

Únik nebezpečné látky v areálu koupaliště Lodín

Patrik Žalský

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Patrik Žalský
Osobní číslo: L20400
Studijní program: B1032A020002 Ochrana obyvatelstva
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Únik nebezpečné látky v areálu koupaliště Lodín

Zásady pro vypracování

1. Na základě dostupných zdrojů zpracujte teoretická východiska z problematiky úniku nebezpečné látky.
2. Proveďte výběr objektu pro analýzy a navrhnete řešení evakuace osob v modelové situaci úniku chloru.
3. Ze zjištěných výsledků vyhodnotte analýzy, navrhnete doporučení a proveďte diskusi.

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

Seznam doporučené literatury:

1. BARTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017. ISBN 978-80-7385-184-2.
2. HADDOW, George D., Jane A. BULLOCK a Damon P. COPPOLA. *Introduction to emergency management*. Amsterdam: Elsevier, 2017. ISBN 978-01-2803-064-6.
3. KUBÁTOVÁ, Hana. *Průmyslová toxikologie a životní prostředí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018. ISBN 978-80-7385-210-8.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Snopek, Ph.D.**
Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

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

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 3.5.2024

Jméno a příjmení studenta: Patrik Žalský

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou možného úniku chloru v areálu koupaliště Lodín. Cílem této práce je vyhodnotit možná rizika při úniku chloru a navrhnout vylepšení k minimalizaci rizik. K naplnění cílů byl využit modelovací program TerEx, ve kterém byl simulován únik nebezpečné látky z chlorovny. Pro srovnání výsledků bylo vytvořeno více modelových simulací za různých meteorologických podmínek a velikostí dopadů. Následně byla posuzována rizika pro obyvatele obce a návštěvníky.

Klíčová slova: chlor, modelová situace, mimořádná událost, nebezpečná látka, únik

ABSTRACT

The Bachelor thesis deals with the issue of possible chlorine leakage in the swimming pool area Lodín. The aim of this thesis is to evaluate the possible risks of chlorine leakage and to propose improvements to minimize the risks. To fulfil the objectives, the TerEx modeling program was used to simulate the leakage of a hazardous substance from the chlorine room. Multiple model situations we created under different meteorological conditions and impact magnitudes to compare the results. Subsequently, the risks to the community residents and visitors were assessed.

Keywords: chlorine, model situation, emergency event, hazardous substance, leak

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Bc. Et Bc. Lukáši Snopkovi, Ph.D. za jeho cenné rady a podporu během psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěl vyjádřit vděk řediteli koupaliště Martinu Korbelovi a hasiči pprap. Michalu Kvasničkovi z požární stanice Jičín, kteří mi poskytli důležité informace a byli velkou oporou při zpracování této práce. Můj dík také patří rodině a blízkým, kteří mě během studia podporovali.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 CÍLE A METODY PRÁCE	11
2 LEGISLATIVNÍ ČÁST S ÚNIKEM NEBEZPEČNÝCH LÁTEK	12
3 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	14
4 NEBEZPEČNÉ LÁTKY	15
4.1 NEBEZPEČNÉ LÁTKY V DOMÁCNOSTECH	16
4.2 ZNAČENÍ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK.....	17
5 CHLOR A JEHO VLASTNOSTI	22
5.1 VLIV CHLORU NA ČLOVĚKA.....	23
5.2 PRVNÍ POMOC A OCHRANA	24
6 HAVÁRIE S ÚNIKEM CHLORU	26
6.1 ÚNIKY CHLORU NA ÚZEMÍ ČR.....	26
6.2 ÚNIKY VE SVĚTĚ	28
7 EVAKUACE A OCHRANNÁ OPATŘENÍ PŘI ÚNIKU CHLORU	30
7.1 EVAKUACE	30
7.1.1 Evakuační zavazadlo	31
7.2 ZÁSADY PŘI ÚNIKU NEBEZPEČNÝCH LÁTEK	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
8 KOUPALIŠTĚ LODÍN	36
8.1 LOKALITA KOUPALIŠTĚ	39
8.2 POPIS OBJEKTŮ	40
8.3 CHLOROVNA	43
9 EVAKUACE KOUPALIŠTĚ	46
9.1 VÝPOČET EVAKUACE	47
10 MODELOVÁNÍ V NÁSTROJI TEREX	49
10.1 VZDÁLENOST OHROŽENÍ	53
10.2 HYPOTETICKÝ SCÉNÁŘ.....	54
11 ZHODNOCENÍ MODELOVÁNÍ	55
12 NÁVRHY VYLEPŠENÍ	56
ZÁVĚR	61
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	62
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	66

SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM TABULEK.....	68

ÚVOD

Toto téma „Únik nebezpečné látky v areálu koupaliště Lodín“ jsem si vybral z důvodu mé šestileté zkušenosti jako plavčík. Koupaliště je jedno z mnoha míst, kde může dojít k mimořádné události, jelikož se zde shromažďuje velké množství osob. Případný únik nebezpečné látky může vést k vážným zdravotním a ekologickým následkům.

V dnešní době, kdy průmyslová a chemická výroba nabírá na intenzitě, roste i riziko úniku nebezpečných látek do životního prostředí. Tyto události mohou mít závažné důsledky, jak pro lidské zdraví, tak pro přírodu. Z tohoto důvodu se tato bakalářská práce bude zabývat problematikou možného úniku chloru v areálu koupaliště Lodín. Tato práce si klade za cíl nejen zdokumentovat a analyzovat možné scénáře úniku, ale především navrhnout konkrétní opatření a strategie pro zlepšení bezpečnosti na vybraném místě. Tímto přístupem práce přispívá k širšímu pochopení problematiky ochrany obyvatelstva v kontextu moderních hrozeb, které představují nebezpečné chemické látky.

V teoretické části práce je představena relevantní legislativa týkající se úniků nebezpečných látek, je přiblížena problematika nebezpečných látek s důrazem na chlor, jeho vlastnosti a úniky. Důraz je kladen na integraci teoretických poznatků a praktických postupů, které umožňují efektivně řešit situace spojené s únikem chloru.

Praktická část se zaměřuje na specifickou lokalitu koupaliště Lodín. Je zde analyzován současný stav a potenciální rizika spojená s chlorovnou, která je součástí areálu. Prostřednictvím modelování v systému TerEx je simulován scénář možného úniku chloru, látky běžně používané pro dezinfekci vodních ploch. Dále jsou vyhodnoceny vzdálenosti ohrožení. Ze získaných dat jsou vyvozeny návrhy na vylepšení bezpečnostních opatření. Tyto návrhy mají za cíl nejen zlepšit bezpečnostní infrastrukturu koupaliště Lodín, ale také zvýšit efektivitu reakcí v případě nouze.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CÍLE A METODY PRÁCE

Ke zpracování bakalářské práce je potřeba na začátek vytyčit hlavní cíl, který bude v průběhu psaní naplňován. Ke splnění vytyčeného cíle budou použity vhodné postupy a metody.

Cílem této bakalářské práce je provést detailní analýzu modelové situace, při které dojde k havarijnímu úniku chloru na koupališti Lodín. Analýza bude provedena s využitím softwarového programu Terex, který je navržen pro simulování havárií a zobrazení potencionálních rizik spojených s únikem nebezpečných chemických látek. Modelová situace bude následně vyhodnocena a na základě provedené analýzy budou vytvořeny návrhy k minimalizaci rizik při provozu koupaliště.

Metody slouží k získávání a zpracování dat pro danou problematiku. V práci budou využity následující:

- Analýza dokumentů bude sloužit ke shromáždění informací a dat pro zpracování teoretické části. V praktické části budou využity dokumenty získané od pracovníků koupaliště Lodín.
- Osobní dotazování s pracovníky areálu koupaliště Lodín a s pracovníkem HZS.
- Terex bude využit k simulaci uniku chloru z areálu koupaliště Lodín.

Při využití výše zmíněných metod, by měl být splněn cíl bakalářské práce a zároveň by mělo dojít k navýšení bezpečnosti a minimalizace rizik při provozu koupaliště.

2 LEGISLATIVNÍ ČÁST S ÚNIKEM NEBEZPEČNÝCH LÁTEK

Mezi jedny z předních zákonů, které se zabývají problematikou ochrany obyvatelstva, můžeme zařadit: zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a také zákon č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií.

Únik nebezpečné látky je událost, ke které došlo nebo má dojít v souvislosti s použitím nebezpečné látky. Může k ní dojít v jakémkoli zařízení nebo v uzavřeném prostoru, který se používá k výrobě, zpracování, skladování nebo přepravě těchto nebezpečných látek. Může způsobit okamžité nebo vážné škody na životním prostředí, zdraví lidí, zvířat a samozřejmě může dojít také ke škodám na majetku (Čapoun, 2009).

Nebezpečný únik chemických látek může mít řadu různých příčin. Po celém světě k těmto neštěstím dochází nejčastěji během přepravy, ať se jedná o použití letadel, vlaků nebo na lodích, kdy se většina úniků týká ropy. Šance, že dojde k poškození přepravní jednotky s nebezpečnou látkou a jejímu následnému úniku do životního prostředí, je reálná. Na druhém místě jsou nehody související s technologickým vybavením. Ty mohou být pouhým důsledkem lidské chyby, což může být zapříčiněno porušením pravidel, vyčerpáním, nebo pouze nedbalostí. Dále nefunkčností strojů a zařízení, ke kterým může dojít v průběhu výroby a skladování zboží. Příčinou neštěstí mohou být také přírodní katastrofy, u kterých může dojít k rozsáhlé kontaminaci, nebo teroristické útoky (Čapoun, 2009).

Povinnosti, které jsou uloženy právnickým osobám a podnikajícím fyzickým osobám jsou obsaženy v zákoně 59/2006 Sb. o prevenci katastrofických havárií. Základní povinností těchto osob je vypracování návrhu na zařazení objektu do, které spadají do skupiny A nebo B podle minimálního množství vybrané nebezpečné látky, což je uvedeno právě v příloze číslo 1 tohoto zákona. Tento návrh přijímá krajský úřad a po zpracování vydává konečné rozhodnutí (ČESKO,2000).

Provozovatel objektu z kategorie A vytváří prevenci závažných nehod a havárií prostřednictvím bezpečnostního programu, který vychází z analýzy a hodnocení rizik. Tento bezpečnostní program je navržen tak, aby obsahoval zásady řízení bezpečnosti, které chrání lidské životy, zvířata, životní prostředí a majetek.

Provozovatel také plánuje fyzickou ochranu objektu nebo zařízení, která využívá a analyzuje možnosti neoprávněných aktivit a útoků. Mezi tyto opatření lze zařadit režimová opatření fyzické ochrany a technická řešení (ČESKO,2000).

Ve druhé skupině jsou objekty z kategorie B, pro které se vypracovává bezpečnostní zpráva, vnitřní havarijní plán a plán fyzické ochrany. Do bezpečnostní zprávy se uvádí informace ohledně řízení u vykonavatele s ohledem na preventivní opatření, při závažných haváriích. Také je zde zmíněno životní prostředí v dané lokalitě, ve které se objekt nachází, zpracovaný popis objektu nebo zařízení, ve kterém se nebezpečné látky nachází. Musí zde být znázorněny hodnoty a postup identifikace možných zdrojů rizika. Uvádí se zde analýzy a hodnocení rizik s metodami různé prevence, snížení dopadu závažných havárií a jejich další opatření. Zpracovává se také seznam všech fyzických a právnických osob, které se podílejí na bezpečnostní zprávě. Vedle seznamu osob je vypracován i aktualizovaný přehled nebezpečných látek (ČESKO,2000).

Ve vnitřním havarijním plánu jsou obsažena jména s funkčním zařazením, která realizují preventivní opatření se scénáři na případné závažné události. Popisují nutné činnosti ke snížení dopadů havárie, je zde také přehled ochranných zásahových prostředků, kterými musí provozovatel disponovat, vyznění orgánů spojených s únikem nebezpečných látek veřejné správy a varování občanů. Mezi další části patří plán havarijních cvičení a jejich opatření při výcviku. Jsou zde zmíněny opatření pro zmírnění dopadu incidentu, při úniku látky mimo objekt a součinnost se složkami integrovaného záchranného systému (ČESKO,2000).

Pro provozovatele objektů, pod které spadají zařízení ze skupiny B, je nutnost vypracovat a předložit na krajském úřadě písemné dokumenty pro umožnění vypracování zóny havarijního plánování a vypracování tak vnějšího havarijního plánu (ČESKO,2000).

3 INTEGROVANNÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

V případě úniku chlóru jsou na místo mimořádné události (dále jen „MU“) zavolány složky integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“). Je známo, že u MU tohoto typu, může dojít k ohrožení zdraví a životů osob a zvířat, proto bývá na místo zásahu krom hasičů zavolána i zdravotnická záchranná služba (dále jen „ZZS“).

Mezi základní jednotky integrovaného záchranného systému se řadí:

- Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen „HZS ČR“).
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany.
- Poskytovatelé ZZS.
- Policie České republiky (dále jen „PČR“).

Tyto jednotky jsou základem pro efektivní reakci na mimořádné události a krizové situace, které vyžadují rychlý a koordinovaný zásah (ČESKO, 2000).

IZS je klíčový prvek vnitřní bezpečnosti státu a naplňuje ústavní práva na poskytnutí pomoci občanům v případech, kdy je ohroženo jejich zdraví nebo životy. Systém se opírá o pevné struktury, které jsou utvářeny především současnými institucionálními složkami. Základní a hlavní strukturu IZS představuje HZS ČR (Vilášek, Fiala a Vondrášek, 2022).

Během provádění záchranných a likvidačních prací poskytují pomoc na vyžádání ostatní složky integrovaného záchranného systému. Do této kategorie spadají zařízení civilní ochrany, sdružení občanů, neziskové organizace, síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, ostatní záchranné sbory, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, které lze využít k záchranným a likvidačním pracím (ČESKO, 2000).

Pokud nastane jeden z krizových stavů, stanou se ostatními složkami integrovaného záchranného systému poskytovatelé akutní lůžkové péče, musí mít ovšem zřízen urgentní příjem. Ostatní složky integrovaného záchranného systému, které mají vypracovaný urgentní příjem, jsou v době mimořádných událostí poskytovateli akutní lůžkové péče (ČESKO, 2000).

4 NEBEZPEČNÉ LÁTKY

Nebezpečné látky (dále jen „NL“) jsou chemické látky, které mohou být přírodní nebo syntetické. Mají specifické chemické, fyzikální, biologické a toxikologické vlastnosti, které v mnoha případech mohou představovat nebezpečí. Tyto nebezpečné vlastnosti vedou v různých situacích k ohrožení lidského zdraví, života, majetku nebo mají negativní dopad na životní prostředí, což vyžaduje pečlivost při manipulaci, skladování a při jejich používání (Polívka, Mika a Sobol, 2017; Bartlová, 2017).

Nebezpečné látky můžeme rozdělit dle:

- Skupenství: pevné, kapalné a plynné.
- Hořlavost: zápalné látky, hořlavé a nehořlavé.
- Explosivní účinek: střeliviny, třaskaviny a trhaviny.
- Chemická reakce: kyseliny, zásady a oxidační činidla.
- Úpravy pro přepravu, používání, skladování: stlačené plyny, rozpuštěné plyny, zkapalněné plyny, taveniny, granuláty a koloidní roztoky.
- Účinek na lidský organismus: dráždivé, dusivé, žíravé, nervově paralytické, infekční, jedovaté, prudce jedovaté a radiační (Procházková, 2014).

V případě úniku nebezpečné látky jsou osoby, které by mohly být ohroženy, informovány prostřednictvím sdělovacích prostředků složkami IZS, nebo také zaměstnavatelem. Přijaté informace se soustředí na poskytnutí důležitých informací o zdroji rizika a doporučených preventivních opatřeních. Zároveň jsou podávány informace ohledně přípravy a konkrétní kroky, které bude IZS podnikat, pro co nejrychlejší zvládnutí MU. Pro ochranu obyvatelstva před nebezpečím lze zařadit zejména: varování obyvatelstva před hrozbou, evakuace z ohrožené oblasti, kolektivní ochrana zahrnující ukrytí lidí v bezpečných prostorách, individuální ochranné prostředky a nouzové přežití. Obyvatelstvu jsou po identifikaci nebezpečí poskytovány tísňové informace, které jim pomohou s ochranou. Tyto informace jsou co nejdříve předávány obyvatelstvu, ihned po aktivaci varovného signálu, který se vyznačuje kolísavým tónem trvající 140 sekund. Tento postup zajišťuje, že jsou všichni občané rychle informováni o potenciálním nebezpečí (ČESKO, 2000).

