



Univerzita Palackého
v Olomouci

Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

Studijní program: **P1301 Geografie**
Obor: **Geoinformatika a kartografie**

GEOINFORMAČNÍ PŘÍSTUP SPRÁVY PROSTOROVÝCH DAT O VEŘEJNÉ HROMADNÉ DOPRAVĚ NA ÚROVNI KRAJE

doktorská disertační práce

Mgr. Lenka ZAJÍČKOVÁ

Školitel: prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

Olomouc 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci doktorského studia oboru Geoinformatika a kartografie vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Víta Voženíka, CSc. Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví. Veškerá geodata obsažená na přiloženém CD byla poskytnuta Koordinátorem Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje výhradně pro účely disertační práce. Jejich další modifikace, využití a šíření je možné pouze za písemného souhlasu Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje.

V Olomouci dne 19. 5. 2017

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému školiteli prof. RNDr. Vítu Voženílkovi, CSc. za jeho podněty, cenné rady a připomínky při tvorbě práce a také čas a ochotu, s jakou se po celou dobu mého studia věnoval tomu, aby ze mě udělal kvalitního vědce. Dále bych chtěla poděkovat kolegům z Katedry geoinformatiky, kteří tvoří skvělý kolektiv a v průběhu práce mi pomáhali v podobě konzultací nebo jen vytvářením přátelského prostředí. Děkuji také za finanční podporu všem poskytovatelům projektů a grantů, na kterých jsem mohla pracovat a objevovat díky nim vědu a země za hranicemi České republiky. Za poskytnutá data a odborné konzultace vděčím především zaměstnancům příspěvkové organizace Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje.

Poděkovat chci také mým úžasným rodičům a prarodičům, kteří mi vytvářeli zázemí, podporovali mě a motivovali v náročných obdobích. Za podporu vděčím také přátelům a známým, kteří v pravý čas uměli povzbudit a podržet. Zvláštní poděkování patří drahé polovičce Honzovi, za jeho trpělivost, nikdy nekončící podporu a pochopení.

OBSAH

ÚVOD	8
1 CÍL PRÁCE.....	9
2 METODY A POSTUP.....	11
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	15
3.1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA A ZÁKLADNÍ POJMY	15
3.2 SOUČASNÝ STAV SPRÁVY GEODAT O VEŘEJNÉ DOPRAVĚ.....	17
3.2.1 Aktuální rozsah a správa geodat o veřejné dopravě.....	18
3.2.2 Otevřenost dat o veřejné dopravě	18
3.2.3 Zásadní důsledky absence geodat o veřejné dopravě.....	19
3.2.4 Východiska řešení absence geodat o veřejné dopravě	20
4 SYSTÉM VEŘEJNÉ DOPRAVY V ČESKÉ REPUBLICE PO ROCE 1980	21
4.1 VÝVOJ INTEGRACE VEŘEJNÉ DOPRAVY.....	21
4.2 PRINCIP ORGANIZACE NA ÚROVNI KRAJE.....	22
4.2.1 Organizační a ekonomický podsystém.....	23
4.2.2 Tarifní podsystém	24
4.2.3 Dopravní podsystém	24
4.3 INFORMAČNÍ INTEGRACE V SYSTÉMU VEŘEJNÉ DOPRAVY	24
4.4 VEŘEJNÁ DOPRAVA V SOUSEDNÍCH STÁTECH.....	27
4.4.1 Slovensko.....	27
4.4.2 Polsko.....	28
4.4.3 Rakousko.....	28
4.4.4 Německo	29
4.5 SHRUTÍ	31
4.6 ZÁVĚR.....	32
5 ANALÝZA PŘEPRAVNÍ NABÍDKY A POPTÁVKY	33
5.1 ANALÝZA SÍDELNÍ STRUKTURY V KONTEXTU DOPRAVY	33
5.2 SPÁDOVÉ OBLASTI ZALOŽENÉ NA POPTÁVCE PO PŘEPRAVĚ	36
5.2.1 Vymezení spádových oblastí pro rok 1991 a 2011	37
5.2.2 Změna spádových oblastí mezi lety 1991 a 2011	39
5.3 AUTOBUSOVÁ PŘEPRAVNÍ NABÍDKA V OLOMOUCKÉM KRAJI	44
5.3.1 Zásadní aspekty ovlivňující přepravní nabídku v Ol. kraji.....	45
5.3.2 Datové zdroje pro vyhodnocení přepravní nabídky.....	45
5.3.3 Změny přepravní nabídky v Olomouckém kraji po roce 1980.....	46
5.4 SHRUTÍ A ZÁVĚR	49

6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A ROZSAHU SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE.....	52
6.1	SOUČASNÝ ROZSAH SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE	52
6.1.1	Zastávka	53
6.1.2	Linky – linkové vedení.....	55
6.1.3	Tarifní zóny a pásma	55
6.1.4	Železniční doprava.....	55
6.2	SOUČASNÝ ZPŮSOB SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE.....	56
6.3	DOSTUPNOST A OTEVŘENOST GEODAT	56
6.4	HODNOCENÍ STAVU A ROZSAHU SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE	58
6.4.1	Rozsah a podrobnost evidovaných objektů na úrovni kraje	58
6.4.2	Způsob správy geodat na úrovni kraje	60
6.4.3	Rozsah práce s geodaty na úrovni kraje	60
6.5	STANDARDSY PRO VÝMĚNU GEODAT O VEŘEJNÉ DOPRAVĚ	60
6.5.1	Shrnutí a průnik jednotlivých standardů o veřejné dopravě.....	63
6.6	POŽADAVKY NA INFORMACE A GEODATA Z POHLEDU UŽIVATELŮ	64
6.6.1	Informace a geodata pro cestující	64
6.6.2	Informace a geodata pro dopravce.....	65
6.6.3	Geodata pro management integrovaného dopravního systému.....	66
6.6.4	Nároky na geodata o veřejné dopravě z pohledu uživatelů	67
6.6.5	Geodata pro uživatele v kontextu existujících standardů	68
6.7	SHRnutí A ZÁVĚR	69
7	NÁVRH KONCEPTU SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE	71
7.1	NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	71
7.1.1	Datová vrstva informačního systému.....	72
7.1.2	Aplikační a prezentační vrstva informačního systému	75
7.2	NÁVRH INFORMAČNÍ INTEGRACE A OPTIMALIZACE DATOVÝCH TOKŮ	76
7.2.1	Cestující	76
7.2.2	Doprovce.....	77
7.2.3	Dispečer	78
7.2.4	Tarifní specialista.....	79
7.2.5	Dopravního specialista	80
7.2.6	Finanční specialista	81
7.2.7	GIS specialista.....	81
7.2.8	Výměna geodat mezi účastníky IDS.....	81
7.3	NÁVRH DATOVÉHO MODELU VEŘEJNÉ DOPRAVY	84
7.3.1	Datový model pro VLD a MHD.....	85
7.3.2	Datový model pro železniční dopravu.....	87

7.4	SBĚR A AKTUALIZACE GEODAT O INFRASTRUKTUŘE A PLÁNOVANÉM PROVOZU	88
7.4.1	Prvotní sběr geodat	89
7.4.2	Průběžný sběr a aktualizace geodat	90
7.4.3	Správa aktuálních geodat o základních objektech.....	90
7.5	SHRNUTÍ A ZÁVĚR	91
8	PRAKTICKÉ VYUŽITÍ DATOVÉHO MODELU A KONCEPTU SPRÁVY GEODAT PRO VEŘEJNOU DOPRAVU NA ÚROVNI KRAJE	93
8.1	REALIZACE DATABÁZÍ NAD NAVRŽENÝMI DATOVÝMI MODELY	93
8.1.1	Geodata pro datový model veřejné linkové a městské hromadné dopravy	94
8.2	ÚLOHA EFEKTIVNÍ POKRYTÍ	97
8.3	ÚLOHA INFRASTRUKTURA	102
8.4	ÚLOHA STANIČENÍ	104
9	DISKUZE.....	111
10	ZÁVĚR.....	114
	POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE.....	117

SEZNAM ZKRATEK

CIS JŘ	Celostátní Informační Systém o Jízdních Řádech
ČSAD	Československá Státní Automobilová Doprava
ČSD	Československé Státní Dráhy
ČSÚ	Český Statistický Úřad
DATEX	DATA EXchange
DB	Deutsche Bundesbahn
DR	Deutsche Reichsbahn
DÚK	Doprava Ústeckého Kraje
GIS	Geografický Informační Systém
GTFS	General Transit Feed Specification
CHAPS	CHAPS spol. s r. o.
IAD	Individuální Automobilová Doprava
IDOL	Integrovaný DOpravní systém Libereckého kraje
IDOS	Informační DOpravní Systém
IDS	Integrovaný Dopravní Systém
IDS JMK	Integrovaný Dopravní Systém JihoMoravského Kraje
IDSOK	Integrovaný Dopravní Systém Olomouckého Kraje
IFOPT	Identification of Fixed Objects in Public Transport
IREDO	Integrovaná REgionální DOprava Karlovarského a Pardubického kraje
JDF	Jednotný Datový Formát
JŘ	Jízdní Řád
KIDSOK	Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje
MHD	Městská Hromadná Doprava
NeTEx	Network and Timetable Exchange
SIRI	Service Interface for Real-time Information
SLDB	Sčítání Lidu, Domů a Bytů
SŽDC	Správa Železniční Dopravní Cesty
VD	Veřejná Doprava
VLD	Veřejná Linková Doprava
ŽSR	Železnice Slovenskej Republiky

ÚVOD

Doprava je významnou složkou národního hospodářství se značným významem pro územní dělbu práce. Cestování se časem stalo přirozenou součástí každodenního života, dnes se však cestuje častěji a na větší vzdálenosti než dříve. Na dopravu jsou proto kladeny stále vyšší a vyšší nároky především na pohodlí, rychlost a dostupnost, což se odráží v jejím rozvoji. Vývoj ekonomiky a společenský růst v řadě států stále ještě vedou k nárůstu přepravy pomocí osobních automobilů a poklesu využívání veřejné dopravy. Podle Světové zdravotnické organizace se doprava vyvíjí natolik neudržitelným rozvojem, že si globální společnost již uvědomuje potřebu tento naléhavý problém řešit (Dora, Philips, 2000). V řadě zemí se proto objevila snaha o minimalizaci dopadu na životní prostředí ve smyslu omezení zbytečné dopravy a využívání obnovitelných zdrojů energie (Litman, 2007; UNCED, 1992).

V souvislosti s trvale udržitelným rozvojem dopravy začaly již v 60. letech 20. století vznikat na území dnešního Německa dopravní svazy s cílem integrovat jednotlivé dopravce provozující veřejnou dopravu do jednoho systému a vytvořit komplexní systém veřejné dopravy nabízející stejně atraktivní cestování jako osobním automobilem. Podobné systémy se začaly v 90. letech 20. století a především na začátku 21. století zakládat i v Česku. Myšlenka integrovat dopravce do jednoho systému se ukázala jako vhodné řešení způsobu řízení veřejné dopravy. Časem se v rámci integrovaných systémů kromě dopravců a druhů dopravy začala integrovat i organizace dopravy, ekonomika a tarif. S rozvojem informační společnosti (Muet, 2004) doprava čelí další nutné inovaci v provázanosti a vytváření komplexního integrovaného dopravního systému. Díky rozvoji informační společnosti je nutné intenzivněji a důsledněji reagovat na potřebu cestující veřejnosti získávat kdekoli a kdykoli informace o možnosti cestování z bodu A do bodu B, aktuálním provozu v určitém úseku, poloze vozidla veřejné dopravy, kterým se cestující bude přepravovat, nebo jeho zpoždění. Problémem je však absence dat nesoucí tyto informace nebo geodat, na které je možné tyto informace navázat. Důvodem je velký rozsah území pod centrální správou, vysoký počet dopravních společností provozujících dopravu, nespočetné množství vozidel veřejné dopravy, zastávek apod. Zde se otevírá prostor pro geoinformační přístup k řešení tohoto problému. Předložená disertační práce přispívá k řešení způsobu a pořízení dat o veřejné dopravě, následně jejich správy a nakonec poskytování dopravních informací cestující veřejnosti, aby bylo možné poskytovat dostatečné množství podpůrných informací, zajistit větší komfort a jistotu při cestování a tím podpořit atraktivitu veřejné dopravy.

1 CÍL PRÁCE

Cílem disertační práce je vyhodnotit stav využívání geodat o veřejné dopravě a principy jejich správy a na základě těchto poznatků navrhnout, naplnit, ověřit, vyhodnotit a využít nový koncept správy prostorových dat o veřejné hromadné dopravě v Olomouckém kraji založený na geoinformačních přístupech. Cíl disertační práce je rozdělen do pěti dílčích cílů:

- **DC1** Shrnout vývoj systému veřejné dopravy v České republice po roce 1980,
- **DC2** Analyzovat prostorové změny sítě a přepravní nabídky od roku 1980 a vývoj spádových oblastí založených na poptávce po přepravě,
- **DC3** Charakterizovat současný stav a rozsah správy geodat na úrovni kraje, otevřenost a dostupnost geodat o veřejné dopravě v České republice,
- **DC4** Sestavit a naplnit datový model pro správu geodat o veřejné dopravě,
- **DC5** Ověřit datový model společně s novým konceptem správy geodat o veřejné dopravě.

Prvním dílčím cílem (DC1) je identifikovat, vyhodnotit a shrnout zásadní aspekty vývoje a organizace systému veřejné dopravy na území ČR po roce 1980 a stručně jej srovnat se systémy v sousedních státech. Vysvětlen je princip organizace veřejné dopravy na úrovni krajů ČR vedoucí k vytváření integrovaných dopravních systémů integrujících tři základní prvky systému veřejné dopravy – organizaci spolu s ekonomikou, tarif a dopravu. V kontextu požadavků dnešní informační společnosti vzniká potřeba integrovat také informace a data. Součástí tohoto dílčího cíle je proto definovat informační integraci, neboť absence jednotného přístupu k vytváření a správě geodat a souvisejících informací o veřejné dopravě vede k roztržitosti řešení jednotlivých krajů a poukazuje na naléhavost a aktuálnost komplexního řešení sběru a správy geodat a s nimi souvisejících informací za účelem zvýšení atraktivity dopravy. Řešení DC1 je obsahem Kapitoly 4.

Druhým dílčím cílem (DC2) je analyzovat prostorové změny sítě a přepravní nabídku od roku 1980, vývoj sídelní struktury a spádových oblastí založených na poptávce po přepravě pro Olomoucký kraj. Cílem je zjistit nerovnosti v pokrytí poptávky po přepravě přepravní nabídkou způsobené změnami v sídelním systému, na které nedostatečně flexibilní systém nedokázal zareagovat. Důvodem je především nedostatečná práce s prostorovými daty a s nimi souvisejícími informacemi o veřejné dopravě. Řešení DC2 je obsahem Kapitoly 5.

Třetím dílčím cílem (DC3) je charakterizovat současný stav správy geodat na úrovni kraje a rozsah sledovaných atributů vzhledem ke standardům pro výměnu geodat a jejich správu v celoevropském a světovém měřítku. Definovány jsou požadavky na data ze tří různých pohledů – cestujícího, dopravce a managementu řídicího veřejnou dopravu. Při řešení DC3 v Kapitole 6 je diskutována také problematika otevřenosti a dostupnosti geodat a s nimi spojených informací o veřejné dopravě v Česku, včetně srovnání se zahraničím.

Čtvrtým dílčím cílem (DC4) je sestavit a naplnit datový model pro geodata o veřejné dopravě v podmínkách ČR obsahující většinu zásadních entit a atributů využívaných ve světových standardech a současně vyhovující potřebám organizátorů na úrovni kraje. Datový model zohledňuje potřeby jednotlivých skupin uživatelů a širokou škálu možností využití dat, například interaktivní dopravní plán, dispečerské řízení nebo poskytování informací o veřejné dopravě osobám se sníženou schopností pohybu a orientace. Definována je také

funkcionalita a parametry databáze a koncept správy geodat o veřejné dopravě. Dílčí cíl 4 je podrobně řešen v Kapitole 7.

Pátým dílčím cílem (DC5) disertační práce je využít datový model a ověřit jej společně s novým konceptem správy geodat v praxi pro veřejnou dopravu Olomouckého kraje. Snahou je využít data pro prostorové analýzy s cílem zefektivnit obslužnost veřejnou dopravou a navrhnout řešení zjištěných problémů. Rozsah i podrobnost spravovaných geodat vycházejících z datového modelu byly testovány také praktickým využitím Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. Řešení DC5 je obsahem Kapitoly 8.

2 METODY A POSTUP

Hlavním cílem disertační práce bylo na základě poznatků získaných v průběhu vědecké činnosti navrhnout, naplnit, ověřit, vyhodnotit a využít nový koncept správy prostorových dat o veřejné hromadné dopravě v Olomouckém kraji založený na geoinformačních přístupech. Práce se proto opírá o informace a zkušenosti získané konzultacemi s odborníky a jejich podkladovými materiály, zejména geodaty. Teoretický a metodologický základ výzkumu je opřen o světové, evropské a národní standardy pro výměnu dopravních geodat. Praktická část staví na vlastním testování od datového modelování až po uživatelskou přívětivost aplikace pro sběr dat nebo zkušenosti s plněním databáze daty z různých zdrojových souborů.

Dílčí cíle byly řešeny následujícími metodami a postupem:

DC1 Vývoj systému veřejné dopravy v České republice po roce 1980

Prvním dílčím cílem bylo shrnout zásadní aspekty vývoje a organizace systému veřejné dopravy na území ČR po roce 1980 a stručně jej srovnat se systémy v sousedních státech.

Na základě rešerše literárních zdrojů (odborných knih, výzkumných studií, odborných časopisů, sborníků, internetových stránek a tištěných materiálů organizátorů veřejné dopravy) byl textově vysvětlen princip organizace veřejné dopravy na úrovni kraje formou koordinace integrovaných dopravních systémů (viz podkap. 4.2). Pomocí schémat a obrázků komentovaných v textu byla vysvětlena podstata základních podsystémů integrovaného dopravního systému a jejich vzájemné provázání. Hlavním výsledkem DC1 je definice nového podsystému integrace („informační integrace“) na základě syntézy získaných poznatků (viz podkap. 4.3). Formulován byl i význam informační integrace v kontextu informační společnosti. Informační integrace se proto musí stát nedílnou součástí integračních snah nezbytných pro fungování integrovaných dopravních systémů.

Systém veřejné dopravy Česka byl se sousedními státy srovnán (viz podkap. 4.4) pomocí ukazatelů, zejména pomocí vývoje podílu veřejné dopravy na celkových přepravních výkonech osobní dopravy, způsobu objednávání a organizace veřejné dopravy, velikosti tarifních zón, rozsahu území s integrovanou dopravou, úrovně dopravní integrace ve smyslu integrování všech druhů dopravy apod. Zjištěné rozdíly v organizaci a přístupu k zajištění přepravních vazeb byly popsány pomocí schémat, číselné charakteristiky byly zpracovány statisticky do podoby tabulek a grafů s textovým komentářem.

DC2 Prostorové změny sítě a přepravní nabídky od roku 1980 a vývoj spádových oblastí založených na poptávce po přepravě

Předmětem dalšího dílčího cíle bylo analyzovat prostorové změny sítě a přepravní nabídku od roku 1980 pro Olomoucký kraj a také vývoj sídelní struktury a spádových oblastí založených na poptávce po přepravě pro vybrané čtyři kraje.

Tato část disertační práce byla zaměřena především na analýzu využívání a dostupnosti dopravních geodat při hledání úzké vazby mezi poptávkou po přepravě a plánováním obslužnosti veřejné dopravy.

Na samotném začátku řešení tohoto dílčího cíle byl z dostupných statistik a odborných prací analyzován vývoj sídelní struktury mimo jiné v souvislosti s politickými a následnými

společenskými změnami. Výsledky ovlivňující poptávku po přepravě veřejnou dopravou byly zpracovány tabelárně, řada z nich byla prezentována pomocí map s příslušným textovým komentářem (viz podkap. 5.1).

Následně byla při řešení DC2 provedena rešerše metodik vymežujících spádové oblasti na základě dojíždky za prací a do škol (např. Hampl a kol. (1983), Čermák a kol. (1984), Hampl a kol. (1987), Řehák (1987), Andrlé (1994), Hampl (2005), ČSÚ (2005), Halás et al. (2010) apod.). Kombinací několika vybraných parametrů inspirovaných rešeršní částí a se zohledněním dojíždky dětí do škol byly kraje Jihomoravský, Vysočina, Olomoucký a Zlínský v prostředí GIS rozděleny do spádových oblastí pro rok 1991 a 2011. Pomocí základní statistiky v tabelární podobě a řady mapových výstupů byly hodnoceny základní ukazatele velikosti spádových regionů podle rozlohy, počtu obcí, počtu obyvatel a počtu dojíždějících osob. Pomocí prostorových analýz v GIS byly hodnoceny změny v intenzitě přepravy a také časoprostorové změny spádových oblastí ve vztahu k vývoji osídlení a dojížděcí do zaměstnání a do škol (viz podkap. 5.2). Demonstrováno tak bylo, jak je neefektivní vyhodnocovat poptávku po přepravě s desetiletým odstupem na základě celorepublikového sčítání a navíc několik měsíců po sčítání. Poptávka po přepravě se v období mezi rokem 1991 a 2011 výrazně dynamicky změnila.

Dále proběhla také rešerše studií zaměřených na hodnocení přepravní nabídky pomocí analýz dostupnosti veřejnou dopravou (např. Černý, 2011; Horák a kol. 2014; Staněk, 2010; Tesla a kol. 2015). Analýzou bylo zjištěno, že většina studií vychází z analýzy JŘ a hodnocení času, za který je možné se přesunout ze zájmového území do spádového centra. Proto i v disertační práci byly pro analýzu autobusové přepravní nabídky v Olomouckém kraji využity archivní papírové JŘ pro rok 1980, 1990 a 2000 a digitální podoba novodobých JŘ pro rok 2010 z databáze pro IDOS (viz podkap. 5.3). Tyto podklady byly digitalizovány do databáze spojení veřejnou linkovou dopravou pro rok 1980, 1990, 2000 a 2010 a datových vrstev (shapefilů) zastávek a spojů pro jednotlivé roky. Data byla dále zpracována pomocí kontingenčních tabulek do tabulek a grafů a agregovaná data za zastávky, linky nebo území byla připojena na prostorová data v prostředí ArcGIS for Desktop. Nástrojů GIS bylo využito především pro vizualizaci změn obslužnosti obcí. Vypočteny a tabulkově prezentovány byly i základní statistické charakteristiky, např. počty zastavení na zastávkách, průměrný počet zastávek spojů linek, průměrná doba spoje, průměrná délka linky aj. a jejich změna v čase.

Nakonec byla v kontextu změn sídelní struktury stručně vyhodnocena adekvátnost a efektivnost změn přepravní nabídky na poptávku po přepravě v Olomouckém kraji od roku 1980. Pro detailnější a objektivnější analýzu chyběla kvalitní geodata a informace (přesná poloha i historických zastávek, přesné trasování spojů apod.).

DC3 Současný stav a rozsah správy geodat na úrovni kraje, otevřenost a dostupnost geodat o veřejné dopravě v České republice

Třetím dílčím cílem bylo zpracovat současný stav správy geodat na úrovni kraje a rozsah sledovaných atributů vzhledem ke standardům pro výměnu geodat a jejich správu v celoevropském a světovém měřítku.

Nastudovány a konzultovány se specialisty v dopravě z organizace Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje byly dostupné interní dokumenty jednotlivých organizátorů. Na základě těchto poznatků byl popsán současný stav správy

geodat na úrovni kraje (viz podkap. 6.1 a 6.2), který byl zároveň konfrontován s reálným stavem a komplikovaností infrastruktury (zastávek a jejích součástí). Tabelárně v přílohách byly zpracovány aktuálně sledované atributy vybraných organizátorů. Hodnocena byla také dostupnost a otevřenost geodat o veřejné dopravě. Pro objektivní hodnocení stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje bylo vytvořeno šest hodnotících kritérií, ze kterých byl sestaven výsledný hodnotící index. Každé hodnotící kritérium bylo odstupňováno do kvalitativních úrovní dle formy a kvality řešení.

V další části byly diskutovány výhody a nevýhody jednotlivých standardů pro výměnu geodat o veřejné dopravě (viz podkap. 6.5). Výstupem je průnik společných objektů, které bylo nutné do navrhovaného konceptu správy geodat zahrnout (viz podkap. 6.6).

Pro definování rozsahu, obsahu a detailu sledovaných atribut jednotlivých entit proběhla analýza požadavků na informace a geodata jednotlivých skupin uživatelů dat (cestujících, dopravců a managementu řídicího veřejnou dopravu). Tyto požadavky na data jsou textově popsány podle praktických zkušeností specialistů v dopravě, recenzí uživatelů dopravních aplikací a podle rozsahu sledovaných atributů ve standardech pro výměnu geodat a správu v celoevropském a světovém měřítku (GTFS, IFOPT, NeTEx, apod.).

DC4 Datový model pro správu geodat o veřejné dopravě

Čtvrtým dílčím cílem bylo sestavit a naplnit datový model pro geodata o veřejné dopravě v podmínkách Česka obsahující většinu atributů světových standardů a současně vyhovující potřebám organizátorů na úrovni kraje.

I v rámci řešení tohoto DC4 probíhaly konzultace s dotčenými pracovníky Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje, dále pak s organizátory sousedních krajů (Moravskoslezského, Jihomoravského a Pardubického), s jednotlivými dopravci, společnostmi CHAPS s.r.o., ČSAD SVT Praha s.r.o., výrobcí odbavovací techniky, vývojáři softwarů dispečinků IDS (např. T-Mapy s.r.o.) a vývojářem softwarů pro zpracování JŘ (M-line a.s.). Na základě získaných informací od dotčených subjektů a podle zásad standardů pro výměnu geodat o veřejné dopravě a obecných zásad pro informační systémy a správu geodat byl v rámci tohoto dílčího cíle nejprve navržen nový koncept správy geodat o veřejné dopravě založený na třívrstvé architektuře informačního systému (viz podkap. 7.1). Základem řešení je datová vrstva, nad kterou je aplikační vrstva formulující pravidla výpočtů a přenosu informací mezi datovou a prezentační vrstvou. Prezentační vrstva je uživatelské rozhraní, kterým uživatelé k datům a zpracovaným výstupům přistupují.

Jako základ informační integrace z pohledu geodat bylo definováno celkem pět základních datových skupin. Schematicky byl popsán cyklus práce s geodaty v rámci definovaných optimalizovaných datových toků mezi účastníky IDS (a zároveň uživateli geodat) (viz podkap. 7.2).

V dalším kroku probíhalo datové modelování, jehož výsledkem je datový model. Vzhledem k povaze rozdílnosti drážní versus autobusové a tramvajové dopravy byly nakonec vytvořeny dva datové modely. Datové modely vychází ze standardu NeTEx, národního formátu JDF a požadavků uživatelů specifikovaných v DC3. Datové modelování probíhalo v programu Case Studio 2 nad databází MySQL5. Nejprve byly entity, atributy a vzájemné relace entit vhodné pro rozsah i způsob organizace v podobě integrovaného dopravního systému na úrovni kraje graficky zpracovány do logického modelu. Z něj byl odvozen entitně relační datový model

(ERD) obsahující i datové typy a označení primárních a cizích klíčů potřebných k praktickému zpracování datového modelu. Vygenerován byl také RTF report obsahující přehlednou definici entit, atributů, datových typů, vazeb apod. Závěrem byl vygenerován SQL skript pro vytvoření databázové struktury určené k naplnění daty. Oba navržené datové modely se skládají z části popisující infrastrukturu, druhou část tvoří entity zásadní pro provoz. Při návrhu datových modelů bylo především kvůli rozsahu zohledněno, že se jedná o správu veřejné dopravy na krajské úrovni a že je nezbytné integrovat data mnoha zdrojů a prezentovat je jako jeden systém.

Navržený koncept správy geodat na úrovni kraje (viz podkap. 7.3) obsahuje i doporučený postup, jak a odkud požadovaná data shromáždit a jak je aktualizovat. Oba datové modely obsahují dekomponované vazby pomocí vazebních tabulek, kardinalita vztahu je výhradně 1:N nebo specificky 1:1. Datové modely jsou z velké části (31 %) založeny na číselníkových hodnotách (boolean hodnoty + číselníky).

DC5 Ověřit datový model společně s novým konceptem správy geodat o veřejné dopravě

Pátým dílčím cílem disertační práce bylo využít datový model a ověřit společně s novým konceptem správy geodat v praxi pro veřejnou dopravu Olomouckého kraje.

Nejprve byl validní SQL skript pro vytvoření databázové struktury upraven tak, aby bylo možné vytvořit databázi PostgreSQL. Upraven byl především předpis pro vytvoření atributů založených na číselnících, PostgreSQL také rozdílně pracuje s geometrií a poznámkami, které byly vytvořeny jako uživatelská nápověda. Zároveň byla nad datovým modelem ve spolupráci s firmou Asseco CE vystavěna mobilní aplikace pro terénní sběr geodat. V dalším kroku byla pomocí pgAdmin importována data z JDF a terénního sběru. Dle připraveného postupu firma T-Mapy s.r.o. vytvořila nástroj pro generování linií spojů na základě GPS poloh vozidel a JŘ v JDF souborech. I tato geodata (pouze za dopravce Arriva Morava, a.s.) byla importována do databáze.

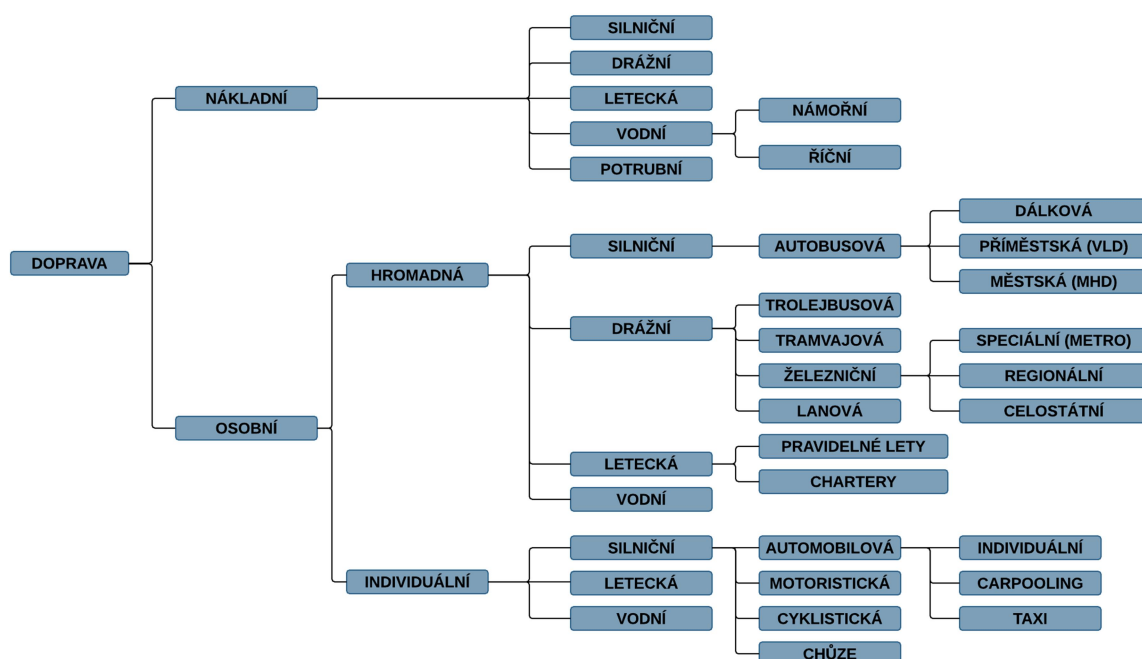
Nad touto databází proběhly prostorové analýzy realizované v softwaru ArcGIS for Desktop 10.4.1 (viz podkap. 8.2 až 8.4). Databáze PostgreSQL byla připojena do softwaru ArcGIS for Desktop, vrstvy zastávek, spojů, zastávek spojů a nástupních hran byly převedeny do File geodatabáze. Použita byla také geodatabáze StreetNet s komunikacemi, rastrové datové sady tzv. „The European Settlement Map 2016“ vytvořené pod záštitou programu Copernicus, data z projektu „Kraj bez bariér“ pod záštitou Olomouckého kraje apod. Nejčastěji bylo využíváno nástrojů pro síťové analýzy pro zjištění obslužných oblastí zastávek a pokrytí zastávek docházkovou vzdáleností. Výsledkem prostorových (převážně síťových) analýz je řada grafů, map a tabulek.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Doprava je již dlouho dobu součástí několika vědních oborů, jako je např. geografie, inženýrství, dopravní ekonomika a mnohé další. S tím souvisí zavádění nezbytné odborné terminologie, která jednotlivé obory spojuje. Pro jednoznačnost formulací v textu disertační práce následuje v podkap. 3.1 vysvětlení základních pojmů používaných dále v textu.

3.1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA A ZÁKLADNÍ POJMY

Doprava v klasickém pojetí představuje činnost spjatou s cílevědomým přemístováním osob a hmotných předmětů v různých objemových, časových a prostorových souvislostech za použití různých dopravních prostředků a technologií (Drdla, 2008). Dopravu lze rozdělit podle druhu přepravy na osobní a nákladní, osobní dopravu dále podle typu dopravní cesty na individuální a hromadnou (obr. 1).



Obr. 1 Dělení dopravy (upraveno podle Rodrigue 2013)

Doprava, jako významná složka ekonomiky společnosti, podléhá systému legislativních opatření, zejména zákonům a vyhláškám. V případě Česka (z pohledu zaměření disertační práce) se řídí především zákonem č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě a zákonem č. 194/2010 Sb., o veřejných službách v přepravě cestujících.

Na základě poznatků bylo zjištěno, že osobní hromadná doprava je výhradně zabezpečována veřejnými institucemi nebo soukromými společnostmi v zájmu zajistit veřejnosti přepravu z místa na místo, lze pro ni používat termín veřejná hromadná doprava, zkráceně veřejná doprava. **Veřejnou dopravou (dále jen VD)** se rozumí veškerá osobní hromadná doprava, která je realizována a přístupná všem lidem za předem vyhlášených podmínek (JŘ, přepravní podmínky apod.) a kterou je možné dále rozdělit na silniční, drážní, leteckou a vodní (zákon č. 111/1994 Sb.).

Přepravou se rozumí přemístění prostřednictvím dopravy, jedná se tedy o užitečný efekt dopravy (Král, 2007).

Přepravní vazba (vztah) vyjadřuje přemístovací vztah vykonávaný v rámci každodenních i nepravidelných aktivit osob. Pojem souvisí s přepravní poptávkou, což je soubor všech přemístění, která obyvatelé potřebují vykonat v daném území. Poptávka je charakterizovaná sezónností, projevující se výkyvy poptávky ročními (dané počasím), týdenními (dané pracovními dny a dny pracovního klidu) a denními (přepravní špičky, sedla, noční provoz) (Pastor a Tuzar, 2007).

