

Mapování rizik ve vybrané obci

Bc. Branislav Sládek

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Branislav Sládek**
Osobní číslo: **L17122**
Studijní program: **N3953 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor: **Bezpečnost společnosti**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Mapování rizik ve vybrané obci**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou mapování rizik pomocí geografických informačních systémů.
2. Zmapujte rizika ve vybrané obci.
3. Zpracujte mapu zranitelnosti.
4. Zpracujte mapu hrozby a rizika.
5. Diskutujte získané výsledky.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. Mapování rizik. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010, 126 s. Edice SPBI Spektrum. ISBN 978-80-7385-086-9.

[2] BRAY, Hiawatha. Od kompasu k GPS: jste zde, dějiny a budoucnost toho, jak se nacházíme. Praha: Matfyzpress, 2017, 195 s. Popularizace. ISBN 978-80-7378-336-5.

[3] AUSTIN, Robert F, David P DISERA a Talbot J BROOKS. GIS for critical infrastructure protection. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2016], xxi, 250. ISBN 978-1-4665-9934-5.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jakub Rak, Ph.D.**
Ústav ochrany obyvatelstva
Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2019**

V Uherském Hradišti dne 30. listopadu 2018

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



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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 UTB 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 – diplomovou 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 diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15.5.2019

Jméno a příjmení studenta: Bc. Branislav Sládek

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na mapování rizik pomocí geografických informačních systémů ve vybrané lokalitě. V teoretické části je proveden popis stěžejní legislativy, popsány hlavní principy a postupy vybraných metod analýzy rizik, uveden postup tvorby mapování rizik a definován geografický informační systém. V praktické části je představeno město Staré Město. Pomocí strukturovaného rozhovoru, programu Riskan-B a metody Kars je provedena analýza rizik. V programu TerEx je modelován únik vybraných nebezpečných chemických látek. Získaná data jsou vložena do geografického informačního softwaru QGIS. Zpracované mapy hrozby, zranitelnosti a rizika a následná diskuse reprezentují využití geografického informačního systému pro mapování rizik.

Klíčová slova: mapování rizik, mapa hrozby, mapa zranitelnosti, mapa rizika, TerEx, Riskan-B, Kars, QGIS.

ABSTRACT

This thesis deals with risk mapping using geographic information systems at selected locality. The theoretical part contains the description of principal legislation, description of main principles and procedures of the selected methods of risk analysis, includes the process of creating the risk mapping and definition of the geographical information system. The practical part describes the town of Staré Město. The risk analysis is performed by means of a structured interview, program RISKAN-B and Kars method. The leakage of selected hazardous chemicals is modeled in the TerEx program. The data thus obtained are entered into a geographic information software QGIS. The processed maps of threat, vulnerability and risks and subsequent discussion represent the use of geographic information systems for risk mapping.

Keywords: risk mapping, threat map, vulnerability map, risk map, TerEx, Riskan-B, Kars, QGIS.

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce panu Ing. Jakubu Rakovi, Ph.D., za odborné vedení, čas, trpělivost a cenné rady při zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Lumíru Lackovi, panu por. Ing. Marcelu Mahd'ákovi, panu PhDr. Horymírovi Horovi za poskytnutá data, které mou diplomovou práci posunuly dále. V neposlední řadě také Mgr. Petru Kulíkovi, PhDr. Lud'kovi Mikáčovi a Miroslavě Vajčnerové za jazykovou korekturu.

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

„Kdo chce, hledá způsob. Kdo nechce, hledá důvod.“ – Jan Werich

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 LEGISLATIVA	13
1.1 ZÁKON O PREVENCI ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ	13
1.1.1 Návrh o zařazení do skupiny A nebo B	13
1.1.2 Protokol o nezařazení	14
1.1.3 Bezpečnostní dokumentace	14
1.2 EVROPSKÁ DOHODA O MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ (ADR).....	15
1.2.1 Příloha A	15
1.2.2 Příloha B.....	16
1.3 ŘÁD PRO MEZINÁRODNÍ ŽELEZNIČNÍ PŘEPRAVU NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ (RID).....	16
2 ANALÝZA RIZIK	17
2.1 HLAVNÍ KATEGORIE METOD ANALÝZY RIZIK	17
2.2 DŮVODY PROVÁDĚNÍ ANALÝZY RIZIK	18
2.3 OBECNÝ POSTUP ANALÝZY RIZIK	18
2.4 ŘÍZENÍ RIZIK.....	19
2.5 MANAGEMENT RIZIKA DLE ČSN ISO 31000	20
3 VYBRANÉ METODY A NÁSTROJE ANALÝZY RIZIK	21
3.1 STRUKTUROVANÝ ROZHOVOR.....	21
3.2 METODA KARS	21
3.2.1 Zpracování soupisu rizik	21
3.2.2 Sestavení tabulky souvztažnosti rizik	22
3.2.3 Vyplnění tabulky souvztažnosti rizik.....	22
3.2.4 Vytvoření součtů souvztažnosti rizik	22
3.2.5 Výpočet koeficientů aktivity a pasivity jednotlivých rizik	23
3.2.6 Grafické vyhodnocení rizik.....	23
3.2.7 Výpočet os koeficientu aktivity a pasivity	24
3.2.8 Vyhodnocení analýzy KARS	24
3.3 SW NÁSTROJ RISKAN-B.....	24
3.3.1 Funkce aplikace.....	25
3.3.2 Postup analýzy rizik v SW RISKAN-B	25
4 MAPOVÁNÍ RIZIK	27
4.1 VYMEZENÍ POJMŮ.....	27
4.2 VÝCHODISKA MAPOVÁNÍ RIZIK	27
4.3 FÁZE MAPOVÁNÍ RIZIK	28
4.3.1 Mapa nebezpečí.....	29
4.3.2 Mapa zranitelnosti	30
4.3.3 Mapa kumulovaného rizika	31

4.3.4	Stanovení připravenosti.....	32
4.3.5	Stanovení korigovaného rizika.....	32
5	GIS.....	33
5.1	VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	33
5.2	HISTORIE GIS.....	34
5.3	VYUŽITÍ GIS	35
6	CÍLE A METODIKA PRÁCE.....	36
II	PRAKTICKÁ ČÁST	38
7	MĚSTO STARÉ MĚSTO.....	39
7.1	GEOGRAFIE A GEOLOGIE	39
7.2	HISTORIE MĚSTA	40
7.3	OBYVATELSTVO A VZDĚLÁNÍ	42
7.4	KLIMATICKÉ PODMÍNKY	42
7.5	SPOLEČENSKÝ, KULTURNÍ A SPOLKOVÝ ŽIVOT	43
7.6	DOPRAVA	43
8	ANALÝZA RIZIK MĚSTA STARÉ MĚSTO	45
8.1	ŘÍZENÝ STRUKTUROVANÝ ROZHOVOR	45
8.2	SW NÁSTROJ RISKAN-B.....	47
8.3	METODA KARS	51
8.3.1	Soupis rizik.....	51
8.3.2	Tabulka souvztažnosti rizik.....	51
8.3.3	Koeficienty aktivity a pasivity	52
8.3.4	Grafické vyhodnocení rizik.....	53
8.4	MODELOVÁNÍ ÚNIKU NCHL V PROGRAMU TEREX.....	54
8.4.1	Charakteristika definovaných látek a směsí	54
8.4.2	Stacionární zdroje.....	58
8.4.3	Převoz NCHL po pozemních komunikacích.....	62
8.4.4	Převoz NCHL po železnici.....	64
9	IMPLEMENTACE ZÍSKANÝCH DAT DO GIS.....	66
9.1	QGIS.....	66
9.1.1	Mapa nebezpečí.....	66
9.1.2	Mapa zranitelnosti	76
9.1.3	Mapa rizika.....	78
9.2	ARCGIS ONLINE	83
10	DISKUSE	85
	ZÁVĚR	87
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	100
	SEZNAM OBRÁZKŮ	101

SEZNAM TABULEK.....	103
SEZNAM PŘÍLOH.....	104

ÚVOD

Žijeme v globální a vyspělé době. V dnešní době není problém komunikovat s druhou osobou, která může žít například na druhé straně světa, či ovládat zařízení a přístroje. Ty mohou být vzdálené stovky nebo tisíce kilometrů od osoby způsobilé je ovládat. Existují nejrůznější stroje a zřízení, které člověku ulehčují práci, ale též sloužící například pro jeho zábavu. Vytvářejí se nové a dokonalejší výrobní technologie, které se díky své šetrnosti, rychlosti a bezpečnosti snaží vytvářet nový bezpečný svět. Svět, kde se snaží člověk zajistit zabezpečení budoucnosti svého druhu a ochránit tak naši planetu.

Existuje ale taktéž stinná strana této mince. Dnešní doba je velmi uspěchaná. Díky neustálému zvyšování nároků na výrobky, výrobní technologie a na rychlost provádění jednotlivých výrobních procesů a postupů, jsou na člověka kladeny neustále vyšší nároky na výkon. Vytvářejí se také neustále přísnější pravidla a normy na jednotlivé výrobky a služby, které je v mnohých případech velmi těžké, ne-li nemožné splnit.

Neustále se zvyšující jednotlivé nároky, jak na člověka, tak na zajištění bezpečnosti životního prostředí, mohou způsobit frustraci jednotlivým lidem i společnostmi. V případě neexistence dostatečných kontrolních mechanismů může dojít k nedodržování předepsaných výrobních či pracovních postupů a tím zvyšování úrovně rizika.

Může například dojít k nesprávné orbě půdy, jak z důvodu ušetření nemalých finančních prostředků, tak přetížení pracovníků starajících se o pole a pastviny. Při následujícím prudkém dešti může dojít pouze ke stečení vody do potoků a řek, což by napomohlo vzniku bleskových povodní. Dalším příkladem může být, nedodržení pracovního postupu v závodě a vznik následné mimořádné události, která může vyústit (v případě skladování nebo využívání nebezpečné chemické látky v technologickém procesu) k úniku nebezpečné látky do ovzduší a tím ohrozit okolní obyvatele a životní prostředí.

Je nutné s riziky, které se v dnešní době vyskytují, počítat a adekvátně se na ně připravit. Připravenost na vznik mimořádných událostí různého druhu je spojena s provedením kvalitní analýzy rizik na daném území.

Cílem této diplomové práce je seznámit čtenáře s problematikou mapování rizik pomocí geografických informačních systémů a provést zmapování rizik ve vybrané obci. Dále zpracovat mapu nebezpečí, zranitelnosti a rizika pro danou obec a následně diskutovat o výsledcích.

Pro provádění mapování rizik bylo vybráno město Staré Město. Nejprve bude provedena analýza pomocí strukturovaného rozhovoru a programovým nástrojem Riskan-B. Rizika budou následně rozřazeny dle priorit pomocí metody Kars. Pro případ úniku nebezpečné chemické látky bude provedeno modelování vybraných látek pomocí programu TerEx.

Výsledná data, která lze převést, nebo mají kartografickou podobu, budou vložena do geografického informačního systému QGIS. Zde bude vytvořena mapa nebezpečí, zranitelnosti a mapa výsledného rizika.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LEGISLATIVA

Úkolem této kapitoly je definovat právní předpisy, které se týkají této diplomové práce. Jedná se o zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi, dále o Evropskou dohodu o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) a o Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID).

1.1 Zákon o prevenci závažných havárií

Úkolem zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, je stanovení systému prevence závažných havárií, které mohou vzniknout v objektech, kde je, nebo bude NL umístněna. Zákon stanoví povinnosti právnickým osobám, popřípadě podnikajícím fyzickým osobám, přijmout všechna nezbytná opatření v objektech, kde je nebo bude NL vyráběna, zpracovávána, přepravována, používána nebo skladována.

Cílem je snížit pravděpodobnost vzniku a následně omezit možné následky na životech a zdraví osob, zvířat, životním prostředí a na majetku v objektech, kde je, NL skladována a také na objektech nacházejících se v okolí. [1]

1.1.1 Návrh o zařazení do skupiny A nebo B

Provozovatelé nebo uživatelé objektu nejprve zpracují seznam všech NL, které jsou umístněny v objektu (jejich druh, množství, klasifikaci, fyzikální formu). Na základě tohoto seznamu se provede sečtení všech poměrných množství NL, nacházejících se v objektu.

Při sečtení se množství NL skladované v objektu vydělí příslušnou mezní hodnotou. Pokud po sečtení všech NL bude výsledek roven, nebo větší, než jedna, provozovatel zařadí objekt do skupiny A nebo B, podle toho, který výpočet (zda pro skupinu A nebo B) mu vyšel větší nebo roven jedna. Vzorec pro sečtení a mezní hodnoty nebezpečných látek v tunách pro zařazení se nachází v zákoně v příloze č. 1. [1]

Provozovatel provede navrhnutí objektu do skupiny A nebo B nejpozději jeden měsíc ode dne, kdy množství NL dosáhne 1. Dále provozovatel předloží návrh krajskému úřadu o změně zařazení objektu. V případě že dojde k také změně množství NL v podniku, kdy by mohlo dojít ke změně skupiny objektu.

1.1.2 Protokol o nezařazení

Tento protokol zpracuje majitel objektu, v případě že množství NL umístěné v objektu je menší než hraniční množství NL uvedené v sloupci dva (hraniční množství NL pro zařazení do skupiny A). Protokol obsahuje identifikační údaje objektu, vč. jejího uživatele, seznam NL, popis výpočtu NL, datum, místo a podpis fyzické osoby oprávněné za objekt jednat.

Aktualizace protokolu o nezařazení se provádí po každém zvýšení NL přesahující 10 % množství NL nacházejícího se v objektu, nebo při umístění další NL do objektu, která nebyla v seznamu uvedena. [1]

1.1.3 Bezpečnostní dokumentace

Provozovatel objektu, který je zařazený do skupiny **A** zpracuje bezpečnostní program obsahující: „základní informace o objektu, posouzení rizik závažné havárie, popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií, popis systému řízení bezpečnosti a závěrečné shrnutí.“ [1]

Tento návrh předloží provozovatel do 6 měsíců od zařazení objektu do skupiny **A** krajskému úřadu ke schválení. Přezkoumání bezpečnostního programu se provádí nejméně jednou za 5 let.

Provozovatel, zařazený do skupiny **B** zpracuje bezpečnostní zprávu, která obsahuje: „základní informace o objektu, technický popis objektu, informace o složkách životního prostředí v okolí objektu, posouzení rizik závažné havárie, popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií, popis systému řízení bezpečnosti, popis preventivních bezpečnostních opatření k omezení vzniku následků závažné havárie, závěrečné shrnutí a jmenovitě uvedené právnické a fyzické osoby, které se podílely na vypracování bezpečnostní zprávy.“ [1]

Dále provozovatel stanoví zásady bezpečnosti a spolehlivosti, které jsou přiměřené zjištěnému nebezpečí. Vypracuje zásady vnitřního havarijního plánu a také poskytne informace, které umožní vypracovat vnější havarijní plán. Provozovatel předloží návrh bezpečnostní zprávy do devíti měsíců krajskému úřadu. Posouzení bezpečnostní správy je provedeno nejpozději do pěti let ode dne nabití právní moci. [1]

1.2 Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)

Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí byla podepsána pod záštitou Evropské hospodářské komise a Organizace spojených národů v roce 1957. Její platnost nabyla v lednu 1968. V roce 1992 bylo rozhodnuto o restrukturalizaci dohody, rozdělení dohody na přílohy A a B. Restrukturalizace měla za úkol zpřístupnit a také zpříjemnit požadavky, které jsou obsahem této dohody. Dohoda je pravidelně upravována a zpracována. Poslední revize této dohody stoupila v platnost k 1. lednu 2019 a byla zveřejněna jako dokument ECE/TRANS/275, Vol. I and II. [2]

Cílem této dohody je mezinárodně zabezpečit přepravu nebezpečného zboží a věcí po silniční infrastruktuře pomocí přesně vytyčených pravidel

Dohoda má strukturu dvou příloh, které dohodu rozčleňují na obecná ustanovení týkajících se nebezpečných předmětů a látek (**příloha A**) a na ustanovení, týkající se dopravních prostředků a samotné přepravy (**příloha B**). Samotný dokument se skládá ze dvou částí (Vol I a Vol II), ve kterém jsou tyto dvě přílohy rozděleny. [2]

1.2.1 Příloha A

V příloze A se skládá ze sedmi tematicky rozdělených částí. Jsou v ní upravována **obecná ustanovení**, týkající se definováním měrných jednotek využitých v normě, způsobu provádění školení osobám podílejících se na přepravě nebezpečných věcí. Upravuje také povinnosti zainteresovaných stran, definování odchylek a způsob vykovávání kontrol.

Dále se zde nachází se zde také **klasifikace** nebezpečných látek a zboží (ustanovují se zde jednotlivé třídy látek a předmětů), **seznam nebezpečných věcí** (zvláštní ustanovení a výjimky), ustanovení týkající se **obalů a nádrží** (všeobecné ustanovení balení nebezpečných věcí, používání vybraného typu cisteren pro konkrétní druh látky / věci). **Konsignační postupy** (postupy při odeslání), **požadavky týkající se konstrukce a zkoušení obalů** (jak střední, či velkých obalů), **kontejnerů a nádrží** a požadavky týkají se **podmínek přepravy, nakládky, vykládky a manipulace** s nebezpečnými látkami a zbožím. [3]

1.2.2 Příloha B

Příloha B se skládá z osmé a deváté části dohody. Nejprve upravuje **požadavky na posádky vozidel, jejich vybavení a provoz a dokumentaci**, kde stanovuje požadavky na školení a osádky vozidla a nad dozorem nad nimi. Dále upravuje **požadavky na konstrukci a schvalování vozidel**. [4]

1.3 Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID)

Železniční řád pro přepravu nebezpečných věcí se zabývá přepravou nebezpečných věcí pomocí drážní dopravy. První mezinárodní úprava, která regulovala přepravu nebezpečných materiálů a předmětů po železniční síti byla již roku 1890. Nyní nařízení RID tvoří přílohu C COTIF směrnice 2008/68/ES o pozemní přepravě nebezpečných věcí. Aktuálně platná verze řádu nabyla platnosti 1. ledna 2019. [5]

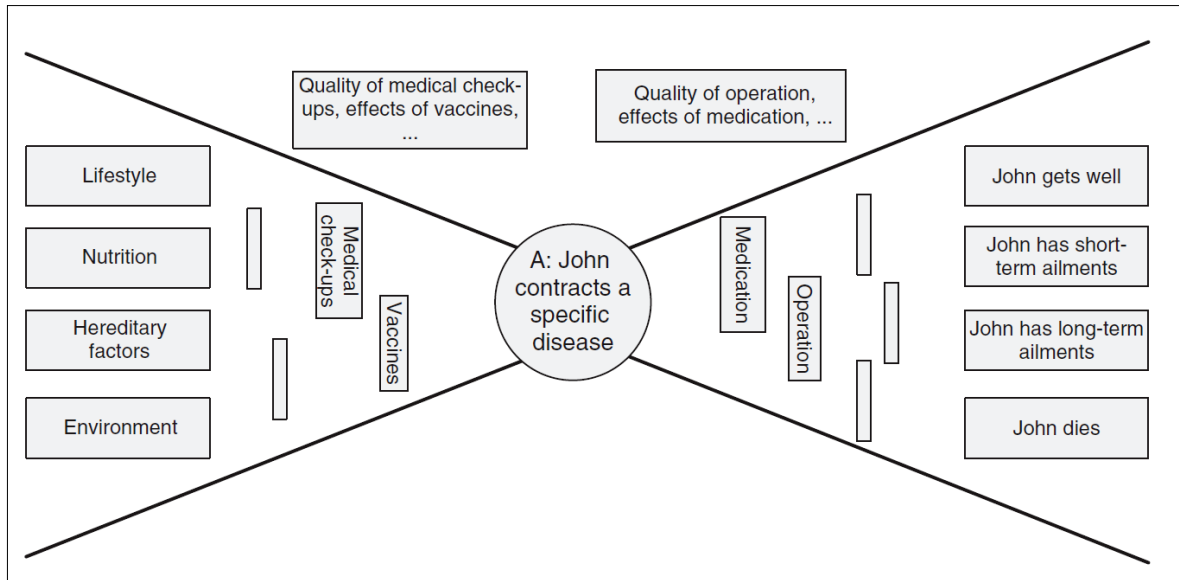
Řád se skládá ze **sedmi částí**. Nejprve jsou definována **všeobecná ustanovení**, zabývající se s vymezení struktury a použití řádu, z definování měrných jednotek, školení osob, jež se podílí na přepravě nebezpečných věcí, povinnosti účastníků přepravy. Také z předpisů pro radioaktivní látky, definuje odchylky, bezpečnostní předpisy, interní nouzové plány a kontroly zajištění plnění bezpečnostních opatření.

Klasifikace stanovuje jednotlivé ustanovení pro třídy nebezpečnosti. Obsahem řádu je následně **seznam nebezpečných věcí** (balených v omezeném a vyňatém množství), stanovení **používání obalů a cisteren, postupů při odeslání** nebezpečných věcí (nápisů a bezpečnostní značky, dokumentace). Předposlední část řádu ukládá **požadavky na konstrukci a zkoušení obalů, nádob a cisteren**. Poslední částí jsou všeobecná **ustanovení o podmínkách přepravy, nakládce, vykládce a manipulaci** nebezpečného materiálu. [6]

V kapitole legislativa byl nejprve představen Zákon o prevenci závažných havárií, následně, Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí a Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí.

2 ANALÝZA RIZIK

Hlavním cílem analýzy rizik je popsat riziko, vytvořit si obraz o rizicích. Tento obraz přehledně ilustruje následující obrázek, který zobrazuje důležité stavební kameny stanovení rizikového obrazu. Tento obrázek se často označuje jako tzv. motýlek.



Obrázek 1 Příklad „motýlka“. [7]

Ve středu se nachází iniciační událost (hrozba, nebezpečí nebo příležitost), která se označuje písmenem A. Pokud jsou důsledky události pouze negativní, označuje se termínem nežádoucí událost.

Levá strana obrázku reprezentuje příčiny, které mohou vést k události A. Jsou zde různé bariéry, které se vytvářejí, aby se zabránilo vzniku události. Pravá strana obrázku reprezentuje možné následky, kdyby nastala událost A. Zde také existují různé bariéry, které snižují následky události. [7]

2.1 Hlavní kategorie metod analýzy rizik

Analýza rizik musí identifikovat příslušné iniciační události a vytvořit kauzální závislosti a následný obraz. Postup přitom závisí na použití konkrétní metody a také na použití výsledků analýzy.

Lze rozlišit tři základní kategorie metod analýzy rizik: [7]

- Zjednodušená analýza rizik
- Standardní analýza rizik

- Analýza rizik založená na modelu.

Zjednodušená analýza rizik je kvalitativní analýza, používá neformální postup. Ten stanoví obraz rizika pomocí brainstormingu a skupinových diskusí. Riziko může být prezentováno formou rozdělení rizika na nízké, střední nebo vysoké - a to bez použití formalizovaných metod analýzy rizik.

Standardní analýza rizik se provádí kvalitativně nebo kvantitativně. Jedná se o formálnější postup, u něhož jsou využívány známé metody analýzy rizik, jako například analýza ohrožení a provozuschopnosti (HAZOP). Pro prezentaci výsledků analýzy se často využívají rizikové matice.

Analýza rizik založena na modelu je primárně kvantitativní analýza, využívajících technik jako analýza stromu událostí (ETA) nebo analýzu stromu poruchových stavů (FTA) pro výpočet rizika. [7]

2.2 Důvody provádění analýzy rizik

Analýza rizik se provádí v různých životních fázích systému. Od počáteční koncepce systému, přes podrobnější fáze plánování, výstavby a realizace systém až po fázi vyřazování systému z provozu. Důvodem, proč se často analýzy rizik provádějí, je splnění různých regulačních požadavků.

Tyto požadavky, které je důležité splnit, by měli být impulzem pro provedení analýzy rizik. Hlavním důvodem provedení této analýzy by měla být podpora pro rozhodování. Protože analýza rizik může být důležitým základem pro stanovení správné rovnováhy mezi různými otázkami. Příkladem může být bezpečnost versus náklady. [7, 8]

2.3 Obecný postup analýzy rizik

Analýzu rizik lze chápat jako proces, který se skládá z definování hrozeb, definování pravděpodobností uskutečnění hrozeb a definování dopadu na aktiva systému.

Analýza zahrnuje zpravidla následující kroky: [8]

- Identifikace aktiv
- Stanovení hodnoty aktiv
- Identifikace hrozeb a slabin (zranitelnosti)
- Stanovení závažnosti hrozeb a míry zranitelnosti

Při identifikaci aktiv, dojde k vymezení subjektu, který budeme posuzovat. Dojde také, k popisu jeho aktiv. U stanovení hodnoty aktiv dojde k určení hodnoty aktiv, jejich významu pro daný subjekt a ohodnocení možného dopadu (ztráta, změna, poškození) na chování nebo existenci subjektu.

Následuje vymezení zranitelnosti subjektu. Určení druhů akcí a událostí, jež mohou negativně ovlivnit hodnotu aktiv. Stanovení závažnosti hrozeb a míry zranitelnosti je čtvrtá a poslední část první fáze analýzy rizik (nazývané identifikace rizik), při které dojde k určení pravděpodobnosti výskytu hrozeb a míry zranitelnosti daného subjektu vůči konkrétní hrozbě.

Druhá fáze tkví ve vyhodnocení rizik identifikovaných v první fázi. Při vyhodnocení rizik se nejprve musí posoudit dopady naplnění hrozeb (pro daná aktiva) na činnost organizace. Následně stanovit úroveň jednotlivých rizik a rozhodnout, zda jsou rizika pro organizaci na akceptovatelné úrovni nebo nikoliv. [8]

2.4 Řízení rizik

Řízení rizik je definováno jako veškeré opatření a činnosti, prováděné za účelem řízení rizika. Činností řízení rizik je vyvažování konfliktů spojených se zkoumáním příležitostí na straně jedné a vyhýbání se nehodám, ztrátám a katastrofám na straně druhé. Týká se všech činností, které mohou ovlivnit organizaci.

U mnoha podniků je řízení rizik rozděleno do tří hlavních kategorií. A to na **strategické, finanční a operační riziko**. [7]

Strategické riziko je riziko, které vzniká působením technologiemi, konkurencí, zákony a předpisy, politickými podmínkami, či jinými činiteli na podnik.

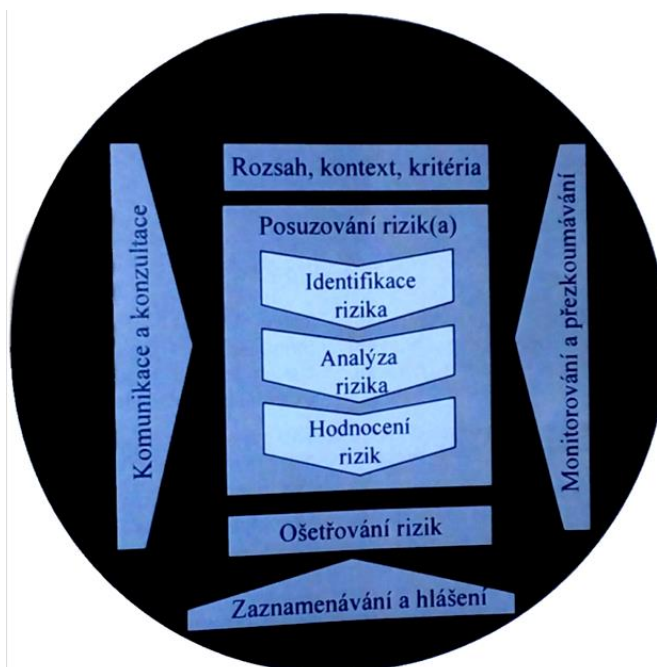
Finanční riziko je spojené s finančními aktivitami. Finanční riziko pro podnik může být způsobené trhem (pohyb cen akcií, úrokových sazeb, směnných kurzů, apod.), dále emisí úvěrů (selhání dlužníka, nedodržení smluvních závazků), a otázkou likvidity (nedostatek hotovosti).

Operační riziko vzniká důsledku úmyslného nebo neúmyslného nedodržení bezpečnosti či bezpečnostních otázek v organizaci.

2.5 Management rizika dle ČSN ISO 31000

Řízení rizik je činnost, která se neustále opakuje. Napomáhá organizacím ke stanovení jejich strategie, a také při přijímání rozhodnutí a dosahování cílů. Účelem managementu rizik je vytvořit a následně ochránit vzniklé hodnoty. Zlepšit výkon a povzbudit a podpořit při dosahování cílů.

Proces managementu rizika je neustálé systematické uplatňování politik, praktik a postupů. Jak v oblasti **komunikace a konzultace**, také vymezením vhodného **kontextu**. Hodnocení a zpracování rizika, jeho **monitorování, přezkoumání** a zaznamenávání. A v neposlední řadě také ohlašování. Proces managementu rizika je graficky znázorněn na následujícím obrázku. [9]



Obrázek 2 Proces managementu rizika dle
ČSN ISO 31000. [9]

Na obrázku umístěného nad tímto textem je přehledně zobrazen proces managementu rizika dle již zmíněné normy.

Analýza rizik by měla přinést uživateli široký obraz o riziku a zdůraznit nejistoty nad očekávanými hodnotami a pravděpodobnosti. Cílem analýzy rizik je předpovídat neznámé fyzikální veličiny, jako například velikost nákladů, tlakovou vlnu po explozi, počet smrtelných zranění, či jiné veličiny a také posoudit nejistoty. [7]

3 VYBRANÉ METODY A NÁSTROJE ANALÝZY RIZIK

Existuje nespočet metod pro analýzu rizik. Pro účel této diplomové práce zde budou popsány následující tři metody:

- Strukturovaný rozhovor
- Metoda KARS
- SW nástroj RISKAN-B

3.1 Strukturovaný rozhovor

Jedná o jednu s nejjednodušších technik pro sběr dat. Tato technika sběru dat v sociálním výzkumu pracuje na principu postupného pokládání otázek (dle dotazníku) respondentovi, který na ně následně odpovídá.