4.1 Nebezpečné látky v domácnostech

Přestože si toto riziko mnoho lidí nemusí uvědomovat, naše domovy často obsahují mnoho nebezpečných domácích přípravků, které jsou velmi běžné a každodenně používané. Při nesprávné manipulaci nebo uložení mohou ovšem představovat značné riziko pro naše zdraví. Mezi běžně používané domácí přípravky řadíme chemikálie, jako čisticí prostředky, dezinfekce, lepidla, ředidla, prostředky, které nám pomáhají hubit škůdce, nebo třeba i hnojiva. Tyto produkty mohou být ve formě tekutin, prášků, granulí nebo sprejů (HZS Jihomoravského Kraje, 2018).

Nejčastěji používané NL v domácnostech:

- **Kyselina chlorovodíková** je definována jako velmi silná kyselina s výraznými žíravými vlastnostmi, proto se musí při její manipulaci dbát na ochranu kůže, očí a také dýchacích cest, pomocí vhodných ochranných prostředků. Jedná se o těkavou bezbarvou kapalinu, která je vodným roztokem plynného chlorovodíku. Už jenom její výpary jsou vysoce agresivní a způsobují například koroze kovových materiálů. V případě kontaktu s pokožkou bude místo poleptané a je proto nezbytně nutné postižené místo oplachovat tekoucí vodou po dobu několika minut. Při kontaktu s očima může dojít k vážnému poškození až slepotě. Pokud dojde k požití, tak je důležité, co nejdříve zkonsumovat větší množství vody. Dále při požití není doporučováno vyvolat zvracení a je nutné vyhledat lékařskou pomoc. V domácnostech se používá například v přípravku „Domestos“ k dezinfekci a čištění WC (Richter 2018; HZS Jihomoravského Kraje, 2018).
- **Hydroxid sodný**, silně zásaditá anorganická sloučenina, která se ve svém čistém stavu vyskytuje jako pevná bílá látka, která může mít podobu peciček, perliček nebo granulí. Svými vlastnostmi je Hydroxid velmi žíravou látkou, která je zdraví škodlivá. V případě poleptání kůže je důležité postižené místo oplachovat proudem vody a ideálně neutralizovat místo použitím slabé kyseliny, pokud je to možné. Pokud dojde k zásahu očí, začneme místo pouze vymývat pomocí vody, v žádném případě neprovádět neutralizaci pomocí kyseliny. Hydroxid sodný nachází využití v širokém spektru průmyslových odvětví. V domácnostech ho nalezneme například v prostředku Krtek jako čistič sifonů, WC a kanalizací (Richter, 2018; HZS Jihomoravského Kraje, 2018).

- **Chlornan sodný** je nebezpečná žíravina, která je využívána především k dezinfekci a čištění. Můžeme ho najít například v přípravku Savo (HZS Jihomoravského Kraje, 2018).
- **Kyselina octová** se v domácnostech nachází především v kuchyňském octu a její koncentrace v roztoku bývá nejčastěji 4 až 8 %. Ovšem i takto nízké procento koncentrace může po vniknutí do očí způsobit jeho poškození a trvalé následky (HZS Jihomoravského Kraje, 2018).
- **Peroxid vodíku** je žíravá látka, která se používá především k dezinfekci (HZS Jihomoravského Kraje, 2018).
- Velmi časté jsou v domácnostech i **hořlavé látky**, jako například: benzín, barvy, ředidla, ethanol, aceton nebo také propan-butan (HZS Jihomoravského Kraje, 2018).

4.2 Značení nebezpečných látek

Nebezpečné látky jsou označovány podle nařízení CLP, které vstoupilo v platnost 20. ledna 2009, ale až od 1. června 2015 se CLP stal jediným platným právním předpisem v Evropské unii pro klasifikaci, označování a balení chemických látek a směsí. Toto nařízení vychází z globálně harmonizovaného systému (GHS) Organizace spojených národů. Zároveň nařízení sjednocuje pravidla pro označování chemikálií v celé Evropské unii a usnadňuje tak mezinárodní obchod. Jedním z přínosů je zajištění vysoké úrovně ochrany zdraví obyvatel a životního prostředí. Hlavním cílem CLP je určit, zda má daná látka nebo směs vlastnosti, které ji klasifikují jako nebezpečnou. Globálně harmonizovaný systém lze rozdělit do devíti kategorií, které podávají informace o NL. Značení GHS v Tabulka 1 (European chemical agency, @2024).

Dělení Globálně harmonizovaného systému:

- **GHS01** jsou nestabilní výbušniny, které představují riziko masivního výbuchu. Při takové explozi je vysoká pravděpodobnost zasažení okolí letícími částicemi. Obzvláště nebezpečné jsou situace, kdy se v blízkosti nachází zdroj požáru. Mezi další ohrožující faktor můžeme zařadit tlakové vlny, které tyto látky způsobují. Rozptylují tak do okolí nebezpečné částice. Skladování a převoz látek s označením GHS01 vyžaduje zvýšenou opatrnost, jelikož jsou extrémně výbušné. Takto označené látky jsou pyrotechnika a munice.

Z bezpečnostních důvodů je nutné zabránit vystavení teplu, jiskrám, otevřenému plameni nebo horkým povrchům. Samozřejmostí je, že se v blízkosti nesmí kouřit. Mezi doporučenými ochrannými prostředky se nachází rukavice, ochranný oděv, brýle nebo obličejový štít. V případě požáru je exploze téměř jistá (European chemicals agency, @2024b).

- **GHS02** je spojeno s hořlavými a extrémně hořlavými látkami a směsmi. Chemické látky obsažené v této kategorii jsou plyny, páry, aerosoly, kapaliny a tuhé látky. Symbol označující hořlavost můžeme nalézt na nádobách obsahujících petrolej, benzín nebo odkalovač. Uložení by mělo být v chladném prostředí a těsně uzavřené. Dle bezpečnostních doporučení je důležité nestríkat tyto látky do otevřeného ohně, chránit před teplem a horkými povrchy, ale i před jiskrami a dodržovat zákaz kouření v jejich blízkosti. Důležité je i chránění před slunečním světlem (European chemicals agency, @2024b).
- **GHS03** jsou chemikálie s oxidačními vlastnostmi, které nejenom že zesilují požáry, ale také je samy způsobují samovznícením. Představují také riziko výbuchu. Tyto chemikálie můžeme najít v bělících prostředcích, nebo na nádobách s lékařským kyslíkem. Pro bezpečnost je důležité chránit před teplem, horkými povrchy, jiskrami a otevřeným ohněm. Je také zakázáno v blízkosti kouřit. Mezi ochranné pomůcky zařadíme ochranné rukavice, oděvy, brýle a obličejový štít. Pokud se nám látka dostane na kůži, je důležité postižené místo co nejdříve důkladně opláchnout vodou. Kontaminovaný oděv také po odložení opláchneme, abychom smyli chemikálie (European chemicals agency, @2024b).
- **GHS04** je označení pro plynné látky, proto znak plynové lahve můžeme nalézt na nádobách na plyn, které jsou pod tlakem, můžou tedy při zahřívání vybuchnout. V druhé řadě jde o látky zchlazeného plynu, který může způsobit omrzliny nebo jiné poškození chladem, při kontaktu s těmito látkami. Důležité je chránit produkty před přímým slunečním zářením, aby nedocházelo k jejich degradaci, dále je doporučeno používat ochranné rukavice, obličejový štít a ochranné brýle pro ochranu obličeje (European chemicals agency, @2024b).
- **GHS05** jsou chemikálie, které vyvolávají korozivní reakce na kovových površích, což vede k jejich poškozování. Také se jedná o žíraviny, které dokážou těžce poleptat kůži a poškodit oči.

Označení GHS05 můžeme najít na různých produktech, například na čistících produktech, včetně čistících prostředků určených na odpady a na obalech, které obsahují kyselinu octovou a chlorovodíkovou, nebo také čpavek. Při práci s těmito chemikáliemi bychom se měli vyhnout jejich inhalaci. Nebezpečné mohou být páry, mlhy nebo aerosoly těchto látek. Pro osobní ochranu je doporučeno používat ochranné rukavice, oděvy, brýle nebo lépe obličejový štít. Po každé manipulaci je vhodné pečlivé omytí rukou, ale také nádob, ve kterých je látka skladována. Pro bezpečnost by měly být chemikálie skladovány v uzamčených místech a vždy ideálně v původních obalech, aby nedošlo k jejich záměně (European chemicals agency, @2024b).

- **GHS06** neboli akutně toxické látky, které jsou velmi nebezpečné pro zdraví, jelikož se vyznačují vysokou jedovatostí pro lidský organismus a mohou způsobit smrt. Ta může přijít v případě požití, kontaktu s kůží nebo pouze jejich inhalací. Toxicita ohrožuje specifické cílové orgány, například reprodukční systém. Postupy s těmito látkami musí být dělány s maximální opatrností. Symbol označující tyto látky můžeme nalézt na nádobách pesticidů a biocidů, stejně tak na obalech obsahující metanol. Po manipulaci je doporučeno důkladné umytí. Při práci je důležité nekonzumovat žádné jídlo, nápoje a vyhýbat se i kouření, aby se předešlo jakémukoli kontaktu. V případě styku s kůží je třeba postiženou oblast omývat vodou s mýdlem. Pokud by došlo ke kontaminaci, je nutné ihned informovat toxikologické informační středisko (dále jen „TIS“) nebo lékaře pro rychlou lékařskou pomoc. Velmi důležité je použití ochranných prostředků jako jsou rukavice, oděv, brýle nebo ochranný štít. Skladování by mělo probíhat v uzamčených místnostech (European chemicals agency, @2024b; Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008, @ 2017).
- **GHS07** je označení nebezpečí pro zdraví, které mohou mít širokou škálu negativních účinků na zdraví, mezi které patří ospalost, závratě nebo může způsobit podráždění dýchacích cest a alergické reakce na kůži nejsou výjimkou. Více škodlivé jsou při požití. Dále jsou nebezpečné pro ozonovou vrstvu, což má za následek škodlivé důsledky na zdraví a životní prostředí. S těmito chemikáliemi se můžeme setkat mezi pracími a mycími prostředky. Domácnosti tyto látky používají i v čistících určených pro toalety nebo v chladících kapalinách.

Z bezpečnostního hlediska bychom se měli vyvarovat jejich vdechování, proto je jejich použití doporučeno v dobře větraných prostorách. Při vdechnutí bychom měli intoxikovaného dovést na čerstvý vzduch a uklidnit ho. V případě požití zavolat na TIS nebo kontaktovat lékaře. Mezi ochranné prostředky zařadíme rukavice, oděv a brýle nebo štít. Pokud dojde k zasažení kůže nebo očí, je nutný dlouhý oplach vodou (Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008, @ 2017; European chemicals agency, @2024b).

- **GHS08** jsou vysoce nebezpečné látky pro zdraví. Při vdechnutí těchto látek dochází k senzibilizaci dýchacích cest, tedy ke zvýšené citlivosti, ale také může nastat smrt. Jelikož jsou toxické pro orgány, dochází k jejich poškození. Velké nebezpečí představují z důvodu karcinogenity a mutagenity v zárodečných buňkách, díky čemuž způsobují rakovinu. Vzniká také riziko alergických reakcí nebo astmatu. Chemikálie mohou poškodit reprodukční schopnosti nebo plod v těle matky. Označení varovným symbolem na tato rizika nalezneme na produktech jako je terpentýn, benzin nebo petrolej. Pokud dojde k požití NL, nevyvoláváme zvracení, ale zavoláme na TIS nebo lékaři. Látky uchováváme v bezpečném a uzamčeném prostoru. Při kontaktu se vyvarujeme pití, jídlu nebo kouření. Je doporučeno použití ochranných prostředků, především dýchacích cest (Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008, @ 2017; European chemicals agency, @2024b).
- **GHS09** varuje před nebezpečím pro životní prostředí. Především se jedná o hrozbu pro vodní prostředí, s možnými dlouhodobými účinky. Symbol lze nalézt na produktech s pesticidy, terpentýnem nebo benzínem. Během manipulace se musí zabránit uvolnění do životního prostředí (Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008, @ 2017; European chemicals agency, @2024b; Kubátová, 2018).

Tabulka 1: Označení nebezpečných látek (European chemicals agency, @2024b)

Výstražný symbol	Staré značení	Označení	Znak	Význam
		GHS01	Vybuchující bomba	Výbušnina
		GHS02	Plamen	Hořlavé
		GHS03	Plamen nad kruhem	Oxidující
		GHS04	Plynová lahev	Plyn pod tlakem
		GHS05	Korozivita/ žíravost	Korozivní/žíravé
		GHS06	Lebka se zkříženými hnáty	Akutní toxicita
		GHS07	Vykřičník	Nebezpečnost pro zdraví
		GHS08	Nebezpečí pro zdraví	Vysoká nebezpečnost pro zdraví
		GHS09	Životní prostředí	Nebezpečné pro životní prostředí

V tabulce můžeme nalézt popis aktuálního označení nebezpečných látek, doplňující starými výstražnými symboly, které tak vizuálně znázorňují nebezpečnost látky. Písemné označení nesoucí piktogram. Dále je zde vysvětleno, co konkrétní ikona znamená. V posledním sloupci je popis rizika.

5 CHLOR A JEHO VLASTNOSTI

S touto chemickou látkou se můžeme setkat v mnoha odvětvích, například v chemickém průmyslu. Jelikož slouží také jako dezinfekce, většina lidí si při jeho použití představí aquaparky, kde se používá k čištění vodních ploch. Jeho použití je v tomto směru široce rozšířené. Nese ale potenciál rizika úniku, které by mohlo ohrozit mnohdy velké množství osob. Dokáže být velice nebezpečnou látkou, proto při manipulaci a používání musí být dodržovány bezpečnostní opatření, aby se co nejvíce minimalizovalo nebezpečí pro lidské zdraví a životní prostředí.

Objev této chemické látky byl v druhé polovině osmnáctého století. Jeho produkce byla původně pouze v laboratořích, nicméně s průmyslovou revolucí se výroba rozšířila do velkých průmyslových zařízení. Díky tomuto přechodu byla umožněna masovější produkce a širší využití (Symptomy.cz, 2017).

Chlor je za normálních podmínek známý jako žlutozelený plyn s výrazným štiplavým zápachem. Je značně těžší než vzduch, se svou hustotou $3,22 \text{ kg/m}^3$ je dvaapůlkrát těžší. Umožňuje poměrně snadné zkapalnění. V kapalném stavu má lehce nažloutlou barvu. Výhodou suchého stavu této látky je nezpůsobování korozivního účinku, díky čemuž se tak může bezpečně skladovat a přepravovat pomocí železných tlakových lahví, cisteren nebo zásobníků. Jedná se o vysoce reaktivní prvek a velice snadno se slučuje s většinou prvků, kromě uhlíku, dusíku a kyslíku. Zvláště prudce reaguje s organickými látkami. (Polívka, Mika a Sabol, 2017).

Je ovšem reaktivní i s anorganickými látkami, v obou případech často dochází k uvolnění tepla. Dochází také ke snadnému sloučení s nekovy, zejména s fosforem. V některých případech může v kombinaci s hořlavými látkami vytvářet výbušné směsi, jedná se například o smíchání s vodíkem (MV-generální ředitelství HZS ČR, 2023).

Chlor dosahuje molární hmotnosti 71 g/mol a tvoří ho dvouatomové molekuly, díky čemuž je těžší než vzduch. Jeho fyzikální vlastnosti jsou uvedeny v Tabulka 2. Jeho chemické označení je Cl_2 a velmi často se vyskytuje ve sloučeninách s oxidačním číslem $-I$, ale je schopen existovat i v jiných oxidačních stavech. Dále se vyznačuje bělicími účinky. V kapalném stavu vykazuje silné korozivní účinky, při nízkých teplotách vytváří pevné hydráty, tento tepelný bod se nachází na hranici $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Pro uchovávání se používají ocelové nebo železné zásobníky, ve kterých musí být ovšem zbavený vody, aby se předešlo korodování.

Ve velkých městech bývá jednou z nejčastěji vyskytujících se nebezpečných chemických látek (Lhotka, 2012; HZS Jihomoravského Kraje, 2018).

