

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

BEZPEČNOST PROVOZU CHLADICÍCH TECHNOLOGIÍ NA ZIMNÍCH STADIONECH

DISERTAČNÍ PRÁCE

PHD THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ING. LENKA PUSKEILEROVÁ

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ
A ROBOTIKY
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS
AND ROBOTICS

BEZPEČNOST PROVOZU CHLADICÍCH TECHNOLOGIÍ NA ZIMNÍCH STADIONECH

AMMONIA REGRIGATION SAFE OPERATION ON ICE POOLS

DISERTAČNÍ PRÁCE

PhD THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. Lenka PUSKEILEROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Prof. Ing. František BABINEC, CSc.

Abstrakt

Disertační práce se zabývá problematikou bezpečnosti provozu čpavkových chladicích technologií na zimních stadionech.

Práce je zaměřena na možnosti posuzování a řízení rizik při provozu chladicích technologií.

V úvodních kapitolách práce jsou popsány základní faktory ovlivňující bezpečnost zimních stadionů včetně možných přístupů k realizaci chladicí technologie včetně jejich výhod a nevýhod.

V následující části jsou zimní stadiony rozděleny do tříd s ohledem na předpoklady bezpečného provozu.

Dále je proveden rozbor současného legislativního a normativního rámce pro bezpečný provoz zimních stadionů. Nejsou opomenuty ani metody posuzování a modelování přijatelnosti společenského rizika.

V hlavní části práce je pak představena metoda STADION_01 určená k posuzování schopnosti daného subjektu řídit provozní rizika. Součástí prezentace jsou i výsledky získané u vybraných zařízení. Důraz je kladen na řízení rizik z hlediska trvalého a dlouhodobě udržitelného bezpečného provozu technologie chlazení.

Klíčová slova

Zimní stadiony, čpavkové chlazení, hodnocení rizik, řízení rizik, bezpečnost provozu

Abstract

The thesis deals with safe operation of ammonia refrigeration technologies on ice pools in the Czech Republic.

This thesis focuses on the possibility of evaluation and risk operation management.

The thesis starts with a summary of basic factors affecting safe operation on ice pools. This includes also possible ways how to realize the ammonia refrigeration technology including weak and strong part of different access.

The ice pool are splitted into three groups based on a precondition for a safe operation.

Next, there is done analysis of current legal and directive frame for safe operation of ice pools in the Czech Republic. There are also included a methods for evaluation and simulation of risk for inhabitants.

There is named a method STADION_01 dedicated to evaluate a capability of tested companies to manage operations risk. Practical experience with evaluation are included.

The method stress, that is important to keep long-lasting and permanent safe operation of ammonia refrigeration.

Key Words

Ice pools, ammonia refrigeration, risk evaluation, risk management, safe operation

Bibliografická citace publikace

PUSKEILEROVÁ, L. Bezpečnost provozu chladicích technologií na zimních stadionech. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 77 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. František Babinec, CSc.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem disertační práci „Bezpečnost provozu chladicích technologií na zimních stadionech“ vypracovala pod vedením Prof. Ing. Františka Babince, CSc., samostatně na základě vlastních zjištění a pravenů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Brně dne 31. srpna 2010

Ing. Lenka Puskeilerová

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat svému školiteli Prof. Ing. Františku Babincovi, CSc., za jeho vedení při studiu a při tvorbě disertační práce.

Poděkování patří i zástupcům zimních stadionů a výrobních podniků, kteří mi umožnili prakticky ověřit výsledky mé práce. Poděkování patří také mému zaměstnavateli, který mi umožnil pokračovat ve studiu.

Na závěr chci poděkovat svým rodičům a životnímu partnerovi za podporu během celého studia.

OBSAH

1	Úvod.....	13
2	Zimní stadiony.....	15
2.1	Historie chladicích zařízení na zimních stadionech.....	15
2.2	Proč je nutné zabývat se otázkou bezpečnosti ZS	16
2.3	Bezpečnost provozu.....	17
3	Čpavek jako toxická látka.....	18
3.1	Všeobecně	18
3.2	Fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti čpavku.....	21
3.3	Souhrn fyzikálně-chemických a toxikologických informací	24
4	Principy chlazení na zimních stadionech.....	27
4.1	Všeobecně	27
4.2	Kompresorové chladicí okruhy – přímé chlazení.....	27
4.3	Kompresorové chladicí okruhy – nepřímé chlazení	28
4.4	Výhody a nevýhody přímého a nepřímého chlazení	30
5	Provozní látky v chladicích zařízeních	31
5.1	Obecné podmínky.....	31
5.2	Chladiivo - čpavek	31
5.3	Nositelé chladu	31
6	Klasifikace zimních stadionů	33
7	Hodnocení bezpečnosti a přijatelnosti společenského rizika	39
7.1	Možné metody hodnocení bezpečnosti a přijatelnosti společenského rizika	39
7.2	Související legislativní předpisy.....	41
7.3	Související normy	42
7.4	Příklady havárií s únikem čpavku na zimních stadionech a v chladírenských technologiích.....	44
8	Metoda pro posuzování a řízení rizik STADion_01	47
8.1	Metoda STADION_01.....	47
8.2	Metoda STADION_01 část CHARAKTERISTIKA ZAŘÍZENÍ	49
8.3	Metoda STADION_01 část ŘÍZENÍ RIZIK	56
8.4	Výsledky a ověření funkčnosti metody STADION_01	68
9	Závěr.....	70
	Seznam použitých zdrojů.....	72
	Seznam použitých zkratk a symbolů	76
	Seznam příloh	77

1 ÚVOD

Prakticky každé naše okresní město má alespoň jeden zimní stadion. Podle informací Českého statistického úřadu se počet zimních stadionů v České republice dlouhodobě udržuje na počtu přibližně 190 [63]. Stadiony jsou zpravidla zcela logicky situovány do hustě osídlených center aglomerací.

K chlazení ledové plochy se používá nebezpečná látka, čpavek v množství menším než je množství, pro které stanovuje legislativa zpracování bezpečnostní dokumentace. Objektivně musíme připustit, že každý z těchto 190 stadionů je potenciálním zdrojem rizika.

O nutnosti zabývat se touto otázkou svědčí i poměrně časté informace médií o únicích čpavku z chladicích zařízení na zimních stadionech a dalších chladírenských provozech s podobným principem. S unikem nebezpečné látky jsou spojeny dva významné negativní jevy. Prvním je riziko ohrožení zdraví a životů osob ve sportovním areálu a blízkém okolí. Druhý negativní jev představují nezanedbatelné škody na životním prostředí, zejména na jeho hydro složce a vodních organismech, které by mohly být unikem čpavku způsobeny.

Dalším důvodem pro zkoumání bezpečnosti zimních stadionů je i skutečnost, že obliba ledního hokeje a jemu podobných sportů je v České republice stále vysoká a pravidelně stoupá v souvislosti s aktuální módou. Stoupá tedy i poptávka po sportovním vyžití tohoto druhu. Vzhledem k tomu, že řada stadionů má za sebou průměrně 20 let provozu bez podstatnější rekonstrukce chladicího systému a technického zázemí, objevuje se ze strany majitelů zimních stadionů stále častěji požadavek na rekonstrukci, dostavbu nebo rozšíření jejich sportovního zařízení. Úpravy zimních stadionů znamenají pro městské pokladny mnohamilionové výdaje, ale na druhé straně představují značnou obchodní příležitost pro jednotlivé dodavatele technologií a technologických látek. Není neobvyklé, že obchodní zájmy převažují nad požadavkem na bezpečný a ekonomický provoz.

Podlimitní množství čpavku a současná legislativa jsou důvodem, proč neexistuje ucelená informace o stavu a množství čpavku na jednotlivých stadionech a proč nejsou zimní stadiony sledovány jako zdroje rizika. Je zřejmé, že neexistuje žádný zásadní tlak na majitele zimních stadionů, aby zodpovědně investovali do bezpečnějších technologií a snižovali tak společenské riziko spojené s provozováním zimních stadionů.

Cílem této práce je prezentovat výsledky několikaletého sledování v oblasti bezpečnosti provozu zimních stadionů a prezentovat navrženou metodu posuzování a řízení rizik z hlediska bezpečnosti provozu chladicí technologie.

Tento cíl je rozpracován do několika následujících dílčích částí:

- popsat a analyzovat základní faktory ovlivňující bezpečnost zimních stadionů;
- provést analýzu základních přístupů k realizaci chladicích systémů na zimních stadionech a vyhodnotit výhody a nevýhody jednotlivých přístupů a jednoznačně doporučit bezpečnější variantu;
- na základě výsledků šetření provést klasifikaci zimních stadionů;
- popsat současný stav problému z hlediska legislativních a normativních požadavků, které jej postihují;
- a představit metodu pro posuzování a řízení rizik z hlediska trvalého a dlouhodobě udržitelného bezpečného provozu zimních stadionů.

Od doby, kdy jsme se začali věnovat sledování bezpečnosti chlazení na zimních stadionech, neuplynulo čtvrtletí, kdy by se v médiích neobjevila zpráva o úniku čpavku z chladicího systému. Téma bezpečného chlazení na zimních stadionech bylo v roce 2007 předmětem šetření vedeného Ministerstvem ochrany životního prostředí na podnět veřejného ochránce práv [43]. Výsledky šetření vedly k závazku založit mezioborovou komisi, která by se měla této problematice koncepčně věnovat. Komise podle dostupných zdrojů nikdy nevznikla.

Z hlediska bezpečnosti chladicí technologie docházelo v uplynulých sedmi letech k postupné modernizaci jednotlivých zařízení. Byly proinvestovány desítky milionů korun z veřejných rozpočtů s cílem odstranit nepříznivý technický stav postupně zastarávajících chladicích zařízení. Výsledek shrnul ombudsman Otakar Motejl po provedení kontroly 31 zimních stadionů v jednoduchém vyjádření: „Kontroly ukázaly, že se při rekonstrukcích stadionů šetří na technologickém zázemí.“[39]

Vzhledem k prováděným rekonstrukcím se situace v průběhu doby zlepšuje - nikoli však dostatečně. I po nákladných rekonstrukcích zůstává množství čpavku v chladicích okruzích vysoké v porovnání s obdobnými zařízeními v západní Evropě, Kanadě nebo USA. Co je však závažnějším problémem, provozovatelé zimních stadionů stále podnikají, aniž by efektivně řídili rizika spojená s provozováním chladicích zařízení.

Ke změně tohoto negativního jevu může také napomoci naše metoda posuzování a řízení provozních rizik chladicích technologií. Metoda byla nabídnuta několika subjektům k vyzkoušení a byla i úspěšně použita pro hodnocení a řízení rizik ve čtyřech různých subjektech.

2 ZIMNÍ STADIONY

2.1 Historie chladicích zařízení na zimních stadionech

Lidé využívali zamrzlé vodní plochy k pohybu už před 5 000 lety, jak dokazuje nález patrně nejstarší kostěné brusle ve Veselí u Trnavy. Další unikáty bruslí starých asi 4 000 let byly nalezeny v okolí antického Říma a se stejným typem se setkali archeologové i v severských zemích. Prvními kluzišti byly samozřejmě zamrzlé rybníky a řeky.

Vytváření prvních provozuschopných zařízení pro chlazení je založeno až na rozvoji termomechaniky v 18. a 19. století. Pravý rozvoj této oblasti byl dán novými chladivými jako methyler v roce 1863, oxid uhličitý 1866 a nástupem čpavku od roku 1873. Průmyslový rozvoj a rozmach v Evropě nastal zejména po roce 1876, kdy společnost Linde začala vyrábět zařízení s čpavkem. Patrně ve stejném roce bylo postaveno i první umělé kluziště v Chelsea v Anglii. Ledová plocha byla vytvořena měděnými trubkami eliptického průměru o rozměrech 76x22 mm ponořenými ve vodní lázni. Jako nositele chladu v nepřímém chladicím systému bylo použito glycerinu, jako chladiva v kompresorovém zařízení CO₂.

V roce 1881 bylo postaveno první umělé kluziště v Evropě ve Frankfurtu nad Mohanem. Zde bylo použito ocelových trubek, rovněž ještě ponořených ve vodní lázni, stejně jako nepřímého chladicího okruhu, avšak již čpavkem jako chladivem a se solankou jako nositelem chladu. Tento chladicí systém je ve svém základním principu používán dodnes. [5]

Po roce 1880 nastává rozmach průmyslové výroby strojního chlazení v USA a je spojen se jmény dosud existujících firem jako Frick, Vilter a York. První umělé kluziště vychlazované chladicím zařízením na principu přímého vypařování chladiva v trubkovém systému ledové plochy bylo postaveno v roce 1886 ve Washingtonu. V roce 1904 následovalo zařízení v Adelaide a v roce 1906 v Melbourne. V Evropě bylo první kluziště s přímým vypařování postaveno až v roce 1946 v Curychu – Oerlikon firmou Escher Wyse. Rozvoj chladicí techniky vedl ke složitějším cyklům, dvoustupňovým uspořádání, k hermetizaci zařízení a dalším úpravám. Vyrůstaly také chladicí výkony a to zejména kvůli použití turbokompresoru od roku 1911. Dalším zlom nastal po roce 1934 vynálezem šroubových kompresorů. Jednou z posledních technologických novinek je nasazení jednošroubového kompresoru v roce 1974 holandskou společností Grasso.

Rozmach výstavby uměle vychlazovaných ledových ploch nastal až po roce 1930 a dodnes jsou to stovky stadionů v různých zemích. Jenom v České republice je jich přibližně 190 [63] a na Slovensku kolem 80.

První umělá kluziště byla vesměs ve sportovních halách, což bylo v létech 1900 až 1922. První otevřené kluziště s plochou 1 100 m² bylo postaveno v roce 1909 ve Vídni. Rozmach výstavby uměle vychlazovaných ledových ploch nastal teprve kolem roku 1930, kdy bylo postaveno první kluziště ve Švédsku, dále v Curychu a v roce 1933 v Berlíně. V Praze byl první zimní stadion postaven v roce 1932 na ostrově Štvanice.

Absolutně největší zastřešený zimní stadion byl postaven v roce 1960 v japonském Tokiu. Ledová plocha zabírá úctyhodných 4 000 m². Japoncům patří i další prvenství – největší otevřené kluziště, postavené v roce 1976 s plochou 15 400 m². [5]

Výroba chladicích zařízení má v České republice starou tradici. Kompresorová zařízení se vyrábí do roku 1877. Od samého začátku to byly firmy škoda v Plzni, F. Ringhoffer v Praze na Smíchově a ČKD závod v Libni. Výroba malých zařízení byla prováděna v soukromých továrnách a byla realizována na základě licencí nebo z dovezených dílů. Později to byly i další firmy jako Mráz (dnešní ČKD Choceň), Frátera Kolín, ZVÚ Hradec Králové, Ferox Děčín a další.

Značky a jména společností, které byly zmíněny v tomto krátkém historickém přehledu se i nadále objevují ve strojovnách českých i světových zimních stadionů. Principy vychlazování ledových ploch se už od svých počátků v 19. století výrazně nezměnili. Co se však mění je přístup k bezpečnosti provozování těchto zařízení. S tím, jak si lidé postupně uvědomují hodnotu životního prostředí kolem sebe, vyvstává i otázka hodnocení a řízení rizik v tzv. „malých zdrojích rizika“. Co jsou malé zdroje rizika, bude vysvětleno v následující kapitole.

2.2 Proč je nutné zabývat se otázkou bezpečnosti ZS

Malé zdroje rizika vymezujeme jako technologická zařízení, která obsahují menší množství nebezpečných látek, než jaká jsou stanovena zákonem o prevenci závažných havárií v platném znění. Malých zdrojů rizika jsou na území České republiky tisíce.

Nebezpečná látka	Příklad zařízení	Poznámka
čpavek	pivovary, mlékárny, chladiřny, masokombináty, zimní stadiony	čpavek ve strojovnách chlazení
chlor	úpravny vod, bazény, koupaliště	chlor v 500 kg sudech nebo 45 kg láhvích
acetylén	sklady tlakových lahví	nejčastěji 50 l láhve s obsahem 8 kg C ₂ H ₂
LPG	čerpací stanice, domácí zásobníky, sklady lahví	nejčastěji zásobníky 5 m ³ nebo láhve 10 kg

Tabulka 1: Příklad malých zdrojů rizika podle nebezpečné látky [42]

Malé projekty typu čerpacích stanic, koupališť, stadionů apod. jsou zasazovány coby objekty tzv. občanské vybavenosti do silně osídlených částí aglomerací. Tento přístup je jistě výhodný pro řadu uživatelů těchto zařízení. Na druhé straně s sebou nese řadu problémů, které se mohou projevit až při provozu těchto zařízení.

Ekolog, sociolog a publicista Jan Keller na jednom ze svých vystoupení prohlásil, že moderní česká společnost je zhýčkaná, požaduje konzumaci zboží a služeb hned teď, co nejrychleji, nejsnadněji a s co nejmenším vynaložením sil. Tento trend se odráží i na urbanistické podobě našich měst. Aby byly uspokojeny požadavky zákazníků (návštěvníků, sportovců, obchodníků atd.) jsou zimní stadiony a nejen ty plánovány a následně i budovány v centrech měst, kde je obvykle velmi vysoká hustota osídlení. Tyto projekty, ať už se jedná o novou výstavbu, dostavbu, rekonstrukce nebo rozšíření bývají realizovány bez větších ohledů na bezpečný provoz a často i proti vůli samotných okolních obyvatel. Proces EIA v těchto případech funguje v závislosti na mediální publicitě, která je tomu, či onomu projektu věnována.

Co však nefunguje téměř vůbec, je zajištění bezpečnosti provozu těchto zařízení. Časté havárie jsou toho důkazem. Jejich následky pro lokální životní prostředí nejsou zanedbatelné. Přitom celkové dopady havárie mohou představovat jen těžko vyčíslitelnou škodu. Zatím co u chemických továren a jiných průmyslových provozů, které překročily limitní množství nebezpečných látek uvedených v zákoně o prevenci závažných havárií, je požadována bezpečnostní dokumentace a s tím i přijetí zodpovědnosti za případné škody způsobené na životním prostředí v podobě zákonného pojištění. Je u malých zdrojů rizika situace značně nejednoznačná. Jsou sice navrhována a realizována na základě platných

legislativních předpisů a odborných norem, ale zodpovědnost za bezpečnost provozu není dostatečně podchycena. Neexistuje dostatečný tlak na prevenci havárií a bezpečnou provozní praxi.

Současná legislativa vytváří jakýsi bezpečnostní paradox. Na jedné straně bedlivě sleduje ty podniky na okrajích měst, pro které je na základě limitních množství nebezpečných látek zákonem vyžadována bezpečnostní dokumentace z oblasti prevence závažných havárií, na straně druhé ji však naprosto unikají ty podniky, které představují zdroje rizika s podlimitním množstvím nebezpečné látky, v hustě osídlených částech aglomerací. Přitom míra společenského rizika může být u těchto malých zdrojů rizika výrazně vyšší než u zdrojů rizika sledovaných legislativou. Je jednoznačné, že malé zdroje rizika musí být identifikovány a hodnoceny, aby mohlo být riziko řízeno a účinně snižováno.

Zejména v oblasti každodenního řízení provozních rizik jsou na zimních stadionech významné nedostatky. Tyto nedostatky musí být identifikovány a v přiměřených termínech účinně odstraňovány.

2.3 Bezpečnost provozu

V současné době má chladicí technika celou řadu uplatnění. Musíme si uvědomit, že chlazení je svou podstatou fyzikálně energetický proces, který je podmíněn vynakládáním určité energie. Každé chladicí zařízení, které je již v provozu, má své charakteristické vlastnosti (počet stupňů, dosahované teploty, druh chladiva, přímý nebo nepřímý chladicí systém), které jsou ovlivňovány především projektantem na základě provozních požadavků. Na těchto vstupních parametrech nemohou později provozovatel a následně i pracovníci obsluhy nic podstatného změnit.

Nedodržováním návodů a směrnic pro obsluhu chladicích zařízení nebo jeho jednotlivých komponentů může obsluha naprosto znehodnotit bezpečnost provozu a to zejména pokud je zajišťována spíše organizačními než technickými a koncepčními řešeními. Podrobné návody jsou specifické pro každé chladicí zařízení a musí být nedílnou součástí průvodní dokumentace. To platí i o dalších předpisech a normách, které musí mít obsluha k dispozici a musí je znát.

Toto jsou obecně platná doporučení, která v praxi zůstávají spíše v rovině toho, co by se mělo dělat, než toho, jak se to skutečně dělá. V České republice existuje velké množství stadionů, které mají v řadě případů velmi odlišný přístup k bezpečnosti provozu. Řada z těchto zařízení už objektivně není schopna dodržet bezpečnostní limity stanovované příslušnými normami. Navíc bezpečnost provozu výraznou měrou ovlivňuje i chování obsluhujícího personálu a způsob jeho přípravy.

Ke zvyšování bezpečnosti provozu zimních stadionů příliš nepřispívají ani některé nové projekty. Stále dochází k financování a provozování projektů, které jsou z hlediska bezpečnosti koncepčně zastaralé. V České republice tak vzniká velká škála zimních stadionů s různou úrovní bezpečnosti a bohužel i v řadě nových projektů, na které byly vynaloženy značné finanční prostředky, je bezpečnost provozu na málo vyhovující úrovni jak ostatně demonstruje i šetření Ministerstva životního prostředí z roku 2008. [43]

Z hlediska bezpečnosti nás u čpavku zajímá v případě jeho využití jako chladiva na zimních stadionech jeho toxicita. Této oblasti je věnována následující kapitola.

3 ČPAVEK JAKO TOXICKÁ LÁTKA

3.1 Všeobecně

Jak již bylo dříve uvedeno, čpavek je i přes své nebezpečné vlastnosti osvědčeným a historicky prověřeným chladičem. Přesto že existují i alternativní látky, které je možné při chlazení použít, zůstává čpavek stále celosvětově jedničkou v oblasti vychlazování ledních ploch. Jsou to především jeho pozitivní vlastnosti jako dostupnost, cena, stabilita a další fyzikální vlastnosti jako výparné teplo, měrná hmotnost a objem, přijatelný tlak při požadovaných teplotách, které dělají z čpavku ideální průmyslové chladiivo.

V případě, že čpavek z chladicího systému unikne do okolí, mohou být jeho toxickým účinkům vystaveni nejen pracovníci obsluhy, návštěvníci areálu a osoby v blízkosti stadionu, ale za jistých podmínek mohou být také ohroženi vodní živočichové, jak se v minulosti již několikrát stalo.

Pro snazší pochopení uvádíme v následující části několik vybraných definic a vztahů.

Nebezpečnost je neoddělitelně spojena s existencí chemické látky a je její latentní vlastností. Nebezpečnost představuje soubor chemických, fyzikálních a biologických vlastností látek determinuje nebezpečnost chemické látky, tj. její schopnost mít nepříznivý (toxický) účinek na živé organismy. Pojem nebezpečnost je ovšem širší než pojem toxicita. Vychází z pojmu nebezpečné vlastnosti, mezi které patří např. toxicita, hořlavost, výbušnost, žíravé vlastnosti apod. [51]

Nebezpečnost chemické látky a expozice živého organismu touto látkou pak určuje tzv. **riziko chemické látky**. Pokud je předmětem působení chemické látky člověk, hovoříme o zdravotním riziku. Riziko vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou se při definované expozici organismu chemickou látkou projeví její nebezpečnost (toxicita). Velikost rizika nabývá hodnot od 0 do 1, respektive od 0 do 100, použijeme-li procentuálního vyjádření. Nulové riziko znamená, že vůbec nedojde k poškození organismu, naopak riziko vyjádřené hodnotou 1 vypovídá, že k poškození organismu dojde ve všech případech.

Toxikologické účinky vyjadřují nebezpečnost jednotlivých toxických látek. Nebezpečnost těchto toxikologických účinků je definována pomocí koncentrace toxické látky (nejčastěji ve vzduchu), kterou osoba vystavená jejím účinkům snese po určitou dobu při určitém rozsahu zranění. Jinými slovy rozsah zranění osob vystavených účinkům toxické látky závisí na:

- koncentraci,
- době expozice.

Tuto závislost lze popsat následovně:

$$\text{rozsah zranění osob} = f(C, t) \quad (\text{Rovnice 1}) [4]$$

kde:

C - koncentrace toxické látky [mg/m^3]
 t - doba expozice [min]

Rozsah zranění osob vystavených účinkům toxické látky pak lze popsat pomocí tzv. dávky. Pojem dávka zavedl Paracelsus v první polovině 16. století.

Dávka je definována následovně:

$$D = C^n t \quad (\text{Rovnice 2}) [4]$$

$$D = \int C^n dt \quad (\text{Rovnice 3}) [4]$$

kde:

- D - dávka [$\text{mg}/\text{m}^3\text{min}$]
 C - koncentrace toxické látky [mg/m^3]
 t - doba expozice [min]
 n - konstanta popisující toxicitu látky [-]

pozn.:

Rovnice (2) platí, pokud je koncentrace C během doby expozice t konstantní. To je běžné v laboratorních podmínkách. Při úniku a následném rozptýlení toxické látky do okolí popisuje situaci přesněji rovnice (3), která platí v případech, kdy koncentrace není během doby expozice konstantní.

