

# **Využití SW nástroje PTV Visum ve vybraných oblastech krizového řízení**

Roman Suchl

---

Bakalářská práce  
2016



**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: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Roman Suchl**  
Osobní číslo: **L14310**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Ovládání rizik**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Využití SW nástroje PTV Vissum ve vybraných oblastech krizového řízení**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s teoretickými základy problematiky evakuace a modelování dopravního provozu. Seznamte se také se SW nástrojem PTV Vissum.
2. Navrhněte model dopravní situace na vybrané křižovatce. Model zpracujte pro potřeby využití při optimalizaci evakuace vybrané oblasti.
3. Otestujte model a výsledky zhodnoťte z pohledu jeho vhodnosti pro informační podporu evakuace.
4. Zhodnoťte využitelnost SW nástroje PTV Vissum pro krizové řízení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] FOLWARCZNY, L, POKORNÝ, J. Evakuace osob. 1. vyd. Ostrava: SPBI, 2006. 125 s. ISBN 80-86634-92-2.

[2] LAW, Averill M. Simulation modeling and analysis. 5. vyd. New York: McGraw-Hill Education, 2015. ISBN 978-1-259-25438-3.

[3] DLASK, Petr. Modelování při řízení, 1. vyd. Praha: Wolters Kluwer, 2011, 175 s. ISBN 978-80-7357-704-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jakub Rak**

Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce:

**5. února 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**9. května 2016**

V Uherském Hradišti dne 12. února 2016



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
*děkan*



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

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

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

V Uherském Hradišti 12.5.2016

  
.....  
podpis studenta



## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na možnosti využití softwarového nástroje PTV Visum pro potřeby krizového řízení, konkrétně pro oblast evakuace osob z ohroženého území. V teoretické části nalezneme základní informace potřebné pro představení problematiky ochrany obyvatelstva, evakuace i modelování a simulace. V praktické části pak vyzkoušíme možnosti, které program PTV Visum nabízí a nasimulujeme hned dvě evakuace ve městě Veselí nad Moravou.

Klíčová slova: Modelování, simulace, evakuace, PTV Visum

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis focuses on the possibilities of using software tool PTV Visum for crisis management, particularly in the area of evacuation of people from the endangered area. The theoretical part contains basic information necessary for understanding issues related to protection of the population, evacuation and modeling and simulation. In the practical part we will try out possibilities which program PTV Visum offers and we will simulate two examples of evacuations in Veseli nad Moravou

Keywords: Modeling, simulation, evacuation, PTV Visum

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce, panu Ing. Jakubu Rakovi za všechny jeho rady, nápady a doporučení, stejně jako za čas, který si pro vyslechnutí mých dotazů vždycky našel. Musím také poděkovat svým rodičům a přátelům, kteří mě při celém studiu podporovali a pomáhali mi.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 LEGISLATIVA</b> .....	<b>12</b>
1.1 ZÁKON Č. 320/2015 SB. ....	12
1.2 ZÁKON Č. 239/2000 SB. ....	12
1.3 ZÁKON Č. 240/2000 SB. ....	13
1.4 PŘEDPIS Č. 380/2002 SB.....	13
<b>2 OCHRANA OBYVATELSTVA</b> .....	<b>14</b>
2.1 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM.....	14
2.1.1 Hasičský záchranný sbor ČR .....	14
2.1.2 Zdravotnická záchranná služba ČR.....	15
2.1.3 Policie ČR .....	15
2.2 MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST .....	15
2.2.1 Rozdělení mimořádných událostí.....	16
2.3 KRIZOVÉ STAVY .....	16
2.3.1 Stav nebezpečí.....	16
2.3.2 Nouzový stav.....	17
2.3.3 Stav ohrožení státu .....	17
2.3.4 Válečný stav .....	17
<b>3 EVAKUACE</b> .....	<b>18</b>
3.1 ROZDĚLENÍ EVAKUACE .....	18
3.2 PLÁNOVÁNÍ EVAKUACE.....	19
3.3 PŘÍPRAVA EVAKUACE.....	19
3.4 PRŮBĚH EVAKUACE.....	20
<b>4 MODELOVÁNÍ A SIMULACE</b> .....	<b>21</b>
4.1 MODEL.....	21
4.2 SIMULACE .....	22
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>23</b>
<b>5 MĚSTO VESELÍ NAD MORAVOU</b> .....	<b>24</b>
5.1 VÝZNAMNÉ OBJEKTY MĚSTA PRO POTŘEBY EVAKUACE .....	24
5.2 HROZBY VE VESELÍ NAD MORAVOU .....	25
<b>6 PTV VISUM</b> .....	<b>26</b>
6.1 FUNKCE PTV VISUM.....	26
6.2 PŘÍPRAVA NETWORK MODELU .....	27
6.3 PŘÍPRAVA DEMAND MODELU .....	31
6.3.1 Demand model malé evakuace.....	31
6.3.2 Demand model evakuace celého města.....	33
6.4 SIMULACE EVAKUACE SÍDLIŠTĚ CHALOUPKY .....	34
6.5 SIMULACE EVAKUACE MĚSTA VESELÍ NAD MORAVOU.....	34
<b>7 ZHODNOCENÍ SIMULACÍ</b> .....	<b>35</b>



7.1	ZHODNOCENÍ SIMULACE EVAKUACE SÍDLIŠTĚ CHALOUPKY .....	35
7.1.1	Návrhy na zlepšení .....	37
7.1.2	Proveditelnost.....	38
7.2	ZHODNOCENÍ SIMULACE EVAKUACE MĚSTA VESELÍ NAD MORAVOU .....	38
7.2.1	Návrhy na zlepšení .....	39
7.2.2	Proveditelnost.....	41
<b>8</b>	<b>ZHODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI SW NÁSTROJE PTV VISUM PRO KRIZOVÉ ŘÍZENÍ.....</b>	<b>42</b>
8.1	FUNKCE PROGRAMU PTV VISUM .....	42
8.2	POUŽITELNOST PRO KRIZOVÉ ŘÍZENÍ .....	43
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>44</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>45</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>49</b>

## ÚVOD

Evakuace představuje pro oblast ochrany obyvatelstva sice jednu z neúčinnějších možností, zvláště když už se situace vyhrotí příliš. Její úspěšné provedení ovšem není jednoduchá záležitost. Je nutné evakuaci velmi dobře naplánovat a nanečisto i vyzkoušet. Bylo by ale velmi nákladné a složité provádět takováto cvičení ve skutečném světě.

Abychom minimalizovali náklady (jak přímo související s provedením evakuace, tak i nepřímé vyplývající například z ušlých zisků firem), je vhodné evakuaci simulovat za použití některého softwarového nástroje. V této práci pro tuto potřebu použijeme program PTV Visum. Je pravda, že je tento nástroj primárně určen pro logistickou činnost spíše v klidových stavech, přesto se ale můžeme přesvědčit, jakých výsledků můžeme s jeho pomocí dosáhnout při modelování a simulaci evakuace vybraného města nebo jeho části.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 LEGISLATIVA

Nejprve bude vhodné představit si nejdůležitější zákony, související s problematikou ochrany obyvatelstva či evakuace.

V první řadě tady máme známou trojici zákonů č. 320/2015 Sb. (Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky), č. 239/2000 Sb. (Zákon o integrovaném záchranném systému) a č. 240/2000 Sb. (Krizový zákon, Zákon o krizovém řízení).

Dále do kategorie našeho zájmu budou patřit: č. 380/2002 Sb. (Vyhláška Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva) a č. 247/2001 Sb. (Vyhláška Ministerstva vnitra o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany). Poslední jmenovaná vyhláška sem spadá spíše okrajově, neboť popisuje potup zřízení hasičské jednotky, jaké povinnosti taková jednotka má a dále co musí splňovat, ale problematiky evakuace, o kterou se nám v této práci jedná, se téměř nedotýká.

### 1.1 Zákon č. 320/2015 Sb.

Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů. Tento zákon nahrazuje starší zákon č. 238/2000 Sb. Zákon primárně pojednává o Hasičském záchranném sboru České republiky a jeho hlavním úkolu – chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi. Dále se Hasičský záchranný sbor ČR podílí na zajišťování bezpečnosti ČR plněním a organizováním úkolů požární ochrany, ochrany obyvatelstva, civilního nouzového plánování, integrovaného záchranného systému, krizového řízení a dalších úkolů, v rozsahu a za podmínek stanovených tímto zákonem a jinými právními předpisy. [1]

### 1.2 Zákon č. 239/2000 Sb.

Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. Tento zákon vymezuje integrovaný záchranný systém, stanovuje jeho složky a jejich působnost a povinnosti. Dále ukládá státním orgánům a orgánům územních samosprávních celků a některým právnickým a fyzickým osobám práva a povinnosti související s přípravou na mimořádné události, se záchrannými a likvidačními pracemi a s činnostmi po dobu vyhlášeného krizového stavu. [2]

### **1.3 Zákon č. 240/2000 Sb.**

Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů, obecně nazývaný krizový zákon. Jak již název napovídá, zákon stanovuje působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávních celků při přípravě na krizové situace, stejně tak i při jejím průběhu. Tyto práva a povinnosti se mohou vztahovat i na některé právnické a fyzické osoby.

Zákon také vymezuje některé pojmy související s touto problematikou, jako například krizové řízení, krizové situace, kritická infrastruktura a podobně. [6]

### **1.4 Předpis č. 380/2002 Sb.**

Vyhláška Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. V první části popisuje postup při zřizování různých zařízení civilní ochrany, ve druhé a ve třetí části pak způsob informování občanů o případném ohrožení, a to jak po technické stránce, tak po obsahové.

Pro naše potřeby je velmi zajímavá část čtvrtá, která poměrně podrobně vysvětluje pojem evakuace, její plánování a náležitosti, stejně jako povinnosti orgánů, které evakuaci zařizují. V dalších částech jsou pak vysvětlené postupy při poskytování úkrytů a prostředků individuální ochrany a požadavky ochrany obyvatelstva na územní plánování. [10]

## 2 OCHRANA OBYVATELSTVA

Pojem „Ochrana obyvatelstva“ byl zaveden do našeho právního systému zákonem č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a je definován takto: „Ochranou obyvatelstva se rozumí plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku.“ [2] Zákon dále představuje integrovaný záchranný systém a určuje jeho složky, jejich povinnosti a také jsou zde vysvětlené krizové stavy.

### 2.1 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém úzce souvisí s ochranou obyvatelstva, neboť jeho složky zajišťují nepřetržitý dohled nad celým územím státu a mají na starost preventivní činnost pro zabránění mimořádných událostí. Jakmile však nějaké taková událost nastane, je povinností IZS provést záchranné a později i likvidační práce.

Základními složkami IZS jsou Hasičský záchranný sbor České republiky, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, poskytovatelé záchranné služby a Policie České republiky. Dále mezi něco patří tzv. ostatní složky IZS. Jedná se o vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, orgány veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím. Tyto složky poskytují při záchranných a likvidačních pracích plánovanou pomoc na vyžádání. [2]

#### 2.1.1 Hasičský záchranný sbor ČR

Hasičský záchranný sbor se, jak již bylo uvedeno v první kapitole, řídí zákonem č. 320/2015 Sb. o hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů.

Primárním úkolem HZS ČR je chránit životy a zdraví obyvatel, stejně jako ochraňovat majetek před požáry a poskytovat pomoc při mimořádných událost. Dále se HZS ČR podílí na činnostech, jako je civilní nouzová připravenost, požární prevence, ochrana obyvatelstva a krizové řízení. [3]

Jak vyplývá z předchozích řádků, je HZS ČR ve své činnosti velmi všestranný. Kromě své „běžné“ činnosti (tedy likvidace požárů), jsou tyto jednotky nasazovány při téměř všech mimořádných událostech, ať už se jedná o únik nebezpečné chemické látky, povodně či o dopravní nehody s únikem paliva. Je také obvyklé, že ve většině případů zásahu integrovaného záchranného systému velí příslušník HZS.