Dopravní obslužnost se podle zákona č. 194/2010 Sb., o veřejných službách v přepravě cestujících rozumí zabezpečení dopravy pro všechny dny v týdnu především do škol a školských zařízení, k orgánům veřejné moci, do zaměstnání, do zdravotnických zařízení poskytujících základní zdravotní péči a k uspokojení kulturních, rekreačních a společenských potřeb, včetně dopravy zpět, přispívající k trvale udržitelnému rozvoji. Vlastní realizace dopravní obslužnosti v podobě konkrétních spojů linek se nazývá **dopravní obsluha území** a je odrazem vyspělosti společnosti jako nezbytného standardu současného moderního života (zákon č. 194/2010 Sb., o veřejných službách v přepravě cestujících). Obslužnost je tak definovatelná a měřitelná vlastnost nebo schopnost dopravy jako služby, představuje zajištění dojížděky obyvatel určité oblasti (regionu) za danými cíli v prostorovém i časovém měřítku.

V souvislosti se zajišťováním dopravní obslužnosti a prostorovým rozsahem dopravy se využívá další dělení osobní dopravy. Rodrigue (2013) vymezuje celkem sedm prostorových úrovní osobní VD: interkontinentální, mezinárodní, národní, regionální, příměstskou, městskou a místní. V českých podmínkách jsou na **národní a mezinárodní úrovni** provozovány vlaky nadregionálního a mezinárodního významu (typu SuperCity, railjet, EuroNight, EuroCity, InterCity, Expres a rychlíky) a dálková autobusová doprava zajišťující přepravu vyšší cestovní rychlostí a na větší vzdálenosti. Dopravu na **regionální úrovni** zajišťují linky regionální autobusové dopravy a osobní a spěšné vlaky regionální drážní dopravy. Regionální doprava obsluhuje kromě hustě osídlených oblastí (obsluhuje primárně příměstská doprava) i méně osídlené oblasti mimo dosah příměstské dopravy (Vonka, 2001). **Příměstská doprava** uskutečňovaná **veřejnou linkovou dopravou** (dále jen VLD) zajišťuje realizaci všech dopravně přepravních vztahů mezi městem a zázemím města a má většinou centricky dostředivý charakter. Plošný rozsah příměstské dopravy určuje spádová oblast centra vymezená přijatelnou dobou dojížděky do města, která se u nás pohybuje mezi 40–60 km od centra města (Olomoucký kraj, 2011). Na úrovni města je provozována **městská hromadná doprava** (dále jen MHD) definovaná jako činnost dopravce spočívající v pravidelné přepravě osob, jejich příručích zavazadel a spoluzavazadel a živých zvířat, doprovázejících přepravovanou osobu, vozidly veřejné drážní a silniční osobní dopravy. Přeprava pomocí MHD musí být uskutečňována pro poskytování obecných přepravních potřeb na území města, případně jeho příměstských oblastí (zákon č. 111/1994 Sb.). Velká řada měst je většinou obsluhována autobusy, místy tramvajemi, trolejbusy nebo metrem. Na **místní úrovni** zahrnuje doprava i obsluhu rekreačních oblastí nebo menších venkovských sídel, kterou může zajišťovat jak VLD, MHD i železniční doprava.

Integrovanou dopravou se podle Hull (2005) rozumí zajišťování dopravní obslužnosti území VD jednotlivými dopravci v jednom ze tří způsobů:

- v silniční dopravě,

- v silniční dopravě v kombinaci s jiným druhem dopravy,
- jedním dopravcem provozujícím více druhů dopravy.

Při integrované dopravě se dopravci musí podílet na plnění přepravní smlouvy podle smluvních přepravních a tarifních podmínek (zákon č. 111/1994 Sb.). Kvalitní, důsledně realizovaná a fungující integrovaná doprava vytváří integrovaný dopravní systém pro určité území a pomocí dopravní obslužnosti vymezeného území v požadované kvalitě zabezpečuje přepravní vazby obyvatel v území.

Integrovaný dopravní systém (IDS) je podle Hull (2005) způsob organizace VD, který vede ke zvýšení efektivity dopravní obslužnosti z hlediska rychlosti přepravy, zajištění dostupnosti pomocí návazností a zvýšení ekonomičnosti provozu. Snahou IDS je propojit všechny druhy dopravy a snížit objem veřejných prostředků vynakládaných na VD a omezit její škodlivé vlivy na životní prostředí. IDS zároveň přispívá k plynulosti dopravy a z hlediska cestujícího vede ke zvyšování pohodlí přepravního procesu. Cílem IDS je také posílit konkurenceschopnost VD oproti individuální automobilové dopravě (dále jen IAD) (Zelený, 2007; Mojžíš a kol., 2008; Kleprlík, 2011).

Spádová oblast je geograficky vymezené území kolem centra přitahujícího svou silou obyvatele zázemí dojíždějící do centra. Tato oblast bývá nehomogenní, exaktně vymezena hraniční hodnotou podílu dojíždějících, vyčíslením intenzity vztahu mezi centrem a zázemím nebo zjednodušeně časem dojížděky do centra. Síla centra přitahovat ostatní sídla je dána atraktivitou z pohledu počtu nabízených pracovních pozic, školských zařízení nebo kvalitou a rozsahem služeb, ale i vzdáleností spádových sídel od centra. Centrum oblasti mívá větší počet obyvatel. Často je spádovou oblastí vymezený dojížděkový region (Kraft, 2007).

Linkou se podle zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě rozumí souhrn dopravních spojení na trase dopravní cesty určené výchozí a cílovou zastávkou a ostatními zastávkami, na níž jsou pravidelně poskytovány přepravní služby podle platné licence a schváleného JŘ.

Spojem se podle zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě rozumí dopravní spojení v rámci linky, které je časově a místně určené JŘ.

Tarifní zóny a pásma představují části území, na něž bylo rozděleno zájmové území v závislosti na tarifu IDS tak, aby byla zajištěna optimální výše tržeb, finanční únosnost a spravedlnost pro cestující. Tarifní zóny nebo pásma reprezentují tarifní uspořádání IDS (Maxa a kol., 2000).

Dopravními geodaty dotčenými datovým modelem jsou lokalizované zastávky a jejich součásti (označníky, nástupní hrany, vybavení apod.) a také linky a spoje včetně obslužných časů zastávek. Koncept správy geodat o veřejné dopravě pak pracuje také s dalšími geodaty, především s polohou mimořádností z Jednotného systému dopravních informací, s uzavírkami a plánovanými změnami nebo skutečným provozem.

3.2 SOUČASNÝ STAV SPRÁVY GEODAT O VEŘEJNÉ DOPRAVĚ

Současný stav správy geodat na úrovni kraje úzce souvisí se snahou reorganizovat VD do jednoho celku a využít tak synergického efektu. Řízením VD a správou IDS v Česku byli pověřeni tzv. organizátoři (koordinátoři) jako podřízené orgány krajských úřadů. Rozsah jimi spravované oblasti je zpravidla v řádech tisíců km² (území kraje), s tisíci zastávkami obsluhovanými stovkami linek provozovaných desítkami dopravců. Původní myšlenka IDS byla založena na vytvoření systému s integrovanými všemi druhy dopravy, sjednocenou cenou

přepravy a přepravními podmínkami a také související integrovanou organizací a ekonomikou (JIKORD, 2011). Dnešní tzv. informační společnost charakteristická nadměrným digitálním zpracováním, uchováváním a přenosem informací (Muet, 2004) však přispívá k nové potřebě – integrovat data a informace ve VD. Ze zpracování informací se totiž stává významná ekonomická aktivita ovlivňující charakter společnosti a do jisté míry taky ochotu cestujících využívat VD.

3.2.1 Aktuální rozsah a správa geodat o veřejné dopravě

V Česku chybí jednotnost v přístupu při sběru, správě geodat a s nimi souvisejícím poskytováním informací, což vede k roztržitosti jednotlivých řešení (Zajíčková, 2013a). Informací o dopravě z různých zdrojů, v různé podobě a podrobnosti stále přibývá, některé zásadní informace naopak zcela chybí. Většina organizátorů alespoň základní data o území pro svou činnost potřebuje, sbírají a spravují tak minimálně seznam zastávek a jejich přibližnou polohu, rekonstruují trasování linek VD nad sítí komunikací a vymezují tarifní zóny (pásma). Data jsou převážně v textové nebo tabelární podobě jako podklad pro schémata, oblastní mapy nebo jejich výřezy. Grafické zpracování polohové informace navíc často probíhá v grafických editorech (např. Corel Draw), pouze omezeně vznikají data v GIS. Jejich kvalita je odrazem elementární znalosti práce v GIS a výše uvedené absence jednotného přístupu. Ačkoli by geoinformační technologie měly hrát zásadní a nezastupitelnou roli v celém procesu tvorby, sběru, správy, publikování a vizualizace geodat o VD, v praxi má jenom zlomek dat uložené přesné souřadnice. GIT tak hrají pouze malou roli i při práci s prostorovými daty, neúplné datové sady obsahují chybně umístěné objekty s nedotahy nebo přetahy, vrstvy postrádají souřadnicový systém, objektům chybí atributy nebo jsou neaktuální, v horším případě chybné. Díky absenci datového modelu mnohdy není vhodná ani logická struktura, nevhodný bývá i způsob správy dat (Zajíčková, 2013a). Pro organizátory by to znamenalo začít systematicky náročným procesem sběru, ukládání a správy geodat a s nimi souvisejících informací a následně vytvořit nebo zajistit vizualizace nejmodernějšími technologiemi. Česká republika se aktuálně díky výše popsaným skutečnostem ale potýká s problémem existence a dostupnosti kvalitních geodat o VD.

3.2.2 Otevřenost dat o veřejné dopravě

Kromě absence geodat se však Česko potýká s problémem otevřenosti dat o VD. Jednotlivé subjekty se snaží si chránit své obchodní příležitosti, případně výsledky dlouholetých snah za nemalé finanční částky. Aktuálně je celostátně problematická zejména otevřenost JŘ. Společnost CHAPS spol. s r. o. (dále jen CHAPS) je od roku 2001 monopolním správcem dat o JŘ na základě smlouvy s Ministerstvem dopravy z roku 2001 (CHAPS, spol. s r. o., 2013). Firma se zavázala k bezplatnému vedení Celostátního informačního systému o JŘ (dále jen CIS JŘ) a dostala zároveň možnost s daty neomezeně nakládat. Od roku 2007 data exkluzivně prodává společnosti MAFRA provozující aplikaci IDOS, která v roce 2012 vyhrála soutěž o nejlepší existující plánovač cest v Evropě (European Commission, 2012). Výjimečnost tohoto produktu spočívala v monopolu správy soukromou společností profitující z reklamy na stránkách a využívající veřejná data v praxi. V souvislosti s myšlenkou, že se jedná o veřejná data, se jich v roce 2011 bezplatně domáhala pro komerční využití společnost Seznam.cz (Slížek, 2015). Společnost CHAPS tehdy poukazovala na to, že není tzv. povinným subjektem ve smyslu zákona o svobodném přístupu k informacím (zákon č. 106/1999 Sb.)

Nicméně Ministerstvo dopravy na nátlak společnosti Seznam.cz a rozsudku Nejvyššího soudu vydalo vyhlášku o JŘ VLD (vyhláška č. 122/2014 Sb.). Ta od 1. 9. 2015 přikazuje povinnost zveřejňovat údaje z JŘ „způsobem umožňujícím automatizované zpracování“ (Slížek, 2015). Nicméně zveřejněná data nesplňují parametry otevřených dat. Společnost CHAPS sice uvolnila zazipované JDF soubory, ale v původním stavu od dopravců bez korekcí chyb jako je podjíždění JŘ apod. Jedná se tedy o strojově čitelný formát pro autobusovou dopravu (pro železniční jsou dostupné jen pdf soubory), ale v zazipovaných stovkách souborů pouze pod pořadovým číslem. Obsah těchto pořadových čísel se navíc každý den mění. Data jsou tedy v digitální podobě, ale bez otevřené licence, nelze je stáhnout jako celek a nejistá je strojová čitelnost v případě souborů pdf. Tato data se pokusil využít Seznam.cz v pilotním projektu celostátního vyhledávání v JŘ nad Mapy.cz včetně výpočtu pěších přesunů. Projekt však stále zůstává v beta verzi, na data publikovaná společností CHAPS se totiž nedá spolehnout. Otevření JŘ tak nevedlo k větší dostupnosti a využitelnosti dat z JŘ.

3.2.3 Zásadní důsledky absence geodat o veřejné dopravě

Hlavním důsledkem absence kvalitních geodat je rostoucí podíl na klesající atraktivitě a využití VD. Klesající zájem veřejnosti o cestování VD úzce souvisí s chybějícími podpůrnými informacemi při plánování a realizaci cesty pomocí moderních technologií. Není to však hlavní příčina poklesu zájmu o VD. Organizátor díky absenci dat a výsledků jakýchkoli prostorových analýz není schopen adekvátně reagovat na změny v území a v poptávce po přepravě. Při plánování změn obslužnosti vychází především z místní znalosti dopravních specialistů, podnětů od cestujících a ze změn populační velikosti obcí a významu jejich dopravní polohy. Fungování VD je tak do značné míry odrazem historického vývoje a plánování, založeném na vytváření tzv. negativního, respektive pozitivního „bludného kruhu“ (Bar-Yosef et al., 2013; Nutley, 1998). Znamená to, že v malých obcích s menším počtem potenciálních cestujících dochází k útlumu až ukončení obslužnosti, naopak v oblastech s vysokou hustotou zalidnění dochází k naddimenzování přepravní nabídky. Změny tedy zřídka odpovídají změnám v každodenní poptávce po přepravě cestující veřejností, což vede k prohlubování problémů spojených s trvale udržitelným rozvojem VD (Marada a kol., 2010; Marada, Květoň, 2010). Organizátoři se tak odklánějí od původní myšlenky, že právě cestující a jeho potřeba přesunu z místa A do místa B je podstatou provozování přepravní služby. Navíc jak upozorňuje Antrop (2004), nedostatečně zabezpečená dopravní obslužnost nejprve vede k hledání alternativy cestování, později dokonce ke změně územní struktury ve smyslu vylidňování malých sídel, které v extrémních případech může vést k jejich zániku. Na základě mnoha prací zabývajících se zpracováváním dojížděkových proudů (např. Andrlé a Pojer, 1964; Macka, 1967; Řehák, 1987 a především Hampl a kol., 1983; Hampl a kol., 1987; Hampl 2005) je při tom možné zejména po roce 1980 sledovat dynamický vývoj přepravních vazeb v území, které již dávno měly být podkladem pro plánování obslužnosti. Data o dojížděce za prací a škol, která svou podstatou denních pohybů tvoří převážnou část požadavků společnosti na přepravu (Kladivo a kol., 2010), jsou pro svou důležitost již desítky let součástí celostátního cenzu Sčítání lidu, domů a bytů (dále jen SLDB). Tato data by měla sloužit jako jeden ze vstupů pro vznik trasování linek jako posloupnosti jednotlivých zastávek. Na druhou stranu se jedná o data, která jsou dostupná několik měsíců po provedení celorepublikového cenzu jednou za deset let a ochota občanů odpovídat na otázky často až osobního charakteru klesá.

Problémem je také skutečnost, že sám organizátor nemá podkladová geodata (přesně polohově lokalizované zastávky, označníky, linie spojů a linek), na základě kterých by byl schopen komplexně vyhodnotit obslužnost, za kterou nese zodpovědnost. Na tato chybějící geodata tak není možné navázat další informace o obslužnosti z JŘ tak, aby mohlo dojít k srovnání přepravní poptávky s nabídkou. V důsledku toho se většina vědeckých dopravních studií omezuje na jednoduché analýzy dostupnosti ve smyslu vývoje počtu spojů jednotlivých druhů dopravy za obec apod. (Černý, 2011; Marada, Květoň, 2010; Staněk, 2010) nebo vývoje dostupnosti nejčastěji do zaměstnání (Horák a kol. 2014; Ivan a kol. 2014; Tesla a kol. 2015) nebo naopak hodnotí pouze vývoj dojížděky jako poptávky po přepravě (viz metodiky a výstupy výše).

Důvodem absence geodat je náročnost jejich pořízení z organizačního, časového i ekonomického pohledu. Nově vznikajícím požadavkem na integraci geodat a informací se proto jednotliví organizátoři i z důvodu absence chybějícího návodu na řešení často odmítají zabývat. Výše uvedený stav tak dále způsobuje stále klesající atraktivitu VD vůči individuální automobilové dopravě, nabídka často vůbec nereflkuje poptávku.

3.2.4 Východiska řešení absence geodat o veřejné dopravě

Východiskem pro řešení absence geodat, především definování obsahu a podrobnosti geodat o VD, mohou být dostupné standardy využívané v zahraničí. Na nich je možné postavit datový model pro potřeby správy geodat na úrovni kraje.

Tyto standardy se týkají nejrůznějších oblastí práce s daty o VD. Řada z nich je primárně určena pro plánování cest, publikační nástroje JŘ a podobné aplikace, zde je důležitým zástupcem GTFS (General Transit Feed Specification) od společnosti Google. Zdarma díky němu publikují dopravci po celém světě geoinformace spojené s JŘ na podkladu Google Maps (Google, 2012a). Jiné standardy, např. Identification of Fixed Objects in Public Transport (IFOPT), jsou technickými specifikacemi pro popis statických prvků dopravní infrastruktury, tzn. zastávek, přestupních uzlů, letišť, nádraží apod. (EN 28701:2012, 2012). Další se zabývají předáváním informací, jako komunikační standardy např. poskytují definici základních požadavků na real-time přenos dat v celoevropském kontextu (Service interface for real-time information (SIRI)) nebo jsou rámcem pro přenos dynamických dopravních informací (DATEX II) (CEN/TS 15531:2011, 2011; CEN/TS 16157:2011, 2011). Novinkou v oblasti standardizace je norma Network and Timetable Exchange (NeTEx), která komplexně a poměrně rozsáhle popisuje statické prvky sítě VD, ale i prvky popisu provozu nad sítí (PD CEN/TS 16614-1:2014, 2014). Otázkou tvorby a správy geodat o VD na úrovni krajů se v Česku nikdo nezabýval (Zajíčková, 2015a). Respektovaný je pouze jednotný datový formát (dále jen JDF), který je určený dopravcům pro zpracování JŘ pro účely postoupení do CIS JŘ. Formát JDF je složen z několika CSV souborů bez vazby na prostorovou informaci, jedná se pouze o digitální podobu JŘ.

Závěrem lze konstatovat, že české VD chybí standard definující geodata, jejich podrobnosti a přesnost. Pro organizátory tak není možné s geodaty efektivně pracovat a poskytovat je veřejnosti spolu s dalšími informacemi o aktuálním provozu. Nejjednodušším východiskem z této situace je vytvoření univerzálního datového modelu na základě výběru entit a atributů světových standardů doplněných národními specifiky VD tak, aby na výsledná geodata o VD bylo možné navázat i real-time informace z telematických systémů.

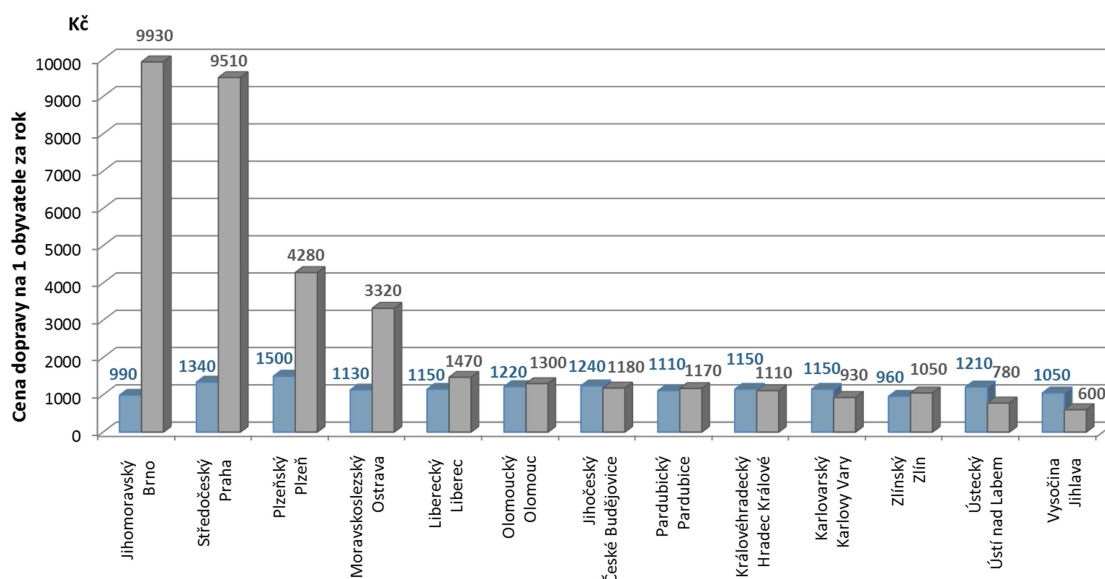
4 SYSTÉM VEŘEJNÉ DOPRAVY V ČESKÉ REPUBLICE PO ROCE 1980

Cílem této kapitoly je shrnout zásadní aspekty vývoje a organizace systému veřejné dopravy v Česku po roce 1980 a stručně jej srovnat se systémy v sousedních státech.

Historie VD na území dnešního Česka je úzce spjata se státním podnikem Československé státní dráhy (dále jen ČSD) založeném v roce 1918 a Československou státní automobilovou dopravou (dále jen ČSAD) založenou 1949 (Kubát, 2007; Kyncl a kol., 2006). Od poloviny 20. století je pro území republiky (stejně jako pro další postkomunistické státy spadající do čtvrtého základního typu dopravního systému podle Brinke (1999)) charakteristický deformovaný vývoj dopravy díky značné podpoře VD. Jak upozorňuje Kyncl a kol (2006), během poměrně krátkého časového období se tak díky chybějící konkurenci podařilo vytvořit ojedinělý systém VD zajišťující obslužnost všech obcí na území dnešní České a Slovenské republiky. Páteří VD byla hustá síť pravidelných autobusových linek doplněná železniční dopravou, tedy přesně naopak než je tomu dnes. Stát se tehdy choval jako podnikatelský subjekt, jehož cílem bylo zajistit dopravu s nejvyšší možnou mírou návratnosti. Tento systém fungoval do rozpadu Československé republiky, poté vznikaly na základě zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě liberalizujícího poměry v silniční dopravě, velké soukromé subjekty. Podniky ČSAD tedy prošly privatizací a přešly na akciové společnosti, na trh se dostaly i velké mezinárodní společnosti, čímž vznikla soutěž o zájem cestující veřejnosti. V roce 1994 byl přijat nový zákon o drahách (zákon č. 266/1994 Sb.), který v Česku zavedl novou kategorizaci drah a fakticky začal připravovat půdu pro privatizaci regionálních drah a konkurenci dopravců. Období 90. let 20. století je charakteristické nejen reorganizací VD, ale podle Kleprlíka (2009) také úbytkem počtu cestujících VD, nárůstem počtu osobních automobilů a zakládáním IDS.

4.1 VÝVOJ INTEGRACE VEŘEJNÉ DOPRAVY

První integrační snahy se na území dnešního Česka objevily již v roce 1983 ve Zlíně v podobě uznávání jízdenek MHD na železniční trati Zlín–Otrokovice. K většímu zakládání IDS ale docházelo až od 90. let 20. století. Nejstarším IDS je Zlínská integrovaná doprava zřízená v roce 1992 (DSZO, 2004), k 31. 12. 2016 bylo na území ČR celkem 14 IDS (Podrobná charakteristika jednotlivých IDS viz Příloha 1), přičemž každý je originální, vzájemně se liší zejména územní působností a množstvím tzv. projevů integrace. Množství projevů integrace je přímo úměrné kvalitě IDS. Křivda a kol. (2006) udávají, že jedním z měřitelných parametrů fungování IDS je cena VD na osobu za jeden kalendářní rok (obr. 2). Ta je podle nich přímo úměrná kvalitě cestování, obecně tedy kvalita VD roste s vynaloženými prostředky na obslužnost a fungování IDS. Toto tvrzení však nemusí být nutně pravdivé, v řadě IDS nepochopení základní myšlenky integrované dopravy vede k vynaložení nemalých finančních prostředků pro malý efekt a k nízké atraktivitě pro cestující. Z toho důvodu se řada IDS dostává na pokraj zániku nebo dokonce zanikne, jako např. v roce 2009 Jablonecký regionální IDS a Českobudějovická integrovaná doprava (Melichar, Ježek 2009; Železný 2007).



Obr. 2 Výdaje na veřejnou dopravu v Kč na 1 obyvatele v krajích a krajských městech ČR v roce 2012 (Zdroj: MasterCard česká centra rozvoje, 2012)

Podstata problému je ve správě izolovaných systémů s rozdílnými přístupy k řešení v jednotlivých krajích. Zatímco některé IDS pokrývají pouze město (např. IDS Zlínská integrovaná doprava), většina působí na území jednoho kraje (např. IDS Olomouckého kraje), výjimečně se sdružuje území více krajů (Integrovaná regionální doprava Královéhradeckého a Pardubického kraje). V kraji Vysočina dokonce žádný integrovaný systém není a nikdy nebyl. Zásadní je také problém oddělenosti řešení jednotlivých podsystémů IDS (viz dále) s často až protichůdnými směry negativně ovlivňující kvalitu řízení a oslabující ekonomickou stabilitu IDS. Mnoho českých IDS navíc nespĺňuje základní podmínku integrovat všechny druhy dopravy, nejčastěji je vyloučena páteřní železniční doprava (např. v IDS Zlínská integrovaná doprava). Kromě toho si nezdávka sousedící IDS konkurují místo spolupráce. Důvodem značných rozdílů mezi IDS jsou podle Chvátala a kol. (2011) chybějící sjednocující právní předpisy a národní koncepce VD, které by charakterizovaly a sjednocovaly základní parametry IDS. Přenos pravomocí a odpovědnost za objednávání regionální dopravy na krajské úřady nebo na krajské společnosti organizující regionální dopravu proto v roce 2001 vedl k nestejnomyernému vývoji dopravní obsluhy v jednotlivých krajích (Nigrin, Dujka, 2014).

4.2 PRINCIP ORGANIZACE NA ÚROVNI KRAJE

Podstata IDS na úrovni kraje je založena na integraci tří tradičních podsystémů - ekonomiky spolu s organizací, tarifu a dopravy (Křivda a kol., 2006). Základní myšlenkou integrace v IDS je maximální využití synergického efektu všech druhů dopravy. Realizace IDS však podle Mojžíš a kol. (2008) ukázala, že existuje pět dalších znaků integrace v IDS, které úzce souvisí s tradičními podsystémy:

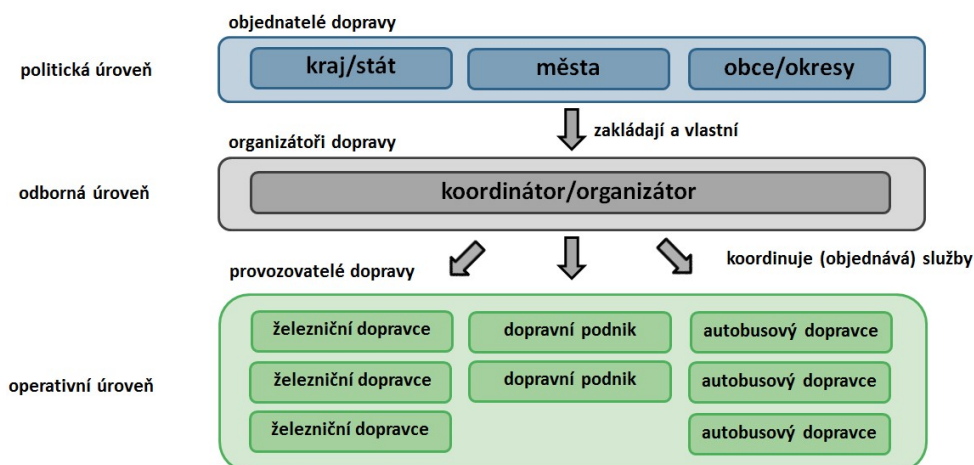
- jednotný odbavovací systém a jednotná prezentace napříč dopravci,
- přepravní řád a přepravní podmínky,
- tarifní systém s jednotnou nabídkou společných jízdenek,
- informační systém,

- racionalizace přepravních a dopravních toků a výkonů (koordinované JŘ).

Kvalitu IDS tak kromě provázání jednotlivých druhů dopravy ovlivňuje i kvalita a synergie mezi stupněm integrace výše uvedených základních znaků IDS (Jareš, 2007).

4.2.1 Organizační a ekonomický podsystém

Podsystém organizace a ekonomiky je řídicí jednotkou IDS, chybí pro něj ale legislativní rámec. To komplikuje nejen udržování standardu kvality cestování, ale vnáší také nejasnost, jakou má mít podsystém podobu. V tomto podsystému dochází ke sdružování obcí a jejich svazků jako zákazníků (objednatelů dopravy) za účelem společného zadávání dopravní zakázky dopravcům a efektivního využívání zdrojů pro financování VD v regionu. IDS může být koncipován jako dvouúrovňový nebo tříúrovňový (Rychtář a kol., 2006). Ve většině IDS (kromě IDS Tábořska a IDS Napajedla) se ale vyskytuje složitější tříúrovňový IDS, který představuje doplnění dvouúrovňového modelu o organizátora IDS (obr. 3). Jeho rolí je kontrola dopravních výkonů v požadovaném rozsahu a kvalitě s ohledem na ekonomické možnosti. Rozvoj jednotlivých integračních podsystémů by tak měl být propracovanější než u dvouúrovňového modelu, kde je soudržnost založena pouze na dohodě dopravců o vzájemném uznávání jízdních dokladů, sjednocení cen jízdného a přepravních podmínek. Tato „volná“ forma dvouúrovňového modelu se zpravidla uplatňuje pouze na malém území, kde si dopravci stále hájí primárně své vlastní zájmy a podřizují vše tržbám.



Obr. 3 Tříúrovňový model integrovaného dopravního systému v ČR (vlastní zpracování)

Cílem obou modelů organizace IDS je zajištění vyváženého vztahu mezi nabídkou a poptávkou pro dosažení optimálního vztahu mezi náklady a přínosy, při respektování ekonomických i mimoekonomických hledisek (Červenka, 2007).

V rámci organizačního a ekonomického podsystému se zpracovávají a schvalují koncepce a rozvojové záměry IDS, dopravní řešení, tarify, tarifní a přepravní podmínky. Sjednocují se kvalitativní, technické a provozní standardy dopravní nabídky a pravidla pro jejich uplatňování. Provádí se smluvní zajištění IDS, kontrola dopravních výkonů, sjednává se způsob zadávání dopravní zakázky a výběr dopravců, aktualizují se pravidla pro dělení tržeb a dotací a navrhuje se rozvoj jednotného tarifního a odbavovacího systému. Dále se stanovují, řídí a uskutečňují finanční toky mezi subjekty IDS, především dělba tržeb z jízdného mezi dopravce

a toky finančních kompenzací na úhradu ekonomicky oprávněných nákladů dopravy překračující výnosy z tržeb jízdného (Olivková, 2006).

4.2.2 Tarifní podsystém

Cílem tarifního podsystému je sjednotit cenu jízdného i jízdních dokladů a vytvořit prostorové a časové tarifní uspořádání IDS. Důležité je také sjednocení přepravních podmínek a prodejního systému. Způsob integrace jízdného však ovlivňuje i organizační a ekonomický a dopravní podsystém integrace. Na nejvyšším stupni integrace je jednotná cena a vizuální styl jízdenek všech dopravců, není to však podmínkou. Jednorázové i předplatní jízdenky mohou mít fyzicky různé podoby podle vydávajících dopravců nebo způsobu prodeje (trafika, řidič, automat atd.), rozhodující je vzájemné uznávání jízdních dokladů tarifu IDS všemi dopravci IDS. V rámci každého IDS musí být podle Křivdy a kol. (2006) dodrženy základní zásady:

- zásada obsahové jednoty (povinné údaje, další údaje),
- zásada vzhledové jednoty (shodná poloha údajů, barevné a grafické řešení),
- zásada uplatnění standardů ochrany jízdních dokladů.

V Česku se aktuálně uplatňují tři modely tarifního uspořádání IDS – pásmové, zónově-relační a zónové. **Pásmový tarif** je reprezentován kruhovými tarifními pásmy od centra (středu města) se rovnoměrně vzdalujícími (Mojžíš a kol., 2008). Cena jízdného se odvíjí od počtu projetych zón, se vzdáleností od centra roste. Pásmový tarif je značně závislý na gravitační síle centra ovlivňující velikost pásem a cenu tarifu v pásmu. Vhodný je pro oblasti s dostředivou dojížděnkou, uplatňuje se např. v Pražské integrované dopravě, v IDS Tábor a IDS Napajedla. V ostatních IDS (kromě IDS IREDO, IDOL a DÚK) se uplatňuje **zónový tarif**, který rozděluje obsluhovanou oblast do malých spádových oblastí. Ty jsou základem pro vytvoření tarifních zón se stejnou hodnotou nákladů na dopravu, ideálně o velikosti 40-70 km² (VŠB-TU Ostrava, 2006). Zónový tarif je spravedlivější než pásmový, cestující totiž platí počet přibližně stejně velkých překročených zón. Jak uvádí Olivková (2006), výhodou zónového tarifu je také otevřenost vůči sousedním IDS, na které je možné snadno navázat. Posledním tarifem je **zónově-relační tarif** (IREDO, IDOL, DÚK), který kromě dělení území do zón omezuje cestování maticí povolených cest, všechny jízdenky platí pouze v rozsahu zónové a časové platnosti, která je na jízdenkách vyznačena. Cestující tak musí vybrat cestu buď nejkratším směrem, s nejmenším počtem přestupů nebo časově nejvýhodnější spojení.

