

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



**DYNAMICKÁ VIZUALIZACE PROSTOROVÝCH  
DAT POHYBUJÍCÍCH SE OBJEKTŮ**

Diplomová práce

Jan Votápek

2007

Vedoucí diplomové práce: Ing. T. Bayer, Ph.D.

**Vysoká škola:** Univerzita Karlova v Praze

**Fakulta:** Přírodovědecká

**Katedra:** Aplikované geoinformatiky a kartografie

**Školní rok:** 2006/2007

# Zadání diplomové práce

**pro** Jana Votápka

**obor** Kartografie a geoinformatika

**Název tématu:** Dynamická vizualizace prostorových dat pohybujících se objektů

## Zásady pro vypracování

Cílem této magisterské práce je navržení metodického postupu vizualizace prostorových dat v prostředí GIS, jejichž poloha se dynamicky mění v prostoru a v čase.

Teoretická část práce se bude zabývat hodnocením vizualizačních technik, analýzou současných trendů a postupů, které lze využít při znázorňování polohy objektů, jejichž poloha je proměnná v prostoru a čase. Práce se soustředí také na rozbor technických aspektů ovlivňujících využití vizualizačních technik v architektuře klient-server (komunikační protokoly, komprese dat, databázová řešení, atd.) včetně kartografického zhodnocení dosažených výsledků.

Praktická část práce bude zahrnovat návrh a implementaci aplikace realizující konverzi dat do formátu vhodného pro jejich dynamické zobrazování. Ověření dosažených teoretických poznatků bude provedeno na produktu Tracking Server společnosti ESRI a bude představovat vývoj pilotního projektu pro sledování polohy vozidel ZZS hlavního města Prahy.

**Rozsah grafických prací:** v průvodní zprávě + 1 CD

**Rozsah průvodní zprávy:** cca 70 stran

**Seznam odborné literatury:**

DYKES, J., MACEACHREN, A. M., KRAAK, M.-J. (2005): Exploring geovisualization. Elsevier, Amsterdam, 710 s.

PROSISE, J. (2003): Programování v Microsoft.NET. Computer Press, Praha, 712 s.

SHINDER, D. L. (2003): Počítačové sítě. SoftPress, Praha, 752 s

VOŽENÍLEK, V. (2005): Cartography for GIS – geovisualization and map communication. Olomouc, Univerzita Palackého, 140 s.

An ESRI White Paper (2005): What Is Tracking Server? ESRI, Redlands, 11 s.

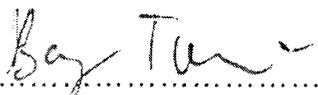
Using Tracking Server (2005). ESRI, Redlands, 126 s.

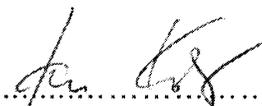
Vedoucí diplomové práce: ing. Tomáš Bayer, PhD.

Konzultant diplomové práce: ing. Radek Kuttelwascher – ARCDATA PRAHA

Datum zadání diplomové práce: 12.1.2007

Termín odevzdání diplomové práce: podzim 2007

  
.....  
Vedoucí diplomové práce

  
.....  
Vedoucí katedry

V Praze dne 12.1.2007

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením školitele Ing. Tomáše Bayera, Ph.D., a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné využití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Bohdalíně dne 2. 9. 2007



.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji za cenné rady a připomínky vedoucímu práce Ing. Tomáši Bayerovi, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Radku Kuttelwascherovi za poskytnutí softwaru. Mgr. Michalu Schneiderovi a Ryanu Elliottovi děkuji za to, že jsem je mohl kdykoli požádat o radu. Další dík patří mým rodičům za finanční a materiální podporu během studia.

## **ABSTRAKT**

Práce se zabývá dynamickou vizualizací pohybujících se objektů. Uvádí přehled používaných metod a technik věnujících se této problematice. Dále hodnotí jejich vlastnosti a navrhuje, které metody je nejvhodnější použít k vizualizaci pohybujících se objektů. Výsledkem praktické části je vytvoření pilotního projektu ke sledování polohy vozidel Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy. Při tvorbě projektu byl použit software Tracking Server 1.1 sloužící jako aplikační rozhraní. Dále byla vyvinuta aplikace umožňující načtení dat z databáze a jejich převedení do formátu vhodného k zobrazení.

## **ABSTRACT**

The thesis deals with the topic of dynamic visualisation of moving objects. It gives an in-depth overview of current methods and techniques used in this area. Further, particular methods are evaluated and consequently, it is suggested which method is the most suitable one for the visualisation of moving objects. The result of the practical part of the thesis is the creation of an pilot project for the Car Location Tracking implemented at City of Prague Emergency Medical Service. A Tracking Server 1.1 was used as a application interface. Moreover, a specific application enabling data reading from a database and its transformation into an appropriate data format was developed.

## Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>7</b>
<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>2. CÍL PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>3. UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY .....</b>	<b>12</b>
3.1 VIZUALIZACE.....	12
3.1.1 Vědecká vizualizace .....	14
3.1.2 Geovizualizace .....	15
3.2 KOMISE PRO VIZUALIZACI A VIRTUÁLNÍ PROSTŘEDÍ.....	16
3.3 VIZUALIZAČNÍ TECHNIKY.....	17
3.3.1 Typy dat a jejich vizualizace .....	18
3.3.2 Vizualizace prostorových dat.....	20
3.3.3 Moderní metody vizualizace 3D dat.....	21
<b>4. SOUČASNÉ POSTUPY VYUŽÍVANÉ PŘI ZNÁZORŇOVÁNÍ POLOHY POHYBUJÍCÍCH SE OBJEKTŮ .....</b>	<b>24</b>
4.1 POHYBUJÍCÍ SE OBJEKTY .....	24
4.2 POLOHA OBJEKTŮ .....	24
4.2.1 GPS.....	25
4.2.2 Glonass a Galileo .....	26
4.2.3 Určování polohy ze sítí GSM.....	26
4.3 PŘENOS DAT.....	27
4.4 ZPRACOVÁNÍ DAT .....	28
4.4.1 Databázové systémy.....	28
4.4.2 Prostorové databáze .....	30
4.4.3 Rozhraní.....	30
4.5 VIZUALIZACE DAT.....	32
4.5.1 GIS.....	33
4.6 DISTRIBUCE VIZUALIZOVANÝCH DAT.....	35
4.6.1 Klient/server.....	36
4.6.2 Peer to Peer („rovný s rovným“).....	37
4.6.3 Architektura zaměřená na služby.....	37
4.6.4 Komunikační protokoly.....	37
<b>5. NAVRŽENÍ METODICKÉHO POSTUPU VIZUALIZACE PROSTOROVÝCH DAT .....</b>	<b>40</b>
5.1 DŮVODY, OBJEKTY A POUŽITÍ VIZUALIZACE .....	40

<i>Jan Votápek: Dynamická vizualizace prostorových dat pohybujících se objektů</i>	6
5.2 POŘIZOVÁNÍ DAT .....	41
5.3 PŘENOS DAT .....	41
5.4 UKLÁDÁNÍ DAT .....	42
5.4.1 <i>Prostorové databáze</i> .....	42
5.4.2 <i>Databáze pohybujících se objektů</i> .....	42
5.5 ROZHRANÍ .....	43
5.6 VIZUALIZACE DAT .....	44
5.6.1 <i>Analogové versus digitální mapy</i> .....	44
5.6.2 <i>Statické versus dynamické mapy</i> .....	44
5.6.3 <i>Vyjádření dynamiky</i> .....	46
5.6.4 <i>Softwarové produkty určené k vizualizaci dat</i> .....	47
5.6.5 <i>Webové technologie</i> .....	48
5.7 DYNAMICKÁ VIZUALIZACE POLOHY SANITNÍCH VOZŮ .....	52
<b>6. SLEDOVÁNÍ VOZIDEL ZZSHMP .....</b>	<b>55</b>
6.1 POPIS SOUČASNÉHO STAVU .....	55
6.2 TRACKING SERVER 1.1 .....	55
6.3 KONFIGURACE POČÍTAČE .....	57
6.4 VÝVOJ PILOTNÍHO PROJEKTU SLEDOVÁNÍ POLOHY VOZIDEL ZZSHMP .....	58
6.4.1 <i>Přístup k datům</i> .....	58
6.4.2 <i>Import dat</i> .....	58
6.4.3 <i>Použití Tracking Serveru 1.1</i> .....	59
<b>7. VÝSLEDKY .....</b>	<b>65</b>
7.1 SLOŽENÍ SYSTÉMU .....	65
7.1.1 <i>SQL Server 2000</i> .....	65
7.1.2 <i>Aplikace zajišťující datový přenos a úpravu dat</i> .....	65
7.1.3 <i>Tracking Server 1.1</i> .....	66
7.1.4 <i>Tracking Viewer</i> .....	67
7.1.5 <i>ArcIMS</i> .....	69
7.1.6 <i>PC Inspector task manager</i> .....	69
7.2 VÝSLEDNÁ VIZUALIZACE .....	70
7.3 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKU VIZUALIZACE PODLE KARTOGRAFICKÝCH KRITÉRIÍ .....	72
<b>8. DISKUSE .....</b>	<b>73</b>
8.1 SROVNÁNÍ VYTVOŘENÉHO SYSTÉMU S OSTATNÍMI KOMERČNÍMI ŘEŠENÍMI .....	73
8.1.1 <i>Komerční řešení používaná v České republice</i> .....	73
8.1.2 <i>Výsledky průzkumu</i> .....	74
8.1.3 <i>Systémy sledování polohy vozidel ve složkách integrovaného záchranného systému (IZS)</i> .....	77
8.2 KRITICKÉ ZHODNOCENÍ VYTVOŘENÉHO SYSTÉMU SLEDOVÁNÍ POLOHY VOZIDEL .....	78
8.3 MOŽNOSTI ROZŠÍŘENÍ SOUČASNÉHO SYSTÉMU .....	79
<b>9. ZÁVĚR .....</b>	<b>80</b>
<b>PRAMENY .....</b>	<b>82</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AIX	Advanced Interactive eXecutive
ADO	ActiveX Data Objects
BTS	Base Transceiver Station
CSS	Cascading Style Sheets
ČD	České dráhy
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
DBMS	Database Management System
DMÚ	Digitální model území
DNS	Domain Name System
DOM	Document Object Model
DPO	Databáze pohybujících se objektů
DPZ	Dálkový průzkum Země
DTD	Data Type Definition
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
ESRI	Environmental Systems Research Institute
FTP	File Transfer Protocol
CAD	Computer-aided Design
GI	Generic Input
GIS	Geografický informační systém
GML	Geography Markup Language
GMT	Greenwich Mean Time
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GRASS	Geographic Resources Analysis Support System
GS	GeoStore
GSM	Groupe Spécial Mobile, Global System for Mobile Communications
HP-UX	Hewlett Packard UNIX
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HZS	Hasičský záchranný sbor
ICA	International Cartographic Association
IIS	Internet Information Services

---

ILWIS	Integrated Land and Water Information System
IPX/SPX	Internetwork Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange
ITC	International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation
IZS	Integrovaný záchranný systém
J2SE SDK	Java 2 Platform Standard Edition Software Development Kit
JDBC	Java Database Connectivity
JRE	Java Runtime Environment
JTSK	Jednotná trigonometrická síť katastrální
JVM	Java Virtual Machine
LEO	Low Earth Orbit
LBS	Location-based Services
NAVSTAR	Navigation Signal Timing and Ranging
NetBIOS	Network Basic Input/Output System
ODBC	Open Database Connectivity
OGC	Open Geospatial Consortium
OLE DB	Object Linking and Embedding Database
OS	Operační systém
PDA	Personal Digital Assistant
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SDE	Spatial Data Engine
SMS	Short Message Service
SNMP	Simple Network Management Protocol
SOAP	Simple Objects Access Protocol
SQL	Structured Query Language
SŘBD	Systém řízení báze dat
SVG	Scalable Vector Graphics
TA	Timing Advance
TCG	Tracking Client Gateway
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TMS	Tracking Message Server
TS	Tracking Server
TSA	Tracking Server Author
TSC	Tracking Server Connector
TSD	Tracking Server Designer
TV	Tracking Viewer
TWD	Tracking Web Distribution
UDDI	Universal Description Discovery and Integration
UDP	User Datagram Protocol
UHF	Ultra High Frequency
ViSC	Visualization in Scientific Computing
VHF	Very High Frequency
VRML	Virtual Reality Modelling Language

W3C	World Wide Web Consortium
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WGS	World Geodetic System
WMS	Web Map Service
WSDL	Web Services Description Language
X3D	eXtensible 3D
XML	eXtensible Markup Language
XNS	Xerox Network Services
XSL	eXtensible Stylesheet Language
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
ZZSHMP	Zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy
ŽSR	Železnice Slovenskej republiky

## 1. ÚVOD

V posledních několika desetiletích můžeme být svědky, jak jsou tradiční analogové techniky znázorňování objektů reálného světa velmi často nahrazovány moderními postupy. To je možné jen díky intenzivnímu rozvoji počítačové techniky. Spolu s ním dochází i k vývoji nových počítačových aplikací ve všech odvětvích lidské činnosti. Se vzrůstající kapacitou paměťových medií stoupá i množství dat, které do nich ukládáme. Větší množství dat nám umožňuje lépe sledovat dynamiku zkoumaných jevů. Čím víc dat totiž získáme a zpracujeme, tím více informací jsme schopni z nich odvodit a tím jednodušší bude tvorba modelu znázorňujícího realitu. K snazšímu pochopení reálného světa je výhodné uložená data zobrazit. A právě ve vizualizačních technikách můžeme sledovat markantní změny. Jestliže dříve trvala výroba mapy, která zobrazovala data z jednoho časového horizontu, v lepším případě několik dní, pak současná výpočetní technika umožňuje zobrazit grafické výstupy z několika časových intervalů během pár minut.

Vznikají nové způsoby jak znázorňovat realitu. Příkladem mohou být 3D fotorealistické modely. Ve snaze se co nejvíce přiblížit realitě se využívají i multimédia jako animace a zvuk. Dále jsou používány geografické informační systémy, které v sobě integrují rozličné procesy, jako jsou: sběr, přenos, ukládání, analýza a prezentace dat.

Dochází také ke změně ve vztahu autora mapy a jejího uživatele. Jestliže dříve nemohl uživatel ovlivnit obsah mapy, pak dnes je to právě on, kdo vytváří obsah mapy podle svých potřeb, a stává se z něj i autor.

S rozvojem lidské společnosti stoupá i poptávka po informacích, které musejí splňovat určitá kritéria. Informace by měly být přesné, aktuální a rychle dostupné většímu počtu uživatelů. Často jsou na nich závislé nejen nákladné ekonomické transakce, ale i životy lidí. Je zřejmé, že bez využití moderní techniky bychom těžko tato kritéria zaručili.

Motivací pro výběr tématu magisterské práce bylo to, že se mi naskytla možnost pracovat nejen s odborníky na geoinformační technologie z firmy ARCDATA PRAHA, ale i se zástupci Zdravotní záchranné služby Praha. Jako člen sboru dobrovolných hasičů doufám, že výsledky této práce budou nápomocny při záchraně života či majetku.

## 2. CÍL PRÁCE

Cílem práce je sestavení metodického postupu vizualizace prostorových dat v prostředí internetu, jejichž poloha se dynamicky mění v prostoru a v čase.

V teoretické části práce se budu nejprve zabývat hodnocením vizualizačních technik, současných trendů a postupů využívaných při znázorňování polohy objektů proměnných v prostoru a v čase. V práci se budu zabývat zejména vizualizací dvojrozměrných dat, přesto pro úplnost uvedu i základní vizualizační metody trojrozměrných dat. Práce se soustředí také na rozbor technických aspektů ovlivňujících využití vizualizačních technik v architektuře klient/server.

Praktická část práce bude zahrnovat návrh a implementaci aplikace realizující konverzi dat do formátu vhodného pro jejich dynamické zobrazování. Ověření dosažených teoretických poznatků bude provedeno na produktu Tracking Server společnosti ESRI a bude představovat vývoj pilotního projektu pro sledování polohy vozidel ZZS hlavního města Prahy.

V závěru práce porovnáám dosažené výsledky s ostatními komerčními i nekomerčními produkty a také zhodnotím výsledky z kartografického hlediska.

### 3. UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY

Problematika dynamické vizualizace prostorových dat pohybujících se objektů je velmi komplikovaná. Zasahuje do mnoha oborů, jako je například počítačová grafika, výpočetní geometrie, kartografie, geoinformatika, dálkový průzkum Země, databázové systémy, estetika, psychologie apod. K pochopení dalšího textu práce je nutné vysvětlit základní pojmy.

#### 3.1 Vizualizace

Při studiu odborné literatury se můžeme setkat s množstvím různě formulovaných definic pojmu vizualizace. Podstata je ovšem u všech stejná: znázornění dat ve formě statických a dynamických obrazů.

Visvalingam (1994) rozlišuje dva anglické termíny: *visualisation* a *visualization*. První pak definuje jako „schopnost nebo proces utváření mentálního obrazu či představy něčeho momentálně neviditelného“ (Oxford English Dictionary, cit. v Visvalingam 1994, s. 18). Druhý termín „*visualization*“ vykládá dvojím způsobem. Buď ji lze chápat jako využití počítačové technologie ke zkoumání dat ve viditelné podobě a k poznávání virtuálního světa pomocí všech lidských smyslů, nebo se jedná o použití počítačové grafiky k lepšímu pochopení dat.

Beneš et al. (1997) chápe vizualizaci jako zobrazování obecných dat, jejich převod do grafické podoby a následnou manipulaci či interakci s takovými daty. Dále uvádí rozdíl mezi vizualizací a prezentační grafikou. „Prezentační grafika zprostředkovává informace či výsledky, které jsou již známé a kterým již někdo rozumí. Vizualizace je naopak nástrojem, jehož cílem je samo pochopení zkoumaného jevu“ (Beneš et al. 1997, s. 6).

Vizualizaci můžeme definovat i jako „proces, při němž se data převedou z počítačem zpracovávaných číselných údajů na vizuální vjem a současně se i polohově seřadí tak, aby vytvořila smysluplný obraz“ (Kolář 2003, s. 146).

Turk (1994) ve své stati *Visualization in Geographical Information Systems* uvádí, že někteří autoři zahrnují do pojmu vizualizace všechny grafické aspekty komunikace mezi lidmi a počítači.

V Terminologickém slovníku zeměměřičství a katastru nemovitostí se setkáváme s touto definicí: „Vizualizace je způsob viditelné grafické reprezentace numerických dat nebo způsob velmi přesvědčivé grafické reprezentace méně srozumitelných grafických dat“ (URL (1)).

Zajímavé rozšíření definice podává Wood (1994). Tvrdí, že by proces vizualizace neměl být omezen na pouhé vytváření obrazů, ale že jeho součástí jsou i kroky, které samotnému zobrazení předcházejí, např. získání dat.

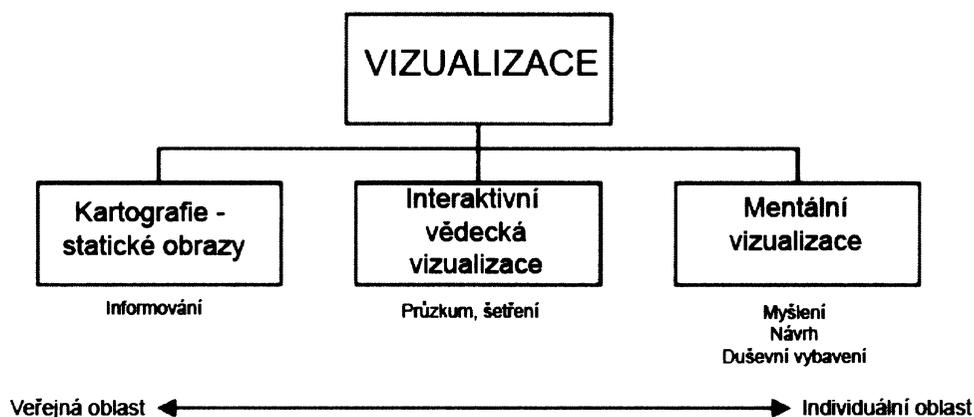
Vizualizaci je možno chápat také jako „sérii transformací, které převádějí nezpracovaná data do viditelného obrazu. Cílem těchto transformací je převést informaci do formátu, který je pochopitelný pro lidské smysly“ (Haber a McNabb 1990, cit. v Visvalingam 1994, s. 19)

Na závěr této části bych uvedl, co si pod pojmem vizualizace představuje MacEachren, světově uznávaný odborník na tuto problematiku. Vizualizace je podle něj „lidská schopnost vytvářet myšlenkové, tzv. mentální, obrazy (často ze vztahů, které nemají žádnou viditelnou formu) společně s využitím nástrojů, které mohou usnadnit a rozšířit tuto schopnost. Správné vizualizační nástroje umožňují našim zrakovým a poznávacím procesům se téměř automaticky soustředit na zobrazené modely, lépe řečeno vytváření těchto modelů“ (MacEachren 1991, cit. v Taylor 1994, s. 338).

„Mentální obraz je definován jako vnitřní zobrazení, které je podobné smyslové zkušenosti, ovšem vychází z paměti“ (Peterson 1994, s. 33).

Pokud se na vizualizaci díváme z geografického hlediska, pak ji můžeme rozdělit na tři kategorie v závislosti na tom, pro jaký účel jsou určeny (soukromé zkoumání versus veřejná prezentace), viz obr. 1.

*Obr. 1 – Vizualizační kategorie*



Zdroj: Voženílek (2005, s. 14) – upraveno

Při studiu odborné literatury se můžeme setkat se dvěma pojmy, které v sobě obsahují slovo vizualizace. Jedná se o tyto termíny: vědecká (scientific) vizualizace a geovizualizace. Jejich vysvětlení nalezneme v následujících podkapitolách.

### 3.1.1 Vědecká vizualizace

V anglicky psané literatuře nacházíme pojmy *Scientific Visualization* nebo též *Visualization in Scientific Computing* (ViSC). Do češtiny je pak překládáme jako vědecká vizualizace. Jde o novou disciplínu, která se vyvinula s rozvojem počítačové techniky.

„Vědecká vizualizace poskytuje větší pružnost, lepší informovanost a interakci v zobrazování světa než papírové mapy v minulosti“ (Longley et al. 2005, s. 302-303).

Jako vědní obor, který se zabývá vývojem nástrojů, technik a systémů pro počítačovou (computer-assisted) vizualizaci, chápe vědeckou vizualizaci Visvalingam (1994).

V encyklopedii Wikipedia je pojem vědecké vizualizace vysvětlován jako „aplikace počítačové grafiky, která se týká zobrazení potenciálně velkého množství zkušebních či abstraktních dat za účelem pomoci při poznávání, tvorbě hypotéz a uvažování“ (URL (2)).

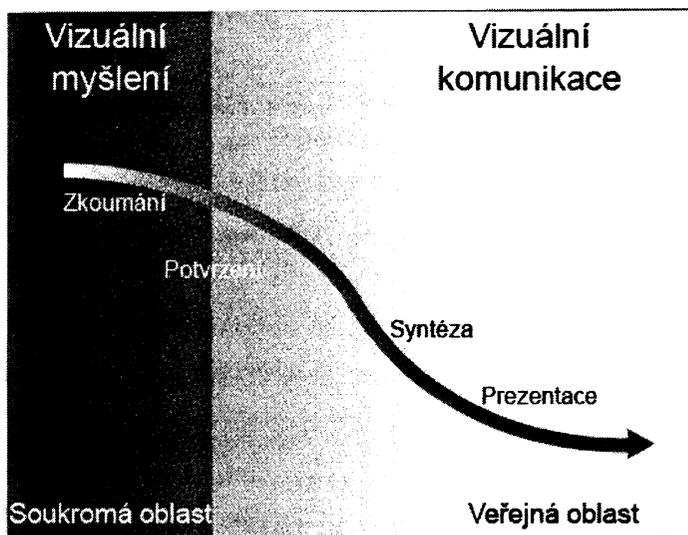
Výstižnou definici nám nabízí i Beneš et al. (1997, s. 6): „Vědecká vizualizace je proces zkoumání dat a informací po jejich převedení do grafické podoby. Jejím cílem je pochopení zkoumaných jevů a vniknutí do problému. Proto o vizualizaci mluvíme též jako o vizuální analýze dat.“

Rhyne (1997, s. 489) ve svém článku o vědecké vizualizaci říká, že „převádí číselná či symbolická data a informace do geometrických počítačem vytvořených obrazů. ... je založena na využití technik z těchto oborů: počítačová grafika, zpracování obrazu, počítačový design a zpracování signálu. Její výzkum a vývoj je zaměřen na problematiku vyjádření trojrozměrné počítačové grafiky, animaci časových řad a interaktivní (v reálném čase) zobrazení na počítačích či pracovních stanicích.“

Jedním z prvních vědců, který se zaměřil na úlohu map ve vědecké vizualizaci, byl DiBiase. Navrhl dvě odlišné oblasti vizualizace (viz obr. 2). Tou první je soukromá (*private*) oblast, ve které je vizualizace využívána k vizuálnímu myšlení. Ta druhá veřejná (*public*) oblast slouží k syntéze a prezentaci objevených výsledků veřejnosti (URL (29)).

MacEachren tento model dále rozvinul přidáním třetí dimenze – interakce (Elzakker 2004, Voženílek 2005, Blok 2005).

Obr. 2 – Úloha mapy a další grafiky jako nástroje při geografickém výzkumném procesu



Zdroj: Elzakker (2004, s. 9) – upraveno

### 3.1.2 Geovizualizace

V posledním desetiletí se začal používat i pojem geovizualizace, což je zkrácený název pro vizualizaci prostorových dat (Blok 2005) či geografickou vizualizaci (Voženílek 2005). Jedná se o obor, který pomocí nástrojů a technik z kartografie, zpracování obrazu, vizualizace informace, analýzy dat a GIS zobrazuje prostorové jevy (Elzakker 2004).

Pokud použijeme MacEachrenovu definici, pak geovizualizace představuje „tvorbu a používání vizuálních reprezentací dat za účelem usnadnění myšlení, porozumění a získání vědomostí o lidském a fyzickém prostředí v geografickém měřítku“ (Longley 2005, s. 292).

Jako aplikaci vědecké vizualizace na geodata vidí geovizualizaci Blok (2005).

Pokud se na geovizualizaci podíváme z hlediska použití mapy, pak podle MacEachrenova modelu dostaneme čtyři hlavní účely geovizualizace (Dykes et al. 2005, Blok 2005, Longley 2005):

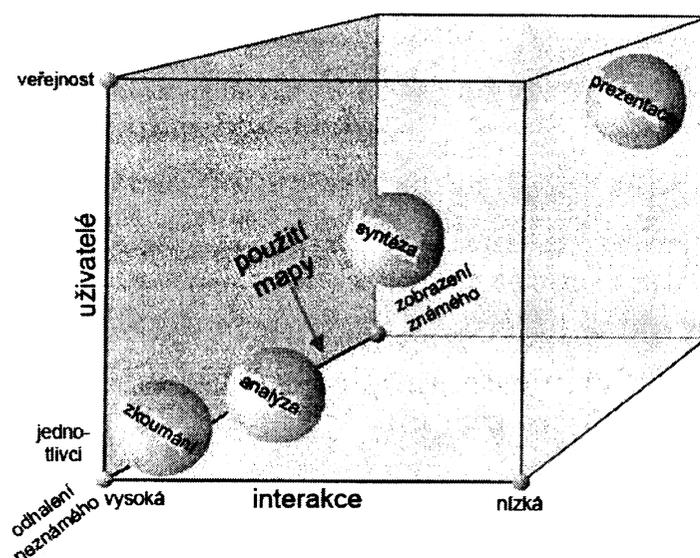
- zkoumání,
- analýza,
- syntéza,
- prezentace.

Pro znázornění tohoto modelu lze použít krychli (viz obr.3). Její jednotlivé hrany představují tyto faktory:

- použití mapy (odhalení neznámého versus prezentace známého),

- uživatelé mapy (jednotlivci versus veřejnost),
- interakce s mapou (nízká versus vysoká).

Obr. 3 – MacEachrenova krychle použití mapy doplněna Kraakem a Ormelingem



Zdroj: Blok (2005, s. 27) – upraveno

Podle výše uvedeného modelu je zřejmé, že pokud mapu používáme k poznání něčeho nového, pak se tak děje většinou individuálně a s vysokou hodnotou interakce – uživatel může s mapou manipulovat podle svých potřeb. Naopak při prezentaci dosažených výsledků výzkumu se snažíme informovat veřejnost. Mapa, kterou k tomu využíváme, již není tolik interaktivní a jejím účelem je co nejjednodušeji zobrazit výsledky výzkumu.