### **2.1.2 Zdravotnická záchranná služba ČR**

Zdravotnická záchranná služba ČR se řídí zákonem č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě a zákonem č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování. [3]

Zdravotnická záchranná služba je zdravotní služba, která na základě tísňové výzvy poskytuje zejména přednemocniční neodkladnou péči osobám se závažným poraněním či osobám v přímém ohrožení života. [4]

Při mimořádné události je úkolem ZZS ČR poskytnout rychlou a neodkladnou zdravotní pomoc poraněným osobám a pak zajistit převoz pacientů dostupnými prostředky do nemocničních zařízení.

### **2.1.3 Policie ČR**

Policie ČR je jednotný ozbrojený bezpečnostní sbor, který se řídí zákonem č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky.

Tento orgán IZS slouží veřejnosti. Jeho hlavním úkolem je chránit bezpečnost osob a majetku a veřejný pořádek. Dále má předcházet trestné činnosti, plnit úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti podle platných zákonů. [5]

Působnost Policie ČR při mimořádné události je spíše podpůrná, ale rozhodně nezanedbatelná. Může například provádět odklání dopravy z ohroženého místa, bránit ve vstupu do uzavřené oblasti nebo přímo asistovat jiným složkám IZS.

## **2.2 Mimořádná událost**

Za mimořádnou událost se považuje škodlivé působení jevů, ať již člověkem vyvolaných, nebo způsobených přírodními vlivy. Může se také jednat o havárie ohrožující život, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Na zvládnutí mimořádných událostí je potřeba, aby IZS provedl záchranné a likvidační práce. [3]

Mimořádná událost může přerůst do krizové situace, tedy do stavu nebezpečí, nouzového stavu nebo stavu ohrožení státu. Krizovým stavům bude věnována vlastní část.

### 2.2.1 Rozdělení mimořádných událostí

Podle výše uvedených kritérií můžeme mimořádné události rozdělit na tři skupiny:

- MU vyvolané činností člověka; tuto skupinu bychom mohli dále rozdělit na MU vyvolané člověkem úmyslně a na MU zapříčiněné z nedbalosti.
- MU vyvolané přírodními vlivy; typickými příklady mohou být povodně, zemětřesení, prudký vítr, aj.
- Havárie; ty můžeme dále rozdělit na havárie dopravní, průmyslové, ekologické a ostatní.

## 2.3 Krizové stavy

Podle zákona č. 240/2000 se krizovou situací rozumí taková mimořádná událost, která vede k narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při němž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. [6] Jednoduše můžeme říct, že krizový stav je vyhlášen, jestliže se mimořádná událost ve svých projevech nebo ve svém rozsahu rozšíří.

Různé krizové stavy mohou vyhlásit různé authority, vždy však jen na určitou dobu a na určité území. Výjimkou je stav ohrožení státu a válečný stav, přičemž oba se vyhláší na neomezenou dobu a mohou být aplikovány na celé území České republiky.

### 2.3.1 Stav nebezpečí

Stav nebezpečí se může vyhlásit jako bezodkladné opatření, jsou-li ohroženy životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Vyhláší se, jestliže vzniklá nepříznivá situace nejde zvládnout běžnou činností správních úřadů, orgánů krajů a obcí, složkami IZS nebo subjekty kritické infrastruktury, zároveň ale situace nedosahuje intenzity ohrožení značného rozsahu. [6]

Tento stav vyhláší hejtman kraje (či primátor hlavního města) s uvedením důvodu. O vyhlášení stavu nebezpečí neprodleně informuje vládu, ministerstvo vnitra, sousední kraje i další kraje, které by mohli být touto událostí dotčeny. Stav nebezpečí je vyhlášen na celé území kraje, nebo jen jeho část a to maximálně na dobu 30 dnů. Prodloužit trvání lze jen se souhlasem vlády.

Stav nebezpečí podrobně popisuje zákon č. 240/2000 Sb.



### 2.3.2 Nouzový stav

Nouzový stav se může vyhlásit v případě živelních pohrom, ekologických nebo průmyslových havárií, nehod nebo v případě jiného nebezpečí, které ve značném rozsahu ohrožuje životy, zdraví nebo majetkové hodnoty anebo vnitřní pořádek a bezpečnost. [7]

Nouzový stav vyhláší Vláda ČR, popřípadě předseda vlády, hrozí-li nebezpečí z prodlení. Pokud jej vyhlásí předseda, musí jeho rozhodnutí vláda do 24 hodin schválit, nebo zrušit. O vyhlášení tohoto stavu je neprodleně informována Poslanecká sněmovna (která také může rozhodnutí zrušit). Nouzový stav se může vztahovat na celé území ČR, nebo jen na část, maximálně po dobu 30 dnů. Trvání nouzového stavu je možné prodloužit pouze se souhlasem Poslanecké sněmovny.

O nouzovém stavu pojednává čl. 5 ústavního zákona č. 110/1998 Sb.

### 2.3.3 Stav ohrožení státu

Stav ohrožení státu se vyhlásí, je-li bezprostředně ohrožena svrchovanost státu nebo územní celistvost státu anebo jsou-li ohroženy demokratické základy státu. [7]

Přijetí stavu ohrožení státu je podmíněno souhlasem nadpoloviční většiny všech poslanců a souhlasu nadpoloviční většiny všech senátorů. [7] Tento stav se opět vyhláší na část území, nebo i na celý stát, ovšem oproti předchozím krizovým stavům jeho doba trvání není omezena.

Zajímavostí může být, že stav ohrožení státu zatím nebyl na území České republiky nikdy vyhlášen.

Informace o tomto krizovém stavu můžeme nalézt v čl. 7 ústavního zákona č. 110/1998 Sb.

### 2.3.4 Válečný stav

Tento krizový stav je vyhlášen v případě napadení České republiky vnějším agresorem nebo v případě, kdy je potřeba plnit mezinárodní smluvní závazky o společné obraně. [3]

Pravomoc vyhlásit válečný stav přísluší Parlamentu ČR, který také rozhoduje o účasti České republiky v obranných systémech mezinárodní organizace (například NATO). K přijetí válečného stavu je potřeba nadpoloviční většiny všech poslanců a souhlasu nadpoloviční většiny všech senátorů. [8]

Další informace o tomto stavu jsou uvedeny ve 43. článku ústavního zákona č. 1/1993 Sb.

### 3 EVAKUACE

Evakuací se rozumí přemístění osob, zvířat, předmětů kulturní hodnoty, technického zařízení, případně strojů a materiálu k zachování nutné výroby z ohroženého území. Provádí se do míst, kde je zajištěno pro evakuované obyvatelstvo náhradní ubytování a stravování, pro zvířata ustájení a pro věci prostor k uskladnění. [9]

Evakuace představuje mimořádně účinný způsob ochrany obyvatelstva před nepříznivým vlivem mimořádné události, ovšem její správné provedení může být problematické.

#### 3.1 Rozdělení evakuace

Evakuace objektová: evakuace prováděná v rámci jednoho, či jen několika málo objektů, obytných domů, či jiných budov.

Evakuace plošná: evakuace prováděná v celé oblasti, zahrnující větší komplex budov či územních prostor.

Evakuace krátkodobá: při které se počítá s návratem evakuovaných osob zpět do několika hodin a není pro ně zabezpečováno náhradní ubytování, ale jen nouzové přežití.

Evakuace dlouhodobá: už při provádění evakuace je jasné, že evakuované osoby se do svých domovů nebudou moci vrátit dříve než za 24 hodin. V takovémto případě je pro postižené osoby připravováno náhradní ubytování a opatření k nouzovému přežití.

Evakuace přímá: prováděná bez předchozího ukrytí osob.

Evakuace po předchozím ukrytí: obyvatelstvo se v postižené oblasti nejdříve ukryje v úkrytech (ať už improvizovaných, či stálých) a k evakuaci dojde až poté, co opadne prvotní ohrožení (například se sníží koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu).

Evakuace samovolná: evakuace není řízena. Obyvatelé opouští nebezpečný prostor po obdržení varování podle svého vlastního uvážení.

Evakuace řízená: tato evakuace je řízena zodpovědnými orgány a osoby v oblasti jsou evakuovány buď pěšky, vlastními dopravními prostředky nebo prostředky hromadné dopravy. [20]

### 3.2 Plánování evakuace

Naplánování evakuace je dosti obtížný proces, pokud je ale zvládnut, významně snižuje výskyt neočekávaných událostí při jejím samotném provádění. Je také velmi vhodné evakuaci nejen naplánovat, ale také její průběh otestovat při nějakém předchozím cvičení.

Podle vyhlášky Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb. se evakuace plánuje pro řešení mimořádných událostí třetího nebo zvláštního stupně poplachu, ze zón havarijního plánování jaderných zařízení a objektů nebo zařízení s nebezpečnými chemickými látkami a v rámci povodňové ochrany. [10]

Plán evakuace musí splňovat jistá specifika. V první řadě je samozřejmě nutné určit evakuační prostory a pořadí jejich evakuace, vybrat vhodné evakuační trasy s dostatečnou propustností, zajistit potřebné dopravní prostředky a zabezpečit činnost evakuačních a přijímajících středisek, míst nouzového ubytování spolu s podmínkami pro ubytování evakuovaného obyvatelstva. Vytyčená střediska musí být vybavena patřičným označením a musí mít k dispozici podklady pro provedení příjmu osob. Je také nutné mít během evakuace přehled o aktuální propustnosti vybraných evakuačních tras, na což obvykle dohlíží Policie ČR. [9]

V evakuačním plánu nesmí chybět ani příprava postupu informování osob v zasažené oblasti a psychologická příprava těchto osob před a v průběhu evakuace. [10]

### 3.3 Příprava evakuace

Před samotnou evakuací je nutné provést její přípravu. Obyvatelstvo v zasaženém území (nebo v území, které by mohlo být mimořádnou událostí zasaženo) musí být o této skutečnosti informováno a musí si připravit evakuační zavazadlo. [20]

Opuštění míst ohrožených mimořádnou událostí se plánuje do 48 hodin, v oblastech se zvýšenou hustotou zalidnění, jako jsou třeba sídelní aglomerace, se ale tato doba protáhne až na 72 hodin. [10] Samozřejmě, s těmito normami můžeme počítat jen v případě, že o blízkém ohrožení víme s dostatečným předstihem (příkladem může být prognóza povodně). V případě, kdy o hrozícím nebezpečí dopředu nevíme, nebo jej nemůžeme s dostatečnou přesností předpovídat, je evakuace vyhlášována v nejkratších možných lhůtách.

### 3.4 Průběh evakuace

Evakuace se vztahuje na všechny osoby v místě ohroženém mimořádnou událostí s výjimkou osob, které se budou podílet na záchranných pracích, na řízení evakuace, nebo budou vykonávat jinou neodkladnou činnost. Přednostně jsou evakuovány následující skupiny obyvatelstva:

- děti do 15 let,
- pacienti ve zdravotních zařízeních,
- osoby v sociálních zařízeních,
- osoby zdravotně postižené,
- doprovod pro výše uvedené osoby. [20]

## 4 MODELOVÁNÍ A SIMULACE

Modelování nejrůznějších situací, objektů nebo předmětů bylo odedávna často používaným prostředkem pro usnadnění všemožných rozhodovacích procesů. Ovšem dříve hojně používané fyzické modely jsou v současné době často nahrazovaný (nebo obvykle aspoň doplňovaný) modely vytvořenými za pomoci výpočetní techniky, tedy modely virtuálními.