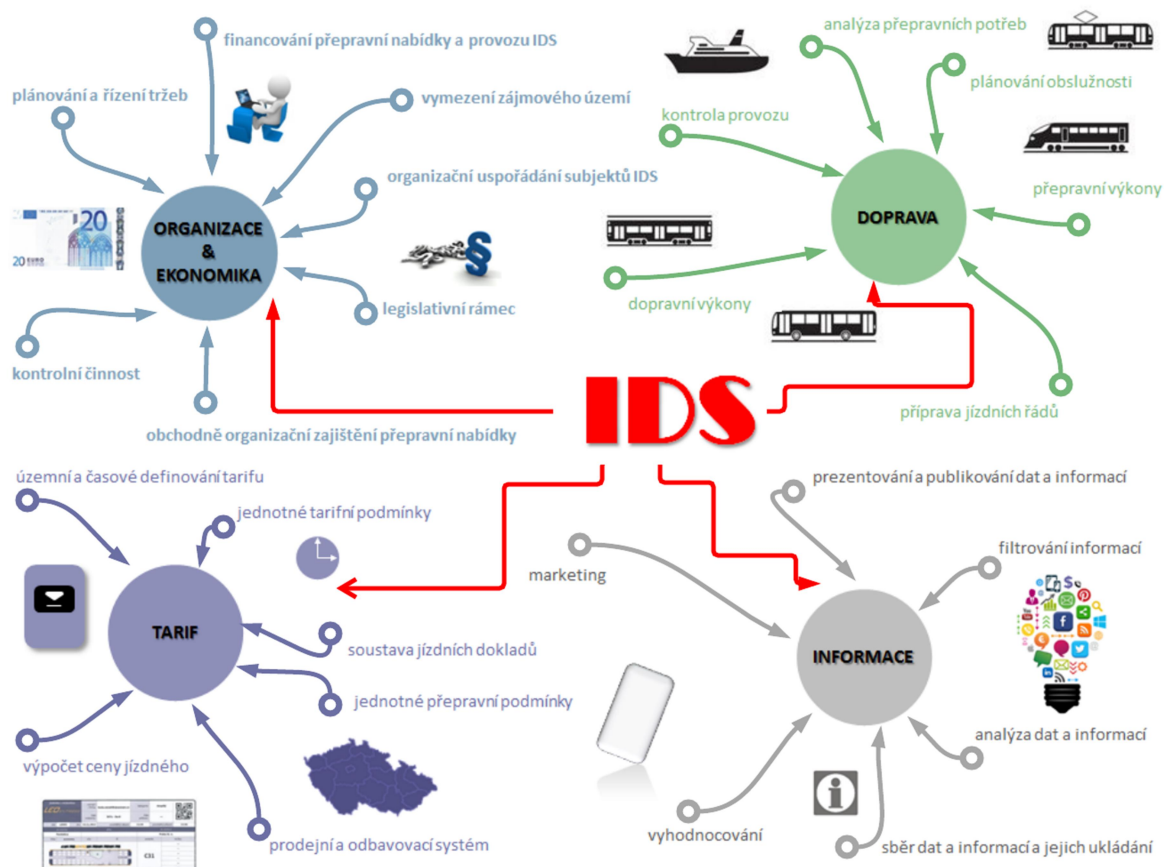
4.2.3 Dopravní podsystém

Dopravní podsystém spočívá v jednotné koordinaci a optimalizaci JŘ a trasování linek, budování a provozu přestupních terminálů včetně řízených návazností na IAD a na nemotorovou dopravu (pěší, cyklistickou). Výsledkem je jednotné dopravní řešení – jednotná dopravní nabídka. Tvorbu JŘ koordinuje organizátor dopravy s cílem minimalizovat časové ztráty při přestupech a maximálně pokrýt poptávku po přepravě (Mojžíš a kol., 2008).

4.3 INFORMAČNÍ INTEGRACE V SYSTÉMU VEŘEJNÉ DOPRAVY

Dnešní moderní, podle Anabla (2005) na informacích závislá, společnost přispívá k vytváření nového podsystému, který musí budovat informační a datovou provázanost systému, tzv. informační integraci. Informační integrace je výsledkem analýzy současných

požadavků kladených na VD a vědecko-technických možností dnešní společnosti. Zjednodušeně se jedná o integrování dat od různých subjektů do jednoho celku tak, aby všichni účastníci IDS (cestující, dopravce, organizátor, řidič atd.) našli všechny potřebné a aktuální informace na jednom místě dostatečně podrobně a srozumitelně, a nevnímali disparity v systému. Informační integrace není jen čtvrtým podsystémem (obr. 4), s ostatními podsystémy je úzce provázána. Bez fungování ostatních systémů, které generují a naopak jako podporu vyžadují celou řadu dat, by informační podsystém nemohl fungovat. Informace a data pomáhají lépe poznat prostředí a stav celého systému, s využitím výpočetní techniky také umožňují zpětně reagovat a efektivně řídit provoz.



Obr. 4 Podsystémy IDS a jejich základní dílčí úlohy (vlastní zpracování)

Základním předpokladem kvalitní informační integrace je získání geodat (zastávky, linky, spoje atd.), dat (tarifní matice, JŘ, zpoždění atd.) a informací s různorodým obsahem (informace o mimořádné události, změnách v dopravě apod.) od všech účastníků IDS podílejících se na realizaci nabídky přepravních služeb a také integrace dat ve smyslu sjednocení formátu, struktury a podrobnosti. Základem je tedy databázový systém, který zahrnuje technické prostředky, programové vybavení, data uložená v databázi a samozřejmě uživatele, které je možné ještě klasifikovat do typových skupin. Obsahově je zásadní integrovat data s různou časovou platností, zejména:

- data o infrastruktuře (zastávkách a jejich součástech, místech prodeje jízdních dokladů apod.), tarifním uspořádání,

- data a informace o plánovaném provozu (JŘ, linky a spoje včetně jejich prostorové složky),
- informace o aktuálním provozu (polohy vozidel jednotlivých druhů dopravy),
- uzavírky a plánované změny ve veřejné dopravě,
- aktuální nehody a mimořádné události.

Až na tato data je pak možné navázat statistiky provozu, plánovat nad nimi obslužnost, modelovat a prezentovat cenu jízdného, tarif apod. Kromě tematicky zaměřených informací týkajících se dopravy je nutné evidovat časový úsek platnosti informace (krátkodobý i dlouhodobý horizont), prostorové vymezení ideálně v (geografických) informačních systémech a oficiální zdroj informace. Zásadní je totiž zabezpečit integritu a konzistenci dat, aby nedocházelo k redundanci a byl dán garant nebo poskytovatel dat. Vzhledem k povaze jevu probíhajícího v prostoru se jako optimální jeví řešení založené právě na (geo)databázích a GIS.

Informace shromažďované v rámci IDS musí sloužit k zajištění aktuálních, relevantních a dostupných informací pro všechny účastníky IDS, zjednodušeně pro:

- objednatele dopravy (stát, kraj, okresy, města, obce),
- organizátora dopravy,
- provozovatele dopravy (dopravce),
- cestující veřejnost.

Informační podsystém v praxi reprezentuje stavebnicový informační systém složený z velké řady individuálně přizpůsobitelných komponent poskytující informace pro všechny podsystémy IDS a cestující veřejnost. V dnešní době se totiž už nejedná pouze o papírové JŘ, internetové stránky a textové zprávy, ale také o práci s prostorovými daty a moderními technologiemi, které člověka provází téměř na každém kroku. Příkladem jsou online vyhledávače spojení, aplikace pro sledování intenzity dopravy, polohy vozidel, aktuální informace z inteligentních označků, e-shopy pro zakoupení jízdenky apod.

Informační podsystém pracuje s informacemi, které lze rozdělit na strategické, taktické a operační nebo z jiného úhlu pohledu na informace před cestou a při cestování (tab. 1).

Tab. 1 Příklady informací pro cestující veřejnost (upraveno podle Drdla, 2011)

Typ informace	Před cestováním	Při cestování
strategická	výběr přepravních, časových a cenových možností: - druhu dopravy, nástupní a výstupní zastávky, - cena a platnost jízdního dokladu a kde jej zakoupit	
taktická	návaznost jednotlivých druhů dopravy	
operační	výběr spoje – informace o odjezdech a příjezdech vozidel VD	informace o pohybu konkrétního spoje, aktuální čas příjezdu nebo odjezdu

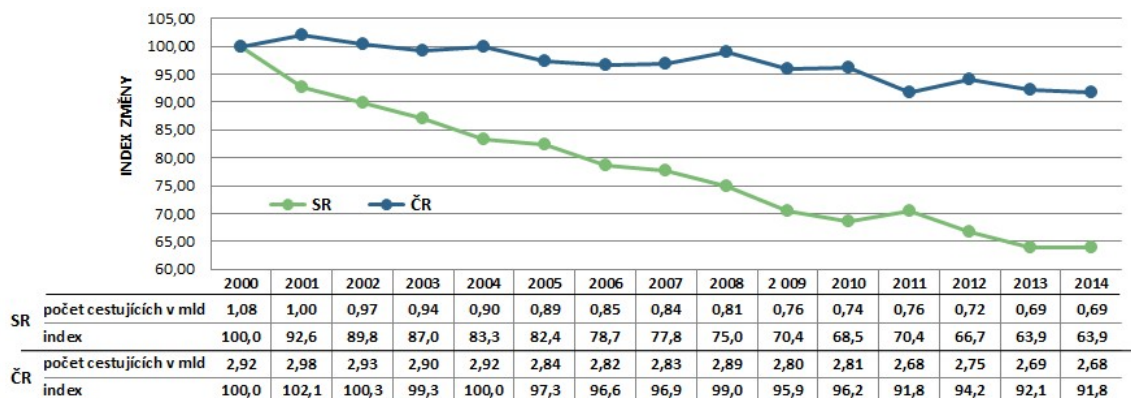
4.4 VEŘEJNÁ DOPRAVA V SOUSEDNÍCH STÁTECH

Sousední státy Česka vykazují značné rozdíly ve vývoji VD, s čímž souvisí i její rozdílná prosperita. Nejkomplikovanější je situace v Polsku, kde se integrační snahy nerozvinuly vůbec, jednotlivá města naopak zavádí bezplatnou MHD jako reakci na neudržitelný stav VD. Na Slovensku přetrvává historická forma organizace VD v podobě státních podniků, páteřní dopravou je navíc stále autobusová doprava. Atraktivita VD zde jako v Polsku neustále klesá, zde však bez vize jakéhokoli zlepšení stavu. Rakousko je jediným státem na světě se 100% pokrytím území integrovanou dopravou zahrnující všechny druhy dopravy. Organizace VD je veřejnou záležitostí a podléhá legislativě vylučující neefektivní financování nebo naopak zvýhodňování některého dopravce nebo oblastí. Německo je kolébkou integračních snah, dnes jsou jejich dopravní svazy jedny z nejvíce prosperujících IDS na světě. Organizátorem je zpravidla odborná instituce ve formě obchodní společnosti, která se zaměřuje na spravedlivost tarifu, cílem je vytvářet propracované systémy na základě spádových oblastí, geografických podmínek a vstříc potřebám cestujících. Základem je železniční doprava, která prošla reformou organizace, stejně jako vlastnictví dopravních svazů, které je dnes v rukou přímo objednatelů dopravy, nikoli dopravních společností.

4.4.1 Slovensko

Území dnešní Slovenské republiky se dopravně vyvíjelo stejně jako území Česka až do roku 1993, kdy rozpadem jednoho státu vznikly dvě samostatné republiky. V roce 1993 vznikl jako nástupce podniku ČSD monopolní podnik Železnice Slovenskej republiky (ŽSR). Od 1. 1. 2002 zůstala ve správě ŽSR pouze železniční infrastruktura, vozový park a přepravní služba přešla na nově vzniklý podnik Železniční společnost, a. s., která je dnes majoritním železničním přepravcem na Slovensku. V pravidelné hromadné dopravě je dominantním přepravcem síť státních podniků Slovenskej automobilovej dopravy (SAD), které měly již několikrát projít privatizací jako české podniky, nikdy k tomu ale nedošlo (Horňák, 2004).

Slovensko je závislé na autobusové dopravě, železniční doprava není příliš rozšířená (kromě tatranské železnice). Mimo VLD a železniční dopravy funguje na Slovensku MHD konceptem blízká české MHD, nikoli rozsahem. Český páteřní tramvajový provoz se na Slovensku nachází pouze v Bratislavě a Košicích. Trolejbusy obsluhují Bratislavu, Košice, Žilinu, Prešov a Banskou Bystrici. I úpadek VD po roce 2000 je zde mnohem větší (obr. 5). Zatímco na každého občana Slovenska připadalo v roce 2013 pouze 127 cest VD, v ČR to při snížení počtu cestujících o 7,9 % mezi roky 2000 a 2013 bylo 256 cest.



Obr. 5 Změna počtu cestujících ve veřejné dopravě v České a Slovenské republice v letech 2000-2014 (zdroj dat: <https://www.sydos.cz/cs/rocniky.htm>, <http://slovak.statistics.sk>, vlastní zpracování)

Integrace VD nemá na Slovensku takovou tradici jako v Česku. Jedním z důvodů je existence jediného státního podniku bez nutnosti sjednocovat jízdní doklady, JŘ a dohlížet na dělení tržeb pro jednotlivé dopravce. Prvním IDS na Slovensku byl v roce 1999 Košický integrovaný dopravní systém, který však po pěti letech v roce 2004 zanikl. Od roku 2014 je Košický samosprávný kraj pověřen koordinací příprav pro obnovení tohoto IDS pod názvem **Košická osobná regionálna integrovaná doprava (KORID)** (KOŠICKÝ SAMOSPRÁVNÝ KRAJ, 2014). Na území Slovenska tak aktuálně fungují pouze dva IDS - **Žilinský regionálny integrovaný dopravný systém (ŽRIDS)** a **Bratislavská integrovaná doprava (BID)** (DPMZ, 2009; BID, 2015). Cílem organizátora BID je rozšířit tento IDS na území celého kraje a vytvořit Integrovaný dopravní systém v Bratislavskom kraji (IDS BK).

4.4.2 Polsko

V Polsku se integrační snahy ve VD nerozvinuly vůbec, komplikované je to především kvůli různým formám provozování dopravy – dopravci mohou být státní, soukromí nebo patřící pod vojvodství (Udge, Kaminski, 1996). Např. mezi hlavními železničními dopravci PKP Intercity (dálková doprava, noční vlaky, vlaky EuroCity) a Przewozy Regionalne (regionální vlaky a rychlíky) se jízdenky striktně neuznávají. Menší dopravci regionální železniční dopravy si občas jízdní doklady uznají, většinou je ale nutné zakoupit jízdní doklad přímo u dopravce (Dohn, 2012). Podobně je tomu u autobusové dopravy a MHD. Autobusovou dopravu provozuje řada společností jako obdoba ČSAD, jejichž název však začíná zkratkou PKS. Okolo 20 polských měst pokrývá MHD tvořená převážně tramvajovou dopravou s doplňkem v podobě autobusové dopravy, výjimečně trolejbusové dopravy. V hlavním městě Varšavě je v provozu i metro.

Kromě toho se ve více než 10 městech (např. Żory, Ząbki, Nysa, Lubina atd.) testuje nový systém fungování VD a tím je bezplatná VD (Freepublictransportscities, 2015). Polsko se stejně jako jiné státy potýkalo s dopravními zácpami, které ochromovaly města. Myšlenka bezplatné MHD v praxi přinesla nejen výrazné snížení provozu na komunikacích, emisí a hluku, ale města také šetří finance vynakládané na revizory, administrativu a vymáhání pokut (Beim, 2015; Perkowski, 2015). Podle Michala Beim z polského Dopravního institutu se bezplatná MHD vyplatí ve městech od 40 do 80 tisíc obyvatel, některá města mohou na bezplatné MHD dokonce vydělat (Beim, 2015). Princip funguje podobně jako v případě města Nysa a jeho 26 okolních obcí. Bezplatně mohou v MHD jezdit vlastníci řidičského průkazu skupiny B a vozu s platným technickým osvědčením, kteří se rozhodnou místo autem jet MHD (Eltis, 2014; BEIM, 2015).

4.4.3 Rakousko

V rakouských spolkových zemích se začalo s integrací VD přibližně v 80. letech 20. století. První dopravní svaz vznikl v roce 1984 založením regionální dopravní sítě ve východní oblasti Rakouska (Verkehrsverbund Ost-Region). Naopak poslední spolkovou zemí, která zavedla dopravní svaz, byly Korutany v roce 2000. Podle zákona mají všechny spolkové země vlastní dopravní svaz. Výjimkou je Vídeň, Dolní Rakousko a Burgenland, které pokrývají pouze dva dopravní svazy s výrazným přesahem hranic spolkových zemí na základě spádovosti oblastí.

Stát pokrývá celkem osm dopravních svazů téměř přesně kopírujících hranice spolkových zemí, Rakousko se tak v roce 2000 stalo první zemí na světě, která má celý stát pokrytý dopravními aliancemi a veškerá VD je i tarifně integrována (BMVIT, 2015; Nigrin, Dujka 2014).

Veřejná doprava v Rakousku podléhá spolkovému zákonu o organizaci místní a regionální VD (ÖPNRV G-1999), který upravuje organizační a finanční rámec pro zajištění činnosti místní a regionální VD v Rakousku. Zákon se mimo jiné snaží zabránit paralelnímu vedení autobusových a vlakových linek, posilovat pozici páteřních (zpravidla železničních) linek a zabraňovat tzv. „vyzobávání rozinek“ (angl. „cherry-picking“). Dopravní svaz (Verkehrsvebund) v Rakousku je definován jako kooperativní instituce na základě soukromých smluv mezi místními správními orgány (federální vláda, vláda spolkové země, zastupitelstvo obce) a dopravními společnostmi (ÖPNRV G-1999). Kooperace je založena na tříúrovňovém modelu organizace dopravního svazu – meziúrovní je právní subjekt v podobě národní společnosti, protože dopravní plánování je v Rakousku vnitrostátní záležitostí. Rakouská vláda disponuje většími pravomocemi než např. v Německu, VD je ve státě založena na slabší federalizaci. Výhodou je financování ztrát místními úřady, zlepšování VD různými opatřeními a optimalizací vedoucí k úsporám a motivaci rozvíjet nové plány na modernizaci systému. Nejčastějším tarifním modelem je zónový model (ať už složený z nepravidelných zón nebo zón ve tvaru včelích pláství), vyskytuje se zde však i model seskupení zastávek nebo pásmový model (Kleprlík, 2009).

4.4.4 Německo

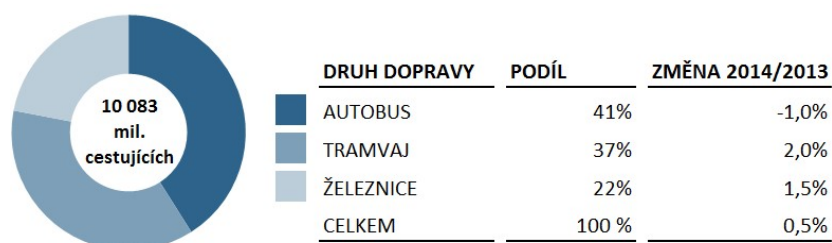
V 60. letech 20. století právě v Německu poprvé vznikla myšlenka vytvořit jedinečný dopravní systém v reakci na úbytek cestujících VD díky nástupu automobilismu. Veřejné dopravě tehdy chyběla koordinace a provázanost JŘ, jednoduchost a jednotnost tarifů. Na konci roku 1965 proto v oblasti Hamburku vznikl první dopravní svaz **Hamburger Verkehrsverbund (HVV)**. Dnes je po více než 50 letech v Německu evidováno téměř 60 oblastí s dopravním svazem, které integrují kromě silniční a městské dopravy také železniční dopravu. Oblasti s dopravním svazem pokrývají asi 2/3 plochy Spolkové republiky Německo a přepravují téměř 80 % jejího obyvatelstva (VDV, 2009). Přestože dopravní svazy splňují podmínky realizace integrace na nejvyšší úrovni, organizační forma aliancí je různá. Základními formami dopravního svazu jsou 1. Aliance společností, 2. Správní aliance, 3. Smíšená aliance (obr. 6). **Aliance společností** je složena pouze ze zástupců dopravních společností obsluhujících oblast a řídící se zákonem. **Správní aliance** funguje naopak jako aliance složená pouze z různých úřadů zodpovědných za VD. **Smíšená aliance** je složená ze zástupců dopravních společností obsluhujících danou oblast a zodpovědných úřadů (Link, 1994).



Obr. 6 Zastoupení jednotlivých forem organizace dopravních svazů v Německu v roce 2014 (zdroj dat: VDV Statistik 2014, vlastní zpracování)

Většina dopravních svazů funguje na bázi tříúrovňového modelu organizace, dopravní svaz má tedy zároveň i roli organizátora, kterým je zpravidla odborná instituce ve formě obchodní společnosti, jejíž podílíky jsou města, okresy, země nebo jiné územní jednotky často ve spojení se zástupci dopravních společností. Organizátor uzavírá s dopravci smlouvu o rozdělení tržeb jízdného a smlouvu o spolupráci se stanovenými kompetencemi a standardy kvality. Cílem koordinované dopravy je nevytvářet stejný systém dopravních svazů po celém Německu a dopravní svazy neslučovat (jako je tomu v Česku), ale vytvářet propracované systémy na základě spádových oblastí, geografických podmínek a vstříc potřebám cestujících. Tarif se snaží být co nejspravedlivější, proto je v Německu rozšířený systém dělení do zón ve tvaru včelích pláství (např. Kreisverkehr Schwäbisch Hall), které se navíc mohou ve městech sdružovat a vytvářet větší „včelí plástve“ (např. Heilbronner Verkehrsverbund) nebo mohou vytvářet nadzóny (např. Verkehrsverbund Oberelbe). Zónový tarif často ve větších městech přechází v pásmový tarif. Cílem je zatraktivnit dopravu ve městě a zároveň zachovat realizovatelnost cest mimo centrální oblasti za rozumnou cenu. Velmi častá je dále modifikace pásmového tarifu, která spočívá v odstranění zásadní nevýhody pásmového tarifu – zavádí zóny v rámci pásem s cílem zavést spravedlivou cenu pro cestování v tangenciálním i radiálním směru (Wille, Beck 2010).

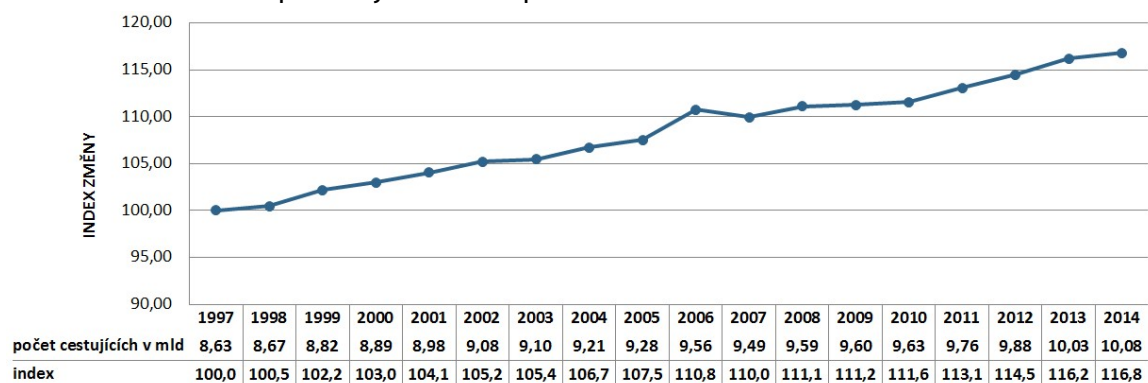
Rozvoji dopravních svazů také pomohla zásadní organizační změna v železniční dopravě, na které měly dopravní svazy stát. Dne 1. 1. 1994 proběhla strukturální reforma spolkové německé železnice (Deutsche Bundesbahn; DB) a německé státní železnice (Deutsche Reichsbahn; DR) na základě Železničního reorganizačního zákona (Eisenbahnneuordnungsgesetz, ENUOG). Reforma spočívala v založení Deutsche Bahn jako soukromé společnosti, federálního úřadu (Eisenbahnbundesamt) pověřeného národní zodpovědností a v převzetí zaměstnanců a majetku DB a DR nezbytných pro provozní účely fungování železniční dopravy. Mezi další kroky patřilo vytvoření tří divizí Deutsche Bahn: správa železniční sítě, osobní doprava a nákladní doprava. Zodpovědnost za fungování a financování dopravy osob byla přenesena na regionální úroveň vlády a na soukromé společnosti provozující dopravu. Tato forma se však v průběhu let ukázala jako nevyhovující, k 1. 1. 1996 proto proběhla v rámci regionalizace dopravy v Německu transformace a vlastníkem jsou přímo objednatelé dopravy nikoli dopravní společnosti. Díky cílenému řízení je tak dnešní německý systém VD založen na drážní dopravě (více než 59 %), která stále posiluje své dominantní postavení, zatímco autobusová doprava je jejím doplňkem a její podíl nadále klesá (obr. 7).



Obr. 7 Využití druhů dopravy v dopravních svazech Německa v roce 2014 (zdroj dat: VDV Statistik 2014, vlastní zpracování)

Dalším zásadním ukazatelem rozvinutosti dopravních svazů je stav počtu cestujících a ekonomické ukazatele. Právě tyto ukazatele podporují výše uvedené informace o kvalitě

dopravních svazů. Počet cestujících i výnos z jízdného totiž každoročně roste (obr. 8), zatímco v České a Slovenské republice je tomu naopak.



Obr. 8 Změna počtu cestujících ve veřejné dopravě v Německu v letech 1997-2014
(zdroj dat: VDV Statistik 2014, vlastní zpracování)

4.5 SHRNUTÍ

Výše uvedená zjištění (v úvodu kapitoly 4 a v podkap. 4.1) prokázala, že zásadními faktory ovlivňujícími veřejnou dopravu po roce 1980 jsou především změny v organizaci dopravy i společnosti, a to:

- přechod všech krajských národních podniků ve státní podniky v roce 1988 a jejich následné rozdělení na menší podniky ČSAD v roce 1990, což vedlo k další neúměrné podpoře autobusové dopravy a omezování automobilizace,
- vznik soukromých dopravních společností po rozpadu Československé republiky, který se projevil liberalizací a vznikem konkurenčního prostředí v silniční VD,
- vznik oficiální soutěže mezi dopravci o přepravu cestující veřejnosti v roce 1994,
- změna velikosti firem projevující se zánikem velkých státních podniků a naopak vznikem malých a středních soukromých podniků,
- lokalizace podniků do jádrových regionů, které jsou stále atraktivnější a generují větší počet pracovních míst i dojíždějících,
- lokalizace residenčních ploch do suburbanizačních oblastí, což podpořilo rychlý nárůst podílu individuální automobilové dopravy,
- vznik IDS v 90. letech 20. století, který vedl ke sjednocení všech dopravců a druhů dopravy do jednoho celku konkurujícímu sílící oblíbenosti automobilové dopravy,
- přechod pravomoci a odpovědnosti za objednávání dopravy na krajské úřady, což vedlo k nestejnomyšlnému vývoji dopravní obslužnosti v jednotlivých krajích a k optimalizaci trasování a obsluhy v odlehlých oblastech ve smyslu omezování obslužnosti (v extrémních případech až k jejímu ukončení).

Současná VD se vyvinula do stavu, ve kterém stojí na IDS charakteristických rozdílností v územní působnosti, často až izolovaností a rozdílným přístupem k řešení IDS. Proto se jednotlivé IDS často potýkají s odlišnými integračními problémy. Na základě zjištění z podkapitoly 4.1 a 4.2 lze dojít k závěru, že důvodem málo efektivní veřejné dopravy, roztržitosti a variability řešení IDS na úrovni krajů je:

- absence sjednocujících právních předpisů a národní koncepce VD, které by charakterizovaly a sjednocovaly základní parametry IDS, což vede k nestejnomyšlnému vývoji dopravní obslužnosti v jednotlivých krajích,
- vyloučení páteřní železniční dopravy z IDS, která je klíčovým momentem realizace IDS a základní podmínkou fungování dopravní integrace,
- vyloučení některého z dopravců nebo omezení obslužnosti na území, kde se provozování VD nevyplatí, což má za následek neúplnou integraci a posilování role individuální dopravy,
- absence nebo podceňování pravidelného vyhodnocování provozu, sídelní struktury a přepravních vazeb v území, výsledkem je klesající podíl veřejné dopravy na přepravní práci,
- nedostatečná orientace na cestujícího jako zákazníka, kterému tudíž VD nenabízí konkurenceschopnou službu individuální dopravě, počet cestujících VD tak klesá,
- integrace pouze základních tří podsystémů IDS (chybí integrace dat a informací) vede k tříštění informačních kanálů, chybějícím informacím a tudíž k nedostatečné informovanosti cestujících veřejnosti a klesajícímu zájmu o VD.

Jako zásadní se z výše uvedených bodů ukazuje **nedostatečná práce s daty** a následná **informační integrace**. Aktuálně je pro VD nezbytné vytvořit **informační databázi všech účastníků IDS** podílejících se na realizaci nabídky přepravních služeb a publikovat nebo **prezentovat informace a data cestujících veřejnosti** tak, aby působily jako **jeden celek** bez ohledu na dopravce, druh dopravy nebo oblast, ke které se vztahují.

Na základě výše uvedených zjištění z rozboru IDS sousedních zemí byla identifikována **priorita zajistit INFORMAČNÍ INTEGRACI** ve smyslu shromažďování, správy a sdílení informací a geodat veřejnosti v jednotné formě (formátu), struktuře a podrobnosti, a to rychle, trvale, aktuálně, přesně, komplexně, přehledně a srozumitelně.

4.6 ZÁVĚR

Bylo zjištěno, že současný systém VD v Česku je do značné míry ovlivněn geografickými faktory, strukturou osídlení, ale také infrastrukturou, legislativou a historickým vývojem. Česká republika stále ještě řeší naplnění základních tří podsystémů integrace a uniká jí důležitost a potřebnost jejich propojení s informacemi a geodaty, které nově vytvářejí čtvrtý podsystém – informační integraci. Ze zjištěných informací vyplývá, že chybí dokument nebo specifikace upravující informační integraci. Názory dotázaných expertů zajišťujících fungování různých IDS potvrzují, že obecně záleží na přístupu k integraci a iniciativě subjektů podílejících se na zajištění přepravy. Cestující stále vyžaduje kvalitní, bezpečnou a finančně dostupnou službu konkurenceschopnou IAD, v dnešní době však předpokládá, až vyžaduje určitou kvalitu a rozsah informací. Ty potřebuje k naplánování cesty, seznámení se s pravidly IDS, ale také pro možnost zareagovat na mimořádnosti v provozu a svou cestu dokončit bezpečně a včas. Zodpovědnost za IDS nese organizátor, proto se jej týká i úkol integrovat informace a data do jednoho celku a prezentovat je cestujícím veřejnosti. Analýza stavu v sousedních státech prokázala sílící důležitost informací a jejich významný vliv na ochotu cestujících využívat VD. Nastavení pravidel, zásad a trendu vývoje v rámci informační integrace se tak jeví jako zásadní krok ke zvýšení atraktivity dopravy a jejího využívání, postupem času možná k udržení trvale udržitelného rozvoje dopravy.

5 ANALÝZA PŘEPRAVNÍ NABÍDKY A POPTÁVKY

Cílem této kapitoly je analyzovat přepravní poptávku vůči nabídce od roku 1980 a vyhodnotit nedostatky řešení založené na absenci práce s geodaty vedoucí ke změnám přepravní práce ve prospěch individuální dopravy.

Zatímco v Německu je běžné řídit a plánovat obslužnost VD na základě výsledků analýz pracujících s geodaty o spádových oblastech, geografických podmínkách a sídelní struktuře, v Česku se s těmito daty pracuje mimo orgány řídící dopravu, kdy navíc některá data zcela chybí. Ačkoli podle Marady a Květoně (2010) je u nás i ve světě patrný návrat ke kvantitativně orientovanému dopravně-geografickému výzkumu kombinovanému s kvalitativním výzkumem, nicméně jak obecně uvádí Keeling (2007), jen zřídka se výsledky aplikují do praxe. Přitom potřeba dopravy velmi citlivě reaguje na změny socioekonomických podmínek, ve kterých dopravní vazby představují nositele základních prostorových socioekonomických interakcí a odrážejí podstatné rysy prostorové organizace společnosti (Šlampa, 1967; Řehák, 1988a; Řehák, 1988b). V souvislosti se změnou v dělbě přepravní práce na dopravním trhu je zásadní pravidelně vyhodnocovat a pohotově reagovat na změny v dopravních i sídelních systémech vyvolaných dynamickým rozvojem silniční, zejména individuální automobilové dopravy (Hanson, 2004; Nuhn, Hesse, 2006). Vývoj přepravní nabídky by měl odrážet dlouhodobý trend vývoje přepravní poptávky a zároveň by přepravní nabídka měla být schopna pružně zareagovat na výraznou změnu přepravní poptávky v kontextu suburbanizačních nebo jiných procesů ovlivňujících sídelní strukturu (Burian et al., 2014). Novodobá přepravní nabídka však stále odráží spíše dřívější nároky na přepravu a těžkopádnost reakce přepravní nabídky má za následek posilování role individuální dopravy.

5.1 ANALÝZA SÍDELNÍ STRUKTURY V KONTEXTU DOPRAVY

Přepravní vazby a spádové oblasti úzce souvisejí se sídelní strukturou, která vyvolává požadavky na zajištění přepravy. Naopak rozvíjející se možnosti dopravy umožnily nevázat residenční oblasti pouze na aktuální obslužné regiony (Rodrigue et al. 2006; Knowles and Hoyle 1998). Nástup a rozvoj železniční dopravy především mezi roky 1839 a 1914 znamenaly přelomové změny ve vývoji sídelní struktury paprskovitým rozšiřováním podél železničních tratí. V 50. letech 20. století se díky podpoře autobusové dopravy a omezování automobilové dopravy stala hnacím motorem VD a faktorem ovlivňujícím sídelní strukturu právě autobusová doprava. Od roku 1989 docházelo v českých zemích k dynamickým politickým, ekonomickým a společenským transformačním procesům projevujících se i v reorganizaci dopravního systému (Zajíčková a Voženílek, 2016). Z velkých státních podniků se privatizací staly malé a střední soukromé podniky, prohloubily se socioekonomické rozdíly mezi lidmi, zvýhodnila se dojíždka za prací do jádrových regionů s větším počtem pracovních míst a residenční oblasti se přesunuly za hranice města do suburbanizačních zón (Ouředníček, 2002). Tyto trendy souvisely s rychlým růstem podílu IAD a mobility obyvatel. Kompletním přenesením zodpovědnosti na zajištění dopravní obslužnosti na krajské úřady v roce 2005 došlo k optimalizaci trasování a obsluhy v odlehlých oblastech. Řada obcí se hlavně o víkend ocitla bez spojení (Marada, Květon 2008). Tyto procesy zapříčinily změny v dělbě přepravní práce ve prospěch individuální přepravy. Díky zdražení jízdného a vyšší časové náročnosti přestala být VD schopná konkurovat individuální dopravě.

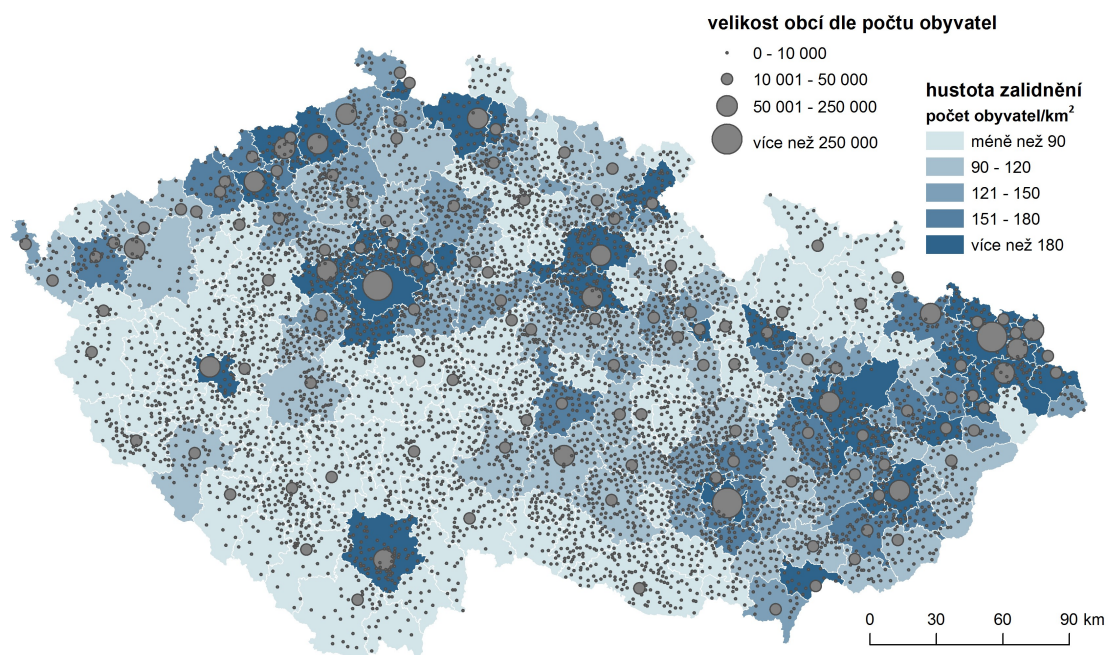
Změny v obslužnosti způsobují i změny v sídelním systému. Současná sídelní struktura v Česku je odrazem několikasetletého historického vývoje osídlení. To je charakteristické vysokou rozdrobeností na menší venkovská sídla, s významnou rolí malých a středních měst a relativně nízkým zastoupením velkoměst. V malých obcích pod 1 000 obyvatel v roce 2011 žilo pouze 17 % obyvatel, jednalo se však o 77,7 % obcí a 57 % rozlohy státu (tab. 2).

