

Modelování úniku nebezpečné látky při železniční nehodě

Klára Zlámalová

Bakalářská práce
2023



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: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Klára Zlámalová
Osobní číslo: L20399
Studijní program: B1032A020002 Ochrana obyvatelstva
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Modelování úniku nebezpečné látky při železniční nehodě

Zásady pro vypracování

1. Na základě dostupných zdrojů zpracujte teoretickou část dané problematiky.
2. Vypracujte případovou studii u havárie s únikem nebezpečné látky pomocí zvolených softwarových nástrojů a porovnejte jejich vzájemné výstupy.
3. Na základě závěru případové studie navrhněte případné změny a návrhy ke zlepšení stávajícího stavu v problematice nehody s únikem nebezpečné látky.

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

Seznam doporučené literatury:

1. BALLAY Michal, Mikuláš MONOŠI. Manažment rizik a technológia prác záchranných služieb pri dopravných nehodách na železničných priecestiach. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2019. ISBN 978-80-554-1550-5.
2. Generální ředitelství HZS. *Ochrana obyvatelstva a krizového řízení pro pedagogické pracovníky: modul – J*. Praha: Ministerstvo vnitra, 2019. ISBN 978-80-7616-048-4.
3. POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2017. ISBN 978-80-7251-467-0.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Princ**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2023**

L.S.

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

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

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, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval 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: 5.5.2023

Jméno a příjmení studenta: Klára Zlámalová

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje modelaci úniku nebezpečné látky při železniční nehodě. Práce obsahuje dvě části, a to teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou rozebrány základní pojmy jako například nehoda, modelování, mimořádná událost a svou vlastní kapitolu mají nebezpečné látky. Dále se v teoretické části nachází kapitola o dokumentaci postupu složek IZS a příklady podobných nehod. V praktické části je zpracován únik nebezpečné látky pomocí softwarového nástroje TerEx a programu ALOHA a porovnání jejich výstupních výsledků. V závěru praktické části práce jsou návrhy na případné zlepšení současného stavu v problematice úniků nebezpečných látek v železniční dopravě.

Klíčová slova: modelování, únik nebezpečné látky, železniční nehoda, integrovaný záchranný systém

ABSTRACT

The bachelor's thesis is devoted to the modeling railway accident with leakage of dangerous substance. The thesis contains two parts, theoretical and practical part. The theoretical part contains basic terms for example accident, modelling, extraordinary event are discussed, and dangerous substances have their own chapter. Furthermore, in the theoretical part there is a chapter about the documentation of the procedure of the IRS components and examples of similar accidents. In the practical part, the release of a dangerous substance is processed using the TerEx and program ALOHA software programs and a comparison of their output results. At the end of the practical part of the work, there are suggestions for possible improvement of the current situation in the issue of leakage of dangerous substances in railway transport.

Keywords: modeling, leakage of dangerous substance, railway accident, integrated rescue system

Touto cestou bych chtěla poděkovat především své rodině a přátelům za podporu a útěchu nejen při psaní této práce, ale také po celou dobu mého studia v Uherském Hradišti. Dále bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Ivanu Princovi, za veškeré konzultace, poskytnuté informace a podklady pro psaní. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Ing. Šárce Nesrstové za korekturu práce.

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

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ZÁKLADNÍ POJMY	10
2 NEBEZPEČNÉ LÁTKY	14
2.1 EVROPSKÁ DOHODA O MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ.....	16
Třídy nebezpečnosti	17
2.2 ŘÁD PRO MEZINÁRODNÍ ŽELEZNIČNÍ PŘEPRAVU NEBEZPEČNÉHO ZBOŽÍ	18
3 PRÁVNÍ PŘEDPISY VZTAHUJÍCÍ SE K PROBLEMATICE	19
4 DOKUMENTACE SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU	21
5 SOFTWAREOVÉ PROGRAMY PRO MODELOVÁNÍ	24
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	26
6 NÁMĚT NEHODY	27
MOŽNOSTI TYPŮ CISTEREN.....	29
7 KYSELINA SÍROVÁ.....	30
8 POSTUP SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU	31
9 PRÁCE SE SOFTWAREOVÝM NÁSTOJEM TEREX.....	33
10 PRÁCE S PROGRAMEM ALOHA.....	36
11 SROVNÁNÍ PRÁCE S MODELOVACÍMI NÁSTROJI.....	41
12 PŘÍKLADY PODOBNÝCH NEHOD	42
13 STATISTICKÉ ÚDAJE.....	44
14 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ	47
ZÁVĚR	48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	55
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	56
SEZNAM TABULEK	57
SEZNAM PŘÍLOH	58

ÚVOD

Bakalářská práce je psána na téma „Modelace úniku nebezpečné látky při železniční nehodě“. Pro zpracování práce byly použity metody namodelování úniku nebezpečné látky pomocí softwarového nástroje TerEx a ALOHA, kdy se z následných výstupů provedlo porovnání výsledků těchto dvou programů.

Práce má čtenáře seznámit se základními informacemi, které se vztahují k úniku nebezpečné látky. Téma práce bylo vybráno jako kombinace již zužitkovaných poznatků v průběhu studia, jako je právě znalost o nebezpečných látkách, seznámení s dokumenty, práce s nástrojem TerEx a rodinné tradice v lásce pro práci v železničním provozu. Postupem času ale dochází ke snižování zájmu o přepravu po železnici a řada přepravečů volí spíše silniční typ dopravy, což je nežádoucí jak kvůli neúměrnému zatížení silnic, tak také z hlediska ekologie.

Nebezpečné látky, které jsou jedny z hlavních podstat této práce, jsou látky, které mají jednu či více nebezpečných vlastností. Jsou to přírodní či syntetické látky, jejichž chemické, fyzikální nebo biologické vlastnosti představují ohrožení na životě, zdraví nebo majetku, a to buď samostatně nebo i v kombinaci s další látkou. Únik nebezpečné látky je nebezpečí, které nás pronásleduje na každém kroku. Může se jednat o únik ze zimních stadionů, vodáren, mlékáren, nemocnic nebo při dopravě těchto látek. K úniku může dojít kvůli extrémním povětrnostním podmínkám jako jsou například tornáda, povodně, sesuv půdy, lidské nedbalosti nebo při teroristickém útoku. Druhou podstatnou stránkou práce je modelace úniku. Zjednodušeně lze říct, že modelování je proces tvorby modelu. Jeho smyslem je snaha o nejpřesnější napodobení, a hlavně zjednodušení reality. I přes fakt, že modelování je snaha co nejjednodušším způsobem napodobit a zjednodušit realitu, vytvořený model nebude nikdy dokonalý, bude pouze užitečný.

Hlavním cílem práce je na základě závěru případové studie navrhnout změny a návrhy na zlepšení stávajícího stavu v problematice nehody s únikem nebezpečné látky. Ke splnění hlavního cíle práce byly stanoveny tyto dílčí cíle: zpracování teoretické části pro orientaci, čeho se práce týká, kde se čtenáři seznámí se základními pojmy, nebezpečnými látkami, dokumentací integrovaného záchranného systému, dále zpracování praktické části, kde se objevuje využití softwarového nástroje TerEx a programu ALOHA, a poslední dílčí cíl byl stanoven jako porovnání výstupů a výsledků těchto dvou programů. Pro práci v praktické části je zvolena metoda komparace.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ POJMY

V této kapitole se nachází výčet základních pojmů, vztahujících se k problematice práce.

Modelování – zjednodušeně lze říct, že modelování je proces tvorby modelu. Smyslem modelování je snaha o nejpřesnější napodobení, a hlavně zjednodušení reality. Při tomto procesu tedy dochází k abstrakci reality. Modelování slouží k řešení problémů, které nedokážeme sami obsáhnout. I přes fakt, kdy je modelováním snaha co nejjednodušším způsobem napodobit a zjednodušit realitu, je proces modelování velmi obtížný a skládá se z několika kroků. Správně vytvořený model nám může pomoci, ale nikdy nebude úplně přesně shodný s realitou, tudíž lze říci, že žádný model není dokonalý a všechny modely jsou špatné, některé jsou ale užitečné. Model může mít matematickou, grafickou nebo slovní podobu. (*Behrami, 2016*)

Postup modelování:

1. **Identifikace a formulace problému** – formulace podstaty problému. První krok zahrnuje určení, co je přípustné, důležité, relevantní a nezbytné z hlediska následných rozhodnutí o tom, jak identifikovaný problém řešit. Navrhovaná řešení daného rozhodovacího problému jsou následně hodnocena a vybírána podle stanovených a zvolených kritérií. Při výběru kritéria je potřeba určit parametry, které by měly charakterizovat optimální nebo přijatelné řešení problému. Ze všech vypracovaných kritérií vybere rozhodovatel kritéria relevantní pro konkrétní situaci konkrétní společnosti. (*Lišková, 2009*)
2. **Formulace problému.**
3. **Vlastní realizace modelu se vstupními daty** – sběr veškerých dat z existujících databází nebo dat vypočítaných z vlastního měření. (*Růžičková, 2023*)
4. **Verifikace výsledků** – ověření výsledků či správnosti modelu. Experimentování se simulátorem může být také nedílnou součástí simulace, když je simulátor implementován jako výpočet na digitálním počítači, jehož účelem je získat informace o simulátoru samotném spíše než o simulovaném systému. K tomu dochází tehdy, pokud např. zjistíme, že daný program má chybu v programování nebo používá nevhodnou matematickou metodu. (*Křivý, 2001*)
5. **Finální úprava modelu** – interpretace výstupů, forma výstupů a návazné analýzy.
6. **Přijetí modelu a jeho aplikace.**

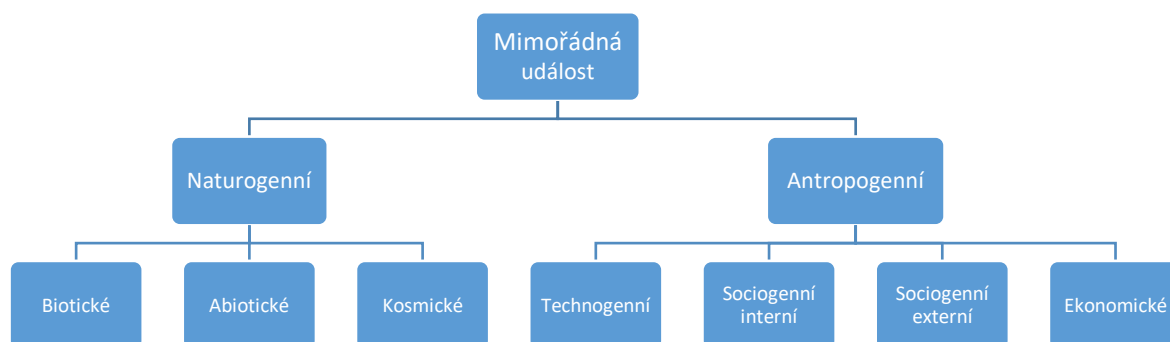
Nehoda – pod pojmem nehoda lze chápat určitou událost, která se odehrála na jakékoli komunikaci. Při nehodě z pravidla dojde ke zranění jedné či více osob, nebo i jejich usmrcení a ke škodě na majetku. Pojem nehoda lze nahradit pojmem havárie či srážka. Nehoda je nejčastěji používána ve spojení s jakoukoli dopravou (např. silniční nehoda, železniční nehoda, letecká nehoda atd.). (MV ČR, 2023)

Železniční nehoda – opírá se o zákon č. 266/1994 Sb., o drahách. Do železniční nehody se řadí srážka vlaku (srážka dvou a více vlaků, srážka s překážkou, v průjezdném průřezu), vykolejení vlaku, nehoda na úrovňovém přejezdu (nehody s chodci), nehoda způsobena železničním vozidlem v pohybu s osobou (mimo sebevraždu), požár železničních vozidel atd. (Drážní úřad, 2016)

Havárie – přesný pojem, používaný se v oblasti krizového řízení, je závažná havárie. Pojem je definován ve vyhlášce č. 225/2015 Sb., o prevenci závažných havárií jako neobvyklá, částečně nebo zcela neovlivnitelně časově a prostorově omezená událost. Patří zde především požár, výbuch, únik nebezpečné látky. Havárie vede k vážnému ohrožení života a zdraví osob, zvířat, majetku nebo životního prostředí (dále jen „ŽP“). Jinak také lze říci, že je to mimořádná událost, která vzniká při poruše technického zařízení, nedodržení technologických postupů či při selhání lidského faktoru. Havárie je jedna z možných mimořádných událostí. Havárie, také jinak řečeno mimořádná událost, která se stane v určitém daném čase a prostoru a nelze ji ovládnout. (MV-GŘ HZS, 2023)

Mimořádná událost (dále jen „MU“) – „škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.“ (MV-GŘ HZS ČR, 2023)

Dělení mimořádných událostí:



Obrázek 1 – Dělení mimořádných událostí. (LEGNER, 2019)

Integrovaný záchranný systém (dále jen „IZS“) – „koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací.“ (ČESKO, 2000)

IZS se dělí na dvě složky, a to jsou základní a ostatní složky IZS. Mezi základní složky IZS se řadí:

- **Hasičský záchranný sbor České republiky** (dále jen „HZS ČR“),

HZS ČR působí v oblasti požární ochrany, při krizovém řízení, v oblasti civilního nouzového plánování a ochraně obyvatelstva. Hlavním prvkem v organizační struktuře celého HZS ČR stojí Generální ředitel HZS ČR. Tím je od roku 2021 generálporučík Ing. Vladimír Vlček, Ph.D., MBA. Pod Generálním ředitelem jsou tři hlavní sekce, a to: záchranný útvar, 14 HZS krajů a střední odborná škola požární ochrany (PO) a Vyšší odborná škola PO. (GŘ HZS ČR, 2017)

- **jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany** (dále jen „JPO“),

Jednotky jsou tvořeny vyškolenými osobami, požární technikou a věcnými prostředky PO. Jednotky požární ochrany se dělí do šesti kategorií (JPO I – JPO VI) podle operační hodnoty. Jednotky JPO I – JPO III patří do kategorie jednotek, které mají svou působnost i mimo území zřizovatele, naopak jednotky JPO IV – JPO VI mají svou působnost pouze na území svého zřizovatele. (GŘ HZS ČR, 2023)

Tabulka 1 – Jednotky JPO I. – JPO VI. (GŘ HZS ČR, 2023)

Název jednotky	Druh jednotky	Doba výjezdu	Doba příjezdu
JPO I	HZS kraje	do 2 minut	do 20 minut
JPO II	JSDH obce	do 5 minut	do 10 minut
JPO III	JSDH obce	do 10 minut	do 10 minut
JPO IV	HZS podniku	do 2 minut	nestanoveno
JPO V	JSDH obce	do 10 minut	nestanoveno
JPO VI	JSHD podniku	do 10 minut	nestanoveno

- poskytovatelé zdravotnické záchranné služby (dále jen „ZZS“),

„Poskytovatelem zdravotnické záchranné služby je příspěvková organizace zřízená krajem, která má oprávnění k poskytování ZZS podle zákona o zdravotních službách. ZZS je na území kraje poskytována jedním poskytovatelem ZZS s výjimkou případu, kdy se na poskytování ZZS podílí podle také poskytovatel ZZS zřízený jiným krajem. Poskytovatel ZZS je povinen poskytovat ZZS nepřetržitě. K ZZS se vztahuje zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování. (ČESKO, 2011)

- **Policie České republiky.**

Poslední základní složku IZS tvoří Policie ČR. Policie ČR byla zřízena Českou národní radou v roce 1991 a je ozbrojeným bezpečnostním sborem, Je zřízena hlavně pro dohlížení na veřejný pořádek, ochranu osob a majetku a také pro předcházení trestné činnosti. Policie ČR je podřízena ministerstvu vnitra. Její organizační strukturu tvoří na vrcholu policejní prezidium, pod prezídiem jsou útvary policie s celostátní působností a 14 krajských ředitelství policie. Policejním prezidentem je od roku 2022 generálmajor Mgr. Martin Vondráček. Policie ČR je spravována zákonem č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky. Dále se k tématu o Policii ČR řadí i zákon č. 361/2003 Sb., o služebním poměru příslušníků bezpečnostních sborů. (*Policie ČR, 2023*)

Ostatní složky IZS – tyto složky jsou vytvořeny za účelem poskytování plánované pomoci na vyžádání při ZaL pracích. Do ostatních složek IZS se řadí:

- *„Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,*
- *ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,*
- *ostatní záchranné sbory,*
- *orgány ochrany veřejného zdraví,*
- *havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,*
- *zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranných a likvidačním pracím (dále jen „ZaL pracím“). (MV ČR, 2023)*

Pokud je vyhlášený jeden z krizových stavů, automaticky se zařazují do ostatních složek IZS také odborná zdravotnická zařízení na úrovni fakultních nemocnic pro poskytování specializované péče obyvatelstvu.

