

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**POČÍTAČOVÁ PODPORA LOKACE SLOŽEK IZS ČR**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**AUTOR PRÁCE: Bc. Martin Hromádko**

**VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Ing. Josef Volek, CSc.**

**2009**

**UNIVERSITY OF PARDUBICE  
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING  
AND INFORMATICS**

**COMPUTATIONAL SUPPORT OF INTEGRATED  
RESCUE SYSTEM BODIES LOCATION  
IN CZECH REPUBLIC**

**MASTER THESIS**

**AUTHOR: Bc. Martin Hromádko**

**SUPERVISOR: doc. Ing. Josef Volek, CSc.**

**2009**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin HROMÁDKO**  
Studijní program: **N2646 Informační technologie**  
Studijní obor: **Informační technologie**  
  
Název tématu: **Počítačová podpora lokace složek IZS ČR**

### Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce je vytvoření podpory rozhodování v oblasti řešení lokačně alokačních úloh skupin integrovaného záchranného systému se stochastickým charakterem vzniku požadavků na obsluhu. Podpora pro rozhodování bude mít formu počítačového optimalizačního programu, který v reálném čase umožní výpočet počtu středisek IZS a jejich atrakčních obvodů, rovněž výpočet potřebného počtu výjezdových skupin složek IZS v jednotlivých lokacích pomocí zabudovaného simulátoru. Práce bude vycházet z analýzy statistik vedených složkami IZS ČR, z aktuálního stavu lokace skupin IZS v ČR, rovněž z analýzy efektivnosti současného stavu.

Struktura DP:

- a) Formulace cílů DP
- b) Analýza současného stavu IZS v ČR a jeho efektivnost
- c) Porovnání situace v ČR a ostatních zemích EU
- d) Návrh modelu počítačové podpory
- e) Programová implementace
- f) Verifikace funkčnosti modelu na praktickém příkladu
- g) Vyhodnocení experimentů, závěry

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

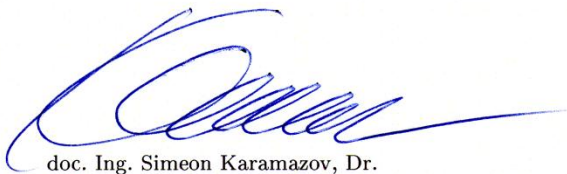
- [1] **Nicos Christofides: Graph Theory**
- [2] **Jiří Demel: Grafy a jejich aplikace**
- [3] **Zevi Drezner: Facility Location**
- [4] **M.S. Daskin: Network and Discrete Location**
- [5] **L. Kiminami, K. Button, P. Nijkamp: Public Facility Planning**

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Josef Volek, CSc.**  
Katedra informatiky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: **30. října 2008**

Termín odevzdání diplomové práce: **22. května 2009**



doc. Ing. Simeon Karamazov, Dr.

děkan



doc. Ing. Antonín Kavička, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. listopadu 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 11. 5. 2009

Bc. Martin Hromádko

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Josefu Volkovi CSc., bez jehož pomoci, rad a odborných připomínek by tato práce nemohla vzniknout. Rovněž děkuji MUDr. Ondřeji Fraňkovi za poskytnutí informací ohledně ZZS v ČR.

## **ANOTACE**

Práce se zabývá analýzou současného stavu IZS (integrovaný záchranný systém) v ČR, se zaměřením především na skupiny ZZS (zdravotnický záchranný systém) a rozmístění jejich výjezdových středisek na území ČR. Výstupem práce je aplikace sloužící k analýze a optimalizaci rozmístění výjezdových středisek ZZS, tak aby byl dodržen patnáctiminutový limit stanovený vyhláškou č. 434/1992 Sb. o zdravotnické záchranné službě.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

IZS, ZZS, výjezdová střediska, optimalizace rozmístění středisek, lokační úlohy

## **TITLE**

Computational support of Integrated Rescue System bodies location in Czech Republic

## **ANNOTATION**

The work deals with analyzing the current state of Integrated Rescue System in the Czech Republic primarily specialized on the group Emergency Medical Service and the deployment of ambulance stations in the Czech Republic. The output of work is an application for the analysis and optimization deployment ambulance stations of Emergency Medical Service and ensures that the fifteen-minute limit established by Decree No 434/1992 Coll. the Emergency Medical Services.

## **KEYWORDS**

Integrated Rescue System, ambulance stations, optimization deployment ambulance stations, location problems

# Obsah

1	Úvod .....	14
1.1	Motivace.....	14
1.2	Formulace cílů DP.....	15
2	Analýza současného stavu IZS v ČR.....	16
2.1	IZS (Integrovaný Záchranný Systém).....	16
2.1.1	Složky integrovaného záchranného systému.....	16
2.2	Hasičský záchranný sbor a jednotky požární ochrany .....	17
2.2.1	Jednotka požární ochrany .....	18
2.3	Policie ČR .....	19
2.3.1	Organizace PČR .....	19
2.3.2	Úkoly policie ČR.....	20
2.4	Zdravotnická Záchranná Služba (ZZS).....	20
2.4.1	Rychlá lékařská pomoc (RLP) .....	21
2.4.2	Rychlá zdravotnická pomoc (RZP).....	22
2.4.3	Rendez-vous (RV).....	22
2.4.4	Doktor.....	23
2.4.5	Paramedik.....	23
2.5	Výjezdová stanoviště ZZS v ČR.....	24
2.6	Výkaz činnosti ZZS v ČR .....	24
3	Porovnání situace v ČR a ostatních zemích EU .....	32
3.1	Německý přístup k řešení urgentních situací .....	32
3.1.1	Scoop and Run nebo Stay and Play?.....	33
3.2	Situace na Slovensku.....	35
4	Matematický aparát .....	36
4.1	Základní pojmy teorie grafů.....	36
4.2	Lokační úlohy.....	36
4.2.1	Základní pojmy lokačních úloh.....	38
4.2.2	Obsluha vrcholů sítě.....	38
4.2.3	Obsluha hran sítě.....	39
4.3	Hledání nejkratší cesty na grafech .....	39



4.3.1	Dijkstrův algoritmus.....	40
4.3.2	Floydův algoritmus.....	41
5	Programová implementace .....	42
5.1	Shromáždění dat před implementací.....	42
5.2	Vývojové prostředí.....	44
5.3	Použitá datová struktura.....	44
5.4	Uživatelská dokumentace.....	48
6	Použití aplikace na reálném případě (ZZS v ČR) .....	57
7	Závěr, zhodnocení výsledků práce .....	64
	Použitá literatura .....	65
	Příloha A – Seznam obcí s výjezdovou skupinou ZZS .....	66
	Příloha B – Třída Graf .....	69
	Příloha C – Třídy Mapy.....	70

## Seznam obrázků

Obrázek 1. Šance na přežití při zástavě srdeční činnosti (1) .....	15
Obrázek 2. Rozložení jednotlivých složek IZS dle velikosti (2) .....	17
Obrázek 3. Rozdělení řešení hovorů na tísňových linkách (4) .....	26
Obrázek 4. Počty pacientů rozdělených podle druhu ošetření v roce 2007 (4) .....	28
Obrázek 5. Počty pacientů rozdělených podle závažnosti zdrav. stavu v roce 2007 (4) .....	28
Obrázek 6. Počty dojezdů posádek ZZS v letech 2005 – 2007 (4).....	30
Obrázek 7. Počty primárních výjezdů posádek ZZS v letech 2005 – 2007 (4) .....	31
Obrázek 8. Síť (1) .....	37
Obrázek 9. Ilustrační obrázek pro pochopení Dijkstrova algoritmu (12) .....	40
Obrázek 10. Ilustrační obrázek pro pochopení Floydova algoritmu (11).....	41
Obrázek 11. Schéma použité datové struktury .....	45
Obrázek 12. Diagram tříd pro uložení silniční sítě .....	46
Obrázek 13. Detail tříd pro uložení struktury silniční sítě.....	46
Obrázek 14. Diagram tříd pro práci s mapovými podklady ČR a jednotlivých krajů ....	47
Obrázek 15. Úvodní obrazovka aplikace .....	48
Obrázek 16. Nástrojová lišta aplikace .....	49
Obrázek 17. Detailní zobrazení Pardubického s otevřenou minimapou.....	49
Obrázek 18. Okno s informacemi o nejkratší cestě .....	50
Obrázek 19. Výřez mapy se zobrazením dosažitelných uzlů .....	50
Obrázek 20. Pokrytí ČR z výjezdových středisek ZZS .....	51
Obrázek 21. Informace o dostupnosti ZZS v ČR (vlevo) a krajích (vpravo) .....	52
Obrázek 22. Doplnění dvou výjezdových středisek v Pardubickém kraji .....	52
Obrázek 23. Informační okno pro práci s rozmístěním výjezdových středisek ZZS.....	53
Obrázek 24. Optimální výběr tří výjezdových středisek v pardubickém kraji .....	54
Obrázek 25. Výjezdová středisek pro pokrytí 95 % obyvatelstva pardubického kraje ..	55
Obrázek 26. Informace po vybrání 16 výjezdových středisek v pardubickém kraji .....	55
Obrázek 27. Upozornění na nemožnost obsloužit zadané procento obyvatel (uzlů).....	56
Obrázek 28. Detailové okno s nastavením aplikace .....	56
Obrázek 29. Pokrytí obyvatelstva a silničních uzlů v ČR ze středisek ZZS .....	59
Obrázek 30. Počty přidávaných středisek v závislosti na průměrné rychlosti vozidel.....	61

Obrázek 31. Porovnání pokrytí před a po přidání nových středisek.....	62
Obrázek 32. Vypočítané a aktuální počty výjezdových středisek v krajích ČR.....	63

## Seznam tabulek

Tabulka 1. Rozmístění krajských operačních středisek v jednotlivých krajích (3) .....	24
Tabulka 2. Počty stanovišť ZZS v jednotlivých krajích (3).....	24
Tabulka 3. Počty výjezdových středisek a jednotlivých posádek ZZS v roce 2007 (4) .	25
Tabulka 4. Počty výjezdových stanovišť v letech 2004 – 2007 (4).....	25
Tabulka 5. Počty hovorů, událostí a zásahů řešených ZZS v roce 2007 (4).....	26
Tabulka 6. Počty pacientů ošetřených na základě tísňové výzvy v roce 2007 (4) .....	27
Tabulka 7. Dojezdové časy posádek ZZS v roce 2007 (4) .....	29
Tabulka 8. Počty událostí s výjezdy posádek ZZS v letech 2005 – 2007 (4).....	30
Tabulka 9. Počty výjezdů jednotlivých posádek ZZS v roce 2007 (4).....	30
Tabulka 10. Počty výjezdů posádek ZZS v letech 2005 a 2006 (4) .....	30
Tabulka 11. Srovnání ZZS ČR a SR (4, 6, 7) .....	35
Tabulka 12. Popis sloupců v souboru useky.xls (10) .....	43
Tabulka 13. Popis sloupců v souboru uzly.xls (10) .....	44
Tabulka 14. Celkové počty silničních uzlů, obyvatel a středisek ZZS v aplikaci .....	57
Tabulka 15. Pokrytí obyvatelstva ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel ....	58
Tabulka 16. Pokrytí obyvatelstva ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel ....	58
Tabulka 17. Pokrytí silničních uzlů ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel.	58
Tabulka 18. Pokrytí silničních uzlů ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel.	59
Tabulka 19. Počty přidávaných středisek ZZS pro pokrytí 99,5 % obyvatelstva ČR .....	60
Tabulka 20. Stav pokrytí ČR před a po přidání nových výjezdových středisek ZZS.....	61
Tabulka 21. Minimální počty středisek pro zaručení 99,5% pokrytí obyvatelstva .....	62

## Seznam zkratek

IZS	integrovaný záchranný systém
EU	Evropská unie
HZS	hasičský záchranný sbor ČR
PO	požární ochrana, jednotky požární ochrany
PČR	policie České republiky
ZZS	zdravotnický záchranný systém
KOS	krajské operační středisko
PNP	přednemocniční neodkladná péče
RLP	rychlá lékařská pomoc
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
RV	rendez-vous – setkávání systém záchranné služby
ZZS	zdravotnická záchranná služba
VS	výjezdové stanoviště
ÚIZS	ústav zdravotnických informací a statistiky
ÚSZS	územní středisko záchranné služby
NACA	National Advisory Committee on Aeronautics Score klasifikace pacientů dle závažnosti jejich zdravotního stavu
KPCR	kardiopulmocembrální resuscitace

# 1 Úvod

Integrovaný záchranný systém (IZS) je součástí života snad každého člověka. Vyskytne-li se nehoda, pohroma či nějaká jiná nečekaná událost, která zasáhne přímo nás, či někoho v našem okolí, nebo jakákoli jiná záchranná akce, jsou všechny složky IZS připraveny k zásahu a následné pomoci. Za tímto účelem byl také integrovaný záchranný systém zřízen, aby pomohl v koordinaci a spolupráci všech spolupracujících složek u zásahů.

## 1.1 Motivace

Největším problémem, se kterým se v současné době posádka zdravotnického záchranného systému potýkají, je dodržení zákonem (vyhláška č. 434/1992 Sb. ministerstva zdravotnictví České republiky ze dne 28. července 1992 o zdravotnické záchranné službě) stanovené doby pro poskytnutí přednemocniční neodkladné péče. Tou je hranice 15 minut od zavolání na tísňovou linku.

Rozebere-li se situace zavolání na tísňovou linku:

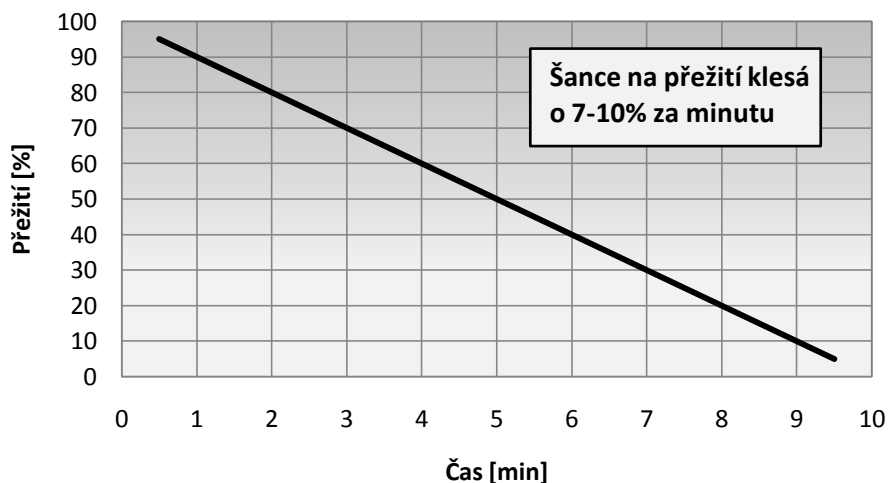
- 1 minuta – rozpoznání příhody,
- 2-3 minuty – vyslání posádky záchranné služby,

zbývá na samotnou jízdu vozidel záchranné služby k nehodě necelých 12 minut.

Ze statistik, uvedených v následujících kapitolách, vyplývá, že v posledních letech ve více jak 10 % ohlášených případů dorazí posádka záchranné služby na místo události po uplynutí 15 minut. Jedná-li se v těchto případech o situace selhání základních životních funkcí (dýchání a srdeční činnost) jde o lidské životy.

Při zástavě krevního oběhu je logicky zastaven rozvod kyslíku ke tkáním a jednotlivým buňkám. Největší postih je v tomto případě na mozk, kde mozkové buňky již po 5 minutách bez kyslíku nenávratně hynou. Dalším poškozeným orgánem je srdce – také buňky srdečního svalu jsou poškozovány nedostatkem kyslíku, a čím déle je krevní oběh nefunkční, tím je poškození rozsáhlejší. Proto při záchrance člověka postiženého zástavou krevního oběhu hraje nejvyšší roli čas.

Statistiky ukazují, že s každou minutou, která uplyne od srdeční zástavy, klesá pravděpodobnost přežití o 7-10 %. Jak je vidět na obrázku č. 1 je šance na přežití či zachování plné funkčnosti mozku po 10 minutách bez poskytnutí pomoci takřka nulová.



**Obrázek 1. Šance na přežití při zástavě srdeční činnosti (1)**

Hlavním úkolem záchranné služby ČR je tedy v co nejkratší době dostat kvalifikovanou pomoc k pacientovi, což výrazně zvýší jeho šance na přežití.

## 1.2 Formulace cílů DP

Tato práce si klade za cíl vizualizaci současného stavu složek integrovaného záchranného systému (především ZZS – zdravotnický záchranný systém), zobrazení výjezdových středisek záchranné služby a jejich atrakčních obvodů (oblast, kterou dané středisko obslouží ve vymezeném čase). Součástí analýzy současného stavu IZS je i srovnání se zeměmi Evropské unie (především Německo a Slovenská republika).

Z nedostatečného pokrytí České republiky výjezdovými středisky záchranné služby vyplývá i další z cílů, kterým je optimální rozmístění dodatečných středisek pro pokrytí neobsložených míst (tzv. „hluchých“ míst) a pro zajištění vyšší dostupnosti složek ZZS v jednotlivých krajích.

Jedním z posledních cílů této práce je optimální rozmístění co nejmenšího počtu výjezdových středisek ZZS v jednotlivých krajích, zajišťujících požadované pokrytí jak obyvatelstva, tak plochy kraje, a porovnání výsledku se současným rozmístěním výjezdových středisek.

## 2 Analýza současného stavu IZS v ČR

### 2.1 IZS (Integrovaný Záchranný Systém)

Integrovaný záchranný systém (IZS) je **efektivní systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace** záchranných a bezpečnostních **složek, orgánů** státní správy a samosprávy, fyzických a právnických **osob** při společném provádění záchranných a likvidačních prací a přípravě na mimořádné události.

Integrovaný záchranný systém vymezuje zákon č. 239/2000 Sb. (Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů). Jeho základy však byly položeny již v roce 1993. Integrovaný záchranný systém vznikl jako potřeba každodenní spolupráce hasičů, zdravotníků, policie a dalších složek při řešení mimořádných událostí (požárů, havárií, dopravních nehod, atd.). Vždy, když nastane nějaká větší událost, je zájem využívat to, s kým se spolupracuje, pro dosažení rychlé a účinné záchrany nebo likvidace mimořádné události. Spolupráce všech složek na místě zásahu v nějaké formě existovala vždy. Avšak odlišná pracovní náplň i pravomoci jednotlivých složek zakládají nutnost určité koordinace postupů.

#### 2.1.1 Složky integrovaného záchranného systému

##### Základní složky IZS:

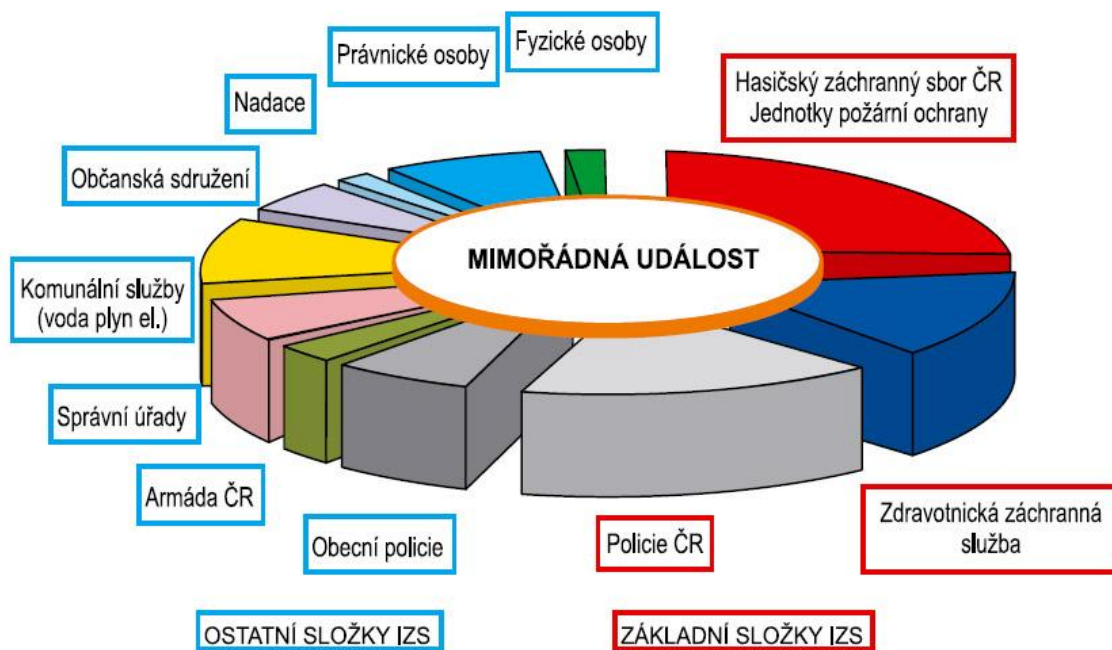
- Hasičský záchranný sbor České republiky,
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- Zdravotnická záchranná služba,
- Policie České republiky.

##### Ostatní složky IZS:

- Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- Obecní policie,
- Orgány ochrany veřejného zdraví,
- Havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- Zařízení civilní ochrany,
- Neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

Graficky je struktura složek IZS zachycena na obrázku č. 2, kde lze pozorovat procentuální zastoupení jednotlivých složek v IZS.





Obrázek 2. Rozložení jednotlivých složek IZS dle velikosti (2)

V době krizových stavů se stávají ostatními složkami integrovaného záchranného systému také odborná zdravotnická zařízení na úrovni fakultních nemocnic pro poskytování specializované péče obyvatelstvu.

Základní složky integrovaného záchranného systému zajišťují nepřetržitou pohotovost pro příjem ohlášení vzniku mimořádné události, její vyhodnocení a neodkladný zásah v místě mimořádné události. Za tímto účelem rozmístí své síly a prostředky po celém území České republiky.

## 2.2 Hasičský záchranný sbor a jednotky požární ochrany

Hasičský záchranný sbor ČR (vymezený zákonem 238/2000 Sb. – Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky) je hlavním koordinátorem a páteří integrovaného záchranného systému. V praxi to mj. znamená, že pokud zasahuje více složek IZS, na místě většinou velí příslušník Hasičského záchranného sboru ČR,



který řídí součinnost složek a koordinuje záchranné a likvidační práce. Operační a informační středisko IZS (je jím operační a informační středisko HZS ČR) povolává a nasazuje potřebné síly a prostředky jed-

Zdroj: <http://www.hzscr.cz/>

notlivých složek IZS v konkrétních lokalitách. Na strategické úrovni je pak integrovaný záchranný systém koordinován krizovými orgány krajů a Ministerstva vnitra.

