

Mapová služba zastávek a linek MHD s vazbou na jízdní řády DPO

Barbora Koblížková

Institut geoinformatiky

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

17. listopadu 15

708 33 Ostrava – Poruba

E - mail: barbora.koblizkova@gmail.com

Abstrakt

Podstata práce spočívá v návrhu a vytvoření mapové služby zastávek a linek MHD na platformě ArcIMS firmy ESRI. Součástí práce byla také aktualizace dat DPO – zastávky MHD a vytváření nových dat – průběhů linek MHD. Dále je nastíněna úloha GIS jako nástroje pro podporu MHD a realizovaná řešení. V praktické části projektu je popsán proces analýzy, návrhu a tvorby samotné mapové služby a její propojení na externí datový zdroj – informační systém IDOS.

Abstract

The essence of this thesis lies in design and creation of the map service for public transport stops and lines connected with time schedules on platform ArcIMS developed by ESRI. Part of this thesis was also to update the data of the DPO – public transport stops and creation of new data – courses of public transport lines. In following chapters is described the function of GIS as a tool for supporting city traffic and realized solutions and the process of analysis, design and creation of the map service itself and its connection with external data source - information system IDOS.

Úvod

V současnosti jsou mapové servery hojně využívaná technologie, používaná poskytovateli informací prostorového charakteru, ovšem v českém prostředí většinou státním sektorem: státní správou, samosprávou a státními institucemi. Společným jmenovatelem těchto institucí je potřeba sdílet prostorové informace velkému počtu uživatelů, kteří většinou nemají zkušenosti s nástroji GIS. Mapové servery, mezi nimi i ArcIMS umožňují nastavit uživatelské rozhraní tak, aby žádné odborné znalosti a zkušenosti se systémy GIS potřebné nebyly. Uživatel se schopností ovládání PC musí být schopen intuitivně získat potřebné informace, aniž by věděl že nástroj, který používá je nástroj GIS. Proto je ArcIMS a mapové servery obecně velmi vhodným nástrojem pro šíření informací prostorového charakteru z různých tematických oblastí.

Do této skupiny institucí je možné zahrnout i Dopravní Podniky, zajišťující pro občany službu městské hromadné dopravy. Dopravní podnik, který zabezpečuje hromadnou dopravu pro velké množství lidí na určitém přesně definovaném území má zájem poskytovat informace o svých službách, které mají zjevně prostorový charakter.

Proč tedy nevyužít možnost poskytnout svým zákazníkům nadstandardní služby a dát jim k dispozici komplexní nástroj pro přístup k informacím o celé dopravní síti, tedy jak zastávkách MHD, o jejich umístění, tak o linkách a jejich trasách. S tímto je samozřejmě spojena potřeba poskytnout další informace jako jsou: jízdní řády, výluky, dočasné změny v umístění zastávek apod. Je proto nutné navrhnout řešení přesně na míru, které by přineslo zákazníkům co největší komfort při získávání informací o MHD a tedy i přínos Dopravnímu podniku a tedy co možná největší užitek při minimu vynaložených nákladů.

Jednou z možností zlepšení služeb MHD by mělo být zlepšení a zkvalitnění informování veřejnosti o službách MHD.

S obrovským rozmachem výpočetní techniky a internetu, kdy se počítač napojený na internet vyskytuje již v téměř každé domácnosti, dochází k nutnosti nabízet nové způsoby a formy zveřejňování informací o poskytovaných službách. Využití mapového serveru se tedy jeví jako vhodné řešení. Pro realizaci mapového serveru je ale nutné mít k dispozici zdroj využitelných dat, software, příslušný hardware a v neposlední řadě kvalifikovanou pracovní sílu která by byla schopná mapový server zprovoznit, naprogramovat a spravovat. V případě Dopravního podniku Ostrava (DPO) byla situace velmi zjednodušena tím, že iniciátorem na zavedení a provozování této služby byl Magistrát města Ostravy (MMO), který navrhl začlenění vrstvy městské hromadné dopravy do svého stávajícího mapového serveru, jenž využívá technologii ArcIMS. Dopravní podnik se zavázal poskytnout potřebné datové zdroje které měl k dispozici. Ostatní zajišťuje MMO, na jehož serveru bude mapová služba MHD spuštěna a provozována.

1 Praktické řešení

Mým úkolem zadaným zadavatelem (MMO – Odbor Městského informačního systému) bylo navrhnout řešení mapové služby včetně aplikace samotné a funkcí které bude vykonávat a tento návrh zrealizovat a uvést mapovou službu do provozu na mapovém serveru MMO nejpozději do doby jednoho měsíce před dnem konání státních zkoušek.

Přímé požadavky zadavatele byly následující: Mapová služba musí být vytvořena na platformě ArcIMS firmy ESRI, jako podklad musí využívat tematické vrstvy dodané MMO, stejně tak jako s nimi musí korespondovat nově vytvářená data. Mapová služba zastávek a linek MHD musí zachovat jednotný ráz (vizuální stránka, struktura, funkce) nové verze mapového serveru MMO, který bude uveden do provozu do konce března roku 2007.

Proběhla informační schůzka v hlavním sídle DPO. Jednání se týkalo především datových zdrojů – jaké zdroje jsou k dispozici na MMO, DPO, charakter těchto dat, potřeba aktualizace a vytvoření nových dat v rámci práce, budoucí aktualizace nově vzniklých dat. Tato informativní schůzka přinesla několik důležitých poznatků se kterými bylo nutné počítat pro budoucí práci.

Konkrétně:

- Veškerá data DPO o průběhu linek MHD jsou pro GIS prakticky nevyužitelná – existují pouze ve formě generalizovaných schémat v programu Ocad. Každá linie představující trasu linky MHD je nespojitá a je složena z několika segmentů. Je vykreslena na generalizovaném mapovém podkladu který používá DPO pro svá schémata. Tento se bohužel neshoduje s mapovými podklady MMO.
- DPO nespravuje žádná data o jízdních řádech.
- V datech DPO neexistuje žádné propojení zastávek a linek, jež na dané zastávce zastavují.
- V MHD dochází k častým změnám. (Trasy linek a polohy zastávek mají desítky změn ročně, jízdni řády se mění pravidelně čtyřikrát do roka).

Na základě těchto zjištění bylo nutné zavést určité kompromisy a navrhnout řešení pro úspěšnou realizaci mapové služby. Tedy navrhnout aplikaci a funkce které bude vykonávat s ohledem na daná omezení a také ustoupit od několika původně plánovaných funkcí mapové služby. Jako například rozlišování bezbariérových spojů, zobrazování nejbližších odjezdů z dané zastávky při najetí myši na danou zastávku atd. Dále vyvstala nutnost aktualizace dat DPO a vytvoření nových dat průběhů linek MHD použitelných v mapové službě.

1.1 Návrh aplikace

Mapová služba je ve své podstatě informační službou, která je primárně určena k předávání informací prostorového charakteru občanům. A jako taková musí tedy splňovat z hlediska několik důležitých kritérií.

Kritérium jednoduchosti - Mapová služba musí být jednoduchá a snadno pochopitelná. Po uživateli nesmí být požadovány žádné odborné znalosti. Musí být schopný se v aplikaci orientovat.

Kritérium snadné ovladatelnosti - Ovládací prvky musí být přehledně uspořádány a srozumitelně označeny, aby bylo na první pohled patrné jakou funkci který daný ovládací prvek plní.

Kritérium snadné orientace - Snadná orientace je nutná jak v mapové službě, tak v mapě samotné. Musí být snadno zobrazitelné potřebné vrstvy i prvky napomáhající orientaci v mapě, jako je severka nebo měřítko.

Kritérium dostupnosti - Mapová služba musí být snadno dostupná. Pokud musí uživatel službu složitě vyhledávat, je to špatně. Měla by být „vystavena“ co nejbližší uživateli – tedy nejlépe co nejvýše ve stromové struktuře odkazů na webu.

Kritérium uživatelské atraktivity - Aplikace a její funkce musí být pro uživatele atraktivní. Musí nalézt informace, které mu budou užitečné, musí být schopná splnit požadavky uživatele jednoduše, rychle a hlavně bezchybně. Uživatel musí mít důvod k opětovnému využívání služby. To je smyslem existence každé služby, nejen mapové.