Tab. 2 Počet obyvatel ve vztahu k velikosti obcí v roce 2011 (Zdroj: Malý lexikon obcí ČR 2011)

Počet obyvatel v obci	Počet obcí	Počet obcí v %	Počet obyvatel	Počet obyvatel v %
do 199	1 524	24,4	189 334	1,8
od 200 do 499	1 975	31,6	645 742	6,1
od 500 do 999	1 356	21,7	953 015	9,1
od 1000 do 1999	724	11,6	1 011 067	9,6
od 2000 do 4999	400	6,4	1 219 378	11,6
od 5000 do 9999	140	2,2	960 042	9,1
od 10 000 do 19 999	69	1,1	967 742	9,2
od 20 000 do 49 999	41	0,7	1 180 147	11,2
od 50 000 do 99 999	16	0,3	1 103 259	10,5
nad 100 000	6	0,1	2 303 044	21,9
ČR celkem	6 251	100,0	10 532 770	100,0

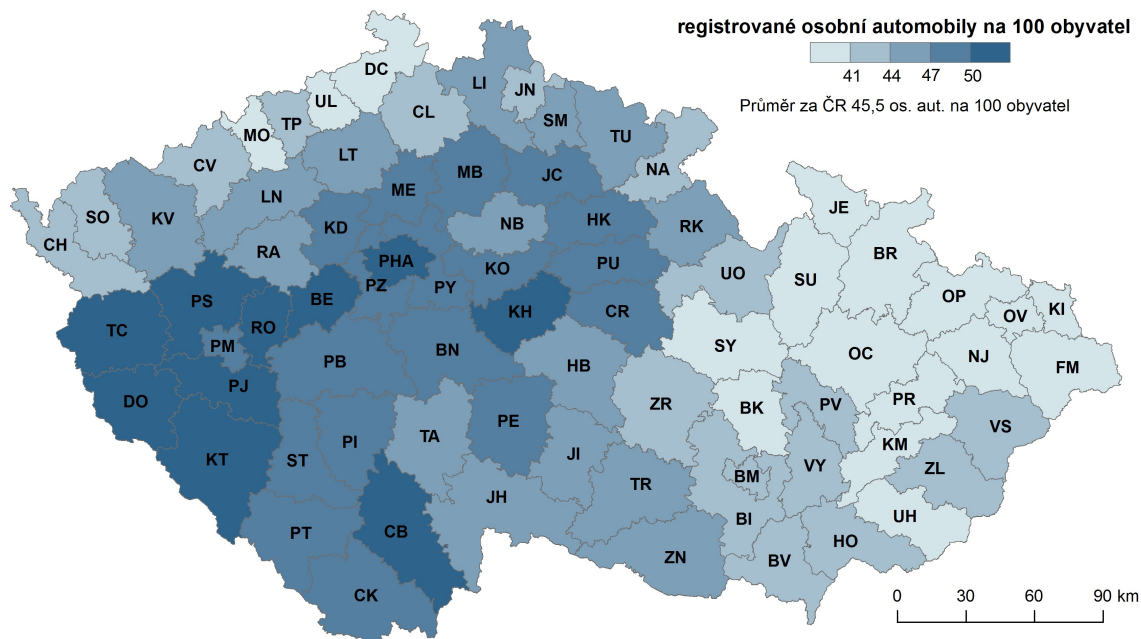
Dříve bylo malých obcí více, po první světové válce dokonce až téměř 12 000 (rok 1950), přičemž v malých obcích do 1 000 obyvatel žilo 83 % obyvatel. Počet obcí se postupně snižoval také díky konceptu celoplošné urbanizace v 70. letech 20. století, což vedlo k redukci počtu obcí v roce 1990 na pouhých 4 100. Od 90. let 20. století se naopak urbanizační procesy postupně měnily v suburbanizační až desurbanizační a počet obcí začal narůstat až do roku 2000, kdy zákon o obcích č. 128/2000 Sb., vznik nových obcí zastavil. V roce 2011, kdy proběhlo poslední SLDB, bylo v Česku k 1. 1. 2011 celkem 6 251 obcí, z toho 559 měst a 124 městysů (Svobodová, 2011; Svobodová, 2013). Sídelní struktura a především urbanizační a suburbanizační procesy významně ovlivňují přepravní vazby a s nimi související poptávku po přepravě. Z tohoto důvodu je nutné tyto aspekty zohledňovat při plánování a řízení VD.

Z pohledu dopravy je proto důležitý také vývoj podílu městského obyvatelstva, který podle dat ze SLDB stoupl od roku 1970 do 2011 o 8,2 % až na 73,4 %. Tento ukazatel sice doposud stále roste, nicméně měst je pouze 559 a velkoměst dokonce jen šest (Praha, Brno, Ostrava, Plzeň, Liberec a Olomouc) a žije v nich 21,9 % obyvatel. Kromě sídelní struktury se mění také vztah měst ke svým zázemím. Dříve převládající dostředivé procesy související se zásobováním zemědělskými produkty se v posledních letech mění na odstředivé procesy (Marada a Květoň 2010). Suburbanizační procesy přesunuly obyvatelstvo na okraje měst (případně do satelitních městeček v zázemí měst) a generují vysoké podíly dojíždějících obyvatel do škol, za prací, službami a zábavou do jádrových měst spádových oblastí. Tím samozřejmě dochází k upevnování pozice měst a posilování přepravních vazeb mezi jádry a zázemím. Navíc v oblastech v blízkosti středních a větších měst se zvyšuje hustota zalidnění vůči průměrné hustotě zalidnění a mění je na centra spádových oblastí (obr. 9).



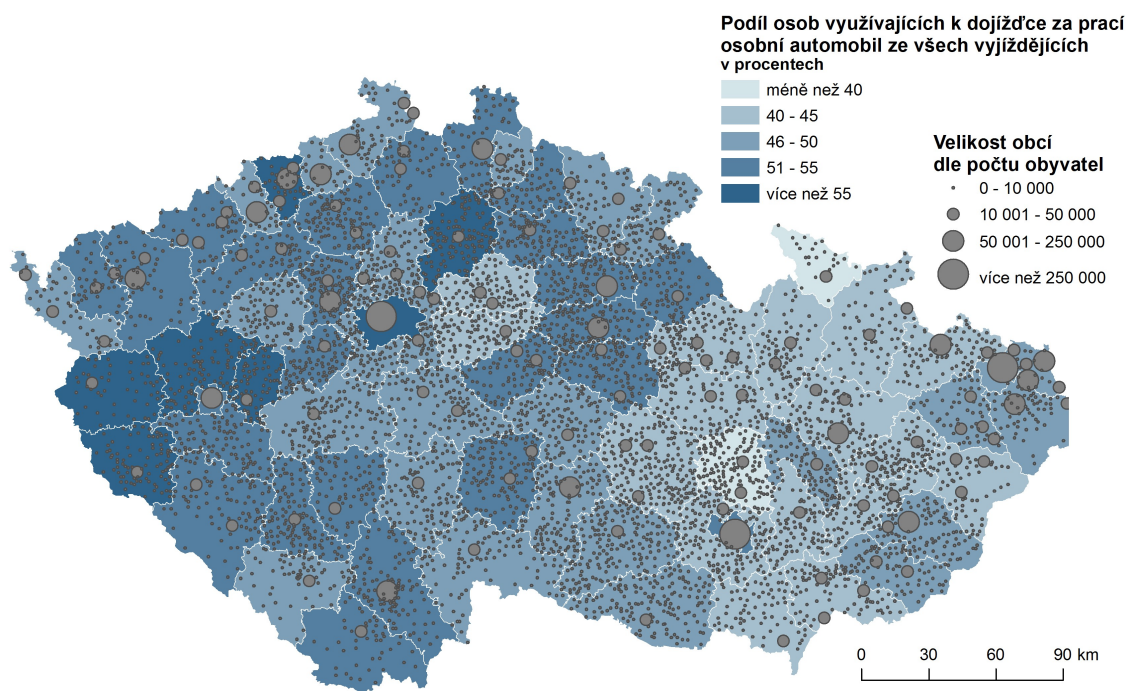
Obr. 9 Struktura osídlení ČR v roce 2014 (Zdroj dat: veřejná databáze ČSÚ, vlastní zpracování)

Vyšší podíl domácností vybavených automobilem, patrný hlavně v jihozápadní části Čech, souvisí s vysokým počtem malých sídel, naopak slabá automobilizace je charakteristická pro severovýchodní Moravu a Slezsko s vysokou koncentrací větších měst (obr. 10).



Obr. 10 Počet registrovaných osobních automobilů na 100 obyvatel v roce 2014 (Zdroj dat: Statistická ročenka Ministerstva dopravy 2014, vlastní zpracování)

Vyšší automobilizace je pro obyvatele kompenzací horší dostupnosti VD zejména v malých, často odlehlých obcích s malým objemem poptávky po přepravě. Potřeba mobility je zde však díky odlehlosti vysoká, což obyvatele nutí k soběstačnosti. Podíl osob využívajících osobního automobilu při dojíždě za prací ze SLDB 2011 je na obr. 11.



Obr. 11 Podíl dojíždějících za práci osobním automobilem v okresech ČR v roce 2011
(Zdroj dat: SLDB 2011, vlastní zpracování)

Prostorové sídelní vazby jsou ovlivněny silou, kterou centra přitahují menší sídla v jejich zázemí, ale formou nabídky přepravy reflektující poptávku (Marada a kol. 2010). Se změnou prostorových vazeb a poptávky po přepravě se mění i nabídka, která však musí být pro potenciální cestující natolik atraktivní, že ji budou preferovat před individuální dopravou. Přeprava typu door-to-door má pro současnou společnost nejvyšší potenciál k uspokojení přepravních vazeb a potřeb obyvatel (Zajíčková et al., 2015b), což dokazuje stále rostoucí počet automobilů. Za posledních 45 let jejich počet na území dnešní ČR vzrostl více než 14x (z 359 000 v roce 1965 na 5,1 milionu v roce 2015) (AutoSAP, 2015). Z provedeného průzkumu vyplývá, že důvodem klesajícího zájmu o VD je nedostatečná informovanost organizátorů VD o potřebách cestujících veřejnosti a chybějící vyhodnocení přepravní nabídky. Základem kvalitního řízení VD je podle průzkumu dokonalá znalost potřeb cestujících a především rozvoj všech čtyř aspektů integrace dopravy - organizace a ekonomiky, tarifu, dopravy a také geodat, dat a informací.

5.2 SPÁDOVÉ OBLASTI ZALOŽENÉ NA POPTÁVCE PO PŘEPRAVĚ

Právě sídelní struktura a vztah center a jejich zázemí vytvářejí přepravní vazby, od nichž se často odvozují spádové oblasti jako podklad pro trasování linek VD. Podle Rodrigue et al. (2006) vykazuje centrum spádové oblasti zpravidla nedostatek pracovní síly, žáků a studentů ve školách, naopak jejich přebytek bývá v zázemí centra. Doprava, se svou významnou rolí při rozvoji regionů, je jedním z významných indikátorů kvality života a životní úrovně. Souvislost mezi dopravně geografickými regiony a regiony sociálně geografickými vymezenými na základě dojíždky obyvatel za práci byla prokázána například Kraftem (2007).

Spádové oblasti založené na dojíždce do zaměstnání a do školy mají zásadní význam pro plánování obslužnosti VD (Zajíčková, 2014b). Do roku 1961, ve kterém byla dojíždka do zaměstnání poprvé šetřena v SLDB, byla regionální dojíždka řešena nesystematicky,

např. k 1. 4. 1957 Státním ústavem pro rajonové plánování a plánovací komisí KNV v Brně na území bývalého Brněnského kraje (Šilhan, 1959; nebo Macka, 1962). Od roku 1961 se dojíždka stala součástí celostátního cenzu SLDB a jedinečným zdrojem informací celostátního charakteru v pravidelných intervalech v jediný rozhodný den na celém území republiky. Metodika sběru dat se v průběhu let měnila, stejně jako vyhodnocení autorů. Kromě řady autorů, kteří vyhodnocovali pouze jeden cenzus (např. Macka, 1967), jich řada cenzu komplexně srovnávala (např. Čermák a kol., 1984). Nejvýznamnějším výsledkem vědeckých zpracování cenzálních dat o dopravě 1961-2011 je regionalizace na základě dojíždky Hampla (Hampl a kol. 1983). Společně s Maradou srovnali výsledky SLDB 2001 a 2011 (Hampl, Marada, 2015), z geografického hlediska. Autoři však nepracovali s dojíždkou žáků a studentů do škol a metodiku v průběhu let upravovali, aby z důvodu zásadních změn v sídelní struktuře a chybějících dat v roce 2011 dosáhli smysluplných výsledků.

I nové regionalizační přístupy založené na vymezení funkčních městských oblastí představují pro VD zpravidla jen omezený přínos, nepokrývají totiž celé území republiky, ale uvažují pouze zázemí větších měst (např. Maier a kol., 2007). Sýkora a Muliček (2009) se sice snažili vymezit mikroregiony zahrnující celé území státu pro roky 1991 a 2001, ale také pracovali pouze s dojíždkou do zaměstnání. Potřeba přepravy se týká nejen zaměstnaných při cestování do práce, ale také dětí do škol, které jsou často závislejší na VD než dospělí. Pouze Halás a kol. (2010) pracovali s dojíždkou do zaměstnání i do škol, ale bez kritéria populační velikosti, čímž dospěli k vymezení více než 200 značně rozdílných oblastí.

S populační velikostí naopak ve své metodice vymezení spádových oblastí přehnaně pracuje ČSÚ, ve které definuje populační velikost nejen spádové oblasti, ale i centra. Studie ČSÚ (ČSÚ, 2014) i předních českých geografů (např. Maier a kol., 2007; Hampl, 2005) zabývající se vymezením dojíždkových proudů vůbec nezohledňují (nebo jen velmi omezeně) změny v metodice sčítání a rozsahu zjišťovaných údajů.

5.2.1 Vymezení spádových oblastí pro rok 1991 a 2011

Spádové oblasti vymezené dojíždkou a vyjíždkou do zaměstnání a škol jsou základem pro další analýzy a hodnocení poptávky po přepravě. Vzhledem ke skutečnosti, že dojíždka a vyjíždka do zaměstnání se za všechny obce sleduje až od roku 1991, jsou analyzovány změny pouze za posledních 20 let z dat SLDB 1991 a SLDB 2011. Před samotným zpracováním byla data harmonizována, aby bylo možné oba cenzu srovnávat.

Z dat SLDB 1991 a 2011 byly vybrány všechny obce Jihomoravského kraje, Kraje Vysočina, Olomouckého a Zlínského kraje a pro každou z těchto obcí byly sečteny počty denně vyjíždějících ekonomicky aktivních obyvatel za prací a studentů do škol. Počty osob vyjíždějících z obce do jiné obce (tzv. vyjíždkové proudy) byly následně seřazeny od největšího po nejmenší. Za každou obec byl vypočten celkový počet denně dojíždějících a vyjíždějících zaměstnaných a studentů bez ohledu na směrový proud vyjíždky nebo dojíždky a také počet potenciálně aktivních obyvatel obce (ekonomicky aktivní obyvatelstvo + žáci a studenti), kteří by mohli potenciálně vyjíždět z obce. Následně byla na základě níže uvedeného postupu vybrána spádová centra podle následujících kritérií:

1. saldo vypočtené jako rozdíl počtu dojíždějících a vyjíždějících bylo kladné, což znamená, že více osob se přesouvá z jiných obcí do této obce než naopak,
2. obec byla uvedena jako 1. dojíždkový proud za prací a do školy alespoň pro dvě obce,

3. rozdíl počtu dojíždějících a vyjíždějících byl více než 100, což je rovno obsazenosti dvou spojů regionálních autobusů tak, že všichni sedí (eliminace obcí, kde je saldo kladné, ale blíží se 0).

Princip výběru spádového centra je tedy založen na skutečnosti, že atraktivita centra spádové oblasti významně převyšuje atraktivitu jiných obcí. Na základě těchto kritérií bylo určeno 110 spádových center pro rok 1991 a 65 center pro rok 2011.

V dalším kroku bylo třeba vytvořit zázemí spádového centra z obcí, které jsou atraktivitou právě tohoto centra přitahovány více než kteréhokoli jiného centra v blízkosti. Nejprve však bylo nutné sjednotit hranice obcí, zohlednit tedy administrativní změny mezi rokem 1991 a 2011. Referenční vrstvou se staly hranice obcí v roce 2011, proto někde byly dvě obce v roce 1991 rozděleny, jinde naopak sloučeny. V případě sloučení se dojížděkové a vyjížděkové proudy sečetly. Při rozdělení obcí nebylo možné zpětně získat informace o chování dojížděky každé části, analyzovaná příslušnost ke spádovému centru byla proto pro obě části stejná. Zařazení obcí ke spádovým centrům a vymezení spádových oblastí probíhalo v těchto krocích:

1. pro každou obec byl vytvořen nový atribut příslušnost k centru,
2. do atributu příslušnost k centru byl zapsán kód obce, kam směřuje největší počet vyjíždějících osob z obce (nejsilnější vyjížděkový proud),
3. v případě, že se v atributu příslušnost k centru vyskytla jiná obec než je seznam center, zapsala se do tohoto atributu obec, kam směřuje druhý, případně třetí nejsilnější vyjížděkový proud,
4. pokud ani jeden z prvních tří nejsilnějších vyjížděkových proudů nesměřoval do jedné z obcí na seznamu center, byla tato obec přiřazena ke stejnému centru jako obec, kam směřoval největší počet vyjíždějících z této obce,
5. v posledním kroku byly zrušeny spádové oblasti, které netvořily kompaktní spádovou oblast (souvislou, bez chybějících částí uvnitř oblasti), u těchto obcí byla podle bodu 2-4 znovu analyzována příslušnost k spádovému centru.

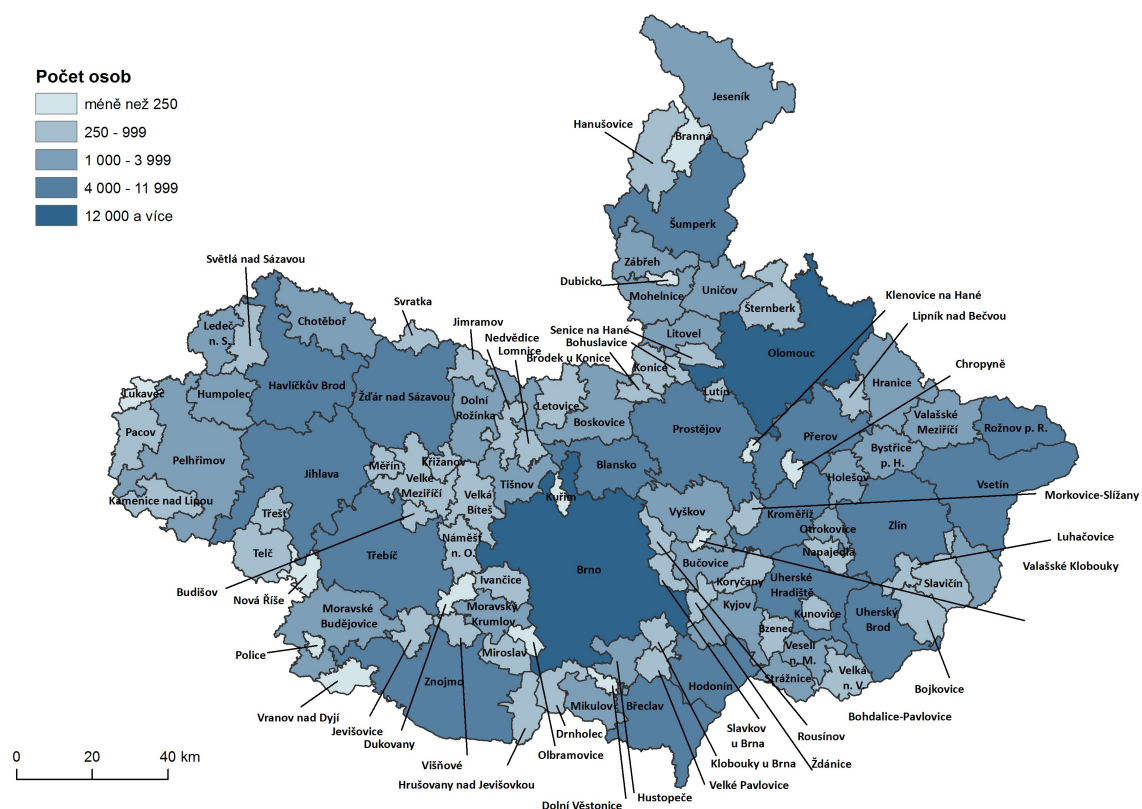
Výsledkem je 103 spádových center a jím odpovídajících oblastí v roce 1991 a 62 v roce 2011 (tab. 3). Podrobné údaje za spádové oblasti obou cenů dle krajů jsou v Přílohách 2a-2d.

Tab. 3 Přehled základních údajů o spádových oblastech v roce 1991 a 2011 (vlastní zpracování)

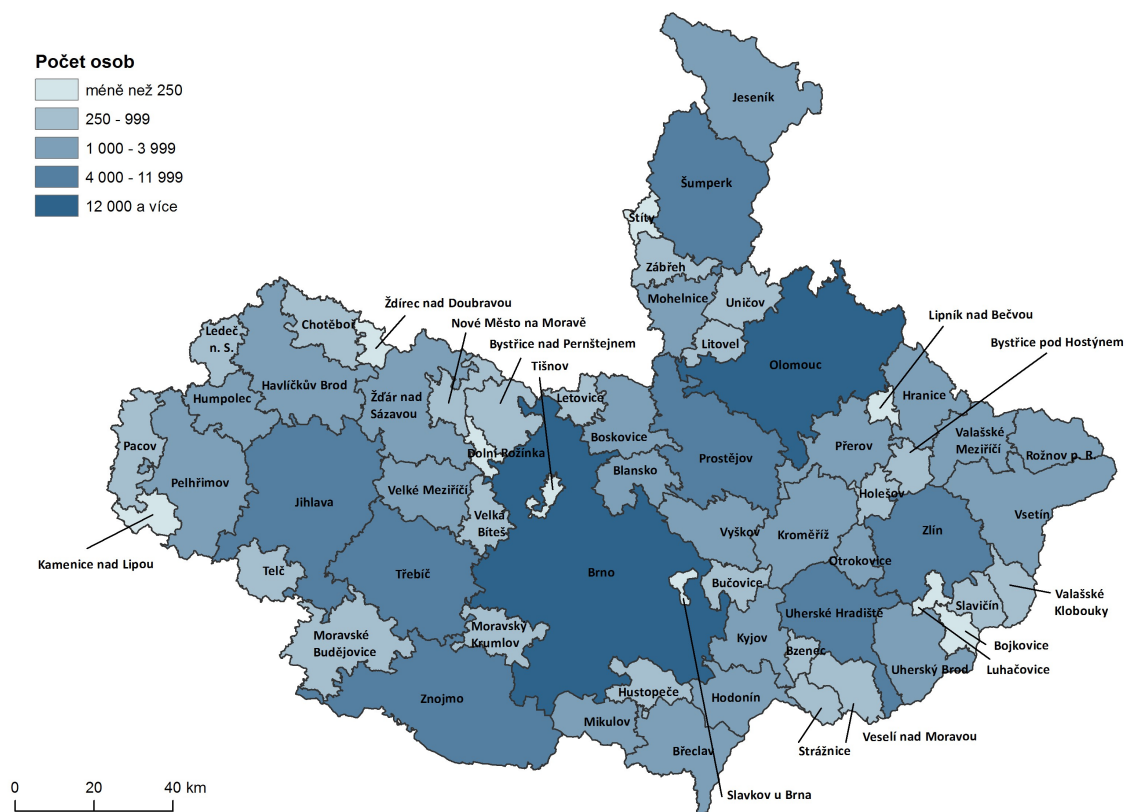
Charakteristika	1991	2011
Počet spádových center	103	62
Minimum počtu obcí tvořících spádovou oblast (bez centra)	2	2
Maximum počtu obcí tvořících spádovou oblast (bez centra)	162	301
Medián počtu obcí tvořících spádovou oblast (bez centra)	17	19
Minimální velikost spádové oblasti podle počtu obyvatel	834	2 843
Maximální velikost spádové oblasti podle počtu obyvatel	552 762	676 414
Medián velikosti spádové oblasti podle počtu obyvatel	11 511	22 910
Minimální počet osob dojíždějících do centra ze spádové oblasti	122	130
Maximální počet osob dojíždějících do centra ze spádové oblasti	41 392	40 827
Medián počtu osob dojíždějících do centra ze spádové oblasti	829	1 028
Minimální rozloha spádové oblasti včetně centra (v km ²)	18	29
Maximální rozloha spádové oblasti včetně centra (v km ²)	1 632	2 758
Medián rozlohy spádové oblasti včetně centra (v km ²)	234	247

5.2.2 Změna spádových oblastí mezi lety 1991 a 2011

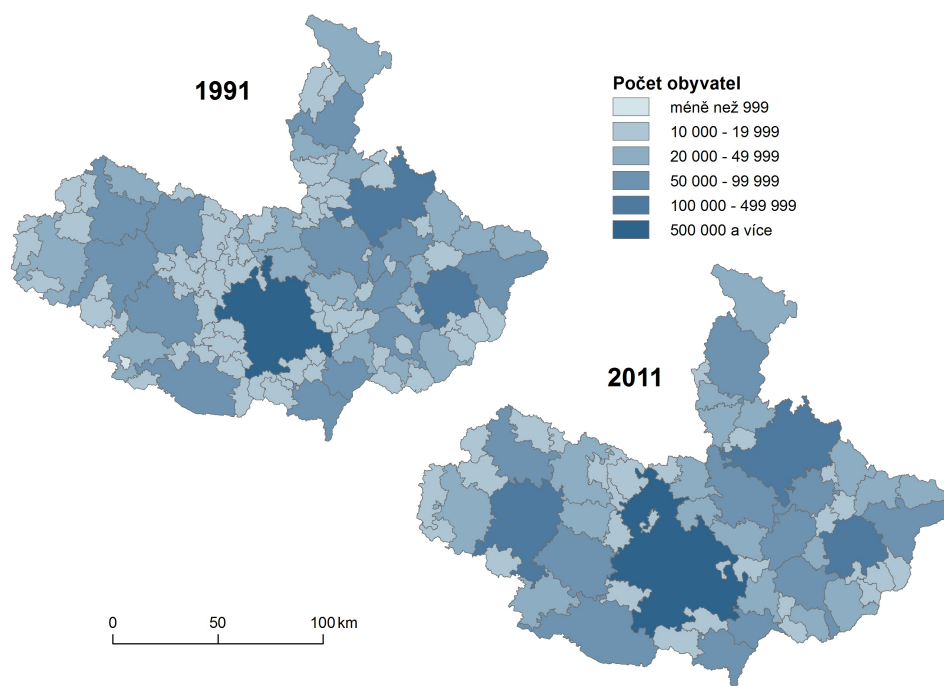
Na základě výpočtů podle výše uvedené metodiky vznikl výrazně rozdílný počet, rozsah i charakter spádových oblastí analyzované oblasti pokrývající kraj: Olomoucký, Jihomoravský, Zlínský a Vysočina. Zatímco v roce 1991 bylo 1 778 obcí přiřazeno k 103 spádovým centrům (obr. 12), během 20 let se sídelní struktura značně změnila a 2 019 obcí bylo přiřazeno pouze k 62 spádovým centrům (obr. 13). Na vymezených spádových oblastech se projevuje výše diskutovaný trend upevňování pozice měst a posilování jejich vazeb s širším okolím, ale také nároky kladené na dopravu odrážející se v její rychlosti. V roce 2011 lidé dojížděli na mnohem delší vzdálenosti do zaměstnání a do škol než v roce 1991. Spádové oblasti velkých center se tak zvětšují na úkor malých spádových center a jejich zázemí. Zpravidla zanikly spádové oblasti s celkovým počtem méně než 20 000 obyvatel v okolí velkých měst, jako je Brno, Olomouc, Jihlava nebo Znojmo. Zatímco v roce 1991 bylo 70 center o velikosti do 19 999 obyvatel, v roce 2011 jich bylo jen 29. Lidé dnes dojíždějí do významnějších měst s dostatečným počtem pracovních míst, nabídkou kvalitního vzdělání a atraktivitou služeb i za cenu delší vzdálenosti než dříve (obr. 14). Významnost měst je možné podpořit i tím, že zatímco v roce 1991 značná část spádových center byla obyčejnými obcemi (44,6 % nebylo centrem SO ORP a 26,2 % ani centrem SO POU), v roce 2011 bylo 82,3 % center spádových oblastí zároveň centrem SO ORP a 95,2 % jich bylo centrem SO POU. Největší změny zaznamenal Jihomoravský kraj, kde poklesl počet spádových center na polovinu (tab. 3) a rozloha největší spádové oblasti města Brna se zvětšila téměř o 70 % na 2 758 km².



Obr. 12 Počet osob dojíždějících do centra spádové oblasti v roce 1991 (zdroj dat: SLDB 1991, vlastní zpracování)



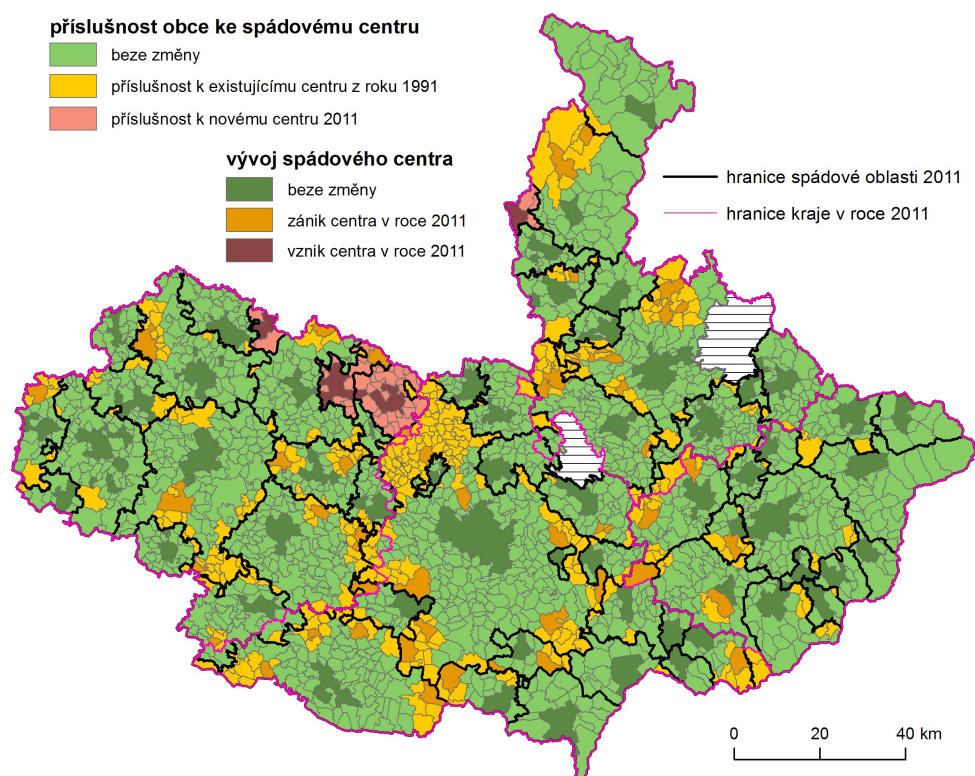
Obr. 13 Počet osob dojíždějících do centra spádové oblasti v roce 2011 (zdroj dat: SLDB 2011, vlastní zpracování)



Obr. 14 Velikostní skupiny spádových oblastí podle počtu obyvatel v roce 1991 a 2011 (zdroj dat: SLDB 1991 a 2011, vlastní zpracování)

Z detailnější analýzy vyplynulo, že z celkového počtu 103 spádových center v roce 1991 jich do roku 2011 58 zůstalo totožných, 45 zaniklo a stalo se součástí spádové oblasti jiného

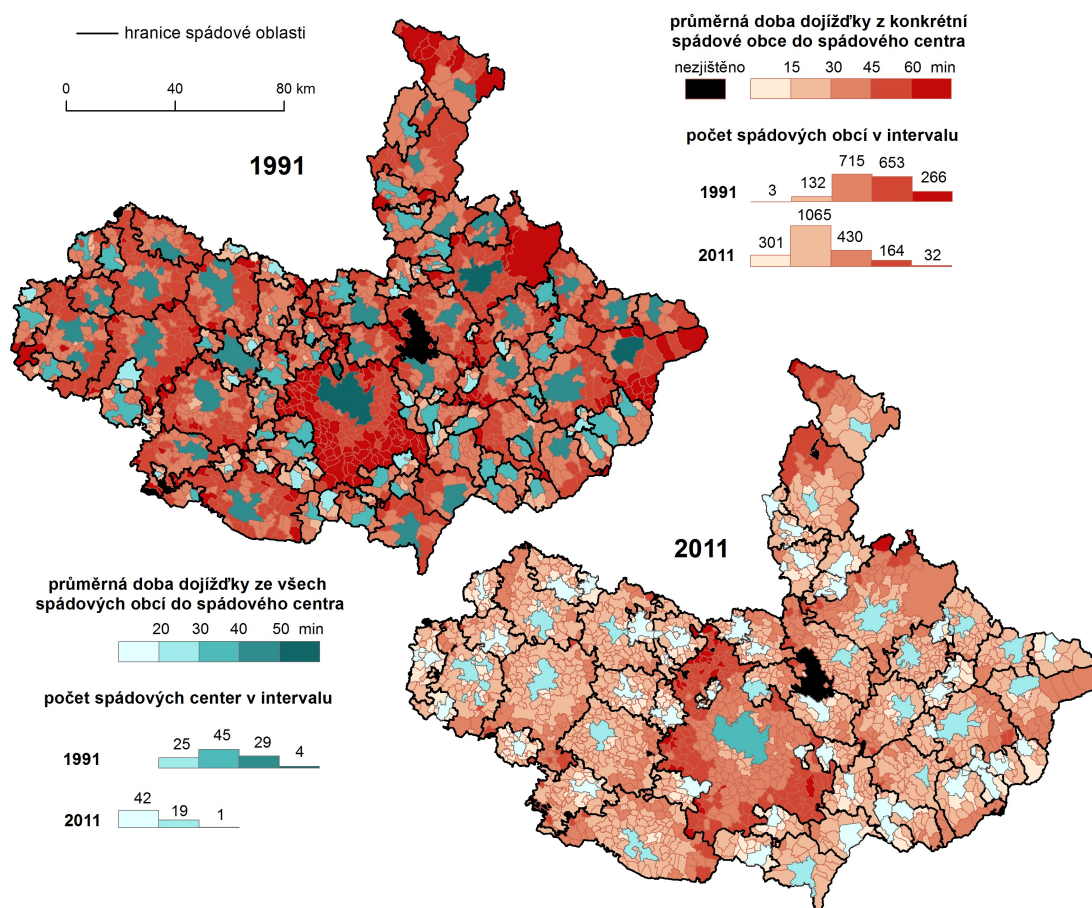
centra. V roce 2011 k 58 stávajícím centrům přibýly 4 obce, které se staly centrem nové spádové oblasti. Tato nová centra leží na hranicích s Pardubickým krajem, který nebyl součástí analýz. Zajímavé by proto bylo zjistit, kam spádují obce Pardubického kraje při hranicích s analyzovanými kraji. Většina analyzovaných obcí vykazovala v roce 2011 spádovost vůči stejnému spádovému centru jako v roce 1991. V roce 2011 však bylo o 200 obcí více než v roce 1991 (ke vzniku nové obce nejčastěji došlo oddělením části původní obce), přičemž 60 % nových obcí zůstalo spádovat vůči stejnému centru jako obec, pod kterou nová obec patřila v roce 1991. Spádovou obec během 20 let změnilo 504 obcí. Téměř 91 % obcí se stalo součástí spádové oblasti jiného existujícího centra (včetně 44 zaniklých spádových center) a více než 9 % obcí se stalo součástí spádové oblasti nově vzniklého centra (včetně jednoho zaniklého spádového centra). Obce, které se připojily k jiné spádové oblasti existujícího centra, se většinou nacházejí v blízkosti hranic dvou spádových oblastí. Hranice těchto oblastí je zajímavé sledovat také v kontextu administrativního členění. Ani jedna z krajských hranic není přesně kopírovaná hranicemi spádových oblastí, největší odchylky je možné sledovat mezi Jihomoravským krajem a Krajem Vysočina. Zpravidla atraktivnější centrum bez ohledu na hranice kraje přitáhlo obec ze sousední méně atraktivní spádové oblasti (obr. 15).