Jedním z hlavních důvodů, proč je modelace a simulace ve většině případů výhodněji provozována na počítačích jsou často výrazně nižší náklady. Tato skutečnost se velmi projeví zvláště u modelů rozsáhlejších systémů (jako je třeba právě řízení a sledování dopravního provozu). Zatímco ve virtuálním světě nám stačí zaplatit poskytovatele patřičného softwaru a několik IT specialistů, ve skutečném světě je problém prakticky neřešitelný z důvodu jeho rozsahu a případných nákladů na jeho realizaci. [12]

Samozřejmě existují obory, ve kterých se spíše vyplatí vytvoření modelu fyzického (často ve formě prototypu) nebo obě možnosti kombinovat. Právě využití obou přístupů může být velmi přínosné například při konstrukci nového závodního vozu, kdy se nejprve jednotlivé části i celek vymodelují a od simulují virtuálně a až pak se vytváří modely samotného vozidla (nebo jeho částí) pro potřeby skutečného testování (například v aerodynamickém tunelu).

Pro potřeby naší práce se budeme zaměřovat převážně na modely virtuální, zvláště kvůli potřebám praktické části. Možnost využití fyzických modelů či simulací bude zmíněna spíše okrajově.

### 4.1 Model

Podstatou modelování je vytvoření modelu, čili jakési napodobeniny zkoumaného objektu. Můžeme mluvit o modelu fyzickém, tedy takovém, který je vytvořený ve skutečném světě z nějakých materiálů. Takovýto model může být například zmenšený nebo zjednodušený, abychom si usnadnili práci s jeho vytvářením a, mimo jiné, i snížili náklady.

Poněkud oficiálněji můžeme říct, že model je definován jako zjednodušená forma zobrazení důležitých částí zkoumaného úseku reality. Model je sestaven podle určitých pravidel, která dovolují napodobit chování a vlastnosti zobrazené reality. [11]

Model ve virtuálním světě představuje, vlastně jakousi rovnici či soustavu rovnic, které popisují požadovaný model způsobem srozumitelným pro počítač, který jej bude zpracovávat. Takto popsaný model je poté možné zkonstruovat, stále ještě virtuálně, do 3D modelu, který

si můžeme zobrazit na obrazovce. Za předpokladu, že máme k dispozici talentované modeláře a dostatečně kvalitní software, můžeme tímto způsobem vytvořit velmi přesný a detailní model za zlomek ceny, kterou bychom vynaložili na modelování daného objektu v reálu.

Virtuální model jde také snadněji upravovat. Pokud bychom chtěli něco změnit na modelu fyzickém, musíme jej často vlastně celý vytvořit znovu.

Fyzický model má ale také své přednosti. Může být vhodné jej vytvořit jako jakýsi zkušební produkt. Můžeme si tím ověřit, že naše výrobní linka, která má modelovaný výrobek později vyrábět, jej skutečně umí bez problémů vytvořit. Vyrobení funkčního prototypu nám navíc definitivně potvrdí, že jsme při virtuálním modelování na nic skutečně nezapomněli a že je vše tak, jak má.

## 4.2 Simulace

Simulace určité situace je vlastně přímým pokračováním modelování. Zatímco při modelování tvoříme jistý objekt či reálii, tak při simulaci s tímto objektem pracujeme a zkoušíme, jaké má vlastnosti a zdali se chová tak, jak chceme.

Simulace je výzkumná metoda, jejíž podstata spočívá v tom, že zkoumaný dynamický systém nahradíme jeho modelem a s ním provádíme experimenty, jejichž cílem je získat informaci o původním zkoumaném systému. [12]

Jedním z nejjednodušších příkladů modelování a simulace může být malíř, který si nejdříve připraví malé množství barvy (model) a poté jej vyzkouší, zdali má skutečně požadovaný odstín (simulace). Naopak k těm nejsložitějším simulacím jsou zapotřebí výkonné počítače. Takovým příkladem může být modelování a simulace nejrůznějších kosmických objektů a jejich interakce.

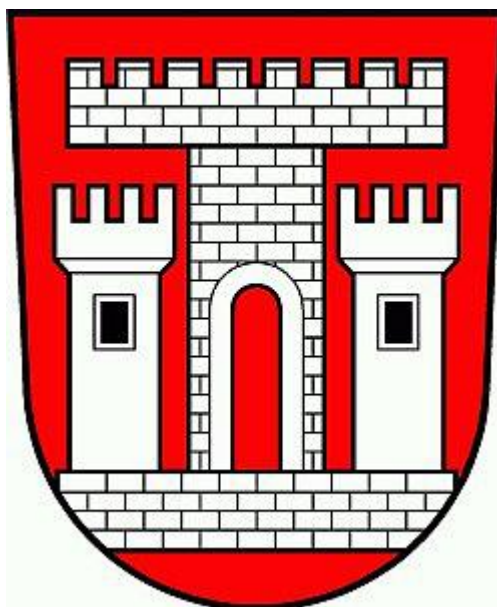
Nemůžeme nic simulovat, pakliže nemáme vytvořený patřičný model; model, na kterém nebyly provedené žádné simulace, zase neobsahuje žádnou výpovědní hodnotu. Jak je vidno, oba pojmy jsou spolu velmi provázané.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 MĚSTO VESELÍ NAD MORAVOU

Město Veselí nad Moravou představuje obec s rozšířenou působností Jihomoravského kraje, bývalý okres Hodonín. Leží v jihovýchodní části kraje, přímo na hranicích s krajem Zlínským. Počet obyvatel byl Českým statistickým úřadem odhadnut na 11 287 osob (ke dni 1. ledna 2016). [13] Zhruba polovina obyvatel žije v některém ze sídlišť:

- Hutník (3588 obyvatel),
- Chaloupky (1221 obyvatel),
- Lány (507 obyvatel),
- Kovářská (426 obyvatel).



Obr. 1: Znak Veselí nad Moravou [17]

Jak již samotný název města napovídá, obcí protéká řeka Morava, přičemž větší část města (jak počtem obyvatel, tak rozlohou) se nachází na východním břehu. Městem také protéká Baťův kanál.

Veselí nad Moravou představuje významnou křižovátku jak silniční, tak železniční dopravy. Kromě středu města patří k obci dvě místní části: Milokoš' a Zarazice, východně respektive západně od centra. Katastrální výměra je 35, 69 km<sup>2</sup>. [13]

### 5.1 Významné objekty města pro potřeby evakuace

Ve městě se nacházejí tři základní školy (ZŠ a MŠ Hutník, Církevní ZŠ ve Veselí nad Moravou a ZŠ Kollárova). První jmenovaná škola má nejvíce (asi 400) žáků [14], na pomyslném



druhém místě se nachází Církevní ZŠ se svými 378 žáky [15]. ZŠ Kollárova má odhadem kolem 160 žáků. Dále zde můžeme najít SOŠ ekonomickou a SOU Veselí nad Moravou, Základní Uměleckou Školu a několik mateřských škol.

Pro potřeby evakuace je vhodné také zmínit polikliniku s oddělením pro dlouhodobě nemocné.

Tyto objekty by v případě potřeby byly evakuovány přednostně. Jsou také samostatně zanesené v modelu jako samostatné zóny.

## 5.2 Hrozby ve Veselí nad Moravou

Portál krizového řízení Jihomoravského kraje KRIZPORT identifikoval ve městě Veselí nad Moravou tyto hrozby:

Ohrožující objekt	Charakter ohrožení	Nebezpečná látka	Ohrožených osob
Řeka Morava	povodeň, led	voda	52
ČS PHM ZAGRIS	požár, únik RP	benzín, nafta	>100
LPG, Ing. J. Slezák	požár, únik RP, výbuch	benzín, nafta, LPG	>100
ČS PHM ČSAD Hodonín a.s.	požár, únik PR	benzín, nafta	>100
ČS PHM SÚS JMK	požár, únik RP	nafta	20
ČS PHM ZD Veselan	požár, únik RP	nafta	25
ČS PHM Z-Group Steel Holding a.s.	požár, únik RP	nafta	12
ČS PHM VHS Plus	požár, únik RP	nafta	6
Ferromet Group s.r.o.,	požár, výbuch	technické plyny	-
ČS PHM UNICORN	požár, únik RP	benzín, nafta	>100
Depo ČD	požár, únik RP	nafta, LTO	20
ZD Veselan	vet.nákaza	prasata	30/11971
Koupaliště Veselí n. Mor.	únik NCHL	NaClO, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-

Tab. 1 Identifikované hrozby ve Veselí nad Moravou [18]

## 6 PTV VISUM

PTV Visum je software pro analýzu dopravního provozu, jeho předpověď a zpracování dat z GIS. Program zvládá modelovat i velmi složité dopravní situace s množstvím cest a křižovatek.

PTV Group, výrobce PTV Visum, vytváří

PTV Visum spadá do rodiny dalších logistických programů společnosti PTV Group, se kterými dokáže komunikovat a sdílet výsledky své práce. Společnost PTV Group se pohybuje na trhu programů a konzultačních služeb souvisejících s transportem osob i materiálu, logistiky a geomarketingu. Své výrobky dodává do více než 100 zemí. [16]

Primárně slouží k získávání relevantních informací vhodných pro plánování logistiky transportu či zásobování. Jeho využitelnost pro krizové řízení bude zhodnoceno podle výsledků této práce.

### 6.1 Funkce PTV Visum

Visum vytváří makroskopický transportační model, který v sobě kombinuje soukromou (PrT = private transport) i veřejnou dopravu (PuT = public transport). Program nám dále umožní vytvořit modely poptávky (demand model), síťový model (network model) a dopadový model (impact model).

Network model seskládá v podstatě z nabídky dopravních systémů. Používá různé dopravní zóny, uzly a zastávky veřejné dopravy i s jejich trasami a tabulkami jízdních řádů. Výsledkem by měl být model všech možných způsobů dopravy v oblasti našeho zájmu.

Demand model sestává z dat vyplívajících z poptávky po transportu. Podle zadaných údajů nám umožní odhadnout a předpovědět chování skupin lidí v takovémto prostředí s různorodými požadavky a možnostmi.

Impact model potom vezme výsledky obou předchozích modelů a spojí je do jednoho podle určitých kritérií. Právě tento model primárně slouží pro konečnou analýzu očekávané dopravní situace vyplívající z dat použitých při konstrukci předešlých modelů. Umožní nám odhadnout chování osob v dané situaci, předpovídá množství dopravy na silnicích, vytíženost hromadné dopravy. Dále se tyto výsledky mohou použít také pro analýzu ceny přepravy po určité trase nebo ekologické dopady vytvořené dopravní situace.

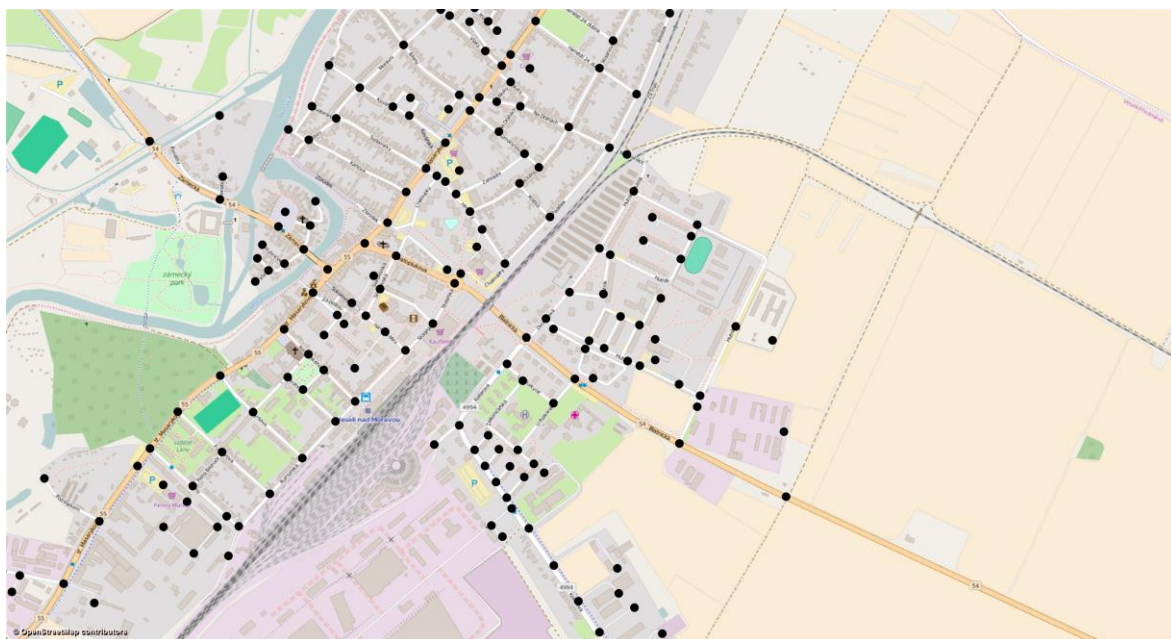
Vypočtené hodnoty pak mohou být zobrazeny tak ve formě tabulky, tak graficky za použití patřičného mapového podkladu. [20]

Výhodou vytvoření dvou samostatných modelů (demand a network model) a teprve poté jejich následné zpracování do impact modelu je to, že nám tento přístup umožňuje snadno měnit výchozí zadání. Stačí nám k tomu upravit vstupní hodnoty demand nebo network modelu a impact model provede opravu svých výpočtů podle nových dat.