Tazatel zaznamenává jednotlivé otázky respondenta do dotazníku. Aby získané odpovědi byly reprezentativní, měli by být respondenti vybráni náhodně. Získané dotazníky jsou následně statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

Pro rozhovor platí určité charakteristické rysy. Je přesně definován respondent, procento dokončených rozhovorů je vyšší než návratnost dotazníku, pro respondenta je těžké vynechat otázku, respondentovi je prokazován vyšší komfort než při dotazníkovém šetření, apod.. Nevýhodou strukturovaného rozhovoru je vyšší časová náročnost, nákladovost techniky, tazatel může (jak chtěně, tak i nechtěně) ovlivňovat respondenty, apod.. [10]

3.2 Metoda KARS

Jedná se o kvalitativní analýzu rizik s využitím tabulky souvztažností rizik. Účelem této metody je odpovědět uživatelům metody na otázky, která rizika se musí řešit prioritně a naopak, která rizika mohou být řešena s určitým časovým odkladem. [11, 12]

Pro provedení metody KARS je nutné přesně dodržet algoritmus metody, která se skládá z osmi kroků.

3.2.1 Zpracování soupisu rizik

První krok metody KARS je vytvoření soupisu rizik. Tato rizika by měla být vypracována odborníky a vzniklý soupis rizik by měl být co nejvíce obsáhlý a podrobný. Na rozsah

a podrobnost vytvořeného soupisu je kladen důraz z důvodu vytvoření kvalitní analýzy rizik. [11]

3.2.2 Sestavení tabulky souvztažnosti rizik

Tabulka souvztažnosti rizik je jako matice, která má počet řádků i sloupců roven počtu identifikovaných rizik. Platí pravidlo, že riziko na prvním řádku je zároveň rizikem na prvním sloupci tabulky. [11]

3.2.3 Vyplnění tabulky souvztažnosti rizik

Při vyplňování tabulky postupujeme po řádcích zleva doprava, shora dolů. Na hlavní diagonále matice jsou všechna rizika rovna 0. Je to z důvodu, že riziko nemůže vyvolat samo sebe. Pokud na sebe rizika působí je rovna pozice hodnotě 1, pokud na sebe rizika nepůsobí pozice má hodnotu 0. [11]

Tabulka 1 Tabulka souvztažnosti rizik s vyplněnou diagonálou. [11]

	Riziko	1.	2.	3.	4.	5.
1.		0				
2.			0			
3.				0		
4.					0	
5.						0

Po vyplnění tabulky souvztažnosti rizik následuje vytvoření součtů souvztažnosti.

3.2.4 Vytvoření součtů souvztažnosti rizik

Při čtvrtém kroku je tabulka souvztažnosti s vyplněnými hodnotami rizik rozšířena o tzv. součty souvztažnosti rizik. Jedná se o přidání jednoho řádku a sloupečku do tabulky, které reprezentují součty jednotlivých řádků a sloupců.

Tímto krokem získáme výslednou tabulku souvztažnosti rizik. Jednotlivé součty řádků a sloupců se využijí pro výpočet koeficientů aktivity a pasivity. [11]

3.2.5 Výpočet koeficientů aktivity a pasivity jednotlivých rizik

Dalším krokem je převod výslednou tabulku souvztažnosti rozšířenou o součty souvztažnosti rizik do matematické a grafické podoby. Cílem anýzy KARS je posoudit přítomná rizika, k čemuž použijeme koeficienty aktivity a pasivity.

Pro výpočet koeficientů použijeme následující vztahy: [11]

Koeficient aktivity: (pro \sum 1 řádku i)

$$K_{ARi} = \frac{\sum 1R_i}{x-1} \times 100 \quad (1)$$

koeficient pasivity: (pro \sum 1 řádku j)

$$K_{PRi} = \frac{\sum 1R_j}{x-1} \times 100 \quad (2)$$

Koeficient aktivity (K_{ARi}) vyjadřuje počet návazných rizik, která mohou být vyvolána působením konkrétního rizika (R_i). **Koeficient pasivity** (K_{PRi}) vyjadřuje procentuální vyjádření počtu rizik, která mohou vyvolat působení daného rizika (R_i).

Tabulka 2 Tabulka koeficientů aktivit a pasivit rizik. [11]

Riziko	1.	2.	3.	4.	5.
K_{ARi} (%)					
K_{PRi} (%)					

Následuje grafické zobrazení a vyhodnocení rizik.

3.2.6 Grafické vyhodnocení rizik

Po zpracování výsledků, z předchozích kroků, je možné vytvořit grafické zobrazení a vyhodnocení grafu pomocí koeficientů aktiv a pasiv. Hlavní cíl je vyhodnocení grafu souvztažnosti, a to stanovení významnosti jednotlivých rizik dle jejich souvztažností s ostatními riziky. Při vytváření grafu souvztažnosti se na osu x nanáší hodnoty koeficientu aktivity a na osu y jednotlivé koeficienty pasivity. [11]

3.2.7 Výpočet os koeficientu aktivity a pasivity

K samotnému výpočtu grafu souvztažnosti slouží dvě osy O_1 (kolmá k ose x) a O_2 (kolmá k ose y). Ty nám graf rozdělí do čtyř kvadrantů. Jedná se o kvadranty: [11]

- I. Primárně i sekundárně nebezpečných rizik,
- II. Sekundárně nebezpečných rizik,
- III. Primárně nebezpečných rizik,
- IV. Relativně bezpečných rizik.

Před samotným výpočtem os je třeba si stanovit, jakou část rizik bychom chtěli, pomocí rozdělení na kvadranty, pokrýt. Standardně se doporučuje pokrytí 80% všech rizik. To znamená, že do oblasti I dostaneme 80% analyzovaných rizik.

K výpočtu os nám slouží následující vzorce (v případě pokrytí 80% všech rizik): [11]

$$O_1 = K_{A_{max}} - \frac{K_{A_{max}} - K_{A_{min}}}{100} \times 80 \quad (3)$$

$$O_2 = K_{P_{max}} - \frac{K_{P_{max}} - K_{P_{min}}}{100} \times 80 \quad (4)$$

Posledním krokem analýzy KARS je vyhodnocení analýzy

3.2.8 Vyhodnocení analýzy KARS

Výsledkem metody KARS je graf souvztažnosti, zpracovaný podle údajů z tabulky koeficientů aktivit a pasivit rizik. Tento graf je rozdělen pomocí os souvztažnosti na čtyři již definované kvadranty.

3.3 SW nástroj RISKAN-B

SW RISKAN-B je program, který je využitelný jako podpůrný prostředek pro tvorbu jak orientační, tak i pro detailní analýzu rizik. Nástroj je určen pro samostatné, ale také pro týmové použití. Jeho uživatelské rozhraní podporuje individuální nastavení profilů, splňující specifické podmínky daného podniku a organizace. [13, 14]



Obrázek 3 Hlavní stránka SW RISKAN-B. [14]

Nesporné výhody SW RISKAN-B jsou schopnost provádět opakované analýzy s daty v případě změny podmínek a provedení exportu do souboru Microsoft Office Excel, do formy tabulek, a provádět průběžnou práci s daty. [13]

3.3.1 Funkce aplikace

Pro práci s aplikací RISKAN-B jsou k uživateli k dispozici funkce **analýza rizik** a **profily** sloužící k čtení i zápisu vlastních dat, ke čtení sdílených dat a **číselníky**, které jsou k dispozici pouze pro čtení.

Uživatelé ve speciálních rolích mohou mít další funkce. Jedná se o **číselníky**, které jsou k dispozici správci číselníků, který je může nejenom číst, ale také do nich zapisovat data. Vytvářet vzorové seznamy aktiv a hrozeb, obecné seznamy s potenciálními hrozbami nebo aktivy. Dále také tvořit rozsahy povolených hodnot pro vyplnění profilu a editaci dílčí hodnoty aktiv a hrozeb. [14]

Také zde existují role správce uživatelů a subjektů, které mohou editovat **uživatele** a **subjekty** v SW RISKAN-B.

3.3.2 Postup analýzy rizik v SW RISKAN-B

SW při procesu analýzy rizik pracuje s tzv. profily, které slouží k analyzování objektu. V každém profilu jsou hodnoceny tři základní prvky bezpečnosti. Jedná se trojici aktivum,

hrozba a zranitelnost. U jednotlivých aktiv umožňuje hodnotit jejich zranitelnost vůči jednotlivým hrozbám.

Základní postup pro zhodnocení rizik v SW RISKAN-B: [14]

- Identifikace aktiv a jejich ohodnocení
- Identifikace hrozeb a ohodnocení jejich pravděpodobnosti
- Ohodnocení zranitelností jednotlivými hrozbami
- Výpočet výsledného rizika pro každou relevantní dvojici aktivum-hrozba
- Roztřídění výsledků dle stanovených kritérií – nízká, střední, vysoká

Základem analýzy rizik je sestavení přehledu jednotlivých aktiv a hrozeb objektu - který je následně hodnocen. Jednotlivá aktiva i hrozby, které mají podobný charakter, mohou být sdruženy do skupin.

Následné hodnocení lze provádět jak na úrovni celých skupin, tak na úrovni podskupin až jednotlivých prvků dané skupiny. Při hodnocení aktiv a hrozeb jsou již předem nadefinované stupnice.

Riziko je vypočítané pro každou dvojici aktivum x hrozba a to na všech úrovních. Výhodou SW oproti provádění manuální analýzy rizik je automatické přepočítání hodnot v případě změny hodnot parametrů. Díky této možnosti lze provádět různé simulace dopadů při změně úrovni hrozeb.

Výsledné riziko lze definovat až na tři úrovně, které riziko rozdělují do pásem hodnocení. Jedná se o riziko nízké, střední a vysoké. SW RISKAN-B také výsledné riziko rozlišuje barevně, z důvodu vyšší přehlednosti. Výsledky analýzy lze také interpretovat ve formě jednotlivých grafů.

Úkolem této kapitoly bylo uvést čtenáře do problematiky třech vybraných analýz rizik. Jednalo se o strukturovaný rozhovor, metodu KARS a o SW nástroj RISKAN-B. Tyto metody byly následně v praktické části této práce použity.

4 MAPOVÁNÍ RIZIK

Mapování rizik je metoda sloužící ke znázornění rizik na mapě. Chápeme ji jako proces identifikace území s různou mírou rizika

4.1 Vymezení pojmů

Riziko

Většinou je chápáno jako nebezpečí vzniku určitého druhu ztráty. [8]

Lze ho také chápat jako možné negativní následky vzniklé aktivací nebezpečí na daném území. [15]

Nebezpečí

Nebezpečí se označuje jako jev, s možností působit škodu na životě nebo zdraví osob, majetku, nebo životním prostředím. [15]

Míra rizika

Pojem spojený s potřebou mapování rizik. Vyjadřuje pravděpodobnost vzniku negativního jevu vlivem aktivace nebezpečí. [15]

Zranitelnost

Lze charakterizovat jako slabinu, nedostatek nebo stav aktiva, který může využít hrozba pro uplatnění jejího negativního vlivu. [8]

Připravenost

Veličina, kterou lze charakterizovat jako připravenost lidských, materiálních a dalších prostředků k minimalizaci nebo eliminaci negativních dopadů MU. [15]

4.2 Východiska mapování rizik

Mapování rizik se opírá o klasifikaci a kvantifikaci rizik ve vztahu k území. Přičemž riziko je zde bráno komplexně. Jedná se o sumu rizik pro jednotlivé dílčí mimořádné události. Základním předpokladem při mapování rizik je neopomenutím takového typu mimořádné události, jejíž projev na vybraném území lze vyjádřit kartograficky (na mapě). [15]

Zpracování mapování rizik se neobejde bez podpory geografických informačních systémů. Díky ní je možné aplikovat všechny principy metody mapování rizik. Mapování rizik

využívá výsledků zjištěných z analýzy rizik. Přesněji řečeno, využívá výsledky z analýz projevů pravděpodobných mimořádných událostí, které by se mohly na daném území vyskytnout.

Tyto analýzy mohou využívat numerických výpočtů (jedná se například o výpočet průlomové vlny při narušení hráze vodního díla, úniku nebezpečné látky, apod.), popřípadě dlouhodobých meteorologických či hydrologických statistických sledování (sněhové a větrné oblasti, přirozené povodně, apod.), sledování přírodních jevů nebo použití jiných metod (expertní odhady, apod.).

Výsledkem mapování rizik je rozdělení analyzovaných rizik do několika kategorií. Může být například využita čtyřstupňová škála: [15]

- Nulové riziko
- Nízké riziko
- Střední riziko
- Vysoké riziko a
- Velmi vysoké riziko

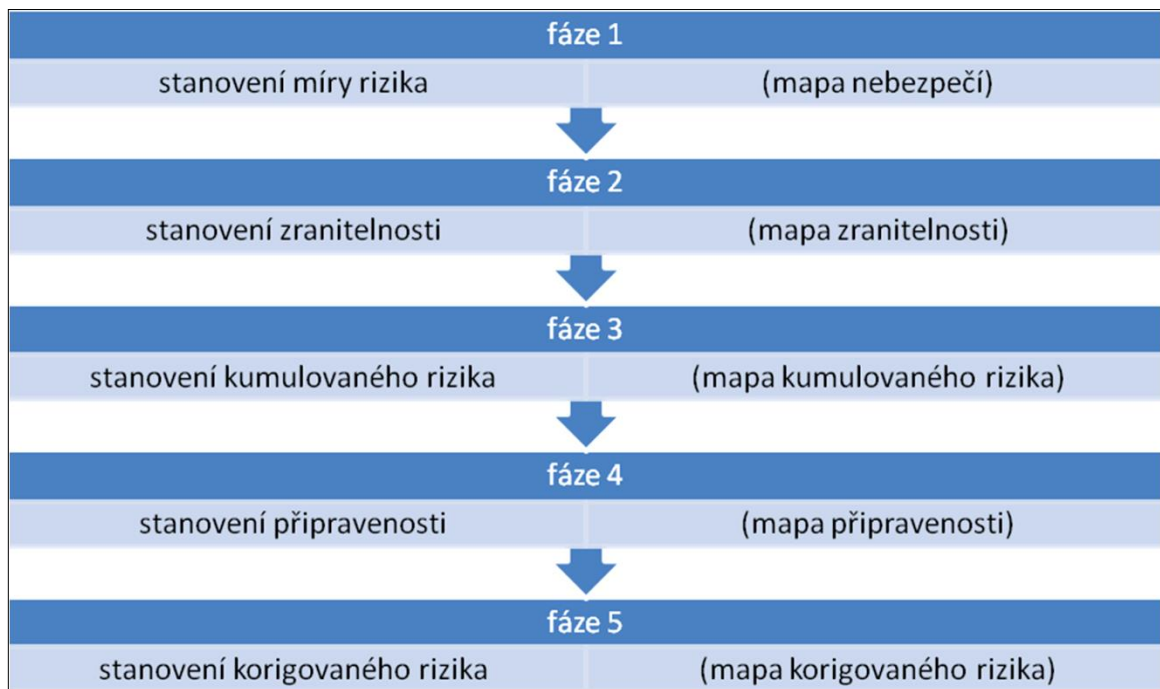
Hranice mezi jednotlivými stupni rizika lze velmi obtížně definovat. Přiřazení rizika do kategorií je v mnohých případech vysoce intuitivní. Každý jedinec / osoba, může vyhodnocovat rizika jinak. Například jedna osoba může brát výsledné riziko jako střední, ale jiná osoba může považovat riziko za vysoké, nebo nízké.

4.3 Fáze mapování rizik

Jedná o přesně vymezený postup. Fáze mapování rizik se skládá z pěti částí. Jedná se vytvoření následujících map: [15]

- Mapa nebezpečí
- Mapa zranitelnosti
- Mapa kumulovaného rizika
- Mapa připravenosti
- Mapa korigovaného rizika

Fáze lépe graficky reprezentuje následující obrázek.

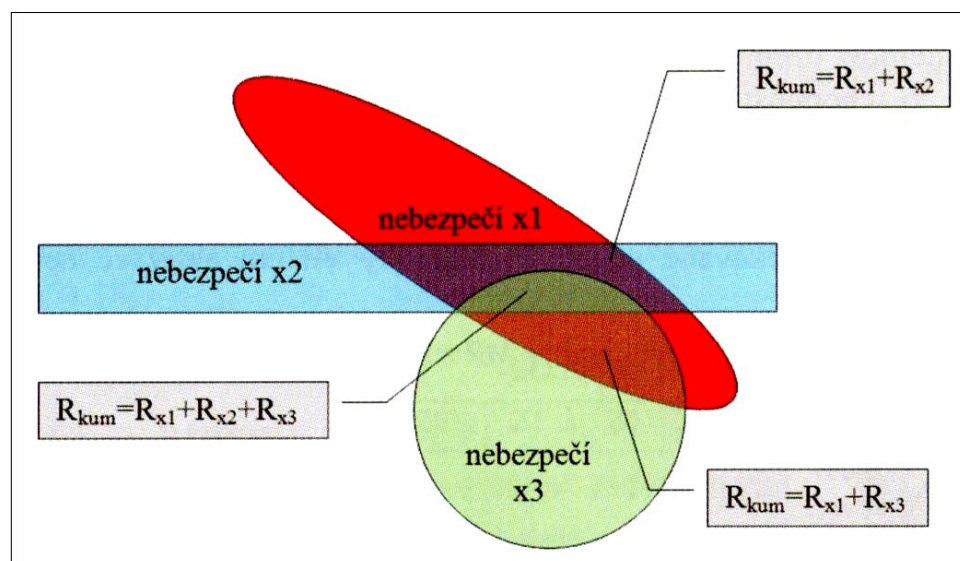


Obrázek 4 Fáze mapování rizik. [15]

Důležitá vlastnost rizika pro jeho zpracování pomocí mapování rizik je jeho schopnost vyjádření v kartografickém zobrazení. Jednotlivé fáze jsou popsány podrobněji níže.

4.3.1 Mapa nebezpečí

Mapa nebezpečí je první fází mapování rizik. Úkolem této fáze je hodnotově vyjádřit pomocí mapového podkladu úroveň kumulované míry rizika. Tato mapa se skládá s dílčích typů nebezpečí, která jsou ve výsledku zakresleny do jedné kumulované mapy.



Obrázek 5 Kumulované riziko. [15]

Typy nebezpečí zavedené do mapy nebezpečí se odvíjí od charakteru území. Jednotlivé nebezpečí je pro potřeby mapování rizik dobré rozlišit na dvě základní skupiny: [15]

- **S konkrétním zdrojem nebezpečí** – kde patří všechny typy nebezpečí, u nichž lze definovat zdroj nebezpečí, a tím území na kterém se projevuje (vodní tok, chemický provoz, jaderná elektrárna, apod.).
- **Bez konkrétního zdroje nebezpečí** – tyto nebezpečí lze vyjádřit pomocí využití statistických dat (větrné oblasti, sněhové oblasti, apod.), patří zde plošná nebezpečí bez územně definovaného zdroje.

U mapy nebezpečí je také důležité stanovit pro jednotlivé nebezpečí jejich hodnotu míry rizika. Lze ho chápat jako hodnotové vyjádření pravděpodobnosti vzniku určitých negativních následků, z důvodu aktivace nebezpečí. [15]

$$MR = F \times N \quad (5)$$

Kde: Fznačí koeficient četnosti neboli frekvenci, možného vniku MU,

N.....značí následky MU.

4.3.2 Mapa zranitelnosti

Stanovení mapy zranitelnosti tvoří druhou fázi mapování rizik. Zranitelnost území si lze představit jako citlivost území na dopady MU, schopnost daného území negativně reagovat na působení nežádoucích událostí. Můžeme ji také chápat jako model reálného světa, který zobrazuje prvky, které by mohly být dotčeny MU.

Vytváření mapy zranitelnosti je poněkud složitější, ve srovnání s mapou zranitelnosti. Pro vytvoření mapy zranitelnosti daného území je v hodně případech nutné data vytvořit a konvertovat do kartografického zobrazení, které se následně vloží do vrstvy GIS.

Zranitelnost území se skládá z několika dílčích prvků: [15]

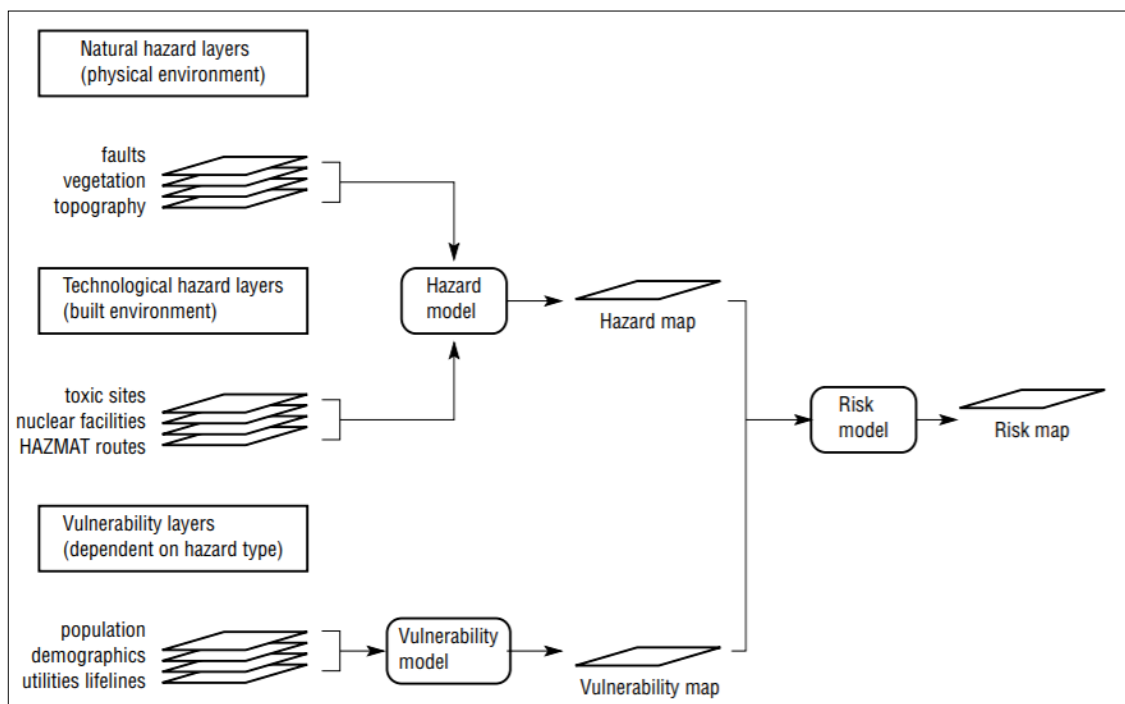
- **Obyvatelstvo** – jenž je ovlivněno koncentrací obyvatel (vyjádřenou pomocí trvalého pobytu obyvatel na jednotku plochy) a rozmístění obyvatelstva (charakterizovaným typem zástavby).
- **Kritická infrastruktura** – charakteristická systémem prvků, při jejichž narušení nebo nefunkčnosti by vznikl závažný dopad na bezpečnost státu, ekonomiku nebo zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva.

- **Veřejná infrastruktura** – dále dělitelná na dopravní infrastrukturu (pozemní komunikace, dráhy, letiště, apod.), technickou infrastrukturu (vodovody, kanalizace, trafostanice, čistírny odpadních vod, apod.) a občanské vybavení (pozemky sloužící pro vzdělání a výchovu, zdravotní služby, apod.).
- **Životní prostředí** – vytvářející přirozené podmínky pro existence živých organismů včetně člověka.

Mapa zranitelnosti se skládá z jednotlivých prvků zranitelnosti. Hodnota dílčích zranitelností se musí pohybovat v rozsahu $<0,1>$, za předpokladu, že výsledná zranitelnost má hodnotu 1.

4.3.3 Mapa kumulovaného rizika

Vzniká interakcí mapy nebezpečí a mapy zranitelnosti. Kumulované riziko vznikne vynásobením kumulované míry rizika se zranitelností území. [15]



Obrázek 6 Postup při vytváření mapy rizika. [16]

U mapy kumulovaného rizika můžeme také vyjádřit index kumulovaného rizika, které vznikne součinem kumulovaného rizika s indexem zranitelnosti.

4.3.4 Stanovení připravenosti

Předposledním krokem tvorby mapování rizik, je tvorba mapy připravenosti. Připravenost je chápána, jako připravenosti zdrojů území (lidské zdroje, materiální zdroje, apod.) k minimalizaci dopadu MU na něj.

Výsledná mapa připravenosti se skládá s jednotlivých prvků připravenosti. Tyto prvky lze charakterizovat jako síly a prostředky, které mohou na daném území působit ve prospěch MU (Police ČR, HZS ČR, ZZS, apod.). [15]

4.3.5 Stanovení korigovaného rizika

Posední fází mapování rizik je vytvoření mapy korigovaného rizik. Mapa vznikne vzájemným působení mapy kumulovaného rizika a mapy připravenosti. Stanovení mapy korigovaného rizika lze vyjádřit následujícím vztahem: [15]

$$R_{kor} = \frac{R_{kum}}{P} \quad (6)$$

Kde: R_{kor} korigované riziko,

R_{kum} kumulované riziko,

P připravenost.

Podobným způsobem lze vytvořit indexové vyjádření korigovaného rizika. Skládá se z indexu kumulovaného rizika v čitateli a indexu připravenosti ve jmenovateli zlomku.

Úkolem kapitoly mapování rizik bylo čtenáře seznámit s pojmem mapování rizik. Seznámit s jednotlivými východisky mapování rizik, jejich fázemi a popisu těchto jednotlivých fází mapování rizik.

5 GIS

Žijeme v informační době. Díky používání geografických informačních systémů (dále jen GIS) moderní člověk využívá řadu technologií - které jsou spojeny s poskytováním informací a služeb - bez kterých by člověk v dnešní době pomalu nemohl „žít“. [17]

5.1 Vymezení základních pojmů

Existuje mnoho různorodých definic GISu.

Geografický informační systém je počítačový systém, pomáhající uživatelům sbírat, zpracovávat, upravovat, ukládat, spravovat, sdílet, analyzovat, modelovat a zobrazovat velké objemy dat pro pochopení prostorových vztahů, trendů a podporu vzdělání a tvorbu zdravých rozhodnutí. [18]

Pojem GIS je obecně považován za složeninu několika částí. Jedná se o **software** (provádějící operace s geografickými daty), **hardware** (který je platformou pro SW a data), **lidé** (pracující s geografickými daty), **znalosti** (odrážející abstraktní část GIS; znalosti), data (nejdůležitější složka systému) a síť (sloužící pro používání GIS bez potřeby mít uložená data na zařízení a zároveň snižuje nároky na výpočetní výkon koncového zařízení). [19]

Zjednodušeně řečeno, GIS lze definovat jako informační systém pracující s prostorovými daty, které se vztahují k určitému místu na zemském povrchu. Tyto data jsou organizována ve vrstvách, které lze libovolně zobrazovat, analyzovat a také kombinovat. [21]

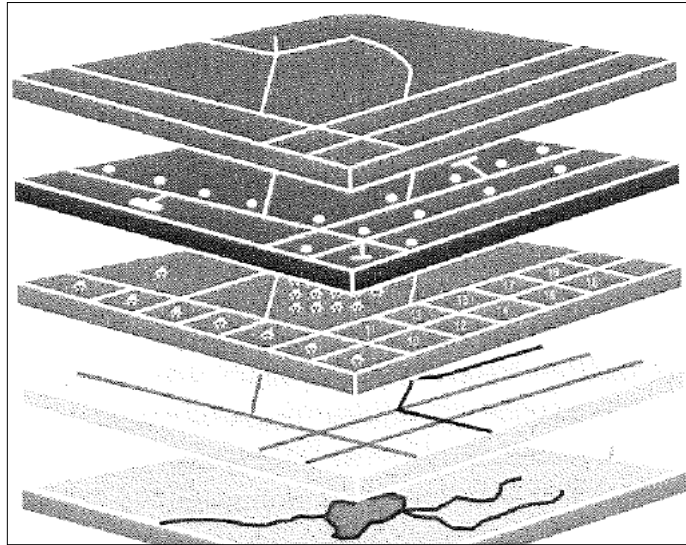
Mezi základní pojmy, které je potřeba znát, patří:

Data - získané fakta a poznatky popisující realitu. [24]

Informace – jsou relevantní údaje obsahující hodnotu, která pomáhá snížit neznalost člověka. [25]

Prostorová vrstva

Vrstva určená pro ukládání prostorných dat stejného charakteru. Do jedné vrstvy lze vkládat / vytvářet pouze jeden charakteristický typ území. [22]



Obrázek 7 Skládání vrstev. [20]

Prostorové vrstvy můžeme na sebe skládat, zobrazovat a skrývat je. Prostorová data se mohou ukládat do dvou modelů. Jedná se o rastrový a vektorový model. [22]

Rastrový datový model

Skládá se z jednotlivých buněk - pixelů - reprezentující nejmenší prostorovou jednotku. Buňka může být různého tvaru (čtverec, trojúhelník, obdélník, apod.). Nicméně, ve většině případů se používá buňka čtvercového tvaru. [15]

Vektorový datový model

Využívá lineární geometrické prvky (vektory) pro vytváření orientovaných úseček s přesně definovanými souřadnicemi počátečního a koncového bodu. Vektorový datový model definuje tři základní geometrické prvky: bod, linie a polygon. [15]

5.2 Historie GIS

Historie GIS nesahá příliš hluboko. Jedná se o poměrně novou disciplínu, která vznikla až se vznikem prvních počítačů. Samotná kartografie, která dala základ GIS, má ale historii dlouhou tisíce let. [18]

Lidé se naučili vytvářet mapy ještě dříve, než se naučili psát. Mapy se postupem času začali více a více zdokonalovat. Již v době kolem roku 2 300 před naším letopočtem existovaly hliněné destičky, s vyrytou mapou měst, řek, hor a pastvin. Jistý rozmach map byl způsoben vývoji námořní dopravy. Mořeplavci se díky zprvu jednoduchým, postupem

času složitějším a přesnějším mapám, dokázali lépe orientovat při svých námořních cestách (pomocí Slunce, hvězd a kompasu). [26]

V šedesátých letech minulého století nastal rozvoj moderní geografie. Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let minulého století začala Harvardská laboratoř vyvíjet laboratoř určenou pro počítačovou kartografii. [19]

Následně od konce devadesátých let minulého století GIS narůstaly na popularitě. Technologie, i samotné GIS se mílovými kroky vyvíjeli do podoby, ve které je známe nyní.