1.2 Navržené funkce mapového klienta

Na základě analýzy dodaných dat, nutnosti aktualizace dodaných dat v rámci práce, vzniku nových dat v rámci práce, jejich množství a „trvanlivosti“ (doba po kterou tato data zůstávají aktuální) vyplynula potřeba zajistit údržbu těchto dat do budoucna. Bylo nutné určit kdo bude jaká data v budoucnu spravovat a udržovat. Až na tomto základě mohlo být definitivně rozhodnuto, jaké funkce bude mapová služba nabízet, jelikož funkce mapové služby jsou podmíněny kvalitním a aktuálním datovým zdrojem.

Dále vyvstala nutnost veškeré informace o jízdních řádech získávat z externího zdroje, jelikož DPO tato data nevlastní ani nespravuje. Jako vhodný zdroj informací o jízdních řádech MHD byl zvolen systém IDOS firmy CHAPS s.r.o.

Kromě základních funkcí jako je: zobrazení legendy, zobrazení mapového náhledu (přehledka), přiblížení, oddálení, nastavení náhledu na celou mapu, návrat k předchozímu náhledu, posun mapou (pan), zobrazení informací o objektu, měření vzdálenosti, smazání výběru, zobrazení nápovědy, tisk, poskytuje mapová služba uživateli i další možnosti, zaměřené přímo na práci s vrstvou městské hromadné dopravy.

- **Mapová služba obsahuje vrstvu zastávek a linek, zobrazitelných podle potřeby podle toho zda se jedná o autobus, trolejbus, tramvaj**
- **Zobrazení názvu zastávky**
- **Možnost vyhledání a zobrazení průběhu jednotlivých linek daného směru**
- **Vyhledání zastávek**
- **Vazby na jízdní řády jak zastávkové, tak linkové**
- **Vyhledání spojení mezi zastávkami – vazba na IDOS**

Bohužel neexistuje propojení mezi zastávkou a linkou na ní zastavující, což přináší mnohá omezení. Ovšem toto propojení by bylo zbytečné realizovat, jelikož ani MMO ani DPO neshledává efektivním starat se o aktualizaci takového množství údajů pokaždé když proběhne úprava jízdních řádů (dvakrát ročně). Informace o průběhu linky jednotlivými zastávkami, včetně časových údajů, jsou navíc velmi snadno zjistitelné ze systému IDOS, na který mapová služba odkazuje.

1.3 Sběr dat

1.3.1 Lokalizace zastávek MHD

DPO disponuje vrstvou zastávek, zaměřených pomocí GPS. Ovšem tato vrstva neobsahuje všechny zastávky na území, které DPO obsluhuje. Velká část zastávek MHD

v obcích přilehlých Ostravě dosud zaměřena nebyla. Tato aktualizace dat byla provedena v rámci diplomové práce. Celkem se týkala 131 zastávek. (Výsledek viz obrázek č. 2)

K měření byla použita školní technika, konkrétně:

- **PocketPC:** iPAQ firmy Compaq, s procesorem ARM SA1110, paměť 64Mb
- **GPS:** Bluetoothová GPS firmy GlobalSat, model BT-338 s přesností měření cca 6m.
- **Software:** ArcPad verze 6.0.3.21 od firmy ESRI, Pocket Excel firmy Microsoft, ActiveSync 4.1.0
- Všechny úkony prováděné na stolním počítači byly provedeny v programu ArcMap 9.0. firmy ESRI.

Fáze přípravná

Pro měření byla použita již existující vrstva zastávek MHD, která byla dodána DPO včetně atributové struktury. Tato vrstva ale bohužel neobsahovala informaci o souřadnicovém systému. Podle souřadnic, které byly odečítány bylo ovšem zřejmé, že se jedná o referenční systém S-JTSK. Pro měření pomocí GPS bylo nutné tato data převést na WGS-84.

Po převedení byla zjišťována správnost převodu. Bohužel nebyla k dispozici podkladová mapa, avšak při nastavení polohy GPS přijímače na existující zastávku v terénu její poloha korespondovala s mapovou vrstvou zastávek. Převod dat do systému WGS-84 tedy proběhl korektně.

Dále bylo nutné nainstalovat software potřebný k mapování na mobilní zařízení. Instalace byla provedena z lokálního počítače propojením přes USB rozhraní pomocí softwarového nástroje ActiveSync. Proběhla bez problémů.

Do mobilního zařízení byla taktéž pomocí softwaru ActiveSync nakopírována mapová vrstva určena k aktualizaci a seznam zastávek, které bylo nutné lokalizovat.

Měření v terénu

Data byla následně aktualizována. Bylo zaměřeno celkem 131 zastávek na trase 203 km v oblastech: Děhylov, Darkovičky, Hýlov, Klimkovice, Ludgeřovice, Hlučín, Markvartovice, Bobrovníky, Záblatí, Petřvald, Václavovice, Horní Datyně, Řepiště, Mošnov.

Vzhledem k rozsáhlé sadě atributů a nesnadnosti zápisu často dlouhých názvů zastávek pomocí dotykového displeje a klávesnice v SW ArcPad byl pro vrstvu zastávek v terénu zvolen zástupný systém pro identifikaci jednotlivých zastávek. Název byl nahrazen kódem, sestávajícím se z čísla a písmene. Číslo zastupovalo název zastávky, písmeno a popisek určovali směr na trase dané linky. Všechny tyto položky byly zaznamenávány na papír pro pozdější zpracování.

Zpracování naměřených dat

Po návratu na pracoviště byla data převedena zpět do S-JTSK a verifikována k podkladovému generelu, dodanému MMO.

Následně byly jednotlivé zaznamenané kódy identifikovány s jednoznačným ID zastávek. Parametr ID v sobě nese taktéž informaci o směru linky. Položka „směr“ udaná na jízdním řádu se bohužel často neshoduje s názvem konečné zastávky linky. V terénu bylo mnohdy nemožné aktuální směr zjistit. Proto bylo následně nutné dohledat, který směr linky se shoduje se směrem udaným na jízdním řádu.

Přes parametr ID byly k vrstvě připojeny další atributy. Vznikla tak kompletní aktualizovaná vrstva zastávek MHD. (Viz obrázek č. 1)

NAZEV_ZAST	ID	ZONA	IDENT	MHD_ID	SLOUPEK_ID	DRUH	TRAM	TROL	BUS		
Název zastávky stejný jako v aplikaci pro vyhledávání jízdních řádů	Jednoznačné číslo sloupku	Číslo tarifní zóny	Číslo sloupku zastávky	Číslo zastávky	Popis sloupku, většinou je popsán směrem, kterým z něj linky pokračují	Druh traktce, pro kterou je sloupek určen	1 = zastavuje zde tento druh dopravy, 0 = nezastavuje				
	FID	Shape	NAZEV_ZAST	ID	ZONA	MHD_ID	SLOUPEK_ID	DRUH	TRAM	TROL	BUS
	1083	Point	4b			0			0	0	0
	1084	Point	5a			0			0	0	0
	1085	Point	5b			0			0	0	0
	1086	Point	6a			0			0	0	0
	1087	Point	6b			0			0	0	0
	1088	Point	7			0			0	0	0
	1089	Point	8a			0			0	0	0
	1090	Point	8b			0			0	0	0
	1091	Point	9a			0			0	0	0
	1092	Point	9b			0			0	0	0

Identifikace

FID	Shape	NAZEV_ZAST	ID	ZONA	MHD_ID	SLOUPEK_ID	DRUH	TRAM	TROL	BUS
0	Point	dehylvov u potoka ostr	531-1		0			0	0	0
1	Point	3a	316-1		0			0	0	0
2	Point	3b	316-2		0			0	0	0
3	Point	4a	459-2		0			0	0	0
4	Point	4b	459-1		0			0	0	0
5	Point	5a	495-2		0			0	0	0
6	Point	5b	495-1		0			0	0	0
7	Point	6a	496-2		0			0	0	0
8	Point	6b	496-1		0			0	0	0
9	Point	7	494-1		0			0	0	0
10	Point	8a	315-1		0			0	0	0

Join

FID	Shape	NAZEV_ZAST	ID	ZONA	MHD_ID	SLOUPEK_ID	DRUH	TRAM	TROL	BUS
0	Point	Náměstí S.Čecha	2-2	1	2	směr Havní nádraží	spol	1	1	1
1	Point	Náměstí S.Čecha	2-1	1	2	směr Sad B. Němcové	spol	1	1	1
2	Point	Martinov	41-1	4	1	41	výstupní	tram	1	0
3	Point	Martinov	41-2	4	2	41	nástupní	tram	1	0
4	Point	Dílňy DP Ostrava	42-2	4	2	42	směr centrum	tram	1	0
5	Point	Bedřicha Nikodéma	43-2	4	2	43	směr centrum	tram	1	0
6	Point	Sokolovská	45-2	4	2	45	směr centrum	tram	1	0
7	Point	Čistýrny	44-2	4	2	44	směr centrum	tram	1	0
8	Point	Třebovická	33-2	4	2	33	směr centrum	tram	1	0
9	Point	Svinov mosty h.z.	34-2	1-3-4	2	34	směr centrum	tram	1	0
10	Point	Nová Ves vodárna	35-2	1-3	2	35	směr centrum, na 28.října	tram	1	0

