

Analýza a geovizualizace environmentálních rizik

Alena Vondráková

Katedra geoinformatiky
Přírodovědecká fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci
Třída Svobody 26
771 46 Olomouc
Česká republika
a1.vondrakova@voly.cz

Abstrakt - Analýza a geovizualizace environmentálních rizik.

Hlavním cílem diplomové práce bylo kromě teoretické části, která se věnuje definování environmentálního rizika, především zaměřením se na vybrané analýzy havarijních rizik dle požadavků a potřeb Odboru ochrany Magistrátu města Olomouce.

Vznikly tak tři ústřední části práce: modelování týkající se reálné havárie cisterny s únikem nebezpečné látky v průmyslové oblasti na okraji Olomouce, modelování a hodnocení rizika v objektu Zimního stadionu v Olomouci a hodnocení a analýza rizika mobilních zdrojů z hlediska dopravy. Dále je práce doplněna o časové analýzy znečištění ovzduší, kartografické vizualizace výsledků analýz a další.

Klíčová slova: environmentální a havarijní rizika, modelování, geovizualizace.

Abstract - An Analysis and Geovisualization of Environmental Hazards.

The main aim of this diploma thesis, together with theoretic part dealing with definition of environmental hazard, is focused on analyses of selected hazards required by Department of Security of The Municipality of Olomouc.

There are three main parts of simulation and evaluation of accidents and hazards: modeling of real happened accident with release of propane-butane in industrial estate in boundary city district of Olomouc, modeling of potential accidents with ammonia release in ice-stadium in Olomouc and modeling and evaluation of mobile sources of hazards – lorry transport of dangerous materials. This diploma thesis also includes time scale analyses of atmospheric pollution, geovisualization of selected analyses, etc.

Keywords: environmental and emergency hazards, modeling, geovisualization.

1 Úvod

Rozvoj společnosti s sebou přináší velké množství nových objevů, poznatků a také nových definic předmětů, jevů a procesů, o nichž dříve neměl nikdo ani tušení nebo danou oblast považoval za nevýznamnou. Spolu s těmito novými objevy a poznatky přichází na svět celá řada nových názvů a pojmenování. A mezi takovéto nově zavedené termíny patří i environmentální riziko. Význam tohoto pojmu přitom narůstá každým dnem, když – s nadsázkou řečeno – každý nový vynález nebo objev usnadňující jednu věc ohroží deset věcí dalších. Plynový vaříč nám usnadní vaření, ale výroba plynové bomby, její skladování, plnění, přeprava i užívání s sebou nesou taková rizika, že je s podivem, že vůbec tento vynález používáme.

S nárůstem rizik se bohužel pojí i nárůst havárií, kdy se riziko, do té doby jen Damoklův meč vznášející se vysoko v oblacích, změní na skutečnost a naplní se ve svých nejstrašnějších podobách. V přírodě připisovali odpradáвна lidé tyto události nadpřirozeným jevům nebo síle matky přírody. Hurikány, povodně nebo zemětřesení brali jako trest za své chování. V dnešní době již většinu z těchto jevů umíme objasnit, snažíme se jim předcházet, ale mezitím vyrostla těmto přírodním katastrofám velká konkurence – průmyslové havárie, zamořené životní prostředí po kontaminaci chemickými látkami užívanými člověkem a podobně. Je to daň za pokrok a pohodlný život, kterého se nikdo z nás nechce vzdát. A jelikož počty havárií a následné škody strmě stoupají, je třeba věnovat pozornost i těmto rizikům. Voda nebo hurikán totiž sice zpustoší na čas krajinu, ale ta se znova zazelená a žije svůj život dál. Následky, které způsobuje lidská činnost, však dokáží životní prostředí a krajinu nenávratně zničit stejně jako všechno živé v ní.

Město Olomouc se již několikrát potýkalo s přírodními živly jako byly povodně nebo krupobíť. Oběti na životech se však počítaly maximálně v desítkách. A přitom výbuch jediného nákladního vozidla převážejícího právě onen plyn do plynového vaříče dokáže v zastavěném území zabít v mžiku několik stovek lidí. Analýzy environmentálních rizik a preventivní opatření, která na základě nich mohou být realizována, jsou tak nesmírně důležitá. Protože cena každého zachráněného lidského života je nevyčíslitelná.