Obr. 15 Vývoj spádových center a příslušnosti obcí ke spádovým oblastem mezi SLDB 1991 a 2011 (zdroj dat: SLDB 1991 a 2011, vlastní zpracování)

Z rostoucí velikosti spádových center je patrná změna v chování dojíždějících do zaměstnání. Lidé se přestávají zaměřovat na minimalizaci vzdálenosti, atraktivita centra a ochota dojíždět je dnes závislá spíše na čase. Lidé jsou ochotni dojíždět na delší vzdálenosti, avšak vyžadují kratší dobu dojíždky a rychlejší přepravu, čímž kladou vyšší a vyšší nároky především na VD (Zajíčková et al., 2016). Veřejná doprava se pokusila zareagovat na tento tlak, avšak díky omezenému rozpočtu na dotování ztrat se autority řídící VD soustředily na spojení s velkým počtem potenciálních cestujících za cenu nezabepečení obsluhy méně atraktivních

oblastí. Přesto je z analýzy doby dojíždky (obr. 16) do zaměstnání možné pozorovat nepřímou úměru mezi rostoucí vzdáleností a zkracujícím se časem dojíždky, což do značné míry zapříčinilo dvojnásobné zvýšení počtu automobilů. Pro každou obec byla vypočtena průměrná doba dojíždky všech dojíždějících osob do příslušného spádového centra (obr. 16, kategorizace červenou barvou). Dále pro každé spádové centrum byla vypočtena průměrná doba dojíždky všech zaměstnaných osob ze spádové oblasti (obr. 16, kategorizace tyrkysovou barvou).



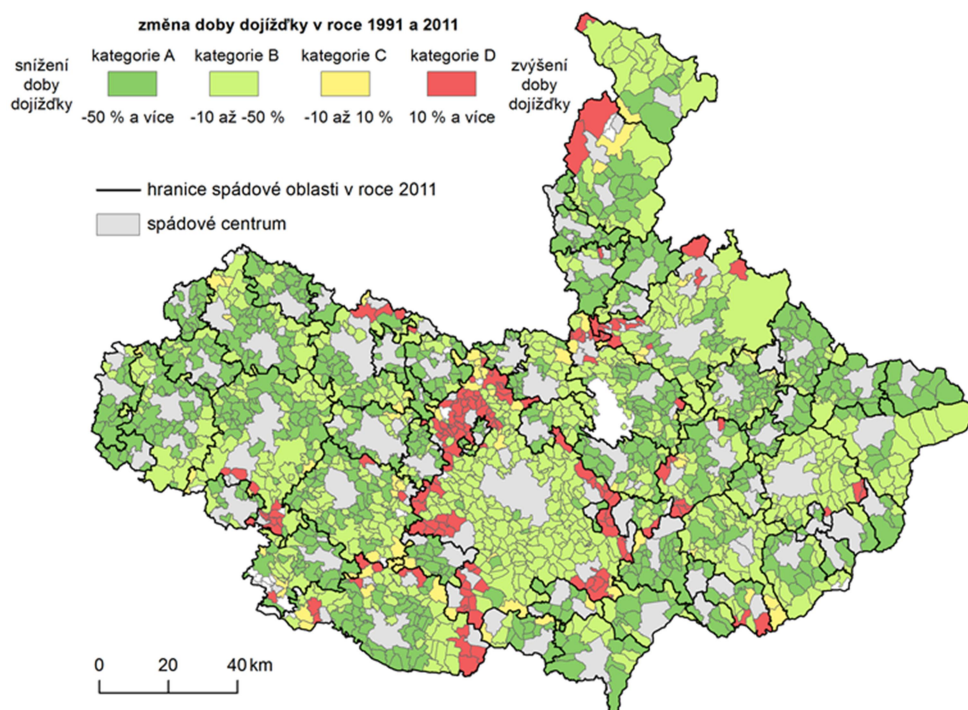
Obr. 16 Průměrná doba dojíždky ve spádových oblastech v roce 1991 a 2011 (zdroj dat: SLDB 1991 a 2011, vlastní zpracování)

Z výsledků analýzy doby dojíždky do zaměstnání ze SLDB (obr. 16) bylo zjištěno, že:

- zatímco v roce 1991 byly schopny se ve své spádové oblasti dopravit za práci do 30 minut pouze osoby ze 7,6 % obcí, v roce 2011 z již 67,7 % obcí,
- zatímco v roce 1991 byla průměrná doba dojíždky do spádového centra 37 minut (medián 36 minut), v roce 2011 to bylo o více než polovinu méně – průměrně 18 minut (medián 17 minut),
- zatímco v roce 1991 dojíždělo do zaměstnání více než 45 minut celkem 124 003 osob z 919 obcí (průměrně 135 osob/obec), v roce 2011 to bylo pouze 10 152 osob ze 196 obcí (52 osob/obec),
- u všech spádových center došlo k poklesu průměrné doby dojíždky ze všech spádových obcí, u 80 % center se průměrná doba dojíždky více než dvojnásobně

zkrátila, přičemž center je o téměř 40 % méně, spádové oblasti se rozšířily a dala se tedy spíše očekávat zhoršená doba dostupnosti (lidé musí dojíždět dále).

Aby bylo patrné, ve kterých obcích se průměrná doba dojíždky zkrátila nebo vzrostla a o kolik, byl vytvořen index doby dojíždky, který vznikl jako podíl průměrné doby dojíždky ze spádové obce do příslušného spádového centra v roce 2011 a v roce 1991. Na základě výsledných hodnot byly pro přehlednost vytvořeny kategorie změny doby dojíždky A-D (obr. 17). Kategorie A reprezentuje obce, kde v roce 1991 došlo ke snížení průměrné doby dojíždky o více než 1/2 původního času. Nejvíce obcí s větším než dvojnásobným poklesem doby dojíždky se nachází v Kraji Vysočina, jedná se dokonce o přesnou 1/2 všech obcí tohoto kraje. Také téměř 48 % obcí Olomouckého, 37 % Zlínského a 32 % Jihomoravského kraje patří do kategorie A. Kategorie B přísluší obcím, kde v roce 1991 došlo ke snížení času o 10-50 % původního času, přičemž většina patří do Jihomoravského kraje (obklopují především město Brno). U obcí v kategorii C nedošlo k významné změně průměrné doby dojíždky (změna osciluje mezi 10 % poklesu a nárůstu času). Jedná se však o méně než 4 % z celého území. Kategorie D potom reprezentuje obce s nárůstem doby dojíždky v roce 1991 větším než 10 % původního času, více než 60 % jich leží v Jihomoravském kraji. Nárůst doby dojíždky se týká především obcí, které v roce 2011 spadovaly k jinému centru než v roce 1991, zpravidla atraktivnějšímu, ale vzdálenějšímu. Tyto oblasti jsou přitom jedny ze závislejších na VD a míra automobilizace zde dosahuje nejnižších hodnot. Kromě zvyšující se vzdálenosti přepravy bylo z analýz zjištěno, že přepravní nabídka úzce souvisí s populační velikostí obcí, což potvrzují i jiné studie (např. Marada a Květoň 2010).



Obr. 17 Kategorizace změny doby dojíždky ze spádových obcí do příslušného spádového centra mezi roky 2011 a 1991 (zdroj dat: SLDB 1991 a 2011, vlastní zpracování)

5.3 AUTOBUSOVÁ PŘEPRAVNÍ NABÍDKA V OLOMOUCKÉM KRAJI

Analýza přepravní nabídky bývá často reprezentována analýzou míry dopravní obslužnosti nebo dostupnosti lokality, což je jedna z nejvýznamnějších problematik řešených dopravní geografii (Marada, 2010). Do hodnocení dostupnosti vstupují tři proměnné: obyvatelstvo daného územního celku nebo oblasti, cíl přesunu a prostředek, kterým je realizován přesun (Michniak, 2002). Výsledná dostupnost je však ovlivněna geografickým faktorem a efektivitou dopravního systému. Studie zaměřené na analýzu přepravní nabídky, respektive dopravní dostupnosti veřejnou dopravou, jsou zpravidla založeny na identifikaci významných center, vymezení regionů obslužnosti. První regionalizaci na základě spádu osobní dopravy pro území Československa provedl Hůrský (1978). Právě Hůrský třeba již v té době poukazyval na to, jak železniční doprava výrazně ovlivňuje tvar a rozsah jednotlivých dopravních regionů výrazně překračujících jakékoliv „přirozené“ administrativní hranice. Poměrně rozsáhlou diferenciací středisek podle významu veřejné dopravy se zabýval třeba Marada a kol. (2010). V této studii je vymezeno jedenáct dopravních center na území Olomouckého kraje s dominantním postavením Olomouce. V posledních letech se stále častěji využívá digitální podoby JŘ, které využívá také vyhledávač IDOS. Ve studiích se zpravidla využívá pouze jednoduché analýzy ve smyslu výpočtu počtu spojů nebo doby přesunu z obcí vymezených regionů do identifikovaných center. Tyto jednoduché analýzy hodnocení dopravní dostupnosti provedl například Staněk (2010) pro pardubický mikroregion nebo Černý (2011) pro obce spadující do Hodonína a Břeclavi. Sofistikovanější vědecké práce vyhledávání dostupnosti z JŘ omezují počtem přestupů, výběrem času dojezdu nebo odjezdu, celkovou dobou přesunu, použitím dopravního prostředku apod. Limitujícím faktorem je do značné míry nedostupnost otevřeného přístupu k JŘ, studie tak využívají výsledků kombinace jednotlivých spojů do optimálního spojení v IDOS. Vzhledem k tomu, že se jedná o časově náročné zpracování, bývají analýzy omezené na hodnocení dostupnosti pro několik vybraných dní. Výsledné hodnoty dopravní obslužnosti/dostupnosti prezentované nejčastěji formou map pak bývají přepočteny jako nejrůznější vážené průměry hodnot apod. (Koběluž, 2013; Marada a Květoň, 2010).

Analýzou dopravních spojení pomocí hromadného zpracování JŘ pro potřeby hodnocení podmínek dojíždění se dlouhodobě zabývá také Institut geoinformatiky VŠB-TU Ostrava. Členové Institutu pro potřeby hodnocení dopravní dostupnosti veřejnou dopravou vyvinuli systém automatizovaného zpracování JŘ v celorepublikovém rozsahu, jejichž zdrojem je společnost CHAPS (Ivan a kol. 2015). Tímto způsobem je možné zpracovávat dopravní dostupnost nejen pro vybrané dny, ale i pro delší časové období a navíc mohou tyto vstupy využívat pro simulační modelování, nejčastěji se jedná o analýzu a simulaci dojížděky do zaměstnání. Toto modelování probíhá za přesně daných podmínek pro vyhledání spojení. Přepravní nabídku pomocí hodnocení dopravní obslužnosti monitorují jak lokálně (k vybraným zaměstnavatelům pro okres Nový Jičín např. Horák (2001), Šeděnková a kol. (2006) pro okres Bruntál; Inspektor a Horák (2014) srovnávali časové rozdíly služebních cest mezi IAD a VLD pro okresy Český Krumlov, Děčín, Jeseník a Klatovy), tak celorepublikově (Horák a kol. 2014; Ivan a kol. 2014; Tesla a kol. 2015).

Problémem všech těchto studií je skutečnost, že se umí zaměřit pouze na hlavní přepravní toky z jednotlivých obcí do spádových center, ale už neřeší trasování spojů. Informace o efektivitě VD tak mohou být zkreslené, obsluha veřejnou dopravou totiž nefunguje jako

individuální doprava hledající časově nejkratší cestu mezi bodem A a B. Veřejná doprava musí nabízet takovou obslužnost, aby pro všechny důležité časové polohy uměla nabídnout přesun pro všechny významnější dopravní toky.

V případě, že má být hodnocena přepravní nabídka od roku 1980, je analýza bez geodat (linií spojů, polohově přesně umístěných zastávek) a alespoň digitální podoby JŘ téměř nemožná. Navíc bez možnosti využití algoritmus kombinace spojů z IDOS se analýza omezuje na pouhé počty spojů za obec v pracovní den nebo o víkendy a i tak se kvůli nutnosti digitalizace všech podkladových dat jedná o časově náročnou analýzu.

5.3.1 Zásadní aspekty ovlivňující přepravní nabídku v Olomouckém kraji

V Česku obecně díky vzniku konkurenčního prostředí po rozpadu ČSAD a konci omezování individuální dopravy ve prospěch VLD došlo k poklesu zájmu o přepravu. Mezi roky 1990 a 2010 dokonce pokles podílu osobokilometrů VLD poklesl o polovinu (z 18,21 %), zatímco počet osobních automobilů se z 2 285 tisíc téměř zdvojnásobil. Největší změny v novodobé historii přepravní nabídky VLD lze proto postupně pozorovat od 80. let 20. století dodnes.

Zlomovým okamžikem v klesajícím zájmu o VD v Olomouckém kraji bylo vytvoření IDS pro celý Olomoucký kraj v roce 2003 a převod zodpovědnosti za koordinaci a plánování dopravní obslužnosti na samosprávný Krajský úřad Olomouckého kraje. Zavedením celokrajského IDS došlo k velké úspoře financí a především k přesunu funkce MHD na autobusy VLD v příměstských a okrajových oblastech měst. Od 1. 1. 2012 vznikl založením KIDSOK v Olomouckém kraji tříúrovňový model organizace (KIDSOK, 2012). Úloha tohoto organizátora je složitá zejména z důvodu správy značně heterogenní oblasti, protože jednotlivé oblasti (historické okresy) se chovají naprosto odlišně a obyvatelé mají odlišné nároky na přepravu. Olomoucký kraj obsluhovalo v roce 2016 celkem 13 autobusových dopravců provozujících linky o více než 2 600 km a obsluhujících více než 1 900 zastávek. Rozdílly jsou především v hustotě obyvatel a koncentraci sídel (tab. 4).

Tab. 4 Základní demografické rozdíly mezi okresy Olomouckého kraje

Okres	Rozloha (km ²)	Počet obyvatel	Podíl obyvatel žijících v centru okresu (%)	Hustota obyvatel (obyv./km ²)	Počet obcí
Jeseník	719	39 910	29	56	24
Olomouc	1 620	232 474	43	143	96
Prostějov	770	109 223	40	142	97
Přerov	845	132 014	34	156	104
Šumperk	1 313	122 735	22	93	78

5.3.2 Datové zdroje pro vyhodnocení přepravní nabídky

Získání datových zdrojů pro vyhodnocení změn přepravní nabídky bylo komplikovanější, než se předpokládalo. Pro analýzy bylo záměrem získat JŘ VD za území Olomouckého kraje v desetiletých intervalech, ideálně i dobové mapy nebo schémata. To se ukázalo jako nereálné stejně jako získat datové vrstvy zastávek a linek VD. Po časově náročném hledání se podařilo nalézt pouze JŘ VLD a nekompletní vrstvu zastávek VLD pro rok 2010 od KIDSOK. Všechny podklady tak vznikaly v rámci bakalářské práce Martina Jindry digitalizací analogových podkladů (Jindra, 2014).

Digitální podoba JŘ byla centrálně vytvářena v celorepublikovém rozsahu až od roku 1998 v podobě vyhledávače IDOS. Do té doby existovaly pouze papírové JŘ bez grafické vizualizace. Analýza změn z JŘ před rokem 1998 je proto možná jen na základě konverze archivních papírových JŘ do digitální podoby. Za okres Prostějov se papírové JŘ nepodařilo získat (kromě roku 2010) z důvodu archivace majoritním dopravcem pouze po dobu 5 let. Archivní papírové JŘ VLD za ostatní okresy se podařilo získat přes knihovnu Zemského archivu Opava a Vědeckou knihovnu Olomouc pro roky 1980, 1990, 2000 a 2010. Olomoucký kraj byl zároveň jediným krajem, který vůbec JŘ v knihovnách archivuje. Nepodařilo se však získat železniční JŘ za většinu dotčených tratí ani v časové posloupnosti, tyto JŘ tak nebylo možné analyzovat.

5.3.3 Změny přepravní nabídky v Olomouckém kraji po roce 1980

S přihlédnutím k charakteru, struktuře a obsahu dostupných dat byly analyzovány pouze vybrané charakteristiky obslužnosti shrnuté v tab. 5 v Olomouckém kraji za okres Jeseník, Olomouc, Přerov a Šumperk. Podrobné výsledky charakteristik v jednotlivých okresech jsou součástí Přílohy 3.

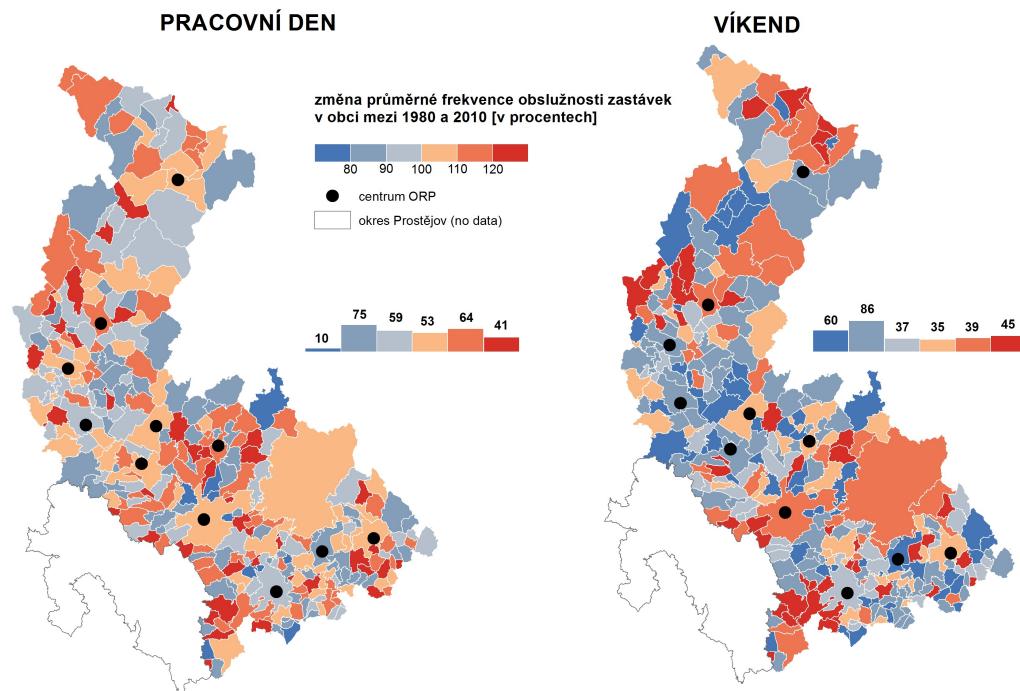
Tab. 5 Souhrnný přehled změn veřejné linkové dopravy v Olomouckém kraji

Charakteristika	Rok			
	1980	1990	2000	2010
Počet zastávek v území celkem	1 501	1 533	1 481	1 530
Počet obsluhovaných zastávek v pracovní den	1 494	1 528	1 479	1 522
Počet obsluhovaných zastávek o víkendu	1 164	1 188	1 079	1 149
Počet linek v pracovní den	273	253	225	227
Počet linek o víkendu	192	182	133	139
Hustota sítě (km/km ²)	0,45	0,44	0,43	0,46
Počet zastavení na zastávkách v pracovní den	41 141	41 938	40 453	45 768
Počet zastavení na zastávkách o víkendu	14 992	15 902	13 895	15 161
Průměrný počet obslužení zastávky v pracovní den	27,82	27,47	27,03	30,08
Průměrný počet obslužení zastávky o víkendu	12,93	13,46	12,86	13,25
Počet spojů v pracovní den	4 856	4 729	3 783	4 212
Počet spojů o víkendu	1 560	1 577	1 133	1 220
Průměrný počet spojů linky v pracovní den	17,96	18,71	16,77	20,21
Průměrný počet spojů linky o víkendu	8,06	8,55	8,30	8,78
Průměrný počet zastávek spoje v pracovní den	9,44	9,93	11,72	11,81
Průměrný počet zastávek spoje o víkendu	10,69	11,09	13,72	13,65
Průměrná doba spoje v pracovní den (min:sec)	27:44	33:37	30:12	29:08
Průměrná doba spoje o víkendu (min:sec)	31:45	32:22	35:07	32:32
Průměrná délka linky (metry)	18 753	18 930	19 127	21 544

Analýzované území pokrývá přibližně 1 500 zastávek, jejich distribuce se mění s hustotou zalidnění a atraktivností oblastí. Zatímco v okrese Přerov stačí díky vysoké zalidněnosti a její koncentraci do zázemí obcí 2-3 zastávky na km², na Jesenicku jsou potřeba 4 zastávky na km². Počet obsluhovaných zastávek za celé území se v průběhu 20 let příliš nezměnil, změnila se

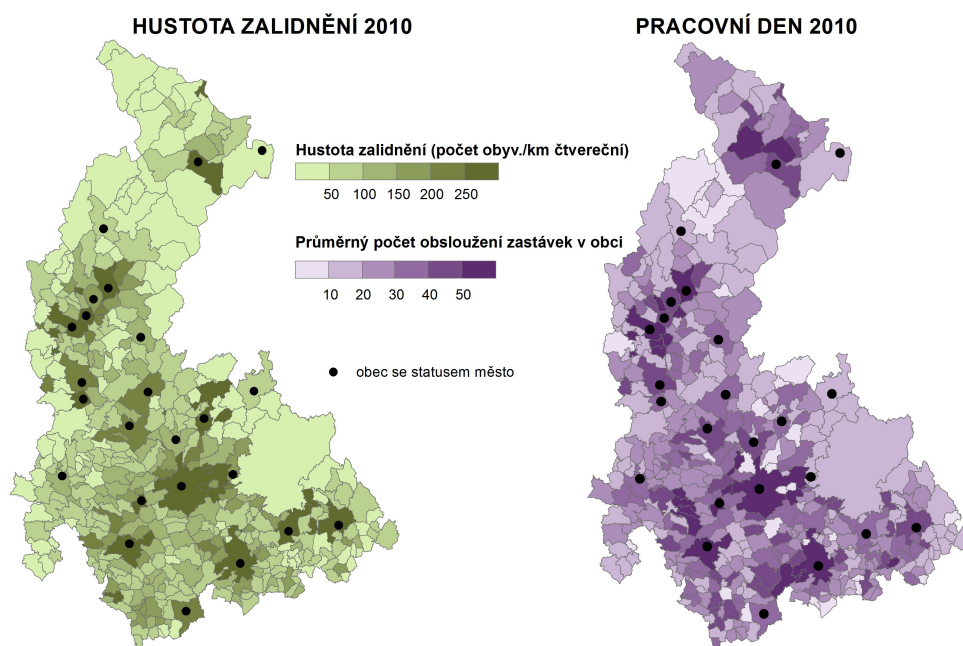
však jejich prostorová distribuce. Zatímco v okrese Olomouc jejich počet klesá a v mnohých případech se zvýšila docházková vzdálenost na zastávku, v ostatních okresech počet zastávek vzrostl. Změnu distribuce zastávek mimo jiné vyvolala změna trasování linek a spojů VLD.

Kromě distribuce se ve smyslu teorie tzv. „bludného kruhu“ (Bar-Yosef a kol., 2013) změnila také frekvence obslužnosti jednotlivých zastávek. V negativním slova smyslu se potvrdilo, že v menších obcích s malou poptávkou po přepravě došlo ke snížení přepravní nabídky, tedy i zhoršení kvality obslužnosti (Zajíčková et al., 2015a). V 15 obcích o víkendu dokonce došlo k ukončení obslužnosti. Naopak pozitivní bludný kruh se potvrdil ve městech a obcích s populačním růstem a v obcích se silnou vazbou na tato města (obr. 18).



Obr. 18 Změna obslužnosti obcí v Olomouckém kraji mezi rokem 1980 a 2010 (vlastní zpracování)

Ke zlepšení obslužnosti došlo přibližně u poloviny obcí (ve 158 z 302). Převládající pozitivní bludný kruh se projevil v průměrné hodnotě za celé území. Zatímco v roce 1980 byla každá zastávka v pracovní den obsloužena průměrně 28x, v roce 2010 už to bylo 30x. O víkendu došlo ke snížení obslužnosti ve většině obcí, navýšena byla zpravidla pouze v atraktivních oblastech jako cílů víkendové zábavy nebo rekreace (Zajíčková, 2014a).



Obr. 19 Souvislost mezi hustotou zalidnění a obslužností zastávek v obci v roce 2010 (vlastní zpracování)

Pro exaktní podložení výše uvedené teorie bludného kruhu byl vypočten výběrový korelační koeficient s hodnotou $r=0,427$ pro 399 obcí, který prokázal statisticky významnou závislost mezi hustotou zalidnění obce a intenzitou obslužnosti zastávek v pracovní den v roce 2010 (obr. 19).

Kromě změny frekvence obslužnosti zastávek došlo i k úpravě přepravních špiček. VD musela zareagovat na novou variabilitu pracovní doby a s tím související časově odlišnou poptávku po přepravě. K navýšení přepravní nabídky mezi rokem 1980 a 2010 došlo mezi 5. a 8. hodinou ranní a mezi 13. a 16. odpolední v pracovní den. Naopak o víkendu, kdy už přepravní poptávka není tak silná, došlo k jejímu snížení ráno mezi 4. a 6. hodinou, naopak k navýšení došlo odpoledne mezi 14. a 16. hodinou.

Obslužnost však zajišťují jednotlivé linky, respektive spoje, z důvodu finanční úspory došlo k významným změnám v jejich trasování. Zjištěné změny souhrnně uvedené v tab. 5 se projevily v následujících aspektech:

- linek za analyzovaných 30 let ubylo o 17 % v pracovní den a o 28 % o víkendu,
- největší relativní pokles počtu linek se dotkl okresu Jeseník (téměř 40 %),
- zrušením některých linek došlo ke zrušení řady spojů, proto absolutní počet spojů poklesl (v pracovní den o více než 13 % a o víkendu téměř o 22 %),
- ponechány byly pouze efektivní linky a zvýšila se frekvence jejich spojů o dva spoje v pracovní den (z průměrných 18 spojů na linku na 20) a o víkendu téměř o jeden spoj (z 8 téměř na 9),
- posílena byla doprava v atraktivních oblastech, naopak obslužnost v obcích s malou poptávkou po přepravě byla VD omezena, což vede k upevňování pozic měst, k posilování IAD v menších obcích se špatnou obslužností a k socioekonomickým problémům v území,

- došlo k prodloužení linek, v roce 1980 měl spoj v pracovní den průměrně 9-10 zastávek, v roce 2010 to bylo téměř 12, podobně o víkendu se z původních 10-11 zastávek spoje v roce 1980 stalo 13-14 zastávek na spoj v roce 2010,
- prodloužení linek o několik zastávek se projevilo i v délce linek průměrně o necelé 3 km (2 791 m), v oblasti Šumperku a Jeseníku s největším úbytkem linek to bylo dokonce v průměru až o 6 800 m,
- časově byly spoje v roce 2010 oproti roku 1980 v provozu o 84 vteřin déle v pracovní den a o 47 vteřin o víkendu, k navýšení však došlo především v okrese Šumperk a Jeseník, naopak v Přerově a Olomouci došlo ke zkrácení délky průjezdu spoje.

Obecně lze tedy vyhodnotit zjištěné změny tak, že trendem je prodlužovat linky o několik zastávek v řídké osídlených oblastech za účelem úspory nákladů, naopak atraktivní centra v husté zástavbě jsou se zázemím spojovány co nejrychleji s cílem konkurovat IAD.

5.4 SHRNUÍ A ZÁVĚR

Na příkladu Olomouckého kraje byla vyhodnocena adekvátnost změny přepravní nabídky vůči poptávce po přepravě související se změnou sídelní struktury a spádovosti obcí.

Změny v poptávce po přepravě se projevují změnami v přepravních vazbách, a to především v podobě:

- zvyšování podílu automobilové dopravy na přepravní práci, pokles zájmu o přepravu VD,
- upevňování pozice velkých měst (z 21 spádových oblastí v roce 1991 zůstalo v roce 2011 pouze 12),
- zvýšení počtu spádových obcí v oblasti ze 17 na 32,
- vzniku jednoho velkého centra dojížděky (město Olomouc); v roce 2011 byla centrem pro téměř dvojnásobný počet obcí než v roce 1991,
- výrazného zvětšení rozlohy spádové oblasti Olomouce (o téměř 400 km²) díky připojení Šternberska,
- poklesu atraktivity menších měst, např. Uničova a Litovle, z nichž lidé dojíždějí do atraktivnějších center,
- výrazné změny spádovosti v severní části Olomouckého kraje v oblasti Šumperska, naopak periferní spádová oblast Jesenicka zůstává totožná,
- preference cestujících na dobu strávenou při přepravě, která se odráží v její rychlosti; ke zrychlování přepravy docházelo i přes výrazné navýšení překonávané vzdálenosti, nově se v roce 2011 průměrně dojíždělo maximálně 45 minut v 90 % případů (oproti 48 % případů v roce 1991).

Snahou organizátorů bylo reagovat na změny v přepravní poptávce adekvátními změnami v přepravní nabídce, nicméně bylo zjištěno, že díky absenci vyhodnocování kvality VD dopravní autoritou došlo obecně k následujícím změnám:

- počet zastávek zůstal stejný, změnila se však jejich distribuce; v okrese Olomouc počet zastávek klesal, v ostatních rostl,
- v menších obcích došlo z důvodu finanční náročnosti k omezování dopravy, naopak v atraktivních centrech nebo centrech s populačním růstem docházelo k jejímu navyšování,

- zatímco v roce 1980 byla zastávka na analyzovaném území obslužena průměrně 28x, v roce 2010 to bylo 30x; naopak o víkendech došlo k navyšování obslužnosti zpravidla pouze v oblastech víkendové zábavy nebo rekreace,
- byla potvrzena statistická významnost závislosti frekvence obslužnosti na hustotě zalidnění obce,
- v důsledku nové variability pracovní doby se změnila i nabídka přepravy v průběhu dne,
- ubylo linek, naopak u zbývajících linek přibyl počet spojů, obsluhovaných zastávek na trase (o 2-3 zastávky), a proto došlo k prodloužení linek (průměrně o 3 km a 84 vteřin v pracovní den, o 47 vteřin o víkendu),
- přechodné zhoršení dopravní obslužnosti v roce 2000 bez vazby na změnu v poptávce po přepravě bylo zapříčiněno také privatizací státního podniku; problém však vzápětí vyřešilo založení IDS spolu s určením organizátora dopravy.

Změny v přepravní nabídce se nejvíce dotkly severní části Olomouckého kraje, která zabírá velkou plochu, má nízkou hustotu obyvatel a je více vzdálená od centra kraje. Změny se dotkly:

- obslužnosti obcí v okolí města Šternberka, které se připojily ke vzdálenější spádové oblasti Olomouc,
- obcí v oblasti Hanušovic, které změnilly příslušnost ke spádové oblasti Šumperk; důsledkem je horší časová dostupnost než ze stejně vzdálené severovýchodní části spádové oblasti se stejnou příslušností k centru,
- obce Branná, která nově patří do spádové oblasti Šumperk, kde stejně jako v jejím okolí došlo ke zhoršení obslužnosti (průměrný počet spojů za den je jeden z nejmenších v celém Olomouckém kraji); lidé tak zůstali odkázáni na dojíždku automobilem,
- města Lipníku nad Bečvou a Přerova, kde došlo k omezení VLD s náhradou v podobě rychlé železniční přepravy, dlouhodobě však dochází k poklesu významu těchto center,
- i okolních obcí kolem Lipníku nad Bečvou, kde došlo místo ke zlepšení obslužnosti a navázání spojů VLD na železniční spoje ke zhoršení obslužnosti; lidé tak hledají atraktivnější cíl dojíždění,
- v obcích v těsné blízkosti Hranic došlo k posílení obslužnosti a upevnění vazeb na město Hranice, u obcí na okrajích oblasti naopak k mírnému zhoršení obslužnosti, přesto tyto obce zůstaly spádovat ke stejnému centru.

Jak bylo zjištěno, současná přepravní nabídka VD v Česku je charakteristická upevňováním vazeb na spádové centrum, je tak umožněno dojíždět do vzdálenějšího spádového centra převyšujícího svou atraktivitou bližší spádové centrum. V některých výše uvedených oblastech došlo ke zhoršení dopravní obslužnosti, což souvisí s nízkou poptávkou po přepravě nebo se změnou spádové oblasti. V důsledku těchto změn pak v těchto oblastech dochází k navyšování podílu individuální dopravy jako jediného možného prostředku přepravy z místa A do místa B.