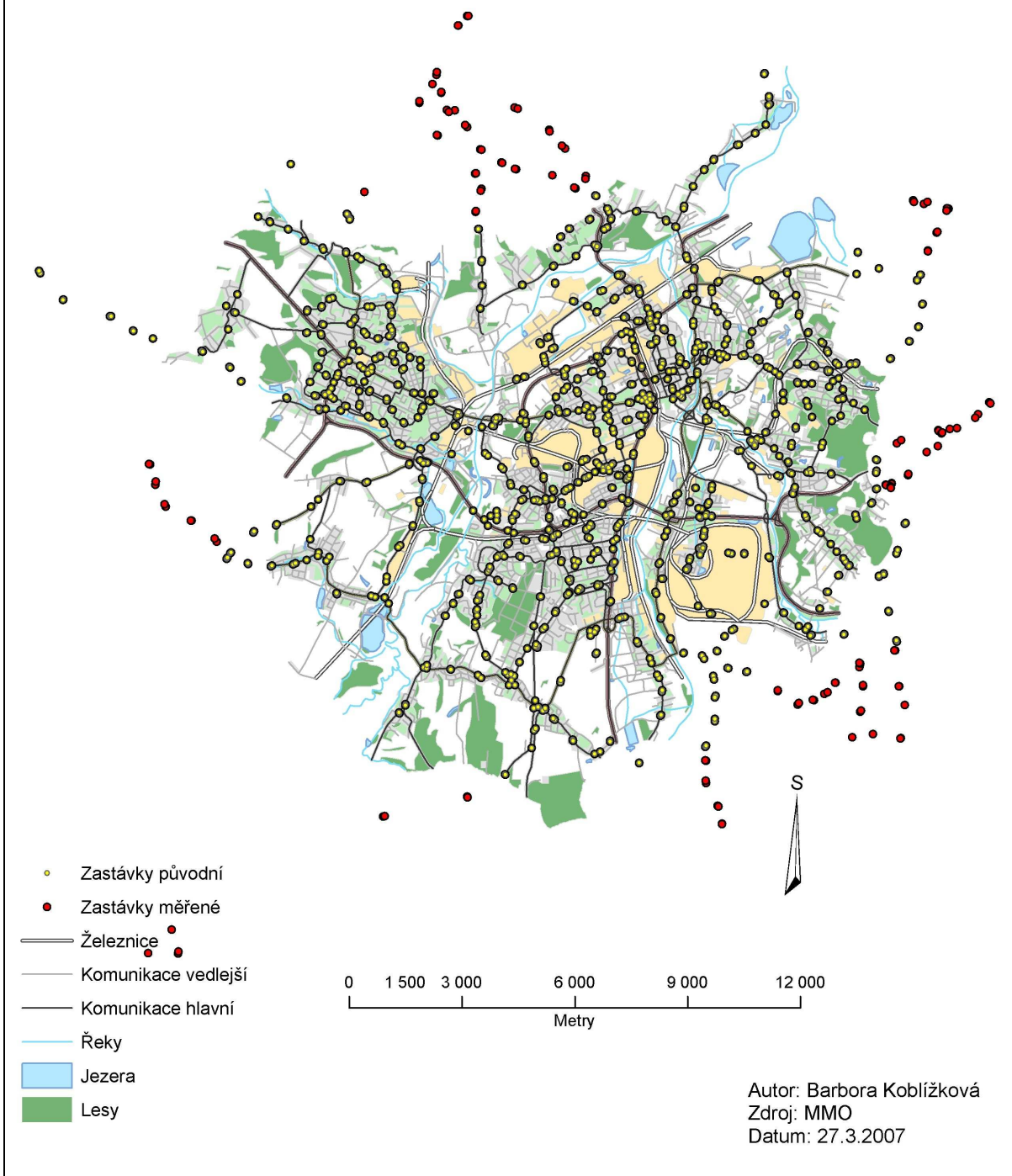
Obrázek 1: Postup při připojování atributů vrstvy MHD

Problémy při měření

Při měření jsem se setkala s několika problémy, a to s vypadáváním spojení mezi GPS a iPAQem a v „tuhnutí“ Bluetooth manageru. Toto se stávalo poměrně často. Mnohdy bylo nutné restartovat systém, což komplikovalo a brzdilo práci.

Naproti tomu signál GPS byl vždy poměrně dobrý, což bylo dáno především měřením na volném prostranství. Zhoršení kvality měření se projevilo pouze ve dvou případech. V obou jsem měření opakovala po zlepšení situace.

Ostrava - Zastávky MHD



Obrázek 2: Zastávky MHD

1.3.2 Vektorizace

Jak již bylo řečeno, DPO nevlastní žádnou datovou vrstvu která by zachycovala průběh linek ve formátu použitelném v GIS. Disponuje pouze daty ve formátu CAD. Dle dohody s MMO byl zařazen do diplomové práce úkol vytvořit schéma průběhů linek dle schémat MHD tak, aby korespondoval s generem města Ostravy 1 : 50 000. (Výsledek viz obr. 4)

Byly tedy vytvořeny tři liniové vrstvy, zvláště pro průběhy autobusových, trolejbusových a tramvajových linek. Všechny tyto vrstvy mají unifikovanou sadu atributů a tedy:

- **ID** – Jednoznačný identifikátor linie (linie – liniový datový objekt reprezentující průběh linky MHD v datové vrstvě) včetně jejího směru
- **Linka_CIS** – Číslo linky MHD
- **SMER** – Směr linky MHD – shodný se záznamem směr v jízdním řádu dané linky. (Pozn.: atribut *SMER* není vždy totožný s konečnou zastávkou dané linky a daného směru)

FID	Shape*	ID	LINKA_CIS	SMER
0	Polyline	19	19	Martinov
1	Polyline	1019	19	Dubina Interspar
2	Polyline	18	18	Dubina Interspar
3	Polyline	1018	18	Hlavní nádraží
4	Polyline	17	17	Vřesinská
5	Polyline	1017	17	Dubina Interspar
6	Polyline	16	13	Zábřeh

Obrázek 3: Atributy vektorizovaných vrstev

Jednotlivé záznamy jsou tvořeny jednou linií, reprezentující linku MHD jednoho směru. Opačný směr téže linky je reprezentován další linií jako další záznam z důvodu často nestejných průběhů tras téže linky při opačných směrech jízdy.