2 Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce, která je předmětem tohoto příspěvku, je provést analýzu vybraných environmentálních rizik na území obce s rozšířenou působností (ORP) Olomouc za použití analytických nástrojů geografických informačních systémů. Přičemž není cílem analýza všech možných environmentálních rizik, ale pouze těch, která mají aktuální prioritu a jejich zpracování je důležité pro Odbor ochrany Magistrátu města Olomouce (dále jen OO MmOl). Celá magisterská práce totiž do značné míry vychází právě z požadavků a potřeb tohoto odboru, se kterým Katedra geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci již dlouho spolupracuje.

V teoretické části je cílem vytvoření seznamu možných environmentálních rizik na území ORP Olomouc a uvedení možností jejich analýz. Součástí práce je proto seznam vybraných environmentálních rizik, jejichž definice vychází z tzv. havarijního

zákona a která mohou působit na území ORP Olomouc. Je tedy důležité, že se nejedná o všechna možná environmentální rizika, ale pouze o vybraná rizika na základě působnosti OO MmOl. Jednotlivá rizika jsou identifikována a pro vybrané z nich je navržen možný způsob provedení analýzy, prostorového modelování nebo metody hodnocení tak, jak bylo konzultováno s pracovníky OO MmOl. Jak je v práci vysvětleno, dalších environmentálních rizik, která mohou na populaci nebo životní prostředí působit, je celá řada, avšak nejsou nijak oficiálně definována, případně je jejich řešení v působnosti jiných částí samosprávy. Analýza a identifikace těchto rizik však nebyla předmětem této diplomové práce.

V praktické části jsou provedeny analýzy u těch rizik, která byla vybrána konzultantem práce, vedoucím OO MmOl Ing. Radkem Zapletalem. K vypracování analýz byla využita data z různých zdrojů (např. Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší REZZO, Analýza zdravotních a environmentálních rizik AZER, data Magistrátu města Olomouc, apod.).

V průběhu realizace práce byly výsledky jednotlivých analýz geovizualizovány v souladu s kartografickými zásadami, a to v takovém rozsahu, v jakém je potřebuje k dalšímu zpracování OO MmOl.

3 Postup zpracování

Před započatím realizace práce byla v první řadě prostudována dostupná odborná literatura týkající se environmentálních rizik, jejich identifikace a možností analýz. Dále byli osloveni odborníci ke konzultacím, a to jak na doporučení vedoucí diplomové práce, tak na doporučení konzultanta.

Problematickou environmentálních rizik se zabývají orgány státní správy, přičemž na úrovni ministerstev a Vlády České republiky vzniká směrodatná legislativa a další předpisy a pokyny týkající se této problematiky a na úrovni nižší, tedy na krajských úřadech, magistrátech, městských a obecních úřadech jsou pak úkoly z těchto dokumentů realizovány v praxi. Konzultace s těmito odborníky probíhala především prostřednictvím pracovníků různých odborů Magistrátu města Olomouce a analýzy týkající se havarijní problematiky pak byly konzultovány ve velké míře s Ing. Štefanem Győrőgem z Krajského úřadu Jihočeského kraje, odboru životního prostředí, zemědělství a lesnictví, oddělení IPPC a EIA, ovzduší, chemie, havárie.

Havarijní plánování a krizový management však nejsou otázkou pouze praktické činnosti odpovědných institucí. Stejně tak se tato problematika řeší na mnoha akademických pracovištích. Jedná se o velké projekty napříč problematikou, například o výzkumný záměr Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) Dynamická geovizualizace v krizovém managementu, který vzniká pod vedením Doc. RNDr. Milana Konečného, CSc. na půdě Geografického ústavu Masarykovy univerzity v Brně [1] a v rámci něhož na stejném pracovišti vzniklo i několik diplomových prací týkající se této problematiky, dále pak o různé specializované projekty v jednotlivých oborech, jako je například projekt programu výzkumu a vývoje MŠMT Analýza environmentálních rizik se zvláštním zaměřením na rtuť a organické kontaminanty, vznikající na pracovišti Vysoké školy chemicko-technologické v Praze nebo různé projekty a posudky týkající se havarijních rizik,

kteřá se tŕkají z velké části této diplomové práce, kteřá vznikají například v Laboratoři výzkumu a managementu rizik, Fakulty bezpečnostního inženýrství, Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava a na dalších pracovištích této vysoké školy. Problematika modelování havárií byla konzultována s Prof. Ing. Františkem Babincem, CSc. z Odboru řízení jakosti Ústavu metrologie a zkušebnictví Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, kde se tato problematika řeší také.