Na základě informací získaných od dopravních specialistů bylo zjištěno, že často vůbec nedochází k hlubší analýze přepravní poptávky, na kterou by nabídka reagovala.

Z analýzy dále vyplynulo, že pro plánování dopravní obslužnosti je nezbytné analyzovat dopravní toky a přepravní vazby v území. V důsledku toho, že s přepravními vazbami a toky aktuálně pracováno není, byla z pohledu územní diferenciaci výsledována komplementarita mezi veřejnou a individuální dopravou. Omezování obslužnosti VD vede k přesunu k IAD, následně k postupnému vylidňování sídel až k zániku obcí. Řada oblastí zůstala bez kvalitní obslužnosti a IAD je jedinou možností přepravy.

Dále bylo zjištěno, že pečlivé plánování dopravní obslužnosti a trvalá udržitelnost VD se neobejde bez vyhodnocování a analýz jak přepravních vazeb a toků na jedné straně, a porovnávání JŘ a trasování linek na straně druhé. Řada těchto analýz je ale komplikovaná, jelikož data o obslužnosti (JŘ) nejsou archivována často ani v analogové podobě a chybí také geodata, zejména zastávky, označníky, linky a spoje. Absence podkladů v digitální podobě se v rámci tohoto dílčího cíle ukázala jako problematická a časově náročná.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A ROZSAHU SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE

Cílem této kapitoly je řešení DC3, tedy analyzovat současný stav správy geodat na úrovni kraje a rozsah sledovaných atributů vzhledem ke standardům pro výměnu geodat a jejich správu a také vzhledem k uživatelským požadavkům.

Díky závislosti společnosti na mobilitě obyvatel je doprava poměrně citlivým systémem generujícím obrovské množství dat každý den, které je nezbytné zpracovávat, vyhodnocovat a patřičnými kroky reagovat s cílem zajistit trvale udržitelný rozvoj dopravy (Gärling, Schuitema, 2007). Většina organizátorů IDS ale nemá v současné době díky náročnosti integrace dopravy kapacitu zabývat se problematikou správy a dlouhodobé udržitelnosti aktuálních informací o dopravní síti. Navíc jejich kvalita i rozsah závisejí pouze na ochotě a iniciativě jednotlivých organizátorů, což se stalo konkurenční výhodou IAD, pro kterou již existuje řada podpůrných technologií a aplikací. Příkladem je rozšíření Google Maps vrstvou Doprava (GOOGLE, 2016b) zobrazující aktuální hustotu provozu s propojením na informace o průjezdnosti a nehodách z aplikace Waze: Komunitní GPS navigace (Waze, 2016). Waze získává informace také z Jednotného systému dopravních informací JSDI (ŘSD, 2009), díky níž jsou řidiči schopni vyhnout se placeným úsekům nebo zvolit nejrychlejší či nejkratší trasu. Dále získávají aktuální informace o nehodách, uzavírkách nebo mimořádných událostech na jejich trase a mohou tak ovlivnit svůj bezpečný a včasný dojezd do cíle. Řada dopravních průzkumů potvrzuje orientaci společnosti na čas, ať už cestovní čas, přesný čas odjezdu, příjezdu nebo na spolehlivost ve smyslu dodržení jízdních časů uvedených v JŘ. Několik dopravních problémů se podařilo vyřešit za pomoci moderních technologií a metod, příkladem může být fuzzy řízení křižovatek z důvodu kongescí v centrech měst (Koukol et al., 2015), potřeba získávat geodata a informace a pružně reagovat v reálném čase však nabývá na významu (Friman and Gärling, 2001), do pozadí ustupují racionální a psychologické faktory (Fujii and Kitamura, 2003). Nejčastěji si lidé stěžují na nedostatek informací o linkách, spojích, JŘ, na jejich složitost a obtížnou dostupnost apod. Řada cestujících proto díky výše uvedeným faktorům vyměnila VD za automobil nebo jiný typ individuální dopravy a spoléhá se sama na sebe a podpůrné aplikace. Pro tyto osoby je často nepředstavitelné se do tohoto neorganizovaného a nespolehlivého dopravního systému bez poskytování informací vrátit zpět (Beirão and Cabral, 2007). Zde se otevírá prostor pro geoinformační přístup řešení tohoto problému.

6.1 SOUČASNÝ ROZSAH SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE

V současné době neexistuje na území České republiky závazný ani doporučený předpis upravující vytváření a správu geodat o VD, dokonce ani přesnost a aktualizace geodat nepodléhají žádnému standardu (Zajíčková, 2015a). Krajská úroveň zároveň znamená správu rozsáhlého území a velkého počtu objektů. Většinu dat o síti VD v rozsahu krajů spravují organizátoři dopravy nebo pro určité území sami dopravci provozující VD. Jejich databáze zpravidla obsahují neaktuální a nekompletní výčet objektů včetně chybných nebo chybějících atributů.

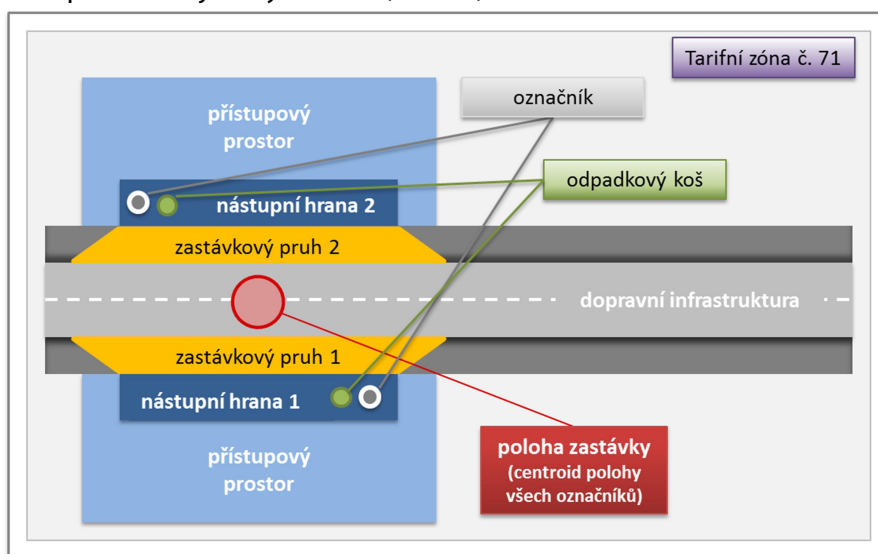
Z diskuze se správci dat o VD vyplynulo, že většina z nich disponuje alespoň nezbytným datovým základem, bez kterého by cestující veřejnost téměř nebyla schopná efektivně

využívat VD. Jedná se o data vymezující území jejich správy rozdělené do menších oblastí s jednotnou cenou jízdního dokladu (**tarifních zón nebo pásem**) a označení míst, kde dochází ke vzniku a zániku přepravního vztahu, tedy **zastávek**. Kromě toho je nutné ještě definovat tzv. **linky** jako posloupnosti zastávek, které v určitých časech podle JŘ a v určitém směru posloupnosti zastávek obsluhují jednotlivé **spoje** této linky. Při detailnějším pohledu má i evidence pouze základních dopravních dat značné nedostatky a praktická práce s nimi je omezená.

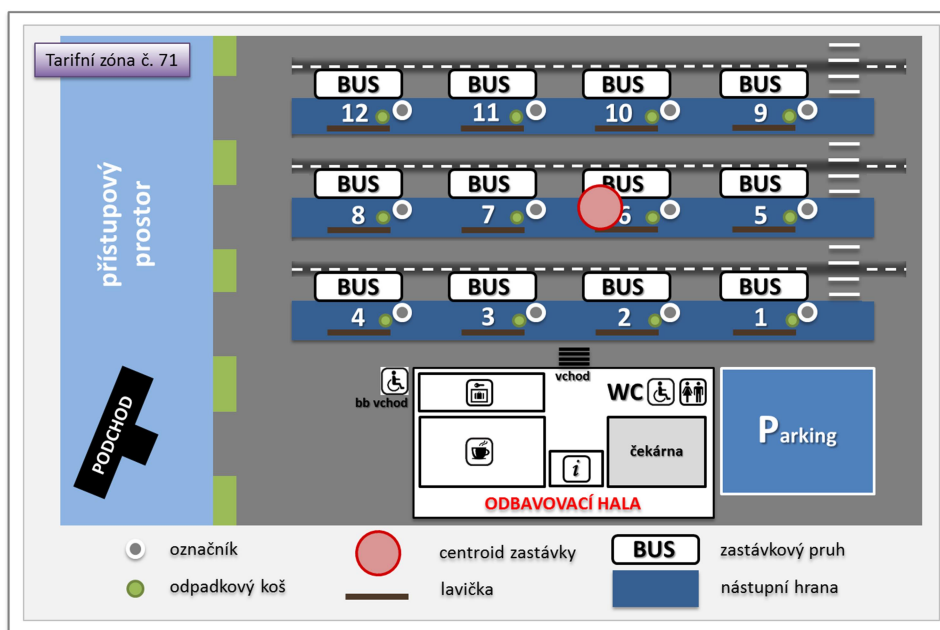
Z rozboru spravovaných dat vyplynulo, že nejkompaktněji jsou geodata a s nimi spojené informace sbírány a spravovány v IDS hlavního města Prahy a v IDS Jihomoravského kraje. Poměrně kvalitním základem dat disponuje také kraj Královéhradecký a Pardubický pod organizátorem OREDO. Naopak bez datové základny jsou kraje bez organizátora – např. Kraj Vysočina nebo Jihočeský kraj. V Olomouckém kraji z důvodu nekvalitních geodat vznikla iniciativa spolupráce na datovém modelu, jejím základem byl popis stávající situace a rozbor základních entit nezbytných pro datový model. Vybrané základní entity a aspekty obsahu datového modelu jsou obsahem podkapitol 6.1.1. až 6.1.4.

6.1.1 Zastávka

Pro zastávky zpravidla existuje minimálně jejich seznam. Ale pro identifikaci zastávky je v kvalitním IDS nutné evidovat její jedinečný **název** nebo **číslo z CIS JŘ** a alespoň nepřímé **určení** její přibližné **polohy**. Organizátoři kvůli provozním informacím často v tabulce evidují ještě topologický vztah zastávky k hraničním tarifních zón (často pouze boolean hodnota s příznakem, zda je zastávka **hraniční** či nikoli). Cestující veřejnosti zpřístupňují tento seznam nejčastěji v tabelární podobě. Z databáze ale většinou nelze poznat, kolik různých míst zastavení vozidel VD pod jedním názvem existuje. V prostoru je zastávka vnímána jako viditelně označené místo určené k zastavení vozidla VD a slouží k nástupu, výstupu nebo přestupu cestujících. Z pohledu GIS je zastávka virtuálním bodem názvem reprezentujícím několik fyzicky umístěných bodů. Zastávka se zpravidla zřizuje pro každý směr zvlášť, jednomu jejímu názvu tedy náleží minimálně jedna nástupní hrana a označník v každém směru (obr. 20), u větších přestupních uzlů jich bývá i více (obr. 21).



Obr. 20 Schéma zastávky a jejích součástí pro každý směr zvlášť (vlastní zpracování)



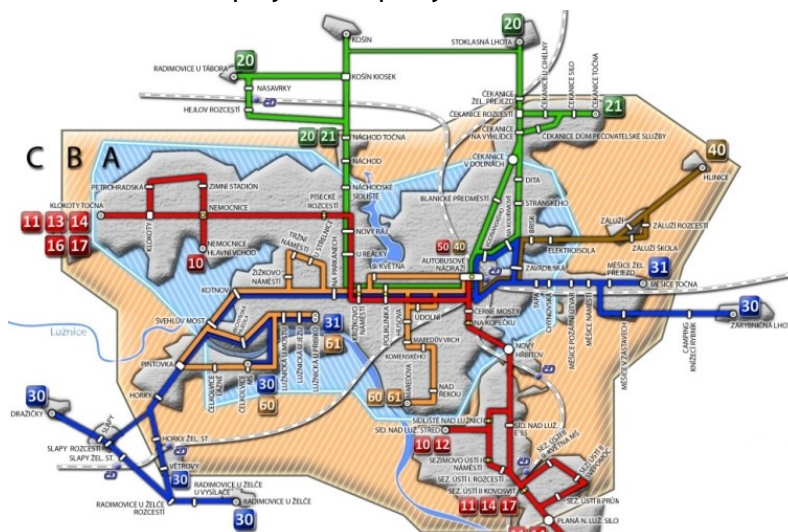
Obr. 21 Schéma většího přestupního uzlu (vlastní zpracování)

Součástí zastávek je kromě viditelně označeného místa označnickem také jejich vybavení (přístřešky, odpadkové koše atd.). Prostorové vymezení zastávky pomocí jednoho bodu s jedinečným názvem reprezentujícím všechny její objekty a součásti tak může být zavádějící (polohově totiž bod neodpovídá poloze ani jednoho místa zastavení autobusu) (Zajíčková, 2013a). Souřadnice zastávky se navíc nejčastěji přebírají od dopravců nebo se odhadují nad mapou.

Z analýzy správy dat organizátorů VD vyplynulo, že evidence zastávek a označnicků patří k základům datového modelu i práce s geodaty a daty o síti VD. Přesto správa těchto entit nebývá kompletní a způsob ukládání dává prostor pro vznik nekonzistentních dat. Například KIDSOK vedl evidenci datového modelu sítě veřejné dopravy do doby implementace datového modelu sestaveného v této práci (viz Kapitola 8) data o síti VD ve formátu shapefile a řady tabulek. Součástí mimo jiné byly i zastávky VLD a MHD. Kromě názvu, čísla CIS JŘ a indikátoru hraniční zastávky (A/N), existovala pro každou zastávku informace o poloze v podobě souřadnice X, Y, příslušnosti k tarifní zóně, název okresu a název města. Atributy však byly nekompletní a počet jednotlivých záznamů neodpovídal skutečnosti (vrstva obsahovala i zaniklé zastávky, naopak některé nové chyběly), názvy zastávek už občas neodpovídaly skutečnosti. Zastávky (nikoli označnicků) byly umístěny na místě budov, v polích nebo ve vodních plochách. Pro okresní města Písek a Prostějov byla v prostředí MS Excel ukládána i řada dalších atributů pro zastávky VLD a MHD, které pro jiné oblasti chyběly. Tabelární záznamy byly sice detailnější než v shapefile (viz Příloha 4), nicméně pouze dva záznamy obsahovaly souřadnice k označnickům, vazba na prostor tak byla pouze nepřímá. Příkladem organizátora, který se snaží evidovat zastávky až na úroveň označnicků pro celou spravovanou oblast je ROPID pro IDS v Praze. Správa více než 11 000 záznamů s celou řadou atributů (viz Příloha 5) však opět probíhá v MS Excel a takto velký seznam je problém udržovat aktuální, zůstává zde řada starých a neaktuálních záznamů. Struktura ukládání dat a především seznam sledovaných atributů KIDSOK a ROPID v prostředí Excel sloužil jako podklad pro analýzu potřebného obsahu datového modelu pro management správy dat obsažený v Kapitole 7 a 8.

6.1.2 Linky – linkové vedení

Správa linek je mnohem komplikovanější než zastávek, jelikož posloupnost fyzicky stabilních zastávek se může každý rok měnit s JŘ. Linky proto bývají dostupné pouze jako seznam linek s určením jejich čísla a názvu (zpravidla počáteční – cílová zastávka), často existuje odkaz na JŘ ád s posloupností zastávek linky. Občas je možné se setkat i s prostorovou vizualizací nepoužitelnou pro analýzy, zpravidla jde o generalizaci, např. pro IDS Táborska (obr. 22), podobně tomu bývá i u MHD. Linky se mění každý rok s JŘ a jednotlivé spoje linky zpravidla projíždí různou trasu, pro organizátory je tak téměř nereálné tyto vrstvy vytvářet a spravovat. V případě Olomouckého kraje pod správou KIDSOK pro potřeby tvorby map existovala ještě i vrstva výběru úseků silnic, kde projíždí alespoň jedna linka VLD. Pro MHD, kde není počet linek tak vysoký, byly úseky silnic navíc spojené do jednotlivých linií reprezentující linky, u tramvajových linek byla v atributu „TRAM“ hodnota „A“. Linkové vedení v podobě výběru úseků sítě komunikací ale nelze využít pro analýzy a cestujícím nelze data sdílet jinak než pouze statickou mapou.



Obr. 22 Schéma sítě linek IDS Táborska (zdroj: www.comettplus.cz)

6.1.3 Tarifní zóny a pásma

Tarifní zóny nebo pásma vymezují oblast cestování za jednotnou cenu. Jejich popis je bez prostorové vizualizace poměrně problematický. Přesto se někdy místo map a schémat vyskytují pouze seznamy tarifních zón s výčtem zastávek patřících do zóny (pásma) a k nim tarifní matice pro výpočet ceny jízdného ze zastávky do zastávky nebo jednodušeji ze zóny do zóny (z pásma do pásma). Vizualizace je často téměř nepostradatelná pro pochopení a představu prostorového uspořádání. Nejjednodušší variantou je schematický náhled přibližné polohy vůči ostatním prvkům schématu (obr. 22). Přesnější je ukládání například v datových vrstvách jako u KIDSOK, kde vrstva tarifních zón obsahovala polygony reprezentující plochu jednotlivých tarifních zón a v atributové tabulce bylo uvedeno číslo zóny a její jednoduchý název. Při práci s daty však bylo zjištěno, že tarifní zóny se vzájemně překrývaly, vyskytovaly se nedotahy a obecně vrstva nebyla topologicky čistá.

6.1.4 Železniční doprava

Železniční doprava bývá často z integrace vyloučena, proto nežádka chybí i železniční data. Přitom je jednodušší spravovat právě železniční stanice a zastávky než zastávky VLD nebo MHD, zde se totiž nepracuje s označníky, zastávku nebo stanici opravdu reprezentuje jeden bod. Většina správců proto od Správy železničních dopravních cest (SŽDC) přebírá

seznam železničních zastávek s jejich názvem, staničením a často i souřadnicemi X, Y. Dále se používá atribut rozlišující stanice a zastávky.

Železniční tratě jsou stavebně poměrně stabilní, pro potřeby map tak KIDSOK i jiným organizátorům stačí linie reprezentující železniční tratě s určením čísla trati v atributu. Často se vyskytuje i provozní označení trati podle národního číslování, typ trati (regionální, celostátní, koridorová apod.) a počet kolejí. Jednotlivé spoje už zpravidla monitorovány nejsou, opět se minimálně každý rok mění, nicméně proměnlivé bývají i v průběhu týdne.

6.2 SOUČASNÝ ZPŮSOB SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE

Kromě nedostatečného rozsahu správy geodat o VD je nevhodný také způsob. Absence jakéhokoli datového modelu způsobuje nekoncepční vytváření dat bez logické struktury. Většina informací vztahujících se k dopravní infrastruktuře (zpravidla pouze k zastávkám) je ukládána v tabelární formě odděleně od polohové informace v prostředí grafických editorů (např. CorelDraw), které umožňují exporty do CAD systémů. Když už se vyskytují prostorová data, často je možné se setkat s topologicky chybnými vrstvami, v některých případech je to způsobeno chybějícím souřadnicovým systémem nebo neznalostí zákonitostí při práci s daty (především jejich editací). Občas je možné se setkat i s roztržitostí způsobu uchovávaných informací v rámci jednoho správce dat. K datovým vrstvám navíc nejsou evidovány metainformace ani o čase vytvoření, platnosti ani o zodpovědné osobě za vytvoření nebo kontrolu apod.

6.3 DOSTUPNOST A OTEVŘENOST GEODAT

Uživatelé výše popsaných nekvalitních geodat jsou především organizátoři IDS nebo sami dopravci, kteří zajišťují správu sítě VD, změny trasování linek, názvu zastávky apod. Tito uživatelé však tato nekvalitní data nemohou použít pro analýzy, které by potřebovali realizovat. Dokonce vizualizace pro cestující veřejnost je nutné upravovat tak, aby chyby v polohové přesnosti a topologii nebyly patrné. To s sebou samozřejmě nese neochotu poskytovat tato data sousedním IDS, natož jiným subjektům nebo dokonce dopravní data otevírat pod otevřenou licencí podle Open Knowledge International (2014). Kromě toho tato situace vyvolává obavu řešit tuto situaci, integrovat data z několika zdrojů do jednoho komplexního celku a především do dopravních dat investovat. Na druhou stranu pokud již nějaký kvalitní zdroj dat existuje (opravené JŘ v JDF formátu), subjekt je většinou bezplatně nechce poskytnout, jelikož na nich má vystavěnou marketingovou strategii a uvolněním by přišel o zdroj příjmů (např. otevírání JŘ popsané níže).

Řada materiálů pro cestující veřejnost tak kvůli komplikovanosti zpracování postrádá přímou prostorovou vazbu, jde převážně o textové informace v podobě JŘ, tarifní podmínky, ceníky jízdného, informace o výlukách apod. Pokročilejší prezentací bývá zpracování dat do podoby jednoduchých map nebo pouze generalizovaných, statických obrázků nebo schémat bez měřítka. Tyto výstupy jsou dostupné na webových stránkách konkrétních organizátorů, v informačních kancelářích a na zastávkách. Modernějším regionálním nebo lokálním informačním kanálem bývají i pokročilejší vizualizace, tzv. interaktivní dopravní plány. Pro značnou část měst i celých území IDS vytvářela interaktivní dopravní plán firma SmartGIS s.r.o. (SmartGIS, 2009). Většina z těchto plánů byla vystavěna nad dočasně vytvářenými daty, zvolená technologie byla omezená a vizualizace ani v době vytváření nebyla příliš atraktivní. Tyto důvody patrně vedly k zastavení aktualizace těchto plánů a opětovné investici

do podobných projektů a jejich podkladových dat. Nové interaktivní dopravní plány však znovu obsahují pouze zastávky (nikoli označníky), omezeně vizualizaci linek, ty pokročilejší umožňují např. přepínání nebo výběr vrstev a také prostorový výběr zastávky s přímým linkem na vyhledání odjezdu z této zastávky v aplikaci IDOS. Grafické provedení a funkcionalita těchto aplikací jsou však na velmi nízké úrovni. Aplikace navíc poskytují minimum dalších informací o zastávkách, označnicích a obecně o vybavení nebo provozu (Zajíčková, 2015b). Jihomoravský kraj dokonce investoval do několika odlišných vizualizací dopravních dat – např. do interaktivního dopravního plánu IDS JMK od SmartGIS, do aplikace iRIS zobrazující aktuální polohu všech vozidel systému IDS JMK, IDS JMK Poseidon pro vyhledání spojení a zakoupení jednotlivé jízdenky atd.

V Česku existuje jen několik zdrojů informací, které jsou schopny garantovat jednoduchý přístup k uceleným, relevantním a přesným informacím vhodnou formou. Předpokladem je, že tato data a informace musí být vůbec dostupné, aby mohly být publikovány. Celorepublikovým informačním zdrojem vztahujícím se k polohovým informacím zastávek je Google Street View s možností prohlédnout si reálné místo zastávky a polohu prostřednictvím panoramatického pohledu. Pro některá města nebo dopravce jsou na podkladě Google Maps díky GTFS souborům dostupná také data o JŘ pro vyhledání spojení.

Dokonce základní zdroj celorepublikových dopravních dat pro cestující veřejnost CIS JŘ, respektive celostátní vyhledávač spojení IDOS, pouze omezeně pracuje s prostorovou složkou. Vyhledávač IDOS je vystavěn nad databází CIS JŘ obsahující všechny JŘ všech dopravců působících na území republiky a pomocí algoritmů kombinuje neoptimalnější spojení z místa A do místa B. Zobrazení trasy funguje pouze pro vyhledání vlakového spojení, jelikož tratě jsou stavebně stále oproti posloupnosti zastávek linek VLD nebo MHD. Vyhledávač přesto měsíčně využívá více než 1,7 milionu uživatelů a každý den je vyhledáno více než jeden milion spojení. Řada podnikatelských subjektů (především Seznam.cz) tak dopravní data začala vnímat jako obchodní příležitost a snažili se je získat pod otevřenou licencí (Slížek, 2015). Problematika otevřených JŘ byla diskutována v podkap. 3.2.2.

Česká republika má v otevřenosti dat a jejich dostupnosti obecně značné rezervy oproti jiným vyspělým evropským státům. Naopak užitečnost a potenciál otevřených dat se projevil ve Velké Británii, kde si britská vláda uvědomila, že otevřená data o dopravě mohou být zejména pro Londýn výbornou investicí. Dnes existuje více než 500 aplikací nad dopravními daty (vyhledávání v JŘ; dopravní novinky – mimořádnosti, zpoždění apod. na síti; aplikace pro vyhledání stanice metra apod.), zpracovávání těchto otevřených dat zaměstnává přibližně 8 500 osob podílejících se na tzv. aplikačním průmyslu. Tyto aplikace jsou navíc velmi oblíbené, podle oficiálních zdrojů je využívá 42 % Londýňanů (Transport for London, 2016). Transport for London jako řídicí orgán dopravy v Londýně dokonce přestal vytvářet vlastní aplikace. Otevřeností dat pro vývojáře aplikací bylo zároveň dosaženo dostupnosti dat pro cestující veřejnost, těží z toho však jednoznačně celý dopravní sektor a také ekonomika.

Závěrem lze shrnout, že dopravní informace jsou dostupné především ve formě tištěných dokumentů pro pravidelné cestující, z digitálních zdrojů je základem vyhledávač IDOS s chybějící prostorovou informací. Organizátoři tyto zdroje doplňují oblastními aplikacemi a mapami ve webovém prostředí nad nekvalitními a nepřesnými daty pokrývajícími jen zlomek území. Pro jednu oblast navíc existuje několik různých aplikací a velice rychle lze ztratit přehled o té nejaktuálnější. Cestující je odkázán na kombinování informací z několika zdrojů a musí hlídat jejich aktuálnost, což snižuje kvalitu služeb, spokojenost cestujících a motivaci

využívat VD. Rozvoj technologií dnes přitom nabízí možnost využít takové formy prezentace, které usnadní orientaci v prostoru v podobě map, mapových aplikací, naváží na tato data informace o aktuálním provozu, zpoždění a další podpůrné informace. Tím lze cestujícím zvýšit nejen komfort cestování, ale dát jim i pocit jistoty, že využívají kvalitní službu a při cestování budou mít dostatek informací, aby v případě mimořádné události byli schopni zareagovat a do cílového bodu se dostat včas (Lyons, 2006).

6.4 HODNOCENÍ STAVU A ROZSAHU SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE

Stav a rozsah správy geodat na úrovni kraje je bez definování objektivních kritérií subjektivním hodnocením. Z tohoto důvodu bylo definováno šest hodnotících kritérií týkajících se rozsahu a podrobnosti zpracování: 1) zastávek, 2) linek, 3) tarifních zón, 4) železniční dopravy a také 5) způsobu správy geodat a 6) rozsahu práce s geodaty. Tato hodnotící kritéria jsou dále odstupňována do úrovní podle toho, jak kvalitně je obsah daného kritéria zpracováván. Úroveň č. 1 zpravidla reprezentuje nejprimitivnější a nejméně vyhovující kvalitu zpracování, naopak nejvyšší úroveň reprezentuje ideální řešení. Hodnocení stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje pro různé organizátory je tak založeno na vyhledání příslušné úrovně zpracování v rámci jednotlivých hodnotících kritérií, která zároveň označuje bodové hodnocení daného kritéria. Výsledné hodnocení stavu a rozsahu správy geodat v podobě indexu kvality správy geodat o VD vznikne jako součet bodů všech hodnotících kritérií (viz následující vzorec).

$$I_{ks} = Z + L + TZ + ZD + ZS + RS$$

kde: I_{ks} = Index kvality správy; Z = hodnotící kritérium zastávky (hodnoty1-5); L = hodnotící kritérium linky (hodnoty1-5); TZ = hodnotící kritérium tarifní zóny (hodnoty1-4); ZD = hodnotící kritérium železniční dopravy (hodnoty1-5); ZS = hodnotící kritérium způsobu správy (hodnoty1-5); RS = hodnotící kritérium rozsahu správy (hodnoty1-6).

Nejnižší hodnocení po součtu všech hodnotících kritérií dosahuje hodnoty 6 a nejvyšší 30 bodů. Tímto způsobem je možné objektivně srovnat správu geodat na úrovni kraje. Výše popsaná správa geodat KIDSOK o VD v podkap. 6.1 by byla hodnocena koeficientem 15 z 30 (2+2+3+3+3+2).

6.4.1 Rozsah a podrobnost evidovaných objektů na úrovni kraje

První čtyři hodnotící kritéria se týkají rozsahu a podrobnosti správy základních evidovaných objektů jako jsou zastávky, linky, tarifní zóny a také železniční dopravy, která je z IDS často vyloučená a má být základem IDS.

1) ZASTÁVKY

ÚROVEŇ 1	výčet názvů zastávek (případně kódů z CIS JŘ), nepřímý geokód polohy (okres, obec), další atributy, případně vztah k tarifním zónám pomocí boolean hodnoty (A=zastávka je na hranici zón)
ÚROVEŇ 2	úroveň 1 + určení přibližných souřadnic X, Y nebo vizualizace přibližné polohy zastávek vůči infrastruktuře (např. schémata v grafických editorech)
ÚROVEŇ 3	evidence zastávek v podrobnosti až na označníky s polohou X, Y, další atributy, poloha zastávek vypočítaná např. jako centroid poloh označníků

ÚROVEŇ 4	úroveň 3 + popis stavebního provedení a vybavení místa nástupu a výstupu cestujících – např. bezbariérovost, signální pásy, varovné pásy, výška nástupní hrany – uvedeno v rámci zastávky nebo označnicku jako atributy
ÚROVEŇ 5	kromě zastávek a označnicků se evidují i další entity popisující přístupový prostor, nástupní hranu, parkování, odbavovací halu, vybavení zastávek apod. včetně poměrně obsáhlého seznamu atributů

2) LINKY

ÚROVEŇ 1	seznam čísel linek, jejich název a popis trasy (nejdetailněji posloupností zastávek) bez přímé vazby na prostor, další atributy
ÚROVEŇ 2	úroveň 1+ prostorové vymezení linky v podobě výběru úseků silniční sítě bez rozlišení čísel linek nebo zjednodušená reprezentace mimo reálnou polohu (schémata v grafických editorech)
ÚROVEŇ 3	přesné prostorové linkové vedení každé linky zvlášť + atributy jako je číselné označení linky, název, popis a další atributy
ÚROVEŇ 4	přesné prostorové trasování nejen linek, ale také jednotlivých spojů linek s označením čísla spoje, čísla linky, jejího názvu, popis a další atributy
ÚROVEŇ 5	kromě úrovně 4 se k linkám a spojům evidují jejich zastávky na trase, návaznosti, atributy spojené s přepravou apod.

3) TARIFNÍ ZÓNY

ÚROVEŇ 1	popis rozsahu (vymezení) tarifní zóny výčtem zastávek, číslo zóny a další atributy, přiložení tarifní matice pro výpočet ceny jízdného
ÚROVEŇ 2	přibližné prostorové vymezení tarifních zón vůči dopravní infrastruktuře (schémata v grafických editorech) nebo pouze definovány lomové body pomocí X, Y souřadnic; číslo zóny a další atributy
ÚROVEŇ 3	přesné prostorové vymezení tarifních zón
ÚROVEŇ 4	přesné prostorové vymezení tarifních zón, připraveno pro trasovací úlohy – kolmé křížení linií reprezentující linky vůči hranicím zón (odklon max. o cca 35°; což je cca 1,25 násobek délky křížení linií linek obalených bufferem) + vzdálenost od zastávek alespoň 200 m pro jednoznačnost příslušnosti k tarifní zóně

4) ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA

ÚROVEŇ 1	pouze seznam tratí, zastávek a stanic, případně další atributy
ÚROVEŇ 2	přibližná poloha zastávek a tratí bez určení reálných souřadnic (schémata v grafických editorech), další atributy
ÚROVEŇ 3	přesná prostorová poloha tratí, zastávek a stanic, další atributy
ÚROVEŇ 4	podrobnost až na vlakové spoje – linie spojů nad tratěmi, další atributy
ÚROVEŇ 5	kromě tratí, zastávek, stanic a spojů jsou evidovány další entity a jejich atributy jako např. odbavovací hala, parkování, nástupiště, návaznosti apod.

6.4.2 Způsob správy geodat na úrovni kraje

Kromě obsahu a podrobnosti spravovaných základních entit je zásadní způsob jejich správy, který lze odstupňovat do pěti základních úrovní.

ÚROVEŇ 1	tabelární forma/seznam/výčet jednotlivých záznamů
ÚROVEŇ 2	grafická forma bez určení souřadnic (např. obrázky z grafických editorů)
ÚROVEŇ 3	prostorová vrstva bez definovaného souřadnicového systému nebo s topologickými chybami
ÚROVEŇ 4	topologicky čistá prostorová vrstva s definovaným souřadnicovým systémem
ÚROVEŇ 5	objektově-relační databáze s podporou geoprvků (geografických objektů) umožňující atributové i prostorové vyhledávání napříč celým datovým modelem

6.4.3 Rozsah práce s geodaty na úrovni kraje

Důležitým kritériem hodnocení stavu a rozsahu správy geodat je také kritérium rozsahu práce s geodaty na úrovni kraje, která do značné míry reflektuje kvalitu a stav kompletnosti geodat.

ÚROVEŇ 1	pouze sběr dat a informací pro svou interní potřebu
ÚROVEŇ 2	sběr dat a informací pro svou potřebu, jejich tvorba, základní správa a práce s daty (např. tvorba map)
ÚROVEŇ 3	úroveň 2 + analýzy nad daty
ÚROVEŇ 4	poskytování dat i jiným subjektům (např. smluvní vztahy)
ÚROVEŇ 5	zpřístupnění dat pomocí portálů a aplikací i cestující veřejnosti
ÚROVEŇ 6	publikování dat pod otevřenou licenci (jako otevřená data)

6.5 STANDARDY PRO VÝMĚNU GEODAT O VEŘEJNÉ DOPRAVĚ

Lidé cestují mnohem častěji a na delší vzdálenosti než dříve. Řada měst a i větších územních celků tak řeší otázku zpřístupnění dopravních dat, JŘ a dalších potřebných informací nejen místní cestující veřejnosti, ale také turistům a příležitostným cestujícím. Běžného cestujícího odrázuje od využití VD roztržitost nebo nekompletnost zdrojů informací, pro zahraniční turisty bývá problémem také jazyková bariéra, často navíc neví, kde hledat zdroje informací, a nerozumí přepravním podmínkám apod. Kromě vyšších zájmů, jako je zvýšení efektivity VD, i tyto důvody vedly ke vzniku iniciativy pro vytvoření standardů definujících strukturu, formát a povinné entity a atributy pro předávání dat z JŘ, poloh vozidel VD v reálném čase, informací o statických objektech sítě i provozu apod. (Natvig and Westerheim, 2007). Cílem bylo mimo jiné také zajistit interoperabilitu integrovaných dat (Rehrl, et al., 2007).