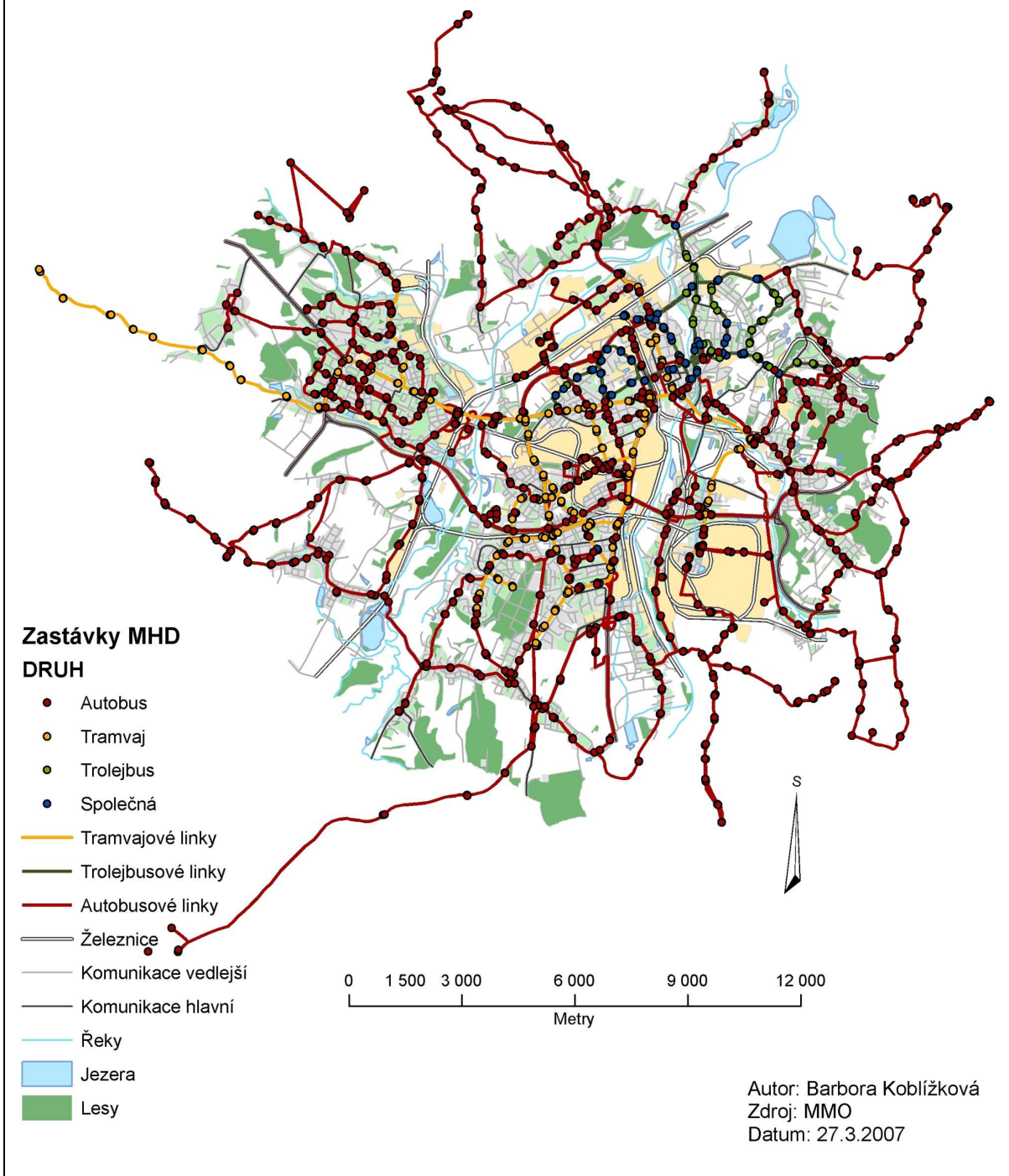
Vektorová data byla vytvořena v prostředí ArcMap 9.0 a 9.1 od firmy ESRI. Vektorizováno bylo ručně pomocí editovacích nástrojů v měřítku do 1: 50 000.

Bylo vektorizováno 64 autobusových, 11 trolejbusových a 16 tramvajových linek. Pro všechny tyto linky bylo též ověřeno, zdali je průběh linky v původním směru totožný se směrem opačným. V opačném případě byla trasa upravena. Pokud linka mění svou trasu v určitém čase - dnech nebo hodinách (například ve dnech pracovního klidu nebo v nočních hodinách vynechává některou z částí obsluhované trasy), byla vždy vektorizována celá délka trasy. Tedy včetně vynechaných částí. Uživateli v tomto směru nehrozí dezinformace, jelikož schéma slouží pouze k vizuálnímu označení trasy linky. Při vyhledávání spojení a jízdních řádů jsou používána data systému IDOS. Zde uživatel snadno zjistí zda linka v konkrétním čase zastávku obsluhuje či nikoli, nemůže se tedy stát, že by uživatel byl touto nepřesností nějakým způsobem poškozen.

Primárním zdrojem při zjišťování trasy linky bylo dopravní schéma MHD volně poskytované na webu DPO ve formátu PDF. Toto schéma je ovšem bohužel v malém měřítku (1:22 222) a velmi generalizované a pro přesnou orientaci na uliční síti v měřítku 1 : 50 000 nedostatečně přesné. Trasa linky je naznačena pouze popisky podél linií a to obzvláště v centru Ostravy není dostačující pro určení průběhu linky. Bylo tedy nutné využít dalších zdrojů pro zjištění reálného průběhu linky.

Těmito zdroji byly jízdní řády a kompletní vrstva zastávek, jež byla zpracována v předchozím kroku. Trasa linky mohla být tedy v jasných případech spojnicí mezi dvěma zastávkami na trase. V mnoha případech se ovšem pro identifikaci ukázal být příliš nepřesný, místy chybný i generel. Dalším problémem byl větší počet zastávek stejného jména. Jelikož v datech, která jsou k dispozici neexistuje propojení mezi linkou a zastávkou, nedalo se v některých případech určit, kterou ze stejně se jmenujících zastávek linka skutečně projíždí na své trase. V těchto případech bylo nutné použít veřejně dostupného informačního zdroje, konkrétně map na serveru <http://www.mapy.cz/>, kde je možné určit která linka obsluhuje kterou konkrétní zastávku.

Ostrava - Průběh linek MHD



Obrázek 4: Schéma průběhů linek MHD

1.4 Tvorba mapové služby

Vlastní tvorbě mapové služby předcházely přípravné a plánovací fáze. Dokončením těchto přípravných činností vznikla detailní představa o finální podobě mapové služby. Bylo nutné vzít v úvahu a promyslet všechny aspekty, na které tyto procesy poukázaly a mapovou službu přizpůsobit tak, aby vzniklo funkční a komplexní řešení, které by vyhovovalo všem požadavkům zadavatele, a při splnění všech kladených nároků sloužilo veřejnosti jako atraktivní zdroj snadno přístupných, aktuálních a přesných informací.

1.4.1 Forma prezentace prostorových dat (ArcXML)

ArcXML je značkovací jazyk, určený pro komunikaci mezi mapovým klientem a serverem ArcIMS, dále k tvorbě mapového konfiguračního souboru. Tento soubor slouží k nastavení cest ke zdrojům dat. Také definuje základní chování a zobrazování mapových vrstev, které mají být k dispozici uživateli na mapovém serveru.

Tento konfigurační soubor může být buď vygenerován pomocí nástroje ArcIMS Author, nebo může být vytvořen ručně. Vzhledem k tomu, že ArcIMS Author nevyužívá plně všech možností formátu ArcXML, v této práci byl zvolen generovaný soubor jako základ který byl dále upraven a doplněn. Bylo nutné dodržovat mapové kompozice používané MMO. Pro zobrazení vrstev dodaných MMO bylo tedy potřebné se rámcově držet stávající verze kódu, který byl použit v originální verzi mapového serveru. Pro nově dodané vrstvy (vrstva průběhu linek autobusů, vrstva průběhu linek trolejbusů, vrstva průběhu linek tramvají a vrstva zastávek MHD) byla konfigurace programována ručně.

Struktura souboru

Kód konfiguračního souboru začíná a končí uvozovací značkou `<ARCXML>` `</ARCXML>` - **kořenový element** a `<CONFIG>` `</CONFIG>` - **hlavní element pro tvorbu konfiguračních souborů**. Do těchto značek je uzavřen veškerý kód. Dále je kód sdružen do dvou hlavních částí. `<ENVIRONMENT>` `</ENVIRONMENT>` Zde je pomocí atributů možné nakonfigurovat lokalizaci země, ve které je mapový server provozován, nebo jazyk, ve kterém je mapový server napsán. Dále základní font, jeho styl, barvu a průřez, dále počet dpi pro kalkulace měřítek a závislých elementů a oddělovač, který se bude používat při zadávání geografických souřadnic.

- **Lokalizace:** CZ (Česká Republika)
- **Jazyk:** CS (Čeština)
- **Font:** barva – 0.0.0 (černá), styl – SansSerif, velikost – 12, průřez – normální
- **Screen:** 96 dpi

Vlastní konfigurace souboru je uvnitř elementu `<MAP>` `</MAP>` zde je konfigurována v elementu `<PROPERTIES>` `</PROPERTIES>` tzv. envelope – rozsah minimálních geodetických souřadnic (minx, miny, maxx, maxy), které mají být zobrazeny při volbě plný výřez (full extent), souřadnicový systém, ve kterém jsou data zobrazována, souřadnicový systém pro filtry používané při dotazování klientem, mapové jednotky, je zde možnost definovat cestu pro ukládání stahovaných souborů, dále se zde definuje barva pozadí mapy. Také můžeme vypnout generalizaci, kdy nejsou objekty pod určitou hranicí velikosti nebo tloušťky zobrazovány.

- **Rozsah:** minx= -488400 miny= -1117111 maxx= -461000 maxy= -1092000
- **Mapové jednotky:** metry

Definice datových zdrojů se nachází v párové značce <WORKSPACES> </WORKSPACES>. Zde je určeno, která vrstva bude na mapovém serveru k dispozici, její umístění na pevném disku. Je pro ni definován tzv. WORKSPACE, jenž je pojmenován svým jednoznačným jménem a je na něj dále odkazováno.

