýšit rozliv vody v lokalitě Na Ostrově. Tomu zabráňují prvky horní a dolní branky, které jsou součástí městské protipovodňové ochrany a náhon uzavírají, viz obrázek 19. Horní branky jsou tvořené 4 dubovými deskami, které se umísťují do profilů mostu v ulici Štulovna a dolní branky tvoří 4 ocelová hradidla zavěšená v betonových profilech mostu v ulici Na Parkáně. Branky se spouští za pomoci jeřábu (84).



Obrázek 19 Umístění horních a dolních branek uzavírajících náhon Berounky (82)

Po povodních v roce 2002 byla pořízena protipovodňová ochrana objektu, kterou tvoří prvky pevných zdí, mobilní hrazení tvořené dřevěnými šalovacími deskami v kovové konstrukci, které budou v případě potřeby zasazeny do drážek v zámkové dlažbě, dále kanalizační šoupata a zpětné klapky. Průchod mezi ZS Beroun a aquaparkem bude zabezpečen mobilními protipovodňovými zábranami – gumovými vaky, které se plní

vodou. Po povodních v roce 2013 byly pořízeny další hradící desky, které je možné použít místo gumových vaků (je s nimi obtížná manipulace). Nouzové východy ze ZS Beroun se budou zakrývat kovovými poklopy. Systém lze podle aktuální potřeby doplnit dalším typem mobilní protipovodňové zábrany, a to hrází postavenou z pytlů naplněných pískem. Společná protipovodňová ochrana je zohledněna na obrázku 20. Mobilní hrazení bylo navrženo přímo pro tento objekt ve výšce povodní z roku 2002 s navýšením o 1 m. Při stavbě hrazení je důležitým bodem kooperace s provozovatelem objektu Hotelu Na Ostrově, neboť v rámci povodňové ochrany tvoří tyto objekty jednotný komplex a používají společný systém protipovodňové ochrany. Mobilní hrazení je navíc uloženo v podzemních garážích Hotelu Na Ostrově. (52).



Obrázek 20 Schéma společné protipovodňové ochrany objektů ZS Beroun a Hotel Na Ostrově

Při dosažení hodnoty 1. SPA viz tabulka 20 podle hlásného profilu kategorie A Berounka, který je umístěn pod soutokem Berounky a Litavky, proběhne kontrola spojení mezi objektem ZS Beroun a Povodňovou komisí města Beroun. Určený zaměstnanec zkontroluje funkci zpětných klapek a šoupat na kanalizaci, ty budou následně uzavřeny. Nezbytné bude provést kontrolu čpavkového hospodářství, případně se přikročí k preventivnímu odstavení systému. Dále kontaktuje pověřenou osobu klubu HC Berounští Medvědi, se kterou zajistí preventivní přesun veškerého materiálu z prostoru šaten. Pro účely čerpání vody z objektu se dříve vyžadovalo u HZS kraje

čerpadlo. V současnosti je k dispozici vlastní čerpadlo přímo v objektu. Během přípravy objektu na zvýšení hladiny řeky bude průběžně prováděna fotodokumentace všech činností a ty budou dále zapisovány do povodňové knihy (83).

Tabulka 20 Přehled stavů povodňové aktivity dle hlásných profilů (83)

| Tok      | Hlásný profil                           | Kategorie | 1. SPA - stav bdělosti |                   | 2. SPA - stav pohotovosti |                   | 3. SPA - stav ohrožení |                   |
|----------|---|-----------|------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
|          |   |           | cm                     | m <sup>3</sup> /s | cm                        | m <sup>3</sup> /s | cm                     | m <sup>3</sup> /s |
| Berounka | Beroun – Berounka                       | A         | 260                    | 217               | 320                       | 330               | 400                    | 488               |
| Litavka  | Beroun – Litavka                        | A         | 150                    | 61,2              | 200                       | 104               | 250                    | 149               |
| Berounka | C4<br>Beroun – Berounka, lávka pro pěší | C         | 216,7                  | -                 | 217                       | -                 | 217,4                  | -                 |

K zahájení stavby protipovodňové ochrany dojde při dosažení výšky hladiny 460 – 530 cm při průtoku 314 – 800 m<sup>3</sup>/s (hlásný profil kategorie A pod soutokem Litavky a Berounky) přibližně v době, kdy budou uzavírány horní branky v náhonu Berounky. Na stavbě se bude podílet cca 20 osob v trvání 4 – 8 hodin. Po jejím dokončení a evakuaci všech osob z lokality Na Ostrově, která je nařizována při výšce hladiny 495 cm, dojde k uzavření mostu mobilním hrazením o deseti polích s celkovou šířkou 35,1 m u dolních branek před mostem v ulici Na Parkáně a 4 poli hrazení o šířce 11,6 m v ulici Na Ostrově. Následně dojde k uzavření celé lokality. Lávka přes Berounku, vedoucí ze Závodí na ostrov, bude zdvižena, lávka přes náhon Berounky od domova důchodců k ZS Beroun bude opatřena zákazem přechodu a v ulicích Na Parkáně a Na Ostrově bude umístěn zákaz vjezdu (84).

Po ustoupení vody se na základě dalších povodňových předpovědí rozhodne o rozebrání systému protipovodňové ochrany. Pokud i přes systém protipovodňové ochrany pronikne do objektu ZS Beroun voda, bude provedena prohlídka elektroinstalace, dále prohlídka z hlediska hygienického a kontrola statikem, zda nedošlo k narušení statiky při promáčení zdiva (83).

Povodňový plán je zpracován na profesionální úrovni. Je ucelený a přehledný, přesto je nutná jeho aktualizace, neboť obsahuje některé neaktuální informace. Např. jako provozovatel je zde stále uvedena společnost Dynatel, spol. s r. o. Za nezbytné považují také aktualizaci veškerých kontaktů a adres. Dále navrhuji rozšířit grafickou část o fotografie z nácvičku stavby protipovodňové ochrany ze strany ZS Beroun a schéma rozmístění jednotlivých prvků.

### **5.5.2 Požární ochrana objektu (viz požární dokumentace)**

Posouzení připravenosti objektu ZS Beroun v oblasti požární ochrany bylo zpracováno s využitím dokumentace požární ochrany, kterou vede provozovatel objektu, dále informací získaných při konzultacích s vedením společnosti a prohlídce budovy ZS Beroun. Přihlédnuto bylo také k výsledkům kontrol ze strany HZS ÚO Beroun.

Z hlediska požární bezpečnosti staveb bývají objekty rozděleny do požárních úseků, aby se omezila pravděpodobnost dalšího šíření vzniklého požáru. Místnosti v ZS Beroun však na požární úseky rozděleny nejsou. Celý objekt tak tvoří jen jeden požární úsek s výjimkou bytových prostorů, které jsou od ZS Beroun požárně odděleny a jejich obyvatelé používají vlastní vchod. Případný požár s ohniskem v bytových jednotkách by se tak díky požárně odolné stavbě oddělující tyto prostory od ostatních místností neměl šířit, pokud by nedošlo k propadu podlahy požárem zachvácené místnosti bytové jednotky nacházející se nad šatnami.

Pro případ požáru jsou v objektu rozmístěny hasicí přístroje, dále lze k hašení požáru využít hydranty v okolí objektu nebo je zde možnost napojení hadice C na výtok z veřejného řádu přímo v místnosti strojovny. Při předpokladu značné spotřeby vody se využije odběr vody z řeky Berounky na vytipovaném stanovišti v blízkosti lávky pro pěší. Odběr se bude provádět jednou cisternovou automobilovou stříkačkou, která bude zásobovat cisterny ostatní požární techniky využitelné k hašení požáru. K hašení požáru objektu se doporučuje využití pěti proudů C52, z toho jeden bude využit k ochlazování expanzní nádrže, aby se zabránilo její explozi, k níž může dojít v případě přímého působení ohně na její plášť (54). Chladicí proud by však neměl být směřován na pojistné ventily nádrže. Působením vody by mohl vzniknout led, který by mohl znemožnit správnou funkci těchto ventilů.

### **Požárně bezpečnostní zařízení zřízené v ZS Beroun:**

- hydrantový systém ve strojovně,
- požární klapky umístěné na potrubí vzduchotechniky,
- nouzové osvětlení.

Během zpracovávání analýzy rizik bylo zjištěno, že v objektu ZS Beroun není zřízena elektronická požární signalizace a stabilní či polostabilní hasicí zařízení stejně tak zařízení používané k odvádění kouře.

### **Věcné prostředky požární ochrany:**

- 16 práškových hasicích přístrojů umístěných ve strojovně, místnosti obsluhy, šatně 5, kanceláři, kotelně, tribuně pro sedící, vrátnici a v průjezdu,
- 7 vodních hasicích přístrojů rozmístěných v šatnách, chodbách u strojovny a ve VIP tribuně,
- 1 sněhový hasicí přístroj v místnosti rozvodny.

Kontrola hasicích přístrojů probíhá jednou ročně. Přístroje jsou plně funkční.

V rámci posouzení připravenosti objektu ZS Beroun v oblasti požární ochrany byly prověřeny možnosti vzniku a šíření požáru, dále také realizovatelnost objektové evakuace návštěvníků a označení a přístupnost evakuačních cest a únikových východů. V této oblasti nebyly odhaleny žádné nedostatky. V každém podlaží je na viditelném místě zveřejněn únikový plán s názorným vyznačením únikových cest a nouzových východů a tyto prvky jsou v objektu dále řádně označeny příslušnými značkami stejně jako rozvodna a další technické místnosti. Stadion disponuje značným množstvím nouzových východů. Tři hlavní nouzové východy určené k evakuaci návštěvníků jsou zřízeny na konci tří chodeb vedoucích z ochozu ledové plochy pod tribunou k stání. Další nouzové východy na této straně objektu se nachází v jednotlivých šatnách, kromě šatny 5. Využit lze i východy z chodeb mezi šatnami 4 a 3 a mezi šatnami 2 a 1. Popsané nouzové východy vedou do prostoru průjezdu mezi aquaparkem a stadionem. Na parkoviště před ZS Beroun vede jeden nouzový východ z ochozu a tři východy využitelné diváky z tribuny

k sezení. Z prvního patra budovy je možné uniknout pomocí venkovního schodiště či vchodu do hotelu.

Bylo identifikováno několik druhů provozovaných činností, u kterých bylo dle vyhlášky Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), stanoveno nahodilé požární zatížení. Tyto činnosti byly následně zařazeny do příslušných kategorií dle požárního nebezpečí v souladu se zákonem č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů. Posuzované provozy jsou uvedeny v dokumentaci o začlenění do kategorie činností se zvýšeným požárním nebezpečím a s vysokým požárním nebezpečím viz tabulka 21.

Tabulka 21 Přehled provozovaných činností se stanovenou hodnotou nahodilého požárního zatížení (85)

| Číslo položky | Druh provozu   | Hodnota nahodilého požárního zatížení |
|---------------|--|---------------------------------------|
| 5.1           | tribuny - hlediště sportovního zařízení                | 15 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 5.2 a)        | ledová plocha - sportovní hala pro tělovýchovu a sport | 10 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 5.3 b)        | šatny s dřevěnými skříňkami                            | 40 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 9.4 a)        | údržbářská dílna                                       | 30 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 10.1 a)       | garáž pro osobní automobil                             | 15 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 13.3.2        | strojovna chlazení                                     | 25 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 15.1          | strojovna vzduchotechniky                              | 15 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 15.2 a)       | rozvodna NN  | 25 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 15.10 c)      | kotelna plynová  | 10 kg/m <sup>2</sup>                  |

U těchto devíti činností bylo dále posuzováno požární nebezpečí podle zákona o požární ochraně. Z uvedených činností nesplňuje žádná podmínky pro zařazení do kategorie s vysokým požárním nebezpečím. Jako činnosti se **zvýšeným požárním nebezpečím** byly vyhodnoceny provoz strojovny chlazení z důvodu předpokladu zhoršených podmínek v případě zásahu a tribuny, protože jde o prostor určený ke koncentraci většího množství osob. Ostatní činnosti odpovídají kategorii **bez zvýšeného požárního nebezpečí**.

Požární dokumentace nevykazuje zřejmé nedostatky, přesto bych výše uvedené činnosti doplnila dalšími provozy s objektem souvisejícími například kancelář vedoucího ZS Beroun, neboť operativní karta objektu uvádí požár kanceláře jako nejsložitější variantu požáru v objektu, protože požár by se mohl šířit chodbami do dalších místností. Dále je vhodné zahrnout činnost související se skladováním tlakových nádob s propanem, která by byla na základě charakteristik jako například ztížené podmínky při zásahu, existence nahodilého požárního zatížení přesahujícího 120 kg/m<sup>2</sup> a množství propanu větší než 60 kg zařazena do kategorie činností s **vysokým požárním nebezpečím** (86). Další návrhy viz tabulka 22.

Tabulka 22 Návrh dalších provozovaných činností s přidělením hodnot nahodilého požárního zatížení (87)

| Číslo položky | Druh provozu  | Hodnota nahodilého požárního zatížení |
|---------------|---|---------------------------------------|
| 1.1           | kancelář vedoucího ZS Beroun vybavená osobním počítačem | 40 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 1.1           | místnost obsluhy vybavená osobním počítačem             | 40 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 5.2 a)        | tělocvična výlučně pro sport a tělovýchovu              | 10 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 5.6           | chodby  | 5 kg/m <sup>2</sup>                   |
| 7.1.1         | bistro  | 10 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 8.1           | byty  | 40 kg/m <sup>2</sup>                  |
| 10.6          | klec na skladování tlakových láhví s propanem (150 kg)  | 180 kg/m <sup>2</sup>                 |
| 14.2          | sprchy a WC   | 5 kg/m <sup>2</sup>                   |

Dále navrhuji změnu hodnoty nahodilého požárního zatížení ledové plochy. Ledová plocha jako sportovní hala odpovídá spíše položce 5.2 b). Nejenže je využívána pro hokejová utkání, krasobruslení, veřejné bruslení a in-line hokej, ale mimo sezónu se využívá i k pořádání kulturních akcí, především koncertů. Lze ji tedy označit jako víceúčelovou.