### 3.2 Komise pro vizualizaci a virtuální prostředí

Řešení jednotlivých vědeckých projektů a směr vývoje v oblasti vizualizace udává Komise pro vizualizaci a virtuální prostředí patřící do Mezinárodní kartografické společnosti (ICA). Vznikla v roce 1995 jako Komise pro vizualizaci a v roce 1999 se transformovala na Komisi pro vizualizaci a virtuální prostředí. Její hlavní činnost představuje koordinaci vědecko-výzkumných aktivit a skupin zaměřených na rozvoj geovizualizace a uživatelských aplikací dostupných prostřednictvím internetových stránek. Současný výzkumný program komise se zabývá následujícími čtyřmi hlavními otázkami (URL (3)):

- problémy spjaté s poznáváním a použitelností v geovizualizaci,
- znázornění a jeho vztah s kartografickou vizualizací,
- použití geovizualizace při objevování znalostí,

- problematika uživatelského rozhraní v geovizualizaci.

### 3.3 Vizualizační techniky

Se základním popisem a rozdělením vizualizačních technik do kategorií se v česky psané literatuře setkáváme u Beneše et al.(1997). Ten klasifikuje vizualizační techniky podle těchto kritérií:

- způsob získání vstupních dat,
- prostorové uspořádání dat,
- dimenzionalita mřížky a typ vzorků.

Dále u jednotlivých kritérií popisuje konkrétní případy, které mohou nastat. U způsobu získávání vstupních dat je důležitý jejich původ, tzn. jestli vznikla jednorázovým měřením reálných jevů, nebo jde o výstup simulace matematického modelu. Pokud se jedná o jednorázová měření, tak většinou následuje interpolace.

#### Úrovně vizualizace

U simulací definujeme tři základní úrovně vizualizace na základě možností interakce (Beneš et al. 1997):

- následné zpracování (post-processing),
- sledování (tracking),
- interaktivně řízený proces vizualizace (interactive steering).

#### Uspořádání dat

V prostorovém uspořádání dat se vyskytují tři základní případy. Buď jsou data uspořádána do pravidelné či nepravidelné mřížky nebo jsou rozptýlená. Pokud jsou data uspořádána do mřížky, rozdělujeme je podle tvaru do sedmi skupin (viz obr. 4).

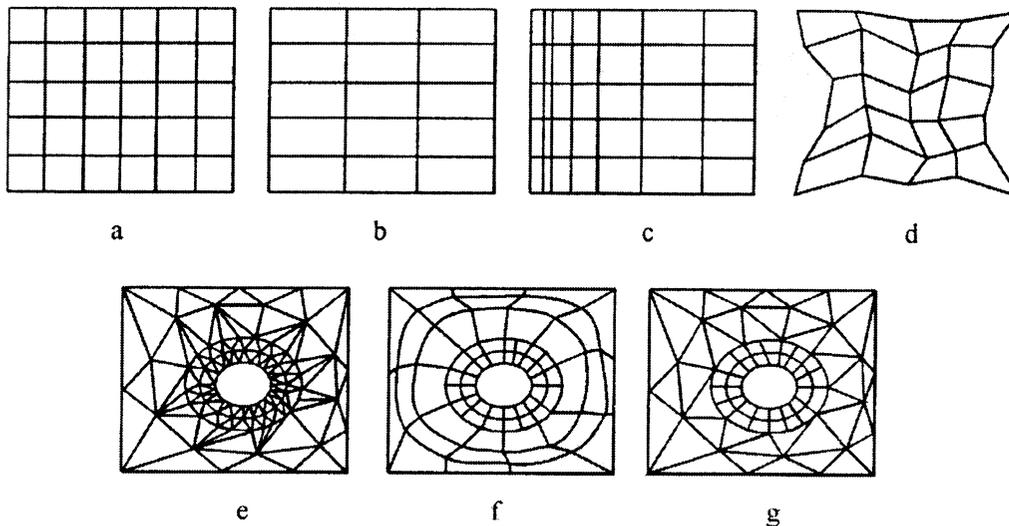
V geoinformaticce se setkáváme s kartézskou, pravidelnou, strukturovanou a nestrukturovanou mřížkou. Například rastrová data mají nejčastěji tvar kartézské mřížky. Data zobrazující zakřivené či deformované plochy jsou uspořádána ve strukturované mřížce. Nestrukturovaná mřížka může představovat uspořádání dat nepravidelné trojúhelníkové síti.

#### Dimenzionalita mřížky a typ vzorků

Dimenzionalitu domény a typ vzorků vysvětluje Beneš et al. (1997, s. 9) takto: „Pokud jsou vizualizované hodnoty uspořádány do pravidelné mřížky, rozumíme dimenzionalitou domény počet rozměrů mřížky a typem vzorků počet hodnot ve vzorku, tj. např. skalár, vektor či tenzor.“



Obr. 4 – Datové mřížky: a – kartézská, b – pravidelná, c – ortogonální, d – strukturovaná, e – nestrukturovaná, f – blokově strukturovaná, g – hybridní



Zdroj: Beneš et al. (1997, s. 8)

### 3.3.1 Typy dat a jejich vizualizace

Pokud se na tyto definice podíváme z geografického či konkrétněji kartografického hlediska, pak je výběr správné vizualizační metody závislý na charakteru jevů, které chceme zobrazit. Podle typu vztahu, který je mezi hodnotami, rozlišujeme tři základní typy dat (Muehrcke 1992):

- kvalitativní,
- kvantitativní,
  - intervalová,
  - poměrová,
- ordinální.

K vizualizaci geografických jevů a objektů v námi zpracovávaném modelu, což bývá nejčastěji mapa, používáme kartografické vyjadřovací prostředky. Čapek (1992, s. 133-134) je definuje takto: „Jsou to grafické symboly, jejichž pomocí se na mapách znázorňuje poloha, druh a kvalitativní i kvantitativní charakteristiky objektů a jevů, které mají tvořit obsah mapy.“ Dělíme je na:

- bodové znaky,
- liniové znaky,
- areálové znaky.

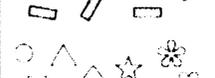
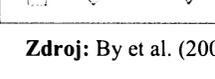
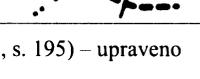
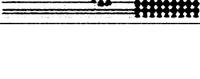
Bodové znaky reprezentují jednotlivé objekty, „které již není možné v daném měřítku zobrazit půdorysně“ (Murdoch 1988, s.11). Dále se rozdělují na: geometrické, symbolické, obrázkové a písmenkové.

Liniové znaky slouží k reprezentaci čárových jevů a objektů. A stejně jako bodové se dále dělí podle účelu na: půdorysné, areálové, pohybové a izolinie.

Areálové znaky vyjadřují znázornění objektů a jevů rozložených na ploše. Většinou se k tomu využívají tyto kartografické vyjadřovací prostředky: barva, rastr a popis.

Ke snazšímu rozlišení jednotlivých značek v mapě definoval v roce 1967 francouzský geograf Bertin šest parametrů znaku (grafických proměnných). Pomocí jejich kombinace můžeme zobrazit rozdílné kvalitativní a kvantitativní vlastnosti znaků, ať už se jedná o body, linie či plochy. Mezi parametry znaku řadíme (URL (4)): tvar, velikost, barvu, sytost, výplň a orientaci (viz obr. 5).

Obr. 5 – Parametry znaku

grafické proměnné	znaky		
	bod	linie	plocha
velikost			
sytost			
výplň			
barva			
orientace			
tvar			

Zdroj: By et al. (2001, s. 195) – upraveno

### Vizualizace objektů v závislosti na jejich charakteru

Při zobrazení nominálních dat bychom měli využít barevné škály či různých tvarů tak, aby všem jevům a objektům byla přisouzena stejná důležitost. Jako příklad můžeme uvést politickou mapu světa. K vizualizaci intervalových dat je nevýhodnější použít různou sytost jedné barvy, rozdílně veliké symboly či odlišnou výplň tak, abychom na první pohled určili pořadí objektů a jevů od nejmenšího po největší. Jako příklad nám poslouží barevná hypsometrie. Stejných technik využíváme při zobrazení ordinálních dat, např. různá tloušťka linie zobrazuje různé kategorie silnic. Pro vizualizaci kvantitativních poměrových dat se používá zásadně metoda různé velikosti symbolů, např. mapa sídel ČR s různě velkými (podle počtu obyvatel) bodovými značkami.

Poslední příklad nás zavedl k další možnosti, jak vyjadřovat absolutní číselné hodnoty v mapě. Děje se tak pomocí diagramů. Voženílek (URL (8)) je definuje takto: „Diagramy jsou v podstatě bodové znaky, kterými se obecně vyjadřují bodové jevy nebo plošné jevy, které v měřítku mapy nelze půdorysně vyjádřit. Velikostí bodového znaku se nejčastěji vyjadřují kvantitativní vlastnosti zobrazovaného jevu.“ Pomocí dvojrozměrných či perspektivně nakreslených trojrozměrných symbolů můžeme zobrazit závislost dvou či tří proměnných hodnot daného jevu. Voženílek (2002) diagramy dále dělí na: jednoduché, složené, součtové, strukturní, výšečové, srovnávací, dynamické, směrové a hvězdicové.

Pokud diagramy vložíme do mapové kostry, což je zjednodušený mapový podklad, např. hranice dílčích územních celků, pak je nazýváme kartodiagramy či nověji diagramovými mapami. Slouží zejména k vyjádření statistických údajů a používají se v tematických mapách. Hodnoty, které zobrazují, jsou vždy absolutní a u každého kartodiagramu musí být uvedena stupnice, pomocí níž lze odvodit četnost jevu. Podle toho, jestli je jejich umístění v mapě vztaženo k bodovým, liniovým či plošným jevům, je rozdělujeme na: bodově lokalizované diagramy, liniově lokalizované diagramy a plošně lokalizované diagramy.

### 3.3.2 Vizualizace prostorových dat

Nejprve musíme stanovit, co si pod pojmem prostorová (trojrozměrná, 3D) data představujeme. Jedná se o data, která kromě své polohy (např. v kartézském souřadnicovém systému je určena souřadnicemi  $x$  a  $y$ ) obsahují ještě jeden rozměr (vyjádřen zpravidla souřadnicí  $z$ ), který určuje hodnotu daného jevu. Nejčastěji se setkáváme s tím, že tím třetím rozměrem je výška resp. hloubka. Ovšem existují i případy, kdy třetí rozměr slouží k reprezentaci jiné proměnné, např. socioekonomické charakteristiky.

Existuje mnoho metod, které se snaží převést reálný trojrozměrný svět do dvojrozměrného modelu tak, aby na uživatele působil co nejpřirozenějším dojmem. Jelikož se jako třetí rozměr nejčastěji vizualizují data udávající výšku, budou dále popsány právě techniky věnující se zobrazení výšky v modelu. Podrobnější popis a další metody podávají Muehrcke (1992), Čapek (1992), Murdych (1988) a Veverka (2001). Právě Muehrcke (1992) dělí metody používané k vizualizaci výšek na dvě skupiny, a to relativní a absolutní. Relativní metody se v uživatelských snaží navodit prostorový vjem, ovšem neposkytují uživateli přesné informace o výšce. Tyto informace získáme při použití absolutních metod, které nám ovšem nenabízí pro člověka přirozený prostorový vjem. Nejlepším způsobem, jak dosáhnout obou výhod jednotlivých metod, je kombinace těchto metod.

#### Metody vizualizace 3D dat:

- výškové kótování,
- tvorba vrstevnic,
- barevná hypsometrie,
- stínování,
- šrafování.

Pro názornější zobrazení třetího rozměru je možné použít také některé z metod, které Čapek (1992) uvádí jako mapám příbuzná zobrazení. Jedná se o grafické výstupy či trojrozměrné modely, které nesplňují definici mapy (viz tab. 1). Modrou kurzívou jsou uvedeny metody sloužící k vizualizaci třetího rozměru.

Tab. 1 – Mapám příbuzná zobrazení

znázornění		kartografická díla	nekartografická díla
prostorová	skutečně trojrozměrná	kulové glóby	
		glóbové vrchlíky	
		nekulové glóby	
		<i>modely reliéfu</i>	
		<i>reliéfní mapy</i>	
	slepecké mapy		
	zdánlivě trojrozměrná	<i>anaglyfové mapy</i>	<i>stereoskopické dvojice</i> <i>rastrová stereoskopie</i> <i>hologramy</i>
rovinná	fotografická, elektronická	fotomapy	snímky počítačové obrazy
	kresebná	<i>blokdiagramy</i>	<i>obrazové mapy</i>
		<i>pohledové mapy</i>	<i>panorámata</i>
		<i>globální pohledy</i>	<i>profily</i>
		<i>fyziografické mapy</i>	
		obrázkové mapy	
	mapy s deformovaným půdorysem (schématické, anamorfované, proměnného měřítka)		

Zdroj: Čapek (1992, s. 205)

### 3.3.3 Moderní metody vizualizace 3D dat

S rozvojem počítačové techniky dochází v posledních třech desetiletích k vývoji softwarových řešení, která se snaží zobrazovat modely skutečného světa co možná nejrealističtějším způsobem. K tomu nejčastěji využívají virtuální realitu.

Jedná se o prostředí vytvořené počítačem, které se snaží působit na naše smysly a které u nás vyvolává iluzi, že se nacházíme v reálném světě. Ne vždy však jde o iluzi skutečného světa, jako příklad lze uvést počítačové hry. Ze smyslu je virtuální realitou nejvíce ovlivněn zrak, dále sluch a výjimečně i hmat.

Zraku je třeba předložit kvalitní trojrozměrný prostorový obraz. Aby se co nejvíce podobal realitě, musíme zajistit jeho pohyb pomocí jednotlivých sekvencí obrazu, které jsou

zobrazovány rychle za sebou. Pokud chceme, aby byl obraz prostorový, musí být pro každé oko poněkud odlišný (stereoskopický). K tomu slouží speciální brýle, které pomocí filtrů zajistí, aby každé oko vidělo pouze to, co má. Může se jednat o jednoduché papírové brýle, či speciální stereoskopické displeje umístěné v přílbě. K dosažení nejdokonalějšího pocitu reality se využívá změna obrazu v závislosti na změně polohy očí či celé hlavy, kterou sleduje speciální zařízení. Dojde-li ke změně, musí počítač v reálném čase nový obraz vygenerovat a zobrazit ho na displeji. Ovšem častěji ke tvorbě virtuální reality používáme běžně dostupné prostředky, jakými jsou osobní počítače. „K iluzi práce nebo pohybu ve virtuálním světě poslouží obyčejná obrazovka, představující „kukátko“ do jiného prostoru“ (Žára et al., 2005, s. 526). Pomocí myši pak ovládáme znázornění objektů a můžeme využít i dalších funkcí, např. přeletu, chůze, přiblížení atd. Programová řešení pro tvorbu trojrozměrné grafiky představují např. VRML, X3D, Java 3D, OpenGL a Direct3D.

### Virtual Reality Modelling Language (VRML)

VRML je jazyk a současně formát souborů pro tvorbu ve virtuální realitě. Tento jazyk se používá pro popis jednotlivých prostorových těles i celých rozsáhlých scén v aplikacích virtuální reality. Významná je jeho nenáročnost na kapacitu přenosového kanálu. Tím procházejí komprimovaná data s minimálním objemem, maximum činností je pak přeneseno na stranu klienta. Základními charakteristikami VRML jsou (Žára et al., 2005):

- VRML je značkovací jazyk.
- Popis světa pomocí VRML má textový formát.
- Velikost souborů je možno výrazně snížit kompresí pomocí programu gzip.
- Scéna je organizována do stromové struktury, která zabezpečuje dědění vlastností a vznik instancí.
- Tvůrce scény může definovat zcela nové, parametrické objekty.
- Jazyk obsahuje prostředky pro popis animace objektů a interakce s uživatelem.
- Ve scéně je možné využít i externích zdrojů umístěných libovolně na internetu.
- Scénu lze vkládat do HTML stránek.
- Jazyk umožňuje využití programovacích jazyků Java a JavaScript.
- Tvůrce scény definuje několik způsobů navigace uvnitř scény (chůze, let, zkoumání objektu).
- Scénu je možné kombinovat s multimediálními prvky (obraz, video, zvuk).

### eXtensible 3D (X3D)

„X3D je otevřený standardizovaný souborový formát a softwarová architektura reprezentující a popisující 3D scény a objekty pomocí XML (eXtensible Markup Language). Je to mezinárodně uznaná norma, která poskytuje systém k uchování, získávání a reprodukci grafického obsahu vloženého v aplikacích. Jde o otevřenou architekturu podporující velké množství oborů a potřeb uživatelů“ (URL (5)). Vychází z VRML, který postupem času přestal postačovat náročnějším požadavkům. Základní vlastnosti X3D jsou (Žára et al., 2005, URL(6)):

- Podporuje množinu 2D a 3D grafických vlastností, animaci, prostorový zvuk a video, interakci s uživatelem a navigaci v 3D prostoru.
- Podporuje geografická data a postupy (více souřadnicových soustav, rozšířená přesnost zápisu souřadnic).
- Umožňuje integraci s externími daty a visuálními elementy mimo scénu.
- Soubory mohou být kódovány v binární či textové formě nebo v XML formátu.
- Objekty jazyka jsou rozděleny do logických tříd (komponent), které jsou různě náročné na zpracování a zobrazení scén, jednodušší komponenty se používají např. v PDA, složitější na pracovních stanicích.

### **Java 3D**

Java 3D označuje programátorské rozhraní, které umožňuje a přímo podporuje práci ve 3D, což znamená vytváření a práci s 3D objekty, kamerami, světly, perspektivou atd. Java 3D vychází z existujících technologií, jakými jsou Direct3D a OpenGL. Umožňuje také začlenit objekty vytvořené prostorovými modelovacími nástroji, jako jsou VRML modely.

### **OpenGL (Open Graphics Library)**

OpenGL je otevřené softwarové rozhraní určené pro práci především s trojrozměrnou grafikou na různých platformách. Toto rozhraní je založeno na architektuře klient-server. „Jde o softwarovou knihovnu pracující s prostorovými objekty, která přebírá z aplikací základní úkoly (příkazy pro manipulaci a vykreslování objektů) a provádí pokročilé techniky, jako je mapování textur, stínování a renderování“ (URL (6)). Rozhraní OpenGL se skládá z více jak 250 různých funkcí, které se používají zejména k zobrazení složitých 3D scén pomocí jednoduchých primitiv, jako jsou body, přímky, trojúhelníky, polygony (URL (7)).

### **Direct3D**

Direct3D představuje programátorské rozhraní a je součástí knihovny Microsoft Windows, která je souhrnně označena jako DirectX. Slouží k zobrazení a manipulaci 3D grafických objektů. Funkce Direct3D jsou podporovány téměř na všech grafických kartách s 3D akcelerátory určených pro Windows.

## 4. SOUČASNÉ POSTUPY VYUŽÍVANÉ PŘI ZNÁZORŇOVÁNÍ POLOHY POHYBUJÍCÍCH SE OBJEKTŮ

Zobrazení polohy pohybujících se objektů nabývá v posledních letech na významu. Je to zapříčiněno zejména rychlým rozvojem bezdrátového a mobilního komunikačního vybavení. Dynamická vizualizace prostorových dat se objevuje ve velkém množství služeb, které mají za cíl efektivně sledovat pohybující se objekty, jejichž poloha se v čase mění. Jedná se o tzv. lokalizační služby, neboli služby založené na znalosti polohy (Location-Based Services, LBS).

Celý systém lokalizačních služeb je komplikovaný, skládá se z různých struktur v závislosti na účelu a požadavcích dané aplikace. Obecné složení systému obsahuje většinou počítačové prostředí a pohyblivé objekty, které jsou se serverem spojeny pomocí bezdrátových sítí. Výsledná vizualizace pohybujících se objektů je závislá na tom, jakými složkami jsou lokalizační systémy tvořeny. Jednotlivé složky systému budou vysvětleny dále.

### 4.1 Pohybující se objekty

Pohybující se objekty jsou takové objekty, u kterých dochází ke změně polohy vzhledem k zemskému povrchu za určitý časový interval. Jako příklad pohybujících se bodových objektů můžeme uvést: lidi, zvířata, družice, dopravní prostředky atd. Další skupinou jsou plošné pohybující se objekty: ledovce, tlakové výše a níže, olejové skvrny apod.

### 4.2 Poloha objektů

Polohu objektu vztahujeme vždy k jinému objektu. Nejčastěji jím bývá zemský povrch. K určení polohy objektu na zemském povrchu slouží souřadnicové soustavy, které mají tyto základní vlastnosti (URL (9)):

- druh soustavy souřadnic (kartézská, polární, zeměpisná aj.),
- volba počátku soustavy souřadnic (počáteční bod),
- směr a počet souřadnicových os,
- jednotky vyjadřující hodnoty souřadnic pomocí násobků a dílů.

Souřadnice polohy pohybujících se objektů můžeme získat z mapy, pomocí systému GPS (Global Positioning System) nebo využitím signálu telefonní sítě GSM (Groupe Spécial

Mobile). Použití mapy je časově náročnější a často i méně přesné. Záleží také na měřítku mapy. Další podstatnou nevýhodou mapy je, že při vizualizaci polohy musíme znát souřadnice objektu, které nám musí někdo sdělit. To je opět časově a také ekonomicky náročnější, v určitých případech, kdy nemůžeme použít např. mobilní telefon, dokonce nemožné. Proto se k určování polohy pohybujících se bodů využívá výhradně systémů GPS a GSM, jejichž charakteristika bude uvedena níže.

#### 4.2.1 GPS

GPS je navigační systém, díky němuž můžeme určit naši polohu kdekoliv na zemském povrchu bez ohledu na počasí a na dobu měření. Je navržen, financován a spravován Ministerstvem obrany USA. Začal se budovat v roce 1973 a po postupném rozšiřování se stal plně funkčním v roce 1994 (URL (10)).

Princip určování polohy systémem GPS je takový, že družice vysílá signály pro uživatele v podobě složitěho signálu, který je odolný vůči meteorologickým jevům. Každá družice vysílá zprávy o své poloze a o přibližné poloze ostatních družic systému. Aktuální poloha na zemském povrchu se počítá z tzv. pseudovzdálenosti, což jsou vzdálenosti mezi přijímačem a viditelnými družicemi. Výpočet pseudovzdálenosti vychází ze znalosti rychlosti šíření družicového signálu a rozdílu času mezi vysláním a příjmem signálu. Pro určení zeměpisné délky a šířky postačí příjem signálu z minimálně tří družic. Pro určení prostorové polohy je zapotřebí signálu minimálně ze čtyř družic. Příjem signálu z menšího počtu družic znemožňuje výpočet polohy, vyšší počet družic naopak určení polohy dále zpřesňuje. Celý systém GPS lze rozčlenit do 3 podsystémů:

- kosmický,
- řídicí (kontrolní),
- uživatelský.

Kosmický podsystém je v současné době tvořen 24 družicemi, z čehož 3 slouží jako záložní. Ty krouží kolem Země ve výšce přibližně 20000 km na 6 oběžných drahách skloněných vždy o 60 stupňů. Každá družice je vybavena přijímačem, vysílačem, atomovými hodinami a řadou přístrojů, které slouží pro navigaci. Družice přijímá, zpracovává a uchovává informace předávané z pozemního řídicího centra, na základě kterých koriguje svoji dráhu. Dále sleduje stav vlastních systémů a podává o nich informace zpět do řídicího centra.

Řídicí podsystém monitoruje funkce družic a získané údaje předává zpět družicím. Řídicí podsystém tvoří hlavní řídicí stanice v Colorado Springs, 5 monitorovacích stanic a 3 pozemní řídicí stanice, které spolupracují s hlavní řídicí stanicí. Cílem celého řídicího podsystému je monitoring funkcí každé družice, sledování a výpočet dráhy družice, komunikace a zajištění přesného chodu atomových hodin na družicích.

Uživatelský podsystém slouží pro příjem a zpracování GPS signálů pomocí speciálních přijímačů. Těch je v současnosti k dispozici celá řada a jejich vlastnosti se liší podle účelu použití (turistické, navigační, geodetické atd.).

## 4.2.2 Glonass a Galileo

Dalšími navigačními systémy jsou Glonass a Galileo. Ruský systém Glonass je stejně jako evropský systém Galileo obdobou amerického GPS. Vývoj byl započat v roce 1976 a plně funkční měl být v roce 1991. Ovšem kvůli nedostatku financí se termín dokončení posunul na rok 2011. V současnosti je na oběžné dráze 19 družic.

Systém Galileo je vytvářen evropskými státy a bude se jednat o civilní systém. Má být tvořen 30 družicemi, z toho tři budou záložní, obíhajícími ve výšce přibližně 23000 kilometrů nad povrchem Země. Měl by poskytovat vyšší přesnost (méně než 1 metr), která bude dostupná všem uživatelům. Dále bude lépe pokrývat signálem subpolární oblasti. Termín spuštění se neustále posouvá a v současnosti je stanoven na rok 2012.

## 4.2.3 Určování polohy ze sítí GSM

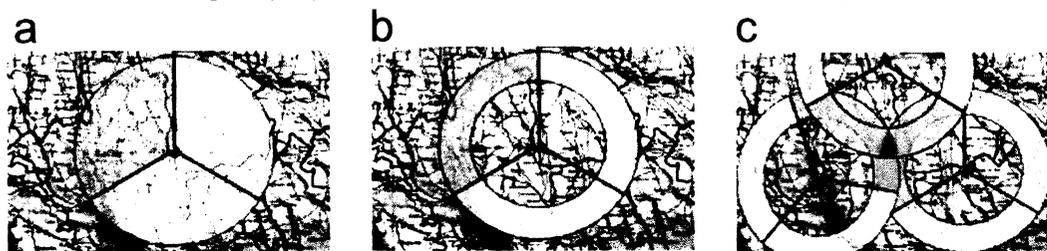
Mezi další postupy získání polohy objektu patří lokalizace pomocí mobilní stanice (nejčastěji mobilního telefonu) v síti GSM. Při určování polohy objektu se vychází ze znalosti polohy základnové stanice tzv. BTS (Base Transceiver Station), se kterou mobilní zařízení komunikuje. Existují tři úrovně přesnosti určení polohy.

Nejnižší stupeň představuje lokalizaci podle BTS, kdy známe pouze okruh o teoretickém průměru 35 km, což představuje maximální dosah signálu (viz obr. 6 a).

Přesnější informaci, zhruba 1 km širokou výseč mezikruží, dostaneme, pokud vedle příslušnosti k BTS použijeme hodnotu TA (Timing Advance). Jedná se o hodnotu, která zohledňuje zpoždění signálu při jeho cestě mezi mobilní a základnovou stanicí. Díky tomuto časovému údaji lze pomocí rychlosti šíření signálu ve volném prostoru určit rozmezí vzdáleností, ve kterých se telefon vzhledem k základně může nacházet (viz obr. 6 b).

Nejpřesnější metodou je triangulace. Ta spočívá v zaměření mobilní stanice pomocí více okolních BTS. Využívají se i hodnoty TA. Hledá se průsečík mezikruží, který určuje místo, kam svým signálem zasahují tři nejbližší základny. „Technicky již ale jde o poměrně složité řešení, vyžadující jednak určitý čas, a jednak buď spolupráci SIM karty mobilu, nebo přímo mobilního telefonu“ (URL (11)). Tato metoda dosahuje přesnosti řádově stovek metrů (viz obr. 6 c).

Obr. 6 – Určení polohy objektu v síti GSM: a – BTS, b – BTS + TA, c – triangulace BTS + TA



Zdroj: URL (12) – upraveno

Chceme-li zvolit nejvhodnější metodu pro získání dat, musíme uvážit, jakou přesnost dat budeme požadovat. Mnohdy nám postačuje znalost polohy v řádech stovek metrů. Pokud

budeme chtít získat data, jejichž přesnost se pohybuje v rozsahu metrů až centimetrů, pak je nejnvýhodnější použít metodu GPS.

### 4.3 Přenos dat

Jelikož naším cílem je vizualizovat polohu pohybujících se objektů, potřebujeme tedy získat polohová data z těchto objektů. Samozřejmě existují přístroje, které okamžitě převedou data z GPS do mapového podkladu a zobrazí je. Jedná se o palubní navigační systémy nebo PDA (Personal Digital Assitent) a mobilní telefony se zabudovaným přístrojem GPS. Takto můžeme sledovat polohu, pokud jsme přítomni přímo u pohybujícího se objektu. My však chceme, aby docházelo k přenosu dat od více pohybujících se objektů do jednoho zařízení a něm byla data následně zpracována.