Dle zákona o integrovaném záchranném systému má velitel zásahu při provádění záchranných a likvidačních prací rozsáhlé pravomoci. Může mj. zakázat nebo omezit vstup osob na místo zásahu, nařídit evakuaci osob nebo stanovit jiná dočasná omezení k ochraně života, zdraví, majetku a životního prostředí. Velitel zásahu je rovněž ze zákona oprávněn vyzvat právnické a fyzické osoby k poskytnutí osobní nebo věcné pomoci. Firmy a občané mají ze zákona povinnost tuto žádost o pomoc při řešení mimořádné události vyslyšet.

### **2.2.1 Jednotka požární ochrany**

Jednotkou požární ochrany (dále jen „jednotka PO“) se rozumí organizovaný systém tvořený odborně vyškolenými osobami (hasiči), požární technikou (automobily) a věcnými prostředky požární ochrany (výbava automobilů, agregáty, apod.).

Základním posláním jednotek PO je chránit životy a zdraví obyvatel, majetek před požáry a poskytovat účinnou pomoc při mimořádných událostech, které ohrožují život a zdraví obyvatel, majetek nebo životní prostředí a které vyžadují provedení záchranných, resp. likvidačních prací.

Jednotky PO působí buď v organizačním řízení, nebo v operačním řízení. Organizačním řízením se rozumí činnost k dosažení stálé organizační, technické a odborné způsobilosti sil a prostředků požární ochrany k plnění úkolů jednotek PO. Tímto se rozumí činnost související s udržováním a zvyšováním odborné a fyzické způsobilosti hasičů (školení, výcvik), údržbou požární techniky a dalších prostředků požární ochrany, apod.

Operačním řízením se rozumí činnost od přijetí zprávy o vzniku požáru nebo jiné mimořádné události až po návrat sil a prostředků na místo stálé dislokace. Do těchto činností se zahrnuje výjezd jednotky PO, jízda na místo zásahu, provádění záchranných, resp. likvidačních, prací, apod.

Hasiči jsou v jednotce PO rozděleni do čet, družstev, družstev o zmenšeném početním stavu, příp. skupin. Četu tvoří 2 až 3 družstva, příp. skupiny. Družstvo je tvořeno velitelem a dalšími pěti hasiči (1+5). Družstvo o zmenšeném početním stavu se sestává z velitele a dalších tří hasičů (1+3). Skupinu tvoří velitel skupiny a 1 až 2 hasiči. Pokud

se jednotka sestává z hasičů dvou druhů jednotek PO nebo hasičů nejméně jedné jednotky PO a osob z dalších složek integrovaného záchranného systému nebo hasičů nejméně jedné jednotky PO a osob poskytujících osobní a věcnou pomoc, nazývá se tato jednotka odřadem.

## 2.3 Policie ČR

Policie České republiky (PČR) je ozbrojený bezpečnostní sbor České republiky, státní policie s působností na celém území republiky. Činnost Policie České republiky je upravena novým zákonem č. 273/2008 Sb., který realizuje reformu policie navrženou ministrem vnitra Ivanem Langerem. Jejím záměrem je především policii soustředit na úkoly pro zajištění bezpečnosti a odlehčit jí od dalších působností, které s tímto hlavním úkolem úzce nesouvisí.



Zdroj: <http://pcr.cz/>

Policie České republiky plní zejména úkoly ve věcech vnitřního pořádku a bezpečnosti, a to prostřednictvím svých příslušníků (policistů), kteří jsou organizováni v různých útvarech.

### 2.3.1 Organizace PČR

Policie ČR je podřízena Ministerstvu vnitra. Tvoří ji Policejní prezidium, útvary s působností na celém území republiky a útvary s územně vymezenou působností. Činnost policie ČR řídí Policejní prezidium, v jehož čele stojí policejní prezident, který je nadřízeným všech policistů. Policejního prezidenta jmenuje a odvolává ministr vnitra se souhlasem vlády. V policii ČR působí:

- služba pořádkové policie a služba železniční policie,
- služba kriminální policie a vyšetřování,
- služba dopravní policie,
- služba správních činností,
- ochranná služba,
- služba cizinecké policie,
- útvar rychlého nasazení,
- letecká služba.

## 2.3.2 Úkoly policie ČR

Policie plní zejména tyto úkoly:

- chrání bezpečnost osob a majetku,
- spolupůsobí při zajišťování veřejného pořádku, a byl-li porušen, činí opatření k jeho obnovení,
- vede boj proti terorismu,
- odhaluje trestné činy, zjišťuje jejich pachatele a realizuje opatření při předcházení trestné činnosti, koná vyšetřování o trestných činech – v trestním řízení vystupuje jako policejní orgán (odhalování a prověřování skutečností nasvědčující tomu, že byl spáchán trestný čin, jehož pachatelem je policista, však provádí Inspekce ministra vnitra a vyšetřování koná státní zástupce),
- ve vymezeném rozsahu zajišťuje ochranu státních hranic,
- zajišťuje ochranu ústavních činitelů a bezpečnost chráněných osob, kterým je při jejich pobytu na území České republiky poskytována osobní ochrana podle mezinárodních dohod,
- zajišťuje ochranu zastupitelských úřadů, ochranu sídelních objektů Parlamentu, prezidenta republiky, Ústavního soudu, Ministerstva zahraničních věcí, Ministerstva vnitra a dalších objektů zvláštního významu pro vnitřní pořádek a bezpečnost určených vládou,
- dohlíží na bezpečnost a plynulost silničního provozu a spolupůsobí při jeho řízení,
- odhaluje přestupky,
- projednává některé přestupky (např. na úseku provozu na pozemních komunikacích),
- ve spolupráci s obcemi se podílí na zabezpečování místních záležitostí veřejného pořádku a další.

## 2.4 Zdravotnická Záchranná Služba (ZZS)

Zdravotnická záchranná služba (ZZS) zajišťuje odbornou přednemocniční neodkladnou péči. Přednemocniční neodkladná péče (PNP) je definována jako péče o postižené na místě jejich úrazu nebo náhlého onemocnění, v průběhu jejich transportu k dalšímu odbornému ošetření a při jejich předání do zdravotnického zařízení.



Zdroj:  
<http://www.zachrannaslužba.cz>

PNP je poskytována při stavech, které:

- bezprostředně ohrožují život postiženého,
- způsobí bez rychlého poskytnutí odborné první pomoci trvalé následky,
- mohou vést prohlubováním chorobných změn k náhlé smrti,
- působí náhlé utrpení a bolest,
- působí změny chování a jednání, ohrožující postiženého nebo jeho okolí.

Přednemocniční neodkladnou péči je ZZS, na základě vyhlášky č. 434/1992 Sb. ministerstva zdravotnictví České republiky ze dne 28. července 1992 o zdravotnické záchranné službě, povinna poskytnout pacientovi do patnácti minut od zavolání na tísňovou linku 155, mimo případů, hodných zvláštního zřetele. K tomuto účelu jsou k dispozici tzv. výjezdové skupiny, neboli zdravotnické týmy záchranné služby, které zasahují u pacientů v terénu.

Většina krajských středisek záchranné služby disponuje těmito druhy pozemních posádek:

- Rychlá lékařská pomoc (RLP)
- Rychlá zdravotnická pomoc (RZP)
- Rendez-vous (RV)

Liberecký kraj má jako jediný zavedené pouze dva druhy posádek záchranné zdravotnické služby:

- Doktor,
- Paramedik.

#### **2.4.1 Rychlá lékařská pomoc (RLP)**

Posádku RLP tvoří většinou tříčlenný tým:

- lékař - vedoucí týmu,
- zdravotnický záchranář či střední zdravotnický pracovník (zdravotní sestra s postgraduálním vzděláním zaměřeným na akutní péči),
- řidič – záchranář – odpovídá nejen za bezpečnou jízdu vozidla, ale spolupracuje se zbytkem týmu při ošetřování pacienta.

Výjezdová skupina rychlé lékařské pomoci zasahuje u pacientů akutně ohrožených selháním základních životních funkcí. Sanitka s lékařem tedy vyjíždí k postiženým, kteří se nalézají v bezprostředním ohrožení života. Jedná se tedy například o:

- zástavu dechu a oběhu,
- bolesti na hrudi,
- poruchy vědomí,
- dechové obtíže,
- dopravní nehody,
- vážné úrazy.

Posádka vyjíždí k postiženým ve speciálně vybaveném sanitním voze, kde má k dispozici vše potřebné k vyšetření, ošetření a zajištění pacienta v kritickém stavu.

## 2.4.2 Rychlá zdravotnická pomoc (RZP)

Posádka RZP je nejméně dvoučlenná:

- střední zdravotnický pracovník,
- řidič – záchranář.

Výjezdová skupina rychlé zdravotnické pomoci je vysílána k pacientům, jejichž zdravotní stav po vyhodnocení výzvy operačním střediskem nevyžaduje zásah lékaře záchranné služby. Jde o nekomplikované úrazy i neúrazové stavy, které nepředpokládají nutnost diagnostické činnosti a akutní léčbu.

Skupiny RZP provádějí rovněž sekundární převozy náhle zhoršených pacientů z ordinací praktických lékařů, nebo zasahují spolu s posádkami rychlé lékařské pomoci u větších dopravních nehod.

Pokud pacienta zajišťuje posádka RZP, měla by jej bez výjimek předat do lékařské péče. Absence lékaře v týmu omezuje kompetence zdravotníka v oblasti aplikace léků a některých terapeutických postupů.

Zdravotničtí záchranáři a sestry-specialistky jsou kompetentními zdravotníky, kteří se dovedou o pacienta spolehlivě postarat. V případě potřeby mohou stav postiženého konzultovat vysílačkou či telefonem s lékařem, nebo si jej na místo i přivolat.

## 2.4.3 Rendez-vous (RV)

V několika krajích a městech pracuje záchranná služba v tzv. setkávacím systému, neboli „rendez-vous“. Lékař v tomto případě vyjíždí k pacientům v osobním nebo v terénním automobilu.

Posádku tvoří:

- lékař,
- střední zdravotnický pracovník,
- řidič-záchranář.

Vozidlo je jako u předchozích posádek vybaveno potřebnými prostředky k záchrane postiženého, a to včetně ventilátoru a monitoru srdeční činnosti, nemá však pochopitelně možnost nemocného transportovat.

Systém přednemocniční neodkladné péče se použitím RV stává flexibilnějším a umožňuje lepší pohyblivost lékaře v terénu. Ten není vázán na sanitku a v případě potřeby může po ošetření pacienta ihned odjet k dalšímu zásahu.

System funguje tak, že v případě, kdy je možné, že pacienta nebude nutno transportovat do zdravotnického zařízení (tedy například k epileptickým či astmatickým záchvatům apod.), vysílá operační středisko pouze vozidlo rendez-vous. Po ošetření lékařem zůstává pacient doma. Je-li zapotřebí zajistit jeho převoz do nemocnice, posádka rendez-vous si přivolá sanitku RZP.

V některých případech, jež jsou na první pohled velmi závažné, nebo se pacient nalézá na ulici, je operačním střediskem vyslána posádka RZP a RV zároveň.

#### **2.4.4 Doktor**

Složení posádky:

- řidič-záchranář,
- lékař.

K transportu posádky na místo neštěstí je využíváno osobní vozidlo. Tímto vozem se nepřeváží pacienti. Krajské operační středisko tento typ posádky vysílá k pacientům, kteří jsou bezprostředně ohroženi na životě nebo naopak tam, kde se předpokládá, že může být pacient ošetřen na místě, a tudíž si jeho zdravotní stav nevyžaduje transport do zdravotnického zařízení.

Tento typ posádky je srovnatelný s posádkou rendez-vous ostatních krajů.

#### **2.4.5 Paramedik**

Složení posádky:

- řidič-záchranář,
- paramedik (záchranář).

Tento typ posádky využívá ke své práci sanitní vozidla, která umožňují i transport pacientů.

Krajské operační středisko tento typ posádky vysílá k pacientům, jejichž zdravotní stav je vážný, avšak neohrožuje pacienta bezprostředně na životě. Jde například o zlomeniny končetin, lehké úrazy hlavy, bolesti břicha, počínající porod atp. Společně s posádkou „Doktor“ je tento vůz vyslán ke všem stavům, kdy je pacient bezprostředně ohrožen na životě a bude třeba ho po ošetření transportovat do zdravotnického zařízení.

Tento typ posádky je srovnatelný s posádkou RZP.

## 2.5 Výjezdová stanoviště ZZS v ČR

Zdravotnická záchranná služba je v ČR rozdělena podle krajů. V každém kraji se nachází jedno krajské operační středisko. Hlavním úkolem krajského operačního střediska je příjem tísňového volání (především z linky 155, případně z telefonního centra volání hasičského záchranného sboru z linky 112), dále pak řízení a koordinace činnosti výjezdových skupin spadajících do daného kraje.

ČR je rozdělena do 13 krajů + hlavní město Praha. Krajská operační střediska se většinou nacházejí v krajských městech. Tabulka č. 1 zachycuje kraje a jejich města s krajskými operačními středisky.

**Tabulka 1. Rozmístění krajských operačních středisek v jednotlivých krajích (3)**

<b>Kraj</b>	<b>Krajské operační středisko</b>	<b>Kraj</b>	<b>Krajské operační středisko</b>
Praha	Praha	Královéhradecký kraj	Hradec Králové
Středočeský kraj	Kladno	Pardubický kraj	Pardubice
Liberecký kraj	Liberec	Vysočina	Jihlava
Ústecký kraj	Ústí nad Labem	Jihomoravský kraj	Brno
Plzeňský kraj	Plzeň	Olomoucký kraj	Olomouc
Karlovarský kraj	Karlovy Vary	Moravskoslezský kraj	Ostrava
Jihočeský kraj	České Budějovice	Zlínský kraj	Zlín

Celkem je na území ČR rozmístěno okolo 250 stanovišť záchranné služby a jejich rozdělení ukazuje tabulka č. 2.

**Tabulka 2. Počty stanovišť ZZS v jednotlivých krajích (3)**

<b>Kraj</b>	<b>Počet stanovišť</b>	<b>Kraj</b>	<b>Počet stanovišť</b>
Praha	17	Královéhradecký kraj	12
Středočeský kraj	39	Pardubický kraj	14
Liberecký kraj	13	Vysočina	16
Ústecký kraj	19	Jihomoravský kraj	20
Plzeňský kraj	20	Olomoucký kraj	14
Karlovarský kraj	11	Moravskoslezský kraj	24
Jihočeský kraj	23	Zlínský kraj	12

## 2.6 Výkaz činnosti ZZS v ČR

Ústav zdravotnických informací a statistiky (ÚIZS) vytváří roční statistiky ZZS. Poslední uveřejněnou statistikou je v současné době výkaz činnosti ZZS v roce 2007 (vytvoření a zveřejnění 22. 8. 2008). Souhrnné celorepublikové statistiky za rok 2008 dosud nebyly dopracovány.



Tabulka č. 3 zaznamenává počty výjezdových středisek a počty výjezdových skupin v České republice v roce 2007.

**Tabulka 3. Počty výjezdových středisek a jednotlivých posádek ZZS v roce 2007 (4)**

	Počet linek 155	Počet výjezdových stanovišť	Počet výjezdových skupin v nepřetržitém provozu		Počet výjezdových skupin v omezeném provozu	
			RLP + RV	RZP	RLP + RV	RZP
Operační středisko ÚSZS	206	247	274	123	172	32
Jiné operační středisko	0	23	20	11	0	1
Jiné dispečerské pracoviště	1	9	6	6	3	5

Územní střediska záchranné služby (ÚSZS) jsou střediska zřizovaná kraji. Každé takové operační středisko zajišťuje přednemocniční neodkladnou péči určité části území kraje. Jiná operační střediska nespádají přímo do kompetence kraje, jedná se převážně o soukromé firmy vybavené vlastními vozy záchranné služby. Do kategorie jiná dispečerská pracoviště se řadí ta pracoviště, sloužící pouze ke komunikaci a příjmu nálehavých událostí a nejsou přímou součástí ÚSZS.

Srovnání počtu výjezdových středisek ZZS v letech 2004 – 2007 zobrazuje tabulka č. 4. Celkový počet středisek je takřka neměnný, jen se jednotlivá střediska postupně přeskupují a počet středisek ÚSZS se navyšuje. Jediný pokles je zaznamenán mezi lety 2006 – 2007, kdy se celkový počet středisek snížil o 4.

**Tabulka 4. Počty výjezdových stanovišť v letech 2004 – 2007 (4)**

	Počet výjezdových stanovišť			
	2004	2005	2006	2007
Operační středisko ÚSZS	179	191	250	247
Jiné operační středisko	65	61	23	23
Jiné dispečerské pracoviště	17	10	10	9

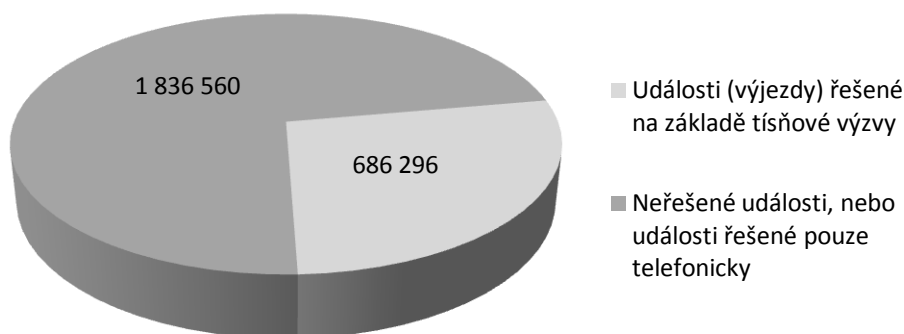
Statistiky do roku 2007 neuváděly počty jednotlivých výjezdových skupin, proto tedy nelze provést ani jejich srovnání.

Tabulka č. 5 a obrázek č. 3 uvádí počty hovorů na tísňových linkách a následně počty výjezdů na základě volání na tísňovou linku. Na základě tísňové výzvy bylo řešeno celkem 686 296 událostí, tedy 94 % všech zásahů. Kromě toho bylo provedeno ještě 43 949 ostatních zásahů (bez tísňové výzvy). V roce 2007 bylo řešeno celkem 36 udá-

lostí s hromadným výskytem raněných/postižených (10 a více mrtvých nebo těžce zraněných v rámci jedné události).

**Tabulka 5. Počty hovorů, událostí a zásahů řešených ZZS v roce 2007 (4)**

	Počet
Hovory na tísňových linkách	2 522 856
Události řešené na základě tísňové výzvy	686 296
Ostatní zásahy (bez tísňové výzvy)	43 949
Řešené události s hromadným výskytem raněných / postižených	36



**Obrázek 3. Rozdělení řešení hovorů na tísňových linkách (4)**

Počty pacientů ošetřených podle povahy nejzávažnějšího stavu řešeného posádkou zdravotnické záchranné služby (každý pacient ošetřený zdravotnickou záchrannou službou na základě tísňové výzvy je započítán právě jednou) jsou zobrazeny v tabulce č. 6 a obrázcích č. 4 a 5. Celkový počet v roce 2007 představoval 686 326 pacientů, z toho 20,4 % bylo ošetřeno z důvodu traumat (rány, zlomeniny, popáleniny...), 64,2 % tvořilo ošetření somatických onemocnění (z nich zejména akutní koronární syndromy, cévní příhody mozkové a psychiatrická onemocnění) a 14,5 % připadlo na ostatní ošetření.

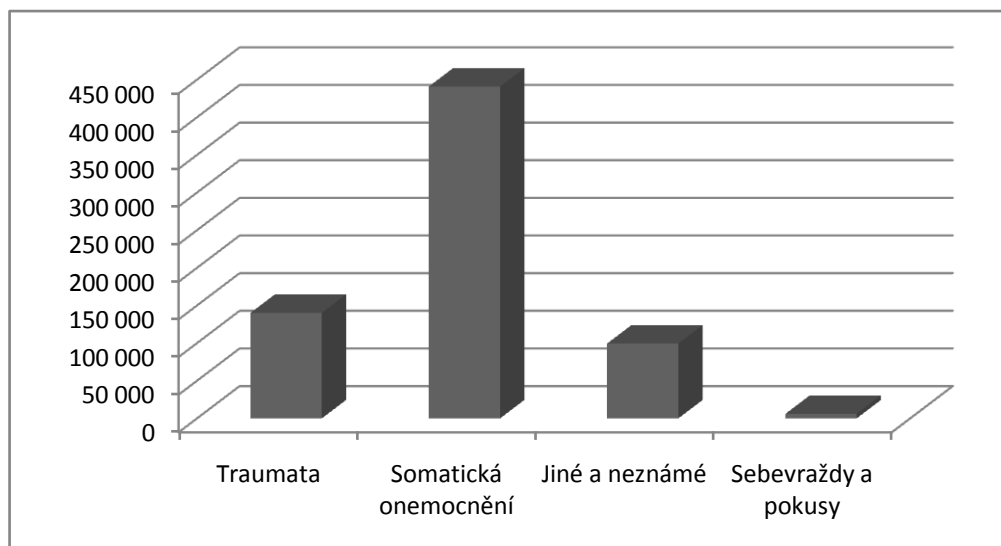
Pacienti se dle závažnosti jejich zdravotního stavu rozdělují na 4 skupiny dle klasifikace NACA (National Advisory Committee on Aeronautics Score). NACA 1 – 3 představuje takovou závažnost zdravotního stavu (1 – lehkou, 2 – střední a 3 – vysokou), kde funkční porucha nebo úraz neohrožuje bezprostředně život pacienta. NACA 4 – 5 představuje závažnost stavu pacienta, kdy funkční porucha nebo úraz nepřímo či přímo ohrožuje jeho život. NACA 6 znamená resuscitaci pacienta, kdy pacientovi selhávají základní životní funkce (dýchání a srdeční činnost). NACA 7 představuje úmrtí pacienta.