5.3 Využití GIS

Geografické informační systémy nacházejí v současné době široké pole uplatnění. Jak ve státní správě a samosprávě (krizovém řízení, evidenci majetků, socioekonomických jevů, apod.), tak v soukromém sektoru (navigační systémy, řízení energetických soustav, správa inženýrských sítí, apod.). [23, 27]

Úkolem kapitoly bylo seznámit čtenáře s poměrně mladou disciplínou GIS. Nejprve byly definovány základní pojmy pojící se k problematice GIS a následně byla v kapitole definována stručně historie a využití GIS.

6 CÍLE A METODIKA PRÁCE

Cílem diplomové práce je provést mapování rizik ve vybrané obci. S pomocí případové studie mapování rizik ve vybrané obci bude ověřen předpoklad využitelnosti geografických informačních systémů při procesu analýzy rizik. Budou zpracovány jednotlivé mapy hrozby, zranitelnosti a rizika a následně provedena diskuse.

V práci jsou realizovány vybrané metody analýzy rizik a syntézy (Mentální mapa, Strukturovaný rozhovor, metoda Kars, softwarový nástroj Riskan, statistické metody – normální rozdělení, aj.).

Pro realizaci případové studie bylo zvoleno město Staré Město. V práci se bude pracovat s úniky NCHL ze stacionárních zdrojů nacházejících se na území města. Dále s nejpravděpodobněji převáženými NCHL po pozemních komunikacích a s vybranými CNHL převáženými po železnici.

Pro zjištění nebezpečných zón při úniku NCHL bude využit program **TerEx**. Jedná se o softwarový nástroj určený k rychlému odhadu následků chemických havárií, požárů, explozí a teroristických útoků. Skládá se s devíti základních modelů pro řešení mimořádných událostí (tyto moduly pokrývají události od různých havárií až po teroristické útoky). Program má také rozsáhlou databázi nebezpečných látek. Program má rozsáhlé využití pro jednotky IZS, tak i pro operační střediska. Používá se také například při tvorbě analýzy rizik pro územní plánování a pojišťovnictví. [28]

Pro zjišťování vlastností vybraných chemických látek byla také využita databáze softwaru **Medis-Alarm** 2018/12 V4.2.311. Databáze obsahuje podrobné informace o klasifikaci a vlastnostech více než 9 500 nebezpečných látek. Do Medis-Alarmu jsou zařazeny všechny látky z indexové přílohy nařízení CLP, dále všechny látky klasifikované jako nebezpečné podle předpisů ADR a RID a další vybrané látky týkajících se pesticidů, biocidů a dalších látek dle hygienických limitů CZ/SK/PL aj. [29]

Softwarový nástroj **Riskan-B** byl zvolen pro počítačem podporovanou tvorbu analýzy rizik. Úkolem tohoto programu je zrychlení celého procesu analýzy rizik a vytvořit přehledné výstupy a závěry pro usnadnění procesu rozhodování. Výhodou softwaru je možnost provádění opakované analýzy systému s pozměněnými hodnotami pro potřebu simulace. [28]

Pro zpracování případové studie byl zvolen geografický informační software **QGIS**. V tomto softwaru bude vytvořena mapa nebezpečí, zranitelnosti a mapa rizika. Jedná se o multiplatformní Open Source, který je alternativou k placeným geografickým informačním systémům (například ArcGIS Pro). QGIS je napsán v programovacím jazyce C++ a má uživatelské prostředí postavené na framework Qt. Program nabízí práci jak s vektorovými tak rastrovými formáty, disponuje také širokou škálou nástrojů pro modifikaci a export dat. Obsahuje také nástroj pro tvoření map. [28, 30, 31]

Dále pro demonstraci využitelnosti mapování rizik i v jiném softwaru bude mapa zranitelnosti vyexportována do **ArcGIS Online**. Jedná se o placenou službu sloužící k mapování a analýze prostorových dat, s možností rychlého vytváření map, sdílení s pracovním týmem. [32]

Při práci s geografickým informačním softwarem QGIS a ArcGIS Online bude pracováno s mapami **OpenStreetMaps** [33]. U softwaru QGIS bude dále pracováno s digitálním topologickým modelem **ZABAGED®** [34] a s katalogem **DIBAVOD** [35]. Pro tvorbu mapy zranitelnosti bude také pracováno s územním plánem města [36] a při vytváření atributových tabulek bude čerpáno s webových stránek jednotlivých institucí. [95 - 111]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 MĚSTO STARÉ MĚSTO

Město Staré Město je starobylé město, které se nachází na jihovýchodní Moravě. Přesněji na pravém břehu řeky Moravy, v těsné blízkosti města Uherské Hradiště.

7.1 Geografie a geologie

Staré Město se nachází ve Zlínském kraji v Dolnomoravském úvalu v nadmořské výšce 180 až 190 m. Je obklopené pahorkatinami a vrchovinami z pásma Západních Karpat.

Z geografického pohledu, leží město na tzv. Vídeňské pánvi. Historie této pánve sahá do mladších třetihor, tedy asi 25 milionů let zpět. Severní část se označuje jako Hradišťský příkop. Tato sníženina je vyplněna sedimenty jak z třetihor tak čtvrtohor.

Město je situováno na pravém břehu řeky Moravy, která byla a je dominantou celého regionu. Katastr obce činí 2 084 ha a sousedí s 8 obcemi. Jedná se o Uherské Hradiště, Huštěnovice, Jalubí, Kněžpole, Kunovice, Kostelany nad Moravou, Velehrad a Zlechov. [37]



Obrázek 8 Staré Město. [38]

Po řadu století bylo Staré Město spojeno s Uherským Hradištěm a mělo funkci předměstí. Město se stalo samostatnou obcí dne 1. ledna 1991. O pět let později, od 1. ledna 1996, byl odňat Starému Městu přívlastek „u Uherského Hradiště“. Statut města dostalo město Staré Město 1. listopadu 1997.

Město také udržuje partnerské styky s francouzským městem Sées a německým městem Tönisvorst. [37]

7.2 Historie města

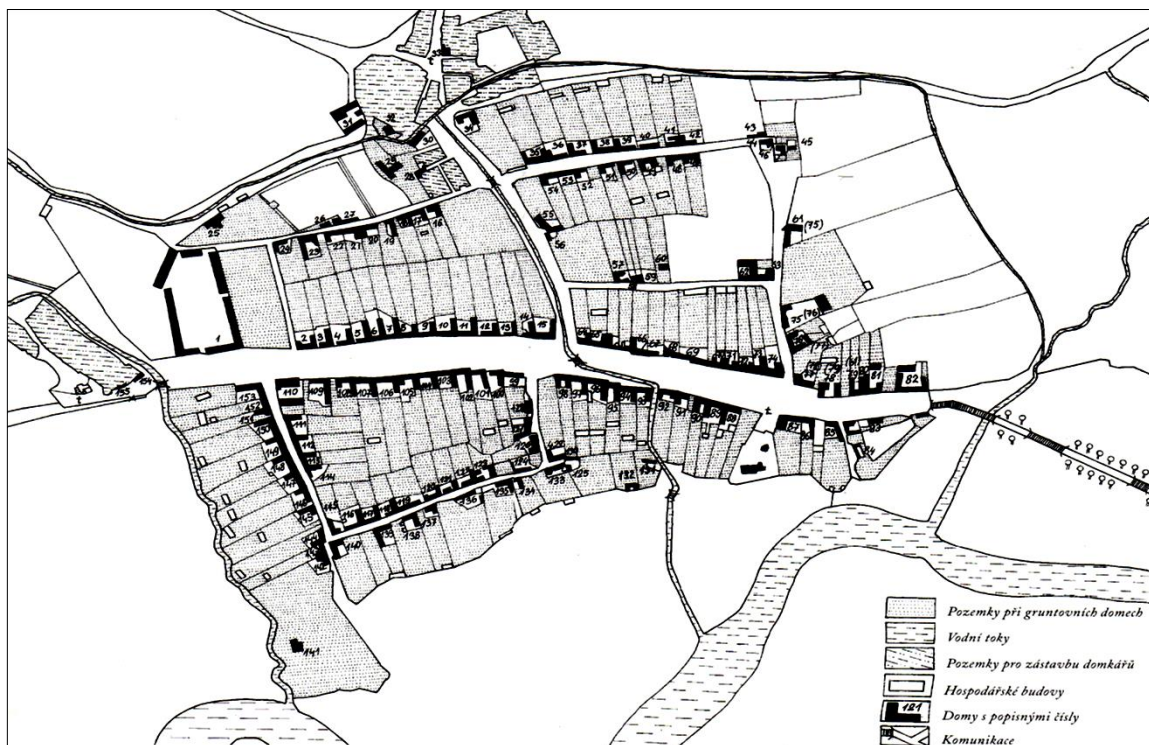
Příznivé mírné klimatické podmínky, i úrodná půda, kterou vytvářela a vytváří řeka Morava, dalo předpoklad k ranému osídlení místa, kde se nyní rozprostírá město Staré Město. Dalším důvodem pradávného osídlení oblasti nynějšího města bylo křížení několika obchodních stezek. Zde skupiny lovců mamutů vytvořili občasné tábořiště a to dalo mimo jiné předpoklad pro budoucí rozvinutí této lokality. Po lovcích mamutů osidlovali místo lovci králíků, lišek a jiné drobné zvěře. Tito lovci zde přibližně před 10 000 lety pohřbili 45 let starou ženu. [39]

V 6. století našeho letopočtu zde vzniklo několik zemědělských a řemeslnických osad. V blízkosti kostelů sv. Michala a sv. Víta byly nalezeny základy čtyř velkomoravských kostelů s vlastními pohřebišti.

Následně v 8. a 9. století zde vzniká jedno z center Velké Moravy. Svou velikostí, vnitřní organizací a také obranným systémem nese znaky budoucích měst. Pokračovatelem velkomoravského sídla se stala trhovářská ves Veligrad. První písemná zmínka o Veligradu je roku 1141 a to v listině olomouckého biskupa Jindřicha Zdíka. [40]

Na přelomu 12. a 13. století byl v blízkosti Veligradu založen cisterciácký klášter, do jehož majetku ves patřila. Roku 1257 bylo založeno královské město Uherské Hradiště (dříve neslo název Nový Velehrad). Veligrad patřil pod působnost tohoto města. Ten samý rok dostalo Staré Město svůj název a původní název, Veligrad, přešel na cisterciácký klášter a osadu, která okolo něj vznikla (nynější Velehrad).

Postupem času se dějinné osudy Starého Města od kláštera odkláněly a spájeli se s osudy Uherského Hradiště. Zásadní změnou byla výstavba Severní dráhy císařem Ferdinandem v roce 1841. [39]



Obrázek 9 Staré Město podle katastrální mapy z roku 1827. [40]

Tato výstavba přinesla nejenom řadu pracovních příležitostí, ale také spojení s ostatními průmyslovými částmi monarchie. V původně zemědělské obci se začal rozvíjet obchod, živnostníci a budovat průmyslové podniky. Nové zemědělské a průmyslové podniky se vytvářeli také v polovině 20. a na začátku 21. století. [39]

Nová výstavba výrazně proměnila tvář města. Stavěly se také nové domy, dětské hřiště, byla vysazována zeleň. Rozvoj zaznamenalo také školství a vznik různých volnočasových aktivit, jak kulturního, tak sportovního rázu.

V červenci 1997 zasáhla území Moravy a Slezska rozsáhlá katastrofální povodeň. V důsledku extrémních dešťových srážek došlo k neočekávaně rychlému zvyšování hladiny vodních toků. Bylo postihnuto 1/3 území Moravy a Slezska. Povodeň na řece Moravě a Odře se stalo součástí katastrofy, která nabrala evropské rozměry.

Ve Starém Městě bylo ničivou povodní zaplaveno 540 domů, z toho se stalo dlouhodobě neobyvatelných 150 domů. Z tohoto počtu muselo být během podzimu a následného jara 1998 téměř sto domů zbouráno. Škody na majetku se vyšplhaly na více než 250 milionů korun. [41, 42]



Obrázek 10 Povodeň ve Starém Městě v roce 1997 křižovatka silnic č. 55 a č. 428. [43]

Pozůstatky z ničivých povodní jsou ještě v současnosti pozorovány, a to na záznamech domů, kde lidé zaznamenávali maximální hladinu vody.

7.3 Obyvatelstvo a vzdělání

Počet obyvatel žijících ve Starém Městě má klesající tendenci. Nejedná se však o nějak razantní úbytek obyvatel, žijících zde. Za posledních 10 let činí průměrný úbytek 16 obyvatel za rok. Výjimkou je rok 2015, kdy přibýlo meziročně 13 obyvatel žijících ve Starém Městě.

Pro rok 2019 žije ve Starém Městě 6591 obyvatel. Z toho počtu činí necelých 52 % ženy a 16 % děti do 15 let.

Ve Starém Městě se nachází jedna základní škola, jedna základní umělecká škola, dále jedna střední škola a čtyři mateřské školky. [44]

7.4 Klimatické podmínky

Starému Městu, které je součástí Dolnomoravského úvalu náleží teplá klimatická oblast, charakteristická dlouhými, teplými a suchými léty a poměrně krátkou zimou. V průměru se

zde teploty pohybují mezi 8,7 °C až 9,4 °C. Nejchladnější měsíc roku je zde obvykle leden, s teplotami pohybujícími se v průměru od -1,9 °C do 2,2 °C. Co se týče nejteplejšího měsíce, vede červenec. Průměrná teplota dosahuje více než 19 °C. V případě absolutního maxima, se teplota pohybuje na 35 °C. [37, 40]

V historii zde převládaly na život bohaté lužní lesy, které byly zásobovány ze slepých ramen Moravy. Postupem času byly lesy postupně vymýceny a vodní toky, které se zde nacházeli, zregulovány. Některá slepá ramena řeky Moravy buď zanikla přirozeně, ale hlavně díky činnosti člověka. [37]

7.5 Společenský, kulturní a spolkový život

Staré Město je proslulé svým pestrým společenským, kulturním a také sportovním děním. Velmi rozšířené zde jsou plesy, košty vína a také Vánoční jarmark. Dominantou společenského vyžití jsou zde bezesporu tradiční Michalské slavnosti.

Kulturní život ve městě je také různorodý. Mezi oblíbené akce patří absolventské koncerty žáků Základní umělecké školy, vystoupení Staroměstské kapely a také výstava Zahrady Moravy.

Spolky jsou ve městě také poměrně rozšířené. Najdeme zde řadu korporací, které jsou pevně spojeny s městem. Jedná se například o sbor dobrovolných hasičů, kteří patří neodmyslitelně do života města, Volejbalový sportovní klub Staré město, Fotbalový klub a fotbalové sdružení TJ Jiskra, Šachový klub, šermíři a jiní. [37]

7.6 Doprava

Potřeba přepravovat osoby a zboží je stará jako samo lidstvo. Doprava, jako i ostatní odvětví lidské činnosti, se neustále vyvíjí a modernizuje. Ve Starém Městě se nachází jak důležitá silniční, tak železniční tepna.

Staré Město leží na železniční trati číslo 330 Přerov – Břeclav (dvoukolejná, elektrizovaná a 341 Staré Město – Vlárský průmysk (tato trať není elektrizována). [45]

Dále přes Staré Město prochází silnice první třídy I/55 (Babice - Uherské Hradiště - Kunovice - Uherský Ostroh) a také mezinárodní silnice E 50 (Paříž - Norimberk - Praha - Brno - Košice – Kyjev). [46, 47]

Staré Město patří k místům osídleným již od pradávna. Díky existenci tohoto osídlení se zde v průběhu času mohlo rozvinout jedno ze sídel Velké Moravy. Toto sídlo se postupně vyvíjelo a prošlo mnohými změnami. Tyto změny více či méně ovlivňovali vývoj Starého Města do podoby, kterou známe nyní.

8 ANALÝZA RIZIK MĚSTA STARÉ MĚSTO

Pro provedení analýzy na město Staré Město bylo využito několik metod. Nejprve byl proveden řízený rozhovor, následně provedena identifikace a analýza rizik pomocí SW RISKAN-B a pomocí metody KARS byla identifikována prioritní rizika.

Dále byla pro vybraná rizika, která vyplynula z předchozích analýz, provedena modelování úniku nebezpečných chemických látek pomocí SW TerEx.

8.1 Řízený strukturovaný rozhovor

Nejprve byl pro identifikaci rizik, které by se mohly vyskytovat na správním obvodu Starého Města proveden strukturovaný rozhovor s Ing. Lumírem Lackou, pracovníkem Městského úřadu Uherské Hradiště.

Výsledkem řízeného rozhovoru byl seznam rizik, která by se mohla ve správním obvodu města vyskytovat.

Jedná se o následující rizika:

- Povodeň přirozená
- Únik nebezpečných látek
- Hromadné nákazy osob a zvířat
- Živelné pohromy
- Havárie v silniční a železniční dopravě (včetně úniku přepravovaných nebezpečných látek)
- Ostatní (narušení dodávek surovin; rozsáhlé požáry; ekologická havárie)

Jako nejpravděpodobnější riziko, ohrožující Staré Město jsou uváděny **povodně**. Mimo ně existuje také riziko úniku NCHL, neboť ve správním obvodu města se nacházejí dva podniky s množstvím NCHL podléhajícím zákonu č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. I když k úniku NCHL na území města doposud nedošlo, jejich pravděpodobnost se pomalu vyrovnává s rizikem povodně.

Mimo tato dvě rizika nelze také vyloučit **ohrožení jinými riziky**, například havárie v silniční nebo železniční dopravě, hromadnou nákazou zvířat (epizootie), popřípadě jiné rizika, které jsou vyjmenovány pomocí odrážek výše v textu.

Přepis strukturovaného rozhovoru je uveden jako příloha této diplomové práce.

Únik NCHL

Nebezpečná chemická látka je látka popřípadě směs, která vykazuje jednu nebo více nebezpečných vlastností. Existuje celá řada skupin, do kterých lze látku zařadit, přičemž jedna nebezpečná látka může být zařazena do vícera skupin. [48, 49]

V chemickém průmyslu - při zpracování umělých hnojiv, hmot a vláken apod. - se nebezpečné látky mohou nazývat průmyslové škodliviny. [50]

Únik NCHL může nastat jednak při převozu NL po pozemní komunikaci, popřípadě po železnici anebo únikem látky ze stacionárního zdroje. Při převozu může dojít k dopravní nehodě s následným únikem NCHL do životního prostředí, k technické závadě na převážené cisterně. A zde také hrozí nebezpečí úniku NCHL do životního prostředí a také ohrožení život a zdraví lidí nacházejících se v blízkosti.

K úniku NCHL ze stacionárního zdroje může dojít díky technické závadě, nedodržení výrobního procesu a procesu skladování. Ale může se jednat také o sabotáž a útok na zařízení. Při úniku NCHL ze stacionárního zdroje mohou být ohroženy na zdraví nebo životě lidé, zvířata, životní prostředí. Přitom samozřejmě záleží na rozsahu úniku a druhu uniklé látky. Nehoda cisterny převážející NCHL je na rozdíl od úniku látky ze stacionárního zdroje o to závažnější, že se může stát v kterémkoliv okamžiku přepravy z bodu A do bodu B.

Povodeň

Povodní se rozumí výrazné přechodné zvýšení hladiny vodního toku, nebo jiných povrchových vod, kdy voda zaplavuje území mimo své koryto a může způsobovat škody. Povodní nazýváme také stav, kdy voda nemůže přirozeně odtéct z určitého území, popřípadě její odtok je nedostatečný a dojde k zaplavení území v oblasti odtoku.

Povodeň může být způsobena přirozenými jevy (přirozená povodeň), jako například táním sněhové pokrývky, dešťovými srážkami, tak poruchou vodního díla, protržením hráze, nebo například nouzovým upouštěním vody z vodního díla (zvláštní povodeň). [51]

Hromadná nákaza osob (epidemie)

Epidemií rozumíme enormně vysoký výskyt infekčních onemocnění osob na omezeném území za definovaný časový úsek. Jedná se o situaci, kdy výskyt určitého druhu onemocnění je výrazně vyšší, než je očekávaný výskyt daného onemocnění na vybraném místě a čase. [52]

Hromadná nákaza zvířat (epizootie)

Epizootií rozumíme hromadnou nákazu zvířat. Rychlost vzniku nákazy a její šíření závisí na vlastnostech původce nákazy, způsobu jejího přenosu a také rychlosti diagnostikování nemoci a přijmutí veterinárních opatření v ohnisku nákazy.

Může se jednat například o ptačí chřipku, BSE, slintavku, kulhavku, či o další nemoci. Při epizootii nehrozí, až na výjimečné případy, přímé ohrožení životů a zdraví osob. [53]

Živelné pohromy

Živelnou pohromou chápeme působení sil a jevů, vyvolaných přírodními vlivy, které ohrožující životy, zdraví, majetek, nebo životní prostředí. Jedná se o události jako povodně, větrné smrště, námrazy, sněhové kalamity, sesuvy půdy, požáry v krajině.

Pojem živelná pohroma je spojena s událostmi, při nichž dojde k vyhlášení určitého ohrožujícího stavu, například stav nebezpečí, stupně povodňové aktivity, apod. [53, 54]

Havárie v silniční / železniční dopravě

Dopravní nehoda je událost, srážka nebo havárie, která vznikla pohybem vozidla, při které došlo ke škodě na majetku, k usmrcení nebo zranění osoby. [55]

Silniční dopravní nehoda je dopravní nehoda, která se stala na silnici, dálnici a rychlostních komunikacích. Železniční dopravní nehoda je dopravní nehoda, která se stala na všech železničních tratích, včetně vleček. [54]

8.2 SW nástroj RISKAN-B

Pomocí SW nástroje RISKAN-B byla provedena analýza množných rizik, která by se mohla ve správním obvodu města Staré Město vyskytovat. Účelem této analýzy je nalézt rizika, s největším výsledným rizikem v dané lokalitě.

Při práci v SW RISKAN-B se před samotným zadáváním aktiv a hrozeb provedlo **definování hranic rizika**. Ty byly definovány hodnotami 90, 70 a 45.

Následně byla provedena **identifikace aktiv**. Aktiva, se kterými se v analýze pracovalo, byla rozdělena na čtyři kategorie. Na obyvatelstvo, objekty, stroje a zařízení, a na kategorii infrastruktura. Tyto kategorie se dále rozdělovaly na jednotlivé prvky, jejich přehled se nachází v podobě tabulky pod následujícím textem.

Tabulka 3 Aktiva vytvořená pro analýzu v SW RISKAN-B. Vlastní zpracování dle [56].

Kategorie	Prvky	
Obyvatelstvo	Dospělí	Muži
		Ženy
		Senioři
	Děti	
	Zdravotně postižené osoby	
Objekty	Obytné objekty	
	Průmyslové objekty	
	Školská a předškolní zařízení	
	Sportoviště a jiné zařízení pro sportovní účely	
	Čerpací stanice	
	Objekty kulturního využití	
	Obchodní doby a jiné druhy objektů na prodej zboží	
	Administrativní objekty (státní správa, samospráva)	
	Ostatní účelové objekty	
Stroje a zařízení	Osobní doprava	
	Nákladní doprava	
	Městská a meziměstská autobusová doprava	
	Vlaková doprava	
	Stroje a zařízení údržby	
Infrastruktura	Pozemní komunikace	
	Železniční infrastruktura	
	Inženýrské sítě	

Po definování aktiv byly definovány hrozby. Ty byly - podobně jako aktiva - rozděleny do kategorií, a to na naturogenní hrozby, které se dále dělily na abiotické a biotické, a na antropogenní hrozby, dělené na technogenní a sociogenní. Kompletní seznam hrozeb se nachází v následující tabulce.


Tabulka 4 Hrozby vytvořené pro analýzu v SW RISKAN-B. Vlastní zpracování dle [56].

Kategorie	Podkategorie	Prvky
Naturogenní	Abiotické	Dlouhodobé sucho
		Extrémně vysoké teploty
		Rozsáhlý požár
		Přivalová povodeň
		Povodeň
		Vydatné srážky
		Extrémní vítr
		Sněhová kalamita, námraza
	Biotické	Epidemie (hromadná nákaza osob)
		Epifytie (hromadná nákaza polních kultur)
Epizootie (hromadná nákaza zvířata)		
Antropogenní	Technogenní	Narušení dodávek potravin
		Narušení provozu inženýrských sítí
		Zvláštní povodeň
		Únik NCHL ze stacionárního zdroje
		Únik NCHL při její přepravě
		Dopravní nehoda
		Železniční nehoda
		Sociogenní
	Vandalství	
	Organizovaný zločin	
	Násilná trestná činnost	

Jednotlivá aktiva a hrozby byly následně ohodnoceny. Aktiva byla ohodnocena na bodové škále od 0 do 5. Kdy 0 znamená, že hodnota aktiv je zanedbatelná a hodnota 5 označuje velmi vysokou hodnotu aktiva. Hrozby byly ohodnoceny na škále od 0 do 6, přičemž číslem 0, je míněna hrozba - která nemá žádnou pravděpodobnost - a číslo 6 označuje pravděpodobnost hrozby která je jistá.

Dále následovalo ohodnocení zranitelnosti aktiv jednotlivými hrozbami. Jednotlivým aktivům byly přiděleny hodnoty od 0 do 3. Číslo 0 reprezentuje žádnou zranitelnost aktiva a číslo 3 vysokou zranitelnost aktiv danou hrozbou.

Po definování a ohodnocení jednotlivých aktiv, hrozeb a jejich zranitelnosti následovalo výsledné stanovení rizika pro každou dvojici aktivum-hrozba. Výsledná rizika jsou roztríděna barevně do kategorií nízká, střední a vysoká.

		Aktiva																																		
		AKTIVA - CELKEM		1	1.1	1.1.1	1.1.1	1.1.1	1.1.1	1.2	1.3	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4	4.1	4.2	4.3					
Hodnoty aktiv		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	4	4	2	4	3	3	4	4	3	5	4	4	5					
Generátor Export do XML		velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	vysoká	vysoká	vysoká	střední	střední	vysoká	vysoká	nízká	vysoká	střední	střední	vysoká	střední	velmi vysoká	vysoká	vysoká	velmi vysoká						
Hrozby		Pravděpodobnost																																		
HROZBY - CELKEM		5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
1	Naturogenní	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
1.1	Abiotické	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
1.1.1	Dlouhodobé sucho	3	střední	30	30	30	15	15	15	15	15	30	24	15	24	12	9	9	12	12	12	6	12	9	9	12	12	9	15	12	12	15				
1.1.2	Extrémně vysoké teploty	4	vysoká	60	60	60	40	40	40	60	60	40	40	32	32	32	12	12	16	32	8	32	24	24	32	32	24	32	16	32	20					
1.1.3	Rozsáhlý požár	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	36	36	36	27	27	36	36	18	36	27	27	36	36	27	45	12	24	45					
1.1.4	Přítalová povodeň	4	vysoká	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	48	48	48	36	36	48	48	24	48	36	36	48	48	36	60	48	48	60					
1.1.5	Povodeň	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
1.1.6	Vydatné srážky	2	nízká	20	20	20	10	10	10	10	20	10	10	8	8	8	6	6	8	8	4	16	12	12	16	8	12	10	8	8	10					
1.1.7	Extrémní vítr	2	nízká	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	24	24	24	18	18	24	24	12	24	18	18	24	24	18	30	0	0	30					
1.1.8	Sněhová kalamita, námraza	3	střední	45	45	45	30	30	45	45	45	45	36	36	36	24	18	18	36	24	12	36	27	27	36	36	27	45	24	24	45					
1.2	Biotické	2	nízká	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	16	16	8	6	12	16	16	4	24	12	12	24	24	12	0	0	0	0					
1.2.1	Epidemie - hromadná nákaza osob	2	nízká	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	16	16	8	6	12	16	16	4	24	12	12	24	24	12	0	0	0	0					
1.2.2	Epifytie - hromadná nákaza polních k	2	nízká	16	10	10	10	10	10	10	10	16	10	8	8	0	6	0	16	0	4	8	6	6	0	0	0	0	0	0	0					
1.2.3	Epizootie - hromadná nákaza zvířat	2	nízká	20	20	20	10	10	20	20	20	16	10	8	8	8	0	0	16	0	4	8	6	6	0	0	0	0	0	0	0					
2	Antropogenní	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
2.1	Technogenní	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
2.1.1	Narušení dodávek potravin	2	nízká	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	16	24	8	6	12	24	16	4	8	6	6	8	8	6	0	0	0	0					
2.1.2	Narušení provozu inženýrských sítí	3	střední	45	45	45	30	30	45	30	45	36	15	36	36	24	27	18	36	36	12	24	9	9	12	24	9	45	0	12	45					
2.1.3	Zvážstní povodeň	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	36	36	36	27	27	36	36	18	36	27	27	36	36	27	45	36	36	45					
2.1.4	Únik nebezpečné chemické látky ze	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
2.1.5	Únik nebezpečné chemické látky při	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	60	60	60	45	45	45	60	60	30	60	45	45	45	60	48	48	75
2.1.6	Dopravní nehoda	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	25	60	40	20	45	15	20	20	20	60	45	45	60	60	45	75	20	40	75			
2.1.7	Železniční nehoda	4	vysoká	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	32	20	32	16	16	12	12	16	16	16	48	36	36	48	48	36	60	16	48	60			
2.2	Sociogenní	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	24	24	24	27	18	36	24	18	24	18	18	18	24	18	45	12	24	45			
2.2.1	Nepokoje	2	nízká	30	30	30	30	30	30	30	30	24	10	16	16	8	18	12	24	8	4	24	12	12	24	24	6	20	8	16	20					
2.2.2	Vandalství	3	střední	45	15	15	15	15	15	15	15	15	15	45	45	24	24	18	24	24	18	24	18	18	24	18	24	18	45	12	24	45				
2.2.3	Organizovaný zločin	2	nízká	30	30	30	20	20	30	20	30	24	20	24	16	24	12	12	24	16	8	16	12	12	16	16	12	20	8	16	20					
2.2.4	Násilná kriminální činnost	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	36	15	24	12	12	27	9	36	12	12	24	18	18	24	18	30	12	12	30					
2.2.5	Terroristický útok	1	zanedbatelná	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	12	12	12	9	9	12	12	6	12	9	9	12	12	9	15	12	12	15					

Obrázek 11 Analýza rizik v SW RISKAN-B. Vlastní zpracování dle [56].