### 5.5.3 Havarijní připravenost objektu (viz plán čpavkového hospodářství a operativní karta zásahu...)

ZS Beroun se řadí k podlimitním objektům, v nichž je umístěno spíše menší množství amoniaku oproti jiným zimním stadionům, v jejichž systému chlazení koluje až 6 t amoniaku, a přestože zákon o prevenci závažných havárií nestanovuje pro podlimitní objekty povinnost zpracovat havarijní plán, pro objekt ZS Beroun zpracován byl. Havarijní plán čpavkového hospodářství (dále jen „havarijní plán“) je v jednom vyhotovení uložen v kanceláři vedení a další je k dispozici ve velínu vedle místnosti strojovny. Důvodem ke zpracování havarijního plánu bylo seznámení zaměstnanců s možnými následky úniku amoniaku a povinnostmi odpovědných osob. Hlavním cílem havarijního plánu je předcházet vzniku havárie s únikem amoniaku a v případě, že ke vzniku havárie přesto dojde, tak omezit její následky, zabránit rozšíření plynu a minimalizovat vzniklé škody.

Havarijní plán hospodářství obsahuje stručný popis samotného objektu a popis okolního prostředí zahrnující i přibližné kapacity sousedících objektů, umístění a technologický popis zdroje nebezpečí, v němž se uvádí jednotlivé komponenty systému chlazení. Dále uvádí fyzikálně-chemický popis amoniaku a také jeho účinky na organismus podle dosažené koncentrace v objemových procentech, definuje možnosti vzniku havárie s určením odpovídajícího stupně zamoření, dále přehled činností prováděných při havárii a povinnosti následující po ukončení zásahu (53).

Havarijní plán stanovuje tři stupně zamoření. První stupeň označuje závadu na některém z komponent, při které dojde k drobnému úniku nebezpečné látky v objemu cca do 1 l, který má tendenci ohrozit osoby jen v prostoru, kde k úniku došlo. V případě druhého stupně dojde k úniku amoniaku v celkovém množství do 10 l, při kterém hrozí, že se plyn bude šířit do okolí. Poslední stupeň je charakterizován jako havárie s únikem o objemu nad 10 l s následkem šíření do okolí v závislosti na směru a rychlosti větru (53).

Přímý systém chlazení, který je zde využíván, je automatizovaný s možností přepínání do ručního řízení. Při zaznamenání úniku čpavku dojde k automatickému uzavření všech okruhů odpojení elektrického silového obvodu. Amoniak v kapalném stavu se uzavře v expanzní nádrži. Zaznamenat únik může buď obsluha, nebo systém šesti havarijních senzorů. Sensory jsou rozmístěny následovně:



- strojovna 2x,
- dvůr za strojovnou 1x,
- úpravna vody 1x,
- technologický kanál 2x (52).

Pokud čidla zaznamenají zvýšenou koncentraci amoniaku, vnitřní poplachová siréna, která je na čidla napojena, spustí akustický poplach a na ledové ploše se rozsvítí červené výstražné světlo. O závažnosti situace mohou být návštěvníci informováni rozhlasem ZS Beroun využívaným při hokejových utkáních. Místní rozhlas mohou využít i objekty Hotel Na Ostrově a Tipsport Laguna. Osoby nacházející se v okolí bude možné varovat také prostřednictvím rotační sirény umístěné na střeše objektu, jejíž dosah je cca 800 m. Pokud byl systém přepnut do ručního provozu, bude zapotřebí zastavit kompresory a čerpadla. V případě úniku z potrubí na ledovou plochu bude provedeno uzavření nepoškozených okruhů a odsátí amoniaku z narušené sekce pomocí kompresoru. Při masivním úniku amoniaku je nezbytné okamžitě přerušit chod systému pomocí havarijního vypínače. Místo úniku uzavřít a vypnout havarijní ventilaci, aby se zamezilo dalšímu šíření do okolí. Obsluha v souladu s havarijním plánem provede bezodkladně tyto úkony a o situaci uvědomí ředitele ZS Beroun. Ředitel stanoví další postup, současně nahlásí událost na OPIS HZS kraje (53).

Strojníci při řešení havárie jsou povinni dodržovat pokyny uvedené v havarijním plánu. Např. při nakládání s nebezpečnou látkou je na pracovišti zakázáno jíst, pít, kouřit a požívat alkohol. Povinností je rovněž nahlásit veškeré zdravotní následky a zajistit jejich ošetření. Při likvidaci havárie je nutno dodržovat stanovené postupy a používat tyto ochranné pomůcky:

- 2 x dýchací přístroj SATURN,
- filtrační maska (filtr K),
- ochranné brýle,
- gumové rukavice,
- holínky (53).

Povinností ředitele ZS Beroun po odstranění následků havárie je předložit příslušným orgánům státní správy zprávu o havárii, kde budou uvedeny následující údaje:

- datum, čas a místo vzniku havárie,
- druh nebezpečné látky a množství, které uniklo,
- jméno osoby, která zjistila únik nebezpečné látky a čas nahlášení události,
- původ havárie a její rozsah,
- přehled přijatých opatření,
- návrh opatření, která zabrání opětovnému vzniku havárie,
- vyčíslení vzniklé škody a nákladů na odstranění následků v podobě odpadů (53).

Havarijní plán obsahuje zásadní informace, které budou užitečné obsluze strojovny v případě úniku amoniaku. Doporučuji aktualizaci havarijního plánu, neboť uvádí již neplatný zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a přípravcích. V dokumentu dále není uvedena osoba odpovědná za vypracování havarijního plánu a rok vydání. Předložený dokument by měl být doplněn o technologické schéma chladicího zařízení, jehož jednotlivé komponenty zobrazuje řídicí jednotka. K havarijnímu plánu bych dále přiložila fotografie hlavních součástí systému včetně otočných kohoutů a hlavního spínače.

Dalším důležitým dokumentem v oblasti havarijní připravenosti ZS Beroun je operativní karta obsahující cenné informace k vedení zásahu při události s únikem amoniaku. Je zde popsána přesná trasa z místa dislokace hasičské stanice v Berouně vedoucí ulicemi Nerudova, Drašarova, Bezručova, Okružní pokračující ulicemi Politických vězňů a dále ulicemi Na Parkáně až k ZS Beroun. Následuje podrobný popis objektu od možných vstupních cest až k jednotlivým místnostem v každém podlaží budovy, který je doplněn detailním plánem budovy. Operativní karta zohledňuje maximální kapacity hlediště, šaten a VIP tribuny. Tyto údaje byly využity pro výpočet multikriteriální analýzy. Dále je zde uvedena průměrná návštěvnost Tipsport Laguny. V operativní kartě jsou uvedeny informace o množství a umístění látek v objektu, o způsobu jejich použití a jsou zde popsány fyzikálně – chemické vlastnosti společně s doporučeními ohledně prevence a zmírnění havárie související s jejich únikem. Jsou zde doporučeny zdroje k hašení požáru či zkráplění amoniaku, které byly popsány v předchozí kapitole (54).

Mezi základní doporučení veliteli zásahu patří:

- zajistit evakuaci osob na volná prostranství, přičemž se řídit větrným rukávem umístěným nad strojovnou a podle něj vybrat evakuační cestu,
- zvolit vhodnou ochranu dýchacích cest a povrchu těla v závislosti na naměřené koncentraci,
- zkrápět amoniakovou mlhu tříštivým proudem vody,
- zajistit ochlazování nádrže,
- označení hranice zóny ohrožení min. 30 m od objektu (54).

Možná evakuační stanoviště:

- parkoviště před ZS Beroun,
- kruhový objezd za mostem v ulici Na Parkáně,
- parkoviště u penzionu pro seniory.

Při úniku amoniaku by zasahovalo přibližně 24 hasičů.

Operativní karta pro zásah v objektu ZS Beroun obsahuje všechny potřebné informace pro vedení zásahu a orientaci v prostoru stadionu. Pro úplnost informací bych doplnila údaje o maximální kapacitě Hotelu Na Ostrově a předpokládaná místa, kde může k úniku amoniaku dojít. Dále je zapotřebí aktualizovat kontakty na vedoucího ZS Beroun a strojníky. Tato část obsahuje zastaralá data.

Je podstatné zmínit, že havarijní karta podle pokynu GŘ HZS ČR č. 35 k tomuto objektu zpracována nebyla. Při konzultaci na HZS ÚO Beroun jsem zjistila, že multikriteriální analýza za účelem výpočtu úrovně rizika pro ZS Beroun, zde také byla provedena, ale hodnota je nižší než mnou dosažený výsledek. Úroveň rizika podlimitního objektu spočítaná HZS ÚO Beroun odpovídá hodnotě 10,5. Na základě spočítané úrovně rizika v obou případech tedy neplyne pro tento objekt povinnost havarijní kartu zpracovat, rozhodující jsou místní podmínky. V závislosti na místních podmínkách, navrhuji zpracování havarijní karty především z těchto důvodů:

- blízkost objektů s vyšší koncentrací osob – Tipsport Laguna, Hotel Na Ostrově,

- blízkost sportovních areálů (fotbalové hřiště, tenisové kurty) a frekventovaného parkoviště před ZS Beroun,
- nebezpečí kontaminace Berounky čpavkovou vodou,
- existence 4 bytových jednotek přímo v budově stadionu,
- pořádání kulturních akcí na ZS Beroun i mimo hokejovou sezónu.

#### **5.5.4 Cvičení složek IZS v objektu ZS Beroun**

Od uvedení do provozu ZS Beroun jsou vedeny záznamy o provedení dvou cvičení složek IZS zaměřených na provádění záchranných a likvidačních prací při úniku amoniaku, a to námětového cvičení v roce 1999 (v té době ještě nebyl účinný zákon o IZS, podle kterého by se toto cvičení v současnosti nazvalo „prověřovací“) a taktického cvičení v roce 2009. Při zpracování diplomové práce jsem měla možnost seznámit se s dokumentací k těmto cvičením včetně jejich vyhodnocení.

##### **A. Námětové cvičení v roce 1999**

Toto námětové cvičení se uskutečnilo v době, kdy se k chlazení ledové plochy ZS Beroun využívalo 6 t amoniaku. V průběhu dalších let bylo jeho množství sníženo na méně než polovinu. Výchozí situací (námětem) cvičení bylo narušení pláště výparníku, při kterém až do uzavření okruhu a přečerpání amoniaku do nádrže došlo k úniku 200 – 300 l této nebezpečné látky. V objektu ZS Beroun byla vnitřním rozhlasem vyhlášena evakuace. Jeden strojník v bezvědomí byl ve strojovně a druhý v technologickém kanálu. K zásahu byli povoláni příslušníci HZS okresu Beroun, ze stanice HZS Beroun a Hořovice, dále JSDHO Bavoryně a JSDHO Chyňava. Úkoly Policie ČR a Městské policie Beroun spočívaly v uzavření oblasti a provádění evakuace. Vzhledem k meteorologické situaci (západní směr větru) byly zvoleny dvě evakuační cesty, a to lávka k penzionu pro seniory a most do ulice Na Parkáně. Prakticky bylo evakuováno 60 figurantů, studentů Obchodní akademie v Berouně. Na základě provedeného průzkumu objektu a jeho okolí byla s pomocí detekční techniky stanovena zóna ohrožení o poloměru 50 m a určena místa pro dekontaminaci. Ze zamořeného prostoru byli vyneseni dva ranění, byla provedena jejich očista na stanovišti dekontaminace a byli předáni zdravotnické záchranné službě. Z dalších úkolů bylo procvičeno ucpání trhliny a měření koncentrace v ovzduší v městské části Závodí. Obyvatelé v okolí byli informováni

o konání cvičení a o uzavření oblasti. Evakuace Hotelu Na Ostrově součástí cvičení nebyla (88).

Provedené námětové cvičení odhalilo řadu nedostatků. Například bylo zjištěno, že strojník není na simulovanou a procvičovanou situaci dostatečně vyškolen. Nezjišťoval směr větru, neznal umístění hlavního vypínače elektrické energie, pracoval bez osobních ochranných prostředků, i přestože byly k dispozici. Některé úkony strojníka byly zdlouhavé např. odemknutí strojovny či připojení hadice k hydrantu. Bylo zřejmé, že strojník nepostupoval v souladu s havarijním plánem. Při vyhlášení evakuace neupřesnil evakuační trasu. Správný postup naopak zachoval při zastavení čerpadel a kompresoru a při vyhlášení akustického poplachu. Dalším nedostatkem byla nejistota Policie ČR v prováděných činnostech – lávku k penzionu nikdo nehlídal a komunikace s velitelem zásahu byla nedostatečná. Kromě příslušníků HZS okresu nebyla žádná ze zasahujících složek vybavena ochrannými prostředky, přesto se nechráněné osoby pohybovaly v místě havárie (89).