- SHAPEWORKSPACE DirGen100 – Generel Ostravy 1: 100 000
- SHAPEWORKSPACE DirGen50 – Generel Ostravy 1: 50 000
- SHAPEWORKSPACE DirBlokmapa – Blokovaná mapa Ostravy 1 : 10 000
- SHAPEWORKSPACE DirUlice – Liniová vrstva uliční síť města Ostravy
- SHAPEWORKSPACE DirAdresy – Bodová vrstva adres v Ostravě
- SHAPEWORKSPACE DirObvody – Polygonová vrstva městské obvody
- SHAPEWORKSPACE DirKatastry – Polygonová vrstva katastry
- SHAPEWORKSPACE DirObce – Polygonová vrstva obce
- IMAGEWORKSPACE DirSids2005 – Letecké snímky Ostravy a přilehlých obcí
- SHAPEWORKSPACE DirBus – Liniová vrstva průběhů autobusových linek
- SHAPEWORKSPACE DirTram – Liniová vrstva průběhů tramvajových linek
- SHAPEWORKSPACE DirTrol – Liniová vrstva průběhů trolejbusových linek
- SHAPEWORKSPACE DirZastavky – Bodová vrstva zastávek MHD

Pro každou tuto datovou vrstvu bylo jednotlivě nastaveno její chování a zobrazování při práci s mapovým serverem.

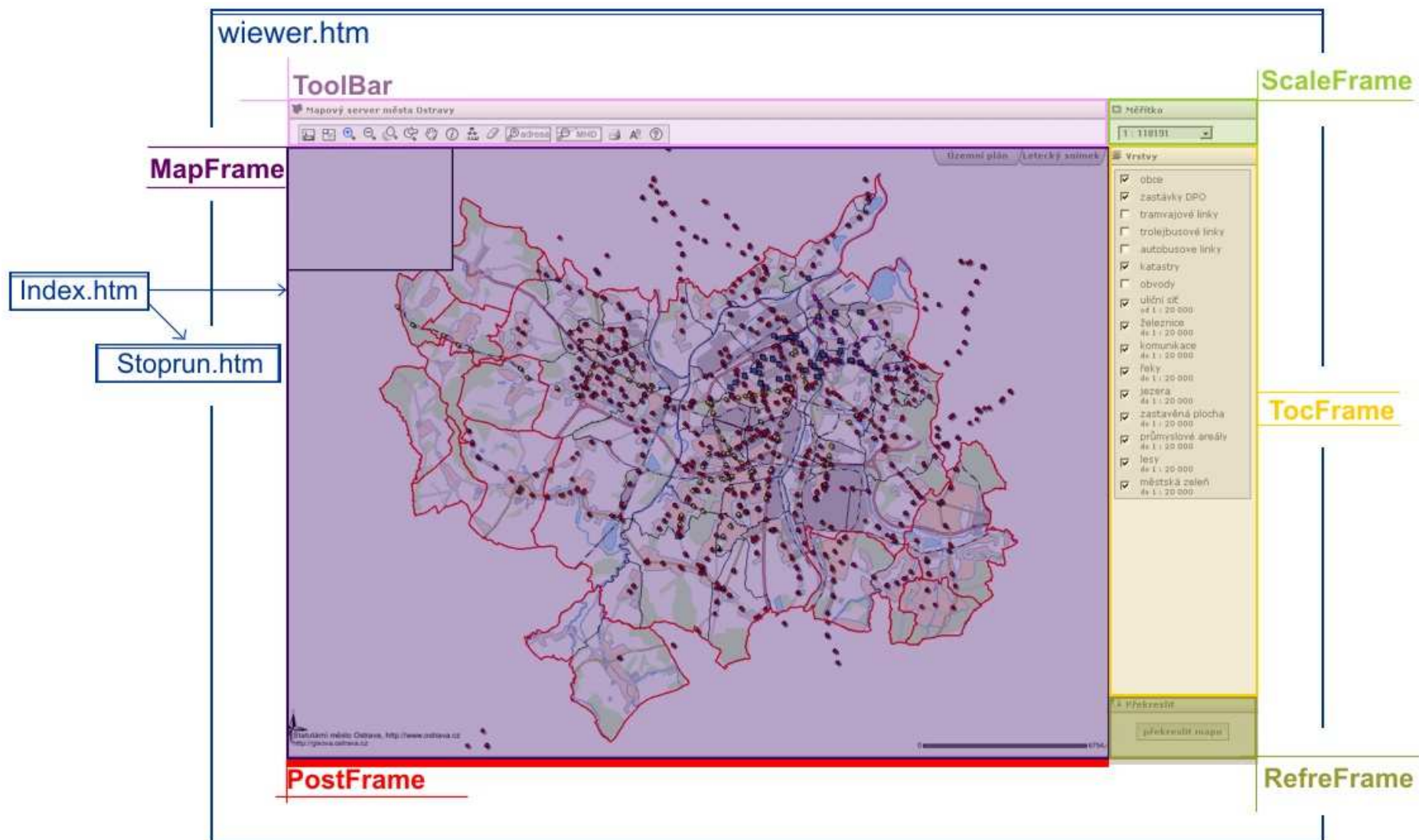
1.4.2 Mapový klient ArcIMS

Po dohodě s MMO byl jako uživatelský modul zvolen HTML klient. Název klienta je odvozen od značkovacího jazyka HTML, ve kterém je napsána převážná část tohoto klienta. Jak již bylo zmíněno, komunikace mezi klientem a serverem probíhá v jazyce ArcXML. Generování ArcXML dotazů se děje uvnitř klienta pomocí javascriptu na základě událostí vyvolaných uživatelem.

Při přístupu na server uživatel v první řadě přistupuje a je obslužen stránkou „**index.htm**“. Tato stránka obsahuje javascript pro identifikaci internetového prohlížeče a jeho verze a také hardwarové platformy uživatele. Mapový klient je optimalizován pro IE verze 5.0 a vyšší, Netscape verze 6.0 a vyšší. Co do HW platformy, je možné mapového klienta používat také na platformě MAC pomocí prohlížeče IE for MAC od verze 5.2. V případě, že jsou tyto podmínky dodrženy, je uživatel přesměrován na stránku mapového klienta, tedy „**wiewer.htm**“, v opačném případě dojde k přesměrování na stránku „**stoprun.htm**“, kde je uživatel seznámen s nastalou skutečností, tedy nekompatibilitou svého internetového prohlížeče spolu s uvedením kompatibilních verzí.

Stránka „**wiewer.htm**“ je základní html stránkou celého prohlížeče. Obsahuje čtyři rámy a to:

- **ToolFrame** – Rám s ovládacími a navigačními funkcemi
- **MapFrame** – Mapové okno
- **ScaleFrame** – Horní část pravého panelu – měřítko
- **TOCFrame** – Střední část pravého panelu – ovládací panel mapových vrstev
- **RefreFrame** – Spodní část pravého panelu – překreslení mapy
- **PostFrame** - Neviditelný rám zprostředkávající komunikaci mezi serverem a klientem