Z analýzy v programu RISKAN-B vyplynuly následující rizika. Jako riziko s vysokou závažností vyplynulo riziko vzniku **povodně**, dále **úniku nebezpečné chemické látky ze stacionárního zdroje**, ale také **únik nebezpečné chemické látky při její přepravě** a riziko **dopravní nehody**.

Se středním rizikem výskytu jsou rizika **extrémně vysokých teplot, přívalové povodně** a také riziko vzniku **železniční nehody**.

Analýza v SW RISKAN-B se nachází ve vyšším rozlišení v příloze této diplomové práce.

8.3 Metoda KARS

Po vyplynutí závažných rizik pomocí analýzy v SW RISKAN-B byla zpracována metoda KARS. Hlavním účelem vytvoření metody KARS bylo odpovědět uživatelům na otázku, kterým rizikům se věnovat prioritně, a které rizika se mohou řešit s určitým časovým odstupem.

8.3.1 Soupis rizik

Pro definování seznamu rizik jsou vybrána rizika analyzovaná pomocí programu RISKAN-B. A to ta rizika, které jsou střední a vysoké závažnosti, tzn. koeficient 60 a výše.

Jedná se o následující rizika:

- Extrémně vysoké teploty
- Přívalová povodeň
- Povodeň
- Únik nebezpečné chemické látky ze stacionárního zdroje
- Únik nebezpečné chemické látky při jejím převozu
- Dopravní nehoda
- Železniční nehoda

8.3.2 Tabulka souvztažnosti rizik

Definovaná rizika byla vložena do tabulky ve tvaru matice, která má počet řádků a sloupců roven počtu identifikovaných rizik (sedm). Při vyplňování rizika byla tabulka po řádcích zleva doprava, shora dolů postupně naplňována hodnotami 0 nebo 1. Hodnota 1 byla vyplněna, pokud se dané rizika ovlivňovala. Hlavní diagonála a rizika, která na sebe nepůsobila, měli hodnotu 0.

Tabulka 5 Výsledná tabulka souvztažnosti rizik metody KARS. Vlastní zpracování dle [11].

	Riziko	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Σ
1.	Extrémně vysoké teploty	0	0	0	1	1	1	1	4
2.	Přívalová povodeň	0	0	1	1	1	1	1	5
3.	Povodeň	0	0	0	1	1	1	1	4
4.	Únik NCHL ze stac. zdroje	0	0	0	0	0	1	1	2
5.	Únik NCHL při převozu	0	0	0	0	0	1	1	2
6.	Dopravní nehoda	0	0	0	1	1	0	1	3
7.	Železniční nehoda	0	0	0	1	1	0	0	2
Σ		0	0	1	5	5	5	6	22

Výsledná tabulka výsledné souvztažnosti rizik (Tab. 5) byla rozšířena o řádek a sloupec součtu. S těmito sloupci se bude pracovat v následujícím kroku. Byl také vytvořen součet součtu hodnot řádků a sloupců. Důvodem této hodnoty je ověření, zda byla dodržena logika metody KARS.

8.3.3 Koeficienty aktivity a pasivity

Dalším krokem metody je převod výsledné tabulky souvztažnosti rozšířené o součty souvztažnosti rizik do matematické a následně do grafické podoby.

Pro jednotlivá rizika (sedm) byla vytvořena tabulka s hodnotou jejich koeficientu aktivity a pasivity.

Tabulka 6 Tabulka koeficientů aktiv a pasiv rizik metody KARS. Vlastní zpracování dle [11].

Riziko	1. Extrémně vysoké teploty	2. Přívalová povodeň	3. Povodeň	4. Únik NCHL ze stac. zdroje	5. Únik NCHL při převozu	6. Dopravní nehoda	7. Železniční nehoda
K_{ARi} (%)	66,67	83,34	66,67	33,34	33,34	50,00	33,34
K_{PRi} (%)	0,00	0,00	16,67	83,34	83,34	83,34	100,00

Pro jednotlivé řádky byl vypočten **koeficient aktivity** (K_{ARi}), který vyjadřuje počet návazných rizik, která mohou být vyvolána působením konkrétního rizika. [11]

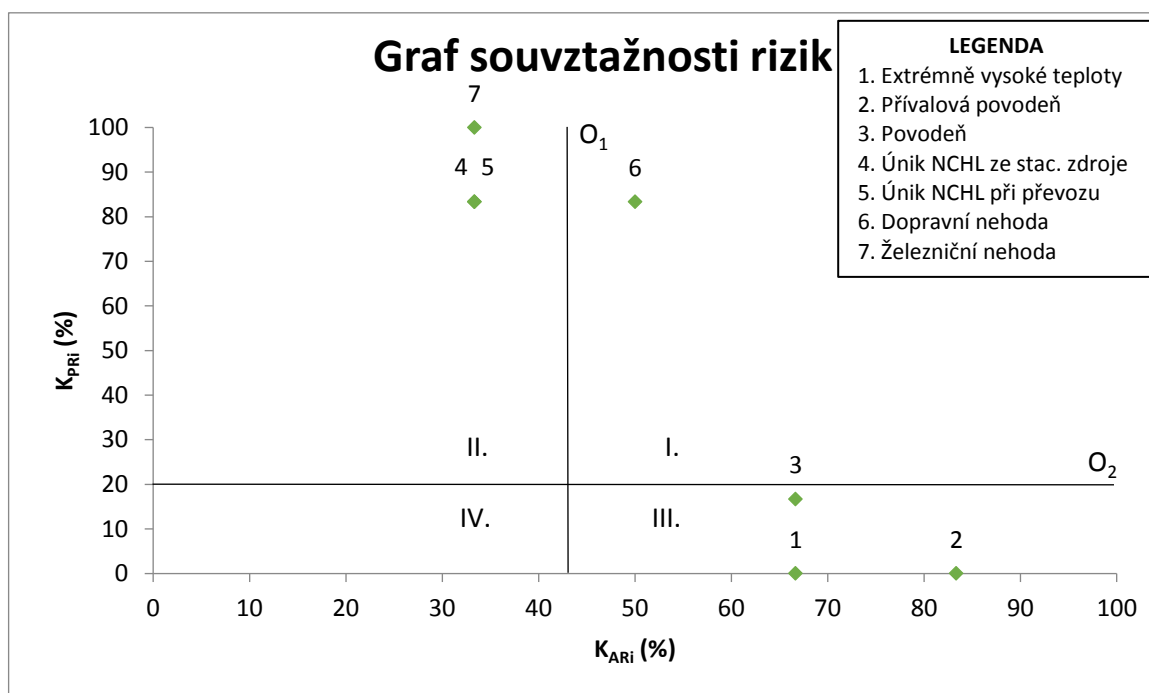
Následně byl vypočten **koeficient pasivity** (K_{PRI}). Tento koeficient vyjadřuje procentuální vyjádření počtu rizik, která mohou vyvolat působení daného rizika. [11] Pro jeho výpočet byly využity součty jednotlivých sloupečků (Tab. 5).

8.3.4 Grafické vyhodnocení rizik

Vyhodnocení metody KARS probíhá podobou grafu. Koeficienty aktivity a pasivity byly vloženy do grafu na osy X a Y.

Pro výsledné vyhodnocení byly do grafu vloženy dvě pomocné osy O_1 a O_2 , a graf by následně rozdělen do 4 kvadrantů. Na oblast primárně i sekundárně nebezpečná rizika, nacházející se v pravém horním kvadrantu. Oblast sekundárně nebezpečná rizika, je umístěna v levém horním kvadrantu. Dále na oblast primárně nebezpečných rizik, které nalezneme v pravém spodním kvadrantu a na oblast relativně bezpečná rizika, umístěná v levém spodním kvadrantu.

Pomocné osy byly dle vzorečku umístěného v teoretické části práce stanoveny na: $O_1 = 43,34$ a $O_2 = 20,00$ a to při **80% pokrytí** všech rizik.



Obrázek 12 Graf souvztažnosti rizik. Vlastní zpracování dle [12].

V prvním kvadrantu vyšlo analýzou riziko **dopravní nehody**. Toto riziko je třeba řešit prioritně a rychle. Do druhého kvadrantu spadají rizika **úniku nebezpečné chemické látky**

ze **stacionárního** zdroje a také **při jejich převozu** a **riziko železniční nehody**. Tato rizika nejsou naprostou prioritou, ale je třeba se jim věnovat co nejdříve.

Následně do třetího kvadrantu spadají poslední rizika, a to **povodeň, extrémně vysoké teploty a přívalové povodně**. Rizika v této kategorii nepotřebují, abychom se jim věnovali ihned, ale jsou samozřejmě také důležitá. Do kategorie číslo čtyři nespadá ani jedno riziko. Kdyby zde nějaké spadalo, jednalo by se o riziko nízké závažnosti.

8.4 Modelování úniku NCHL v programu TerEx

Dalším krokem analýzy rizik na město Staré Město je provedení modelování úniku NCHL pomocí programu TerEx, který je na fakultě přítomný. Důvodem modelování byl výsledek metody KARS, která poukazovala v druhém kvadrantu, na rizika, kterým by se mělo věnovat co nejdříve, tj. u rizik úniku NCHL ze stacionárního zdroje anebo při jejím převozu.

Pro modelování úniku NCHL bylo vybráno celkem dvanáct látek. Jedná se o látky aceton, amoniak, automobilový benzín, chlor, izobutan, kyselina octová, LPG, motorová nafta, propan-butan, propylen, toluen a xylen.

Tyto jmenované látky byly vybrány po ústní a elektronické komunikaci s Krajským ředitelstvím HZS ČR se sídlem ve Zlíně, dále díky elektronické komunikaci s Generálním ředitelstvím Správy železniční dopravní cesty. Zbylé látky byly doplněny na základě jejich běžného převozu po pozemních komunikacích, z důvodu doručení do vybraného výrobního zařízení / skladovacího zařízení.

Pro potřeby této práce bude pracováno pouze s následujícími modely SW TerEx: [57]

- BLEVE – ohrožení nádrže plošným požárem
- POOL FIRE – hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny
- PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku
- PUFF – jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

8.4.1 Charakteristika definovaných látek a směsí

U jednotlivých látek, které byly zaneseny do SW TerEx byly také definovány jejich vlastnosti.

Aceton

Aceton (C_3H_6O) je čirá, bezbarvá kapalina nasládlé vůně. S vodou je neomezeně mísitelná. Jedná se o vysoce hořlavou kapalinu, spolu s kyslíkem tvoří výbušnou směs. Hořlavé jsou také její výpary, kde hrozí vzdálené vznícení a tím pádem zpětné zahoření kapaliny. Způsobuje mírné nebo silné podráždění očí, je dráždivý a může způsobovat ospalost a závratě. [58]

Používá se hlavně v průmyslu jako rozpouštědlo organických látek, také jako odmašťovadlo a čisticí prostředek povrchu kovových předmětů před jejich natíráním. [59]

Amoniak

Amoniak neboli čpavek (NH_3) je nejvíce rozšířená NL. Používá se při výrobě hnojiv, vláken, plastických hmot a výbušnin. Používá se velice často jako průmyslové chladicí médium.

Za normálního tlaku a teploty je amoniak jedovatý bezbarvý plyn, který je lehčí než vzduch. Je charakteristický svým ostře štiplavým zápachem. Tento zápach dokáže většina lidí rozeznat při koncentraci 35 mg/ m^3 . Je málo hořlavý, se vzduchem tvoří leptavé výbušné směsi. Při odpařování z kapalného stavu tvoří chladné mlhy, jež jsou těžší než vzduch.

Kapalný amoniak (i plynný) silně dráždí a leptá dýchací cesty, plíce, kůži a oči. Způsobuje dráždivý kašel, dušnost. Křeče dýchání mohou způsobit až udušení. Kapalný amoniak vyvolává silné omrzliny. [60]

Automobilový benzín

Benzín je bezbarvá kapalina charakteristická svým typickým zápachem. Jeho výpary jsou těžší než vzduch a se vzduchem tvoří výbušné směsi. Při delším vdechování výparů se dostaví bolest hlavy, pocit opilosti, pohlouznění a zvracení. Při vdechování vysokých koncentrací může dojít k bezvědomí a zástavě dechu. [61]

Chlor

Chlor (Cl_2) je charakteristický svým štiplavým zápachem. Je to (za normálních podmínek) žlutozelený plyn, dva a půl krát těžší než vzduch. Lze jej snadno přeměnit na kapalinu se slabě nažloutlou barvou. Za sucha se skladuje a přepravuje v železných tlakových lahvích, cisternách nebo zásobnících. [60]

Je to velice reaktivní prvek, slučuje se bezprostředně téměř se všemi prvky (výjimku tvoří kyslík, dusík a uhlík). Reaguje prudce zejména s organickými látkami. Velmi silně dráždí sliznice a při větších koncentracích dochází také k poleptání plicních tkání. V plicích naleptává stěny plicních sklípků, které se díky tomu naplňují krví. Při koncentraci 5,6 mg/ l po dobu deseti minut způsobuje smrtelnou otravu. [60]

Isobutan

Isobutan (C_4H_{10}) - známý také jako izobutan, i-Butane, R600a aj. - je bezbarvý, vznětlivý plyn se slabě znatelným ropným zápachem. Ve vysokých koncentracích působí omamně, může způsobovat ospalost, závrať, ztrátu vědomí a může vést až k zástavě dechu. Je to velice prchavý plyn, v nízkých koncentracích nemá na zdraví člověka žádný negativní dopad. [62]

Používá se jako chladivo do chladírenských systémů, také jako pohonná látka. Isobutan má velmi nízký potenciál ke vzniku globálního oteplování a v rámci poškozování ozonu je jeho význam zanedbatelný. [63]

Kyselina octová

Kyselina je čirá bezbarvá kapalina charakteristická svým silným zápachem po octu. Jedná se o látku nebezpečnou pro kůži, oči a dýchací cesty. Využití kyseliny octové se nachází při výrobě jiných chemikálií, v potravinářství a také při výrobě ropy.

Je rozpustná ve vodě, po rozpuštění vytváří teplo. Kyselina octová vypouští toxické a dráždivé páry, které jsou těžší než vzduch. Při vdechování jejich par způsobuje kašel, bolest na hrudi a s tím spojené podráždění nosu a krku. Vdechování výparů může způsobit také nevolnost a zvracení. Při kontaktu s pokožkou a očima způsobuje popáleniny. [64, 65]

LPG

LPG - neboli zkapalněný ropný plyn - je směs uhlovodíkových plynů, jako, propanu, butanu a dalších jejich směsí. Používá se jako palivo ve spalovacích procesech. Je určený jako motorové palivo pro použití v upravených motorových vozidlech. [66]

Je těžší než vzduch a spolu se vzduchem tvoří výbušné směsi. LPG je dusivý, dusí bez varování. Pokud je LPG zahřátý nebo hoří, uvolňuje toxické a dráždivé páry. Plyn je neviditelný a díky vyšší hustotě se může rozšířit do sklepů, kanálů a níže položených uzavřených prostor. [63, 64, 67]

Motorová nafta

Motorová nafta je směs uhlovodíků. Vyrábí se destilací ropy při teplotách v rozmezí 150 °C až 360 °C. Je to bezbarvá až nahnědlá kapalina. Používá se především jako palivo pro vznětové spalovací motory. V současné době se v našich podmínkách prodává dvojitý druh motorové nafty. Letní a zimní nafta. Při zimních měsících jsou do nafty, z důvodu vylučování parafinů a jejich krystalování, přidávány aditiva. [68, 69]

Páry nafty mohou působit narkoticky, mohou způsobovat bolesti hlavy, dráždění očí a dýchacích cest a žaludeční nevolnost. Spolu se vzduchem tvoří výbušnou směs. Při požití - díky své nízké viskozitě - může způsobit poškození plic. Při kontaktu s pokožkou působí dráždivě s mírně odmašťujícím účinkem. [69]

Propan-butan

Jedná se o směs uhlovodíků, získaných destilací ropy. Propan-butan se používá jako topné plynné palivo. Jak v průmyslu, tak v domácnostech a také při rekreaci.

Propan-butan je extrémně hořlavý plyn, těžší než vzduch. Jakýkoliv únik vytváří nebezpečí požáru. Při styku s jeho kapalinou způsobuje omrzliny. Vysoké koncentrace plynu (nad 10 %) vyvolávají narkotické účinky, jako bolest hlavy, nevolnost a závratě. [70, 71]

Propylen

Propylen je bezbarvý plyn se slabým petrolejovým zápachem. Používá se v chemickém průmyslu a to k výrobě jiných chemikálií, především při výrobě plastických hmot. Uchovává se pod tlakem uložený v tlakových nádobách. [72]

Při styku s kapalinou způsobuje omrzliny. Jeho výpary jsou těžší než vzduch. Je vysoce hořlavý. Při středních koncentracích ve vzduchu způsobuje ospalost, závratě a následně bezvědomí. [73]

Toluen

Toluen je čistá, bezbarvá kapalina, charakteristická svým zápachem. Má nižší hustotu než voda a je v ní nerozpustná. Požívá se v automobilovém a v leteckém průmyslu. Také v chemickém průmyslu, jako rozpouštědlo a při výrobě dalších chemikálií. [74]

Uvolňuje nebezpečné páry, které jsou těžší než vzduch. Při vdechnutí, požití, popřípadě styku s kůží má toxické účinky. Páry toluenu se mohou i při značné vzdálenosti od zdroje vznítit. Výpary dráždí oči, horní dýchací cesty. Způsobují bolesti hlavy až zástavu dechu.

Kapalina dráždí oči a při styku s pokožkou způsobuje její vysychání. Při požití způsobuje zvracení, průjem a dýchací problémy. [64, 74, 75]

Xylen

Pod názvem Xylen se skrývá obecný termín označující směs tří izomerů uhlovodíku dimethylbenzenu. Jedná se o bezbarvou až slabě nažloutlou kapalinu, s charakteristickým zápachem po ředidlech. Využívá se v mnoha odvětvích průmyslu. Používá se převážně jako průmyslové rozpouštědlo, ředidlo a také jako náhrada toluenu. [76, 77]

M-XYLEN

Je to bezbarvá kapalina charakteristická svou sladkou vůní. Má menší hustotu než voda a je nerozpustná ve vodě. Jedná se o vysoce hořlavou kapalinu. Páry jsou těžší než vzduch a mohou vzplanout i ve větší vzdálenosti od zdroje.

Při vdechnutí způsobuje m-xylen bolesti hlavy a závratě. Kapalina dráždí oči i kůži. Při požití způsobuje křeče, nevolnost, zvracení, bolest hlavy až bezvědomí. Může dojít také k poškození ledvin a jater. [78]

8.4.2 Stacionární zdroje

Na území města Staré Město se nachází několik objektů, ve kterých jsou skladované NCHL. Tyto objekty byly rozděleny na podlimitní objekty skladující NCHL a objekty podléhající zákonu č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Objekty, které nepodléhají zákonu č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, byly dále fiktivně rozlišeny na podniky a čerpací stanice.

U firem, které skladují podlimitní množství NCHL byly pro účely této práce vybrány čtyři látky. Jedná se o aceton, toluen, motorovou naftu a propan-butan, u kterých byl následně proveden proces modelování úniku v SW TerEx.

Pro modelování úniku NCHL z čerpacích stanic byly vybrány NL automobilový benzín, motorová nafta, LPG a propan-butan.

Podniky, jež jsou zařazené do kategorie A nebo B, podle zákona č 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, se ve Starém Městě nacházejí dva. Pro účely této práce byl vybrán jeden, u něhož bude modelován únik isobutanu. [79]

Podlimitní objekty - podniky

Podniky skladující podlimitní množství NCHL byly fiktivně pojmenovány jako Podnik X a podnik Y. Podnik X skladuje celkem 10 t acetonu a 10 t toluenu. Podnik Y skladuje 16 t motorové nafty a 2 t propan-butanu.

Tabulka 7 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL z podlimitního stacionárního zdroje. Vlastní zpracování dle [57].

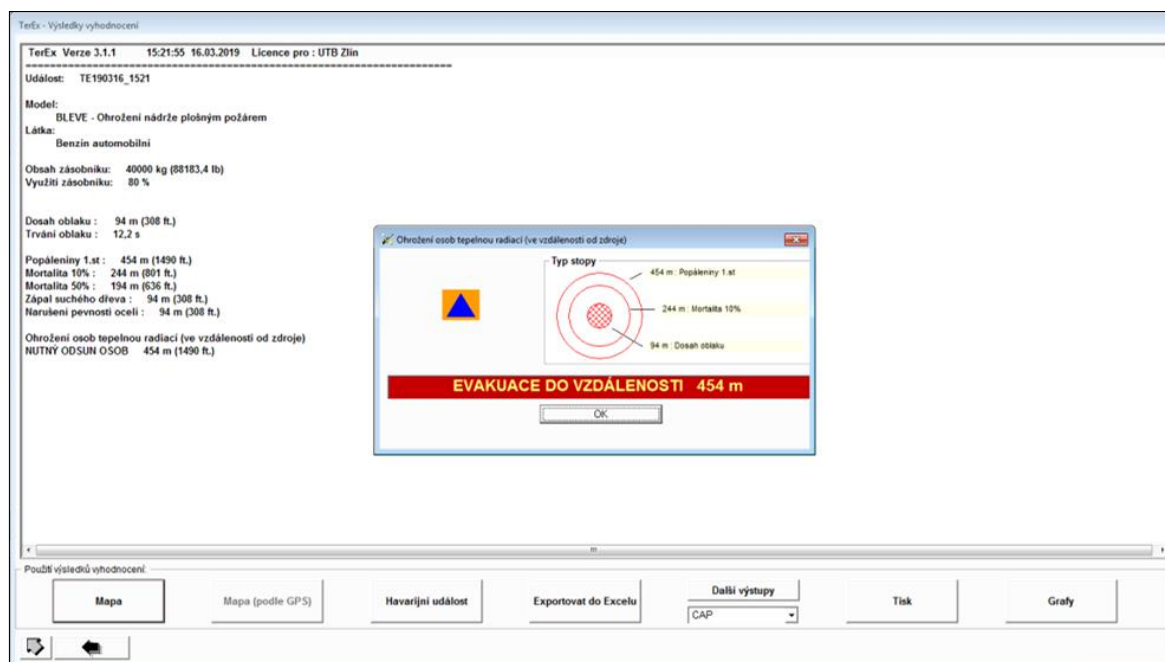
Podnik	Druh látky	Množství uniklé látky		
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
X	Aceton	149 m	108 m	79 m
	Toluen	64 m	45 m	31 m
Y	Motorová nafta	80 m	56 m	39 m
	Propan-butan	517 m	407 m	321 m

V SW TerEx byl modelovaný únik 1/2, 1/4, a 1/8 těchto skladovaných látek. Pro modelování úniku acetonu byl využit modul BLEVE, u toluenu a motorové nafty model POOL FIRE a u propan-butanu model PUFF.

Podlimitní objekty – čerpací stanice

Čerpací stanice, nacházející se v územní působnosti města Staré Město byly pojmenovány čísly, tj. Čerpací stanice 1 až 3, dále jen ČS 1 až 3. U těchto podlimitních objektů jsou skladované látky automobilový benzín, motorová nafta, LPG a propan-butan.

U objektu ČS 1 se nachází 100 kg propan-butanu, které je skladované v propan-butanových lahvích typu 33 kg, 10 kg 5 kg a 2 kg. U těchto lahví se počítá rezerva 20 % z celkového obsahu lahve. [81] Dále je v objektu ČS 1 skladováno 40 t automobilového benzínu a 50 t motorové nafty.



Obrázek 13 Výsledky hodnocení ohrožení nádrže benzínu plošným požárem v SW TerEx [57].

Objekt ČS 2 skladuje 27 t automobilového benzínu, 48 t motorové nafty a 2,1 t LPG. V ČS 3 je umístěno 20 t automobilového benzínu, 55 t motorové nafty a 15 t LPG.

Tabulka 8 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL z čerpacích stanic.

Vlastní zpracování dle [57].

Podnik	Druh látky	Množství uniklé látky		
		$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{1}{2}$
ČS 1	A. benzín	501 m	454 m	371 m
ČS 2	A. benzín	419 m	383 m	311 m
	LPG	171 m	155 m	127 m
ČS 3	A. benzín	371 m	335 m	275 m
	LPG	404 m	369 m	298 m

V programu TerEx byl modelovaný únik/zahoření 100 % množství NCHL, dále při 80 % a 50 % množství látky v zásobníku. Pro automobilový benzín a LPG byl zvolen model BLEVE.

Modelování úniku propan-butanu, nacházející se v ČS1, který je skladovaný v lahvích, byl využit model PUFF. Byla provedena simulace úniku jedné 33 kg láhve, dále úniku dvou lahví a únik 1/4 lahve. U plných lahví bylo počítáno s 20 % rezervou na rozpínání plynu. [80]

Tabulka 9 Prostor ohrožený při úniku propan-butanu z lahvi v prostoru čerpací stanice. Vlastní zpracování dle [57].

Podnik	Druh látky	Množství uniklé látky		
		52,8 kg ¹⁾	26,4 kg ¹⁾	6,6 kg ²⁾
ČS 1	Propan-butan	183 m	144 m	90 m
Pozn.: 1) ... naplněno do 80 % kapacity 2) ... 1/4 z 33 kg lahve				

U modelování úniku motorové nafty byl použit modul POOL FIRE. Byla vytvořena situace plnění podzemních zásobníků motorové nafty.

Při tomto plnění pomocí automobilové cisterny došlo k úniku motorové nafty mimo plnicí hrdlo podzemního zásobníku. Modelovaný únik byl realizován za předpokladu, že došlo k úniku celého obsahu cisterny, a to o kapacitě 34 000 l a 5 500 l. Tyto cisterny byly z důvodu zajištění bezpečnosti při přepravě naplněny na 90 % své kapacity. [3]

Tabulka 10 Prostor ohrožený při úniku motorové nafty u čerpací stanice. Vlastní zpracování dle [57].

Podnik	Druh látky	Množství uniklé látky		
		34 000 l ¹⁾	5 500 l ¹⁾	1 000 l
ČS 1 - 3	Motorová nafta	160 m	63 m	29 m
Pozn.: 1) ... naplněno do 90% kapacity				

Jako třetí varianta úniku byla vybrána hodnota 1 000 l motorové nafty, která unikla kvůli nedbalosti obsluhy cisternového automobilu.

Podniky zařazené do skupiny A a B

Ve Starém Městě se nachází dva podniky, které spadají pod působnosti zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Jedná se o podnik Colorlak, a.s., nacházející se na Tovární ulici, který je zařazen do skupiny A. Dále podnik Soufflet Agro, a.s., se sídlem na Zlechovské ulici, který byl nově zařazen do skupiny B. [79]

Pro účely této práce byly provedeny tři simulace úniku isobutanu ze společnosti spadající do kategorie A. Nejdříve úniku 16 t isobutanu, dále 1/3 a 1/8 z jmenovaného množství NCHL pomocí modelu PUFF.

Tabulka 11 Prostor ohrožený při úniku NCHL z objektu podléhajícímu zákonu č. 224/2015 Sb.. Vlastní zpracování dle [57].

Podnik	Druh látky	Množství uniklé látky		
		$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{8}$
Colorlak, a.s.	Isobutan	1365 m	933 m	665 m

U modelu POOL FIRE byla velikost louže, která vznikne po vylití NCHL na povrch, vypočítána zjednodušeným výpočtem, který nebral v potaz savost povrchu, teploty kapaliny, rychlost větru ani roční období. Z důvodu zjednodušeného výpočtu bylo z vybrané látky odečteno 10 % jejího uniklého množství. Těchto 10 % pro účely diplomové práce kompenzuje tyto opomenuté parametry.

Pro modelování úniku modelem PUFF byla zvolena rychlost větru v přízemní vrstvě 3 m/s a pokrytí oblohy oblaky 12, 5 %. Proměnné „doba vzniku“ a „průběh havárie“ byly nechány na výchozích hodnotách. Proměnné „typ povrchu“ byla přiřazena hodnota průmyslová plocha, popřípadě obytná krajina. Záleželo dle typu prostředí, ve kterém se objekt s NCHL nacházel.

8.4.3 Převoz NCHL po pozemních komunikacích

Na pozemních komunikacích jsou NCHL převáženy pomocí cisternových vozů a cisternových přívěsů. Existuje nespočetné množství cisteren, které tyto látky převážejí. Pro převoz po pozemních komunikacích, musí tyto cisterny splňovat požadavky dohody ADR.

Běžná kapacita cisteren pro převoz NCHL se pohybuje od 3 400 l do 54 000 l. Cisterny dle své konstrukce mohou obsahovat běžně jednu až pět komor, které mohou být různé kapacity, ve kterých je NCHL přepravována. Při převozu pohonných hmot se například nečastěji využívají cisterny s kapacitou 33 000 l až 35 000 l. [81 - 88]

Pro účely této práce byla vybrána varianta porušení nádrže s následným únikem NCHL / ohrožení požárem jednodukomorové automobilové cisterny o kapacitě 34 000 l, dále únik / nebezpečí požáru jedné komory cisterny o kapacitě 5 500 l a únik NCHL / ohrožení požárem automobilovou cisternou o kapacitě 11 900 l naplněnou na 1/4 a 1/8 svého objemu. Dále bylo vybráno osm látek: aceton, amoniak, automobilový benzín, chlór, isobutan, LPG, motorová nafta, toluen.