Rozdělení pacientů podle závažnosti jejich zdravotního stavu bylo v roce 2007 následující: 89,9 % připadalo na ošetření NACA 1 – 3, 6,4 % na ošetření NACA 4 – 5, 0,8 % na ošetření NACA 6 a 2,9 % pacientů na ošetření NACA 7.

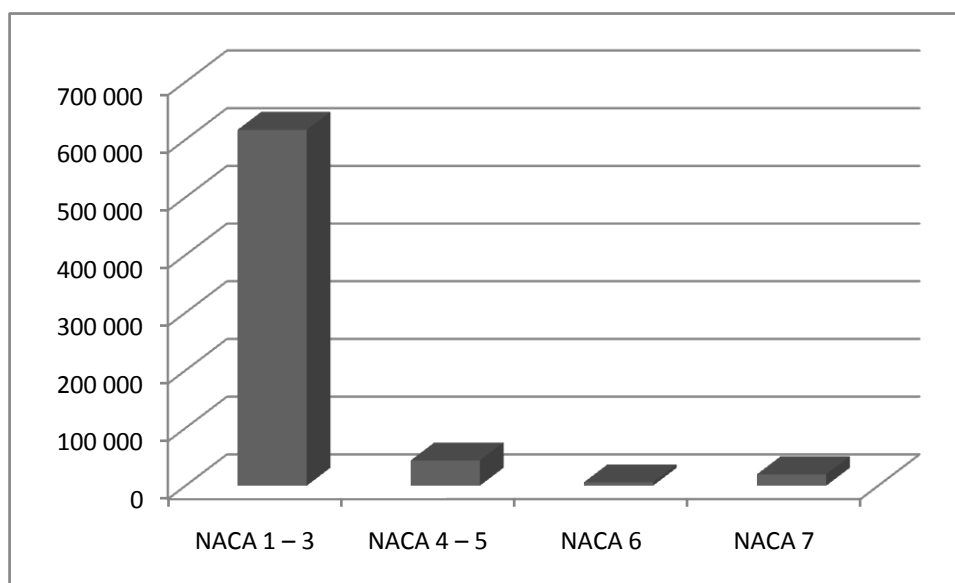
Počty exitů značí počty úmrtí pacientů před příjezdem zdravotnické záchranné služby.

**Tabulka 6. Počty pacientů ošetřených na základě tísňové výzvy v roce 2007 (4)**

		Počet	Věk				Počet exitů	
			0 – 3	4 – 19	20 – 64	65 +		
Počty pacientů podle povahy nejzávažnějšího stavu řešeného posádkou ZZS	Traumata	140 168					1 758	
	v tom	NACA 1 – 3	130 365	2 985	16 971	75 974	34 435	
		NACA 4 – 5	7 240	239	838	4 870	1 293	
		NACA 6	763	21	64	536	142	
		NACA 7	1 800	13	112	1 375	300	
	Somatická onemocnění	440 835					12 476	
	v tom	NACA 1 – 3	392 444	8 901	17 857	171 411	194 275	
		NACA 4 – 5	31 468	807	682	11 965	18 014	
		NACA 6	4 387	46	30	1 539	2 772	
		NACA 7	12 536	31	57	3 760	8 688	
	Jiné a neznámé	99 378					4 409	
	v tom	NACA 1 – 3	90 096	2 519	7 981	52 267	27 329	
		NACA 4 – 5	4 189	268	356	2 227	1 338	
NACA 6		585	15	21	262	287		
NACA 7		4 508	38	39	1 954	2 477		
Sebevraždy	Sebevraždy a pokusy	5 945						
	v tom	NACA 1 – 3	3 983	1	447	3 184	351	
		NACA 4 – 5	895	0	82	711	102	
		NACA 6	83	0	5	63	15	
		NACA 7	984	0	23	740	221	
<b>Celkový počet pacientů</b>		<b>686 326</b>					<b>18 643</b>	



**Obrázek 4. Počty pacientů rozdělených podle druhu ošetření v roce 2007 (4)**



**Obrázek 5. Počty pacientů rozdělených podle závažnosti zdrav. stavu v roce 2007 (4)**

Tabulka č. 7 ukazuje dojezdové časy posádek v roce 2007. Ve více než 89 % byla dojezdová doba k hlášené události kratší než 15 min. Tabulka uvádí i počty zahájených a úspěšných KPCR. Z tabulky lze pozorovat skutečnost, že se počet neúspěšných KPCR blíží k 55 %.

KPCR (Kardiopulmocembrální resuscitace) je soubor opatření a výkonů k neprodlenému obnovení oběhu okysličené krve u osoby postižené náhlým selháním jedné, nebo obou základních životních funkcí – dýchání a krevního oběhu. Mezi KPCR patří

například umělé dýchání z úst do úst, nepřímá masáž srdce, či jiná odborná resuscitace pomocí přístrojů.

Pro poskytnutí správné první pomoci, jež je součástí KPCR, je v první řadě důležité zajištění průchodnosti dýchacích cest záklonem hlavy, předsunutím dolní čelisti a zastavení masivního krvácení, v nouzi stlačením rány holými prsty. Dále se do příjezdu ZZS provádí nepřímá srdeční masáž a umělé dýchání. Prioritu má srdeční masáž oproti dřívějšímu přístupu, kdy se upřednostňovalo umělé dýchání. Umělé dýchání nyní provádíme většinou jen u dětí (2x za minutu 1 vdech), u dospělých jen v případě, že záchrana poskytují dva lidé.

Hlavním významem srdeční masáže je překlenutí období mezi zástavou srdce a odbornou lékařskou pomocí. Několik minut od zástavy je reálná naděje na plné obnovení životních funkcí a plnohodnotného života. Srdeční masáž zřídka vyřeší původní problém, ale zpomalí postupný proces umírání.

**Tabulka 7. Dojezdové časy posádek ZZS v roce 2007 (4)**

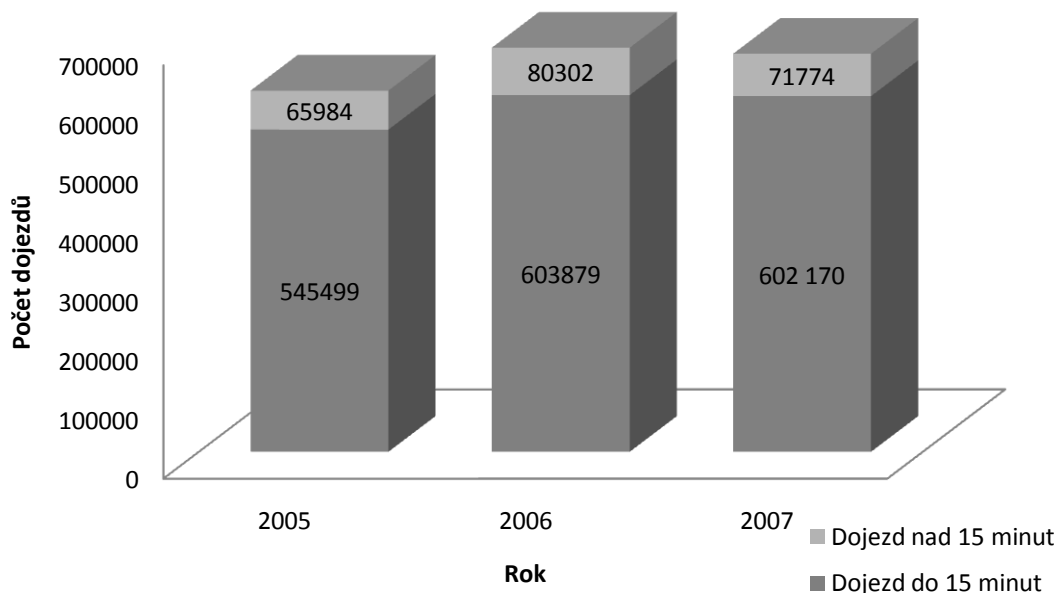
	Počet		
	minut	událostí	celkem
<b>Dojezdová doba celkem</b>	6 679 873	673 944	
- <b>dojezd do 15 minut</b>		602 170	
<b>Zahájené KPCR</b>			8 129
- <b>primárně úspěšné KPCR</b>			3 403
- <b>sekundárně úspěšné KPCR</b>			303

Primárně úspěšné KPCR jsou takové, kdy resuscitovaný pacient po ukončení výjezdu žil a byl předán na lůžkové oddělení. Oproti tomu u sekundárně úspěšných KPCR musí resuscitovaný pacient kdykoli v průběhu prvních 6 týdnů od KPCR dosáhnout úplné nebo částečné soběstačnosti.

Srovnání celkových dojezdů a dojezdů do stanovených 15 minut posádek ZZS v letech 2005 – 2007 uvádí tabulka č. 8 a obrázek č. 6. V roce 2006 se počet dojezdů zvýšil oproti roku 2005 téměř o 12 %, nicméně počet dojezdů do 15 minut zůstal stále pod 90 %.

**Tabulka 8. Počty událostí s výjezdy posádek ZZS v letech 2005 – 2007 (4)**

	Počet událostí		
	2005	2006	2007
<b>Dojezdů celkem</b>	611 483	684 181	673 944
- <b>dojezd do 15 minut</b>	545 499	603 879	602 170
- <b>dojezd do 15 minut [%]</b>	89,2	88,3	89,4



**Obrázek 6. Počty dojezdů posádek ZZS v letech 2005 – 2007 (4)**

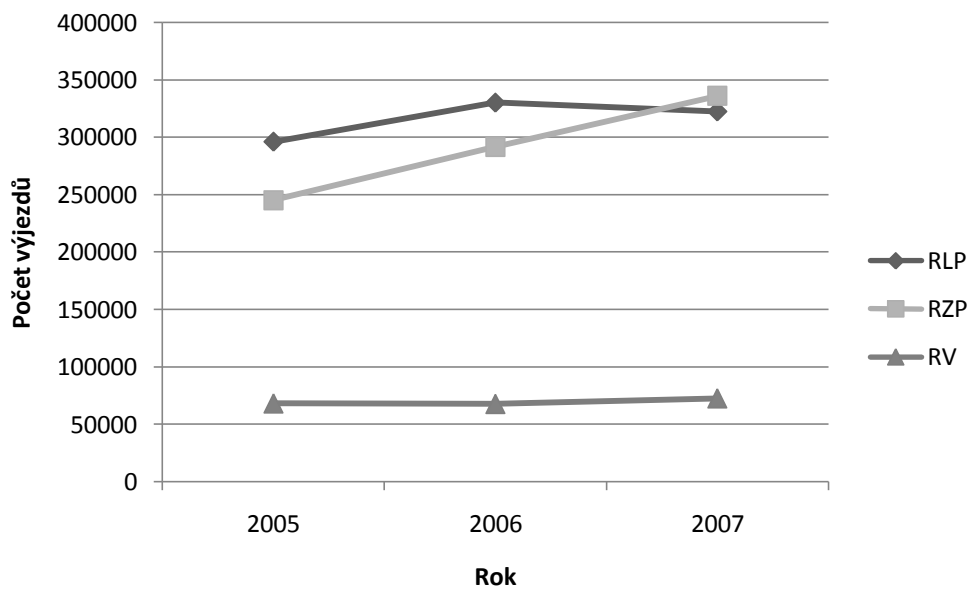
Počty výjezdů jednotlivých posádek ZZS v letech 2005 – 2007 zachycují tabulky č. 9, 10 a obrázek č. 7. Mezi roky 2005 a 2006 nastal prudký nárůst výjezdů posádek RLP a RZP. V roce 2007 se počty výjezdů posádek RZP poprvé dostávají nad počet výjezdů RLP, což by mohlo naznačovat finanční úspory (posádka bez lékaře vyjde určitě levněji než posádka s lékařem), nebo ubývání událostí vyžadujících zásah lékaře. Primární výjezdy posádek RV se vždy pohybují okolo 70 tisíc.

**Tabulka 9. Počty výjezdů jednotlivých posádek ZZS v roce 2007 (4)**

	RLP	RZP	RV
<b>Počet primárních výjezdů</b>	322 424	336 099	72 602
<b>Počet sekundárních výjezdů</b>	23 733	46 052	1 309
<b>Počet vozidel</b>	353	286	69

**Tabulka 10. Počty výjezdů posádek ZZS v letech 2005 a 2006 (4)**

	2005			2006		
	RLP	RZP	RV	RLP	RZP	RV
<b>Počet primárních výjezdů</b>	295 968	245 226	68 235	330 146	291 629	67 784
<b>Počet sekundárních výjezdů</b>	26 109	53 543	654	24 978	48 168	453
<b>Počet vozidel</b>	365	251	75	345	236	56



**Obrázek 7. Počty primárních výjezdů posádek ZZS v letech 2005 – 2007 (4)**

### 3 Porovnání situace v ČR a ostatních zemích EU

Ve světě není vůbec pravidlem a samozřejmostí, že by byl lékař součástí výjezdového týmu. V některých zemích jsou v posádkách obvykle pouze tzv. paramedici, tedy nelékaři (srovnatelní s našimi vysokoškolsky vzdělanými záchranáři - absolventy bakalářského studia). Lékařská péče je tak pacientovi poskytnuta až po příjezdu do nemocnice. V našem systému lékař ve většině případů vyjíždí přímo k postiženému – do mů či do terénu.

Činnost záchranné služby v ČR tedy rozhodně nespočívá v co nejrychlejším naložení pacienta a pouhém odvozu do nemocnice. Hlavním úkolem záchranné služby ČR je v co nejkratší době dostat kvalifikovanou pomoc k pacientovi.

Záchrana začíná již na místě události a posádka mnohdy provádí u postiženého řadu náročných výkonů a opatření, které mají za cíl maximalizovat šanci pacienta na dobré přežití (přežití bez trvalých následků). Stav pacienta také v řadě případů vyžaduje daleko spíše šetrný a klidný transport do nemocnice než rychlou a riskantní jízdu (pokud je pacient stabilizovaný, rychlá jízda může přispět ke zvýšení neklidu či úzkosti).

V následujících kapitolách budou podrobněji rozepsány systémy záchranné služby u dvou našich sousedů – Německa a Slovenské republiky.

#### 3.1 Německý přístup k řešení urgentních situací

Připravenost na katastrofy a jejich zdolávání jsou v Německu úlohou společnosti. Spolková vláda převedla odpovědnost za řešení katastrof na 16 spolkových zemí. Totéž platí pro civilní obranu a ochranu obyvatelstva v případě válečného nebo mezinárodního ohrožení. Spolkové země nesou také odpovědnost za legislativu ohledně zdravotnické záchranné služby, hasičského záchranného sboru a řešení katastrof (přírodních i technologických). Za organizaci těchto služeb odpovídají okresy a svobodná města. Německý systém je založen na principu rozložení odpovědnosti mezi státní a soukromé instituce. Řada státních i soukromých záchranných organizací odpovídá za provádění záchranných prací při katastrofě. V Německu jde o tyto organizace:

Státní (vládní):

- Technisches Hilfswerk (THW / celostátní technická pomocná služba),
- Feuerwehren (hasičské sbory / profesionální a dobrovolné),
- Akademie pro krizové plánování a ochranu obyvatelstva v Ahrweileru.



Soukromé:

- Arbeiter-Samariter-Bund Deutschland (ASB/ Asociace Samaritánů Německa),
- Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS, Něm. námořní záchranná služba),
- Deutsche Lebensrettungsgesellschaft (DLRG/ Německá společnost pro záchranu života),
- Deutsches Rotes Kreuz (DRK/ Německý Červený kříž),
- Johanniter-Unfall-Hilfe (JUH/ Záchraná služba Johanité),
- Malteser Hilfsdienst (MEID/ Maltéžská pomocná služba). (5)

ASB, DRK, JUH a MHD se specializují na záchranné práce, zdravotní a sociální péči a na záchranné práce při katastrofě. 80 % ze zdravotnické záchranné služby a 95 % zdravotní péče při katastrofách je zajištěno pomocí těchto nevládních organizací. Nevládní i vládní organizace zaměstnávají více než 1,2 mil. dobrovolníků a asi 100 000 profesionálů. Záchrannou službu vykonávají profesionálové, záchranné práce při katastrofě provádějí dobrovolníci. Německá ústava umožňuje přivolat v případě katastrofy armádu, aby pomohla záchranným organizacím při jejím zdolávání. Ve všech okresech i svobodných městech vytváří úřady při katastrofě krizové štáby. Při záchranných akcích pracuje na místě neštěstí operační velení. Ve většině okresů a svobodných měst jsou vedoucí lékaři záchranné služby spolu s veliteli hasičů odpovědní za řízení záchranných prací. Všichni lékaři záchranné služby i zdravotních úřadů absolvují speciální výcvik nebo 520 hodinový kurs (paramedici). Všichni dobrovolníci zdravotní služby z organizací pověřených zdoláváním katastrof prošli zvláštním speciálním kursem (90 hod.). V minulém desetiletí došlo v ochraně obyvatelstva, krizovém řízení a ochraně před katastrofou v SRN k reorganizaci. V roce 1997 byla ochrana obyvatelstva reformována novým federálním zákonem. Likvidace následků katastrof ve spolkových zemích byla spolkovou vládou podpořena zakoupením asi 9000 vozidel a financováním vzdělávání a výcviku. (5)

### **3.1.1 Scoop and Run nebo Stay and Play?**

V současné době dochází v německém záchranném systému kvůli finančním problémům ke snahám o ekonomický přístup. I ty nejzákladnější záležitosti urgentní medicíny jsou prověřovány správními úřady. Hlavním tématem posledních diskusí je otázka, zda je nutný přednemocniční lékařský systém, nebo zda jej nelze nahradit rychlým transportem do nemocnice. Proto se v Německu zkoumají zkušenosti ze zahraničí,

např. z USA. Tam je prioritní přístup „Scoop and Run“, tedy co nejrychlejší převoz pacienta do nejbližší nemocnice bez primárního lékařského ošetření. (5)

Na rozdíl od tohoto přístupu se u těžších úrazů v Německu používá přístup „Stay and Play“. Cílem je zabránit vzniku nebo aspoň minimalizovat možnost sekundárního poškození orgánů vyvolaného posttraumatickým šokem poskytnutím první pomoci. (5)

Argument ve prospěch přístupu „Scoop and Run“ by mohl být v urychlení německého záchranného systému. V průměru se záchranná služba dostane k pacientovi do 7.4 minut, v denních hodinách ve velkých městech již do 6.2 min. K 40 % pacientů se pomoc dostane během 5 minut, ale pouze ve 29 % těchto případů je na místě lékař. Do 10 minut po nehodě se dostane pomoc k 80.3 % pacientů, jen v 68 % z nich je na místě také lékař. Proto je třeba vyhodnotit, zda je rychlý přístup „Scoop and Run“ s převozem do nejbližší nemocnice bez větší přednemocniční péče v zájmu pacientů. Většina argumentů ve prospěch „Scoop and Run“ přichází z USA. Někteří odborníci tvrdí, že při závažném krvácení je třeba dát přednost rychlému transportu a kompetentnímu chirurgickému zákroku. Zavedení periferního intravenózního katétru trvá začínajícímu i středně pokročilému záchranáři asi 10 – 12 min. Transportní časy v USA jsou průměrně 8.5 minuty, a tedy zaberou méně času než naložení katétru. (5)

Je třeba zdůraznit, že mezi Evropou a USA je rozdíl v typech poranění (v USA více penetrujících poranění hrudníku a břicha střelnými nebo bodnými ranami) a v transportních časech (v Evropě nejsou nemocnice tak hustě rozloženy). To jsou jedny z hlavních důvodů, proč nelze přenést americký systém jednoduše do Evropy či do Německa. Kvůli větším vzdálenostem jsou transportní doby delší a pacient je tedy déle bez nemocničního ošetření. Navíc finanční problémy německého zdravotnictví vedou poměrně často k nepřijetí pacienta v nejbližší nemocnici, tj. k jevu zvanému „urgentní turistika“. (5)

Delší doba převozu přispívá ke zvýšení psychických dopadů na pacienta a vyžaduje si přednemocniční stabilizaci. Transportní stres může vést k dalšímu traumatu a k dekompenzaci nestabilního organismu. (5)

Nové vyhodnocení přístupu „Scoop and Run“ vojenskými lékaři vedlo k předpokladu, že by mělo být od tohoto systému opuštěno a mělo by být dále prováděno urgentní ošetření na místě události. Je třeba uvést, že přístup „Scoop and Run“ je v USA preferován nejen z medicínských, ale i z právních či logistických důvodů. Lékaři ob-

vykle přednemocniční terapii neprovádějí. Proto otázka, zda vyslat či nevyslat na místo nešťěstí lékaře nebyla nikdy položena. Spíše se zjišťovalo, jaký druh urgentní terapie má mít paramedik povoleno provádět. Zákroky prováděné paramediky v Německu nelze srovnávat s těmi, které provádějí paramedici v USA, vzhledem k odlišnému výcviku a popisu práce. Všechny tyto rozdíly osvětlují různost uvedených dvou systémů. (5)

Lze tedy konstatovat, že změna časné intenzivní terapie („Stay and Play“) na ekonomicky výhodnější systém „Scoop and Run“ bez speciálně vyškolených lékařů urgentní péče nemůže být v Německu akceptována. Reálné snížení nákladů lze docílit pouze optimalizací výkonů urgentní péče na všech úrovních, tj. přednemocniční, nemocniční i rehabilitační. (5)

### 3.2 Situace na Slovensku

Záchranná zdravotnická služba na Slovensku je v současnosti, až na několik málo středisek, v soukromých rukách.

Na území SR je nyní provozováno 264 výjezdových skupin ZZS. Tento počet je zásluhou čtyřletých státních licencí, které byly soukromým záchranným službám uděleny v roce 2006. Za 2 roky se tak počet výjezdových skupin v SR díky těmto licencím zvedl z počtu 91 na současných 264, čímž jak sami uvádějí, udělali ve dvou letech takový pokrok, který by jinak trval 15 let.

Srovnání počtu výjezdových skupin a obyvatel SR a ČR je zobrazen v tabulce č. 11. Jak lze vidět Česká republika má o 48 % více obyvatel a pouze o 40 % více výjezdových skupin. Na jednu výjezdovou skupinu v ČR tak připadá o 3350 obyvatel více než v SR.