Tabulka 2: Fyzikální vlastnosti chloru
(MV-generální ředitelství HZS ČR, 2023)

Chlor (Cl ₂)	
Bod varu	-34°C
Bod tání	-101°C
Hustota par	2,4
Tenze par	640 kPa/20°C
Relativní molekulová hmotnost	70,9

5.1 Vliv chloru na člověka

Nejenom že se jedná o intenzivně dráždivou látku, chlor má výrazný dusivý účinek. Díky jeho agresivitě na dýchací cesty způsobuje dráždivý kašel, krom toho dokáže podráždit oči a kůži (HZS Jihomoravského Kraje, 2018).

Pokud se mu vystavíme bez ochranných prostředků, působí silně dráždivě na sliznici, a při vysoké koncentraci způsobuje poleptání plicních tkání. Dráždí průdušky a poškozuje jejich stěny, dále způsobuje křečovitě stahy. Při inhalaci dochází k poškození plicních sklípků, což má za následek jejich naplňování krvním sérem. Následně dochází k edému neboli otoku plic, díky čemuž nedokáže orgán absorbovat kyslík a přichází udušení (Polívka, Mika a Sabol, 2017).

Edem ovšem nemusí nastat ihned, může nastat se zpožděným nástupem až dvou dnů, proto je vždy neodkladnou záležitostí vyšetření u lékaře i při mírné kontaminaci. Už v případě desetiminutové inhalace chloru v koncentraci 0,1 %, dochází ke smrtelné otravě touto nebezpečnou látkou. Plyn krom dýchacích cest velmi závažně leptá oči a dráždí kůži, na které způsobuje puchýře. Kontakt s kapalnou formou může vést k omrzlinám. Osoby postižené touto NL zažívají pálení a bolest všech zasažených částí, které chlor napadá (MV-generální ředitelství HZS ČR, 2023).

Dalším zdravotním problémem při intoxikaci může být zvýšený srdeční rytmus, který doprovází krátkodobě i vyšší krevní tlak, ten ovšem následně vystřídá náhlý pokles. Vyvolává poruchy srdečního rytmu. Rychle kolísavý krevní tlak může vést až k srdečnímu selhání. Kontaminovaná osoba je bledá a na kůži vykazuje symptom studeného potu. Při nižších koncentracích se nemusí tvořit puchýře, ale pouze zarudlá místa, které mohou být lehce vystouplé. Delší nechráněný pobyt v prostoru, ve kterém unikla tato látka, výrazně zvyšuje propuknutí zhoubných nemocí. Mezi tyto nemoci lze zařadit rakovinu tlustého střeva nebo močového měchýře (Symptomy.cz, ©2017).

5.2 První pomoc a ochrana

Jako základ první pomoci je dostat postiženého člověka na bezpečné místo a přerušit tak expozici s nebezpečnou chemikálií. Co nejdříve voláme ZZS, v nejlepší případě již během evakuace, pokud je na místě více osob, které mohou pomoci. Osobu uložíme na dobře větrané místo, ideální je čerstvý vzduch. Musíme zabezpečit především tělesný a duševní klid. Pokud je oděv těsný, uvolníme ho. Může nastat situace, kdy je oblečení znečištěné od NL, musíme tedy provést jeho odstranění a místo ihned důkladně opláchnout vodou. Dále na postižená místa použít sterilní obvaz. Jedním z hlavních pravidel je, zabránit kontaminované osobě v pohybu. K tomu nám může pomoci stabilizovaná poloha, která je většinou tou nejlepší volbou. V případě, kdy postižený upadne do bezvědomí, je nutné aplikovat umělé dýchání nebo kyslíkovou inhalaci, která je doporučena pomocí použití 1-2% roztoku, využívá se hydrogenuhličitanu sodného. Zasažení očí bývá velmi závažné, proto je vhodné promývat vodou nejméně 10 minut, pro bezpečnější výsledek se tento čas prodlužuje o polovinu na 15 minut. Při vymývání je nutné držet rukama víčka otevřená (MV-generální ředitelství HZS ČR, 2023).

K ochraně v kontaminovaném prostředí je nejúčinnější využití vzduchového izolačního dýchacího přístroje a použití speciálního ochranného obleku. Tyto prostředky umožňují nejlepší ochranu dýchacích cest a kůže. Jsou standardním vybavením zásahových jednotek. V případě nebezpečí hrozícího rizika otravy chlorem je nutné použít improvizované ochranné prostředky. Příklad takové ochrany nalezneme v Obrázek 1 na konci kapitoly. Těmi se můžou stát jakékoliv dostupné textilie, například použití trička nebo ručníku, který poslouží k ochraně před vdechnutím škodlivin. Zvýšeného efektu dosáhneme, pokud látku navlhčíme vodou s přídavkem jedlé sody (MV-generální ředitelství HZS ČR, 2023; Haddow, 2017)

Nejlepší možností je však co nejrychlejší opuštění kontaminovaného místa. Pokud byly postiženy dýchací cesty, je doporučeno nekonzumovat žádné tekutiny (Symptomy.cz, ©2017).

Chlor může vyvolat dráždivý kašel, na jeho zmírnění se může použít kodein. Rozhodně bychom měli co nejdříve kontaktovat tísňovou linku 150. Necítíme-li se dobře, je vhodné dodržovat klidový režim a uložení do tepla. Zasažená osoba by měla zůstat v klidu, až do úplného vymizení zdravotních obtíží, přičemž by jí měl být podáván nejlépe kyslík. Kontaminovanému jsou lékařem preventivně podány antibiotika (Symptomy.cz, ©2017).



Obrázek 1: Příklad improvizované ochrany (HZS, 2018)

6 HAVÁRIE S ÚNIKEM CHLORU

Již v předchozí kapitole jsme si vysvětlili, jak moc je chlor nebezpečný a představuje závažné riziko pro lidské zdraví a přírodu. Musí být dodržovány všechny bezpečnostní opatření. Maximalizujeme tak prevenci jeho úniku. K nehodám ovšem dochází každý den, proto není únik chloru výjimkou. Ať už se jedná o lidskou chybu nebo technickou závadu, ohrožení může být kritické s rozsáhlým poškozením. Prevencí může být kvalitní školení zaměstnanců, kontrola a monitorování míst, kde se tato látka uchovává, nebo pravidelná údržba.

6.1 Úniky chloru na území ČR

Na území České republiky došlo v minulosti k několika incidentům, při kterých unikl chlor, nebo bylo provedeno cvičení s únikem chloru:

- **Únik chloru v Ostrově**

Na Karlovarsku v Ostrově došlo 29. 2. 2024 k úniku chloru na základní škole, která se nachází na Masarykově ulici. NL unikla v technické místnosti školního plaveckého bazénu z poškozené skladovací nádoby. Celkem bylo na místo povoláno 5 jednotek HZS. Z bezpečnostních důvodů byl správce bazénu převezen do nemocnice, byla zde možnost, že se chemikálie nadýchal. Jelikož se látka nerozšířila do okolí, nemusela být evakuována vedlejší budova, ve které se nachází škola. Ta je s bazénem propojena chodbou. Podle mluvčího hasičů byly výpary identifikovány pouze v prostoru bazénu. Rozšíření látky zabránily vzduchotěsné dveře, které oddělují bazén od zbytku školních prostor, díky tomu mohli hasiči efektivně monitorovat situaci, zda se plyn nešířil. V následujících dvou dnech musel být prostor vodní plochy uzavřen, jelikož hasiči místo postupně odvětrávali (ČT 24, 2024).

- **Únik chloru v Plzni**

Ve čtvrtek 1.2.2024 došlo v Plzni k úniku chloru v jedné z budov výrobní firmy, což vedlo k evakuaci 80 lidí před příjezdem hasičských jednotek. Na místě nebyli žádní zranění, ovšem z preventivních důvodů dorazila i ZZS. Na místě havárie zasahovaly jednotky ze stanic Střed a Košutka, dále na místo dorazili specialisté z laboratoře v Třemošné. Mluvčí krajských hasičů Petr Poncar informoval média, že k úniku došlo v důsledku chemické reakce v místě, které bylo využíváno jako myčka. Zásah hasičů probíhal odvětráváním zasažených prostor.

Koncentrace se postupně snižovala, díky čemuž byla v 16:00 naměřená velmi nízká kontaminace v ovzduší. Celou událost vyšetřovala policie. V areálu mělo uniknout 80 litrů chloru (Doris Drienová, 2024; KRIMI-PLZEŇ, 2024).

- **Únik chloru v Karlových Varech**

K úniku NL došlo 9. 3. 2013 v bazénovém centru. Hasiči, kteří na místě zasahovali, byli ze Sokolova a Karlových Varů. Navíc na místo dorazila i jednotka z chemického závodu Sokolov. Mimořádná událost si žádala zásah HZS, ZZS i PČR. Po příjezdu na místo museli dokončit evakuaci. Následovala důkladná kontrola všech prostor, zda uvnitř někdo nezůstal. Chemikálie, podle průzkumu kontaminovaného místa, unikala v oblasti tobogánu. Hasiči na místě použili detekční přístroj GDA, kterým zkontrolovali koncentraci chloru v prostoru bazénu a nenašli žádné hodnoty, které by vykazovaly smrtelnou nebo nebezpečnou koncentraci. Díky slabému dešti byla NL eliminována ve venkovních prostorách. Vnitřní část byla odvětrána pomocí nucené ventilace. V době úniku se někteří návštěvníci začali cítit nevolně a projevovali symptomy, které jsou typické pro přiotrávení se chlorem. Mělo se jednat o silné štípaní očí, kašel a potíže s dýcháním. Někteří kontaminovaní hlásili i pocit na zvracení. Celkově bylo na místě ošetřeno 55 osob a téměř 30 jich bylo převezeno do nedaleké nemocnice. Zasaženy byly téměř 2/3 lidí ze 133 evakuovaných. K úniku došlo již podruhé během dvou týdnů (IDNES, 2013).

- **Únik chloru v Pardubicích**

V tomto případě se jednalo pouze o hasičské cvičení, při kterém mělo dojít 28. 6. 2012 k úniku chloru. Kontaminace chlorem byla způsobena vadným těsněním v propojení lahve s hlavním rozvodem NL. Incident se stal v 11:05. Na únik chemikálie měla zareagovat automatická čidla, která okamžitě, pomocí elektronické požární signalizace, vyhlásila poplach v plaveckém areálu. U cvičení mimořádné události zasahovala jednotka z Pardubic. Po příjezdu na místo si HZS převzala informace od obsluhy areálu, od které byla upozorněna na ztrátu dvou osob. Ihned byla vytyčena nebezpečná zóna. Hasiči vybaveni přetlakovými obleky šli prohledávat kontaminované prostory, zatímco další z jednotky připravili dekontaminační zónu. První ztracená osoba byla nalezena v šatně a druhá ve fitness centru. Průzkumná jednotka identifikovala místo, ze kterého chlor unikal a lahev zajistila.

V době cvičení bylo na místě pouze 32 osob, přičemž celková kapacita aquaparku byla 800. Taktické cvičení proškolovalo připravenost a schopnosti HZS rychle reagovat na potenciální nebezpečí ve veřejných zařízeních (Hzscr.cz, 2012).

6.2 Úniky ve světě

V této části se zaměřuji na nehody s únikem chloru v celosvětovém rozsahu:

- **Únik chloru ve městě Londýn**

Incident se stal ve středu 23. 3. 2022 v Olympijském parku královny Alžběty ve východní části hlavního města Spojeného království Velké Británie a Severního Irsku. Místní hasiči označili situaci za závažnou událost. Na místo bylo vysláno 13 posádek zdravotnické služby a speciální týmy pro zásahy v nebezpečných oblastech. Během mimořádné události muselo být z areálu evakuováno zhruba 200 osob, z čehož 29 bylo převezeno do místní nemocnice a 48 bylo ošetřeno na místě kvůli potížím s dýcháním. Záchranáři pracovali na odvětrávání zasažené oblasti. Ke kontaminaci mělo dojít po převzetí bazénové chemie firmou, která spravuje čistící zařízení. Okolí areálu bylo uzavřeno. Kvůli šíření jedovatých výparů byly obyvatelé přilehlých městských oblastí vyzváni k zavření oken a dveří (Apnews.com, 2022).

- **Únik chloru ve městě Akaba**

Masivní únik chloru, který se stal 27. 6. 2022 v Jordánském přístavu Akaba. K nehodě došlo při nakládání přepravní cisterny, která byla naplněna pětadvaceti tunami chloru. Během manipulace spadla na palubu lodi poté, co ji z kamionu zvedl jeřáb. Ihned po dopadu následoval výbuch a celou nákladní loď i část přístavu zalil žlutozelený dým. Následovala rychlá evakuace, zásah zdravotníku a chemického záchranného týmu. Mimořádná událost si v Jordánsku vyžádala 13 obětí a 251 lidí bylo zraněno. Vláda vyzvala obyvatele, aby zůstali doma a neotvírali okna ani dveře (idne.cz, 2022)

- **Únik chloru ve městě Provo**

Dne 30.6.2017 došlo ve vodním parku Seven Peaks v Provo, Utah, k úniku chloru. U několika návštěvníků vyvolal potíže s dýcháním a kašel, poté byl rychle identifikován. Chemikálie způsobila zdravotní komplikace u 12 osob, z čehož jedno kontaminované dítě muselo být převezeno do nemocnice. Přivolaní hasiči začali ihned s evakuací parku. Za únikem stál technický problém, který byl spojen s poruchou trysky způsobený počítačem na ovládání dávkování chemie (Dailymail.co.uk, 2017).

- **Únik chloru ve městě Pimpri-Chinchwad**

V indické oblasti Maharashtra došlo v úterý 10. 10. 2023 ke kontaminaci chlorem. K úniku došlo v městském bazénu Kasarwadi okolo deváté hodiny ráno. Na místo byli ihned zavoláni hasiči, kteří identifikovali únik chemikálie z lahve. Ta byla následně uzavřena a ponořena do bazénu. Okolí bazénu bylo uzavřeno a byla provedena evakuace. Zasaženi NL byly návštěvníci bazénu, ale i plavčíci. Po inhalaci si lidé stěžovali na nevolnost a kašel. Celkově bylo převezeno do místní nemocnice 16 lidí. Stav všech kontaminovaných byl následně stabilizován (Ndtv.com, 2023).

7 EVAKUACE A OCHRANNÁ OPATŘENÍ PŘI ÚNIKU CHLORU

Mezi stěžejní věc při úniku jakékoliv NL musíme zařadit ochranu obyvatelstva, které může být v důsledku kontaminace chemikálií ohroženo na životě. Vždy je nutné identifikovat zdroj kontaminace. Zjistíme tak jaké následky a rizika mohou mimořádnou událost doprovázet, což nám pomůže snížit zdravotní rizika.

K úniku může dojít z mnoha důvodů, je to komplexní problém, který může nastat během převozu. Příklad takové nehody jsem uvedl v předchozí kapitole, kde v Jordánském přístavu explodovala cisterna s chlorem a uvolnila do okolí masivní množství chemikálie. Takové situace přijdou vždy velmi rychle a je těžké se na ně připravit. Dále havárie v průmyslovém prostředí, které jsou způsobeny lidským faktorem, což může být špatnou manipulací nebo nedodržováním bezpečnosti. Důležité je brát v potaz i technické problémy a přírodní katastrofy. Jako zdroj úniku musíme zmínit i teroristické útoky, jelikož chlor byl v historii několikrát použit pro usmrcení nepřítelů. V první světové válce byl využíván jako bojový plyn a měl velmi destruktivní účinky. Proto je evakuace a ochranná opatření nedílnou součástí v případě ohrožení touto látkou (Hzscr.cz, 2024).

7.1 Evakuace

V rámci ochrany obyvatelstva je evakuace klíčovým nástrojem při mimořádných událostech. Lze ji definovat jako: „*souhrn opatření zabezpečujících přemístění osob, zvířat, předmětů kulturní hodnoty, technického zařízení, případně strojů a materiálů k zachování nutné výroby a nebezpečných látek z míst ohrožených mimořádnou událostí, která zajišťují pro evakované obyvatelstvo náhradní ubytování a stravování, pro zvířata ustájení a pro věci uskladnění.*“ (Pokorný, 2017, str. 235).