Při převozu NCHL se využívá pouze 90 % až 95 % kapacity cisterny. Důvodem je předejít selhání kterékoliv části cisterny, ve které je NCHL přepravována a následnému protržení a úniku NCHL. V rámci této práce bylo uvažováno o naplnění cisteren do 90 % své kapacity. [3]

Pro modelování úniku NCHL při jejím převozu po pozemních komunikacích byly využity dané modely, jejich kombinace:

- BLEVE + POOL FIRE u acetonu, automobilového benzínu a isobutanu,
- BLEVE + PUFF u LPG,
- POOL FIRE u motorové nafty a toluenu,
- PUFF u amoniaku a chlóru.

Při kombinaci modelu BLEVE a jiného modelu, byl modul BLEVE - ohrožení nádrže plošným požárem - u automobilové cisterny vyjádřen kapacitou jednodukomorové cisterny 34 000 l a komorou cisterny o kapacitě 5 500 l.

Výsledky modelování výše uvedených NCHL v definovaném množství jsou soustředěny v následující tabulce.

Tabulka 12 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL při převozu po pozemních komunikacích. Vlastní zpracování dle [57].

Druh látky	Kapacita cisterny			
	34 000 l ¹⁾	5 500 l ¹⁾	2 975 l ²⁾	1 488 l ³⁾
Aceton	306 m	139 m	36 m	25 m
Amoniak	3 612 m	1 617 m	1 293 m	949 m
A. benzín	443 m	199 m	46 m	32 m
Chlór	9 513 m	5 421 m	4 407 m	3 312 m
Isobutan	407 m	182 m	55 m	38 m
LPG	438 m	197 m	60 m	42 m
Motorová nafta	160 m	63 m	49 m	34 m
Toluen	159 m	63 m	48 m	34 m
Pozn.: 1) ... naplněno do 90% kapacity 2) ... 1/4 z 11 900 l 3) ... 1/8 z 11 900 l				

Při použití modelu PUFF byly stanoveny parametry při modelování úniku následovně: Teplota kapaliny v zařízení byla stanovena na 40 °C, rychlost větru v přízemní vrstvě na 3 m/S, pokrytí oblohy mraky na 12,5 %, Typ povrchu byl stanoven na obytnou krajinu. Doba vzniku a průběhu havárie byla nechána na výchozí hodnotě.

U modelu POOL FIRE byla velikost louže - taktéž jako při úniku NCHL ze stacionárního zdroje - vypočítaná zjednodušeným výpočtem. Tento výpočet nebral v potaz savost povrchu, teplotu krajiny ani jiné podmínky specifické pro určitý časový okamžik. Kvůli kompenzaci těchto nezapočítaných faktorů bylo odečteno 10 % z množství uniklé NCHL.

8.4.4 Převoz NCHL po železnici

Převoz NCHL po železnici je na rozdíl od převozu po pozemních komunikacích specifický tím, že se po ní přepravují větší náklady a na mnohem delší vzdálenosti. Při převozu NCHL na železnici se tento převoz řídí pomocí řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí – RID.

Kapacita cisteren pro převoz NCHL po železnici, které mohou přepravovat NCHL podle RID se pohybuje v rozmezí od 40 000 l do 95 000 l. [88 - 91]

Pro potřeby modelování úniku NCHL na železnici byly zpracovány statistická data převozu NCHL přes železniční koridory číslo 330 Přerov – Břeclav a 341 Staré Město – Vlárský průsmyk, které byly poskytnuty v podobě roční statistiky převozu NCHL přes již zmíněné koridory. [45]

Byly vybrány čtyři NCHL, které byly přes železniční koridory přepravovány. Jedná se o kyselinu octovou, propylen, toluen a xylen. Pro účely práce byla vybrána varianta úniku 1/2 , 1/4 a 1/8 z celkového možného množství NCHL přepravovaného v jednom cisternovém voze s ložným objemem 95 000 l. Z důvodu rozdílné traťové třídy zatížení na tratích 330 (D4 = 22, 5 t na nápravu) a 341 (C3 = 20 t na nápravu) bylo nutné u kyseliny octové a xyleny vytvořit dva modely s rozdílnými hodnotami. [92]

Pro modelování úniku bylo počítáno s převozem 63 000 kg (D4) a 52 500 kg (C3) kyseliny octové, 49 499 kg propylenu a 50 200 kg toluenu. Pro převoz xyleny byla vybrána varianta převozu m-Xyleny v množství 64 500 kg (D4) a 51 600 kg (C3).

V SW TerEx byl pro propylen vybráno ohrožení nádrže plošným požárem – BLEVE a pro kyselinu octovou, toluen a m-Xylen model POOL FIRE – Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny. Při výpočtu modelu POOL FIRE byl použit zjednodušený výpočet. Jako kompenzace těchto nepřesností bylo provedeno odečtení 10 % z množství uniklé NCHL.

Výsledky modelování se nacházejí v následující tabulce.

Tabulka 13 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL při převozu po železniční síti. Vlastní zpracování dle [57].

Druh látky	Kapacita cisterny		
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
Kys. octová ¹⁾	82 m	58 m	41 m
Kys. octová ²⁾	75 m	52 m	36 m
Propylen	477 m	349 m	259 m
Toluen	147 m	102 m	72 m
m-Xylen ¹⁾	168 m	117 m	82 m
m-Xylen ²⁾	149 m	105 m	72 m
Pozn.:	1) Pro trať 330 2) Pro trať 341		

Data získané pomocí modelování úniků NCHL budou v další kapitole vložena do GIS.

Náplní této kapitoly bylo provést strukturovaný rozhovor s Ing. Lumírem Lackou, jehož výstupem byl seznam rizik, která se mohou na územní působnosti Starého Města vyskytovat. Dále byla analyzována rizika pomocí SW RISKAN-B. Jednalo se o definování rizik s vysokou a střední závažností. Tato rizika byla následně zpracována metodou KARS. Výsledkem této metody je rozlišení rizik do čtyř kvadrantů dle jejich priority. Poslední část kapitoly byla věnována modelování úniku NCHL pomocí SW TerEx.

9 IMPLEMENTACE ZÍSKANÝCH DAT DO GIS

Po provedení vybraných analýz a modelování úniku NCHL ze stacionárních zdrojů, při úniku převozu NCHL po pozemních komunikacích a železnici, bylo provedeno zanesení dat do SW QGIS. Pro účely této práce byly provedeny pouze první tři fáze mapování rizik. Jedná se o vytvoření mapy nebezpečí, zranitelnosti a vytvoření mapy rizika.

Dále pro prezentování využitelnosti mapování rizik nejenom v SW QGIS byly aktiva města Staré Město (reprezentovány mapou zranitelnosti) exportována do geografického informačního systému dostupného přes webové rozhraní ArcGIS Online.

9.1 QGIS

Nejprve byla v SW QGIS vytvořena mapa nebezpečí.

9.1.1 Mapa nebezpečí

Podkladem mapy nebezpečí jsou jednotlivá rizika, která mohou na daném území vzniknout. Pro účely vytvoření mapy nebezpečí Starého Města byla vybrána ta rizika, která je neprodleně nutné řešit (povodně) a rizika, která je nutné vyřešit co nejdříve (únik NCHL ze stacionárního zdroje a při jejich převozu).

Z důvodu přehlednosti, byla mapa nebezpečí rozdělena na dílčí mapy nebezpečí. Tyto mapy nejprve ukazují úniky vybraných NCHL ze **stacionárních zdrojů**, které byly identifikovány v předchozí kapitole a jsou v SW QGIS reprezentovány bodem s obalovou zónou. Následně byly vytvořeny mapy úniku vybraných NCHL **při převozu po pozemních komunikacích a na železnici**. Tyto mapy byly vytvořené na základě liniové vrstvy v SW QGIS, okolo které byla vytvořena obalová zóna, dle konkrétního úniku.

Hodnoty pro obalové zóny byly čerpány s výsledků modelování úniku NCHL pomocí SW TerEx. Je nutno podotknout, že obalové zóny vytvořené v SW QGIS neberou v potaz sílu větru, členitost terénu, roční období ani jiné proměnné, které ovlivňují výsledný únik a ohrožení. Jednotky skladovaných a převážených NCHL byly sjednoceny na litry.

Kromě dílčích map nebezpečí, které zobrazují únik NCHL byla vytvořena dílčí mapa nebezpečí **záplavového území**. U této mapy byla data, pro účely práce, čerpána z databáze **DIBAVOD**. [35] Jako mapový podklad pro mapy nebezpečí byly použity mapy **OpenStreetMaps**, které jsou svobodné k používání. [33]

První dílčí mapa nebezpečí se týká plošného ohrožení zásobníků acetonu v podniku fiktivně pojmenovaném Podnik X a úniku motorové nafty z fiktivního Podniku Y.



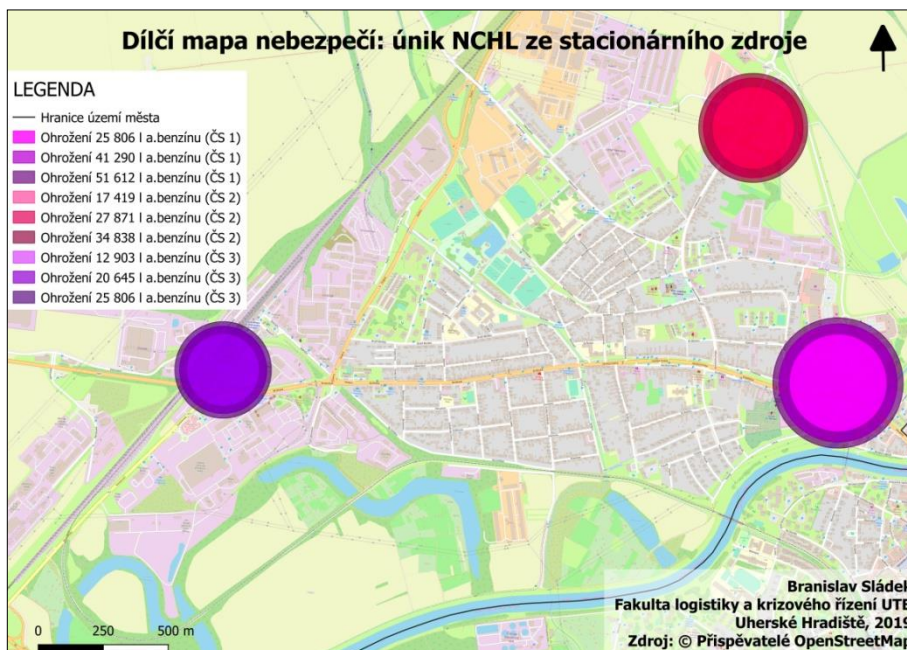
Obrázek 14 Mapa nebezpečí č. 1 – ohrožení acetonem a únik motorové nafty ze stacionárního zdroje. [93]

Následující mapa reprezentuje únik toluenu z Podniku X a propan-butanu z Podniku Y.



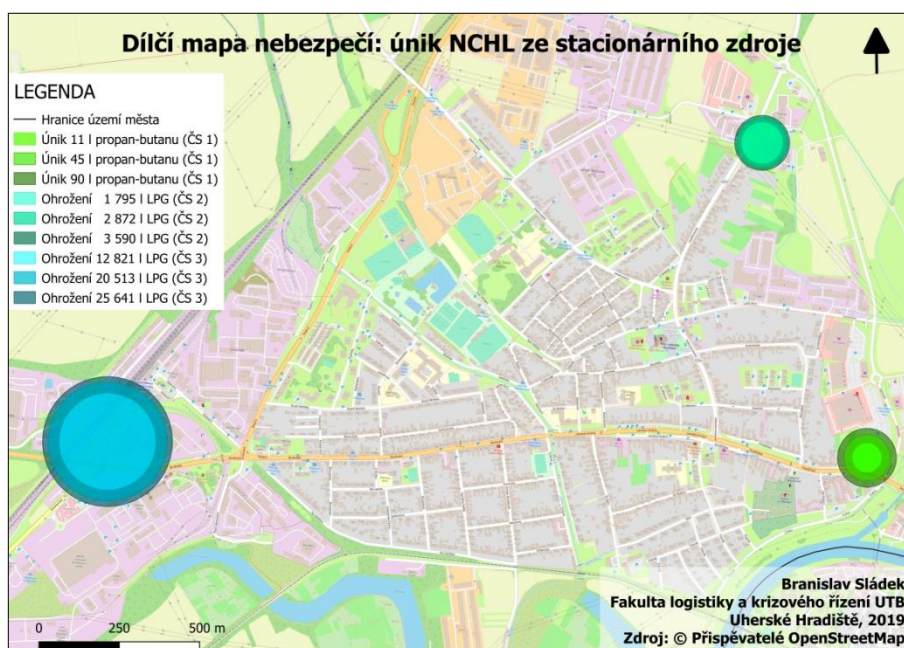
Obrázek 15 Mapa nebezpečí č. 2 – únik toluenu a propan-butanu ze stacionárního zdroje. [93]

Dílčí mapa č. 3 reprezentuje ohrožení tří čerpacích stanic, nacházejí se ve Starém Městě, plošným požárem.



Obrázek 16 Mapa nebezpečí č. 3 – ohrožení nádrží benzínu požárem – čerpací stanice. [93]

Dílčí mapa č. 4 zobrazuje únik pan-butanu z lahví, nacházející se v čerpací stanici č. 1 a ohrožení zásobníků LPG u čerpacích stanic 2 a 3 požárem.



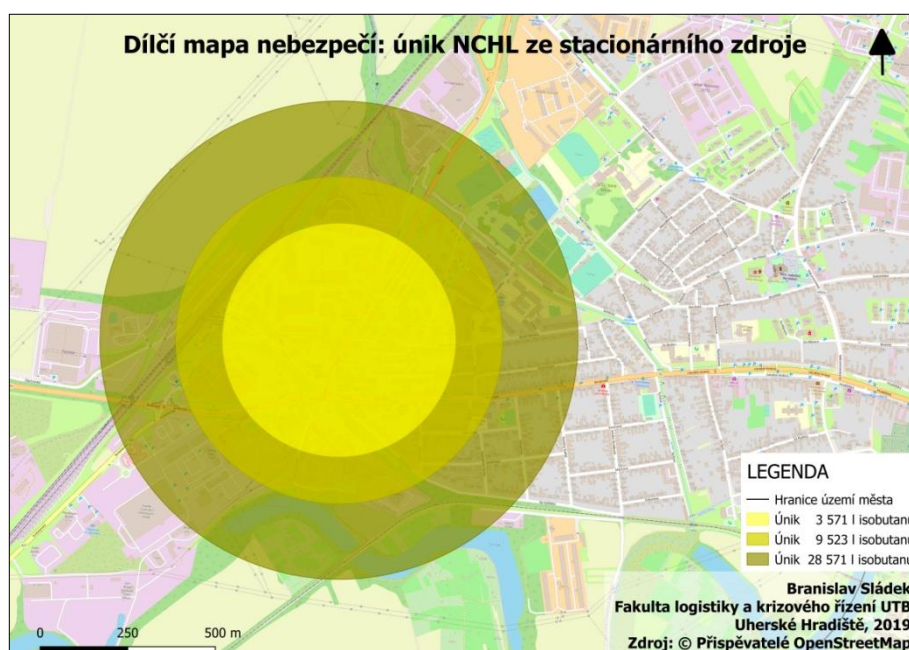
Obrázek 17 Mapa nebezpečí č. 4 – únik propan-butanu a ohrožení zásobníků LPG požárem – čerpací stanice. [93]

U následující mapy nebezpečí je nasimulován únik motorové nafty při doplňování zásobníků čerpacích stanic s následným zahořením uniklé nafty.



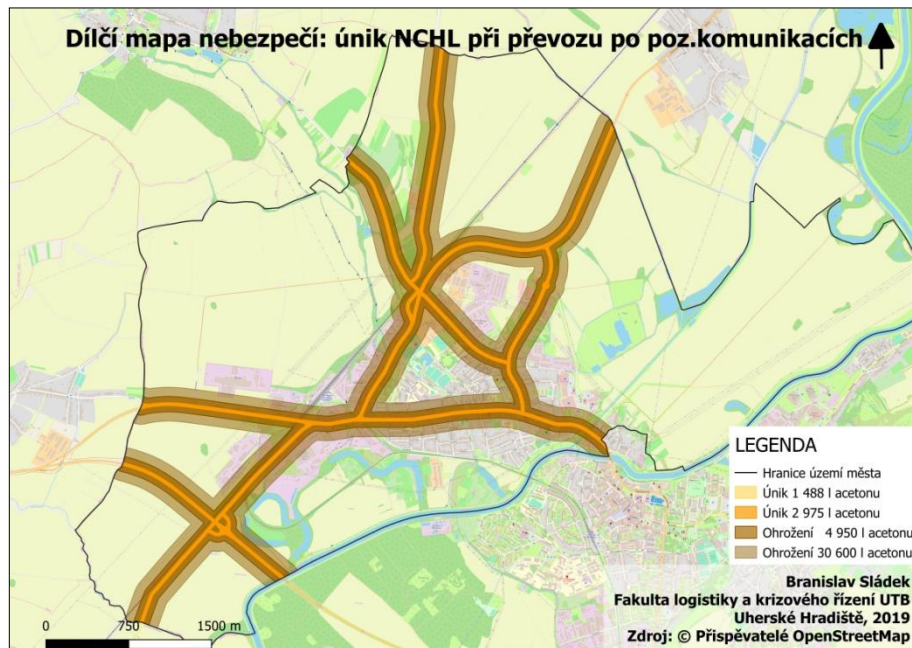
Obrázek 18 Mapa nebezpečí č. 5 – únik motorové nafty – čerpací stanice. [93]

U poslední dílčí mapy nebezpečí, týkající se stacionárních zdrojů, byl modelován únik isobutanu ze skladovacího zásobníku.



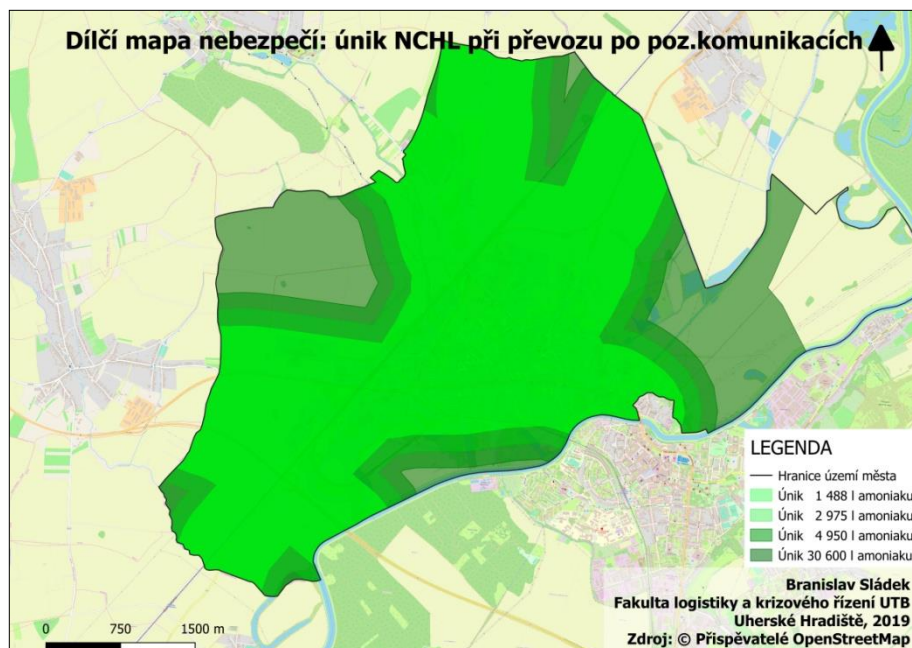
Obrázek 19 Mapa nebezpečí č. 6 – únik isobutanu ze stacionárního zdroje. [93]

Následující dílčí mapa nebezpečí zobrazuje simulaci úniku acetonu při jeho přepravě a také ohrožení automobilové cisterny požárem.



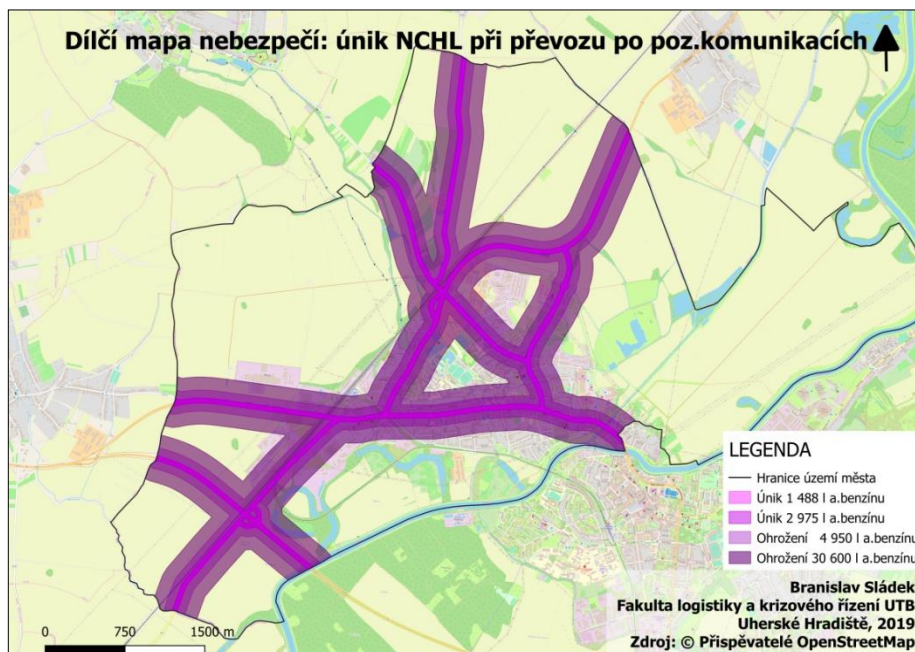
Obrázek 20 Mapa nebezpečí č. 7 – únik acetonu a ohrožení cisterny převážející aceton požárem. [93]

Dílčí mapa nebezpečí č. 8 zobrazuje únik amoniaku, při jeho přepravě po pozemních komunikacích.



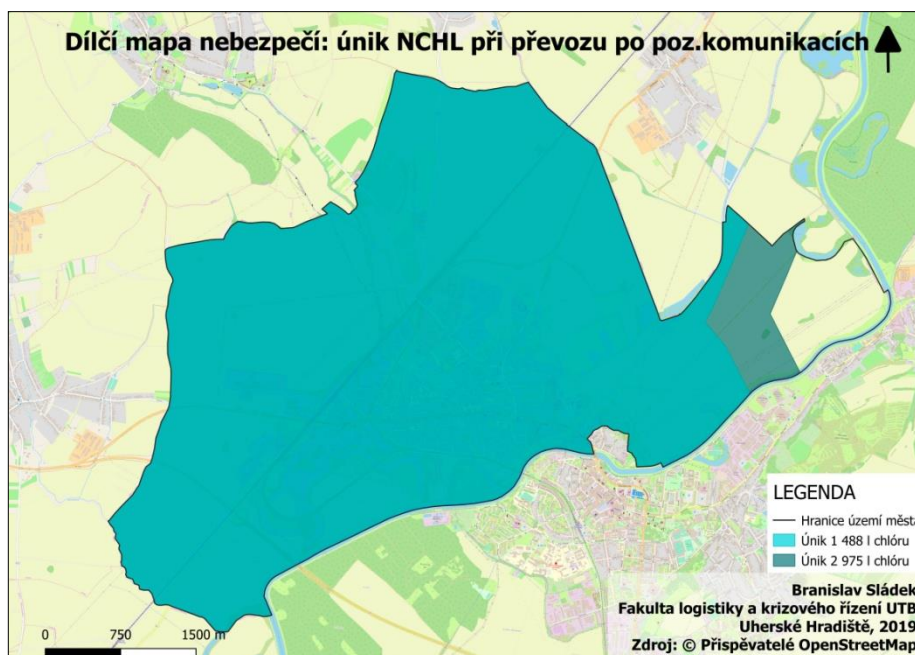
Obrázek 21 Mapa nebezpečí č. 8 – únik amoniaku při převozu pozemních komunikacích. [93]

Na následující dílčí mapě nebezpečí je modelována situace úniku automobilového benzínu, z cisterny, při jeho přepravě a vznícení této automobilové cisterny.



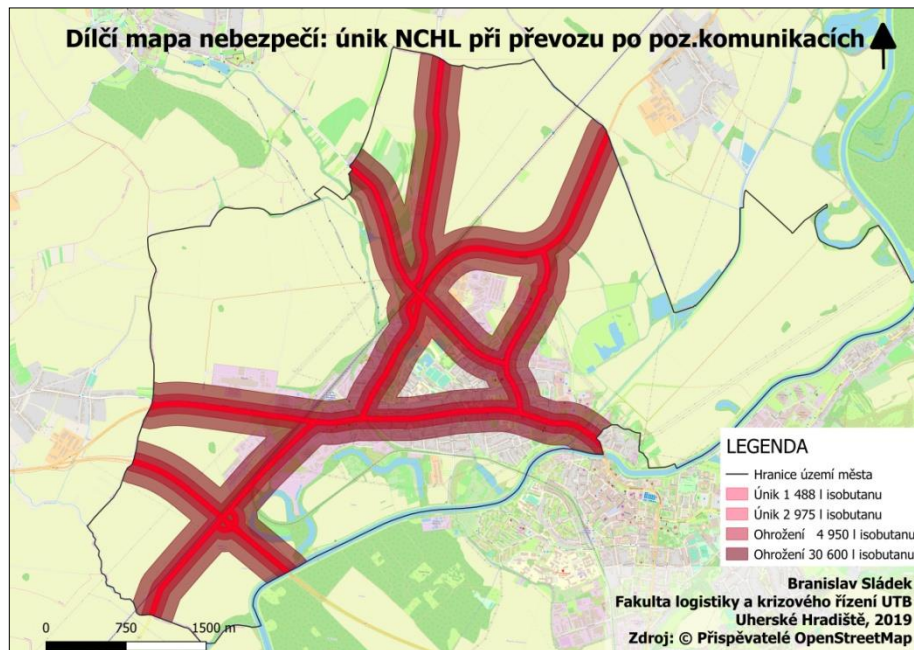
Obrázek 22 Mapa nebezpečí č. 9 – únik automobilového benzínu a ohrožení cisterny plošným požárem. [93]

Při modelování úniku chlóru byly z důvodu přehlednosti a využitelnosti mapy pro tuto práci vybrány poslední dva modely úniku, tj. únik 1/4 a 1/8 z 11 900 l cisterny.



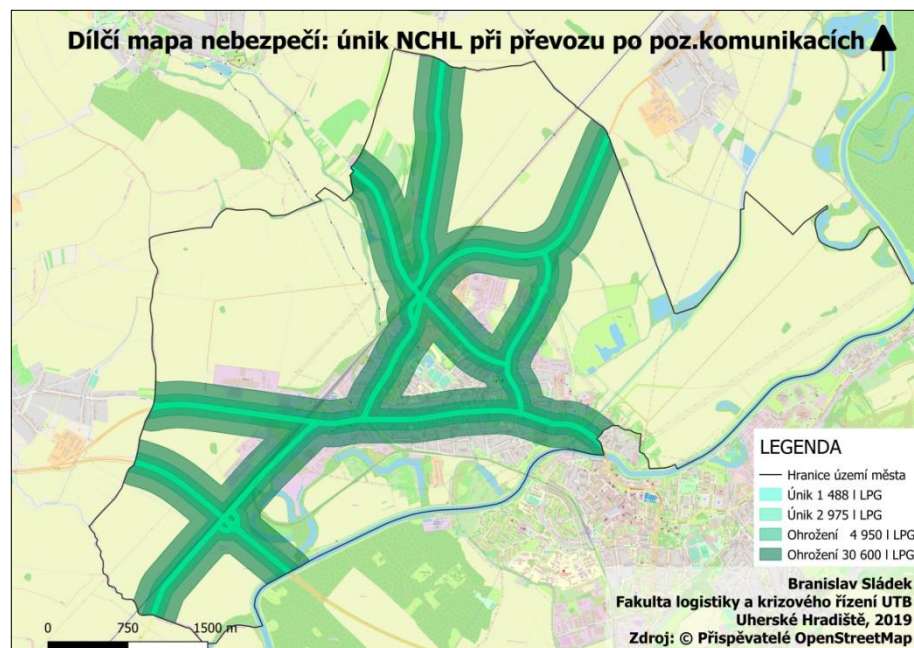
Obrázek 23 Mapa nebezpečí č. 10 – únik propylenu při jeho převozu. [93]

Mapa nebezpečí č. 11 zobrazuje únik isobutanu při jeho přepravě a ohrožení cisterny, převážející isobutan, plošným požárem.



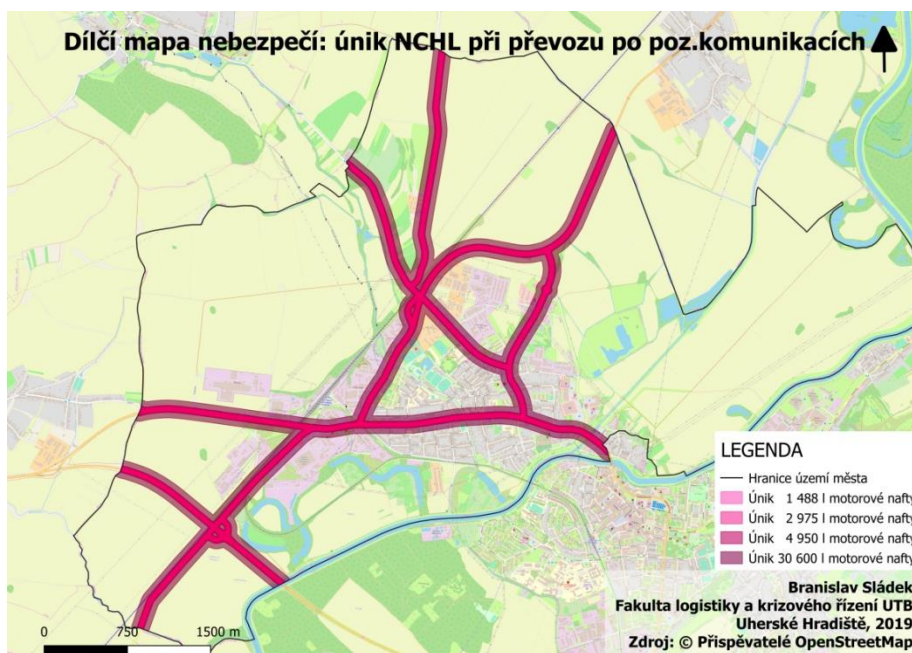
Obrázek 24 Mapa nebezpečí č. 11 – únik isobutanu a ohrožení cisterny plošným požárem. [93]

Následuje hrozba úniku LPG při jeho převozu po pozemních komunikacích a ohrožení cisterny plošným požárem.