Dále se problematika environmentálních rizik, jejich prevence nebo řešení případných havárií a následků samozřejmě tŕká i **odborných pracovišt'**, jako je Policie ČR, Hasičský záchranný sbor, apod. Konzultace s pracovníky těchto institucí byla řešena prostřednictvím konzultanta diplomové práce Ing. Zapletal.

Realizace práce se dá rozdělit na dvě základní části. První část práce vychází z teoretických cílů, tedy z nastudování odborné literatury, konzultace s odborníky a ze stanovení si postupu práce. Tato část byla splněna realizací výše uvedeného studia, absolvováním výše uvedených konzultací a jejím vyústěním byl základ pro praktickou realizaci cílů a obecný popis problematiky.

Druhou částí byla realizace **analýz vybraných rizik**. Zde byl kladen důraz především na aktuální potřeby a požadavky OO MmOl. Z požadavků OO MmOl vyšly tři hlavní požadavky na výstupy této práce – hodnocení rizika mobilních zdrojů z hlediska dopravy, tedy analýza a hodnocení rizika u vozidel převážejících nebezpečné látky na území města, jejichž poslední aktualizace a analýza proběhla v roce 2001, analýzu a hodnocení možného rizika spolu s modelováním zadaných scénářů možných havárií u objektu Zimního stadionu v Olomouci, kde je pro potřeby provozu stadionu skladován amoniak, přičemž studie z roku 2002 byla vyhotovena na množství skladovaných 5 tun této nebezpečné látky a v průběhu uběhlé doby od realizace této studie došlo ke snížení množství skladované látky na současných 2,5 tuny a konečně třetí práci – analýzu havárie s únikem propan-butanu a modelování možných následků při možném jiném vývoji dané havárie a charakteristika jejího průběhu.

Ukázalo se, že není zcela ideální situace s uchováváním původních a odděleně aktualizovaných dat na Magistrátu města Olomouce, protože zde není jednotný datový sklad, který by byl archivován. Proto poslední částí práce byla ukáзка analýz, které lze provést, pokud jsou k dispozici data z **různých časových období**. Použitá data se přitom tŕkají znečištění ovzduší a jsou poskytnuta ze *Systému řízení kvality ovzduší města Olomouce*, což je projekt zpracováváný Katedrou ochrany životního prostředí v průmyslu Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava na zakázku Magistrátu města Olomouce, zastoupeném vedoucím Odboru životního prostředí RNDr. Petrem Loykou, CSc.

Výsledkem této práce je zpracování tří hlavních analýz havarijních rizik, které byly požadavkem OO MmOl, a to ve formě samostatných dokumentů (závěrečných zpráv), seznam vybraných environmentálních rizik s navrženými možnostmi některých analýz a mapa rizikových objektů, která vznikla aktualizací z údajů, které OO MmOl evidoval v textové podobě. Celá práce, stejně jako její jednotlivé součásti, je samozřejmě zcela k dispozici OO MmOl k dalšímu využití tak, jak to bylo zamýšleno při zadání této diplomové práce.

4 Výsledky práce

Velice důležitým pojmem v této diplomové práci je *environmentální riziko*. Proto je jeho definice velmi důležitou součástí teoretické části práce, a to jako přehled využívaných definic u nás i ve světě s podrobnějším rozbohem, včetně stručného přehledu studií a projektů, které se analýzou a vizualizací environmentálních rizik zabývají.

Dále se diplomová práce zabývá havarijními riziky, která spadají pod krizové řízení, dnes často nazýváno jako krizový management. Jako **havarijní rizika** jsou označována ta rizika, která jsou definována v krizovém zákoně jakožto krizové situace, které mohou nastat. Jako jeden z výstupů této práce vytvořen seznam těchto havarijních rizik a po konzultaci s pracovníky OO MmOI byly ke každému riziku navrženy vybrané možnosti analýz. Samozřejmě by takových analýz mohlo vzniknout mnohem více, proto byly vybrány přednostně ty, pro které jsou k dispozici data a jejich realizace by tak byla bezprostředně možná či žádaná.

Práce nese název Analýza a **geovizualizace** environmentálních rizik, z čehož by mělo jasně vyplývat, že kartografická reprezentace provedených analýz patří k cílovým výstupům. Pojem *geovizualizace* byl přitom zvolen proto, že samotný název *vizualizace* neznamena automaticky vizualizaci v mapě. V případě analýz prováděných nejen na OO MmOI se tak pod pojmem vizualizace většinou skrývají grafické výstupy z analýz, jako jsou grafy, tabulky nebo diagramy. Pojem geovizualizace v sobě však již zahrnuje pojem *geo*, tedy příponu, která je spojována s prostorovou informací. Geovizualizace jakožto pojem tak spíše evokuje představu kartografické reprezentace výsledků, než samotné slovo vizualizace.