Dále evakuaci můžeme pojmenovat jako proces, který je systematicky připravován a organizován pro různé druhy možných scénářů. Díky předběžnému naplánování zaručuje rychlejší a efektivnější reakci na probíhající MU, může tedy snížit následná rizika týkající se zdraví lidí (Brehovská, 2016).

Opouštění prostoru se nejčastěji provádí z důvodu požárního poplachu. Postupuje se podle evakuačního plánu, který je předem připraven (Folwarczny, Pokorný, 2021).

K dělení evakuace můžeme přistupovat z různých úhlů, například ji lze rozdělit podle rozsahu:

- **Objektová evakuace** se vyznačuje zaměřením na konkrétní budovy nebo objekty, které mohou být tvořeny jednou budovou nebo komplexem více budov.
- **Plošná evakuace** je širší pojem, týká se celých územních celků. Mohou tak být zahrnuty celé městské části nebo regiony (Pokorný, 2017).

Z hlediska doby trvání lze rozdělit:

- **Krátkodobá** je na dobu kratší 24 hodin a nevyžaduje náhradní ubytování. V těchto situacích je nouzové přežití obvykle omezeno na poskytnutí základní pomoci, jako jsou deky, voda nebo bezpečné místo pro odpočinek.
- **Dlouhodobá** nastává ve chvíli, kdy obyvatelstvo musí opustit své trvalé bydliště nebo dané místo na dobu delší 24 hodin. V případě, kdy občané nemají přístup k alternativnímu ubytování u příbuzných nebo v jiné vlastněné nemovitosti, bude jim poskytnuto nouzové ubytování.

Dále může být dělena dle způsobu realizace:

- **Neřízená** neboli samovolná nastává v případech, kdy občané odchází z nebezpečného místa dobrovolně. Musí si také zajistit své vlastní náhradní ubytování. Zásadní krok pro koordinaci je informování orgánů o samovolné evakuaci.
- **Řízená** evakuace je během provádění koordinována odpovědnými orgány (Hzscr.cz, @2024).

7.1.1 Evakuační zavazadlo

V závislosti na povaze a rozsahu mimořádné události může být nouzové ubytování pro evakované osoby různě dlouhé, od několika hodin, dnů nebo týdnů. Vzhledem k tomu je nezbytné mít připravené evakuační zavazadlo, ve kterém budou sbalené všechny nezbytné osobní věci. Jako nejvhodnější se obvykle doporučuje použití batohu, který je praktický a snadno přenosný, cestovní tašku, která může pojmout větší množství věcí, nebo kufr. Je důležité, mít zavazadlo označené svým jménem, příjmením a kontaktní adresou, díky čemuž se usnadní identifikace pro navrácení zavazadla v případě jeho ztráty nebo záměny. Nezbytnou součástí by měly být krom osobních dokladů i pojistné smlouvy. Ty jsou zásadní pro identifikaci, dále peníze a cennosti.

Nedílnou součástí bývá telefon spolu s nabíječkou a rádio, abychom zůstali v kontaktu a mohli sledovat aktuální informace. Vždy je vhodné mít náhradní baterie, ať už do rádia nebo svítilny. Pokud užíváme pravidelně léky, musí být součástí zavazadla. Hygienické potřeby a toaletní papír jsou základem pro udržování hygieny. V neposlední řadě je vhodné mít připravené náhradní prádlo s oděvem, ale také obuv a ochranné prvky jako pláštěnku nebo spací pytel pro přenocování. Velice užitečnou součástí zavazadla je kapesní, případně švýcarský nůž, zapalovač nebo zápalky, miska na jídlo společně s příborem a šití. Nesmíme zapomenout na trvanlivé potraviny, vhodné jsou konzervy a samozřejmě pitná voda v dostatečném množství na jeden až tři dny (Hzscr.cz, @2024).

7.2 Zásady při úniku nebezpečných látek

Během úniku nebezpečné látky je velmi důležité dodržovat určité zásady, které nám během mimořádné události mohou pomoci snížit zdravotní rizika. Jedná se o zásady:

- **Odstup od místa havárie** – Pokud došlo k úniku nějaké chemikálie, nejvyšší koncentrace plynů a par je obvykle v oblasti, kde k úniku došlo. Množství nebezpečných látek postupně klesá směrem od místa nehody, bývá to ovšem ovlivněno i směrem a silou větru. Na návětrné straně je riziko minimální, zatímco na závětrné je naopak nejvyšší. Je důležité, aby lidé odolali zvědavosti a nepřibližovali se k místu havárie bez adekvátní ochrany dýchacích cest, jelikož existuje vysoké riziko otravy (Hzscr.cz, @2024c).
- **Místo ukrytí** – Ideálním místem pro úkryt jsou místnosti ve vyšších patrech budov, které se nacházejí na odvrácené straně směru šíření chemikálie. V těchto prostorách je menší pravděpodobnost, že by došlo k proniknutí NL. Jako méně vhodná místa se považují přízemní prostory a zvláště nevhodné jsou sklepy, jelikož řada látek je těžší než vzduch. Pokud se nacházíme během mimořádné situace venku, je nezbytné okamžitě požádat o ochranu v nejbližší dostupné budově. Naopak v případě, kdy se nacházíme doma, měli bychom zůstat a vyvarovat se vycházení ven. Žáci ve školách by měli následovat instrukce svých učitelů, kteří jsou vyškoleni, jak postupovat při těchto událostech (Hzscr.cz, @2024c).
- **Utěsnění úkrytu** – Místnost, která nám bude sloužit k ukrytí před nebezpečnou chemikálií, je vhodné pečlivě utěsnit. K utěsnění okenních a dveřních otvorů je doporučeno využít samolepící pásky a polyetylenové folie, které zamezí pronikání.

Pokud tyto prostředky nemáme, je vhodné ke snížení průniku látek do místnosti použít záclon nebo závěsů, které namočíme ve vodě nebo roztocích, jako je kombinace vody a běžně dostupné zaživací sody, kyseliny citrónové nebo octa. Zvláště důležité je zajistit, aby byla vypnuta a utěsněna ventilace. Může se jednat o klimatizace, digestoře nebo větrací systémy. Nesmíme zapomínat ani na klíčové dírky (Hzscr.cz, @2024c).

- **Zachování klidu** – Důležitou součástí je zachování klidu a rozvážného jednání v krizových situacích. Pokud člověk podlehne panice, může to vést k chaotickému jednání. Panika v takových případech zhoršuje situaci nejen pro jednotlivce, ale také pro okolí. V průběhu krize je důležité postupovat podle oficiálních pokynů sdělovacích prostředků. Rozšiřovat pouze ověřené a spolehlivé informace (Hzscr.cz, @2024c).
- **Anulování fyzické zátěže** – Vždy je vhodné vyvarovat se jakékoliv větší fyzické námaze v situacích, kdy je ve vzduchu přítomna NL. Doporučení je založeno na skutečnosti, kdy při zvýšené fyzické aktivitě dochází ke zvýšení množství spotřebovaného a inhalovaného vzduchu, což může vést ke zvětšení příjmu chemikálií do organismu. Pro porovnání, během minutové inhalace v klidovém stavu člověk inhaluje zhruba 3 litry vzduchu, zatímco při vysoké fyzické námaze je tato hodnota dvacetkrát vyšší. Navíc během použití improvizované ochrany může zvýšená fyzická námaha výrazně snížit účinnost a dobu, po kterou je možné tyto prostředky efektivně využívat (Hzscr.cz, @2024c).
- **Rozhlas a televize** – Poslouchání hromadných sdělovacích prostředků se stává nezbytným zejména po spuštění varovného signálu, který je zvukově charakterizován kolísavým tónem sirény trvajícím po dobu 140 sekund. Tato zvuková stopa může v případě potřeby být opakována až třikrát za sebou v třiminutových intervalech. Sledování sdělovacích prostředků může obyvatelům poskytnout detailní a aktuální informace ohledně mimořádné události (Hzscr.cz, @2024c).
- **Dekontaminace** – V případě vystavení NL je vhodné provést alespoň částečnou dekontaminaci. Ta bývá zásadní pro zmenšení zdravotních komplikací, které mohou vzniknout po kontaktu s chemikálií. K účinnému provedení musíme mít připravenou dostatečnou zásobu vody, která se používá k omývání. Vhodné je mít k dispozici dezinfekční nebo neutralizační roztok pro ošetření očí.

Jako příklad lze uvést použití borové vody. Pokud dojde ke kontaminaci těla, kdy osoba začíná pociťovat svědění nebo pálení pokožky, je nutné co nejdříve se osprchovat. Použití mýdla pomůže odstranit chemikálie z pokožky (Hzscr.cz, @2024c).

- **Improvizovaná ochrana** – Pokud nejsou dostupné profesionální prostředky, je vhodné použít takzvané improvizované ochranné prostředky. Jelikož jejich použití může zásadně přispět k ochraně zdraví. Je vhodné použít roztoky, které byly již uvedeny v předešlé části „Utěsnění úkrytu.“ Tyto roztoky mohou být použity pomocí savých a prodyšných tkanin jako improvizované respirátory. Pro ochranu povrchu těla je nutné mít připravené plastické sáčky, čepice, šály nebo kukly. Vhodné mohou být také oděvy do deště jako jsou pláštěnky. Holinky a gumové rukavice také poskytují zásadní ochranu. Všechny tyto věci mohou bránit přímému kontaktu, nebo ho alespoň snižují (Hzscr.cz, @2024c).
- **Pokyny IZS** – Nařízení a pokyny vydané složkami IZS jsou zásadní, jelikož vychází z profesionálních zkušeností a jsou navrženy tak, aby minimalizovaly dopady mimořádných událostí. Pokyny jsou nezbytné pro koordinaci a efektivní záchranu postižených osob. Napomáhají také s pocitem úlevy a bezpečí v kritických situacích (Hzscr.cz, @2024c).
- **Evakuace** – Tato zásada se zaměřuje na přípravu na evakuaci a nachystání evakuačního zavazadla, což je důležité pro organizované opuštění ohrožené oblasti. Jedna ze zásadních částí je udržení klidu a pokusem uklidnit ty, kteří jsou ve stresu. Postupovat s rozvahou a podle informací od IZS. Opuštění domova by mělo proběhnout pouze pokud jsme k tomu vyzváni složkami. Před odchodem z domu je nezbytné provést několik důležitých kroků, jako je uhašení veškerého otevřeného ohně, vypnutí všech spotřebičů s výjimkou chladniček a mrazniček. Velmi důležité je uzavřít hlavní přívod vody a plynu. Pro děti je vhodné vložení cedulky se jménem a adresou do kapsy oděvu. Nezapomenout na domácí zvířata. Při odchodu vždy uzamknout byt a dostavit se na určené evakuační místo. Pokud použijeme pro evakuaci vlastní vozidlo, musíme dodržovat pokyny složek IZS, které mají vyhotoveny trasy a postupy pro pohyb vozidel (Hzscr.cz, @2024c).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 KOUPALIŠTĚ LODÍN

Koupaliště se nachází v malé obci Lodín, která je součástí Královehradeckého kraje. Představuje populární rekreační zařízení, jehož přední a také vstupní část je znázorněna na Obrázek 2. Areál vyhledává každoročně velké množství Čechů, ale také i cizinců. Kombinuje různé typy bazénů a vedlejších doplňkových služeb, aby byl návštěvníkům dopřán co nejlepší zážitek. Na koupaliště je napojen Exclusive kemp s chatkami, místy pro karavany a stany, který poskytuje vyšší standard ubytování a byl nově otevřen pro loňskou sezónu 2023. Hned naproti se nachází Standard kemp. Před koupalištěm se nachází parkoviště. Celý tento komplex spadá pod Správu majetku a sportovních zařízení Lodín.



Obrázek 2: Budova koupaliště Lodín (vlastní)

Areál se neustále rozvíjí a inovuje, aby zlepšil služby pro své návštěvníky. Jedním z nedávných vylepšení je výstavba nové kolárny, která má řadu technologických inovací. Před dvěma roky byla vystavěna jako náhrada za původní prostor, ve kterém se mohla kola pouze zabezpečit zámekem u stojanu na kolo. Tento nově postavený objekt je oproti starému oplocený, což výrazně zvyšuje bezpečnost. Dále je vybaven solárními panely umístěnými na střeše, které nahradily starý systém ohřevu vody. Ten byl již málo efektivní a poruchový. S ohledem na bezpečnost byla nová kolárna vybavena moderním zabezpečovacím systémem, jelikož v minulosti často docházelo k případům odcizení jízdních kol. Bylo tedy rozhodnuto o zavedení vstupu na čip, který získáte na pokladně.

Tento systém umožňuje, že přístup do kolárny mají pouze návštěvníci, kteří obdrželi autorizovaný čip. Celý areál kolárny je pro dodatečnou bezpečnost monitorován také kamerovým systémem. Ten umožňuje neustálý dohled a záznam aktivit v daném prostoru.

Modernizace kamerového systému se také prováděla v oblasti bazénů. Nyní poskytuje rozšířené monitorování v důležitých částech komplexu. Systém můžeme vidět na Obrázek 3 a je strategicky umístěn, aby pokrýval nejen dojezdový bazén, ale i dětský a část středně hlubokého bazénu. Jelikož tyto části mají zvýšené riziko bezpečnostních incidentů.



Obrázek 3: Kamerový systém (vlastní)

Areál koupaliště může návštěvníkům nabídnout tři hlavní bazény, každý s jiným účelem a designem. Jako první uvedu dětské brouzdaliště, které je vybaveno malou žlutou skluzavkou. Předností je nízká hloubka, která je ideální pro nejmenší návštěvníky. Další vodní plochou je dojezdový bazén. Ten slouží pouze jako dopadová část pro velkou skluzavku obsahující dvě dráhy a tobogán, což jsou ideální atrakce poskytující adrenalinový zážitek pro starší děti a dospělé.

Velký bazén, který z nich je největší, se rozděluje do tří částí, z nichž každá část má různou hloubku, bazén začíná na hloubce 40 cm v nejmělké části. Zde jsou k rekreačním účelům masážní trysky. Ve střední části dosahuje hloubky 80 cm, kde jsou instalovány vířivky. Nejhlubší část bazénu má 160 cm a slouží částečně jako plavecká zóna a místo pro rekreaci. Část pro plavce je dále rozdělena, aby se oddělili rekreační a kondiční plavci. Bazény a areál koupaliště je znázorněn na Obrázek 4. Hloubky bazénů jsou z bezpečnostních důvodů vždy jasně označeny, aby se snížilo riziko nesprávného odhadu hloubky a předcházelo se tak nebezpečným situacím. Jelikož jsou bazény s přepadem, tak dominantou koupaliště je vždy čistá a průzračná voda. Velká část nečistot je vyplavována ven z bazénu, skrze rošty do kanálků vedle bazénů, voda je tak následně odkloněna do filtrace, která nečistoty zachytí. Samozřejmostí jsou protiskluzové obklady na okrajích všech bazénů. Vodní části a travnaté plochy jsou odděleny pro lepší hygienu sprchami s brodítky. Stejně tak se k bazénu nesmí nosit jakékoliv občerstvení nebo nápoje.

Jako doplňková sportovní aktivita můžou návštěvníci využít i písečné hřiště pro plážový volejbal.



Obrázek 4: Areál koupaliště (vlastní)

8.1 Lokalita koupaliště

Lodínské koupaliště nachází na jihozápadním okraji vesnice, která spadá pod okres Hradec Králové v Královéhradeckém kraji. Severně od koupaliště je parkoviště, které sousedí s obytnými částmi města, stejně tak jako východní část koupaliště. Na západní straně je kemp, který je spojen se sportovním hřištěm pro hraní míčových her, workout hřištěm a kioskem s občerstvením. Kemp je oddělen od koupaliště plotem a pozemní komunikací. Jižní část areálu sousedí s Exklusive campem, který odděluje plot. Areál nalezneme při sjezdu z pozemní komunikace 2. třídy číslo 32337, dále nás budou navádět informační cedule. Na Obrázek 5 je zobrazen areál koupaliště Lodín, který je na mapě vyznačen tyrkysovou barvou pro snadné identifikování rozsahu. Dále je na stejném obrázku vyznačena chlorovna pomocí zeleno-žluté barvy, která reprezentuje barvu chloru.