Dávka je chápána jako množství chemické látky (xenobiotika), které pronikne do organismu, tj. ovlivní jeho buněčné funkce. Dávka toxické látky, která ještě nevyvolá pozorovatelnou změnu, je dávka podprahová. Nejmenší dávka, která již vyvolá hodnotitelnou reakci, je dávka prahová, každá dávka vyšší než prahová je dávka nadprahová.

Obecně platí mezi dávkou chemické látky a jejím toxickým účinkem vztah přímé úměrnosti, tzn., že čím vyšší dávka, tím vyšší toxický efekt. Matematický vztah mezi dávkou a toxickým účinkem není nikdy prostá aritmetická úměra, protože vztah mezi dávkou a efektem je logaritmický.

Pro srovnání toxicity různých látek se používají odvozené parametry hodnoty odvozené pro 50% efekt, protože odhady jsou v oblasti 50% efektů zatíženy nejmenší chybou a v praxi jsou nejčastější. (Tyto parametry se mohou vztahovat k různým časovým intervalům a pokusným objektům. Tyto informace jsou vždy uvedeny.) Patří mezi ně:

- LC50 – koncentrace (C) způsobující 50% letalitu (L);
- LD50 – dávka (Dose) způsobující 50% letalitu (L);
- EC50 – koncentrace způsobující 50% efekt (E);
- IC50 – koncentrace způsobující 50% inhibici (I).

Další odvozené parametry jsou:

- EC x ($x=1,5,10,25,75,90,99 \dots$) - koncentrace způsobující $x\%$ efekt (E);
- LOEC/L - Lowest Observable Effect Concentration/L;
- NOEC/L - No Observable Effect Concentration/Level;
- NOAEC/L - No Observable Adverse Effect Concentration/Level;
- MTC - Minimum threshold concentration;
- MATC - Maximum Acceptable/Allowable Toxicant Concentration = geometrický průměr NOEC a LOEC. [6]

Smrtnost neboli letalita (letality, case fatality, lat. letalis - smrtící) je ukazatel extenzity, který udává, kolik osob vystavených určitým toxickým účinkům na následky těchto účinků zemřelo. Hodnotu (hrubé, specifické) smrtnosti určíme podle následující rovnice.

$$\text{Smrtnost} = \frac{\text{počet osob zemřelých na následky daných toxických účinků v populaci v daném časovém intervalu}}{\text{počet osob vystavených daným toxickým účinkům v populaci v daném časovém intervalu}} \quad \text{(Rovnice 4) [49]}$$

Smrtnost můžeme také vyjádřit jako relativní četnost počtu osob, které zemřely na následky toxických účinků do určité doby (např. do 1 měsíce) od vystavení. Smrtnost je tedy odhadem pravděpodobnosti (rizika), že vystavená osoba v důsledku svého kontaktu s toxickou látkou zemře. Zpravidla se udává v procentech.

Z hlediska působení čpavku nás dále zajímají ještě persistence a bioakumulace.

Persistence je mírou resistance látky proti přirozeně probíhajícím procesům chemické a biologické degradace v prostředí. Persistence je definována poločasem tj. dobou, za kterou se koncentrace látky v prostředí sníží na polovinu původní hodnoty.

Bioakumulace je měřítkem schopnosti látky akumulovat se v biologických systémech. Měřítkem bioakumulace za rovnovážného stavu je poměr koncentrace látky v biotě a daném vodním prostředí vyjádřený jako BAF (Bio-Accumulation Factor) resp. BCF (Bio-Concentration Factor) nebo pomocí rozdělovacího koeficientu oktanol-voda (K_{ow}). Pro systém NPRI je preferován BCF resp. $\log K_{ow}$ sladkovodních systémů.

Pro každou toxickou látku lze při použití výše uvedených definic, určit koncentraci která osobám vystaveným této látce, po stanovenou dobu, způsobí stanovený rozsah zranění.

Typickými představiteli takto stanovených koncentrací jsou hodnoty ERPG-1, ERPG-2, ERPG-3. [1] Tyto koncentrace jsou definovány takto:

- ERPG-1: maximální koncentrace ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny bez výrazných zdravotních změn (zasažené osoby pociťují jen nepříjemný zápach).
- ERPG-2: maximální koncentrace ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny bez způsobení nevratných zdravotních změn nebo poškození imunity.
- ERPG-3: maximální koncentrace ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny bez toho, aby byl smrtelně ohrožen.

Je zřejmé, že čím jsou hodnoty ERPG-1, ERPG-2 nebo ERPG-3 vyšší tím je toxická látka méně nebezpečná.

Pro potřeby havarijního plánování, resp. posouzení bezpečnosti průmyslového zařízení, je nezbytné určit tzv. letální (smrtné) koncentrace. Letální koncentrace je taková koncentrace toxické látky, která způsobí smrtelné zranění osobám vystaveným jejímu účinku po určitou dobu.

V praxi se letální koncentrace určuje pro konstantní dobu expozice a určitou smrtnost. Příkladem takto určené koncentrace je hodnota LC_{50} . Střední letální koncentrace LC_{50} je statisticky vypočtená koncentrace toxické látky, která pravděpodobně způsobí za 30 min po expozici smrt 50% exponovaných osob.

Zkušenosti získané při studiu reálných havárií chemických zařízení ukazují, že větší význam je nutno přikládat účinkům vysoce toxických látek. Důvodem je skutečnost, že v důsledku povětrnostních podmínek je doba expozice při reálných haváriích relativně nízká.

3.2 Fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti čpavku

Čpavek je za normálních podmínek bezbarvý plyn pronikavého charakteristického zápachu s dráždivými a dusivými účinky. Z hlediska ohrožení zdraví je jedovatý a žíravý (leptavý). Čpavek může způsobit vážné dočasné nebo trvalé zranění.

Nejnižší koncentrace, kdy člověk vnímá přítomnost čpavku obvykle kolem 5 ppm. V závislosti na čase odpovídají tyto koncentrace provozním netěsnostem zejména starších zařízení. Obsluha je vnímá jako nepříjemný zápach. Při vyšších koncentracích dráždí ke kašli a k slzení. Časté vystavování těmto nižším koncentracím může vést k otupění čichu a ignorování problému unikajícího čpavku.

Čpavek je toxický až při koncentracích několika tisíc ppm. Maximální koncentrace čpavku v ovzduší, která u zdravé mužské populace při maximální expozici 30 minut nevyvolá ireverzibilní zdravotní změny nebo smrt (IDLH) je 300 ppm. Okamžitá smrt nastává při krátkodobé expozici směsi vzduchu a čpavku o koncentracích 5 000 – 10 000 ppm. [22]

Čpavek reaguje s vlhkostí na sliznatých tkáních (oči, kůže a dýchací ústrojí) za vzniku hydroxidu, který působí jako žíravina. Závažnost zranění závisí na koncentraci a trvání expozice. Podrobné účinky jsou zřejmé z tabulky 2.

Molekulová hmotnost čpavku je 17. Teplota varu je -33,4 °C. Nebezpečí vznícení hrozí za vyšších teplot (teplota zápalnosti 650 °C). Výbušná koncentrace čpavku ve vzduchu je 16 až 27 objemových procent (údaje se mohou lišit podle zdroje informací). Z tohoto důvodu uvažujeme riziko výbuchu a požáru za méně významné než riziko otravy. Čpavek je lehce rozpustný ve vodě, což usnadňuje odstranění následků případného úniku [5]. Na druhé straně právě tato vlastnost je kritická z hlediska ochrany životního prostředí. V případě úniku do vodního zdroje hrozí vyhubení značného množství vodních živočichů.

Nařízení vlády č. 178/2001, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, určuje nejvyšší přípustné koncentrace pro různé chemické látky. To jsou takové koncentrace v ovzduší, o nichž se podle současných znalostí předpokládá, že nepoškodí zdravotní stav osob jim vystavených. Jsou uváděny ve dvou úrovních. PEL (přípustný expoziční limit), který nesmí být v celosměnovém průměru překročen. Přičemž jsou možná jednotlivá krátkodobá překročení až do hodnoty NPK-P (nejvyšší přípustná koncentrace) za předpokladu, že jsou vyrovnána nižšími koncentracemi tak, aby časově vážený průměr nepřekročil PEL. PEL pro čpavek je 14 mg/m³ tj. 18,452 ppm

Nejvyšší přípustná koncentrace par (NPK-P), která nesmí být překročena v žádném případě, činí pro čpavek 36 mg/m³ tj. 47,448 ppm. [19] Při vyšších koncentracích musíme použít plynovou masku s filtrem K proti čpavkovým parám nebo vzduchový dýchací přístroj. [5]

Rozpustnost čpavku ve vodě je neomezená. Jeden litr čpavku se bezpečně rozpustí ve dvou litrech vody. Za běžných provozních teplot nenapadá čistý čpavek ani jeho vodný roztok ocel, avšak napadá zinek, měď a jejich slitiny (vyjma fosforového bronzu). [5]

Informace o subjektivních a objektivních příznících otravy čpavkem jsou uvedeny v následující tabulce

Subjektivní příznaky	Objektivní příznaky	Doba působení [minuty]	Koncentrace [ppm]
Vnímání čichem	Pocity „ostrého“ vzduchu, u citlivých jedinců nepříjemné čichové pocity	0,1 - 1	od 0,02 do 30
Nepříjemný zápach, mírné dráždění nosu a nosohltanu	Mírné zarudnutí nosohltanu	2	50
	Poznámka: Pro delší pobyt je přípustná koncentrace 20 až 100 ppm.		
Silné dráždění očí, nosu, nosohltanu	Zarudnutí spojivek a nosohltanu	120	100 až 200
	Poznámka: Dlouhodobé působení nižších koncentrací způsobuje podráždění spojivek, sliznic nosohltanu, průdušek, kašel a existuje i možnost vzniku rozedmy plic.		
Velmi silné dráždění	Zarudnutí spojivek, nosohltanu, slzení, kýchání	60	200 až 300
Neúnosné dráždění očí, nosu, nosohltanu, bolesti za hrudní kosti	Silné zarudnutí nosu, nosohltanu, spojivek, slzení, kýchání, kašel	0,1	360
	Poznámka: Nebezpečí vzniku otoku plic i se zpožděním 2 dní.		
Okamžité dráždění, nevolnost, bolesti hlavy	Kýchání, kašel, slzení, zrychlené dýchání	0,1	360 - 500
Okamžité dráždění, bolesti: za hrudní kostí, žaludku, očí; zmatenost a nevolnost, bolesti hlavy	Záchvaty kašle, zrudnutí v obličeji, pocení, krvácení z nosu, závratě, dušnost a nervové vzrušení	0,1	500 – 1 000
	Výše uvedené příznaky a křeče, zástava vyučování moči, ohrožení života	30	1 000
	Poruchy dýchání a krevního oběhu ohrožení života	2-5	1 730
	Poleptání horních cest dýchacích, otok plic, poruchy srdeční činnosti, poškození ledvin, perforace rohovky	do 30 - doba latence i několik hodin!	2 450
	Udušení následkem otoku plic, zástava dýchání a smrt	do 10	5 000
	Poznámka: Koncentrace vyšší než 10 000 ppm (1 obj. %) poškozují kůži a jsou nebezpečné i tehdy, jsou-li chráněny dýchací orgány.		

Subjektivní příznaky	Objektivní příznaky	Doba působení [minuty]	Koncentrace [ppm]
	<i>Poznámka:</i> <i>Při styku s pokožkou způsobuje čpavek poleptání.</i> <i>V případě působení kapalného čpavku může dojít i k tvorbě omrzlin.</i>		
Osobní ochranné pracovní pomůcky	Ochrana těla: - ochranné rukavice pro ochranu rukou proti omrznutí nebo poleptání, - gumové holinky, - gumovou zástěru, Ochrana dýchacích cest a obličeje - celobličejevou masku s filtrem K šedé nebo zelené barvy (Filtr K chrání dýchací cesty max. do 1 obj. % (7 mg/l), Běžný filtr s aktivním uhlím čpavek nezachycuje.) - obličejový štít - dýchací přístroj Při vysoké koncentraci je třeba povrch těla chránit izolačními prostředky ochrany povrchu těla hermetického typu.		
Postup při první pomoci	První pomoc při nadýchání: 1. vynést postiženého na čerstvý vzduch a udržovat jej v klidu, 2. uvolnit oděv nebo zabránit další expozici nasazením prostředku ochrany dýchacích orgánů a přivolat lékaře nebo postiženého dopravit k lékařskému ošetření. První pomoc při zasažení povrchu těla: 1. okamžitě svléknout kontaminovaný oděv, 2. omýt zasaženou pokožku velkým množstvím čisté vody a přivolat lékaře. První pomoc při zasažení očí: 1. co nejrychleji oči vyplachovat bez přerušení po dobu asi 30 minut velkým množstvím čisté vody, 2. následně ihned vyhledat lékařskou pomoc. <i>Komentář:</i> <i>V poslední době se prosazuje postup, kdy se ustupuje od dříve doporučovaných praktik, jako byl výplach zasažených očí borovou vodou, nebo při zasažení dýchacích cest inhalace inhalace mlhy 1 % roztoku octa, či mírnění kašle dostupným lékem.</i>		
Dekontaminace prostoru	Dekontaminace: 1. zasažené povrchy omýt velkým množstvím čisté vody, případně lze neutralizovat čpavek vodným roztokem kyseliny octové o koncentraci 3 %, 2. prostor dekontaminovat odvětráním.		

Tabulka 2: Čpavek - příznaky zasažení, postup při první pomoci

3.3 Souhrn fyzikálně-chemických a toxikologických informací

Tento souhrn fyzikálně-chemických a toxikologických informací vychází z bezpečnostních listů [38, 65] a informací uvedených v toxikologických databázích TOXNET [67] a HSDB [66]. Přičemž bylo přihlédnuto k informacím běžně uváděným v České republice.

Chladivo R 717 - Čpavek bezvodý	
Charakteristika látky:	T: toxická C: žíravá N: nebezpečná pro životní prostředí
Obsah v %:	> 99,8
Výstražný symbol nebezpečnosti:	T, N
R-věty (úplné znění):	R 10 Hořlavý R 23 Toxický při vdechování R 34 Způsobuje poleptání R 50 Vysoce toxický pro vodní organismy
S-věty (úplné znění):	(S 1/2 Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí) S 9 Uchovávejte obal na dobře větraném místě S 16 Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - zákaz kouření S 26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc S 36/37/39 Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít. S 45 V případě nehody nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc, (je-li možno, ukažte toto označení) S 61 Zabraňte uvolnění do životního prostředí

Fyzikální a chemické vlastnosti	
Skupenství:	plynné (při 25 °C, norm. tlaku)
Barva:	bezbarvý plyn
Zápach (vůně):	štiplavý po čpavku
Hodnota pH:	-
Teplota tání:	- 77,7 °C
Teplota varu:	- 33,4 °C
Bod vzplanutí:	650 °C
Hořlavost:	přestože jsou stanoveny hodnoty hořlavosti, lze se vzduchem jen obtížně zapálit
Samozápalnost:	není samozápalný
Meze výbušnosti:	horní mez (% obj.): 28 dolní mez (% obj.): 15
Oxidační vlastnosti:	nejsou stanoveny
Tenze par (při 20 °C):	8,6 bar
Hustota (při 20 °C):	relativní hustota (vzduch = 1): 0,597
Rozpustnost (při 20 °C)	ve vodě: 34% v tucích (včetně specifikace oleje): není stanovena
Rozdělovací koeficient a-oktanol / voda:	není stanoven

Molární hmotnost:	17,03
Teplota vznícení:	650 °C
Teplotní třída:	T1
Skupina výbušnosti:	II A
Mezní bezpečnostní spára:	3,17 mm
Výhřevnost:	31,3 MJ/kg

Toxikologické informace	
Akutní toxicita:	netoxický
LD50:	orálně, potkan (mg/kg) - nestanovena
LD50:	dermálně, potkan nebo králík (mg/kg): nestanovena
LC50:	inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice (mg/kg): nestanovena
LC50:	inhalačně, potkan, pro plyny a páry (mg/kg): 7 338
S vodou tvoří žíravé louhy. Se vzduchem tvoří výbušné směsi.	
Subchronická – chronická toxicita:	není známa
Senzibilizace:	není známa
Karcinogenita:	nestanovena
Mutagenita:	nestanovena
Toxicita pro reprodukci:	nestanovena
Zkušenosti u člověka: tekutina i plyn dráždí velmi silně až těžce, leptají oči, dýchací cesty, plíce a kůži. Křeč může vést k udušení. Nadýchání vysoké koncentrace plynu může vést k náhlé smrti. Po styku s tekutinou těžké omrzliny. Pálení, bolesti a poškození očí, sliznice nosu a hltanu i kůže. Omrzlé části těla mají bílou barvu. Dráždivý kašel velmi úporný, dušnost. Krátkodobý účinek: koncentrace 0,25% par ve vzduchu je nebezpečná při vdechování po dobu 30 min.	
Provedení zkoušek na zvířatech:	nebyly provedeny

Ekologické informace	
Akutní toxicita pro vodní organismy:	
LC50:	96 hod., ryby (mg/kg): 0,3
EC50:	48 hod., dafnie (mg/kg): 60 ve 25 hod.
IC50:	72 hod., řasy (mg/kg): nestanovena
Rozložitelnost:	nestanovena
Toxicita pro ostatní prostředí: může změnit hodnotu pH vodního prostředí Další údaje: nesmí proniknout ve velkém množství do spodní vody, vodotečí a do kanalizace.	
CHSK:	nestanovena
BSK5:	nestanovena
Další údaje:	-

V případě úniku můžeme čpavek indikovat oxidem siřičitým (zapálíme sirný knot), který spolu s čpavkem silně dýmí. Dále jej můžeme poznat podle hustého dýmu, který vytváří s koncentrovanými parami kyseliny solné. Dalším spolehlivým indikátorem je fenolftaleinový a lakmusový zkušební papírek [5].

I přes tyto své nebezpečné vlastnosti se čpavek s úspěchem používá v České republice pro chlazení ledových ploch zimních stadionů již od samého začátku, tj. od stavby první uměle chlazené lední plochy v Praze na Štvanici v roce 1932.

Diskuse o jeho použitelnosti je vyřešena i v globálním měřítku a to zejména z hlediska šetrnosti vůči ozonové vrstvě. Čpavek má nulový potenciál spotřeby ozonu (ODP) a nulový potenciál globálního oteplování (GWP), což je jeho výraznou výhodou oproti chladivům ze skupiny freonů. Oproti jiným typům chladiva vyniká i příznivým poměrem mezi cenou a chladivostí. Při aplikacích hraje významnou úlohu i jeho snadná dostupnost [48, 50].

Podle zahraničních analýz (EURAMMON, IAR, ASHRAE, Greenpeace) a v souvislosti s technologickým vývojem a inovacemi se čpavek jeví jako ekonomické a bezpečné řešení pro řadu aplikací, mezi jinými také pro zimní stadiony [48, 50]. Obecně se čpavek považuje za bezpečnou a ekologickou variantu chladiv. Celosvětově je jeho používání doporučováno řadou národních i mezinárodních organizací. V současné době již existuje řada moderních, ekologických a bezpečných variant technických řešení zimních stadionů i dalších technologických celků.

4 PRINCIPY CHLAZENÍ NA ZIMNÍCH STADIONECH

4.1 Všeobecně

Volba způsobu chlazení se řídí řadou hledisek, jakými jsou například dostupnost provozních látek, velikost požadovaného chladicího výkonu a teploty, energetická náročnost, bezpečnost, environmentální hlediska, provozní náročnost, cena aj. Při průmyslovém chlazení na zimních stadionech se jako osvědčený způsob odnímání tepla běžně používá chlazení vypařováním.

Pro chladicí účely je nejdůležitější způsob vypařování chladiva za umělého udržování tohoto pochodu. Jinak by se totiž stal chladicí efekt jednorázovým dějem. O udržování pochodu vypařování se stará kompresor nebo skupina kompresorů. Podle požadovaného výkonu udržujeme pochod vypařování kompresorem objemovým pístovým, šroubovým nebo rotačním lamelovým a pro největší výkony pak turbokompresory [5].

K vypaření určité látky je potřeba určitá tepelná energie, kterou je nutno do látky dodat. V případě chladicí techniky dodáváme tepelnou energii z ochlazovaného prostředí. Dodáním tohoto tepla se chladicí médium začne za určitého tlaku vypařovat. To pro každou látku tedy i chladivo znamená, že určité vypařovací teplotě odpovídá určitý vypařovací tlak. Abychom udrželi tento vypařovací tlak, který by jinak v uzavřeném prostoru za přívodu tepla a vypařované látky stoupal společně s vypařovací teplotou, musíme použít příslušné chladicí zařízení – výparník a odsávat. Odsávání provádíme kompresorem.

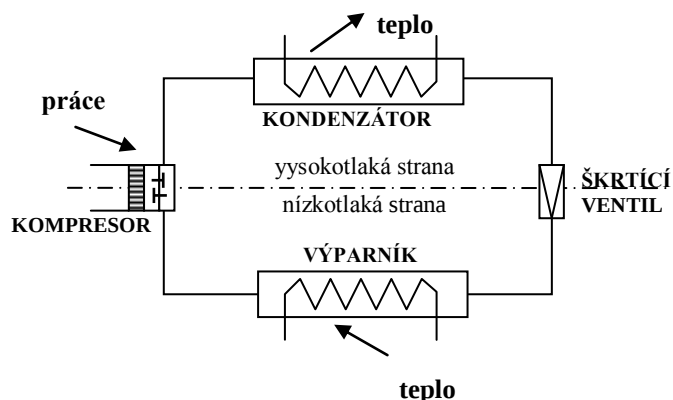
Chlazení probíhá v uzavřeném cyklu, proto je potřeba získané teplo, které jsme odebrali vychlazené ledové ploše, z chladiva odebrat. To se děje na základě druhé termodynamické věty, povýšením teplotní hladiny chladicího média nad teplotu okolního prostředí, do kterého teplo dále samovolně odtéká. Na dopravu chladiva na vyšší teplotní hladinu je třeba určitá práce. Tu obstarává v našem případě kompresor. Odvod získaného tepla ve výparníku, a tepelné energie (zmařené práce kompresoru) provádí z celého chladicího okruhu kondenzátor. Prostředí, do kterého se teplo odvádí, může být voda, vzduch nebo jiné speciální látky. Při odvodu tepla za kondenzačního tlaku chladicí médium opět kondenzuje [5].

Tato zkondenzovaná kapalina se z vysokého kondenzačního tlaku seškrtní na tlak vypařovací do výparníku, kde se za přívodu tepla z chlazené látky při udržování vypařovacího tlaku kompresorem chladivo opět vypařuje při stále vypařovací teplotě. Děj je kontinuální. Vypařovací teplota musí být vždy nižší, než je teplota chlazené látky, stejně tak i kondenzační teplota musí být vždy vyšší než je teplota prostředí, do kterého se teplo odvádí.

4.2 Kompresorové chladicí okruhy – přímé chlazení

Kompresorové chladicí okruhy jsou nejrozšířenější právě v oblasti průmyslového chlazení. Tvoří je 4 základní prvky: kompresor, kondenzátor, škrtní orgán a výparník. Bez jakékoliv z uvedených částí nemůže chladicí okruh fungovat. Ostatní aparáty a části v chladicích okruzích jsou z hlediska principu nadbytečné, ale jsou nezbytné pro vylepšení funkce, zvýšení bezpečnosti a hospodárnosti provozu. U chladicích zařízení pracujících s čpavkem jsou tato využívána pro teploty do -25°C [5].

Základní schéma zapojení chladicího jednostupňového okruhu s pístovým kompresorem je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 1: Základní schéma zapojení jednostupňového chladicího okruhu

Platí zde základní tepelná bilance, že kondenzační teplo odvedené do okolního prostředí se musí rovnat součtu tepla přivedeného do výparníku z chlazené látky (chladicího výkonu zařízení) a tepla přivedeného do okruhu kompresní prací (zmařeného elektrického příkonu). To znamená, že kondenzátor musí odvést jednak teplo přivedené do výparníku, kterým je v našem případě ledová plocha, i teplo z kompresní práce, tj. zmařenou elektrickou energii při kompresi par chladiva.

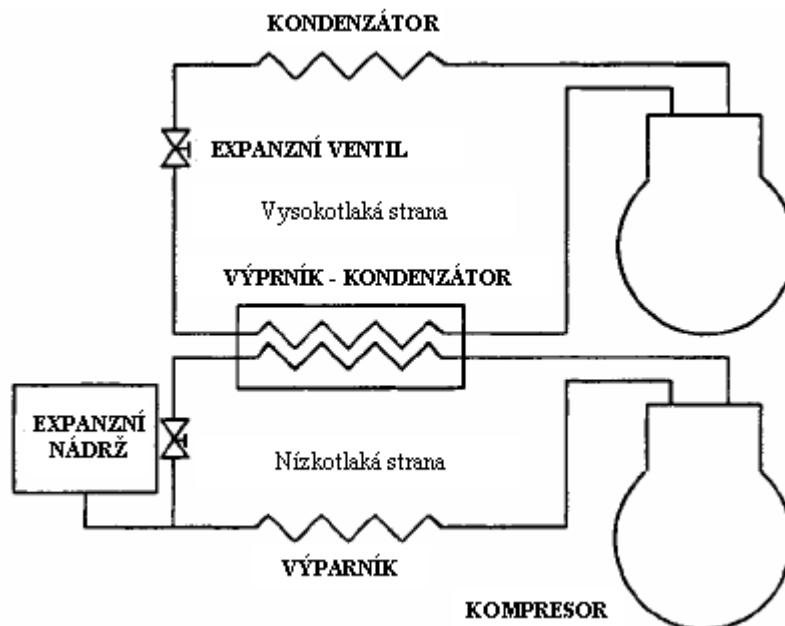
Ve skutečnosti je tepelná bilance chladicího zařízení složitější, protože do zařízení nebo z něj se dostává další energie, například ztrátami přes izolaci, odvodem tepla z kompresoru jeho chlazením apod.