2 NEBEZPEČNÉ LÁTKY

Nebezpečná látka (dále jen „NL“) – celým označením jsou to nebezpečné chemické látky a směsi. Tyto látky mají jednu či více nebezpečných vlastností. NL jsou přírodní či syntetické látky, jejichž chemické, fyzikální nebo biologické vlastnosti představují ohrožení na životě, zdraví nebo majetku, a to buď samostatně nebo i v kombinaci s další látkou. NL se vztahují pod Evropskou směrnicí ES 1272/2008. Tato klasifikace vešla v platnost 1. června 2015. Nebezpečné vlastnosti látek se rozdělují do 9 skupin podle Kemlerova kódu. (TOMEK, 2018)

Kemlerův kód udává, jaké nebezpečí látka představuje. Dá se říci, že slouží jako identifikační číslo nebezpečnosti. Pro tento kód se využívají čísla 2-9 a také písmeno „X“, což znamená že látka nesmí přijít do styku s vodou. Písmeno „X“ se vždy píše před číslice. V nebezpečnějších situacích se počet čísel v kódu může zdvojnásobit nebo dokonce ztrojnásobit. Kemlerův kód se v oranžové tabulce nachází nahoře, dole se nachází UN kód. (POLÍVKA, 2017)

UN kód je číslo ve spodní části tabulky, které se skládá ze čtyř čísel. Tento kód jednoznačně identifikuje nebezpečnou látku či směs. V současné době má svůj UN kód kolem 3000 látek. Oba kódy, Kemlerův i UN kód musí být uvedeny na vozidle převážející NL, a to jak při silniční, železniční, tak i vodní přepravě. (United nations public., 2010)

Mezi nebezpečné vlastnosti látek řadíme zejména:

- hořlavost, radioaktivitu, toxicitu, výbušnost, žíravost, oxidující látky, látky škodlivé zdraví, látky nebezpečné pro ŽP a jinak nebezpečné.

K haváriím, při kterých dochází k úniku nebezpečných látek může dojít přímo v prostorách průmyslového podniku nebo při jejich přepravě. V případě skladování chemických látek a směsí musí být každé balení s takovou látkou označeno štítkem, ze kterého lze vyčíst údaje o nebezpečných vlastnostech. Pro silniční a železniční přepravu chemických látek se používá oranžová bezpečnostní tabulka s číselnými údaji. (ŠINDLEROVÁ, 2017)

Bezpečnostní list je dokument s přesně předepsanými údaji, které poskytují základní informace o chemické látce či směsi. Bezpečnostní list je zpracován, aby bylo možné provést veškerá nezbytná opatření k ochraně zdraví, ŽP a pro účely BOZP na daném pracovišti. Tento list musí být poskytnut každému zaměstnanci při nakládání s nebezpečnou chemickou látkou či směsí. (TILHON, 2018)

Únik NL – Při úniku NL do přírody závisí důsledky této události na trase, typu přepravy a prostředí ve kterém k úniku došlo. Od místa nehody se může uniklá látka šířit do mnohem většího území a to např. i kvůli povětrnostním podmínkám, vodním tokům apod. Velké riziko a nebezpečí vzniká hlavně při zasažení komunálních kanalizačních sítí, půdy a vody. Obecně platí pravidlo, že při úniku látky, která je těžší než vzduch, hrají nejdůležitější roli dočasné prostředky osobní ochrany, a také úkryt v horních patrech objektu či ve vyvýšeném prostředí. (*Asociace Záchranný kruh, rok neznámý*)

K úniku NCHL může dojít z různých důvodů, mezi ty nejčastější patří úniky:

- v důsledku působení člověka (havárie při provozu, při skladování, při přepravě),
- v důsledku přírodních podmínek (vlivem povodně, větru, zemětřesení apod.),
- při teroristickém útoku.

K úniku NCHL může dojít v podstatě kdekoli a kdykoli. (*KROUPA, 2004*)

Důležité úkoly, které plní orgány krizového řízení, a které vedou k opatření a koordinaci:

- varování a vyrozumění obyvatelstva,
- poskytnutí tísňových informací vč. způsobů dočasné ochrany a ukrytí,
- evakuace obyvatelstva a zajištění nouzového přežití evakuovaných osob,
- zajištění veřejného pořádku,
- dekontaminace osob, zvířat, objektů, dopravních prostředků. (*Asociace záchranný kruh, rok neznámý*)

Zásadní a velmi významné nebezpečné látky vyskytující se v ČR jsou z hlediska jejich četnosti bezpochyby chlor a čpavek. Tyto látky se nacházejí ve většině velkých měst a jejich nejdůležitější využití je v zimních stadionech, nemocnicích, vodárnách, mlékárnách a dalších podnicích zabývajících se potravinářským průmyslem. Další NL často vyskytující se v ČR jsou: oxid siřičitý, oxid dusičitý, kyanovodík, formaldehyd a sirovodík. (*KROUPA, 2004*)

Při úniku NL vniká nebezpečný prostor, tedy prostor, kam unikla NL v ohrožující koncentraci. Vzniká tak nebezpečný oblak. Velikost takového oblaku se odvíjí od množství, toxicity a fyzikálních vlastností uniklé látky, od teploty a směru a rychlosti větru. Většina NL v plynné podobě je těžší než vzduch, což má za následek, že NL se spíše než do ovzduší dostávají do podzemí, sklepů či kanalizace. (*MV-GŘ HZS ČR, 2023*)

2.1 Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí

Tato dohoda ukládá podmínky pro přepravu nebezpečných věcí. Dohodou se zabývá vyhláška Ministerstva zahraničních věcí č. 64/1987 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí. Zkráceně se tato dohoda nazývá ADR, a to z anglického překladu dohody, který v originále zní „*Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route*.“ Dohoda obsahuje předpisy a dokumenty pro silniční dopravu, které se týkají balení nebezpečných látek, jejich zajištění nákladu a označení. Dohoda obsahuje přílohy A a B, které jsou nedílnou a velmi podstatnou součástí dohody, obsahují totiž konkrétní pravidla pro přepravu látky. Přílohy A a B dohody ADR jsou revidovány každé 2 liché roky. (CRDR spol. s r.o., 2018)

„Pro účely této Dohody se rozumějí

- a) pod pojmem „vozidla“ motorová vozidla, návěsové soupravy, přívěsy a návěsy, jak jsou definovány v článku 4 Úmluvy o silničním provozu ze dne 19. září 1949, s výjimkou vozidel, která náležejí ozbrojeným silám smluvní strany nebo spadají pod odpovědnost těchto ozbrojených sil;
- b) pod pojmem „nebezpečné věci“ látky a předměty, jejichž mezinárodní silniční přepravu přílohy A a B zakazují nebo dovolují pouze za určitých podmínek;
- c) pod pojmem „mezinárodní přeprava“ každá přeprava, uskutečněná po území nejméně dvou smluvních stran vozidly definovanými pod písmenem a).“ (ČESKO, 1987)

Podmínky pro silniční dopravu nebezpečných věcí (dále jen „NV“)

1. Skrz silniční dopravu lze přepravit pouze ty nebezpečné látky, které jsou definované v mezinárodní dohodě ADR.
2. Pro zvláštní nebezpečné věci platí, že je lze přepravovat pouze s povolením Ministerstva dopravy.
3. Přeprava jaderných materiálů musí být schválena Národním úřadem pro jadernou bezpečnost. (HRABAL, 2020)

Řidič, který přepravuje takto nebezpečný náklad musí obdržet i Osvědčení o školení řidičů přepravujících nebezpečné věci. Každé vozidlo přepravující tento náklad musí mít předepsané vybavení, jako je např. hasící přístroj, ochranné brýle, helma, výstražná tabule. Pro přepravu nebezpečné látky je také potřeba přepravní doklad. (TIMOCOM, 2022)

Třídy nebezpečnosti

Tyto třídy se používají pro rozčlenění nebezpečných látek při přepravě. Rozdělení a klasifikace nebezpečných látek a nebezpečných věcí je v případě dohody ADR a řádu RID téměř stejné. (VĚŽNÍKOVÁ, 2014)

Každá NL má svůj vlastní název pro přepravu a pro každý přepravní název stanovil výbor OSN pro přepravu nebezpečných látek UN číslo. Každá kategorie nebezpečné látky má svůj vlastní výstražný symbol a bezpečnostní značku, které usnadňují identifikaci těchto látek a upozorňuje na možná nebezpečí vyplývající z jejich vlastností. Pro zajištění té největší bezpečnosti přepravy se nebezpečné látky dělí do 9 kategorií. (TOMEK, 2018)

1. Výbušné látky a předměty,
2. Plyny,
3. Hořlavé kapaliny,
 - 4.1 Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečítlivělé výbušné tuhé látky,
 - 4.2 Samozápalné látky,
 - 4.3 Látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny,
- 5.1 Látky podporující hoření,
 - 5.2 Organické peroxidy,
- 6.1 Toxické látky,
 - 6.2 Infekční látky,
7. Radioaktivní látky,
8. Žíravé látky,
9. Jiné nebezpečné látky a předměty. (TILHON, 2018)

Specifickou skupinou nebezpečných látek jsou **odpady**, což jsou látky, směsi či předměty, jejichž původ a podmínky nákladu s odpady určují jejich nebezpečnost a to tak, že např. nemohou být použity jako samostatné, ale je nutné je dále zpracovat, převést na skládku odpadu nebo naříditi jejich likvidaci. S odpady souvisí i škodliviny, což je jedna či více nebezpečných vlastností, které se objevují v odpadu v tak velkém množství, že může způsobit poškození na životě, zdraví, majetku či ŽP. (TOMEK, 2018)

2.2 Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží

Zkratka pro tento řád je „Dohoda RID“ přičemž RID pochází z francouzského názvu „*Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses*.“ Obsah řádu je pravidelně aktualizován, a to každý lichý rok, přičemž aktualizovaná verze nabývá účinnosti vždy 1. ledna.

Železniční nákladní doprava má dlouhou historii, jako její první základní desku je považována „*Mezinárodní smlouva o přepravě zboží po železnici*.“ Tuto smlouvu lze nalézt pod zkratkou CIM nebo se také přezdívá jako Bernská dohoda. Mezinárodní smlouva byla uzavřena v roce 1890. Smlouva CIM se vztahuje na všechny zásilky předložené k přepravě s platným nákladním listem, který je vystaven k přepravě přes území nejméně dvou států. (TOMEK, 2018)

Dohoda RID je přípojkem C Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě (COTIF, originálně Convention concerning International Carriage by Rail), která vešla v účinnost ještě v dobách ČSSR, přesněji v roce 1985. U nás ji lze nalézt jako součást Sbírký zákonů ve „*Vyhláše č. 8/1985 Sb. ministra zahraničních věcí o Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF)*.“ (ČESKO, 1985)

Součástí Úmluvy jsou všechny státy, které jsou členy Evropské Unie. K roku 2013 bylo součástí Úmluvy celkem 42 členů. Tato dohoda spojuje všechny členské státy do Mezivládní organizace pro mezinárodní železniční přepravu. Každý z členů dohody RID má právo poupravovat či úplně zakázat přepravu NL přes své území, a to i z jakýchkoli jiných důvodů, které se netýkají bezpečnosti během přepravy. (STRAŠÍLKOVÁ, 2016)

„Nebezpečné věci smí být přepravovány pouze v nákladních vlacích, s výjimkou

- a) nebezpečných věcí, které podle Přílohy s ohledem na své maximální množství a za zvláštních podmínek jsou připuštěny k přepravě v jiných než nákladních vlacích;*
- b) nebezpečných věcí, které jsou přepravovány jako ruční zavazadlo nebo cestovní zavazadlo, v motorových vozidlech nebo na nich podle článku 12 Jednotných právních předpisů CIV se zřetelem ke zvláštním podmínkám Přílohy.*

Cestující nesmí převážet nebezpečné věci jako ruční zavazadlo a podávat je k přepravě jako cestovní zavazadlo nebo v motorových vozidlech, neodpovídá-li toto zboží zvláštním podmínkám Přílohy.“ (ČESKO, 2022)

3 PRÁVNÍ PŘEDPISY VZTAHUJÍCÍ SE K PROBLEMATICE

Kapitola je věnována zákonům, vyhláškám a dalším státním předpisům, které obsahují souvislosti s nebezpečnými látkami, modelací a dopravními nehodami.

Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů

„Tento zákon vymezuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, pokud tak nestanoví zvláštní právní předpis, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu, stavu ohrožení státu a válečného stavu.“ (ČESKO, 2000a)

Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů

„Tento zákon stanoví působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením, a při jejich řešení a při ochraně kritické infrastruktury a odpovědnost za porušení těchto povinností. Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje určování a ochranu evropské kritické infrastruktury.“ (ČESKO, 2000b)

Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů

„Tento zákon se vztahuje na látky, látky obsažené ve směsi nebo předmětu a směsi. V evidenci látek a směsí vyvezených z území České republiky a dovezených na území České republiky se vedou rovněž přípravky na ochranu rostlin a pomocné prostředky na ochranu rostlin podle právních předpisů upravujících uvádění přípravků na ochranu rostlin a pomocných prostředků na ochranu rostlin na trh. Oznamovací povinnost podle tohoto zákona se vztahuje rovněž na povolené biocidní přípravky podle zákona upravujícího dodávání biocidních přípravků na trh.“ (ČESKO, 2011)

Vyhláška č. 61/2018 Sb.

„Vyhláška o seznamu nebezpečných chemických látek, směsí a prachů a podmínkách nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi a podmínkách výkonu činností spojených s nebezpečnou expozicí prachů.“ Vyhláška upravuje:

- a) seznam NCHL a směsí, se kterými mají studenti možnost pracovat při praktické výuce nakládat, ale pouze při dohledu vyučujícího nebo jiné pověřené osoby s odbornou způsobilostí, podle zákona o ochraně veřejného zdraví,
- b) podmínky nakládání s NCHL a směsmi,
- c) podmínky činností spojených s nebezpečnou expozicí. (Envirogroup, 2018)

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006

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

„*Evropský parlament a rada EU, s ohledem na Smlouvu o založení Evropského společenství, a zejména na článek 95 této smlouvy, s ohledem na návrh Komise, s ohledem na stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru, s ohledem na stanovisko Výboru regionů, v souladu s postupem v článku 251 Smlouvy.*“ (ČESKO, 2006)

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008

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

„*Nařízení (ES) č. 1272/2008 vychází ze zkušeností se směrnicemi 67/548/EHS a 1999/45/ES a obsahuje kritéria pro klasifikaci a označování látek a směsí stanovená Globálně harmonizovaným systémem klasifikace a označování chemických látek, který byl přijat na mezinárodní úrovni v rámci Organizace spojených národů.*“ (ČESKO, 2008)

Česká i anglická verze nařízení je k nalezení na stránkách Úředního věstníku EU.

4 DOKUMENTACE SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Důležitým prvkem pro správnou činnost a funkci IZS je jeho dokumentace. Mezi tu nejdůležitější lze zařadit zákony, vyhlášky a další právní předpisy související s IZS, havarijní plány, dohodu o poskytnutí pomoci, poplachový plán, typové činnosti a další. Veškerá dokumentace spojená s IZS je stanovena vyhláškou č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS, ve znění vyhlášky č. 429/2003 Sb. (*GŘ HZS ČR, 2023*)

Typový plán je podle nařízení vlády č. 462/2000 Sb., dokument, ve kterém příslušné ministerstvo nebo jiný ústřední správní úřad stanovuje doporučené postupy, zásady a opatření pro řešení určitého druhu krizové situace či MU, které jsou generovány v dokumentu analýz hrozeb ČR. Typové plány jsou následně rozpracovány v operativní části krizových plánů. (*GŘ HZS ČR, 2023*)

Typová činnost

Typová činnost se zabývá postupem složek IZS při likvidačních a záchranných pracích při společném zásahu, a to s ohledem na to, o jaký druh a charakter MU se jedná. Tento dokument vydává MV-GŘ HZS ČR. První typové činnosti, nebo spíše pokus o ně, byly již v roce 2001. Dnes je vytvořeno celkem 17 typových činností, ale plány s číslem 16 a 17 jsou rozděleny na A a B, takže celkový počet typových činností je 19. Poslední typová činnost byla do seznamu přidána v tomto roce. (*GŘ HZS ČR, 2023*)

Pro příležitosti MU způsobených na železniční trati je vytvořena jedna z typových činností IZS na téma železniční nehody, a to konkrétně „*STČ 15/IZS – Mimořádnosti v provozu železniční osobní dopravy.*“ V tomto dokumentu lze nalézt kapitolu pro řešení MU, která obsahuje činnost dopravce, činnost provozovatele dráhy, ZaL práce složek IZS, činnost základních složek IZS, dále je zde také kapitola o řízení zásahu a organizace místa zásahu nebo Úkoly operačních středisek, kde se zařazuje mj. KOPIS a OPIS GŘ. (*MV-GŘ HZS ČR, 2015*)

Havarijní plán (HP)

Havarijní plán je dokument, který popisuje činnosti a opatření vedoucí ke zmírnění nebo odstranění následků MU nebo případné havárie. HP se dělí na územní (HP kraje a vnější HP) a objektové (vnitřní HP).