Obrázek 5: Lokalita Koupaliště (mapy.cz)

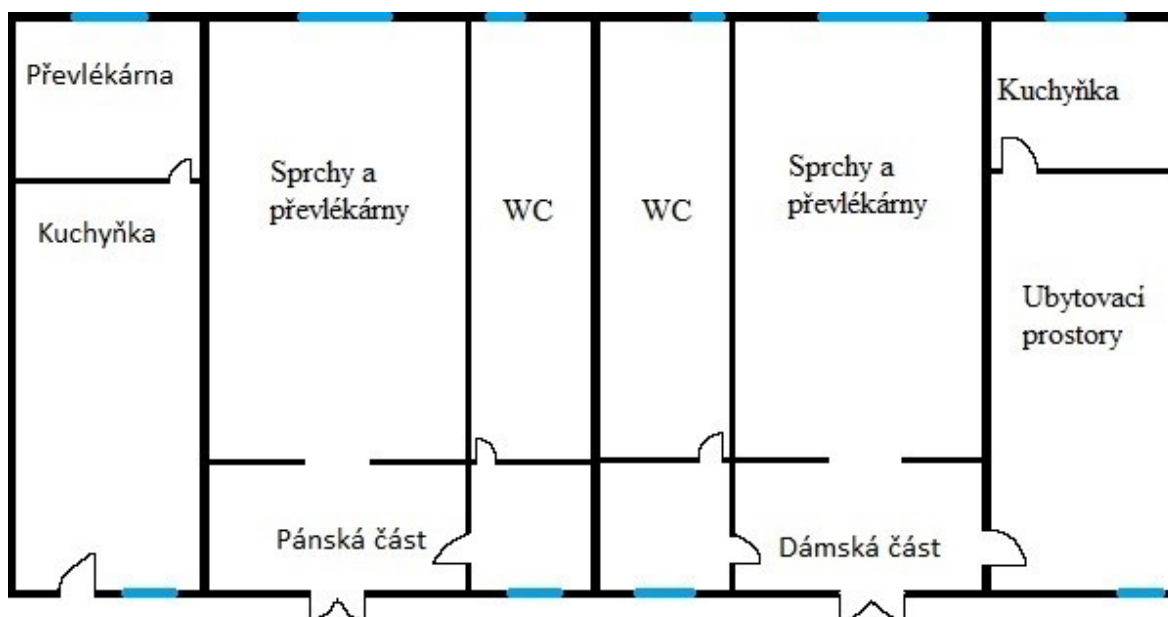
8.2 Popis objektů

Na koupališti se nachází jeden velký multifunkční objekt, který je ovšem rozdělen do tří hlavních částí. Všechny části mají své specifické účely a jsou různě využívány. Rozdělení můžeme vidět na Obrázek 6.



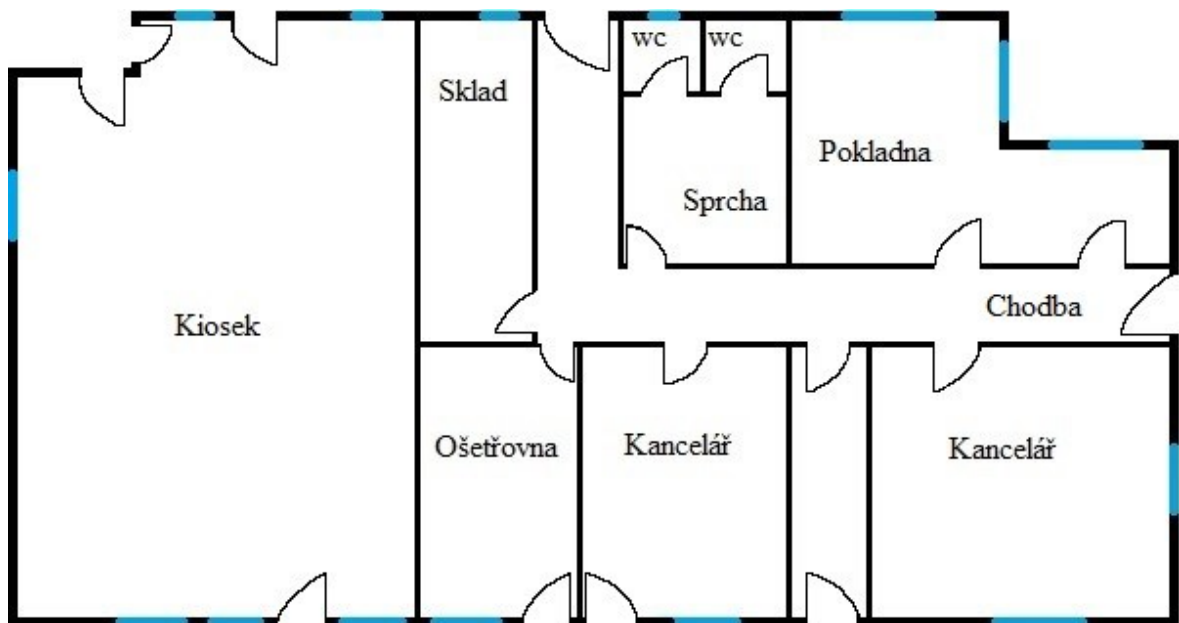
Obrázek 6: Rozložení objektu (Mapy.cz)

První část objektového komplexu je zaměřena především na poskytnutí základních hygienických a osobních potřeb, a to jak pro návštěvníky, tak i pro personál. Tato budova poskytuje dámské a pánské toalety. Kromě toho zde návštěvníci naleznou sprchy a převlékárny. Nedílnou součástí je kuchyňka určená výhradně pro personál, která je používána především k přípravě jídel a nápojů. Součástí je i ubytovací prostor pro plavčíky. Půdorys objektu naleznete na Obrázek 7.



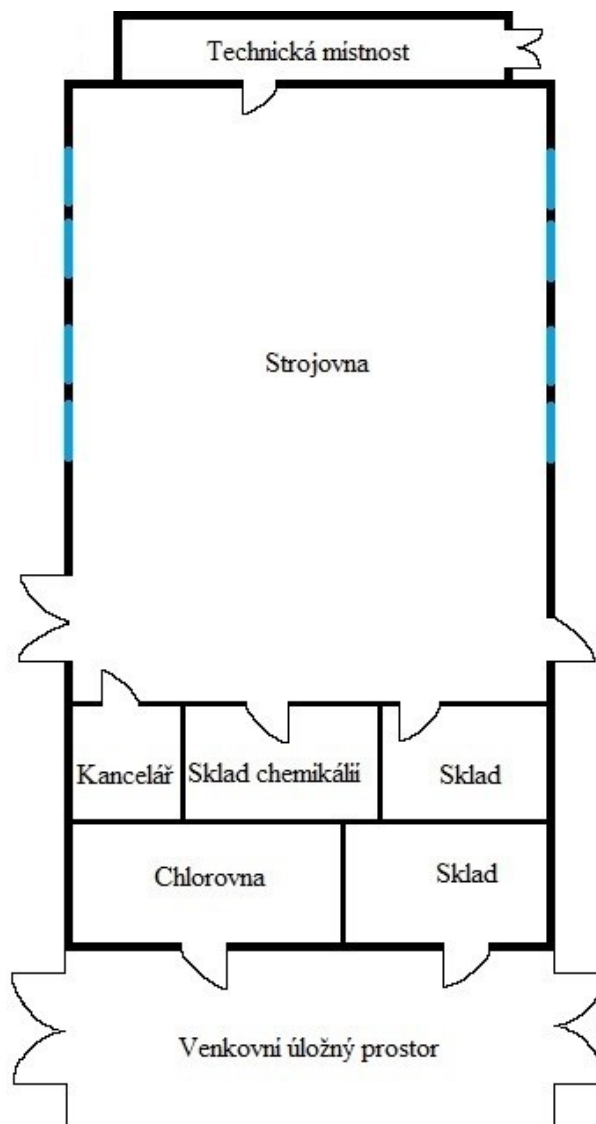
Obrázek 7: Půdorys budovy číslo 1 (vlastní)

Druhá budova je částečně administrativní, jelikož zde naleznete kanceláře. Využívá ji především personál. Její součástí je místnost pro ošetřování zranění návštěvníků, odkud lze areál i částečně sledovat pomocí kamer. Nachází se zde také pokladna a sklad. V neposlední řadě i WC a sprcha pro personál. Půdorys této budovy nalezneme na Obrázek 8. Tento objekt je taky částečně rozdělen, zbylá část je použita pro přípravu jídel návštěvníkům.



Obrázek 8: Půdorys budovy číslo 2 (vlastní)

Poslední část objektového komplexu je technická část. Nalezneme v ní technickou místnost a strojovnu, která je nezbytná pro údržbu a provoz všech částí koupaliště. Nachází se zde filtrační systém pro všechny bazény. Dále je součástí objektu chlorovna, kde se uskladňuje chlor, který je nedílnou součástí pro údržbu vody. V neposlední řadě zde najdeme i uskladněné další chemikálie, jež se používají při běžném provozu. Kromě skladu chemikálií se zde nachází také malá kancelář určená pro personál strojovny. Dále jsou zde dvě další skladovací místnosti, které slouží pro uložení různého vybavení a náhradních dílů důležitých pro pravidelnou údržbu a rychlé opravy. Na Obrázek 9 jež se nachází na další stránce nalezneme půdorys budovy. Její součástí je i oplocený, částečně zastřešený prostor, který je využíván především jako úložný.



Obrázek 9: Půdorys budovy číslo 3 (vlastní)

Tato budova, podobně jako druhá budova, je určena výhradně pro personál. Přístup do těchto prostor je striktně omezen pouze na personál, což zahrnuje technický personál a administrativní pracovníky. Zákaz vstupu je označen na vstupních dveřích.

8.3 Chlorovna

Chlorovna se nachází v budově, kterou jsem označil číslem 3 a můžeme ji spatřit již na Obrázek 9. Do místnosti s NL je možné vstoupit pouze z venkovní části areálu skrz venkovní úložný prostor. Označení chlorovny nalezneme na tabulce, která je připevněna na dveřích a poskytuje jasné informace, že se zde nachází nebezpečná chemikálie. Vstup do chlorovny můžeme vidět na Obrázek 10.



Obrázek 10: Vstup do chlorovny (vlastní)

Vedle dveří se nachází odvětrávací mechanismus, který je vyústěn nad střechu. Z bezpečnostních důvodů se musí vždy spustit před vstupem do místnosti. U tohoto větracího systému je nutné každých 14 dní provádět kontrolu o jejíž vykonání se stará odpovědný pracovník. Ten ji následně zapíše do provozního deníku. Důležité je, aby teplota v místnosti nepřesahovala 35 °C, a naopak nepoklesla pod 10 °C, tyto hranice mají negativní vliv na odpařování chloru z lahví. Lahve, ve kterých je uložena NL, jsou bezešvé s patkou, závěrnou maticí a ochranným kloboučkem. V chlorovně je doporučeno udržovat teplotu mezi 20 až 25 °C (Korbel, 2023).

Místo pro uskladnění je konstruováno tak, aby odolalo vnějším vlivům počasí a udržovalo teplotu v rozmezí 35 až 10 °C. Pro snížení teploty v provozních měsících, kdy je koupaliště otevřené, je podstatné, že chlorovna nemá okna a je tudíž zabráněno nadměrnému zahřívání místnosti od slunečního světla. Dále tomu napomáhá stříška, která je upevněna nad dveřmi a zachytává tak část záření.

Pravidla uskladnění tlakových nádob s chlorem jsou nastavena na koupališti Lodín tak, že na pravé části místnosti se nachází plné lahve. V zadní části místnosti je ukotvena ta, ze které je odčerpáván chlor pro dezinfekci vody v bazénech. Na levé straně jsou pak uskladněny ty, co byly již využity a jsou prázdné. Rozložení lahví můžeme spatřit na Obrázek 11.



Obrázek 11: Chlorovna s tlakovými lahvemi (vlastní)

Všechny lahve mají nějakou bezpečnostní oporu, která se liší, zda jsou v provozu nebo ne. Nádoby, ze kterých není odčerpáván chlor, jsou z preventivních důvodů zabezpečeny ocelovým řetězem, aby se zabránilo jejich převržení. Při aktivním využívání je bezpečnostní zajištění nádob sofistikovanější a zároveň poskytuje vyšší stabilitu než standardní řetězy. Poskytuje tak vyšší oporu v situaci, kdyby došlo k vyvinutí vnějšího tlaku na nádobu.

Zásoba chloru na koupališti Lodín je 165 kg, které jsou rozděleny do tří tlakových lahví. Každá má kapacitu 65 kg NL. Tyto nádoby jsou z bezpečnostních důvodů standardně naplněny do výše 80 % svého objemu při teplotě 20 °C, to dopovídá 52 kg chloru. Musíme brát v úvahu, že se objem chloru se zvýšením teploty zvětšuje. Při teplotě 40 °C vystoupá na 93% kapacity nádoby, což představuje 60,45 kg. Kritická hodnota nastává při nárůstu teploty na 64 °C, kdy dochází k zaplnění celého objemu nádoby a hrozí tak vznik trhlin.

Na aktivní lahev je instalován podtlakový regulátor JESCO, který je zásadní pro udržování tlaku v nádobě na optimální úrovni. Odfuk z podtlakového regulátoru je sveden do panelu s aktivním uhlím. (Korbel, 2023).

Stěny chlorovny jsou částečně obloženy, díky čemuž je místnost odolnější proti vnějším vlivům. To napomáhá v udržení stabilnější vnitřní teplotě. Zadní část dveří je oplechovaná. Jelikož je koupaliště v provozu pouze v letních měsících, vytápění zde není instalováno. Do místnosti je přiváděn čerstvý vzduch pomocí větrací mřížky, která se nachází u stropu. Jako detektor pro signalizaci nepřijatelného množství chloru v ovzduší je instalován analyzátor ASIN ACU, který je zobrazen na Obrázek 12. Analyzátor bývá vždy před sezónou kalibrován.



Obrázek 12: Detektor chloru (vlastní)

9 EVAKUACE KOUPALIŠTĚ

Během náhlého úniku chloru nebo požáru by byla využita evakuační cesta, která je navržena tak, aby zajistila rychlý a bezpečný odsun všech návštěvníků v případě kritické situace. Hlavní evakuační trasa je strategicky orientována směrem ke vstupní bráně areálu. Pokud by bylo nutné rychlé opuštění areálu funguje brána jako hlavní únikový východ. Tato brána by byla plně otevřena pracovníkem koupaliště, aby umožnila co nejplynulejší a nejrychlejší průchod osobám, které opouštějí areál koupaliště. Při plném otevření je průchod široký 4,75 metru. Nesmí před ním parkovat žádné vozidlo, jelikož prostor je určen pro IZS. Klíčovou roli během evakuace hraje zaškolený personál pracoviště, jelikož je připraven vést evakuaci, která může probíhat různými směry v závislosti na povětrnostních podmínkách. Na koupališti se proto nachází dva hlavní nouzové východy. Jako příležitostný nouzový východ by mohla být využita i branka, která se nachází na jihovýchodní části objektu. Možná průchodnost by ovšem byla omezena, jelikož měří pouze 1,3 metru, ovšem vedle ní se nově nachází i přístupový celotělový turniket, který by kapacitu navýšil. Sekundární brána pro evakuaci je zobrazena na Obrázek 13, která má šířku 3,2 metru.