Pro teploty nižší než je -25°C je při použití čpavku jako chladiva nutné rozdělit chladicí cyklus na dvě nebo i více částí. Jednostupňový okruh by nebyl vhodný, protože jednostupňová komprese bez mezichlazení by znamenala nepřípustně vysoké teploty na výtlaku. Z toho důvodu je vždy nutno po částečné kompresi chladivo na výtlaku ochladit a teprve pak v kompresi pokračovat. [5]

4.3 Kompresorové chladicí okruhy – nepřímé chlazení

Jako nejbezpečnější systémy chlazení se v dnešní době jeví dvouokruhové chladicí systémy, které mají dva oddělené chladicí okruhy. Primární okruh obsahuje chladivo zpravidla čpavek a v sekundárním okruhu je pak nositel chladu (viz. část Provozní látky v chladicích zařízeních). Princip tohoto způsobu chlazení je zřejmý z obrázku 2.

V primárním okruhu je obsaženo chladivo – čpavek, ale díky technické koncepci může být jeho množství sníženo z několika tun na stovky kilogramů. Tento okruh je výrazně kratší a je zpravidla omezen na prostor strojovny. Tudíž nedochází k tomu, že by čpavek cirkuloval v prostorách pro diváky. Primární okruh odebírá teplo z okruhu sekundárního, který obsahuje nositele chladu často označovaného jako solanka (viz. část Provozní látky v chladicích zařízeních). Solanka z ledové plochy odejme teplo a je vedena zpět do výparníku k ochlazení.



Obrázek 2: Základní schéma dvoukruhového nepřímého chlazení

Pro úplnost musíme dodat, že ekonomická a energetická bilance jednotlivých typů chladicích okruhů a koncepcí chlazení je také významnou otázkou. Složitější okruhy umožňují snížit množství nebezpečného chladiva – čpavku, čímž dochází k úsporám při nákupu materiálu, avšak jejich pořizovací náklady jsou vyšší. U moderních chladicích technologií však zvýšené počáteční náklady mohou vyvážit úspory při provozu. Tyto úspory se však projeví až po delší době. Před 5 lety se uváděla návratnost investice 8 - 10 let. Tento údaj byl získán ze zahraničního zdroje [5]. Z domácích zdrojů se nám nepodařilo obdobný údaj získat. Dnes je návratnost investice do nepřímého systému chlazení cca 3 roky. [64]

4.4 Výhody a nevýhody přímého a nepřímého chlazení

Výhody a nevýhody přímého a nepřímého chlazení jsou zřejmé z následující tabulky. V tabulce jsou zpracovány informace týkající se nejenom samotné technologie chlazení, ale také informace o celkovém přístupu k technologii a jejím doplňujícím prvkům zvyšujícím bezpečnost provozu a okolí. Z tabulky je patrný rozdíl koncepce minulé – staré (bezpečnostně nepřijatelné) a koncepce budoucí – nové (bezpečnostně přijatelné).

Přímé = jednookruhové chlazení Stadiony “včerejška”	Nepřímé = dvouokruhové chlazení Stadiony “zítrka”
Výhody	
Nižší tepelné ztráty. Levný provoz i realizace.	Bezpečnější dvouokruhový systém chlazení. Nižší množství chladiva (řádově stovky kg). Diváci se nemohou při běžném chování dostat do blízkosti primárního okruhu. Strojovna je hermetizovaná, vybavena speciálními čidly, systémem vypírky čpavku a systémem řízeného odvětrávání. Strojovna je umístěna v rozměrově malé kabině přímo na stadionu v technickém zázemí zabezpečeném proti neoprávněnému vstupu nepovolaných osob. Chladicí okruhy jsou počítačově řízeny. Delší životnost a nižší náklady na nákup chladiva. Možnost využívat odpadní teplo.
Nevýhody	
Jednookruhový systém chlazení, kdy se čpavek může dostat na ledovou plochu nebo do prostoru pro diváky. Chladiva je v systému velké množství (řádově tisíce kg). Vyšší náklady na nákup chladiva. Strojovna se odvětrává přirozeně “otevřenými okny”. Ve strojovně zpravidla nejsou detekční čidla.	Tepelné ztráty vlivem dvojího přestupu tepla. Vyšší náklady na realizaci projektu.

Tabulka 3: Výhody a nevýhody přímého a nepřímého chlazení

5 PROVOZNÍ LÁTKY V CHLADICÍCH ZAŘÍZENÍCH

5.1 *Obecné podmínky*

Provoz chladicích zařízení je ovlivňován pracovními látkami, se kterými každé chladicí zařízení pracuje. Jsou to chladiva, nositelé chladu, chladicí voda a mazací oleje. Vzhledem k zaměření naší práce se budeme zabývat pouze chladivy a nositeli chladu a to zejména s ohledem na u nás stále nejrozšířenější jednookruhové chladicí systémy s přímým vypařováním chladiva udržovaným objemovým kompresorem.

Jako chladivo by teoreticky bylo možno použít jakoukoliv látku, nicméně provoz s takovou látkou by byl neekonomický, nebezpečný nebo technicky těžko zvládnutelný. V současné době pro provoz s teplotami požadovanými u zimních stadionů vyhovují chladiva R 717 (čpavek), R 12 (freon) a R 134b (freon 134) [5, 50].

Nejrozšířenějším chladivem pro průmyslová chladicí zařízení s objemovými kompresory je čpavek. V České republice povoluje použití čpavku jako chladiva pro všechny typy zimních stadionů norma ČSN EN 378-1 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla - Bezpečnostní a environmentální požadavky - Část 1: Základní požadavky, definice, třídění a kritéria volby [7].

Freony jsou podstatně dražší a nevyhovují z ekologického hlediska, protože mají vysoký potenciál spotřeby ozonu a vysoký potenciál globálního oteplování. V současné době už nejsou freony přijatelnou variantou pro vychlazování ledových ploch.

5.2 *Chladivo - čpavek*

Jako chladivo se čpavek používá zejména pro svoji dostupnost, nízkou cenu a navíc má vedle vody i největší hmotovou i objemovou chladivost. Dále má i přiměřené přetlaky v rozsahu nejpoužívanějších teplot (+ 50 až - 50°C). Pro chladicí zařízení se používá zejména technický bezvodý čpavek v kapalném stavu.

Norma ČSN EN 378-1 zařazuje čpavek do skupiny 2, tedy chladiva toxická nebo korozivní, jejichž dolní mezní hodnota zápalnosti (mez výbušnosti) není menší než 3,5% objemové koncentrace (V/V v m³) ve směsi se vzduchem.

Kategorie B znamená, že se jedná o chladivo je umístěno v zařízení nacházejícím se v prostorách určených pro veřejné shromažďování, jako jsou právě např. stadiony. Na druhé straně zařízení určená pro umístění v průmyslu, tedy do prostor, kam mají přístup pouze oprávněné osoby a kde probíhá výroba, jsou zařazena do kategorie E.

5.3 *Nositelé chladu*

Nositelé chladu, jinak také teplonosné látky, jsou kapaliny tekuté při teplotách pod bodem mrazu. Nejčastěji jsou to roztoky některých solí ve vodě, proto se nazývají solanky. Jsou to vodné roztoky chloridu vápenatého, chloridu sodného, chloridu hořečnatého nebo uhličitanu draselného. Nejběžněji se u nás používají solanka na bázi chloridu vápenatého označovaná jako solanka R, dále vodný roztok uhličitanu draselného (solanka A). Dalším typem je solanka Glycal, což je roztok glycerinových solí a glycerinu. Pojem solanka se do značné míry vžil i pro jiné nositele chladu než ty na bázi roztoku solí. Musíme upozornit, že solanky podle svého typu mají různý korozivní účinek, což nepříznivě ovlivňuje ekonomickou bilanci technologie. V současné době jsou již proti korozi vyvinuty dostatečně účinné postupy.

Dále je rozšířeno i používání roztoku etylenglykolu s vodou. Výhodou je, že tato směs nemá korozivní účinek vůči běžně používaným materiálům. Nevýhodou je však vyšší viskozita než u solanky, což znamená vyšší příkon čerpadel. Dále je tato směs jedovatá [5].

Alternativou k solankám je i roztok etanolu s vodou. Tato směs nemá na běžně používané materiály korozivní účinky. Hlavní výhodou je vyšší měrné teplo a nižší měrná hmotnost a vyšší tepelná vodivost než u předchozího roztoku. Mezi nevýhody patří nutnost kontrolovat množství etanolu ve směsi u otevřených chladicích okruhů, kdy dochází k odpaření ethanolu ze směsi [5]. V současné době je v moderních stadiích nejrozšířenějším nositelem chladu právě lihovodná směs.

Prosazující se zahraniční novinkou se zajímavými ekonomickými výsledky je nositel chladu CO_2 . Zařízení jsou nasazována tam, kde je zásadním požadavkem minimální náplň čpavku. Nevýhodou dosud nejvyšší bezpečnosti jsou vysoké provozní tlaky, částečné zvýšení spotřeby elektrické energie a dílčí navýšení investičních nákladů. [64]

6 KLASIFIKACE ZIMNÍCH STADIONŮ

Na základě naší studie můžeme rozdělit zimní stadiony v České republice do tří základních kategorií. Za klíčový parametr jsme si zvolili množství chladiva. V následující tabulce jsou uvedeni reprezentativní zástupci z každé skupiny. V zásadě se jedná o stadiony skupiny I, II a III.

Zkoumaný parametr		Zimní stadion typu		
		I	II	III
1.	Rok založení	2002	1988	1970
2.	Rok rekonstrukce	-	-	1985
3.	Majitel	Magistrát	Magistrát	Magistrát
4.	Doba provozu	Celoročně vnější i vnitřní plocha	Celoročně krytá vnitřní plocha, vnější pouze v zimních měsících	Celoročně krytá vnitřní plocha, vnější pouze v zimních měsících
5.	Umístění v aglomeraci	V centru města (parametr není možné ovlivnit z komerčních důvodů)	V centru města	V centru města
6.	Umístění vzhledem k vodnímu zdroji	Mimo povodňovou zónu nebo dobře zabezpečen	V povodňové zóně (bez bezpečnostních opatření)	V povodňové zóně (bez bezpečnostních opatření)
7.	Bezpečnostní dokumentace	Ano Je dobrovolná	Ne Není požadována	Ne Není požadována
8.	Certifikace systémů řízení	Ano	Ne	Ne
9.	Kapacita diváků	6 000 (parametr je možné ovlivnit podle aktuální poptávky)	4 000	5 000
10.	Víceúčelovost	Ano – pro všechny halové sporty a kulturní akce, 2 haly standardních rozměrů	Ano – omezená může být venkovní kluziště	2 haly standardních rozměrů
11.	Typ chlazení	Nepřímé chlazení dvoustupňové	Přímé chlazení	Přímé chlazení
12.	Chladivo	Čpavek	Čpavek	Čpavek
13.	Nositel chladu	Glykal, lihovodná směs nebo CO ₂	-	-
14.	Množství čpavku	800 kg	4 000 kg	10 000 kg
15.	Bezpečnost zařízení	vyhovující	méně vyhovující	nevyhovující

Tabulka 4: Zástupci jednotlivých typů zimních stadionů.

Stadion typu I je moderní stadion postavený po roce 2002, s dvouokruhovým nepřímým chlazením a vyspělými bezpečnostními prvky. Stadionů skupiny A je cca %.

Stadion typu II je stadion se středním množstvím čpavku, tzn. 2 – 5 tun v jednookruhovém chladicím systému. Má za sebou asi 15 let provozu a čeká na rekonstrukci. Těchto stadionů je převážná většina - kolem 74%.

Stadion typu III má jednookruhový systém s největším množstvím chladiva, tj. od 5 do 10 a více tun čpavku. Tento typ stadionů je nejméně přijatelný z hlediska bezpečnosti. Stadionů skupiny III velmi zvolna ubývá, protože se rekonstruují, a tak se dostávají nejčastěji do skupiny II. To je způsobeno zejména nedostatkem financí, protože změna stadionu z typu III na typ I zpravidla vyžaduje celkovou přestavbu a více finančních prostředků.

U přibližně 6% stadionů se nám nepodařilo zjistit bližší údaje o technickém řešení.

Komentář ke zkoumaným parametrům:

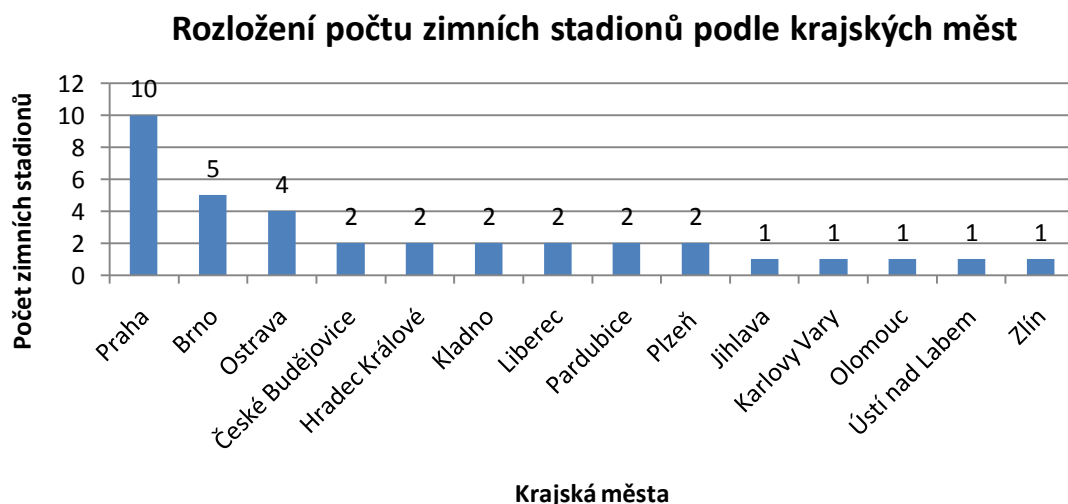
Ad. 1., 2., 3., 4.

Stadiony byly zpravidla zakládány ve třech vlnách. První vlna zakládání stadionů propukla ve 40. letech, druhá v 60. letech a další pak v letech 70. Vzhledem k zastarávání technického zázemí i budov na tyto výstavbové činnosti začala v 90. letech navazovat vlna různě rozsáhlých rekonstrukcí. V současné době je zrekonstruováno cca 20 % zimních stadionů.

Velká většina zimních stadionů v České republice byla budována v průběhu 60. až 80. let. Značná část těchto stadionů byla postupně rekonstruována zejména z hlediska diváckého zázemí a celkového komfortu. Na řádnou rekonstrukci strojovny a technického zázemí tyto stadiony dosud povětšinou čekají.

Vzhledem k tomu, že jsou stadiony převážně v majetku jednotlivých okresních měst a magistrátů - z cca 70%, leží finanční zátěž a společenská odpovědnost spojená s jejich rekonstrukcí na těchto organizacích. Možnosti provozování zimních stadionů se odvíjí od technických podmínek a od finančních možností provozovatele. Lze předpokládat, že vyspělejší technologie umožní dlouhodobější provoz sportovního zařízení

O rozložení počtu zimních stadionů podle krajských měst si lze udělat představu z obrázku 3.



Obrázek 3: Graf rozložení počtu zimních stadionů v krajských městech

Ad. 5., 6.

Co se týká umístění zimních stadionů v aglomeraci, je pochopitelné, že jsou z obchodních důvodů povětšinou situovány do center moderních částí měst, kde jsou snadno dostupné hromadnou dopravou. Z tohoto důvodu je velmi obtížné vytlačit tyto zdroje rizika mimo hustě osídlené části měst. Navíc při moderním pojetí zimního stadionu a bezpečnosti jeho technologií je takové opatření zbytečné.

Část zimních stadionů v České republice je bohužel umístěna v povodňové zóně, což přináší provozovatelům nemalé komplikace a představuje značné environmentální riziko. Množství zimních stadionů umístěných v povodňové zóně je přibližně 30%.

Jednotlivé typy umístění jsou zřejmé z obrázků 4 až 7.

Ad. 7., 8.

Přestože bezpečnostní dokumentace není po majitelích zimních stadionů legislativou požadována, je nanejvýš vhodné ji zpracovat a to zejména s ohledem na nebezpečné vlastnosti čpavku a kapacitu zařízení - počet diváků.

Podle tradičně používaných metodik (TECDOC – 727, RAGMI – MIACC) je totiž odhad společenského rizika pro průměrný zimní stadion (při plně obsazené kapacitě) v pásmu nepřijatelného společenského rizika.

Výjimku v oblasti dokumentovaných postupů a plánů tvoří pouze stadiony v povodňovém pásmu. Tyto stadiony jsou zaneseny do seznamu rizikových podniků jednotlivých městských úřadů. Oddělení obrany a krizového řízení jednotlivých městských úřadů postupují zpravidla shodně a to tak, že sestaví seznam subjektů ohrožených mimořádnou událostí a zpracují charakteristiku možného ohrožení obyvatelstva.

Z našeho šetření dále vyplývá, že řada zimních stadionů se potýká s problémy v oblasti obecného řízení. Není prováděna dostatečná údržba, v rámci prevence bývají potíže se zajišťováním revizí chladicího zařízení. Problémem bývá i aktuálnost a správnost dokumentace. Vzhledem k tomu, že zimní stadiony patří zpravidla městům, bylo by nanejvýš vhodné zvážit zavedení integrovaných systémů řízení.

Ad 9., 10.

Kapacita diváků se pohybuje od několika set až po množství značně převyšující 10 000 diváků u novějších projektů. Jak však ukazují některé ekonomické informace, je značně obtížné takové kolosy naplnit a zajistit tak jejich rentabilitu, i když se jedná povětšinou o zařízení víceúčelová.

Velikost ledových ploch je úměrná úrovni soutěže nebo vychází z místních podmínek. Z hlediska porovnávání jsou odlišnosti v celkových rozměrech jednotlivých ledních ploch nevýznamné. Je v celku obvyklé, že má stadion dvě ledové plochy. Větší bývá zastřešená a provozovaná celoročně. Menší venkovní slouží nejčastěji veřejnosti k bruslení v zimních měsících.

Ad 11., 12., 13., 14., 15.

Technické podmínky provozování zimních stadionů výrazně ovlivňují bezpečnost provozu. Jednoznačně se ukazují možnosti, jak snižovat množství nebezpečného chladiva. V současné době jsou úspěšně provozovány zimní stadiony i s množstvím čpavku nižším než je 200 kg.

Mezi nejrozšířenější koncepce patří přímé jednookruhové chlazení s velkým množstvím čpavku někde až 12 tun. Toto řešení je ovšem nejméně bezpečné.

Naopak moderní přístupy poskytují řadu variant od kombinací nepřímého odparu čpavku (ve velmi malém množství kolem 150 kg) se solankou, přes nepřímé chlazení čpavkem (ve standardním sníženém množství 1 800 kg) s lihovodní směsí, po nepřímé chlazení čpavkem (v malém množství 800 kg) se solankou Glycal. Prosazují se i velmi moderní přístupy ze zahraničí, kdy je systém nepřímého chlazení s čpavkem (300 kg) a 5 000 kg chladiva CO₂.

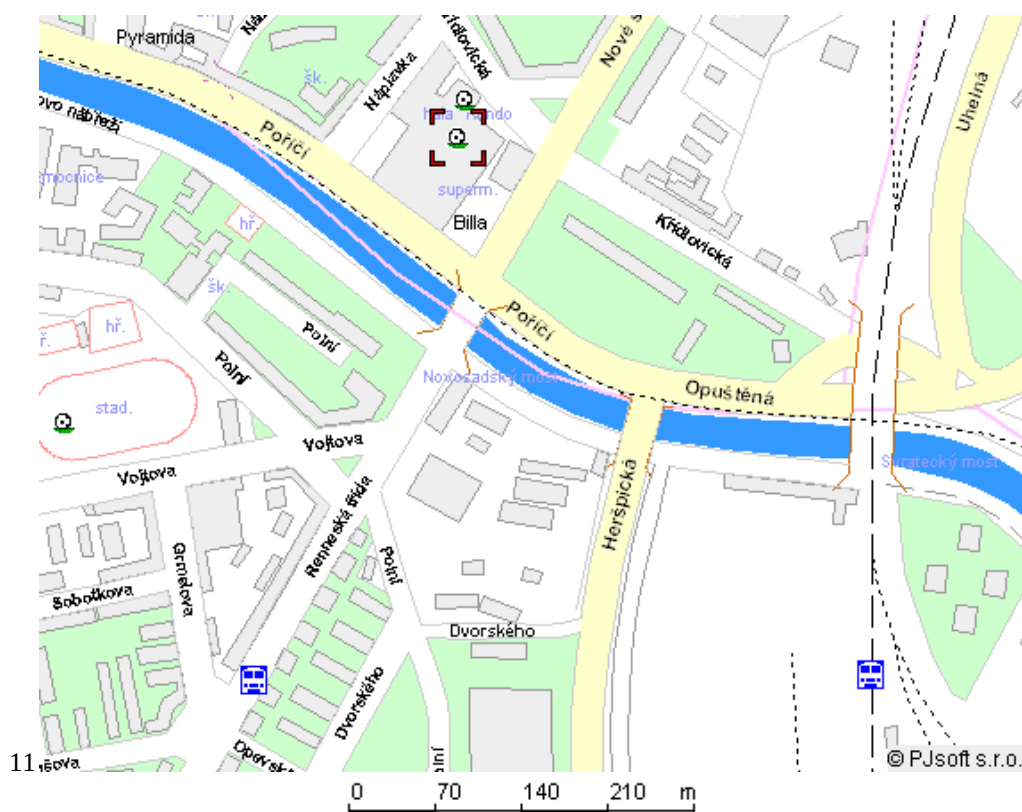
V poslední době se prosazuje i využívání odpadního tepla. Můžeme tedy říci, že škála technických řešení je nesmírně široká [5].

Jako kritická místa z hlediska havárie byly analyzovány strojní zařízení a nádrže s čpavkem. Ke zvýšenému nebezpečí přispívá opotřebení, zestárnutí nebo překročení životnosti zařízení. Toto se projevuje především:

- netěsností pohyblivých částí (ucpávky kompresorů a čerpadel, včetně ventilů a pojistná zařízení),
- netěsností přírubových a šroubových spojů,
- vnější korozi způsobenou přímými atmosférickými vlivy, špatným stavem tepelných izolací, kondenzací vzdušné vlhkosti na nechráněných částech,
- vnitřní korozi, tzv. korozi pod napětím (čpavek je uvnitř chladicího systému kontaminován molekulami kyslíku a následně způsobuje křehnutí a praskání materiálu zásobníku a potrubí), která je těžko zjistitelná,
- mechanickým poškozením části stroje nebo zařízení vedoucí k jeho částečnému nebo úplnému zničení,
- únavou materiálu nebo mechanickým opotřebením v místech vystavení vibracím (především výtlačná část zařízení).

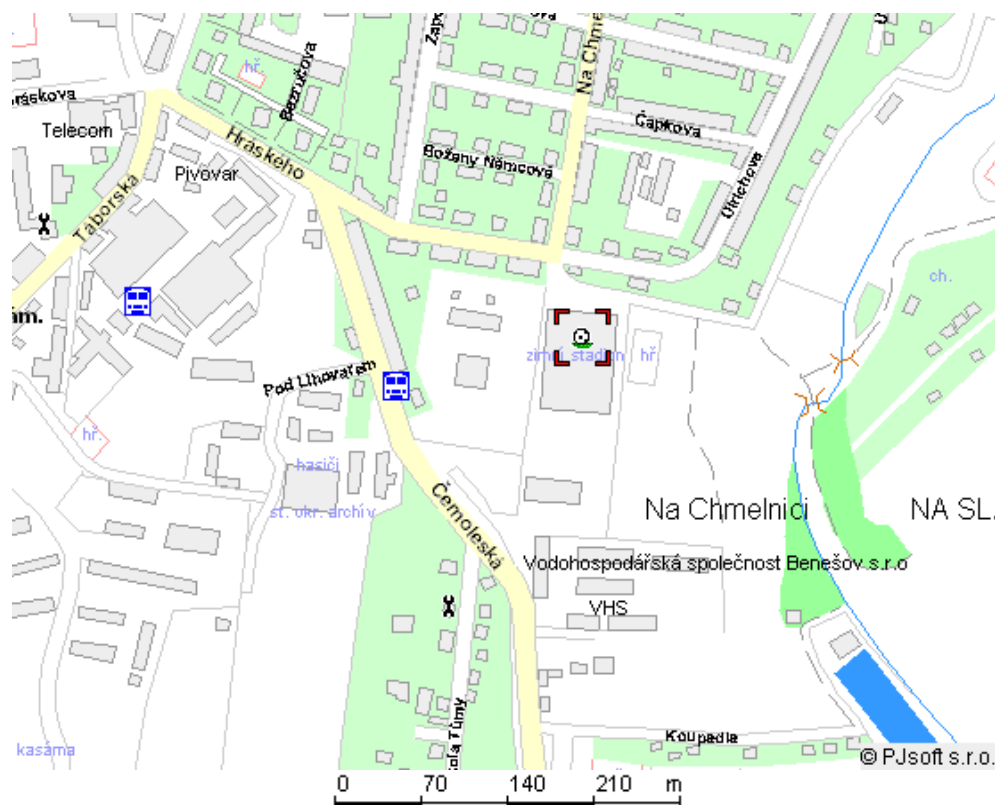
Jako nejproblematictější místa byly stanoveny kompresory a rozvodný systém čpavku.