Obrázek 5: Viewer.htm – rozložení rámců

ToolFrame



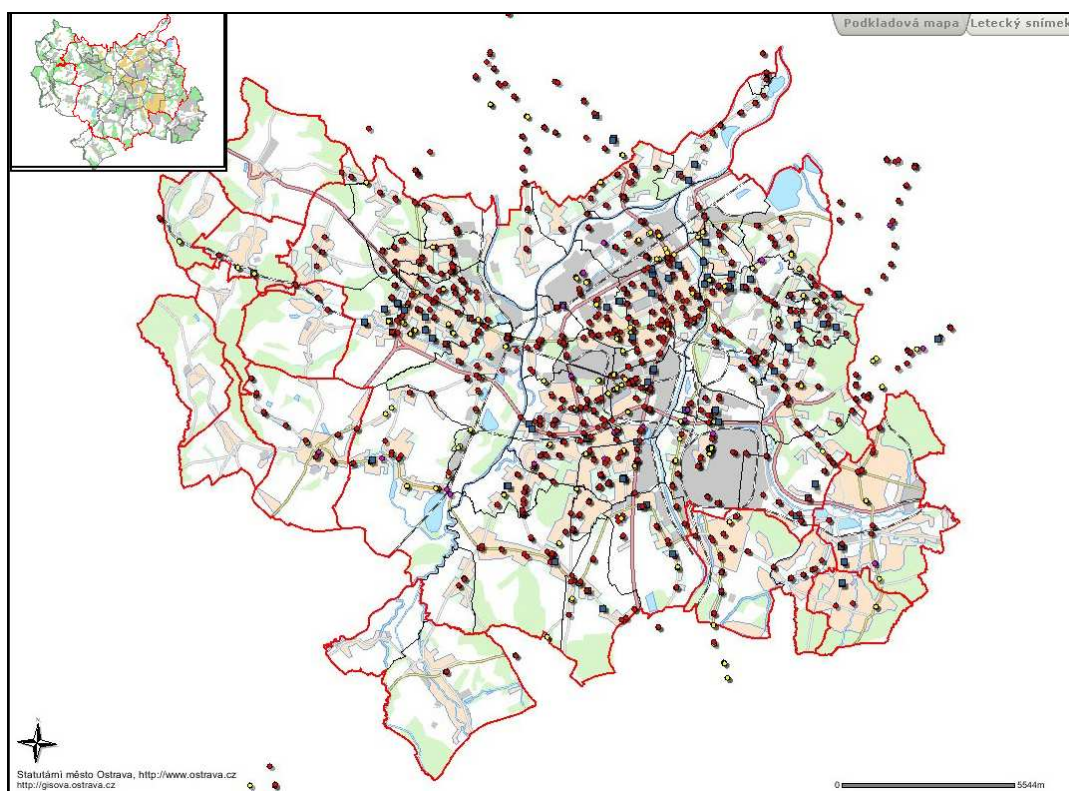
Obrázek 6: ToolFrame

ToolFrame je rám v němž se nachází ovládací a navigační prvky, které slouží uživateli k práci s mapovým serverem. Obsahem tohoto rámu je [www stránka toolbar.htm](#).

Tato stránka obsahuje kód definující vizuální podobu ovládacího panelu. (Integrovaný css styl, tabulku pro formátování umístění jednotlivých obrázků – ovládacích tlačítek, funkce pro zobrazení různých tlačítek při aktivní a neaktivní ovládací funkci apod.) Dále zde můžeme najít odkazy na fyzické umístění kódu, provádějícího jednotlivé mapové operace.

V tomto případě se jedná o část javascriptu, který vypisuje do dokumentu kód html, konkrétně odkaz na funkci „**Linkyprubeh**“ po stisknutí tlačítka definovaného obrázkem „**findlink.gif**“ (PM – proměnná pro ParentMapFrame). Obdobný kód je zde možné najít pro každou funkci umístěnou na tomto ovládacím panelu.

MapFrame



Obrázek 7: MapFrame

V rámu MapFrame se načítá stránka [MapFrame.htm](#). Tato stránka zastává několik důležitých úloh. V první řadě realizuje načtení souborů, které obsahují veškeré funkce potřebné ke správné funkci mapového klienta. Všechny funkce jsou pak volány přes MapFrame.

Dále zde najdeme definování záložek v pravém horním rohu MapFrame určených k zobrazení mapového podkladu - Územní plán, Letecký snímek.

ScaleFrame



Obrázek 8: ScaleFrame

Rám ScaleFrame odkazuje na [www stránku scale.htm](http://www.scale.htm). Zde je nejprve naplněno pole, které určuje předdefinované volby měřítka. Dále jsou hodnoty tohoto pole načteny do rozbalovacího menu. Přes toto menu je pak při každé akci uživatele na tomto menu nastaveno měřítko, které je aktuálně vybráno v tomto rozbalovacím seznamu. Je volána funkce **ScaleZoom**, jež je obsažena v souboru GIS.js. Funkce obsahuje i zpětnou vazbu. Tedy pokud uživatel změní měřítko jiným způsobem, tedy například funkcí výřezu, dojde k přepočítání měřítka a zápisu do aktivního pole rozbalovacího seznamu. Je zde i možnost zadat měřítko ručně. V případě výběru této volby dojde k zobrazení nového okna, kam uživatel měřítko zadá. Následně je přepočítáno měřítko mapového pole.

TOCFrame



Obrázek 9: TocFrame

Rám TocFrame obsahuje funkce pro zobrazování jednotlivých vrstev. Obsah definuje www stránka toc.htm. Při změně v mapovém poli, které vyžaduje znovunačtení seznamu vrstev je vždy nejprve kontrolováno zdali je mapové měřítko v rozmezí povoleném pro zobrazení vrstvy v seznamu. Následně je tento seznam přepsán.

RefreFrame



Obrázek 10: RefreFrame

Tento rám obsahuje pouze jedinou funkci a to, volání funkce pro překreslení (refresh) mapového pole. Slouží k udání pokynu překreslení po změně vyvolané v TocFrame.

PostFrame

Rám PostFrame zajišťuje komunikaci mezi serverem a mapovým klientem. Realizuje odesílání požadavků a přijímání odpovědí. Definuje funkci které bude odpověď odeslána a dále předána ke zpracování. Proměnná ArcXMLRequest v tomto formuláři se naplní ArcXML kódem a následně se odešle žádost na server, který vygeneruje odpověď. Odpověď je odeslána zpět klientovi. Je přijímána do proměnné JavaScriptFunction. Ta ji předá funkci processXML (fyzicky v souboru ArcXML.js). Tato funkce pomocí parametru XMLMode

obstarává propojení s funkcí která danou odpověď uloženou v proměnné theReplyIn dále zpracuje.

1.4.3 Funkce mapového klienta

Ovládací prvky mapového klienta jsou převážně soustředěny v rámu Toolbar.

Zobrazení legendy

Po aktivaci této funkce dojde ke zobrazení mapové legendy v oblasti TOCframe. Do legendy jsou zahrnuty pouze vrstvy, jež jsou v daném přiblížení k dispozici.

Zobrazení přehledky

Zobrazí mapový náhled v levém horním rohu mapového okna. Tento náhled je užitečný zejména ve větších přiblíženích. Slouží k lepší orientaci uživatele v mapě.

Přiblížení (Zoom in)

Po volbě této funkce dojde k přepočtu mapového měřítka směrem k většímu přiblížení. Volba mapového měřítka je omezena pouze rozsahem celých kladných čísel, přičemž měřítko 1 : 0 je počítáno jako maximální oddálení (plný výřez).

Oddálení (Zoom out)

Mapové měřítko je přepočítáno k větším hodnotám, tedy k většímu oddálení. Maximální hodnoty pro oddálení pomocí funkce oddálení jsou počítány pomocí hodnot plného výřezu.

Plný mapový výřez (Full extent)

Dojde k přepočítání mapového měřítka do plné velikosti mapového okna – do výchozích hodnot.

Předchozí výřez

Výřez mapového okna se vrátí k hodnotám v předchozím kroku.

Posun mapou (pan)

Režim, při kterém uživatel může mapou pohybovat způsobem „uchopit, potáhnout, pustit“.

Zobrazení informací o objektu

Funkce zobrazení informací o objektu je nastavena pro každou datovou sadu zvlášť. Je nutné vybrat atributová pole, jimiž bude daná vrstva popsána. Vrstva zastávek MHD je popisována atributy NAZEV_ZAST, SMER, DRUH, IDOS s aliasy „název zastávky“, „směr“, „druh“, „IDOS“. Přičemž atribut IDOS byl účelně ručně nastaven a ve výsledku funguje jako hypertextový odkaz na vývěskový jízdní řád informačního systému IDOS s předvyplněným údajem zastávky, na kterou bylo dotazováno. Pro vrstvy průběhů linek není možné informace zobrazit z důvodu mnoha překrývajících se elementů v jednom bodě. Nebylo by možné zobrazit přesně požadovaný objekt. Funkce zobrazení informací pro tuto vrstvu tedy není aktivní.

V případě, že se v oblasti dotazu překrývá více vrstev, provede se průřez skrz všechny vrstvy, které jsou v danou chvíli k dispozici a do odpovědi jsou zahrnuty všechny datové vrstvy které v dotazovaném bodě obsahují nějaký element.

Měření délky

Po výběru této funkce se otevře nové okno, které obsahuje dvě pole: **celkem** a **segment**. Při prvním kliknutí do mapy dojde k umístění prvního měřicího bodu. Od tohoto bodu je v poli „segment“ odečítána vzdálenost. Při každém následujícím kliknutí do mapy se mezi zvolenými body vykresluje linie, která určuje celkovou dráhu pro níž je vzdálenost měřena. V poli celkem je zobrazena celková délka definované linie, v poli segment vzdálenost mezi posledním pevně zadaným bodem na pozici kurzoru myši. Obě tyto hodnoty jsou udávány v metrech.

Zrušení výběru

Provede zrušení veškerých aktuálních výběrů.