Diplomová práce předkládá ukázky vizualizací různých environmentálních rizik u nás i ve světě, od map záplavových území až po vizualizace radonového rizika. Při vizualizaci environmentálních rizik ale není vždy kladen důraz na to, aby výstupem byla skutečná mapa splňující všechny kartografické zásady, ale aby výsledek analýzy byl co možná nejjasněji interpretován. A aby mohl být takto výsledek prezentován, je třeba mít kvalitní výstupy ze softwarů, kterých je celá řada. Práce proto přináší ukázky i z této oblasti s vysvětlením, proč pro realizaci vybraných analýz v rámci této práce byl vybrán volně dostupný software ALOHA[®] 5.4.1.

4.1 Data

Primárně byla data pro vypracování této diplomové práce získávána z **OO MmOI**, ve spolupráci s dalšími odbory magistrátu. V první řadě byla získána veškerá použitelná **podkladová data** pro výsledné vizualizace, tedy DMÚ, ZABAGED, katastrální mapy, ortofotosnímky, územní plán a další dostupné vrstvy komunikací, zástavby, apod. z oddělení geografických aplikací Odboru informatiky MmOI. Dále byla v rámci OO MmOI dohledávána **data z projektu AZER**, jako např. hluková mapa, analýzy mobilních zdrojů, mapa rizikových objektů a další. Některá data, která se již nejsou uchována v digitální podobě, jsou evidována v tištěných výstupech (data týkající se mobilních zdrojů rizika, apod.).

K tvorbě seznamu environmentálních rizik byla využita **platná legislativa**, především krizový zákon a Havarijní plán ORP Olomouc, a pro návrh možných analýz byla důležitá znalost dostupných dat v rámci MmOl.

Modelování průběhu havárie a hodnocení možného rizika reálné havárie s únikem propan-butanu v areálu firmy Tomegas s. r. o. v Olomouci bylo specifické **získáváním primárních dat o havárii**. Tato byla získána pracovníky OO MmOl v součinnosti s Hasičským záchranným sborem a Policií ČR. Modelování bylo v průběhu realizace konfrontováno s výsledky modelování Prof. Babince, tedy i tato data vstupovala do výsledných analýz.

Práce Modelování možných následků havárie a hodnocení rizika v objektu Zimního stadionu v Olomouci vychází z materiálu *Modelování následků a hodnocení rizika v objektu Zimního stadionu v Olomouci*, který pod vedením vedoucího OO MmOl Ing. Radka Zapletala vytvořila pracovní skupina pro hodnocení krátkodobých rizik ve spolupráci s Prof. Babincem z Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně. Ten laskavě poskytl podklady (scénáře havárií) pro modelování v softwaru ALOHA. Další údaje byly získány z Havarijního plánu ORP Olomouc.

K vypracování práce Hodnocení rizika mobilních zdrojů z hlediska dopravy byla k dispozici **primární data z terénního měření intenzity dopravy**, které provedli pracovníci OO MmOl v druhé polovině roku 2008, dále byla získána data z oddělení koncepce dopravy Odboru koncepce a rozvoje MmOl, a to především **dopravní model silniční dopravy města Olomouce** vypracovaný firmou DHV ČR, spol. s r.o. a literatura potřebná k přepočtu údajů z terénního šetření OO MmOl pro potřeby analýz a vizualizace.

Pro ukázkou toho, jaké analýzy by se daly udělat, kdyby data byla archivována a byly by tak k dispozici údaje ke stejné problematice **z různých časových období**, jsou vytvořeny výstupy týkající se znečištění ovzduší. Tato problematika je velmi kvalitně zpracovávána v rámci Systému řízení kvality ovzduší města Olomouce, nicméně se vytváří primárně jakési ročenky v intervalu 2 let, nikoliv časové analýzy jako takové.

Další data byla získávána **aktualizací dat archívních**, a to především aktualizací databáze rizikových subjektů pro tvorbu mapy rizikových objektů a aktualizace databáze institucí ve sledované lokalitě pro potřeby výpočtu počtu ohrožených lidí při jednotlivých modelovaných haváriích.