HP kraje je zpracováván pro řešení MU vyžadující vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu. HP kraje zpracovává HZS kraje, a vydává minimálně ve dvou výtiscích. Jeden výtisk HP kraje je součástí krizového plánu kraje, který je potřebný pro jednání bezpečnostní rady a krizového štábu. Druhý výtisk je uložen na operačním a informačním středisku. K HP kraje je přiložen i poplachový plán IZS. Strukturu a obsah havarijních plánů zajišťují:

- Vyhláška Ministerstva vnitra (dále jen „MV“) č. 103/2006 Sb., o stanovení zásad pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu (zrušena 2015 a nahrazena zákonem č. 224/2015 Sb.).
- Vyhláška MV č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS,
- Vyhláška SÚJB č. 318/2002 Sb., o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření (zrušena 2017).

Vnější HP je zpracováván pro objekty a zařízení zařazené do skupiny B dle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií a pro jaderná zařízení či pracoviště s velmi významným zdrojem ionizujícího záření dle zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon.

Vnitřní HP je zpracováván pouze provozovateli těch objektů a zařízení, u kterých je pravděpodobné, že způsobí vážnou havárii, a jsou zařazení do skupiny B podle zákona č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií a jejich povinností je vypracovat bezpečnostní zprávu. Dále vnitřní HP zpracovávají provozovatelé jaderných zařízení nebo pracovišť IV. kategorie. (GŘ HZS ČR, 2023)

Územně příslušný poplachový plán IZS

Nachází se na operačním a informačním středisku IZS, tedy na středisku MV-GŘ HZS ČR. Návrh tohoto plánu předkládá generální ředitel HZS ČR a potvrzuje ho ministr vnitra.

Obsah tohoto plánu je:

- „Základní ustanovení jako použití plánu, věcný obsah, pravidla pro zařazování a využívání, spojení na složky IZS, a operativní dokumentace tohoto plánu,
- Přehled sil a prostředků složek IZS, kterými přímo disponuje,
- Informativní seznam subjektů, se kterými byly uzavřeny dohody o plánované pomoci na vyžádání a jiné dohody ke dni 1. 12. 2022.“ (MV-GŘ HZS, 2023)

Tento plán použijeme v případě:

- a) „pokud v důsledku MU, krizového stavu nebo bezpečnostní akce nastane potřeba a jsou splněny zákonem stanovené podmínky pro ústřední koordinaci ZaL prací,
- b) jestliže hejtman kraje, starosta obce s rozšířenou působností, ředitel HZS kraje nebo velitel zásahu požádají prostřednictvím operačního a informačního střediska IZS kraje o pomoc a o síly a prostředky, kterými nedisponují složky IZS na úrovni kraje pro provedení ZaL prací při MU řešené samostatně v příslušném kraji.“
(MV-GŘ HZS, 2023)

Dohoda o poskytnutí pomoci

Dohody, které spadají pod téma poskytnutí pomoci jsou:

- **dohoda o poskytnutí osobní nebo věcné pomoci**

Tato dohoda slouží jako smlouva o poskytnutí osobní nebo věcné pomoci, předurčuje způsob a rozsah osobní nebo věcné pomoci při provádění ZaL a také při provádění opatření ochrany obyvatelstva. Součástí těchto dohod jsou podmínky pro náhradu výdajů a škod za osobní nebo věcnou pomoc poskytnutou při provádění ZaL prací.

- **dohoda o plánované pomoci na vyžádání**

Dohodu o plánované pomoci na vyžádání uzavírá mezi sebou MV-GŘ HZS ČR a subjekty vyhrazené zákonem 239/2000 Sb. §4 odst. 2, což jsou především ostatní složky IZS. Plánovaná pomoc na vyžádání je předem písemně dohodnutý způsob poskytnutí pomoci při provádění ZaL prací. Součástí dohody musí být vždy podmínky náhrady výdajů a škod při provádění ZaL prací, seznam sil a prostředků určených k poskytnutí takovéto pomoci, a jejich doba potřebná pro poskytnutí pomoci, seznam osob, které jsou oprávněny pro zabezpečení pomoci. Dohoda je součástí dokumentace IZS a je zahrnuta do územně příslušných poplachových plánů IZS. Plánované pomoci na vyžádání

- **dohoda o spolupráci a součinnosti složek IZS,**

Může být mezi jakýmkoli složkami IZS ČR nebo také mezi složkami ČR a složkami v zahraničí. Tyto dohody obsahují závazky stran např. ve výchovně vzdělávací činnosti. Dohoda o spolupráci složek IZS nijak nesouvisí s poskytováním pomoci při ZaL pracích.
(TATÍČKOVÁ, 2012)

5 SOFTWAREVÉ PROGRAMY PRO MODELOVÁNÍ

Kapitola se věnuje softwarovému nástroji TerEx a programu ALOHA, které jsou dále použity v práci pro praktickou část.

TerEx

Zkratka TerEx pochází z anglických slov teroristický expert. Softwarový nástroj TerEx je určený k rychlému posouzení následků průmyslových havárií, úniků NL, teroristických útoků, následků chemických a biologických útoků a jaderných zbraní. TerEx je nástroj, který se používá primárně k rychlému vyhodnocení následků nehod nebo vojenských útoků. Je široce používán operativními jednotkami IZS, a to nejen na místě zásahu ale i v řídicím středisku. TerEx poskytuje výsledky i bez nedostatečných vstupních informací. Predikce následků jsou založeny na konzervativních zkušenostech, což znamená, že výsledky odpovídají podmínkám, které nastanou při možných následcích. *(T-SOFT a.s., 2017)*

TerEx obsahuje seznam nebezpečných látek, které se nejčastěji při těchto událostech vyskytují. Nástroj je napojen na geografický informační systém, takže vypočítané výsledky je možno zobrazit přímo na mapě. Modul, který zajišťuje zobrazení výsledků na mapě, je nedílnou součástí nástroje. Pro zobrazení mapy lze vycházet z lokálních geografických dat nebo se lze připojit ke službě mapového serveru Státního mapového centra. Základem použití nástroje TerEx a výpočtu úniku NL je vyhotovení návrhu MU. *(BARTA, 2012)*

Seznam 9 modelových situací (MU, havárie či tero. útok), které je TerEx schopen vytvořit:

- „*PUFF* – Jednorázový únik plynu / vroucí kapaliny do oblaku,
- *PLUME* – Déletrvající únik plynu / vroucí kapaliny do oblaku,
- *BLEVE* – Ohrožení nádrže plošným požárem,
- *DIOXIN* – Jednorázový únik dioxinu,
- *JET FIRE* – Déletrvající masivní únik plynu se zahořením,
- *POISON* – Otravná látka,
- *POOL FIRE* – Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny,
- *SPREAD* – Šíření prachových částic,
- *SPREAD EXPLOS* – Šíření prachových částic explozí.“ *(KRAMOLIŠ, 2018)*

ALOHA

Název ALOHA pochází z anglických slov Areal Locations of Hazardous Atmospheres. ALOHA je nástroj pro simulaci úniku NL do atmosféry. Na základě řady vstupních dat a vnějších vlivů simuluje nebezpečný prostor, kde existuje ohrožení kvůli vlastnostem uniklé látky. Funkce programu ALOHA je z velké části srovnatelná se softwarovým nástrojem TerEx. Jedním z rozdílů je, že v podkladové databázi programu ALOHA je k nalezení menší počet nebezpečných látek, na druhou stranu z hlediska modelů jde o velmi propracovaný a kvalitní nástroj. I tento program, který je volně dostupný, umí relativně přesně stanovit ohrožený prostor, ale zadávání parametrů je časově i obsahově náročnější na vstupní data. (BARTA, 2012)

Program ALOHA byl vyvinut pro softwary od společnosti CAMEO, což je zkratka pro Computer-Aided Management of Emergency Operations. (Environmental Protection Agency, 2022)

K programu ALOHA se dále využívá i program CAMEO Chemicals, ve kterém je podrobná databáze všech NL. Tyto dva programy, tedy ALOHA a CAMEO Chemicals lze propojit a z jednoho se dostat přímo do druhého. Dalším programem, který je možno použít je program MARPLOT, který slouží pro zobrazení ohrožených zón, vypočítaných v programu ALOHA, do námi přesně určeného místa. MARPLOT je program se záznamem map, kde je možno vyobrazit ohrožené zóny při mimořádné události. MARPLOT umožňuje přidávat do mapy objekty, prohlížet a upravovat data související s objekty. Je zde na výběr z několika pokladů map a také možnost dále si mapu přizpůsobit vrstev. Mapový podklad má také schopnost vygenerovat odhad počtu obyvatel ve vybrané zóně.

Dílčí závěr:

Teoretická část seznamuje čtenáře se základními pojmy jako modelace, železniční nehoda, únik NL, také jsou zde informace o vybrané látce k modelaci úniku, kterou je kyselina sírová. Následuje kapitola o právním zabezpečení spojeném s tematikou, informace k Evropským dohodám o přepravě NL. V teoretické části jsou vypsány také základní dokumenty, kterými se řídí složky IZS. A poslední kapitola teoretické části se věnuje popisu programu TerEx a programu ALOHA, které jsou použity v praktické části.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

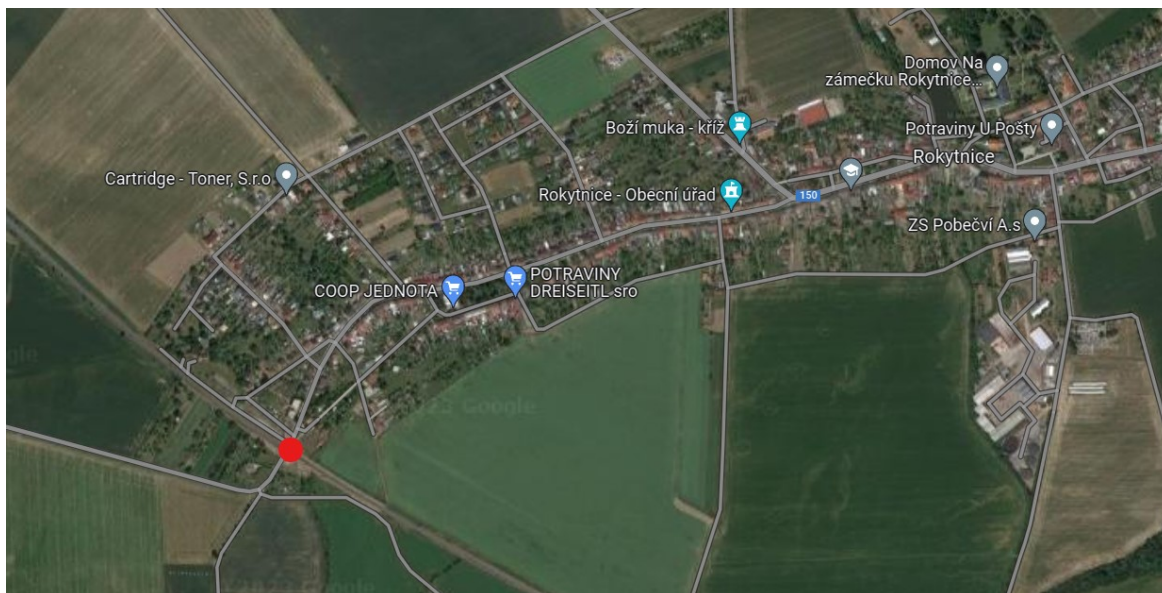
6 NÁMĚT NEHODY

Dne 24. dubna 2023 v dopoledních hodinách vykolejil vlak převážející NL. Nehoda se stala na přejezdu v obci Rokytnice. Přejezd s označením P6527 – U zastávky se nachází pár metrů od železniční stanice Rokytnice. Trať, kde se nehoda odehrála, má č. 270 a vede ze stanice Přerov do stanice Praha hl. nádraží. Trať spadá do kategorie D, tudíž max. hmotnost převažující nápravy je 22,5 t a maximální hmotnost na metr délky je 5 t/m. NL byla převážena vozem 338078688649 – čtyřosý vůz, s vlastní hmotností 22,86 t a délkou 14,51 m. Ložná hmotnost vozu je 57,1 t, (údaj ale závisí na traťové třídě a konstrukční únosnosti). Cisterna však nebyla maximálně naplněna, převážela 15 000 l kapaliny. V blízkosti nehody se v okruhu 100 m nachází železniční stanice, autobusová zastávka, parkoviště s 8 garážemi, obytné domy č.p. 370, 371, 211, 352, 296. Další obydlí či zařízení jsou již dosti vzdálené od místa nehody a nepovažují je za ohrožené.

Data:

- Místo: Rokytnice, 751 04
- Datum: 24. dubna 2023
- Čas: 8:54 hodin
- Časové pásmo: – 2 hodiny
- GPS souřadnice: 49.460921 s.š., 17.373577 v.d.
- Nadmořská výška: 210 m n.m.
- Uniklá NL: kyselina sírová
- Chemický vzorec: H_2SO_4
- Molární hmotnost: 98.078 g/mol
- Teplota NL v nádrži: 20 °C
- Teplota vzduchu: 11,3 °C
- Rychlost větru: 2 m/s (7,2 km/h)
- Směr větru: jihovýchodní (120 °)
- Srážky za hodinu: 0,4 mm
- Plocha uniklé látky: 15 m²

Na obrázku níže je vyobrazena celá obec Rokytnice s vyznačeným místem nehody. Obec se nachází v Olomouckém kraji, nedaleko města Přerov, má rozlohu 806 ha a žije zde 1551 obyvatel (údaj k roku 2022). Rokytnice spadá do katastrálního území Přerova. Obec je z geologického hlediska rovinou. Od obce se nachází 650 m vzdálená řeka Bečva, která je ohrožena až v případě větší nehody.



Obrázek 2 – Mapa obce Rokytnice s vyznačeným místem nehody. (*google.maps, 2023*)

Na dalším obrázku níže je vyobrazeno místo nehody z blízkého pohledu. Železniční přejezd se nachází na okraji obce a je zabezpečen přejezdovým zabezpečovacím zařízením. Příjezdová cesta ze strany přejezdu vede k obci Císařov a Dluhonice.



Obrázek 3 – Železniční přejezd v obci Rokytnice. (*google.maps, 2023*)

Možnosti typů cisteren

Veškeré typy cisteren, kterými může být převážena kyselina sírová:

- Vůz 338078688649 – čtyřosý, řada Zacs, vlastní hmotnost 22 860 kg, ložná hmotnost 57,1 t – podle traťových tříd a konstrukční únosnosti, délka 1 451 cm,
- vůz 378078736337 – čtyřosý, řada Zacs, vlastní hmotnost 24 140 kg, ložná hmotnost 55,8 t – podle traťových tříd a konstrukční únosnosti, délka 1 424 cm,
- vůz 378078680071 – čtyřosý, řada Zacs, vlastní hmotnost 20 350 kg, ložná hmotnost 59,7 t – podle traťových tříd a konstrukční únosnosti, délka 1 304 cm,
- vůz 335478685084 – čtyřosý, řada Zacs, vlastní hmotnost 21 330 kg, ložná hmotnost 58,6 t – podle traťových tříd a konstrukční únosnosti, délka 1 404 cm,
- vůz 335178700258 – čtyřosý, řada Zacs, vlastní hmotnost 21 450 kg, ložná hmotnost 57,0 t – podle traťových tříd a konstrukční únosnosti, délka 1 304 cm,
- vůz 378478410111 – čtyřosý, řada Zacns, vlastní hmotnost 21 200 kg, ložná hmotnost 69,5 t – podle traťových tříd a konstrukční únosnosti, přesná délka není předepsána



Obrázek 4 – Cisterna převážející kyselinu sírovou. (NH – TRANS, SE, 2017)

Pro práci byla zvolena cisterna prvního zmíněného typu tedy vůz 338078688649, který je vyobrazen na obrázku výše.

7 KYSELINA SÍROVÁ

Kyselina sírová je velmi silná žíravina. Vyskytuje se v kapalném nebo plynném skupenství. V kapalném ji lze nalézt jako čirou kapalinu bez zápachu, v plynném jako dráždivé páry. Kyselina sírová je dobře rozpustná ve vodě a je těkavá. Kyselina sírová velmi silně reaguje s vodou, při této reakci vznikají žíravé směsi. Kyselina sírová se využívá pro výrobu chemikálií pro nejrůznější využití v průmyslu (hnojiva, těžba a zpracování nerostných surovin, průmyslové čištění apod.) Při práci s touto kyselinou je nutné používat ochranné prostředky jako rukavice, brýle a ochranu dýchacích cest. Od roku 2021 je prodej koncentrované kyseliny sírové podle nařízení evropského parlamentu a rady (EU) 2019/1148 možný pouze hospodářským subjektům, a to na základě „prohlášení zákazníka k prekurzorům výbušnin.“ (Portál krizového řízení JmK., 2020)

Chemický vzorec: H_2SO_4

Tabulka k přepravě a bezpečnostní značka:



Obrázek 5 – Kemler kód, UN kód a značka nebezpečnosti kyseliny. (Bezpečnostní list, 2020)

První pomoc: Při kontaktu s lidskou kůží způsobuje těžké poleptání. V žádném případě při jakémkoli kontaktu s kyselinou neprovádět neutralizaci.