Obrázek 13: Nouzový východ (vlastní)

Rozděleno je také vyhlásování poplachu, které se dělí do tří různých stupňů:

- První stupeň – kontaminován byla pouze chlorovna.
- Druhý stupeň – postihnut byl celý areál koupaliště.
- Třetí stupeň – chlor by se rozšířil krom celého areálu i do přilehlého okolí

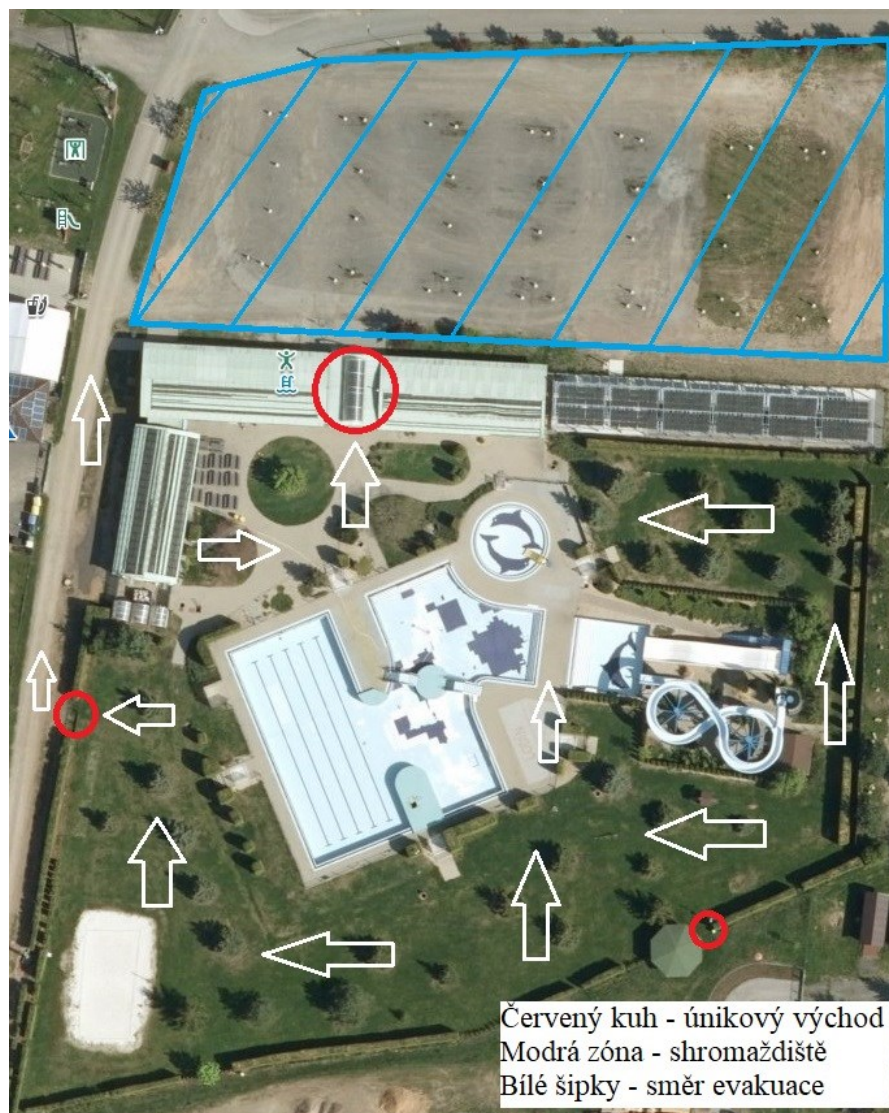
Ohlašování na koupališti by probíhalo hlasem. Jako podpůrný systém by tomu mohl pomoci také rozhlas na koupališti, bohužel k tomu není primárně určen.

V různých stupních poplachu se také kontaktují různé osoby a složky. Během prvního stupně se kontaktuje telefonem pouze vedoucí provozu. Druhý stupeň nařizuje oznámení HZS Hradec Králové. Ve třetím stupni se také kontaktuje telefonicky HZS Hradec králové. Pokud dojde k vyhlášení poplachu nižšího stupně, je automaticky vyhlášena pohotovost vyššího stupně.

Nezaškoleným osobám, včetně návštěvníků by byly sděleny po vyhlášení poplachu důležité informace. Tyto osoby by během krizové situace následovaly příkazy vedoucího akce, což by v danou chvíli mohl být ředitel koupaliště nebo zaškolený pracovník strojovery, kteří mají za úkol koordinovat evakuaci a napomáhat v komunikaci během úniku NL. Návštěvníci by během evakuace následně směřovali na předem určené shromaždiště, které by bylo určeno podle aktuálního směru větru. K určení směru větru by pomohla větrná směrovka, která se nachází před budovou číslo 3. Díky ní určíme, zda místo, na které se budeme evakuovat, takzvané „shromaždiště,“ bude v prostoru severně nebo jižně od koupaliště. Parkoviště, které se nachází severně od areálu je využíváno jako hlavní shromaždiště. Využívá se primárně během požárního poplachu. V případě chlorového poplachu by ovšem mohlo být vyhodnoceno jako nevhodné. Může umožnit shromáždění velkého počtu osob, díky jeho velké kapacitě. Ovšem v letních měsících, kdy je koupaliště ve velké míře zaplněno, by mohla zaparkovaná auta vytvářet komplikace s evakuací návštěvníků.

9.1 Výpočet evakuace

Během průměrného oblačného dne by se v areálu koupaliště mohlo nacházet zhruba 420 návštěvníků, což odpovídá obvyklému počtu osob, kdy není tropický den. Tento počet návštěvníků jsem zvolil pro stanovení doby evakuace. Simulace byla provedena s předpokladem, že všichni návštěvníci opouštějí areál hlavní bránou, která má šířku 4,75 metru. Provedený výpočet zjistil, že doba evakuace celého areálu koupaliště by trvala 255 sekund. V případě, pokud by se použil boční únikový východ, by byl čas evakuace 300 sekund.



Obrázek 14: Evakuační trasy (Mapy.cz)

Na Obrázek 14 můžeme vidět evakuační trasy, které jsou směřovány na shromaždiště před areálem koupaliště. Těmito trasami by probíhala standartní evakuace návštěvníků.

10 MODELOVÁNÍ V NÁSTROJI TEREX

System nabízí komplexní nástroj pro hodnocení rizik spojených s únikem nebezpečných látek. Krom těchto látek může vyhodnocovat také výbušniny. V jeho databázi je zahrnuta velmi rozsáhlá řada chemikálií. Bývá tak zásadní pro rychlé reakce v krizových situacích. Díky systému lze na látky adekvátně reagovat, jelikož obsahuje krom první pomoci i metody dekontaminace. Program dokáže modelovat a simulovat mimořádné události. V neposlední řadě je vhodným pomocníkem při cvičeních. Využít ho tak mohou složky IZS nebo podniky. Nicméně je tento systém cenným nástrojem i pro vzdělání (Tsoft.cz, 2017).

TerEx neboli teroristický expert, jsem si vybral pro modelování úniku chloru na koupališti Lodín. Jedná se o software, který jsem měl možnost používat již během svého studia na fakultě logistiky a krizového řízení v Uherském Hradišti. Jelikož jsem s ním byl spokojen, rozhodl jsem se ho využít i v mé bakalářské práci, díky předešlým pozitivním zkušenostem. Jedná se o uživatelsky přívětivé a efektivní prostředí. Další možností byl software Aloha. Ten je dostupný zdarma, ale po krátkém uvážení jsem se rozhodl zůstat u systému, který mi byl pro poskytnutí přesných výstupů bližší.

Během modelové situace v programu TerEx použiji 52kg množství chloru, které odpovídá jedné plné lahvi. Informace o počasí jsem použil z archivu počasí na stránce in-poaci.cz, ze dne 20. 8. 2023 v 15:00. Kdy byla rychlost jihozápadního větru v odpoledních hodinách stabilní 3 km/h a jasno až polojasno. Jedná se o jednorázový únik plynu do oblaku, takzvaný „PUFF“. Vstupní parametry vložené do programu:

- Látka: chlor.
- Množství uniklé látky: 52 kg.
- Rychlost větru ve výšce 10 m: 1,86 m/s.
- Doba vzniku: Den – léto.
- Typ atmosférické stálosti: Konvekce – velmi nestabilní.
- Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina.

Vkládané informace do programu můžeme vidět na Obrázek 15.

Událost Zavřít

Vypočítat

Volba havarijního modelu a látky

Havarijní model
PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku

Látka
chlor

Parametry havarijního modelu

Uniklé množství (min 1, max 50000000)
52 kg

Rychlost větru (min 1, max 10)
1,86 m/s

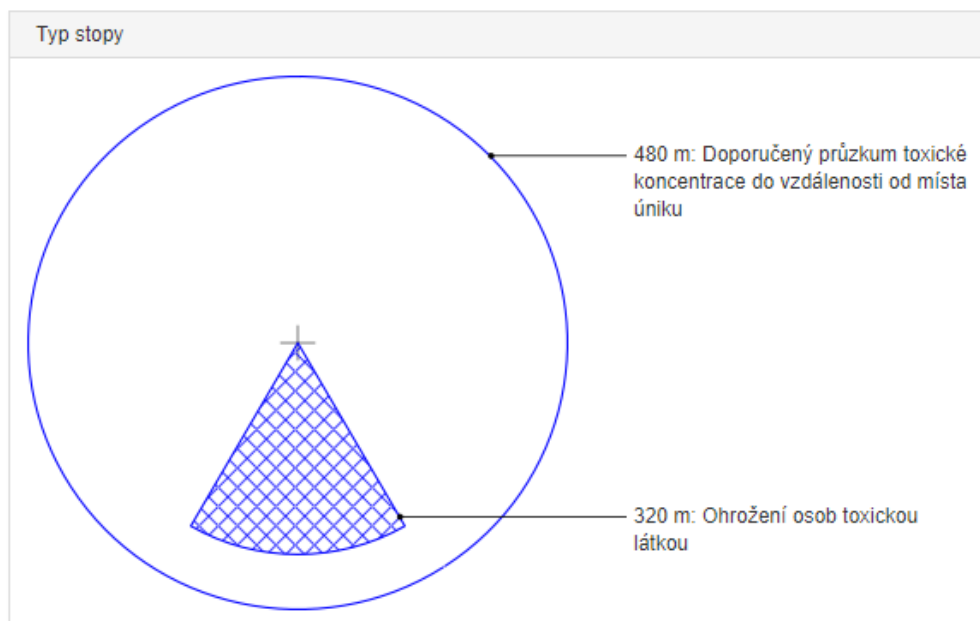
Zataženo
25 %

Doba vzniku
Den - léto

Povrch
Obytná krajina

Obrázek 15: Vkládaná data do programu TerEx (vlastní)

TerEx v rámci modelové havárie úniku chloru provedl výpočty, které vyhodnotili ohrožení osob touto chemickou látkou ve vzdálenosti 320 metrů od místa úniku, což je znázorněno výšečí v kruhu na Obrázek 16. Pokud by NL unikla z plné lahve v chlorovně, mohla by koncentrace ve vzduchu dosahovat až $28,78 \text{ mg/m}^3$, při úniku 52 kg.



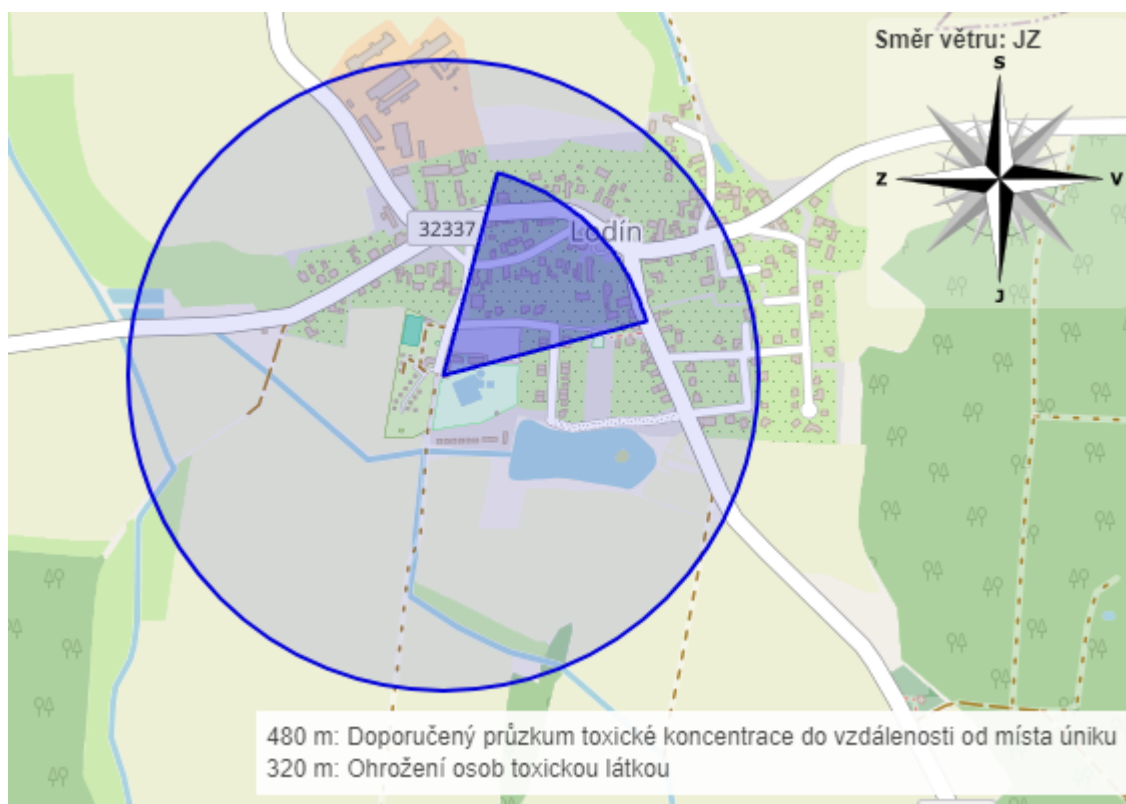
Obrázek 16: Rozsah úniku NL (vlastní)

Doporučená evakuace by měla být do vzdálenosti 320 metrů. Systém dále vyhodnotil v kontextu širšího ohrožení doporučený průzkum toxické koncentrace ve vzdálenosti 480 metrů od místa incidentu, což označuje modrá kružnice na Obrázek 16. V této zóně by mohla být naměřena koncentrace $8,85 \text{ mg/m}^3$. Celkový výsledek výpočtu můžeme vidět na Obrázek 17.

Výsledek výpočtu
Ohrožení osob toxickou látkou 320 m [Koncentrace: 28,78 mg/m ³]
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 480 m [Koncentrace: 8,85 mg/m ³]
Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire

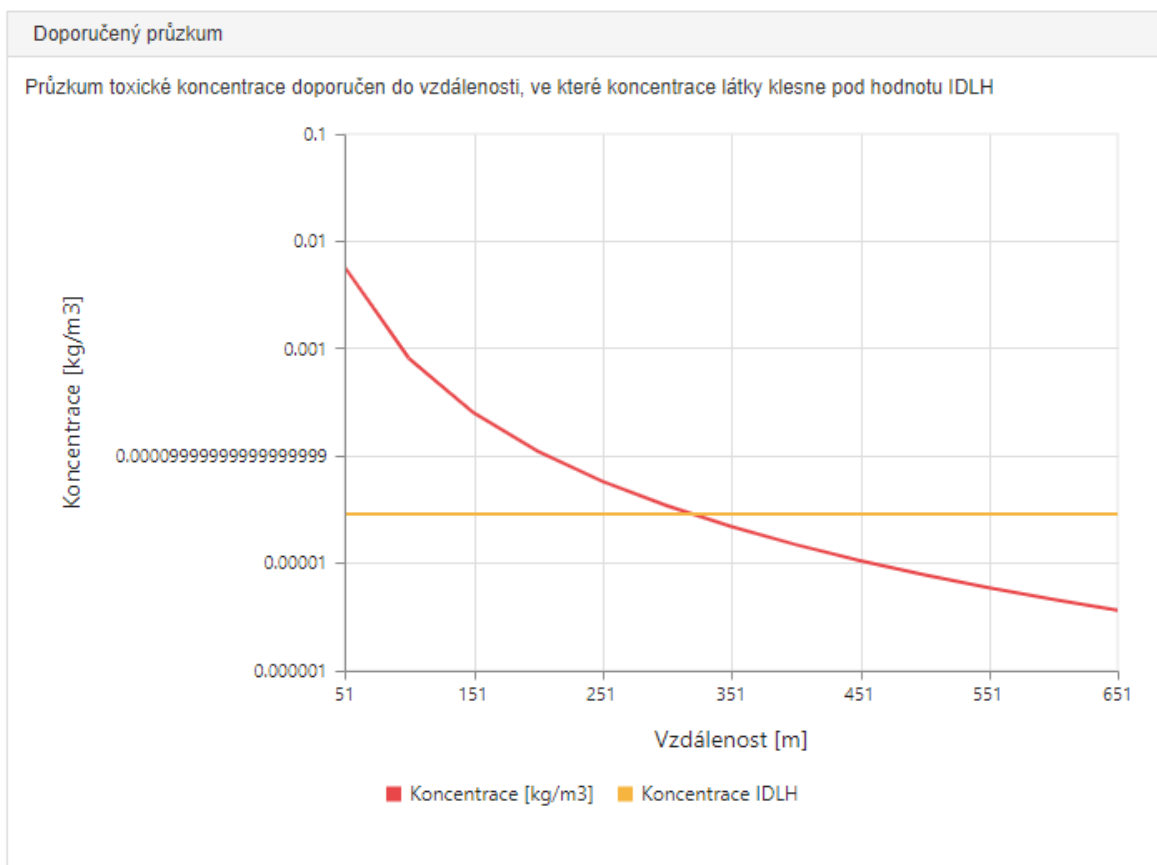
Obrázek 17: Výsledek výpočtu Terex (vlastní)

Na Obrázek 18 můžeme vidět rozsah modelové situace na malou vesnici Lodín v případě, že by došlo k úniku jedné z lahvů bazénové dezinfekce. Směr větru byl v den 20. srpna 2023 jihozápadní.