## 6.2 Příprava network modelu

Příprava network modelu se sestávala z několika částí.

Prvním krokem bylo vytvoření jednotlivých uzlů. Tyto uzly musely být umístěny na každou křižovatku a odbočku – prostě kdekoliv, kde se cesty budou rozdělovat. Dále bylo nutné umístit uzly na všechna místa, kde by cesta měla končit. Důvodem je možnost vytvářet spojení vždy jen mezi dvěma uzly.



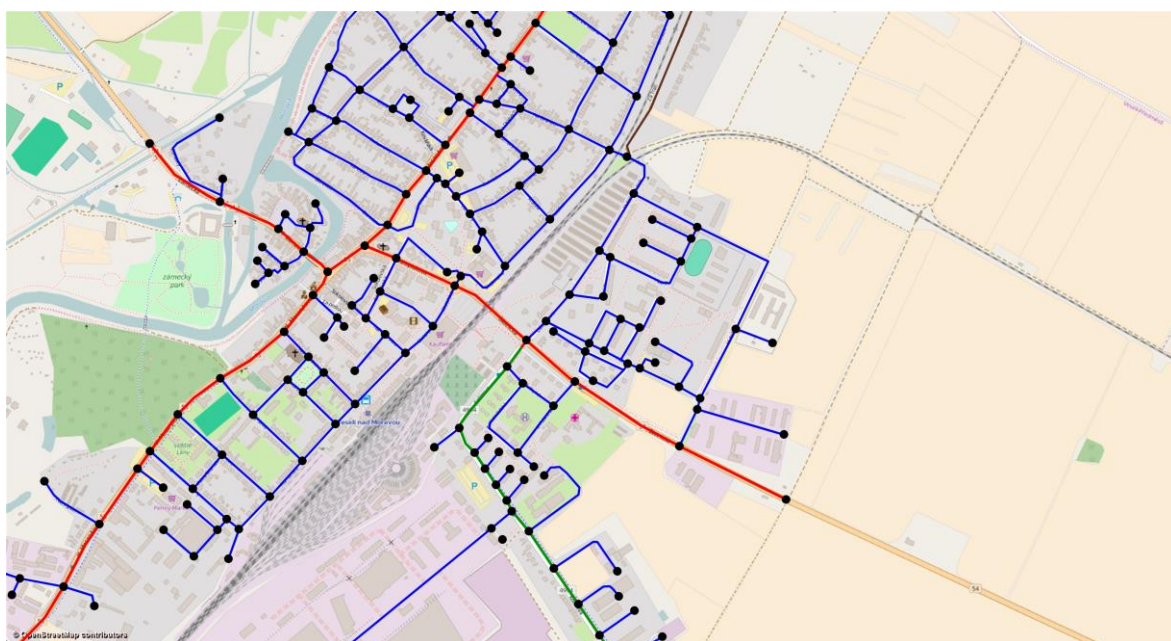
Obr. 2 Uzly

Druhým krokem bylo propojení jednotlivých uzlů pomocí spojení, které znázorňuje dopravní komunikaci. Pro větší přesnost je nutné, aby modelované spojení co nejvěrněji kopírovalo tvar skutečné silnice v daném místě. Tímto způsobem získáme přesnější odhad reálné délky trasy mezi jednotlivými uzly, místo pouhé vzdálenosti vzdušnou čarou.

Během tvorby spojení mezi uzly bylo také nutné rozlišovat, jakou komunikaci budeme znázorňovat. Je jasné, že hlavní silnice dovozuje plynulejší provoz než cesta vedoucí skrze nějakou vedlejší ulici. Pro tyto potřeby jsem se zprvu rozhodl rozlišovat dva druhy spojení, které jsem ale později rozšířil na celkem čtyři. Toto rozdělení bude popsáno v níže uvedené tabulce. Každou kategorii jsem definoval podle očekávané reálné maximální rychlosti – po hlavní silnici je skutečně možné plynule jed 50 km/h, zatímco ve vedlejší ulici není bezpečné jezdit rychleji, než 35 km/h. Dále jsem rozlišil silnici vedoucí z Veselí do obce Kozojídky, která sice podle mapového podkladu spadá do silnice třetí třídy, ovšem jízda nejvyšší povolenou rychlostí je, podle mého názoru, bezpečně možná. Posledním typem je polní cesta vedoucí z ulice Za Tratí směrem do Milokoště, u které předpokládám, že ji využijí zvláště obyvatelé této ulice – zde jsem rychlost omezil na 30 km/h a zakázal zde pohyb autobusů.

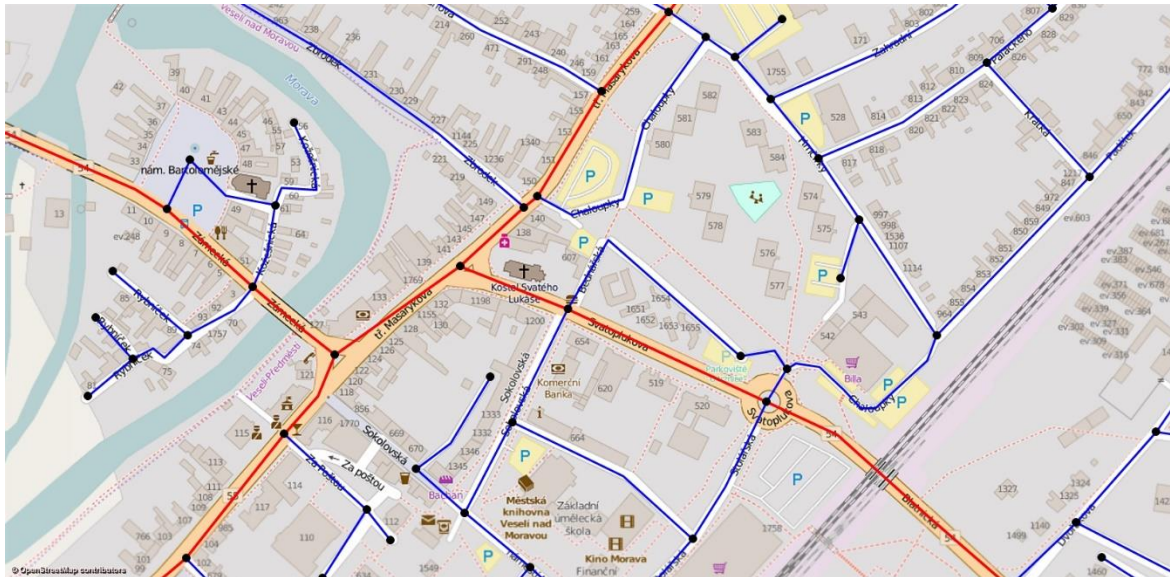
Označení	Typ	Omezení
Hlavní cesta	1	50 km/h
Vedlejší cesta	2	35 km/h
Polní cesta	3	30 km/h, ne autobusy
Silnice třetí třídy	4	50 km/h

Tab. 2 Druhy spojení



Obr. 3 Spojení a uzly

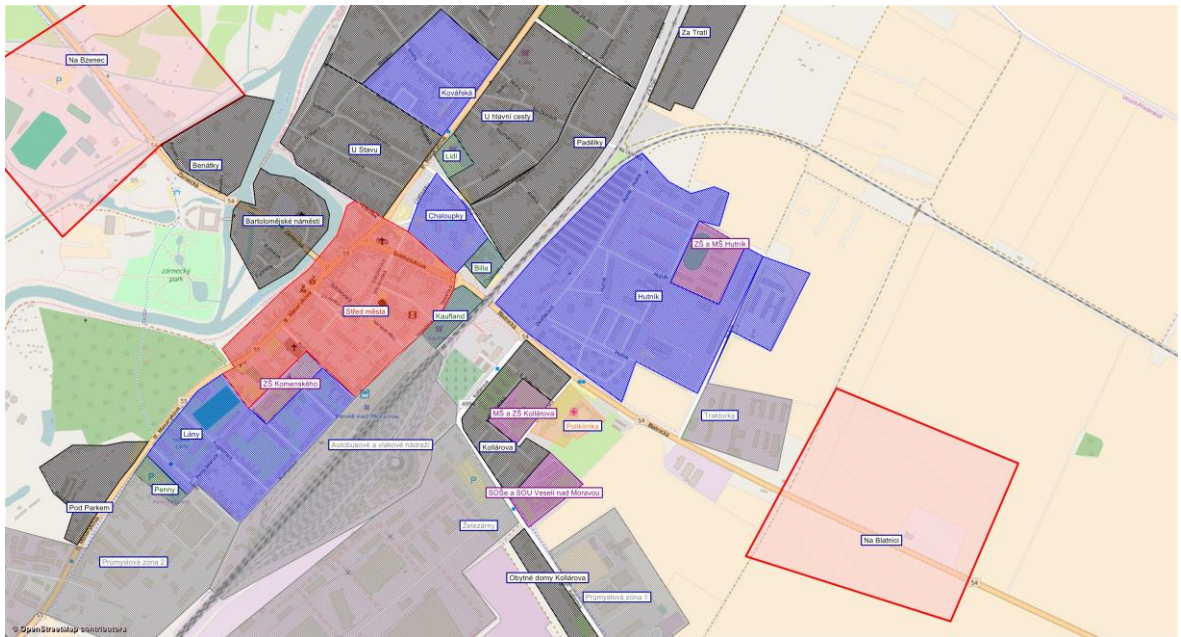
Dalo by se uvažovat, že dělení druhů spojení na čtyři skupiny je poněkud nadbytečné. Obzvláště zeleně vyznačené (typ 4) spojení nemá v rámci modelu žádné rozdíly oproti typu 1. Toto rozlišení bylo ovšem použito spíše jako ukázka možností programu.