K přenosu dat se využívají bezdrátové technologie, které nevyžadují mechanické propojení zdroje a cíle dat. Pokud použijeme k přenosu síť GSM můžeme využít těchto služeb: GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), SMS (Short Message Service). Technologie založené na GSM mají výhodu téměř globálního dosahu, ale podléhají licencování a jsou závislé na konkrétních poskytovatelích. Jde o služby tzv. 2,5 generace. Ta je chápána jako most mezi sítěmi druhé generace, které se orientují převážně na hlasové služby, a sítěmi třetí generace, které se orientují především na služby datové.

#### GPRS

GPRS je datová služba, která funguje na principu přepojování paketů. To znamená, že více uživatelů sdílí stejný přenosový kanál a data se přenášejí pouze, když jsou odeslána. Maximální rychlost přenosu dosahuje 170 kbit/s (Velický 2002). Výhodou GPRS je nízká cena, která se určuje podle objemu přenesených dat.

#### EDGE

Technologie EDGE nabízí oproti GPRS několik metod a vylepšení, které umožňují dosáhnout efektivního přenosu dat. Hlavní vylepšení spočívá v použití jiné modulace (způsob přenosu dat na frekvenční vlně), která dovoluje přenést tři informační bity pomocí jednoho symbolu na rádiové vrstvě. Naproti tomu modulace, která je použita u GPRS, dovoluje přenést pouze jeden informační bit na jeden symbol na rádiové vrstvě (URL (13)). Výhodou je i vyšší přenosová rychlost, která může dosáhnout maximálně 480 kbit/s. Nevýhodou lze spatřovat v dostupnosti služby, která v České republice pokrývá pouze velká města. Do budoucna však můžeme očekávat její rozšíření i na další oblasti.

#### SMS

SMS je služba, která umožňuje z mobilního telefonu odeslat textovou zprávu o délce 160 znaků (1120 bitů). Nevýhodou jsou vysoké finanční náklady spojené s jejím provozem.

### Satelitní přenos

Další technologií pro přenos dat z GPS je satelitní komunikační síť. Ta využívá soustavy nízkoleťících satelitů (Low Earth Orbit, LEO) a pozemních stanic, které poskytují globální pokrytí celé planety. Vykazuje nejlepší parametry k použití pro přenos dat, ovšem zásadní nevýhodou je vysoká cena datového přenosu. Příkladem jsou systémy ORBCOMM a Iridium.

### Bluetooth, Wi-Fi

Mezi další možnosti bezdrátového přenosu patří technologie Bluetooth a Wi-Fi. Jedná se o technologie postavené na otevřených standardech, pro jejichž provoz nejsou nutné licence. Jejich výhodou je vysoká přenosová rychlost: Bluetooth – 2,1 Mbit/s, Wi-Fi – 54 Mbit/s (Stankovič, Vojtek, Hanslian 2005). Negativně se však projevuje dosah jejich signálu, který se pohybuje v řádu několika metrů (Bluetooth) až 20 kilometrů (Wi-Fi). Proto ani tyto technologie nejsou používány k přenosu dat pohybujících se objektů.

## 4.4 Zpracování dat

Po úspěšném přenesení dat z GPS na počítač je nutné tato data dále zpracovat. Existují dvě možnosti, jak se s daty obsahujícími informaci o poloze objektu dále pracuje. Buď je můžeme zobrazit pomocí softwarových řešení přímo na obrazovce, nebo data nejprve uložíme do databáze a poté zobrazíme. V prvním případě se zbytečně připravujeme o údaje, které nám mohou posloužit k dalším analytickým operacím. Proto se nejčastěji používá druhý model zpracování dat: uložení do databáze a následná vizualizace. Existují různé typy databází, ale jen některé jsou vhodné pro ukládání polohových dat pohybujících se objektů. V následující části se seznámíme s jednotlivými typy databázových systémů a jejich konkrétními zástupci.

### 4.4.1 Databázové systémy

„Databázový systém je pojmem, který zastřešuje samotné údaje spravované v databázi společně se softwarem pro přístup k těmto údajům“ (URL(14)). Tento počítačový program nazýváme systémem řízení báze dat (SŘBD) a slouží k ukládání, manipulaci a vyhledávání dat v databázi. Vlastní databáze pak představuje skupinu dat, které jsou uspořádány podle určitých pravidel tak, aby manipulace s nimi byla co nejefektivnější.

Podle logického návrhu databáze, ve kterém uživatel definuje strukturu a vzájemnou vazbu mezi datovými soubory, rozlišujeme pět základních datových modelů:

- hierarchický model,
- síťový model,
- relační model,
- objektový model,
- objektově-relační model.

### **Hierarchický model**

Data jsou organizována do stromové struktury. Každý záznam představuje jeden uzel ve stromové struktuře a vzájemný vztah mezi záznamy je typu rodič-potomek. Vztahy mezi prvky databáze jsou 1:1 (jeden rodič a jeden potomek) a 1:N (jeden rodič a více potomků). Výhodou hierarchického modelu je jeho jednoduchost, snadná aktualizace a rozšiřitelnost (Shekhar, Chawla 2003). Nevýhodou je obtížné znázornění vztahu mezi M:N (více rodiči a více potomky) a složité operace vkládání a rušení záznamů (URL (15)).

### **Síťový model**

Síťový datový model je v podstatě zobecněním hierarchického modelu dat, který doplňuje o mnohonásobné vztahy. Jeden prvek může mít jednoho nebo více potomků i rodičů, na základě toho můžeme vytvářet vztahy 1:1, 1:N, M:N. Tento model je flexibilnější a při vytváření vztahů M:N nedochází k duplikování prvků jako u hierarchického modelu. Nevýhodou je náročná aktualizace dat daná složitostí síťového modelu (URL (16)).

### **Relační model**

Relační datový model má jednoduchou strukturu. Data jsou organizována v tabulkách (relacích), které se skládají z řádků a sloupců. Všechny databázové operace jsou prováděny na tabulkách, jejichž sloupce jsou vázány na sloupce v jiných tabulkách. Takto propojená datová pole jsou na sobě určitým způsobem závislá. Jejich vztahy jsou založeny na klíčových hodnotách uložených v příslušných sloupcích. Základními výhodami tohoto modelu je relativně snadná úprava a propojování tabulek, jednodušší provozování a menší duplicita než u předchozích modelů (Pokorný 2003). Nevýhodou je pomalejší způsob zpracování zapříčiněný velkým množstvím přístupů jednotlivých příkazů na disk.

### **Objektový model**

Tohoto modelu využívají objektové databáze, které kombinují prvky objektově orientovaného programování s databázovými schopnostmi. Při použití objektů dochází k lepšímu popisu reality, urychlení vývoje aplikace a jejímu zjednodušení díky polymorfismu (mnohotvárnosti) a dědičnosti (URL (17)). Objekt má vlastní identitu, je zapouzdřený a s ostatními objekty komunikuje pomocí zpráv. Objekt představuje v objektovém modelu soubor vlastností a metod. K výhodám tohoto modelu patří podpora objektově orientovaného programování a lepší vyjádření složitých vazeb. Nevýhodou je pomalé zpracování dat při aktualizaci a dotazování oproti relačnímu modelu (URL (18)).

### **Objektově-relační model**

Objektově-relační model se snaží sjednotit rysy jak relačních, tak objektových databází. Podporuje tedy objekty, které jsou však ukládány do relace. Proces ukládání nebo načítání dat z databáze je vyřešen pomocí přídavné vrstvy, která rozkládá objekty do relací nebo naopak.

Výhodou je opět podpora objektově orientovaného programování. Mezi nevýhody patří obtížnější zavádění a pomalejší způsob vyhledávání.

#### 4.4.2 Prostorové databáze

Právě objektově-relačního modelu využívají databázové systémy podporující prostorová data. Jedná se o tzv. prostorové databáze (geodatabáze). Ty jsou schopny ukládat kromě jednoduchých datových typů (administrativní data) i speciální datové typy (prostorová data) reprezentující objekty reálného světa. Prostorová data popisují polohu a tvar jednotlivých objektů a jejich vzájemné prostorové vztahy k dalším objektům.

Ukládání prostorových a neprostorových dat klade na prostorovou databázi nároky, aby byla schopna poskytnout odpovědi na dotazy týkající se:

- pouze prostorových vlastností,
- pouze neprostorových dat,
- kombinací prostorových vlastností a neprostorových dat.

K dotazování v prostorových databázích byly vyvinuty jazyky, které rozšiřují standardní SQL. Umožňují zacházet s prostorovými objekty na vysoké úrovni, jelikož v sobě mají zabudovány prostorové operace a vztahy. Příkladem prostorových vztahů dvou objektů mohou být (URL (19)):

- disjoint (nemají žádný společný bod),
- meet (sousedí spolu),
- overlap (překrývají se),
- contains (jeden objekt leží uvnitř druhého),
- equals (jsou shodné).

Mezi databázové systémy podporující prostorová data řadíme: IBM DB2, IBM Informix, Oracle, MySQL a PostgreSQL. Všechny tyto systémy lze používat na běžně rozšířených operačních systémech, jakými jsou Windows, Linux, Solaris, AIX, HP-UX, Mac OS X.

Rozhodnutí, který databázový systém je pro práci s prostorovými daty nejlepší, není zrovna jednoduché. Vždy záleží na nás, co od dané databáze budeme požadovat. Jiné nároky budeme klást na složité databázové aplikace, jiné zase na jednoduché webové databázové aplikace. Podstatnou roli při výběru daného řešení mohou hrát i finanční náklady spojené s jeho pořízením. Obecné doporučení tedy nelze uvést, záleží totiž na uživateli, které řešení vyhovuje jeho aktuálním potřebám a požadavkům.

#### 4.4.3 Rozhraní

Po uložení dat v databázi následuje další krok v jejich zpracování, kterým je načtení dat do dané aplikace. K tomu nám slouží aplikační rozhraní. Jeho základní funkcí je propojit aplikaci s databázovým systémem. Tato komunikace ve většině případů neprobíhá přímo, ale odděleně,

kdy nejprve aplikace zadá požadavek na rozhraní, které tento požadavek zpracuje a předá ho databázovému systému. Odpovědi z databázového systému jsou opět přes rozhraní předány aplikaci.

V současné době existuje velké množství různých rozhraní, které nabízejí přístup k datům. K dispozici jsou jak rozhraní nezávislá na použitém databázovém systému, tak rozhraní vyvinutá jednotlivými firmami pro jejich konkrétní databázové systémy. Výhodou univerzálního rozhraní je, že můžeme přistupovat ke všem databázovým systémům stejně bez ohledu na to, o jakou databázovou platformu se jedná. Nevýhodou však bývá menší výkonnost. Dále budou vybrána rozhraní, s jejichž použitím se nejčastěji setkáme, a uvedeny jejich základní vlastnosti.

### **Open DataBase Connectivity (ODBC)**

ODBC je rozhraní, které by mělo být schopné komunikovat s jakýmkoli relačním databázovým systémem (Oracle, DB2, MySQL, PostgreSQL, FireBird, SQL Server atd.). Mezi výhody tohoto rozhraní patří možnost použití na jakémkoli operačním systému za využití programovacích jazyků (C++, Visual Basic, PHP atd.) (URL (20)). Nevýhodou univerzálního ODBC je jeho menší výkonnost.

### **Java Database Connectivity (JDBC)**

JDBC je opět aplikační rozhraní, které v programovacím jazyce Java umožňuje přístup k téměř všem relačním databázovým systémům. Je použitelné na jakémkoli operačním systému. Základem JDBC je využití ovladače JDBC, jenž je obvykle poskytován výrobcem databázového systému. Uživatel tedy nemusí zcela přizpůsobit kód programu pro každý databázový systém, ale může pracovat s rozhraním JDBC, které pak použije pro přístup do libovolné databáze. JDBC je jednodušší a bezpečnější než ODBC (URL (21)).

### **Object Linking and Embedding Database (OLE DB)**

OLE DB představuje sadu rozhraní, která je následníkem ODBC. Rozšířeny byly některé prvky, které nyní podporují i jiné zdroje dat než relační databáze (např. objektové databáze, netabulková data). OLE DB se dělí na konzumenty a poskytovatele dat. Poskytovatele si lze představit jako malé rozhraní v OLE DB, které komunikuje s různými poskytovateli podle používaného datového skladu. Konzumenti jsou pak aplikace, které požadují přístup k datům (Fox 2002). Opět se jedná o rozhraní, které je nezávislé na databázové platformě.

Pokud se zabýváme zpracováním prostorových dat, pak kromě aplikačních rozhraní můžeme využít ještě middlewarů či aplikačních serverů. Obě tyto možnosti pracují s prostorovými daty v oddělené vrstvě. K nejznámějším zástupcům této kategorie patří ESRI ArcSDE, MapInfo SpatialWare, Autodesk GIS Design Server, LIDS Server, GS Aplikační servery a CubeSTOR Spatial Data Warehouse (Schneider 2006). Jednotliví zástupci se liší svými vlastnostmi (viz tab. 2).

## Middleware

Middleware je software sloužící jako mezivrstva, která umožňuje datovou komunikaci mezi různými částmi softwaru. Ty mohou být od různých výrobců a mohou fungovat na rozličných platformách. Název middleware je odvozen od toho, že tvoří střední vrstvu např. mezi aplikací a databázovým systémem.

## Aplikační server

Aplikační server je „software poskytující prostředí pro běh komponent distribuovaných aplikací“ (ULR (22)). Pokud je nutné během výměny dat mezi aplikacemi data nějak zpracovávat, převádět nebo upravovat, obsahuje podrobný popis jednotlivých akcí a zodpovídá za jejich provedení. Velmi často bývá aplikační server propojen s webovým serverem, protože komunikace probíhá zejména po internetu. Některé aplikační servery dokáží data přenést k různým koncovým zařízením, např. mobilním telefonům či kapesním počítačům.

Tab. 2 – Základní vlastnosti middlewarů a aplikačních serverů

	Podporované databázové systémy	Podporované platformy	Typ architektury	Podporovaná prostorová data
<b>ESRI ArcSDE</b>	IBM DB2, IBM Informix, SQL Server, Oracle	Windows, Solaris, UNIX, HP-UX, IBM AIX	dvouvrstvá, třívrstvá, vícevrstvá	rastrová, vektorová
<b>MapInfo SpatialWare</b>	IBM DB2, IBM Informix, SQL Server	MS Windows, Solaris, HP-UX	dvouvrstvá, třívrstvá	rastrová, vektorová
<b>Autodesk GIS Design Server</b>	Oracle	Windows, Solaris, HP-UX, IBM AIX	třívrstvá	rastrová, vektorová
<b>LIDS Server</b>	Oracle	Windows	dvouvrstvá, třívrstvá	rastrová, vektorová
<b>GS Aplikační servery</b>	Oracle, SQL Server	nezjištěno	třívrstvá	rastrová, vektorová
<b>CubeSTOR Spatial Data Warehouse</b>	Oracle	Windows, Solaris, Linux	vícevrstvá	rastrová, vektorová

Zdroj: URL (23), URL (24), URL (25), URL (26), URL (27), URL (28)

## 4.5 Vizualizace dat

Předposledním článkem systému zabývajícího se polohou pohybujících se objektů je zobrazení dat. To nám umožňuje nahlížet na data z jiného pohledu, než jsme doposud byli zvyklí. Díky vizualizaci dat můžeme prozkoumávat vlastnosti jednotlivých objektů, jejich vzájemné vztahy,

objevovat nové závislosti a prezentovat získané vědomosti. Všechny tyto možnosti nám nabízí softwarový produkt pro práci s prostorovými daty, kterým je geografický informační systém (GIS).

#### 4.5.1 GIS

V každé publikaci týkající se GIS se setkáváme s několika různými definicemi. Celkem výstižnou definici uvádí Smutný (1998, s. 3): „Geografický informační systém je počítačově podporovaný systém, který se skládá z technického vybavení, programového vybavení, dat a uživatele. Pomocí něho je možno prostorová data v digitální formě pořizovat a redigovat, ukládat a reorganizovat, modelovat a analyzovat, stejně jako alfanumericky či graficky prezentovat.“ Právě vybavení dostatečným počtem různých nástrojů umožňujících výše uvedené operace s uloženými prostorovými daty je velkou výhodou GIS a činí z něj komplexní nástroj při zpracování dat.

Vývoj v geoinformačních technologiích je v posledních letech velmi intenzivní. Dochází tak k rozvoji a vylepšování hlavních částí softwarových nástrojů, kterými jsou (Kolář 2003):

- databáze,
- SŘBD,
- dotazovací jazyk,
- funkční nástroje,
- uživatelský interface.

Přesto však některé části nedosahují takových možností jako softwarové produkty vyvinuté pro specifické použití – např. výše uvedené databázové systémy. To je také důvod, proč byla zmíněny databázové systémy v kapitole 4.4.2.

Vlastní vizualizace prostorových dat spočívá v převedení číselných údajů uložených v databázi do vizuální formy. Na monitoru počítače pak vidíme výsledek vizualizace, který můžeme buď uložit na záznamové médium, nebo ho vytisknout na papír. Vizualizační metody prostorových dat uvádí kapitola 3.

V současnosti existuje několik stovek geoinformačních softwarů. Často se jedná o specifické a jednoduché softwarové aplikace vyvinuté pro konkrétní použití v různých oblastech. Kromě komerčních aplikací se v posledních letech setkáváme i s open source programy, které jsou poskytovány zdarma. V následujícím přehledu se budou popsány nejznámější geoinformační systémy a uvedeny jejich základní vlastnosti.

#### ArcGIS Desktop

Jedná se o jeden z celosvětově nejpoužívanějších GIS, který byl vyvinut firmou ESRI. Obsahuje několik desktopových aplikací, jako jsou např.: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox a ArcGlobe. Je k dispozici ve třech funkčních úrovních: ArcView, ArcEditor a ArcInfo.

ArcView poskytuje nástroje pro tvorbu map, získávání informací z map, jejich editaci a prostorové operace.

ArcEditor disponuje stejnými nástroji jako ArcView a navíc nabízí rozšířené editační možnosti pro prostorová data.

ArcInfo je plně profesionální GIS obsahující všechny nástroje jako ArcEditor, ke kterým jsou přidány nástroje umožňující rozšířené prostorové operace.

Mezi operační systémy, na kterých může být ArcGIS Desktop nainstalován, patří Windows, Linux a UNIX (URL (30)).

ArcGIS Desktop podporuje 70 různých datových formátů (viz příloha 1).

### **GeoMedia**

GeoMedia je software vytvořený společností Intergraph pro práci s geografickými daty. Podobně jako výše uvedený ArcGIS Desktop se skládá z více funkčních úrovní.

Nejnižší úroveň představuje program GeoMedia, který umožňuje pracovat s různými datovými formáty. Pomocí sady nástrojů můžeme s daty provádět prostorové analýzy a prezentovat je.

Vyšší funkční úroveň představuje produkt GeoMedia Professional nabízející pořizování, úpravu a pokročilé analýzy geografických dat. Společně s modulem Oracle Spatial umožňuje ukládání 3D dat.

K prezentaci dat v prostředí internetu slouží produkt GeoMedia Web Map, který kromě publikování různých grafických výstupů umožňuje přímou komunikaci s databázovými systémy.

GeoMedia podporuje pouze platformu Windows.

Velkou výhodou softwaru GeoMedia je podpora různých prostorových datových formátů od ostatních výrobců GIS technologií (viz příloha 1).

### **Microstation GeoGraphics**

MicroStation GeoGraphics představuje produkt společnosti Bentley určený zejména pro oblast „geoinženýrství“. MicroStation GeoGraphics disponuje nástroji pro tvorbu analýz se zaměřením na zpracování inženýrských dat, která obsahují prostorovou složku.

Může být nainstalován pouze na operačním systému Windows (URL (33)).

Základním formátem souborů produktu MicroStation je DGN, formáty ostatních geoinformačních systémů je schopen importovat (viz příloha 1).

### **MapInfo Professional**

Jedná se o GIS produkt patřící společnosti Pitney Bowes MapInfo Corporation. Jde o aplikaci, která je určena především pro oblast obchodu a marketingu, umožňující analýzu a vizualizaci lokalit zákazníků a majetku, jejímž cílem má být lepší podniková strategie a využívání majetkových prostředků firmy (URL (34)).

MapInfo spolupracuje pouze s operačním systémem Windows.

MapInfo umožňuje zpracování dat v mnoha různých formátech (viz příloha 1).

### **Autodesk Map 3D**

Autodesk Map 3D od společnosti Autodesk je stejně jako MicroStation zaměřen spíše na technickou oblast. Slouží k vytváření a editaci prostorových dat, podporuje rychlý přístup k datům bez ohledu na způsob jejich uložení. Umožňuje používat nástroje AutoCADu ke správě prostorových dat (URL (35)).

Autodesk Map 3D podporuje pouze operační systém Windows.

Autodesk Map 3D nabízí podporu mnoha datovým formátům (viz příloha 1).

### **Idrisi**

Idrisi je rastrový GIS vyvinutý Clarkovou univerzitou v Massachusetts. Jedná se o analytický nástroj, který umožňuje přístup k více jak 250 modulům pro analýzu a vizualizaci prostorových dat. Kromě tradičních GIS operací nabízí možnost zpracování dat DPZ.

Použít ho můžeme pouze na operačním systému Windows.

Pomocí nástroje Import&Export je Idrisi schopné pracovat s velkým množstvím datových formátů (viz příloha 1).

### **ILWIS (Integrated Land and Water Information System)**

ILWIS představuje geoinformační systém, který také umožňuje zpracovávat data DPZ. Jeho vývoj má na starosti institut ITC (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation). Skládá se z kompletního balíku nástrojů, které umožňují zpracování obrazu, prostorové analýzy a digitální mapování. Zajímavostí je, že jeho poslední verze ILWIS 3.4 Open je zdarma dostupná jako open source software.

ILWIS také podporuje pouze operační systém Windows.

ILWIS umožňuje zpracování dat v různých formátech (viz příloha 1).

### **GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)**

Dalším zástupcem volně dostupného open source softwaru je GRASS. Jedná se o GIS, který je určený pro správu vektorových i rastrových prostorových dat, satelitních a leteckých snímků, prostorového modelování a vizualizaci dat. Nejprve byl vyvíjen americkou armádou, která na konci 80. let 20. století zpřístupnila zdrojové kódy. Od té doby dohlíží na vývoj GRASS Development Team, což je skupina dobrovolně spolupracujících odborníků z celého světa.

K podporovaným platformám patří: Linux, Solaris, SGI IRIX, HP UX, Mac OS X, IBM AIX, UNIX, FreeBSD (URL (38)).

GRASS podporuje široké spektrum datových formátů (viz příloha 1).

## **4.6 Distribuce vizualizovaných dat**

Pokud se nám podaří data úspěšně vizualizovat, je často nutné distribuovat výsledky vizualizace na jiný počítač. Je to z toho důvodu, že většina počítačových programů využívá distribuovaných systémů. Distribuovaný systém se skládá z většího počtu jednotlivých počítačů (uzlů), které jsou

vzájemně propojeny, komunikují spolu a jeví se jako jeden systém. Umožňuje tak běh programu současně na dvou či více počítačích, které spolu komunikují pomocí sítě. Distribuovaný systém by měl splňovat tyto požadavky (URL (40)):

- Sdílení prostředků – systém by měl umožňovat více aplikacím sdílet systémové prostředky.
- Otevřenost – specifikace systému i všechna jeho rozhraní jsou veřejně známa.
- Transparentnost – uživatel by neměl poznat, zda užívané systémové prostředky jsou lokální či vzdálené.
- Odolnost vůči chybám – jde o schopnost systému detekovat chyby a pokračovat v práci i poté, co se jedna součást distribuovaného systému stane nedostupnou.

Mezi zásadní výhody distribuovaných systémů řadíme vysokou spolehlivost, snadnou rozšiřitelnost a velkou výkonnost. K nevýhodám patří vysoké nároky na hardware, nespolehlivá komunikace (mohou se ztrácet zprávy) a složitá ochrana a zabezpečení dat.

V následující části budou uvedeny architektury, se kterými se můžeme setkat v distribuovaných systémech.

#### 4.6.1 Klient/server

Síťová architektura klient/server slouží k distribuci aplikace do několika částí. V této architektuře rozlišujeme klienta a server. Klient může představovat počítač, program nebo proces, který požaduje informace od jiného počítače, programu či procesu (URL (41)). Serverem je počítač, program nebo proces, který odpovídá na požadavek klienta. Komunikace mezi klientem a serverem probíhá podle přesných formálních pravidel, kterým se říká protokol.

Klienty můžeme rozdělit na tenké a tlusté. Tenký klient vykonává na své straně minimum aplikační logiky, ta definuje chování aplikace, a většina aplikační logiky je vykonávána na straně serveru. U tlustého klienta je tomu přesně naopak. Tlustý klient tak klade větší hardwarové i softwarové nároky na klienta, tenký naopak na stranu serveru a na komunikaci.

Množství aplikační logiky v jednotlivých úrovních této architektury slouží k jejímu dalšímu dělení na dvouvrstvou, třívrstvou a vícevrstvou architekturu.

#### Dvouvrstvá architektura

Dvouvrstvá architektura byla de facto popsána výše. Jedná se o tlustého klienta, který obsahuje většinu aplikační logiky a který komunikuje se serverem. Nevýhodou tohoto modelu jsou vysoké nároky na hardware klienta a vysoký datový přenos. Používá se v sítích, kde počet najednou připojených uživatelů není větší než sto (URL (42)).

#### Třívrstvá architektura

Třívrstvá architektura se vyvinula z dvouvrstvé a obsahuje kromě klientské a serverové vrstvy ještě aplikační vrstvu (middleware). Došlo tak k přesunu aplikační logiky z tlustého klienta na aplikační server. Tím se snížily nároky na klienta, protože výpočetní výkon byl přesunut na

výkonné servery. Došlo také ke snížení datového přenosu, který se přesunul mezi middleware a server.

### **Vícevrstvá architektura**

Vícevrstvá architektura se vyznačuje tím, že se aplikační vrstva dělí na několik dalších vrstev. To umožňuje běh více programů najednou. Jednotlivé aplikační vrstvy spolu navzájem komunikují. Správným nastavením klientských, aplikačních a serverových vrstev můžeme vytvořit aplikaci, která bude pro každého klienta poskytovat různé služby.

#### **4.6.2 Peer to Peer („rovný s rovným“)**

Peer to peer je síťová architektura, kde spolu komunikují přímo jednotliví klienti. Všechny uzly jsou si rovnocenné a plní roli klientů a serverů pro ostatní klienty. Z každého uzlu je možné nahlédnout na disk jakéhokoli jiného uzlu. Výhodou této architektury jsou zejména nižší pořizovací náklady spojené s nepřítomností obvykle drahého serveru. Nevýhodou představuje zejména sdílení prostředků a dat, které je podmíněno chodem počítače, na němž jsou tato data umístěna.

#### **4.6.3 Architektura zaměřená na služby**

Jedná se o architekturu, v níž jsou aplikace vnímány jako služby, které spolu navzájem komunikují. Služba je definována jako přesně stanovená nezávislá funkce, nesouvisí s jinou službou a ani není závislá na stavu jiných služeb (URL (43)).

### **Webové služby**

„Webové služby představují jeden z technologických prostředků, kterým je možné realizovat principy architektury zaměřené na služby“ (URL (44)). Jsou založeny na vzájemném působení poskytovateli služeb, registru služeb a klienta. Poskytovatel služeb je hardwarová či softwarová platforma poskytující danou službu. Registr služeb představuje místo, kde jsou uchovány informace o webových službách. Klient je aplikace vyhledávající požadovanou funkci. Aby tato architektura správně fungovala, je zapotřebí zajistit interakci mezi jejími částmi. Jde o interakci mezi poskytovatelem služeb a registrem, o komunikaci klienta s registrem a o interakci mezi poskytovatelem a klientem. Tyto kroky se nazývají publikování, vyhledávání a propojení.

K propojení webových služeb slouží tyto standardy: XML se používá pro reprezentaci dat, SOAP (Simple Objects Access Protocol) pro přenos dat, UDDI (Universal Description Discovery and Integration) pro přehled dostupných služeb a WSDL (Web Services Description Language) pro popis služeb (Schneider 2006).

#### **4.6.4 Komunikační protokoly**

Komunikační protokoly představují soubor pravidel, která určují postupy a procesy používané při vysílání a příjmu dat. U popisu jednotlivých architektur jsme se setkali s tím, že komunikace mezi prvky systému probíhá za využití zvláštních zpráv, které mohou obsahovat nějakou řídicí

informaci nebo datový soubor. Zprávy jsou před odesláním rozděleny na kratší úseky (pakety) a po přijetí na jiném počítači dochází k jejich složení do původní podoby. V následujícím přehledu jsou uvedeny nejpoužívanější protokoly a jejich vlastnosti.