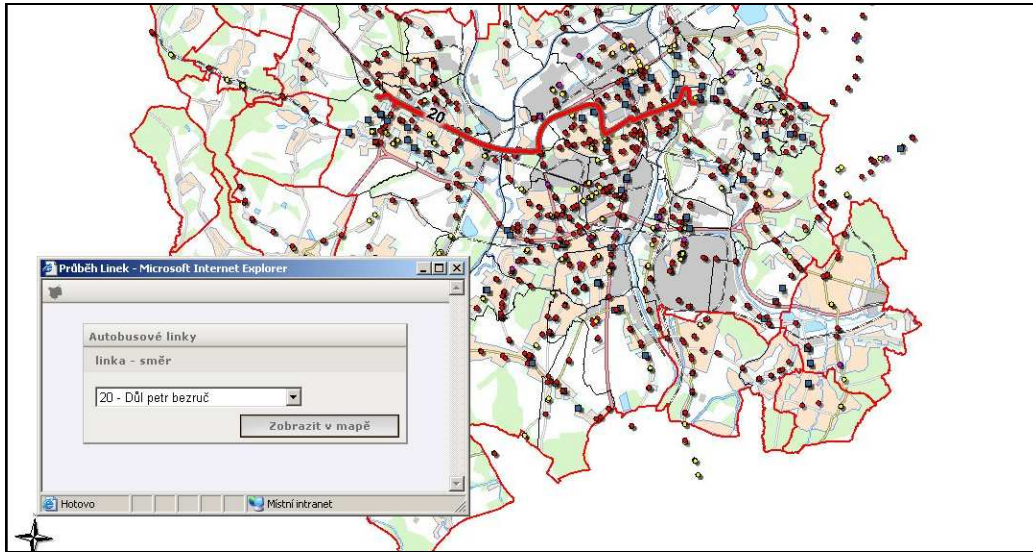
MHD

Volba nástroje „MHD“ zpřístupní sadu funkcí, které byly definovány pro vrstvu hromadné dopravy. Je zobrazeno okno, ve kterém uživatel může zvolit, zda požaduje informace o zobrazení průběhů autobusových, trolejbusových nebo tramvajových linek, zobrazení zastávky nebo vyhledání spojení.



obrázek 11: Okno s volbami funkcí MHD

Při volbě zobrazení průběhu linky (je lhostejné, zda jde o autobusovou, trolejbusovou nebo tramvajovou linku) může uživatel pomocí rozbalovací nabídky určit, kterou linku daného typu dopravy chce zobrazit. Po potvrzení výběru dojde k vykreslení linie a jejímu popsání číslem linky.



obrázek 12: Zobrazení linky MHD

Při výběru volby „vyhledat zastávku“ je zobrazena tabulka se seznamem zastávek MHD a se základními informacemi jako je jméno zastávky, druh dopravy, zóna. U každé zastávky je umístěno tlačítko sloužící pro zobrazení zastávky v mapě a odkaz na IDOS – vývěskový jízdní řád s předem vyplněným parametrem „odkud“.

Zastávky - počet [1205]								
	název	směr	zóna	tram	bus	trol	mapa	IDOS
2	17.listopadu	směr centrum	4					IDOS
3	17.listopadu	směr Vřesinská	4					IDOS
4	29.dubna	směr centrum	3					IDOS
5	29.dubna	směr NH	3					IDOS
6	29.dubna	směr Výškovice	3					IDOS
7	29.dubna	směr Výškovice	3					IDOS
8	A-blok	směr Mariánské hory	1					IDOS
9	A-blok	směr Šverma	1					IDOS
10	Ahepjukova	směr radnice	1					IDOS
11	Ahepjukova	směr S.Tůmy	1					IDOS
12	Airport	u letištní haly	72					IDOS
13	Alpine IPS	směr NH	2-17					IDOS
14	Alšovo náměstí	nástupní	4					IDOS

obrázek 13: Zobrazení zastávek MHD

Další možností, kterou uživatel může zvolit je „Vyhledání spojení“. Po výběru této volby je uživateli umožněno zvolit požadovanou zastávku buď výběrem z rozbalovacího seznamu, nebo kliknutím do mapy. Po potvrzení se otevírá nové okno s webovou stránkou informačního systému IDOS s předvyplněnými parametry, jež uživatel zadal.



Obrázek 14: Okno vyhledání spojení

Tisk

Po stisknutí tlačítka „tisk“ dochází k otevření nového okna, kde si uživatel volí název mapy, zda chce na tisknutém dokumentu zobrazit přehledku, legendu, nebo chce tisknout na výšku nebo na šířku. Poté stisknutím tlačítka „Vytisknout mapovou sestavu“ dojde k potvrzení výběru a generuje se nový mapový náhled, který je současně odeslán na tiskárnu.

Zobrazení popisků

Volbou „zobrazení popisků“ uživatel nejprve vyvolá zobrazení okna, ve kterém zvolí tematické vrstvy, které chce popisovat. Na výběr jsou:

- Obce
- Obvody města Ostravy
- Katastry
- Uliční síť
- Čísla parcel [od 1 : 5000]
- Čísla popisná [od 1 : 5000]
- Čísla orientační [od 1 : 5000]

Následně po potvrzení dojde, za splnění podmínky dosaženého měřítko, k zobrazení vybraných popisků. Popisky zůstanou zobrazeny až do deaktivace tlačítka „zobrazení popisků“.

Nápověda

Zobrazení nápovědy k tlačítkům ovládacího panelu (ToolBar).

1.4.4 Realizace propojení na IDOS

Možnosti externího napojení na IDOS

Systém IDOS poskytuje propojení pro vyhledávání dopravního spojení formou tzv. „Formuláře spojení“ pomocí generovaného webového odkazu a pomocí několika parametrů.

Parametry:

Odkud - parametr $f=text$

Kam - parametr $t=text$

Přes - parametr $v=text$

Linka - parametr $l=linka$

Typ jízdního řádu - parametr $tt=identifikátor$

Všechny parametry jsou nepovinné, kromě parametru **tt**, který určuje v jakém jízdním řádu se bude vyhledávat. Zda-li půjde o jízdní řád vlakový, autobusový, nebo MHD, případně kterého města. Identifikátor pro MHD Ostravy $tt=g$.

Generovaný odkaz musí mít tento formát:

<a href=

"http://www.idos.cz/ConnForm.asp?tt=identifikator&f=text&t=tes t&v=text" >

IDOS - Vyhledání spojení

Příklad syntaxe odkazu je tedy:

"http://www.idos.cz/ConnForm.asp?tt=g&f=17%20listopadu&t=Dům%20energetiky&v=Zahrád ky"

Pokud vložíme tento odkaz do prohlížeče, výsledkem je předvyplněný formulář IDOS.

(Viz obr. 15)

The image shows a screenshot of the IDOS search interface. The top navigation bar includes tabs for 'Spojení', 'Odjezdy', 'Vývesky', 'Objekty', 'Spoje', and 'Jízdní'. The main form area contains several input fields and dropdown menus: 'Odkud' (17 listopadu), 'Kam' (Dům energetiky), 'Přes' (Zahrádky), 'Datum' (25.3.2007), 'Čas' (16:54), and 'Typ' (s max. počtem přestupů 5). There are also three 'Kategorie' dropdown menus, all set to '(bez omezení)'. Below the form are buttons for 'Vyhledat', 'Vymazat', 'Odkud <> Kam', and '<< Více >>'. At the bottom, there are icons for help, information, email, and print, along with buttons for 'JR v PDF', 'Pocket PC', and 'Mapa ČD'.

Obrázek 15: Předvyplněný formulář IDOS [12]

ConnForm.asp je stránka, určená pro formuláře pro vyhledání spojení.

DepForm.asp je stránka, určená pro formuláře pro vyhledání příjezdů a odjezdů

ZJRForm.asp je stránka, určená pro formuláře pro vyhledávání zastávkových jízdních řádů MHD

Modifikací parametrů je volen konkrétní jízdní řád, zastávka, případně druh spojení.

Není možné předem vyplnit položky „čas“ nebo „datum“. Bude použit vždy aktuální čas a datum dotazu. Jediným možným výsledkem dotazu je předvyplněné okno IDOSu. Není ani možné se odkázat přímo na výsledek vyhledávání.

Praktické řešení propojení

Mapový klient obsahuje dva druhy propojení na systém IDOS. Konkrétně je možné se na systém IDOS odkazovat při použití nástrojů **informace o objektu** (zastávka), **vyhledat zastávku** a **vyhledat spojení**. V prvních dvou případech je odkazováno na formulář *JzrForm.asp* – vývěskový jízdní řád, v případě vyhledání spojení je využíván formulář *ConnForm.asp* – vyhledání spojení.