Obrázek 25 Mapa nebezpečí č. 12 – únik LPG a ohrožení cisterny plošným požárem. [93]

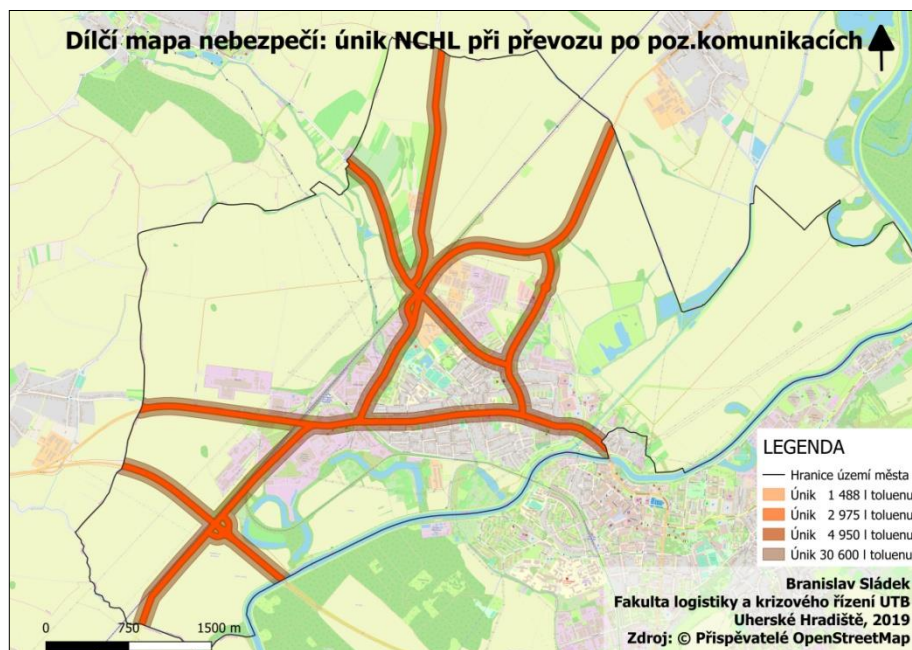
Dílčí mapa nebezpečí č. 13 reprezentuje možný únik motorové nafty na pozemní komunikaci s následným hořením louže kapaliny.



Obrázek 26 Mapa nebezpečí č. 13 – únik motorové nafty při její převozu.

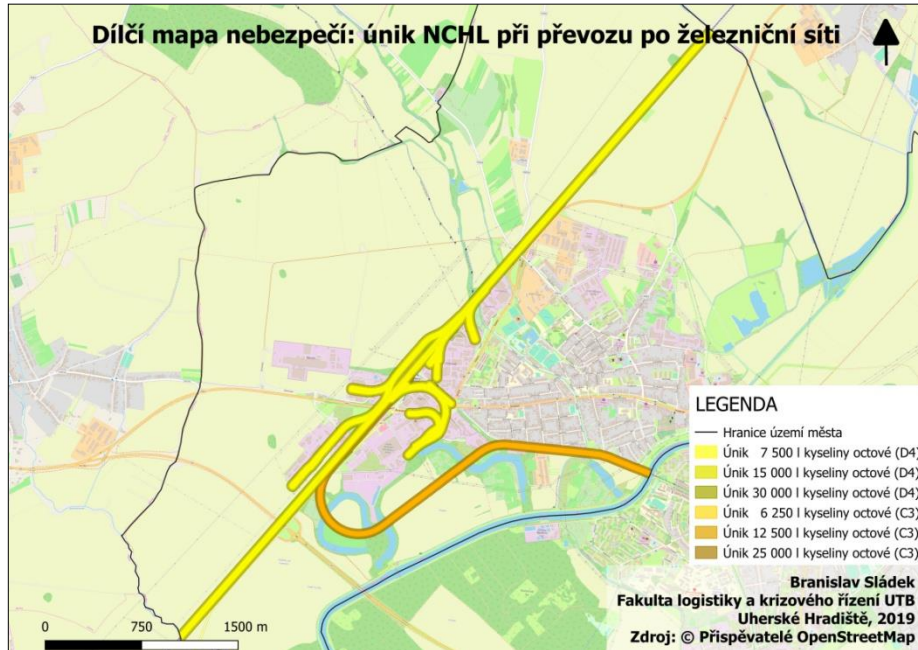
[93]

Poslední vybranou NCHL převáženou pomocí pozemních komunikací byl toluen. Na následující mapě byl modelován únik toluenu při jeho přepravě s následným zahořením louže.



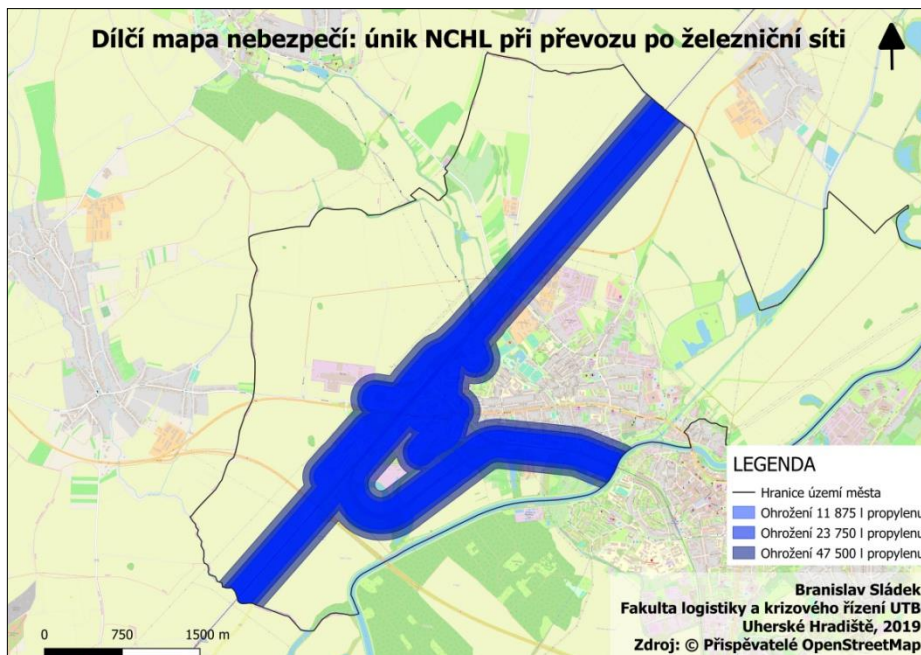
Obrázek 27 Mapa nebezpečí č. 14 – únik toluenu při jeho přepravě. [93]

Dílčí mapa nebezpečí č. 15 obsahuje simulaci úniku kyseliny octové při jejím převozu po železnici. Z důvodu rozdílného maximálního zatížení tratí bylo vytvořeno celkem 6 modelů možného úniku NCHL shrnutých do následující dílčí mapy nebezpečí.



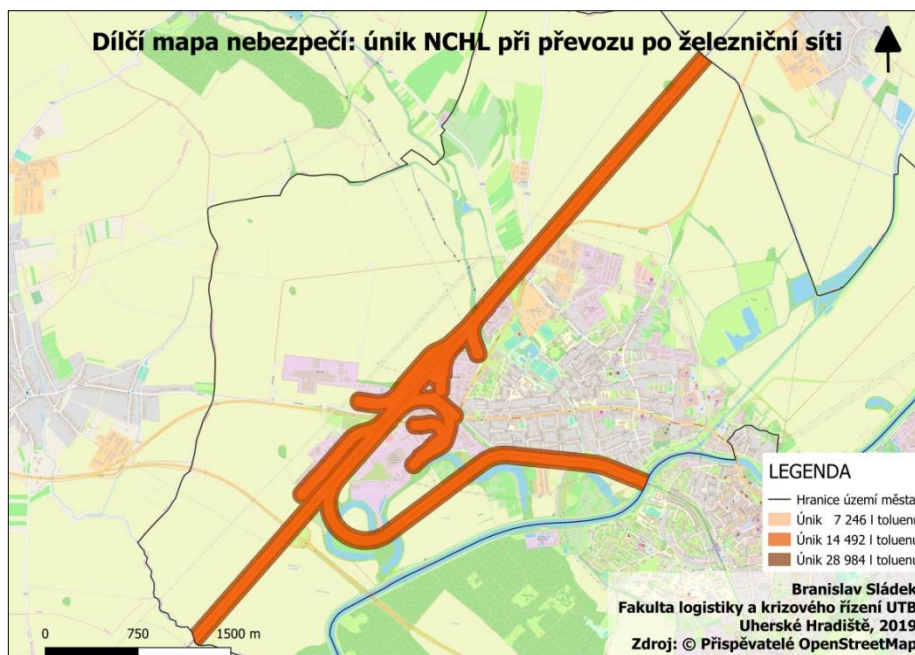
Obrázek 28 Mapa nebezpečí č. 15 – únik kyseliny octové. [93]

Následující mapa vyobrazuje možné ohrožení cisternového vozu, převážející propylen, plošným požárem.



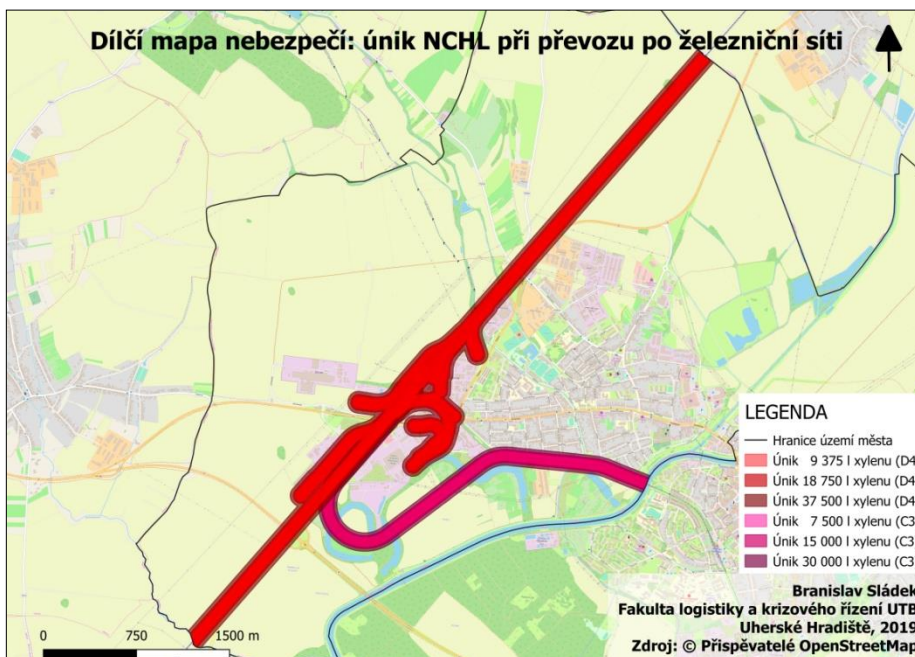
Obrázek 29 Mapa nebezpečí č. 16 – ohrožení cisterny propylenu plošným požárem. [93]

Následuje nebezpečí úniku toluenu při jeho přepravě po železnici.



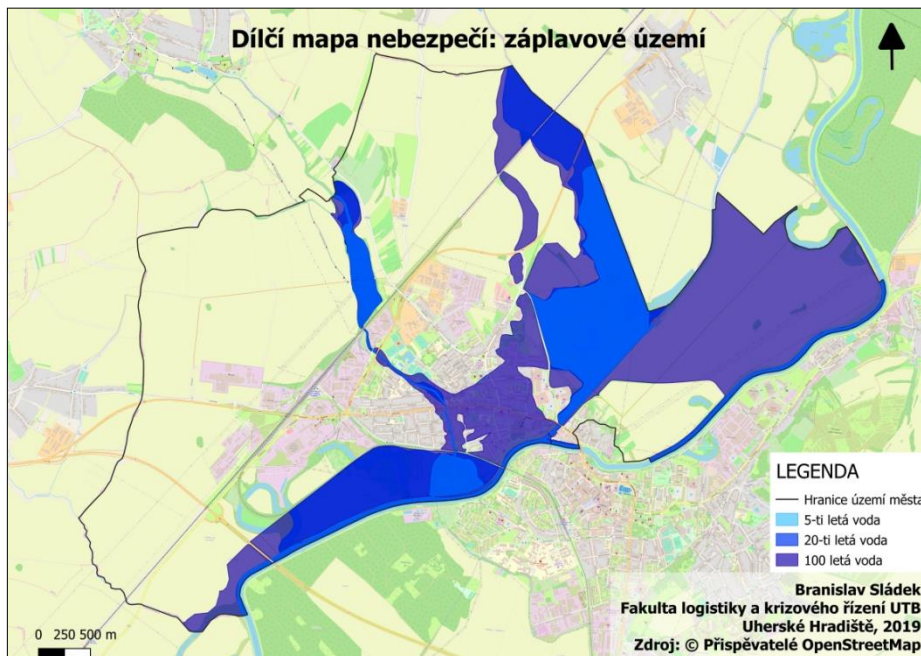
Obrázek 30 Mapa nebezpečí č. 17 – únik toluenu při jeho přepravě.
[93]

Předposlední dílčí mapu nebezpečí a zároveň poslední dílčí mapu úniku NCHL při převozu po železniční síti bylo modelování úniku xylenu.



Obrázek 31 Mapa nebezpečí č. 18 – únik xylenu při jeho přepravě.
[93]

Poslední dílčí mapou nebezpečí bylo vymodelování záplavových území pro město Staré Město. Při vytváření pětileté, dvacetileté a stoleté vody byly využity data z databáze DIBAVOD. [35]



Obrázek 32 Mapa nebezpečí č. 19 – záplavové území. [35, 93]

Po vytvoření dílčích map nebezpečí následovalo vytvoření mapy zranitelnosti.

9.1.2 Mapa zranitelnosti

V druhé fázi mapování rizik byla vytvořena mapa zranitelnosti. Tato mapa zobrazuje zranitelná aktiva nacházejících se na územní působnosti města Staré Město. S každým aktivem vyskytující se na území města je spojen jeho atribut. Vybraná aktiva, byla zpracována s pomocí topologického modelu **ZABAGED®** [34] a územního plánu města Staré Město [36]. Při tvorbě jednotlivých atributů aktiv byly využity webové stránky jednotlivých institucí. Mapový podklad byl využit OpenStreetMaps. [33]

Jednotlivá aktiva byla rozdělena na prostory pro individuální a hromadné bydlení, prostory vyhrazené náboženským účelům, byly vyčleněny prostory obchodních domů, nacházející se v jižní části města. Dále byly aktiva rozděleny na ubytovací zařízení, pod kterými se dá představit jak hotely, tak ubytovny, penziony až po domovy pro osoby se zdravotním postižením.

Do aktiv také patří sportoviště a dětské hřiště, prostory pro kulturu a volný čas, školy a školky, zařízení určená pro stravování. Patří zde také průmyslové objekty, čerpací

stanice, budovy státní správy a samosprávy nacházející se ve městě. V mapě zranitelnosti byly zahrnuty také budovy dopravy, parkoviště a odpočívadla, sloužící k zaparkování motorových vozidel například po potřeby nákupu nebo stálého parkování motorového vozidla a dále objekty, které tvořili dříve průmyslové zóny, a nyní není jasné, zda a kým jsou využívány.

Mapa zranitelnosti dále obsahuje pozemní komunikace a železniční tratě procházející Starým Městem, včetně účelových tratí, které slouží k přepravě zboží do podniků a skladů. Byly také vytvořeny vodní toky a plochy, které se nacházejí na území města.



Obrázek 33 Mapa zranitelnosti. [93]

Mapa zranitelnosti ve vyšším rozlišení se nachází jako příloha této práce.

Pro představení atributové tabulky, se pod následujícím textem nachází ukázka atributů aktiva školy a školky.

Tabulka 14 Příklad atributů mapy zranitelnosti – školy a školky. [93]

id	Name	Address	GPS	Telephone	E-mail
3	ZŠ Staré Město - II. stupeň	Komenského 1720, Staré Město	49.077415, 17.434923	702278873	zsstmesto@zsstmesto.cz
2	Střední odborná škola a Gymnázium Staré Město	Velehradská 1527, Staré Město	49.080532, 17.438294	572420211	info@sosgsm.cz
5	Základní umělecká škola pobočka Staré Město	Rastislavova 2214, Staré Město	49.076885, 17.443449	572541240	zusuh@zusuh.cz
4	Křesťanská mateřská škola	Za Radnicí 1823, Staré Město	49.075060, 17.445767	572541029	mskrstmesto@uhedu.cz
7	Mateřská škola Rastislavova	Rastislavova 1800, Staré Město	49.076973, 17.443812	572541213	msrstmesto@uhedu.cz
6	Mateřská škola Komenského	Komenského 1721, Staré Město	49.076439, 17.433463	602260964	mskstmesto@uhedu.cz
9	ZŠ Staré Město - I. stupeň	Náměstí Hrdinů 1000, Staré Město	49.076030, 17.441223	702278872	zsstmesto@zsstmesto.cz
8	ZŠ Staré Město - 1. třídy a družina	Náměstí Hrdinů 715, Staré Město	49.076127, 17.441927	608355780	zsstmesto@zsstmesto.cz
1	Dětská skupina Rybníček	Salašská 2182, Staré Město	49.080863, 17.433335	732401661	skolka@sportparkrybnicek.cz
10	Školní statek; SOŠG Staré Město	Velehradská 1527, Staré Město	49.082513, 17.434931	572420211	info@sosgsm.cz

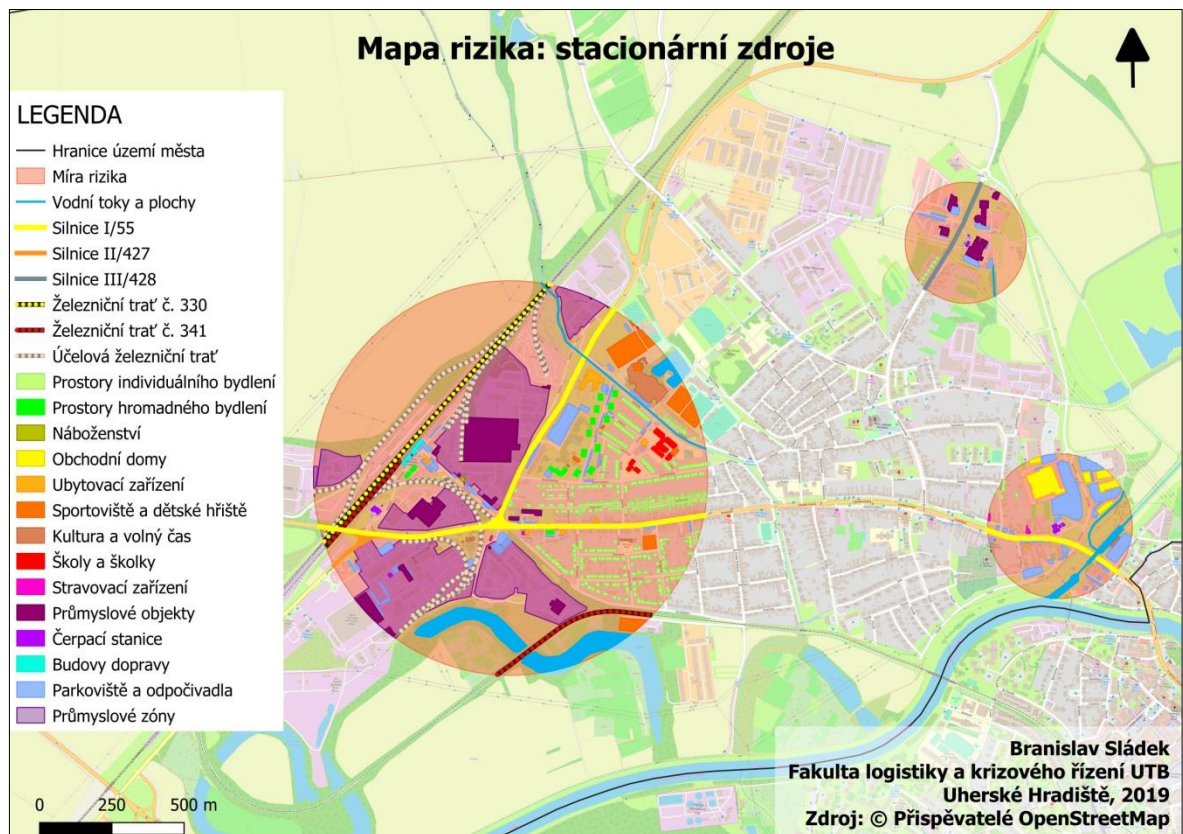
Tabulka neobsahuje veškeré informace, jedná se pouze o výřez prvních 6 sloupečků atributové tabulky aktiva školy a školky.

9.1.3 Mapa rizika

Třetí a poslední fázi v rámci mapování rizik pro účel této diplomové práce vylo vytvoření mapy rizika.

Mapa rizika vznikne vzájemným působením mapy nebezpečí a mapy zranitelnosti. Pro přehlednost bylo v rámci této práce vytvořeno několik dílčích map rizika. Jednalo se o vytvoření mapy rizika pro stacionární zdroje, pro přepravu po pozemních komunikacích, dále po železnici a mapa vzniklá při vzniku povodně.

Nejdříve byla vytvořena dílčí mapa rizika pro stacionární zdroje. Na následujícím obrázku lze vidět aktiva ohrožená rizikem úniku NCHL ze stacionárních zdrojů. Je patrné, že nejvíce ohrožená místa se nacházejí na jihozápadní části města. Zde je patrné riziko pro větší množství prostor individuálního ale i hromadného bydlení, průmyslových objektů, škol a školek a jiných aktiv města.



Obrázek 34 Mapa rizika – stacionární zdroje. [93]

Pod tímto textem se také, pro dokreslení mapy rizika, nachází příklad atributové tabulky mapy rizika. Jedná se aktiva kultury a volného času, ohrožené rizikem úniku NCHL ze stacionárního zdroje. A

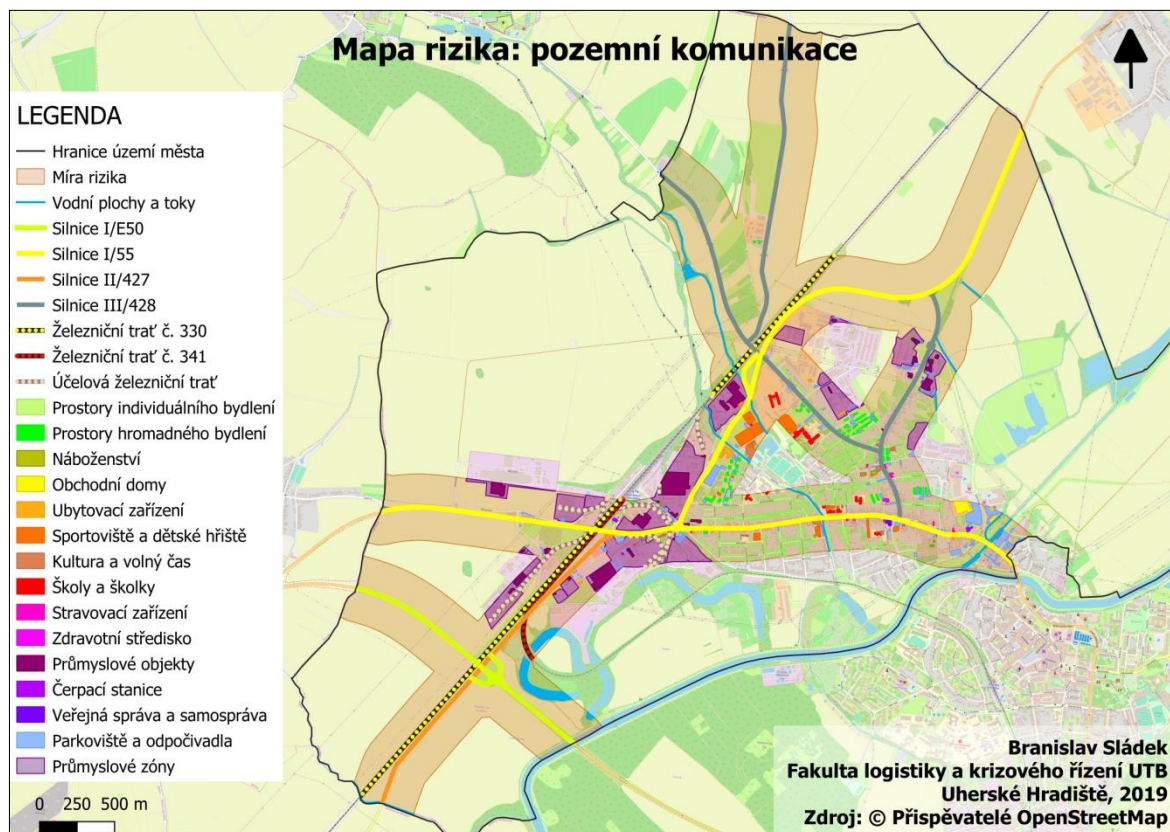
Tabulka 15 Příklad atributů dílčí mapy rizika (1) – kultura a volný čas. [93]

id	Name	Address	Telephone	Email
3	Středisko volného času KLUBKO Staré Město	U Školky 1409, Staré Město	572541103	reditel@klubkosm.cz
4	KOVOZOO	REC Group s.r.o., Brněnská 1372, Staré Město	572419771	info@kovofoo.cz
6	Památník obětem I.světové války	Hradištská 472, Staré Město		
7	Rozhledna Maják Šrotík	Brněnská 1372, Staré Město		
12	Koupaliště Širůch	Salašská 1919, Staré Město	721143892	
15	TJ Jiskra Staré Město	TJ Jiskra Staré Město, Salašská 182, Staré Město	724223500	JiskraSM@seznam.cz
19	Přístav Staré Město	Přístav Staré Město, Zervavice 2173, Staré Město	777753464	info@pristavstare mesto.cz

V tabulce jsou viditelné, z důvodu čitelnosti, pouze prvních pět z osmi sloupečků.

Následně byla vytvořena mapa rizika pro pozemní komunikace. Tato dílčí mapa vznikla vzájemným působením dílčích map nebezpečí při převozu NCHL a mapy zranitelnosti. Z mapy sou patrné ohrožené aktiva nacházející se do vzdálenosti 421 m od pozemních komunikací.

Je nutné dodat, že z mapy rizika pro pozemní komunikace byly vypuštěny mapy nebezpečí úniku amoniaku a chlóru. Důvodem byla jejich rozsáhlá obalová zóna, která by obsáhla veškeré aktiva nacházející se na území města a tím pádem by se mapa rizika mohla rovnat mapě zranitelnosti.



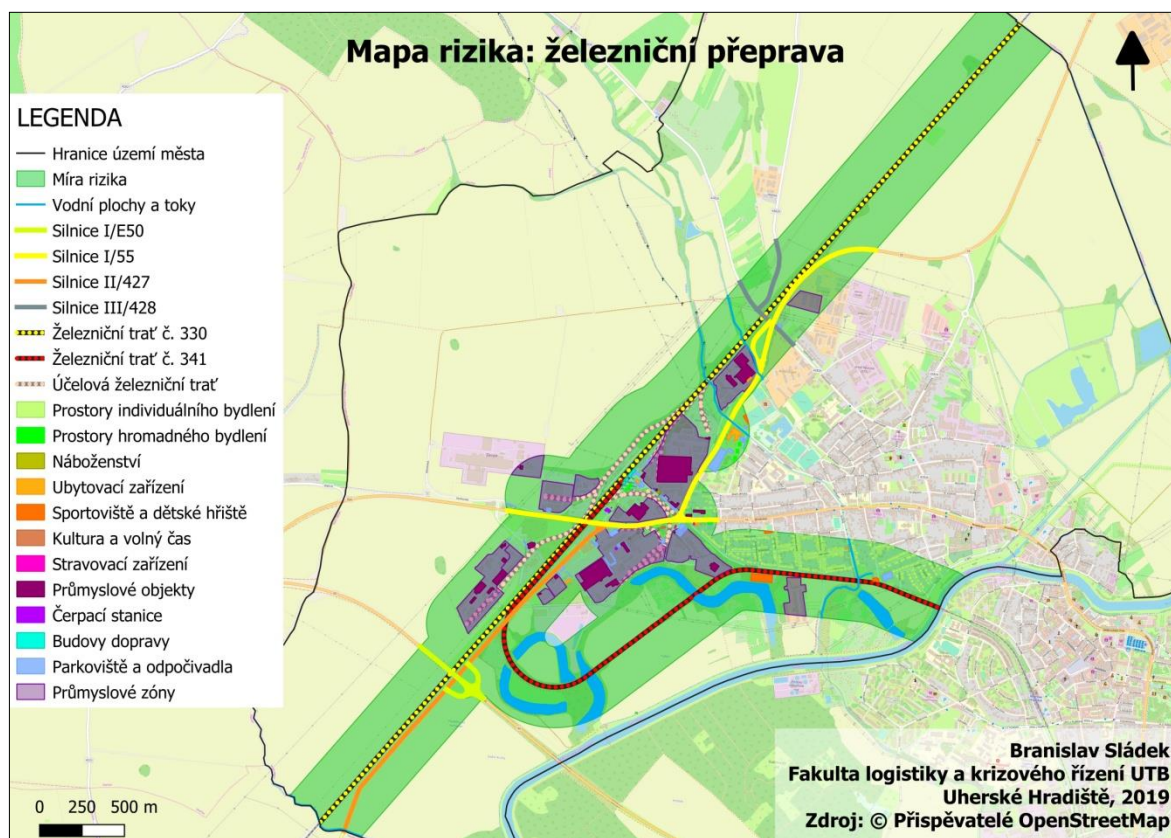
Obrázek 35 Mapa rizika – pozemní komunikace. [93]

Pro ukázkou atributové tabulky byly vybrány stravovací zařízení ohrožené rizikem úniku NCHL na pozemních komunikacích. Z důvodu čitelnosti dat, byl z následující tabulky aktiv vyjmut poslední sloupeček, obsahují poznámky pro jednotlivá aktiva.