Obr. 4 Spojení a uzly - střed města

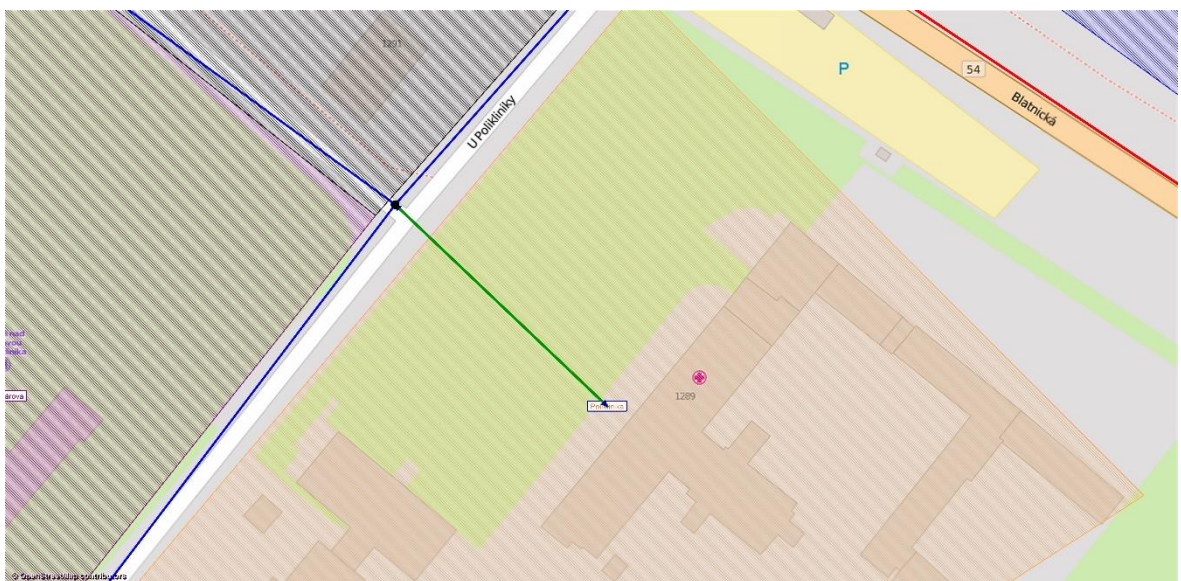
Třetím krokem přípravy network modelu byla modelace zón. V programu PTV Visum představují zóny jakési body (nebo spíše oblasti) zájmu. Mohou znázorňovat jak sídliště, tak třeba nákupní nebo průmyslové zóny, kam se lidé chtějí dopravit. V našem případě jsem se rozhodl vytvořit opět několik druhů zón, konkrétně rozlišuji:

- Sídliště (Hutník, Chaloupky, Lány a Kovářská), označené modře,
- řady domů podle významnějších ulic, označené černě,
- centrum města (kde se nacházejí převážně obchody a služby), označené červeně,
- školy a školky, označené fialově,
- polikliniku, označenou oranžově,
- průmyslové oblasti, označené šedou barvou,
- únikové cesty z města, označené červeným orámováním.



Obr. 5 Zóny

Poslední částí bylo vytvoření konektorů, tedy přípojných bodů spojujících zóny s uzly na cestě (což nám umožní „přesouvat“ obyvatele ze zóny do dopravních prostředků) a navržení zastávek veřejné dopravy. Ovšem, na rozdíl od běžné městské přepravy, v našem případě uvažujeme evakuační autobusy, které tak docela nejedí od zastávky k zastávce. Naše linky „veřejné“ dopravy mají pouze dvě zastávky – shromažďovací bod a únikovou cestu z města. Konektory obvykle nejsou vidět, na následujícím obrázku byl proto zvýrazněn zelenou barvou



Obr. 6 Spojení zóny Poliklinika skrze konektor

### 6.3 Příprava demand modelu

Vytvoření demand modelu se v našem případě poněkud vymyká obvyklému způsobu. Důvodem je opět potřeba modelovat trochu jiné podmínky, než za běžných okolností.

V průběhu práce jsem se na základě konzultace s vedoucím práce, Ing. Rakem, rozhodl připravit si hned dva demand modely pro dvě rozdílné situace.

Teoretický postup je ale vždy shodný: do matic Public Transport a Private Transport zaneseme potřebná data. Tyto data jednak vycházejí z několika dokumentů o dopravní situaci ve městě (ve kterých je odhadován počet vozidel projíždějících městem), jednak ze znalosti počtu osob, které budou z oblasti evakuovány a odhadu toho, kolik z nich využije svůj dopravní prostředek, a kolik bude evakuováno připravenými autobusy. Obě tyto hodnoty jsou upraveny na tzv. jednotkové vozidlo.

Jednotkové vozidlo představuje něco jako „průměrné“ vozidlo, které na silnici střetneme. Můžeme si jej představit jako klasický pětidveřový automobil. Vozidla, která jsou v reálu větší, pomalejší nebo méně obratnější (například nákladní automobily, autobusy, atd.) zabere na silnici více místa a zdrží se tam déle. Proto je jejich počet při převodu na jednotkové vozidlo zvýšen o určitý násobek.

Hodnota obvyklé dopravy byla již ve zdroji uváděna přepočtená na jednotková vozidla, pro naši potřebu bylo tedy potřeba jen přepočítat evakuační autobusy. Opět zde vycházíme ze zdrojů o dopravní situaci, kde jsou tato vozidla ohodnoceny koeficientem 2,8x-3x. V samotné práci je použita vyšší z těchto hodnot, tedy že autobus představuje 3 jednotková vozidla.

#### 6.3.1 Demand model malé evakuace

Tento model by měl odpovídat potřebám lokální evakuace, konkrétně jsem se rozhodl pro modelaci evakuace sídliště Chaloupky. Tento model nám umožní vyzkoušet si relativně uvěřitelný scénář a zároveň s tím můžeme sledovat, jak si evakuační vozidla poradí s běžným provozem ve městě.

V následující tabulce můžeme vidět ty nejdůležitější záznamy, tedy standardní provoz vyjádřený jednotkovými vozidly ze zón -jména zón- do jiných zón mimo město (velká část dopravy ve Veselí je tranzitní) a pak samotnou poptávkou po přepravě ze zón Chaloupky, -další dvě zóny- do zóny Lány, kde bude umístěno evakuační centrum – zde předpokládáme, že se dvě třetiny lidí rozhodnout použít k evakuaci připravené autobusy, zbytek využije

vlastní vozidla (a použije se tedy tabulka pro Private Transport). Je důležité poznamenat, že řádky představují místo, odkud doprava pochází, sloupce zase kam doprava směřuje.

	Chaloupky	Lány	U hlavní cesty	Padělky	Na Bzenec	Na Blatnici	Na Kozojídky	Na Uherský Ostroh	Na Vnorovy
Chaloupky	0	145	0	0	0	0	0	0	0
Lány	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U hlavní cesty	0	17	0	0	0	0	0	0	0
Padělky	0	17	0	0	0	0	0	0	0
Na Bzenec	0	0	0	0	0	52	21	73	84
Na Blatnici	0	0	0	0	78	0	35	128	81
Na Kozojídky	0	0	0	0	38	12	0	63	35
Na Uherský Ostroh	0	0	0	0	133	95	47	0	176
Na Vnorovy	0	0	0	0	58	99	53	236	0

Tab. 3 Demand matice malé evakuace (PrT) [19]

Nyní již tabulka pro Public Transport, tedy evakuační autobusy:

	Chaloupky	Lány	U hlavní cesty	Padělky
Chaloupky	0	42	0	0
Lány	0	0	0	0
U hlavní cesty	0	6	0	0
Padělky	0	6	0	0

Tab. 4 Demand matice malé evakuace (PuT)



### 6.3.2 Demand model evakuace celého města

Druhý vytvořený model má znázorňovat kompletní evakuaci celého města. Situace, při níž by bylo nutné provést takto rozsáhlou evakuaci, je podstatně méně pravděpodobná, než kterou jsme modelovali v dřívě, ale mohla by teoreticky nastat, například v případě opravdu rozsáhlé havárie jaderné elektrárny Dukovany (vzdušnou čarou 90 km) nebo jaderné elektrárny Jaslovské Bohunice na Slovensku (vzdálenost dokonce jen 55 km). Počítáme, že se jedná o evakuaci s předchozím ukrytím. Většina obyvatel bude evakuována ze svých domovů.

Hlavním důvodem pro vytvoření tohoto modelu byla snaha otestovat možnosti využití PTV Visum při přípravě evakuace ve větším měřítku.

Následující obrázek zachycuje jen ukázkou z demand matice použité pro vymodelování této evakuace. Skutečná tabulka zabírá, kvůli počtu použitých zón, 43 řádků i sloupců a nebyla by tedy na těchto stránkách čitelná.

Vkládaná čísla představují odhadované množství autobusů potřebných pro evakuaci patřičného množství osob z jednotlivých zón upravený na jednotkové vozidlo koeficientem 3.

43 x 43		39	40	41	42	43	44	45	46
	Name	Milokoš	Ostrožská	V Dědině	Komenského	Zarazece	Výhled	Výhled západ	Vnorovy
	Sum	0.00	0.00	0.00	225.00	0.00	0.00	0.00	94.00
1	Hutník	216.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Chaloupky	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Kollárova	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Kovářská	30.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
5	ZŠ a MŠ Hutník	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	SOŠe a SOU Veselí nad Moravou	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Poliklinika	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	MŠ a ZŠ Kollárova	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	ZŠ Komenského	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Lány	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00
11	U Stavu	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Vláky	21.00	0.00	0.00	0.00	21.00	0.00	0.00	0.00
13	Za Tratí	6.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00
14	U hlavní cesty	27.00	0.00	0.00	0.00	27.00	0.00	0.00	0.00
15	Břestek	30.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
16	Padělky	24.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0.00	0.00	0.00
17	Jana Nerudy	24.00	0.00	0.00	0.00	24.00	0.00	0.00	0.00
18	Plánavy	6.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00
19	Bartolomějské náměstí	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Benátky	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Lidl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Billa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Kaufland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	Střed města	39.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	Penny	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Pod Parkem	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Obr. 7 Ukázkou demand matice evakuace města (PuT)

## 6.4 Simulace evakuace sídliště Chaloupky

Cílem této simulace bylo vyhodnotit možné provedení evakuace druhého největšího sídliště Chaloupky a blízkých obytných domů na ulici Hrnčířky (jedná se o zóny „U hlavní cesty“ a „Padělky“). Trvalé bydliště tam má 1221 osob + asi 300 lidí, kteří budou evakuováni z přiléhající ulice Hrnčířky.

Jako shromaždiště jsem vybral parkoviště u Billy, odkud budou autobusy převážet evakuované osoby do evakuačního centra, které jsem umístil do budovy T. J. Sokol vedle sídliště Lány v stejnojmenné zóně. Průjezd tedy povede středem města, tedy skrze nejvytíženější cestu.

Překážkou při této evakuaci bude hustější provoz. Ten jsem se rozhodl simulovat vytvořením „obyvatel“ v „únikových“ zónách a jejich poptávkou po přepravě skrze město. Množství této dopravy bylo převzato z dokumentu o dopravním průzkumu (Literatura [19]) poskytnutém městským úřadem ve Veselí nad Moravou.

## 6.5 Simulace evakuace města Veselí nad Moravou

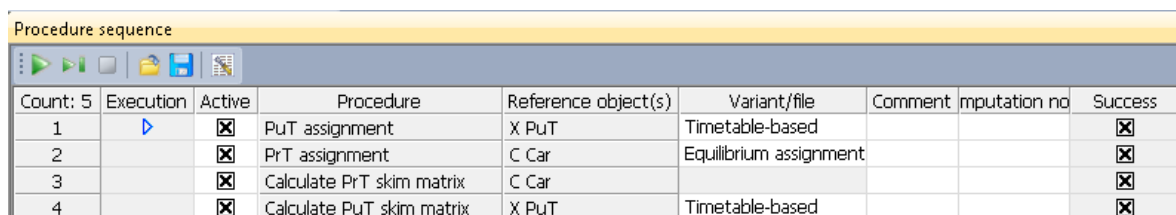
Při této simulaci se pokoušíme evakuovat celé město, tedy všech 11 319 obyvatel. Nyní, kvůli rozsahu evakuace, budeme počítat s tím, že je běžná doprava uzavřena a odkloněna z města. Evakuaci budeme provádět třemi do pěti směrů – na Uherský Ostroh, na Vnorovy, na Bzenec, na Blatnici a na Kozojídky. To, kterým směrem se budou obyvatelé z jednotlivých zón evakuovat, bude určeno podle relativní vzdálenosti k jednotlivým únikovým zónám.

Shromaždišť jsem se rozhodl vytvořit několik, v různých částech města. V první řadě se jedná o autobusové a vlakové nádraží, které bude odbavovat velkou část města, pak jsem se rozhodl umístit po jednom shromaždišti do každé městské části, v obou případech před místní školou. Jedno menší shromaždiště jsem umístil na Bartolomějské náměstí. Dále potom sídliště Hutník i s místní školou bude mít jedno evakuační shromaždiště a u polikliniky bude další. Sídliště Chaloupky a okolí bude moci využít shromaždiště u supermarketu Lidl a jedno větší shromaždiště na náměstí 24. dubna pro obyvatele v této oblasti.