Obrázek 18: Únik chloru vyznačený na mapě (vlastní)

Informace zobrazené v grafu můžeme vidět na Obrázek 19, kde je zobrazena závislost koncentrace toxické látky na vzdálenosti od místa incidentu. Osa X zobrazuje vzdálenost v metrech a začíná na 51 metrech. Zatímco osa Y udává koncentraci v kilogramech na metr kubický. Žlutá čára znázorňuje hodnotu IDHL (Immediately Dangerous to Life or Health), tato hodnota představuje hranici koncentrace, která je člověku nebezpečná. Dávka nemusí být nutně smrtelná, ale může poškodit zdraví. Této hodnotě bychom se neměli vystavovat na delší dobu, než je 30 minut. Červená křivka popisuje množství NL v závislosti na vzdálenosti. Na grafu dále vidíme, že koncentrace rychle klesá s rostoucím vzdalováním od zdroje. Bod, kde se protínají obě křivky, je vzdálenost, kde množství toxické látky klesá pod úroveň IDLH. Tato hodnota je považována za relativně bezpečnou. V našem případě se jedná o vzdálenost minimálně 320 metrů. V případě chloru je kritickou hodnotou 29 mg/m³. Pro porovnání uvedu limit přípustného množství v ovzduší pracovišť, což je hodnota 1,5 mg/m³ (Cdc.gov, 2017).



Obrázek 19: Graf koncentrace chloru (vlastní)

10.1 Vzdálenost ohrožení

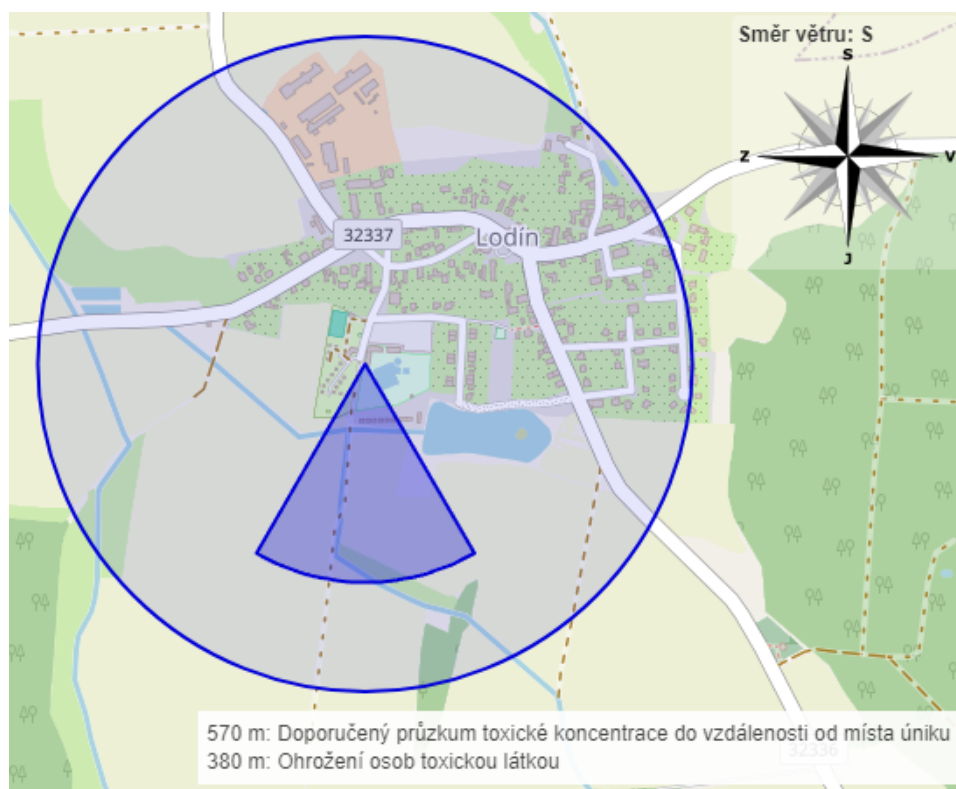
Využil jsem software TerEx k provedení analýzy, jak velký rozsah by měl únik NL na koupališti Lodín. Analyzoval jsem scénáře s různými možnostmi uniklé látky, od menších úniků až po maximální množství, které je v chlorovně uskladněno. Během modelování jsem zohlednil i proměnlivé podmínky větru a vytvořil jsem tři specifické rychlosti. První scénář předpokládá s rychlostí 1,86 m/s, která odpovídá meteorologickým podmínkám zaznamenaným ze dne 20. srpna 2023, jež jsem využil během modelování, což můžeme vidět na Obrázek 15. Druhý scénář byl použit s větrnými podmínkami o rychlosti 5 m/s. Nejvyšší rychlost byla použita v poslední sadě měření, kde vítr dosáhl 8 m/s. Výsledky jsou uvedeny v Tabulka 3. Celkově tak můžeme lépe zhodnotit, jak rychlejší proudění vzduchu ovlivňuje potenciál a velikost zasažené oblasti nebezpečnou chemikálií.

Tabulka 3: Komparace rozsahu šíření chloru (vlastní)

Únik chloru na koupališti Lodín						
Množství (kg)	Rychlost větru					
	1,86 m/s	5 m/s	8 m/s	1,86 m/s	5 m/s	8 m/s
	Evakuace do vzdálenosti (m)			Doporučený průzkum toxicity (m)		
5	143	149	207	214	224	310
10	181	193	267	272	290	400
15	208	225	310	312	338	465
20	230	250	344	345	375	516
25	248	272	374	372	408	561
30	265	291	399	398	436	598
35	279	308	423	418	462	634
40	292	324	444	438	486	666
45	304	338	463	456	507	694
50	315	352	482	472	528	723
60	336	376	515	504	564	772
70	354	398	545	531	597	818
80	371	419	572	556	628	858
90	386	437	597	579	656	896
100	400	455	620	600	682	930
125	432	494	673	648	741	1010
150	460	529	719	690	794	1078
165	475	548	745	712	822	1118

10.2 Hypotetický scénář

Chlor může uniknout během provozu koupaliště za jakýchkoliv povětrnostních podmínek. Nehody s únikem této chemikálie mohou nastat různých příčin, ať už se jedná o zanedbání údržby, špatná manipulace nebo poruchy na zařízeních, které s chlorem pracují. Šíření může být ovlivněno směrem a rychlostí větru. Proto jsem se rozhodl vymodelovat situaci, ve které by došlo k úniku NL během severního větru. Vkládané informace do programu TerEx jsou shodné s předchozím modelováním, až na jednu podstatnou informaci a to povrch, jelikož se jedná převážně o zemědělská pole, byla v programu použita možnost „zemědělská krajina.“ Zbylé informace můžeme vidět na obrázku 13. Díky tomuto scénáři můžeme na Obrázek 20 vidět a lépe pochopit, jak důležitou roli hraje vítr a typ krajiny při úniku NL v obci Lodín. Během této simulace dosahoval rychlosti 1,86 m/s, přičemž do ovzduší bylo vypuštěno 52 kg chemikálie.



Obrázek 20: Únik chloru vyznačený na mapě (vlastní)

V tomto případě došlo k nárůstu evakuované vzdálenosti z důvodu změny obydlené oblasti za převážně zemědělskou půdu. Tento vliv změnil rozsah požadované evakuace na 380 metrů. Doporučený průzkum toxické koncentrace vzrostl na 570 metrů.

11 ZHODNOCENÍ MODELOVÁNÍ

Pokud by došlo dne 20. srpna 2023 k úniku 52 kg chloru, v areálu koupaliště k úniku, během jihozápadního větru, mělo by to pro obyvatelstvo velmi vážné následky. Rozsah kontaminované oblasti je znázorněna na Obrázek 18. Tento scénář ukazuje, jak by se chlor rozšířil. V tomto případě by došlo k ohrožení osob toxickou látkou ve vzdálenosti 320 metrů od místa vzniku. V důsledku tohoto úniku by došlo k zasažení 29 rodinných domů. To představuje vážné riziko pro mnoho rodin žijících v blízkosti. Přímo v areálu by byl zasažen celý komplex tří budov koupaliště. Zasažení by se nevyhnula ani místní prodejna s potravinami a jedna ze dvou autobusových zastávek, což by mohlo ztížit dopravu v oblasti. Částečně by bylo zasaženo i dětské hřiště, kde by si v letních měsících s velkou pravděpodobností mohly hrát děti. I pouze částečné zasažení takového místa představuje bezpečnostní riziko pro zdraví a bezpečnost dětí. Je proto nutné mít vždy připraveny efektivní systémy varování, aby bylo možné rychle reagovat na podobné události. V případě úniku být připraven a minimalizovat jeho následky. Oblast s doporučeným průzkumem toxické koncentrace je 480 metrů od místa úniku. Tento rozsah pokrývá celkově 99 rodinných domů v obci. Dále pak kemp, který se rozděluje na dvě části, ale obě se nachází v bezprostřední blízkosti koupaliště. Nachází se zde 29 chat, které jsou během sezóny většinou obsazené. Mnoho lidí se zde nachází i ve stanech a karavanech.

Méně závažná varianta na důsledků z bezpečnostního hlediska, by mohla nastat ve chvíli, pokud bude převládat severní vítr. Taková varianta je vyobrazena na Obrázek 20 a představuje nejméně rizikový scénář oproti jakémukoliv jinému směru větru. V tomto případě by byla kontaminována budova číslo 3, kterou můžeme vidět na Obrázek 6, kde se nachází chlorovna. Na rozdíl od předchozího scénáře by tentokrát byla zasažena zhruba jedna čtvrtina koupaliště a šest nových chat, před kterými mohou parkovat karavany. Dále se za kempem nachází pouze otevřená krajina s poli a mělkým potokem, díky čemuž by kontaminované oblasti byly převážně neobydlené. To by značně snížilo riziko pro lidské zdraví, ve srovnání s možným únikem, který by zasáhl obec. V tomto scénáři ovšem převažuje velikost evakuované oblasti o 60 metrů a vzrostl i doporučený průzkum toxické koncentrace o 90 metrů.

12 NÁVRHY VYLEPŠENÍ

Pro zdokonalení a zvýšení bezpečnostních opatření na koupališti Lodín bych navrhol instalaci dalšího detektoru chloru v rámci zvýšení standardu zabezpečení. Z důvodu, že tato NL je nedílnou součástí areálu. Tento nový detektor bych umístil z venkovní části vedle dveří chlorovny, což by byla další lokalita, kam by se uniklý chlor šířil. Je to tedy strategické místo pro umístění přístroje, protože jakýkoliv unikající chlor by jako další kontaminoval oblast přímo u vchodu do místnosti. Nedošlo by tak k nevědomému úniku v případě, kdy by došlo k poruše na analyzátoru ve vnitřních prostorách. V tomto případě by se ovšem musel použít jiný detektor, který je konstruován do venkovního prostředí. Jako možnou variantu bychom mohli použít analyzátor EVIKON E2608-CL2-230, který můžeme spatřit na Obrázek 21. Měl by být umístěn zhruba 15 centimetrů od země. Díky odolnosti IP65 je dostatečně chráněn a může tak být použit ve venkovním prostředí.

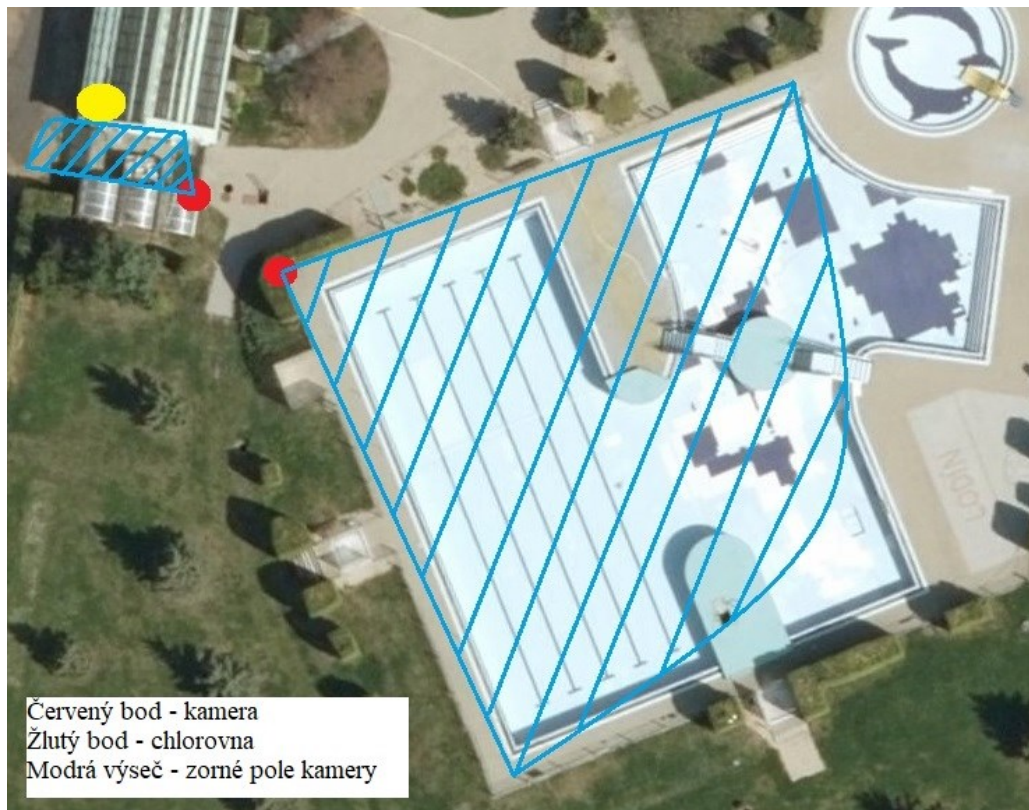


Obrázek 21: Detektor chloru
EVIKON (bola.cz, 2024)

Druhý návrh zlepšení je v oblasti monitoringu koupaliště. Jednalo by se o rozšíření stávajícího kamerového systému o dvě další kamery, které by pokryly klíčové oblasti areálu. První kamera by, dle mého názoru, měla být instalována na sloupku brány naproti budově 3. Rozdělení budov můžeme vidět na Obrázek 6. Zorné pole by bylo specificky zaměřeno na vstup do chlorovny, díky čemuž bychom mohli zajistit monitorování místa před skladem s chemikálií. Návrh umístění můžeme vidět na Obrázek 22. Kamera by také poskytla vizuální informace v případě havarijní situace, během úniku chloru a poskytla by tak záznam, zda v místě před havárií nebyla nepověřená osoba.

Druhá kamera by mohla být umístěna pro monitoring plaveckého bazénu. Tímto umístěním bychom pokryli oblast, kde se shromažďuje většina návštěvníků.

Kamery bychom propojili s centrálním monitorovacím systémem, díky čemuž by došlo ke zvýšení bezpečnosti na koupališti. Obě kamery by mohly poskytnout záznamy v případě řešení jakýchkoliv incidentů, které se v jejich zorném poli staly.



Obrázek 22: Návrh umístění bezpečnostních kamer (Mapy.cz)

Kamery, které bych doporučil, jsou z kamerového systému NVR2CHV5S-B smart. Díky širokému úhlu záběru 95° nabídnou velké zorné pole. Jako kvalitní by se dalo popsat i rozlišení, to dosahuje velikosti 5 MPx, díky kterému je lepší možnost digitálního zoomu v případě prohlížení záznamů, a to bez ztráty významného množství detailů. Jsou vybaveny nočním viděním, takže by chlorovna byla monitorována i během noci.

Dále bych zvážil modernizaci v oblasti vstupu do místnosti. Pořízením nových vstupních dveří s využitím čipového systému přístupu, jako je aplikováno v nové kolárně. Při každém vstupu do skladu chemické látky, by bylo nutné použít osobní bezpečnostní čip, který by následně odemkl dveře. Tento systém by tak předešel možnému vyháčkování zámku, který zajišťuje chlorovnu.