Řada úniků byla také způsobena neodbornou manipulací s chladicím systémem, např. byl prováděn opravářský zásah na potrubí, odkud nebylo chladivo vyčerpáno, viz příklady havárií.



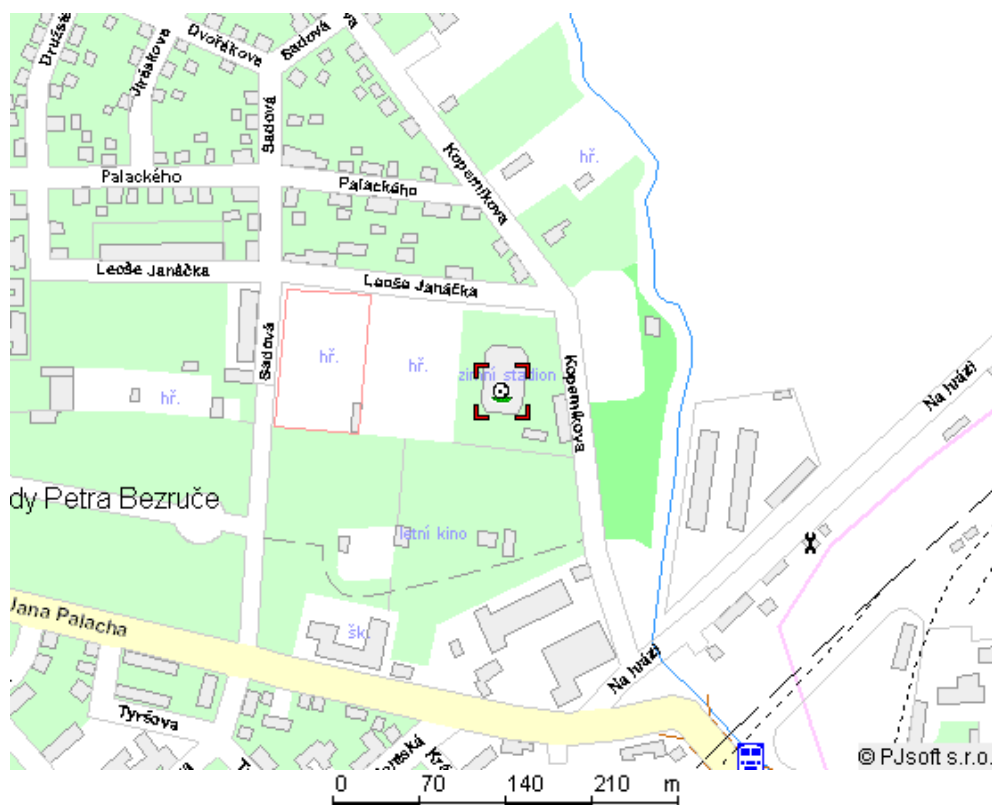
Obrázek 4: Mapa 1

Stadion poblíž centra města s hustou zástavbou (škola, supermarket, hřiště) v blízkosti klíčové komunikace v povodňové zóně.



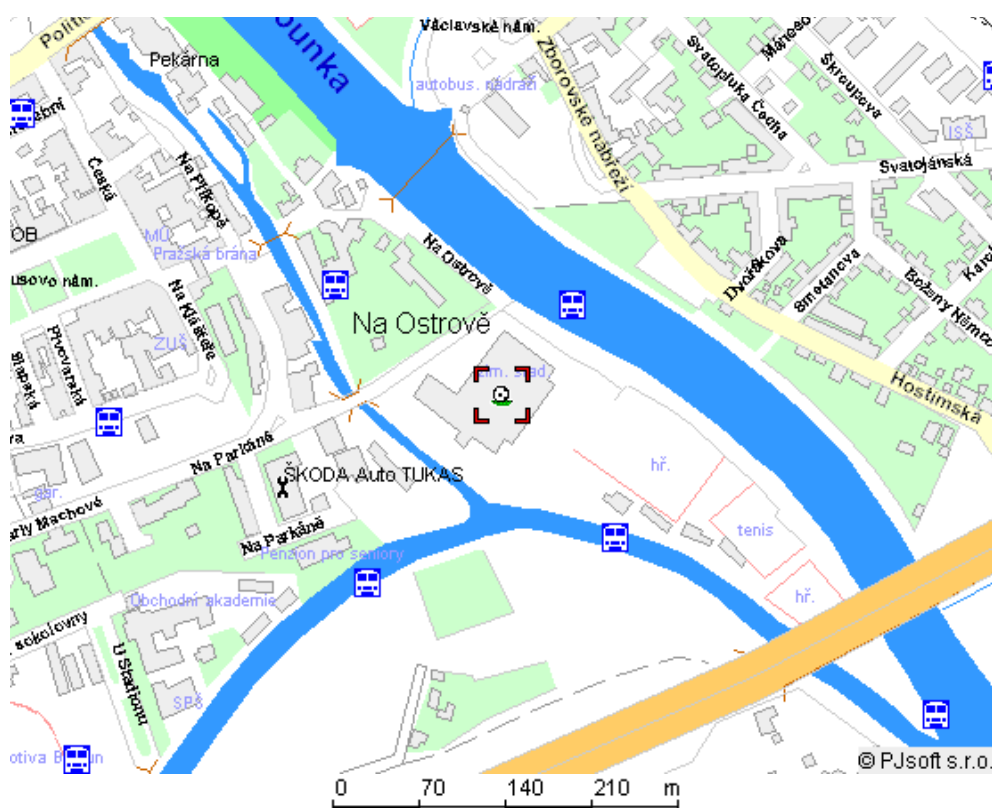
Obrázek 5: Mapa 2

Stadion na okraji města s menší hustotou obyvatel. V blízkosti je pouze malý vodní tok.



Obrázek 6: Mapa 3

Zimní stadion na okraji města s menším počtem obyvatel a potokem.



Obrázek 7: Mapa 4

Zimní stadion umístěný v záplavové zóně a v blízkosti husté zástavby (školy, úřady a podniky).

7 HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A PŘIJATELNOSTI SPOLEČENSKÉHO RIZIKA

7.1 *Možné metody hodnocení bezpečnosti a přijatelnosti společenského rizika*

Mezi u nás nejčastěji používané metody posuzování společenského rizika patří metoda TECDOC – 727. Tato metoda je dnes již překonaná a její aplikace v případě zimních stadionů může poskytnout pouze orientační výsledek, který vychází pro majitele a provozovatele zimních stadionů výrazně nepříznivě. Podle této metody je při naplněné kapacitě stadionu společenské riziko nepřijatelné. [18]

Metoda RAGMI – MIACC je dobře použitelná ve fázi projektové přípravy a výstavby nového zařízení. Tato metoda může být velice cenným nástrojem při územním plánování. V případě, že ji budeme aplikovat na již existujícím zařízení, pomohou nám výsledky zodpovědět otázku, zda se pohybujeme či ne v požadovaných bezpečnostních limitech. [36]

Výsledek použití metody CEI (index chemického ohrožení) je silně závislý na volbě správného scénáře. Pokud se scénář vybere správně, pak tato metoda poskytuje reprezentativní výsledky.

Modelování konkrétní situace pomocí programu ALOHA je prvním krokem k vytvoření poněkud přesnější představy o celkovém průběhu a následcích případné havárie. Dosavadní zkušenosti s programem ALOHA ukazují, že je pro řadu aplikací nevhodně podmíněn, proto mají z dnešního pohledu výsledky jeho modelování pouze orientační význam zejména kvůli velké nepřesnosti.

Dalším modelovacím nástrojem je program Phast společnosti DNV Technica. Modelování úniku čpavku pomocí tohoto programu může při správném zadání vstupních dat přinést dobře použitelný výsledek. Program Phast je v České republice bohužel málo rozšířený.

Variantou a patrně nejefektivnějším nástrojem pro posuzování rizika, je program Effects společnosti TNO. Tento program je schopen zpracovat pro každý individuální únik čpavku realistický model situace. Z modelu se dozvíme, jak asi bude únik probíhat a to v závislosti na lokálních povětrnostních podmínkách, umístění zdroje úniku, typu úniku a dalších specifických parametrech. Problémem zůstává pouze správné zadání vstupních hodnot. Modelování programem Effects je v současné době patrně jediným skutečně reprezentativním postupem pro zhodnocení přijatelnosti společenského rizika.

U nás známé výše uvedené metody jsou buď nepřesné, nebo velmi obtížně dostupné pro širší použití. To je ovšem základní překážka pro náš úmysl vytvořit jednoduchou metodu pro posuzování a řízení rizik na zimních stadionech. Proto jsme hledali příklady řešení ze zahraničí. Zejména v USA je problematice provozu chladicích zařízení se čpavkovými náplněmi věnována důsledná pozornost včetně velmi dobře propracovaného státem uznávaného a všeobecně dostupného systému posuzování a řízení rizik. Agentura na ochranu životního prostředí (EPA) umožňuje použít pro účely zpracování analýzy rizik hned několik nástrojů, přičemž žádný z nich nepreferuje. Je volbou každého provozovatele jaký nástroj použije. [62]

Jedním z v USA používaných nástrojů je model SACRUNCH určený přímo pro čpavek. Tento model poskytuje dobré výsledky, jak bylo potvrzeno porovnáním s experimentálními daty, která byla získána např. při sérii pokusů s únikem čpavku ve velkém měřítku zvaných „Pouštní želva“. Po porovnání výsledků modelu s reálnými daty, rozhodli zástupci států

California a New Jersey, že bude model SACRUNCH přijatelný pro účely modelování společenského rizika. [62]

Vzhledem k tomu, že i v USA procházel přístup hodnocení rizik v oblasti čpavkového chlazení vývojem, spolupracovala vládní agentura EPA s Mezinárodním institutem čpavkového chlazení (IIAR) a přijala výsledky nezávislých analýz sponzorovaných právě IIAR jako vstupy pro tvorbu oficiálního státního přístupu k této problematice. [62]

Specialisté z International Institute of Ammonia Refrigeration (IIAR) provedli řadu simulací provedených pomocí programu DEGASIS vytvořeného organizací USEPA v roce 1989. Byly simulovány úniky množství 5 000 lb (cca 2 270 kg) čpavku po dobu 10 minut v nejhorších povětrnostních podmínkách. Výsledky studií a vstupních předpokladů byly důkladně posuzovány a závěr byl, že program je nutné inovovat s ohledem na relativně velké odchylky vůči všeobecné směrnici předkládané Agenturou na ochranu životního prostředí.

Druhým programem použitým Mezinárodním institutem čpavkového chlazení byl program ALOHA vytvořený organizací NOAA v roce 1995. Bylo zjištěno, že výsledky získané výpočty programu ALOHA při úniku 5 000 lb (cca 2 270 kg) čpavku po dobu 10 minut v nejhorších povětrnostních podmínkách v tzv. venkovské oblasti (tj. oblast s minimálním osídlením a s tím spojenou infrastrukturou) jsou prakticky shodné s výsledky všeobecné směrnice. Jak bylo dále zjištěno, tak tyto dobré výsledky jsou však pouze šťastnou náhodou. Při stejném množství uniklého čpavku za stejně špatných povětrnostních podmínek avšak v silně osídlené oblasti s velmi rozmanitou infrastrukturou byly výsledky programu ALOHA o 30% nižší než výsledky všeobecné směrnice. V případě modelování malých úniků, tzv. alternativních scénářů byly výsledné hodnoty vypočtené programem ALOHA vyšší než výsledky všeobecné směrnice. K obdobným závěrům došli i posuzovatelé míry společenského rizika v u nás, a proto nedoporučují použití programu ALOHA pro modelování úniků čpavku, jak již bylo uvedeno dříve. [62]

Další metodou, kterou je možné použít, jsou tzv. Lookup Tabel (Vyhledávací tabulky). Tyto Všeobecné vyhledávací tabulky – směrnice pro těžké plyny vytvořené organizací USEPA v roce 1996, přetvořené do programu SLAB, byly použity pro srovnání se všeobecnou směrnicí pro čpavek. Výsledek srovnání nebyl příznivý. Závěrem bylo konstatování, že výsledky programu SLAB jsou nepřesné, kvůli charakteru čpavku. [62]

Všechn tento vývoj přispěl k aktualizaci tzv. všeobecné směrnice pro čpavek a její přetvoření do podoby všeobecné směrnice vydané EPA a pod názvem Model Risk Management Program and Plan for Ammonia Refrigeration (Model managementu rizika – program a plán pro čpavkové chlazení, zkráceně MRM, vydané v roce 1996 a doplněné v roce 2001. Tato směrnice byla vytvořena zejména za účelem pomoci vlastníkům technologií čpavkového chlazení naplnit legislativní požadavky na bezpečnost provozu. [62]

Obdobné požadavky známe i u nás zejména v podobě zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií. Přístup MRM je podobný také metodice RAGMI – MIACC. Určitě však ve své komplexnosti, důrazu na prověřování provozních podmínek, na důsledné učení se z chyb a jejich odstraňování, reprezentuje směr, kterým by bylo vhodné se vydat i u nás.

Rádi bychom také poukázali na rozdíl v kvalitě služeb, kterou poskytují úřady a státní instituce provozovatelům chladicích zařízení v USA, kde se již uvědomili, že tyto zdroje společenského rizika musí být ohodnoceny a hlavně riziko v nich obsažené musí být každý den pečlivě řízeno. Součástí všech aktivit Agentury na ochranu životního prostředí USA je i komplexní metodika MRM.

V podmínkách České republiky, kde je cca 190 zimních stadionů a kde cca 600 závodů používá čpavek k průmyslovému chlazení v podlimitních množstvích, na která se nevztahují

ustanovení zákona č. 59/2006 Sb., závisí bezpečnost obyvatel na uplatňování norem, zákonů a náhodných kontrolách ze strany státních institucí. Naše státní orgány jsou v situaci, kdy vědí, že problém bezpečnosti čpavkového chlazení je skutečně problém. Komplexní metodiku v této oblasti nemáme a řešení bezpečnosti je závislé na úsilí jednotlivců.

V následující kapitole se budeme věnovat možnostem, které nám poskytují stávající právní předpisy a technické normy z hlediska bezpečnosti provozu zimních stadionů.

7.2 Související legislativní předpisy

V tomto přehledu uvádíme pouze základní legislativu České republiky, kterou lze využít při procesu posuzování bezpečnosti zimních stadionů. Všechny zákony jsou hodnoceny z hlediska současného platného znění. Informace o platném znění uvedených legislativních předpisů lze nalézt v seznamu použité literatury.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). [1] Aplikace tohoto zákona by měla nastat zejména v případě, že je zařízení postaveno v povodňové zóně nebo v blízkosti vodního toku.

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) [2, 3, 4] lze z našeho hlediska aplikovat pouze v omezené podobě na zařízení jako celek.

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí [5] lze aplikovat společně s oběma předchozími.

Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí [6] lze aplikovat zejména v případě občanské iniciativy.

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí, EIA) [7] lze aplikovat v celém rozsahu zejména v případě dostavby, rekonstrukce nebo v případě výstavby nového stadionu. V praxi však často dochází k záměrnému označení projektu takovým způsobem, aby se jej posuzování vlivů na životní prostředí netýkalo. Je zřejmé, že by úřady neměly takový postup tolerovat.

Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů [15, 16, 17] lze použít s ohledem na čpavek.

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií [9] lze použít s ohledem na vlastnosti čpavku jako podpůrného prostředku ke zpracování příslušné dokumentace, která je vzhledem k podlimitnímu množství čpavku na zimních stadionech čistě dobrovolnou aktivitou majitele zimního stadionu a která má může mít výrazný preventivní účinek.

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci, IPPC) [10] lze použít pouze informativně. BAT/BREF pro průmyslové chlazení čpavkem nebyly dosud sestaveny. Tyto dokumenty považují chlazení čpavkem za nebezpečné.

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů [13] lze aplikovat v celé šíři zejména s ohledem na možnost úniku nebezpečné látky.

Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně [14] lze aplikovat v souvislosti s protipožárními postupy.

Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a kompetenci hygienické služby při řešení krizových situací [15] lze aplikovat s ohledem na nebezpečné vlastnosti čpavku.

Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, určuje nejvyšší přípustné koncentrace pro různé chemické látky včetně čpavku. Tento předpis nesmí být opomenut, protože zrušením ČSN 65 1311:1986 Amoniak kapalný technický, je nařízení vlády jediným závazným zdrojem informací o dovozených koncentracích čpavku v pracovním ovzduší. Vzhledem k tomu, že v literatuře je možné se setkat s různými doporučeními a informacemi pocházejícími z dnes již zrušené normy, je třeba se vyvarovat chyb použitím zastaralých informací.

7.3 Související normy

Na tomto místě bychom se chtěli věnovat základnímu přehledu norem v oblasti čpavkového chlazení. Protože tyto normy jsou zásadní pro bezpečný návrh, výstavbu, instalaci a také provoz chladicích zařízení s náplní čpavku. Do seznamu jsme po důkladném zvážení nezahrnuli normy z oblasti elektroinstalací, tlakových nádob, bezpečnosti práce a systémů řízení.

Normy v oblasti chladicích zařízení prošly výraznou změnou v roce 2008, kdy byla přijata řada EN 378 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky. Řada EN 378 byla kompletně přeložena do češtiny a začleněna do soustavy národních norem. Rádi bychom zdůraznili, že tyto normy jsou skutečně zásadním příspěvkem k bezpečnosti chlazení.

Některé navazující normy byly převzaty bez následného překladu do češtiny, což je konkrétně v případě **ČSN EN 13 313:2002** Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Odborná způsobilost pracovníka nepříliš šťastné řešení. Dostupnost informací o tom, jakou kvalifikaci má mít je snížena jazykovou bariérou.

ČSN 14 0110:1983 Názvosloví chladicí techniky – tato norma je základním slovníkem pro oblast chlazení. Obsahuje mezinárodní slovník pojmů v češtině, angličtině, němčině, francouzštině a ruštině.

ČSN EN 378 - 1:2008 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby – je úvodní normou skupiny 378. Definiuje základní pojmy a určuje rozdělení jednotlivých systémů.

ČSN EN 378 - 2 + A1:2008 - Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace – specifikuje požadavky na klíčové procesy, jakými jsou konstrukce, výroba, zkoušení, značení a tvorba povinné dokumentace a záznamů.

ČSN EN 378 - 3:2008 - Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob – specifikuje požadavky na strojovny, elektroinstalace, bezpečnostní poplachová zařízení, detektory a náležitosti provozní dokumentace.

ČSN EN 378 - 4:2008 - Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace – tato norma je zásadní pro bezpečný provoz zařízení. Obsahuje požadavky např. na provozní instrukce, dokumentaci, údržbu a opravy, likvidaci chladiva, na čerpání a doplňování chladiva,

vypouštění oleje z chladicího zařízení, provozní a kontrolní prohlídky. Tato norma je z hlediska bezpečného provozu klíčová.

ČSN EN 13 313:2002 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Odborná způsobilost pracovníka – norma obsahuje základní kvalifikační požadavky na jednotlivé úrovně pracovníků. Jak už jsme zmínili výše, je převzata v původním anglickém znění.

ČSN EN 12 693:2008 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Objemové chladivové kompresory – stanovuje bezpečnostní požadavky na kompresory včetně značení, dokumentace a informací pro uživatele.

ČSN EN 13 136:2002 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Pojistná zařízení proti překročení tlaku a jim příslušná potrubí – Výpočtové postupy – definuje postupy výpočtů.

ČSN EN 1736:2009 - Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Pružné potrubní prvky, tlumiče vibrací, dilatační spoje a nekovové trubky – Požadavky, konstrukce a montáž – specifikuje požadavky na pružné potrubní prvky a další komponenty. Norma je opět převzata v původním anglickém znění.

ČSN 14 8102:1997 Tepelné izolace chladiřů a mrazířů – tato norma je z hlediska námi zkoumaného tématu spíše doplňující, ale je důležitá pro posuzování výrobních provozů s čpavkovým chlazením.

7.4 Příklady havárií s únikem čpavku na zimních stadionech a v chladírenských technologiích

(* Zprávy byly převzaty z uvedených zdrojů v přesném znění.)

V Krnově unikl čpavek, hasiči evakuovali asi 60 lidí

Únik čpavku ve středu odpoledne likvidovali hasiči v areálu zimního stadionu v Krnově na Bruntálsku. "Do ovzduší se dostalo minimální množství této látky. Pro jistotu jsme ale nechali evakuovat přibližně šest desítek lidí. Nikomu se nic nestalo," řekl ČTK operační důstojník bruntálských hasičů. Hasiči se o úniku dozvěděli asi 20 minut po poledni a ještě okolo 16:30 na místě zasahovali. "Jednalo se ale naštěstí o minimální únik, takže vlastně jen zajistili odvětrání zasažených prostor," řekl operační důstojník. Dodal, že ve skupině evakuovaných byli především zaměstnanci stadionu a hosté tamní restaurace.

[18.08.2004 18:16 UTC] Vilém Faltýnek [69]*

V Hroznětíně skončila likvidace havárie po úniku čpavku

Specializovaná firma dokončila v neděli likvidaci havárie po úniku čpavku ze strojovery masokombinátu v Hroznětíně na Karlovarsku. Vyčerpala zbytek kontaminované vody ze sběrné šachty, do níž při opravě chladírenského zařízení vyteklo asi 400 litrů čpavku. Čpavková voda pak natekla do říčky Bystřice, kde uhynuly stovky ryb.

V sobotu odpoledne rybáři dokončili čištění říčky. Na čtyřech kilometrech toku čpavek usmrtil vše živé. Největší škodu způsobil úhyn stovek chovných pstruhů a kaprů, které rybáři v září chtěli přemístit do líhni k výtěru. "Pět let práce tak přišlo vniveč," posteskl si předseda Českého rybářského svazu v Ostrově Lumír Pála.

Přímá škoda způsobená úhynem pstruhů činí 200.000 korun. Únik chemikálie však způsobil i další škody. Podle ekologů jsou jen těžko vyčíslitelné. Jed například zničil vodní plankton a bude záviset na schopnosti toku, za jak dlouho se s tím vypořádá.

Případ vyšetřuje policie pro podezření z obecného ohrožení. Prověřuje především odpovědnost masny Rabbit z Trhového Štěpánova na Benešovsku, která je majitelem masokombinátu.

[24.08.2003 17:49 UTC] Herbert Brynda [68]*

Ze stadiónu v Bratislavě unikl dráždivý plyn

Ze zimního stadiónu Vladimíra Dzurily v bratislavské čtvrti Ružinov v pátek dopoledne unikl do okolí dráždivý plyn. Podle hasičů, kteří přijeli na místo, se jedná pravděpodobně o čpavek.

3.12. 2004 13:25

BRATISLAVA - V blízkosti stadiónu je nemocnice, v níž preventivně uzavřeli vchod a všechna okna. Tamní lékaři následně přijali několik pacientů, kteří se ztěžovali na pálení v hrdle.

Sanitní vozy ale nepřivázejí do zdravotního zařízení nové pacienty. Podle Civilní obrany plyn neunikl v takovém množství, aby ohrozil zdraví lidí. Příčinou úniku byla porucha na pojistném ventilu.

Přímo na stadiónu se hrál v době nehody zápas. Hokejistům se ale nic nestalo.

Čpavek naposledy unikl v Bratislavě 24. července 2000 z chladicího systému zimního stadionu Ondřeje Nepely. Tehdy ho bylo v ovzduší 300 kilogramů.

Ivan Vilček (Bratislava), Právo [71]*

Na zimním stadionu v Nymburku unikl čpavek, nikdo se nezranil

MLADÁ BOLESLAV/NYMBURK - Na zimním stadionu v Nymburku dnes uniklo asi 15 kilogramů tekutého čpavku. Policie nechala vyklidit prostor a areál uzavřela. Na místě zasahovali hasiči v ochranných oblecích a prostor skrápěli vodou. Únik čpavku se podařilo zastavit a nikdo nebyl zraněn. ČTK to řekli zástupci nymburské policie a hasičů.

"Na dnešní den byla nahlášena plánovaná oprava plochy na zimním stadionu. V rámci této opravy došlo pravděpodobně k narušení rozvodného potrubí čpavku pneumatickým kladivem," řekl ČTK krajský mluvčí hasičů Ladislav Křivan.

V souvislosti s únikem čpavku byli evakuováni zaměstnanci zimního stadionu a přilehlého hotelu. Byla určena bezpečná zóna a v okruhu zhruba 300 metrů hasiči informovali instituce a převážně školy. Pro snížení koncentrace unikajícího čpavku hasiči skrápěli vodou ledovou plochu za použití dýchacích přístrojů a přetlakových ochranných obleků. Ve 14:00 se podařilo unikání čpavku z narušeného potrubí zastavit ucpávkou. Později odčerpali hasiči čpavek z technologie a monitorovali prostředí ve vyznačené zóně.