V Česku stále neexistuje jednotný standard pro vytváření a práci s daty o VD, výsledkem nestandardizovaného vývoje informačních systémů a dat, je široké spektrum aplikací a technologií včetně formátů přenášených dat. Proto je nejprve nezbytné unifikovat datové formáty, sjednotit datové podklady a teprve následně tato data zpřístupňovat cestující veřejnosti v jednom systému (Zajíčková, 2013a; Zajíčková et al., 2014).

General Transit Feed Specification

Celosvětově známý standard General Transit Feed Specification (dále jen GTFS) je jednoduchý společný formát pro JŘ VD obsahující geografické informace (Google, 2012a).

Tento standard je sice primárně určen pro plánování obslužnosti, tvorbu JŘ a podobné aplikace, cílem je také umožnit rychle a zdarma publikovat JŘ a s nimi spojené informace na podkladu Google Maps. Do určité míry je služba zdarma, nicméně rozšířená funkcionalita a pokročilé nástroje jsou zpoplatněny. Do projektu se zapojilo více než tisíc dopravních společností ve více než 500 městech po celém světě (Google, 2012b). Novějším submodelem GTFS je GTFS Realtime umožňující publikovat aktuální informace ovlivňující přepravu. Předpokladem je existence povinných souborů v GTFS formátu (Google, 2016a). GTFS Realtime je založen na tzv. „Protocol Buffers“, které jsou jazykově i platformně neutrální mechanismy pro serializaci strukturovaných dat. Tento protokol je menší, jednodušší a rychlejší než XML, používá se ve standardu pro generování zdrojového kódu snadno čitelného a zpracovatelného pro jazyky, např. Java, C++ nebo Python (Google, 2016c).

Service interface for real-time information

Standard Service interface for real-time information (dále jen SIRI) je komunikační standard vycházející z CEN standardu dopravního modelu Transmodel ENV 12896 V5.1 (EN 12896:2006, 2006). SIRI z Transmodelu přebírá model pro data ve VD a přidává k němu další služby jako informace o JŘ a monitoring polohy dopravních prostředků k vyhodnocení zpoždění vozidel v reálném čase. SIRI má formu XML dokumentu pro výměnu informací mezi systémy, je využitelný pro informace v oblasti plánování, v oblasti řízení i statistik odjetých výkonů (CEN/TS 15531:2011, 2011). Jedná se o modulární komunikační standard, proto je možné začít jednou službou a postupně přidávat další a další služby k již fungujícímu základu.

Identification of Fixed Objects in Public Transport

Identification of Fixed Objects in Public Transport (dále jen IFOPT) je technická specifikace pro popis statických prvků dopravní infrastruktury, tzn. zastávek, nádraží, ale také souvisejících informací jako např. parametrů veřejných prostranství, vybavení a další. Je postaven na Transmodelu, v některých částech jej doplňuje nebo upravuje zejména z hlediska sémantiky (např. Zastávkový bod). Jednotlivé submodely statických objektů jsou vyjádřeny jakožto abstraktní modely využívající mezi entitami notaci UML. Cílem specifikace IFOPT je popsat základ moderních informačních systémů potřebných pro provoz a řízení VD a také informování cestujících veřejnosti (EN 28701:2012, 2012).

DATEX II

Technická evropská specifikace DATEX II navazuje na standard DATEX vyvíjený za účelem výměny informací mezi středisky řízení dopravy, dopravními informačními centry a poskytovateli služeb. DATEX II se snaží tato data otevřít a zpřístupnit všem účastníkům silničního provozu, zásadní význam má pro poskytovatele a odběratele dopravních informací, dodavatele a provozovatele dopravních informačních systémů, ale také úředníky státní správy pozemních komunikací. Standard je zaměřen na dynamické dopravní informace na pozemních komunikacích a v přílehlých oblastech využitelné i pro potřeby VD. Mezi vyměňované údaje patří: dopravní události (nehody, uzavírky), činnosti provozovatele nebo řídicího centra, měřitelné ukazatele (data o počasí, intenzity průjezdů apod.), vypočtená data (cestovní časy, stupně dopravy atd.), zprávy pro proměnné informační tabule a další. Standard popisuje bodové, liniové i plošné objekty, podporuje souřadnicový systém ETRS89 a podporuje novou specifikaci TPEG (Transport Protocol Expert Group) založenou na modulární sadě nástrojů

pro přenos jazykově nezávislých, vícedruhových, dopravních a cestovních informací, kterou vytvořila stejnojmenná skupina TPEG (ISO/TS 21219-5:2015(EN), 2015).

Network and Timetable Exchange

Cílem nejnovějšího standardu Network and Timetable Exchange (dále jen NeTEx) je poskytovat celoevropský standard pro výměnu informací z JŘ a údajů a informací s nimi souvisejícími. NeTEx vychází z IFOPT pro popis sítě, je založen na komunikačním standardu SIRI a pracuje s vybranými částmi Transmodelu V5.1. Tento na implementaci nezávislý konceptuální model je založen na XML formátu, jeho cílem je data integrovat, harmonizovat a vytvořit společný jazyk pro výměnu informací a dat o dopravě napříč všemi dopravními módy a z různých států. Standard popisuje statické prvky sítě VD (zastávky, stanice, přístupové prostory, vybavení, atd.), ale i prvky popisu provozu nad sítí (např. přestupy) (PD CEN/TS 16614-1:2014, 2014). NeTEx je volně šiřitelný, lze jej využít například pro výměnu a plánování JŘ včetně zastávek, spojů, časů odjezdů, provozních poznámek a souřadnic, monitorování vozidel, systémy informování cestujících v reálném čase, sledování výkonů, simulace dopravních proudů a mnohé další.

Jednotný datový formát

Jednotný datový formát (dále jen JDF) je jediným celostátně respektovaným mechanismem využívaným pro výměnu dat. Jedná se o předepsaný datový formát na základě Vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 388/2000 Sb., o JŘ veřejné linkové osobní dopravy a Vyhlášky č. 175/2000 Sb., o přepravním řádu pro veřejnou drážní a silniční osobní dopravu. Formát JDF je složen z několika CSV souborů a slouží dopravcům pro zpracování JŘ pro účely postoupení do CIS JŘ. Dopravce v elektronické podobě JŘ zpracovává, zodpovídá za ně a předává je příslušnému dopravnímu úřadu ke schválení a postoupení do CIS JŘ. Do systému je ze zákona nutné odevzdávat minimálně povinné soubory JDF. CIS JŘ obsahuje data o železniční dopravě (Česká republika, Slovensko, Polsko, Evropa), autobusové dopravě (Česká republika, Slovensko) a MHD (116 měst a obcí), existují totiž dvě základní verze JDF souborů – jedna pro autobusovou dopravu a druhá pro drážní dopravu (CHAPS, 2012). Nikde však na tyto údaje není navázána prostorová informace, evidence atributů k jednotlivým entitám je nedostatečná a nepovinné soubory téměř nikdo nevyplňuje. Podobné povinné a nepovinné soubory pro CIS JŘ odevzdávají i dopravci provozující drážní dopravu, tyto soubory jsou výrazně jednodušší než pro autobusovou dopravu (CHAPS, 2005). Údaje z CIS JŘ jsou v podobě jednotlivých JŘ dostupné cestující veřejnosti v elektronické podobě prostřednictvím vyhledávače IDOS. Zároveň je to jediné místo, kde se vyskytují ucelené informace za celé území, v poslední době se taky vyskytuje možnost vyhledávat zde spojení pouze pro konkrétní kraj, region nebo specifický IDS.

Jednotný systém dat ve veřejné dopravě

V tomto případě se nejedná o standard nebo normu, ale o první pokus o zavedení standardu pro data o VD. Jednalo se o projekt celým názvem „Jednotný systém dat ve veřejné dopravě s ohledem na aplikaci standardního formátu s možností propojení stávajících systému do jednotné SW platformy“ (dále jen JSDV). Řešitelem projektu JSDV v letech 2011-2013 bylo Centrum dopravního výzkumu v. v. i. ve spolupráci se společností CHAPS s.r.o. a Apex s.r.o. Východiskem projektu byl stávající stav informačních systémů dopravy, platná česká a evropská legislativa a především standard SIRI. Původní myšlenkou projektu bylo podpořit

konkurenceschopnost VD pomocí implementace jednotně postaveného telematického systému se standardizovaným rozhraním. Cílem bylo zajistit možnost integrace informačních systémů různých dopravců, integrovaných dopravních systémů a provozovatelů nebo správců dopravních cest. Dalším cílem projektu se ukázalo využití dat v CIS JŘ pro vytvoření celostátního systému informací v reálném čase (tzv. CISReal) (CHAPS, 2015). Výsledkem jsou návrhy architektur, studie proveditelnosti a metodika pro budování informačního systému (CDV, v. v. i., 2012).

6.5.1 Shrnutí a průnik jednotlivých standardů o veřejné dopravě

Na základě výše uvedené rešerše standardů vztahujících se k datům o VD byly definovány čtyři úrovně standardizace:

- celosvětová (nejjednodušší standard GTFS),
- kontinentální (evropské standardy – NeTEx, SIRI, IFOPT, DATEX II),
- národní (CIS JŘ),
- lokální (integrace dat od jednotlivých dopravců).

Standardy vznikají pro různé účely a v různé podrobnosti související s rozsahem (úrovní) standardizace. Statické prvky sítě a navázané provozní informace obsažené v JŘ popisuje několik výše uvedených standardů. Zatímco GTFS je určen pro zpracování dat z různých států světa a je tedy nejjednodušším a široce využitelným standardem, evropský standard IFOPT na nižší úrovni popisuje statické objekty detailněji a nakonec nejnovější a značně rozsáhlý standard NeTEx vycházející z IFOPT popisuje problematiku v evropském měřítku nejdětalněji a nejkompaktněji. Na národní úrovni stejnou problematiku řeší CIS JŘ za použití JDF formátu pro přenos dat, avšak rozsah a detail je oproti IFOPT nebo NeTEx omezenější. JDF je totiž závazným formátem pro předávání dat všech dopravců, ve kterém se zpracovávají zpravidla pouze vybrané povinné informace. Na lokální úrovni se celá snaha o standardizaci třísťí. Každý organizátor nebo dopravce přistupuje k vytváření podkladových dat různým způsobem, pro správu a zpracování využívá různou technologii a produkuje data s rozdílným rozsahem, obsahem a kvalitou. Mezi výše uvedenými standardy pro popis objektů sítě je možné najít alespoň minimální průnik entit (tab. 6).

Tab. 6 Průnik entit napříč standardy pro výměnu dat o veřejné dopravě (vlastní zpracování)

Entita	JDF (CIS JŘ)	GTFS	NeTEx
Zastávka	Zastávka	Stop	Stop place
Označnick	Označnick	*	Stop place sign
Nástupní hrana	*	*	Quay
Přestupní doba	Přestupní doba	Min transfer time	Default interchange
Spoj	Spoj	Route	Link
Linka	Linka	Trip	Route
Doprovce	Doprovce	Agency	Organization

Vysvětlivky: *... standard s tímto typem entity nepracuje

Pro data o statických prvcích a JŘ lze následně využít například komunikační standard SIRI pro napojení real-time informací na JŘ nebo standard DATEX II zprostředkovávající dopravní informace široké veřejnosti.

Na základě výše uvedených skutečností je patrné, že zatímco evropské standardy se vyvíjejí a velké metropole je již využívají, na národní a tím pádem i na lokální úrovni v Česku

standardizace chybí. Je však nutné respektovat CIS JŘ a stávající formát JDF jako jediný unifikovaný zdroj aktuálních informací o plánovaném provozu na síti.

6.6 POŽADAVKY NA INFORMACE A GEODATA Z POHLEDU UŽIVATELŮ

Vývoj a především rozvoj veřejné dopravy je úzce spjat s trendem zvyšování nabízených služeb. Výběr dopravního prostředku je ovlivněn řadou známých faktorů (Bates et al., 2001; Fujii and Kitamura, 2003), mezi nimiž na důležitosti rychle získávají dopravní informace. Lidé potřebují mít možnost spolehnout se na nabízenou službu, jednoduše najít spojení a hlavně vědět o aktuálním dění v dopravě pro možnost reagovat na nečekané a krizové situace. Rychle se rozvíjejí moderní dopravní aplikace, telematické technologie a informační systémy, díky nimž dochází k vyšší spokojenosti a plynulosti pohybu cestujících (Giannopoulos, 2004). Cestující je schopen vyhledat spojení, naplánovat cestu, sledovat vozidla v reálném čase, získávat informace o výlukách, nehodách apod. V Česku je v provozu řada informačních systémů za účasti širokého spektra dodavatelů používajících různé technologie a formáty přenášených dat. Na začátku tvorby informačních systémů ale chyběla důsledná a pečlivá příprava geodat a informací s nimi souvisejících. Řada aplikací brzy po uvedení do provozu měla jen malé využití veřejností a upadá do zapomnění. Dopravní geodata a informace o síti VD však mají obrovský význam a nezastupitelnou roli nejen pro **cestující** (Westerheim et al., 2007). S geodaty denně pracují také **dopravci**, především jejich řidiči, vedoucí provozu a případně dispečeri, na nejvyšší úrovni geodata denně využívají specialisté napříč **managementem IDS**, jehož základ tvoří:

- dopravní specialista,
- tarifní specialista,
- finanční specialista,
- GIS specialista,
- dispečer.

Specifickou roli mají dispečeri, kteří dohlíží na provoz flotily každého většího dopravce, tito dispečeri však zpravidla podléhají dispečerovi IDS, který je součástí managementu IDS. Z uživatelského pohledu, rozsahu a detailu potřebných geodat a informací lze definovat tři základní skupiny uživatelů geodat o VD:

- cestující,
- dopravce,
- management IDS.

Každá tato skupina uživatelů geodata využívá za jiným účelem a vyžaduje rozdílnou podrobnost, rozsah a aktuálnost dat. Vzájemně jsou ale úzce provázané a využívání geodat a informací nebo chování jedné skupiny výrazně ovlivňuje i další dvě skupiny (Zajíčková et al., 2014). Důraz by proto měl být kladen na tvorbu geodat o VD a s nimi souvisejících dat ve formátu splňujícím zásady mezinárodních standardů a možnost jejich sdílení a publikování napříč všemi potenciálními uživateli s cílem udržet jejich aktuálnost a efektivní využívání.

6.6.1 Informace a geodata pro cestující

Cestující je často na okraji toku dopravních informací, a to i přesto, že právě jeho potřeba přemísťovat se z místa na místo je podstatou vzniku VD. Tato uživatelská skupina pro rozhodování o preferenci VD potřebuje poměrně značné množství dostupných, aktuálních, přesných, podrobných, výstižných a spolehlivých informací vhodnou formou

a ve správný čas (Caufield and O'Mahony, 2007). Cestující navíc hodnotí až výsledný dojem z pocitu informovanosti, spolehlivosti, bezpečí a jistoty při cestování. Kvalitní informační služby zajišťují cestujícím vyšší informovanost, komfort při cestování a vedou k častějšímu využití tohoto druhu dopravy a možnosti zajistit trvale udržitelný rozvoj dopravy. Cestující většinou neumí specifikovat, jaká data nebo geodata potřebuje, nicméně umí popsat povahu a obsah potřebných informací pomocí otázek, na které chce odpověď a také umí časově určit, kdy tyto informace potřebuje (Zajickova et al., 2014). Některé informace potřebuje před cestou pro plánování, jiné až během cesty (Giannopoulos, 2004), u těchto informací je navíc možné určit, kdy a jak je vhodné je získávat (tab. 7).

Tab. 7 Přehled informací důležitých pro cestující veřejnost (zdroj: vlastní zpracování)

INFORMACE	KDY	KDE	JAK
Obslužnost území; infrastruktura; JŘ; tarif (cena); změny sítě	dopředu při volbě dopravního prostředku	aktuální poloha potenciálního cestujícího při rozhodování	tištěné materiály, knižní JŘ, trhací mapy, schémata, brožury, web, informační kanceláře dopravců a měst, mobilní aplikace, vyhledávače spojení (IDOS), statistická vyhodnocování
	+ operativně během cesty	při plánování přesunu na zastávku, na zastávce, ve stanici, na terminálu, při přestupu	inteligentní označníky, informační tabule, akustické hlásiče, tištěné JŘ, mimořádné textové zprávy na označnicích
	+ operativně během jízdy	ve vozidle během jízdy	elektronické panely ve vozidle, na vozidle, LCD displeje a monitory, mobilní aplikace, přímý dotaz na řidiče, předpřipravené zvukové záznamy nebo aktuální hlášení řidiče/dispečera
Poloha spoje vůči nástupní zastávce; očekávané zpoždění spoje v nástupní zastávce; aktuální stav vozidla; informace operačního charakteru	informačně dopředu při volbě dopravního prostředku	aktuální poloha potenciálního cestujícího při rozhodování	web, informační kanceláře dopravců a měst, mobilní aplikace, vyhledávače spojení (IDOS), statistická vyhodnocování
	během cesty	při plánování přesunu na zastávku, na zastávce, ve stanici, na terminálu, při přestupu	inteligentní označníky, informační tabule, akustické hlásiče, tištěné JŘ, mimořádné textové zprávy na označnicích
Aktuální poloha vozidla; směr vozidla; kategorie spoje; pohyb vozidla; komfort jízdy; mimořádnosti na síť/trase	během jízdy	ve vozidle během cesty	elektronické panely ve vozidle, na vozidle, LCD displeje a monitory, mobilní aplikace, přímý dotaz na řidiče, předpřipravené zvukové záznamy nebo aktuální hlášení řidiče nebo dispečera

6.6.2 Informace a geodata pro dopravce

Dopravci, především jejich dispečeri a vedoucí provozu, tvoří druhou skupinu osob pracujících s dopravními informacemi a geodaty. Ti jsou zodpovědní za zajištění kvality a dostupnosti spojení VD pro veřejnost a také za každodenní kontrolu provozu vozidel a jejich řízení v případě mimořádných událostí. Některé informace potřebuje také řidič, aby byl schopen realizovat plánovanou službu přepravy pro cestující veřejnost. Obecně tato skupina uživatelů dopravních informací potřebuje zejména:

- informace o infrastruktuře,

- majitel, případně i správce zastávky a dílčích částí a vybavení,
- zařízení pro poskytování informací o provozu (inteligentní označník, informační tabule apod.),
- stavební a technické provedení zastávky a jejích částí nebo součástí (délka a výška nástupní hrany, přítomnost odbočovacího pruhu, zálivu včetně určení délky a hloubky, typ nástupní hrany apod.),
- informace o plánované obslužnosti,
 - plánovaná trasa jednotlivých linek a spojů – trasování, seznam zastávek, časová posloupnost,
- informace o provozu,
 - GPS poloha jednotlivých vozidel,
 - kontrola pohybu spoje na plánované trase,
 - stupeň provozu,
 - povětrnostní podmínky a sjízdnost pozemních komunikací a tratí,
 - výluky, nehody, mimořádné události.

Dopravce prostřednictvím svého dispečera nebo vedoucího provozu bezprostředně vyhodnocuje informace o jednotlivých spojkách a provozu a zásadní výsledky tohoto vyhodnocení předává řidičům a cestující veřejnosti v podobě časového rozsahu zpoždění, informací o mimořádnostech, náhradní dopravě apod. Zpracování dlouhodobého provozu dále předává managementu IDS.

6.6.3 Geodata pro management integrovaného dopravního systému

V tomto případě se jedná o informace pro řídicí orgán VD určité oblasti pro plánování, analyzování a vyhodnocování provozu ke spokojenosti cestující veřejnosti. Je to nejmenší a často nejdůležitější skupina uživatelů dopravních dat a informací, v případě IDS je zpravidla reprezentována organizátory VD nějakého většího celku (regionu). Organizátor je většinou nejen uživatelem těchto dat a geodat, ale především by měl být jejich pořizovatelem, správcem a poskytovatelem pro cestující veřejnost a dopravce (Zajíčková, 2013b). Mimo to s těmito geodaty a informacemi musí dále pracovat, používat je především k prostorovým analýzám s cílem zachovat trvale udržitelnou kvalitu a rozsah poptávaných služeb pro zajištění obslužnosti území. Tyto úkoly jsou mnohdy podceňovány s ohledem na rozvoj integrace dopravy, tarifu nebo ekonomiky a organizace.

Většina těchto informací se díky povaze jevu probíhajícího v prostoru váže na prostorová data, jsou proto předurčeny ke zpracovávání a uchovávání v prostředí GIS nebo obecně v nějakém informačním systému. Síť VD je oproti provozu na ní realizovaném relativně stálá, přesto natolik rozsáhlá, že udržet o ní kompletní a aktuální data, je často diskutovaným problémem. Bez těchto geodat je ale značně obtížné analyzovat a vyhodnocovat provoz na síti a vyhovět stále se stupňující potřebě publikovat a prezentovat cestující veřejnosti aktuální, dostupná, podrobná, přehledná a přesná dopravní data.

Ze zadávací dokumentace výběrového řízení KIDSOK pro zajištění dispečerského řízení IDS vyplývá, že organizátor ke své práci potřebuje:

- nejpodrobnější informace o infrastruktuře – všechny, které potřebuje cestující, nebo dopravce a mnohé další atributy (specifická ID objektů, pomocné a provozní atributy, hierarchii objektů, relace, vazby),

- informace o plánované obslužnosti (JŘ, linie spojů a linek apod.),
- data o frekvenci obslužnosti jednotlivými linkami, spoji,
- data o dostupnosti území,
- data o zatížení sítě cestujícími,
- data o sídelní struktuře spravovaného území,
- informace o jízdách (dodržení JŘ, plynulost provozu, polohy nehod a poruch vozidel apod.),
- informace o zpětné vazbě od cestující veřejnosti,
- postřehy a informace o provozu od dispečerů atd.

6.6.4 Nároky na geodata o veřejné dopravě z pohledu uživatelů

V kontextu potřebných informací o dopravě mají geodata svůj význam každý den pro všechny výše uvedené skupiny uživatelů. Z pohledu hodnotících kritérií uvedených v podkap. 6.4 všichni účastníci kladou na geodata podobné nároky, které se blíží maximální možné hodnotící hranici 30 bodů (cestující a dopravce ~ 27 bodů; management ~ 29 bodů). Všechny tři skupiny potřebují maximální možný rozsah a podrobnost evidence zastávek, linek a železniční dopravy, všem zároveň usnadňuje práci a cestování, pokud jsou data zpřístupněna pomocí portálů a aplikací cestující veřejnosti (není nezbytně nutné dosáhnout úrovně otevřenosti dat). Všechny tři kategorie uživatelů také potřebují uložení dat do objektově-relační databáze s podporou geoprvků, jelikož chtějí získávat informace z nejrůznějších aplikací pomocí atributového nebo prostorového vyhledávání. Jediný rozdíl mezi skupinami je ve vnímání důležitosti tarifních zón. Zatímco cestující a dopravce se spokojí s přibližným určením hranice zóny tak, aby uměli určit příslušnost zastávky k zóně, management potřebuje přesné prostorové vymezení tarifních zón připravených pro trasovací úlohy, definici algoritmu pro výpočet ceny jízdného na základě počtu projetých zón se zohledněním hraničních zastávek apod.

Co se ale napříč uživatelskými skupinami geodat liší, je úroveň detailu, počet nezbytných záznamů a také čas, kdy potřebují s geodaty IDS pracovat a získávat je.

Cestujícího zajímají detailní informace o jeho konkrétním nebo několika navazujících spoích a místech, kde nastupuje nebo vystupuje. Technické parametry a vybavení zastávky jej zajímají jen do té míry, aby byl schopen do vozidla nastoupit, pohybovat se ve vymezeném prostoru, případně měl se kam schovat apod. Cestující s daty a dopravními informacemi pracuje omezený čas, většinou před cestou při plánování, následně během cesty a často také během jízdy. Získávaná data proto musí být co nejrychlejší, nejaktuálnější a nejprehlednější, aby se uměl bez ztráty významného času zorientovat a zareagovat (Bachok et al., 2007).

Doprovce zajímají všechny spoje a obsluhované zastávky ve spravovaném území, vlastnické vztahy na zastávkách a také detailnější technické provedení zastávek z hlediska provozování VD. Dispečer nebo vedoucí provozu z velké části pracuje s real-time informacemi nad geodaty v podobě specifického informačního systému, zpětně data také vyhodnocuje.

Management potřebuje podkladová geodata za celou spravovanou oblast (často desetitisíce záznamů napříč entitami) a další podpurná data, která spravuje **GIS specialista**. Tato geodata jsou nepostradatelná pro **dopravního specialistu**, který vyhodnocuje přepravní vazby v území, plánuje dopravní obslužnost a tvoří JŘ. S daty potřebuje pracovat také **tarifní specialista**, který definuje tarifní systém, specifikuje tarifní podmínky a stanovuje ceny jízdních dokladů. Mimo to tarifní specialista dohlíží na to, aby byl návrh dopravní obslužnosti ve vazbě

na řešení tarifního systému při zachování rovných podmínek mezi jednotlivými druhy dopravy. Dále **dispečer** nad geodaty a mapovými podklady řídí a koordinuje dopravu s cílem minimalizovat odchylky od plánovaného JŘ. Z pohledu dispečera na real-time řízení provozu navazuje proces vyhodnocení dlouhodobého provozu z pohledu odchylek od JŘ, vytížení jednotlivých linek, apod. Dalšího vyhodnocování z pohledu tržeb se účastní tarifní specialista a obslužnost, dostupnost a kvalitu cestování vyhodnocuje dopravní specialista. **Finanční specialista** bilancuje veškeré výnosy a náklady na provoz IDS především na základě podkladových dat tarifního specialisty a dopravců. Po vyhodnocení se otevírá další cyklus práce s geodaty a informacemi, kterým je plánování. Mezi jednotlivými specialisty managementu IDS však probíhají složité toky výměny dat a informací, další interakce pak probíhají také s dopravci a cestujícími (podkap. 7.2). Na základě výše uvedených skutečností je patrné, že management je schopen systém efektivně řídit, vyhodnocovat, reagovat na změny v území a poptávce po přepravě a zachovat trvale udržitelný rozvoj dopravy pouze na základě kvalitních geodat a informací na ně navázaných (Zajíčková et al., 2014).

Zajímavým zjištěním je skutečnost, že management IDS primárně nemotivuje vlastní potřeba řešit situaci s nekvalitními geodaty, ale je to cestující. V době moderních technologií se totiž cestující již nespokojí s možností vyhledání tabulky s JŘ nebo s možností automatického vyhledání textového popisu spojení mezi dvěma místy. Management IDS tak musí reagovat na neustálý rozvoj v oblasti geoinformačních technologií a zajímat se o geodata. V zásadě se jedná především o práci s poměrně málo proměnlivými geodaty o statických objektech (zastávkách, označnicích, nástupních hranách, nástupišťích atd.) a geodaty o provozních částech dopravní sítě (linie reprezentující trasy vozidel VD), na které je možné navázat rychle se měnící informace o provozu. Z vytvoření podkladových dat pro různé aplikace pro cestující veřejnost tak mohou profitovat i další účastníci IDS.

6.6.5 Geodata pro uživatele v kontextu existujících standardů

Většina objektů VD, informací z JŘ a provozních real-time procesů nad nimi, které je nutné pro uživatele spravovat a analyzovat, již byla popsána v evropských nebo světových standardech (podkap. 6.5.1 až 6.5.5). Některé informace se dokonce vyskytují také ve formátu JDF pro postoupení JŘ do CIS JŘ (podkap. 6.5.6).

Z pohledu prezentování JŘ nad mapovým podkladem je nejjednodušší variantou využít volně dostupný GTFS formát s možností bezplatného publikování nad Google Maps. Od určité velikosti a rozsahu dat je však tato varianta zpoplatněna, navíc tento zjednodušený formát má omezený rozsah atributů a neumí pracovat s entitami jako je označnick nebo nástupní hrana. Tento formát je proto vhodný jako doplňkový zdroj geodat a především informací obsažených v JŘ pro cestující veřejnost z jiného státu než z ČR. Každodenní cestující nebo potenciální zákazník rozhodující se o pravidelném využívání VD potřebuje mnohem více. Standard IFOPT byl z pohledu statických objektů sítě dlouho nepřekonatelný, což se změnilo schválením standardu NeTEx, který z IFOPT vychází, ale umí popsat i nástupní hranu, zabývá se univerzálně i detailně všemi druhy dopravy a nabízí možnost dalšího přizpůsobení nebo rozšíření. Pro organizátora i dopravce by zároveň bylo vhodné převzít identifikátory zastávek z CIS JŘ, jedná se o zavedený a celorepublikově platný číselník zastávek, který schvaluje autorita a drží jej konzistentní a aktuální. V ideálním případě by tedy bylo řešením převzít číselníky z JDF a využít je jako podklad pro vytvoření národního standardu vycházejícího ze standardu NeTEx a v některých oblastech jej podle národních požadavků nebo potřeb rozšiřovat. Jako komunikační standard lze využít DATEX II a SIRI, které umí zprostředkovávat real-time

dopravní informace široké veřejnosti a zajišťovat výměnu informací mezi středisky řízení dopravy, dopravními informačními centry a poskytovateli služeb.

6.7 SHRnutí A ZÁVĚR

Z rozboru stávajících zdrojů dat o VD bylo zjištěno, že rozsah a správa geodat a na ně vázaných informací je v Česku nedostatečná. Správu geodat a s nimi souvisejících informací komplikují následující aspekty:

- na krajské úrovni se o geodata a obecně data o VD starají organizátoři IDS nebo sami dopravci,
- většina těchto správců dat o VD disponuje alespoň základními informacemi nutnými pro předávání cestující veřejnosti,
- většina informací má textovou nebo tabelární podobu,
- vizualizace prostorových dat jsou realizovány především v grafických editorech,
- zřídka se objevuje správa zastávek až v podrobnosti na označníky a další součásti zastávky,
- atributové informace často nejsou kompletní, databáze rychle ztrácí aktuálnost,
- pokud existují datové vrstvy např. shapefile, často postrádají definovaný souřadnicový systém nebo obsahují topologické chyby.

Nicméně, jak bylo poměrně rozsáhlou analýzou napříč různými standardy, institucemi a odborníky zjištěno, východiska z této situace již existují. Minimálně již existuje řada standardů pro ukládání, správu a výměnu informací a dat o VD jak na celosvětové, tak evropské úrovni. Celosvětové standardy (např. GTFS) jsou spíše univerzální, jednoduché a široce rozšiřitelné, evropské standardy jsou naopak komplexní, vyčerpávající a podrobné. Nicméně kromě popisu statických objektů sítě a provozu (IFOPT, NeTeX apod.) umí předávat také aktuální informace týkající se nehod, mimořádností na síti nebo poruch (SIRI, DATEX II apod.). Na české národní úrovni existuje pouze státem definovaný a povinný formát JDF pro předávání JŘ jednotlivých dopravců pro vyhledávač IDOS. Všechny tyto standardy nebo formáty jednotně pracují s názvoslovím, pouze některé nezachází na nejpodrobnější úroveň (např. označníky a nástupní hrany nepopisují všechny standardy).

Ze zjištěných informací vyplývá, že požadavky na rozsah a detail dat rostou od cestujícího přes dopravce až po management IDS. I doba, kdy je třeba s geodaty pracovat směrem od cestujícího po management IDS roste. V současné době je možné využít moderní technologie a informace z databází publikovat atraktivně, jednoduše a rychle, problémem je ale absence těchto dat nebo jejich kvalita. Z pohledu uživatelů je třeba vnímat tyto aspekty:

- pro cestujícího mají data rostoucí význam, informovanost o VD dokonce ovlivňuje rozhodování o využití dopravního prostředku; informace jsou zásadní nejen před samotnou cestou při plánování, ale také během cestování v podobě real-time informací,
- dopravce zajímají technické parametry sítě a infrastruktury stejně jako aktuální provoz pro zajištění plánované obslužnosti,
- management (správce dat) se soustředí na síť jako celek, a to od detailních informací, které vyhodnocuje, až po sumární statistiky za celé území.

Všechny požadované a potřebné informace jsou již obsažené ve standardech, problém spočívá v nejednotnosti přístupů správců dat a v absenci nařízení nebo pravidel pro pořizování a správu dat a geodat na úrovni kraje.

V Česku je dostupnost geodat a dopravních informací komplikována několika aspekty:

- řada dat a informací není dostupná z důvodu úplné absence, špatného stavu, který nedovoluje jejich publikování, nebo z důvodu ochrany marketingové strategie a příjmů z podnikání,
- data pokrývající celý stát jsou značně ceněna a subjekty je nechtějí předávat subjektům, které je nevytvářejí nebo se na tvorbě nepodílely; ukázkovým příkladem je databáze spojení CIS JŘ, kterou plní data dopravců v JDF souborech; řada subjektů chtěla s daty pracovat a zpřístupnit je cestující veřejnosti v podobě atraktivních aplikací,
- v Česku jsou otevřená data vnímána jako ztráta obchodních příležitostí a potenciálu, přitom právě otevřením dopravních dat je možné podpořit ekonomiku a především vytvořit nové obchodní možnosti pro třetí strany a vývojáře,
- v centru zájmu není cestující, který poptává kvalitní službu, k dispozici mu tak zůstávají většinou pouze statické obrázky, schémata, tabulkové JŘ, textové informace a zastaralé aplikace, které vznikly jako pokus vystavět atraktivní vizualizace na nekvalitních a nekompletních datech.

Poznatky z tohoto dílčího cíle pomohly odhalit zásadní problém týkající se dat a geodat o VD. Roztříštěnost způsobu a formy uchovávaných informací spolu s absencí závazného nebo doporučujícího předpisu upravujícího vytváření a správu geodat o VD ponechává sběr, správu a rozsah práce s geodaty na řídicích orgánech, respektive organizátorech dopravy. Jejich spravované území je však natolik velké a objem informací o infrastruktuře a provozu natolik rozsáhlý, že většina jich sbírá a spravuje pouze nezbytně nutné množství a rozsah dat. Navíc neexistuje předpis pro přesnost nebo nutnou aktualizaci dat, proto i kvalita a aktuálnost často neodpovídá ani interním potřebám. Jak bylo dokázáno, existuje několik kvalitně zpracovaných a praxí ověřených standardů o statických a provozních objektech stejně jako principů pro přenos a výměnu real-time informací nad těmito daty. Na těchto standardech je možné vystavět národní standard, který bude zohledňovat nejen mezinárodní pravidla a obsah, ale také národní číselníky, zvyklosti a požadavky. Opakované pokusy o vytvoření atraktivních výsledků nad nekvalitními daty jsou tak varováním před nekonceptně využívanými finančními prostředky. Ty je možné investovat do kvalitní datové základny, kterou je dále možné využívat interně, publikovat cestující veřejnosti nebo zpřístupňovat vývojářům aplikací jako otevřená data. Cestující by tak nebyli odkázáni pouze na informace na internetu v podobě textů, tabulek a jednoduchých schémat, v lepším případě na nekvalitní a neatraktivní mobilní aplikace, což by přispělo ke zvýšení komfortu cestování a s vysokou pravděpodobností také ke zvýšení počtu cestujících VD.