Při vdechnutí – Je nutné, aby se postižený nadýchal čerstvého vzduchu, měl by sedět. Je potřeba vypláchnout ústní či nosní dutiny vodou. Při zástavě dechu je nutné provést umělé dýchání a zavolat ZZS.

Při požití – Postiženou osobu uklidit, ústa se vypláchnou vodou. Postižená osoba se může napít maximálně půl litru studené vody. Nevyvolávat zbytečně zvracení.

Při zasažení očí – Pokud postižená osoba nosí čočky, vyjmeme je. Zasažené oko je potřeba ihned promývat pod tekoucí studenou vodou, a to po dobu nejméně 10 minut. Zasažené oko musí být blíže k umyvadlu, aby se při vyplachování neznečistilo i druhé oko.

Při poleptání – Nutnost opatrně odstranit či vypláchnout zbytky kyseliny z kůže. Zasažené místo umýt mýdlem a nechat delší dobu pod tekoucí studenou vodou. Poleptanou kůži je potřeba přikrýt sterilním obvazem. (SBLCore – Bezpečnostní list, 2020)

8 POSTUP SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Úkolem složek IZS při zásahu u nehody s únikem nebezpečné látky je postupovat tak, aby provádějící činnosti vedly ke snížení rizika, omezení rozsahu nehody a ustálení situace. Veškeré úkoly a celý postup jednotek závisí na tom, jak jsou jednotky vybaveny ochrannými prostředky a dalšími prostředky pro nakládání s nebezpečnými látkami. Každá jednotka musí provádět veškeré činnosti tak, aby byla především zajištěna její bezpečnost a také její činnosti nesmí představovat nadměrné riziko pro okolí. Pokud se jedná o zásah u nehody s únikem NL, je potřeba nasadit speciální prostředky a hasicí nástroje pro práci s NL, dále je potřeba zapojit speciální síly a prostředky společně s dalšími složkami IZS, také je nutno navázat kontakt s institucemi veřejné správy a odborníky. Při zásahu u nehody s únikem NL je nutno dbát na nebezpečí výbuchu, intoxikace, poleptání, nebo ionizujícího radioaktivního záření.

Velitelem zásahu je velitel jednotky požární ochrany, která se jako první dostavila na místo nehody nebo funkcionář HZS s právem přednostního velení. Není-li na místě zásahu ustanoven velitel zásahu, řídí součinnost složek IZS velitel nebo vedoucí zásahových sil a prostředků IZS, která v místě zásahu provádí hlavní činnost.

- vyhláší stupeň poplachu,
- na místě zásahu koordinuje provoz ZaL složek IZS,
- má pravomoc vyžádat si věcné prostředky důležité pro ochranu života a zdraví osob, zvířat, majetku a ŽP (zdroj vody, dopravní prostředky apod.),
- může uložit fyzickým a právnickým osobám úkoly (osobní či věcnou pomoc),
- má právo určitým způsobem omezit či zakázat vstup osob na místo zásahu,
- „nařídí evakuaci osob nebo stanovit jiná dočasná omezení k ochraně života, zdraví, majetku a ŽP“,
- pokud hrozí nebezpečí z prodlení, je velitel zásahu oprávněn vydat přímé rozkazy kterýmkoliv hasičům u zásahu.

Charakteristické znaky, podle kterých lze poznat, že na místě zásahu se nachází NL:

- přepravní prostředek je označený výstražným symbolem, tabulkou či značkou,
- zdravotní potíže osob, které se nacházely v bezprostřední blízkosti místa nehody,
- změna barvy půdy či rostlin v blízkosti nehody, přítomnost mlhy,
- „zvláštní průvodní jevy při hoření a rozvoji požáru, např. neobvyklá barva plamene, kouře, zápach, ale také výbuchy, žhavé plameny a spontánní hoření, rychlé šíření požáru, a to i po nehořlavých materiálech.“ (HANUŠKA, 2008)

Ihned po příjezdu jednotka postupuje podle stanovených zásad:

- a) „přibližovat se k místu havárie po směru větru a směr větru neustále kontrolovat,
- b) nejezdit přímo do bezprostřední blízkosti místa MU,
- c) zjišťovat přítomnost nebezpečných látek (plyny, páry, ionizující záření apod.).“

Prvořadá opatření, která jsou úkolem každé jednotky při havárii s NL:

- a) zjistit, zda je opravdu o nehodu s NL,
- b) provést opatření k záchraně osob, zvířat a majetku,
- c) uzavřít místo nehody,
- d) „zajistit přivolání pomoci, včetně jednotek předurčených pro zásahy na havárie s NL a opěrného bodu s rozšířenou detekcí.“

Jednotky provádí činnosti, které vedou k:

- a) „snížení bezprostředních rizik,
- b) omezení rozsahu nehody,
- c) spolupráci s dalšími složkami IZS při vyšetření a zdokumentování události.“

(MV-GŘ HZS ČR, 2017)

9 PRÁCE SE SOFTWAREM NÁSTOJEM TEREX

Pro práci se softwarovým nástrojem TerEx jsou potřeba údaje o uniklé NL a povětrnostní podmínky. Postup práce je v následujících krocích:

1. Výběr nebezpečné látky.

V seznamu látek nástroje TerEx se nachází přes 100 látek. Látky zde mohou být uvedeny vícekrát, a to podle toho, s jakým skupenstvím látky počítáme.

2. Výběr typu události. Na výběr jsou 3 typy úniků a to:

- Déletrvající únik plynu do oblaku (PLUME),
- Jednorázový únik plynu do oblaku (PUFF),
- Pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku (PLUME).

Pro účel této práce byl vybrán typ „pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku (PLUME)“.

3. Zadání hodnot

Dále se objeví tabulka, do které zadáváme hodnoty jako teplota kapaliny v louži, plocha louže kapaliny, rychlost větru v přízemní vrstvě, pokrytí oblohy oblaky (tyto 2 hodnoty byly měřeny v nejbližší meteorologické stanici – Holešov), dále se zde uvádí údaje doby havárie (havárie se stala v ranní hodinách v měsíci dubnu) a typ povrchu místa nehody.

TerEx - : PLUME - Pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku

Látka: Kyselina sírová
Skupenství: Kapalina **Model: PLUME**

Teploata kapaliny v louži: 20 °C / 68,0 F

Plocha louže kapaliny: 15 m² / 161,46 ft²

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s / 6,56 ft/s

Pokrytí oblohy oblaky: 12,5 %

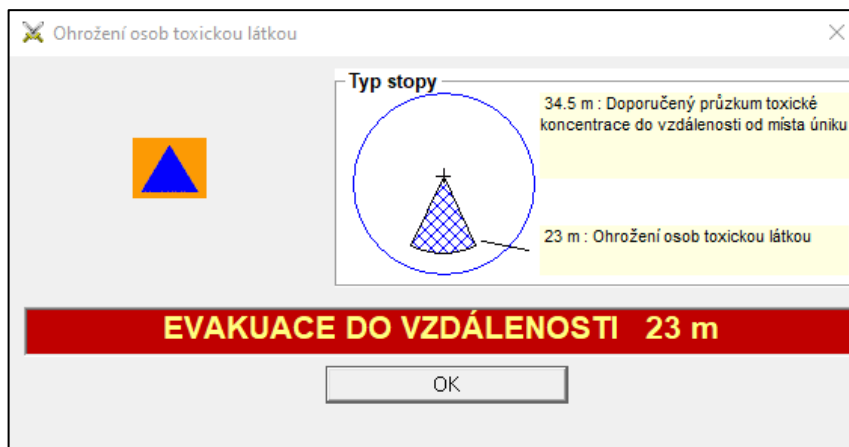
Doba vzniku a průběhu havárie:
 Noc, ráno nebo večer Den - Léto Den - Zima
 Den - Jaro Den - Podzim

Typ povrchu ve směru šíření látky:
 Rovina Kultivovaná krajina Průmyslová plocha
 Zemědělská krajina Obytná krajina

Základní Výpočet

Obrázek 6 – První doplňující tabulka se základními informacemi. (vlastní, 2023)

4. Po zadání veškerých potřebných údajů do předchozí tabulky nám TerEx vypočítá veškeré potřebné informace k evakuaci osob. Objeví se tabulka s údajem, do jaké vzdálenosti je potřeba provést evakuaci. Pod touto tabulkou se objeví okno, ve kterém jsou zobrazeny veškeré podrobnosti vypočítané ze zadaných hodnot.



Obrázek 7 – Ohrožení osob a vzdálenost jejich evakuace. (vlastní, 2023)

5. Okno, ve kterém se vyskytují data, zadaná do první tabulky, tak i data, která program vypočítal jako doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti do místa úniku, který činil 34,5 m.

TerEx - Výsledky vyhodnocení			
TerEx Verze 3.1.1	09:00:12	24.04.2023	Neregistrovaná verze DEMO

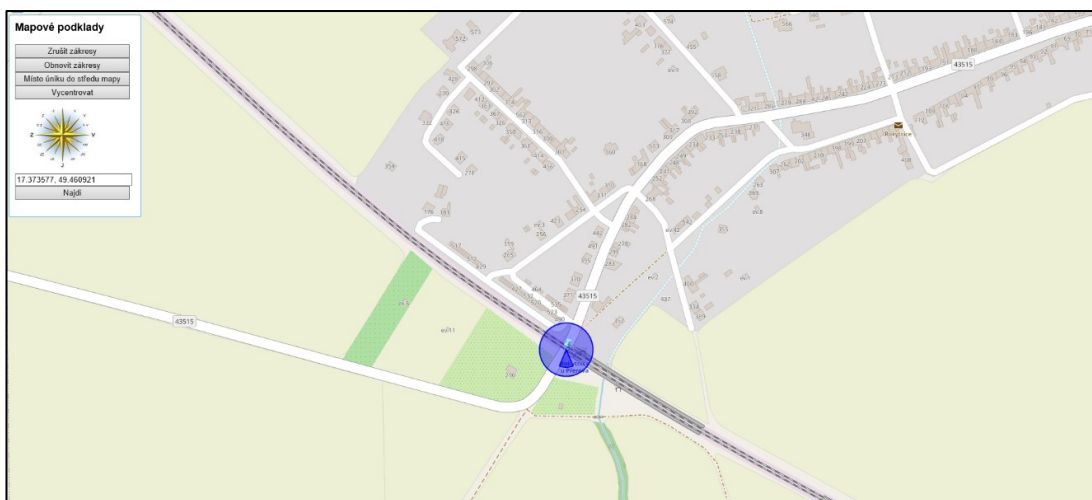
Událost: TE230424_0839			
Model: PLUME - Pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku			
Látka: Kyselina sírová			
Teplota kapaliny v louži: 20 °C			
Plocha louže kapaliny: 15 m ²			
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s			
Pokrytí oblohy oblaky: 12,5 %			
Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Jaro			
Typ atmosférické stálosti: A - konvekce			
Typ povrchu ve směru šíření látky: Rovina			
Ohrožení osob toxickou látkou			
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 23 m (75,4593 ft.)			
[Koncentrace IDLH: 15 mg/m ³ (Aktuální: 14,9 mg/m ³)]			
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 34,5 m (113,189 ft.)			
[Koncentrace: 6,11 mg/m ³]			
Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire			

Neregistrovaná verze DEMO Neregistrovaná verze DEMO Neregistrovaná verze DEMO			

Obrázek 8 – Tabulka se všemi zadanými i vypočítanými hodnotami. (vlastní, 2023)

6. Mapa ohroženého území

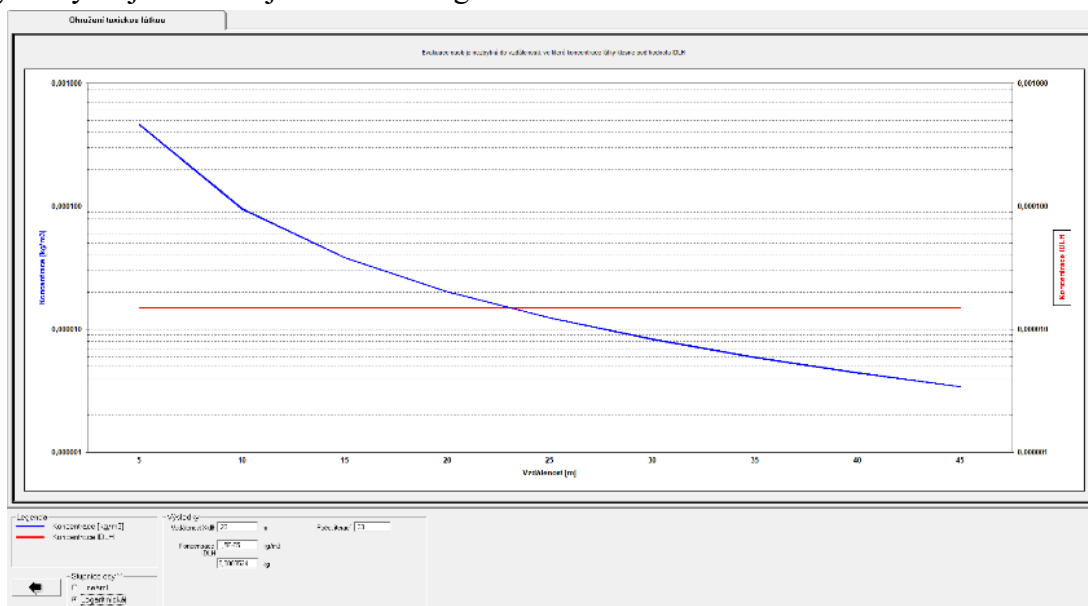
V nástroji TerEx, po vypočítání, jak velké území je potřeba evakuovat, lze zobrazit přímo i mapu ohroženého území. V tabulce v levém horním rohu stačí zadat souřadnice vybraného místa, kde se nehoda stala a nástroj zobrazí mapu daného území. Po kliknutí na „místo úniku do středu mapy“ lze přesně nastavit místo nehody, kolem kterého se ukáže evakuovaná oblast.



Obrázek 9 – Mapa ohroženého oblasti v obci Rokytnice. (vlastní, 2023)

7. Graf

V nástroji TerEx lze po výpočtu evakuované oblasti zobrazit i graf události. Na grafu jsou osy x a y. Osu x zobrazuje vodorovná osa, tedy vzdálenost od místa evakuace. Hodnota vzdálenosti je uvedena v metrech. Druhá osa je osa y, která vyobrazuje koncentraci kyseliny. Její hodnota je uvedena v kg/m^3 .



Obrázek 10 – Graf zobrazující závislost koncentrace látky a vzdálenost. (vlastní, 2023)

10 PRÁCE S PROGRAMEM ALOHA

ALOHA je softwarový program, který je poskytován ke stažení zdarma. Bohužel, program je nastavený pouze v anglickém jazyce. K práci s programem ALOHA je potřeba velké množství informací, mezi které patří např. data o lokalitě, časová data, meteorologická situace, informace o uniklé NL a další). K programu ALOHA je také potřeba nainstalovat další program, MARPLOT, který zobrazí mapu se zakreslenými ohroženými zónami. V některých případech lze využít i program CAMEO Chemicals, kde je seznam NL. Při modelování nehody s programem ALOHA, nebyl program CAMEO Chemicals použit.

1. Krok – Lokace

V prvním kroku se do předepsané tabulky zadají hodnoty jako: místo události, datum, čas. V databázi jsou pouze místa, která se nachází ve Spojených státech amerických. Je ale možnost do databáze místo přidat stisknutím tlačítka „Add“. Je potřeba zapsat název místa, GPS souřadnice a zaškrtnout políčko, že místo se nenachází ve Spojených státech. Objeví se další tabulka, kde je potřeba zadat název státu a časové pásmo. Lokace se po zadání veškerých potřebných informací zadá do databáze a po stlačení „Select“ se zadá do výsledného textového shrnutí.

2. Krok – Typ místa, kde k úniku došlo

Po nastavení lokace je třeba nastavit typ místa, kde k úniku došlo. Na výběr je z více typů budov. Pro účel této práce byla vybrána možnost otevřeného prostranství.

3. Krok – Čas

Při používání programu ALOHA se nastaví automaticky datum a čas, kdy je aplikace používána. Je zde ale možnost nastavení času i data, pokud je čas specifikovaný v zadání, tak jak je tomu v případě této práce.

4. Krok – Meteorologické údaje

V dalším kroku je nutné nastavit atmosférické podmínky, při kterých se nehoda stala. Tyto údaje byly naměřeny v meteorologické stanici Holešov a byly použity ze zdroje Českého hydrometeorologického ústavu. Do 4. tabulky se zapisuje rychlost větru, směr větru, v jaké výšce byl vítr měřen, okolí měření větru a jaké bylo počasí. Následně se objeví další tabulka, do které se zapíše teplota vzduchu, a prognóza srážek. Některé údaje jsou v tabulce již předepsané jako např. třída stability, které jsou od A do F. Pro práci byla programem nastavena třída stability B.