Operační důstojník nymburských hasičů ČTK řekl, že firma provádějící opravy upozornila předem hasiče na možné problémy při těchto pracích. Hasiči, kteří sídlí v bezprostřední blízkosti stadionu, tak mohli po nahlášení havárie kolem 13:00 vyrazit okamžitě na místo. Hasiči kolem 14:30 zhruba ve vzdálenosti 50 metrů od stadionu naměřili již jen velmi nízké koncentrace čpavku v ovzduší. Vedení škol měla pro jistotu uzavřít okna a nenechávat děti hrát si venku. Později odpoledne již mohli rodiče odvádět děti z mateřské školy normálně domů, ale neměli pro jistotu chodit ulicí v blízkosti stadionu.

Přesné příčiny a další podrobnosti kolem nehody vyšetřuje i nymburská policie. Také odhad množství uniklého čpavku budou vyšetřovatelé ještě upřesňovat.

16:55 - 11.04.2005 Autor: ČTK [70]*

Čpavek zamořil okolí základní školy

Vokovice /AKTUALIZOVÁNO, GALERIE/ – Stovky dětí musely v úterý ráno hned po první vyučovací hodině opustit školní lavice. Hrozila jim otrava prudce jedovatým čpavkem, který unikl z chladicího zařízení zimního stadionu Hvězda v ulici Na rozdíl.

O úniku chemikálie do ovzduší byl operační důstojník hasičů informován v osm hodin ráno. Ještě před příjezdem pěti hasičských jednotek se většině lidí podařilo ze stadionu uniknout. „Před naším příjezdem byl objekt evakuován. Podle sdělení zaměstnanců se na ledové ploše ještě nacházel jeden člověk.

Kolegové ho v dýchací technice zachránili a předali zdravotnické záchranné službě,“ informovala mluvčí hasičů Pavlína Adamcová. Slovo „zachránili“ užila oprávněně, protože chemici dle vyjádření velitele zásahu Miloše Němce přímo na ledové ploše naměřili vysoké koncentrace čpavku.

„Záchranáři na místě ošetřili osmačtyřicetiletého muže, který se nadýchal čpavku. Předali ho do péče lékařů Ústřední vojenské nemocnice ve Střešovicích. Jeho stav není vážný,“ konstatovala mluvčí pražské záchranky Jiřina Ernestová. Jediná oběť havárie se zotavila opravdu rychle. Muž ukrajinské národnosti podle mluvčí nemocnice Andrey Nové ještě před polednem podepsal revers a odešel domů.

Hasiči ale mezi tím bojovali s vadnými plynovými ventily chladicího zařízení. V devět hodin dopoledne nařídili evakuaci základní školy Na Dlouhém lánu. Lavice muselo za asistence policie opustit přibližně tři sta dětí. „Nejdřív jsme nesměli větrat, ale přesto byl na chodbách i ve třídách cítit zápach. Pak nám oznámili, že se máme shromáždit před školou,“ dosvědčila Deníku Gabriela V., jedna z evakuovaných žaček. Její spolužáci nucené přerušování vyučování vnímali spíše jako hru. Nebezpečí pocítil málokdo. „Do školy se ale budeme muset vrátit,“ dodala Gabriela a zamířila do přilehlého parku za ostatními.

„Pro děti jsme tu připravili náhradní program,“ řekla ředitelka školy Anna Jelínková. Chemický zápach byl lehce cítit i zde. Koncentrace škodliviny ale podle velitele Němce nikoho neohrožovala.

Policisté přesto projížděli okolními ulicemi a vyzývali místní, aby pokud možno nevětrali. „Po desáté hodině hasiči odstavili nádrž, ze které unikal čpavek. Tou dobou byl evakuován prostor padesát metrů od stadionu. Kolegové stále upozorňují občany, aby nevycházeli a neotvírali okna,“ potvrdil mluvčí pražské policie Tomáš Hulan.

Ve tři čtvrtě na jedenáct se pak podle něj podařilo uzavřít všechny ventily, ze kterých plyn unikal. „Žáci se mohli vrátit do vyučování už krátce před jedenáctou hodinou,“ dodala Pavlína Adamcová. Tou dobou už prý žádné nebezpečí nehrozilo, přestože byl čpavek ještě slabě cítit. Hasiči v přetlakových oblecích skrápěli ventily a nádrže vodou do odpoledních hodin. Policie nyní šetří, jak k havárii došlo. Jednou z variant, kterou potvrzuje i ředitel stadionu Milan Novák **je vada materiálu na zastaralé technice.**

Fotoreportáž:



Připravenost k zásahu



Unikající čpavek



Nástup k zásahu



Dekontaminace po zásahu

Obrázek 8: Fotoreportáž

15.6.2010 16:54 Autor: JK [56] – zkráceno a upraveno

8 METODA PRO POSUZOVÁNÍ A ŘÍZENÍ RIZIK STADION_01

8.1 Metoda STADION_01

Cílem naší práce bylo vytvořit jednoduchou a dobře použitelnou metodu pro posuzování a řízení rizik z hlediska trvalého a dlouhodobě udržitelného bezpečného provozu zimních stadionů.

Pro využití metody bylo důležité stanovit, kdo budou její uživatelé. Prvotním záměrem bylo zpracovat metodu vhodnou a dobře použitelnou **pro pracovníky státní správy a představitele obcí**, kteří rozhodují o investičních a rekonstrukčních záměrech do jednotlivých zařízení. Vzhledem k tomu, že tato skupina uživatelů má zpravidla dobrý všeobecný přehled, ale nemá potřebný odborný vhled do problematiky metod modelování přijatelnosti společenského rizika, bylo nutné vytvořit pro tyto uživatele akceptovatelný nástroj.

Vzhledem k nezbytné interakci mezi správci stadionů, jejich vlastníky a státními orgány, bylo nutné uvažovat i další skupinu uživatelů, kterou představují především sami **pracovníci zimních stadionů**. Charakter jejich potřeb byl však dost odlišný. Vedoucí zimních stadionů potřebovali více než modelovat přijatelnost společenského rizik identifikovat svoje provozní rizika a také je efektivně řídit.

Posouzením potřeb těchto skupin uživatelů vznikla metoda s konečným označením STADION_01. Aby bylo možné metodu efektivně a snadno použít vytvořili jsme počítačový program s názvem STADION_01.

Metoda STADION_01 je založena na principech multikriteriální analýzy tvořené dvěma různými sadami otázek, které si postupně představíme v následujících kapitolách.

Jako vstupní informace jsou nutné odpovědi na otázky v dotazníku. Tyto odpovědi je možné získat formou osobní návštěvy ze strany příslušného pracovníka státní správy oprávněného ke kontrolní činnosti, nebo je možné přijmout samohodnocení ze strany provozovatele zařízení na přiloženém formuláři. Variantou je i ověření stavu nezávislou třetí stranou.

Výstupem z metody je tzv. Karta hodnocení, kterou si dále popíšeme. Karta obsahuje 4 základní grafy reprezentující kondici a postavení zkoumaného zařízení. Na kartě jsou pro vizualizaci použity tyto barevné kódy:



Hodnocení A - zelená barva

91 - 100% - vysoká úroveň řízení rizika; riziko pro společnost je přijatelné



Hodnocení B - žlutá barva

82 - 91% - nižší úroveň řízení rizika; riziko pro společnost je podmíněčně přijatelné



Hodnocení C - červená barva

0 - 82% - nízká úroveň řízení rizika; riziko pro společnost je ne přijatelné

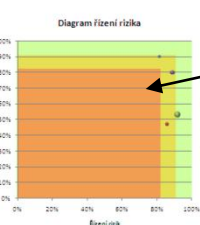
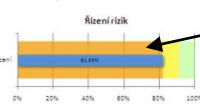
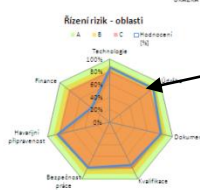


Dosažené hodnocení – modrá barva

1) Charakteristika

V diagramu řízení rizika představuje osu svislou osu.

STADION_01: Karta hodnocení



2) Řízení rizik – oblasti

Pavučinový diagram umožňuje posoudit kondici jednotlivých oblastí.

3) Řízení rizik

Je to celková výsledná hodnota v oblasti řízení rizik. V diagramu řízení rizika představuje vodorovnou osu.

4) Diagram řízení rizika

Představuje schopnost vyrovnat se s danou charakteristikou pomocí řízení rizika.

Bubliny mohou zobrazovat hodnoty různých subjektů, kdy velikost bubliny představuje počet ohrožených osob (tento obrázek). Případně mohou bubliny zobrazovat vývoj hodnocení v čase, pak bude jejich velikost konstantní.

Obrázek 9: Karta hodnocení - ukázka

Karta je koncipována jako jednoduchá a přehledná pomůcka k prezentaci dosažených výsledků.

Graf Řízení rizik – oblasti přehledně ukazuje, která z oblastí je nedostatečně vyvinutá. Takové oblasti by měla být věnována zvláštní péče.

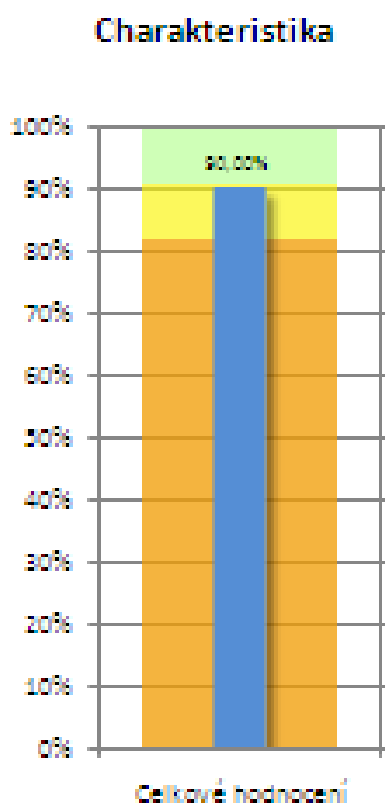
8.2 Metoda STADION_01 část CHARAKTERISTIKA ZAŘÍZENÍ

Aby bylo možné udělat si obrázek o charakteru zkoumaného zimního stadionu, bylo třeba vytvořit soustavu otázek, která by vypovídala o charakteru zařízení. Otázky jsou zaměřeny na základní skutečnosti o stadionu. Svým zaměřením otázky představují osu, která je spíše stabilní a v čase se bude měnit minimálně. Charakteristiku zařízení lze změnit jen dlouhodobým úsilím a s vynaložením značných prostředků na obnovu zařízení. Některé parametry v charakteristice není prakticky možné změnit vůbec. Takovým parametrem je např. umístění zařízení v povodňové zóně.

Soubor otázek pro část Charakteristika zařízení obsahuje 10 otázek zaměřených na základní uspořádání technologie, množství chladiwa, charakter okolí, informace o době založení a době rekonstrukce, kapacitě a charakteru zařízení, historii havárií a připravenost na havarijní situace.

Každá odpověď má přiřazenu bodovou hodnotu od 0 do 3 bodů, přičemž je možné zvolit pouze jednu odpověď. Bodová hodnota odpovědi je vyváženě nastavena tak, aby reprezentovala příspěvek k celkovému hodnocení.

Na následující stránce je uveden přehled otázek.



Obrázek 10: Hodnocení v části I: Charakteristika zařízení

Č. otázky	Otázka / možná odpověď	Bodová hodnota odpovědi
1	Jaký je systém chlazení posuzovaného zařízení?	
	přímý (jednookruhový)	2
	nepřímý (dvouokruhový)	3
2	Jaké je množství chladiva R 717 (čpavek) v posuzovaném zařízení?	
	do 800 kg	3
	od 800 do 2 000 kg	2
	nad 2 000 kg	1
3	Jaké je umístění posuzovaného zařízení vzhledem k charakteru zástavby?	
	městský charakter zástavby, který splňuje některý z těchto parametrů: 1) oblast s těžkým průmyslem, charakter staveb – velké chemičky, jiné výrobní závody, budovy se 3-5 nadzemními podlažími, ploché střechy, zřídka ostrůvky nízké zeleně s ojedinělými stromy; 2) lehký a středně těžký průmysl, charakter zástavby – kolejistě, nádraží, parkoviště, sklady, průmyslové parky, menší stavby, budovy s 1-3 nadzemními podlažími, ploché střechy, minimum nízké zeleně a vzrostlých stromů; 3) obchodní zóny, charakter staveb – kanceláře, bytové domy, hotely s 10 nadzemními podlažími, budovy s rovnou střechou, omezené množství nízké zeleně a vzrostlých stromů; 4) souvislá obytná zástavba, charakter staveb – hustě postavené samostatné rodinné domy, řadové domy se 2 a méně nadzemními podlažími, omezené množství zahrad s několika vzrostlými stromy, bez velkých příjezdových komunikací <i>(Pokud se na posuzovanou oblast nehodí ani jeden z výše uvedených parametrů, jedná se o oblast s venkovským charakterem.)</i>	2
	venkovská oblast	3
4	Termín zahájení provozu posuzovaného zařízení	
	před rokem 1970	0
	mezi lety 1970 až 1988	1
	mezi lety 1989 až 2000	2
	po roce 2001	3

Č. otázky	Otázka / možná odpověď	Bodová hodnota odpovědi
5	Jaký je termín rekonstrukce chladicí technologie posuzovaného zařízení?	
	před více než 7 lety	2
	v průběhu posledních 7 let	3
	neproběhla, zařízení je postaveno po roce 2001	1
	neproběhla	0
6	Jaký je maximální počet osob v areálu provozovatele?	
	do 1 000 osob	3
	od 1 000 do 5 000 osob	2
	nad 5 000 osob	1
7	Osoby v areálu provozovatele jsou převážně	
	návštěvníci, neinformované osoby	1
	zaměstnanci, poučené osoby	3
8	V jakém povodňovém pásmu se nachází objekt strojovny?	
	I. pásmo - minimální riziko povodně	3
	II. pásmo	2
	III. pásmo	1
	IV. pásmo - nejvyšší riziko povodně	0
9	Došlo v uplynulých 5 letech k nějaké provozní havárii?	
	ano	0
	ne	3
10	Proběhl v posledních 2 letech nácvik zvládání havárie ve spolupráci s některou ze složek integrovaného záchranného systému?	
	ano	3
	ne	0

Na základě hodnoty vybraných odpovědí vypočítá program STADION_01 hodnotu charakteristiky zařízení podle tohoto vztahu:

$$CH = \frac{\sum_1^{10} O}{\sum_1^{10} O_m} * 100\% \quad (\text{Rovnice 5})$$

kde:

- CH - dosažené hodnocení v části charakteristika [%]
O - bodová hodnota odpovědi [-]
O_m - maximální možná bodová hodnota odpovědi [-]

Po zodpovězení této sady otázek 1-10 je třeba ještě přesně zodpovědět otázky A a B týkající se přesného množství chladiva a celkové hustoty obyvatelstva v oblasti.

Hustotu obyvatelstva v dané zóně je třeba určit co nejpřesněji s ohledem na výskyt škol, nemocnic, divadel, průmyslových podniků a jiných míst, kde se shromažďuje velký počet lidí.

A	Celkové množství chladiva R 717 (čpavek) v posuzovaném zařízení		kg
B	Hustota obyvatelstva v dané zóně		osob/km ²

Tyto informace dále zpracuje výpočtová část programu STADION_01 podle dále uváděných zásad převzatých z metodiky Model Risk Management Program and Plan for Ammonia Refrigeration Agentury na ochranu životního prostředí USA.

Pro tuto metodu jsme se rozhodli, na základě výsledků našeho šetření, které jsme shrnuli v kapitole 7.1. Tato metoda byla pro námi zamýšlený účel nejvhodnější s ohledem na snadnost použití, dobrou dostupnost a také specifickou orientaci na problematiku čpavkového chlazení.

Vzhledem k tomu, že otázka zimních stadionů je často projednávaným tématem i s ohledem na územní plánování, rozhodli jsme pro výpočet zasažené oblasti použít tzv. Worst-Case Release. Toto rozhodnutí jsme udělali i na základě doporučení evropské metodiky RAGMI – MIACC, která doporučuje z hlediska územního plánování uvažovat nejhorší případ úniku čpavku. Na základě takto získaných výsledků jsou pak upravovány plány rozvoje, kdy se do zón zasažených únikem chemické látky umísťuje spíše městská zeleň a v zónách se omezuje výstavba.

Jako vstupní informace pro výpočet podle metodiky Model Risk Management Program and Plan for Ammonia Refrigeration je třeba znát celkové množství chladiva přímo v systému chlazení, tj. množství obsažená ve sběrné nádobě + množství obsažená v potrubí. Do celkového množství se nezapočítávají jakékoli oddělené části, jakými jsou např. zásobníky.

Podle metodiky se předpokládá únik celého objemu chladiva ze systému za 10 minut. Pro modelování vnějšího úniku čpavku byla použita rychlost větru 1,5 m/s třídou stability F, tj. velmi stabilní podmínky, tj. inverze, oblačnost, teplota 25°C, relativní vlhkost vzduchu 76%, rychlost větru ve výšce 10 m 1,5m/s.

Metodika také stanovuje tzv. koncový bod toxicity, což je maximální koncentrace čpavku ve vzduchu, při které je předpoklad, že téměř všechny zasažené osoby jí mohou být vystaveny až po dobu jedné hodiny, aniž by u nich došlo ke vzniku nevyléčitelných nebo jiných závažných následků nebo příznaků, které by mohly zhoršit jejich schopnost přijmout ochranná opatření.

Pro čpavek stanovuje metodika koncový bod toxicity na 200 ppm. To znamená, že lidé za hranicí vypočtené zóny mohou pociťovat silné dráždění očí, nosu a nosohltanu, ale prakticky nikdo neomdlí a všichni budou schopni sami odejít ze zasažené zóny.

Pro výpočet vzdálenosti ke koncovému bodu toxicity používá program STADION_01 tabulku 5, kterou jsme získali přepočten z anglosaských jednotek na jednotky SI.

Tabulka rozlišuje dvě varianty prostředí, ve kterém se oblak čpavku rozptýluje. Rozdělení je provedeno na základě charakteru zástavby.

Za městskou se považuje taková oblast, která splňuje některý z těchto parametrů:

- oblast s těžkým průmyslem, charakter staveb – velké chemičky, jiné výrobní závody, budovy se 3-5 nadzemními podlažími, ploché střechy, zřídka ostrůvky nízké zeleně s ojedinělými stromy;
- lehký a středně těžký průmysl, charakter zástavby – kolejiště, nádraží, parkoviště, sklady, průmyslové parky, menší stavby, budovy s 1-3 nadzemními podlažími, ploché střechy, minimum nízké zeleně a vzrostlých stromů;
- obchodní zóny, charakter staveb – kanceláře, bytové domy, hotely s 10 nadzemními podlažími, budovy s rovnou střechou, omezené množství nízké zeleně a vzrostlých stromů;
- souvislá obytná zástavba, charakter staveb – hustě postavené samostatné rodinné domy, řadové domy se 2 a méně nadzemními podlažími, omezené množství zahrad s několika vzrostlými stromy, bez velkých příjezdových komunikací

Pokud se na posuzovanou oblast nehodí ani jeden z výše uvedených parametrů, jedná se o oblast s venkovského charakteru a je třeba použít sloupce Venkov v tabulce 5.

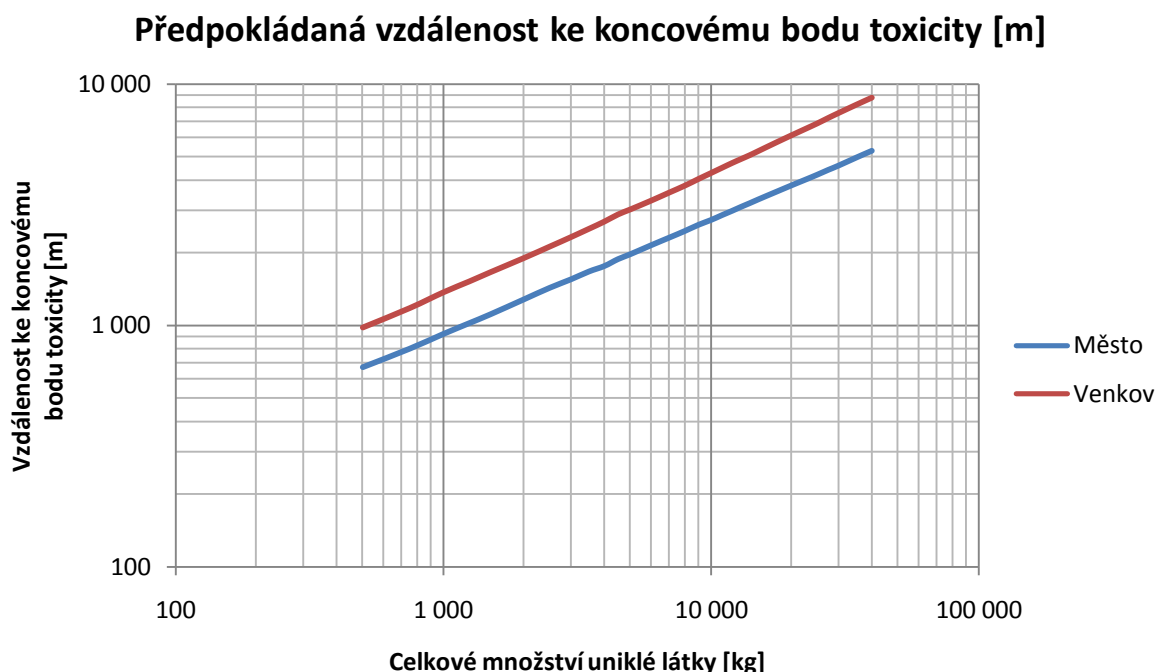
Celkové množství uniklé látky [kg]	Předpokládaná vzdálenost ke koncovému bodu toxicity [m]	
	Město	Venkov
500	670	980
750	800	1 180
1 000	920	1 370
1 250	1 020	1 520
1 500	1 110	1 660
2 000	1 280	1 900
2 500	1 430	2 120
3 000	1 550	2 320
3 500	1 670	2 510
4 000	1 760	2 690
4 500	1 880	2 880
5 000	1 970	3 020
6 000	2 150	3 290
7 000	2 310	3 550
8 000	2 460	3 790
9 000	2 610	4 040
10 000	2 730	4 270
11 000	2 860	4 490
12 000	2 980	4 700
13 000	3 100	4 890
14 000	3 210	5 070
15 000	3 320	5 260
17 500	3 570	5 710
20 000	3 800	6 120
22 500	4 010	6 500
25 000	4 210	6 860
27 500	4 410	7 230
30 000	4 590	7 570
35 000	4 960	8 200
40 000	5 290	8 770

Tabulka 5: Příklad malých zdrojů rizika podle nebezpečné látky [42]

Pro výpočet je nutné použít nejbližší stejnou, případně vyšší hodnotu než je hodnota, celkového množství chladiva v posuzovaném zařízení.

Tuto práci provede sám program STADION_01.

Průběh vzdáleností ke koncovému bodu toxicity pro městskou a venkovskou oblast v závislosti na celkovém množství uniklé látky je vidět na obrázku 11.



Obrázek 11: Předpokládaná vzdálenost ke koncovému bodu toxicity pro Worst-Case Simulation, třída stability ovzduší F [61]

Z informace o vzdálenosti ke koncovému bodu toxicity a informace o hustotě obyvatelstva v dané zóně vypočítá program STADION_01 Předpokládaný počet zasažených osob podle vztahu:

$$P = \pi V^2 * H \quad (\text{Rovnice 6})$$

kde:

- P - předpokládaný počet zasažených osob [osob]
- π - konstanta 3,14 [-]
- V - vzdálenost ke koncovému bodu toxicity [m]
- H - hustota obyvatelstva v dané zóně [osob/km²]

Tato hodnota bude dále zapsána do Tabulky hodnocení.

Charakter oblasti	venkov
Předpokládaná vzdálenost ke koncovému bodu toxicity [m]	980 m
Plocha zasažené oblasti	3,02 km ²
Hustota osídlení	780 osob/km ²
Předpokládaný počet zasažených osob	2 352 osob

Obrázek 12: Program STADION_01 – výsledky ukázka

8.3 Metoda STADION_01 část ŘÍZENÍ RIZIK

Pro hodnocení stavu řízení rizik souvisejících s provozováním zimních stadionů jsme použili mutikriteriální analýzu založenou na váhovém a známkovém principu, kdy každá z otázek našeho hodnoticího seznamu má svoji přidělenou váhu od 1 do 3 a kdy je nutné každou otázku oznámkovat z hlediska míry plnění.

Každé otázce jsme přidělili váhu podle tohoto schématu:

- váha 3 představuje zásadní zákonný nebo normativní požadavek zpravidla na technické řešení nebo klíčový požadavek na organizaci nebo zajištění;
- váha 2 představuje zákonný nebo normativní požadavek na označování, důležitý požadavek na organizaci nebo zajištění;
- váha 1 představuje méně významný požadavek nebo doporučení.

Každou otázku bylo také možné ohodnotit podle míry plnění v ní obsažených požadavků podle tohoto schématu:

NA	otázka není relevantní;
3 body	požadavek je splněn zcela bez výhrad;
2 body	splněno s drobnými výhradami;
1 bod	splněno s výhradami;
0 bodů	zcela nesplněno nebo opomíjeno.

Podle počtu přidělených bodů, pak program STADION_01 rozsvítí příslušnou barvu, která informuje o problémových otázkách. Na žluté a červené otázky doporučujeme vypracovat akční plán podle přílohy 1.