### **Protokol TCP/IP**

Vzhledem ke složitosti síťové komunikace se protokoly dělí do několika vrstev. Architektura TCP/IP je členěna do čtyř vrstev (URL (45)):

- aplikační vrstva – programy využívající přenosu dat po síti ke konkrétním službám,
- transportní vrstva – zajištění spojení mezi aplikacemi na vzdálených počítačích,
- síťová vrstva – zajištění síťové adresace, směrování a předávání paketů,
- vrstva síťového rozhraní – zajištění přístupu k fyzickému přenosovému médiumu.

TCP/IP je dnes nejpoužívanějším síťovým protokolem. Jeho využití je velice univerzální, protože může být použit jak v síti internetu, tak i intranetu. Jedná o soustavu protokolů, mezi nejdůležitější patří protokoly TCP a IP.

### **Internet Protocol (IP)**

Protokol IP je součástí síťové vrstvy. Přijímá datové pakety a přidává do nich svoji hlavičku. Tím vytvoří IP datagram a data odešle na adresy, které jsou v něm obsažené. Nekontroluje však, zda data došla v pořádku. Datagram vůbec nemusí dorazit, nebo může být doručen několikrát a může dojít i ke změně pořadí doručených paketů.

### **Transmission Control Protocol (TCP)**

TCP protokol byl vytvořen z důvodu nespolehlivosti přenosu dat v protokolu IP, kdy příjemce nepoznal, zda jsou došla data v pořádku. TCP pracuje v transportní vrstvě a kontroluje, zda byla všechna data doručena či přijata bez ztráty a ve správném pořadí. Zajišťuje spojení mezi komunikujícími počítači, které má tři fáze: navázání spojení, přenos dat a ukončení spojení.

### **User Datagram Protocol (UDP)**

UDP protokol má stejný účel jako protokol TCP, liší se pouze tím, že nemá fázi navázání a ukončení spojení a nekontroluje správnost došlých dat. Díky tomu je rychlý a nenáročný na hardware, ale lze ho použít jen v aplikacích nevyžadujících spolehlivost, jako jsou např. SNMP (Simple Network Management Protocol) a DNS (Domain Name System) (URL (45)).

### **Aplikační protokoly**

Aplikační protokoly jsou neseny v paketech protokolu TCP nebo UDP a slouží přímo k přenosu uživatelských (aplikačních) dat. V současnosti existuje celá řada aplikačních protokolů např.: HTTP, FTP, SMTP, POP3 apod.

### **Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)**

HTTP je nejznámější a nejpoužívanější aplikační protokol. Slouží ke komunikaci mezi webovými servery a jejich klienty. Umožňuje klientovi vyžádat si na serveru konkrétní webovou stránku, kterou mu server následně zašle. Protokol HTTP je navržen jako bezstavový, to znamená, že každý požadavek klienta je samostatný a nemá žádnou návaznost na jiný z předcházejících požadavků. Společně s formátem XML se používá u webových služeb.

Přenos dat pak probíhá tak, že protokol TCP nejprve převezme od nějaké aplikace z aplikační vrstvy požadavek na přenos dat, poté jej zpracuje, data rozdělí na jednotlivé pakety, očíslovuje je a seřadí. Potom dojde k vytvoření spojení mezi komunikujícími počítači. Následně protokol IP začne vysílat jednotlivé datagramy a mezitím vždy TCP ověří správnost došlých paketů. V případě chybného přijetí dat druhým počítačem jsou původní datagramy pomocí IP odeslány znovu.

### **Další protokoly**

Z dalších protokolů, které už nepatří do architektury TCP/IP, můžeme jmenovat XNS, IPX/SPX a NetBIOS. Všechny tyto protokoly jsou určeny pro komunikaci pouze v malých lokálních sítích (URL (46)).

## **5. NAVRŽENÍ METODICKÉHO POSTUPU VIZUALIZACE PROSTOROVÝCH DAT**

Cílem této kapitoly je sestavení metodického postupu, který se bude týkat dynamické vizualizace prostorových dat. Budeme se snažit navrhnout takový metodický postup, který povede k efektivnímu zobrazení prostorových dat pohybujících se objektů. Při návrhu jednotlivých částí postupu budeme využívat informací a zkušeností získaných při zpracování předchozích kapitol.

Navržený postup by měl být co nejvíce univerzální tak, aby ho bylo možné použít v široké škále oblastí. Dosažení úplné univerzality je však nereálné, protože dynamická vizualizace prostorových dat pohybujících se objektů se používá v mnoha specializovaných odvětvích.

V poslední podkapitole bude sestaven postup pro vizualizaci polohy sanitních vozů, jehož praktické použití bude následovat v kapitole 6.

### **5.1 Důvody, objekty a použití vizualizace**

Jak již bylo naznačeno ve třetí kapitole této práce, existuje celá řada důvodů, proč zobrazovat polohu dynamicky se měnících objektů. Tím nejzásadnějším je potřeba získat z dat informace, které můžeme následně zanalyzovat, a objevit tak nové závislosti a vzájemné vztahy mezi objekty. Aplikace těchto nově nabytých vědomostí na zkoumané jevy nám umožní je lépe pochopit a vniknout do podstaty problému.

Pohybující se objekty, které chceme vizualizovat, jsou různého charakteru. Nejčastěji se však jedná o dopravní prostředky.

Zobrazení polohy objektu se využívá například v záchranných službách, kde se pomocí lokalizace jednotek určuje, která jednotka je schopna dostat se na místo zásahu nejrychleji. Systémy pro tyto služby musí fungovat bez chyby, protože na nich často závisí lidské životy.

Další uplatnění vizualizace pohybujících se objektů nalezneme u správy vozových parků (fleet management). Může se jednat o přepravní společnost, která má zájem sledovat trasy svých vozidel. Z těchto sledování lze následně pomocí síťových analýz navrhnout nejkratší trasu a ušetřit tak finanční náklady. Dynamická vizualizace objektů se také používá při monitorování polohy prostředků městské hromadné dopravy, čímž umožňuje dispečerovi okamžitě reagovat na vzniklou situaci, jako je např. dopravní nehoda.

Mezi méně časté příklady zobrazení aktuální polohy objektů patří transport cenných nákladů, kdy si zákazník přeje mít okamžitý přehled o poloze vozidla, nebo sledování pohybu volně žijících zvířat z výzkumných účelů.

## 5.2 Pořizování dat

Jak je uvedeno v předchozí kapitole, existují v podstatě dvě metody pořizování polohových dat pohybujících se objektů v reálném čase. Výrazně lepších výsledků dosahuje určování polohy za využití systému GPS. Získaná data pomocí GPS mají větší polohovou přesnost oproti datům získaných z měření GSM. Rozdíly v přesnosti dat mezi těmito metodami se pohybují od několika set metrů v městských oblastech až po desítky kilometrů v nezastavěné krajině ve prospěch GPS. Nevýhodou GPS je, že v husté zástavbě či porostu dochází ke zhoršení či ztrátě signálu z důvodu nutné viditelnosti mezi GPS přijímačem a družicemi.

Výhodou GPS je také to, že je tento systém celosvětově dostupný (pokud vynecháme polární oblasti). Odpadají tak problémy spojené s licencováním služeb při změně operátora (např. přejezd státních hranic) vyskytující se u GSM.

Výše uvedené skutečnosti jasně mluví ve prospěch GPS systému, o čemž svědčí i výsledky mého průzkumu jednotlivých firem (viz příloha 2) zabývajících se sledováním polohy pohybujících se objektů. Ve 95% případů se k zisku polohových dat používá systém GPS.

## 5.3 Přenos dat

V technologiích přenosu dat z GPS na počítač už ovšem není situace tak jednoznačná. Zde je potřeba rozmyslet si, pro jakou oblast bude nasazen systém monitorující polohu objektu, zda se bude jednat o sledování v rámci města, státu či kontinentu.

Pro přenos údajů z malých oblastí, nejčastěji se jedná o města, nabízí nejlepší vlastnosti bezdrátová technologie Wi-Fi. K jejímu provozu není potřebná licence, přenosová rychlost je vysoká a cena za přenesená data nízká. Nevýhodou je malý dosah signálu a často kolísá i jeho kvalita v závislosti na zástavbě v území. Správným rozmístěním vysílačů či použitím novější technologie WiMAX, která využívá i odražený signál, můžeme kvalitu signálu podstatně zvýšit.

Pokud oblast zájmu rozšíříme na úroveň státu, pak nejlepších vlastností v poměru výkon/cena dosahuje přenos pomocí GPRS. Dobré pokrytí signálem, dostačující přenosová rychlost a nízké poplatky za přenesená data jsou hlavními výhodami této technologie. V současné době ji používá většina českých firem zabývajících se sledováním polohy pohybujících se objektů.

Další úroveň je kontinentální či globální oblast. Zde jednoznačně dominuje technologie satelitní komunikační sítě. Je dostupná na celém světě a odpadají tak problémy s licencováním u jednotlivých operátorů, jako je tomu v síti GSM. Jedinou nevýhodou lze spatřovat ve vyšších cenách přenesených dat.

Závěrem lze říci, že nejlepší vlastností z hlediska použití dosahují satelitní komunikační sítě. Ovšem podstatnou roli také hraje cena, která při běžném měsíčním provozu činí u GPRS 60 Kč a u ORBCOMM 760 Kč (URL (47), URL (48)).

## 5.4 Ukládání dat

Přehled současných metod a technologií v ukládání dat je již uveden v kapitole 4.4.1. V této části práce budou uvedeny nevýhody prostorových databází při práci s daty pohybujících se objektů. Dále budou prozkoumány metody, které se zaměřují přímo na ukládání dat pohybujících se objektů, na jejichž vývoji se v současnosti intenzivně pracuje. Jedná se o tzv. databáze pohybujících se objektů (DPO).

### 5.4.1 Prostorové databáze

Prostorové databáze nejsou tak dobře uzpůsobeny na ukládání neustále se měnících polohových dat. Při zpracování běžných dat, kdy aktualizace probíhá v delším časovém úseku, vykazují prostorové databáze dobré výsledky. Ovšem při sledování polohy objektu chceme znát jeho okamžitou polohu, což vede k neustálé aktualizaci polohových dat jednotlivých objektů v minimálních časových intervalech. Pokud je sledovaných objektů více, tak dochází k poklesu výkonnosti nebo dokonce ke kolapsu databáze. Řešením je zvětšit časový interval, pak ale nedostáváme aktuální informace o poloze.

Další nevýhodou prostorových databází je, že zpracování dotazů týkajících se polohy a času zároveň je v jazyce SQL nedostatečné, v komplikovanějších dotazech dokonce nemožné (URL (49)). Příkladem časoprostorového dotazu může být: „Vypiš všechny autobusy, které dorazí na zastávku A během 10 minut.“ Polohovou složku představuje zastávka A a časovou složku interval 10 minut.

Relativním pojmem je také přesnost dat. Nikdy totiž nedosáhneme toho, aby data uložená v databázi odpovídala aktuální poloze objektu, který se pohybuje. Než dojde ke zpracování dat, tak už se objekt nachází na jiném místě. Dráha, kterou mezitím objekt urazí, je závislá na jeho rychlosti.

Řešení výše uvedených problémů a nedostatků je navrženo v následující kapitole.

### 5.4.2 Databáze pohybujících se objektů

DPO jsou vyvíjeny jako nadstavby současných prostorových databází. Obsahují v sobě funkce, které umožňují efektivním způsobem ukládat a manipulovat s daty pohybujících se objektů.

Nutnost aktualizovat polohová data v krátkých intervalech je v DPO vyřešena tak, že jsou do databáze ukládány kromě polohových dat i údaje o směru a rychlosti pohybu. SŘBD pak umožňuje vypočítat polohu za daný časový interval bez nutnosti aktualizace dat. Během pohybu objektu dochází ke změně rychlosti i směru a tyto změny je třeba aktualizovat. Frekvence těchto změn je však nižší než změna polohy. Jedná se tzv. metodu dynamických atributů (URL (49)).

Problém jazyka SQL zpracovávat časoprostorové dotazy je v DPO řešen vývojem jazyků, které jsou schopny zpracovat obě složky.

Problémy spojené s určením aktuální polohy objektu a jejím vyjádřením v databázi jsou v DPO vyřešeny pomocí odchylek. Tyto odchylky určují, v jakém intervalu se objekt může nacházet. Například výsledkem dotazu na polohu objektu  $A$  je odpověď, že objekt  $A$  se nachází na souřadnicích  $(x, y)$  s odchylkou 100 metrů. Mezní hodnota intervalu odchylky je objektu známa, a jakmile dojde k jejímu překročení, objekt vyšle požadavek na aktualizaci polohy v databázi. Je tedy velmi důležité najít takovou mezní hodnotu, která bude představovat kompromis mezi častou aktualizací databáze a přesností dat. Čím častěji budeme aktualizovat polohové údaje, tím přesněji určíme polohu objektu. Ovšem pokud bude časový rozestup mezi aktualizacemi příliš malý, databázový systém přetížíme.

V současné době se k ukládání polohových dat pohybujících se objektů využívají prostorové databáze. Je to z toho důvodu, že pro vizualizaci výše uvedených dat poskytují tyto databázové systémy dostačující funkce. DPO se využívají zejména experimentálně k analytickým operacím mezi objekty. Svou roli hraje jistě také jednodušší správa a lepší dostupnost prostorových databází.

## 5.5 Rozhraní

Různých typů rozhraní existuje celá řada. Popisu nejnámějších rozhraní a přehledu jejich vlastností byla věnována kapitola 4.4.3. Nyní budou uvedeny hlavní vlastnosti, které by mělo mít rozhraní použité při manipulaci s daty pohybujících se objektů. Lze říci, že tyto charakteristiky jsou obecně platné pro všechna rozhraní.

Při výběru rozhraní bychom měli klást největší důraz na jeho univerzální použití. Mělo by být platformě i produktově nezávislé tak, aby ho bylo možné použít v jakémkoli operačním a databázovém systému. Může totiž nastat situace, že budeme nuceni přejít z jednoho databázového systému na jiný. Aby při převodu dat nedošlo k jejich poškození či dokonce ztrátě, je výhodnější již od začátku pracovat s univerzálním rozhraním.

Univerzality rozhraní je dosaženo použitím standardních komunikačních prostředků a formátů dat. Jako příklady lze uvést geografický datový soubor (GDF), standard pro transfer prostorových dat (SDTS), prostorový datový formát Geography Markup Language (GML) či protokol pro výměnu zpráv (SOAP). Mezi další základní schopnosti rozhraní patří (Schneider 2006):

- vytvoření datové struktury použitelné pro různé databázové platformy,
- přiřazení prostorovým i atributovým datům vhodných datových typů,
- uložení a načtení prostorových i atributových dat do/z databáze,
- načtení dat v GIS,
- transakční uložení dat,
- zobrazení metadat o uložených datech,
- aktualizace a vymazání daných dat z databáze.

Výhodou univerzálních rozhraní je jejich nezávislost. Ta je v současném světě, kdy získáváme data z různých zdrojů, velmi žádaná. Nevýhodu lze spatřovat pouze v menší rychlosti přenosu dat.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že nejlepšími výsledky při manipulaci s daty dosahují univerzální rozhraní.

## 5.6 Vizualizace dat

Při vizualizaci prostorových dat pohybujících se objektů bývá nejčastěji výsledkem této vizualizace obrazový výstup s vyznačením aktuální polohy zkoumaných objektů. Pokud tento výstup vyhovuje všem kartografickým kritériím, nazýváme ho mapovým výstupem. Mapový výstup může mít podobu tradiční tištěné papírové mapy nebo ho můžeme uložit v digitální formě na paměťové médium.

### 5.6.1 Analogové versus digitální mapy

Klasické analogové mapy nemají v prostředí vizualizace dynamicky se měnící polohy objektů logické uplatnění. Jsou určeny především k reprezentaci statických jevů a objektů, jejichž změna stavu se odehrává v delším časovém intervalu.

K vyjádření dynamiky jevů či objektů se využívají zejména digitální mapové výstupy na obrazovce monitoru. Tyto výstupy se někdy též nazývají jako měkké kopie a jejich studiem se zabývá digitální kartografie. Zobrazení dat ve formě digitální mapy má oproti analogové mapě několik výhod, kdy můžeme např.:

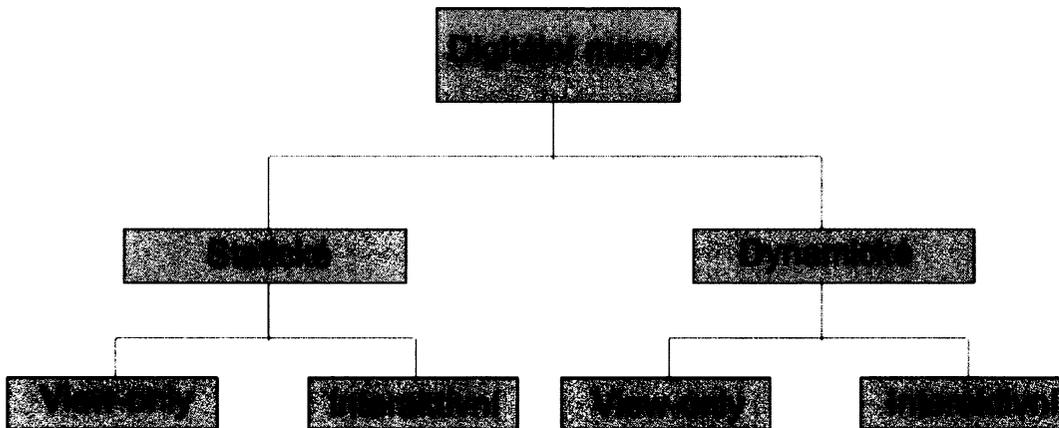
- měnit měřítko mapy,
- zobrazovat dynamiku jevů a objektů,
- pracovat s bežešvou mapou,
- vytvářet 3D pohledy,
- vytvářet různé datové vrstvy,
- snáze akceptovat změny v datech,
- využívat multimédií,
- distribuovat mapy v globálním měřítku.

Většinu z těchto výhod využíváme i při vizualizaci prostorových dat pohybujících se objektů.

### 5.6.2 Statické versus dynamické mapy

Digitální mapy můžeme dále dělit podle dynamických vlastností na statické a dynamické. Každá z kategorií se dále rozděluje podle míry ovlivnění zobrazení mapy uživatelem na mapy určené pouze pro prohlížení (view-only) a na interaktivní mapy (viz obr.6).

Obr. 6 – Dělení digitálních map



Rozdíl mezi statickou a dynamickou mapou spočívá v tom, že statická mapa zachycuje jevy a objekty v jednom časovém okamžiku a dále už se nemění, kdežto dynamická mapa je schopna zobrazit změnu zkoumaných dat.

Statické mapy určené pouze pro prohlížení představují nejprimitivnější příklad digitálních map. Většinou se jedná o naskenovanou mapu, jejíž vzhled či obsah nemůžeme změnit.

Statické interaktivní mapy umožňují pomocí ovládacích prvků komunikaci mezi mapou a uživatelem. Můžeme je přibližovat/oddalovat, pohybovat s nimi, zapínat/vypínat tématické vrstvy a v některých případech klást různé dotazy (např. vyber všechny dálnice). Často také obsahují citlivé plochy, které reagují na pohyb či kliknutí počítačové myši. To způsobí např. otevření zvukového, obrazového či textového souboru. Proto se tyto mapy někdy nazývají „klikací“.

Dynamické mapy pouze pro prohlížení využívají k zobrazení dynamiky jevů animací. Ovšem uživatelé mapy jsou pouze v rolích diváků, kteří nemají žádnou možnost tuto animaci ovlivnit.

Zasáhnout do průběhu animace a přizpůsobit si danou mapu podle svých potřeb mohou uživatelé u dynamických interaktivních map. Různé nástroje poskytují stejné interaktivní funkce jako u statických interaktivních map.

Při vizualizaci polohy pohybujících se objektů musíme nutně používat metod, které jsou schopny zachytit změnu pohybu. Proto se využívají vlastnosti dynamických digitálních map. To, zda se bude jednat o mapu pouze pro čtení, anebo interaktivní, závisí na požadavcích uživatele. Obecně lze říci, že použití interaktivních map přináší efektivnější sledování polohy objektů. Můžeme využít informačních, dotazovacích a vyhledávacích funkcí, přiblížení či oddálení apod.

### 5.6.3 Vyjádření dynamiky

Pokud o objektu tvrdíme, že se dynamicky mění, pak tím myslíme, že dochází ke změně jeho stavu či vlastností během časového intervalu. Změna vlastností se může týkat jak prostorových, tak popisných dat.

K vyjádření dynamiky se používají dynamické znaky, animované mapy a modelování virtuální reality.

#### Dynamické znaky

Dynamické znaky slouží k vyjádření jevů a objektů reálného světa. Rozlišujeme čtyři základní typy dynamických znaků (Voženílek 2005):

- bodový,
- liniový,
- plošný,
- blikající.

Tyto znaky mohou sloužit i k vyjádření nedynamických jevů a objektů. Důvodem tohoto použití je, že dynamika znaku (změna jednoho či více parametrů znaku, viz kapitola 3.3.1) přitahuje uživatelskou pozornost. Stejný účel má i blikající znak.

Při vizualizaci pohybujících se objektů využíváme metody dynamického znaku. Pokud se objekt pohybuje v reálném světě, pak dochází i k pohybu bodového znaku v mapě.

#### Animované mapy

Použití animované mapy nám nabízí dvě možnosti, jak zobrazit dynamická geografická data. První možnost představuje sada statických map, které jsou prezentovány v rychlém sledu za sebou, ale stále rozeznáme jednotlivé mapy. Druhou možností je mapa, jež se nemění skokově, ale plynule. Pomocí animovaných map lze efektivně prezentovat dynamiku sledovaných objektů, protože obsahují prostorovou i časovou složku.

K vhodnému vyjádření časové složky v animovaných mapách slouží dynamicky-vizualizační proměnné (dynamic visualization variables) (Kraak, Ormeling 2003):

- Čas zobrazení – jedná se o čas, kdy dochází k nějaké změně v animaci.
- Trvání – určuje časový úsek mezi dvěma snímky animace.
- Pořadí – určuje pořadí snímků v animaci.
- Frekvence – určuje míru výskytu grafického prvku v animaci za časový úsek.
- Rychlost změny – určuje velikost změn za časový úsek.
- Synchronizace – umožňuje srovnání dvou a více zkoumaných jevů v jedné animaci.

#### Virtuální realita

Virtuální realita de facto zobrazuje dynamiku objektů také pomocí animací. Soustředí se však na vizualizaci trojrozměrného prostoru.

Použití animovaných map či virtuální reality ke znázornění okamžité polohy pohybujících se objektů není obvyklé. Hlavním důvodem je časová náročnost tvorby animací i modelování virtuální reality. Těchto metod lze ovšem využít v případech, kdy dochází k následnému zpracování analýz a prezentaci jejich výsledků nebo k simulaci pohybu reálných objektů.

#### **5.6.4 Softwarové produkty určené k vizualizaci dat**

Vizualizace polohových dat pohybujících se objektů se odehrává výhradně na obrazovkách monitorů počítačů či mobilních zařízení (mobilní telefony, PDA apod.). K zobrazení polohy pohybujících se objektů využíváme různých softwarových produktů. Jak je uvedeno v předchozích kapitolách, v současnosti nejpoužívanější řešení vizualizace polohových dat pohybujících se objektů představuje GIS. Je to zejména kvůli jeho multifunkčním nástrojům, jež umožňují provádět nejrůznější operace s daty. K popisu reálného světa nám slouží analogové a digitální modely prostorových dat. Již výše je uvedeno, že analogové metody nám neposkytují dostatečné nástroje k vizualizaci polohy pohybujících se objektů. Dále se budu zabývat jen digitálním modelem prostorových dat.

#### **Digitální model prostorových dat**

Reálný svět je v geografických informačních systémech vyjádřen pomocí symbolů, které reprezentují zkoumané prvky a vztahy mezi nimi. „Digitální model prostorových dat definuje předpis, podle něhož se geometrické i negeometrické parametry objektu vyjádří v digitální formě“ (Kolář 2003, s. 25). Geometrický parametr zde představuje údaje o poloze prvku či jevu a negeometrický parametr zastupuje vlastnosti daného prvku nebo jevu. Existují dva základní modely převodu prostorových dat do digitální podoby.

#### **Vektor versus rastr**

##### *Vektorový model*

Každý objekt je v tomto modelu tvořen buď bodem, linií nebo polygonem. Bod nemá žádný rozměr a bývá vyjádřen tečkou. Linie spojuje minimálně dva body, má jeden rozměr a bývá znázorněna čarou. Polygon je dvourozměrný, je ohraničen úsečkami spojujícími minimálně tři rozdílné body a představuje ohraničenou plochu. Vzájemné vazby mezi objekty popisuje topologie, která slouží zejména k analýze prostorových dat (funkce překrytí, funkce v okolí, spojovací funkce).

Výhodou modelu je vysoká přesnost, malý objem dat a vhodnost pro modelování jednotlivých objektů. Nevýhodou jsou komplikované datové struktury.

##### *Rastrový model*

Tento model se skládá z pravidelně uspořádaných plošek, které se nazývají pixely a pokrývají zkoumané území. Jedná se tedy o geometrické tvary se stejnou délkou všech stran a stejnou velikostí všech vnitřních úhlů. Tvar pixelů ovšem neodpovídá tvaru prvků, jež reprezentují. Nejčastěji mají pixely podobu čtverců, trojúhelníků či šestiúhelníků.

Mezi výhody rastrového modelu patří jednoduchá struktura dat, vysoký výkon analytických operací a simulací. Za nevýhodu lze považovat velký objem dat, nízkou kvalitu vizuálních a tiskových výstupů.

Při vizualizaci prostorových dat pohybujících se objektů se setkáváme s oběma modely. Jednotlivé pohybující se objekty využívají vektorového modelu a jsou vyjádřeny v podobě bodů. Podkladové mapy zobrazující trasy (ulice, silnice, námořní a letecké koridory), po kterých se objekty pohybují, jsou znázorněny ve formě linií.

Můžeme se ovšem setkat i se situací, kdy má podkladová mapa podobu rastru. Jako příklad lze uvést ortofoto. Dochází tak ke kombinaci obou metod, kdy jsou na rastrovém podkladu zobrazena vektorová data.

Výjimkou nejsou ani případy, kdy se jak pohybující se objekt, tak podkladová mapa vyjádří pomocí rastru.

Výhody použití vektorových dat oproti rastrovým lze spatřovat v tom, že jsou topologicky čistá, lze jim přiřadit více negrafických informací a umožňují nám provádět analýzy pohybu objektů, hledat optimální trasy či generovat nová data. Jejich nevýhodou jsou vyšší pořizovací a provozní náklady.

### 5.6.5 Webové technologie

S rozvojem moderních počítačových technologií došlo v posledních dvou desetiletích i k markantním změnám v komunikaci mezi lidmi. Největší podíl na tom má rozvoj internetu, který se stal ideálním médiem pro přenos a prezentaci dat a informací. Systémy, kde byla všechna data uložena, zpracována a prezentována na jednom počítači, jsou už dávno historii.

Současné trendy směřují k používání distribuovaných systémů, kolektivnímu zpracování dat a co nejširší prezentaci informací. Překážkou v těchto trendech jsou výrobci jednotlivých softwarových řešení. Každý software má svůj vlastní formát dat, což vyžaduje neustálé převody dat mezi těmito formáty. Dále se potýkáme se značnou složitostí těchto formátů, závislostí na určitých platformách či hardwaru se současně velmi malou možností jakýchkoliv změn, nízkou univerzálností a často i jejich utajováním. Proto jsme v poslední době svědky intenzivního rozvoje standardů a norem, které si kladou za cíl odstranit problémy s různými formáty. Snaží se o vytvoření obecných nástrojů, které budou jednoduché, otevřené (všem přístupné) a univerzální. K vizualizaci prostorových dat pohybujících se objektů můžeme využít následující metody.

#### eXtensible Markup Language (XML)

Zásadní změny do vývoje webových technologií přinesl jazyk XML. Jedná se o rozšiřitelný značkovací jazyk vyvinutý a standardizovaný konsorciem W3C (World Wide Web Consortium). Jeho rozšiřitelnost spočívá v tom, že uživatel XML dokumentu si může sám definovat, jaké značky bude jeho XML dokument používat, a tyto značky může sám vytvářet. XML představuje jednoduchý otevřený formát, který není závislý na operačním systému či

speciální technologii. Jeho jednoduchost je dána textovým formátem, jenž využívá jednoduchá syntaktická pravidla.