Tabulka 16 Příklad atributů dílčí mapy rizika (2) – kultura a volný čas. [93]

id	Name	Address	Telephone	Email
2	Burger Restaurace Rybníček	Salašská 2182, Staré Město	774788322	info@tcstaremesto.cz
3	Penzion Korzár	Velehradská 2130, Staré Město	605890866	recepce@penzion-korzar.cz
4	Restaurace Ego	Brněnská 1097, Staré Město	603585797	vprajza@seznam.cz
5	Nino Espresso	Hradištská, Staré Město	725994534	info@ninoespresso.cz
6	Sport Bar Synot	Svatovítská 583, Staré Město	737277181	lenka.cevorova@synot.cz
7	Restaurace Přístav	Přístav Staré Město Zerzavice 2173, Staré Město	777753464	info@pristavstaremesto.cz
8	Pohostinství VRAMI	Brněnská 1376, Staré Město	736539536	l.mifkova@seznam.cz
9	Pizzerie Korádo	Hradištská 1911, Staré Město	572541539	
13	Bar Na Špici	Náměstí Hrdinů 110, Staré Město	604918774	barnaspici@seznam.cz
14	Hospůdka U Duba	Brněnská 610, Staré Město	572541714	
15	Hospůdka Na Lapači	Hradištská 80, Staré Město	572541593	hospudkanalapaci@seznam.cz
16	Hospoda Na Rudém	Velkomoravská 131, Staré Město	606951394	
17	Cukrárna Švecovi	Náměstí Hrdinů 440, Staré Město	777870229	

Předposlední dílčí mapou rizika byla rizika způsobená přepravou nebezpečné látky pomocí železniční sítě.



Obrázek 36 Mapa rizika – železniční přeprava. [93]

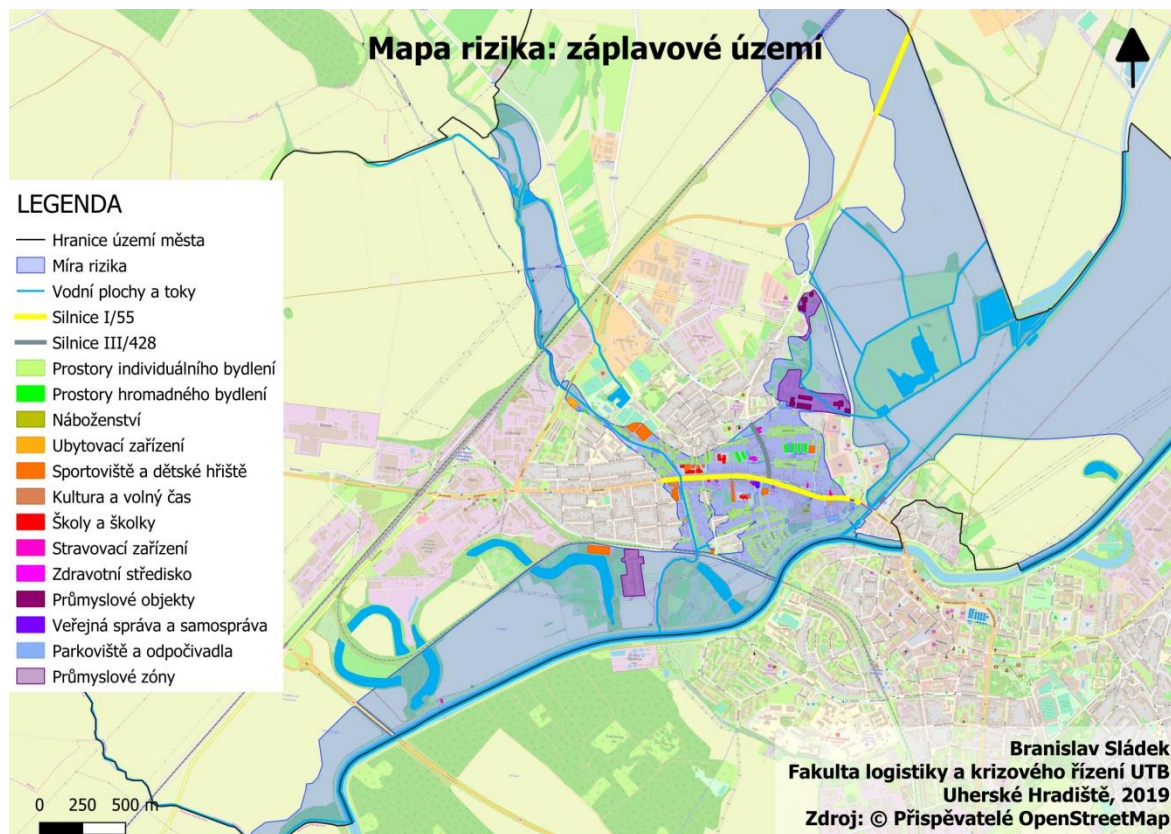
Z mapy je patrné převážné ohrožení aktiv nacházejících se v západní a jižní části města. Jedná se zde převážně o průmyslové objekty a o prostory individuálního bydlení.

Pod následujícím textem se nachází atributová tabulka ohrožených průmyslových objektů. Z důvodu zajištění čitelnosti se tabulka skládá ze šesti z původních devíti sloupečků.

Tabulka 17 Příklad atributů dílčí mapy rizika (3) – průmyslové objekty. [93]

id	Name	Address	Telephone	Email	ID No
22	Třinecké Železářny a.s.	Tovární 1688, Staré Město	572541188	podatelna@trz.cz	18050646
23	Panelárna St. Město, a.s.	Tovární 2009, Staré Město	572541048	panelarna@panelarna.cz	25612760
24	COLORLAK, a.s.	Tovární 1076, Staré Město	572527111	info@colorlak.cz	49444964
25	Möller, s.r.o.	Nádražní 1074, Staré Město	572544031	moller@moller.cz	634 77 637
26	Traminal, s.r.o.	Nádražní 575, Staré Město	572503759	info@atranet.cz	24260321
27	Algeco s.r.o.	Brněnská 703, Staré Město	572520861	info.cz@algeco.com	25520334
28	Kamex spol. s r.o.	Kostelanská 2122, Staré Město	572420006	kamex@kamex.cz	46342591
29	Hamé - Centrální distribuční sklad	Brněnská 686 03, Staré Město	572809211	cds@hame.cz	28213556
30	Entec a.s.	Brněnská 1916, Staré Město	573034460	info@entec-kovo.cz	29305969
31	Plastmont Bureš, s.r.o.	Kostelanská 2010, Staré Město	572430570	margita.buresova@plastmont.cz	255 22 108
32	ZAPA beton a.s.	Kostelanská ul., Staré Město	572503125	st-mesto@zapa.cz	25137026
33	C. A. p. p. Zlín S.r.o.	Zlechovská 1713, Staré Město	572541668	kvapii@cappp.cz	25590545
34	SOUFFLET AGRO a. s.	Zlechovská 1699, Staré Město	602520748	soufflet-agro@soufflet.com	47115459
35	Fryšták Drahomír - Opravy Silničních Vozidel	Zlechovská 1713, Staré Město	570580694	opravy.frystak@seznam.cz	70424993
36	ProEx 2000, spol. s r.o.	Zlechovská 1699, Staré Město	572557141	staremesto@proex2000.cz	63494213
37	PANTER COLOR a.s.	Zlechovská 1699, Staré Město	572549100	objednavky.stare-mesto@panter-color.cz	26201143
38	KOVOSA s.r.o.	Zlechovská 2195, Staré Město	736674882	kovosa@seznam.cz	60739428
39	Autolakovna Partyš	Zlechovská, Staré Město	572541718		47343761
40	SLEZAN HOLDING a.s	Brněnská 1427, Staré Město	572541231	smuh@slezan.com	242 29 709
41	DLAŽBA, s.r.o.	Pod Cukrovarem 730, Staré Město	572541733	info@dlazbas.m.cz	49432028
42	Maring s.r.o.	Brněnská 490, Staré Město	572542368	maring@maring.cz	16361440
43	PREMO s.r.o.	Brněnská 474, Staré Město	572433860	Dvorackova@premocz.eu	26251531
44	COLORLAK, a.s.	Tovární 1076, Staré Město	572527111	info@colorlak.cz	49444964
45	Podnik Y	Pod Cukrovarem			
46	Podnik X	Tovární			

Poslední dílčí mapou rizika je mapa rizika záplavového území. Na obrázku této mapy je patrné převážné ohrožení aktiv nacházejících se v jihovýchodní části města. Zde se jedná převážně o prostory individuálního bydlení. Ohroženy jsou také prostory pro hromadné bydlení, ubytovací zařízení, sportoviště a dětské hřiště a další aktiva města nacházející se na následující mapě.



Obrázek 37 Mapa rizika - záplavové území. [93]

Příklad atributové tabulky mapy rizika záplavového území se nachází pod následujícím textem. Jedná se o ohrožená ubytovací zařízení.

Tabulka 18 Příklad atributů dílčí mapy rizika (4) – Ubytovací zařízení. [93]

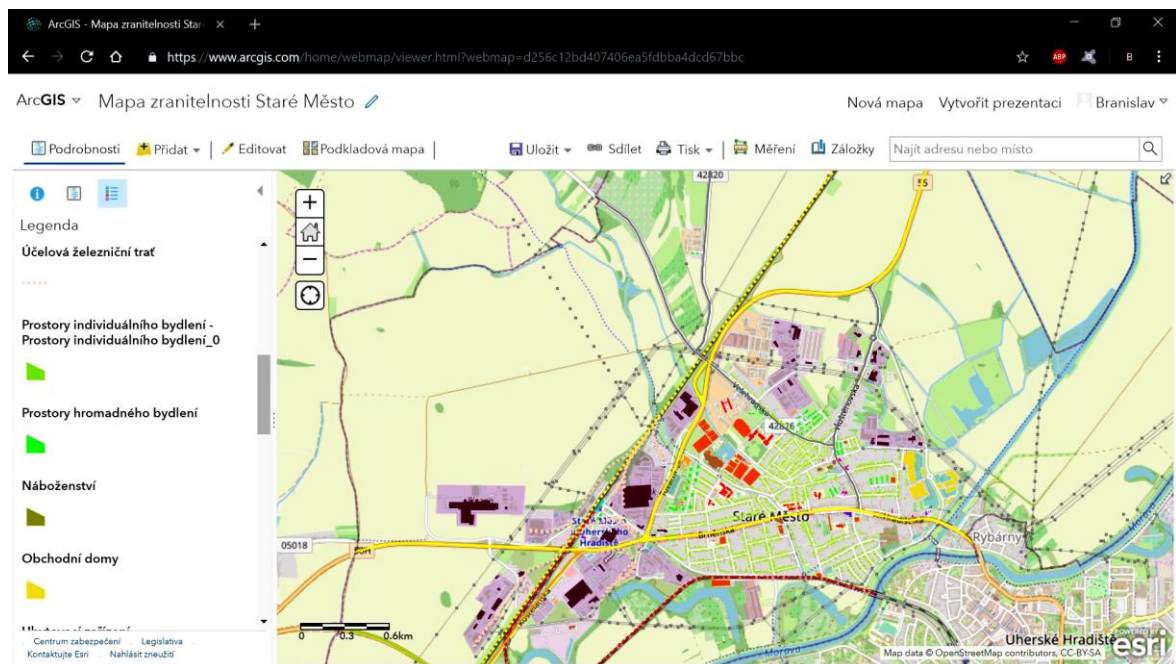
id	Name	Type	Address	Telephone	E-mail
20	Nino Espresso	Penzion	Hradišťská, Staré Město	725994534	info@ninoespresso.cz
1	Domov pro osoby se zdravotním postižením Staré Město	Domov pro osoby se zdravotním postižením	Kopánky 2052, Staré Město	572544028	pavlina.vavrinikova@ssluh.cz
11	Ubytovna Simona	Ubytovna	Tyršova 1030, Staré Město	57254146	simkubesova@seznam.cz
14	Ubytování na Slovácku	Ubytovna	Stojanova 978, Staré Město	777940468	ubytovna@ubytovaninaslovacku.cz
15	Penzion VILLA ROZÁRKA	Penzion	Sportovní 1201, Staré Město	731512167	info@villarozarka.cz

Z důvodu přehlednosti bylo vloženo prvních šest sloupečků z této atributové tabulky.

9.2 ArcGIS Online

Mapa zranitelnosti, vytvořená v SW QGIS, byla vybrána pro demonstrování využitelnosti a přenositelnosti získaných dat mezi různými GIS. Data ze SW QGIS byly vyexportovány do souboru s příponou GeoJSON a následně nahrány do webové aplikace ArcGIS Online.

Následující obrázek prezentuje vyexportovaná data do webové aplikace ArcGIS Online.



Obrázek 38 ArcGIS Online – mapa zranitelnosti. [94]

Jako podkladová mapa byla vybrána mapa společnosti OpenStreetMaps [33], kterou je možné po správném odcitování veřejně využívat.

Úkolem této kapitoly bylo provést implementace získaných dat (v předchozí kapitole analýze rizik) do geografického informačního systému. V programu QGIS byly vytvořeny dílčí mapy nebezpečí, mapa zranitelnosti aktiv města Staré Město a vytvořená následná mapa rizika (která vznikla spojením dílčích map nebezpečí a mapy zranitelnosti.). A vyexportovat mapu zranitelnosti do webové aplikace ArcGIS Online, jako důkaz, využití i jiného softwaru pro potřeby mapování rizik.

10 DISKUSE

Pro tvorbu analýzy rizik ve městě Staré Město bylo využito několika metod. Nejprve byl proveden strukturovaný rozhovor s pracovníkem z Útvaru krizového řízení města Uherské Hradiště. Výsledkem tohoto rozhovoru se stal seznam jednotlivých rizik, která se mohou na území města Staré Město vyskytovat. Následně byla rizika analyzována pomocí programu pro podporu tvorby analýzy rizik, nástroje Riskan-B. Nejprve byly přiřazeny mezní hodnoty pro výpočet výsledného rizika. Dalším krokem bylo vytvoření seznamu aktiv a hrozeb a poté následovalo jejich ohodnocení. Posledním krokem bylo stanovení míry zranitelnosti aktiva danou hrozbou. Výsledkem zadání těchto potřebných dat a hodnot se stala výsledná tabulka analýzy rizika pomocí programu Riskan-B.

Je nutné podotknout, že výsledky analýzy rizik v již jmenovaném softwaru jsou subjektivní, založené na dovednostech, zkušenostech a znalostech zadavatele. Při vytváření analýzy jinou osobou by se hodnota výsledného rizika mohla lišit. Mohlo by dojít k jinému ohodnocení aktiva, pravděpodobnosti hrozby, nebo k rozdílnému ohodnocení zranitelnosti aktiva a tím získání rozdílné hodnoty výsledného rizika pro jednotlivá aktiva.

Metoda Kars, kterým byla dalším krokem při analyzování rizik, měla za úkol dát uživateli této metody pořadí rizik, kterým se má věnovat prioritně a které snesou menší odklad. Jako vstupní data do této metody byla použita rizika se střední a vysokou závažností, analyzována pomocí programu Riskan-B. Výsledná rizika metody byla rozdělena do čtyř kvadrantů, dle naléhavosti jejich řešení.

Tyto kvadranty se stanovují na základě výpočtu hodnot pomocných os. Pro účely této práce byla zvolena standardní hodnota pokrytí rizik, tj. 80 %. Stanovení hodnoty pokrytí všech rizik je na sestaviteli. Je sice vytvořena doporučená hodnota, ale dle subjektivního rozhodnutí může být procentuální pokrytí různé. Při změně procentuálního pokrytí rizik by došlo k následné změně os, tvořící kvadranty pro graf souvztažnosti metody Kars, a tím pádem ke vzniku rozličných výsledků.

Dalším krokem bylo provedení modelování úniku nebezpečných chemických látek v programu TerEx. Pro modelování byly, na základě předchozích analýz rizik, vybrány varianty úniku nebezpečné látky ze stacionárního zdroje a při převozu nebezpečné látky po pozemních komunikacích a po železniční síti. Výsledky nelze považovat za směrodatné, z důvodu, že program TerEx nebere v potaz členitost terénu, u mnohých modelů ani rychlost větru, roční období, teplotu, vlhkost, či jiné parametry, které mají zásadní vliv na charakter

ohroženého území. Ale pro účely mapování rizik, pro tuto práci, jsou výstupy ze softwaru dostatečné.

Pro mapování rizik byl zvolen program QGIS. V tomto programu byly vytvořeny mapy nebezpečí, mapa zranitelnosti a mapy rizika. Mapa nebezpečí nebyla vytvořena pouze jedna, ale hned několik. Důvodem byla přehlednost. Nebyl by problém vytvořit jednu mapu, ale výsledná mapa by byla velmi nepřehledná. Dílčí mapy nebezpečí byly vytvořeny na základě předchozích analýz a modelů vytvořených v programu TerEx. Jednotlivé mapy nebezpečí byly rozděleny do čtyř skupin. Na mapy nebezpečí úniku nebezpečných látek ze stacionárních zdrojů, mapy nebezpečí úniku nebezpečné látky při jejím převozu po pozemních komunikacích a po železnici a na mapu nebezpečí záplavového území.

Jako druhý krok mapování rizik byla vytvořena mapa zranitelnosti. Tato mapa se skládala z jednotlivých aktiv, nacházejících se na území města, která by mohla být dotčena mimořádnou událostí. Tato aktiva ve většině případů neměla kartografickou podobu, anebo byla pouze pro čtení a proto všechny aktiva pro účely této práce musela být ručně vytvořena. K jednotlivým aktivům byly vytvořeny atributové tabulky, obsahující základní informace o jednotlivých aktivech.

Třetím a posledním krokem, v rámci mapování rizik pro tuto práci, bylo vytvoření mapy rizik. Pro přehlednost byla mapa rizik rozdělena na čtyři dílčí mapy, týkající se rizik při úniku nebezpečné látky ze stacionárního zdroje, při převozu nebezpečné látky po pozemních komunikacích a také pro převoz nebezpečné látky na železnici. Čtvrtá dílčí mapa rizika se týkala rizika vzniklého při záplavě území. Na dílčích mapách rizik jsou patrná ohrožená aktiva.

Následovalo vyexportování dat z mapy zranitelnosti a jejich vložení do webového geografického softwaru ArcGIS Online. Důvodem provedení exportu bylo dokázat, že vytvořené mapy v programu QGIS lze využít i v jiných geografických informačních softwarech.

Při zpracování diplomové práce bylo komunikováno s městem Uherské Hradiště. Získaná data budou následně dle dohody poskytnuta oddělení informatiky. Z důvodu časové náročnosti (přepřepování dat, dle náležitostí oddělení informatiky) budou data přepracována a poskytnuta až po odevzdání této práce.

ZÁVĚR

Ruku v ruce s rozmachem moderních technologií, které se dostávají do všech částí oblastí lidského chápání, se rozvíjí také mapování rizik s využitím geografických informačních systémů. Mapování rizik nachází svůj hlavní význam jak u státní správy, jako podpora krizového plánování, tak u podniků nestátních, které mapují rizika pro ochranu svých produktů.

Cílem této diplomové práce bylo seznámit čtenáře s problematikou mapování rizik pomocí geografických informačních systémů a provést zmapování rizik ve vybrané obci. Dále zpracovat mapu nebezpečí, zranitelnosti a rizika pro danou obec a následně diskutovat o výsledcích.

Objasnění stěžejní problematiky této práce bylo realizováno v jednotlivých kapitolách teoretické části práce. V praktické části práce byly nejprve definovány cíle a využitá metodika. Následovalo představení starobylého města Staré Město. Prováděná analýza rizik, která byla vytvořena na toto město, se skládala z několika dílčích částí. Nejprve byl proveden strukturovaný rozhovor, jehož účelem bylo definování rizik na území města. Následovalo využití softwaru pro podporu analýzy rizik, programu Riskan-B.

Rizika s nejvyšší závažností, která vyplynula se softwaru Riskan-B, byla dále podrobena metodě Kars. Výsledkem této metody byl seznam rizik, kterým je nutné se věnovat prioritně a která snesou odklad. Následně byl využit software TerEx, pomocí kterého bylo provedeno modelování úniku nebezpečných chemických látek.

Po vytyčení jasných výsledků z analýz rizik bylo započato mapování rizik. Pro mapování rizik byl vybrán software QGIS. Prvním krokem mapování rizik bylo vytvoření jednotlivých map nebezpečí. Tyto mapy byly vytvořeny dle vybraných rizik, které byly definovány pomocí analýzy rizik. Následovalo vytvoření mapy zranitelnosti, která reprezentovala seznam aktiv, nacházejících se na území města. Tyto aktiva byla logicky rozčleněna do skupin.

Hlavním krokem mapování rizik pro účely této diplomové práce bylo vytvoření dílčích map rizik. Tyto dílčí mapy reprezentují, jaká aktiva by byla ohrožena při aktivaci mapy nebezpečí. Předposlední částí této práce, před provedení samotné diskuse, bylo provedení exportu mapy zranitelnosti do ArcGIS Online, a tím dokázat využitelnost i jiného geografického informačního softwaru pro podporu mapování rizik.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČESKO. *Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi: a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií)*. In: . Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>.
- [2] About the ADR: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road. *UNECE* [online]. Geneva: © United Nations Economic Commission for Europe [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr_e.html.
- [3] *ADR: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*. Vol. I. New York and Geneva: UNITED NATIONS, 2018, 690 s. ECE/TRANS/275. Dostupné také z: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/publications/ADR_2019_vol1_1818953_E.pdf.
- [4] *ADR: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*. Vol. II. New York and Geneva: UNITED NATIONS, 2018, 640 s. ECE/TRANS/275. Dostupné také z: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/publications/ADR_2019_vol2_1818956_E.pdf.
- [5] *Consolidated Explanatory Report: RID*. Bern: OTIF, 2015, 10 s. AG 12/13 Add.6. Dostupné také z: https://otif.org/fileadmin/user_upload/otif_verlinkte_files/07_veroeff/03_erlaeut/06_RID_e_Consolidated_Explanatory_report.pdf.
- [6] *RID: Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail*. Bern: OTIF, 2019, 1082 s. Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF) Appendix C. Dostupné také z: <https://otif.org/fileadmin/new/3-Reference-Text/3B-RID/RID%202019%20E.pdf>.
- [7] AVEN, Terje. *Risk analysis*. Second edition. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2015, 197 s. ISBN 978-1-119-05779-6. Dostupné také z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1055004&lang=cs&site=ehost-live>.

- [8] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013, 483 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- [9] ČSN ISO 31000. *Management rizik – Směrnice*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 28 s. Třídící znak 01 0351.
- [10] Řízený strukturovaný rozhovor. *ManagementMania.com* [online]. USA: MANAGEMENTMANIA.COM, ©2011-2016, 2015 [cit. 2019-05-14]. ISSN 2327-3658. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rizeny-strukturovany-rozhovor>.
- [11] JELŠOVSKÁ, Katarína a Andrea PETERKOVÁ. *Řešení krizových situací - metody a jejich aplikace*. Opava, 2013, 90 s. Dostupné také z: <https://www.slu.cz/file/cul/67f86af0-d484-45dc-87cf-52b7d488c52a>. Pomocné materiály. Slezská univerzita v Opavě, Matematický ústav v Opavě.
- [12] PACINDA, Štefan. SÍŤOVÁ ANALÝZA A METODA KARS: NETWORK ANALYSIS AND KARS. In: *The Science for Population Protection* [online]. Lázně Bohdaneč: Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč - účelové zařízení Ministerstva vnitra generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru české republiky, 2010, 26. 4. 2010, s. 22 [cit. 2019-01-22]. 1/2010. ISSN 1803-635X. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/8/56.pdf>.
- [13] DROZDEK, Marek a Katarína JELŠOVSKÁ. *Informační podpora krizového řízení: se zaměřením na práci s geografickým informačním systémem ArcGIS*. Opava, 2013, 180 s. Dostupné také z: <https://www.slu.cz/file/cul/9e82bfba-d9d4-41f4-84c4-6a156c0fd371>. Učební pomůcka. Slezská univerzita v Opavě - Matematický ústav v Opavě.
- [14] FRÖHLICH, Tomáš, Johana POLÁŠKOVÁ a Kristina SKŘIVÁNKOVÁ. *Riskan: Uživatelský manuál*. Praha: T-soft a.s., 2012.
- [15] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010, 126 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9.
- [16] GIS in emergency management. LONGLEY, P.A., M.F. GOODCHILD, D.J. MAGUIRE a D.W. RHIND. *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*. New York: John Wiley, 1999, 845 - 858. Dostupné také z:

- https://www.researchgate.net/profile/Thomas_Cova/publication/305347817_GIS_in_Emergency_Management/links/578965ec08ae254b1ddd053c/GIS-in-Emergency-Management.pdf.
- [17] JIRAVOVÁ, Jitka. Co je GIS. *21století.cz: VĚDA KTERÁ VÁS BUDE BAVIT* [online]. Praha: RF-HOBBY S.R.O [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://21století.cz/2004/12/17/co-je-gis/>.
- [18] TIAN, Bai. *GIS technology applications in environmental and earth sciences* [online]. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017, 257 s. [cit. 2019-05-14]. ISBN 978-149-8776-042. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1357352>.
- [19] TOMASZEWSKI, Brian. *Geographic information systems (GIS) for disaster management*. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 978-148-2211-689.
- [20] AUSTIN, Robert F., David P. DISERA a Talbot J. BROOKS. *GIS for critical infrastructure protection*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis, an Informa business, 2016, 250 s. ISBN 978-1-4665-9934-5.
- [21] KŘEKOVÁ, Irena. Základní informace. *Portál mapových služeb* [online]. Zlín: Zlínský kraj, 20.11.2014 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://gis.kr-zlinsky.cz/zakladni-informace>.
- [22] BŘEHOVSKÝ, Martin a Karel JEDLIČKA. *Úvod do Geografických Informačních Systémů*. Plzeň. Dostupné také z: https://kgm.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi_k2a-datove_modely.pdf. Přednáškové texty. Katedra geomatiky, Fakulty aplikovaných věd, Západočeské univerzity v Plzni.
- [23] CO JE GIS?. *Geoportal Praha* [online]. Praha: Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, 2013, 15.12.2010 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/11/co-je-gis#.XNXqyY4zY2w>.
- [24] Data. *ManagementMania.com* [online]. USA: MANAGEMENTMANIA.COM, ©2011-2016, 19.02.2018 [cit. 2019-05-14]. ISSN 2327-3658. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/data>.
- [25] Informace. *ManagementMania.com* [online]. USA: MANAGEMENTMANIA.COM, ©2011-2016, 14.12.2017 [cit. 2019-05-14]. ISSN 2327-3658. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/informace>.

- [26] BRAY, Hiawatha. *Od kompasu k GPS: jste zde, dějiny a budoucnost toho, jak se nacházíme*. Praha: Matfyzpress, 2017, 195 s. Popularizace. ISBN 978-80-7378-336-5.
- [27] RAK, Jakub. 1 Portál pre odborné publikovanie ISSN 1338-0087 Využití GIS při mapování hrozby, rizika a zranitelnosti v oblasti ukrytí obyvatelstva. *POSTERUS: Portál pro odborné publikovanie* [online]. 2012 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.posterus.sk/?p=13276&output=pdf>.
- [28] HRADIL, Jaroslav, Otakar J. MIKA, Miroslav MUSIL, Bohuslav SVOBODA, Jakub RAK a Dušan VIČAR. *Základy ochrany obyvatelstva v České republice: odborná monografie*. Uherské Hradiště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, 2018, 142 s. ISBN 978-80-7454-774-4.
- [29] Databáze nebezpečných látek MEDIS-ALARM. *MEDISTYL* [online]. Praha: PT Computers [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.medistyl.info/index.php/cz/databaze-nebezpecnych-latek/databaze-nebezpecnych-latek-medis-alarm>.
- [30] QGIS Training Manual. *QGIS Documentation* [online]. QGIS Community, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/training_manual/.
- [31] GARDONŇOVÁ, Alžbeta, Ludmila FURTKEVIČOVÁ, Oto KALÁB, Vojtěch DUBROVSKÝ a Martin LANDA. Úvod. *Školení QGIS pro začátečníky* [online]. GISMentors, ©2014-2019, 04.05.2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://training.gismentors.eu/qgis-zacatecnik/>.
- [32] ArcGIS Online. *Esri: GIS Mapping Software, Spatial Data Analytics & Location Intelligence* [online]. USA: ERSI [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.esri.com/cs-cz/arcgis/products/arcgis-online/overview>.
- [33] © PŘÍSPĚVATELÉ OPENSTREETMAP. *OpenStreetMap* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.openstreetmap.org>.
- [34] GEOPORTÁL ČÚZK. Prohlížeč sluzba WMS - ZABAGED®. *Geoportál ČÚZK: přístup k mapovým produktům a službám resortu* [online]. Praha: ČÚZK, ©2010, 29.4.2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(dyiumdlw4adcenkt452vaq4p\)\)/Default.aspx?menu=3113&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZABAGED-P&metadataXSL=metadata.sluzba](https://geoportal.cuzk.cz/(S(dyiumdlw4adcenkt452vaq4p))/Default.aspx?menu=3113&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZABAGED-P&metadataXSL=metadata.sluzba).