**Tabulka 11. Srovnání ZZS ČR a SR (4, 6, 7)**

	<b>Česká republika</b>	<b>Slovenská republika</b>
<b>Počet výjezdových skupin ZZS</b>	440	264
<b>Počet obyvatel</b>	10 467 542	5 396 168
<b>Obyvatel na 1 skupinu</b>	23 790	20 440

$$10\,467\,542 / 20\,440 \approx 512; 512 - 440 = 72$$

Pokud by mělo být v ČR zachováno stejné procento pokrytí obyvatelstva výjezdovými skupinami jako v SR, muselo by výjezdových skupin v ČR nejméně 72 přibýt.

## 4 Matematický aparát

### 4.1 Základní pojmy teorie grafů

**Neorientovaný graf** je představován uspořádanou trojicí  $G = (V, X, p)$ , kde  $V$  označuje množinu vrcholů a  $X$  množinu hran grafu  $G$ . Zobrazení množiny  $X$  na množinu všech neuspořádaných dvojic  $(u, v)$ , kde  $u, v \in V$  se nazývá incidencí grafu  $G - p$ . (5, str. 5)

**Incidence**  $p$  grafu přiřazuje každé jeho hraně neuspořádanou dvojici vrcholů: je-li incidence hrany  $h \in X$ :  $p(h) = (u, v)$  hovoříme, že hrana  $h$  inciduje s vrcholy  $u$  a  $v$ . Vrcholy  $u, v \in V$  nazýváme krajními vrcholy hrany  $h$ . (5, str. 5)

### 4.2 Lokační úlohy

V praxi se setkáváme s úlohami, které zařazujeme do skupiny lokačně-lokačních úloh. Jedná se například o:

- a) rozmístění stanovišť vozidel hasičské ochrany,
- b) rozmístění stanovišť záchranné služby,
- c) rozmístění pekáren, skladů apod.,
- d) rozmístění poštovních úřadů, bankomatů, apod.,
- e) rozmístění opraven osobních a nákladních automobilů,
- f) rozmístění čistíren, sběren prádla, apod.,
- g) rozmístění skládek posypového materiálu pro zimní údržbu cest, apod.

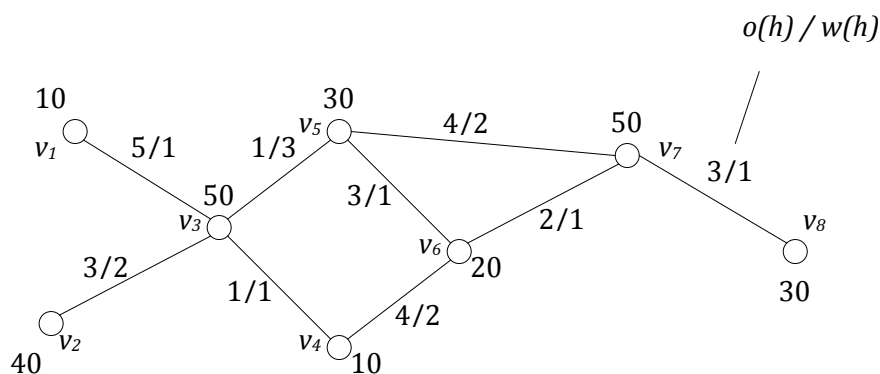
Společným pro všechny tyto úlohy je potřeba výběru místa pro jedno nebo více středisek obsluhy, ze kterých budeme obsluhovat vrcholy nebo úseky sítě. Úlohy mají několik odlišností:

- počty rozmisťovaných středisek,
- jde-li o obsluhu vrcholů, úseků nebo hran sítě,
- kritérium kvality řešení. Úlohy a), b) jsou úlohy typu minmax, kde požadujeme, aby čas  $t$ , ve kterém se dosáhne každé místo v síti, byl minimální; v ostatních případech jde o to, aby se minimalizoval celkový počet najetých kilometrů,
- ve způsobu obsluhy úseků. V případě a), b) se náhodně (s určitým pravděpodobnostním rozdělením) vybere bod na úseku, který je nutno obsloužit. Vozidlo do

bodou zajede a vrátí se po stejné cestě zpět. V případě g) se úsek  $(v, w)$  obsluhuje tak, že obsluha do úseku vstoupí v jednom z vrcholů  $v$  nebo  $w$ , potom projede celý úsek až do druhého vrcholu, kde úsek opustí.

Kombinací těchto možností dostaneme řadu odlišných úloh, vyžadujících různé matematické modely a metody řešení.

Sítí se rozumí souvislý, vrcholově a hranově ohodnocený graf  $G = (V, X)$  bez smyček. Příklad sítě je uveden na obrázku č. 8.



Obrázek 8. Sít' (1)

Sít' vyjadřuje běžnou komunikační síť:

- vrchol – křižovatka komunikací, uzel,
- hrana – úsek,
- váha vrcholu –  $w(v) =$  požadavek na obsluhu vrcholu,
- ohodnocení hrany –  $o(h) =$  délka úseku,
- váha hrany –  $w(h) =$  např. důležitost komunikace.

Při výpočtu dopravní práce související s obsluhou vrcholu  $v_j$  z depa umístěného ve vrcholu  $v_i$  se vychází z následující úvahy. Obsluhující vozidlo se z depa  $v_i$  přemístí do obsluhovaného vrcholu  $v_j$  po nejkratší cestě, po obsluze se opět po téže nejkratší cestě vydává vozidlo zpět do depa. Počet najetých kilometrů se rovná dvojnásobku vzdálenosti vrcholu  $v_j$  od depa  $v_i$  tedy:  $2 d(v_i, v_j)$ .

Projitou vzdálenost násobíme váhou vrcholu  $w(v_j)$ , která vyjadřuje počet obsluhovaných požadavků ve vrcholu  $v_j$ .

**Depem** se rozumí místo na síti, kde je umístěno středisko obsluhy. Množinu dep označíme  $D_k$ , počet dep označíme –  $k = |D_k|$ . Pro  $k$  platí:  $1 \leq k \leq p$ , kde  $p = |V|$ .

### 4.2.1 Základní pojmy lokačních úloh

**Atrahčním obvodem** –  $A(v)$  depa  $v \in D_k$  se označí množina vrcholů a hran sítě, pro které platí:

$u \in A(v)$ , pokud  $\exists$  depa  $w \in D_k$ , pro které  $d(w, u) < d(v, u)$ ,

$h \in A(v)$ , pokud  $\exists$  depa  $w \in D_k$ , pro které  $d(w, h) < d(v, h)$ .

**Vzdálenost hrany  $h$  od depa  $v \in D_k$**  je definována:

$d(v, h) = \min \{ d(v, r), d(v, s) \}$ , kde incidence hrany  $h \in X$  je  $p(h) = (r, s)$ .

**Vzdálenost vrcholu  $u \in V$  od depa  $v \in D_k$**  je definována jako délka minimální cesty:

$$d(u, v) = \min_{m(u,v) \in M} \left\{ \sum_{h \in m(u,v)} o(h) \right\}, \text{ kde } M \text{ je množina všech cest mezi vrcholy } u \text{ a } v.$$

**Prvotním atrahčním obvodem**  $A'(v)$  depa  $v \in D_k$  se rozumí množina všech vrcholů a hran sítě, pro které platí:

$u \in A'(v)$ , pokud  $\exists$  depa  $w \in D_k$ , pro které  $d(w, u) \leq d(v, u)$ ,

$h \in A'(v)$ , pokud  $\exists$  depa  $w \in D_k$ , pro které  $d(w, h) \leq d(v, h)$ .

**Přiděleným atrahčním obvodem**  $A^*(v)$  depa  $v \in D_k$  se rozumí množina vrcholů a hran sítě splňující následující vztahy:

$A'(v) \subseteq A^*(v) \subseteq A(v)$  pro každé depa  $v \in D_k$

$$\bigcup_{v \in D_k} A^*(v) = X \cup V,$$

$A^*(v) \cap A^*(u) = \emptyset$  pro  $u \neq v; u, v \in D_k$ .

### 4.2.2 Obsluha vrcholů sítě

Množinou dep  $D_k$  ( $|D_k| = k$ ) se nazve vrcholově optimální umístění  $k$  dep na síti  $G = (V, X)$ , když pro ni platí:

$$f(D_k) = \min_{D_k} f(D'_k),$$

$$\text{kde } f(D'_k) = \sum_{v \in D'_k} \sum_{u \in A^*(v)} 2 \times d(u, v) \times w(u).$$

$D'_k$  jsou všechny  $k$ -prvkové podmnožiny  $V$ .

### 4.2.3 Obsluha hran sítě

Množinu  $k$  dep  $D_k$  ( $|D_k| = k$ ) nazveme hranově optimálním umístěním  $k$  dep na síti  $G = (V, X)$ , když pro ni platí:

$$g(D_k) = \min_{D_k} g(D'_k),$$

$$\text{kde } g(D'_k) = \sum_{v \in D'_k} \sum_{h \in A^+(v)} (2 \times d(v, h) + o(h)) \times w(h).$$

$D'_k$  jsou všechny  $k$ -prvkové podmnožiny  $V$ .

Depa nemusí být obecně umístěna pouze ve vrcholech sítě, ale mohou být umístěna i na hranách sítě.

Pro lokační úlohy platí zevšeobecněná **Hakimiho věta**:

Nechť pro libovolnou množinu bodů (ne vrcholů) sítě  $G = (V, X)$  -  $Y_k$  jsou funkce  $f(Y_k)$ ,  $g(Y_k)$  formálně definovány stejně jako  $f(D_k)$ ,  $g(D_k)$ . Potom existuje alespoň jedna množina  $k$  vrcholů  $D_k$  ( $D'_k$ ) sítě  $G = (V, X)$ , pro kterou platí:

$$f(D_k) \leq f(Y_k) \text{ resp. } g(D_k) \leq g(Y_k)$$

Lokační problém je kombinatorická úloha třídy  $C_k(p)$ . Jde o určení kombinace  $k$ -té třídy z  $p$  prvků  $p = |V|$ .

Kapitola převzata ze skript Operační výzkum I, Doc. Ing. Josef Volek, CSc., strany 68 – 71.

### 4.3 Hledání nejkratší cesty na grafech

Úlohy o hledání nejkratší cesty mohou být rozčleněny takto:

- hledání nejkratší cesty z daného počátečního vrcholu do daného koncového vrcholu,
- hledání nejkratší cesty z daného počátečního vrcholu do všech ostatních vrcholů grafu (popř. hledání nejkratší cesty ze všech ostatních vrcholů do daného koncového vrcholu),
- hledání minimální cesty mezi libovolnými dvěma vrcholy grafu.

K řešení prvních dvou typů úloh se používá Dijkstrova algoritmu. Pro hledání minimální cesty mezi libovolnými dvěma vrcholy se užívá Floydův algoritmus. Jeho výsledkem je matice vzdáleností mezi vrcholy (distanční matice), s využitím této matice a matice přímých vzdáleností (matice pouze s přímými vzdálenostmi mezi dvěma vrcholy) lze pak snadno určit i minimální cestu mezi vybranými dvěma vrcholy.

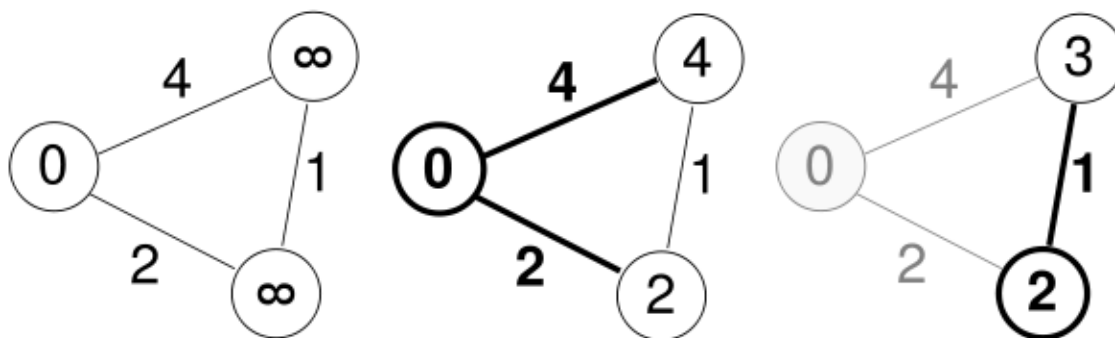
### 4.3.1 Dijkstrův algoritmus

Dijkstrův algoritmus slouží k nalezení nejkratší cesty v grafu. Funguje nad hranově ohodnoceným grafem, v grafu se však nesmí vyskytnout záporné hodnoty. Jeho autorem byl nizozemský informatik Edsger Dijkstra. Algoritmus je konečný (pro jakýkoliv konečný vstup algoritmus skončí), protože v každém průchodu cyklu se do množiny navštívených uzlů přidá právě jeden uzel, průchodů cyklem je tedy nejvýše tolik, kolik má graf vrcholů. (12)

Popis algoritmu:

- Mějme graf  $G$ , v němž hledáme nejkratší cestu. Řekněme, že  $V$  je množina všech vrcholů grafu  $G$  a množina  $E$  obsahuje všechny hrany grafu  $G$ . Algoritmus pracuje tak, že si pro každý vrchol  $v$  z  $V$  pamatuje délku nejkratší cesty, kterou se k němu dá dostat. Označme tuto hodnotu jako  $d[v]$ . Na začátku mají všechny vrcholy  $v$  hodnotu  $d[v]=\infty$ , kromě počátečního vrcholu  $s$ , který má  $d[s]=0$ . Nekonечно symbolizuje, že neznáme cestu k vrcholu. (12)
- Dále si algoritmus udržuje množiny  $Z$  a  $N$ , kde  $Z$  obsahuje už navštívené vrcholy a  $N$  dosud nenavštívené. Algoritmus pracuje v cyklu tak dlouho, dokud  $N$  není prázdná. V každém průchodu cyklu se přidá jeden vrchol  $v_{min}$  z  $N$  do  $Z$ , a to takový, který má nejmenší hodnotu  $d[v]$  ze všech vrcholů  $v$  z  $N$ . (12)
- Pro každý vrchol  $u$ , do kterého vede hrana (označme její délku jako  $l(v_{min},u)$ ) z  $v_{min}$ , se provede následující operace: pokud  $(d[v_{min}] + l(v_{min},u)) < d[u]$ , pak do  $d[u]$  přiřaď hodnotu  $d[v_{min}] + l(v_{min},u)$ , jinak neprováděj nic. (12)
- Až algoritmus skončí, potom pro každý vrchol  $v$  z  $V$  je délka jeho nejkratší cesty od počátečního vrcholu  $s$  uložena v  $d[v]$ . (12)

Na obrázku č. 9 je zobrazen ilustrační běh Dijkstrova algoritmu na malém grafu.

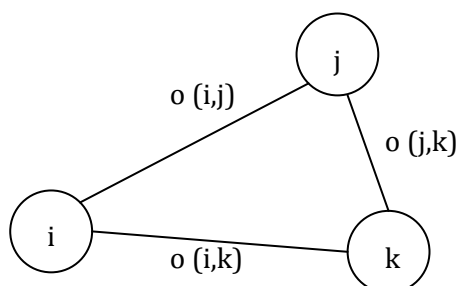


Obrázek 9. Ilustrační obrázek pro pochopení Dijkstrova algoritmu (12)



### 4.3.2 Floydův algoritmus

Floydův algoritmus slouží k nalezení nejkratší cesty mezi jakýmkoli dvěma vrcholy v grafu. Vychází z matice přímých vzdáleností (matice pouze s přímými vzdálenostmi mezi dvěma vrcholy), jejíž modifikací vytvoří distanční matici (matice s nejkratšími vzdálenostmi mezi dvěma vrcholy). Algoritmus je založen na porovnání hodnot přímých a nepřímých vzdáleností.



Obrázek 10. Ilustrační obrázek pro pochopení Floydova algoritmu (11)

Hrana  $(i, j)$  patří do minimální cesty tehdy, pokud nevede minimální cesta jinudy. Obrázek č. 10 nastiňuje tento problém graficky. Matematicky zapsáno:

$$o(i,k) + o(j,k) \leq o(i,j).$$

Algoritmus je tvořen z následujících kroků:

- 1) Sestavení matice přímých vzdáleností  $C$ , přičemž pro prvky  $c_{ij}$  této matice platí:
  - $c_{ij} = 0$  pokud  $i = j$ ,
  - $c_{ij} = o(i,j)$  pokud  $i \neq j$  a hrana spojující uzly  $i, j$  existuje,
  - $c_{ij} = \infty$  pokud  $i \neq j$  a hrana spojující uzly  $i, j$  neexistuje.
- 2) Zavedeme pomocnou proměnnou  $k$  a položíme  $k = 1$ . Tato proměnná představuje index vrcholu, pře který provádíme přepoččet.
- 3) Provedeme přepoččet jednotlivých prvků  $c_{ij}$  matice  $C$  podle pravidla  $c_{ij} = \min\{c_{ij}, c_{ik} + c_{kj}\}$ , přičemž nepočítáme prvky matice, pro které platí  $i = j$  (hlavní diagonála matice), prvky, pro které platí  $i, j = k$  (leží v řádce či sloupci s indexem  $k$ ), a prvky  $i \neq k$  a  $j \neq k$ , pro které  $c_{ik} = \infty$  a  $c_{kj} = \infty$ .
- 4) Pokud  $k < n$  ( $n$  je počet vrcholů grafu), potom položíme  $k = k + 1$  a vracíme se zpět ke kroku 3). Je-li  $k = n$ , je výpočet ukončen a poslední získaná matice je hledanou maticí vzdáleností. (11)

## 5 Programová implementace

Tato část se zabývá samotnou programovou implementací optimalizačního programu. V následujících kapitolách bude přiblížen vývoj aplikace, představeny potřebné komponenty pro implementaci a vysvětleno podrobné ovládání jednotlivých funkcí aplikace.

### 5.1 Shromáždění dat před implementací

Před vlastním návrhem počítačového modelu bylo třeba nastudovat počty a rozmístění stávajících výjezdových středisek záchranné služby v České republice. Kompletní seznam všech obcí, ve kterých se nachází výjezdová střediska, je uveden v příloze A.

Dalším a asi největším problémem bylo získat data silniční sítě České republiky. Ředitelství silnic a dálnic nabízí na svých internetových stránkách zdarma ke stažení silniční síť ČR pro využití v GIS (Geografický Informační Systém) aplikacích. Data jsou uložena ve formátu Shapefile. Jedná se o nejpoužívanější a nejjednodušší formát přenosu geometrie dat, který je založen na systému XBase (soubory s koncovkou *dbf*).

V souborech *dbf* se uchovávají atributy údajů (definice věty a hodnoty záznamů). Formát XBase slouží pro uchování dat právě jedné tabulky. Jelikož má každý řádek v souborech *dbf* přesně definovanou velikost musí se pro rozšíření přidat formát *shp* (soubor, ve kterém je uložena geometrie) a *shx* (soubor s adresami počátků řádků souborů *shp*). Shapefile je databázový formát a vazba jednotlivých souborů (*shp*, *shx* a *dbf*) je zde řešena přes stejná jména souborů.

Ze stránek Ředitelství silnic a dálnic byly staženy dva hlavní soubory useky.zip (obsahující useky.dbf, useky.sbn, useky.sbx, useky.shp, useky.shx) a uzly.zip (obsahující uzly.dbf, uzly.sbn, uzly.sbx, uzly.shp, uzly.shx).

Pro potřeby samotné aplikace bylo třeba uvedené soubory dekodovat (získat informace o souřadnicích jednotlivých uzlů a propojení úseků). K tomuto účelu byl nalezen program pro převod souborů *shp* do textové podoby **shp2text**. Program je freeware, je napsán v jazyce C a jeho použití je velice jednoduché. Po rozbalení staženého archivu s programem (není třeba instalovat) je program ihned připraven k použití. Samotný pro-

gram je určen pro příkazovou řádku (ve Windows spuštění příkazem cmd) a jeho syntaxe je následující:

```
shp2text [--gpx][--spreadsheet][--geo.position] shape_file.shp
```

- `shp2text --gpx shape_file.shp name_field# attribute_field#`
  - Příkaz bez parametrů `name_field#`, `attribute_field#` uvede seznam sloupců v *shp* souboru.
  - Pokud se do parametrů `name_field#`, `attribute_field#` uvedou čísla sloupců, program vygeneruje seznam s těmito sloupci.
- `shp2text --spreadsheet shape_file.shp`
  - Vygeneruje seznam (tabulku) ze všech dat uvedených v souboru *shp*. Jednotlivé sloupce jsou od sebe odděleny znakem tabulátoru.
- `shp2text --geo.position shape_file.shp`
  - Vytvoří soubor pouze s geografickými údaji obsaženými v *shp* bez dalších atributů.

Program generuje výstup přímo na obrazovku, proto bylo zapotřebí použít přesměrování standardního textového výstupu do souboru. Takto vypadají příkazy, které ze stažených souborů *useky.zip* a *uzly.zip* vytvoří textové soubory pro další použití v aplikaci:

```
shp2text --spreadsheet uzly.shp >> useky.xls
```

```
shp2text --spreadsheet uzly.shp >> uzly.xls
```

Program vygeneroval 2 textové soubory *useky.xls* a *uzly.xls*, ve kterých jsou obsažena veškerá data poskytovaná ředitelstvím silnic a dálnic. Kompletní seznam sloupců v uvedených souborech společně s jejich popisem zobrazují tabulky č. 12 a 13.

**Tabulka 12. Popis sloupců v souboru useky.xls (10)**

Název sloupce	Popis
ID	Identifikátor úseku, každý úsek je v souboru uveden 2x – potřeba identifikovat začátek a konec úseku (souřadnice začátku a konce).
X-COORDINATE	Souřadnice X začátku/konce úseku.
Y-COORDINATE	Souřadnice Y začátku/konce úseku.
CIS_USEKU	Číslo počátečního a koncového uzlu, které úsek propojuje.
DAT_ZAZNAM	Datum vytvoření záznamu.
ADMINJ	Kód administrační jednotky (kódy a jejich vysvětlení jsou obsaženy v souboru CDMAB.DBF).
DELKA_US	Délka úseku v metrech.
DOPR_SMERY	Dopravní směry (0 – obousměrný úsek, 1 – jednosměrný úsek).
KOD_TR_KOM	Kód třídy komunikace (1 – dálnice, 2-4 – silnice 1-3 třídy).
SILNICE	Číslo silnice.