XML důsledně odděluje informační obsah od grafického vzhledu. Definice použitých značek je uvedena v definici typu dokumentu (DTD) a to, jak bude dokument zobrazen, je určeno pomocí stylů jazyka XSL.

Mezi hlavní výhody jazyka XML patří (URL (53)):

- platformová nezávislost,
- otevřený textový formát,
- jednoduchá možnost ověření a kontroly správnosti dat,
- možnost použít kódování pro různé jazyky,
- možnost přenosu i binárních dat,
- rozšiřitelnost s možností definovat vlastní značky a strukturu.

Výše uvedené vlastnosti předurčují jazyk XML pro výměnu dat mezi aplikacemi a pro publikování dokumentů.

Při vizualizaci prostorových dat pohybujících se objektů se s formátem XML setkáváme např. při manipulaci s daty (GML), propojování webových mapových služeb, práci s vektorovou grafikou (SVG) apod.

### **Geography Markup Language (GML)**

GML představuje geografický značkovací jazyk, který byl vytvořen modifikací XML. Na jeho vývoji se podílí Open Geospatial Consortium (OGC). GML určuje kódování pro přenos a uložení geografických informací. Obsahuje jak prostorové, tak neprostorové charakteristiky geografických prvků. Jedná se o standard poskytující tyto výhody (URL (54)):

- Jde o otevřený standard.
- Data jsou uložena v textovém formátu.
- Jako standardní formát redukuje náklady na konverzi dat.
- Požívá se pro sdílení a výměnu dat v reálném čase.
- Díky návaznosti na XML je kompatibilní s SVG i s jinými webovými technologiemi.
- Umožňuje interaktivní manipulaci s vektorovými daty.

V systémech zabývajících se vizualizací prostorových dat pohybujících se objektů se GML díky výše uvedeným vlastnostem používá pro sdílení a výměnu dat mezi databázovými systémy, GIS či mapovými servery v reálném čase.

### **Scalable Vector Graphics (SVG)**

SVG je vektorový formát určený především pro popis a distribuci vektorových dat v prostředí internetu. Je založen na značkovacím jazyku XML a popisuje dvojrozměrnou vektorovou grafiku. Pomocí jednoduchých značek (tagů) je definována celá kresba. K její vizualizaci je pak možné použít různé stylové jazyky (CSS, XSL). SVG formát umožňuje libovolné zmenšování či

zvětšování bez ztráty kvality a detailů vektorového obrazu. Vektorová grafika není popisována parametry jednotlivých bodů jako rastrová grafika, ale matematicky definovanými geometrickými objekty, vytvořenými pomocí linek a křivek (URL (50)). SVG definuje tři základní typy grafických objektů:

- vektorové tvary – obdélník, kružnice, elipsa, úsečka, lomená čára, polygon a křivka,
- rastrové obrazy,
- textové objekty.

Jednotlivé grafické objekty mohou být různě slučovány, transformovány a kombinovány.

Použití formátu SVG poskytuje tyto výhody:

- Lze ho vytvářet a modifikovat v jakémkoli textovém editoru.
- Nevyžaduje speciální software, k jeho otevření stačí webový prohlížeč (u některých prohlížečů je nutné použít zásuvný modul).
- Nedochází ke zhoršení kvality grafiky při zvětšování či zmenšování.
- Není nutné komunikovat se serverem při změně velikosti grafiky.
- Umožňuje vyhledávání textu uvnitř grafiky.
- Vytváří dynamickou a interaktivní grafiku.
- Umožňuje tvorbu animací za využití DOM (Document Object Model) a JavaScriptu.
- Jedná se o otevřenou technologii tzn. minimální náklady na tvorbu a používání grafiky.
- Umožňuje propojení a komunikaci s dalšími webovými standardy (GML, HTML apod.).

K vizualizaci polohy pohybujících se objektů nabízí formát SVG mnoho užitečných vlastností. Nejdůležitější je interaktivita, kterou tento formát poskytuje, dále pak práce s vektorem, rastrem a textem zároveň a uživatelé mobilních zařízení jistě ocení i malou velikost souborů umožňující rychlý přenos a zobrazení grafiky. Jako příklad lze uvést sledování polohy vlaků ČD a ŽSR (viz URL (51), URL (52)).

### **Webové mapové služby**

V současnosti se u geoinformačních technologií můžeme setkat s trendem, kdy dochází přesunu od desktopových aplikací do distribuovaného prostředí internetu. Tento posun je patrný i u GIS, kdy vznikají internetové mapové aplikace, jež využívají webových mapových služeb. Ty umožňují sdílet prostorová data právě v distribuovaném prostředí internetu. Pod souhrnným názvem webových mapových služeb rozumíme celou řadu služeb, z nichž nejvýznamnější jsou Web Map Service, Web Map Feature a Web Coverage Service.

#### ***Web Map Service (WMS)***

WMS představuje specifikaci vyvinutou OGC a určenou k poskytování map v rastrovém formátu. Základním principem WMS jsou vzájemné interakce mezi uživatelem a serverem. Uživatel pomocí svého klienta (nejčastěji se jedná o webový prohlížeč) odešle požadavek na

mapový server, ten pak generuje obsah mapového pole v podobě rastrové grafiky. Mapa je odeslána na klienta, který ji uživateli zobrazí. Pokud se mapa skládá z průhledných pixelů, je možné kombinovat výstupy z více serverů. WMS specifikuje 3 typy dotazů na mapový server (URL (55)):

- GetCapabilities – vrací seznam možných operací a podporovaných parametrů mapového serveru.
- GetMap – vrací mapu v podobě rastrového obrázku.
- GetFeatureInfo – vrací popis atributů prvku.

Služba WMS umožňuje práci i s vektorovými daty, z kterých vygeneruje mapu v rastrovém formátu a pošle klientovi.

### *Web Feature Service (WFS)*

Na rozdíl od WMS je WFS služba určená k přenosu vektorových dat. Specifikace WFS definuje, jak má vypadat klientský dotaz na mapový server a také v jaké podobě jsou data zasílána zpět. Přenos dat je uskutečňován ve formátu GML. WMS specifikuje 3 typy dotazů na mapový server (URL (56)):

- GetCapabilities – viz WMS.
- GetFeature – vrací GML soubor s objekty.
- DescribeFeatureType – vrací XML schéma umožňující klientovi zpracovat odpověď.

Základním účelem WFS je vracet uživateli XML soubory s popisy objektů v požadované části mapy. WFS navíc oproti WMS obsahuje i rozšíření Transactional Web Feature Service (WFS-T), které umožňuje manipulaci s daty uloženými na serveru (URL (56)):

- Transaction – umožňuje manipulaci s objekty.
  - InsertFeature – vloží nový objekt.
  - UpdateFeature – změní existující objekt.
  - DeleteFeature – smaže objekt.
- LockFeature – uzamkne jeden nebo více objektů po dobu trvání určité transakce.

### *Web Coverage Service (WCS)*

Tato služba umožňuje přenos dat v původním formátu zároveň s metadaty. Jedná se např. o družicové snímky, digitální model terénu a další rastrová data. Na rozdíl od WMS, která vracela rastrové mapy, poskytuje WCS pouze přístup k datům, jež jsou dále zpracována na straně klienta. WMS specifikuje 3 typy dotazů na mapový server (URL (56)):

- GetCapabilities – viz WMS.
- DescribeCoverage – vrací XML dokument popisující vlastnosti daného rozložení uvedeného v dotazu.
- GetCoverage – vrací skupinu hodnot v rozloženou určitým prostorem.

Použití webových mapových služeb při zobrazování polohy pohybujících se objektů slouží zejména k poskytování podkladových map. Uživatelé to přináší mnohé výhody např.:

- Nemusí mít potřebná mapová data na svém počítači.
- Využívá pouze služby a data, které opravdu potřebuje.
- Údržba dat probíhá jen na jednom místě.
- Data jsou dostupná i pro mobilní uživatele.

## 5.7 Dynamická vizualizace polohy sanitních vozů

Předchozí části této kapitoly byly věnovány zhodnocení dostupných metod, jehož výsledkem je výběr metod a technologií sloužících k dynamické vizualizaci prostorových dat obecných pohybujících se objektů.

V této části se budu věnovat návrhu systému zobrazujícího polohu již konkrétních objektů, ty jsou v našem případě představovány sanitními vozy záchranné služby. Postup zde navržený bude aplikován v praktické části této práce, jež si klade za cíl vytvoření pilotního projektu pro sledování polohy vozidel ZZS hlavního města Prahy.

### Účely vizualizace polohových dat sanitních vozů

Hlavním důvodem zobrazení polohy sanitních vozů je podpora rozhodovacího procesu v krizových situacích. To jsou takové situace, kdy je záchranná služba povolána k výjezdu na dané místo. Díky vizualizaci polohy je operátor vždy schopen najít nejbližší volné vozidlo s odpovídajícím vybavením. Dostatek informací a rychlé rozhodování šetří čas, takže i několik málo sekund může pomoci zachránit lidský život.

### Zisk dat

K určení polohy vozidel je podle mého názoru nejvýhodnější použít systém GPS. Při zkoumání jednotlivých vlastností ostatních metod jsem došel k závěru, že systém GPS poskytuje dostatečně kvalitní polohová data. Určení polohy v reálném světě vypadá tak, že je každé vozidlo vybaveno GPS přijímačem, který zaznamenává jeho polohu.

### Přenos dat

Rozsah působnosti záchranných služeb v ČR je z globálního hlediska malý. Nejčastěji se jedná o území velkých měst či krajů, jejichž průměrná rozloha je cca 5600 km<sup>2</sup>. Proto navrhuji počít k přenosu dat z GPS přijímače na server technologii GPRS. Ta dosahuje v těchto územních jednotkách nejlepších provozních a ekonomických vlastností.

Vlastní přenos dat je uskutečňován pomocí GPRS modemu. Modem ovládá komunikaci s mobilní sítí a současně spravuje sériový port. Dále zajišťuje příjem aktuální pozice vozidla z GPS přijímače přes tento sériový port a její odeslání a uložení na server.

## **Uložení dat**

K uložení prostorových dat pohybujících se objektů lze využít různé databázové systémy (např. IBM DB2, IBM Informix, Oracle, MySQL a PostgreSQL). Všechny poskytují nástroje pro manipulaci s prostorovými daty a je jen na nás, uživateli, kterému systému dáme přednost. Dle mého názoru je výhodné použít open source produkty (MySQL, PostgreSQL), které poskytují možnost úpravy zdrojového kódu podle potřeb uživatele a lze je využívat zdarma.

Databáze pohybujících se objektů nabízejí sice určitá vylepšení prostorových databází, ovšem jejich vývoj teprve začíná. Je tedy nutné vynaložit značné úsilí, než bude možné tyto databáze použít v praxi. Myslím si, že současné databázové systémy poskytují dostatečné nástroje pro manipulaci s prostorovými daty.

## **Volba rozhraní**

Při výběru vhodné technologie, která zprostředkuje přenos dat mezi databází a softwarovým produktem zobrazujícím tato data, nastává stejná situace jako u databázového systému. Existuje několik způsobů, jak zajistit přístup k datům.

Pokud to software umožňuje, lze k datům v databázi přistupovat přímo (např. GeoMedia Professional).

Dále můžeme využít middlewarů a aplikačních serverů, které byly vyvinuty výrobcí jednotlivých softwarových produktů (např. ESRI ArcSDE, MapInfo SpatialWare, Autodesk GIS Design Server). Nevýhodou těchto rozhraní je právě podpora pouze vlastního softwaru.

Poslední a podle mého názoru nejlepší možností je použít k přístupu k datům univerzální rozhraní (např. OLE DB, JDBC). To nám umožňuje platformní i produktovou nezávislost jak na databázovém systému, tak na vizualizačním softwaru.

## **Vizualizace dat**

Při zkoumání procesu vizualizace polohových dat pohybujících se sanitních vozů jsem došel k závěru, že tato data je nejvýhodnější zobrazovat v prostředí GIS produktů. Geografické informační systémy jsou vytvořeny právě pro práci s prostorovými daty a umožňují nám efektivně zobrazit polohu vozidel.

Samotná vizualizace pak probíhá tak, že dojde k vytvoření spojení (přes rozhraní nebo přímo) mezi GIS a databází. GIS požaduje od databáze údaje týkající se těch vozidel, jež chce uživatel sledovat. Vybraná data jsou přenesena do GIS a zde jsou zobrazena. Při pohybu vozidla dochází k aktualizaci dat v databázi, tato nová data jsou opět přenesena do GIS a zpracována. Pokud je frekvence aktualizace dat vysoká, je pohyb znaku, jenž reprezentuje vozidlo, nad mapovým podkladem plynulý. Pokud je tato frekvence nízká, pak je pohyb skokový.

Prostorová data pohybujících se vozidel by podle mého názoru měla být vyjádřena pomocí dynamických bodových znaků ve vektorovém formátu. To nám umožňuje snazší změnu parametrů znaku (barva, velikost atd.) a odpadájí problémy s poklesem grafické kvality znaku spojené se změnou měřítka.

Podkladová mapa může být v rastrovém i vektorovém formátu. Vektorový formát bych doporučil pro uživatele, kteří k zobrazení používají mobilní zařízení. Jeho výhodou je menší objem dat a nižší zatížení systémových prostředků. Rastrový formát, který bych určitě použil při vizualizaci polohy sanitních vozidel, je ortofoto přinášející reálnější pohled na svět.

### **Distribuce informací**

Dle mého názoru je distribuce informací klíčovým faktorem při sledování polohy vozidel. Jedná se o současný trend, kdy se snažíme umožnit přístup k informacím více uživatelům (např. hasiči, policie, samospráva) najednou nezávisle na jejich poloze.

Ideálním médiem pro přenos informací je internet. Domnívám se, že vhodnou architekturou k zajištění distribuce informací je architektura typu klient/server, kdy server (GIS produkt) zpracuje požadovaná data a klientovi (webový prohlížeč) vrátí grafický výstup.

K distribuci a prezentaci polohových dat vozidel a podkladových map navrhuji použít standardy SVG, GML, WMS a WFS. Tyto standardy jsou vyvinuty přímo pro prostředí internetu a jejich univerzální vlastnosti nám umožňují práci s různými softwarovými produkty.

## 6. SLEDOVÁNÍ VOZIDEL ZZSHMP

V této kapitole bude využito teoretických poznatků, které byly získány v předchozích částech práce a budou aplikovány při vývoji pilotního projektu. Cílem projektu je návrh a implementace procesu vizualizace aktuální polohy vozidel ZZSHMP v reálném čase. K zobrazení polohy vozidel bude sloužit program Tracking Server 1.1 společnosti ESRI.

### 6.1 Popis současného stavu

Sledování polohy záchranných vozidel ZZSHMP probíhá již od roku 1999. V tomto období bylo hlavním cílem sledování polohy snížit ekonomické náklady provozu. Současný systém sledování byl zprovozněn v roce 2004. Jeho cílem je nejen efektivní využívání vozidel, ale hlavně má pomáhat při rozhodování v krizových situacích. Aktuální situace na pražské záchranné službě je taková, že zisk a přenos polohových dat jednotlivých sanitních vozů zajišťuje soukromá firma. Ta také zprostředkovává vizualizaci těchto dat, ovšem způsob zobrazení není podle informací pracovníků ZZSHMP kvalitní. Špatně navržené tematické vrstvy, omezená možnost přiblížení a oddálení mapového podkladu a aktualizace polohy vozidla v mapovém podkladu pomocí refresh obrazovky jsou hlavní nevýhody současné aplikace.

Proto došlo ke spolupráci s firmou ARCDATA PRAHA, která poskytla produkt Tracking Server 1.1 (TS), jež umožňuje zobrazovat polohu pohybujících se vozidel v reálném čase. Další výhodou TS oproti současnému stavu je zvýšení interaktivity a kvality digitálních mapových podkladů. Přínos TS je také ve schopnosti propojit se s ostatními GIS produkty společnosti ESRI a umožnit tak tvorbu vlastních tematických vrstev (např. dopravní situace, objížďky), zpracování analýz (např. hledání nejkratší či náhradní trasy) a prezentaci zkoumaných dat.

### 6.2 Tracking Server 1.1

Tracking Server je softwarový produkt vyvinutý společností Northrop Grumman. V současnosti ho však distribuuje společnost ESRI. Jedná se o rozhraní, které umožňuje sběr a přenos prostorových dat v reálném čase. Data jsou přenášena na webové či desktopové aplikace, kde dochází k jejich zobrazení. TS poskytuje též možnost ukládat prostorová data do geodatabáze.

Pomocí TS jsme schopni sledovat objekty a jevy (ESRI, 2005):

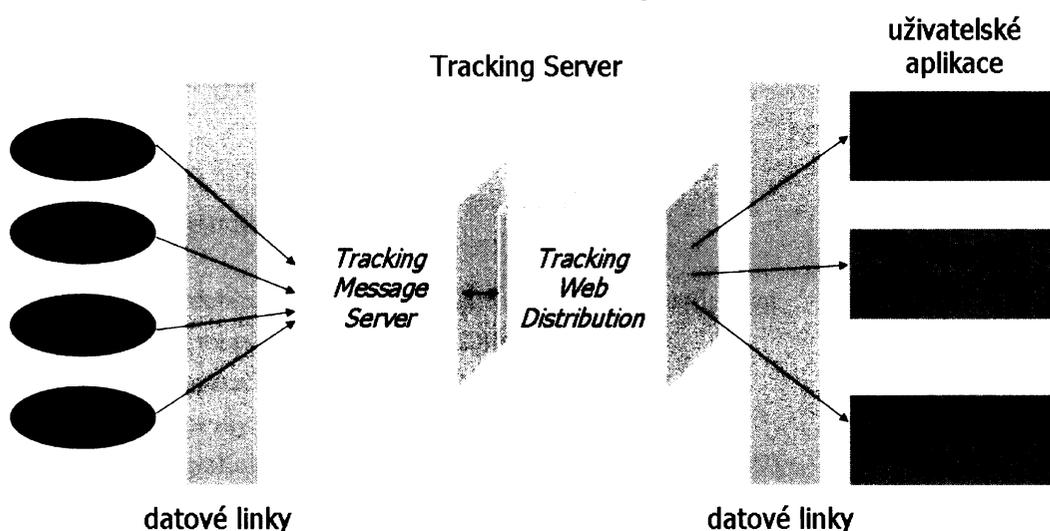
- dynamické – pohybující se objekty (např. vozidla, letadla, zvířata, bouře, satelity),
- diskrétní – náhodně a nezávisle se vyskytující jevy (např. detekce blesků, místa kriminálních činů či dopravních nehod),
- statické – data z nepohyblivých zdrojů (např. meteorologické stanice, dopravní senzory).

### Architektura Tracking Serveru

TS se skládá ze dvou částí, které spolupracují při sběru a distribuci polohových dat (viz obr. 7). První část se nazývá Tracking Message Server (TMS), zajišťuje příjem dat přicházejících skrze datové linky či serverová spojení, ukládá data do geodatabáze a pomocí datových linek přenáší data na druhou část TS. Ta se nazývá Tracking Web Distribution (TWD) a má na starosti příjem dat od TMS a jejich distribuci aplikacím.

Manipulace s daty probíhá pomocí datových zpráv, jejichž struktura musí být přesně nadefinovaná. Datové zprávy stejného původu jsou uspořádány do tzv. sledovacích služeb.

Obr. 7 – Architektura Tracking Serveru



### Nástroje Tracking Serveru

TS poskytuje nástroje k ovládnání a nastavení TMS i TWD. Další nástroje pak slouží k návrhu výsledné podoby Tracking Viewer (viz kapitola 6. 4. 3).

**Tracking Server Manager** představuje hlavní ovládací prvek celého TS. Zde je možné přizpůsobit nastavení TS. Mezi základní funkce patří možnosti:

- definovat podobu datové zprávy,
- definovat sledovací službu,
- nastavovat vlastnosti datových linek,
- monitorovat vlastnosti spojení,

- aplikovat filtry na příchozí data,
- nastavit ukládání chyb do deníků.

**Tracking Server Author** slouží k návrhu znaků, kterými vyjadřujeme jednotlivé sledovací služby. Znamená to tedy, že pomocí Tracking Server Authoru definujeme grafickou podobu (velikost, tvar, barvu) sledovaných objektů.

**Tracking Server Designer** navrhuje podobu webové stránky pro Tracking Viewer (TV). Zde se definuje, jaká ArcIMS služba bude využita jako podkladová mapa, jaké sledovací služby budou zobrazovány, jaké interaktivní nástroje budou dostupné na výsledné stránce a jak bude vypadat legenda.

### **Uživatelské aplikace**

Koncoví uživatelé mají na výběr ze dvou aplikací, které TS nabízí k prezentaci informací a zpracování dat. Jedná se o Tracking Analyst a TV. Jejich podrobnější popis je uveden v kapitole 6.4.3.

### **Systémové požadavky**

Viz příloha 4.

## **6.3 Konfigurace počítače**

Vývoj projektu probíhal na osobním počítači s následující konfigurací.

Hardware: procesor – Intel Celeron 2,80 GHz,  
operační paměť – 2 x 512 MB RAM,  
pevný disk – 250 GB,  
grafická karta – Intel Graphics Media Accelerator 950.

Software: operační systém – Windows Server 2003 SP 2,  
databázový systém – SQL Server 2000,  
vývojové prostředí – Visual Studio 2005 Professional,  
Tracking Server 1.1,  
ArcIMS 9.2,  
J2SE 1.5.0,  
Apache HTTP Server 2.0.58,  
Apache Tomcat 5.5.17,  
PC Inspector task manager 3.1.

## 6.4 Vývoj pilotního projektu sledování polohy vozidel ZZSHMP

### 6.4.1 Přístup k datům

V první fázi projektu na začátku roku 2006 bylo vytvořeno testovací spojení mezi SQL Serverem 2000 ZZSHMP a totožným databázovým systémem firmy ARCDATA PRAHA. Toto spojení bylo funkční a docházelo k přenosu dat, z bezpečnostních důvodů bylo však po čtyřech dnech ukončeno.

Když jsem se tímto projektem na konci roku 2006 začal zabývat já, tak SQL Server 2000 ve firmě ARCDATA již nefungoval, protože byl celý počítač napaden útokem z internetu a musel být zformátován. Bohužel současná bezpečnostní pravidla ZZSHMP neumožňují posílat polohová data na jakýkoli vnější server. Práce s aktuálními (real-time) daty je tedy možná pouze na ZZSHMP.

Dalším problémem, který se objevil během vytváření projektu, byla nefunkčnost TS verze 1.0 pod českou verzí operačního systému Windows XP. Šlo o to, že při definování datové zprávy se nastavuje i časové pásmo místa, kde byla data pořízena. Diakritická znaménka v názvech měst v jednotlivých časových pásmech nebyl TS 1.0 schopen zpracovat. Po konzultaci s vývojáři z ESRI a z Northrop Grumman jsem byl ujištěn, že další verze TS 1.1 už bude použitelná i v jiných jazykových mutacích operačního systému Windows.

Verze TS 1.1 byla ve své zkušební verzi beta uvolněna v únoru 2007. Bohužel sliby vývojářů nebyly naplněny a ani tato verze není schopna pracovat na operačním systému Windows v české verzi. Jelikož na ZZSHMP bylo k dispozici PC s českými Windows, tak jsem se z organizačních důvodů rozhodl pracovat na svém osobním počítači, kde jsem si nainstaloval anglickou verzi operačního systému Windows.

K dispozici byla pouze vyexportovaná data z SQL Server 2000 v podobě textového souboru, jenž se firmě ARCDATA podařilo zachránit. Rozhodl jsem se zprovoznit systém nejprve pro „historická“ (off-line) data a následně jsem se chtěl zabývat prací s on-line daty.

### 6.4.2 Import dat

ZZSHMP a ARCDATA PRAHA se dohodly, že k ukládání polohových dat se bude používat databázový systém SQL Server 2000. Proto jsem i já pracoval s SQL Server 2000, aby navržené řešení pilotního projektu při použití v praxi nevyžadovalo další nutné úpravy.

Prvním úkolem byl import dat z textového souboru do SQL Server 2000. K importu dat jsem použil nástroj SQL Server 2000, který se nazývá Data Transformation Services Import/Export Wizard. Pomocí této služby jsem vytvořil tabulku `History`, jež jsem uložil do předem vytvořené databáze `Zachranka`. Struktura tabulky je totožná se strukturou stejné tabulky na ZZSHMP. Původní a výsledná podoba dat po importu je zobrazena na obr. 8.



a souřadnicového systému, v kterém byla data pořízena. Následuje výčet jednotlivých atributů, z kterých se zpráva skládá (viz obr. 10).

### **Tvorba aplikace zajišťující datový přenos**

Tuto aplikaci jsem vytvořil z toho důvodu, že bylo nutné převést polohová data z databáze do formátu XML tak, aby je GI mohl zpracovat. K vytvoření aplikace jsem použil vývojové prostředí Microsoft Visual Studio 2005, programovací jazyk C# a knihovnu tříd ADO.NET. Ukázka celého zdrojového kódu se nachází v příloze 5.

Tvorba programu probíhala v následujícím pořadí: připojení k databázi, výběr a načtení dat, úprava dat do požadované struktury a odeslání dat na server.

#### *Připojení k databázi*

Pro připojení k databázi Zachranka jsem použil objekt připojení třídy SqlConnection. Textový řetězec, který je předán v příkazu SqlConnection, obsahuje elementy popisující název zdroje dat, název databáze, identifikaci uživatele a heslo (viz ukázka 1).

#### *Výběr a načtení dat*

K výběru požadovaných dat jsem vytvořil objekt vyber třídy SqlCommand. Tento objekt reprezentuje příkaz SQL, který se provede ve zvolené databázi. V mém případě se jednalo o výběr atributů Status, ID\_Vozidla a Cas z tabulky History (viz ukázka 1).

Dále bylo nutné přečíst řádky načtené z databáze. Pro přečtení dat jsem použil objekt ctenar třídy DataReader, který se vytváří voláním metody ExecuteReader objektu příkazu. Aby došlo k přečtení všech záznamů, byl použit cyklus while.

#### *Ukázka 1 – vytvoření spojení a výběr požadovaných dat*

```
SqlConnection pripojeni = new SqlConnection
("server=voty\\sqlserver1;database=Zachranka;uid=sa;pwd=ahojky")
; //vytvoreni pripojeni k databazi
SqlCommand vyber = pripojeni.CreateCommand();
vyber.CommandText = "SELECT Status, ID_Vozidla, Cas " + "FROM
History"; //vyber dat z databaze
try
{
    pripojeni.Open(); //otevreni pripojeni
}
catch (Exception e) //odchyceni vyjimky
{
    Console.WriteLine(e.ToString());
}
```

```
Console.WriteLine("Pripojeni se zdarilo");
```

### Úprava dat do požadované struktury

Jak je patrné z ukázky 1, obsahuje atribut `Status` řetězec údajů, u kterých bylo nutné upravit jejich tvar tak, aby je GI byl schopen zpracovat. Atribut `Status` se skládá ze 60 znaků, z nichž nejdůležitější z hlediska zobrazení polohy jsou na 2. až 15. místě. Jedná se o zeměpisné souřadnice v souřadnicovém systému WGS 84. Zbylé údaje představují stavové vlastnosti jako např. zapnutá výstražná světla či stav paliva v nádrži. Bohužel přesné přiřazení jednotlivých stavových vlastností ke konkrétním hodnotám nemohu uvést, protože mi pracovníci ZZSHMP nebyli schopni popsat, co která hodnota znamená.

Nicméně hodnoty souřadnic známé byly a jejich převodu do formátu zeměpisných souřadnic ( $\lambda$ \_zemepisne,  $\phi$ \_zemepisne) jsem použil metodu `Substring` třídy `String`. Tato metoda vytváří novou instanci řetězce, jejíž hodnota je představována podřetězcem hodnoty instance, na které byla zavolána. Stejnou metodu jsem použil při úpravě data (`datum_cas`) z formátu RRRR-MM-DD na MM/DD/RR (viz ukázka 2).

#### Ukázka 2 – Úprava podoby souřadnic a data

```
//ziskani  $\lambda$  souradnice
string  $\lambda$  = rStatus.Substring(1, 7);
string  $\lambda$ _zemepisne =  $\lambda$ .Substring(0, 2) + "." +  $\lambda$ .Substring(2,
5);

//ziskani  $\phi$  souradnice
string  $\phi$  = rStatus.Substring(8, 7);
string  $\phi$ _zemepisne =  $\phi$ .Substring(0, 2) + "." +  $\phi$ .Substring(2,
5);

//zmena formatu data a casu
string datum_cas = rCas.Substring(5, 2) + "/" + rCas.Substring
(8, 2) + "/" + rCas.Substring(2, 2) + " " + rCas.Substring(11,
8);
```

### Odeslání dat na server

Poslední krok při tvorbě rozhraní představoval vytvoření datového proudu mezi rozhraním a GI. Rozhodl jsem se použít GI v serverovém nastavení a musel jsem tedy vytvořit klienta, který bude komunikovat se serverem.