Otázky zařazené do hodnoticího seznamu vycházejí zejména z řady norem ČSN EN 378 a norem souvisejících. Dále je seznam doplněn o otázky z oblasti obecných zásad řízení a řízení rizik.

Otázky jsou rozděleny do 6 rovnocenných tematických skupin, jak je vidět z tabulky 6.

Počet otázek je sice různý a různý je i maximální možný počet bodů pro jednotlivé oblasti, ale koncepce metody je založena na řízení rizik z hlediska trvalého a dlouhodobě udržitelného bezpečného provozu zimních stadionů, proto je nutné všechny oblasti rozvíjet přiměřen a rovnoměrně a proto jsme všem oblastem také přiřadili stejnou celkovou důležitost.

Oblast	Počet otázek	Maximální možný počet bodů
Technologie	65	552
Údržba	13	108
Dokumentace	15	114
Kvalifikace	10	84
Bezpečnost práce	26	222
Havarijní připravenost	23	201
Finance	8	72

Tabulka 6: Oblasti hodnocení rizik

Na následujících stránkách jsou uvedeny všechny otázky včetně jejich přidělené váhy.

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
1	Technologie	Jsou všechny přístupy do zvláštní strojovny a k jiným částem chladicího zařízení opatřeny značkami pro zákaz vstupu nepovolaných osob, zákaz manipulace se zařízením nepovolaným osobám, zákaz kouření, zákaz jídla, zákaz manipulace a používání otevřeného ohně, značky upozorňující na použité chladivo a značky upozorňující na nebezpečí výbuchu a případná další nebezpečí?	2
2	Technologie	Zajišťuje konstrukční provedení dveří protipožární odolnost po dobu nejméně 30 minut?	3
3	Technologie	Místnosti zvláštních strojoven, které slouží k umístění chladicích zařízení, mohou sloužit i pro jiná zařízení. Jsou tato zařízení v technickém provedení bezpečném pro tyto prostory – nevýbušné provedení, je-li požadováno?	3
4	Technologie	Jsou veškerá potrubí a kanály, které procházejí stěnami, stropy a podlahami místností zvláštních strojoven nepropustně utěsněny?	3
5	Technologie	Je splněn požadavek na to, že se v prostoru strojovny nesmí vyskytovat žádné otvory, které by umožnily neúmyslný průchod unikajícího chladiva, par, výparů, zápachů případně veškerých jiných plynů do jiných částí budovy	3
6	Technologie	Je zachováno pravidlo, že ve strojovně nejsou skladovány žádné hořlavé materiály, než jsou provozní látky v potřebném množství?	2
7	Technologie	Je zvláštní strojovna vybavena přívodem vody pro ruční rozstřikování, nebo pro vodní stěnu? Je přívod vody takový, aby nedošlo k zpětnému proudění znečištěné vody zpět do hlavního vedení?	3
8	Technologie	Je zajištěno bezpečné jímání vypírkové vody (záchytné nádoby, jímka)? Je zajištěno, že voda nebude odtékat do kanalizace nebo do vodních toků?	3
9	Technologie	Je ve zvláštní strojovně zajištěno přirozené větrání?	2
10	Technologie	Je zajištěno ve zvláštní strojovně nucené větrání určené výhradně pro tuto zvláštní strojovnu?	2
11	Technologie	Ústí větrací otvory do prostoru, kde jejich vlivem nemůže dojít k ohrožení osob (např. do průchozích koridorů, pod schodiště nouzového východu, do kanalizačních šachet apod.)?	3
12	Technologie	Fungují odtahy pro odvod čpavku v blízkosti stropu? Je čerstvý vzduch přiváděn zespodu?	3
13	Technologie	Je potřebný vzduch pro kompresory a další zařízení odebírán zvnějšku strojovny?	3
14	Technologie	Odpovídá celková volná plocha otvorů pro přirozené větrání ploše $A_v = k \cdot m^{1/2} [m^2],$ (Rovnice 7) kde k je konstanta = 0,14 [-] m je hmotnost chladiva [kg]	3
15	Technologie	Jsou okna nebo jiné otvory otevíratelné z podlahy a jsou na protilehlých stranách strojovny? Lze je bezpečně otevřít?	3
16	Technologie	Jsou ventilátory pro nucené větrání v nevýbušném provedení?	3
17	Technologie	Jsou ventilátory nainstalovány tak, že je možné je ovládat zevnitř i zvenku místnosti s komponentami chladicího okruhu?	3
18	Technologie	Jsou motory ventilátorů a případně přidružených elektrických zařízení umístěny mimo proud větracího vzduchu?	3
19	Technologie	Je soustava nuceného větrání spouštěna detektorem čpavku?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
20	Technologie	Odpovídá minimální výkon ventilátorů průtoku v množství vzduchu v litrech za sekundu $V = k \times m^{2/3}$, kde (Rovnice 8) m je hmotnost chladiva [kg] k je konstanta = 14 [-]? Je maximální výkon větrací soustavy takový, že je zajištěna maximálně 15 násobná výměna vzduchu za 1 hodinu?	3
21	Technologie	Je zdroj instalovaného poplašného zařízení nezávislý na zdroji nuceného větrání? Byla provedena pravidelná zkouška funkčnosti poplašného zařízení (funkce vizuální a akustická) a byl o ní proveden záznam?	3
22	Technologie	Je poplašné zařízení při spuštění vidět a slyšet? Zná personál jeho význam?	3
23	Technologie	Je dálkový vypínač pro zastavování chladicího zařízení umístěn vně strojovny a v blízkosti dveří strojovny? Je viditelně označen?	3
24	Technologie	Pokud je náplň chladiva R 717 vyšší než 3 000 kg, je splněn požadavek na zajištění trvale obsluhované centrální poplachové stanice (vrátnice)? Je zajištěna přítomnost odborného personálu do 60 minut po vyhlášení poplachu? Je na místě centrální poplachové stanice přehled aktuálních kontaktů? Je tento přehled alespoň 1x za 3 měsíce aktualizován?	3
25	Technologie	Je splněn požadavek: pro výstrahu proti nebezpečí výbuchu nebo požáru v zařízení ve zvláštní strojovně a pro kontrolní účely je, při náplni více než 50 kg, požadován detektor čpavku, který musí být funkční při koncentraci nepřesahující: – 350 mg/m ³ (500 ppm (V/V) ve strojovnách (dolní hodnota poplachového zařízení); – 21 200 mg/m ³ (30 000 ppm (V/V) (horní hodnota poplachového zařízení)?	3
26	Technologie	Je splněno, že při dolní hodnotě poplachového zařízení musí být uvedeno do činnosti poplachové zařízení a nucené větrání?	3
27	Technologie	Je splněno, že při horní hodnotě poplachového zařízení musí být chladicí zařízení automaticky zastaveno včetně dodávky energie pro přívod chladiva do zvláštní strojovny a je vypnuto nucené větrání pro nouzové situace?	3
28	Technologie	Je splněno, že pokud se nachází ve zvláštní strojovně pouze kompresory nebo kompresorová soustrojí, musí být u kompresorů nebo kompresorových soustrojí umístěn alespoň jeden detektor?	3
29	Technologie	Je splněno, že stanoviště ucpávkových chladivových čerpadel, buď ve strojovně, nebo jiných prostorech, musí být také kontrolováno detektorem, který je namontován nad čerpadly a blízko čerpadel?	3
30	Technologie	Je ověřeno certifikáty detektorů, že jsou vhodné pro dané použití?	2
31	Technologie	Je zajištěna pravidelné ověřování detektorů ve lhůtě do 1 roku zajišťovaná oprávněnou organizací?	3
32	Technologie	Je splněno, že pokud je množství náplně čpavku vyšší než 500 kg, musí být detektory čpavku začleněny do teplotního okruhu nepřímých zařízení, např. okruhu vody nebo glykolu, aby mohla být detekována přítomnost chladiva v okruhu? Je zajištěno, že tyto detektory spustí poplachové zařízení ve strojovně a případně ve velínu, ale nespustí zvukovou signalizaci a nebudou iniciovat evakuaci? Zná personál význam signálů hlášených těmito čidly? Dokáže je personál rozlišit od signálů spouštějící evakuaci?	3
33	Technologie	Jsou na pracovišti provozní pokyny k těmto tlakovým nádobám?	3
34	Technologie	Jsou prováděny pravidelné kontroly měřicích přístrojů, jako jsou např. manometry, teploměry, hladinoznaky, ve lhůtách předepsaných provozními pokyny?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
35	Technologie	Jsou prováděny pravidelné kontroly ochranných zařízení pro signalizaci havarijních stavů, jako jsou např. regulátory hladiny, tlaku, teploty, ve lhůtách předepsaných provozními pokyny?	3
36	Technologie	Je splněno, že vyústění potrubí od pojišťovacích ventilů ústí do volně větraného prostoru nad střechou strojovny, aby bylo zajištěno, že nedojde k ohrožení osob, majetku nebo životního prostředí?	3
37	Technologie	Je vyústění potrubí chráněno proti vnikání nečistot a vody lehce odnímatelným poklopem nebo klapkou s ochranou proti pádu na zem? (Ochrana pomocí potrubního oblouku není možná, protože by docházelo k vyfukování plynu k zemi.)	3
38	Technologie	Je ve strojovně s použitím vody zajištěno odpovídající a bezpečné vytápění schopné vytopit strojovnu na alespoň +5°C, aby nedocházelo k zamrzání vody a následným škodám na zařízení?	3
39	Technologie	Jsou všechna zařízení ve strojovně viditelně označena? Je ze značení zřejmá jejich funkce?	3
40	Technologie	Jsou u signalizačních zařízení viditelné informace o významu barev, značek, světelných a akustických signálů na těchto zařízeních?	2
41	Technologie	Má chladicí zařízení viditelný a čitelný identifikační štítek obsahující tyto údaje: a) jméno/název a adresa firmy, která provedla instalaci chladicího zařízení, nebo jeho výrobce, b) označení typu, číslo série nebo výrobku, c) rok výroby/uvedení do provozu, d) číselné označení chladiva R 717, e) celkové množství náplně chladiva, f) nejvyšší pracovní přetlak pro vysokotlakou a nízkotlakou část, g) údaje o elektroinstalaci?	2
42	Technologie	Jsou stroje pracující s čpavkem opatřeny trvanlivými a trvale připevněnými štítky minimálně s těmito informacemi: a) výrobce, b) označení typu, c) číslo série nebo výrobku, d) rok výroby, e) výpočtový přetlak, nebo nejvyšší pracovní přetlak?	2
43	Technologie	Jsou veškerá potrubí v každé místnosti označena příslušným barevným kódem podle projektové dokumentace a) podle protékajícího média, vč. výfukových trubek od pojistných ventilů, b) z hlediska jejich funkce nápisy, štítky a doplňujícími tabulkami?	3
44	Technologie	Jsou hlavní manipulační ventily a ovladače pro chladivo, plyn, vzduch, vodu a elektřinu umožňující odpojení částí chladicího zařízení vybaveny viditelným štítkem s číslem shodným s projektovou dokumentací?	3
45	Technologie	Jsou tlakové nádoby barevně označeny celé nebo pruhy podle pracovního média a se štítky s údaji o pracovní látce?	3
46	Technologie	Jsou stabilní tlakové nádoby opatřeny identifikačními štítky s minimálně těmito základními údaji: data výrobce, výrobní číslo, rok výroby, objem, provozní látku, maximální pracovní přetlak a teplotu?	3
47	Technologie	Odpovídá skladování materiálu a provozních hmot, především ropných produktů, bezpečnostním požadavkům? Jsou chemikálie skladovány v uzavřených nádobách na záchytných vanách? Hořlavé látky v plechových uzavíratelných skříních? Jsou dostupné bezpečnostní listy chemických látek?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
48	Technologie	Je k dispozici za účelem bezpečné obsluhy a manipulace s vysoko umístěnými částmi zařízení ve strojovně k běžné dispozici plošina nebo žebřík se zajištěním proti pádu např. popruh s karabinou k zachycení za část zařízení? Jsou nášlapné plochy žebříku nebo plošiny protiskluzově upraveny? Je na zařízení viditelně vyznačeno, kde je možné opřít a připnout popruhy žebříku? Je žebřík bezpečně použitelný? Jsou prováděny jeho kontroly a revize?	3
49	Technologie	Lze přívod silové elektrické energie do chladicího zařízení vypnout nezávisle na přívodech do jiných elektrických zařízení, zejména do soustavy osvětlení, větrání, poplašných a jiných bezpečnostních zařízení pro případ unikání chladiva? Je vypínač označen?	3
50	Technologie	Je mechanické větrání ovládáno nezávislým nouzovým tlačítkem umístěným vně strojovny v blízkosti dveří do místnosti strojovny a je současně možné ruční vypnutí automaticky spuštěného havarijního ventilátoru?	3
51	Technologie	Je při poruše automatického větrání spuštěn poplach ve velínu nebo na jiném trvale obsazeném pracovišti?	3
52	Technologie	Je prostor s chladicím zařízením osazen trvalým osvětlením s dostatečnou intenzitou pro trvalý provoz?	3
53	Technologie	Je zajištěno nouzové osvětlení přiměřené k tomu, aby umožnilo ovládání ovládačů a evakuaci osob v případě, kdy má normální osvětlení poruchu? (Pozn.: Jako nouzové osvětlení může sloužit i osvětlení hlavní, pokud je toto v nevybušném provedení a elektricky zapojeno nezávisle na silovém zdroji strojovny.)	3
54	Technologie	Je nouzové osvětlení zapojeno nezávisle na silovém obvodu strojovny?	3
55	Technologie	Más soustava poplašného zařízení pro případ unikání chladiva přívod energie z nezávislé nouzové soustavy, např. záložní akumulátorové baterie?	3
56	Technologie	Je vyfukování chladiva do ovzduší omezeno na nejnižší možnou míru a je zajištěno, aby pokud není možné mu zabránit, aby nebyly ohroženy osoby a životní prostředí (Posouzení provedených opatření)?	3
57	Technologie	Je splněno, že skrápěči (vodní) zařízení nejsou ve strojovně s chladicími zařízeními obsahujícími čpavek (R 717) dovolena/nainstalována?	3
58	Technologie	Je splněno, že ve strojovně pro chladicí zařízení s chladivem R 717 nesmí být instalována spalovací zařízení?	3
59	Technologie	Je potrubí chráněno proti nárazům vozidel (ochranné profily, nárazníky na držácích potrubí apod.)?	3
60	Technologie	Umožňuje chladicí zařízení kontrolu ze všech stran a je dostatek místa k provádění údržby?	3
61	Technologie	Fungují odtahy pro odvod čpavku v blízkosti stropu? Je čerstvý vzduch přiváděn zespodu?	3
62	Technologie	Jsou pro vnitřní ledové plochy k dispozici sběrače chladiva, které mohou zachytit celou náplň chladiva?	3
63	Technologie	Jsou potrubí a sběrací kusy svařeny nebo pájeny na tvrdo bez přírub a uloženy do betonové podlahy?	3
64	Technologie	Jsou přívodní potrubí a zpětná potrubí uložena v odděleném kanálu, který je plynotěsný a je odvětrán do strojovny?	3
65	Technologie	Jsou všechna chladicí zařízení, potrubí a armatury u venkovních ledových ploch a podobných zařízení plně chráněny proti neoprávněnému zásahu jsou uspořádány tak, aby byla přístupná pro účely kontroly?	3
66	Údržba	Jsou prostory technologie udržovány v čistotě a pořádku?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
67	Údržba	Je technologie včetně rozvodů chladiva udržována bez vrstev námrazy nebo koroze? Jsou případné úkapy sanovány správným způsobem?	3
68	Údržba	Jsou doloženy revizní zprávy k tlakovým nádobám?	3
69	Údržba	Jsou prováděny pravidelné kontroly pojišťovacích zařízení proti nedovolenému přetlaku, ve lhůtách předepsaných provozními pokyny?	3
70	Údržba	Jsou o všech kontrolách vedeny řádné záznamy?	2
71	Údržba	Jsou vytvořeny podrobné pracovní postupy pro manipulaci, skladování, vypouštění a doplňování chladiva a olejů specifické pro dané zařízení?	3
72	Údržba	Je pro údržbu a drobné opravy zahrnující práci s otevřeným plamenem ve zvláštní strojovně zajištěn pracovní postup zahrnující monitoring koncentrace chladiva a zabezpečení odpovídajícího větrání, včetně průběžného i následného dozoru – Příkaz B?	3
73	Údržba	Je vedena evidence Příkazů B?	2
74	Údržba	Je zajištěno pracoviště pro provádění běžných kontrol a jednoduchých oprav komponentů chladicího zařízení (pracovní stůl, základní ruční nářadí) a to i v případě, že jsou opravy prováděny smluvně externí odbornou firmou?	2
75	Údržba	Provádí údržbu a opravy chladicího zařízení pouze odborně způsobilé osoby?	3
76	Údržba	Má pověřený personál znalosti a zkušenosti pokud se jedná o režim činnosti, používání, a každodenní monitorování úplného chladicího zařízení?	3
77	Údržba	Jsou při údržbě a opravách používány předepsané ochranné pracovní pomůcky?	3
78	Údržba	Obsahují denní a týdenní plány údržby tyto činnosti a záznamy o nich: a) údržba těsnosti chladicího zařízení; b) čištění chladicího zařízení z vně i uvnitř z hlediska zanesení olejem, vodním kamenem apod.; c) údržba zařízení tak, aby bylo zabráněno jeho znehodnocování korozi tj. obnova ochranných nátěrů, oprava izolací apod.; d) pravidelná kontrola technického stavu měřících přístrojů a ověřování jejich přesnosti; e) pravidelná kontrola spolehlivosti a funkčnosti provozních ochranných a signalizačních; f) pravidelná kontrola a výměna provozních náplní; g) kontrola provozuschopnosti jednotlivých strojů a zařízení?	3
79	Dokumentace	Je možné předložit průvodní dokumentaci jednotlivých zařízení, komponentů a strojů minimálně v tomto rozsahu? (V případě chybějících částí musí tyto provozovat zajistit.) a) Certifikáty materiálových zkoušek, které měly být předány ne později než v době uvedení do provozu, b) Certifikát, kterým se potvrzuje, že chladicí zařízení bylo instalováno v souladu s konstrukčními požadavky, a ve kterém je uvedeno, na jaké hodnoty bylo provedeno seřízení bezpečnostních zařízení a řídicích přístrojů v době uvedení chladicího zařízení do provozu, c) Protokol o tlakové zkoušce a zkoušce těsnosti, d) Protokol o funkční zkoušce bezpečnostního zařízení, e) Revizní knihy tlakových nádob, f) Výchozí revizní zpráva elektrického zařízení, g) Protokol o zkoušce komplexní instalace před uvedením do provozu, h) Protokol o kontrolní prohlídce chladicího zařízení. (Žádné chladicí zařízení nesmí být uvedeno do provozu bez kontrolní prohlídky)?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
80	Dokumentace	Obsahuje dokumentace Instrukční příručku v tomto rozsahu: a) účel chladicího zařízení; b) popis strojního zařízení a příslušenství; c) schéma chladicího zařízení a elektrického obvodu; d) instrukce vztahující se na spouštění, zastavování a odstavení chladicího zařízení a jeho částí; e) instrukce vztahující se na likvidaci provozní tekutiny a zařízení; f) příčiny nejobvyklejších poruch a opatření, která je nutno provést pro jejich odstranění, např. instrukce vztahující se na zjišťování netěsnosti oprávněnou osobou a potřebu kontaktovat techniky odborně způsobilé pro údržbu v případě netěsnosti nebo poruchy; g) preventivní opatření, která mají být provedena k zabránění zamrznání vody v kondenzátorech, chladičích, atd., při nízkých teplotách okolí nebo normálním snížením tlaku/teploty v zařízení;	3
81	Dokumentace	h) preventivní opatření, která mají být provedena při zdvihání nebo přepravě chladicích zařízení nebo jejich částí; i) úplné a kompletní informace uvedené na štítku stroje; j) odkazy na ochranná zařízení, prostředky pro poskytnutí první pomoci a pracovní postupy, které musí být dodržovány v případě nouzových situací, jako je např. netěsnost, požár, výbuch; odkaz na EN 378-3; k) instrukce pro údržbu celého zařízení a program preventivní údržby se zaměřením na úniky způsobené netěsnostmi podle EN 378-4; l) instrukce vztahující se na plnění a vypouštění chladiva; m) instrukce vztahující se na manipulaci s chladivem a na nebezpečí s tím spojená; n) instrukce vztahující se na funkci a údržbu bezpečnostních a poplachových zařízení a návěstních žárovek; o) návod na vedení provozního deníku; p) instrukce k vyloučení zvýšeného tlaku během používání, údržby a servisu; q) informace vztahující se na emise hluku; r) informace o osobních ochranných pracovních prostředcích; s) záznamové listy pro seznámení osob s ručním ovládáním chladicího zařízení?	3
82	Dokumentace	h) preventivní opatření, která mají být provedena při zdvihání nebo přepravě chladicích zařízení nebo jejich částí; i) úplné a kompletní informace uvedené na štítku stroje; j) odkazy na ochranná zařízení, prostředky pro poskytnutí první pomoci a pracovní postupy, které musí být dodržovány v případě nouzových situací, jako je např. netěsnost, požár, výbuch; odkaz na EN 378-3; k) instrukce pro údržbu celého zařízení a program preventivní údržby se zaměřením na úniky způsobené netěsnostmi podle EN 378-4; l) instrukce vztahující se na plnění a vypouštění chladiva; m) instrukce vztahující se na manipulaci s chladivem a na nebezpečí s tím spojená; n) instrukce vztahující se na funkci a údržbu bezpečnostních a poplachových zařízení a návěstních žárovek; o) návod na vedení provozního deníku; p) instrukce k vyloučení zvýšeného tlaku během používání, údržby a servisu; q) informace vztahující se na emise hluku; r) informace o osobních ochranných pracovních prostředcích; s) záznamové listy pro seznámení osob s ručním ovládáním chladicího zařízení?	