V průběhu cvičení vyvstala potřeba řešit varování obyvatel v okolí objektu. Varovná informace odvysílaná městským rozhlasem byla tehdy slyšitelná jen v centru města, k ZS Beroun nedolehla. Bylo doporučeno instalovat elektronickou sirénu ovládanou ze ZS Beroun. V současné době je na střeše ZS Beroun instalována rotační siréna a varovná informace by byla přenášena městským rozhlasem již s dostatečným dosahem. Dále bylo na základě výsledků cvičení doporučeno zpracovat nový havarijní plán, provést důkladné školení zaměstnanců a zajistit lepší součinnost mezi složkami IZS (89).

## **B. Taktické cvičení v roce 2009**

V roce 2009 proběhlo taktické cvičení složek IZS na únik amoniaku ze ZS Beroun. Byl simulován únik 10 kg amoniaku pootevřeným ventilem pomocí zakuřovacího zařízení. Byla cvičena evakuace 50 osob a záchrana 10 osob. Jako figuranti sloužili zaměstnanci objektů a studenti Střední školy zdravotnické v Berouně. Cvičení bylo znovu situováno na západní vítr. Oproti námětovému cvičení v roce 1999 se do tohoto taktického cvičení zapojilo více složek IZS. Povolání byli příslušníci HZS ÚO Beroun, stanice HZS Beroun a Hořovice, členové JSDHO Králův Dvůr, JSDHO Chyňava, JSDHO Komárov a JSDHO Zdice. Dále složky Policie ČR – územní odbor Beroun, Městské policie Beroun, a Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje, výjezdová základna Beroun.

Hlavním cílem taktického cvičení bylo procvičení součinnosti zasahujících složek IZS, provedení zásahu v protichemických oblecích, dekontaminace zasahujících složek a záchraněných osob, uzavření místa zásahu (zóny ohrožení), evakuace návštěvníků a zaměstnanců stadionu, ošetření zraněných a evakuace Tipsport Laguny. Evakuace Hotelu Na Ostrově opět realizována nebyla, došlo jen k vyrozumění recepce (68).

Plán taktického cvičení oproti předchozímu z roku 1999 obsahuje detailní přehled veškerých činností, které je nutné během zásahu provést s uvedením složek IZS, které budou konkrétní činnost provádět, včetně předpokládaného časového průběhu. Dále je v plánu uveden náskres jednotlivých sektorů s rozmístěním zásahové techniky složek IZS viz příloha 4 (68).

Během cvičení nebyly zjištěny závažné nedostatky, součinnost mezi zasahujícími složkami IZS byla procvičena, příslušníci HZS ÚO Beroun byli seznámeni s prostory a technologií ZS Beroun. Výstupem tohoto cvičení byl návrh přenechat předurčeným JSDHO plnou kontrolu nad zřízením týlového prostoru z důvodu jeho déletrvajících přípravy (90).

## **5.6 Závěry a návrhy opatření**

S ohledem na fakta zjištěná v průběhu posuzování připravenosti objektu ZS Beroun na působení mimořádných událostí nebo jejich vznik přímo v objektu navrhuji pro klíčové oblasti následující doporučení:


- aktualizace povodňového plánu – viz návrhy v kapitole 5.5.1,
- výměna dřevěných desek používaných k ochraně před povodněmi za hliníkové, které jsou odolnější a jejich instalace je díky jejich hmotnosti jednodušší,
- preventivní včasné odstavení provozu technologie chlazení při povodních,
- každoroční zkouška systému protipovodňové ochrany,
- pravidelná kontrola zpětných klapek,
- rozšíření systému protipovodňové ochrany o další soustavu mobilního hrazení – soustava by byla umístěna do oblasti parkoviště před ZS Beroun, kde jsou kovovými deskami zakryty pouze východy, zdivo ale na této straně budovy není chráněno proti případnému promáčení,

- aktualizace havarijního plánu objektu – viz návrhy v kapitole 5.5.3 (po jednom vyhotovení předat Městskému úřadu Beroun a HZS ÚO Beroun),
- výměna rotační sirény za elektronickou (možnost předání verbální informace v zóně ohrožení v případě úniku amoniaku),
- umístění senzoru úniku amoniaku v blízkosti ledové plochy,
- v případě úniku čpavku bezprostřední výzva pro obyvatelstvo v okolí objektu, aby okamžitě uvolnili a dále neblokovali vozidly ulici Na Parkáně (jediná příjezdová cesta pro zasahující techniku),
- vybudování záchytné vany ve strojovně,
- zpracování havarijní karty objektu – viz návrh v kapitole 5.7,
- provedení prověřovacího nebo taktického cvičení složek IZS na téma havárie s únikem amoniaku na ZS Beroun (zařadit do plánu cvičení na rok 2021),
- instalace elektrické požární signalizace,
- instalace stabilního hasicího zařízení ve formě sprinklerů do prostoru strojovny,
- vypracování dokumentace bezpečnosti a zdraví při práci.

I přes výše navržená opatření shledávám připravenost ZS Beroun vzhledem k velikosti stadionu, jeho umístění a množství používaného amoniaku jako dostatečnou. Vedení ZS Beroun dobře spolupracuje a reaguje na doporučení HZS ÚO Beroun a Městského úřadu Beroun. Nové vedení ZS Beroun postupně napravuje následky nedbalosti předchozího provozovatele. Za tímto účelem proběhly rozsáhlé rekonstrukční práce, které zatím nejsou zcela u konce. V současné době se vyjednává o vyhotovení nové bezpečnostní dokumentace. Kladně hodnotím především systém protipovodňové ochrany a povodňový plán objektu. Obsluha je pro případ úniku amoniaku dobře proškolená a veškeré kontroly probíhají ve stanovených lhůtách. **Hypotéza 3** (Úroveň připravenosti objektu ZS Beroun je dostatečná) **byla potvrzena.**

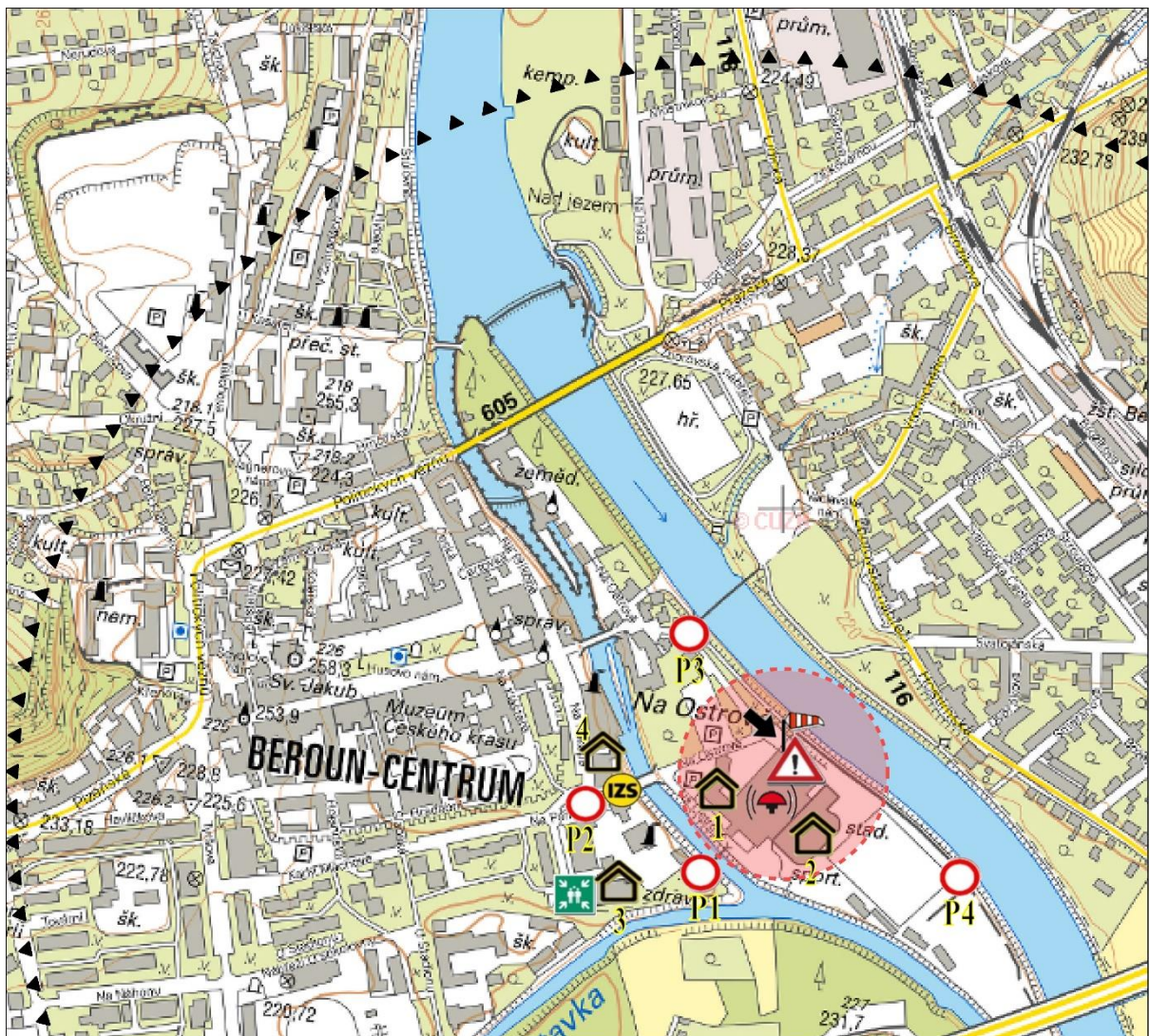
## 5.7 Návrh havarijní karty objektu

Tabulka 23 Návrh textové části havarijní karty objektu ZS Beroun

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>HAVARIJNÍ KARTA</b>   |  | <b>ZSBE</b><br>25.02.2020 14:27  |
| <b>Zimní stadion Beroun</b>  |  |  |
| Na Ostrově 83, Závodí, 266 01 Beroun,<br>(GPS: 49.9631675N, 14.0790183E)   |  |  |
| <b>Provozovatel:</b> Berounská sportovní, a.s.   | <b>Kontaktní stanoviště složek IZS: Na kruhovém objezdu v ulici Na Parkáně před Fitness Tyran, (GPS: 49.9625333N, 14.0754119E)</b> |  |
| <b>Kontaktní osoba:</b> provozní zimního stadionu  |  |  |
| <b>Zdroj rizika:</b> Amoniak (2,9 t), strojovna chlazení se nachází v přízemí na severovýchodní straně objektu. Je přístupná z ulice Na Parkáně a ze dvora stadionu.   |    |  |
| <b>Zóna ohrožení:</b> 106 m*   |  |  |
| <b>Počet ohrožených osob:</b> 2179 v objektu, 1008 v zóně ohrožení**   |  |  |
| <b>Nebezpečné vlastnosti:</b> Amoniak je bezbarvý, hořlavý, žravý plyn štiplavého zápachu skladovaný ve zkapalněném stavu. V případě havárie bude tvořit těžké bílé mlhy. Se vzduchem může tvořit výbušné směsi. Při kontaktu s vodou vyvíjí exotermní reakce. Plyn silně dráždí oči a horní cesty dýchací. Při kontaktu s pokožkou vznikají omrzliny. Látka je nebezpečná pro životní prostředí.  |  |  |
| <b>Činnost provozovatele v případě mimořádné události</b>  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O vzniku a závažnosti mimořádné události informovat OPIS.</li> <li>• Varování návštěvníků objektu místním rozhlasem, uvědomění provozovatelů Hotelu Na Ostrově a Tipsport Laguny.</li> <li>• Realizace opatření k zamezení šíření amoniaku do okolí a poskytnutí potřebných informací složkám IZS. Zajištění likvidace vzniklé čpavkové vody. Vypracování zprávy o havárii.</li> </ul>  |  |  |
| <b>Organizace zásahu</b>   |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Příjezd zasahujících složek IZS na kontaktní stanoviště IZS.</li> <li>• Činnost velitele zásahu: upřesní stupeň poplachu, vyžádá potřebné síly a prostředky, řídí a kontroluje činnost jednotlivých složek na místě zásahu, v případě potřeby zřídí štáb velitele zásahu a určí náčelníka štábu, v případě potřeby rozdělí místo zásahu na úseky a sektory a určí velitele jednotlivých úseků a sektorů.</li> <li>• S ohledem na závažnost situace zváží velitel zásahu nařízení evakuace ze stadionu a okolních objektů.</li> <li>• Evakuační cesty volit s ohledem na směr větru (viz větrný rukáv nad strojovnou).</li> <li>• Velitel zásahu zabezpečuje spojení s OPIS a informování veřejnosti.</li> </ul> |  |  |
| <b>Činnost OPIS</b>  |  | <b>Vyrozumívané subjekty</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Přijetí informace o vzniku havárie a vyslání jednotek HZS, PČR a ZZS na místo zásahu.</li> </ul>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hotel Na Ostrově, Tipsport Laguna</li> <li>• Domov pro seniory</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vyrozumění orgánů státní správy a samosprávy a ohrožených objektů. Aktivace rotační sirény na střeše zimního stadionu.</li> </ul>   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Starostka města Beroun</li> <li>• Odbor životního prostředí</li> </ul>    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Předávání potřebných informací veliteli zásahu.</li> </ul>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Povodí Vltavy, státní podnik</li> </ul>                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Odvolání opatření ochrany obyvatelstva.</li> </ul>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemická laboratoř Kamenice</li> </ul>                                    |