Mapa rizikových objektů vznikla aktualizací údajů z roku 2007, přičemž byla aktualizována databáze a následně i DGN soubor, ze kterého byl exportem získán ESRI shapefile pro výslednou vizualizaci.

4.2 Analýzy

Jak již bylo několikrát zmíněno, práce vychází především z požadavků a potřeb OO MmOl. Rizika, která byla vybrána k širšímu zpracování, všechna spadají do kategorie rizik havarijních.

První analýza reprezentující riziko nacházející se na rozhraní technologické havárie s výronem nebezpečné chemické látky a rizika silniční dopravy představuje modelování reálné havárie s únikem propan-butanu, která se stala dne 7. října 2008 v průmyslové oblasti v tzv. areálu Moravských železáren v Olomouci – Řepčíně, kde

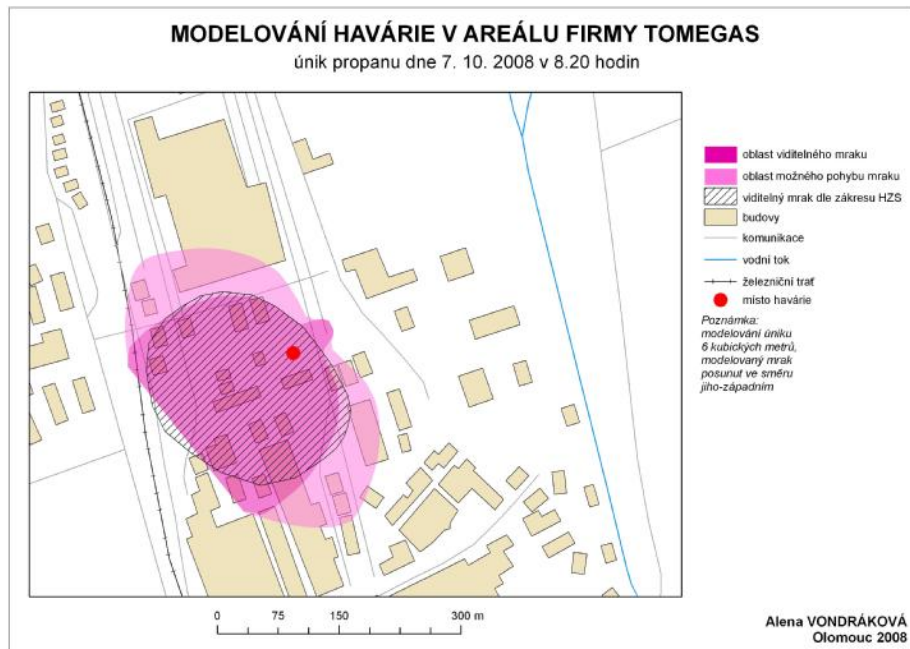
má provozovnu firma Tomegas, spol. s r. o. a skladuje zde propan-butan ve stacionárních, silničních i železničních cisternách. Pravděpodobně při neopatrné manipulaci při přečerpávání propan-butanu do silniční cisterny ze stacionárního zásobníku zde došlo k úniku propan-butanu do ovzduší a jen zázrakem nedošlo k závažným zraněním a obětem na životech lidí, když se mrak propan-butanu podařilo izolovat od zdroje otevřeného ohně a došlo k jeho rozptýlení do atmosféry bez vzplanutí či výbuchu. Tato havárie pak jasně ukázala, že je potřeba, aby se této problematice věnovala větší pozornost. Při modelování této havárie byly zjištěny možné průběhy havárie za daných podmínek, stanoveno množství uniklé látky a závěrečná práce se stala podkladem pro jednání Bezpečnostní rady města Olomouce.

Aktuální potřeba vypracování analýz havarijních rizik s únikem nebezpečné látky do atmosféry se promítla do realizace této diplomové práce nejen prací a modelováním této havárie, ale zadáním dalších dvou analýz, a to hodnocení rizika mobilních zdrojů z hlediska dopravy, tedy analýza a hodnocení rizika u vozidel převážejících nebezpečné látky na území města, jejichž poslední aktualizace a analýza proběhla v roce 2001, a analýzu a hodnocení možného rizika havárií v objektu Zimního stadionu v Olomouci, kde je pro potřeby provozu stadionu skladován amoniak, přičemž studie z roku 2002 byla vyhotovena na jiné množství, než je aktuálně skladováno. Prvně jmenovaná analýza slouží jako aktualizace projektu AZER a pro další potřeby MmOl, práce týkající se vyhodnocení rizika možných havárií v objektu Zimního stadionu v Olomouci se stala podkladem pro přepracování Havarijního plánu ORP v části týkající se tohoto objektu.