5. Krok – Kyselina sírová

Nejtěžším krokem je krok č. 5, kdy je potřeba nastavit veškeré informace o vybrané látce. V programu je databáze NL, ta však neobsahuje všechny látky. K přidání látek, které databáze neobsahuje, slouží softwarový nástroj CAMEO Chemicals, ve které lze buď podle názvu, CAS čísla nebo UN kódu. Tento program ale v práci není použit. Data o látce jsem zadala ručně. Po otevření okna s databází NL je nutné stlačit „Add“ a přidat novou látku, v tomto případě kyselinu sírovou.

Do tabulky je nutné vepsat název, molární hmotnost a další údaje, které lze najít. U kyseliny sírové je mnoho údajů, které nejsou přímo stanovené, např. AEGL, ERPG a taktéž spodní a horní limit výbušnosti a další, nejsou napsány ani v bezpečnostním listě kyseliny. V případě, že nejsou hodnoty předepsány, je potřeba zapsat alespoň ty hodnoty, které lze najít. (bod mrazu 10,36 °C, bod varu 330 °C, kritická teplota 338 °C, tlak páry 6 Pa při 20 °C, hodnota tep. kapacity 1340 J/(kg°K), 20 °C, 101325 Pa, teplota vzplanutí 155 °C, tlak 101325 Pa). Po zadání veškerých hodnot, které byly k dispozici, se látka vloží do databáze.

Input Available Information

Chemical Name:

Molecular Weight: g/mol

AEGL-1
AEGL-2
AEGL-3
Boiling Point (normal)
Critical Pressure
Critical Temperature
Default LOC-1 (Yellow)
Default LOC-2 (Orange)
Default LOC-3 (Red)
Density (gas)
ERPG-1

Boiling Point Value:

Obrázek 11 – Zadání kyseliny sírové do databáze. (vlastní, 2023)

6. Krok – Nádrž

Jeden z posledních kroků, ve kterém se zadávají údaje z místa nehody. V tomto kroku je potřeba vybrat zdroj úniku NL. Na výběr je ze 4 možností: přímý únik, únik z louže, z nádrže nebo z plynového potrubí. Pro účel práce je nejlepší možnost únik z nádrže, protože NL unikla z cisterny při převozu. Jako první nastavíme tvar cisterny, která je v podobě vodorovného válce. Dále je potřeba nastavit parametry cisterny – její délku a výšku, v případě zadání těchto 2 hodnot se doplní 3. hodnota, tedy objem sám. Rozměry cisterny jsou uvedeny v metrech, objem v litrech.

The screenshot shows a software interface titled "Tank Size and Orientation". It prompts the user to "Select tank type and orientation:" with three radio button options: "Horizontal cylinder" (selected), "Vertical cylinder", and "Sphere". Below this, a diagram of a horizontal cylinder is shown with labels for "length" and "diameter". To the right, there are three input fields: "diameter" with the value "4.2", "length" with "14.51", and "volume" with "201,028". There are also two sets of radio buttons for units: "feet" and "meters" (selected), and "liters" (selected) and "cu meters". At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Obrázek 12 – Nastavení parametrů cisterny. (vlastní, 2023)

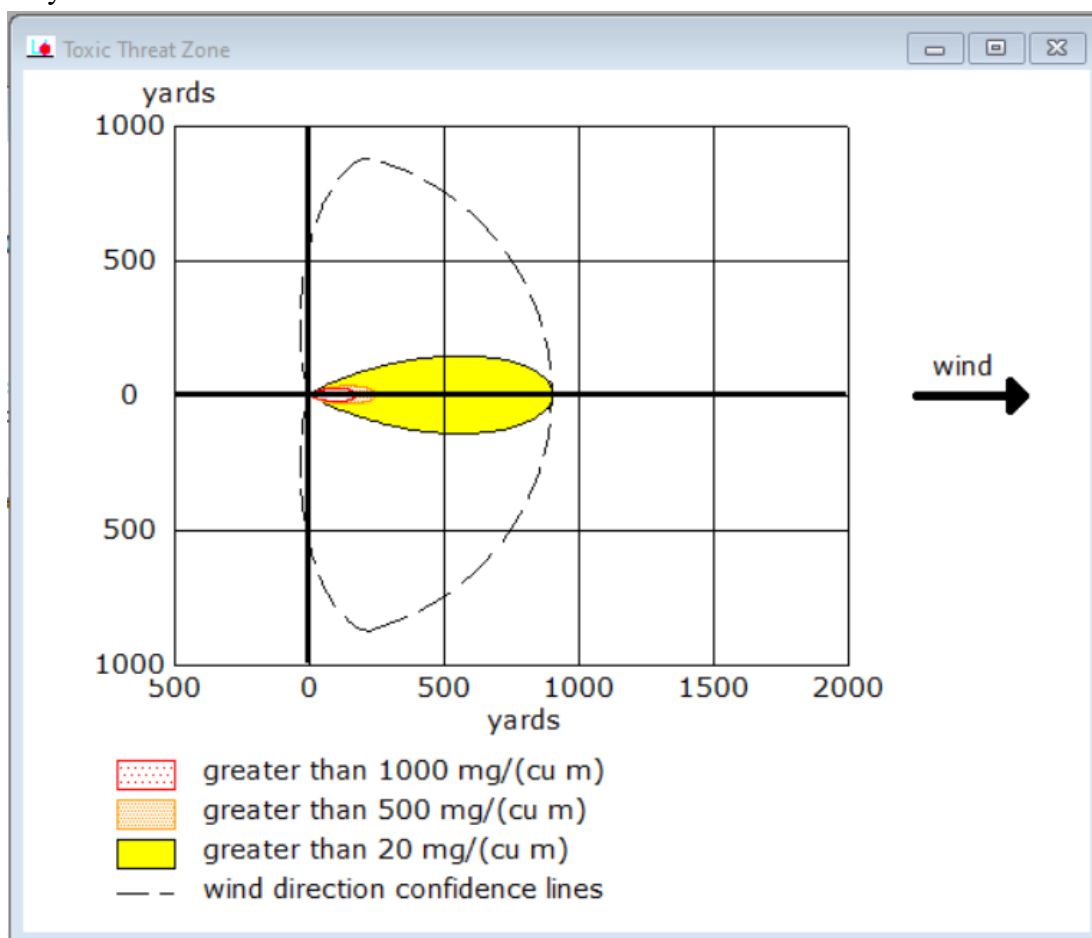
V další tabulce se doplní, kolik litrů cisterna převážela. Cisterna převážela 150 tisíc litrů kyseliny, což znamená, že bylo zaplněno 74.6 % celkového objemu cisterny. Dalším údajem, který je potřeba doplnit, je informace o důvodu úniku. V cisterně byla nalezena trhlina, a právě informace o ní je nutno zaznamenat do tabulky. Nejprve je nutný výběr, zdali se jedná o trhlinu ve tvaru kruhu či obdélníku. Rozměry trhliny byly 25x3 cm. Trhlina se nacházela 1 metr od dna cisterny.

Dále lze nastavit parametry louže, která vznikla po vytečení kapaliny. Nejprve je zde na výběr z několika povrchů, do kterých kapalina vytekla, např. beton, voda, písčité půda nebo vlhký písek. Znovu uvedeme teplotu vzduchu. Tohle je poslední údaj, který je potřeba doplnit. Po celém procesu zadávání hodnot se zobrazí celkový výsledný text se zadanými údaji.

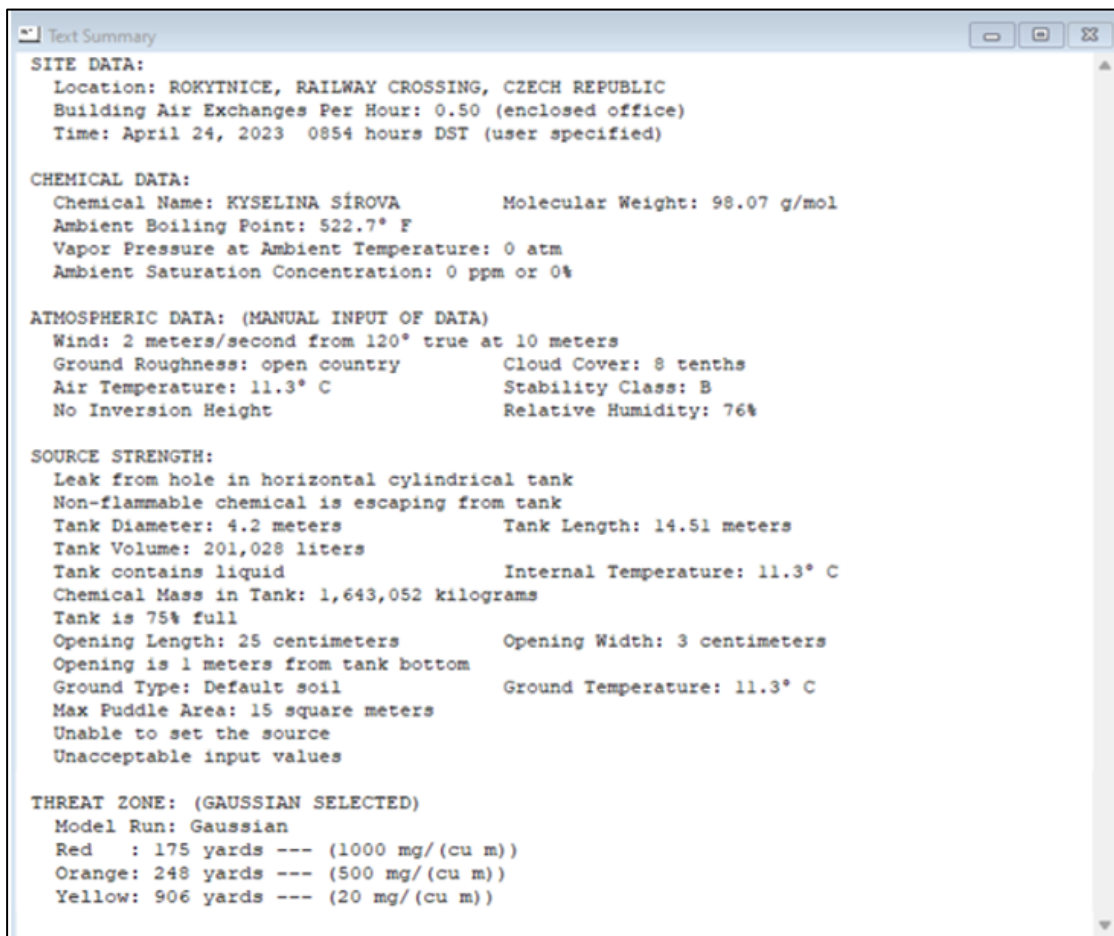
7. Zóny ohrožení

Je potřeba nastavit hodnoty červené, oranžové a žluté zóny. Červená zóna je zóna v bezprostřední blízkosti místa nehody a představuje nejvyšší riziko. Oranžová zóna představuje střední riziko a žlutá zóna nízké riziko. Hodnoty se mohou doplnit ve 4 hodnotách. V miligramech na metry čtvereční, v miligramech na litr, v gramech na metr čtvereční. Pro účel práce byla ve všech 3 případech vybrána jednotka miligramu na metr čtvereční.

Po vložení dat do zóny ohrožení je nutno využít program MARPLOT. MARPLOT je program se záznamem map, kde je možno vyobrazit ohrožené zóny při mimořádné události. MARPLOT umožňuje přidávat do mapy objekty, prohlížet a upravovat data související s objekty. Je zde na výběr z několika pokladů map a také možnost dále si mapu přizpůsobit vrstev. Mapový podklad má také schopnost vygenerovat odhad počtu obyvatel ve vybrané zóně.



Obrázek 13 – ohrožená zóna zobrazená programem ALOHA. (vlastní, 2023)



Obrázek 14 – Výsledný text se všemi daty. (vlastní, 2023)



Obrázek 15 – Ohrožená zóna na místě nehody. (vlastní, 2023)

Finální mapa ohroženého území v Rokytnici se vyobrazení v programu MARPLOT. Výsledky v programu ALOHA vyšly: červená ohrožená zóna 132,6 m, oranžová ohrožená zóna 226,78 m a žlutá ohrožená zóna 828,4 m.

11 SROVNÁNÍ PRÁCE S MODELOVACÍMI NÁSTROJI

Softwarový nástroj TerEx pochází z České republiky, je tedy celý v českém jazyce a práce s ním je tak o mnoho snazší než s programem ALOHA, který pochází z Ameriky a je celý nastavený v anglickém jazyce, čímž manipulace s tímto programem je pro mne obtížnější.

V softwarovém nástroji TerEx je výsledek velmi rychlý. K modelování je třeba použít pouze pár základních informací, a to informace z hydrometeorologického ústavu, rychlost větru a pokrytí oblohy oblaky, údaje o kyselině sírové, konkrétně teplota kapaliny v louži, plocha louže kapaliny, dále také dobu, kdy se nehoda stala a typ povrchu kolem místa nehody. Celkem se tedy do nástroje TerEx zadává 6 údajů. Práce s nástrojem TerEx je velmi jednoduchá a výsledek byl zjištěn za pouhých 20 minut. Program TerEx stanovil 2 zóny, a to ohrožení osob toxickou látkou, které činí 23 metrů a doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku nástroj vypočítal na 34,5 metrů.

Práce s programem ALOHA je dosti náročnější, a to jak prakticky, tak i časově. Do programu ALOHA je potřeba zadat o mnoho více údajů. Než se zobrazí výsledná mapa je potřeba vícero dat. Proces je tím složitější, že program je v anglickém jazyce, tudíž je nutno veškeré údaje, které program vyžaduje, si nejprve přeložit a až poté vyhledat. Dále byla práce ztížena tím, že vybraná NL tedy kyselina sírová, se nenachází v databázi programu ALOHA a je potřeba ji tam dodat. K přidání další látky do databáze je potřeba nespočet údajů o dané látce např. molární hmotnosti, bod varu, bod tuhnutí, AEGL, ERPG a mnoho dalších. Nevýhodou u kyseliny sírové je fakt, že mnoho dat o kyselině sírové nejsou určeny, tím pádem je nelze zadat do databáze, tudíž informace nejsou kompletní. Pro výpočet ohrožené zóny však kompletní data není potřeba. Kromě informací o NL je potřeba zadat informace o místě nehody, povětrnostních podmínkách, cisterně, která látku převážela, o trhlině v cisterně v poslední řadě je nutné zadat nebezpečnou koncentraci látky pro 3 zóny ohrožení. Dále je program ALOHA náročnější díky tomu, že je k němu potřeba další program MARPLOT, ve kterém se zobrazí výsledná mapa se zakreslenými zónami ohrožení.

O mnoho lépe se mi pracovalo s nástrojem TerEx a to z jednoduchého důvodu, že je nastavený v češtině a k výsledku stačí poměrně málo údajů. Oproti tomu si cením, že v programu ALOHA lze nastavit velmi přesně únik NL, a to včetně směru větru na rozdíl od nástroje TerEx, který na mnoho faktorů nebere ohled. Bohužel, některé informace je opravdu těžké si z angličtiny přeložit.

12 PŘÍKLADY PODOBNÝCH NEHOD

České Budějovice, 2014

Dne 9. října 2014 unikla NL na seřadovacím nádraží v Českých Budějovicích. NL byla 98% kyselina sírová. K úniku došlo kvůli prasklému plášti cisterny, která kyselinu převážela. Celkově se v cisterně nacházelo 42 tisíc l kapaliny. Na místě nehody zasahovala jednotka HZS SŽDC, také byla povolána jednotka HZS JČK a do služby byl povolán i vedoucí technik chemické služby.

Jednotky provedly neutralizaci uniklé kyseliny pomocí uhličitanu sodného a vody a poté začaly odebírat zneutralizovanou látku do záchytných nádob. Na prasklý plášť byla navařena výztuha pláště. Na cisternu převážející kyselinu byla připevněna nádoba pro zachycení kyseliny. Poté byla cisterna převezena na jiné místo, kde byla vytyčena nebezpečná zóna. Následně byla k cisterně přistavena náhradní cisterna, do které se pomocí vakuové vývěvy a čerpadla odčerpávala zbylá kyselina z poškozené cisterny. Přecherpání trvalo kolem 2 hodin. Následně se zbylá kyselina vylila do nádrží, kde se zneutralizovala a po dosažení bezpečných hodnot byla kapalina vypuštěna. Po dokončení zásahu byly veškeré použité nástroje a místo zásahu dekontaminovány. Po celou dobu zásahu bylo využito 48 tlakových lahví se vzduchem. (*Jihočeský kraj, 2014*)

Austrálie, 2015

Dne 27. prosince 2015 došlo k úniku kyseliny sírové v Austrálii, stalo se tak ve státě Queensland. Přesné místo nehody se nachází cca 20 kilometrů od města Julia Creek. Povož měl celkem 26 cisteren, které převážely kyselinu sírovou. Odhad celkového množství převážené kyseliny byl 200 tisíci litrů kyseliny, policie však následující dny zjistila, že náklad převážel více jak čtyřnásobek odhadovaného množství, a to přesně 819 tisíc litrů látky. Všechny cisterny se při nehodě převrátily a kyselina se rozlila do okolí. Místo nehody bylo uzavřeno a v okruhu 2 kilometrů byla vyhlášena bezpečnostní zóna, zároveň byl vyhlášen nouzový stav. V době nehody trpěla oblast Queenslandu záplavami, což značně ovlivnilo zlikvidování škod. Také je možnost, že záplavy v oblasti byly příčinou vyvrácení cisterny. Společně s kyselinou unikla i nafta, přesné množství uniklých látek bylo zjištěno až o 2 dny později a činilo kolem 31,5 tisíce litrů. V nemocnici skončili s lehkým zraněním 3 členové personálu vlaku. (*ČTK, 2015*)

San Bernardino, 1989

Dne 11. května 1989 došlo k vykolejení vlaku ve městě San Bernardino, které se nachází 100 km od Los Angeles. Trasa soupravy vedla z města Bakersfield v Kalifornii, přes průsmyk Cajon Pass do přístavu Long Beach u LA. Na začátku trasy musela souprava vystoupat do výšky 1 151 m. Souprava se skládala z 69 vagónů naložených tronou.