| <b>Text pro informování (varování) obyvatelstva</b>   |   |                   |
|---|---|-------------------|
| <p>Pozor – věnujte pozornost mimořádnému sdělení. Na zimním stadionu došlo k úniku amoniaku. Zůstaňte ve svých domovech, případně se ukryjte v nejbližší budově. Uzavřete všechna okna a vypněte ventilaci. Sledujte informace na webových stránkách města Beroun. Dýchací cesty chraňte vlhčenou tkaninou a v případě otravy volejte 155. Neblokujte ulici Na Parkáně vozidly. Vyhněte se oblasti Na Ostrově. Výstraha platí pro městské části Závodí, Beroun-město a Beroun-centrum do odvolání. Odvolání: Pozor – věnujte pozornost mimořádnému sdělení. Nebezpečí pominulo.</p> <p>Caution – pay attention to the uncommon message. Ammonia has leaked from the ice arena. Stay in your homes or hide in the nearest building. Close all windows and turn off the ventilation. Follow the information on the city's Beroun website. Protect your airways with a moistened textile and call 155 in case of poisoning. Do not block Na Parkáně street with vehicles. Avoid the Na Ostrově area. The warning applies to the districts of Závodí, Beroun-město and Beroun-centrum until the alert is revoked. Appeal: Caution – pay attention to the uncommon message. The danger passed.</p> |   |                   |
| <b>Činnost JPO (HZS ÚO Beroun, HZS ÚO Hořovice, JSDHO Chyňava, JSDHO Králův Dvůr)</b>   |   |                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vytyčení zóny ohrožení, průzkum a měření koncentrace amoniaku ve vzduchu.</li> <li>• Záchrana intoxikovaných osob a evakuace návštěvníků ze zóny ohrožení.</li> <li>• Kontrola ostatních místností zimního stadionu včetně bytových a přilehlých prostorů.</li> <li>• Lokalizace místa úniku amoniaku, realizace opatření k zastavení šíření amoniaku (utěsnění otvoru, uzavření kohoutů, posypání kaluže sorbentem, zkrápění plynu tříštivým proudem vody a odvětrávání zamořených místností).</li> <li>• Provedení dekontaminace postižených osob a zasahujících příslušníků. Kontrolní měření koncentrací.</li> </ul>   |   |                   |
| <b>Činnost PČR ÚO Beroun</b>  |   |                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zajistit veřejný pořádek na místě zásahu. Varování osob. Regulace pohybu osob a vozidel.</li> <li>• Řídit se pokyny velitele zásahu. Nevstupovat do zóny ohrožení.</li> </ul>  |   |                   |
| <b>Činnost MP Beroun</b>  |   |                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zajistit veřejný pořádek na místě zásahu. Varování osob. Regulace pohybu osob a vozidel.</li> <li>• Řídit se pokyny velitele zásahu. Nevstupovat do zóny ohrožení.</li> </ul>  |   |                   |
| <b>Činnost ZZS Beroun</b>   |   |                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zajistit přednemocniční neodkladnou péči a transport intoxikovaných osob.</li> <li>• Řídit se pokyny velitele zásahu. Nevstupovat do zóny ohrožení.</li> </ul>   |   |                   |
| <b>Významné objekty v zóně ohrožení</b>   |   |                   |
| Ohrožený významný objekt  | Adresa                                      | Kontaktní spojení |
| 1: Hotel Na Ostrově   | Na Ostrově 816, Závodí, 266 01 Beroun       | provozní          |
| 2: Tipsport Laguna  | Na Ostrově 900, Závodí, 266 01 Beroun       | ředitel           |
| 3: Penzion pro seniory  | Na Parkáně 111, Beroun-Město, 266 01 Beroun | ředitelka         |
| 4: Fitness Tyran  | Na Parkáně 23, Beroun-Město, 266 01 Beroun  | recepce           |



|   |                      |   |                 |   |                         |
|---|----------------------|---|-----------------|---|-------------------------|
|  | Vjezd do areálu      |  | Uzávěra         |  | Větrný rukáv            |
|  | Kontaktní stanoviště |  | Významný objekt |  | Strojovna chlazení      |
|  | Sířena               |  | Shromaždiště    |  | Dosah varovného signálu |
|   |                      |   |                 |  | Zóna ohrožení           |

Obrázek 21 Návrh grafické části havarijní karty objektu ZS Beroun

\* Jako poloměr zóny ohrožení byl využit výstup ze softwaru Optizon.

\*\* Počet ohrožených osob zahrnuje maximální kapacity ZS Beroun, aquaparku a Hotelu Na Ostrově + počty zaměstnanců přítomných v objektech po většinu dne a nájemníků v bytech

Havarijní karta objektu byla navržena v souladu s Pokynem GŘ HZS ČR č. 35.

## 6 DISKUZE

Předmětem diplomové práce bylo provedení analýzy rizik objektu ZS Beroun současně se simulací úniku amoniaku pomocí dostupných softwarových nástrojů, zhodnotit stávající bezpečnostní opatření, odhalit slabé stránky a navrhnout opatření s cílem zvýšit připravenost analyzovaného objektu na působení mimořádných událostí.

Teoretická část se soustředila na popsání současného stavu ale i historie legislativy související s prevencí závažných havárií. Dále se tato část zaměřila na obecnou charakteristiku podlimitních objektů, stejně tak jako na popis konkrétních podlimitních objektů nacházejících se na území správního obvodu ORP Beroun s uvedením přehledu známých úniků amoniaku ze zimních stadionů. Byly objasněny fyzikálně-chemické vlastnosti chladicího média až po jeho vliv na zdraví osob a životní prostředí. Následovalo uvedení základních pokynů pro obyvatelstvo v případě úniku amoniaku a popis činností složek IZS při společném zásahu v ZS Beroun.

Cílem praktické části bylo provedení výpočtu úrovně rizika objektu ZS Beroun, vytvoření analýzy rizik za použití SW Riskan, která byla dále doplněna o analýzu KARS, která řešila souvztažnost mezi riziky. Pomocí softwarů Aloha a TerEx byly modelovány různé varianty úniku amoniaku a jimi vytvořené zóny ohrožení byly dále porovnány se zónou ohrožení vytvořenou programem Optizon. Dále byla zhodnocena připravenost objektu, na jejímž podkladě byla navržena řada opatření následovaná vytvořením návrhu havarijní karty objektu.

### A. Výsledky analýz

Při výpočtu multikriteriální analýzy byla úroveň rizika objektu stanovena na 13,3. Úroveň rizika, a hlavně místní podmínky, byly rozhodující pro vypracování návrhu havarijní karty. Při konzultaci na HZS ÚO Beroun bylo zjištěno, že mnou získaný výsledek je vyšší než výsledek analýzy provedené příslušníky HZS ÚO Beroun. Oba výsledky ale spadají do skupiny podlimitních objektů se zvýšeným rizikem. HZS ÚO Beroun ale ke zpracování havarijní karty nepřikročil.

V kapitole, která se věnovala analýze rizik objektu pomocí rizikového kalkulátoru SW Riskan, byla výsledná rizika rozčleněna do tří skupin a to na rizika vysoká, střední a nízká.

Do skupiny vysokých rizik se zařadila ta, jejichž hrozba měla vysokou pravděpodobnost a působila na chráněné zájmy s nejvyšší hodnotou, které byly konkrétním rizikem nejvíce zranitelné. V kategorii vysokých rizik byla rizika jako **epidemie, povodně, únik amoniaku z technologie chlazení, požár, selhání lidského faktoru a krádeže**. Při hodnocení pravděpodobnosti hrozeb byly rozhodující události z minulosti. Např. hrozba úniku amoniaku z technologie chlazení byla vyhodnocena jako vysoce pravděpodobná, protože k jedné nehodě již na ZS Beroun došlo. Jednalo se o malý únik amoniaku do ovzduší, ke kterému došlo 1.7.2016 okolo třetí hodiny odpolední. Událost nahlásil nájemník jednoho z bytů v blízkosti strojovny objektu. Při vyšetřování události se zjistilo, že úniku předcházela únik oleje z jednoho z čerpadel. V roce 2012 během příprav na jednu z kulturních akcí došlo k propadu podlahy pod nákladním vozidlem, které zajíždělo na ochoz před ledovou plochu. Pod místem propadu vede potrubí, které přivádí amoniak na ledovou plochu. K incidentu byli přivoláni příslušníci HZS ÚO Beroun, aby prověřili, zda nedochází v místě propadu k úniku amoniaku. Potrubí naštěstí zůstalo neporušené.

Dále byla realizována doplňková analýza rizik metodou KARS, která na základě schopnosti rizika přispět ke vzniku dalšího rizika nebo být vyvoláno rizikem jiným, rozčleňuje rizika pomocí grafu se zakreslenými hodnotami aktivity a pasivity také do tří skupin na primárně, sekundárně a terciálně významná rizika. Ve skupině primárně významných rizik s největším potenciálem jsou pouze čtyři rizika a to **požár, výbuch, technické poruchy a blackout**, což byl poměrně překvapivý výsledek vzhledem k tomu, že riziko blackoutu se v analýze Riskan zařadilo mezi nízká rizika. Nejvíce rizik se umístilo ve II. a III. segmentu pro sekundárně významná rizika. V případě výsledků ze SW Riskan bylo také nejvíce rizik zařazeno ve druhé skupině pro střední rizika.

## **B. Výsledky modelací úniku amoniaku**

V rámci kapitol, které se zabývaly modelacemi úniku celkové zádrže amoniaku a 60 kg množství jak v prostředí SW TerEx tak v SW Aloha, byly ke každé modelaci podle množství uniklé látky v jednotlivých programech namodelovány 3 varianty úniku v závislosti na meteorologických podmínkách, které byly shodným vstupním údajem pro oba programy. Při modelacích se zkoumalo, jak jednotlivé typy atmosférické stálosti ovlivní vzdálenosti doporučené pro evakuaci osob a pro provedení průzkumu toxické koncentrace IDLH. Bylo zjištěno, že v případě úniku maximálního množství se výsledky

obou programů shodují a inverze je tak jako typ atmosférické stálosti pro šíření látky v obytné krajině nejpriznivější. Druhého největšího rozptylu dosáhla látka za stavu izotermie. V případě modelací úniku s 60 g množstvím se již výsledky liší. V programu TerEx se ukázalo, že šíření látky v terénu nejvíce podporuje přítomnost inverze, naopak v případě výsledků z programu Aloha to byl závěr, že látka dosáhne větší vzdálenosti za stavu izotermie.

V tabulce 24 je uveden přehled výsledných vzdáleností všech variant podle zadaného množství uniklé látky do ovzduší a typu atmosférické stálosti.

Tabulka 24 Přehled modelovaných variant

| Typ úniku                 | Množství amoniaku (kg) | Pořadí modelace | Pokrytí oblohy mraky | Typ atmosférické stálosti | TerEx - výsledky (m)                                |   | Aloha - výsledky (m)                                |   |
|---------------------------|------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|---|---|---|---|
|                           |                        |                 |                      |                           | Ohrožení osob toxickou látkou (doporučená evakuace) | Doporučený průzkum toxické koncentrace (IDLH) | Ohrožení osob toxickou látkou (doporučená evakuace) | Doporučený průzkum toxické koncentrace (IDLH) |
| Jednorázový únik amoniaku | 2891 kg                | 1.              | 0%                   | konvekce                  | 644   | 966   | 671   | 958   |
|                           |                        | 2.              | 100%                 | izotermie                 | 1397  | 2096  | 1323  | 1770  |
|                           |                        | 3.              | 0%                   | inverze                   | 2238  | 3357  | 1770  | 2897  |
|                           | 60kg                   | 4.              | 0%                   | konvekce                  | 170   | 255   | 165   | 273   |
|                           |                        | 5.              | 100%                 | izotermie                 | 339   | 508   | 319   | 472   |
|                           |                        | 6.              | 0%                   | inverze                   | 545   | 818   | 230   | 452   |

První modelace byly vždy prováděny v programu TerEx, protože manipulace s ním je o poznání jednodušší. Navíc TerEx neposkytuje možnost nastavení mezních hodnot koncentrací pro zobrazení jednotlivých zón, tak jako Aloha. Aby tedy mohlo být dosaženo relevantních výsledků, bylo nutné u každé varianty modelované v programu Aloha upravit mezní hodnoty pro obě zóny (doporučená evakuace, doporučený průzkum) v souladu s hodnotami, které uváděly výsledky z programu TerEx.

Veškeré varianty byly modelovány jako jednorázový únik. Původně zamýšlená doplňková komparace výsledků v případě použití modelu kontinuálního úniku, se z důvodu zadávání zcela rozdílných parametrů v obou programech ukázala jako nerealizovatelná. Naopak vstupní údaje pro výpočet jednorázového úniku v obou programech byly stejné s malou výjimkou v případě programu Aloha, který navíc vyžaduje zadání teploty a vlhkosti vzduchu. Proto byla varianta jednorázového úniku vyhodnocena jako nejvhodnější.

Výsledkem modelování bylo vždy zobrazení zóny pro doporučenou evakuaci a zóny pro doporučený průzkum IDLH. V následujících dvou tabulkách je přehledně uvedeno, s jakým procentuálním rozdílem se výsledky modelací v programu Aloha liší od výsledků z programu TerEx. Program Aloha vykazuje jak v případě výsledků doporučené evakuace, tak i doporučeného průzkumu IDLH, v pěti případech ze šesti kratší vzdálenost, než je vzdálenost vypočítaná programem TerEx. Naopak je tomu v případě modelací variant se stavem konvekce. V 66 % porovnání vzdálenosti pro doporučenou evakuaci nebyl rozdíl mezi výsledky z Alohy a TerExu větší než 10 %. Lze říci, že nejznatelnější rozdíly mezi velikostmi zón ohrožení byly pozorovány převážně při variantách modelovaných za stavu inverze.