- [35] Struktura DIBAVOD. *VUT T.G.Masaryka: Oddělení GIS* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, ©2017 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>.
- [36] Územní plán města Staré Město. *Staré Město: oficiální stránky* [online]. Staré Město: Město Staré Město, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.staremesto.uh.cz/dokumenty/up/up.zip>.
- [37] Základní údaje. *Staré Město: oficiální stránky* [online]. Staré Město: Město Staré Město, ©2019 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: http://www.staremesto.uh.cz/?page_id=39.
- [38] Staré Město. *Mapy.cz* [online]. Seznam.cz, OpenStreetMap, ©2019 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/3lOK4>.
- [39] Historie města. *Staré Město: oficiální stránky* [online]. Staré Město: Město Staré Město, ©2019 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: http://www.staremesto.uh.cz/?page_id=41.
- [40] BEZDĚČKA, Pavel a Jitka NOVÁKOVÁ. *Staré Město v proměnách staletí*. Staré Město: Město Staré Město, 2000, 412 s. ISBN 80-860-4542-0.
- [41] Staré Město u Uherského Hradiště. *Zlínský kraj: Východní Morava* [online]. Centrála cestovního ruchu Východní Moravy, 2019 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <http://www.vychodni-morava.cz/lokalita/42>.
- [42] KORVAS, Aleš. Staré Město si připomíná 20 let od ničivých povodní. *Staré Město: oficiální stránky* [online]. Staré Město: Město Staré Město, ©2019, 12.7.2017 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <http://www.staremesto.uh.cz/?p=16704>.
- [43] Povodeň v roce 1997. In: *Staré Město: oficiální stránky* [online]. Staré Město: Město Staré Město, ©2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: http://www.staremesto.uh.cz/gallery/povoden-v-rtoce-1997/povoden1997_4.jpg.
- [44] Statistiky: Informativní počty obyvatel v obcích. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/statistiky-pocty-obyvatel-v-obcich.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d>.
- [45] Mapa železničních tratí. *České dráhy: Národní dopravce* [online]. Praha: České dráhy, ©2016 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.cd.cz/cd-v-regionech/zlinsky-kraj/mapa-trati/-7371/>.

- [46] Přehled silnic v okrese Uherské Hradiště. ŘSZK: Ředitelství silnic Zlínského kraj [online]. Zlín: ŘSZK, 2011 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.rszk.cz/vozovky/silniceuh.php>.
- [47] DÁLNIČE-SILNIČE.CZ. Mezinárodní silnice na území ČR. *Dálnice-silnice.cz* [online]. Dálnice-silnice.cz, 2019, 25. prosince 2015 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.dalnice-silnice.cz/e_silnice.htm.
- [48] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1272/2008: 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. In: . Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20181201&rid=1>.
- [49] NEBEZPEČNÉ LÁTKY. *Portál krizového řízení HZS JmK* [online]. Portál krizového řízení JmK., ©2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/navody/nebezpecne-latky>.
- [50] Nebezpečné chemické látky. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, ©2019, 17. 1. 2012 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/prostredky-individualni-ochrany-nebezpecne-chemicke-latky.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d>.
- [51] ČESKO. *Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*. In: . Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>.
- [52] Pandemie infekčních onemocnění. *Úvod: Moje medicína* [online]. Praha: Roche Czech Republic, ©2019, 07.04.2017 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.mojemedicina.cz/cs_cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/pandemie-infekcnich-onemocneni.html.
- [53] MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI. *Portál krizového řízení HZS JmK* [online]. Portál krizového řízení JmK., ©2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/mimoradne-udalosti>.
- [54] ZPP. DEFINICE TYPŮ UDÁLOSTÍ. *HZS Moravskoslezského kraje: Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Ostrava - Zábřeh: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.hzsmsk.cz/prevence/StatDef.htm>.

- [55] ČESKO. *Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů*. In: . Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>.
- [56] T-SOFT. *RISKAN: rizikový kalkulátor verze. 2.0* [software]. 2012. [červenec 2012]. Dostupné z: <https://www.tsoft.cz/>.
- [57] T-SOFT. *TerEx Verze 3.1.1* [software]. [2012]. Dostupné z: <https://www.tsoft.cz/>.
- [58] Acetone. *CCOHS: Canadian Centre for Occupational Health & Safety* [online]. Hamilton, Canada: Canadian Centre for Occupational Health & Safety, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/acetone.html.
- [59] Aceton. *IZOL-PLASTIK: Český výrobce nátěrových a hydroizolačních hmot* [online]. Brno: IZOL-PLASTIK, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.plastonit.cz/acetone/>.
- [60] POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2017, 151 s. ISBN 978-80-7251-467-0.
- [61] Zasažení chemikáliemi. *SRUVIVOR: přežití* [online]. SURVIVOR, 10.4.2012 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.survivor.cz/zasazeni-chemikaliemi/>.
- [62] ISOBUTAN. *BIOOO.CZ* [online]. Praha: BIOOO.CZ, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://encyklopedie.biooo.cz/vyhledat-slozeni/isobutan/>.
- [63] HAHN, Eric. Butane vs Propane vs Isobutane: What is Butane?. *Welcome to Elgas LPG Gas* [online]. Chatswood, Australia: Elgas, 2019, 12 May 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.elgas.com.au/blog/1688-butane-vs-propane-vs-lpg-isobutane-liquefied-petroleum-gas>.
- [64] Medistyl. *Medis-Alarm V4.3.311* [software]. [12.2018]. Dostupné z: <https://www.medistyl.info/index.php/cz/>.
- [65] Chemical Datasheet: ACETIC ACID, GLACIAL. *CAMEO Chemicals: NOAA* [online]. Silver Spring, USA: National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/2272>.
- [66] PRIMAGAS. BEZPEČNOSTNÍ LIST: LPG. *Primagas* [online]. Praha: PRIMAGAS, 2019, 1. 12. 2010 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.primagas.cz/media/tinyManager/files/190.pdf>.

- [67] Co je LPG: propan a propan butan. *Primagas* [online]. Praha: PRIMAGAS, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.primagas.cz/lpg>.
- [68] HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Praha: Grada, 2011, 296 s. ISBN 978-80-247-3475-0.
- [69] UNIPETROL. MOTOROVÁ NAFTA: Bezpečnostní list. *Unipetrol RPA* [online]. Litvínov: UNIPETROL RPA, 9.2.2017 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: [http://www.unipetrolrpa.cz/CS/NabidkaProduktu/rafinerske-produkty/PohonneHmoty/Nafty/Documents/Motorova_nafta_CZ_9\(0\).pdf](http://www.unipetrolrpa.cz/CS/NabidkaProduktu/rafinerske-produkty/PohonneHmoty/Nafty/Documents/Motorova_nafta_CZ_9(0).pdf).
- [70] PRIMAGAS. BEZPEČNOSTNÍ LIST: Propan-Butan. *Primagas* [online]. Praha: PRIMAGAS, 2019, 30. 4. 2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.primagas.cz/media/tinyManager/files/192.pdf>.
- [71] Propan Butan. *TOMEGAS: Úvod* [online]. Milevsko: TOMEGAS, 2015 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.tomegas.cz/produkty/propan-butan.html>.
- [72] UNIPETROL. PROPYLEN: Bezpečnostní list. *Unipetrol RPA* [online]. Litvínov: UNIPETROL RPA, 31.5.2015 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.unipetrolrpa.cz/CS/NabidkaProduktu/petrochemicke-produkty/monomery-aromaty-ostatni/Documents/Propylen_CZ.pdf.
- [73] Chemical Datasheet: PROPYLENE. *CAMEO Chemicals: NOAA* [online]. Silver Spring, USA: National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/4355>.
- [74] Chemical Datasheet: TOLUENE. *CAMEO Chemicals: NOAA* [online]. Silver Spring, USA: National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/4654>.
- [75] PENTA. Bezpečnostní list: TOLUEN. *PENTA: Výrobce a dodavatel čistých, laboratorních, speciálních, farmaceutických a technických chemikálií* [online]. Praha: Ing. Petr Švec - PENTA, 2014, 23.5.2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/bezpecnostni-list_839.pdf.

- [76] Xylen. *IZOL-PLASTIK: Český výrobce nátěrových a hydroizolačních hmot* [online]. Brno: IZOL-PLASTIK, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.elastcom.cz/xylen>.
- [77] PENTA. Bezpečnostní list: XYLEN směs izomerů. *PENTA: Výrobce a dodavatel čistých, laboratorních, speciálních, farmaceutických a technických chemikálií* [online]. Praha: Ing. Petr Švec - PENTA, 2014, 27.8.2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/bezpecnostni-list_876.pdf.
- [78] Chemical Datasheet: M-XYLENE. *CAMEO Chemicals: NOAA* [online]. Silver Spring, USA: National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/9183>.
- [79] ODDĚLENÍ INFORMATIKY KŘ, ODDĚLENÍ PRO ZVLÁŠTNÍ ÚKOLY KH a KRAJSKÝ ÚŘAD ZLÍNSKÉHO KRAJE. Přehled provozovatelů nakládajících s nebezpečnými chemickými látkami ve Zlínském kraji: dle zákona 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. *Zlínský kraj* [online]. Zlín: Krajský úřad Zlínského kraje, březen 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.kr-zlinsky.cz/docs/clanky/dokumenty/10316/nchl-verze-brezen-2019.pdf>.
- [80] Propan butan: několik důležitých informací. *Karavan.cz: vše kolem karavanů a obytných aut* [online]. Plzeň: INVEL Karavan [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.karavan.cz/propan-butan-nekolik-dulezitych-informaci>.
- [81] CISTERNA ADR. *Bazoš.cz: inzerce pro každého* [online]. Dubany: Bazoš, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://auto.bazos.cz/?hledat=CISTERNA+ADR&rubriky=auto&hlokalita=&humkriess=&cenaod=&cenado=&Submit=Hledat&kitx=ano>.
- [82] Cisterny na prodej. *Auto Truck Centrum* [online]. Břeclav: ATC TRADE [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.cisterny.com/index.php/cisterny>.
- [83] *Silniční cisterny Parcisa* [online]. Praha: Parcisa [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.cisterny-parcisa.cz/>.
- [84] *TipTRUCKER: Prodej, pronájem a realizace zakázek stavební a dopravní techniky* [online]. Kutná Hora: TipTrucker, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.tiptrucker.cz/>.

- [85] Přívěsy a návěsy. *TipCars: největší inzerce autobazarů v Česku* [online]. Frýdek-Místek: EBM system, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/privesy/?text=ADR>.
- [86] Cisterny. *Willing: specialista na cisternová vozidla* [online]. Střelice: WILLIG, 2013 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.willig.cz/cs/cisterny>.
- [87] Inzeráty - inzerce: cisterna ADR. *Inzeráty - všeobecný výpis inzerce - Inzeráty, výpis inzerce* [online]. Praha: HyperMedia, ©2003-2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://inzeraty.hyperinzerce.cz/cisterna%20ADR>.
- [88] Cisterny na ADR: čím modernější, tím bezpečnější. *Systém Logistiky CZ* [online]. Praha: Vitsto, ©2016, 13. ledna 2011 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.systemylogistiky.cz/2011/01/13/cisterny-na-adr-cim-modernejsi-tim-bezpecnejsi/>.
- [89] Katalog železničních nákladních vozů ČD Cargo, a.s. *ČD CARGO* [online]. Praha: ČD Cargo [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.cdcargo.cz/katalog-nakladnich-vozu>.
- [90] Pronájem železničních vozidel. *Unipetrol Doprava* [online]. Litvínov: Unipetrol [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.unipetroldoprava.cz/CS/nabidka-sluzeb/pronajem-zeleznicnich-vozidel/Stranky/default.aspx>.
- [91] Plnění do cisteren. *Coal Mill: Seznamte se s moderním energetickým zdrojem* [online]. Dětmorovice: Coal Mill [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.coalmill.eu/clanek/plneni-do-cisteren>.
- [92] KRÝŽE, Pavel. Dovolené traťové třídy zatížení. *SŽDC. Portál provozování dráhy* [online]. OLTIS Group, 31. 10. 2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/PORTAL/Show.aspx?path=/Data/Mapy/trz.pdf>.
- [93] QGIS. *QGIS ver. 3.6.2* [software]. 19.04.2019. [19.04.2019]. Dostupné z: <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>.
- [94] ArcGIS: Moje mapa. *ArcGIS Online* [online]. USA: ERSI [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html>.
- [95] *Event centrum Staré Město* [online]. Event centrum Staré Město [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://eventcentrum.cz/>.
- [96] *Společensko kulturní centrum* [online]. Staré Město: SKCSM, 2013 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.skcsm.cz/>.

- [97] *Slovácko: úplný průvodce regionem* [online]. Uherské Hradiště: Region Slováck [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.slovacko.cz/>.
- [98] *Katalog firem a institucí: Staré Město* [online]. Praha: Seznam.cz, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.firmy.cz/kraj-zlinsky/uherske-hradiste/967-stare-mesto>.
- [99] *Turistika.cz: Pro větší zážitek z cest a výletů* [online]. Praha: Turistika.cz, ©2007-2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.turistika.cz/>.
- [100] *Zlínský kraj: Východní Morava* [online]. Zlín: CCRVM, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.vychodni-morava.cz/>.
- [101] *FARNOST STARÉ MĚSTO: Římskokatolická farnost archanděla Michaela ve Starém Městě* [online]. Staré Město: Římskokatolická farnost Staré Město, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.farnoststaremesto.cz/>.
- [102] *Oficiální stránky svědků Jehovových* [online]. Praha: Watch Tower Bible and Tract Society of Pennsylvania, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: www.jw.org.
- [103] *Středisko volného času: Klubko Staré Město* [online]. Staré Město: KLUBKO [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.klubkosm.cz/>.
- [104] *Rejstřík škol a školských zařízení* [online]. MSMT ČR [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://profa.uiv.cz/rejskol/>.
- [105] *Hledání: firmy staré město* [online]. California: Google, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.google.com/search?q=firmy+star%C3%A9+m%C4%9Bsto&npsic=0&rflfq=1&rllha=0&rllag=49079168,17445175,798&tbm=lcl&ved=2ahUKEwiyvPWs0JviAhVR4KYKHfxHCjGp6BAGKECs&tbs=lr:!2m1!1e3!3sIAE,lf:1,lf_ui:2&rldoc=1#rifi=hd;:si;:mv:!1m2!1d49.08837828785847!2d17.47819281194461!2m2!1d49.06223375188287!2d17.404378419854766!4m2!1d49.075307739913555!2d17.441285615899687!5i14.
- [106] *Ficiální stránky fotbalového klubu TJ Jiskra Staré Město* [online]. TJ Jiskra, 2003 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.jiskrastaremesto.wz.cz>.
- [107] *Školství. Staré Město: oficiální stránky* [online]. Staré Město: Město Staré Město, ©2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.staremesto.uh.cz/?page_id=45.
- [108] *ZUŠ UH* [online]. Uherské Hradiště: Základní umělecká škola Uherské Hradiště, ©2015-2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.zusuh.cz/>.

- [109] *Mateřská školka Komenského* [online]. Staré Město: Webnode [cit. 2019-05-14].
Dostupné z: <https://www.ms-komenskeho.cz/>.
- [110] *Základní škola Staré Město* [online]. Staré Město [cit. 2019-05-14]. Dostupné z:
<https://www.zsstmesto.cz/>.
- [111] *MATEŘSKÁ ŠKOLA RASTISLAVOVA* [online]. Staré Město: © Jirí Polášek, 2017
[cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.msrstmesto.cz/>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí.
BSE	Bovinní spongiformní encefalopatie neboli nemoc šílených krav.
ČS	Čerpací stanice.
GIS	Geografický informační systém.
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky.
MU	Mimořádná událost.
NCHL	Nebezpečná chemická látka.
NL	Nebezpečná látka.
SW	Software.
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí.
ZZS	Zdravotnická záchranná služba.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Příklad „motýlka“.</i> [7].....	17
<i>Obrázek 2 Proces managementu rizika dle ČSN ISO 31000.</i> [9].....	20
<i>Obrázek 3 Hlavní stránka SW RISKAN-B.</i> [14]	25
<i>Obrázek 4 Fáze mapování rizik.</i> [15]	29
<i>Obrázek 5 Kumulované riziko.</i> [15]	29
<i>Obrázek 6 Postup při vytváření mapy rizika.</i> [16]	31
<i>Obrázek 7 Skládání vrstev.</i> [20]	34
<i>Obrázek 8 Staré Město.</i> [38].....	39
<i>Obrázek 9 Staré Město podle katastrální mapy z roku 1827.</i> [40].....	41
<i>Obrázek 10 Povodeň ve Starém Městě v roce 1997 křižovatka silnic č. 55 a č. 428. [43].....</i>	42
<i>Obrázek 11 Analýza rizik v SW RISKAN-B. Vlastní zpracování dle [56].</i>	50
<i>Obrázek 12 Graf souvztažnosti rizik. Vlastní zpracování dle [12].</i>	53
<i>Obrázek 13 Výsledky hodnocení ohrožení nádrže benzínu plošným požárem v SW TerEx [57].</i>	60
<i>Obrázek 14 Mapa nebezpečí č. 1 – ohrožení acetonem a únik motorové nafty ze stacionárního zdroje.</i> [93].....	67
<i>Obrázek 15 Mapa nebezpečí č. 2 – únik toluenu a propan-butanu ze stacionárního zdroje.</i> [93].....	67
<i>Obrázek 16 Mapa nebezpečí č. 3 – ohrožení nádrží benzínu požárem – čerpací stanice.</i> [93].....	68
<i>Obrázek 17 Mapa nebezpečí č. 4 – únik propan-butanu a ohrožení zásobníků LPG požárem – čerpací stanice.</i> [93]	68
<i>Obrázek 18 Mapa nebezpečí č. 5 – únik motorové nafty – čerpací stanice.</i> [93].....	69
<i>Obrázek 19 Mapa nebezpečí č. 6 – únik isobutanu ze stacionárního zdroje.</i> [93].....	69
<i>Obrázek 20 Mapa nebezpečí č. 7 – únik acetonu a ohrožení cisterny převážející aceton požárem.</i> [93]	70
<i>Obrázek 21 Mapa nebezpečí č. 8 – únik amoniaku při převozu pozemních komunikací.</i> [93].....	70
<i>Obrázek 22 Mapa nebezpečí č. 9 – únik automobilového benzínu a ohrožení cisterny plošným požárem.</i> [93]	71
<i>Obrázek 23 Mapa nebezpečí č. 10 – únik propylenu při jeho převozu.</i> [93].....	71

<i>Obrázek 24 Mapa nebezpečí č. 11 – únik isobutanu a ohrožení cisterny plošným požárem. [93]</i>	72
<i>Obrázek 25 Mapa nebezpečí č. 12 – únik LPG a ohrožení cisterny plošným požárem. [93]</i>	72
<i>Obrázek 26 Mapa nebezpečí č. 13 – únik motorové nafty při její převozu. [93]</i>	73
<i>Obrázek 27 Mapa nebezpečí č. 14 – únik toluenu při jeho přepravě. [93]</i>	73
<i>Obrázek 28 Mapa nebezpečí č. 15 – únik kyseliny octové. [93]</i>	74
<i>Obrázek 29 Mapa nebezpečí č. 16 – ohrožení cisterny propylenu plošným požárem. [93]</i>	74
<i>Obrázek 30 Mapa nebezpečí č. 17 – únik toluenu při jeho přepravě. [93]</i>	75
<i>Obrázek 31 Mapa nebezpečí č. 18 – únik xylenu při jeho přepravě. [93]</i>	75
<i>Obrázek 32 Mapa nebezpečí č. 19 – záplavové území. [35, 93]</i>	76
<i>Obrázek 33 Mapa zranitelnosti. [93]</i>	77
<i>Obrázek 34 Mapa rizika – stacionární zdroje. [93]</i>	79
<i>Obrázek 35 Mapa rizika – pozemní komunikace. [93]</i>	80
<i>Obrázek 36 Mapa rizika – železniční přeprava. [93]</i>	81
<i>Obrázek 37 Mapa rizika - záplavové území. [93]</i>	83
<i>Obrázek 38 ArcGIS Online – mapa zranitelnosti. [94]</i>	84

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Tabulka souvztažnosti rizik s vyplněnou diagonálou. [11]</i>	22
<i>Tabulka 2 Tabulka koeficientů aktivit a pasivit rizik. [11]</i>	23
<i>Tabulka 3 Aktiva vytvořená pro analýzu v SW RISKAN-B. Vlastní zpracování dle [56].</i>	48
<i>Tabulka 4 Hrozby vytvořené pro analýzu v SW RISKAN-B. Vlastní zpracování dle [56].</i>	49
<i>Tabulka 5 Výsledná tabulka souvztažnosti rizik metody KARS. Vlastní zpracování dle [11].</i>	52
<i>Tabulka 6 Tabulka koeficientů aktiv a pasiv rizik metody KARS. Vlastní zpracování dle [11].</i>	52
<i>Tabulka 7 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL z podlimitního stacionárního zdroje. Vlastní zpracování dle [57].</i>	59
<i>Tabulka 8 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL z čerpacích stanic. Vlastní zpracování dle [57].</i>	60
<i>Tabulka 9 Prostor ohrožený při úniku propan-butanu z lahví v prostoru čerpací stanice. Vlastní zpracování dle [57].</i>	61
<i>Tabulka 10 Prostor ohrožený při úniku motorové nafty u čerpací stanice. Vlastní zpracování dle [57].</i>	61
<i>Tabulka 11 Prostor ohrožený při úniku NCHL z objektu podléhajícímu zákonu č. 224/2015 Sb.. Vlastní zpracování dle [57].</i>	62
<i>Tabulka 12 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL při převozu po pozemních komunikacích. Vlastní zpracování dle [57].</i>	63
<i>Tabulka 13 Prostor ohrožený při úniku vybraných NCHL při převozu po železniční síti. Vlastní zpracování dle [57].</i>	65
<i>Tabulka 14 Příklad atributů mapy zranitelnosti – školy a školky. [93]</i>	78
<i>Tabulka 15 Příklad atributů dílčí mapy rizika (1) – kultura a volný čas. [93]</i>	79
<i>Tabulka 16 Příklad atributů dílčí mapy rizika (2) – kultura a volný čas. [93]</i>	81
<i>Tabulka 17 Příklad atributů dílčí mapy rizika (3) – průmyslové objekty. [93]</i>	82
<i>Tabulka 18 Příklad atributů dílčí mapy rizika (4) – Ubytovací zařízení. [93]</i>	83

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Řízený rozhovor.....	105
Příloha P 2: Analýza rizik v SW RISKAN-B	106
Příloha P 3: Mapa zranitelnosti.....	107

PŘÍLOHA P 1: ŘÍZENÝ ROZHOVOR

Vaše jméno a příjmení?

Lumír Lacka

Jaká je Vaše profese?

Pracovník (referent) pracoviště krizového řízení, Městský úřad Uherské Hradiště

Jaká rizika spadají do katastrálního území města Staré Město?

- Únik nebezpečných látek
- Povodeň přirozená
- Hromadné nákazy osob a zvířat
- Živelné pohromy
- Havárie v silniční a železniční dopravě (včetně úniku přepravovaných nebezpečných látek)
- Ostatní (narušení dodávek surovin; rozsáhlé požáry; ekologická havárie)


Jaká rizika, podle Vás, nejvíce ohrožují Staré Město?

Nejvyšší zranitelnost města Staré Město, podle analýzy rizik Krizového plánu obce s rozšířenou působností Uherské Hradiště, se jeví v oblasti přirozené povodně.

Nicméně na významu nabývá také oblast úniku nebezpečných látek, protože na území města Staré Města se nyní nacházejí dva podniky, podléhající působnosti zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi. Přestože k úniku nebezpečných látek na území tohoto města doposud nedošlo, lze se oprávněně domnívat, že se toto nebezpečí, dostává téměř na úroveň zranitelnosti města přirozenou povodní. Pokud se jedná o nebezpečí ohrožení obyvatel, dá se toto nebezpečí považovat jako vyšší.

Nicméně vyloučit nelze ani vznik ohrožení, které bude způsobeno dalšími riziky, vyjmenovanými v předchozím bodu. Co do pravděpodobnosti výskytu bych sem ještě zařadil havárii v silniční nebo železniční dopravě a hromadnou nákazu zvířat (epizootie), které by také podstatně mohly narušit chod města Staré Město.

PŘÍLOHA P 2: ANALÝZA RIZIK V SW RISKAN-B

		Aktiva																													
		AKTIVA - CELKEM																													
		1	Dospělí	1.1.1 Muži	1.1.2 Ženy	1.1.3 Senioři	1.2 Děti	1.3 Zdravotně postižené osoby	2 Objekty	2.1 Obytné objekty	2.2 Průmyslové objekty	2.3 Školská a předškolská zařízení	2.4 Sportoviště a jiné zařízení	2.5 Čerpací stanice	2.6 Objekty kulturního výtěžku	2.7 Ochochodní domy a jiné druhy	2.8 Administrativní objekty (úřady)	2.9 Ostatní účelové objekty	3 Stroje a zařízení	3.1 Osobní doprava	3.2 Nákladní doprava	3.3 Městská a meziměstská	3.4 Vlaková doprava	3.5 Stroje a zařízení údržby	4 Infrastruktura	4.1 Pozemní komunikace	4.2 Železniční infrastruktura	4.3 Inženýrské sítě			
Hodnoty aktiv		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	4	4	2	4	3	3	4	4	3	5	4	4	5			
Generátor : Export do XML		velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká		
Hrozby		Pravděpodobnost																													
HROZBY - CELKEM		5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75		
1	Naturogenní	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75		
1.1	Abiotické	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75		
1.1.1	Dlouhodobé sucho	3	střední	30	30	30	15	15	30	15	30	24	15	24	24	12	9	9	12	12	6	12	9	9	12	12	9	15	12	12	15
1.1.2	Extrémně vysoké teploty	4	vysoká	60	60	60	40	40	60	60	60	40	40	32	32	32	12	12	16	32	8	32	24	24	32	32	24	32	16	32	20
1.1.3	Rozsáhlý požár	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	36	36	36	27	27	36	36	18	36	27	27	36	36	27	45	12	24	45
1.1.4	Přítalová povodeň	4	vysoká	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	48	48	48	36	36	48	48	24	48	36	36	48	48	36	60	48	48	60
1.1.5	Povodeň	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	60	45	45	60	60	30	60	45	45	60	60	45	75	40	40	75
1.1.6	Vydatné srážky	2	nizká	20	20	20	10	10	20	10	20	10	10	8	8	8	6	6	8	8	4	16	12	12	16	8	12	10	8	8	10
1.1.7	Extrémní vítr	2	nizká	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	24	24	24	18	18	24	24	12	24	18	18	24	24	18	30	0	0	30
1.1.8	Sněhová kalamita, námraza	3	střední	45	45	45	30	30	45	45	45	36	30	36	24	24	18	18	36	24	12	36	27	27	36	36	27	45	24	24	45
1.2	Biotické	2	nizká	30	30	30	30	30	30	30	20	20	16	16	8	6	12	16	16	4	24	12	12	24	24	12	0	0	0	0	0
1.2.1	Epidemie - hromadná nákaza osob	2	nizká	30	30	30	30	30	30	30	20	20	16	16	8	6	12	16	16	4	24	12	12	24	24	12	0	0	0	0	0
1.2.2	Epifytie - hromadná nákaza polních k	2	nizká	16	10	10	10	10	10	10	16	10	8	8	0	6	0	16	0	4	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2.3	Epizootie - hromadná nákaza zvířat	2	nizká	20	20	20	10	10	20	20	16	10	8	8	8	0	0	16	0	4	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Antropogenní	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	40	45	45	60	60	20	60	45	45	60	60	45	75	36	48	75
2.1	Technogenní	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	60	40	45	45	60	60	20	60	45	45	60	60	45	75	36	48	75
2.1.1	Narušení dodávek potravin	2	nizká	30	30	30	30	30	30	30	30	30	16	24	8	6	12	24	16	4	8	6	6	8	8	6	0	0	0	0	0
2.1.2	Narušení provozu inženýrských sítí	3	střední	45	45	45	30	30	45	30	45	36	15	36	36	24	27	18	36	36	12	24	9	9	12	24	9	45	0	12	45
2.1.3	Zláštní povodeň	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	36	36	36	27	27	36	36	18	36	27	27	36	36	27	45	36	36	45
2.1.4	Únik nebezpečné chemické látky ze	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	40	60	40	30	30	60	60	10	60	45	45	60	60	45	50	0	0	50
2.1.5	Únik nebezpečné chemické látky při	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	75	60	50	40	60	40	30	45	60	40	20	60	45	45	60	60	45	50	20	20	50
2.1.6	Dopravní nehoda	5	velmi vysoká	75	75	75	75	75	75	75	60	25	60	40	20	45	15	20	20	20	60	45	45	60	60	45	75	20	40	75	
2.1.7	Železniční nehoda	4	vysoká	60	60	60	60	60	60	60	32	20	32	16	16	12	12	16	16	16	48	36	36	48	48	36	60	16	48	60	
2.2	Sociogenní	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	45	45	24	24	24	27	18	36	24	18	24	18	18	24	24	18	45	12	24	45	
2.2.1	Nepokoje	2	nizká	30	30	30	30	30	30	30	24	10	16	16	8	18	12	24	8	4	24	12	12	24	24	6	20	8	16	20	
2.2.2	Vandalství	3	střední	45	15	15	15	15	15	15	45	45	24	24	24	18	18	24	24	18	24	18	18	24	24	18	45	12	24	45	
2.2.3	Organizovaný zločin	2	nizká	30	30	30	20	20	30	20	24	20	24	16	24	12	12	24	16	8	16	12	12	16	16	12	20	8	16	20	
2.2.4	Násilná kriminální činnost	3	střední	45	45	45	45	45	45	45	36	15	24	12	12	27	9	36	12	12	24	18	18	24	24	18	30	12	12	30	
2.2.5	Teroristický útok	1	zanedbatelná	15	15	15	15	15	15	15	15	15	12	12	12	9	9	12	12	6	12	9	9	12	12	9	15	12	12	15	

Obrázek 1 Analýza rizik v SW RISKAN- B.

Zdroj: T-SOFT. RISKAN:rizikový kalkulátor verze. 2.0 [software]. 2012. [červenec 2012]. Dostupné z: <https://www.tsoft.cz/>.

PŘÍLOHA P 3: MAPA ZRANITELNOSTI



Obrázek 1 Mapa zranitelnosti.

Zdroj: QGIS. QGIS ver. 3.6.2 [software]. 19.04.2019. [19.04.2019]. Dostupné z: <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>.