Celková hmotnost soupravy s nákladem měla být 6 151 tun, ale reálná hmotnost byla 8 911 tun. Celý náklad táhlo 6 lokomotiv. Vlak, kterému správně nefungoval brzdňý systém, jel v předměstí s maximální předepsanou rychlostí 56 km/h rychlostí 177 km/h, což bylo zjištěno po nehodě. První část havárie spočívala v tom, že vlak byl v zatáčce na předměstí San Bernardina katapultován a celá souprava rozdrtila domy v blízkém okolí.

Druhá část přišla po zjištění, že souběžně s tratí vedlo potrubí, které sloužilo pro dopravu benzínu přes hory. Přestože se po nehodě začal benzín okamžitě odčerpávat, velká část ho v potrubí zůstala. A jelikož záchranáři stále prohledávali místo nehody, nemohli zaměstnanci společnosti provozující potrubí s benzínem, dané potrubí zkontrolovat. Trosky, které zůstaly na místě nehody, byly odklizeny za 2 dny, ale na povrchu země byly stále stovky tun trony. Po odklizení trosek mohli zaměstnanci začít s kontrolou potrubí. Vzhledem k vysokému tlaku hnacího systému benzínu v potrubí mohly i ty nejmenší trhliny způsobit explozi. Nebylo však nalezeno žádné poškození. Celá kontrola byla provedena příliš rychle a byla dosti odbyta. Po 4 dnech byl obnoven provoz trati i potrubí.

Dne 25. května, se v potrubí objevila prasklina a benzín explodoval. Sloup dýmu dosahoval necelých 100 metrů. Na místě exploze byl takový žár, že se hasičům roztavovala světla i majáky na autech. Necelé 2 miliony litrů benzínu stihlo shořet během 7 hodin.

Při této nehodě přišlo o život 6 lidí, z toho 2 mladiství, dalších 29 bylo těžce zraněno, srovnáno se zemí bylo 18 domů. Celková škoda byla vyčíslena na 14 milionů dolarů (v přepočtu necelých 300 milionů Kč). (*SPITZER, rok neznámý*)

13 STATISTICKÉ ÚDAJE

Kapitola se věnuje statistickým údajům, které souvisí s úniky NL a železničními nehodami. Statistické údaje o úniku NL při železničních nehodách jsou velmi důležité pro vylepšení bezpečnostních podmínek na železnici a také pro prevenci podobných nehod. Statistiky se archivují v institucích, které se problematikou zabývají, tudíž statistiku železničních nehod lze nalézt ve státní organizaci Správa železnic, na Českém statistickém úřadě nebo i na stránkách Evropské agentury pro železnice.

Z obrázku níže lze poznat, že za období 2010-2020 se každým rokem únik NL zvyšuje. Za uběhlých 10 let činí rozdíl roku 2010 a roku 2020 přesně 2419 úniků NL. Nejvyšší počet nehod se odehrává v hlavním městě Praha. Za dané období nejvíce úniků proběhlo v roce 2010 v Praze (1042), oproti tomu nejméně úniků proběhlo v roce 2012 v pardubickém kraji (34). Během tohoto období byl nejúspěšnějším rokem rok 2012 a rokem, kdy se událo nejvíce úniků s NL byl rok 2019.

Kraj	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hlavní město Praha	1 042	829	806	725	744	786	828	1 001	983	1 004	774
Stredočeský	708	755	729	758	784	929	940	944	1 004	1 043	976
Jihočeský	276	256	244	251	302	324	322	338	335	366	354
Pízeňský	315	361	283	354	375	511	512	554	572	597	628
Karlovarský	218	271	253	238	310	350	350	377	411	388	429
Ústecký	579	658	638	566	649	667	660	744	830	777	840
Liberecký	308	268	336	405	474	420	462	467	464	509	567
Královéhradecký	193	162	173	242	301	334	398	412	460	420	455
Pardubický	108	61	34	43	246	250	245	297	341	362	354
Vysočina	275	296	244	295	335	368	345	356	345	409	342
Jihomoravský	390	417	410	453	553	599	558	620	645	600	570
Olomoucký	232	208	220	238	311	287	254	317	322	311	357
Zlínský	143	166	163	159	202	261	271	278	254	278	257
Moravskoslezský	513	577	573	526	575	607	553	599	721	734	816
Celkem	5 300	5 285	5 106	5 253	6 161	6 693	6 698	7 304	7 687	7 798	7 719

Obrázek 16 – Zásahy podle druhu JPO. (MV-GŘ HZS ČR, 2021)

Na dalším obrázku lze vidět, že v roce 2021 se počet úniků NL oproti minulým rokům lehce snížil, ale následujícím roce se opět navýšil. V porovnání veškerých úniků NL tvořilo více jak polovinu únik s ropnými produkty, a to jak v roce 2021 tak i v roce 2022. Podrobný seznam úniků NL v obcích s rozšířenou působností je k naleznutí Příloze 2.

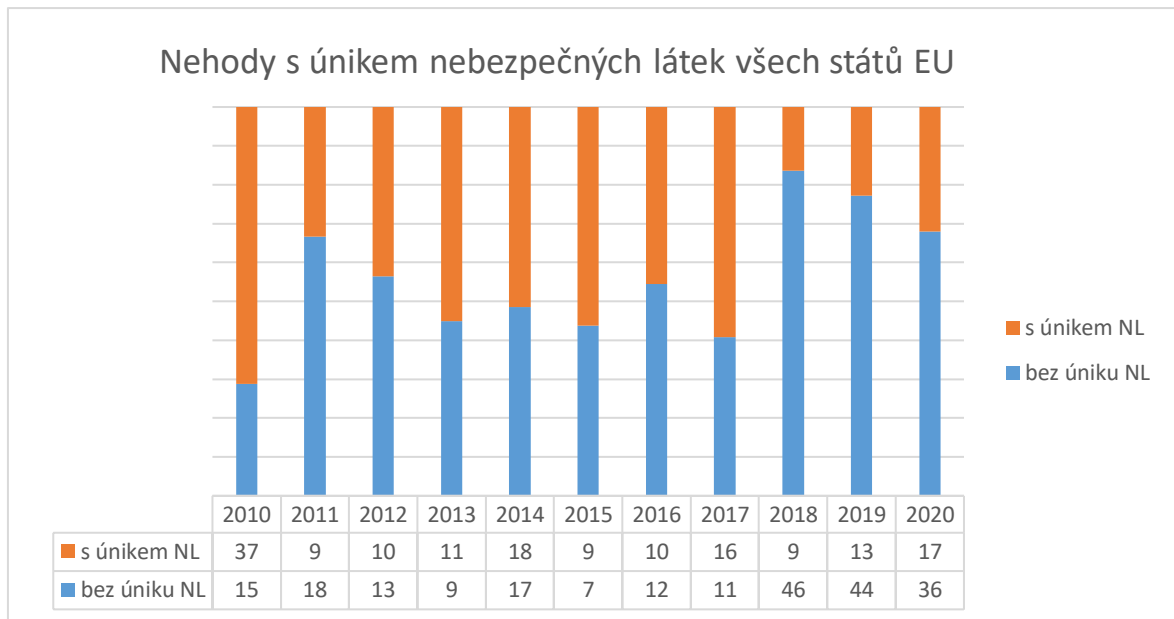
Druh události	Zásahy HZS ČR			Zásahy JSDH obcí		
	2021	2022	Index %	2021	2022	Index %
požáry	18 572	23 918	129	17 330	24 449	141
dopravní nehody	23 075	24 676	107	5 692	6 230	109
úniky nebezpečných chemických látek - celkem	7 113	7 254	102	1 846	1 849	100
z toho ropné produkty	4 701	4 870	104	1 413	1 440	102
technické havárie - celkem	61 195	62 503	102	37 162	33 697	91
z toho technické havárie	1 402	47	3	2 431	19	1
technické pomoci	51 976	53 853	104	32 108	30 514	95
technologické pomoci	107	425	397	31	479	1 545
ostatní pomoci	7 710	8 178	106	2 592	2 685	104
radiační nehody a havárie	19	11	58	2	0	0
ostatní mimořádné události	21 110	9 120	43	2 920	3 520	121
plané poplachy	9 054	9 833	109	3 241	3 646	112
Celkem	140 138	137 315	98	68 193	73 391	108

Obrázek 17 – Únik nebezpečných látek v krajích ČR za období 2010-2020. (MV-GŘ HZS ČR, 2022)

Podle Českého statistického úřadu bylo nejvíce vážných nehod v roce 2005 (312), naopak nejméně vážných nehod se stalo v roce 2020 (91). Rok, který vzal nejvíce lidských životů, byl taktéž rok 2005, ten si vyžádal 251 obětí, naopak nejšťastnějším rokem z pohledu úmrtí byl rok 2013 (24). Finančně nejnáročnějším se stal rok 2004, cena škod vyšplhala na necelých 500 milionů Kč. Nejlevnějším rokem byl rok 2009 (37 mil. Kč). Od roku 2006 jsou z údajů vyloučeny sebevraždy a pokusy o sebevraždu.

Rok	Vážné nehody	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby ²⁾	Věcná škoda (tis. Kč)
Years	Serious accidents	Killed persons	Seriously injured persons ²⁾	Property damage (CZK thous.)
	1	2	3	4
2000	283	74	155	107 217
2001	309	69	124	112 210
2002	241	110	77	140 055
2003	290	226	97	213 460
2004	268	232	111	468 494
2005	312	251	86	95 914
2006 ¹⁾	233	52	89	43 950
2007	115	25	101	89 949
2008	133	44	139	111 622
2009	113	26	92	37 000
2010	125	48	107	168 555
2011	99	29	74	128 107
2012	97	26	66	107 093
2013	91	24	52	71 948
2014	104	29	60	151 657
2015	94	29	53	451 814
2016	86	34	61	199 670
2017	98	34	58	81 225
2018	89	28	55	128 190
2019	92	30	50	217 732
2020	91	34	60	293 028
2021	113	35	71	461 985

Obrázek 18 – Statistika železničních nehod od roku 2010–2021.
(Český statistický úřad, 2022)



Obrázek 19 – Přehled nehod s únikem NL zahrnující všechny státy EU za období 2010-2020. (*European Union Agency For Railways, 2023*)

Zde je vyobrazený graf s počtem nehod s i bez úniků nebezpečných látek. Graf bere v potaz období 2010–2020 a také všechny státy EU. Bohužel zdroj neuvádí, v jakých jednotkách je počet nehod uveden.

14 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

Nehody s únikem NL jsou závažným problémem, a mohou způsobit těžké dopady na život, zdraví a bezpečnost lidí, zvířat, majetek a ŽP. Níže jsou vypsány mé návrhy na případné změny a návrhy ke zlepšení stávajícího stavu v problematice nehod s únikem NL.

Zlepšení koordinace složek IZS při zásahu s únikem NL – Koordinace a spolupráce mezi složkami IZS, které se na místě nacházejí, jsou pro úspěšné zvládnutí nehody s únikem NL zásadní. Zlepšení komunikace mezi hasiči, policií, zdravotníky, pracovníky zařazených do ostatních složek IZS, zástupci místní samosprávy a dalšími subjekty, které se podílejí na zásahu, zvýší efektivitu a účinnost reakce na danou nehodu.

Právní definování problematiky – Domnívám se, že právní předpisy a taktéž vnitřní předpisy, jak Správy železnic jakožto provozovatele celostátních a regionálních drah, tak železničních dopravců tuto problematiku dostatečně pokrývají. Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě v části III definuje přepravu nebezpečných věcí a Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách odkazuje v §37 na přepravní řád. Klíčovým je Řád pro mezinárodní přepravu RID, který je v práci rozepsán. Velmi slabým místem se mi jeví lidské selhání a také technické závady. Je třeba tedy ze stran zaměstnanců řádné plnění požadovaných předpisů a řádné vedení dokumentace tak, aby nedošlo k nehodě.

Zlepšení statistiky vztahující se k problematice – V ČR neexistují statistiky, kde by bylo možno nalézt závislost celkového počtu úniku NL při jakékoli dopravě na počtu úniku NL při železniční dopravě. Není uvedena ani celková dlouhodobá statistika, kde by bylo vyobrazeno počet nehod s únikem NL na železnici. Veškeré mnou nalezené statistiky jsou buďto obecně na únik NL nebo na železniční nehody, v žádné statistice nejsou tyto dvě komponenty spojeny.

Zlepšení prevence úniků – Jako první věc by bylo dobré takovýmto nehodám umět zabránit, aby k nim vůbec nedocházelo. Minimalizací nehod s únikem NL se minimalizuje i riziko zasažení ŽP a tím narušení vegetace a ohrožení života a zdraví osob. Zlepšení bezpečnosti v průmyslu a lepší vzdělávání o správném nakládání s NL může snížit počet nehod a minimalizovat škody, které jsou způsobeny únikem NL. Dále je potřeba dbát na bezpečnost vozů a cisteren převážejících NL, nepřesahovat maximální povolenou hmotnost, pokud je cisterna sebemenším způsobem poničena nepoužívat ji. Brát ohled na bezpečnostní list NL a dodržovat veškeré normy.

ZÁVĚR

Práce pojednávala o problematice úniku nebezpečné látky při železniční nehodě. V práci byl pro modelování úniku použit softwarový nástroj TerEx a program ALOHA. Dále byly v práci porovnány výsledky z nástroje TerEx a programu ALOHA.

V nástroji TerEx vyšel výsledek ohrožení osob toxickou látkou 23 m, což se dá považovat za červenou zónu a doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku TerEx vypočítal na 34,5 m. Naopak v programu ALOHA vyšly výsledky červené ohrožené zóny 132,6 m, oranžové ohrožené zóny 226,78 m a žluté ohrožené zóny 828,4 m. Výsledky z těchto 2 modelací jsou dosti rozdílné a to především díky tomu, že do programu ALOHA se vkládá o mnoho více dat, tudíž je výsledek blíže realitě než v nástroji TerEx.

Prvním dílčím cílem práce bylo, dle dostupných zdrojů, zpracovat teoretickou část, tento cíl byl dle mého názoru splněn. V teoretické části bylo použito mnoho dostupných zdrojů, a to jak zákonů, knižních zdrojů, bakalářských a diplomových prací tak i internetových zdrojů. Druhým dílčím cílem bylo zpracování praktické části práce s pomocí softwarového nástroje TerEx a programu ALOHA, tento cíl byl taktéž dle mého názoru splněn.

Modelování tvoří velkou část praktické části, pro lepší orientaci v problematice byla do praktické části zpracována i statistika úniků NL a statistika železničních nehod. Bohužel neexistuje statistika, která by tyto 2 problémy sjednotila a vyjadřovala procentuální podíl úniků NL při železniční nehodě. Poslední dílčí cíl byl stanoven na základě závěru případové studie navrhněte případné změny a návrhy na zlepšení stávajícího stavu v problematice nehody s únikem nebezpečné látky. Tomuto cíli je věnována jedna celá kapitola 14. Mezi návrhy na zlepšení jsou v práci doporučeny zlepšení koordinace složek IZS při zásahu s únikem NL, zlepšení statistiky vztahující se k problematice a zlepšení prevence úniků NL.

Při přepravě NL je velmi důležité dodržet veškeré předpisy a postupy, jelikož havárie či nehoda může mít fatální následky zejména na životě a zdraví občanů, zvířat ale taktéž na ŽP. Jedná se o zajímavé téma, snažila jsem se proto nastudovat co nejvíce zdrojů a zpracovat téma tak co nejlépe. Železniční doprava je nedílnou součástí našich životů a zejména můj život je s ní spjatý již od narození. Každému, kdo pracuje s NL přeji, ať nedochází k žádným kolizím a vše probíhá řádně a bez nehod.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Právní předpisy

ČESKO, 2000a, Zákon č. 239 ze dne 9. srpna 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, In: Sběrka zákonů České republiky, 2000.

ČESKO, 2000b, Zákon č. 240 ze dne 9. srpna 2000 o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), In: Sběrka zákonů České republiky, 2000.

ČESKO, 2006, Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907 ze dne 18. prosince 2006, 2006.

ČESKO, 2011, Zákon č. 350 ze dne 29. listopadu 2011 o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), In: Sběrka zákonů České republiky, 2011.