**Tabulka 13. Popis sloupců v souboru uzly.xls (10)**

<b>Název sloupce</b>	<b>Popis</b>
ID	Identifikátor uzlu v rámci souboru (číslo od 1 do počtu uzlů).
X-COORDINATE	Souřadnice X začátku/konce úseku.
Y-COORDINATE	Souřadnice Y začátku/konce úseku.
CISLO_UZLU	Unikátní označení konkrétního uzlu.
ADM1,2	Kód administrační jednotky (kódy a jejich vysvětlení jsou obsaženy v souboru CDMAB.DBF).
ICZUJ	Identifikační číslo základní územní jednotky.
ICZUJ_TEXT	Název základní územní jednotky
CHAR_UZLU	Typ uzlu (křižovatka, hraniční přechod...).
CHAR_TEXT	Název typu uzlu.
ORIENT1-8	Orientace uzlu v úseku (+/- uzel do úseku vchází/vychází).
NAV_UZEL1-8	CISLO_UZLU se kterým je uzel spojen.
DAT_ZAZNAM	Datum vytvoření záznamu.

Data z vygenerovaných souborů lze nyní jednoduše použít pro načtení úseků a uzlů silniční sítě ČR do vlastní aplikace.

Dále zbývá naleznout vhodné mapové podklady (bitmapy) České republiky a jednotlivých krajů. Se svolením ředitelství silnic a dálnic ČR byly použity mapové podklady z jejich internetových stránek, ve kterých jsou velice dobře vidět jednotlivé silniční úseky.

## **5.2 Vývojové prostředí**

Aplikace byla napsána ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2008 programovacím jazykem C#.

Nejnovější verze Microsoft Visual Studio 2008 poskytuje pokročilé vývojové nástroje, ladicí funkce, funkce pro práci s databázemi a vynalézavé novinky pro rychlou tvorbu špičkových aplikací různých typů. Na rozdíl od starší verze (Microsoft Visual Studio 2005) nabízí podporu .NET Frameworku 3.5, pro snadnější a efektivnější vývoj především webových aplikací.

## **5.3 Použitá datová struktura**

Pro ukládání informací o silniční síti byl zvolen vrcholově a zároveň hranově orientovaný přístup.

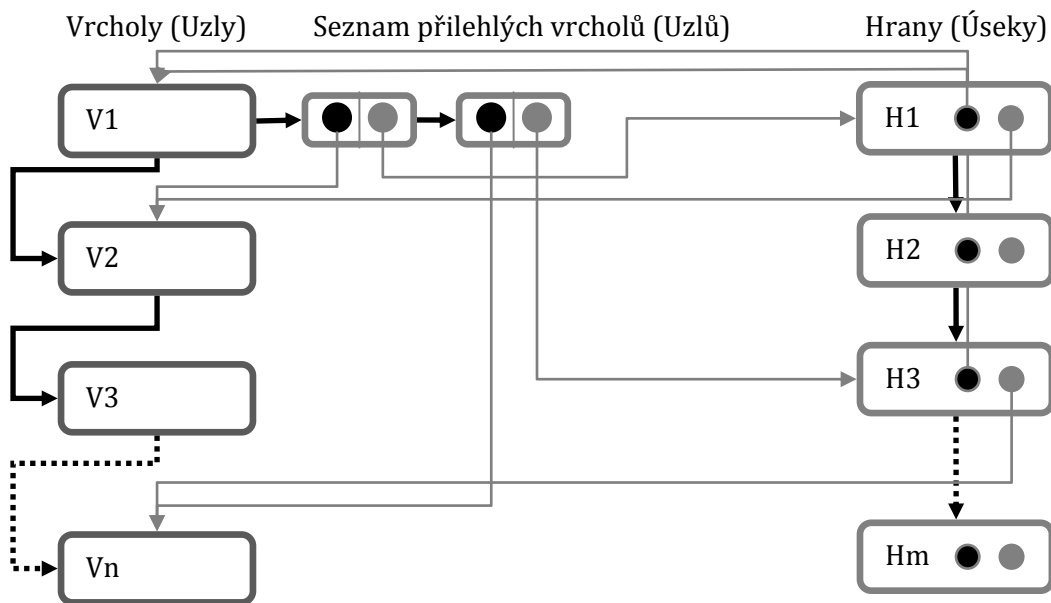
Vrcholově orientovaný přístup je takový, kde vstupní branou do datové struktury je vrchol, s nímž jsou spojeny další informace (údaje o následnících, incidentních hranách). Při vyhledávání ve struktuře jsou ihned k dispozici informace o sousedních vrcholech (následnících, předchůdcích).

Hranově orientovaný přístup vychází z předpokladu, že jsou primárně potřeba informace o hranách a až následně informace o vrcholech. Každá hrana si nese informaci o svém počátečním a koncovém vrcholu.

Oba přístupy byly v použité struktuře zvoleny z následujících důvodů:

- Hranově orientovaný přístup – zjednodušuje rychlé procházení celým grafem, je třeba k efektivnímu vykreslování grafu.
- Vrcholově orientovaný přístup – informace o následnících vrcholu v každém z vrcholů napomáhají algoritmům pro hledání nejkratších cest z vrcholu do vrcholu.

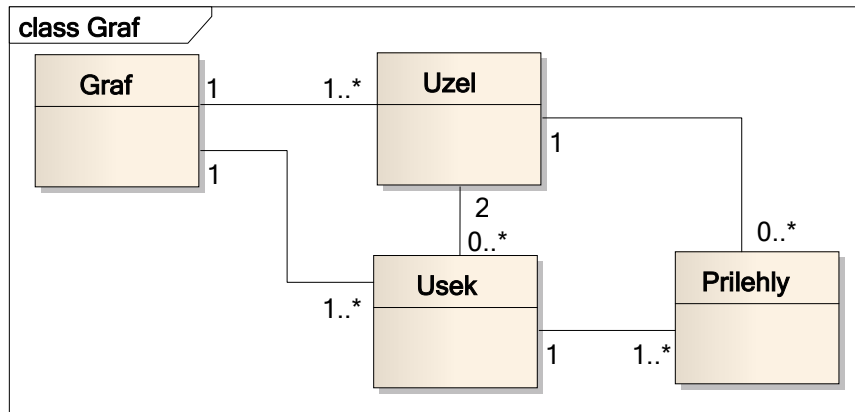
Schéma použité datové struktury je na obrázku č. 11.



Obrázek 11. Schéma použité datové struktury

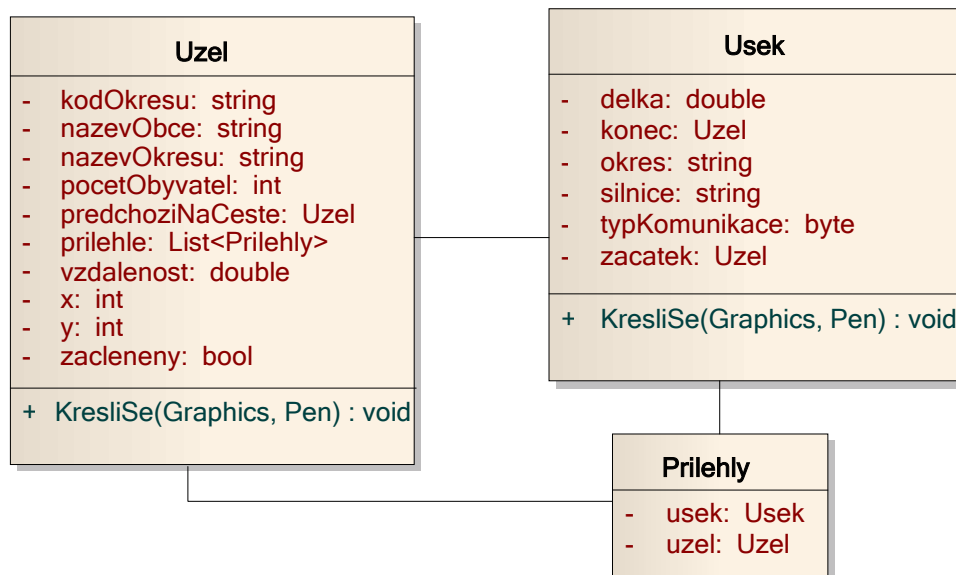
Seznam vrcholů obsahuje informace o vrcholech. Každý z vrcholů má také uložen seznam přilehlých vrcholů, ve kterém je uložen ukazatel na přilehlý vrchol a hranu, která tyto dva vrcholy spojuje. V seznamu hran jsou uloženy informace o hranách (délka, číslo...) a ukazatele na počáteční a koncový vrchol dané hrany.

Diagram tříd, datové struktury pro ukládání dat silniční sítě, je zobrazen na obrázku č. 12. Třída *Graf* si udržuje seznamy uzlů a úseků.



Obrázek 12. Diagram tříd pro uložení silniční sítě

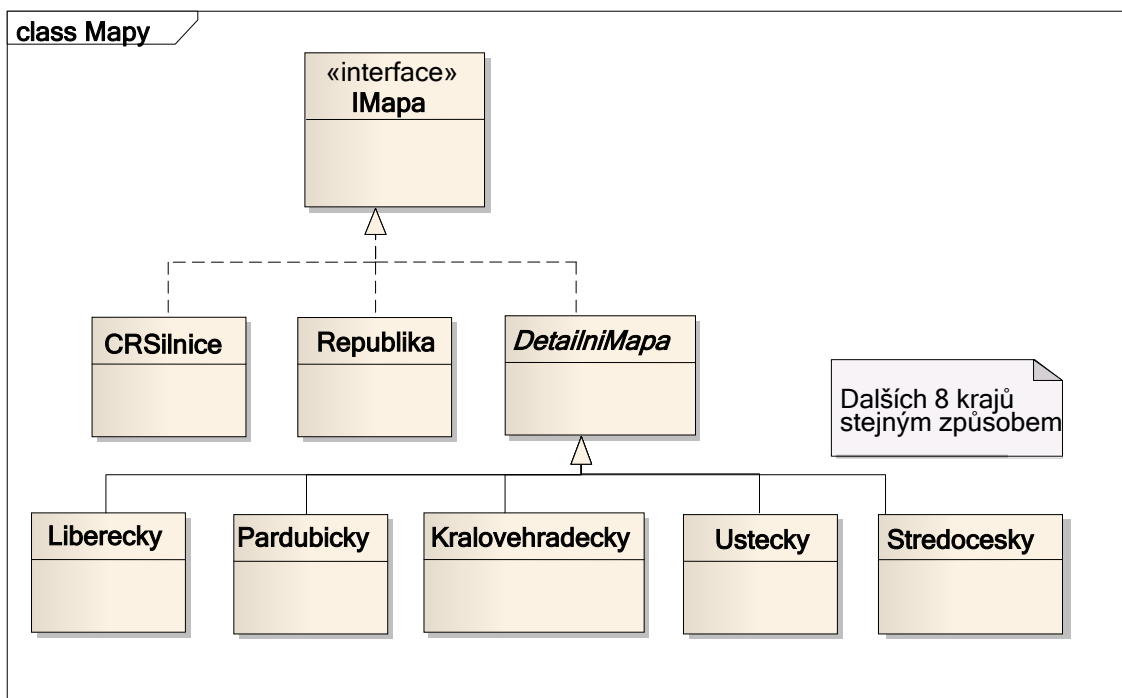
Podrobněji jsou tyto základní třídy rozepsány na obrázku č. 13. Třída *Graf* je kvůli obsáhlosti zobrazena v příloze B.



Obrázek 13. Detail tříd pro uložení struktury silniční sítě

Pro práci s mapovými podklady celé České republiky a jednotlivých krajů slouží třídy zobrazené na obrázku č. 14. Všechny jsou odvozeny od interfacu *IMapa*, který definuje společné atributy a metody všem svým implementujícím třídám (*CRSilnice*, *Republika*, *DetailniMapa*). Třídy *CRSilnice* a *Republika* slouží pro uchování rozměrů a mapového podkladu celé ČR, jediný rozdíl je v podrobnosti mapového podkladu (*CRSilnice* používá detailnější mapový podklad ČR). Abstraktní třída *DetailniMapa* slouží

jako předek všem podrobným mapám krajů. K atributům a metodám interfacu *IMapa* přidává a implementuje některé metody pro práci s polynomy, sloužící k detekci, kterou podrobnou mapu zobrazit v případě kliknutí na minimapu v aplikaci.

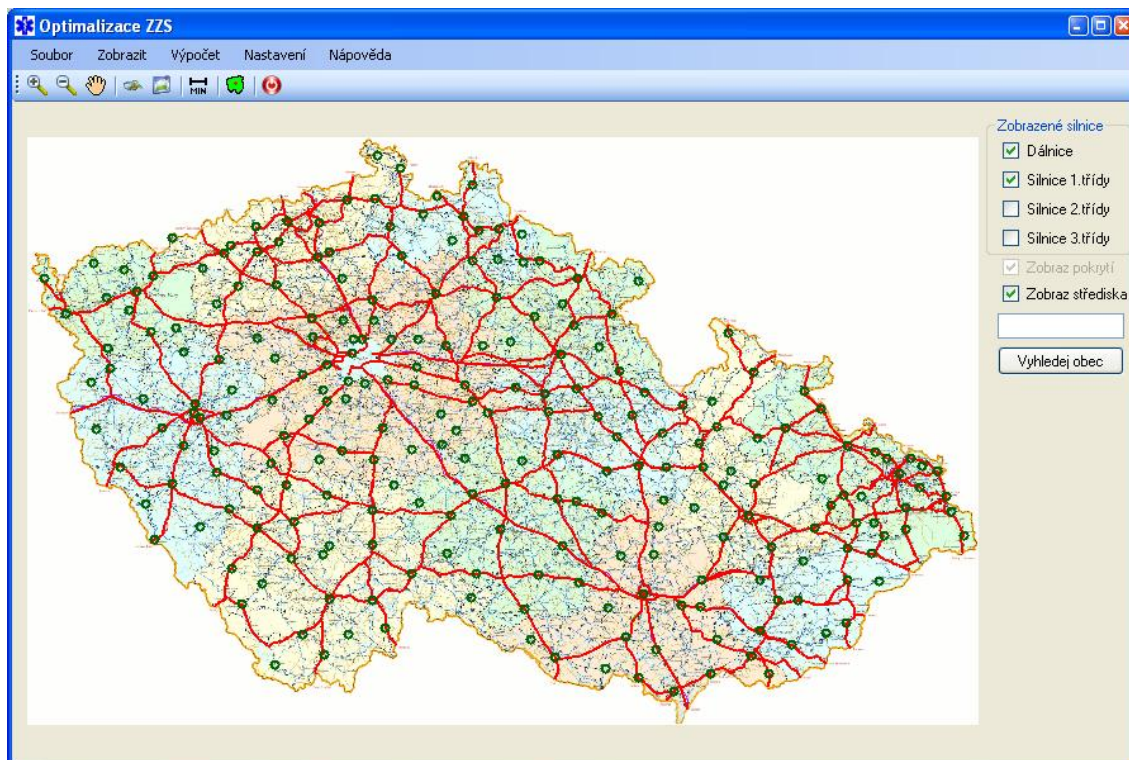


Obrázek 14. Diagram tříd pro práci s mapovými podklady ČR a jednotlivých krajů

Podrobnější rozkreslení diagramu tříd, sloužících k zobrazování mapových podkladů je umístěno v příloze C.

## 5.4 Uživatelská dokumentace

Spuštění aplikace nevyžaduje jakoukoli instalaci, k jeho spuštění stačí pouze dvojklik na ikonu znaku ZZS, modrého kříže života (Optimalizace ZZS.exe). Po spuštění se objeví okno podobné oknu na obrázku č. 15.



Obrázek 15. Úvodní obrazovka aplikace

Hlavní okno aplikace je rozděleno na několik částí. Největší část zabírá plocha s mapovým podkladem spolu se zobrazenými silničními úseky a výjezdovými středisky. Na obrázku č. 15 je zobrazena mapa České republiky s částí silniční sítě (dálnice a silnice 1. třídy) a aktuálním rozmístěním výjezdových středisek zdravotnické záchranné služby ČR (zelená kolečka).

V pravé části se nachází menu pro rychlé zapínání/vypínání zobrazených prvků v aktuálním mapovém podkladu spolu s funkcí vyhledávání a zobrazení obcí. Přepínače v části „Zobrazené silnice“ slouží k zobrazení uvedených typů komunikací (dálnice a silnice 1. – 3. třídy) v hlavní mapě. Volbou „Zobraz střediska“ lze ovlivnit zobrazení výjezdových středisek. Díky zadávacímu poli nad tlačítkem „Vyhledej obec“ lze v mapě jednoduše a rychle vyhledávat určité obce. Po úspěšném hledání se vyhledávaná obec zobrazí na mapě.

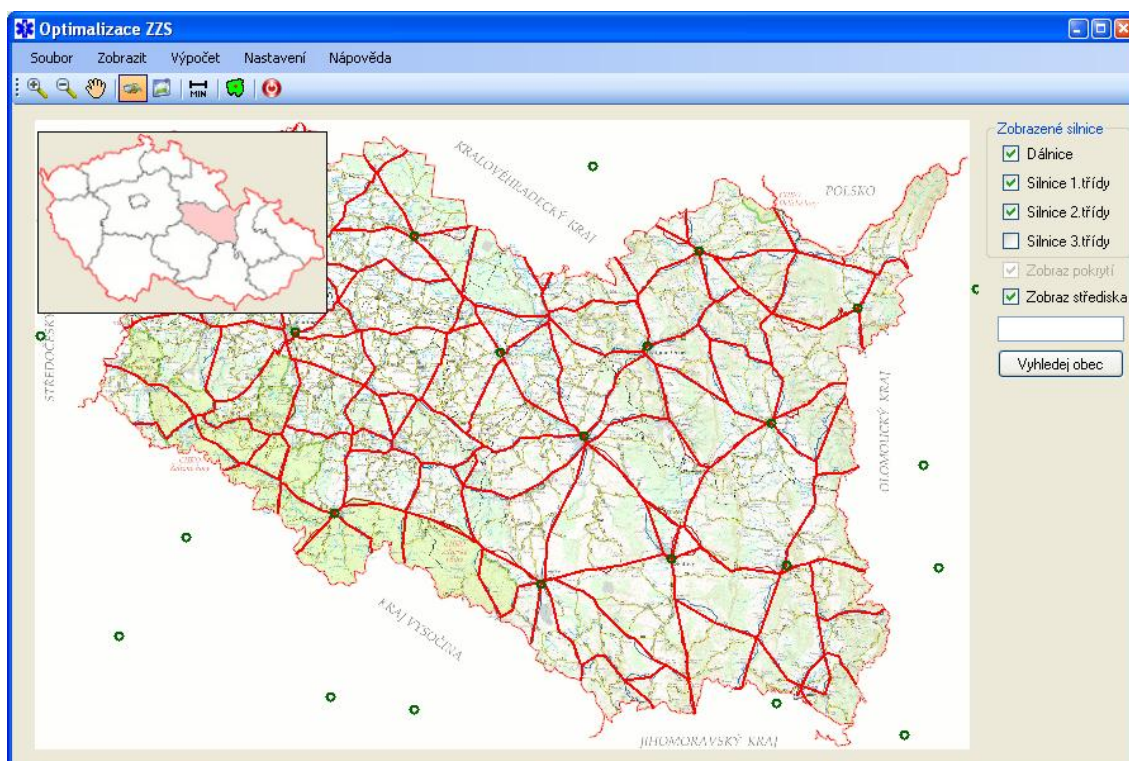


Horní část aplikace vyplňuje menu společně s nástrojovou lištou pro rychlý výběr některých důležitých funkcí. Nástrojová lišta, zobrazena na obrázku č. 16, disponuje několika tlačítky pro ovládání aplikace. První tři (lupa přiblížení, lupa oddálení a ruka pro posun viditelné části) slouží pro úpravu zobrazení právě aktuálního mapového podkladu.



Obrázek 16. Nástrojová lišta aplikace

Další dvojice tlačítek pracuje s mapovými podklady. První tlačítko slouží k zobrazení a skrytí minimapy, díky které se v programu přepíná mezi mapami jednotlivých krajů. Aktuální zobrazený kraj je v minimapě podbarven růžovou barvou. Spolu s minimapou se po kliknutí mění i hlavní mapový podklad na detailní mapu konkrétního kraje. Minimapu a detailní mapu Pardubického kraje lze vidět na obrázku č. 17. Druhé tlačítko změní aktuální mapový podklad zpět na celou Českou republiku.

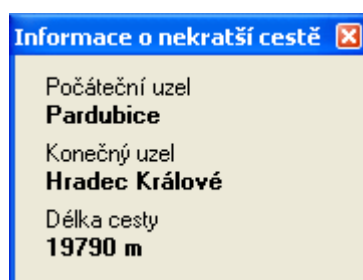


Obrázek 17. Detailní zobrazení Pardubického s otevřenou minimapou

Tlačítko s nápisem „MIN“ slouží k vyhledávání nejkratší cesty mezi dvěma uzly silniční sítě. Po kliknutí se vpravo nahoře zobrazí informační nabídka s pokyny

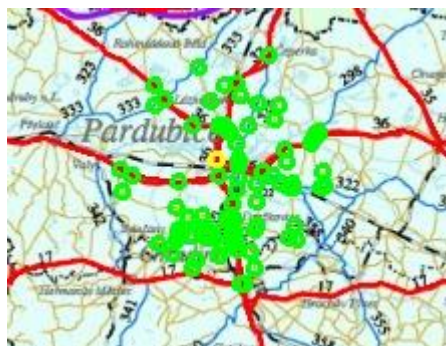
k hledání nejkratší cesty. Informace „Zvolte začátek cesty“ vybízí uživatele k výběru počátečního uzlu cesty. Po zvolení začátku cesty se informace změní na „Zvolte konec cesty“. Zároveň s ukončením výběru konečného uzlu se spustí výpočet nejkratší cesty, o jehož výsledku informuje panel zobrazením hlášení „Nejkratší cesta nalezena“ a vykreslením nejkratší cesty v mapě.

Doplňující informace o nejkratší cestě lze získat, pokud v hlavním menu aplikace zvolíte volbu „Zobrazit“ a následně „Informace o nejkratší cestě“. Zobrazí se okénko podobné oknu na obrázku č. 18, kde lze přečíst informace o počátečním a koncovém uzlu a navíc i o délce cesty v metrech.