Klienta představuje objekt `klient` třídy `TcpClient`, který má v parametrech uvedenou IP adresu `TS` a port, na němž GI naslouchá. Poté jsem pomocí funkce `GetStream` vytvořil objekt proudu třídy `NetworkStream`, který umožňuje přenášet data. Ta byla převedena z datového typu `string` (`odeslat`) na pole bajtů (`poslatBytes`) pomocí metody `GetBytes`

třídy `Encoding`. K zápisu dat do proudu jsem použil metodu `Write` s parametry `poslatBytes, 0, (int)poslatBytes.Length`. Parametry určují, která pole bajtů mají být zapsána do proudu, z jaké pozice se mají data začít zapisovat a počet zapsaných bajtů (viz ukázka 3).

### *Ukázka 3 – Vytvoření datového proudu*

```
String serverIP = "127.0.0.1"; //IP adresa serveru
Int32 port = 5555; //cislo otevreného portu

//vytvoreni klienta
TcpClient klient = new TcpClient(serverIP, port);

//vytvoreni proudu
NetworkStream proud = klient.GetStream();

if (proud.CanWrite)
{
    Console.WriteLine("Posilam data...");

    //zmena ze string na byte
    Byte[] poslatBytes = Encoding.UTF8.GetBytes(odeslat);

    //zapis dat do proudu
    proud.Write(poslatBytes, 0, (int)poslatBytes.Length);

    Console.WriteLine(poslatBytes.Length);
    Console.WriteLine("Data uspesne odeslana");
}
else
{
    Console.WriteLine("Nelze zapisovat");
}
```

### **Přenos dat ke klientovi**

Přijátá data GI rozdělí podle definice datové zprávy na jednotlivé zprávy a pomocí sledovacích služeb je předá TWD. TWD se skládá ze dvou částí: Tracking Client Gateway (TCG) a Tracking Server Connector (TSC).

TCG představuje bránu, kde jsou definována všechna klientská připojení. Tato připojení používají TCP/IP protokol pro přenos dat. Nejpoužívanějšími klienty jsou TV a Tracking Analyst.

TSC je datová linka, jež zajišťuje distribuci dat z TMS do TCG. Obsahuje seznam všech definovaných sledovacích služeb, a je tedy schopná rozeznat, od které služby data pocházejí.

### **Vizualizace dat**

Tracking Server nabízí dvě základní klientské aplikace, jejichž pomocí můžeme vizualizovat prostorová data pohybujících se objektů. Jelikož si pilotní projekt klade za cíl umožnit snadný přístup k zobrazovaným datům pro více uživatelů, vybral jsem k vizualizaci dat aplikaci TV, která tyto požadavky splňuje.

#### *Tracking Analyst*

Tracking Analyst je nadstavbou ArcGIS Desktop. Jde o aplikaci, která umožňuje zobrazovat a analyzovat jevy a objekty, jež mění svou polohu v čase. Jedná se o tlustého klienta, který poskytuje sadu nástrojů umožňujících např. zobrazení bodů a tras v reálném či zvoleném čase, barevnou symbolizaci času, tvorbu časoprostorových analýz, tvorbu časových histogramů a animací. Dovoluje též využívat ostatní aplikace ArcGIS Desktop.

#### *Tracking Viewer*

TV představuje tenkého klienta, který neobsahuje žádné analytické nástroje a slouží k jednoduchému zobrazení polohových dat v prostředí internetu. Jedná se o Java aplet, který je vložený ve webové stránce. Tento aplet přijímá a zobrazuje informace z TWD.

Jako podkladové mapy používá TV mapové služby serveru ArcIMS.

TS poskytuje dvě sady nástrojů, z nichž jedna slouží ke grafické úpravě znaků reprezentujících pohybující se objekty a druhá se používá k tvorbě webových stránek.

#### *Tracking Server Author (TSA)*

Pomocí TSA byly vytvořeny znaky reprezentující pohybující se objekty. TSA umožňuje tvorbu znaků podle uživatelských potřeb, ovšem v omezené míře. Uživatel má na výběr ze 7 tvarů znaku (čtverec, ovál, kruh, atd.) libovolné velikosti a 15 druhů barev. Dále je možné vyjádřit sledovaný objekt pomocí importovaného rastrového obrázku ve formátu jpg, gif, png.

Všechny sledované objekty mohou být vyjádřeny stejným symbolem nebo lze každému objektu přiřadit vlastní symbol.

Dynamiku objektu je možné zvýraznit barevnou symbolizací času, kdy si uživatel definuje, jakou barevnou škálu použije a na kolik časových intervalů tuto škálu rozdělí. Dochází tak ke změně barvy v závislosti na uplynulém čase.

Pro lepší přehlednost vizualizovaných objektů na mapovém podkladu umožňuje TSA zobrazovat pouze objekty ve zvoleném časovém intervalu od jejich vzniku.

Všechny nastavené vlastnosti znaků se ukládají do souboru, který je načten při tvorbě webové stránky.

### **Tracking Server Designer (TSD)**

TSD byl použit při tvorbě webové stránky, která má v sobě zabudovaný Java applet a zobrazuje pohybující se objekty. Při návrhu stránky pomocí TSD uživatel nastavuje její vzhled.

Nejprve byl zvolen název stránky a potom vybrána mapová služba, jež bude sloužit jako mapový podklad. Dále byl označen soubor, který obsahuje nastavení grafické podoby znaků pohybujících se objektů. Následoval návrh vlastností legendy, kdy byla určena barva jejího pozadí, styl a barva písma. Poté byly nastaveny vrstvy, které bude moci uživatel zapínat a vypínat. Jedná se jak o vrstvy objektů, tak tematické vrstvy mapového podkladu. Dále došlo k zadání souřadnic zájmového území tak, aby se objevilo hned při prvním načtení stránky a nebylo nutné používat přiblížení. Bez zadání souřadnic se mapový podklad načte v celkovém rozsahu. Posledním krokem byl výběr prvků, jež budou obsaženy v nástrojové liště (zoom, pan, info, atd.).

### **Automatické spuštění aplikace**

K tomu, aby celý systém podílející se na vizualizaci polohy vozidel pracoval správně, bylo ještě nutné nastavit automatické spuštění aplikace zajišťující datový přenos. Automatické spuštění aplikace ve zvoleném časovém intervalu nám umožňuje zachytit změny v databázi, která je neustále aktualizována.

K zajištění automatického opakovaného spuštění aplikace byl použit volně dostupný software PC Inspector task manager, ve kterém se nastavilo opakované spuštění aplikace každých 10 vteřin. Interval 10 vteřin byl zvolen proto, že ve stejném intervalu probíhá aktualizace polohy vozidel ZZSHMP.

## 7. VÝSLEDKY

Výsledkem práce je mnou vytvořený systém, který umožňuje sledovat polohu pohybujících se vozidel ZZSHMP. Při tvorbě systému byly využity poznatky získané v teoretické části práce.

ZZSHMP používá k zjišťování polohy svých vozidel systém GPS. Data jsou pomocí technologie GPRS přenesena na datový server a uložena do databázového systému SQL Server 2000.

### 7.1 Složení systému

Systém se skládá ze šesti částí, které mezi sebou vzájemně komunikují (viz obr. 9).

#### 7.1.1 SQL Server 2000

V databázovém systému SQL Server 2000 byla vytvořena nová databáze, která byla nazvána Zachranka. Do ní byla následně vložena tabulka History obsahující „historická“ (off-line) data. Původní data byla uložena v textovém souboru, a proto je bylo nutné převést do jednotlivých záznamů tabulky History. K převedení byl použit nástroj Data Transformation Services Import/Export Wizard.

#### 7.1.2 Aplikace zajišťující datový přenos a úpravu dat

Dalším výsledkem práce je aplikace zajišťující datový přenos a úpravu dat. Aplikaci jsem vytvořil v Microsoft Visual Studio 2005 Professional za použití programovacího jazyka C#. Ten byl použit z toho důvodu, že se jedná o moderní objektově-orientovaný programovací jazyk, který velmi dobře komunikuje s SQL Serverem 2000. Jeho další výhodou je vysoká rychlost běhu aplikací a umožňuje též kvalitní zpracování dat ve formátu XML (URL (59)).

Aplikace hraje klíčovou roli v sestaveném systému. Zajišťuje připojení k databázi pomocí knihovny tříd ADO.NET, jež umožňují přístup k datům v technologii .NET.

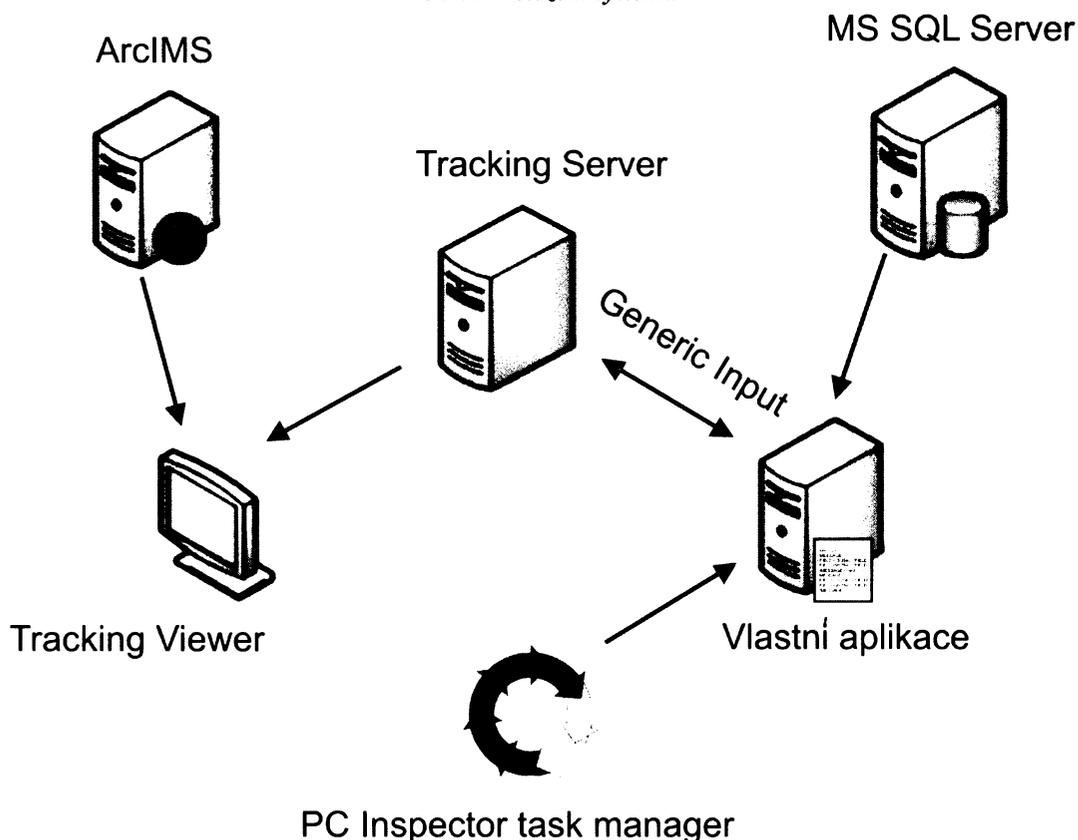
Dále byla do aplikace začleněna další funkce, která zajišťuje převod dat z databáze do formátu XML. Tento krok je důležitý, protože umožňuje TS rozpoznat jednotlivé přicházející datové zprávy.

Poslední funkce, která je součástí vytvořené aplikace, navazuje komunikaci s datovou linkou TS.

### 7.1.3 Tracking Server 1.1

Před použitím TS jej bylo nutné nakonfigurovat tak, aby byl schopen přijímat datové zprávy. Veškerá konfigurace byla prováděna v Tracking Server Manageru.

Obr. 9 – Složení systému



#### Tracking Server Connector

Nejprve bylo nutné nastavit TSC pro správnou komunikaci mezi TMS a TV. Port, na kterém komunikují, byl ponechán v původním nastavení, tj. 5506.

#### Definice datové zprávy

Aby bylo možné rozpoznat přicházející data, musela být nadefinována struktura nové datové zprávy. Byl zvolen typ datové zprávy pozorování (observation). Tento typ se používá pro datové zprávy obsahující časový údaj, což je náš případ. Datová zpráva byla pojmenována Sanitka, bylo zvoleno časové pásmo původu dat (GMT +01:00) a souřadnicový systém (WGS 84), němž byla data pořizena, a byly definovány atributy a jejich datové typy (viz obr. 10).

## Sledovací služba

Dalším z výsledků je vytvoření nové sledovací služby Sanitka, která využívá definice datové zprávy Sanitka (viz obr. 11). Byl zvolen jednoduchý typ sledovací služby. To znamená, že sledovací služba využívá pouze jednu definici datové zprávy obsahující časový údaj, geometrii a další atributy. Komplexní sledovací služba se používá v případech, kdy chceme k pozorování připojit statická atributová data (např. typ vozidla, jméno řidiče atd.).

Obr. 10 – Definice datové zprávy

Message Definition Editor

Name: Sanitka Observation

Message Definition ID: {FE2FEFA3-CB0C-4368-8B18-077968A69ADE}

Data Time Zone: (GMT+01:00) Belgrade, Bratislava, Budapest, Ljubljana, Prague

Adjust for Daylight Savings Time

Select the coordinate system: GCS\_WGS\_1984 Spatial Reference...

Event ID	Name	Type
<input type="checkbox"/>	Geometrie	Point
<input checked="" type="checkbox"/>	ID_Vozidla	String
<input type="checkbox"/>	Datum_cas	TimeStamp

Default MetaData Editor OK Cancel

Obr. 11 – Sledovací služba

Tracking Services Editor

Tracking Service Name: Sanitka

Tracking Service Type: Simple Complex

Message definition for observation: Sanitka

Message definition for object:

Object Data Source

OK Cancel

## Generic Input

Pro příjem polohových dat pohybujících se vozidel bylo nutné nakonfigurovat datovou linku GI. Zvolil jsem serverové nastavení, které naslouchá na portu 5555. Právě na tento port posílá data aplikace popsána v kapitole 7.1.2.

GI byla vybrána kvůli tomu, že umožňuje přijímat data ve formátu XML. Dále pak komunikace mezi GI a vytvořenou aplikací probíhá pomocí protokolu TCP/IP, čímž je zajištěno, že dojde k doručení všech dat.

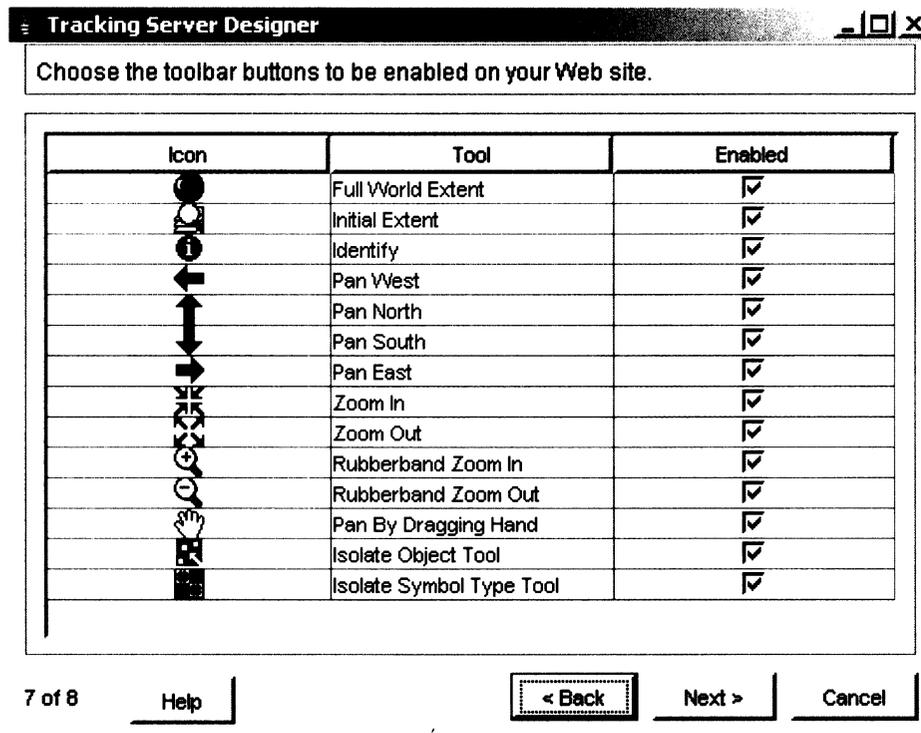
### 7.1.4 Tracking Viewer

Hlavním důvodem použití TV jako klientské aplikace, která bude zobrazovat polohu sanitních vozidel, byla skutečnost, že se jedná o tenkého klienta, pro jehož fungování stačí použít webový prohlížeč a mít nainstalovaný JVM (Java Virtual Machine). JVM umožňuje zpracování zabudovaného appletu ve webové stránce.

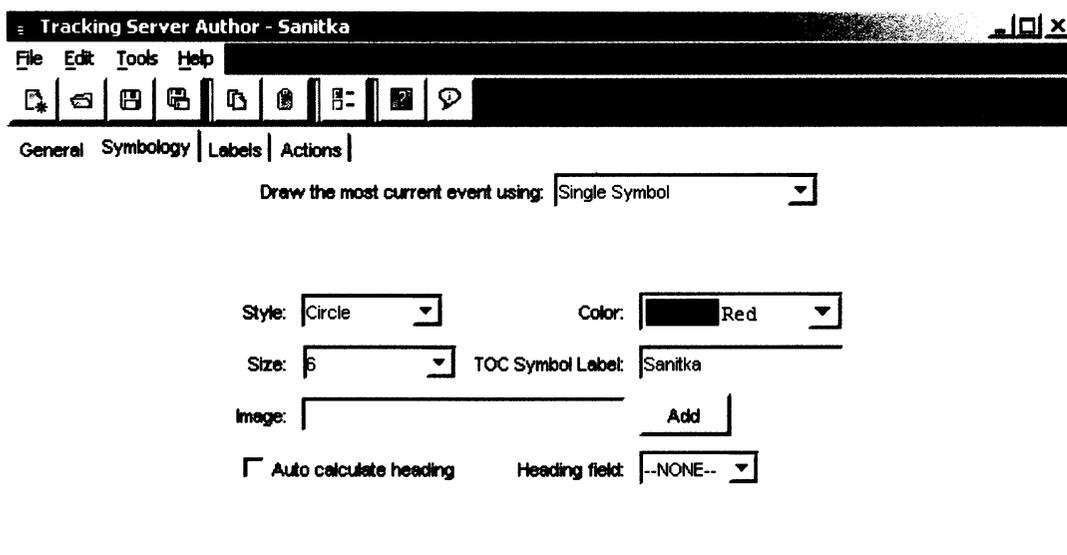
Webová stránka byla vytvořena pomocí TSD (viz obr. 12), kde bylo nutné nastavit různé vlastnosti, které byly popsány v kapitole 6.4.3.

K vizualizaci pohybujících se vozidel bylo využito teoretických poznatků a byly použity dynamické bodové znaky v rastrovém formátu. Návrh znaků byl realizován pomocí TSA (viz obr. 13).

Obr. 12 – Nastavení ovládacích prvků v TSD pro práci s mapou



Obr. 13 – Nastavení parametru znaku v TSA



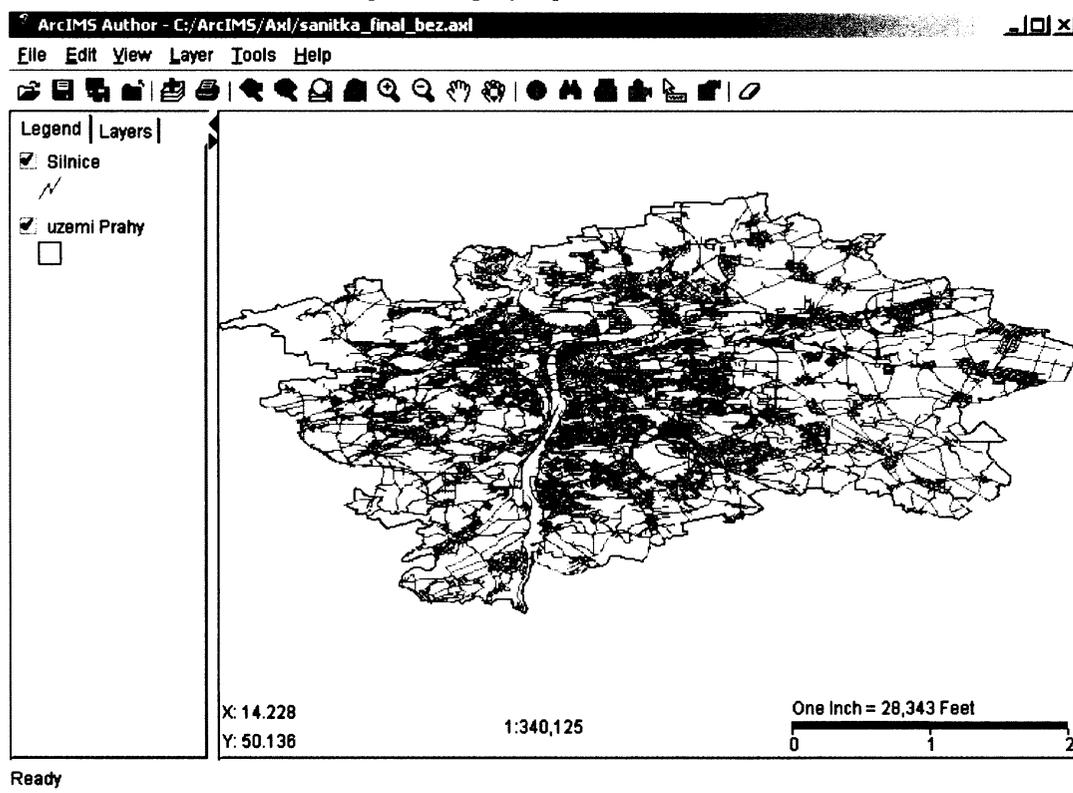
### 7.1.5 ArcIMS

Pomocí ArcIMS byly vytvořeny mapové podklady sloužící k vizualizaci polohy záchranných vozů v TV. K tvorbě mapových podkladů byla využita vektorová data. Jednalo se o uliční síť a katastrální území Prahy ve formátu SHP.

Grafický návrh mapových podkladů probíhal v ArcIMS Authoru (viz obr. 14). Poté bylo nutné vytvořit mapovou službu tak, aby ji TV byl schopen využít. Při tvorbě mapové služby byl použit ArcIMS Administrator.

Výsledkem práce v ArcIMS je služba, jež poskytuje digitální interaktivní dynamickou mapu, nad níž je následně vizualizována poloha pohybujících se vozidel.

Obr. 14 – Úprava mapových podkladů v ArcIMS Author



### 7.1.6 PC Inspector task manager

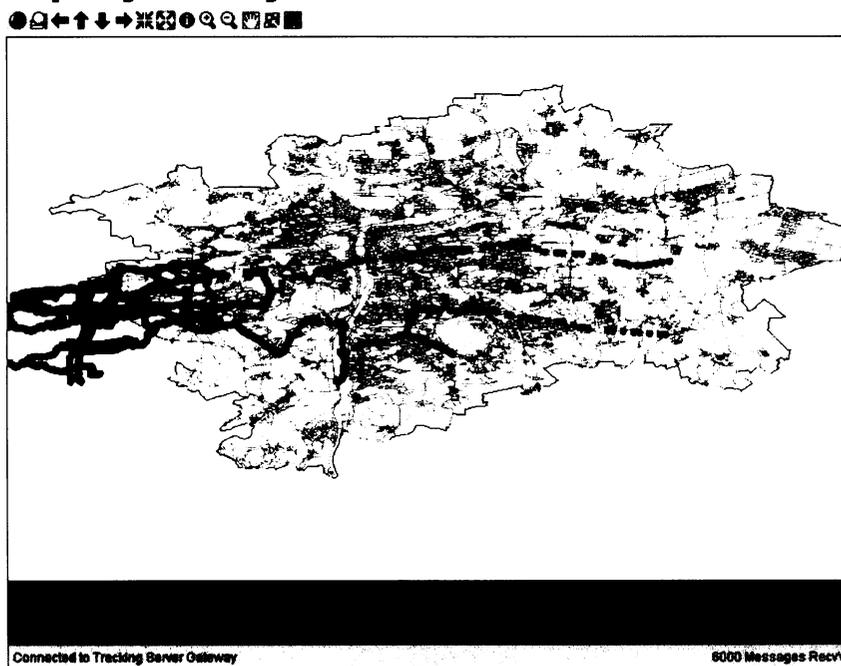
Za využití volně dostupného softwaru PC Inspector task manager byla vytvořena úloha nazvaná Sledování polohy, jež neustále v 10 vteřinovém intervalu spouští aplikaci zajišťující přenos a úpravu dat. Cílem této úlohy je zajistit načítání aktualizovaných dat.

## 7.2 Výsledná vizualizace

Výsledkem předcházejících kroků je vytvořená webová stránka se zabudovaným Java apletem zobrazující polohu pohybujících se záchranných vozů (viz obr. 15). Kvůli lepší přehlednosti byl zrekonstruován pohyb pouze jednoho sanitního vozu.

Obr. 15 – Zobrazení polohy vozidla v TV

### ZZSHMP: Sledování polohy záchranných vozidel



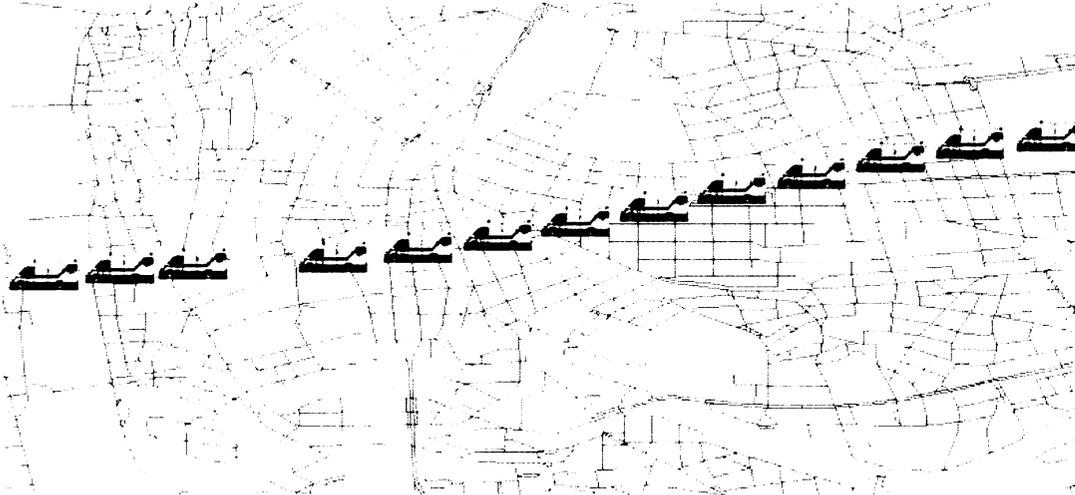
TV umožňuje základní práci s mapovým podkladem, jako např. přiblížení (viz obr. 16).

Obr. 16 – Zobrazení polohy vozidla v Tracking Viewer – detail



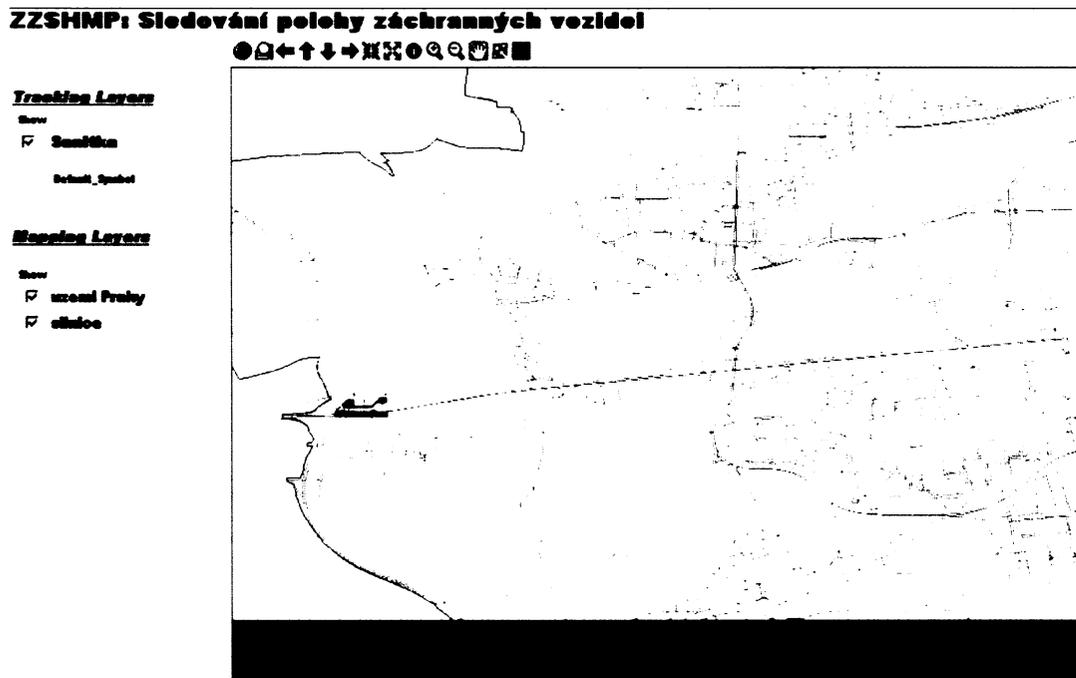
Místo jednoduchých bodových znaků lze použít vlastní rastrovou ikonu (viz obr. 17).