## 7 ZHODNOCENÍ SIMULACÍ

Na následujících řádcích se blíže podíváme na výsledky jednotlivých simulací. Budeme se ptát, jestli jsou vypočtené výsledky reálné, jestli jsou potřebné prostředky zajistitelné a také, jak dlouho by evakuace trvala.

K tomu využijeme funkci PTV Visum, která nám umožní přímo do našeho modelu graficky znázornit, kudy bude projíždět kolik jednotkových vozidel. Tato funkce se nazývá Procedure sequence, kde zadáme, jaké výpočty má za nás program provést. V našem případě se jedná o procedury PuT a PrT assignment (které připraví potřebné data) a Calculate PrT (PuT) skim matrix (které převedou data vypočtené v předchozích procedurách do matic a zároveň zobrazí v modelu výsledný objem dopravy na daném spojení).



Count	Execution	Active	Procedure	Reference object(s)	Variant/file	Comment	Imputation no	Success
1		<input checked="" type="checkbox"/>	PuT assignment	X PuT	Timetable-based			<input checked="" type="checkbox"/>
2		<input checked="" type="checkbox"/>	PrT assignment	C Car	Equilibrium assignment			<input checked="" type="checkbox"/>
3		<input checked="" type="checkbox"/>	Calculate PrT skim matrix	C Car				<input checked="" type="checkbox"/>
4		<input checked="" type="checkbox"/>	Calculate PuT skim matrix	X PuT	Timetable-based			<input checked="" type="checkbox"/>

Obr. 8 Výřez z Procedure sequence

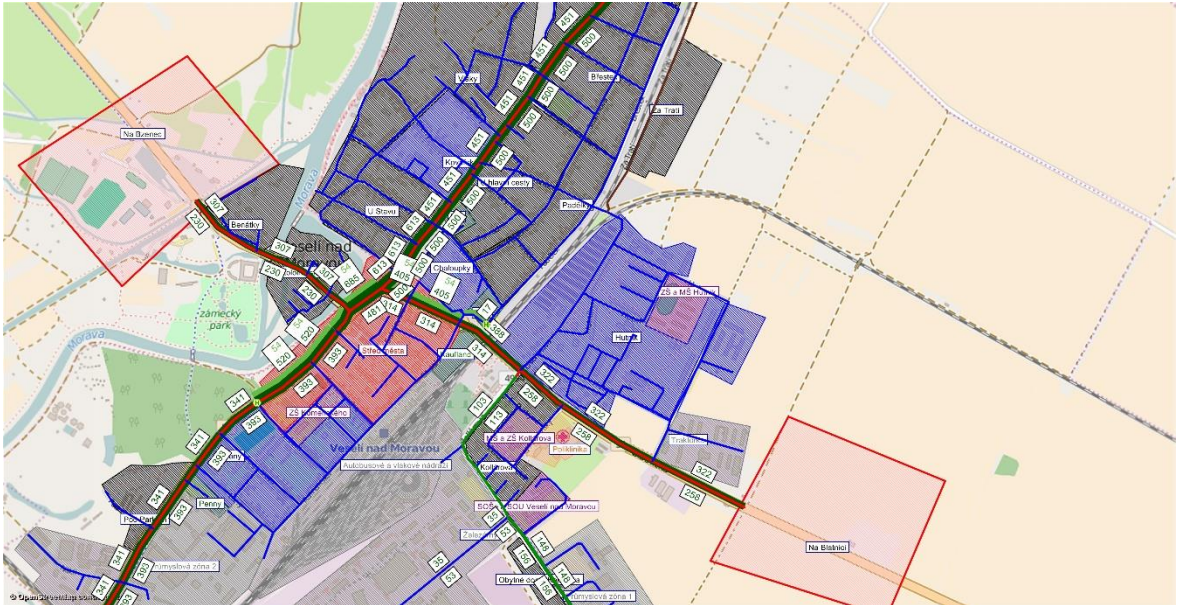
Tyto procedury jsou společné pro obě simulované evakuace, pokaždé se totiž pracuje jen s odlišnými Demand maticemi.

Pro úplnost je nutné ještě doplnit, že je zachováno původní formátování (červené křivky – hlavní cesta, atd.) a nově se objevující zelené linky představují výsledky procedur. Tmavě zelenou barvou je vyznačena soukromá doprava, světle zelenou zase doprava veřejná, v našem případě to jsou evakuační autobusy. Stejně barevné označení používají i číselné popisky u jednotlivých linek, které vyjadřují množství té které dopravy v jednotkových vozidlech.

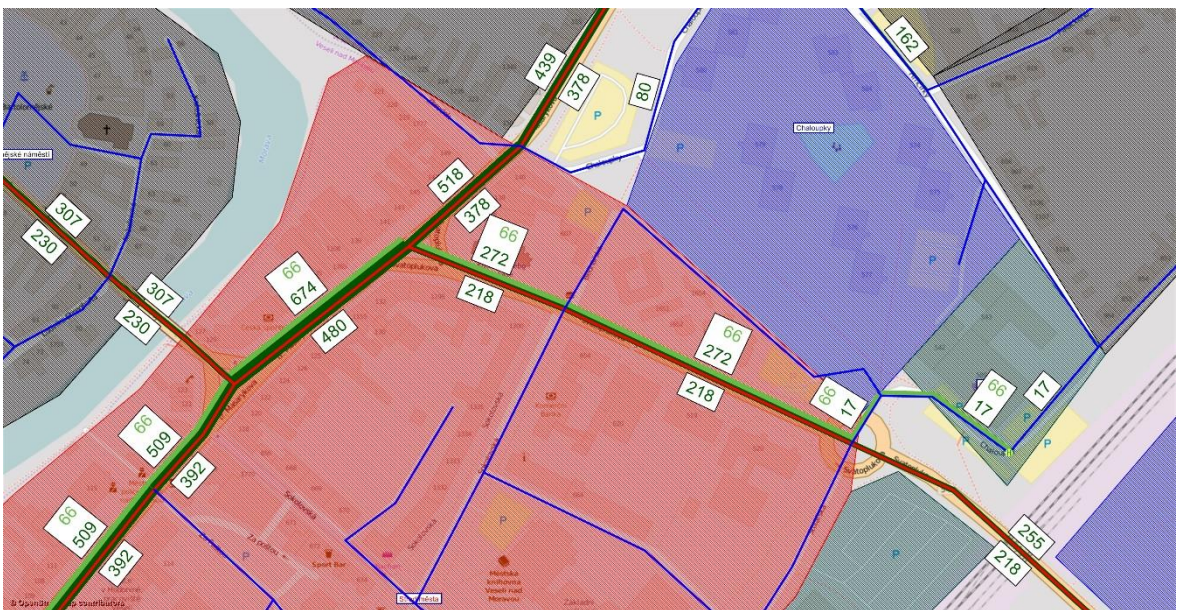
### 7.1 Zhodnocení simulace evakuace sídliště Chaloupky

Nejdříve bychom měli zhodnotit výsledky ze simulace evakuace sídliště Chaloupky a blízké ulice Hrnčířky. Zde se evakuuje celkem asi 1500 osob. Jak již bylo uvedeno, předpokládá se, že asi 2/3 z nich použijí pro svou evakuaci autobusy připravené na parkovišti u Billy, zbývající třetina se bude evakuovat vlastními vozidly (s obsazením 3 osob na vozidlo).

Počítáme, že do autobusu se vejde 50 osob a že koeficient na přepočtu na jednotkové vozidlo takového autobusu je 3. [19] Po zadání těchto hodnot (Tab. 3 a Tab. 4) a spuštění procedurové sekvence (Obr. 8) se nám do hlavního okna programu zakreslí následující křivky:



Obr. 9 Celkový pohled dopravy při evakuaci Chaloupek



Obr. 10 Doprava při evakuaci – centrum města

Pro zhodnocení výsledků se nám nejvíce hodí obrázek (Obr. 10), na kterém si můžeme prohlédnout obě nejdůležitější a nejvytíženější křižovatky ve městě.

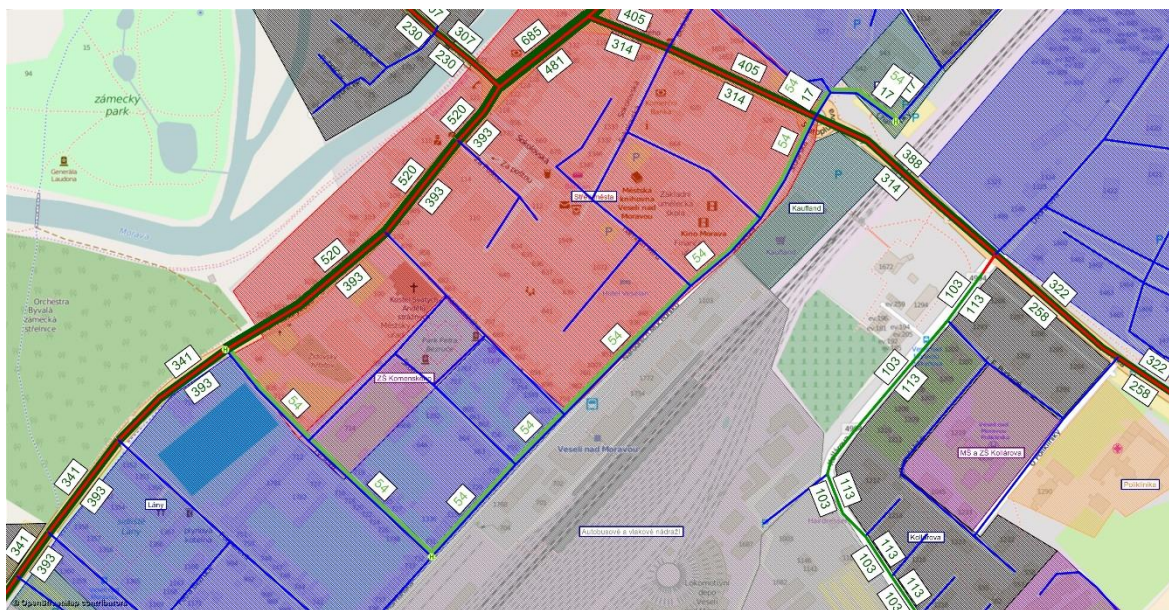
Vzhledem k tomu, že kapacita těchto křižovatek pro plynulý provoz je kolem 500-600 jednotkových vozidel za hodinu [19], je nám z výsledných hodnot jasné, že tuto kapacitu překračujeme. Překročili bychom ji, i kdybychom právě neprováděli žádnou evakuaci (i když nijak závratně)

Tato dopravní situace není právě příznivá. Pokud by měli autobusy zcela volnou trasu, dokázali by ji zdotat i během dvou minut, takto ovšem uvíznou nějakou dobu v dopravní zácpě.

Doba čekání by pro naše autobusy byla ještě větší z toho důvodu, že se hlavní silnici I/55 (Uherské Hradiště – Strážnice) musí dostat z vedlejší silnice z jihu. Tam můžeme očekávat v dopravní špičce zdržení až minutu [19] i za běžných okolností, příjezd dalších vozidel by situaci ještě zhoršil.

### 7.1.1 Návrhy na zlepšení

Máme několik možností, jak bychom tuto situaci mohli řešit. První z nich by bylo navrhnout nějakou jinou trasu. Zde se nabízí možnost projet evakuačními autobusy kolem autobusového a vlakového nádraží a na ulici Tyršova odbočit k evakuačnímu centru. Hlavní nevýhodou tohoto řešení je fakt, že by evakuace musela projíždět vedlejšími ulicemi, kterou mohou být v některých místech (kvůli zaparkovaným autům) poměrně úzké. Ovšem celkový čas se výrazněji nezmění.