Jako podstatnou část zlepšení bych určitě neopomíjel oblast varování a vyrozumění před možným nebezpečím. Momentální systém rozhlasu a reproduktorů na koupališti k tomu není primárně určen a není tak dostatečně vybaven. Z tohoto důvodu bych navrhoval vylepšení stávajícího systému, který bude dostatečně slyšitelný a srozumitelný pro celý areál. Aktuální část rozhlasového systému můžeme vidět na Obrázek 24 a Obrázek 23.



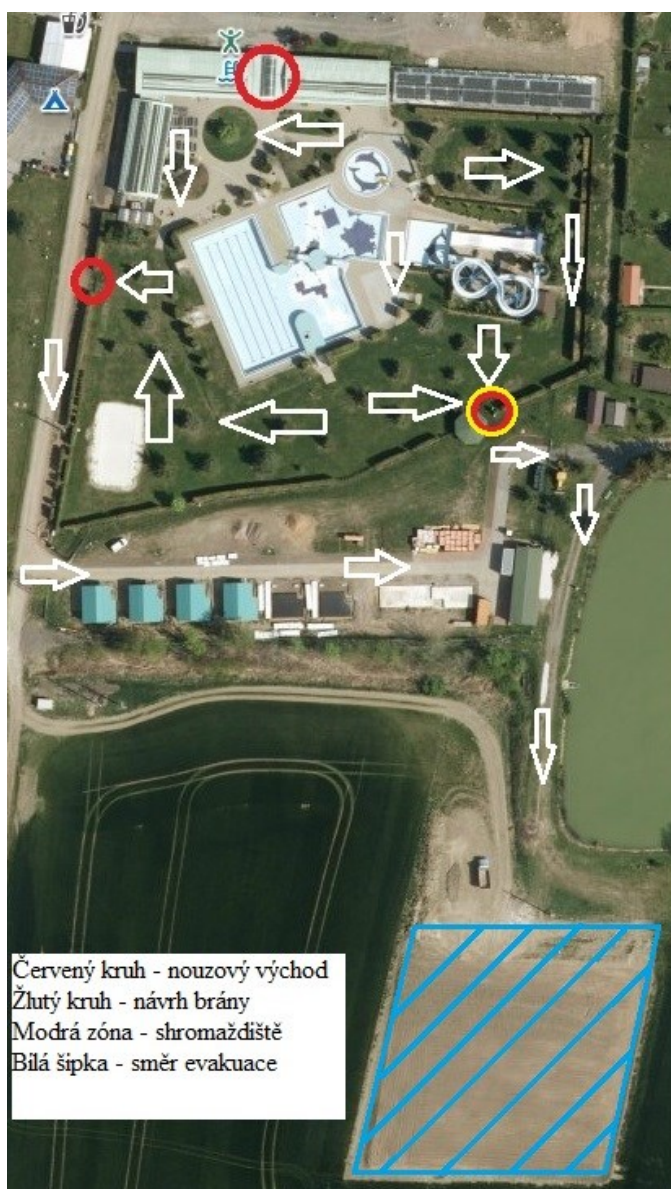
Obrázek 24: Rozhlasový systém na objektu číslo 1 (vlastní)



Obrázek 23: Rozhlasový systém na sloupu (vlastní)

Dále by tento systém měl být přímo propojen s detektory chloru, aby v případě detekce došlo k okamžitému varování návštěvníků. Vylepšení by poskytlo podrobné a srozumitelné instrukce pro následnou evakuaci osob.

Vzhledem k možným potenciálním komplikacím při evakuaci na parkoviště před areálem koupaliště, bych navrhoval rozšíření brány na jižní straně areálu. Tento nouzový východ by měl mít stejné parametry, jako má boční nouzový východ, a to 3,2 metru. Dalším efektivním řešením bych navrhoval vytvoření druhého shromaždiště, které by mohlo být umístěno na nově postaveném fotbalovém hřišti. Prostor se nachází jižně od koupaliště, za areálem Exclusive kempu. Tomu bych přizpůsobil také výstavbu nové brány, která by přispěla k rychlé a bezpečné evakuaci za jakýchkoliv povětrnostních podmínek. Návrh brány a evakuační trasy můžeme vidět na Obrázek 25.



Obrázek 25:Návrh evakuační trasy (Mapy.cz)

Mé návrhy, v oblasti vylepšení bezpečnostních systémů na koupališti Lodín, jsem prokonzultoval s profesionálním hasičem pprap. Michalem Kvasničkou, který má rozsáhlé zkušenosti. Slouží u HZS Královehradeckého kraje – požární stanice Jičín již 15 let. Jeho odborné znalosti a praktické zkušenosti byly podstatné pro optimalizaci bezpečnostních vylepšení. Celkově jsem tak mohl zlepšit návrhy opatření.

ZÁVĚR

Pomocí systému TerEx bylo vymodelováno několik simulací, které měly zásadně rozdílné dopady na obyvatele v okolí areálu koupaliště Lodín. Za jednu z nejzávažnějších modelových situací se považuje únik chloru během jihozápadního větru. Únik by si vyžádal evakuaci do vzdálenosti 320 metrů od místa havárie. V důsledku toho by došlo k zasažení 29 rodinných domů, což představuje závažné riziko pro mnoho rodin žijících v blízkosti areálu. Látka by zasáhla značnou část areálu, včetně všech budov, které jsou využívány během denního provozu koupaliště. Doporučená oblast průzkumu toxické koncentrace byla stanovena na 480 metrů od místa úniku. Tento rozsah pokrývá celkově 99 rodinných domů v obci. Naproti tomu situace v případě severního větru měla zásadně nižší dopad. V tomto možném scénáři NL zasáhla „pouze“ část koupaliště, společně s budovou 3 a Exclusive kemp. Dále by se chemikálie šířila mimo obydlené oblasti obce. Evakuovaná oblast byla programem vyhodnocena o 60 metrů větší, stejně tak vzrostl doporučený průzkum toxické koncentrace o 90 metrů. Tento nárůst byl způsoben, že se NL nešířila převážně v obydlené oblasti, ale na zemědělské půdě.

Po vyhodnocení simulací a zvážení rizik, byly navrženy následná opatření pro zvýšení bezpečnosti a efektivnosti v provozu. První návrh se vztahuje na pořízení dalšího detektoru EVIKON E2608-CL2-230, který by umístěn před chlorovnou. Tímto by došlo k eliminaci možného rizika netušeného úniku chloru v případě selhání stávajícího analyzátoru. Dalším doporučením bylo instalování dvou nových kamer ze systému NVR2CHV5S-B. Snímaly by oblast v prostoru před chlorovnou a v bazénovém prostoru, kde se nachází plavecký bazén. Ke zvýšení bezpečnosti proti neoprávněnému vniknutí bych využil pořízení nových dveří a systému jejich zabezpečení, což by představovalo čipový snímač. Díky čemuž bychom získali také záznamy z historie vstupů do chlorovny. Dalším návrhem bylo vylepšení systému varování a vyznění a propojení systému s detektorem, který je umístěn v chlorovně. Dále byla navržena nová úniková cesta. Posledním návrhem bylo upravení a rozšíření další evakuační cesty na jižní straně objektu.

Současný stav zabezpečení je dostatečný a návrhy jsou určeny pro zkvalitnění bezpečnosti v areálu koupaliště Lodín.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

APNEWS.COM, 2022. *29 hospitalized after London Olympic pool chlorine gas leak*. Online. Dostupné z: <https://apnews.com/article/winter-olympics-sports-health-europe-london-e1bc16f34dcd0287f1dc48693808f45a>. [cit. 2024-04-12].

BARTLOVÁ, Ivana, 2017. *Prevence a připravenost na závažné havárie*. 2. vydání. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-807-3851-842.

BOLA.CZ, 2024. *Detektor plynu pro detekci chloru*. Online. Dostupné z: <https://www.bola.cz/detektor-plynu-pro-detekci-chloru-evikon-e2608-cl2-230>. [cit. 2024-04-28].

BREHOVSKÁ, Lenka, 2016. *Evakuace ze zón havarijního plánování v závislosti na diferenciaci populace*. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny. ISBN 978-80-7422-466-9.

CDC.GOV, 2017. *Historical Documentation*. Online. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlhintr.html>. [cit. 2024-04-25].

ČAPOUN, Tomáš, 2009. *Chemické havárie*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-86640-64-8.

ČESKO, 2000. *Zákon č. 293/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů*. Online. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239/zneni-20220101#>. [cit. 2024-04-02].

ČT24, 2024. *Hasiči v Ostrově zasahovali u úniku chloru ze školního bazénu*. Online. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/regiony/hasici-v-ostrove-likviduji-unik-chloru-ze-skolniho-bazenu-346599>. [cit. 2024-05-02].

DAILYMAIL.CO.UK, 2017. *Twelve people hospitalized after chlorine leak at popular Utah water park*. Online. Dostupné z: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-4658232/Twelve-people-hospitalized-chlorine-leak-park.html>. [cit. 2024-04-11].

DORIS DRIENOVÁ, 2024. *Únik chloru v Plzni! Z firemní budovy se evakovalo 80 lidí*. Online. Dostupné z: <https://nasregion.cz/unik-chloru-v-plzni-z-firemni-budovy-se-evakovalo-80-lidi-364147/>. [cit. 2024-05-02].

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, @2024b. *Výstražné symboly*. Online. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/clp/clp-pictograms>. [cit. 2024-05-02].

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, @2024. *Porozumět nařízení CLP*. Online. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/clp/understanding-clp>. [cit. 2024-05-01].

FOLWARCZNY, Libor a POKORNÝ, Jiří, 2021. *Evakuace osob*. 2. rozšířené vydání. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-245-0.

HZS JIHOMORAVSKÉHO KRAJE, 2018. *06_Nebezpečné látky*. Online. Dostupné z: <https://www.krizport.cz/system/files/files/download/06-nebezpecne-latky-akt-2019.pdf>. [cit. 2024-05-01].

HADDOW, George D.; BULLOCK, Jane A. a COPPOLA, Damon P., [2017]. *Introduction to emergency management*. 2. vydání. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). Amsterdam: Elsevier. ISBN ISBN9780128030646.

HZSCR.CZ, @2024. *Evakuace obyvatelstva*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hzs-plzenskeho-kraje-menu-ochrana-obyvatelstva-evakuace-evakuace-obyvatelstva.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>. [cit. 2024-04-18].

HZSCR.CZ, @2024c. *Zásady chování při havárii s únikem nebezpečné látky*. Online. Dostupné z: https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=015489265366623571386:phfh0kj4opu&q=https://www.hzscr.cz/soubor/4-rady-hasicu-detem-zasady-chovani-pdf.aspx&sa=U&ved=2ahUKEwiv5K7G_NKFAxV26wIHRzjB6QQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw0lPYDOaxWIV8oYLLmOKSLc. [cit. 2024-04-21].

HZSCR.CZ, 2012. *Ze cvičení v aquacentru jeli hasiči k ostrému výjezdu*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/ze-cviceni-v-aquacentru-jeli-hasici-k-ostremu-vyjezdu.aspx>. [cit. 2024-05-01].

HZSCR.CZ, 2024. *Jak se chránit při úniku nebezpečných látek?* Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jak-se-ochranit-pri-uniku-nebezpecnych-latek.aspx>. [cit. 2024-04-11].

IDNES, 2013. V karlovarském bazénu opět unikl chlor. Přiotrávil desítky lidí. *Idnes.cz* [online]. [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/unik-chloru-v-bazenu-v-karlovyh-varech.A130309_190056_vary-sport_aha

IDNES.CZ, 2022. *Únik chloru v jordánském přístavu zabil třináct lidí, 251 je zraněných*. Online. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/jordansko-unik-chloru-akaba-cisterna.A220628_085611_zahranicni_pitt. [cit. 2024-04-12].

Kortbel, Martin, 2023. ředitel, osobní rozhovor. [1.9.2023]

KUBÁTOVÁ, Hana; BULLOCK, Jane A. a COPPOLA, Damon P., 2018. *Průmyslová toxicologie a životní prostředí*. 2. vydání. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN ISBN978-80-7385-210-8.

KRIMI-PLZEŇ, 2024. *Únik chloru na Borských polích*. Online. Dostupné z: <https://www.krimi-plzen.cz/a/chlor/>. [cit. 2024-05-02].

Kvasnička, Michal, 2024. HZS ÚO Jičín, osobní rozhovor. [20.4.2024]

LHOTKA, Miloslav, 2012. *Úvod do anorganické technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-841-2.

MV-GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR, 2023. *Nebezpečné chemické látky*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/docDetail.aspx?docid=21696875&doctype=ART&chnum=2#chlor>. [cit. 2024-05-02].

Nářízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008, @2017. Online. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20170101>. [cit. 2024-05-02].

NDTV.COM, 2023. *16 In Hospital after Chlorine Gas leak At Civic-Run Swimming Pool In Pune*. Online. Dostupné z: <https://www.ndtv.com/pune-news/16-in-hospital-after-chlorine-gas-leak-at-civic-run-swimming-pool-in-pune-4468637>. [cit. 2024-04-11].

POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL, 2017. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze. ISBN 978-80-7251-467-0.

POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL, 2017. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze. ISBN 978-80-7251-467-0.

PROCHÁZKOVÁ, Dana, 2014. *Kritické vyhodnocení přepravy nebezpečných látek po pozemních komunikacích v ČR*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství. ISBN 978-800-1055-991.

RICHTER, Rostislav, 2018. *Slovník pojmů krizového řízení*. Praha: Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN isbn978-80-87544-91-4.

SYMPTOMY.CZ, 2017. *Otrava chlorem*. Online. Dostupné z: <https://www.symptomy.cz/otrava-chlorem>. [cit. 2024-05-01].

TSOFT.CZ, 2017. *TERoristický EXPert*. Online. Dostupné z: <https://tsoft.cz/teroristicky-expert/>. [cit. 2024-04-25].

VILÁŠEK, Josef, Miloš FIALA a David VONDRÁŠEK, 2022. *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století*. Druhé, upravené vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-5067-8.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CLP	Classification, Labelling and Packaging
GHS	Globálně harmonizovaný systém
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IZS	Integrovaný záchranný sbor
MU	Mimořádná událost
NL	Nebezpečná látka
PČR	Policie České republiky
TIS	Toxikologické informační středisko
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Příklad improvizované ochrany (HZS, 2018)	25
Obrázek 2: Budova koupaliště Lodín (vlastní)	36
Obrázek 3: Kamerový systém (vlastní)	37
Obrázek 4: Areál koupaliště (vlastní)	38
Obrázek 5: Lokalita Koupaliště (mapy.cz)	39
Obrázek 6: Rozložení objektu (Mapy.cz)	40
Obrázek 7: Půdorys budovy číslo 1 (vlastní)	40
Obrázek 8: Půdorys budovy číslo 2 (vlastní)	41
Obrázek 9: Půdorys budovy číslo 3 (vlastní)	42
Obrázek 10: Vstup do chlorovny (vlastní)	43
Obrázek 11: Chlorovna s tlakovými lahvemi (vlastní)	44
Obrázek 12: Detektor chloru (vlastní)	45
Obrázek 13: Nouzový východ (vlastní)	46
Obrázek 14: Evakuační trasy (Mapy.cz)	48
Obrázek 15: Vkládaná data do programu TerEx (vlastní)	50
Obrázek 16: Rozsah úniku NL (vlastní)	50
Obrázek 17: Výsledek výpočtu Terex (vlastní)	51
Obrázek 18: Únik chloru vyznačený na mapě (vlastní)	51
Obrázek 19: Graf koncentrace chloru (vlastní)	52
Obrázek 20: Únik chloru vyznačený na mapě (vlastní)	54
Obrázek 21: Detektor chloru EVIKON (bola.cz, 2024)	56
Obrázek 22: Návrh umístění bezpečnostních kamer (Mapy.cz)	57
Obrázek 24: Rozhlasový systém na sloupu (vlastní)	58
Obrázek 23: Rozhlasový systém na objektu číslo 1 (vlastní)	58
Obrázek 25: Návrh evakuační trasy (Mapy.cz)	59

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Označení nebezpečných látek (European chemicals agency, @2024b).....	21
Tabulka 2: Fyzikální vlastnosti chloru.....	23
Tabulka 3: Komparace rozsahu šíření chloru (vlastní).....	53