Realizace časových analýz nad daty ze Systému řízení kvality ovzduší města Olomouce, spadající pod znečištění vod, ovzduší a životního prostředí, byla provedena jako ukázka možného využití dat z různého časového období. Vyhodnocení této analýzy probíhalo ve spolupráci s pracovníky Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, kteří jsou zpracovateli těchto dat pro zadavatele – Statutární město Olomouc.

Mapa rizikových objektů, která je posledním výstupem této diplomové práce, vznikla v potřeby znalosti aktuální situace na území města Olomouce.

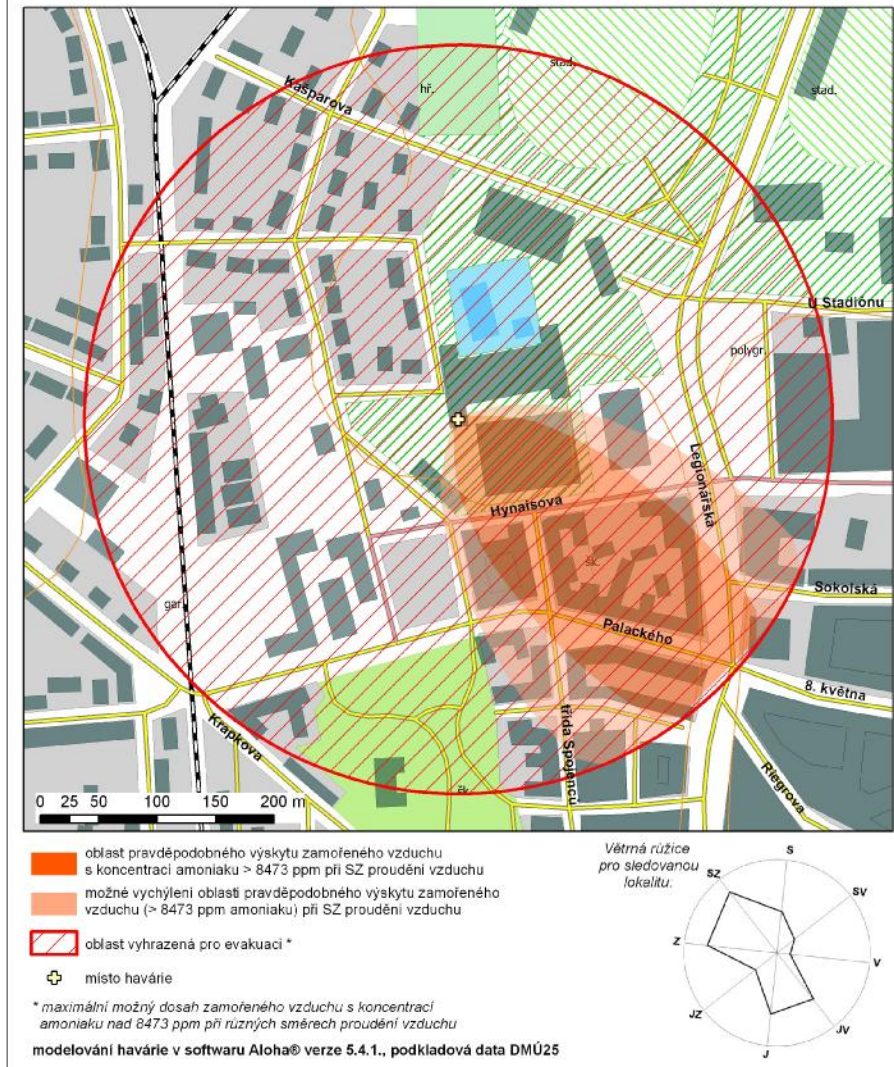
Ukázky výstupů jsou na obrázcích 1–3.