Tabulka 25 Porovnání výsledných vzdáleností zón pro doporučenou evakuaci

| Pořadí modelace | Doporučená evakuace (m) |       | Rozdíl v %  |
|-----------------|-------------------------|-------|---|
|                 | TerEx                   | Aloha |   |
| 1.              | 644                     | 671   | Výsledek Aloha je o 4,19 % větší než výsledek TerEx.  |
| 2.              | 1397                    | 1323  | Výsledek Aloha je o 5,30 % menší než výsledek TerEx.  |
| 3.              | 2238                    | 1770  | Výsledek Aloha je o 20,91 % menší než výsledek TerEx. |
| 4.              | 170                     | 165   | Výsledek Aloha je o 2,94 % menší než výsledek TerEx.  |
| 5.              | 339                     | 319   | Výsledek Aloha je o 5,90 % menší než výsledek TerEx.  |
| 6.              | 545                     | 230   | Výsledek Aloha je o 57,80 % menší než výsledek TerEx. |

Tabulka 26 Porovnání výsledných vzdáleností zón pro doporučený průzkum IDLH

| Pořadí modelace | Doporučený průzkum IDLH (m) |       | Rozdíl v %  |
|-----------------|-----------------------------|-------|---|
|                 | TerEx                       | Aloha |   |
| 1.              | 966                         | 958   | Výsledek Aloha je o 0,83 % menší než výsledek TerEx.  |
| 2.              | 2096                        | 1770  | Výsledek Aloha je o 15,55 % menší než výsledek TerEx. |
| 3.              | 3357                        | 2897  | Výsledek Aloha je o 13,70 % menší než výsledek TerEx. |
| 4.              | 255                         | 273   | Výsledek Aloha je o 7,06 % větší než výsledek TerEx.  |
| 5.              | 508                         | 472   | Výsledek Aloha je o 7,09 % menší než výsledek TerEx.  |
| 6.              | 818                         | 452   | Výsledek Aloha je o 44,74 % menší než výsledek TerEx. |

Práci s oběma programy lze označit za jednoduchou. Programy nevyžadují zadávání nadměrného množství vstupních údajů, což může být vzhledem k získání co nejpřesnějších výsledků na škodu. Ale v rámci jejich porovnání se SW Aloha může zdát sofistikovanější, vyžaduje totiž zadání více meteorologických údajů.

### **C. Posouzení připravenosti objektu a návrhy opatření**

Cílem diplomové práce bylo posoudit stav bezpečnostních opatření a následně navrhnout jejich zlepšení. Pomocí dostupné bezpečnostní dokumentace, informací získaných při konzultaci a prohlídce celého objektu byly postupně hodnoceny oblasti protipovodňové ochrany, požární ochrany a havarijní připravenosti. I přes malé nedostatky byla úroveň připravenosti hodnocena kladně. Obzvláště lze vyzdvihnout systém protipovodňové ochrany a precizně vypracovaný povodňový plán, systém senzorů úniku amoniaku a celkový stav chladicí technologie, která v průběhu let prošla revitalizací. Veškeré kontroly od pojistných ventilů, tlakových nádob, přes plynové spotřebiče, revize elektroinstalace až po školení strojníků probíhají pravidelně ve stanovených intervalech.

### **D. Zpracovávání havarijní karty**

Další neméně důležitou součástí diplomové práce bylo sestavení návrhu havarijní karty objektu ZS Beroun podle Pokynu GŘ HZS ČR č. 35. Navržená havarijní karta splňuje veškeré náležitosti i grafickou úpravu. Protože zóny ohrožení byly navrženy třemi různými programy, bylo nutné rozhodnout, jaký výstup bude nejvhodnější v havarijní kartě použít. Během konzultací s příslušníky HZS ÚO Beroun mi však bylo zdůrazněno, že při skutečném úniku amoniaku ze ZS Beroun by byla vytyčena zóna ohrožení bližící se rozsahu výsledku programu Optizon. Dalším důvodem, proč byl tento výsledek použit při tvorbě havarijní karty objektu, bylo zajištění souladu s Pokynem GŘ HZS ČR č. 35. Článek 4 zabývající se stanovením zóny ohrožení uvádí přesný postup pro vymezení výchozí hranice zóny ohrožení, který se shoduje s metodou používanou pro vytyčení zóny havarijního plánování popsanou ve vyhlášce Ministerstva vnitra č. 226/2015 Sb. Přesně na tomto principu program Optizon pracuje a proto byl jeho výstup shledán jako nejlepší varianta při tvorbě grafické části havarijní karty. Navíc použití programu Optizon je Pokynem GŘ HZS ČR č. 35 přímo doporučeno. Postup výpočtu výchozí hranice zóny ohrožení byl objasněn v rámci kapitoly 5.4.3.



## E. Další postřehy a dodatečné návrhy opatření

Při zpracovávání diplomové práce jsem se také rozhodla porovnat technologii chlazení a bezpečnostní opatření ZS Beroun se systémem v Městském zimním stadionu v Lounech (dále jen „ZS Louny“). Na rozdíl od ZS Beroun je na ZS Louny používán nepřímý systém chlazení, tj. že primární chladivo (2 t amoniaku) ochlazuje sekundární chladivo (1,5 t solanky), které se dostává do potrubí pod ledovou plochou. Amoniak je skladován v nádrži mimo budovu, před strojovnou pod úrovní terénu a je chráněn venkovním přístřeškem. V současné době však vedení ZS Louny uvažuje o výměně sekundárního chladicího média za jiné, které by bylo méně agresivní k potrubí. S vedením ZS Louny byly dále diskutovány klady a zápory obou systémů chlazení. Přímé chlazení v ZS Beroun je rychlejší a méně nákladné, protože odpadá okruh se sekundárním médiem, je ale také méně bezpečné s ohledem na vyšší množství amoniaku a skutečnost, že amoniak koluje přímo pod ledovou plochou, což při jejím poškození a úniku chladicího média může ohrozit návštěvníky. Systém nepřímého chlazení naopak využívá nižší množství amoniaku, ale jeho nevýhodou je menší efektivita a větší ztráty tepla (91).

Dalším krokem ke snížení následků úniku amoniaku by tedy byl přechod z přímého systému na nepřímý, díky kterému by ještě mohlo dojít ke snížení aktuálního množství amoniaku v ZS Beroun. Jedná se však o několikamilionovou investici.

Dodatečným opatřením, které by mohlo přispět ke snížení energetických nákladů objektu, je využívání odpadního tepla vznikajícího během procesu chlazení. Odpadní teplo vzniká dvěma cestami, a to při přehřátí čpavkových par nebo při zkapalňování plynného čpavku před návratem do expanzní nádrže. Získané odpadní teplo lze využít několika způsoby, například pro ohřev užitkové vody, k vytápění místností nebo jak je tomu v případě ZS Louny k rozpouštění nahromaděného ledu ve sněžné jámě. Nejsnadnější realizovatelnost a nejvyšší návratnost má údajně využití odpadního tepla k ohřevu užitkové vody (91).

V recepcích Hotelu Na Ostrově a Tipsport Laguny by mohla být instalována světelná signalizace s napojením na senzory úniku amoniaku. Při jejich aktivaci by pracovníci na recepci telefonicky ověřili stav situace, při potvrzení následně vyhlásili poplach vnitřními rozhlasly a zahájili evakuaci. Správci objektů by následně potvrdili počty evakuovaných osob. Na recepci Tipsport Laguny by dále mohly být připraveny termoizolační fólie, které

by byly v případě nepříznivého počasí rozdávány osobám, které byly evakuovány pouze v plavkách.

V současnosti vedení ZS Beroun jedná o aktualizaci bezpečnostní dokumentace a ledovou plochu čeká rekonstrukce. Celá plocha bude nově vybetonována a pod ní povede nový rozvod amoniaku. S cílem dosažení zefektivnění nákladů bude vylepšena jeho izolace, aby se snížila hloubka promrzání podloží. V dalším pořadí je plánována rekonstrukce jednoho z bytů, který bude v budoucnosti sloužit buď jako kancelář nebo šatna.

## 7 ZÁVĚR

V dnešní době jsou na území ČR v provozu tisíce zařízení, která nakládají s nebezpečnými chemickými látkami, a která jsou klasifikována jako tzv. objekty s podlimitním množstvím nebezpečné látky. Takovým objektům, která se často nacházejí v blízkosti lidských obydlí, je nutné věnovat náležitou pozornost. Přestože množství nebezpečných látek používané v těchto objektech je mnohonásobně nižší než množství skladovaná v objektech skupiny A nebo v objektech skupiny B, i podlimitní objekty mohou představovat významnou bezpečnostní hrozbu pro své okolí. Ročně dochází v těchto provozech k několika únikům nebezpečných chemických látek do ovzduší. To dokazuje např. statistika uvedená v příloze 3, která ale uvádí pouze úniky amoniaku ze zimních stadionů.

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení současného stavu připravenosti ZS Beroun čelit následkům vzniku mimořádných událostí a navržení vhodných opatření, která připravenost objektu zvýší. S ohledem na charakter analyzovaného objektu a jeho okolí byly provedeny různé metody analýzy rizik a modelace úniku amoniaku v několika variantách.

V rámci diplomové práce byly řešeny následující tři hypotézy. **Hypotéza 1** (Při úniku celkové zádrže amoniaku nedojde k ohrožení centra města Beroun.) byla posuzována prostřednictvím tří různých softwarových nástrojů. Výsledná modelace za použití **SW TerEx** hypotézu **nepotvrdila**. Výsledek simulování v **SW Aloha** hypotézu taktéž **nepotvrdil**. Stejná hypotéza byla na základě výsledku **SW Optizon** **potvrzena**. Výsledky řešení první hypotézy zdůrazňují rozdílnost ve funkci programů TerEx a Aloha v porovnání s programem Optizon. **Hypotéza 2** (Úroveň rizika zkoumaného podlimitního objektu ZS Beroun je vyšší než 15.) byla na základě výpočtu úrovně rizika **nepotvrzena**. Poslední **Hypotéza 3** (Úroveň připravenosti objektu ZS Beroun je dostatečná.) byla **potvrzena** s ohledem na informace o zavedených bezpečnostních opatřeních získaných při posuzování připravenosti objektu ZS Beroun.

Jako součást diplomové práce byla navržena celá řada opatření s cílem přispět ke zvýšení bezpečnosti objektu. Některá z nich by mohla být v budoucnosti realizována. Největší smysl vidím v instalaci skrápěcího zařízení do prostoru strojovny chlazení.

Havarijní karta byla navržena v souladu s Pokynem GŘ HZS č. 35. Po doplnění kontaktních údajů na osoby a instituce, které by byly v případě vzniku havárie na ZS Beroun vyzooměny, by vypracovaná havarijní karta mohla být poskytnuta pro potřeby HZS Středočeského kraje.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

**CNG** – Stlačený zemní plyn

**ČR** – Česká republika

**EHS** – Evropské hospodářské společenství

**ES** – Evropské společenství

**EU** – Evropská unie

**GHS** – globálně harmonizovaný systém

**HZS ČR** – Hasičský záchranný sbor České republiky

**HZS kraje** – hasičský záchranný sbor kraje

**HZS ÚO Beroun** - Hasičský záchranný sbor Středočeského kraje, územní odbor Beroun

**IDLH** – koncentrace bezprostředně ohrožující život a zdraví (Immediately Dangerous to Life and Health)

**IZS** – integrovaný záchranný systém

**JSDHO** – jednotka sboru dobrovolných hasičů obce

**LPG** – zkapalněný ropný plyn

**MV-GŘ HZS ČR** – Ministerstvo vnitra – generální ředitelství HZS ČR

**Nařízení CLP** – nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006

**Nařízení REACH** – nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES

**ORP** – obec s rozšířenou působností

**Pokyn GŘ HZS ČR č. 35** - Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky č. 35 ze dne 14.9.2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky

**PUFF** – jednorázový únik plynu do oblaku

**Směrnice SEVESO II** – směrnice Rady 96/82/ES ze dne 9. 12. 1996 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek

**Směrnice SEVESO III** – směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES

**SPA** – stupeň povodňové aktivity

**ZS Beroun** – Zimní stadion Beroun

**ZS Louny** – Městský zimní stadion Louny

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. *Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, 595 s. ISBN 978-80-86973-73-9.
- (2) *Bezpečnostní strategie České republiky 2015*. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí ČR, 2015. ISBN 978-80-7441-005-5.
- (3) PAULUS, František, Antonín KRÖMER, Jan PETR a Jaroslav ČERNÝ. *Analýza hrozeb pro Českou republiku: Závěrečná zpráva*. Praha, 2015.
- (4) ŠÍN, Robin. *Medicína katastrof*. První vydání. Praha: Galén, 2017, 351 s. ISBN 978-80-749-2295-4.
- (5) *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru*. V Tribun EU vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0721-1.
- (6) FIALA, Miloš a Josef VILÁŠEK. *Vybrané kapitoly z ochrany obyvatelstva*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1856-2.
- (7) BARTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-049-4.
- (8) ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.