Obrázek 18. Okno s informacemi o nejkratší cestě

Předposlední volbou v nástrojové liště je vyhledávání dosažitelných uzlů z vybraného uzlu, tedy zobrazení atrakčního obvodu zvoleného uzlu. Maximální vzdálenost dosažitelného uzlu lze ovlivnit nastavením parametrů „Průměrná rychlost vozu [km/h]“ a „Maximální čas do příjezdu [min]“ v nastavení aplikace. Pokud je vyhledávání dosažitelných uzlů aktivní stačí kliknout na kterýkoli uzel na mapě a dosažitelné vrcholy se podbarví zelenou barvou, tak jako na obrázku č. 19.



Obrázek 19. Výřez mapy se zobrazením dosažitelných uzlů

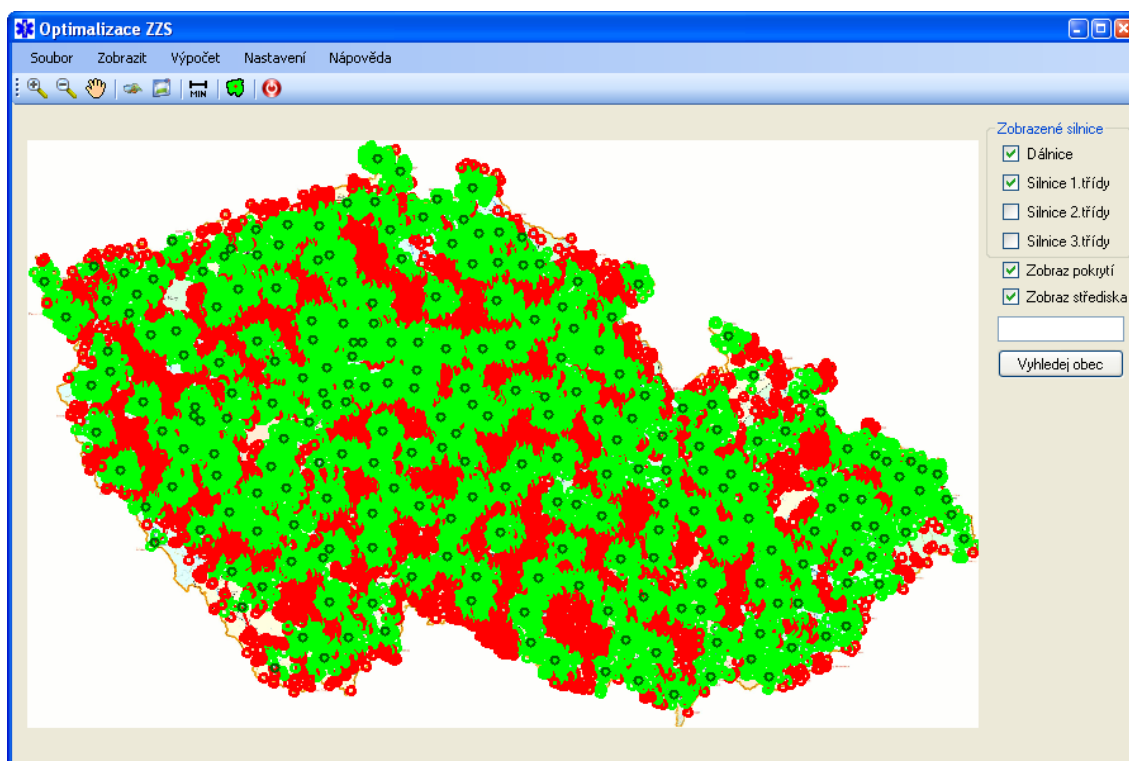
Posledním tlačítkem nástrojové lišty se ukončuje celá aplikace. Totéž lze provést kliknutím na křížek v hlavním okně aplikace, nebo z menu „Soubor“ a volbou „Konec“.

Mezi hlavní funkce aplikace patří optimalizace rozmístování výjezdových středisek záchranné služby. Pro tyto účely aplikace nabízí dva způsoby optimalizace:

- Doplnění aktuálních středisek o nová, aby bylo zaručeno nastavené pokrytí.
- Nové rozmístění všech výjezdových středisek, pro zaručení nastaveného pokrytí.

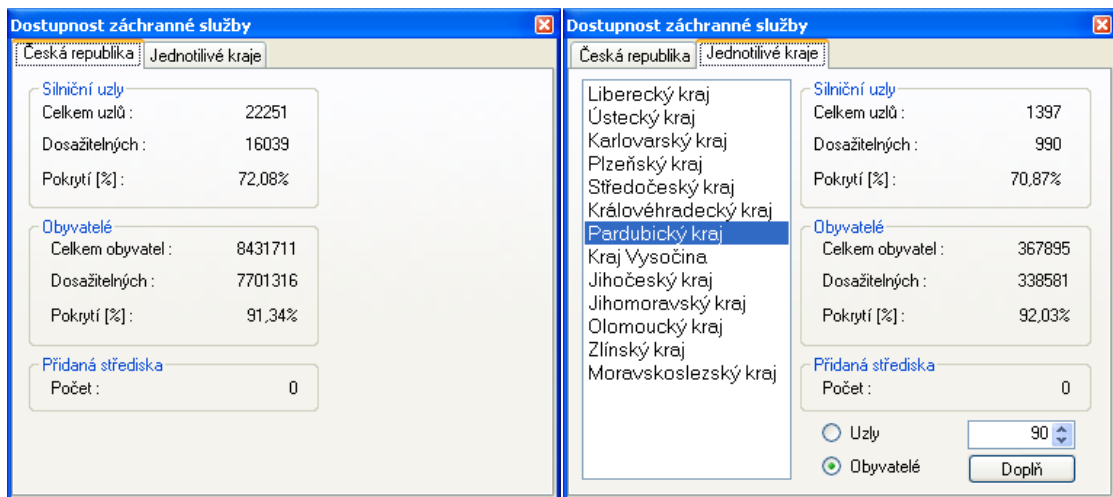
V prvním případě se jedná o doplnění aktuálního počtu výjezdových středisek ZZS takovým způsobem, aby bylo zaručeno požadované pokrytí silničních uzlů nebo obyvatelstva. Tato volba navíc zobrazuje aktuální pokrytí silničních uzlů a obyvatelstva celé České republiky i jednotlivých krajů výjezdovými středisky záchranné služby v závislosti na nastavené průměrné rychlosti a době do příjezdu posádky záchranné služby.

Po výběru v menu „Výpočet“ a následně „Pokrytí středisky ZZS“ se v hlavním okně na aktuálním mapovém podkladu zobrazí zeleně dosažitelné a červeně nedosažitelné uzly z výjezdových středisek, tak jak je vidět na obrázku č. 20.



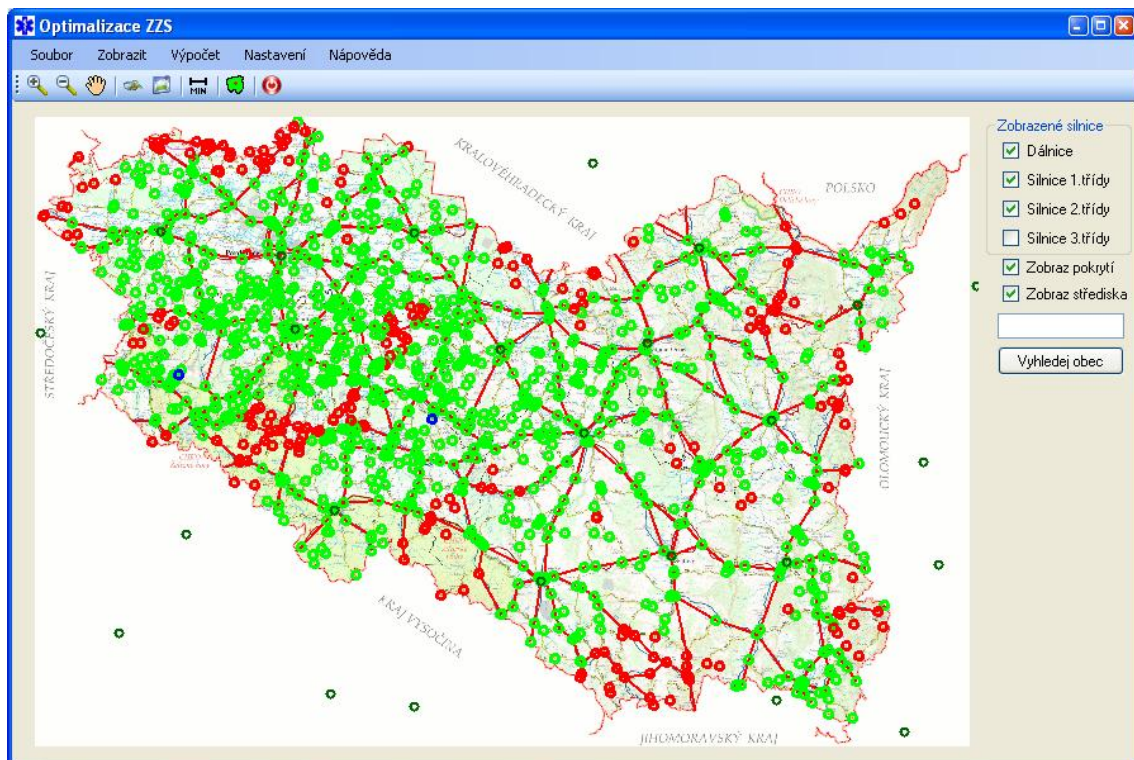
**Obrázek 20. Pokrytí ČR z výjezdových středisek ZZS**

Spolu se zobrazeným pokrytím se také objeví okno s detaily o dostupnosti záchranné služby v ČR a jednotlivých krajích. Okno má dvě záložky, z nichž první zobrazuje detaily o celé České republice a druhá detaily z jednotlivých krajů. Okno a obě záložky lze vidět na obrázku č. 21.



Obrázek 21. Informace o dostupnosti ZZS v ČR (vlevo) a krajích (vpravo)

K doplnění počtu výjezdových středisek slouží ovládací prvky v pravém dolním rohu detailu jednotlivých krajů. Po zadání požadovaného pokrytí [%], výběru uzlů nebo obyvatel a stisknutí tlačítka „Doplň“ aplikace zahájí výpočet rozmístění nových výjezdových středisek. Po zadání pokrytí např. 95 % obyvatel v Pardubickém kraji aplikace vypočítá optimální rozmístění dvou výjezdových středisek (jedno k požadovanému pokrytí nepostačovalo), jejichž rozmístění je vidět na obrázku č. 22. Aktuální pokrytí je nyní v Pardubickém kraji 82,53 % uzlů a 97,27 % obyvatel.



Obrázek 22. Doplnění dvou výjezdových středisek v Pardubickém kraji

Druhou důležitou funkcí aplikace je funkce nového rozmístění takového počtu středisek (nezávisle na rozmístění skutečných výjezdových středisek), aby bylo zaručeno nastavené procento pokrytí obyvatelstva či silničních uzlů kraje.

Volba z menu „Výpočet“ a výběr „Nové rozmístění středisek ZZS“ zobrazí informační okno informující o pokrytí celé ČR a jednotlivých krajů výjezdovými středisky ZZS (obrázek č. 23). Na rozdíl od předchozí možnosti se v tomto případě npracuje s aktuálně rozmístěnými výjezdovými středisky, ale s tzv. kandidáty na výjezdová střediska, ze kterých později vybírá výjezdová střediska. Pro tyto potřeby je zde několik tlačítek navíc.

The screenshot shows a software window titled "Dostupnost záchranné služby" (Availability of rescue services). It is divided into several sections:

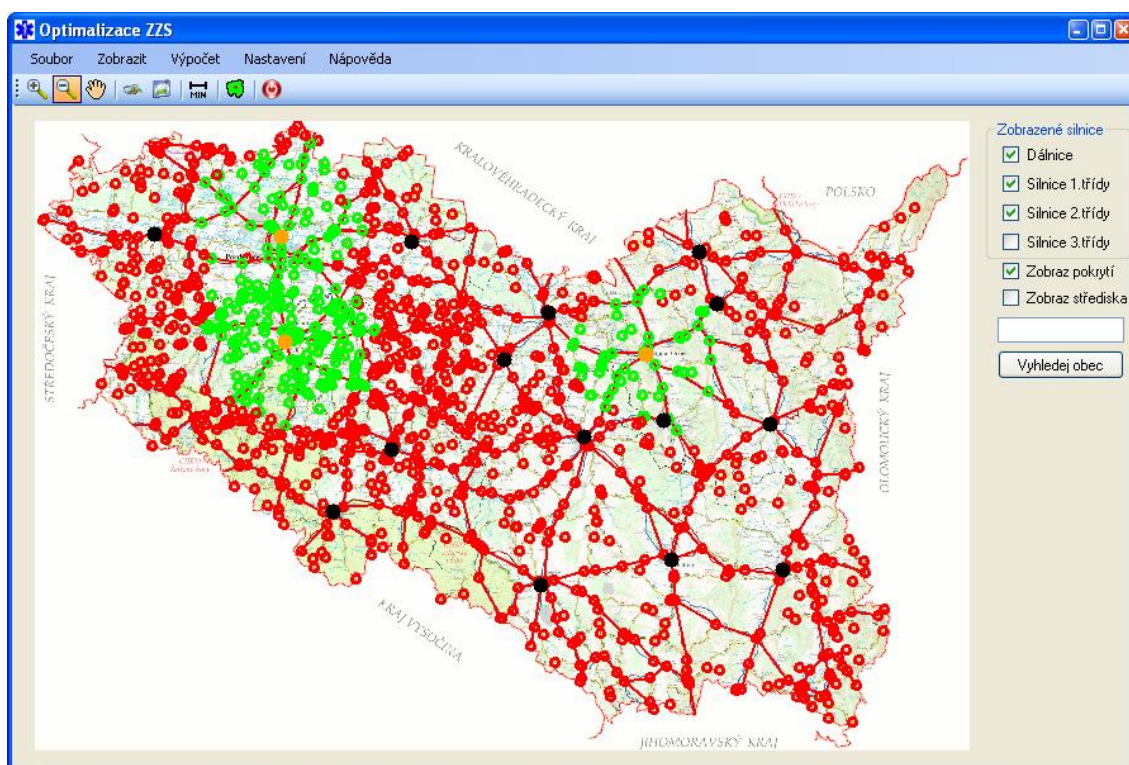
- Navigation:** "Česká republika" and "Jednotlivé kraje" (Individual regions).
- Region List:** A list of regions including Liberecký kraj, Ústecký kraj, Karlovarský kraj, Plzeňský kraj, Středočeský kraj, Královéhradecký kraj, **Pardubický kraj** (highlighted), Kraj Vysočina, Jihočeský kraj, Jihomoravský kraj, Olomoucký kraj, Zlínský kraj, and Moravskoslezský kraj.
- Silniční uzly (Road nodes):** Celkem uzlů: 1397, Dosažitelných: 0, Pokrytí [%]: 0,00%.
- Obyvatelé (Residents):** Celkem obyvatel: 367895, Dosažitelných: 0, Pokrytí [%]: 0,00%.
- Kandidáti na střediska ZZS (Candidates for ZZS stations):** Počet obyvatel: 5000 (input field), buttons "Edit. kandidátů" and "Gen. kandidáty", Počet kandidátů: 0.
- Vybraná střediska (Selected stations):** Počet: 0, radio buttons for "Uzly" (selected) and "Obyvatelé", input field for "90", "Počítej" button, "Počet středisek" (Number of stations) input field set to 1, and "Vybrat optimální" button.

Obrázek 23. Informační okno pro práci s rozmístěním výjezdových středisek ZZS

Tlačítka „Edit. kandidátů“ a „Gen. kandidáty“ slouží pro práci s kandidáty. Automatický generátor kandidátů vygeneruje kandidáty dle zadaného počtu obyvatel. Jako kandidáti na výjezdová střediska ZZS jsou tímto způsobem zvolena ta města, jejichž počet obyvatel se rovná či přesahuje zadanou hodnotu. Toto výchozí rozložení lze změnit pomocí funkce editace kandidátů (tlačítko „Edit. kandidátů“). Editace kandidátů probíhá interaktivně přímo v aktuálně zobrazené mapě v hlavním okně. Kliknutím na přidat/odebrat kandidáta lze jednoduše docílit vlastního rozložení kandidátů.

Dalším důležitým tlačítkem na tomto detailu je „Vybrat optimální“. Po stisknutí tohoto tlačítka aplikace vybere z celkového množství kandidátů optimální rozmístění takového počtu středisek, který je zadán v poli „Počet středisek“.

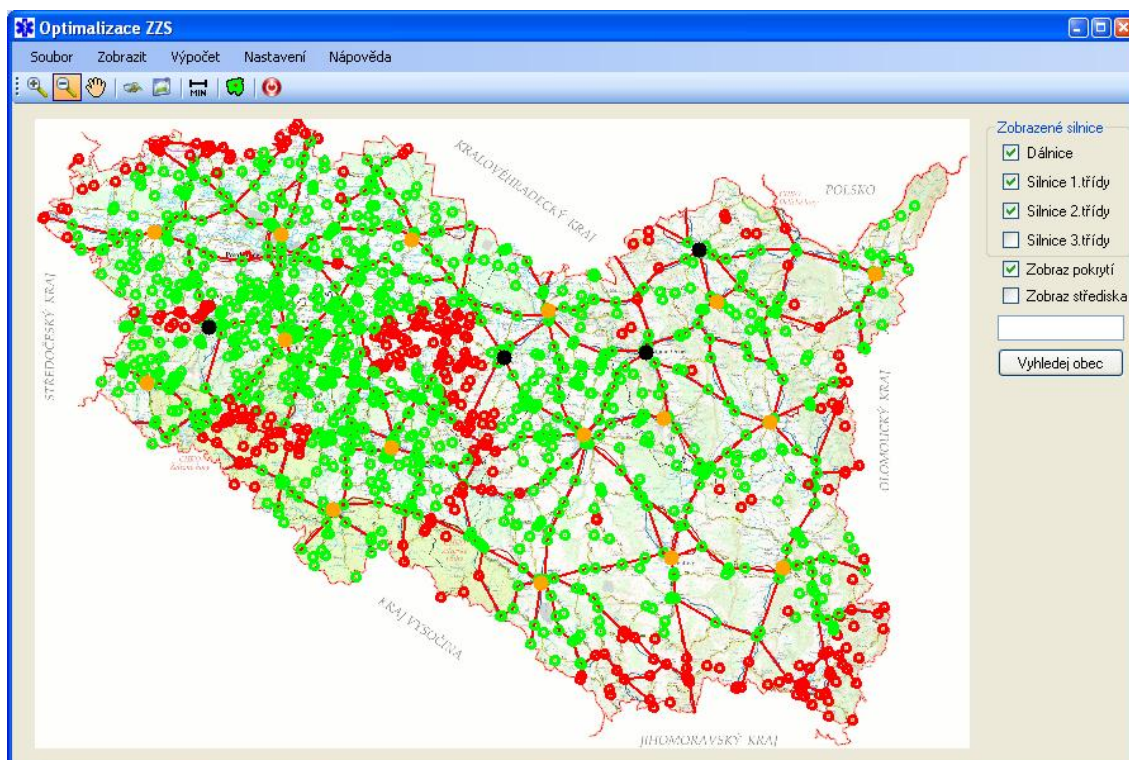
Po vygenerování kandidátů například v pardubickém kraji a optimálním výběru tří středisek vypadá hlavní okno s mapou přibližně jako na obrázku č. 24. Černě jsou zobrazeni kandidáti, ze kterých byla vybrána tři výjezdová střediska (oranžová barva).



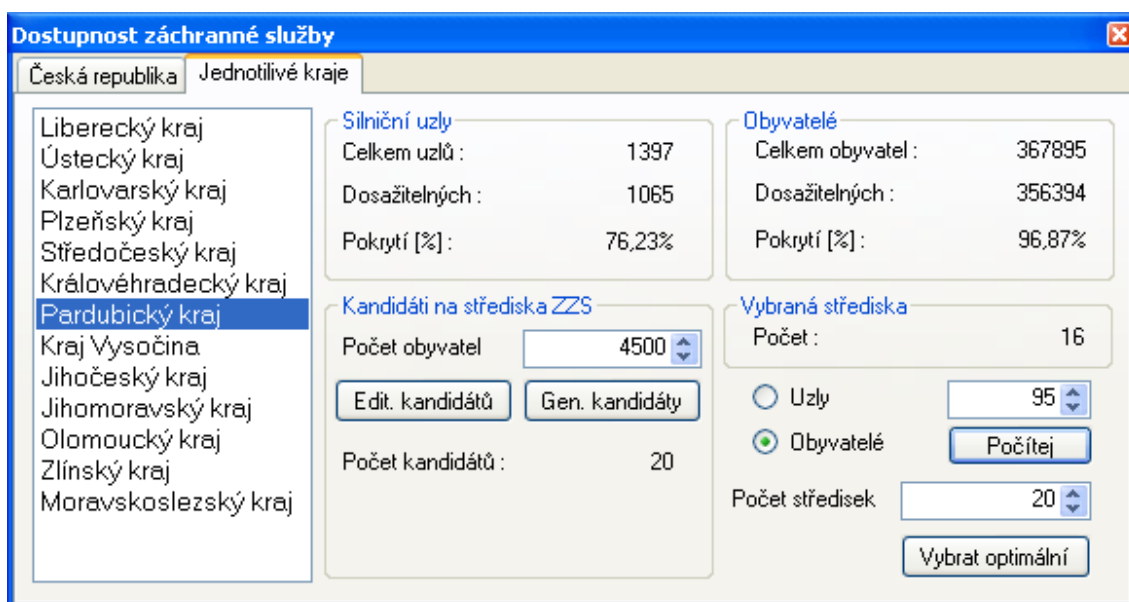
Obrázek 24. Optimální výběr tří výjezdových středisek v pardubickém kraji

Posledním a asi nejdůležitějším tlačítkem je tlačítko „Počítej“, které slouží k optimálnímu výběru takového počtu výjezdových středisek ze všech kandidátů, který pokryje zadané procento obyvatel či uzlů silniční sítě.