Obr. 1 – Výsledná vizualizace modelování havárie s únikem propan-butanu (vizualizace pravděpodobného rozsahu viditelného mraku mlhy, software ALOHA)

MODELOVÁNÍ MOŽNÉ HAVÁRIE S ÚNIKEM AMONIAKU DLE SCÉNÁŘE Z1

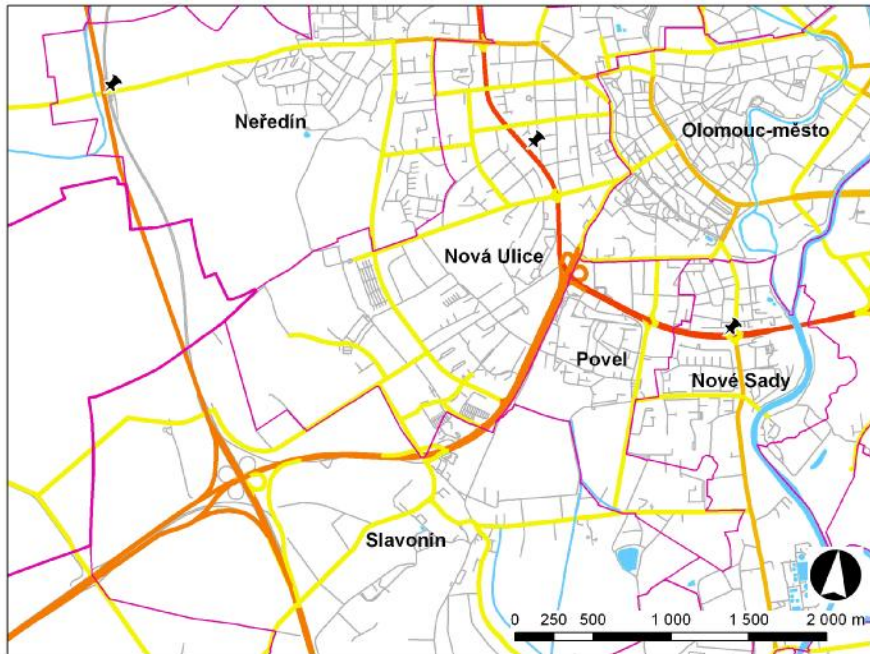
objekt Zimního stadionu v Olomouci, výpočet na data platná k 31. 3. 2009



Obr. 2 – Vizualizace jednoho ze scénářů možné havárie s únikem čpavku v objektu Zimního stadionu v Olomouci (software ALOHA, vizualizace ArcMap 9.2)

INTENZITA DOPRAVY - POČET VOZIDEL PŘEVÁŽEJÍCÍCH NEBEZPEČNÉ LÁTKY

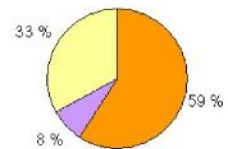
na sledovaných úsecích dopravního modelu Olomouce v roce 2008



Počet vozidel převážejících nebezpečné látky

- více než 150 vozidel za 24 hodin
- 100 - 150 vozidel za 24 hodin
- 50 - 100 vozidel za 24 hodin
- 0 - 50 vozidel za 24 hodin
- ostatní komunikace, kde není prováděno měření
- ★ stanoviště terénního průzkumu mobilních zdrojů v roce 2008
- vodní plochy
- vodní toky
- hranice města Olomouc
- hranice katastrálních území

PŘEDPOKLÁDANÁ STRUKTURA VOZIDEL



- nákladní vozidla převážející hořlavé látky
- nákladní vozidla převážející toxické látky
- nákladní vozidla převážející ostatní

Obr. 3 – Intenzita dopravy – počet vozidel převážejících nebezpečné látky

5 Závěr

Hlavní cíl práce – analýza a geovizualizace vybraných environmentálních rizik na území ORP Olomouc podle požadavků a potřeb Odboru ochrany Magistrátu města Olomouce byl splněn realizací tří ústředních částí diplomové práce, a to modelováním průběhu a hodnocením možného rizika u havárie s únikem propan-butanu v areálu firmy Tomegas s. r. o. v Olomouci dne 7. října 2008, modelováním možných následků havárie a hodnocením rizika v objektu Zimního stadionu v Olomouci a hodnocením rizika mobilních zdrojů z hlediska dopravy. K práci byla v souladu se zadáním využita data poskytnutá různými odbory Magistrátu města Olomouce, dostupná data z projektu AZER a pro další část práce – časovou analýzu environmentálních rizik v kategorii ovzduší i data z REZZO.

V průběhu realizace práce bylo čerpáno z tuzemských i zahraničních studií a materiálů, bylo osloveno velké množství odborníků, kteří se svými konzultacemi na práci podíleli. Spolupráce s OO MmOl byla velmi efektivní a výsledkem je skutečnost, že některé výstupy (přílohy diplomové práce) našly své uplatnění ještě před samotným odevzdáním a obhajobou této diplomové práce.