Použití v nástroji „Vyhledat zastávku“

Z charakteru nástroje „vyhledat zastávku“ vyplývá, že uživatel se v jednom okamžiku zajímá o jedinou konkrétní zastávku, případně některé její vlastnosti. Z tohoto důvodu byl zvolen pro vyhledávání vývěskový jízdní řád, který zobrazuje veškeré odjezdy linek ze zastávky. Pro tento druh vyhledávání je tedy dostačující přenášet pouze parametr „odkud“ – tedy název zastávky o kterou se uživatel zajímá.

Nejprve je deklarována proměnná, která je nositelem struktury odkazu na IDOS, kde *NAZEV_ZAST[i]* je vybraným prvkem pole, do nějž byly zapsány názvy zastávek. Tato proměnná je volána po kliknutí na hypertextový odkaz „IDOS“.

Použití v nástroji „Vyhledání spojení“

V tomto případě je nutné zaznamenat více parametrů než pouze název jediné zastávky. Aby mělo vyhledávání spojení smysl, měla by být zadána počáteční a cílová zastávka, případně i zastávka přes kterou má vyhledávaná trasa vést. Je tedy nutné přenášet tři parametry – „odkud“, „kam“ a „přes“.

Řetězec odkazu na IDOS je postupně skládán z obsahu tří rozbalovacích nabídek (odkud, kam, přes). Základem je proměnná *OdkazIDOS*. Dále je podmínkou *if* testováno, zdali byl v rozbalovací nabídce učiněn výběr, nebo nikoli a její obsah je roven prázdné hodnotě. Pokud rozbalovací nabídka obsahuje cokoliv jiného než prázdnou hodnotu – tedy byla vybrána zastávka, provede se připsání do řetězce *OdkazIDOS*. Tento proces se provede pro všechny tři rozbalovací nabídky. Výsledkem je kompletní odkaz, který je odeslán na formulář *ConnForm.asp*.

Použití v nástroji „Zobrazení informací o objektu“

Zobrazení informací o objektu není nástrojem ze skupiny MHD. Slouží ke zobrazení informací o objektech ze všech tematických vrstev. Ovšem v případě zobrazení informací o zastávce je vhodné poskytnout uživateli také informaci o odjezdech z dané zastávky. Z tohoto důvodu byl odkaz na IDOS přidán i do tohoto nástroje.

Je přenášena opět pouze jediná informace, a to jméno zastávky, o kterou se uživatel zajímá. Jelikož je tentokrát jméno zastávky načteno do indexované tabulky, parametr „odkud“ tedy jméno zastávky je výhodné získat právě z hodnoty pole této tabulky. Následně je tato hodnota dosazena do odkazu a po potvrzení a odeslání na opět dostáváme předvyplněný vývěskový formulář.

Závěr

Praktickým výsledkem mnou předkládané diplomové práce je funkční mapová služba na úrovni mapového serveru Městského informačního systému MMO, tedy služba zastávek a linek MHD. Tato služba byla realizována na platformě ArcIMS 9.2. Jako mapové podklady posloužila data dodaná MMO a DPO.

V první fázi tvorby diplomové práce bylo nutné zjistit veškeré dostupné informace o stávajícím mapovém serveru MMO. Dále konkrétní požadavky zadavatele, tedy MMO, požadavky DPO jako poskytovatele části dat a subjektu, který bude využívat mapovou službu zastávek a linek MHD jako informační službu pro své zákazníky.

Dále bylo nezbytné zabezpečit budoucí datové zdroje pro mapovou službu. Vytvořit komunikační kanál mezi spolupodílejícími se složkami – a tak do budoucna zajistit aktuálnost a korektnost dat. Podkladové mapy poskytl MMO, část dat o MHD zajistil DPO.

Na základě analýzy dodaných dat, požadavků DPO a MMO a studia několika různých řešení mapových informačních služeb byl sestaven základní návrh mapové služby MHD a jejích funkcí. Ovšem přípravné fáze poukázaly na jisté dílčí problémy a nutnost jejich řešení. Vyplývala potřeba aktualizace stávajících dat DPO (zastávek MHD), vytváření nových dat (průběhy linek MHD) a nutnost propojení s externím datovým zdrojem (informační systém IDOS). Vyřešení všech těchto problémů bylo nezbytné pro splnění primárního úkolu, tedy ke zdárnému vytvoření mapové služby MHD. V této fázi byla teoretická příprava u konce a bylo potřebné přistoupit k praktické části řešení.

V první fázi prací byla aktualizována data DPO – tedy zastávek MHD. Pomocí GPS bylo lokalizováno všech 131 požadovaných objektů. Dalším krokem bylo vytváření nových dat, tedy vektorizace průběhů linek MHD. Bylo vektorizováno 64 autobusových, 11 trolejbusových a 16 tramvajových linek. Tato data nyní slouží jako datový zdroj pro mapovou službu MHD.

Další etapa prací se týkala programování mapové služby. Nejprve bylo nutné vytvořit mapový konfigurační soubor, na jehož základě byl konfigurován mapový server a spuštěna mapová služba. Nyní bylo nutné vytvořit uživatelské rozhraní – tedy specializovaného mapového klienta pro mapovou službu zastávek a linek MHD.

Jako základ pro tvorbu nového klienta byl použit klient původního mapového serveru MMO, jelikož podmínkou bylo zachování původní vizuální stránky, parametrů a funkcí. Tento klient byl upraven, byly přidány nové funkce, zaměřené na práci s daty z oblasti MHD. Bylo vyřešeno a zrealizováno propojení se systémem IDOS.

Mapová služba by měla být uvedena do provozu na mapovém serveru MMO a zpřístupněna veřejnosti nejpozději do konce května roku 2007.

LITERATURA

- 1 FOLPRECHT, J. A KŘIVDA, V. A FRIČ, J. A OLIVKOVÁ, I.: *Městská hromadná doprava (vybrané statě)*. 1. vyd. Ostrava : Institut Dopravy VŠB-TU Ostrava, 2005. 124 s.
- 2 FOLPRECHT, J.: *Grafický průvodce historií silniční a městské dopravy*. Skripta VŠB-TU Ostrava 1995.
- 3 LACEK, M.: *Městská hromadná doprava I,II,III*. 1. vyd. Praha, 1986.
- 4 KOLEKTIV AUTORŮ.: *Dopravně inženýrská dokumentace – Generální dopravní plán města Ostravy - návrh*. UDIMO s. r.o, 1997. 314s.
- 5 BALCAR, Z. A ČERNÁ, E.: *Ročenka dopravy ve velkých městech*. Ústav dopravního inženýrství hlavního města Prahy, 2005. 46 s.
- 6 ESRI: *ArcIMS help*.
- 7 WEB DPO: *Historie MHD v Ostravě* [online]. Dostupné na WWW: <<http://www.dpo.cz/historie/historie.htm>>.
- 8 WEB MMO: *Mapové služby* [online]. Dostupné na WWW: <<http://gisova.ostrava.cz/mapove-sluzby.html>>.
- 9 WEB MHD BRNO: *Informační služba MHD* [online]. Dostupné na WWW <http://www.brno.planymhd.cz/aplikace/files/html/Flash_iMap_content.php>.
- 10 WEB MHD MOST: *Mapový server MHD* [online]. Dostupné na WWW <http://mapy.mumost.cz:8090/tms/html/mestska_hromadna_doprava>.
- 11 *Mapový server - Mapy.cz* [online]. Dostupné na WWW: <<http://www.mapy.cz>>
- 12 *Informační server – IDOS* [online]. Dostupné na WWW: <<http://idos.cz>>
- 13 WEB ESRI: [online]. Dostupné na WWW: <<http://esri.com/>>.
- 14 RAPANT, P.: *Geoinformační technologie*. Elektronický dokument. Vydal Institut geoinformatiky VŠB-TU Ostrava 2005.
- 15 Wikipedie, otevřená encyklopedie – [online]. Dostupné na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/>>
- 16 BURROUGH, P A McDONNEL, A.: *Principles of Geographical Information Systéme*. Oxford University Press, 1998. 333 s.
- 17 KAŇOK, J.: *Tématická kartografie*. Ostrava : Ostravská univerzita, 1999.
- 18 TUČEK, J.: *Geografické informační systémy. Principy a praxe*. Praha, Computer Press, 1998. 424 s., ISBN 80 – 7726-091-X