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
83	Dokumentace	Je k dispozici projektová dokumentace v tomto rozsahu: a) strojně technologická část chladicího zařízení, vč. diagramu uspořádání potrubí chladicího zařízení (zjednodušené schéma v barevném řešení); b) elektroinstalace; c) zařízení pro měření a regulaci d) stavební část – strojovna a ledová plocha; e) inženýrské sítě - voda, kanalizace, havarijní jímky, hydranty?	3
84	Dokumentace	Je k dispozici tato povinná dokumentace: a) místní provozní řád stanovující povinnosti obsluhy chladicího zařízení; b) místní návod pro likvidaci havarijní situace - provozovatel musí sestavit hlavní zásady činnosti při nouzové situaci, např. pro případ poruchy, nehody, havárie, apod.; c) havarijní plán ve spolupráci s dalšími neopomenutelnými organizacemi (policie, hasiči, civilní obranou, orgány životního prostředí, záchrannou službou, obecním úřadem a případně dalšími); d) pokyny pro obsluhu tlakových nádob; e) zpracování požární poplachové směrnice?	3
85	Dokumentace	Jsou k dispozici povinné pokyny pro obsluhu chladicího zařízení obsahující: a) název organizace, která instalovala chladicí zařízení včetně adresy a telefonního čísla; b) kontaktní informace na servisní službu (název, adresa, telefon); c) telefonní čísla na hasiče, policii, nemocnici a středisko popálenin případně na toxikologickou službu; e) vlastnosti chladiva s uvedením jeho chemického vzorce NH ₃ a jeho číselného označení R 717; f) instrukce pro zastavení provozu chladicího zařízení v případě nouzové situace; g) nejvyšší pracovní přetlaky; h) podrobné údaje o hořlavosti chladiva?	3
86	Dokumentace	Jsou vedeny provozní záznamy se záznamem provozních parametrů chladicího zařízení?	3
87	Dokumentace	Je veden provozní deník, knihy revizí a oprav komponentů a chladicího zařízení? (Je provozní deník uchován ve strojovně, nebo je zajištěno, aby bylo možné je vytisknout ve strojovně?)	3
88	Dokumentace	Je vedena agenda vyhodnocování provozu chladicího zařízení z hlediska spotřeb energií a provozních hodnot?	3
89	Dokumentace	Je dokumentace ke všem zařízením všeobecně aktuální (v případě, že proběhly změny, přestavby, úpravy, ...)?	3
90	Dokumentace	Existuje postup pro likvidaci odpadů a odpadních vod?	3
91	Dokumentace	Jsou plány a výkresy týkající se zařízení dostupné v případě nouze?	3
92	Dokumentace	Jsou kopie plánů, výkresů a jiné klíčové dokumenty uschovány (zálohovány) na bezpečném místě mimo objekt?	2
93	Dokumentace	Je k zálohovaným dokumentům zajištěn přístup v případě nouze?	2
94	Kvalifikace	Je vytvořen plán vzdělávání jednotlivých pracovníků?	3
95	Kvalifikace	Jsou do plánu vzdělávání zařazena opakovaná školení a ověřování znalostí např. testem?	3
96	Kvalifikace	Je zajištěna kvalifikace nově přijímaných pracovníků?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
97	Kvalifikace	Je pro každý specifický úkol (poskytování první pomoci, zajišťování bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci, požární ochrana, ochrana životního prostředí, energetická bilance, údržba elektro zařízení, svařování, obsluha speciálních vozidel, obsluha kotelny, obsluha kompresorové stanice, apod.) zajištěna příslušná odborná způsobilost, doložená osnovou školení a dokladem o ověření znalostí např. testem? Jsou osvědčení o způsobilosti platná?	3
98	Kvalifikace	Obsahuje osnova školení pro pracovníky kategorie A, tj. personál zajišťující běžnou provozní údržbu, aniž by zasahoval do chladicího okruhu, níže uvedené oblasti: - právní předpisy: základní školení bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci, ochrany životního prostředí, požární ochrany - normy: základní znalosti bezpečnostních norem z oblasti chlazení řada EN 378-1 až 4 - nakládání s chladivem: o základní teoretické znalosti pravidel nakládání s chladivem, o zásady použití osobních ochranných pracovních pomůcek (včetně praktického nácviku), o nápravná a preventivní opatření při úniku chladiva (praktický nácvik); - technologie chlazení: o základní znalosti o technologii chlazení; o základní znalosti o chladivech; o základní znalosti o vybavení a součástkách pro chlazení; o základní znalosti o elektrických a řídicích funkcích; o základní znalosti o správné údržbě; o základní znalosti schémat a plánů zapojení o základní znalosti o systémech chlazení. - základní znalosti z oblasti energetické účinnosti - praktický výcvik v obsluze a údržbě chladicí technologie?	3
99	Kvalifikace	Obsahuje osnova školení pro pracovníky kategorie B, tj. personál zodpovědný za instalaci systému a jeho opravy včetně zásahu do chladicího okruhu, níže uvedené oblasti: - právní předpisy: podrobné školení bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci, ochrany životního prostředí, požární ochrany - normy: podrobné znalosti bezpečnostních norem z oblasti chlazení řada EN 378-1 až 4 - nakládání s chladivem: o podrobné znalosti pravidel nakládání s chladivem, o použití osobních ochranných pracovních pomůcek (včetně praktického nácviku), o nápravná a preventivní opatření při úniku chladiva (praktický nácvik); - technologie chlazení: o základní znalosti o technologii chlazení; o základní znalosti o chladivech; o základní znalosti o vybavení a součástkách pro chlazení; o základní znalosti o elektrických a řídicích funkcích; o základní znalosti o správné údržbě; o základní znalosti schémat a plánů zapojení o rozumí a je schopen pracovat se schématy zapojení, výkresy a dalšími specifikacemi; rozumí a je schopen používat požadavky norem týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ochraně životního prostředí a energetické - podrobné znalosti z oblasti energetické účinnosti - praktický výcvik v oblasti instalace, obsluhy, údržby a oprav chladicí technologie?	3
100	Kvalifikace	Je vzdělávání ukončeno vydáním osvědčení? Je osvědčení platné?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
101	Kvalifikace	Rozumí pracovník na základě uvedené osnovy dané problematice a je schopen prakticky provést bezpečnostní opatření pro různá chladiva (vyhodnocení účinnosti školení)?	3
102	Kvalifikace	Je vedena personální evidence pracovníků a obsahuje tato doklady o jejich kvalifikaci (např. školení bezpečnosti práce, záznamy o vstupních instruktážích, osobní karty, záznamy o lékařských prohlídkách, oprávnění pro manipulaci s technickými zařízeními, svářečské průkazy, průkazy o kvalifikaci elektro,)	2
103	Kvalifikace	Jsou jmenováni pracovníci odpovědní za provoz tlakových nádob a elektroúdržbu?	2
104	Bezpečnost práce	Je zpracována a schválena kategorizace prací podle § 37 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví?	2
105	Bezpečnost práce	Je provedena kategorizace (klasifikace) rizik? Jsou s těmito riziky pracovníci prokazatelně seznámeni?	2
106	Bezpečnost práce	Jsou osobní ochranné pracovní prostředky v množství stanoveném interním předpisem vhodné vzhledem k množství a typu chladiva?	3
107	Bezpečnost práce	Jsou předepsány kontroly a postupy udržování včetně čištění a výměny osobních ochranných pracovních prostředků včetně respirátorů a jmenovitě nepřizpůsobených havarijních souprav?	3
108	Bezpečnost práce	Jsou vedeny záznamy o kontrole, údržbě a doplňování osobních ochranných pracovních prostředků včetně prostředků společných?	3
109	Bezpečnost práce	Byl rozsah poskytnutých osobních ochranných pracovních prostředků uvedený v interním předpisu a zařízení k použití v případě nouzových situací odsouhlasen místní záchrannou službou a hasičským sborem z hlediska typů a počtu ochranných prostředků dýchacích orgánů? Jsou tyto prostředky umístěny v blízkosti místa použití?	3
110	Bezpečnost práce	Byly přidělené osobní ochranné pracovní prostředky pro bezpečnost osob použité během plánované údržby chladicích zařízení odsouhlaseny a poskytnuty společností provádějící servis nebo údržbu?	3
111	Bezpečnost práce	Má každý pracovník obsluhy přiděleny ochranné rukavice pro ochranu rukou proti omrznutí nebo poleptání, gumové holinky, gumovou zástěru a celobličejovou masku s filtrem K šedé nebo zelené barvy?	3
112	Bezpečnost práce	Jsou k dispozici a snadno dostupné všem pracovníkům provádějícím opravy, údržbu a rekuperaci ochranné brýle nebo štít pro ochranu očí?	3
113	Bezpečnost práce	Jsou k dispozici a snadno dostupné všem pracovníkům provádějícím opravy, údržbu a rekuperaci 2 samostatné vzduchové dýchací přístroje? Jsou k nim potřebné dokumenty o kontrolách a revizích?	3
114	Bezpečnost práce	Jsou osobní ochranné pracovní prostředky uskladněny mimo místnost, ve které může uniknout chladivo, ale v blízkosti vchodu do této místnosti?	3
115	Bezpečnost práce	Jsou náhradní vložky filtru vždy k dispozici?	3
116	Bezpečnost práce	Jsou respirátory rozměrově vhodné pro osoby, které je budou používat? Jsou pracovníci prokazatelně proškoleni nejméně 1x za 3 měsíce na použití respirátoru?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
117	Bezpečnost práce	Jsou respirátory vhodné pro používání při nízkých teplotách a to až při teplotě, kterou dosáhne chladicí zařízení, nebo při klimatických podmínkách okolí v závislosti na použití?	3
118	Bezpečnost práce	Jsou ochranné prostředky dýchacích orgánů udržovány podle instrukcí nebo doporučení výrobce?	3
119	Bezpečnost práce	Jsou ochranné prostředky dýchacích orgánů periodicky kontrolovány, a to i v případech, kdy nebyly použity?	3
120	Bezpečnost práce	Je vedena evidence doby použití respirátorů s filtry?	3
121	Bezpečnost práce	Je zaveden postup pro výměnu použitých filtrů po vyčerpání jejich kapacity nebo po vypršení expirace?	3
122	Bezpečnost práce	Jsou jednotlivé vložky filtrů označeny pro účely identifikace jednotlivých kusů?	1
123	Bezpečnost práce	Je zaznamenáváno datum založení nových vložek filtrů? Jsou sledovány expirační lhůty vložek filtrů?	3
124	Bezpečnost práce	Je zpracován a vyvěšen plán první pomoci při úrazu čpavkem a elektrickým proudem? Je pravidelně aktualizován?	3
125	Bezpečnost práce	Je k dispozici zařízení pro první pomoc, léky a speciální chemikálie (určené záchrannou službou) vztahující se k použitým chladivům, společně s ochrannými pokrývkami, atd. uskladněné mimo zvláštní strojovnu, ale v blízkosti vstupu do místnosti zvláštní strojovny?	3
126	Bezpečnost práce	Je seznam léků a chemických látek v zařízení pro první pomoc schválen s lékařem preventivní závodní péče a konzultován se záchrannou službou?	3
127	Bezpečnost práce	Jsou lékárníčky viditelně označeny?	3
128	Bezpečnost práce	Jsou lékárníčky pravidelně a prokazatelně kontrolovány z hlediska expirace obsahu a doplňovány?	3
129	Bezpečnost práce	Je ve strojovně dodržován zákaz konzumace jídla?	3
130	Havarijní připravenost	Otvírají se všechny dveře vedoucí ze/do zvláštní strojovny směrem ven?	3
131	Havarijní připravenost	Má strojovna alespoň jeden nouzový východ, který směřuje do venkovního prostoru nebo do chodby vedoucí k nouzovému východu?	3
132	Havarijní připravenost	Je možné strojovnu v případě nebezpečí ihned opustit? Jsou únikové cesty volné? Lze únikové dveře otevřít?	3
133	Havarijní připravenost	Jsou únikové cesty ze strojovny kratší než 20 metrů a jsou řádně označeny?	3
134	Havarijní připravenost	Jsou vedeny kontrolní seznamy únikových značek?	1
135	Havarijní připravenost	Jsou dveře nouzového východu strojovny v bezprahovém provedení a zevnitř opatřeny protipanikovým kováním se samozavíráním?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
136	Havarijní připravenost	Při otevření dveří nouzového východu směřovaných do chodby, je v této ještě dostatečný prostor pro pohyb osob při úniku?	3
137	Havarijní připravenost	Je splněno, že pokud je v chladicím zařízení náplň větší než 50 kg, musí být instalována sprcha pro tělo a sprcha pro oči k použití v případě nouzových situací?	3
138	Havarijní připravenost	Je sprcha pro tělo a pro oči funkční?	3
139	Havarijní připravenost	Je vně zvláštní strojovny blízko únikových dveří instalována nouzová sprcha s termostaticky řízenou teplotou vody, pokud je množství čpavku vyšší než 1 000 kg, (průtok alespoň 50 l/s s teplotou vody mezi 25 °C a 30 °C)?	3
140	Havarijní připravenost	Jsou ve zvláštní strojovně hasicí přístroje v dostatečném množství a správného typu vzhledem k použitému chladivu, teplotosné látce, izolaci, elektrickému zařízení a podmínkám v místě instalace (viz. požárně-bezpečnostní řešení stavby)? Mají hasicí přístroje aktuální revizní známky? Jsou hasicí přístroje snadno dostupné, umístěné ve správných výškách a správným způsobem (zavěšení, postavení na kartuši, zajištění řetízkem apod.)?	3
141	Havarijní připravenost	Jsou hasicí přístroje umístěny také v blízkosti vstupů do pracovních prostorů, ve kterých je umístěno chladicí zařízení?	3
142	Havarijní připravenost	Je strojovna chladicího zařízení (velín) vybavena komunikačním systémem umožňujícím obsluhu v každém případě spojení s vnějším prostředím (pevná linka, mobilní telefon, pager, napojení na pult centrální ochrany apod.)?	3
143	Havarijní připravenost	Je ve strojovně fyzicky výtisk řízeného Havarijního plánu, který obsahuje seznam kontaktních čísel na příslušné orgány a organizace?	3
144	Havarijní připravenost	Je zpracován plán jak postupovat při zjištění malého provozního úniku čpavku?	3
145	Havarijní připravenost	Existuje nouzový plán pro případ výpadku elektrické energie?	3
146	Havarijní připravenost	Existuje nouzový plán pro případ živelných pohrom, jako je např. zatopení strojovny, poškození strojovny větrem apod.?	3
147	Havarijní připravenost	Obsahují nouzové plány informace o tom co a kde dělat, v jakém pořadí, jak to dělá a kdo to má udělat?	3
148	Havarijní připravenost	Je veden přehled nehod a skoronehod? Jsou tyto incidenty vyšetřovány a jsou na jeho základě šetření vystavována nápravná opatření?	3
149	Havarijní připravenost	Jsou prováděny pravidelné kontroly nebo audity v oblasti dodržování pracovních postupů, opatření v oblasti bezpečnosti práce, požární ochrany a ochrany životního prostředí?	3
150	Havarijní připravenost	Jsou z těchto kontrol písemné záznamy a jsou případně nastavována a kontrolována nápravná opatření?	3
151	Havarijní připravenost	Jsou zpracovány postupy pro přípravu technologie k odstávce/významnější opravě a její najíždění po odstávce nebo významnější opravě?	3
152	Havarijní připravenost	Bylo v uplynulém roce provedeno interní cvičení zaměřené na prověření funkčnosti a aktuálnosti nouzových plánů?	3
153	Finance	Je sestaven roční rozpočet pro financování školení a výcvik pracovníků? Je tento rozpočet dostatečný?	3

Č. otázky	Oblast	Otázka	Váha
154	Finance	Má zařízení dostatek kvalifikovaných pracovníků (jsou zadávané úkoly realizovány v termínu)?	3
155	Finance	Je sestaven roční rozpočet pro financování údržby a oprav technologie interními pracovníky? Je tento rozpočet dostatečný?	3
156	Finance	Je sestaven roční rozpočet pro financování potřebných revizí, kontrol a jiných technických služeb prováděných externí stranou? Je tento rozpočet dostatečný?	3
157	Finance	Je sestaven roční rozpočet pro financování nákladů na osobní ochranné pracovní prostředky včetně jejich výměny a udržování? Je tento rozpočet dostatečný?	3
158	Finance	Je sestaven roční rozpočet pro financování nákladů na likvidaci odpadů? Je tento rozpočet dostatečný?	3
159	Finance	Je sestaven roční rozpočet pro financování výstavby a renovací celého zařízení?	3
160	Finance	Je v rozpočtu obsažena částka na krytí následků případných havarijních situací (např. pojištění, rozpočtová rezerva, ...)?	3

Jakmile je všech 160 otázek zodpovězeno, vypočítá program STADION_01 výsledné hodnoty pro jednotlivé oblasti a celkové řízení rizik podle vztahu:

$$R = \frac{\sum_{1}^{160} A * Z}{\sum_{1}^{160} A * Z_m} * 100\% \quad (\text{Rovnice 9})$$

kde:

- R* - dosažené hodnocení v oblasti řízení rizik [%]
A - váha otázky [-]
Z - bodová hodnota otázky [-]
Z_m - maximální možná bodová hodnota otázky [-]

8.4 Výsledky a ověření funkčnosti metody STADION_01

Metodu jsme nabídli k vyzkoušení několika stadionům v polovině roku 2009. Ze skupiny zájemců jsme vybrali 2 zástupce k prověření metody. Zhruba s měsíčním odstupem jsme realizovali osobní návštěvu u stadionu S1 s prověřením situace pomocí souborů otázek metody STADION_00. Vzhledem k tomu, že pracovníci nebyli na prověřování připraveni, ukončili jsme návštěvu předčasně. V druhém kole jsme již byli úspěšní a prošli jsme všechny otázky.

U druhého stadionu jsme již dopředu poslali seznam otázek, aby se pracovníci mohli připravit na naši návštěvu. Také u druhého stadionu jsme byli úspěšní a prošli jsme všechny otázky.

V závislosti na výsledcích zimních stadionů nás zajímalo, zda by bylo možné použít naši metodu a program STADION i pro jiná zařízení s čpavkovým chlazením. Oslovili jsme několik potravinářských subjektů v okolí a po úvodních jednáních jsme připravili pro dva vybrané subjekty upravenou verzi metody STADION_01, která umožňuje širší použití.

U obou potravinářských subjektů byla provedena osobní návštěva a prověření situace na místě. Vzhledem k tomu, že byl již vytvořen program STADION_01 bylo možné poskytnout zodpovědným pracovníkům z vedení společnosti výsledky ihned po skončení posuzování.

Všechny námi ověřované subjekty souhlasily s použitím získaných informací pro účely této práce pod podmínkou, že nebudou zveřejněny konkrétní názvy společností nebo informace, které by mohly vést ke zjištění, o které společnosti se jedná. Z tohoto důvodu předkládáme v další části stručné informace o prověřovaných subjektech a jejich celkové výsledky.

Na základě výsledků všech zkoumaných společností, bylo všem čtyřem společnostem doporučeno zpracování akčního plánu pro odstranění zjištěných neshod. Vzor akčního plánu je uveden v příloze 1. Dále bylo dvěma subjektům doporučeno vést tzv. „pětiletou historii nehod“ v rozsahu vzoru uvedeném v příloze 2.

Dva subjekty požádali o svolení použít program STADION_01 pro své interní účely a pravidelné samoprověřování.

Zásadní rozdíl v přístupu mezi subjekty nebyl. Pouze zástupci stadionů se snažili některé otázky týkající se ověřování interních měřidel, dokumentace nebo financí zlehčovat. Zástupci potravinářského průmyslu byly firmy s certifikovanými systémy řízení, a proto je požadavky obsažené v souboru otázek nijak nepřekvapily.

U tří subjektů se vyskytly problémy v oblasti ověřování funkčnosti čidel. Další problematickou oblastí byla slabá organizace bezpečnosti práce. Také dokumentace nebyla v řadě případů aktuální, nebo obsahově správná.

Na základě výsledků lze říci, že metoda a program STADION_01 splnila námi požadované zadání, které spočívalo v dobré použitelnosti metody pro posuzování a řízení rizik z hlediska trvalého a dlouhodobě udržitelného bezpečného provozu zimních stadionů. Metoda svojí koncepcí dvoudílného souboru otázek, umožňuje zejména při opakování části II, tj. Řízení rizik sledovat a vyhodnocovat změny v této oblasti.

Námi doporučovaný interval ověřování je 6 – 12 měsíců podle závažnosti zjištění. Při neuspokojivých výsledcích je vhodné použít i kratší interval, který bude subjektu vyhovovat. Vždy je však vhodné porovnat mezi sebou jednotlivé Hodnoticí karty, a posoudit tak míru zlepšení.

V příloze 3 jsou uvedeny stručné charakteristiky jednotlivých subjektů a výsledky dosažené na hodnoticí kartě.

9 ZÁVĚR

Tato disertační práce je výsledkem sedmiletého sledování vývoje úrovně bezpečnosti průmyslového chlazení čpavkem na zimních stadionech v České republice. Důraz jsme kladli na hlavní faktory ovlivňující bezpečnost zimních stadionů, tj. typ chlazení a množství chladiva. Provedli jsme analýzu základních přístupů k realizaci chladicích systémů na zimních stadionech a vyhodnotili jsme výhody a nevýhody jednotlivých přístupů. Na základě analýzy dostupných dlouhodobě shromažďovaných dat jsme následně sestavili klasifikační stupnici zimních stadionů.

Práce dále obsahuje vyjádření týkající se přístupu k hodnocení bezpečnosti a přijatelnosti společenského rizika zimních stadionů. Pozornost byla věnována i specifickému postavení zimních stadionů mezi tzv. malými zdroji rizika.

Nejrozšířenější chladivo pro chlazení zimních stadionů je čpavek. Předností čpavku je především jeho nízká cena, velká chladivost (velikost výparného tepla při požadované teplotě), nízká energetická náročnost a jeho dlouhodobé zařazení mezi ekologicky nezávadná chladiva. I přes ekologickou nezávadnost čpavku vztaženou k jeho použití patří havárie těchto chladicích okruhů k velice nebezpečným a relativně častým. Z toho důvodu je nezbytné věnovat bezpečnosti patřičnou pozornost už ve fázi projektové přípravy. Neměla by být opomenuta ani legislativa a to zejména požadavky zákona o vodách, zákona o posuzování vlivů na životní prostředí, zákona o chemických látkách a v neposlední řadě i zákona o prevenci závažných havárií a zákona o ochraně ovzduší.

Klíčovým faktorem ovlivňující bezpečnost provozu zimního stadionu je typ chlazení - jednookruhové nebo dvouokruhové a od něj se odvíjející množství čpavku. Dále je klíčové, kde je zařízení umístěno, jakou má návštěvnickou kapacitu a jaká je jeho provozní historie. Tyto základní informace utvářejí základ charakteristiky daného zařízení. Jsou-li vstupní podmínky z hlediska bezpečnosti méně výhodné, musí být vyváženy pečlivým řízením rizika.

V České republice můžeme podle typu chlazení a množství chladiva rozdělit stadiony do tří kategorií:

- kategorie I: stadiony s vyhovující bezpečnostní úrovní (dvouokruhové s množstvím čpavku ve stovkách kilogramů),
- kategorie II: stadiony s méně vyhovující bezpečnostní úrovní (jednookruhové s množstvím čpavku kolem 4 tun),
- kategorie III: stadiony s nevyhovující bezpečnostní úrovní (jednookruhové s množstvím čpavku kolem 10 tun).

Za sedm let sledování se (i přes několik malých pokusů) legislativa České republiky v otázce průmyslového chlazení směrem ke zvýšení bezpečnosti zimních stadionů nebo malých zdrojů rizika prakticky neposunula. Zákony České republiky se nezabývají oblastí průmyslového chlazení natolik podrobně, aby výraznějším způsobem motivovaly majitele zimních stadionů ke zlepšování technologie chlazení a následnému zvyšování její bezpečnosti. Zlepšení stavu nepřinesla ani aktivita úřadu Ombudsmana ČR a ani vydání nové série norem řady 378 pro chladicí zařízení a tepelná čerpadla v roce 2008.

Provoz zimního stadionu představuje především podnikatelský záměr a za situace, kdy bezpečnost technologie není považována za konkurenční podnikatelskou výhodu nelze v současné společnosti přinutit provozovatele těchto technologií, aby investovali do zvyšování bezpečnosti, pokud by je tato investice znevýhodňovala při tvorbě ceny vstupenky.

Zimní stadiony objektivně představují zdroj rizika a současný způsob jejich tradičního provozování obvyklý v České republice neodpovídá běžným bezpečnostním požadavkům ve

vyspělých zemích Evropské unie. Jen velmi zvolna stírají rozdíly mezi jednotlivými zimními stadiony jak v oblasti technické realizace, tak i ve způsobu a podmínkách provozování. Jednoznačné posouzení bezpečnosti a přijatelnosti společenského rizika u každého provozovaného zimního stadionu je základním krokem ke zvyšování bezpečnosti provozu.

Naším prvním cílem bylo sestavit skupinu požadavků na bezpečnější provoz chladicích zařízení na zimních stadionech. Soubor těchto požadavků je shrnut v souboru otázek metody STADIONY_01, kdy je kladen důraz na minimalizaci množství náplně čpavku a dvouokruhové systémy chlazení. Jak ukazují příklady ze zahraničí, vhodná řešení za dostupnou cenu jsou již na trhu.

Pokud je zařízení svojí technologickou koncepcí méně bezpečné, je nutné, aby bylo důsledně usilováno o provozní kázeň a pečlivé řízení rizika, jak jej je to obsaženo v souboru otázek naší metody v části II. Řízení rizika. Pouze pokud je provozní praxe dostatečně bezpečně zvládnuta může se i „technologicky znevýhodněný“ stadion dostat do bezpečných zelených hodnot.

Druhým cílem bylo sestavení postupu pro objektivní posuzování bezpečnosti provozovaných zimních stadionů. Metoda STADIONY_01 poskytuje na základě svých výsledků objektivní informaci o aktuální míře rizika a míře jeho zvládnutí včetně informace o počtu zasažených osob v nejhorším možném případě, který jsme vybrali na základě doporučení metodiky RAGMI – MIACC s ohledem na prvotní zadavatele, kterými byli pracovníci státních orgánů. Prvotní informace o velikosti zasažené oblasti a počtu postižených osob, je vhodná při tvorbě územních koncepcí. Navíc neexistují překážky pro další podrobnější modelování, je-li to požadováno.

Metoda STADIONY_01 poskytuje možnost srovnání různých subjektů mezi sebou i porovnání vývoje jednoho či více subjektů v čase. Její nespornou výhodou je i fakt, že byla úspěšně vyzkoušena i u jiných subjektů používajících čpavkové chlazení, než jsou zimní stadiony. Lze tedy říci, že metoda je univerzální. Její zpracování do podoby jednoduchého stejnojmenného programu jen zvyšuje její využitelnost.

Z hlediska podrobného modelování více pravděpodobných alternativních scénářů lze doporučit metodiku Model Risk Management Program and Plan for Ammonia Refrigeration (Model managementu rizika – program a plán pro čpavkové chlazení) vytvořenou organizací EPA v roce 1996. Tuto metodiku lze také jen doporučit k odborné diskusi Ministerstvu životního prostředí.

Na závěr můžeme říci, že vzhledem k rostoucím požadavkům na udržitelný rozvoj, tedy na environmentální aspekty technologií, se čpavek, za použití známých a dnes již dostupných metod a technických řešení ke snížení rizika havárie a následného úniku, jeví jako optimální technické řešení pro budoucnost průmyslového chlazení. Otázky bezpečného provozu však nesmějí být opomíjeny a to ani z hlediska nezbytných výdajů v této oblasti. Bezpečný provoz je možné zajistit jen každodenní identifikací a následným řízením provozních rizik. Možným nástrojem pro tuto činnost je naše metoda.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BABINEC, F. *Bezpečnostní inženýrství*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2000.
- [2] CROWL, A.D., LOUVAR, J.F. *Chemical Process "Safety" Fundamentals with Applications*. New Jersey: PTR Prentice Hall, 1990. ISBN 978-0131297012.
- [3] HORÁK, J., LINHART, I., KLUSON, P. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. 1. vydání. Praha: VŠCHT, 2004. ISBN 80-7080-548-X
- [4] LEES, F. P. *Loss Prevention in the Process Industries*. London: Butterworths, 1997. ISBN 978-0-7506-7555-0
- [5] TAUBR, V. *Technologie a provoz chladicích zařízení zimních stadionů. Příručka pro obsluhu*. Praha: Sdružení zimních stadionů v České republice, 2003.
- [6] TICHÝ, M. *Toxikologie pro chemiky*. Praha: Karolinum Univerzita Karlova v Praze, 2003.
- [7] ČSN EN 378 – 1. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [8] ČSN EN 378 – 2 + A1. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [9] ČSN EN 378 – 3. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [10] ČSN EN 378 – 4. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [11] ČSN EN 1736. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Pružné potrubní prvky, tlumiče vibrací, dilatační spoje a nekovové trubky – Požadavky, konstrukce a montáž*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [12] ČSN EN 12 693. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Objemové chladivové kompresory*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [13] ČSN EN 13 136. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Pojistná zařízení proti překročení tlaku a jim příslušná potrubí – Výpočtové postupy*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [14] ČSN EN 13 313. *Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Odborná způsobilost pracovníka*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [15] ČSN 14 0110. *Názvosloví chladicí techniky*. Praha: Český normalizační institut, 1983.
- [16] ČSN 14 8102. *Tepelné izolace chladičů a mrazíků*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [17] *Guidelines for Quantitative Risk Assessment, "Purple Book"*. CPR 18E, TNO, The Hague 1999.
- [18] *Manual for the classification and prioritisation of risks due to major accidents in process and related industries*, International Atomic Energy Agency, IAEA-TECDOC - 727, Austria, 1993.
- [19] Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, ve znění pozdějších předpisů.