- (9) SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. *Prevence nehod a havárií*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- (10) Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce. In: *Sbírka zákonů ČR*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262/zneni-20190701>
- (11) KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9.
- (12) Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Sbírka zákonů ČR*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>
- (13) Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 14.9.2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky. In: *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha, částka 35.
- (14) SIKOROVÁ, Kateřina a Kateřina BLAŽKOVÁ. *Analýza dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí*. 1. vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-211-5.
- (15) BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního



inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-005-0.

- (16) MAŠEK, Ivan, Otakar J. MIKA a Miloš ZEMAN. *Prevence závažných průmyslových havárií*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2006. ISBN 80-214-3336-1.
- (17) RICHTER, Rostislav. *Slovník pojmů krizového řízení*. Vydání první. Praha: Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2018. ISBN 978-80-87544-91-4.
- (18) Vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Sbírka zákonů*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-380/zneni-20020822>
- (19) BREHOVSKÁ, Lenka. *Evakuace ze zón havarijního plánování v závislosti na diferenciaci populace*. Vydání první. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2016. ISBN 978-80-7422-466-9.
- (20) KOTINSKÝ, Petr a Jaroslava HEJDOVÁ. *Dekontaminace v požární ochraně*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. SPBI Spektrum. ISBN 80-86634-31-0.
- (21) *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Vydání první. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
- (22) KROUPA, Miroslav a Milan ŘÍHA. *Průmyslové havárie*. Vyd. 1. Praha: Armex, 2007. Skripta pro střední a vyšší odborné školy. ISBN 978-80-86795-49-2.
- (23) *Original Seveso Directive 82/501/EEC ("Seveso I"): council directive of 24 June 1982 on the major-accident hazards of certain industrial activities (82/501/EEC)* [online]. Austria: Environmental Software and Services,

©Copyright1995-2019 [cit. 2019-10-21]. Dostupné z:

<https://www.ess.co.at/HITERM/REGULATIONS/82-501-eec.html>

- (24) *Směrnice Rady 96/82/ES ze dne 9. prosince 1996 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek.* Dostupné také z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31996L0082>
- (25) *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES.* Dostupné také z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32012L0018>
- (26) *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES.* Úřední věstník Evropské unie. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/29985/32763/347057/priloha001.pdf>
- (27) PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody.* Vyd. 1. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2008. ISBN 978-80-7251-275-1.
- (28) *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006.* Úřední věstník Evropské unie. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni\\_predpisy\\_chemicke\\_latky\\_2012/\\$FILE/oer-narizeni\\_1272-20083112.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_predpisy_chemicke_latky_2012/$FILE/oer-narizeni_1272-20083112.pdf)

- (29) TRÁVNÍČKOVÁ, Zdeňka. Nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci a označování látek a směsí = nařízení CLP. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. 2018 [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/navrh-narizeni-ghs-o-klasifikaci-a-oznacovani-latek-a-smesi-1>
- (30) Zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky a o změně zákona č. 425/1990 Sb., o okresních úradech, úpravě jejich působnosti a o některých dalších opatřeních s tím souvisejících, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Sbírka zákonů ČR*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-353/zneni-20060101>
- (31) KOTEK, Luboš. Nové aspekty v prevenci závažných havárií (Seveso III). In: *Automa: časopis pro automatizační techniku* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2016 [cit. 2019-10-29]. Dostupné z: [https://automa.cz/cz/casopis-clanky/nove-aspekty-v-prevenci-zavaznych-havarii-seveso-iii-2015\\_12\\_54333\\_8005/](https://automa.cz/cz/casopis-clanky/nove-aspekty-v-prevenci-zavaznych-havarii-seveso-iii-2015_12_54333_8005/)
- (32) Směrnice Ministerstva vnitra: čj. MV-117572-2/PO-OKR-2011 ze dne 24. listopadu 2011, kterou se stanoví jednotná pravidla organizačního uspořádání krizového štábu kraje, krizového štábu obce s rozšířenou působností a krizového štábu obce. In: *Věstník vlády pro orgány krajů a orgány obcí*. 9. Praha: Ministerstvo vnitra, ročník 9, částka 6.
- (33) Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 8.1.2019, kterým se mění Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR č. 35/2017, kterým se stanoví minimální požadavky na posuzování rizika vzniku závažné havárie a zpracování dokumentace pro stanovenou zónu ohrožení u objektu s podlimitním množstvím nebezpečné látky. In: *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha, částka 1.

- (34) *Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030*. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2013. Dostupné také z: [https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/dokumenty/Koncepce-ochrany-obyvatelstva-2020-2030\\_1\\_.pdf](https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/dokumenty/Koncepce-ochrany-obyvatelstva-2020-2030_1_.pdf)
- (35) Registr objektů a bezpečnostní dokumentace. In: *Mapis* [online]. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2019 [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: <https://mapis.vubp.cz/PBD/Prehled/Objekty.aspx>
- (36) BEHINA, Miroslav. Časopis 112 ROČNÍK IX ČÍSLO 5/2010: Stacionární zdroje rizik. In: *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. HZS Středočeského kraje, 2010 [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-ix-cislo-5-2010.aspx?q=Y2hudW09NQ%3D%3D>
- (37) KRAJSKÝ ÚŘAD STŘEDOČESKÉHO KRAJE. *Přehled objektů podle protokolu o nezařazení* [excel]. In: KRAJSKÝ ÚŘAD STŘEDOČESKÉHO KRAJE. Odbor životního prostředí a zemědělství, 2019 [cit. 2019-11-08].
- (38) *Přehled zpracovaných podlimitních zdrojů* [excel]. Hasičský záchranný sbor Středočeského kraje - Územní odbor Beroun, 2017 [cit. 2019-11-08].
- (39) RYS, Pavel. *Operativní karta: Carrier Refrigeration Operation Czech Republic s.r.o.* Králův Dvůr - Popovice: TUSAN s.r.o., 2016.
- (40) NĚMEC, Petr. *Operativní karta: Rückl Crystal a. s.* Králův Dvůr - Popovice: TUSAN s.r.o., 2013.
- (41) Vápenka Čertovy schody a.s. In: *ZlatéStránky.cz* [online]. Praha: MEDIATEL CZ, spol. s r.o., 2019 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.zlatestranky.cz/profil/H673342>

- (42) VYTOUŠ, Jiří. *Dokumentace zdolávání požárů (DZP) pro společnost: SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.* 2018.
- (43) Vítejte na stránkách Riessner - Gase s.r.o. In: *Riessner Gase* [online]. Zdice, [cit. 2019-11-10].
- (44) *Výpis událostí s únikem do ovzduší na sportovištích* [excel]. Odbor operačního řízení. Praha: Ministerstvo vnitra - Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2018 [cit. 2019-11-12].
- (45) Případ úniku čpavku v Trutnově Policie uzavřela. In: *Trutnovské noviny: Regionální noviny pro Trutnovsko* [online]. 2014 [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: <http://www.trutnovak.cz/pripad-uniku-cpavku-v-trutnove-policie-uzavrela/739/>
- (46) Kvůli úniku čpavku musel být evakuován zimní stadion. In: *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2014 [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/kvuli-uniku-cpavku-musel-byt-evakuovan-zimni-stadion.aspx>
- (47) VRABEC, Luboš. Na zimním stadionu v Jablonci unikl čpavek. Zásah trval hodiny, jeden člověk se ho nadýchal. In: *LIBERECKÁ DRBNA* [online]. 2017 [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: <https://liberecka.drbna.cz/krimi/11822-na-zimnim-stadionu-v-jablonci-unikl-cpavek-zasah-trval-hodiny-jeden-clovek-se-ho-nadychal.html>
- (48) MARVAN, Lukáš. Hasiči v Chomutově vyjžděli k úniku čpavku ze zimního stadionu, 116 lidí bylo evakuováno. In: *Požáry.cz* [online]. 2018 [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/187102-hasici-v-chomutove-vyjizdeli-k-uniku-cpavku-ze-zimniho-stadionu-116-lidi-bylo-evakuovano/>

- (49) Na zimním stadionu v Příbrami unikl čpavek. Osm lidí skončilo s příznaky intoxikace v nemocnici. In: *IROZHLAS* [online]. Příbram, 2018 [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/pribram-cpavek-zimni-stadiun-unik\\_1805090936\\_gol](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/pribram-cpavek-zimni-stadiun-unik_1805090936_gol)
- (50) *Zimní stadion* [online]. Beroun: Berounská sportovní, 2019 [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: <http://www.berounskasportovni.cz/sport/zimni-stadion/>
- (51) PODHORNÍK, Jan. Zimní stadion v Berouně čekají opravy za tři čtvrtě milionu. In: *Berounský deník* [online]. Beroun, 2018 [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: [https://berounsky.denik.cz/zpravy\\_region/zimni-stadion-v-beroune-cekaji-opravy-za-tri-ctvrte-milionu-20180521.html](https://berounsky.denik.cz/zpravy_region/zimni-stadion-v-beroune-cekaji-opravy-za-tri-ctvrte-milionu-20180521.html)
- (52) MARX, Antonín, Michal KOPECKÝ a Tomáš JIRAS. *Rozhovor: Zimní stadion Beroun*. Uděleno 25.11.2019.
- (53) *Havarijní plán čpavkového hospodářství zimního stadionu v Berouně*. Beroun: Zimní stadion Beroun.
- (54) KRŮTOVÁ, Edita. *Operativní karta: Zimní stadion v Berouně*. Králův Dvůr: TUSAN s.r.o., 2012.
- (55) Beroun: Zimní stadion je uzavřen. In: *Parlamentní listy* [online]. 2016 [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: <https://www.parlamentnilisty.cz/politika/obce-vovicum/Beroun-Zimni-stadion-je-uzavren-425582>
- (56) PIKARTOVÁ, Táňa. Berounský zimní stadion se opravuje, aby zase mohl chladit. Bruslit se bude v srpnu. In: *Náš region* [online]. 2018 [cit. 2019-11-17]. Dostupné z: <https://nasregion.cz/berounsko/berounsky-zimni-stadion-se-opravuje-aby-zase-mohl-chladit-bruslit-se-bude-v-srpnu>

- (57) Zimní stadion Beroun. In: *Berounský region* [online]. 2017 [cit. 2019-11-17]. Dostupné z: <http://www.berounskyregion.cz/clanek/zimni-stadion-beroun.html>
- (58) Hotel Na Ostrově. In: *Hotel Na Ostrově Beroun* [online]. Beroun: Dynatel, spol. s r.o., 2010 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <http://www.naostrove.cz/cs/restaurant/info>
- (59) O Kozlovně: Historie. In: *Kozlovná Beroun* [online]. Beroun, 2019 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <http://www.kozlovnaberoun.cz/o-kozlovně>
- (60) ZIMNÍ STADION BEROUN. *Řízení a vizualizace technologie chlazení: Uživatelská příručka 2018*. Praha: UNION Servis Praha s. r. o., 2018, 20 s.
- (61) MIKA, Otakar J. *Průmyslové havárie*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2003. Řešení krizových situací. ISBN 80-7254-455-1.
- (62) LINHART, Petr a Tomáš ČAPOUN. *Systém chemického průzkumu a laboratorní kontroly v HZS ČR*. Vyd.1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2005, 88 s.
- (63) AMONIAK, BEZVODÝ 3.8 (NH<sub>3</sub>): BEZPEČNOSTNÍ LIST [online]. In: . Hamburg: Gerling, Holz & Co. Handels GmbH, 2010 [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: [https://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/certifikace/bezplyny/prumplyny/Amoniak,%20bezvod%C3%BD\\_BL%20dle%20CLP.pdf](https://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/certifikace/bezplyny/prumplyny/Amoniak,%20bezvod%C3%BD_BL%20dle%20CLP.pdf)
- (64) KROUPA, Miroslav. *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek: příručka pro orgány státní správy, územní samosprávy, právnické osoby a podnikající fyzické osoby a obyvatelstvo*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2004. ISBN 80-86640-23-x.

- (65) Seznam látek: Amoniak (NH<sub>3</sub>). In: *Integrovaný registr znečišťování* [online]. Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2019 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://www.irz.cz/node/20>
- (66) Čpavek unikl do Sázavy. In: *Žďárský deník* [online]. 2008 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: [https://zdarsky.denik.cz/zpravy\\_region/cpavek-unikl-do-sazavy-20080513.html](https://zdarsky.denik.cz/zpravy_region/cpavek-unikl-do-sazavy-20080513.html)
- (67) SKŘEHOT, Petr. *Rozptyl těžkého plynu v atmosféře: teorie - modely - experimenty*. V Praze: T-SOFT a.s., 2018. ISBN 978-80-905401-2-5.
- (68) RÁČZ, Ondřej, Jaroslav PREISLER a Šimon PRAJZLER. *Taktické cvičení složek IZS: Únik čpavku z technologie Zimního stadionu Beroun*. Beroun: HZS Středočeského kraje, 2009, 6 s.
- (69) *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Únik čpavku (amoniaku)*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2017, (15), 6 s. Dostupné také z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/L.15%20Zasahy%20-%20amoniak.pdf>
- (70) ŽEMLIČKA, Zdeněk. *Konspiky odborné přípravy jednotek požární ochrany II: Činnost jednotky PO při zásahu s přítomností nebezpečných látek*. 2.aktualizované vydání. Ministerstva vnitra – Generálního ředitelství hasičského záchranného sboru ČR. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 80-86111-89-X.
- (71) ČERNÝ, Hynek. *Rozhovor - HZS ÚO Beroun: Havarijní připravenost ZS Beroun*. Beroun. Uděleno 6.2.2020.
- (72) SKŘIVÁNKOVÁ, Kristina, Johana POLÁŠKOVÁ a Tomáš FRÖHLICH. *Riskan, uživatelský manuál* [pdf]. Praha: T-SOFT, 2012, 39 s.