**Obr. 17 – Zobrazení polohy vozidla v Tracking Viewer – detail, ikona**

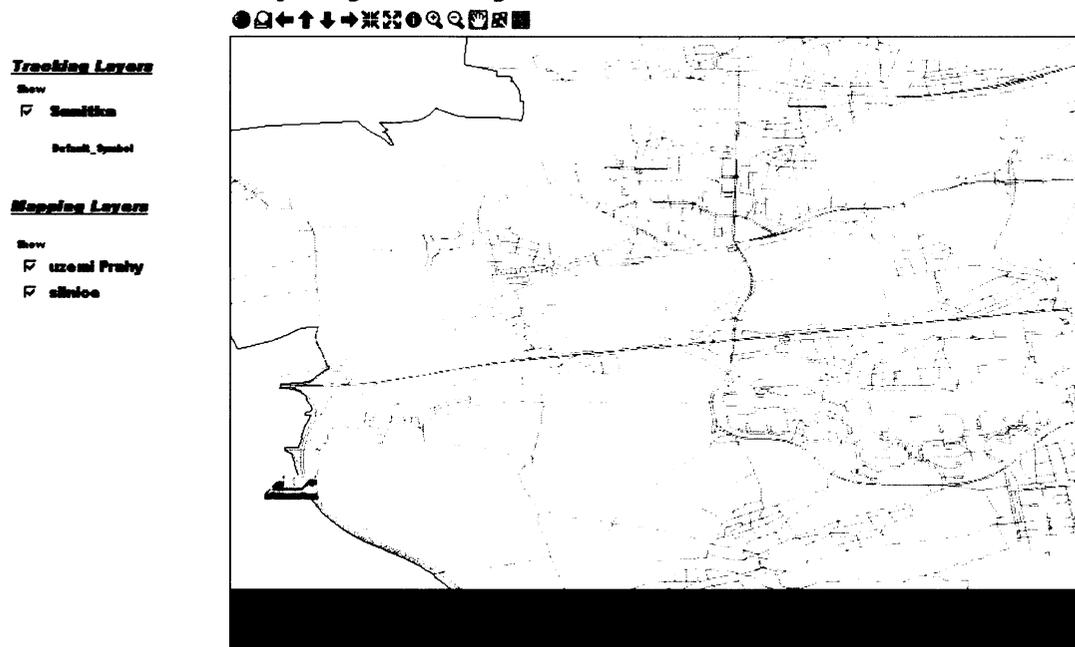


Při použití časového okna (Time Window), jehož vlastnosti se nastavují v TSA, je možné zobrazit pouze poslední získanou hodnotu, výsledkem je dynamický znak, který mění svou polohu (viz obr. 18).

**Obr. 18 a – Zobrazení změny polohy**



Obr. 18 b – Zobrazení změny polohy

**ZZSHMP: Sledování polohy záchranných vozidel****7.3 Zhodnocení výsledku vizualizace podle kartografických kritérií**

Ke zhodnocení výsledného grafického výstupu (viz obr. 16) byl použit postup, který navrhla Kozáková (URL (60)) pro kartografické hodnocení webových map.

Vlastní mapové pole je ohraničeno jednoduchým rámem, který neobsahuje žádné údaje. Z mimorámových údajů zcela chybí měřítko a tiráž. Název mapy je umístěn v levém horním rohu. Legenda se nachází vlevo od mapového pole a zobrazuje pouze popis znaků vyjadřujících pohybující se vozidla. Vrstvy mapového podkladu jsou sice v legendě uvedeny, ale chybí u nich symbol, kterým jsou znázorněny v mapě. Nadpisy v legendě jsou pouze v angličtině a nelze je změnit.

Výsledek vizualizace představuje dynamickou interaktivní mapu. K pohybu v mapě slouží sada interaktivních nástrojů umístěná v levé části nad mapovým polem. Ve výsledné mapě lze použít statický zoom.

Vlastní obsah mapy odpovídá jejímu předpokládanému použití. V mapě jsou užity tři vrstvy: sanitka, silnice a území Prahy. Rozsah podkladových vrstev (silnice, území Prahy) neumožňuje zobrazovat všechny sledované pohybující se objekty nad mapovým podkladem. Dále by bylo vhodné zobrazit názvy ulic a silnic pro zlepšení orientace v mapě.

Vytvořená webová mapa dostačuje účelům, ke kterým byla stvořena.

## 8. DISKUSE

Kapitola se zabývá porovnáním navrženého systému určeného ke sledování polohy vozidel a současných používaných komerčních řešení. Snažil jsem se nalézt i nekomerční řešení, která by se věnovala této problematice, ale bohužel se mi to nepodařilo.

Další část kapitoly se věnuje průzkumu situace sledování polohy vozidel u několika státních institucí, jež jsou součástí integrovaného záchranného systému. Výsledky tohoto průzkumu jsou uvedeny v kapitole 8.1.3.

Dále jsou hodnoceny slabé stránky vytvořeného systému a v závěru kapitoly jsou nastíněny možnosti rozšíření systému sledování vozidel.

### 8.1 Srovnání vytvořeného systému s ostatními komerčními řešeními

Systémy zabývající se sledováním polohy pohybujících se objektů zažívají v posledním desetiletí velký rozvoj. Impulsem pro tento rozmach bylo vypnutí selektivní dostupnosti systému GPS v roce 2000, která způsobovala záměrné znepresnění polohy pro civilní uživatele. Od této doby stoupá počet služeb nabízejících sledování polohy objektů právě pomocí GPS.

Na celém světě existují tisíce společností, jež nabízejí sledování a vizualizaci polohy pohybujících se objektů. Těmito objekty jsou v převážné míře dopravní prostředky. Zájem jsem soustředil na situaci na českém trhu, a proto jsem se zabýval pouze průzkumem řešení používaných tuzemskými společnostmi. Lze však usuzovat, že výsledky průzkumu situace v ČR odrážejí světové trendy.

#### 8.1.1 Komerční řešení používaná v České republice

Ke zjištění používaných řešení českých společností v systémech sledování polohy dopravních prostředků bylo osloveno 25 soukromých subjektů (viz příloha 2). Výběr těchto společností proběhl pomocí vyhledávání na internetu, kde hlavní objekty zájmů představovaly firmy zabývající se sledováním polohy vozidel.

Informace o systémech určených ke sledování polohy byly obdrženy pouze od 10 společností z celkově 25 oslovených. Informace o produktech společností, které se mnou nekomunikovaly, jsem se snažil dohledávat na internetu, to bylo ovšem někdy nemožné.

Tabulka 3 podává stručný přehled konkrétních řešení jednotlivých společností. Subjekty, jež neposkytly žádné informace a ani tyto informace nešlo zjistit jinde, nejsou v tabulce uvedeny.

### 8.1.2 Výsledky průzkumu

#### Získávání dat

Výsledky průzkumu jasně ukazují, že systém GPS je dominantní technologií používanou k získávání dat pohybujících se vozidel. Využívá ho 95 % zkoumaných subjektů. Svou popularitu získal zejména díky celosvětové dostupnosti, poskytování dat s dostačující přesností a také díky tomu, že jeho využívání není zpoplatněno.

Zbýlých 5 % zkoumaných subjektů používá k získávání dat jiné metody. Jedná se hlavně o systém GSM. Mezi zajímavosti, které byly během zpracování průzkumu objeveny, patří způsob zjišťování polohy firmy RACOM nazvaný Metro Porto. Jde o metodu určování polohy pomocí otáčení kol vozidla. Již z názvu je zřejmé, že tuto metodu lze využít pouze u kolejových dopravních prostředků.

Ve srovnání s dosaženými výsledky se jeví použití GPS k získání dat u ZZSHMP jako vhodné.

#### Přenos dat

Technologie využívané k přenosu dat z GPS na centrální zařízení nabízejí již více alternativ. Přesto zde největší podíl, celých 85 %, zaujímá technologie GPRS. Dále následuje technologie SMS. Ta se používá v systémech, kde dochází k přenosu dat za delší časový úsek. Některé firmy používají SMS jako záložní technologii v případě selhání GPRS.

Zbývající dvě technologie, radiový datový přenos (VHF, UHF) a satelitní přenos, nacházejí uplatnění v systémech, kde je kladen důraz na globální dostupnost (námořní a letecká doprava).

Také zde odpovídá technologie přenosu dat z vozidel ZZSHMP na centrální pracoviště současným trendům a dle mého názoru splňuje GPRS jak technické, tak ekonomické požadavky, které jsou na něj kladeny.

#### Databázové systémy

Při zjišťování používaných databázových systémů už byla situace komplikovanější. Většina firem tuto informaci nikde neuvádí. Je to zapříčiněno tím, že společnosti vycházejí vstříc svým zákazníkům a dokáží systém sledování polohy přizpůsobit jejich požadavkům. Využívají k tomu právě univerzální rozhraní.

V průzkumu vyšel jako nejpoužívanější databázový systém SQL Server 2000. Podle mého názoru, se jedná o shodu okolností, protože SQL Server 2000 poskytuje stejné možnosti manipulace s prostorovými daty jako ostatní platformy.

I v tomto bodě je systém používaný ZZSHMP k ukládání prostorových dat shodný s nejčastěji využívaným systémem jiných komerčních aplikací. Ovšem v případě ZZSHMP má volba SQL Serveru 2000 ryze praktické důvody. Využívá ho již jiná aplikace na ZZSHMP, a tak nebylo třeba nakupovat nový systém.

Tab. 3 – Přehled vlastností systémů sloužících ke sledování aktuální polohy vozidel

Společnost	Získ dat	Přenos dat	Databázový systém	Vizualizační software	Základní funkce softwaru	Mapové podklady
<b>2-W Radio</b>	GPS	GPRS, VHF, UHF	SQL Server 2000	NaviGate	on-line zobrazení vozidel, vykreslování ujeté trasy, načítání dat z historie, evidence vozidel, řidičů	Navigate, Geodézie ČR, rastrové i vektorové
<b>CDS CZ</b>	GPS	GPRS, SMS	Firebird	CDS systém	on-line zobrazení vozidel, sledování stavových hodnot vozidla, rekonstrukce trasy vozidla	Geodézie, PJ Soft, MapFactor, T-Mapy, MapX, vektorové i rastrové
<b>Conel</b>	GPS	GPRS, SMS	-	NaviGate	viz 2-W Radio	Navigate, rastrové i vektorové
<b>Digitech ČR</b>	GPS	GPRS	SQL Server 2000, Oracle, DB 2	TRACKMAN AGER	on-line zobrazení vozidel, sledování stavových hodnot vozidla, rekonstrukce trasy vozidla	CORMAP, vektorové
<b>Eurosat CS</b>	GPS, GSM	GPRS, SMS	SQL Server 2000	Auto-GPS	on-line zobrazení vozidel, sledování stavových hodnot vozidla, vyhledávání vozidel dle parametrů	TeleAtlas, Mapy.cz, Google Maps, rastrové i vektorové
<b>F&amp;B COMPANY</b>	GPS	GPRS	SQL Server 2000	Kniha jízd	on-line zobrazení vozidel, sledování stavových hodnot vozidla	vlastní, rastrové
<b>Fleetware</b>	GPS	GPRS	SQL Server 2000	NaviGate	viz 2-W Radio	Navigate, rastrové i vektorové
<b>Gepro</b>	GPS	GPRS, SMS, CDS	SQL Server 2000, Access	MISYS-CAR	on-line zobrazení vozidel, sledování stavových hodnot vozidla, rekonstrukce trasy vozidla,	Geodézie CS, Mapa Slovakia Plus, Tele Atlas, rastrové i vektorové
<b>GPS NAVIGACE REGA</b>	GPS	GPRS	-	MapFactor Navigator VT	on-line zobrazení vozidel	vektorové

Tab. 3 – Přehled vlastností systémů sloužících ke sledování aktuální polohy vozidel

Společnost	Získ dat	Přenos dat	Databázový systém	Vizualizační software	Základní funkce softwaru	Mapové podklady
<b>GS Nymburk</b>	GPS	GPRS	-	GS-Loc	on-line zobrazení vozidel, rekonstrukce trasy vozidla, sledování stavových hodnot vozidla	PJsoft, vektorové
<b>HELP SERVICE RS</b>	GPS	GPRS	PostgreSQL, MySQL	MAPLOG	on-line zobrazení vozidel, rekonstrukce trasy vozidla, sledování stavových hodnot vozidla	HSTopo, WMS služby, vektorové i rastrové
<b>KomTeS</b>	GPS	GPRS	-	NaviGate	viz 2-W Radio	Navigate, rastrové i vektorové
<b>LogisCarE</b>	GPS	GPRS, SMS	PostgreSQL	vlastní	on-line zobrazení vozidel	Mapstar, vektorové
<b>MapFactor</b>	GPS	GPRS		Map Explorer	on-line zobrazení vozidel, rekonstrukce trasy vozidla	vektorové
<b>NAM system</b>	GPS	GPRS	-	vlastní	on-line zobrazení vozidel	rastrové
<b>ORBCOMM</b>	GPS	satelitní síť ORBCOM M	-	ORBMap	on-line zobrazení vozidel, rekonstrukce trasy vozidla, sledování stavových hodnot vozidla	vektorové
<b>RACOM</b>	GPS, Metro Porto	VHF, UHF	MySQL, Oracle	vlastní	on-line zobrazení vozidel, rekonstrukce trasy vozidla	rastrové i vektorové
<b>T-Mobile</b>	GSM	SMS	-	T-Mobile Locator	on-line zobrazení vozidel	-
<b>Tranis</b>	GPS	GPRS, SMS	-	Lupus Tranis - Klient	on-line zobrazení vozidel, plánování tras, sledování stavových hodnot vozidla,	Lupus Tranis, vektorové

## Vizualizační software

Většina systémů sledování polohy je určena pro dispečerská pracoviště. Jedná se o aplikace typu klient-server, kde klient je tlustý. Některé aplikace (MAPLOG, CDS systém, MYSIS-CAR) umožňují přístup z internetu, v tomto případě jde o tenké klienty.

Zkoumané komerční aplikace nepředstavují klasické GIS, o kterých jsem se zmiňoval v předchozích kapitolách, ovšem definici GIS splňují. Největší zastoupení mezi vizualizačními aplikacemi má software NaviGate. Používá ho 20 % komerčních řešení. Jedná se o produkt, který podporuje formáty GIS (MicroStation, ArcGIS, Geomedia, MapInfo, OpenGIS) a který umožňuje připojení databázových a dalších mapových dat a jejich snadnou vizualizaci (URL (57)). Zbýlých 80 % společností využívá většinou svých vlastních aplikací.

Program Tracking Sever umožňuje také volbu mezi tlustým a tenkým klientem. Mezi jeho nevýhody patří spolupráce pouze s produkty společnosti ESRI, čímž zaostává za univerzálněji zaměřenými programy.

## Základní funkce vizualizačního softwaru

Všechny aplikace jsou schopny zobrazit okamžitou polohu pohybujících se vozidel. Dále nabízí základní funkce pro práci s mapou jako jsou: pohyb v mapě, přibližování/oddalování, zapínání/vypínání tematických vrstev či změnu podkladových map. Aplikace určené pro správu a řízení vozového parku umožňují rozlišení vozidla podle aktuálního pracovního stavu, sledování stavových hodnot vozidla (zpoždění, porucha, změna trasy), vyhledávání vozidel podle různých parametrů, zobrazení informací o vozidle či řidiči, uložení údajů týkajících se cesty do knihy jízd a zpracování off-line dat (rekonstrukce trasy vozidel).

V porovnání s výše uvedenými funkcemi TV výrazně zaostává. Umožňuje základní práci s mapou, poskytuje informace o vozidle a je schopen z uložených dat rekonstruovat trasu vozidel.

## Mapové podklady

Přibližně 50 % aplikací je schopno používat jak vektorové, tak mapové podklady. 40 % zobrazuje pohybující se vozidla na vektorových podkladech a zbylých 10 % využívá rastry.

Aplikace Tacking Viewer umožňuje zobrazovat polohu vozidel jak ve vektorovém, tak rastrovém mapovém podkladu. Její nevýhodou je, že mapové podklady jsou získávány pouze jako služby ArcIMS.

### 8.1.3 Systémy sledování polohy vozidel ve složkách integrovaného záchranného systému (IZS)

Jedním ze záměrů práce bylo také zjistit, jaké systémy používají ostatní složky IZS při sledování polohy vozidel. Bylo osloveno 26 subjektů (viz příloha 3), zda vůbec využívají nějaký systém ke sledování polohy záchranných vozidel a pokud ano, tak o jaký systém se jedná. Informace ovšem poskytly pouze čtyři subjekty.

HZS hlavního města Prahy a HZS Zlínského kraje sdělily, že polohu vozidel nesledují pomocí žádného systému.

HZS Jihočeského kraje používá systém Spojář, ve kterém jsou data získávána pomocí GPS. K přenosu je využita technologie GPRS a data jsou ukládána do databázového systému Oracle. Vizualizaci dat provádí aplikace GISel, která umožňuje základní práci s mapou a je schopna rozlišit pracovní stav (výjezd/klid) vozidla. Mapové podklady představují DMÚ 25, ZABAGED, ortofoto, silniční a dálniční síť ŘSD a údaje z ČSÚ. Jejich zpracování a prezentace probíhá pomocí mapového serveru ArcIMS.

ZZS kraje Vysočina používá ke sběru a přenosu dat systém Lupus (viz tab.3). Vizualizaci opět provádí GISel od společnosti T-mapy. Mapové podklady jsou stejné jako v předchozím případě. GISel představuje desktopový prohlížeč prostorových dat. Podporuje vektorová i rastrová data, tvorbu prostorových dotazů a využívání služeb WMS (URL (58)).

## 8.2 Kritické zhodnocení vytvořeného systému sledování polohy vozidel

Vytvořený systém určený ke sledování polohy vozidel je vhodně navržený. Zvolené technologie umožňují vizualizaci prostorových dat v dostatečné kvalitě.

Systém je možné bez problémů použít v anglické verzi operačního systému Windows Server 2003, ale kvůli problémům s diakritickými znaménky obsaženými v české verzi není možné v Tracking Manageru správně nadefinovat datovou zprávu. Tracking Server tedy není schopen přijímat žádná data a je nefunkční. K tomu, aby pracoval správně, bylo nutné nainstalovat anglickou verzi operačního systému. Lze předpokládat, že podobné problémy se budou vyskytovat i v jiných jazykových mutacích. Vývojáři Tracking Serveru již při uvolnění současné verze deklarovali, že ho je možné použít v jakékoli jazykové verzi. Bohužel se tak nestalo a lze jen doufat, že tento problém bude do vydání další verze Tracking Serveru vyřešen.

Další nedostatek vytvořeného systému lze spatřovat v omezených možnostech vizualizace mapových podkladů v aplikaci TV. Ta využívá pouze mapových služeb poskytovaných serverem ArcIMS. Je nutné, aby byl mapovým podkladům před zpracováním v ArcIMS nastaven stejný souřadnicový systém, jako mají prostorová data. Ani ArcIMS ani TV neumožňují následnou reprojekci mapových podkladů. Výhodné je používat souřadnicový systém WGS 84, ve kterém přicházejí data z GPS.

Původním záměrem při tvorbě mapového podkladu bylo využití mapových služeb Portálu veřejné správy. Ovšem vyskytla se dvě omezení. První z nich je, že podkladové mapy používají souřadnicový systém JTSK. Druhým omezením bylo opět jazykové a regionální nastavení operačního systému. Podkladové mapy z Portálu veřejné správy obsahují jako oddělovač desetinných míst souřadnic čárku, kdežto TV vyžaduje tečku. Proto bylo přistoupeno k tvorbě vlastních služeb ArcIMS.

Dalším záměrem tohoto projektu bylo vybudovat systém umožňující sledování aktuální polohy vozidel ZZSHMP v reálném čase. To znamená, že by docházelo k vizualizaci okamžitých (real-time) dat. Bohužel z organizačních a časových důvodů toto nebylo možné. Proto byla při vývoji projektu použita pouze off-line data.

Lze však usuzovat, že nasazení tohoto systému do reálného provozu by mělo proběhnout bez komplikací. Při tvorbě projektu byl kladen důraz na totožné nastavení jednotlivých částí systému tak, jak se vyskytují v reálné situaci. Navržené řešení by tedy při použití v praxi nemělo vyžadovat další úpravy.

Jediným problémem, který by se mohl při nasazení systému v reálné situaci objevit, by mohlo být načítání dat z databázového systému. Aktualizace polohy vozidel se provádí každých 10 vteřin. Ovšem u každého vozidla to může být v jinou dobu. Mohla by tedy nastat situace, že databáze by byla neustále aktualizována a aplikace zajišťující přenos dat na Tracking Server by do ní neměla přístup.

### **8.3 Možnosti rozšíření současného systému**

Navržený systém lze funkčně rozšířit tak, že se místo tenkého klienta TV použije Tracking Analyst. Tím získáme nástroje umožňující časoprostorovou analýzu dat a rozšíří se i možnosti vizualizace prostorových dat (např. animace).

Dále je možné vytvořit vlastní klientskou aplikaci, jež bude zobrazovat příchozí data z Tracking Serveru. Při tvorbě aplikace lze využít sadu produktů MapObjects od společnosti ESRI.

Vylepšení celého systému by jistě zajistilo i rozšíření aplikace zajišťující přenos a úpravu dat tak, aby docházelo k jejímu automatickému opakovanému spouštění bez nutnosti použití dalšího softwaru.

K rozšíření obsahu zobrazených informací by jistě přispěla i vizualizace stavových hodnot, tzn. pomocí změny parametru (barva, velikost atd.) znaku vyjádřit, zda má vozidlo výjezd, či zda veze pacienta apod.

## 9. ZÁVĚR

Práce se zabývá dynamickou vizualizací prostorových dat pohybujících se objektů. Cílem práce bylo zhodnocení dostupných metod a sestavení metodického postupu vedoucího k vizualizaci pohybujících se objektů.

Teoretická část práce začíná uvedením do problematiky vizualizace. Následuje přehled vizualizačních technik v závislosti na typu dat. Poté jsou uvedeny současné metody používané při zobrazování polohy pohybujících se objektů. Práce se zabývá také hodnocením postupů, které předcházejí samotné vizualizaci a které mohou ovlivnit její výslednou podobu. Jedná se o metody získávání dat, jejich přenosu a ukládání do databázového systému a také jejich distribuci jednotlivým uživatelům.

Dále je uveden přehled GIS produktů, které představují nejpoužívanější nástroj k vizualizaci prostorových dat. Část věnující se sestavení metodického postupu uvádí, jaké možnosti mohou nastat, hodnotí jejich vlastnosti a pokouší se o výběr takové metody, jež je pro vizualizaci pohybujících se objektů nejvhodnější. Stejný postup je použit při návrhu systému, který se již konkrétně zabývá zobrazením polohy záchranných vozidel.

Výsledkem teoretické části práce je metodický postup, jenž podává výčet používaných metod, a tam, kde je to možné, navrhuje nejvhodnější řešení vedoucí k vizualizaci pohybujících se objektů.

Praktická část plynule navazuje na teoretickou a snaží se implementovat získané poznatky v praxi. Cílem praktické části je sestavení systému, jež bude schopen zobrazovat polohu vozidel Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy. Aplikace teoretických poznatků probíhala však v omezené míře, jelikož vytvářený systém představoval pilotní projekt, na kterém spolupracovala ZZSHMP a ARCDATA PRAHA, a řada skutečností byla předem určena.

Základním prvkem celého systému je softwarový produkt Tracking Server. Ten představuje rozhraní, které přijímá polohová data a předává je klientským aplikacím k vizualizaci.

Součástí praktické části bylo také vytvoření aplikace, jež zajišťuje komunikaci právě s Tracking Serverem. Dále tato aplikace umožňuje načítání dat z databáze a jejich konverzi do předem definované podoby nutné pro jejich dynamické zobrazování. K dynamické vizualizaci byla použita aplikace Tracking Viewer, která pomocí zabudovaného Java apletu umožňuje zobrazení pohybujících se vozidel. Podkladové mapy byly vytvořeny v programu ArcIMS a Tracking Vieweru byly poskytnuty v podobě mapových služeb. Posledním článkem celého systému je software PC Inspector task manager, jenž z důvodu načítání aktuálních dat umožňuje automatické opakované spuštění aplikace zajišťující přístup k datům.

Výsledkem praktické části práce je funkční systém, jež umožňuje zobrazovat polohu záchranných vozidel.

Cíle stanovené jak v teoretické, tak v praktické části se podařilo splnit.

V závěru práce byl proveden průzkum českých komerčních produktů, které se zabývají sledováním a vizualizací polohy pohybujících se vozidel. Při porovnání výsledků průzkumu s navrženým systémem bylo zjištěno, že navržený systém používá stejné metody a techniky vedoucí k zobrazení polohy pohybujících se vozidel. Dále byla snaha porovnat vytvořený systém s jinými systémy ostatních složek IZS, ovšem většina oslovených složek neposkytla žádné informace.

Z organizačních důvodů nebylo možné vyzkoušet funkčnost systému v reálném nasazení na on-line datech. Před jeho „ostrým“ použitím na ZZSHMP je proto nutné provést ještě testování, které může odhalit případné nedostatky a vyřešit je.

Další výzkum zabývající se problematikou dynamické vizualizace pohybujících se objektů může na tuto práci navázat v mnoha oblastech. Příkladem může být vytvoření funkční databáze pohybujících se objektů, navržení a vytvoření vlastní aplikace zobrazující objekty, jejichž poloha se dynamicky mění, apod.

Navržený systém by měl usnadnit a hlavně urychlit rozhodovací procesy v krizových situacích, kdy každá vteřina může zachránit život.

## PRAMENY

### Knihy

BENEŠ, Bedřich, et al. *Vizualizace*. Praha : ČVUT, 1997. 197 s. ISBN 80-01-01582-3.

BLOK, Connie A. *Dynamic visualization variables in animation to support monitoring of spatial phenomena*. Utrecht/Enschede : International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, 2005. 188 s. ISBN 90-6809-367-3.

BY, Rolf A. de, et al. *Principles of Geographic Information Systems*. Rolf A. de By. 3rd edition. Enschede : ITC, 2004. 226 s. ISBN 90-6164-226-4.

ČAPEK, Richard. *Geografická kartografie*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1992. 373 s. ISBN 80-04-25153-6.

DYKES, Jason, MACEACHREN, Alan M., KRAAK, Menno-Jan. *Exploring Geovisualization*. Amsterdam : Elsevier, 2005. 710 s. ISBN 0-08-044531-4.

ELZAKKER, Corné P. J. M. van. *The use of maps in the exploration of geographic data*. Utrecht/Enschede : Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, 2004. 206 s. ISBN 90-6809-357-6.

ESRI. *What Is Tracking Server? : An ESRI White Paper*. Redlands : [s.n.], 2005. 15 s.

FOX, Dan. *Naučte se ADO.NET za 21 dní*. Praha : Computer Press, 2002. 508 s. ISBN 80-7226-772-8.

KOLÁŘ, Jan. *Geografické informační systémy 10*. Praha : ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02687-6.

KRAAK, Menno-Jan, ORMELING, Ferjan. *Cartography : visualization of geospatial data*. 2nd edition. Harlow : Prentice Hall, 2003. 205 s. ISBN 0-13-088890-7.

LONGLEY, Paul A., et al. *Geographical Information Systems and Science*. 2nd edition. Chichester : John Wiley & Sons, 2005. 517 s. ISBN 0-470-87001-X.