Obr. 11 Alternativní cesta při evakuaci Chaloupek

Dalšími, poněkud invazivnějšími, možnostmi by bylo dočasné uzavření, omezení či jen usměrnění dopravy na křižovatkách (hlavně na té východní), například pomocí krátkodobého řízení provozu příslušníkem Policie ČR nebo Městské Policie Veselí nad Moravou. Pokud bychom umožnili autobusům tímto problematickým místem projet přednostně, evakuace jako taková by proběhla pravděpodobně velmi plynule. Plynulost běžné dopravy by ovšem velmi utrpěla.

### 7.1.2 Proveditelnost

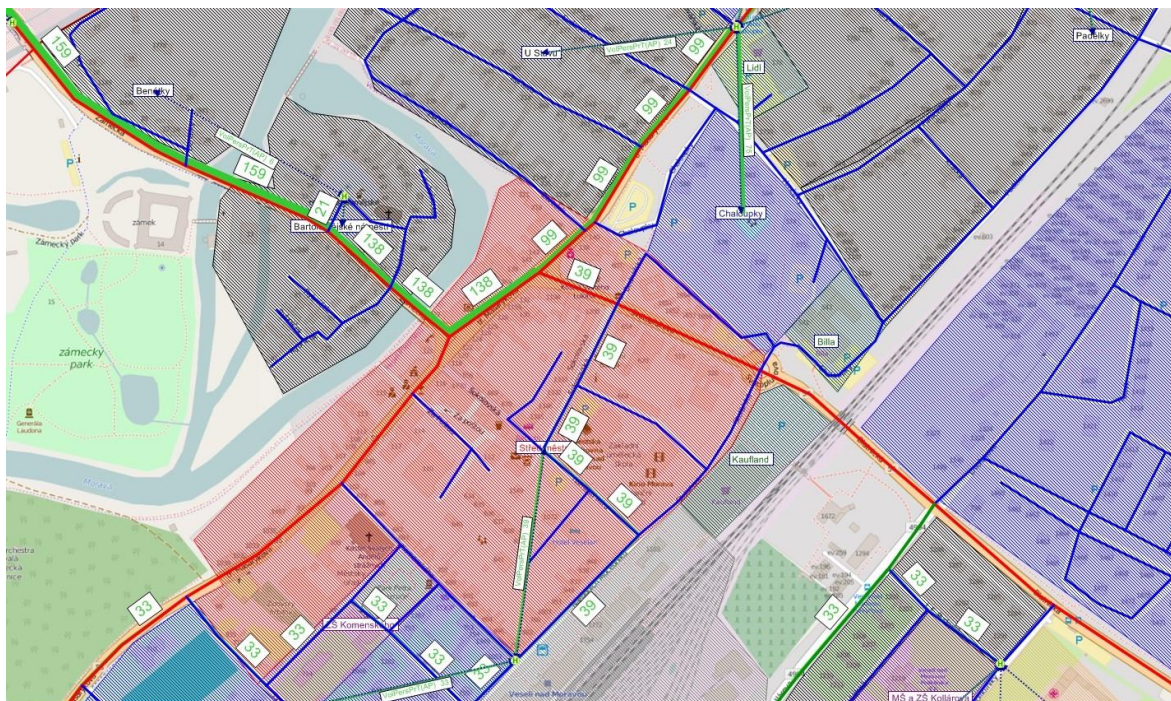
K evakuaci tohoto rozsahu by bylo zapotřebí použít asi 18 autobusů, což je podle mého názoru dosažitelné množství. Mírně problematictější je dopravní situace, která ve vybraném časovém intervalu není zrovna přívětivá.

Z více popsaných možností, jak se vyhnout dopravní zácpě, se zdá nejpravděpodobnější použití alternativní cesty kolem nádraží.

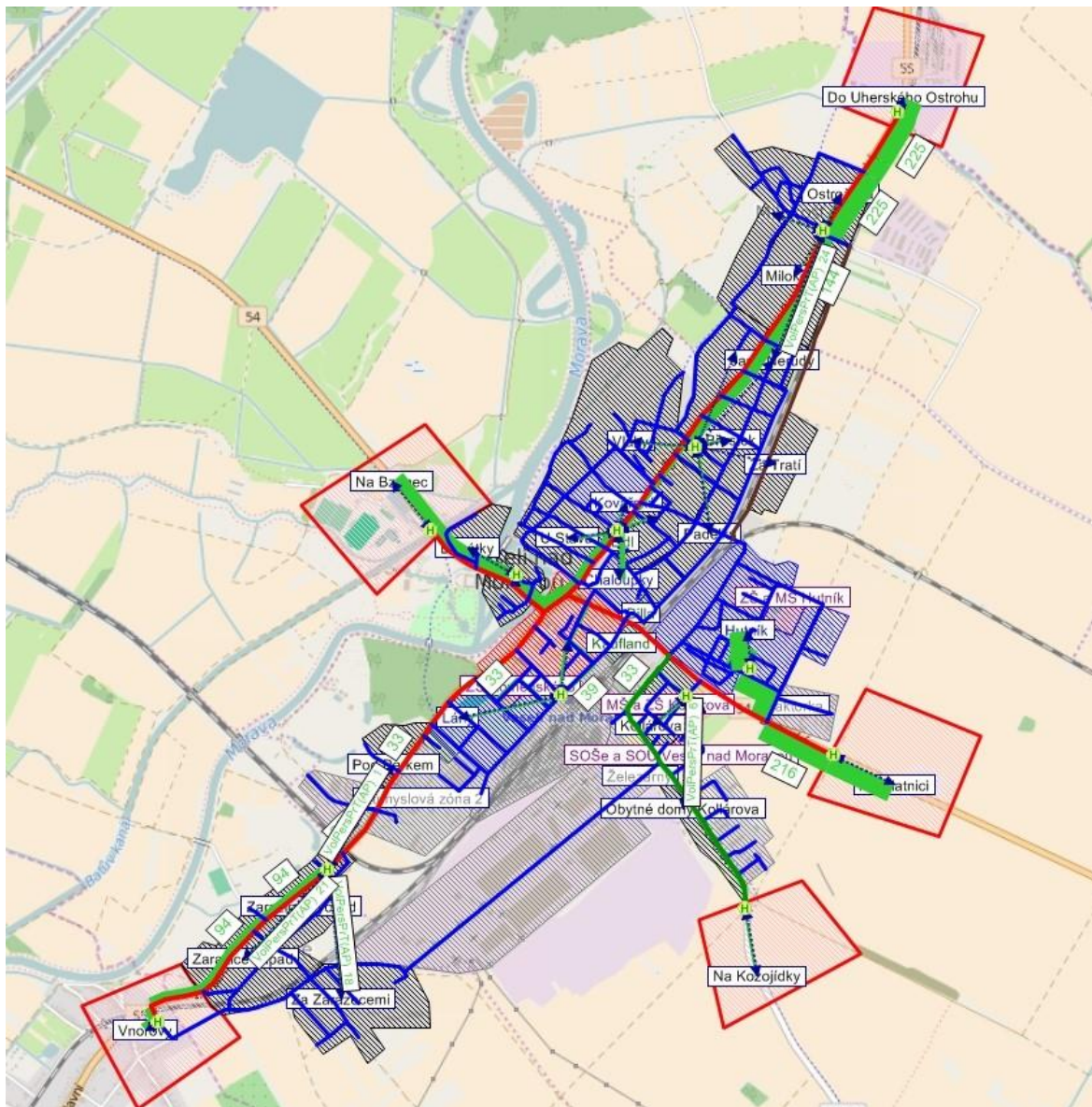
## 7.2 Zhodnocení simulace evakuace města Veselí nad Moravou

Zhodnocení této simulace bude poněkud náročnější, protože na rozdíl od té předchozí je druhá simulace mnohem více teoretická. Snahou bylo za takřka dokonalých podmínek evakuovat celé město Veselí nad Moravou, všech více než 11 200 osob.

Během simulace jsme zcela ignorovali jakoukoliv dopravu, kromě samotné evakuace. Také jsme pro tentokrát zakázali použití vlastních dopravních prostředků, takže obyvatelé museli využívat pouze autobusovou dopravu.



Obr. 12 Evakuace města – detail křižovatek

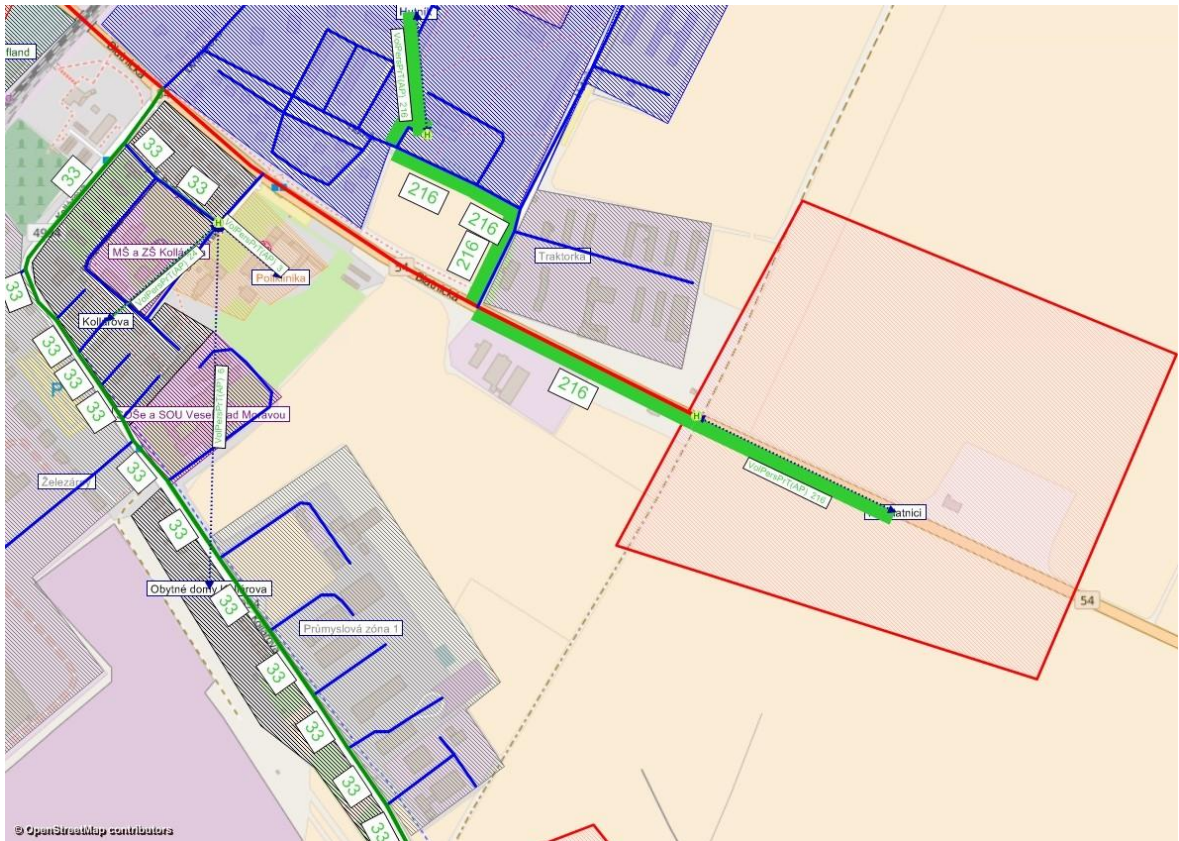


Obr. 13 Celkový pohled na dopravu při evakuaci města

### 7.2.1 Návrhy na zlepšení

Navržená evakuace představuje spíše teoretický příklad. Jsou v ní zanedbávány různé problémové skutečnosti. Předpokládáme, že budeme mít dostatečný počet autobusů pro evakuaci osob, že budou silnice pro běžnou dopravu uzavřené atd.

Přesto i zde můžeme něco vylepšit. Jak je vidno hlavně z obrázků (Obr. 14 a Obr. 15), jsou více vytižené evakuační cesty směrem na Blatnici a na Uherský Ostroh. Hustější doprava směrem na Blatnici vyplývá ze skutečnosti, že je skrze ni evakuováno největší sídliště ve městě. Dalo by se zde uvažovat o rozdělení tohoto proudu na dvě trasy, například převést část evakuovaných směrem na Kozojídky.