- (73) *Metodika zajištění ochrany kritické infrastruktury v oblasti výroby, přenosu a distribuce elektrické energie*. Deloitte, 2012, 55 s. Dostupné také z: <https://www.mvcr.cz/cthh/clanek/ochrana-kriticke-infrastruktury-ochrana-kriticke-infrastruktury.aspx>
- (74) REYNOLDS, Michael, Robert JONES, William LEHR a Debra SIMECEK-BEATTY. *ALOHA*® (*Areal Location of Hazardous Atmospheres*) 5.4.4: *Technical Documentation*. Seattle: National Oceanic and Atmospheric Administration, 2013, 96 s. Dostupné také z: [https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA\\_Tech\\_Doc.pdf](https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Tech_Doc.pdf)
- (75) SKOTÁKOVÁ, Jana, Miloslava HRDLIČKOVÁ, Michaela HAVLOVÁ a Tomáš FRÖHLICH. *TerEx: Uživatelský manuál* [pdf]. Praha: T-SOFT, 2012.
- (76) KRŮTOVÁ, Edita. *Operativní karta: Tipsport Laguna*. Králův Dvůr: TUSAN s.r.o., 2012.
- (77) Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře. In: *Sbírka zákonů*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-226>
- (78) *Optizon* [software]. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky. Dostupné také z: <http://optizon.tlp.eu/>
- (79) *Zpráva o povodni ve městě Berouně ve dnech 1.6 – 12.6.2013*. Beroun, 2013.
- (80) *Souhrnná hodnotící zpráva o povodni v srpnu 2002 na území okresu Beroun*. Beroun, 2002.

- (81) DORAZIL, Ivo a Miroslav RAUDENSKÝ. Fotografie povodní: Kapitola: Berounka. In: *Povodně 2002* [online]. 2002 [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: <http://www.zam.fime.vutbr.cz/~raud/povodne/index.php?co=Be>
- (82) MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Povodňový informační systém* [online]. Hydrosoft Veleslavín s.r.o. 2018 [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: [http://webmap.dppcr.cz/dpp\\_cr/povis.dll?MAP=rizika&lon=14.0788865&lat=49.9630975&scale=950](http://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MAP=rizika&lon=14.0788865&lat=49.9630975&scale=950)
- (83) PAPEŽ, Jan. *Povodňový plán: Zimní stadion Beroun*. Karlovy Vary: Kooperace, 2015, 60 s.
- (84) PAPEŽ, Jan. *Realizace systému protipovodňové ochrany města Beroun - opatření na pravém břehu Berounky a levém břehu Litavky: Zpráva z nácviku ze dne 23. 9. 2014*. Otovice: Koordinace, 2014, 21 s.
- (85) SVOBODA, Pavel. *Dokumentace o začlenění do kategorie činností se zvýšeným požárním nebezpečím a s vysokým požárním nebezpečím*. Popovice: TUSAN s.r.o., 2011.
- (86) Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů ČR*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>
- (87) Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci). In: *Sbírka zákonů ČR*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-246>
- (88) ZMATLÍK, Zdeněk. *NÁMĚTOVÉ CVIČENÍ: ZIMNÍ STADION BEROUN - únik čpavku*. Beroun, 1999.

- (89) HIRNER, Gerhard. *Výhodnocení námětového cvičení na ZS Beroun*. Beroun: Okresní úřad Beroun, 1999.
- (90) HRADIL, Tomáš. *Výhodnocení taktického cvičení složek IZS: Únik čpavku z technologie v prostoru strojovny na Zimním stadionu Beroun*. Beroun: HZS Středočeského kraje, 2009.
- (91) MUŽÍK, Libor. *Rozhovor - Městský zimní stadion v Lounech: Bezpečnostní dokumentace, nepřímý systém chlazení, plány na rekonstrukci v roce 2020*. Uděleno 04.09.2019.
- (92) KUČERA, Stanislav. Rekuperace a využití odpadního tepla z chlazení na zimních stadionech. In: *Szs.cz* [online]. Sdružení zimních stadionů České republiky, 2012 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <http://www.szs.cz/obsah/rekuperace-vyuziti-odpadniho-tepla-z-chlazení-na-zimnich-stadionech>

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 1 Výrobní hala a administrativní budova Carrier .....                               | 26 |
| Obrázek 2 Pohled na komplex skláren v obci Nižbor .....                                     | 27 |
| Obrázek 3 Zimní stadion Beroun - pohled na strojovnu z parkoviště .....                     | 28 |
| Obrázek 4 Mapový přehled míst, na kterých došlo k úniku amoniaku ze zimního stadionu .....  | 30 |
| Obrázek 5 Plán budovy zimního stadionu v Berouně .....                                      | 33 |
| Obrázek 6 Zobrazení významných objektů v okolí zimního stadionu .....                       | 35 |
| Obrázek 7 Expanzní nádrž s amoniakem.....   | 36 |
| Obrázek 8 Schéma čpavkového hospodářství pořízené z řídicí jednotky .....                   | 37 |
| Obrázek 9 Přístroje pro měření koncentrace amoniaku v ovzduší.....                          | 47 |
| Obrázek 10 Graf zobrazující rozdělení rizik do příslušných segmentů.....                    | 70 |
| Obrázek 11 TerEx – výsledek úniku celkového množství.....                                   | 72 |
| Obrázek 12 TerEx – výsledek částečného úniku (60 kg).....                                   | 74 |
| Obrázek 13 Aloha – výsledek úniku celkového množství .....                                  | 75 |
| Obrázek 14 Aloha – výsledek částečného úniku (60 kg).....                                   | 76 |
| Obrázek 15 Graf pro stanovení předběžného parametru I pro scénář toxického úniku...         | 78 |
| Obrázek 16 Zóna ohrožení vytvořená v programu Optizon.....                                  | 78 |
| Obrázek 17 Zaplavení objektu ZS Beroun při povodních v roce 2002 .....                      | 80 |
| Obrázek 18 Poloha ZS Beroun v záplavovém území .....  | 80 |
| Obrázek 19 Umístění horních a dolních branek uzavírajících náhon Berounky.....              | 81 |
| Obrázek 20 Schéma společné protipovodňové ochrany objektů ZS Beroun a Hotel Na Ostrově..... | 82 |
| Obrázek 21 Návrh grafické části havarijní karty objektu ZS Beroun.....                      | 98 |

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

|  |     |
|--|-----|
| Tabulka 1: Přehled podlimitních objektů na území ORP evidovaných HZS ÚO Beroun ..                          | 29  |
| Tabulka 2 Shrnutí základních informací o vlastnostech amoniaku.....  | 39  |
| Tabulka 3 Přehled stanovených koncentrací amoniaku vyjádřených v hmotnostních i objemových jednotkách..... | 43  |
| Tabulka 4 Předpokládaný výčet potřebné požární techniky na místě zásahu.....                               | 46  |
| Tabulka 5 Přehled hodnot váhových koeficientů dopadů.....  | 56  |
| Tabulka 6 Popis a hodnoty jednotlivých dílčích koeficientů potřebných k výpočtu dopadů $K_S$ a $K_O$ ..... | 57  |
| Tabulka 7 Číselníky.....   | 60  |
| Tabulka 8 Rozmezí hodnot výsledných rizik.....   | 61  |
| Tabulka 9 Přehled aktiv pro ZS Beroun .....  | 62  |
| Tabulka 10 Přehled hrozeb.....   | 63  |
| Tabulka 11 Přehled výsledných rizik 1 .....  | 64  |
| Tabulka 12 Přehled výsledných rizik 2 .....  | 65  |
| Tabulka 13 Přehledová tabulka rizik.....   | 67  |
| Tabulka 14 Tabulka souvztažnosti rizik .....   | 68  |
| Tabulka 15 Vyjádření koeficientů aktivity a pasivity.....  | 69  |
| Tabulka 16 TerEx – vstupní parametry pro únik celkového množství .....                                     | 72  |
| Tabulka 17 TerEx – vstupní parametry pro částečný únik (60kg).....   | 73  |
| Tabulka 18 Aloha – vstupní parametry pro únik celkového množství.....                                      | 75  |
| Tabulka 19 Aloha – vstupní parametry pro částečný únik (60 kg).....  | 76  |
| Tabulka 20 Přehled stavů povodňové aktivity dle hlásných profilů .....                                     | 83  |
| Tabulka 21 Přehled provozovaných činností se stanovenou hodnotou nahodilého požárního zatížení.....        | 86  |
| Tabulka 22 Návrh dalších provozovaných činností s přidělením hodnot nahodilého požárního zatížení .....    | 87  |
| Tabulka 23 Návrh textové části havarijní karty objektu ZS Beroun .....                                     | 96  |
| Tabulka 24 Přehled modelovaných variant.....   | 102 |
| Tabulka 25 Porovnání výsledných vzdáleností zón pro doporučenou evakuaci.....                              | 103 |
| Tabulka 26 Porovnání výsledných vzdáleností zón pro doporučený průzkum IDLH ..                             | 103 |

## **12 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 Kategorie nebezpečných látek

Příloha 2 Jmenovitě vybrané nebezpečné látky

Příloha 3 Výtah z výpisu událostí s únikem do ovzduší na sportovištích

Příloha 4 Schéma předpokládaného nasazení sil a prostředků

Příloha 5 Fotodokumentace

Příloha 1 Kategorie nebezpečných látek (12)

| Kategorie nebezpečnosti v souladu s nařízením (ES) č. 1272/2008  | Množství nebezpečné látky v tunách |                  |           |
|--|------------------------------------|------------------|-----------|
|  | Sloupec 1                          | Sloupec 2        | Sloupec 3 |
|  |                                    | A                | B         |
| Oddíl „H“ - NEBEZPEČNOST PRO ZDRAVÍ  |                                    |                  |           |
| H1 AKUTNÍ TOXICITA kategorie 1, všechny cesty expozice   | 5                                  | 20               |           |
| H2 AKUTNÍ TOXICITA<br>- kategorie 2, všechny cesty expozice<br>- kategorie 3, inhalační cesta expozice (viz poznámka 1)  | 50                                 | 200              |           |
| H3 TOXICITA PRO SPECIFICKÉ CÍLOVÉ ORGÁNY - JEDNORÁZOVÁ EXPOZICE<br>Toxicita pro specifické cílové orgány - jednorázová expozice kategorie 1  | 50                                 | 200              |           |
| Oddíl „P“ - FYZIKÁLNÍ NEBEZPEČNOST   |                                    |                  |           |
| P1a VÝBUŠNINY (viz poznámka 2)<br>- nestabilní výbušniny, nebo<br>- výbušniny, oddíl 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 nebo 1.6, nebo<br>- látky nebo směsi, které mají výbušné vlastnosti podle metody A.14 dle nařízení (ES) č. 440/2008 (viz poznámka 3) a nenáleží do třídy nebezpečnosti organické peroxidy nebo samovolně reagující látky a směsi | 10                                 | 50               |           |
| P1b VÝBUŠNINY (viz poznámka 8) Výbušniny, oddíl 1.4 (viz poznámka 4)   | 50                                 | 200              |           |
| P2 HOŘLAVÉ PLYNY Hořlavé plyny, kategorie 1 nebo 2   | 10                                 | 50               |           |
| P3a Hořlavé aerosoly (viz poznámka 5.1)<br>„Hořlavé“ aerosoly kategorie 1 nebo 2 obsahující hořlavé plyny kategorie 1 nebo 2 nebo hořlavé kapaliny kategorie 1   | 150<br>(čisté)                     | 500<br>(čisté)   |           |
| P3b Hořlavé aerosoly (viz poznámka 5.1)<br>„Hořlavé“ aerosoly kategorie 1 nebo 2 neobsahující hořlavé plyny kategorie 1 nebo 2 ani hořlavé kapaliny kategorie 1 (viz poznámka 5.2)   | 5000<br>(čisté)                    | 50000<br>(čisté) |           |
| P4 OXIDUJÍCÍ PLYNY Oxidující plyny, kategorie 1  | 50                                 | 200              |           |
| P5a HOŘLAVÉ KAPALINY<br>- Hořlavé kapaliny, kategorie 1, nebo<br>- hořlavé kapaliny kategorie 2 nebo 3 udržované za teplot nad jejich bodem varu nebo  | 10                                 | 50               |           |

|   |      |       |
|---|------|-------|
| - jiné kapaliny s bodem vzplanutí $\leq 60$ °C, udržované za teplot nad jejich bodem varu (viz poznámka 6)  |      |       |
| <b>P5b HOŘLAVÉ KAPALINY</b><br>- Hořlavé kapaliny kategorie 2 nebo 3, u kterých zejména podmínky zpracování jako vysoký tlak nebo vysoká teplota mohou vytvořit nebezpečí závažné havárie, nebo<br>- jiné kapaliny s bodem vzplanutí $\leq 60$ °C, u kterých zejména podmínky zpracování jako vysoký tlak nebo vysoká teplota mohou vytvořit nebezpečí závažné havárie (viz poznámka 6) | 50   | 200   |
| <b>P5c HOŘLAVÉ KAPALINY</b><br>Hořlavé kapaliny, kategorie 2 nebo 3, nespádající pod položky P5a a P5b  | 5000 | 50000 |
| <b>P6a Samovolně reagující látky a směsi a organické peroxidy</b><br>Samovolně reagující látky a směsi, typ A nebo B, nebo organické peroxidy, typ A nebo B   | 10   | 50    |
| <b>P6b Samovolně reagující látky a směsi a organické peroxidy</b><br>Samovolně reagující látky a směsi, typ C, D, E nebo F, nebo organické peroxidy, typ C, D, E nebo F   | 50   | 200   |
| <b>P7 SAMOZÁPALNÉ kapaliny a tuhé látky</b><br>Samozápalné kapaliny, kategorie 1<br>Samozápalné tuhé látky, kategorie 1   | 50   | 200   |
| <b>P8 OXIDUJÍCÍ KAPALINY A TUHÉ LÁTKY</b><br>Oxidující kapaliny, kategorie 1, 2 nebo 3, nebo oxidující tuhé látky, kategorie 1, 2 nebo 3  | 50   | 200   |
| <b>Oddíl „E“ - NEBEZPEČNOST PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ</b>   |      |       |
| <b>E1 Nebezpečnost pro vodní prostředí v kategorii akutní 1 nebo chronická 1</b>  | 100  | 200   |
| <b>E2 Nebezpečnost pro vodní prostředí v kategorii chronická 2</b>  | 200  | 500   |
| <b>Oddíl „O“ - JINÁ NEBEZPEČNOST</b>  |      |       |
| <b>O1 Látky nebo směsi se standardní větou o nebezpečnosti EUH014</b>   | 100  | 500   |
| <b>O2 Látky a směsi, které při styku s vodou uvolňují hořlavé plyny, kategorie 1</b>  | 100  | 500   |
| <b>O3 Látky nebo směsi se standardní větou o nebezpečnosti EUH029</b>   | 50   | 200   |