- [20] Vyhláška č. 232/2004 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, týkající se klasifikace, balení a označování, nebezpečných chemických látek, ve znění pozdějších předpisů.
- [21] Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.
- [22] Zákon č.59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií)
- [23] Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci - IPPC), ve znění pozdějších předpisů.
- [24] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) ve znění pozdějších předpisů.
- [25] Zákon č. 92/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů.
- [26] Zákon č.100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění pozdějších předpisů.
- [27] Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.
- [28] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [29] Zákon č.186/2004 Sb., změna zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [30] Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů.
- [31] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [32] Zákon č. 258/ 2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a kompetenci hygienické služby při řešení krizových situací, ve znění pozdějších předpisů.
- [33] Zákon č.345/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a o chemických přípravcích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [34] Zákon č.356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [35] Zákon č. 521/2002 Sb. kterým se mění zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), a zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů.
- [36] ACUSAFE. *Process Safety Management in Canada - The Dissolution of MIACC* [online]. 2002-01---. Dostupné na World Wide Web:<http://www.acusafe.com/Newsletter/Stories/1299News-PSM_Canada.htm>.
- [37] AIRGAS. *Anhydrous Ammonia Safety* [online]. 2006-02---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.wagner-meinert.com/Portals/0/AnhydrousAmmoniaSafety2006.pdf>>.

- [38] AIRPRODUCTS. *Čpavek* [online]. 1996-01---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.airproducts.cz/corporate/pdf/Čpavek.pdf>>.
- [39] *Aktuality 05* [online]. 2008-09-03. Dostupné na World Wide Web:<http://necyklopedie.wikia.com/wiki/Necyklopedie:Aktuality_05>
- [40] ASHRAE. *Ammonia* [online]. 2006-03---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.ashrae.org>>.
- [41] BAKER. *Industrial Refrigeration* [online]. 2006-01---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.baker-ref.com>>.
- [42] BERNATÍK, A. *Metody hodnocení rizik závažných havárií v podmínkách nezařazených zdrojů rizik*. [online]. 2005-12---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.mvcr.cz/casopisy/112/2005/prosinec/bernatik.html>>
- [43] *Bezpečnost využívání čpavku na zimních stadionech* [online]. 2008-10-13. Dostupné na World Wide Web: <http://www.ochrance.cz/tiskove-zpravy/tiskove-zpravy-2010/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=101326&cHash=5e0596983caef297217542a1cd02906f>
- [44] BREF - *Potraviny* [online]. 2006-02---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.ippc.cz/soubory/potraviny/potraviny.html>>.
- [45] BRNOFROST. *Technologie čpavkového chlazení* [online]. 2008-01---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.brnofrost.cz>>.
- [46] ČKD. *Průmyslové chlazení* [online]. 2006-01---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.ckddiz.cz>>.
- [47] ČKD. *Průmyslové chlazení* [online]. 2006-01---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.ckdchlazeni.cz>>.
- [48] EURAMON. *News* [online]. 2006-03---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.eurammon.com/englisch/html/index.html>>.
- [49] GIFTE DE. *Gifte* [online]. 2007-08-17. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.gifte.de/toxikologie.htm>>.
- [50] GREENPEACE USA. *Ammonia news* [online]. 2006-04---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.greenpeace.org/usa/>>.
- [51] FLORUS, S. *Toxikologické aspekty chemických havárií* [online]. 2007-01---. Dostupné na World Wide Web:<www.zsf.jcu.cz/.../toxikologicke-aspekty-chemickych-havarii.doc>.
- [52] CHLAZENÍ CHOCEŇ. *Prezentace společnosti* [online]. 2006-05---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.chlazenichodcen.cz>>.
- [53] IIAR. *Newletter* [online]. 2006-03-24. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.iiar.org>>.
- [54] *Jedy* [online]. 2006-05---. Dostupné na World Wide Web:<<http://http://www.biotox.cz/toxikon>>.
- [55] KELLER, J. *Články* [online]. 2006-03-10. Dostupné na World Wide Web:<http://www.darius.cz/jankeller/index_clanky.html>.
- [56] KRUPKA, J. *Čpavek zamořil okolí základní školy* [online]. 2008-06-13. Dostupné na World Wide Web:<<http://prazsky.denik.cz/nehody/kvuli-uniku-cpavku-na-stadionu-byla-evakuovana-sko.html>>
- [57] *Lexikon* [online]. 2006-04-12. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.czso.cz/lexikon/mos2003.nsf/index>>.

- [58] LINDE. *Chladicí technika* [online]. 2006-01---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.linde-kt.cz/>>.
- [59] MAPY CZ. *Mapy* [online]. 2006-05-03. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.mapy.cz>>.
- [60] MIRANDOVÁ, R. *Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladicích zařízení* [online]. 2008-07-30. Dostupné na World Wide Web:<http://theses.cz/id/cs44h9/downloadPraceContent_adipIdno_11132>.
- [61] SCIENCE APPLICATIONS INTERANTIONAL CORPORATION RESTON, VA. *Model Risk Managementu Program and Plan for Ammonia Refrigeration – Appendix E* [online]. 1996-04---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.epa.gov/oem/docs/chem/Appendix-E-final.pdf>>.
- [62] SCIENCE APPLICATIONS INTERANTIONAL CORPORATION RESTON, VA. *Model Risk Managementu Program and Plan for Ammonia Refrigeration* [online]. 1996-04---. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.epa.gov/ttncaaa1/t3/memoranda/ammon.pdf>>.
- [63] SZS. *Seznam zimních stadionů* [online]. 2006-03-23. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.szs.cz/i-seznam.htm>>.
- [64] TAUBR, V. *Porovnání chladicích systémů pro zimní stadiony z hlediska ekonomiky* [online]. 2009-08---. Dostupné na World Wide Web:<http://www.szs.cz/images/zpravodaje/31/ekonomika_chlazení_celkem.pdf>.
- [65] UNIPETROL. *Bezpečnostní list - Čpavek* [online]. 2006-03---. Dostupné na World Wide Web:<http://www.unipetrol.cz/produkty/f0041407/Čpavek_EU1.pdf>.
- [66] U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. *Ammonia* [online]. 2005-02-28. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/hsdbfs.html>>.
- [67] U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. *Toxnet*. [online]. 2006-03-27. Dostupné na World Wide Web:<<http://toxnet.nlm.nih.gov>>.
- [68] *V Hroznětíně skončila likvidace havárie po úniku čpavku* [online]. 2003-04-28. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.radio.cz/cz/zpravy/44471>>.
- [69] *V Krnově unikl čpavek, hasiči evakuovali asi 60 lidí* [online]. 2004-08-18. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.radio.cz/cz/zpravy/57221>>.
- [70] VLČEK, Ivan. *Ze stadiónu v Bratislavě unikl dráždivý plyn* [online]. 2004-12-03. Dostupné na World Wide Web:<<http://www.novinky.cz/04/51/04.html>>.
- [71] *Zprávy* [online]. 2006-05-12. Dostupné na World Wide Web:<http://www.ceskenoviny.cz/domov/index_view.php?id=124767>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

π	- konstanta 3,14 [-]
A	- váha otázky [-]
A_v	- celková volná plocha otvorů pro přirozené větrání [m^2]
C	- koncentrace toxické látky [mg/m^3]
D	- dávka [$mg/m^3 \text{ min}$]
H	- hustota obyvatelstva v dané zóně [$osob/km^2$]
CH	- dosažené hodnocení v části charakteristika [%]
k	- konstanta = 14 [-]
m	- hmotnost chladiva [kg]
n	- konstanta popisující toxicitu látky [-]
O	- bodová hodnota odpovědi [-]
O_m	- maximální možná bodová hodnota odpovědi [-]
P	- předpokládaný počet zasažených osob [osob]
R	- dosažené hodnocení v oblasti řízení rizik [%]
t	- doba expozice [min]
V	- vzdálenost ke koncovému bodu toxicity [m]
V	- průtok vzduchu ventilátorem [l/s]
Z	- bodová hodnota otázky [-]
Z_m	- maximální možná bodová hodnota otázky [-]

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Akční plán – vzor

Příloha 2: Pětiletá historie nehod - vzor

Příloha 3: Metoda STADION_01 – výsledky použití

Příloha 4: CD s programem STADION_01 a dalšími dokumenty

Akční plán - vzor

Do tohoto dokumentu zaznamenejte všechny nedostatky zjištěné v průběhu prověřování.

Zjištěný nedostatek č. ...			
Způsob odstranění		Požadavky zdrojů	ANO / NE
Splnit do:	__/__/____	Za splnění odpovídá:	Jméno a příjmení

Zjištěný nedostatek č. ...			
Způsob odstranění		Požadavky zdrojů	ANO / NE
Splnit do:	__/__/____	Za splnění odpovídá:	Jméno a příjmení

Zjištěný nedostatek č. ...			
Způsob odstranění		Požadavky zdrojů	ANO / NE
Splnit do:	__/__/____	Za splnění odpovídá:	Jméno a příjmení

Zjištěný nedostatek č. ...			
Způsob odstranění		Požadavky zdrojů	ANO / NE
Splnit do:	__/__/____	Za splnění odpovídá:	Jméno a příjmení

Pětiletá historie nehod - vzor

Do tohoto dokumentu zaznamenejte jakýkoli únik čpavku, zranění personálu nebo poškození vlastního majetku v souvislosti s únikem čpavku. Také sem zaznamenejte jakákoli zranění nebo úmrtí jiných lidí, např. návštěvníků. Pro každý únik zaznamenejte informace o evakuaci, ukrytí se, škodách na majetku nebo životním prostředí. Tyto informace budou klíčové pro tvorbu Plánu řízení rizik. K vedení dokumentace ved'te i své zaměstnance.

1. Datum, čas a přibližná délka trvání úniku
2. Název a uniklé chemické látky
3. Předpokládané uniklé množství v kg
4. Zdroj úniku a jeho příčina
5. Charakter počasí, je-li znám
6. Interní následky (tj. následky uvnitř areálu)
7. Externí následky, jsou-li známy
8. Co bylo iniciační událostí a jaké byly přispívající faktory, je-li to známo
9. Jaké externí strany byly informovány, je-li to známo
10. Jaké procesy a postupy byly změněny na základě vyšetřování úniku

Zpracoval: Jméno a příjmení

Dne: __/__/__

Přezkoumal: Jméno a příjmení

Dne: __/__/__

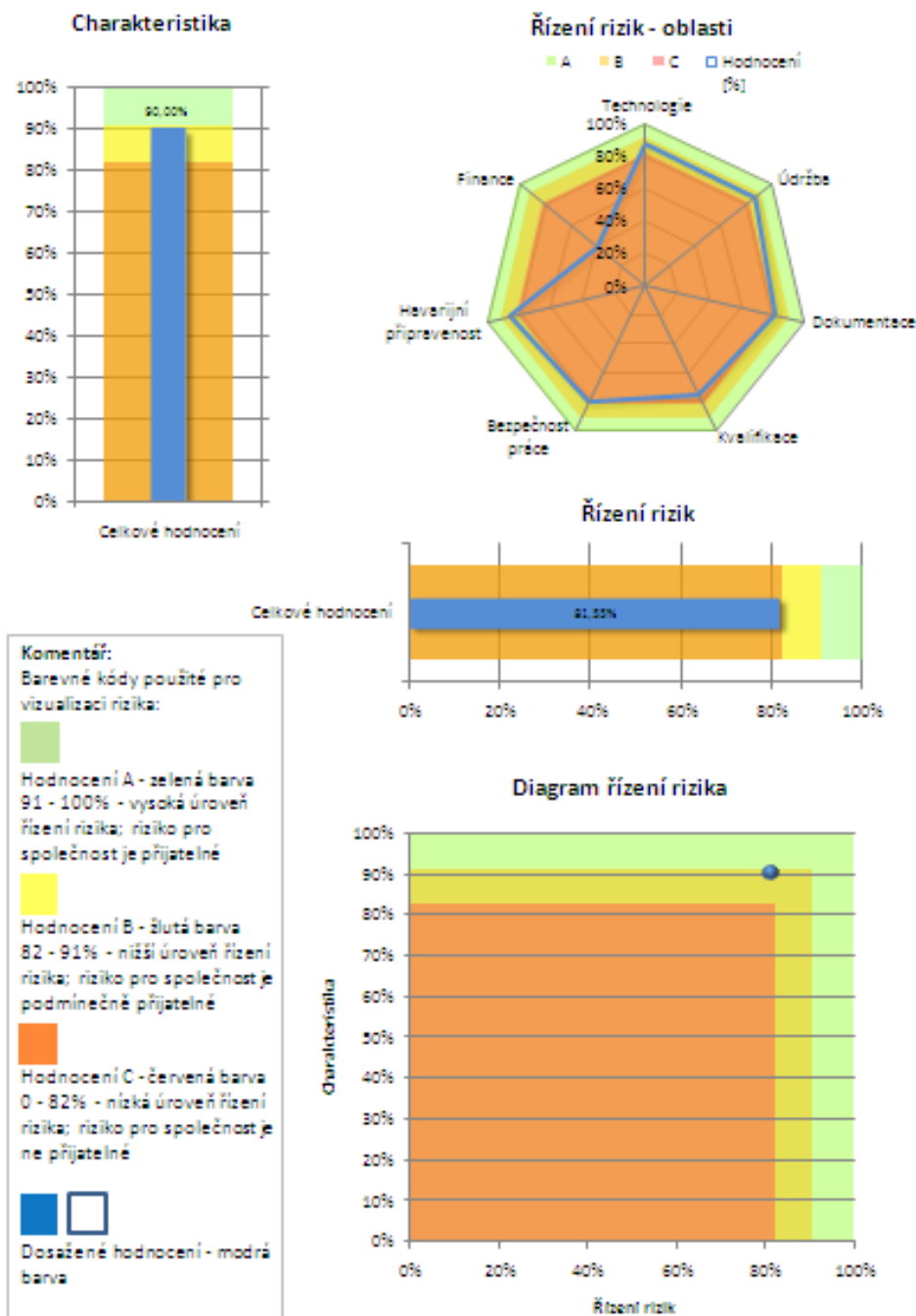
Uzavřel: Jméno a příjmení

Dne: __/__/__

Stadion S1

Stadion S1 na malém městě s kapacitou 400 diváků. Náplň chladiwa činí 550 kg ve dvouokruhovém systému. Stadion je umístěn na kraji městečka, v okolí převládá městská zeleň a zahrádky. Hustota obyvatel v dané oblasti je 780 osob/km². Stadion je provozován od roku 1989 a byl zrekonstruován v roce 2006. Městečkem neprotéká žádný vodní tok. V uplynulých pěti letech nedošlo k žádné provozní havárii. V loňském roce bylo provedeno cvičení na zdolávání úniku čpavku společně s hasiči.

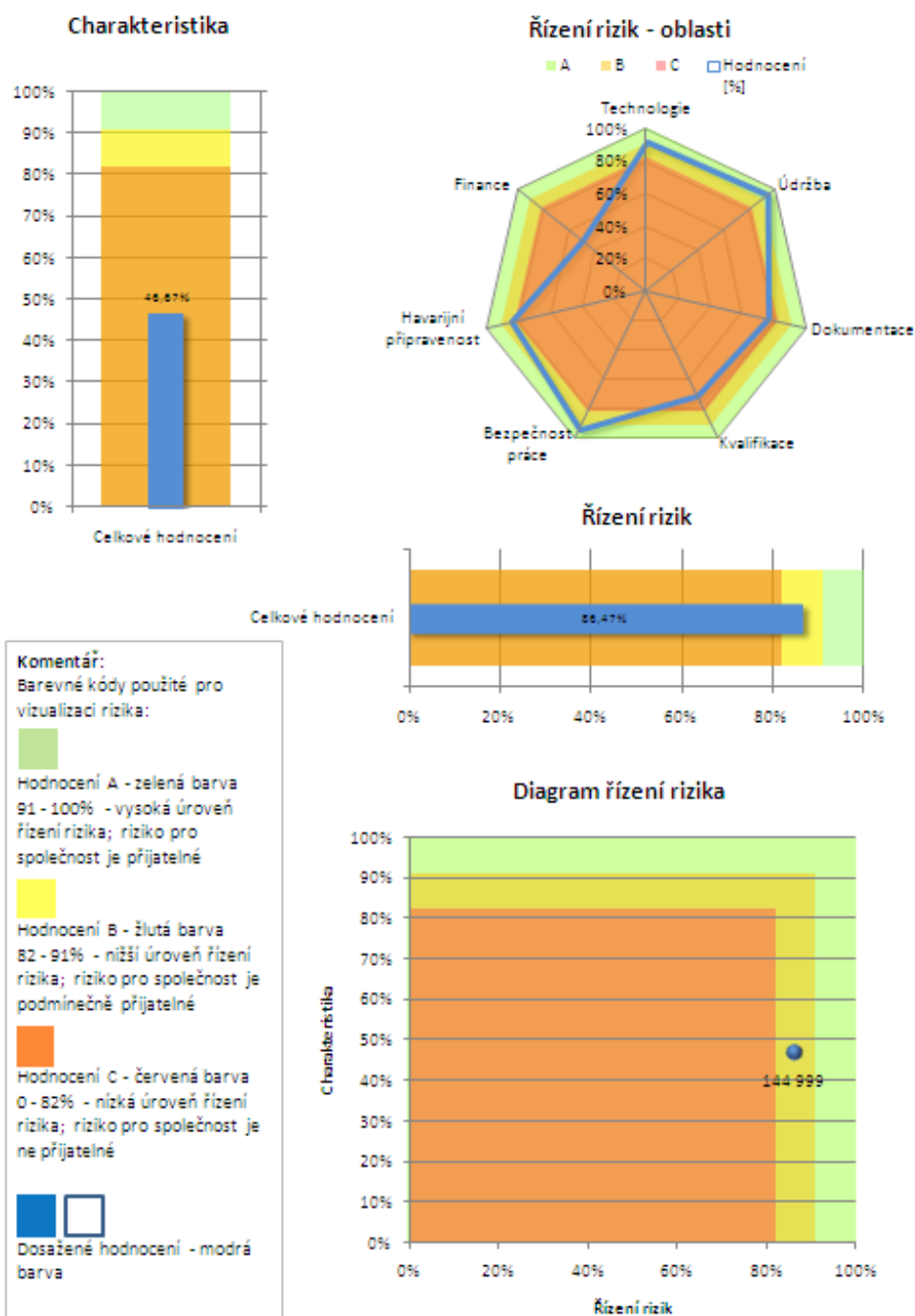
STADION_01: Karta hodnocení



Stadion S2

Stadion S2 v krajském městě s kapacitou 8 300 diváků. Náplň chladiva činí 12 000 kg v jednookruhovém systému. Stadion je umístěn v centru města. Hustota obyvatel v dané oblasti je 10 200 osob/km². Stadion je provozován od roku 1965 a byl zrekonstruován v roce 2000. Stadion nedaleko vodního toku, podle povodňové mapy v pásmu II. V uplynulých pěti letech nedošlo k žádné provozní havárii. Za poslední dva roky neproběhlo žádné cvičení ve spolupráci s např. hasiči zaměřené na havarijní připravenost.

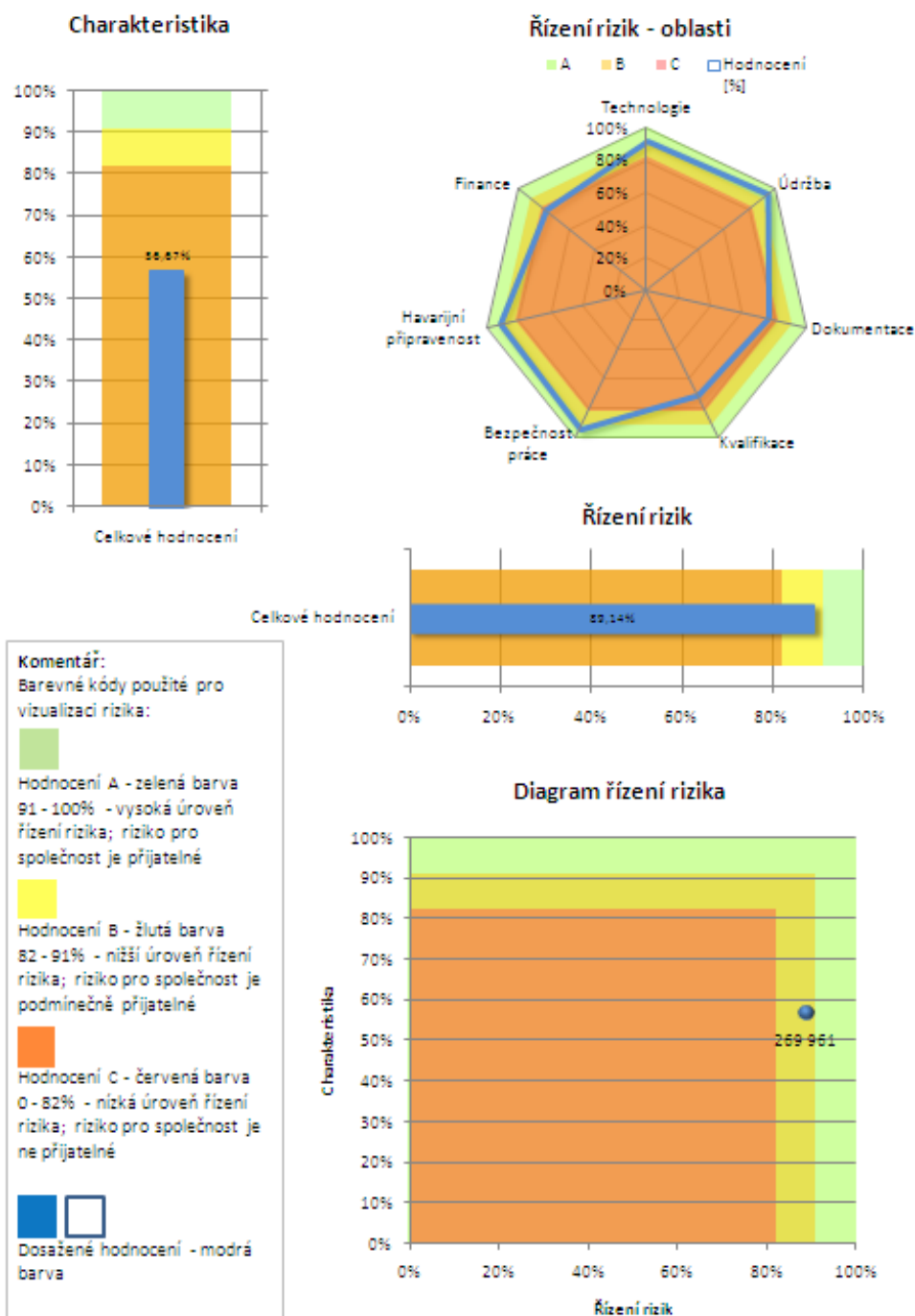
STADION_01: Karta hodnocení



Potravinářský podnik V1

Potravinářský podnik V1 je v husté městské zástavbě v krajském městě a má 100 zaměstnanců. Náplň chladiwa činí 15 000 kg v jednookruhovém systému. Hustota obyvatel v dané oblasti je 7 800 osob/km². Chlazení je v provozu od roku 1999 a dosud nebylo zrekonstruováno. Výrobní podnik je ve III. povodňové zóně. V uplynulých pěti letech došlo k malé provozní nehodě, která byla zvládnuta vlastními zaměstnanci. Na základě této situace proběhlo cvičení ve spolupráci s hasiči v roce 2008.

STADION_01: Karta hodnocení



Potravinářský podnik V2

Potravinářský podnik V2 je v na okraji města a má 250 zaměstnanců. Náplň chladiwa činí 5 000 kg v jednookruhovém systému. Hustota obyvatel v dané oblasti je 1 200 osob/km². Chlazení je v provozu od roku 2002 a dosud nebylo zrekonstruováno. Výrobní podnik je v I: povodňové zóně – tj. bez rizika. V uplynulých pěti letech nedošlo k žádné provozní nehodě. V uplynulých letech neproběhlo žádné cvičení ve spolupráci se složkami integrovaného záchranného systému.

STADION_01: Karta hodnocení