Obr. 14 Evakuace sídliště Hutník směrem na Blatnici

Vyšší vytíženost cesty na Uherský Ostroh vzniká z relativně vysokého počtu zón, které bylo rozhodnuto evakuovat právě tímto směrem. Opět se nabízí možnost část odklonit směrem na západ a evakuovat tyto osoby směrem na Bzenec, nebo ještě lépe, směrem na Vnorovy. Tento směr má totiž poměrně velké rezervy.



Obr. 15 Evakuace Milokoště směrem na Uherský Ostroh



### 7.2.2 Proveditelnost

K provedení evakuace takového rozsahu by bylo zapotřebí skutečně velké množství dopravních prostředků. Tato simulace počítá s nasazením celkem 243 autobusů, každý pro 50 osob. To číslo by se samozřejmě zmenšilo, pokud bychom použili větší, 70místné, autobusy, ovšem i toto množství je vysoké (kolem 162 vozidel).

Cílem této simulace nebylo ani tak vytvořit uvěřitelný scénář, jako spíše vyzkoušet program PTV Visum ve velkém, možná dokonce i pro situaci, na kterou nebyl tak docela konstruován.

## 8 ZHODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI SW NÁSTROJE PTV VISUM PRO KRIZOVÉ ŘÍZENÍ

Nyní se dostáváme k samotnému závěru této práce. Právě zde budeme polemizovat o tom, jak dobře lze softwarový nástroj PTV Visum využít pro potřeby krizového řízení. Shrneme si, jaké možnosti a funkce tento program má a k čemu jsou použitelné. Pokusíme se také odhalit jeho klady a zápory, složitost ovládání a další.

### 8.1 Funkce programu PTV Visum

Základní funkcionalitou tohoto softwarového nástroje je vytvoření klidně i velmi složitého dopravního modelu pro potřeby plánování logistických úkonů, zhodnocení dopravní situace města nebo třeba pro sledování dopadů uzavírek či naopak vytváření nových objízdných tras.

Pro tuto činnost je PTV Visum vybaven velmi vhodnými nástroji, které nám umožňují docela snadno vytvořit i velmi složitý model (fáze přípravy network modelu). Po naplnění daty (demand model) můžeme simulovat různé změny a úpravy, výsledek je pak dopočítán stisknutím jednoho tlačítka.

Problém může vzniknout při vytváření demand modelu. Ten je zobrazován ve formě relativně obsáhlé tabulky (v našem případě měla 43 řádků i sloupců). Přehlednost takovéto konstrukce je dosti nízká. Pokaždé, když je do modelu přidána nebo odebrána nějaká zóna, změní se i tato tabulka. Po několika zásazích do tohoto uspořádání je velmi snadné mít problém s orientací. Možným řešením tohoto problému by bylo mít návrh velmi dobře promyšlený a takříkajíc nanečisto vyzkoušený před jeho vlastní implementací.

Vítaná je možnost uživatelem nedefinovaného zvýrazňování jednotlivých položek network modelu, stejně jako výsledků vytvořených výpočetními procedurami. Je možné nastavit barvu okraje i hrany, šrafování výplně nebo různé druhy přerušovaných čar i s jejich tloušťkou. Uživatel také může nastavit, jaké popisky (a jestli vůbec) se budou zobrazovat u jednotlivých obrazců, opět včetně barvy a výplně. Velmi užitečná je také možnost přímo z programu exportovat fotky obrazovky ve formátu .jpg, během exportu je také možné nastavit kvalitu vytvářeného obrázku.

Mezi drobné nevýhody tohoto programu může patřit skutečnost, že nemá českou lokalizaci a ani manuál není v češtině.

Velkým problémem, který vyvstává při používání tohoto programu, je pořizování kvalitních zdrojů informací. Za všechny jmenujme určení kapacity silnice. Určení takovýchto hodnot

je úkol pro někoho, kdo se dopravním situacím a souvisejícím výpočtům skutečně věnuje. Navíc se nejedná o informace, které jde snadno nalézt z jiných zdrojů nebo je alespoň odhadnout.

## 8.2 Použitelnost pro krizové řízení

Představili jsme si schopnosti programu, nyní bychom se měli zamyslet nad tím, k čemu jej můžeme v oblasti krizového řízení použít.

Plánování evakuace je skutečně jedna z prvních možností využití. PTV Visum pro tento účel sice není přímo určeno, ale při troše kreativního uvažování se v něm evakuace simulovat dá. To bylo předvedeno v praktické části této práce.

Další možné využití poněkud splývá s logistickou náturou softwaru. Není těžké si totiž představit využití tohoto nástroje pro plánování transportní trasy například nějakého nebezpečného nákladu, chemických látek apod. Zde bychom mohli využít možnosti omezit průjezd takového nákladu skrze místa, kudy by projíždět neměl, jako například skrze hustě obydlené oblasti. V takovém případě bychom jistě využili program PTV Visum naplno.

Jistou překážkou pro zapojení tohoto softwarového nástroje například do výuky krizového řízení je jeho složitost. Ano, vytvořit jakýsi jednoduchý model uzlů, spojů a zón není velký problém, pro využití jeho plného potenciálu je nutné ovládat víc a umět se vyznat v komplexním programu. Předchozí teoretická znalost dopravních systémů může být jen k dobru.

Dalo by se tvrdit, že program PTV Visum je „easy to learn, hard to master“.

## ZÁVĚR

Tato práce se zabývala využitím programu PTV Visum od společnosti PTV Group pro potřeby krizového řízení. Vybranou oblastí, na níž se toto hodnocení provádělo, bylo provedení dvou příkladů evakuací města Veselí nad Moravou.

Zatímco během první simulace jsme vycházeli z reálnějších podkladů a simulovaná evakuace měla věrohodnější pojetí, druhá simulace měla za cíl simulovat kompletní evakuaci celého města. Nejdříve byly pro obě simulace popsány modely a vstupní hodnoty, po provedení simulace byly výsledky zhodnoceny. Toto hodnocení se zaměřovalo jednak na to, jakými způsoby simulovanou evakuaci zefektivnit, ale také na to, jak jsi program při jejich vytváření vedl.

V poslední kapitole byl ohodnocen samotný SW nástroj a jeho užitečnost a možnosti právě v oblasti krizového řízení. Oceněny byly jeho schopnosti modelovat i velmi složité dopravní systémy, přehledné zobrazování výsledků simulace a velká variabilita možných grafických nastavení. Naopak byly identifikovány jisté problémy vyplívající ze složitosti (hlavně rozsáhlých systémů), menší přehlednost některých komponent a komplikace vyplívající z nutnosti kvalitních, ale úzce specializovaných dat, která se nepadno hledají. Na úplný závěr byly vyjádřeny možné problémy pro případné zavedení programu PTV Visum do výuky krizového řízení.

Výsledky této práce, jak již bylo předestřeno v předchozím odstavci, by mohli sloužit jako jakýsi odrazový můstek pro další pokusy a úvahy nad možnostmi vyšší propojenosti studovaného softwarového nástroje s oborem krizového řízení.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČESKO. Zákon č. 320, ze dne 11. listopadu 2015 o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2015, částka 135.
- [2] ČESKO. Zákon č. 239, ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, v platném znění. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000, částka 73.
- [3] SLÍŽOVÁ, Vendula. *Integrovaný záchranný systém a jeho význam*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012, 109 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/19002>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Štefka, Vladislav.
- [4] ČESKO. Zákon č. 374, ze dne 6. listopadu 2011 o zdravotnické záchranné službě. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2011, částka 131.
- [5] ČESKO. Zákon č. 273, ze dne 17. července 2008 o Policii České republiky. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2008, částka 91.
- [6] ČESKO. Zákon č. 240, ze dne 28. června 2000 o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000, částka 73.
- [7] ČESKO. Ústavní zákon č. 110, ze dne 22. dubna 1998 o bezpečnosti České republiky. In: *Sbírka zákonů ČR*. 1998, částka 39.
- [8] ČESKO. Zákon č. 1, ze dne 16. prosince 1992 Ústava České republiky. In: *Sbírka zákonů ČR*. 1993, částka 1.
- [9] MIKA, Otakar J, Pavel ZAHRADNÍČEK a Miloš ZEMAN. *Ochrana obyvatelstva: malé kompendium ochrany obyvatelstva*. 1. vyd. Jihlava: Vysoká škola polytechnická, 2012, 102 s. ISBN 978-80-87035-67-2.
- [10] ČESKO. Zákon č. 380, ze dne 9. října 2002 Vyhláška Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2002, částka 133.
- [11] KUDLIČKA, Roman. *Postavení simulace a modelování v rámci záchranných a likvidačních prací*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/25216>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Hromada, Martin.

- [12] KŘIVÝ, Ivan a Evžen KINDLER. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. *Simulace a modelování*. 2001. ISBN 9788070428092. Dostupné z: <http://prf.osu.cz/kip/dokumenty/Msm.pdf>
- [13] Statistické údaje: Veselí nad Moravou. *Veselí nad Moravou* [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.veseli-nad-moravou.cz/statisticke-udaje/d-27570/p1=77490>
- [14] Výroční zpráva o činnosti základní školy ve šk. roce 2014/2015. *ZŠ Hutník* [online]. 2015 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.zshutnikves.cz/doc/36/element/51792/download>
- [15] Výroční zpráva 2013/2014. *Církevní základní škola ve Veselí nad Moravou* [online]. 2014 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://czsveseli.cz/doc/21/element/55786/download>
- [16] About TLN and PTV. *TLN Planner* [online]. 2013 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.tlnplanner.nl/en/the-ptv-group>
- [17] *Veselí nad Moravou* [online]. Veselí nad Moravou [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.veseli-nad-moravou.cz/>
- [18] Přehled možných zdrojů mimořádných událostí na území ORP Veselí nad Moravou. *KRIZPORT Portál krizového řízení pro JMK* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/prehled-moznych-zdroju-mimoradnych-udalosti-na-uzemi-orp-17>
- [19] SMĚLÝ, Martin. FAKULTA STAVEBNÍ, ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ, VUT V BRNĚ. *Dopravní průzkum a kapacitní posouzení křižovatek silnic I/55 a I/54*. Brno, 2012.
- [20] FOLWARCZNY, L, POKORNÝ, J. *Evakuace osob*. 1. vyd. Ostrava: SPBI, 2006. 125 s. ISBN 80-86634-92-2.
- [21] PTV AG, KARLSRUHE, GERMANY. *PTV Visum 14: Manual*. 2014.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
MU	Mimořádná událost
ČS PHM	Čerpací stanice pohonných hmot
RP	Ropný produkt
PrT	Private Transport (soukromá doprava)
PuT	Public Transport (veřejná doprava)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: Znak Veselí nad Moravou .....	24
Obr. 2 Uzly .....	27
Obr. 3 Spojení a uzly .....	28
Obr. 4 Spojení a uzly - střed města .....	29
Obr. 5 Zóny.....	30
Obr. 6 Spojení zóny Poliklinika skrze konektor .....	30
Obr. 7 Ukázka demand matice evakuace města (PuT) .....	33
Obr. 8 Výřez z Procedure sequence.....	35
Obr. 9 Celkový pohled dopravu při evakuaci Chaloupek.....	36
Obr. 10 Doprava při evakuaci – centrum města .....	36
Obr. 11 Alternativní cesta při evakuaci Chaloupek .....	37
Obr. 12 Evakuace města – detail křižovatek.....	38
Obr. 13 Celkový pohled na dopravu při evakuaci města .....	39
Obr. 14 Evakuace sídliště Hutník směrem na Blatnici .....	40
Obr. 15 Evakuace Milokoště směrem na Uherský Ostroh.....	40



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Identifikované hrozby ve Veselí nad Moravou .....	25
Tab. 2 Druhy spojení .....	28
Tab. 3 Demand matice malé evakuace (PrT).....	32
Tab. 4 Demand matice malé evakuace (PuT).....	32