Příloha 2 Jmenovitě vybrané nebezpečné látky (12)

| Nebezpečné látky  | Číslo<br>CAS(23)) | Množství<br>nebezpečné látky<br>v tunách |           |
|---|-------------------|--|-----------|
|   |                   | Sloupec 2                                | Sloupec 3 |
|   |                   | A  | B         |
| 1. Dusičnan amonný (viz poznámka 7)   | -                 | 5000                                     | 10000     |
| 2. Dusičnan amonný (viz poznámka 8)   | -                 | 1250                                     | 5000      |
| 3. Dusičnan amonný (viz poznámka 9)   | -                 | 350                                      | 2500      |
| 4. Dusičnan amonný (viz poznámka 10)  | -                 | 10                                       | 50        |
| 5. Dusičnan draselný (viz poznámka 11)  | -                 | 5000                                     | 10000     |
| 6. Dusičnan draselný (viz poznámka 12)  | -                 | 1250                                     | 5000      |
| 7. Oxid arseničný, kyselina arseničná nebo její soli  | 1303-28-2         | 1  | 2         |
| 8. Oxid arsenitý, kyselina arsenitá nebo její soli  | 1327-53-3         |  | 0,1       |
| 9. Brom   | 7726-95-6         | 20                                       | 100       |
| 10. Chlor   | 7782-50-5         | 10                                       | 25        |
| 11. Sloučeniny niklu v inhalovatelné práškové formě: oxid nikelnatý, oxid nikličitý, sulfid nikelnatý, sulfid niklitý, oxid niklitý | -                 |  | 1         |
| 12. Ethylenimin   | 151-56-4          | 10                                       | 20        |
| 13. Fluor   | 7782-41-4         | 10                                       | 20        |
| 14. Formaldehyd (koncentrace $\geq 90$ %)   | 50-00-0           | 5  | 50        |
| 15. Vodík   | 1333-74-0         | 5  | 50        |
| 16. Chlorovodík (zkapalněný plyn)   | 7647-01-0         | 25                                       | 250       |
| 17. Alkyly olova  | -                 | 5  | 50        |
| 18. Zkapalněné hořlavé plyny, kategorie 1 nebo 2 (včetně LPG) a zemní plyn (viz poznámka 13)  | -                 | 50                                       | 200       |
| 19. Acetylen  | 74-86-2           | 5  | 50        |
| 20. Ethylenoxid   | 75-21-8           | 5  | 50        |
| 21. Propylenoxid  | 75-56-9           | 5  | 50        |
| 22. Methanol  | 67-56-1           | 500                                      | 5000      |
| 23. 4, 4'-metylen bis (2-chloranilin) nebo jeho soli, v práškové formě  | 101-14-4          |  | 0,01      |
| 24. Methylisokyanát   | 624-83-9          |  | 0,15      |
| 25. Kyslík  | 7782-44-7         | 200                                      | 2000      |
| 26. 2,4-toluen diisokyanát 2,6-toluen diisokyanát   | 91-08-7 584-84-9  | 10                                       | 100       |
| 27. Karbonyldichlorid (fosgen)  | 75-44-5           | 0,3                                      | 0,75      |
| 28. Arsan (arsenovodík)   | 7784-42-1         | 0,2                                      | 1         |
| 29. Fosfan (fosforovodík)   | 7803-51-2         | 0,2                                      | 1         |
| 30. Chlorid sirnatý   | 10545-99-0        |  | 1         |

|  |            |      |       |
|--|------------|------|-------|
| 31. Oxid sírový  | 09.11.7446 | 15   | 75    |
| 32. Polychlordibenzofurany a polychlordibenzodioxiny (včetně TCDD): kalkulované jako ekvivalent TCDD (viz poznámka 14)   | -          |      | 0,001 |
| 33. Tyto KARCINOGENY nebo směsi obsahující tyto karcinogeny v koncentracích vyšších než 5 % hmotnostních:<br>4-aminobifenyl nebo jeho soli, benzotrichlorid<br>benzidin nebo jeho soli, bis(chlormethyl)ether<br>chlormethylmethylether, 1,2-dibrommethan<br>diethylsulfát, dimethylsulfát<br>dimethylkarbamoylchlorid, 1,2-dibrom-3-<br>chlorpropan, 1,2-dimethylhydrazin<br>dimethylnitrosoamin, hexamethylfosfotriamidj<br>hydrazin, 2-naftylamin nebo jeho soli, 4-<br>nitrodifenyl a 1,3 propansulton | -          | 0,5  | 2     |
| 34. Ropné produkty a alternativní paliva<br>a) benzíny a primární benzíny,<br>b) letecké petroleje (včetně paliva pro reaktivní motory),<br>c) plynové oleje (včetně motorové nafty, topných olejů pro domácnost a směsí plynových olejů)<br>d) těžké topné oleje<br>e) alternativní paliva sloužící ke stejným účelům a mající podobné vlastnosti, pokud jde o hořlavost a nebezpečnost pro životní prostředí jako produkty uvedené v písmenech a) až d)  | -          | 2500 | 25000 |
| 35. Bezvodý amoniak  | 7664-41-7  | 50   | 200   |
| 36. Fluorid boritý   | 02.07.7637 | 5    | 20    |
| 37. Sirovodík  | 04.06.7783 | 5    | 20    |
| 38. Piperidin  | 110-89-4   | 50   | 200   |
| 39. Bis(2-dimethylaminoethyl)(methyl)amin  | 3030-47-5  | 50   | 200   |
| 40. 3-(2-ethylhexyloxy)propylamin  | 5397-31-9  | 50   | 200   |
| 41. Směsi (*) chlornanu sodného klasifikované vel třídě akutní toxicita pro vodní prostředí, kategorie 1 [H400] obsahující méně než 5 % aktivního chlóru a neklasifikované v žádné jiné kategorii nebezpečnosti v tabulce I přílohy I.<br>(*) Za předpokladu, že směs při nepřítomnosti chlornanu sodného nebude klasifikována ve třídě akutní toxicita pro vodní prostředí 1 [H400].  |            | 200  | 500   |
| 42. Propylamin (viz poznámka 15) 1   | 107-10-8   | 500  | 2000  |
| 43. Terc-butyl-akrylát (viz poznámka 15)   | 1663-39-4  | 200  | 500   |
| 44. 2-methyl-3-butennitril (viz poznámka 15)   | 16529-56-9 | 500  | 2000  |
| 45. Tetrahydro-3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazin-2-thion (Dazo-met) (viz poznámka 15)  | 533-74-4   | 100  | 200   |

|  |          |     |      |
|--|----------|-----|------|
| 46. Methyl-akrylát (viz poznámka 15)       | 96-33-3  | 500 | 2000 |
| 47. 3-methylpyridin (viz poznámka 15)      | 108-99-6 | 500 | 2000 |
| 48. 1-brom-3-chlorpropan (viz poznámka 15) | 109-70-6 | 500 | 2000 |

Příloha 3 Výtah z výpisu událostí s únikem do ovzduší na sportovištích (44)

| Popis typu   | Ohlášení            | Obec            | Poč. JPO | Poč. usmr. | Poč. zran. | Poč. evak. | Uniklé lát.                       |
|--|---------------------|-----------------|----------|------------|------------|------------|-----------------------------------|
| Únik čpavku ze zimního stadionu                      | 08.06.2014<br>21:00 | Ústí nad Orlicí | 4        |            |            |            | amoniak (1005) 60 l               |
| Únik čpavku na zimním stadionu                       | 13.08.2014<br>15:29 | Hradec Králové  | 2        | 0          | 6          | 19         | NH <sub>3</sub> (1005)            |
| Únik nebezpečných látek do ovzduší- zimní stadion    | 25.08.2014<br>23:56 | Trutnov         | 1        |            |            |            | amoniak (1005) 250 l              |
| Únik nebezpečných látek do ovzduší - zimní stadion   | 30.11.2014<br>16:56 | Nový Bydžov     | 2        | 0          | 0          | 100        | amoniak (1005) 20 kg              |
| Kontrola těsnosti po údržbě ventilů                  | 09.04.2015<br>9:29  | Trutnov         | 1        |            |            |            | čpavek (1005)                     |
| Únik čpavku z chladicí technologie zimního stadionu  | 13.09.2015<br>5:37  | Havlíčkův Brod  | 2        | 0          | 1          | 19         | čpavek (1005) 50 l                |
| Signalizace čidla na únik čpavku                     | 24.12.2015<br>3:29  | Frýdek-Místek   | 1        |            |            |            | čpavek NH <sub>3</sub> (1005) 0 l |
| Únik čpavku na zimním stadionu, ohlášeno automaticky | 21.02.2016<br>18:38 | Sušice          | 1        |            |            |            | Čpavek (1005) 0 l                 |
| Únik čpavku na zimním stadionu                       | 21.04.2016<br>19:44 | Bílina          | 2        |            |            |            | čpavek (1005) 10 l                |
| Únik čpavku do ovzduší                               | 01.07.2016<br>15:19 | Beroun          | 1        |            |            |            | amoniak (1005)                    |
| Únik nebezpečných látek, do ovzduší                  | 10.07.2016<br>21:09 | Náchod          | 2        | 0          | 1          | 0          | čpavek (1005) 1 kg                |
| Únik čpavku přes ventil                              | 30.07.2016<br>17:01 | Bílina          | 3        |            |            |            | čpavek (1005) 3 kg                |

|  |                     |                    |    |   |   |     |                                   |
|--|---------------------|--------------------|----|---|---|-----|-----------------------------------|
| Signalizace EPS                                    | 04.04.2017<br>0:06  | Frýdek-<br>Místek  | 2  |   |   |     | čpavek (1005)<br>5 m <sup>3</sup> |
| Únik amoniaku z pojistného ventilu - zimní stadion | 10.08.2017<br>17:34 | Jablonec nad Nisou | 2  | 0 | 1 | 30  | Amoniak (1005) 10 l               |
| Únik čpavku na ZS                                  | 19.04.2018<br>6:00  | Chomutov           | 2  | 0 | 0 | 116 | amoniak (1005) 2 kg               |
| Únik čpavku ze stadionu                            | 24.04.2018<br>18:04 | Praha              | 2  |   |   |     | čpavek (1005) 1 l                 |
| Únik čpavku zimní stadion                          | 09.05.2018<br>7:47  | Příbram            | 13 | 0 | 9 | 33  | Čpavek (1005)                     |
| Únik čpavku  | 13.05.2018<br>13:17 | Praha              | 2  |   |   |     | čpavek (1005) 1 l                 |
| Únik čpavku na stadionu na betonové ploše          | 08.06.2018<br>7:33  | Znojmo             | 1  |   |   |     | Amoniak (1005) 4 kg               |

Příloha 4 Schéma předpokládaného nasazení sil a prostředků (68)



| p.č. | technika               | p.č. | technika                      |
|------|------------------------|------|-------------------------------|
| 1.   | VEA (st. Beroun)       | 11.  | hlídka Policie ČR             |
| 2.   | CAS 20 (st. Beroun)    | 12.  | hlídka Policie ČR             |
| 3.   | CAS 32-II (st. Beroun) | 13.  | hlídka Městské policie Beroun |
| 4.   | TA-CH (st. Beroun)     | 14.  | sanita RLP                    |
| 5.   | KA+KTY (st. Beroun)    | 15.  | sanita RZP                    |
| 6.   | CAS 25 (JSDHO K.Dvůr)  | ...  | bezpečnostní uzávěra          |
| 7.   | VEA (JSDHO K.Dvůr)     |      |                               |
| 8.   | CAS 24 (st. Hořovice)  |      |                               |
| 9.   | CAS K25 (Chyňava)      |      |                               |
| 10.  | CAS 32 (Chyňava)       |      |                               |

Příloha 5 Fotodokumentace





Zdroj: PAPEŽ, Jan. Povodňový plán: Zimní stadion Beroun. Karlovy Vary: Kooperace, 2015, 60 s.







Zdroj: vlastní