Práce zahrnuje kromě samotného modelování možných havárií a jejich geovizualizace i odborné analýzy z oblasti úniků nebezpečných látek do atmosféry a poskytuje tak i možný návod pro řešení podobné situace.

Součástí práce je i vyhodnocení dosažených výsledků a jsou zde zahrnuta případná doporučení. Ta se týkají jednak samotného nakládání s daty a jejich archivací v rámci MmOl, ale především konkrétních výstupů analýz, například potřeby přepracování Havarijního plánu ORP Olomouc v části týkající se objektu Zimního stadionu v Olomouci.

Práce by měla kromě praktického významu pro OO MmOl přinést ukázkou toho, jak lze dále pracovat s výstupy ze simulačních softwarů typu ALOHA v prostředí geografických informačních systémů. Měla by také ukázat na aktuální potřebu vypracovávání podobných analýz, protože např. Zimní stadion v Olomouci je pouze jedním z mnoha rizikových objektů v Olomouci a na výsledcích analýzy je vidět, že zjednodušená metodika stanovení rizikové zóny kolem takovýchto objektů v žádném případě nenahradí konkrétní fundované modelování. Problematice environmentálních rizik je potřeba věnovat obrovskou pozornost a geovizualizace jejich analýz je nejefektivnější způsob prezentace těchto informací laické i odborné veřejnosti.

Celá diplomová práce je k dispozici na internetových stránkách pod záštitou Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci na adrese <http://gislib.upol.cz/dprace/magisterske/vondrakova09/>.

Reference

1. *Dynamická geovizualizace v krizovém managementu* [online]. 2005-2009 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://geokrma.geogr.muni.cz/>>.
2. *Environmentální riziko* [online]. 2009 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://www.czp.cuni.cz/wiki/Environment%C3%A1ln%C3%AD_riziko>
3. *Zákon č. 240/2000 Sb.* [online]. [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://www.pravnipredpisy.cz/predpisy/ZAKONY/2000/240000/Sb_240000_-----_.php>
4. *ANALÝZA ZDRAVOTNÍCH A ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK VE MĚSTĚ OLOMOUCI*. Olomouc : Statutární město Olomouc, 1992. 107 s.
5. Laboratoř GIS, Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. *SYSTÉM ŘÍZENÍ KVALITY OVZDUŠÍ MĚSTA OLOMOUCE Zpráva*. Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D.; RNDr. Jan Bitta, Ing. Irena Pavlíková, Ing. Miroslav Umlauf. Ostrava : [s.n.], 2007. 57 s.
6. *List of environmental hazards* [online]. 2009 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_environmental_health_hazards>
7. Smith Keith: *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*, Edition: 4, Routledge, 2004, 306 s., ISBN 0415318033, 9780415318037
8. *Software ALOHA* [online]. 2008 [cit. 2009-02-15]. Dostupný z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/ALOHA_\(software\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/ALOHA_(software))>.
9. *Plán mimořádných opatření – Zimní stadion Olomouc*. Olomouc, 2009. 4 s. Magistrát města Olomouce. Výpis z Havarijního plánu ORP Olomouc.
10. ZAPLETAL, Radek. *Modelování následků a hodnocení rizika v objektu Zimního stadionu Olomouc*. Olomouc, 2002. 35 s. Magistrát města Olomouce. Odborná studie.
11. *Analýza zdravotních a environmentálních rizik ve městě Olomouci: Analýza a následná prioritizace zdrojů krátkodobého, tzv. havarijního rizika*. Odbor ochrany MmOl, VUT Brno, KHS Olomouc. Olomouc, 2002. 17 s.
12. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Technické podmínky*. Luděk Bartoš; Jan Martolos. Publikace schválená MD Ol – čj. 1086/07-910-IPK/1. Mariánské Lázně : Koura publishing, 2007. 50 s. ISBN 978-80-902527-7-6.
13. *Analýza zdravotních a environmentálních rizik ve městě Olomouci: Analýza a následná prioritizace zdrojů krátkodobého, tzv. havarijního rizika, Příloha č. 3 – Seznam mobilních zdrojů rizik, Mobilní zdroje rizik, průzkum v terénu*. Odbor ochrany MmOl, VUT Brno, KHS Olomouc. Olomouc, 2001. 70s.
14. VONDRÁKOVÁ Alena. *Analýza a geovizualizace environmentálních rizik*. Diplomová práce. Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Šťábová. Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geoinformatiky. Olomouc, 2009. 50 s.