ČESKO, 2011, Zákon č. 374 ze dne 8. prosince 2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě, In: Sběrka zákonů České republiky, 2011.

ČESKO, 2022, Sdělení Ministerstva zahraničních věcí ze dne 24. května 2022, o přijetí změn Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID), který je přípojkem C k Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF), 2022.

ČESKO, 1987, Vyhláška Ministra zahraničních věcí ze dne 1. července 1987 o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR), In: Sběrka zákonů České republiky, 1987.

ČESKO, Vyhláška Ministra zahraničních věcí č. 8 ze dne 13. února 1985, o Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF), In: Sběrka zákonů České republiky, 1985.

ČESKO, Vyhláška č. č. 61/2018 Sb., o seznamu nebezpečných chemických látek, směsí a prachů a podmínkách nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi a podmínkách výkonu činností spojených s nebezpečnou expozicí prachů, ze dne 12. dubna 2018, 2018.

ČESKO, 2008, Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272 ze dne 16. prosince 2008., o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006 (Text s významem pro EHP), 2008.

Tištěné

BALLAY Michal, Mikuláš MONOŠI. Manažment rizík a technológia prác záchranných služieb pri dopravných nehodách na železničných priecestiach. Žilina: Žilinská univerzita v Žilíně, 2019. ISBN 978-80-554-1550-5

BARTA Jiří, LUDÍK Tomáš, *ALOHA – modelování a simulace (Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNÁŘE)*, Brno, 2012, Univerzita obrany, Fakulta ekonomicky a managementu, Katedra ochrany obyvatelstva, dostupné také z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/17735/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_Aloha.pdf

BARTA Jiří, LUDÍK Tomáš, *TerEx – modelování a simulace (Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNÁŘE)*, Brno, 2012, Univerzita obrany, Fakulta ekonomicky a managementu, Katedra ochrany obyvatelstva, dostupné také z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26278/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_TerEx.pdf

BEHRAMI Patrik, *Modelování, simulace a optimalizace podnikového procesu v programu Witness*, Brno, 2016, bakalářská práce, Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, dostupné také z: https://is.muni.cz/th/e8zkg/BP_Behrami_verejna.pdf

Český statistický úřad, *Nehody v železniční dopravě*, 2022, dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/nehody_v_doprave_casove_rady

European Union Agency For Railways, *Annual Safety Overview 2023*, 2023, dostupné z: <https://www.era.europa.eu/content/annual-safety-overview-2023>

GŘ HZS ČR, *Ochrana obyvatelstva a krizového řízení pro pedagogické pracovníky: modul – J.*, Praha: Ministerstvo vnitra, 2019. ISBN 978-80-7616-048-4.

HANUŠKA Zdeněk, *Konspekty odborné přípravy jednotek požární ochrany*, MV-GŘ HZS ČR, Ostrava, 2008, ISBN: 80-86111-46-6

KRAMOLIŠ Jakub, *Analýza rizik úniků nebezpečných látek v obci*, Uherské Hradiště, 2018, diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, dostupné také z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/43079/kramoli%20_2018_dp.pdf?sequence=1

KROUPA Miroslav, *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek*, Praha – MV-GŘ HZS ČR, 2004, dostupné také z: <https://www.mvcr.cz/clanek/chovani-obyvatelstva-v-pripade-havarie-s-unikem-nebezpecnych-chemicky-latek.aspx>

KŘIVÝ Ivan a KINDLER Evžen, *Simulace a Modelování*, Ostrava, 2001, učební texty, Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, dostupné z: <https://vendulka.zcu.cz/Download/Free/SkriptaKindlerMS.pdf>

LEGNER Vojtěch, *Preventivní opatření mimořádných událostí na území Libereckého kraje*, Praha, 2019, diplomová práce, Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/109544/120345688.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LIŠKOVÁ Kateřina, *Manažerské rozhodování*, Praha, 2009, bakalářská práce, Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Katedra andragogiky a personálního řízení, dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/29410/BPTX_2008_2_11210_ASZK_00306_133162_0_74396.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MV-GŘ HZS ČR, *Katalogový soubor – typová činnost složek IZS při společném zásahu – Mimořádnosti v provozu železniční osobní dopravy STČ 15/IZS*, 2015, Praha, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/stc-15-izs-mimoradnosti-v-provozu-zeleznicni-osobni-dopravy-fin-pdf.aspx>

MV-GŘ HZS ČR, *Statistická ročenka 2001-2020*, Praha, 2001, dostupné také z: <https://www.hzscr.cz/soubor/rocenka-2001-2020-pdf.aspx>

MV-GŘ HZS ČR, *Statistická ročenka 2022*, Praha, 2022, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/informacni-servis-statistiky-rocenka-2022-pdf.aspx>

POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2017. ISBN 978-8072514670.

SBLCore – Bezpečnostní list podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH), v platném znění, Kyselina sírová 96%+, 2022, dostupné také z: https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/kyselina_sirova_96.pdf

TATÍČKOVÁ Irena, *Možnosti zapojení nestátních neziskových organizací v IZS*, Plzeň, 2012, bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, dostupné také z: <https://theses.cz/id/lepzgt/1595114>

TOMEK Miroslav, *Opory pro předmět – Přeprava nebezpečných věcí*, Uherské Hradiště, 2018, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení.

United Nations Publication, *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road – Volume I – ADR*, 2010, ISBN: 978-92-1-139140-4, dostupné z: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/adr2011/English/VolumeI.pdf>

VĚŽNÍKOVÁ Hana, *Transport nebezpečných látek a odpadů*, Ostrava, 2014, Vysoká škola Baňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, ISBN 978-80-248-3498-6., dostupné také z: <https://docplayer.cz/6545993-Transport-nebezpecnych-latek-a-odpadu.html>

Internetové

Asociace Záchranný kruh, *Dopravní nehoda s únikem nebezpečných látek, rok neznámý*, dostupné z: <https://www.zachranny-kruh.cz/mimoradne-udalosti/havarie/dopravni-nehoda-s-unikem-nebezpecnych-latek.html>

CRDR spol. s r.o., *Přeprava nebezpečných látek a věcí v režimu ADR*, 2018, dostupné z: <https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/adr-preprava-nebezpecnych-latek-a-veci/>

ČTK, *V Austrálii vykolejil vlak převážející 200 tisíc litrů kyseliny sírové*, 2015, dostupné z: <https://www.e15.cz/zahranicni/v-australii-vykolejil-vlak-prevazejici-200-tisic-litru-kyseliny-sirove-1258086>

Drážní inspekce, *Při srážce dvou nákladních vlaků na Teplicku zemřel strojvedoucí, druhý je zraněný*, 2021, dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/srazka-vlak-u-svetec-teplice/r~608fb4c2954811ebb2f60cc47ab5f122/>

Drážní úřad, *Pokrok v oblasti interoperability a definice základních pojmů*, 2016, dostupné z: <https://www.ducr.cz/cs/component/finder/search?q=definice+&Itemid=101>

Envirogroup, *61/2018 Sb. Vyhláška*, 2018, dostupné z: https://www.envirogroup.cz/file_get.php?id=22088&type=db

Environmental Protection Agency, *ALOHA Software*, 2022, dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

Farmak, a.s., *O nás, rok neznámý*, dostupné z: <https://www.farmak.cz/o-spolecnosti>

Google.maps, Mapa obce Rokytnice, 2023, dostupné z: <https://www.google.com/maps/@49.4639066,17.3861904,2567m/data=!3m1!1e3>

GŘ HZS ČR, *Nebezpečné látky*, 2023, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/nebezpecne-latky.aspx>

GŘ HZS ČR – HZS Moravskoslezského kraje, *Pojmy a definice krizového řízení*, 2023, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-ke-stazeni-ff.aspx?q=Y2hudW09Nw%3D%3D>

GŘ HZS ČR, *Dokumentace IZS*, 2023, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>

GŘ HZS ČR, *Krizové a havarijní plánování – Havarijní plánování, Vnější havarijní plány*, 2023, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plany.aspx>

HRABAL Ivan, *silniční přeprava nebezpečných věcí – ADR*, Ústí nad Labem, 2020, dostupné z: <https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/7%20-%20ADR.pdf>

Jihomoravský kraj, *Únik kyseliny sirové na seřadovacím nádraží v Českých Budějovicích zaměstnal hasiče na dlouhé hodiny*, 2014, dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/96721-unik-kyseliny-sirove-na-seradovacim-nadrazi-v-ceskych-budejovicich-zamestnal-hasice-na-dlouhe-hodiny/>

MV České republiky, *Policie České republiky*, 2023, dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/o-nas-policie-ceske-republiky-policie-ceske-republiky.aspx>

MV České republiky, *Závažná havárie*, Ministerstvo vnitra České republiky, 2023, dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/zavazna-havarie.aspx>

MV-GŘ HZS ČR, *Nebezpečné látky*, 2023, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/menu-ochrana-obyvatelstva-nebezpecne-latky-nebezpecne-latky.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>

MV-GŘ HZS ČR, *Ústřední poplachový plán IZS*, 2023, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/2022-12-19-aktualizace-upp-k-1-lednu-2023-ver-3-001-pdf.aspx>

NH – TRANS, SE, *Železniční přeprava*, 2017, dostupné z: <https://www.nh-trans.cz/wp-content/gallery/zas-cisternovy-vuz/DSC01711.JPG>

Portál krizového řízení JmK., *Kyselina sírová*, 2020, dostupné z: <https://www.krizport.cz/ohrozeni/nebezpecne-latky-v-jmk/kyselina-sirova>

RŮŽIČKOVÁ Kateřina, *Postup modelování*, 2023, dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/11752151/>

SPITZER Richard, *Havárie vlaku u San Bernardina: Smrtící jízda z horského průsmyku ničila domy, brala životy a způsobila ohnivé peklo*, rok neznámý, dostupné z: [Havárie vlaku u San Bernardina: Smrtící jízda z horského průsmyku ničila domy, brala životy a způsobila ohnivé peklo \(radiodixie.cz\)](https://www.radiodixie.cz/havarie-vlak-u-san-bernardina-smrtici-jizda-z-horskeho-prusmyku-nicila-domy-brala-zivoty-a-zpusobila-ohnive-peklo)

STRAŠÍLKOVÁ Lucie, *Přeprava nebezpečných látek po železnici*, České Budějovice, 2016, bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, dostupné z: <https://theses.cz/id/o22acz/18022530>

ŠINDLEROVÁ Barbora, MV-GŘ HZS ČR, *Časopis 112 ROČNÍK XVI ČÍSLO 2/2017*, 2017, dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xvi-cislo-2-2017.aspx?q=Y2hudW09Ng%3D%3D>

TILHON Jiří, *Nebezpečné chemické látky, chemické směsi a jejich odpady*, rok neznámý, dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/sites/default/files/obsah/super-obsah/nebezpecne-latky-ochrana-zdravi/soubory/nchlpromaleastrednipodnikyfinal.pdf>

TIMOCOM GmbH, *Dopravní lexikon – ADR*, 2022, dostupné z: <https://www.timocom.cz/lexicon/dopravni-lexikon/adr>

T-SOFT a.s., *TERoristický EXPert*, 2017, dostupné z: <https://tsoft.cz/teroristicky-expert/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AEGL	Směrná úroveň akutní expozice
ČR	Česká republika
ERPG	Hodnota jednod hodinové koncentrace nebezpečných látek
EU	Evropská unie
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
JMK	Jihomoravský kraj
JSDH	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
KOPIS	Krajské operační a informační středisko
MU	Mimořádná událost
MV ČR	Ministerstvo vnitra České republiky
MV-GŘ HZS ČR	Ministerstvo vnitra Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
NCHL	Nebezpečná chemická látka
NL	Nebezpečná látka
NV	Nebezpečné věci
SŽDC	Správa železniční a dopravní cesty (od roku 2020 pouze SŽ!)
ZaL	Záchranné a likvidační práce
ZZS	Záchranná zdravotnická služba
ŽP	Životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

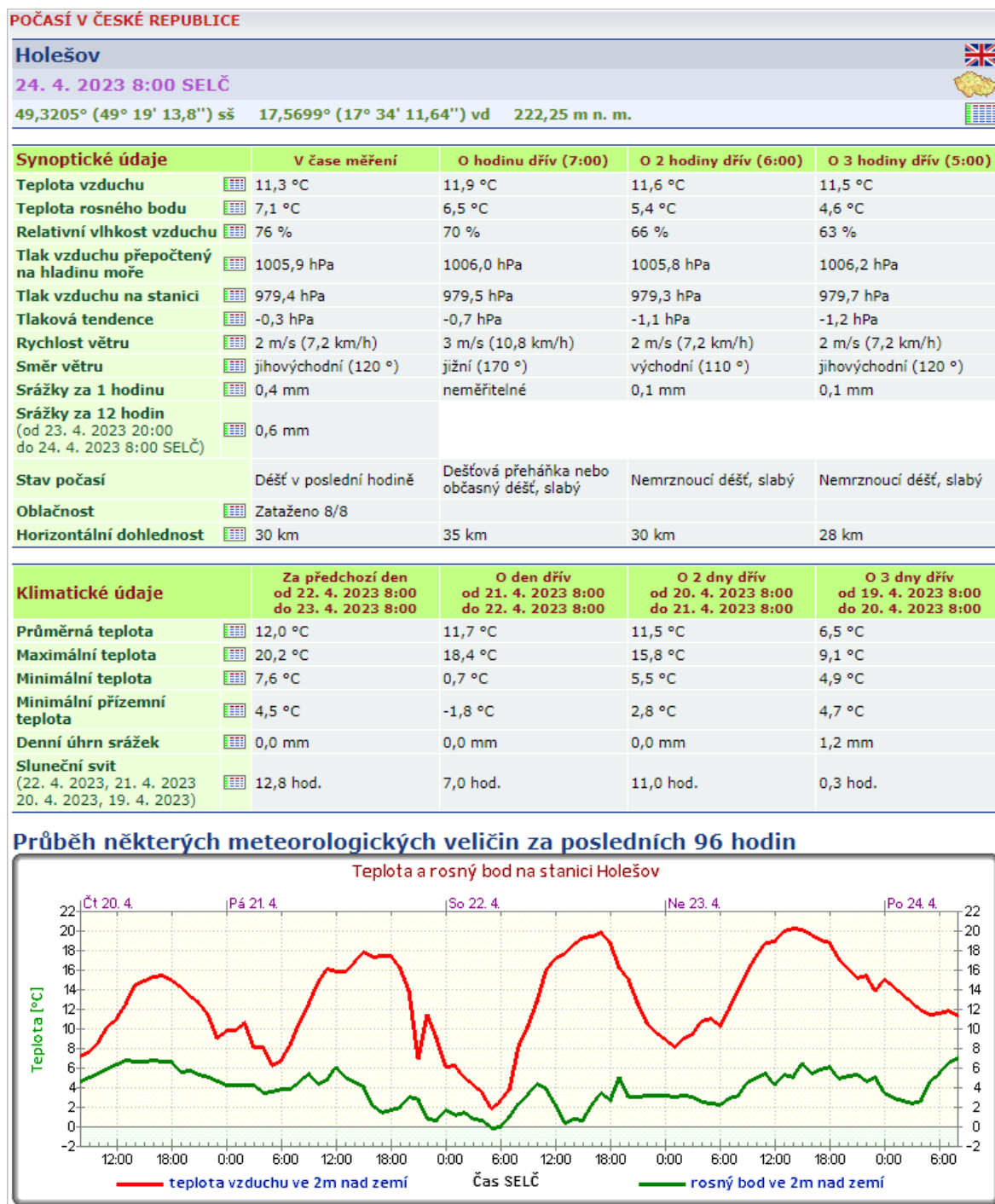
Obrázek 1 – Dělení mimořádných událostí. (<i>LEGNER, 2019</i>).....	11
Obrázek 3 – Mapa obce Rokytnice s vyznačeným místem nehody. (<i>google.maps, 2023</i>) .	28
Obrázek 4 – Železniční přejezd v obci Rokytnice. (<i>google.maps, 2023</i>).....	28
Obrázek 5 – Cisterna převážející kyselinu sírovou. (<i>NH – TRANS, SE, 2017</i>).....	29
Obrázek 2 – Kemler kód, UN kód a značka nebezpečnosti kyseliny. (<i>Bezpečnostní list, 2020</i>).....	30
Obrázek 6 – První doplňující tabulka se základními informacemi. (<i>vlastní, 2023</i>).....	33
Obrázek 7 – Ohrožení osob a vzdálenost jejich evakuace. (<i>vlastní, 2023</i>)	34
Obrázek 8 – Tabulka se všemi zadanými i vypočítanými hodnotami. (<i>vlastní, 2023</i>)	34
Obrázek 9 – Mapa ohroženého oblasti v obci Rokytnice. (<i>vlastní, 2023</i>)	35
Obrázek 10 – Graf zobrazující závislost koncentrace látky a vzdálenost. (<i>vlastní, 2023</i>)..	35
Obrázek 11 – Zadání kyseliny sírové do databáze. (<i>vlastní, 2023</i>)	37
Obrázek 12 – Nastavení parametrů cisterny. (<i>vlastní, 2023</i>).....	38
Obrázek 13 – ohrožená zóna zobrazená programem ALOHA. (<i>vlastní, 2023</i>).....	39
Obrázek 14 – Výsledný text se všemi daty. (<i>vlastní, 2023</i>)	40
Obrázek 15 – Ohrožená zóna na místě nehody. (<i>vlastní, 2023</i>)	40
Obrázek 16 – Zásahy podle druhu JPO. (<i>MV-GŘ HZS ČR, 2021</i>)	44
Obrázek 17 – Únik nebezpečných látek v krajích ČR za období 2010-2020. (<i>MV-GŘ HZS ČR, 2022</i>).....	44
Obrázek 18 – Statistika železničních nehod od roku 2010–2021. (<i>Český statistický úřad, 2022</i>).....	45
Obrázek 19 – Přehled nehod s únikem NL zahrnující všechny státy EU za období 2010-2020. (<i>European Union Agency For Railways, 2023</i>)	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Jednotky JPO I. – JPO VI. (<i>GŘ HZS ČR, 2023</i>).....	12
Tabulka 2 – Seznam obcí na území ČR s mimořádnými události a vyznačenými úniky NCHL. (<i>MV-GŘ HZS ČR, 2023</i>)	59

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Meteorologické údaje v čase nehody.