MUEHRCKE, Phillip C. *Map use: reading, analysis, interpretation*. 3rd edition. Madison : JP Publications, 1992. 631 s. ISBN 0-9602978-3-9.

MURDYCH, Zdeněk. *Tematická kartografie : dočasná vysokoškolská učebnice* . Praha : Ministerstvo školství ČSR, 1988. 248 s.

PETERSON, Michael P. Cognitive Issues in Cartographic Visualization. In *Visualization in Modern Cartography*. Oxford : Pergamon, 1994. The Context for the Development of Geographic and Cartographic Visualization. s. 27-43. ISBN 0-08-042415-5.

POKORNÝ, Jaroslav. *Databázové systémy*. Praha : ČVUT, 2003. 148 s. ISBN 80-01-02789-9.

SHEKHAR, Shashi, CHAWLA, Sanjay. *Spatial databases: a tour* . Upper Saddle River : Prentice Hall, 2003. 262 s. ISBN 0-13-017480-7.

SMUTNÝ, Jaroslav. *Geografické informační systémy*. Brno : CERM, 1998. 66 s. ISBN 80-214-0977-0.

STANKOVIČ, Jan, VOJTEK, David, HANSILAN, Jiří. *Mobilní*. [s.l.] : [s.n.], 2005. 92 s.

TAYLOR, D.R. Fraser. Perspectives on Visualization and Modern Cartography. In *Visualization in Modern Cartography*. Oxford : Pergamon, 1994. The Future of Cartographic and Geographic Visualization. s. 333-341. ISBN 0-08-042415-5.

TURK, A. *Visualization in Geographical Information Systems*. H. M. Hearnshaw, D. J. Unwin. Chichester : Wiley, 1994. ISBN 0-471-94435-1. Cogent GIS Visualizations, s. 26-33.

VEVERKA, Bohuslav. *Topografická a tematická kartografie 10*. Praha : ČVUT, 2001. 220 s. ISBN 80-01-02381-8.

VISVALINGAM, M. *Visualization in Geographical Information Systems*. H. M. Hearnshaw, D. J. Unwin. Chichester : Wiley, 1994. ISBN 0-471-94435-1. Visualisation in GIS, Cartography and ViSC, s. 18-25.

VOŽENÍLEK, Vít. *Cartography for GIS : geovisualization and map communication*. Olomouc : Univerzita Palackého, 2005. 142 s. ISBN 80-244-1047-8.

WOOD, J. *Visualization in Geographical Information Systems Visualizing*. H. M. Hearnshaw, D. J. Unwin. Chichester : Wiley, 1994. ISBN 0-471-94435-1. Contour Interpolation Accuracy in Digital Elevation Models, s. 168-181.

ŽÁRA, Jiří, et al. *Moderní počítačová grafika*. 2. přeprac. vyd. Brno : Computer Press, 2005. 609 s. ISBN 80-251-0454-0.

## Časopisy

RHYNE, T. M. Going Virtual with Geographic Information and Scientific Visualization. *Computers & Geosciences*. 1997, vol. 23, no. 4, s. 489-491.

## Akademické práce

SCHNEIDER, Michal. *Univerzální rozhraní pro databáze podporující prostorová data*. Praha, 2006. 101 s. Univerzita Karlova. Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie. Diplomová práce.

VELICKÝ, Tomáš. *Datové přenosy po GSM sítích, technologie HSCSD, GPRS a UMTS*. [s.l.], 2002. 68 s. Jihočeská univerzita. Diplomová práce. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <<http://home.pf.jcu.cz/~pepe/Diplomky/velicky.pdf>>.

ZABILKOVÁ, Kateřina. *Využití SVG pro kartografické znázornění*. [s.l.], 2005. 110 s. Západočeská univerzita v Plzni. Diplomová práce. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[www.gis.zcu.cz/studium/dp/2005/Zabilkova\\_VyuzitiSVGProKartografickeZnazorneniCharakteristikDopravy\\_DP.pdf](http://www.gis.zcu.cz/studium/dp/2005/Zabilkova_VyuzitiSVGProKartografickeZnazorneniCharakteristikDopravy_DP.pdf)>.

## Internet

- URL (1) *Terminologická komise CUZK* [online]. 2005-2006 [cit. 2007-05-23]. Dostupný z WWW: <[www.vugtk.cz/termkom/indtk.html](http://www.vugtk.cz/termkom/indtk.html)>.
- URL (2) *Visualization : Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 2007 [cit. 2007-05-23]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Visualization>>.
- URL (3) *International Cartographic Association Commission on Visualization and Virtual Environments* [online]. 2000-2003 [cit. 2007-05-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.geovista.psu.edu/sites/icavis/agenda/index.html>>.
- URL (4) ČERBA, Otakar. *Kartografické znaky* [online]. 2006 [cit. 2007-06-26]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[http://gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/kartograficke\\_znaky.pdf](http://gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/kartograficke_znaky.pdf)>.
- URL (5) *Web 3D consortium* [online]. [2003] [cit. 2007-07-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.web3d.org/about/overview/>>.
- URL (6) *OpenGL : Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 2001 , 12.6.2007 [cit. 2007-07-18]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/OpenGL>>.

- URL (7) KALUŽA, Radovan. *OpenGL* [online]. 2006 [cit. 2007-07-18]. Dostupný z WWW: <<http://radovan.blogger.cz/informatika/graficky-orientovane-IS/OpenGL>>.
- URL (8) VOŽENÍLEK, Vít. *Zásady tvorby mapových výstupů* [online]. 2002 [cit. 2007-06-27]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[http://gis.vsb.cz/PAN/Skoleni\\_Texty/TextySkoleni/kartografie.pdf](http://gis.vsb.cz/PAN/Skoleni_Texty/TextySkoleni/kartografie.pdf)>.
- URL (9) *Soustava souřadnic : Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2002 , 15.7.2007 [cit. 2007-07-17]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Poloha\\_bodu](http://cs.wikipedia.org/wiki/Poloha_bodu)>.
- URL (10) *GPS - Stránka o satelitní navigaci* [online]. [2000] [cit. 2007-07-17]. Dostupný z WWW: <<http://gps.slansko.cz/>>.
- URL (11) *Vyhodnocení zvolené trasy mobilního telefonu při známém cíli cesty* [online]. [2005] [cit. 2007-07-18]. Dostupný z WWW: <[http://gis.vsb.cz/GISacek/GISacek\\_2005/Sbornik/lukes/lukes.html](http://gis.vsb.cz/GISacek/GISacek_2005/Sbornik/lukes/lukes.html)>.
- URL (12) *MobilMania.cz - Jak určit polohu mobilního telefonu* [online]. 2004 [cit. 2007-07-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.mobilmania.cz/default.aspx?article=1107567>>.
- URL (13) *Internet pro všechny : EDGE* [online]. c2002-2006 [cit. 2007-07-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.internetprovsechny.cz/tech.php?ts=EDGE&cid=111>>.
- URL (14) POKORNÝ, Martin. *Vyvíjíme databázový a informační systém IV.* [online]. 2004 [cit. 2007-07-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.dbsvet.cz/view.php?cisloclanku=2004052601>>.
- URL (15) ŠIROKÝ, Jaromír. *Databázové systémy* [online]. 2004 [cit. 2007-07-30]. Dostupný z WWW: <[http://homen.vsb.cz/~s1i95/ISVDAS/IS/IS\\_db\\_sys.htm](http://homen.vsb.cz/~s1i95/ISVDAS/IS/IS_db_sys.htm)>.
- URL (16) FARANA, Radim. *Databázové systémy* [online]. 1995 [cit. 2007-07-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.fs.vsb.cz/books/dbacc20/dbacc01.htm#dbacc0211>>.
- URL (17) KUTÁČ, Daniel. *Jak objektové databáze podporují škálovatelnost poprvé* [online]. 2006 [cit. 2007-07-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.dbsvet.cz/view.php?cisloclanku=2006051501>>.
- URL (18) KUTÁČ, Daniel. *Jak objektové databáze podporují škálovatelnost poprvé* [online]. 2006 [cit. 2007-07-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.dbsvet.cz/view.php?cisloclanku=2006051501>>.
- URL (19) PECH, Václav. *Prostorové SQL: Dotazovací a prezentační jazyk* [online]. 1997 [cit. 2007-07-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.ms.mff.cuni.cz/~vpec4329/spaceSQL.html>>. URL (20) *IBM - Informix Dynamic Server (IDS)* [online]. 2007 [cit. 2007-08-31]. Dostupný z WWW: <<http://www-306.ibm.com/software/data/informix/ids/>>.

- URL (20) ŠEDO, Jan. *Všechny (databázové) mouchy jednou ranou - ODBC - základy* [online]. c2002-2004 [cit. 2007-08-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.pcsvet.cz/art/article.php?id=2089>>.
- URL (21) NEJEDLÝ, Petr. *JDBC - Java Database Connectivity* [online]. [2005] [cit. 2007-08-02]. Dostupný z WWW: <<http://nb.vse.cz/~zelenyj/it380/eseje/xnejp03/JDBC.htm>>.
- URL (22) *Aplikační servery* [online]. c2005 [cit. 2007-08-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.web4company.cz/technologie/aplika%C4%8Dn%C3%ADservery/tabid/125/Default.aspx>>.
- URL (23) *ArcGIS 9 : Understanding ArcSDE* [online]. c1999-2005 [cit. 2007-08-03]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[http://downloads.esri.com/support/documentation/sde\\_/1009Understanding\\_ArcSDE.pdf](http://downloads.esri.com/support/documentation/sde_/1009Understanding_ArcSDE.pdf)>.
- URL (24) *MapInfo SpatialWare - Features* [online]. c2006 [cit. 2007-08-03]. Dostupný z WWW: <<http://extranet.mapinfo.com/products/Features.cfm?ProductID=1141>>.
- URL (25) *Autodesk GIS Design Server - Platform Requirements* [online]. c2007 [cit. 2007-08-03]. Dostupný z WWW: <<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=969524>>.
- URL (26) *LIDS Server* [online]. c1997-2007 [cit. 2007-08-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.berit.cz/products/lids/lids.htm>>.
- URL (27) *GS technologie - GIS na bázi RDBMS* [online]. c2001-2006 [cit. 2007-08-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.geostore.cz/publikace.asp>>.
- URL (28) *CubeSTOR Spatial Data Warehouse* [online]. 2004 [cit. 2007-08-03]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <<http://www.cubewerx.com/main/PDFs/CubeSTOR.pdf>>.
- URL (29) JIANG, B., HUANG, B., VASEK, V. Geovisualisation for planning support systems. *Planning Support Systems in Practice* [online]. 2003 [cit. 2007-05-28], s. 177-191. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <<http://www.hig.se/~bjg/Jiang-Springer1.pdf>>.
- URL (30) *Comparison of GIS software - Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 2007 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_GIS\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_GIS_software)>.
- URL (31) *ArcGIS Desktop Help 9.2 - Data formats supported in ArcGIS* [online]. 2006 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Data\\_formats\\_supported\\_in\\_ArcGIS](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Data_formats_supported_in_ArcGIS)>.
- URL (32) *GeoMedia* [online]. 2005 [cit. 2007-08-04]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <<http://www.intergraph.com/literature/geomedia.pdf>>.

- URL (33) *MicroStation GeoGraphics* [online]. [2001] [cit. 2007-08-04]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[http://www.eomap.ee/info/MicroStationGeoGraphics\\_tech\\_profile.pdf](http://www.eomap.ee/info/MicroStationGeoGraphics_tech_profile.pdf)>.
- URL (34) *MapInfo Professional - Overview* [online]. c2006 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://extranet.mapinfo.com/products/Overview.cfm?productid=1044&productcategoryid=1>>.
- URL (35) *Autodesk - AutoCAD Map 3D - Funkce a specifikace* [online]. c2007 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.autodesk.cz/adsk/servlet/index?siteID=551663&id=8903295>>.
- URL (36) *Import and Export Tools* [online]. c2006 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.clarklabs.org/products/Import-and-Export-Tools.cfm>>.
- URL (37) *52north - ILWIS 3.4 User Documentation* [online]. c2007 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <[http://52north.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=149&Itemid=127](http://52north.org/index.php?option=com_content&task=view&id=149&Itemid=127)>.
- URL (38) ŽIDEK, Vladimír. *Výuka geoinformačních technologií na vysokých školách – komerční, nekomerční nebo svobodný software?* [online]. 2006 [cit. 2007-08-04]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[http://gis.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2007/sbornik/Referaty/Sekce9/Zidek\\_kor.pdf](http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce9/Zidek_kor.pdf)>.
- URL (39) *GRASS GIS: About* [online]. c1999-2007 [cit. 2007-08-04]. Dostupný z WWW: <<http://grass.itc.it/intro/general.php>>.
- URL (40) *Pár kapek Javy : Distribuované (objektové) systémy* [online]. c1999 [cit. 2007-08-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.ataco.cz/perina/parkapek/Chapter13/Chap13.html>>.
- URL (41) *Metatags.TLD : Metatags Dictionary* [online]. 2006 [cit. 2007-08-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.metatags.ch/dictionary>>.
- URL (42) MUKNŠNÁBL, Josef. *Ukládání a zpracování dat* [online]. 2001 [cit. 2007-08-05]. Dostupný z WWW: <<http://reboot.cz/howto/database/ukladani-a-zpracovani-dat/articles.html?id=148>>.
- URL (43) PETR, Leština. *Přehled softwarových řešení* [online]. c2005 [cit. 2007-08-05]. Dokument ve formátu PPS. Dostupný z WWW: <<http://www-05.ibm.com/cz/events/academy/>>.
- URL (44) ŠTUMPF, Jindřich. *Webové služby a XML* [online]. c2001-2007 [cit. 2007-08-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.systemonline.cz/sprava-it/webove-sluzby-a-xml.htm>>.
- URL (45) *Sada protokolů Internetu - Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2007 [cit. 2007-08-05]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Sada\\_protokol%C5%AF\\_Internetu](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sada_protokol%C5%AF_Internetu)>.

- URL (46) *Komunikační protokoly - PC Svět* [online]. c2000-2005 [cit. 2007-08-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.pcsvet.cz/art/article.php?id=5242>>.
- URL (47) *Fleetware - sledování vozidel pomocí GPS, sledování objektů pomocí GPS, monitoring vozidel, kontrola pohybu vozidla, fleetmanagement, Car Position RealTime* [online]. c2006 [cit. 2007-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.komtes.cz/fleetware-sledovani-vozidel.php>>.
- URL (48) *Orbcomm Czech Republic* [online]. c2002-2007 [cit. 2007-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.orbcomm.cz/index.php?ad=21>>.
- URL (49) WOLFSON, Ouri, et al. *Moving Objects Databases: Issues and Solutions* [online]. [2000] [cit. 2008-08-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.citace.com/apl-www.php>>.
- URL (50) *Introduction - SVG 1.1* [online]. 2003 [cit. 2007-08-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3.org/TR/SVG/intro.html>>.
- URL (51) *Poloha vlaku - České dráhy, a.s.* [online]. 2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.cdrail.cz/GVD/mapa/mapa.svgz>>.
- URL (52) *VLAKY.NET* [online]. c2007 [cit. 2007-08-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.vlaky.net/servis/poloha.asp>>.
- URL (53) TALICH, Milan. *Webové služby a aplikace XML* [online]. 2004 [cit. 2007-08-17]. Dokument ve formátu PDF. Dostupný z WWW: <[http://www.inforum.cz/inforum2004/pdf/Talich\\_Milan.pdf](http://www.inforum.cz/inforum2004/pdf/Talich_Milan.pdf)>.
- URL (54) *Geography Markup Language | OGC®* [online]. c1994-2007 [cit. 2007-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>>.
- URL (55) *Web Map Service | OGC®* [online]. c1994-2007 [cit. 2007-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>.
- URL (56) JIRÁNEK, Jan. *WMS - vše o WMS, vyhledávání a více* [online]. c2007 [cit. 2007-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://geo2.fsv.cvut.cz/wms/index.php?menu=wmsobdobne>>.
- URL (57) *Position s.r.o.: software NaviGate, mapy, vizualizace databází, sledování vozidel* [online]. c2000-2006 [cit. 2007-08-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.position.cz/products/navigate/popis.php>>.
- URL (58) *T-MAPY spol. s r.o. Hradec Králové - GISel* [online]. c1999-2007 [cit. 2007-08-28]. Dostupný z WWW: <[http://www.tmapy.cz/public/tmapy/cz/\\_software/desktop/gisel\\_modules.html](http://www.tmapy.cz/public/tmapy/cz/_software/desktop/gisel_modules.html)>.
- URL (59) KOUBA, Tomáš. *Java.NET: Co dnes použít při vývoji desktop aplikace? Javu nebo C#?* [online]. 2004 [cit. 2007-08-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.neo.cz/~tomas/java.net/2004/05/co-dnes-pout-pi-vvoji-desktop-aplikace.html>>.
- URL (60) KOZÁKOVÁ, Magdaléna. *Kartografické hodnocení webových map* [online]. 2005 [cit. 2007-08-30]. Dostupný z WWW: <[http://gis.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_2005/Sbornik/cz/Referaty/kozakova.pdf](http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_2005/Sbornik/cz/Referaty/kozakova.pdf)>.

## Příloha 1 – Podporované datové formáty jednotlivých GIS

### ArcGIS Desktop

*vektorový:* SHP, DGN, DWG, DXF, TIN  
*rastrový:* IMG, OVR, LGG, BSB, CADRG, CIB, DIGEST, DTED, ERS, ECW, GIS, LAN, IMG, RAW, BIL, BIP, BSQ, STK, GIF, HDF, RST, CIT, COT, JPEG, JP2, SID, NITF, NTF, MAP, PIX, PNG, RPF, TIFF, DEM, BMP, XPM  
*jiný:* SDC, SDE, TXT, VPF, ADS, DFAD, DIME, DLG, ETAK, GIRAS, IGDS, IGES, MOSS, S-57, SLF, TIGER,

### GeoMedia

*vektorový:* DGN, DWG, DXF, SHP, TAB  
*rastrový:* TIFF, BMP, DIB, FLC, FLI, GIF, JPG, MIL, PNG, RLE, RST, TGA, ECW  
*jiný:* WFS, WMS, GML

### Microstation GeoGraphics

*vektorový:* DGN, DWG, E00, MIF/MID, SHP  
*rastrový:* GeoTIFF, ECW, MrSID

### MapInfo Professional

*vektorový:* TAB, WMF, MIF/MID, DXF, DGN, SHP, E00, VPF, SDTS, MIG  
*rastrový:* BMP, JPG, TIFF, BIL, SID, PNG, PSD, ECW, SID, ECW, IMG, GIF, JP2, ADRG, CADRG, CIB, ASRP, NTIF, DEM, DTED  
*jiný:* VMGrid, GTOPO30, TXT, XLS, WKS, DBF, MDB, PDF, GML, XML

## **Autodesk – AutoCAD Map 3D**

*vektorový:* SHP, MIF/MID, DGN, DXF,SDF

*rastrový:* TIF, BMP, DIB, FLC, FLI, GIF, GP4, JPG, MIL, PCT, PCX, PNG, RLE, RST, TGA , ECW, SID

## **IDRISI**

*vektorový:* DXF, SHP

*rastrový:* TIFF, SAC, CAP, BMP, JPG, IMG, LAN, GIS, ERS, ECW

*jiný:* NLAPS, FAST, HDF, DLG, BNA,GRD

## **ILWIS**

*vektorový:* DXF, SHP

*rastrový:* TIFF, GIS, LAN, BMP, PCX, GIF, DIG

*jiný:* DBF

## **GRASS**

*vektorový:* E00, SHP, BIL, DLG, DXF, DXF3D, GMT, GPS-ASCII, DEM, RST, MOSS, MIF, VRML

*rastrový:* GIF, GMT, TIF, PNG, LAN, Vis5D, GRD, SAR, SRTM, HDF, NHAP

Zdroj : URL (31), URL (32), URL (33), URL (35), URL (36), URL (37), URL (39)

## Příloha 2 – Oslovené společnosti

2-W Radio	<a href="http://www.2-wradio.cz">http://www.2-wradio.cz</a>
CDS CZ, s.r.o.	<a href="http://www.cdscz.cz">http://www.cdscz.cz</a>
Conel, s.r.o.	<a href="http://www.conel.cz">http://www.conel.cz</a>
Digitech ČR, s.r.o.	<a href="http://www.digitech.cz">http://www.digitech.cz</a>
Eurosat CS, spol. s r.o.	<a href="http://www.auto-gps.eu/">http://www.auto-gps.eu/</a>
F&B COMPANY, s.r.o.	<a href="http://www.knihajzd.info">http://www.knihajzd.info</a>
Gepro	<a href="http://www.gerpo.cz">http://www.gerpo.cz</a>
GPS NAVIGACE EREGA	<a href="http://www.gpscentrum.com">http://www.gpscentrum.com</a>
GS Nymburk, s.r.o.	<a href="http://www.gs-loc.cz">http://www.gs-loc.cz</a>
HELP SERVICE - REMOTE SENSING spol. s.r.o.	<a href="http://www.bnhelp.cz">http://www.bnhelp.cz</a>
Ing. Jiří Bain GPS	<a href="http://www.gpsweb.cz">http://www.gpsweb.cz</a>
KomTeS Chrudim, s.r.o.	<a href="http://www.komtes.cz">http://www.komtes.cz</a>
Libor Jiránek DE BUREAU	<a href="http://www.jiraneck.cz">http://www.jiraneck.cz</a>
LogisCarE, s.r.o.	<a href="https://www.logiscare.com">https://www.logiscare.com</a>
MapFactor, s.r.o.	<a href="http://www.mapfactor.cz">http://www.mapfactor.cz</a>
NAM system, a.s.	<a href="http://www.onisystem.cz">http://www.onisystem.cz</a>
Navisat Stadler, s.r.o.	<a href="http://www.navigacegps.cz">http://www.navigacegps.cz</a>
Odposlechy.com	<a href="http://www.odposlechy.com">http://www.odposlechy.com</a>
ORBCOMM CZECH REPUBLIC, s. r. o.	<a href="http://www.orbcomm.cz">http://www.orbcomm.cz</a>
RACOM, s.r.o.	<a href="http://www.racom.cz">http://www.racom.cz</a>
Radium, spol. s.r.o.	<a href="http://www.fleetware.cz">http://www.fleetware.cz</a>
Sunnisoft, s.r.o.	<a href="http://www.sunnysoft.cz">http://www.sunnysoft.cz</a>
Telematix Services, a.s.	<a href="http://www.telematix.cz">http://www.telematix.cz</a>
T-Mobile, a.s.	<a href="http://www.eprofessional.cz">http://www.eprofessional.cz</a>
Tranis, s.r.o.	<a href="http://www.tranis.cz">http://www.tranis.cz</a>
ULIMEX, spol. s.r.o.	<a href="http://www.ulimex.cz">http://www.ulimex.cz</a>

## **Příloha 3 – Oslovené složky IZS**

Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje  
Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje  
Hasičský záchranný sbor hl. m. Prahy  
Hasičský záchranný sbor Karlovarského kraje  
Hasičský záchranný sbor kraje Vysočina  
Hasičský záchranný sbor Královéhradeckého kraje  
Hasičský záchranný sbor Libereckého kraje  
Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje  
Hasičský záchranný sbor Olomouckého kraje  
Hasičský záchranný sbor Pardubického kraje  
Hasičský záchranný sbor Plzeňského kraje  
Hasičský záchranný sbor Středočeského kraje  
Hasičský záchranný sbor Ústeckého kraje  
Hasičský záchranný sbor Zlínského kraje

Zdravotnická záchranná služba České Budějovice  
Zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje  
Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje  
Zdravotnická záchranná služba kraje Vysočina  
Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje  
Zdravotnická záchranná služba Libereckého kraje  
Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje  
Zdravotnická záchranná služba Olomouckého kraje  
Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje  
Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje  
Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje  
Zdravotnická záchranná služba Zlínského kraje

## Příloha 4 – Systémové požadavky Tracking Serveru 1.1

- Podporované platformy
  - Windows 2000, Professional, Server, Advanced Server
  - Windows XP
  - Windows 2003 Server
- Podporované webové servery
  - Apache 2.0.46
  - IIS 5.0
  - Apache 2.0.4x
  - Sun Java System Application Server 7.0
- Podporované servlety
  - Tomcat 4.1.24 (stand alone)
  - Tomcat 5.0 (not fully tested)
  - ServletExec 5.0 ISAPI
  - ServletExec A/S 5.0
- Vyžaduje J2SE SDK 5.0 a vyšší
- Hardwarové požadavky
  - webový server: 512 MB RAM doporučeno
  - klienti používající webový prohlížeč: 256 MB of RAM doporučeno
  - 2.0 GHz procesor a vyšší
  - 500 MB volného místa na disku
  - standartní VGA karta
- podporované prohlížeče
  - Internet Explorer 5.0 a vyšší
  - Mozilla Firefox 1.5 a vyšší
  - Netscape 7.0 a vyšší
  - Opera 9.0

## **Příloha 5 – Zdrojový kód aplikace zajišťující přenos dat a jejich úpravu**

```
using System;
using System.Data;
using System.Xml;
using System.Data.SqlClient;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
using System.IO;
using System.Text;

namespace ZpracovaniDat
{
    class Rozhrani
    {
        public static void Main()
        {
            //vytvoreni pripojeni k databazi
            SqlConnection pripojeni = new SqlConnection
            ("server=voty\\sqlserver1;database=Zachranka;uid
            =sa;pwd=ahojky");

            //vyber dat z databaze
            SqlCommand vyber = pripojeni.CreateCommand();
            vyber.CommandText = "SELECT
            Status,ID_Vozidla,Cas " + "FROM History";
            try
            {
                pripojeni.Open();    //otevreni pripojeni
            }

            catch (Exception e)    //zachyceni vyjimky
            {
                Console.WriteLine(e.ToString());
            }
        }
    }
}
```

```
Console.WriteLine("Pripojeni se zdarilo");

String serverIP = "127.0.0.1"; //IP adresa
Int32 port = 5555; //cislo otevreného portu

//vytvoreni klienta
TcpClient klient = new TcpClient(serverIP,
port);

//vytvoreni ctenare
SqlDataReader ctenar = vyber.ExecuteReader();

while (ctenar.Read())
{
    //prevedeni na string
    string rStatus = ctenar.GetString(0);
    string rID_Vozidlo = ctenar.GetString(1);
    string rCas = ctenar.GetString(2);

    //zacatek zpravy s ID definovanim v TS
    String odeslat = "<MESSAGE ID=\"{0BDD3C36-
31D7-4756-9586-5DBA936A9D98}\">";

    odeslat += "<FIELD>";

    //ziskani  $\lambda$  souradnice
    string  $\lambda$  = rStatus.Substring(1, 7);
    string  $\lambda$ _zemepisne =  $\lambda$ .Substring(0, 2) +
"." +  $\lambda$ .Substring(2, 5);

    //ziskani  $\varphi$  souradnice
    string  $\varphi$  = rStatus.Substring(8, 7);
    string  $\varphi$ _zemepisne =  $\varphi$ .Substring(0, 2) +
"." +  $\varphi$ .Substring(2, 5);

    //ziskani formátu času a datumu
    string datum_cas = rCas.Substring(5, 2) +
"/" + rCas.Substring(8, 2) + "/" +
rCas.Substring(2, 2) + " " +
rCas.Substring(11, 8);

    //vypis souradnic
```

```
odeslat += λ_zemepisne;
odeslat += ",";
odeslat += φ_zemepisne;
odeslat += ",";
odeslat += "0.0";
odeslat += "</FIELD>";

//vypis ID vozidla
odeslat += "<FIELD>";
odeslat += rID_Vozidlo;
odeslat += "</FIELD>";

//vypis datum a cas
odeslat += "<FIELD>";
odeslat += datum_cas;
odeslat += "</FIELD>";

//vypis konce zpravy
odeslat += "</MESSAGE>";

Console.WriteLine(odeslat);

//vytvoreni proudu
NetworkStream proud = klient.GetStream();

if (proud.CanWrite)
{
    Console.WriteLine("Posilam data...");

    //zmena ze string na byte
    Byte[] poslatBytes =
        Encoding.UTF8.GetBytes(odeslat);

    //zapis dat do proudu
    proud.Write(poslatBytes, 0,
        (int)poslatBytes.Length);

    Console.WriteLine(poslatBytes.Length)
;
    Console.WriteLine("Data uspesne
odeslana");
}
else
```

```
        {  
            Console.WriteLine("Nelze zapisovat");  
        }  
    }  
  
    ctenar.Close(); //uzavreni ctenare  
    pripojeni.Close(); //uzavreni pripojeni  
    klient.Close(); //uzavreni klienta  
}  
}
```