Po zadání požadovaného procenta pokrytí do kolonky nad tlačítko „Počítej“ začne aplikace postupně testovat všechny možné kombinace kandidátů pro nalezení optimálního počtu a rozmístění výjezdových středisek. Výpočet probíhá tak, že se od maximálního počtu středisek postupně klesá, dokud není nalezen počet, který již neodpovídá zadanému procentu pokrytí. Poslední nalezený počet a rozmístění před nevyhovujícím je optimální. Obrázek č. 25 zobrazuje rozmístění výjezdových středisek pro pokrytí nejméně 95 % obyvatelstva pardubického kraje. Z celkového počtu 20 kandidátů bylo pro požadované pokrytí vybráno 16 středisek. Informativní okno zobrazené na obrázku č. 26 ukazuje veškeré informace, které aplikace pro dané rozmístění středisek nabízí.

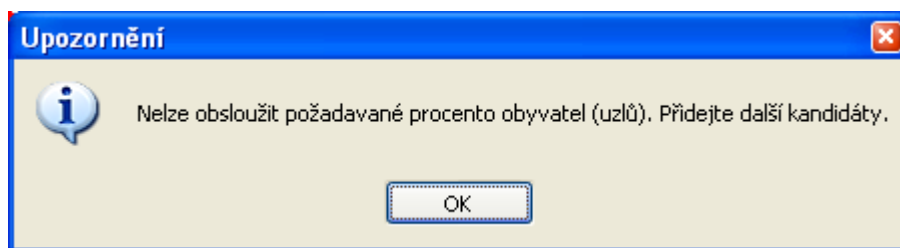


Obrázek 25. Výjezdová střediska pro pokrytí 95 % obyvatelstva pardubického kraje



Obrázek 26. Informace po vybrání 16 výjezdových středisek v pardubickém kraji

V případě že se zadá větší procento, než je možné pokrýt všemi kandidáty, aplikace zahlásí upozornění, že nelze obsloužit požadované procento obyvatel (uzlů) a poprosí o doplnění dalších kandidátů (obrázek č. 27).

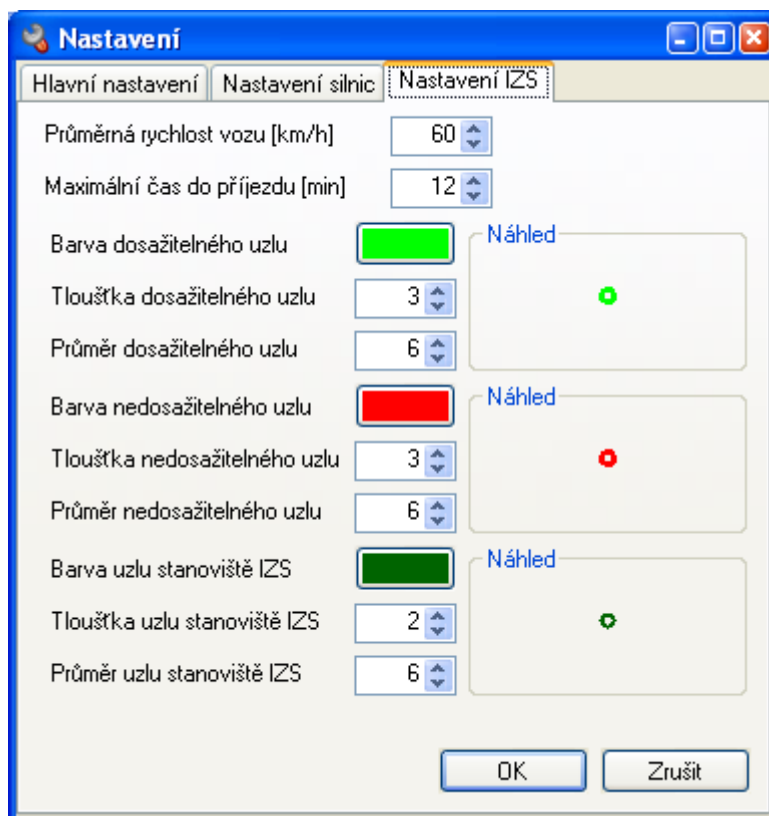


Obrázek 27. Upozornění na nemožnost obsloužit zadané procento obyvatel (uzlů)

Aplikace také nabízí obrovské množství uživatelského nastavení různých parametrů. Lze nastavit:

- průměrnou rychlost vozidel ZZS,
- čas jízdy vozidel ZZS,
- barvu a velikost výjezdových středisek ZZS,
- barvu a velikost dosažitelných a nedosažitelných uzlů z výjezdových středisek,
- barvu a tloušťku dálnice a silnic 1-3 třídy,
- barvu a tloušťku nejkratší cesty,
- krok zoomu.

Detailové okno nastavení je zobrazeno na obrázku č. 28. Lze ho vyvolat stisknutím klávesy F10 nebo z menu „Nastavení“.



Obrázek 28. Detailové okno s nastavením aplikace



## 6 Použití aplikace na reálném případě (ZZS v ČR)

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, aplikace nabízí několik možností práce s výjezdovými středisky zdravotnické záchranné služby.

Jednou z možností práce s aplikací je testování pokrytí silničních uzlů (území) a obyvatelstva při stávajícím rozmístění výjezdových středisek ZZS v ČR. Před vlastním testováním je třeba zmínit celkové počty uzlů, obyvatel a výjezdových středisek v jednotlivých krajích, které jsou zaneseny do aplikace. V tabulce č. 14 jsou veškerá tato data podrobně rozepsána.

Tabulka 14. Celkové počty silničních uzlů, obyvatel a středisek ZZS v aplikaci

Kraj	Počet silničních uzlů	Počet obyvatel	Počet výjezdových středisek ZZS
Liberecký	956	359920	13
Ústecký	1736	716914	19
Karlovarský	756	259859	11
Plzeňský	1920	428014	21
Středočeský	4267	1957991	41
Královéhradecký	1603	416250	12
Pardubický	1397	367895	14
Vysočina	2018	338670	16
Jihočeský	2341	477001	23
Jihomoravský	1798	938462	20
Olomoucký	1501	519802	14
Zlínský	767	486212	12
Moravskoslezský	1191	1164721	24
Celkem (celá ČR)	22251	8431711	240

Údaje o obyvatelstvu nemají 100% vypovídající hodnotu, jelikož jsou díky náročnosti v aplikaci zavedeny pouze obce nad 1000 obyvatel (počty obyvatel v obcích získány z internetových stránek Ministerstva vnitra ČR).

Tabulky č. 15, 16, 17, 18 a graf na obrázku č. 29 zobrazují vypočítané pokrytí obyvatelstva a silničních uzlů jednotlivých krajů (v celkovém součtu i celé ČR) při různých průměrných rychlostech zasahujících vozidel. Čas vymezený na jízdu vozidla byl stanoven na 12 minut (3 minuty – aktivační čas posádky ZZS).

**Tabulka 15. Pokrytí obyvatelstva ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel**

Kraj	Průměrná rychlost [km/h]					
	50		60		70	
Liberecký	315198	87,57 %	327708	91,05 %	356547	99,06 %
Ústecký	637379	88,91 %	661347	92,25 %	687137	95,85 %
Karlovarský	222257	85,53 %	231348	89,03 %	244386	94,05 %
Plzeňský	356892	83,38 %	387133	90,45 %	411244	96,08 %
Středočeský	1616961	82,58 %	1786262	91,23 %	1924921	98,31 %
Královéhradecký	322415	77,46 %	361147	86,76 %	372761	89,55 %
Pardubický	301051	81,83 %	338581	92,03 %	353439	96,07 %
Vysočina	253353	74,81 %	275753	81,42 %	305318	90,15 %
Jihočeský	387439	81,22 %	431906	90,55 %	448322	93,99 %
Jihomoravský	759714	80,95 %	841748	89,69 %	890582	94,90 %
Olomoucký	435421	83,77 %	478479	92,05 %	495033	95,23 %
Zlínský	405736	83,45 %	448999	92,35 %	463792	95,39 %
Moravskoslezský	1091229	93,69 %	1130905	97,10 %	1144730	98,28 %
Celkem (celá ČR)	7105045	84,27 %	7701316	91,34 %	8098212	96,04 %

**Tabulka 16. Pokrytí obyvatelstva ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel**

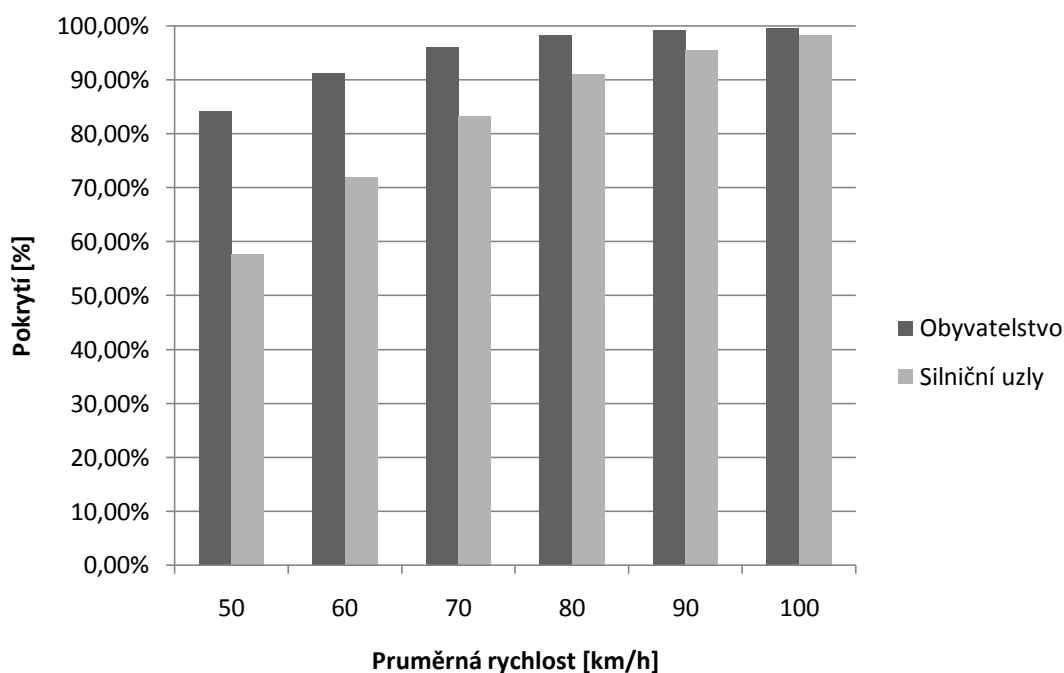
Kraj	Průměrná rychlost [km/h]					
	80		90		100	
Liberecký	357718	99,39 %	358122	99,50 %	358122	99,50 %
Ústecký	703653	98,15 %	715834	99,85 %	715834	99,85 %
Karlovarský	254388	97,89 %	254388	97,89 %	256363	98,65 %
Plzeňský	421379	98,45 %	425255	99,36 %	425255	99,36 %
Středočeský	1951167	99,65 %	1957630	99,98 %	1957991	100,00 %
Královéhradecký	411592	98,88 %	415687	99,86 %	415687	99,86 %
Pardubický	358162	97,35 %	363130	98,70 %	367537	99,90 %
Vysočina	323625	95,56 %	331592	97,91 %	337527	99,66 %
Jihočeský	460144	96,47 %	467196	97,94 %	474822	99,54 %
Jihomoravský	913196	97,31 %	926998	98,78 %	934904	99,62 %
Olomoucký	507276	97,59 %	513723	98,83 %	514374	98,96 %
Zlínský	474644	97,62 %	485077	99,77 %	485645	99,88 %
Moravskoslezský	1154112	99,09 %	1156684	99,31 %	1158884	99,50 %
Celkem (celá ČR)	8291056	98,33 %	8371316	99,28 %	8402945	99,66 %

**Tabulka 17. Pokrytí silničních uzlů ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel**

Kraj	Průměrná rychlost [km/h]					
	50		60		70	
Liberecký	694	72,59 %	824	86,19 %	904	94,56 %
Ústecký	1025	59,04 %	1287	74,14 %	1472	84,79 %
Karlovarský	420	55,56 %	531	70,24 %	619	81,88 %
Plzeňský	1033	53,80 %	1305	67,97 %	1539	80,16 %
Středočeský	2659	62,32 %	3235	75,81 %	3683	86,31 %
Královéhradecký	871	54,34 %	1117	69,68 %	1305	81,41 %
Pardubický	771	55,19 %	990	70,87 %	1200	85,90 %
Vysočina	964	47,77 %	1286	63,73 %	1550	76,81 %
Jihočeský	1187	50,70 %	1562	66,72 %	1857	79,33 %
Jihomoravský	978	54,39 %	1242	69,08 %	1436	79,87 %
Olomoucký	947	63,09 %	1156	77,02 %	1307	87,08 %
Zlínský	451	58,80 %	562	73,27 %	639	83,31 %
Moravskoslezský	820	68,85 %	942	79,09 %	1025	86,06 %
Celkem (celá ČR)	12820	57,62 %	16039	72,08 %	18536	83,30 %

**Tabulka 18. Pokrytí silničních uzlů ze středisek ZZS v závislosti na rychlosti vozidel**

Kraj	Průměrná rychlost [km/h]					
	80		90		100	
Liberecký	930	97,28 %	946	98,95 %	951	99,48 %
Ústecký	1573	90,61 %	1660	95,62 %	1712	98,62 %
Karlovarský	688	91,01 %	719	95,11 %	739	97,75 %
Plzeňský	1704	88,75 %	1819	94,74 %	1887	98,28 %
Středočeský	3962	92,85 %	4136	96,93 %	4230	99,13 %
Královéhradecký	1473	91,89 %	1541	96,13 %	1579	98,50 %
Pardubický	1302	93,20 %	1351	96,71 %	1385	99,14 %
Vysočina	1778	88,11 %	1916	94,95 %	1981	98,17 %
Jihočeský	2082	88,94 %	2205	94,19 %	2277	97,27 %
Jihomoravský	1582	87,99 %	1669	92,83 %	1734	96,44 %
Olomoucký	1402	93,40 %	1453	96,80 %	1474	98,20 %
Zlínský	706	92,05 %	738	96,22 %	752	98,04 %
Moravskoslezský	1083	90,93 %	1127	94,63 %	1163	97,65 %
Celkem (celá ČR)	20265	91,07 %	21280	95,64 %	21864	98,26 %



**Obrázek 29. Pokrytí obyvatelstva a silničních uzlů v ČR ze středisek ZZS**

Jak je možné vypočítat při průměrné rychlosti 60 km/h, což je reálná průměrná rychlost, dosahuje pokrytí obyvatelstva ve většině krajů hodnoty kolem 90 %, tudíž srovnatelné procentuální ohodnocení jako dojezd do 15 minut uvedený v kapitole 2.6. Pokrytí obyvatelstva kolem 99 % lze při současném rozmístění a počtu výjezdových středisek dosáhnout až při rychlostech kolem 90 km/h.

Pokrytí silničních uzlů (plochy krajů) dosahuje v celé ČR při rychlosti 60 km/h pouhých 72 %. Zbývajících 28 % není sice zcela bez lékařské pomoci, ale čas potřebný na dopravení do těchto oblastí bude delší než stanovených 15 minut. Šance na záchranu života v případě zástavy srdeční činnosti či dechu je na takových místech mizivá.

Stejně jako pokrytí obyvatelstva se i pokrytí silničních uzlů se vzrůstající průměrnou rychlostí zasahujících vozidel zvyšuje, avšak hranice 99 % nedosáhne ani při rychlosti 100 km/h.

Další z funkcí aplikace je možnost doplnění stávajícího počtu výjezdových středisek pro zajištění zadaného pokrytí obyvatelstva nebo silničních uzlů.

Bylo testováno množství nových výjezdových středisek potřebných pro doplnění pokrytí alespoň na 99,5 % obyvatelstva v jednotlivých krajích při různé průměrné rychlosti zasahujících vozidel. Čas potřebný pro cestu vozidel nastaven opět na 12 minut. Výsledky pokusů jsou v tabulkách č. 19, 20 a v grafu na obrázku č. 30.

**Tabulka 19. Počty přidanych středisek ZZS pro pokrytí 99,5 % obyvatelstva ČR**

Kraj	Počet výjezdových středisek	Průměrná rychlost [km/h]			
		50	60	70	80
Liberecký	13	8	5	1	1
Ústecký	19	14	9	5	1
Karlovarský	11	8	4	3	2
Plzeňský	21	17	12	6	2
Středočeský	41	23	10	3	0
Královéhradecký	12	16	8	6	2
Pardubický	14	11	5	3	2
Vysočina	16	18	11	8	4
Jihočeský	23	23	13	8	5
Jihomoravský	20	22	14	6	3
Olomoucký	14	16	11	6	3
Zlínský	12	16	10	7	3
Moravskoslezský	24	12	5	3	1
<b>Celkem (celá ČR)</b>	<b>240</b>	<b>204</b>	<b>117</b>	<b>65</b>	<b>29</b>

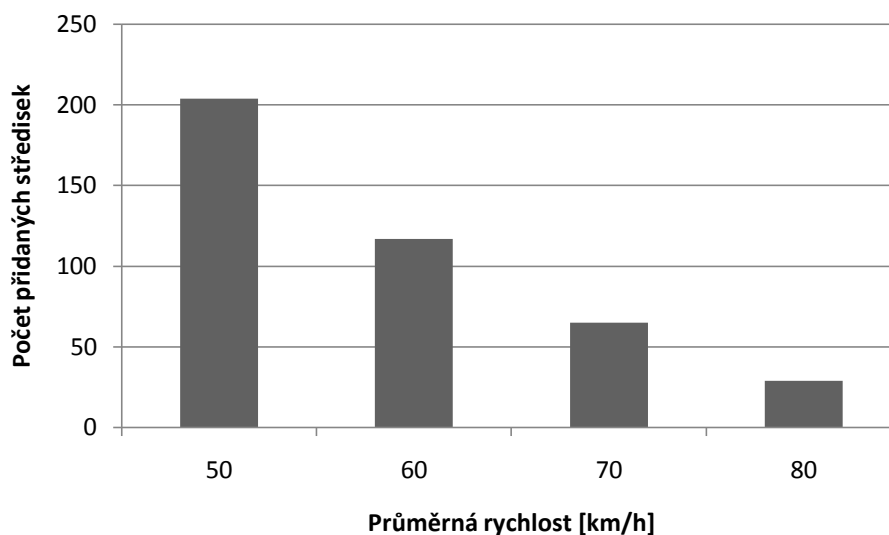
Tabulka č. 19 zobrazuje počty přidanych výjezdových středisek ZZS pro zaručení 99,5% pokrytí obyvatelstva jednotlivých krajů v závislosti na průměrné rychlosti zásahových vozidel. Při rychlosti 60 km/h by bylo pro zaručení daného pokrytí obyvatelstva třeba dalších 117 výjezdových středisek, což je téměř polovina současného stavu.

V tabulce č. 20 je zobrazeno procentuální pokrytí obyvatelstva a silničních uzlů před a po přidání nových výjezdových středisek v celé ČR. Po přidání výjezdových

středisek se nejen zaručilo pokrytí obyvatelstva minimálně 99,5 %, ale zvětšilo se i pokrytí silničních uzlů, v některých případech i o desítky procent.

**Tabulka 20. Stav pokrytí ČR před a po přidání nových výjezdových středisek ZZS**

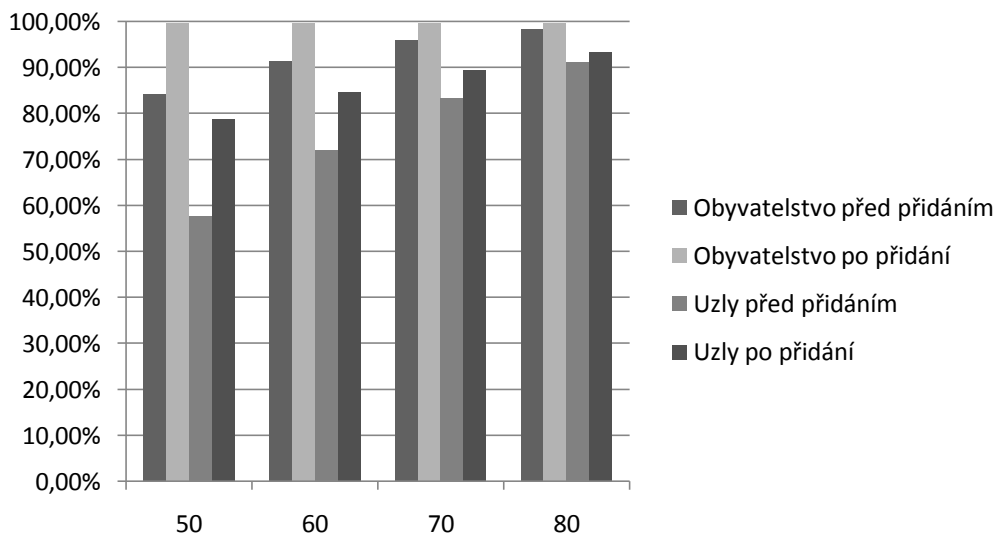
Průměrná rychlost	Stav před přidáním nových středisek			Stav po přidání nových středisek		
	Výjezdových středisek	Obyvatelstvo	Silniční uzly	Výjezdových středisek	Obyvatelstvo	Silniční uzly
50	240	84,27 %	57,62 %	444	99,61 %	78,80 %
60	240	91,34 %	72,08 %	357	99,62 %	84,63 %
70	240	96,04 %	83,30 %	305	99,63 %	89,55 %
80	240	98,33 %	91,07 %	269	99,71 %	93,34 %



**Obrázek 30. Počty přidávaných středisek v závislosti na průměrné rychlosti vozidel**

Graf na obrázku č. 30 zobrazuje pokles potřeby nových výjezdových středisek v závislosti na rychlosti zasahujících vozidel. Jak již bylo poznamenáno dříve, při průměrné rychlosti 90 km/h nejsou zapotřebí žádná další výjezdová střediska. Této průměrné rychlosti však v praxi téměř nelze dosáhnout.

Následující graf na obrázku č. 31 porovnává procentuální pokrytí obyvatelstva a silničních uzlů před a po doplnění nových výjezdových středisek. Pokrytí silničních uzlů se u rychlosti 50 km/h navýšilo nejvýraznějším způsobem. Další navyšování už je pozvolnější a přidání 29 výjezdových středisek u rychlosti 80 km/h způsobí jen 2% rozdíl.