(Český hydrometeorologický ústav, 2023)

Příloha P 2: Mimořádné události na území ČR za 2022

Tabulka 2 – Seznam obcí na území ČR s mimořádnými události a vyznačenými úniky NCHL. (MV-GŘ HZS ČR, 2023)

Obec (č. ORP)	Požáry	Dopravní nehody	Úniky nebezpečných chemických látek	Technické havárie	Radiační nehody a havárie	Ostatní mimořádné události	Plané poplachy	Celkem	Index %
Benešov (2101)	159	192	40	832	0	0	46	1 269	115
Vlašim (2125)	56	98	17	408	0	0	22	601	139
Votice (2126)	36	52	10	161	0	0	10	269	121
Beroun (2102)	139	208	46	471	0	1	53	918	104
Hořovice (2108)	68	109	24	216	0	0	28	445	111
Kladno (2109)	250	252	73	626	0	139	96	1 436	93
Slaný (2124)	87	122	47	194	0	0	21	471	97
Kolín (2110)	150	201	38	472	0	3	59	923	104
Český Brod (2106)	40	46	3	119	0	0	15	223	104
Kutná Hora (2112)	98	132	21	534	0	95	37	917	144
Čáslav (2104)	51	63	4	187	0	1	24	330	125
Kralupy nad Vltavou (2111)	99	81	46	170	0	0	46	442	103
Mělník (2114)	92	110	41	269	0	1	22	535	95
Neratovice (2117)	69	51	25	124	0	0	7	276	103
Mladá Boleslav (2115)	239	304	139	629	0	56	98	1 465	99
Mnichovo Hradiště (2116)	25	44	16	123	0	0	14	222	89
Lysá nad Labem (2113)	50	53	16	159	0	0	22	300	101
Nymburk (2118)	76	103	9	285	0	1	28	502	105
Poděbrady (2119)	59	108	19	205	0	3	27	421	108
Brandýs n. L.-Stará Boleslav (2103)	216	268	76	470	0	7	107	1 144	102
Říčany (2122)	159	312	57	681	0	2	106	1 317	118
Černošice (2105)	315	382	115	1 060	0	2	148	2 022	107
Dobříš (2107)	48	81	16	315	0	0	15	475	123
Příbram (2120)	152	198	43	517	0	90	45	1 045	114
Sedlčany (2123)	60	37	7	296	0	1	7	408	111
Rakovník (2121)	130	157	63	386	0	2	28	766	85
Trhové Sviny (3113)	34	39	6	241	0	0	13	335	136
Týn nad Vltavou (3115)	29	28	14	281	0	0	7	359	114
České Budějovice (3102)	275	315	77	1 211	0	244	204	2 326	101
Kaplice (3106)	45	65	13	239	1	1	16	380	80
Český Krumlov (3103)	112	115	25	667	0	7	51	977	107
Dačice (3104)	43	47	2	277	0	8	13	390	133
Jindřichův Hradec (3105)	109	81	20	605	0	9	38	862	127
Třeboň (3114)	58	55	19	457	0	9	19	617	112
Mělvsko (3107)	28	36	10	235	0	2	13	324	99
Písek (3108)	110	121	35	470	0	25	36	797	99
Prachatice (3109)	70	93	22	417	0	5	16	623	104
Vimperk (3116)	36	47	15	197	0	6	12	313	108
Blatná (3101)	30	27	9	160	0	0	8	234	92
Strakonice (3111)	70	83	22	549	0	25	26	775	110
Vodňany (3117)	26	29	5	150	0	0	13	223	111
Soběslav (3110)	49	62	7	255	0	1	22	396	113
Tábor (3112)	189	173	38	724	0	10	53	1 187	107
Domažlice (3202)	63	107	43	576	0	42	29	860	101
Horšovský Týn (3204)	39	48	17	194	0	4	11	313	106
Horažďovice (3203)	30	31	17	265	0	41	13	397	128
Klatovy (3205)	85	147	77	604	0	48	35	996	92
Sušice (3214)	69	61	38	496	0	54	13	731	104
Pízeň (3209)	413	332	229	1 324	0	273	279	2 850	108
Blovice (3201)	25	33	5	141	0	12	5	221	61
Nepomuk (3207)	39	56	6	209	0	3	6	319	136

Obec (č. ORP)	Požáry	Dopravní nehody	Úniky nebezpečných chemických látek	Technické havárie	Radiační nehody a havárie	Ostatní mimořádné události	Plané poplachy	Celkem	Index %
Přeštice (3210)	36	68	22	186	0	2	9	323	109
Stod (3212)	62	63	30	212	0	107	21	495	124
Kralovice (3206)	67	59	20	250	0	39	18	453	104
Nýřany (3208)	127	137	55	488	0	72	63	942	103
Rokycany (3211)	102	147	38	887	0	32	28	1 234	114
Stříbro (3213)	61	45	24	249	0	17	26	422	104
Tachov (3215)	116	144	67	657	0	34	41	1 059	107
Aš (4101)	41	33	19	205	0	2	9	309	120
Cheb (4102)	121	139	76	639	0	36	59	1 070	134
Mariánské Lázně (4105)	63	76	23	362	0	2	17	543	118
Karlovy Vary (4103)	214	234	150	928	0	163	93	1 782	104
Ostrov (4106)	65	79	55	279	0	3	24	505	115
Kraslice (4104)	41	25	12	162	0	0	7	247	94
Sokolov (4107)	185	150	100	789	0	4	106	1 334	117
Děčín (4202)	203	146	140	704	0	0	60	1 253	88
Rumburk (4212)	83	57	89	257	0	0	27	513	98
Varnsdorf (4215)	59	51	32	137	0	0	9	288	103
Chomutov (4203)	204	121	52	397	0	2	68	844	108
Kadaň (4204)	109	70	51	395	0	0	92	717	101
Litoměřice (4205)	107	82	56	377	0	0	73	695	92
Lovosice (4208)	56	54	27	155	0	1	17	310	114
Roudnice nad Labem (4211)	71	57	43	181	0	0	17	369	103
Louny (4207)	93	89	28	285	0	0	30	525	92
Podbořany (4210)	60	40	6	119	0	0	10	235	83
Žatec (4216)	65	58	27	171	0	1	48	370	87
Litvínov (4206)	116	56	58	280	0	0	189	689	112
Most (4209)	232	87	36	329	0	1	84	769	114
Bílina (4201)	92	30	14	176	0	0	263	575	158
Teplice (4213)	275	126	88	646	0	0	92	1 227	117
Ústí nad Labem (4214)	338	161	150	773	0	737	164	2 323	145
Nový Bor (5106)	58	82	26	204	0	2	13	385	90
Česká Lípa (5101)	222	221	114	772	0	12	86	1 427	111
Jablonec nad Nisou (5103)	118	91	74	335	0	8	36	662	102
Tarvald (5108)	38	50	15	164	0	2	13	282	106
Železný Brod (5110)	22	26	18	120	0	0	9	195	114
Frydlant (5102)	84	69	46	199	0	20	8	426	110
Liberec (5105)	298	304	142	1 090	0	735	134	2 703	122
Jilemnice (5104)	35	75	14	182	0	2	24	332	94
Semily (5107)	46	78	21	267	0	3	24	439	81
Turnov (5109)	74	115	48	256	0	1	20	514	111
Hradec Králové (5205)	222	425	103	962	0	211	147	2 070	106
Nový Bydžov (5212)	25	30	4	109	0	1	10	179	94
Hořice (5204)	44	56	23	175	0	4	29	331	119
Jičín (5207)	92	125	21	355	0	8	22	623	101
Nová Paka (5210)	21	45	12	128	0	1	6	213	116
Broumov (5201)	34	42	5	224	0	9	11	325	117
Jaroměř (5206)	23	45	13	146	0	5	6	238	106
Nové Město nad Metují (5211)	26	46	6	116	0	3	5	202	122
Náchod (5208)	112	130	36	536	0	12	45	871	105
Dobruška (5202)	45	56	9	226	0	5	12	353	119
Kostelec nad Orlicí (5208)	37	63	19	169	0	3	16	307	98

Obec (č. ORP)	Požáry	Dopravní nehody	Úniky nebezpečných chemických látek	Technické havárie	Radiační nehody a havárie	Ostatní mimořádné události	Plané poplachy	Celkem	Index %
Rychnov nad Kněžnou (5213)	54	103	132	303	0	4	74	670	101
Dvůr Králové nad Labem (5203)	49	53	18	224	0	1	14	359	93
Trutnov (5214)	120	196	50	547	0	11	52	976	125
Vrchlabí (5215)	35	54	18	254	0	8	22	391	104
Chrudim (5304)	137	198	50	1 070	0	13	33	1 501	107
Hlinsko (5302)	33	61	24	247	0	6	17	388	89
Holice (5303)	29	77	14	145	0	9	14	288	89
Pardubice (5309)	218	214	63	899	0	251	146	1 791	123
Přelouč (5311)	38	49	20	267	1	2	74	451	109
Litomyšl (5307)	25	64	17	232	0	9	36	383	95
Moravská Třebová (5308)	62	83	20	315	0	6	46	532	130
Polička (5310)	32	56	9	261	0	2	7	367	115
Svitavy (5312)	49	82	24	319	0	3	25	502	95
Králíky (5305)	7	25	4	153	0	4	6	199	90
Lanškroun (5306)	35	50	18	233	0	9	15	360	88
Vysoké Mýto (5314)	37	96	32	419	0	4	48	636	96
Žamberk (5315)	42	78	20	307	0	10	9	466	88
Česká Třebová (5301)	34	36	13	234	0	18	11	346	94
Ústí nad Orlicí (5313)	30	52	15	389	0	6	15	507	90
Humpolec (6103)	54	83	12	251	0	0	40	440	90
Pacov (6109)	36	30	6	262	0	0	3	337	122
Pelhřimov (6110)	124	127	19	794	0	4	49	1 117	102
Chotěboř (6104)	61	62	15	272	0	0	21	431	81
Havlíčkův Brod (6102)	114	148	36	598	0	15	34	945	86
Světlá nad Sázavou (6111)	65	51	9	372	0	1	15	513	109
Jihlava (6105)	231	255	78	1 242	0	622	159	2 587	126
Telč (6112)	31	37	7	205	0	1	5	286	114
Moravské Budějovice (6106)	33	75	18	339	0	1	15	481	117
Náměšť nad Oslavou (6107)	28	39	9	148	0	0	8	232	114
Třebíč (6113)	100	184	53	818	0	2	101	1 258	115
Bystřice nad Pernštejnem (6101)	57	34	3	243	0	0	14	351	89
Nové Město na Moravě (6108)	46	54	7	225	0	1	6	339	114
Velké Meziříčí (6114)	70	170	28	401	0	20	47	736	117
Žďár nad Sázavou (6115)	70	70	20	509	0	2	66	737	98
Blansko (6201)	74	142	28	382	0	0	34	660	78
Boskovice (6202)	104	130	23	446	1	0	25	729	105
Brno (6203)	618	613	207	2 346	2	328	494	4 608	94
Ivančice (6208)	43	41	11	196	0	0	5	296	115
Kuřim (6209)	36	60	7	111	0	5	21	240	100
Rosice (6214)	56	128	11	210	0	18	12	435	117
Tišnov (6217)	94	67	16	279	0	1	8	465	94
Šlapanice (6216)	118	196	35	356	0	2	54	761	96
Židlochovice (6221)	65	90	13	135	0	0	31	334	93
Břeclav (6204)	104	134	30	418	0	7	36	729	115
Hustopeče (6207)	80	64	9	148	0	3	9	313	63
Mikulov (6211)	40	49	17	153	0	2	22	283	110
Pohořelice (6213)	29	56	8	106	0	0	19	218	104
Hodonín (6206)	114	107	8	281	0	2	32	544	66
Kyjov (6210)	97	87	16	239	0	1	18	458	92
Veselí nad Moravou (6218)	56	54	8	174	0	2	9	303	117
Bučovice (6205)	25	48	6	114	0	1	8	202	77
Slavkov u Brna (6215)	24	68	9	121	0	0	11	233	107

Obec (č. ORP)	Požáry	Dopravní nehody	Úniky nebezpečných chemických látek	Technické havárie	Radiační nehody a havárie	Ostatní mimořádné události	Plané poplachy	Celkem	Index %
Vyškov (6219)	84	136	28	356	0	4	33	641	75
Moravský Krumlov (6212)	39	56	13	157	0	0	14	279	134
Znojmo (6220)	173	182	40	632	0	8	50	1 085	102
Konice (7103)	18	17	3	91	0	10	2	141	118
Prostějov (7108)	145	162	56	540	0	57	72	1 032	97
Litovel (7105)	36	53	16	177	0	9	8	299	115
Olomouc (7107)	307	314	92	893	0	298	154	2 058	122
Uničov (7112)	43	36	6	109	0	14	5	213	115
Šternberk (7110)	48	50	20	251	0	4	12	385	132
Hranice (7101)	51	91	22	183	0	17	10	374	104
Lipník nad Bečvou (7104)	31	23	16	103	0	130	9	312	185
Přerov (7109)	111	142	41	563	0	108	46	1 011	124
Mohelnice (7106)	25	62	13	199	0	4	24	327	115
Zábřeh (7113)	46	55	24	172	0	3	5	305	90
Šumperk (7111)	112	150	45	467	0	43	32	849	100
Jeseník (7102)	67	78	17	397	0	16	26	601	91
Luhačovice (7204)	27	31	11	131	0	8	9	217	87
Otrokovice (7205)	71	63	17	188	0	2	65	406	106
Valašské Klobouky (7209)	27	29	9	86	0	3	10	164	100
Vizovice (7211)	32	29	6	60	0	2	6	135	95
Zlín (7213)	137	152	41	453	0	412	96	1 291	120
Bystrice pod Hostýnem (7201)	34	23	4	103	0	0	14	178	125
Holešov (7202)	35	47	13	86	0	24	9	214	160
Kroměříž (7203)	97	131	38	333	0	4	37	640	114
Uherské Hradiště (7207)	105	173	40	423	0	3	85	829	121
Uherský Brod (7208)	76	78	21	182	0	2	23	382	91
Rožnov pod Radhoštěm (7206)	60	53	29	259	0	9	37	447	101
Valašské Meziříčí (7210)	45	79	17	290	0	2	40	473	101
Vsetín (7212)	109	114	31	361	0	4	37	656	103
Bruntál (8103)	73	86	28	320	0	2	23	532	96
Krmov (8114)	102	67	14	280	0	0	24	487	103
Rýmařov (8120)	26	37	5	172	0	0	6	246	110
Frýdek-Místek (8106)	164	188	55	645	0	62	58	1 172	110
Frýdlant nad Ostravicí (8107)	55	54	10	197	0	2	18	336	119
Jablunkov (8110)	35	38	10	116	0	3	8	210	66
Třinec (8121)	93	85	33	623	0	2	55	891	76
Bohumín (8102)	58	46	14	282	0	25	19	444	108
Haviřov (8108)	142	90	34	556	0	22	53	897	109
Karviná (8111)	135	63	26	419	0	5	110	758	111
Orlová (8118)	64	19	14	230	0	1	23	351	101
Český Těšín (8104)	29	38	12	183	0	1	18	281	107
Bílovec (8101)	34	49	15	189	0	0	12	299	117
Frenštát pod Radhoštěm (8105)	28	30	9	147	0	0	10	224	95
Kopřivnice (8112)	74	41	43	392	0	1	58	609	126
Nový Jičín (8115)	54	95	17	270	0	3	38	477	112
Odry (8116)	36	25	14	129	0	0	19	223	93
Hlučín (8109)	45	60	11	236	0	1	17	370	80
Kravaře (8113)	22	20	2	71	0	0	1	116	68
Opava (8117)	114	172	79	666	0	6	87	1 124	92
Vítkov (8122)	25	25	5	144	0	1	11	211	117
Ostrava (8119)	771	473	181	3 384	0	1 423	842	7 074	118