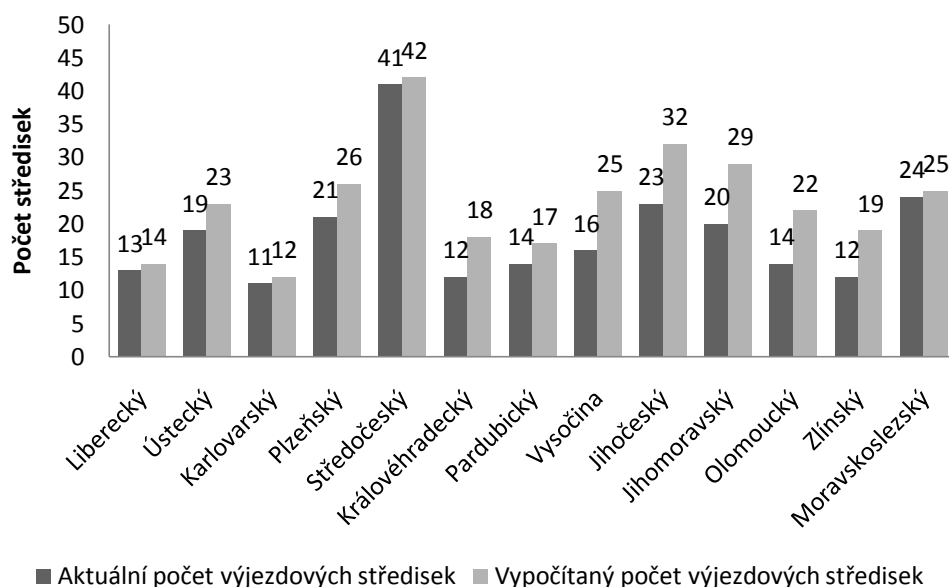
**Obrázek 31. Porovnání pokrytí před a po přidání nových středisek**

Poslední neméně důležitou funkcionalitou aplikace je možnost optimálního rozmístění nových výjezdových středisek nezávisle na jejich aktuálním rozmístění v ČR. Z automaticky vygenerovaných kandidátů na výjezdová střediska (je možné manuálně doplnit) se vyberou taková, která zaručí požadované procento pokrytí obyvatelstva v kraji.

V testech byla za kandidáty zvolena místa, která pokryjí obyvatelstvo kraje na 100 % při průměrné rychlosti vozidel 60 km/h a čase 12 minut. Z těchto kandidátů byl optimalizován počet a rozmístění tak, aby bylo zaručeno 99,5 % pokrytí obyvatelstva jednotlivých krajů. Výsledky testů jsou zobrazeny v tabulce č. 21 a obrázku č. 32.

**Tabulka 21. Minimální počty středisek pro zaručení 99,5% pokrytí obyvatelstva**

Kraj	Počet středisek v ČR	Počet zvolených středisek	Počet kandidátů	Pokrytí uzlů	Pokrytí obyvatelstva
Liberecký	13	14	15	76,36 %	99,65 %
Ústecký	19	23	27	72,12 %	99,52 %
Karlovarský	11	12	12	64,95 %	100,00 %
Plzeňský	21	26	26	66,82 %	100,00 %
Středočeský	41	42	51	72,11 %	99,56 %
Královéhradecký	12	18	19	69,43 %	99,71 %
Pardubický	14	17	20	79,17 %	99,63 %
Vysočina	16	25	26	69,47 %	99,74 %
Jihočeský	23	32	35	65,66 %	99,63 %
Jihomoravský	20	29	33	78,03 %	99,53 %
Olomoucký	14	22	25	82,48 %	99,66 %
Zlínský	12	19	21	81,88 %	99,60 %
Moravskoslezský	24	25	29	85,14 %	99,65 %
Celkem (celá ČR)	240	304	339	73,14 %	99,64 %



**Obrázek 32. Vypočítané a aktuální počty výjezdových středisek v krajích ČR**

Z grafu je patrné, že ani jeden kraj nemá takový počet středisek, aby mohl dostatečně zabezpečit včasnou přednemocniční péči všem obyvatelům. V některých krajích dle výpočtů dokonce schází až třetina výjezdových středisek ZZS. Naproti tomu jsou v ČR také kraje, kde testy odhadují rozdíl pouze 1 výjezdové středisko.

## 7 Závěr, zhodnocení výsledků práce

Z analýzy současného stavu rozmístění a počtu výjezdových středisek ZZS na území ČR a po porovnání s výsledky vypočítanými vytvořenou aplikací je patrné, že bez doplnění počtu výjezdových středisek ZZS nelze 100% zaručit plnění vyhlášky a poskytnout případnému účastníku nečekané události neodkladnou přednemocniční péči do 15 minut.

Výsledky aplikace mají docela vysokou míru objektivnosti, jelikož silniční síť, kterou aplikace využívá (včetně délek komunikací), pochází přímo ze zdrojů ředitelství silnic a dálnic ČR. Počty obyvatel v aplikaci sice nezahrnují všechny obce v ČR (zahrnují pouze obce nad 1000 obyvatel), ale zcela jistě by doplnění menších obcí znamenalo pouze další nedostupné obyvatele.

Vytvořená aplikace v plném rozsahu plní požadavky a cíle stanovené v úvodu práce. Umožňuje testování stávajícího rozmístění výjezdových středisek ZZS, doplnění počtu středisek a také nové rozmístění výjezdových středisek. Aplikace pro testování a optimalizaci nabízí vysokou variabilitu možností nastavení od maximálního času potřebného na cestu zasahujícího vozidla k místu události přes jeho průměrnou rychlost až po nastavení procentuální pokrytí obyvatelstva či silničních uzlů. Různé kombinace těchto vstupů tak mohou vytvářet nepřehledné množství různých výsledků. Výstupy aplikace umožňují jak vizuální kontrolu výsledků s možností zoomování, tak podrobné textové přehledy o dostupnosti ZZS v celé ČR i jednotlivých krajích.

Aplikace by určitě našla své opodstatnění při analýze současného stavu rozmístění výjezdových středisek ZZS v ČR, nebo např. při plánování výstavby a umístění nových výjezdových středisek ZZS v jednotlivých krajích.



## Použitá literatura

- [1] EISENBERG, M. S., HORWOOD, B. T., CUMMINS, R. O. Cardiac arrest and resuscitation: A tale of 29 cities. *Annals of Emergency Medicine*. 1990, vol. 19, is. 2, s. 179-186.
- [2] *Integrovaný záchranný systém a jeho význam* [online]. 2006, [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.oknodokraje.cz/article/2220.integrovaný-zachranný-systém-a-jeho-význam/>>.
- [3] FRANĚK, O. *Záchranná služba: Nezávislý web o zdravotnické záchranné službě* [online]. 2009, [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.zachrannasluzba.cz/>>.
- [4] *Souhrnné statistiky ÚZIS pro obor ZZS* [online]. 2008 [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.urgmed.cz/uzis/uzis.htm>>.
- [5] Německý přístup k řešení urgentních situací a katastrof [online]. 2008 [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <[www.unbr.cz/Data/files/KonfMeKa08/I2Domres.pdf](http://www.unbr.cz/Data/files/KonfMeKa08/I2Domres.pdf)>.
- [6] *Viac stanic ZZS zlepšuje zdravotnú starostlivosť* [online]. 2008 [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.obroda.sk/clanok/34222/Viac-stanic-ZZS-zlepsuje-zdravotnu-starostlivosť/>>.
- [7] FRANĚK, O. *Vyhodnocení dostupnosti PNP v ČR*. 2006. 27 s. Prezentace PPT.
- [8] *Silniční a dálniční síť ČR* [online]. 2008 [cit. 2009-01-10]. Dostupný z WWW: <[http://www.rsd.cz/doprava/silnicni\\_sit/start.htm](http://www.rsd.cz/doprava/silnicni_sit/start.htm)>.
- [9] *Ředitelství silnic a dálnic ČR : Využití informační základny* [online]. 2008 [cit. 2009-01-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.rsd.cz/doc/Silnicni-a-dalnicni-sit/Silnicni-databanka-Ostrava/vyuziti-informacni-zakladny>>.
- [10] GRMELA, Jan. *Převodník geografických dat*. 2008. 13 s. Semestrální práce.
- [11] VOLEK, Josef. *Operační výzkum I*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2002. 111 s. ISBN 80-7194-410-6
- [12] *Dijkstrův algoritmus* [online]. 2009 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Dijkstr%C5%AFv\\_algoritmus](http://cs.wikipedia.org/wiki/Dijkstr%C5%AFv_algoritmus)>.
- [13] DUKORKIN, Jiří. *Operační výzkum*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. 296 s.
- [14] JANÁČEK, Jaroslav. *Optimalizace na dopravních sítích*. Žilinská univerzita, 2002. IBSN 80-8070-031-1, 248 str.
- [15] *MVČR: Počty obyvatel v obcích* [online]. 2009 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.mvcr.cz/clanek/statistiky-pocty-obyvatel-v-obcich.aspx>>.
- [16] *Portál veřejné správy České republiky: Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému* [online]. 2009 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?kam=zakon&c=239/2000](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?kam=zakon&c=239/2000)>.

## Příloha A – Seznam obcí s výjezdovou skupinou ZZS

Okres	Místo	Okres	Místo
Praha		Liberec	Frydlant v Čechách
Praha	Praha	Semily	Rokytnice nad Jizerou
Středočeský kraj		Semily	Semily
Benešov	Benešov	Semily	Jilemnice
Benešov	Vlašim	Semily	Turnov
Benešov	Votice	Ústecký kraj	
Beroun	Beroun	Děčín	Děčín
Beroun	Hořovice	Děčín	Rumburk
Kladno	Kladno	Děčín	Česká Kamenice
Kladno	Slaný	Děčín	Velký Šenov
Kolín	Kolín	Chomutov	Chomutov
Kolín	Kostelec nad Č. Lesy	Chomutov	Kadaň
Kolín	Český Brod	Chomutov	Vejprty
Kutná Hora	Kutná Hora	Chomutov	Jirkov
Kutná Hora	Uhlířské Janovice	Litoměřice	Litoměřice
Kutná Hora	Zbraslavice	Litoměřice	Roudnice nad Labem
Kutná Hora	Zruč nad Sázavou	Litoměřice	Lovosice
Kutná Hora	Čáslav	Louny	Louny
Mělník	Mělník	Louny	Žatec
Mělník	Neratovice	Louny	Podbořany
Mělník	Kralupy	Most	Most
Mladá Boleslav	Mladá Boleslav	Most	Litvínov
Nymburk	Nymburk	Teplice	Teplice
Nymburk	Lysá nad Labem	Teplice	Bílina
Nymburk	Městec Králové	Ústí nad Labem	Ústí nad Labem
Praha-východ	Říčany	Plzeňský kraj	
Praha-východ	Brandýs nad Labem	Domažlice	Domažlice
Praha-východ	Zdiby	Domažlice	Bělá nad Radbuzou
Praha-západ	Zbraslav (kraj Praha)	Klatovy	Klatovy
Praha-západ	Rudná	Klatovy	Horáždovice
Praha-západ	Roztoky	Klatovy	Sušice
Praha-západ	Davle	Klatovy	Nýrsko
Praha-západ	Jesenice	Klatovy	Železná Ruda
Praha-západ	Mníšek pod Brdy	Plzeň	Plzeň
Praha-západ	Řevnice	Plzeň-jih	Nepomuk
Příbram	Příbram	Plzeň-jih	Přeštice
Příbram	Březnice	Plzeň-jih	Stod
Příbram	Dobříš	Plzeň-jih	Blovce-Vlčice
Příbram	Krásná Hora	Plzeň-sever	Kralovice
Příbram	Sedlčany	Plzeň-sever	Manětín
Rakovník	Rakovník	Plzeň-sever	Plzeň město
Rakovník	Roztoky u Křivoklátu	Rokycany	Rokycany
Liberecký kraj		Rokycany	Radnice
Česká Lípa	Česká Lípa	Tachov	Tachov
Česká Lípa	Doksy	Tachov	Stříbro
Česká Lípa	Jablunné v Podještědí	Tachov	Planá u Mar. Lázní
Jablonec nad Nisou	Jablonec nad Nisou	Karlovarský kraj	
Jablonec nad Nisou	Tanvald	Cheb	Cheb
Liberec	Liberec	Cheb	Aš
Liberec	Český Dub	Cheb	Mariánské Lázně
Liberec	Hrádek nad Nisou	Karlovy Vary	Karlovy Vary

<b>Okres</b>	<b>Místo</b>	<b>Okres</b>	<b>Místo</b>
Karlovy Vary	Nejdek	Ústí nad Orlicí	Lanškroun
Karlovy Vary	Ostrov	Ústí nad Orlicí	Vysoké Mýto
Karlovy Vary	Toužim	Ústí nad Orlicí	Červená Voda
Karlovy Vary	Žlutice	Ústí nad Orlicí	Žamberk
Sokolov	Sokolov	Kraj Vysočina	
Sokolov	Horní Slavkov	Havlíčkův Brod	Havlíčkův Brod
Sokolov	Kraslice	Havlíčkův Brod	Chotěboř
Jihočeský kraj		Havlíčkův Brod	Ledeč nad Sázavou
České Budějovice	České Budějovice	Jihlava	Jihlava
České Budějovice	Trhové Sviny	Jihlava	Telč
České Budějovice	Temelín – ETE	Jihlava	Počátky
České Budějovice	Týn nad Vltavou	Pelhřimov	Pelhřimov
Český Krumlov	Český Krumlov	Pelhřimov	Humpolec
Český Krumlov	Frymburk	Pelhřimov	Pacov
Český Krumlov	Kaplice	Třebíč	Třebíč
Jindřichův Hradec	Jindřichův Hradec	Třebíč	Moravské Budějovice
Jindřichův Hradec	Dačice	Třebíč	Náměšť nad Oslavou
Jindřichův Hradec	Suchdol n. Lužnicí	Žďár nad Sázavou	Žďár nad Sázavou
Jindřichův Hradec	Třeboň	Žďár nad Sázavou	Nové Město na Moravě
Písek	Písek	Žďár nad Sázavou	Bystrice p. Pernštejnem
Písek	Čimelice	Žďár nad Sázavou	Velké Meziříčí
Písek	Milevsko	Jihomoravský kraj	
Prachatice	Prachatice	Blansko	Blansko
Prachatice	Vimperk	Blansko	Boskovice
Prachatice	Volary	Blansko	Velké Opatovice
Strakonice	Strakonice	Brno	Brno
Strakonice	Blatná	Brno-venkov	Ivančice
Strakonice	Vodňany	Brno-venkov	Tišnov
Tábor	Tábor	Břeclav	Břeclav
Tábor	Mladá Vožice	Břeclav	Hustopeče
Tábor	Soběslav	Břeclav	Mikulov
Královéhradecký kraj		Břeclav	Pohofelice
Hradec Králové	Hradec Králové	Hodonín	Hodonín
Hradec Králové	Nový Bydžov	Hodonín	Kyjov
Jičín	Jičín	Hodonín	Velká nad Veličkou
Jičín	Hořice	Hodonín	Veselí nad Moravou
Náchod	Náchod	Vyškov	Vyškov
Náchod	Broumov	Vyškov	Slavkov
Náchod	Jaroměř	Vyškov	Bučovice
Rychnov n. Kněž.	Rychnov n. Kněž.	Znojmo	Znojmo
Rychnov n. Kněž.	Opočno	Znojmo	Hrušovany n. Jevišovkou
Trutnov	Trutnov	Znojmo	Šumná
Trutnov	Dvůr Králové n. L.	Olomoucký kraj	
Trutnov	Vrchlabí	Jeseník	Jeseník
Pardubický kraj		Jeseník	Javorník
Chrudim	Chrudim	Olomouc	Olomouc
Chrudim	Hlinsko v Čechách	Olomouc	Šternberk
Pardubice	Pardubice	Olomouc	Uničov
Pardubice	Holice	Olomouc	Litovel
Pardubice	Přelouč	Prostějov	Prostějov
Svitavy	Svitavy	Prostějov	Konice
Svitavy	Moravská Třebová	Přerov	Přerov
Svitavy	Polička	Přerov	Hranice na Moravě
Svitavy	Litomyšl	Šumperk	Šumperk
Ústí nad Orlicí	Ústí nad Orlicí	Šumperk	Zábřeh na Moravě

<b>Okres</b>	<b>Místo</b>	<b>Okres</b>	<b>Místo</b>
Šumperk	Mohelnice	Nový Jičín	Studénka
Šumperk	Hanušovice	Nový Jičín	Fulnek
Moravskoslezský kraj		Opava	Opava
Bruntál	Bruntál	Opava	Hlučín
Bruntál	Rýmařov	Opava	D. Benešov-Zábřeh
Bruntál	Krnov	Opava	Vítkov
Bruntál	Město Albrechtice	Ostrava	Ostrava
Frýdek-Místek	Frýdek-Místek	Zlínský kraj	
Frýdek-Místek	Třinec	Kroměříž	Kroměříž
Frýdek-Místek	Jablunkov	Kroměříž	Bystrice pod Hostýnem
Frýdek-Místek	Frýdlant n. Ostravicí	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště
Karviná	Český Těšín	Uherské Hradiště	Uherský Brod
Karviná	Karviná	Vsetín	Vsetín
Karviná	Bohumín	Vsetín	Valašské Meziříčí
Karviná	Orlová Lutyně	Vsetín	Rožnov pod Radhoštěm
Karviná	Havířov	Vsetín	Nový Hrozenkov
Nový Jičín	Kopřivnice	Zlín	Zlín
Nový Jičín	Nový Jičín	Zlín	Otrokovice
Nový Jičín	Odry	Zlín	Valašské Klobouky
Nový Jičín	Frenštát p. Radhošt.	Zlín	Slavičín

Zdroj: <http://www.zachrannasluzba.cz/stanoviste.htm>

## Příloha B – Třída Graf

Graf
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mapy: List&lt;Uzel&gt; vyrezMapy</li> <li>- republika: IMapa</li> <li>- useky: List&lt;Usek&gt;</li> <li>- usekyNejkratsiCesta: List&lt;Usek&gt;</li> <li>- uzly: List&lt;Uzel&gt;</li> <li>- uzlyNejkratsiCesta: List&lt;Uzel&gt;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ DoplnStrediska(procento :int, obcane :bool, kraj :kraj, cekaniForm :CekaniForm) : void</li> <li>- DosazitelneProKombinaci(poleCisel :int[]) : void</li> <li>+ DosazitelneVCR(pocetOsobDosazitelne :int*, pocetOsob :int*, pocetDosazitelne :int*, celkovyPocet :int*) : void</li> <li>+ DosazitelneVKraji(kraj :string, pocetOsobDosazitelne :int*, pocetOsob :int*, pocetDosazitelne :int*, celkovyPocet :int*) : void</li> <li>+ KresliAktivniSit(g :Graphics, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int) : void</li> <li>+ KresliDosazitelneVrcholy(g :Graphics, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int) : void</li> <li>+ KresliNejkratsiCestu(g :Graphics, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int) : void</li> <li>+ KresliPolygony(graphics :Graphics, pen :Pen) : void</li> <li>+ KresliStanoviste(g :Graphics, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int) : void</li> <li>+ KresliUzel(g :Graphics, u :Uzel, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int) : void</li> <li>+ KresliUzel(g :Graphics, u :Uzel, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int, pero :Pen) : void</li> <li>+ MapaDleKraje(kraj :string) : IMapa</li> <li>+ NactiZeSouboru(s :string) : void</li> <li>+ NajdiBodVPolygonech(x :int, y :int, pBMapa :PictureBox, pBminimapa :PictureBox) : void</li> <li>- NajdiNejblizsiUzel(x :int, y :int) : Uzel</li> <li>+ NajdiNejkratsiCestuDijkstra(zacatek :Uzel, konec :Uzel, cekaniForm :CekaniForm) : void</li> <li>+ NajdiUzelXY(x :int, y :int, sirkaObrazku :int, vyskaObrazku :int) : Uzel</li> <li>+ NajdiUzlyPodleNazvu(nazev :string) : List&lt;Uzel&gt;</li> <li>+ NaplnMesta() : void</li> <li>+ NastavMapuRepubliky(pBMapa :PictureBox, pbMinimapa :PictureBox) : void</li> <li>+ OptimalniVKraji(kandidati :List&lt;Uzel&gt;, pocet :int, kraj :string, cekaniForm :CekaniForm) : List&lt;Uzel&gt;</li> <li>+ OptimalniVKrajiProcenta(kandidati :List&lt;Uzel&gt;, procento :double, kraj :string, cekaniForm :CekaniForm) : List&lt;Uzel&gt;</li> <li>- PocitejDijkstra(uzel :Uzel) : void</li> <li>- PocitejKombinace(poleCisel :int[], celkovyPocet :int, zacatek :int, ukladanyIndex :int) : void</li> <li>- PocitejKombinace(celkovyPocet :int, vybiranyPocet :int) : long</li> <li>+ PridaniUseku(zacatek :Uzel, konec :Uzel, delka :int) : void</li> <li>- PridejUsek(u :Usek) : void</li> <li>- PridejUzel(u :Uzel) : void</li> <li>+ UlozDoSouboru(s :string) : void</li> <li>+ VyhledejDosazitelne(u :Uzel) : List&lt;Uzel&gt;</li> <li>+ VyhledejVsechnyDosazitelne(pocetOsobDosazitelne :int*, pocetOsob :int*, pocetDosazitelne :int*, celkovyPocet :int*) : void</li> <li>+ VymazPridanaStrediska() : void</li> </ul>



## ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Počítačová podpora lokace složek IZS ČR
Autor práce	Bc. Martin Hromádko
Obor	Informační technologie
Rok obhajoby	2009
Vedoucí práce	doc. Ing. Josef Volek, CSc.
Anotace	Práce se zabývá analýzou současného stavu IZS (integrovaný záchranný systém) v ČR, se zaměřením především na skupiny ZZS (zdravotnický záchranný systém) a rozmístění jejich výjezdových středisek na území ČR. Výstupem práce je aplikace sloužící k analýze a optimalizaci rozmístění výjezdových středisek ZZS, tak aby byl dodržen patnáctiminutový limit stanovený vyhláškou č. 434/1992 Sb. o zdravotnické záchranné službě.
Klíčová slova	IZS, ZZS, výjezdová střediska, optimalizace rozmístění středisek, lokační úlohy