7 NÁVRH KONCEPTU SPRÁVY GEODAT NA ÚROVNI KRAJE

Text této kapitoly je realizací dílčího cíle DC4, kterým je sestavit a naplnit datový model pro geodata o VD v podmínkách ČR obsahující většinu zásadních entit a atributů využívaných ve světových standardech a současně vyhovující potřebám organizátorů na úrovni kraje. Dílčím cílem je také definovat funkcionalitu a parametry databáze a sestavit koncept správy geodat o VD.

Většina organizátorů VD dnes v rámci IDS bojuje s řadou integračních problémů. Jedním z nich je nedostatečný nebo nevhodný rozsah a způsob práce s geodaty, který se projevuje zejména nevhodným plánováním obslužnosti VD z historických JŘ v papírové podobě, vytvářením ad hoc map v grafických editorech nebo měřením efektivity a úspěšnosti řízení VD výhradně ekonomickými ukazateli. Úbytek počtu cestujících zpravidla organizátoři VD připisují poklesu počtu obyvatel a potřebě přepravy. Pouze v několika málo případech pracují s dalšími daty, aby zjistili, že úbytek cestujících je způsoben nevhodným trasováním nebo propojením měst bez větší poptávky po přepravě. Problém je také v nízké vzdělanosti v oblasti geoinformačních technologií a GIS. Vytvářená geodata zřídka bývají kvalitním podkladem pro trasovací úlohy, atraktivní vizualizace nebo dokonce pro publikování pod otevřenou licenci.

Tato kapitola se proto zabývá definováním nového konceptu pořízení, správy a udržitelnosti potřebných geodat o VD, která mohou VD zefektivnit a vrátit jí atraktivitu. Koncept zohledňuje potřeby jednotlivých uživatelů, datové toky a nutnost provádět nejrůznější prostorové i neprostorové úlohy. Navržený koncept vychází ze základní potřeby integrovat geodata a informace z různých zdrojů do jednoho komplexního systému tak, aby z této informační integrace profitovali všichni uživatelé, respektive účastníci přepravních procesů v rámci IDS. Zohledněny byly také všechny známé aspekty odrazující organizátory od pořízení, správy a využívání těchto geodat, které byly diskutovány v předchozích kapitolách. Základem navrženého konceptu správy geodat je:

- specifikace informačního systému a zdrojů dat pro datovou vrstvu,
- optimalizace datových toků a výměna informací,
- návrh obsahu a podrobnosti ukládaných geodat (datový model),
- navržení způsobu sběru dat a geodat a jejich udržitelnost.

7.1 NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Navržený informační systém o VD umožňuje pracovat s geodaty ve smyslu zpracování, třídění, vyhledávání, přenosu apod. Jeho základní funkcí a obsahem jeho služeb je informovat všechny subjekty podílející se na přepravě nebo využívající přepravu o všem potřebném. Návrh informačního systému o VD se opírá o třívrstvou architekturu (obr. 23), kterou tvoří datová vrstva, nad kterou jsou vystavěny aplikační a prezentační vrstvy. Datovou vrstvou je komplexní databáze integrující a ukládající geodata z různých zdrojů (viz podkap. 7.1.1). S touto databází a obecně geodaty v informačním systému pracuje téměř výhradně GIS specialista, obsah datové vrstvy však vychází z potřeb a úloh jednotlivých uživatelů (viz podkap. 6.6), kteří mají různá práva a uživatelské účty pro práci s geodaty. Aplikační vrstvu nad datovou vrstvou tvoří zejména analytické nástroje GIS, regionální vyhledávač, tarifní kalkulátor a další. Funkčnost této vrstvy zajišťuje management (GIS, tarifní, finanční a dopravní specialista) formulující pravidla výpočtů a přenosu informací mezi prezentační a datovou vrstvou. Uživatelé, např. cestující, dopravci i sám management, následně přistupují k datům

a aplikační vrstvě pomocí prezentační vrstvy, tedy uživatelského rozhraní. Prezentační vrstvou jsou nejčastěji desktop aplikace dispečerského řízení, webový inteligentní dopravní systém nebo mobilní aplikace pro cestující veřejnost.



Obr. 23 Třívrstvá architektura navrženého informačního systému pro správu a práci s geodaty (vlastní zpracování)

7.1.1 Datová vrstva informačního systému

Databáze pro jednotlivé účastníky IDS (viz podkap. 6.6) musí obsahovat velké množství na první pohled různorodých informací, které jsou však navázány na základní entity. Tyto základní entity a řada rozšiřujících informací a dat jsou základem informační integrace, kterou je možné dále rozvíjet a prohlubovat. Základem informační integrace pro efektivní řízení IDS a rozvoj všech podsystémů IDS jsou:

- **geodata o infrastruktuře** (zastávkách, nástupních hranách, vybavení apod.),
- **geodata o plánovaném provozu** (JŘ ve smyslu spojů linek přepravujících cestující mezi zastávkami v určitém tarifním systému),
- **geodata o uzavírkách a plánovaných změnách v provozu** (objízdné trasy, nové posilové spoje atd.),
- **geodata o skutečném provozu** (poloha vozidel v reálném čase),
- **geodata o mimořádnostech ovlivňujících provoz** (nehody, povětrnostní podmínky, sjízdnost komunikací atd.).

Základ informační integrace tvoří **databáze infrastruktury**, tj. databáze zastávek a všech jejích součástí, ve které je zásadní jejich evidence až na úroveň označků a nástupních hran, vybavení zastávek apod. a také evidence jejich příslušnosti k tarifním zónám. Tato geodata nejsou na úrovni krajů centrálně kompletně pořizována ani spravována jinými subjekty. Každý IDS, resp. jeho organizátor, si tato základní geodata musí pořizovat a spravovat sám, aby byl schopen na ně navázat další informace, integrovat je do jednoho celku jako zodpovědná autorita a dále garantovat a poskytovat ostatním účastníkům IDS. Databáze infrastruktury nemá jednotně stanovený obsah, formu ani garanta. Je však žádoucí, aby vznikala nad vhodně a pečlivě sestaveným datovým modelem (návrh viz podkap. 7.3) zohledňujícím celosvětové i evropské standardy a národní zvyklosti včetně potřeb organizátorů a dalších účastníků IDS na úrovni krajů (viz podkap. 6.6).

Druhou částí základního obsahu informační integrace jsou data vážící se na **plánovaný provoz** (obslužnost ve smyslu JŘ). Jedná se o databázi všech spojení, tj. linek až na podrobnost spojů, včetně posloupnosti obsluhovaných zastávek. V ideálním případě se eviduje také čas

zastavení na jednotlivých zastávkách (tedy JŘ), návaznosti spojů mezi sebou a další provozní informace. Atributová část těchto geodat je součástí JDF souborů (viz podkap. 6.5 nebo CHAPS spol. s r.o., 2012) odevzdávaných jednotlivými dopravci dopravnímu úřadu. Dopravci nicméně v zásadě předávají pouze povinné soubory a atributy, volitelná pole nevyplňují. Dopravní úřad schválené CSV soubory postupuje do CIS JŘ společnosti CHAPS, která soubory kontroluje z pohledu úplnosti povinných informací, chyb v textových řetězcích a kódech (srovnání vůči oficiálním číselníkům) a logickým chybám jako je např. tzv. podjíždění JŘ. Z tohoto důvodu je vhodné tato data získávat na základě smluvního vztahu od společnosti CHAPS jako konsolidované JŘ například ve formátu JDF a zároveň využívat zavedené číselníky kódů zastávek apod. Nevýhodou dat o JŘ z JDF souborů je kromě omezeného rozsahu vyplněných položek JDF formátu také chybějící prostorová složka. Společnost CHAPS pracuje s prostorovou složkou pouze u železničních tratí, zastávek a stanic. U autobusových linek a MHD prostorová informace zcela chybí. Tato geodata si opět musí organizátor zajišťovat sám, což se ukazuje jako problematické. Protože se na úrovni kraje jedná o tisíce jednotlivých spojů měnících se nejméně jednou za rok, je nutné najít automatickou cestu generování těchto geodat. Jako nejvhodnější se jeví využít informace z textových řetězců JDF souborů s JŘ a kombinovat tato data s prostorovými daty o infrastruktuře (návrh viz podkap. 7.3). Trasy spojů mohou vznikat výběrem linií částí komunikací určených pro navigační účely (trasy by měly přesně kopírovat i sjezdy, průjezd odbočovacím pruhem apod.) jako spojnice vždy dvou zastávek (označníků) z posloupnosti zastávek spoje. Tyto podrobné trasy je poté možné generalizovat například pro účely tvorby statických map velkého území.

S plánovaným provozem souvisí třetí část navrhovaného obsahu informační integrace, kterým jsou **uzavírky a změny ve veřejné dopravě**. Ty se sice neplánují podobně jako JŘ s ročním předstihem, nicméně tyto informace jsou známy určitou dobu předem, než vozidla podle plánovaného JŘ vyjedou. Zdroje těchto informací pocházejí od různých subjektů, které informují všechny účastníky podílející se na zajištění přepravy, a to včetně organizátora. Jsou to například odbory dopravy krajských úřadů, magistráty měst, městské úřady apod. Denně se v síti VD na úrovni kraje vyskytuje cca 100 a více změn. Tyto informace však mají textovou podobu a obsahují řadu prostorových informací, např. výčet obsluhovaných zastávek, výčet uzavřených úseků silnic apod. (viz obr. 24).

Dnešní změny v dopravě na verejadoprava.kidsok.cz

- Železnice Lichkov - Dolní Lipka
- průtah Odrlicemi**
- silnice Branná - Vikantice
- silnice v Nivě
- průjezd obcí Vranovice-Kelčice
- průjezd Medlovem
- průjezd obcí Čelechovice na Hané, Kaple

Změny ve veřejné dopravě
průtah Odrlicemi
20. 09. 2016 - 31. 01. 2017

Průtah Odrlicemi se až do ledna uzavírá

Od 20. září letošního roku do 31. ledna 2017 bude uzavřen průtah obcí Odrlice. Důvodem jsou stavební práce.

Uzavřeným úsekem silnice III/3732 projíždějí autobusové linky 890730 Lutín - Senice na Hané - Vilémov - Cholína - Loučka, 890739 Loučka - Cholína - Litovel a 890784 Litovel - Slatinice. Po dobu úplné uzavírky pojedou po objízdných trasách.

Pro linky 890730 a 890784 povede objízdná trasa ze zastávky Senice na Hané, škola přes Dubčany po silnici III/3732 a III/37313 do Seničky a přes Bílsko do Choliny. Dál po stávající trase. Objízdná trasa je obousměrná. Náhradní zastávka za zastávku Odrlice, restaurace bude umístěna na začátku obce Odrlice ve směru k Seničce. Spoj 7 na lince 890730 (odjezd v 6:10 hod. z Lutína na Loučku) nebude zajíždět do Odrlice a zastaví pouze na zastávce Odrlice, rozcestí.

Spoje linky 890739 pojedou ze zastávky Cakov, restaurace do Seničky kde se otočí a dál přes Bílsko do Choliny. Spoje nezajedou do Odrlic. Objízdná trasa je obousměrná. Náhradní zastávka bude na křižovatce silnic Bílsko / Odrlice / Cholína.

Vzhledem k délce objízdné trasy je nutné počítat se zpožděním autobusů asi 6 až 7 minut.

Obr. 24 Popis změn ve veřejné dopravě vlivem uzavření průtahu obcí Odrlice (zdroj:www.kidsok.cz)

Z tohoto důvodu je vhodné při plánování objízdné trasy, dočasného odklonu linky, uzavírky apod. vytvářet z těchto informací geodata a na ně formalizovaným způsobem vázat informace obsažené v textu. Nejjednodušší variantou je vytvářet dočasné zastávky a linie spojů v datovém modelu a k záznamům připojit poznámku, že se jedná o dočasnou infrastrukturu a plánovaný provoz. Tato data je možné prezentovat i cestující veřejnosti jako obdobu textových zpráv o změnách ve VD, v podobě mapových nebo jinak prostorově zaměřených výstupů. Cestující je pohledem na mapu a výběrem svého zájmového území schopen rychle zjistit, zda se některá ze změn týká jeho spojení. Pro získání informací nemusí pročitat dlouhý seznam často bez dostatečné znalosti souvislostí. Navíc pokud se to týká trasy jeho spoje, rychle zjistí, který úsek je uzavřen a kde se vyskytuje náhradní zastávka, kudy náhradní spoj projíždí apod. Informace o změně v plánovaném provozu se dále musí napojit i na dotčené spoje a linky v databázi, aby byly tyto skutečnosti zohledněny při vyhodnocování provozu dispečerem.

Další částí základu informační integrace jsou geodata o **skutečném provozu**, tedy polohy jednotlivých vozidel v reálném čase. **Polohu vozidel veřejné dopravy** jednotlivých řidičů konkrétních dopravců je možné přímo získávat na základě komunikace mezi odbavovacím systémem dopravce a dispečerským systémem pomocí UDP protokolu přenášejícího ucelené bloky zpráv v síti GSM. Minimální spolehlivě ověřená perioda zpráv z vozidla je zpravidla 10 s, významné zprávy (zastavení v zastávce apod.) se posílají okamžitě mimo pravidelný cyklus. Komunikace má závazné rozhraní, není tedy třeba vytvářet datový model, pouze nachystat databázovou strukturu pro ukládání dat. Struktura lokalizační zprávy z vozů pro příměstskou dopravu kódovaná UTF-8 je obsahem Přílohy 6. Také poloha vlaků je zpravidla předávána v podobě služby na serveru pomocí komunikačního protokolu UDP odpovídající datovému rozhraní Českých drah V78001. Příklad komunikačního protokolu pro předání polohy vlaku ČD je v Příloze 7.

Skutečný provoz VD podle JŘ může ovlivnit také poslední zásadní skupina dat datové vrstvy, kterou jsou **mimořádnosti, nehody, povětrnostní podmínky, sjízdnost komunikací** apod. Tyto dopravní informace je možné pro spravovanou oblast přebírat z Jednotného systému dopravních informací (dále jen JSDI) skrz datové distribuční rozhraní (DDR) a integrovat do různých informačních služeb IDS. Výměna těchto především prostorových informací je opět založena na standardním datovém formátu XML. Odběratel má možnost definovat rozsah a typ dopravních informací a následně dohodnout vlastnosti distribuce (režim, formát, komunikační kanál, vlastnosti komunikačního kanálu, časové omezení poskytovaných dopravních informací, datové sady). Zpravidla dochází k odběru rozšířené datové sady, která kromě základní sady informací obsahuje také vazbu na číselníky (ALERT-C, Lokalizační datové sady).

Kromě těchto základních dat zásadních pro informační integraci se v datové vrstvě vyskytují ještě další data a informace. Ta vznikají vyhodnocováním a dalším zpracováním základních geodat. V ideálním případě se na základní geodata váží a do společné databáze ukládají také finanční přehledy, různé statistiky související s provozem a různá dopravní data (poptávka po přepravě, přepravní toky apod.).

Kromě ukládání nejrůznějšího obsahu dat musí být systém schopen zpracovat následujících sedm požadavků, které jsou klíčové především pro GIS specialistu.

- **Import geodat** – importovat geodata ve formátu JDF a v různých otevřených formátech (např. XML).

- **Vytvoření záznamu** – vytvořit nový záznam:
 - a) v databázi – založením nového záznamu,
 - b) v mapě – zákresem nového objektu.
- **Editace záznamu** – upravit záznam:
 - a) v databázi – pomocí editace atributů záznamu,
 - b) v mapě – editace polohy posunem objektu.
- **Smazání záznamu** – smazat stávající záznam:
 - a) v databázi – smazáním záznamu dojde pouze k přesunu záznamu z aktivního stavu na neaktivní; do atributu aktualizace se zapíše den změny, který je možné editovat; všichni potomci přejdou taktéž do neaktivního stavu (nevyhledává se běžným filtrováním),
 - b) v mapě – smazáním prostorové složky dojde pouze k přesunu záznamu z aktivního stavu na neaktivní; do atributu aktualizace se zapíše den změny, který je možné editovat.
- **Vyhledání záznamu** – vyhledávat záznamy:
 - a) v databázi – vyhledání podle atributu, objektu (jednoduchý filtr),
 - b) v mapě – výběr kliknutím nebo tažením v mapě,
 - c) příkazem – možnost především pro management nebo dispečera, kombinace výběru podle atributu a prostorové složky, např. výběr všech nástupních hran se signálním pásem na území obce s méně než 1 000 obyvatel ve vzdálenosti do 50 km od města Olomouce.
- **Export geodat** – exportovat záznamy do otevřeného formátu dat, např. XML.
- **Zálohování a archivace geodat** – zálohovat geodata (vytvářet kopie zdrojových dat) pro rychlou obnovu a archivovat je (pro dlouhodobé uchování).

7.1.2 Aplikační a prezentační vrstva informačního systému

Nad datovou vrstvou je aplikační vrstva, ve které je uložena veškerá logika pro práci s geodaty týkající se běžného vyhledávání, výpočtů apod. Aplikační vrstvu nejčastěji tvoří nástroj pro **vyhledávání v databázi infrastruktury**, **vyhledání spojení**, **výpočet ceny jízdného**, **výpočet aktuálního zpoždění** vozidel nebo např. nástroje GIS pro prostorové úlohy a práci s geodaty. Tyto nástroje mají zpravidla zásadní význam pro cestujícího a dopravce, kteří skrz prezentační vrstvu získávají podstatné informace pro cestování.

Kromě jednoduchého výběru (např. bezbariérové zastávky v blízkém okolí nebo zjištění polohy konkrétního označnicku) cestující často potřebuje získávat takové informace, které vyžadují definování logiky pro vyhledávání nebo výpočet v aplikační vrstvě. Jedná se například o algoritmus kombinující jednotlivé spoje z JDF souborů do **vyhledání konkrétního spojení** mezi místem A a B z databáze infrastruktury. V tomto případě není nutné vytvářet žádný nový nástroj, nejkvalitnější dostupné řešení IDOS bylo oceněné dokonce jako nejlepší plánovač cest v Evropě. Vzhledem k absenci práce vyhledávače s prostorovými daty je vhodné vyhledaná spojení propojit se zastávkami a navázat na linie reprezentující spoje. Výsledkem může být regionální vyhledávač s přidanou hodnotou oproti IDOS. Dalším algoritmem v aplikační vrstvě je např. algoritmus pro **výpočet ceny jízdného** konkrétního spoje (tzv. tarifní kalkulátor). Tento algoritmus (logiku výpočtu) si musí každý IDS zajistit sám, jelikož se jedná o různá území, často jiné tarifní uspořádání a jiné tarifní podmínky. Algoritmus vychází z **tarifní matice**, kde je

definovaná finanční náročnost přesunu mezi tarifními zónami, algoritmus se však musí opřít o reálné průběhy spojů vůči tarifním zónám, nepostačí jednoznačné přiřazení zastávky do tarifní zóny a příznak hraničnosti zastávky. Důvodem je skutečnost, že v některých tarifních zónách není zastávka, spoj tarifní zónou projíždí a je tedy nutné započítat i cenu zóny, která se ve výpisu posloupnosti zastávek a jejich příslušnosti k tarifní zóně neprojeví. Na základě těchto podkladů by měl tarifní kalkulátor ceny jízdného umět vrátit všechny druhy možných jízdních dokladů (různých pro dítě nebo dospělého a různých podle četnosti použití během delšího období) pro vyhledané spojení. Oproti tomu algoritmus pro výpočet **zpoždění vozidel** vyhodnocuje rozdíl mezi plánovaným provozem (JŘ) a skutečným provozem – polohou vozidla. Aplikace většinou hlídá také návaznosti, které stejně jako JŘ čerpá z části databáze týkající se plánovaného provozu. Výpočet tohoto zpoždění bývá podkladem pro statistické vyhodnocení provozu a správnosti nastavení JŘ. Data o zpoždění vozidel se poté také ukládají do společné databáze, propojením s informačním systémem a databází infrastruktury a plánovaným provozem je poté možné provádět prostorové analýzy kritických míst na síti.

Prezentační vrstva poté uživateli (účastníkovi IDS) vrací odpovědi na požadavky zpracované aplikační vrstvou na základě geodat v datové vrstvě. Prezentační vrstvou může být mobilní aplikace, webový interaktivní dopravní plán pro cestující veřejnost, dispečerský systém pro dispečera nebo různé desktopové prohlížečky pro dopravce a management IDS.

7.2 NÁVRH INFORMAČNÍ INTEGRACE A OPTIMALIZACE DATOVÝCH TOKŮ

Informační integrace na úrovni kraje vyžaduje sjednocení a propojení obsahu a struktury dat a informací z nejrůznějších zdrojů, především od všech účastníků IDS podílejících se na realizaci nabídky přepravních služeb do jednoho logicky uspořádaného celku. Nad touto komplexní datovou vrstvou dále probíhají datové toky a výměna dat a informací. Pro rozvoj a využití potenciálu informační integrace je proto nezbytné vycházet ze základních požadavků jednotlivých uživatelů geodat a zohlednit stávající datové toky a také potenciální datové toky, které následně mohou vznikat. Při definování konceptu správy geodat i tvorbě datového modelu o VD byla východiskem také skutečnost, že datové toky jednotlivých uživatelů jsou obousměrné, jednotliví uživatelé mohou z datové vrstvy jak čerpat, tak do ní přispívat.

Navržený koncept správy geodat reflektuje požadavky uvedené v podkap. 6.6 a vychází ze snahy optimalizovat probíhající i potenciální datové toky. V následujících podkap. 7.2.1 až 7.2.7 jsou detailněji rozepsány příklady klíčových informací, které navržený koncept informační integrace může jednotlivým uživatelům nabídnout.

7.2.1 Cestující

Cestující se snaží získávat data a informace o VD tak, aby byl schopen a ochoten tuto veřejnou službu využívat. Datová vrstva jako jeden možný výsledek informační integrace může cestujícímu pomoci **získávat** například následující informace:

a) O infrastruktuře (zastávkách, označnicích, nástupních hranách apod.)

- Kde leží zastávka X?
- Je u označnicku X zastávky Y přístřešek?
- Je nástupní hrana zastávky X ve směru do centra uzpůsobena cestování nevidomého? Tzn., jsou přítomné varovné, signální pásy, vodící linie apod.?
- Je na zastávce XY alespoň u jednoho označnicku automat na jízdenky?
- Kde je u zastávky X dostupné parkoviště? Odbavovací hala?

b) O JŘ a plánovaném provozu

- V kolik hodin jede autobus ze zastávky X do Y po 7:00 ráno (vyhledávání jak textově podle názvu zastávek, tak výběrem z mapy)
- Za jak dlouho jede linka č. 16 ze zastávky X ve směru Y?

c) O tarifním systému

- Jaká je cena jízdného z obce X do obce Y?
- Jaký je nejvýhodnější jízdní doklad mezi obcí A a B při cestě dvakrát za pracovní den (vždy tam a zpět)?
- Ve které tarifní zóně leží zastávka X?
- Kolik zón (a které) projíždí spoj Y? Kudy vede trasa spoje?

d) O uzavírkách a změnách ve veřejné dopravě

- Jaké jsou změny ve VD další týden na lince XY nebo v oblasti Z?
- Kde se nachází zastávka náhradní autobusové dopravy pro železniční stanici XY?
- Kterou trasou projíždí a kde zastavuje odkloněná linka XY během oprav obce Z?

e) O aktuálním provozu a mimořádnostech na síti

- Jaké je zpoždění linky X s odjezdem ze zastávky Y v čase ZZ:ZZ nebo podle výběru z mapy.
- Jaké je zpoždění linek od označnicku X zastávky Y v následujících 15 minutách?

Cestující ale formou zpětné vazby na službu (zpravidla hlášením na Callcentrum v případě bodu e) nebo vyplněním formuláře pro informace a)-d) skrz uživatelské rozhraní) do systému může informace i **poskytovat**. Mezi informace nebo data získaná od cestujících může patřit například:

- fotografie zničené zastávky nebo jejího vybavení (vandaly, vichřicí apod.),
- hlášení o aktuální nehodě na lince X u zastávky Y v obci Z,
- stížnost na chybějící spoj mezi obcí X a Y pro děti na 8:00 do školy Z.

7.2.2 Dopravce

Dopravce a jeho vedoucí provozu může za svou flotilu (řidič za svou linku a spoje) z datové vrstvy získávat celou řadu informací. Musí se seznámit s trasami spojů, tedy posloupností obsluhovaných zastávek, respektive označnicků, jejich polohou, technickými a stavebními parametry. Musí být také informováni o mimořádnostech na síti, sjízdnosti vozovek, změnách v dopravě a uzavírkách v oblastech dotýkajících se jejich provozu.

Díky informační integraci mohou dopravci prostřednictvím svých zaměstnanců z datové vrstvy **získávat** následující informace a zpracovávat související úlohy uvedené v příkladech:

a) O infrastruktuře (zastávkách, označnicích, nástupních hranách apod.)

- Prohlížet polohu nových nebo posunutých zastávek.
- Prohlížet a vyhledávat parametry jako je délka nástupní hrany, výška, přítomnost zálivu, poloha obsluhovaného označnicku na velkém přestupním uzlu, kde musí vozidlo zastavit pro výstup a naopak pro nástup cestujících.

b) O JŘ a plánovaném provozu

- Prohlížet a vyhledávat oblast obsluhy, procházet vizualizaci referenční trasy linky a trasy jednotlivých spojů, průjezd a obsluhu jednotlivých míst v prostoru (zastávek).

c) O tarifním systému

- Prohlížet prostorový vztah mezi hraničními zastávkami a tarifními zónami.
- Získávat a do softwaru odbavovacího zařízení nahrávat projekt tarifního řešení.

d) O uzavírkách a změnách ve veřejné dopravě

- Sledovat, jak se vlivem uzavírek změnila referenční trasa jejich linek a spojů, kde se nově zastavuje oproti dlouhodobě plánovanému provozu.

e) O aktuálním provozu a mimořádnostech na síti

- Sledovat nebo přímo získávat informace z informačního systému pro předávání instrukcí do vozidel o místě a době čekání na přípoj, změně trasy, sjízdnosti vozovky v horské oblasti, trase projíždění, následcích nehody na trase, kterou budou projíždět za 20 minut apod.

f) O odjetých výkonech, mimořádnostech, nehodách a počtech cestujících

- Dopravci dále mohou kontrolovat odjeté výkony svých vozidel, vozokilometry, osobokilometry, tržby z jízdních dokladů prodávaných ve strojcích nebo v předprodeji, mimořádnosti ovlivňující jejich provoz, místa nehod apod.

Díky účasti na provozu naopak do systému mohou **poskytovat** informace zpět pro zpracování managementem. Mezi tyto informace mohou patřit například:

- prostorové informace o poloze vozidla předávané UDP datovými přenosy v síti GSM,
- informace o spotřebě a nákladech na provoz linek a spojů,
- informace o poloze a charakteru mimořádností na síti dotýkající se jejich spojů a linek,
- informace o prodeji jízdních dokladů a tržbách,
- informace o stavu obsluhované infrastruktury.

7.2.3 Dispečer

Dispečer zajišťuje dodržování plánované přepravy (JŘ) sledováním aktuálního provozu, mimořádností a v případě nutnosti zasáhnout, využívá podpurná geodata a informace. Dispečer stejně jako cestující v geodatech potřebuje vyhledávat a prohlížet je. Dlouhodobě vyhodnocuje provozní informace a ukládá do systému statistiky výkonů, počtu cestujících, polohy a charakter mimořádností, nehod atd.

Dispečer z datové vrstvy prostřednictvím informačního systému **může získávat** následující (prostorové) informace a zpracovávat související úlohy uvedené v příkladech.

a) O infrastruktuře (zastávkách, označnicích, nástupních hranách apod.)

- Zjišťovat, kam může zaslat mimořádnou informaci cestující veřejnosti – na inteligentní označníky, informační tabule apod.
- Zjišťovat, na kterou zastávku a ke kterému označníku přistaví náhradní autobusovou dopravu a zda musí někoho informovat – majitele zastávky, správce označníku apod.

b) O JŘ a plánovaném provozu

- Zjišťovat rozsah plánované obslužnosti – místa zastávek, trasování spojů atd.
- Zjišťovat plánované návaznosti a kritická místa na síti.

c) O uzavírkách a změnách ve veřejné dopravě

- Sledovat všechny změny oproti dlouhodobě plánovanému provozu.

d) O aktuálním provozu a mimořádnostech na síti

- Vyhodnocovat dodržování JŘ, objízdné trasy z důvodu uzavírek a změn ve VD.

- Sledovat a analyzovat plynulost provozu, sjízdnost vozovek.
- Z dlouhodobějších statistik zpracovat hodnocení provozu a vhodnost nastavení JŘ.

Recipročně může dispečer do systému **poskytovat** (prostorové) informace především pro řidiče, cestující veřejnost a agregovaná data pro ostatní členy managementu jako například:

- informace o odklonu linky VD z důvodu mimořádnosti na síti,
- informace o čekajících spojích na přípoj,
- informace o náhradní autobusové dopravě, poloze nástupních zastávek, trase apod.,
- vyhodnocení problematických míst na základě statistik z provozu – podněty pro změnu dopravnímu specialistovi,
- vyhodnocení přepravních výkonů za jednotlivé spoje, linky, dopravce, oblasti apod. jako podklad pro tarifního specialistu a také finančního specialistu.

7.2.4 Tarifní specialista

Tarifní specialista pracuje s infrastrukturou a plánovaným provozem v zásadě pouze na úrovni zastávek. Aktuální provoz vůbec neřeší. Jeho úlohou v IDS je dohlížet na spravedlivost tarifu mezi dopravci a druhy dopravy nad plánovaným JŘ. U nově vzniklých zastávek definuje příznak hraničnosti zastávky (poloha zastávky u hranic zón).

Tarifní specialista z datové vrstvy prostřednictvím informačního systému **může získávat** následující (prostorové) informace a zpracovávat související úlohy uvedené v příkladech.

a) O infrastruktuře (zastávkách, označnicích, nástupních hranách apod.)

- Kontrolovat příznak hraničnosti zastávky vůči tarifním zónám jako podklad pro výpočet ceny jízdného.

b) O JŘ a plánovaném provozu

- Kontrolovat možnosti dopravního spojení (trasování linek nad tarifními zónami) a spravedlivost tarifu ze zóny do zóny napříč jednotlivými druhy dopravy, dopravci a linkami.
- Kontrolovat maximální počet projetých zón vůči definované tarifní matici.

c) O odjetých výkonech, tržbách a počtech cestujících

- Analyzovat výkony, tržby a počty cestujících na jednotlivých linkách různých dopravců.

Tarifní specialista do systému naopak může pro další uživatele **poskytovat** (prostorové) informace, jako například:

- tarifní matici definující cenu cestování mezi zónami,
- smluvní přepravní podmínky, tarifní podmínky a ceník jízdních dokladů,
- projekt tarifního řešení pro aplikaci do softwaru odbavovacího zařízení,
- skutečné prokázané náklady a tržby dopravců na jednotlivých linkách a v oblastech,
- návrh na změnu trasování linky pro dopravního specialistu,
- návrh na změnu příznaku hraničnosti zastávky pro GIS specialistu,
- návrh na úpravu hranic tarifních zón,
- v případě nesrovnalostí a nespravedlivosti tarifu může definovat kombinace zón pro tvorbu specifických výjimek v tarifu a cenách jízdenek – tzv. kombizóny, nadzóny apod.

7.2.5 Dopravní specialista

Dopravní specialista plánuje obslužnost území linkami a spoji na konkrétních zastávkách a definuje následně JŘ. Musí tedy ze systému získávat především prostorové informace o území, přepravních vazbách, analyzovat je a následně plánovat trasování linek a spojů a JŘ ve smyslu obsluhy v konkrétní časy. Dopravní specialista nepotřebuje pracovat s mimořádnostmi v provozu a aktuálním provozem, získává až agregovaná data za zastávek, spojů a linek od dispečera ve smyslu dodržování JŘ. Cílem je detekovat problematická místa v dodržování JŘ, vytíženosti spojů a na základě těchto dat vyhodnotit přepravní nabídku vůči poptávce, kvalitu a spolehlivost spojení a navrhnout změny v systému VD.

Dopravní specialista z datové vrstvy prostřednictvím informačního systému **může získávat** následující (prostorové) informace a zpracovávat související úlohy uvedené v příkladech.

a) O území, přepravních vazbách a poptávce po přepravě

- Zjišťovat a analyzovat počty potenciálních cestujících v obcích, jejich poptávku po přepravě ve smyslu času i směru přepravy.

b) O infrastruktuře (zastávkách, označících, nástupních hranách apod.)

- Kontrolovat a porovnávat docházkovou vzdálenost na zastávky v obcích s poptávkou po přepravě.
- Analyzovat polohu přepravních uzlů vůči síti.
- Kontrolovat stav zastávek v obcích, stavební provedení nástupních hran a označků, vybavení zastávek, uzpůsobení zastávek vůči obslužnosti – bezbariérové zastávky atd.
- Zjišťovat parametry zastávek a označků pro definování nové obslužnosti (trasování bezbariérových spojů apod.).

c) O tarifním systému

- Prohlížet prostorový vztah mezi hraničními zastávkami a tarifními zónami.
- Kontrolovat dopravní obslužnost s ohledem na zachování rovných podmínek mezi druhy veřejné dopravy.

d) O JŘ a plánovaném provozu

- Zjišťovat směrově možnosti spojení z obce, čas přepravy z obce X do obce Y, frekvenci spojení atd.
- Analyzovat poptávku po přepravě vůči nabídce – existenci spojení obce X a Y do rozumného časového limitu.
- Analyzovat zatížení sítě a směřování přepravy v různá období během dne.
- Analyzovat zatížení uzlů a reálnost přestupů v různých časech – návaznosti.
- Zjišťovat návaznosti linek a spojů pro plánování další obslužnosti.

e) O odjetých výkonech, mimořádnostech, nehodách a počtech cestujících

- Analyzovat počty cestujících v kontextu trasování linky a poptávky po přepravě ze statistik dispečera.
- Detekovat místa pro změnu obslužnosti.

Dopravní specialista naopak může pro další uživatele **poskytovat** (prostorové) informace, jako například:

- nové trasy linek a spojů nebo změny v trasování,
- aktualizované JŘ,

- objížďky a změny v obslužnosti z důvodu plánovaných uzavírek,
- návrh na vložení nově vzniklých zastávek, změn názvů zastávek, úpravu polohy zastávek, označníků apod.

7.2.6 Finanční specialista

Finanční specialista nebo zodpovědná osoba za finanční rozpočet potřebuje získávat především odvozená a agregovaná data z provozu od dispečera spravujícího výstupy odjetých vozokilometrů a osobokilometrů. Tyto výstupní statistiky potřebuje srovnat s finanční bilancí jednotlivých dopravců a dělbou tržeb od tarifního specialisty. Náklady na provoz je nutné vyhodnocovat také s dopravním specialistou a analyzovat tak společně efektivitu obslužnosti.

Finanční specialista z datové vrstvy prostřednictvím informačního systému **může získávat** následující (prostorové) informace a zpracovávat související úlohy uvedené v příkladech.

a) O infrastruktuře (zastávkách, označících, nástupních hranách apod.)

- Kontrolovat adekvátnost požadavku dopravního specialisty na investice do dopravní infrastruktury, zejména vybavení zastávek – podle polohy a významu v síti.

b) O odjetých výkonech, mimořádnostech, nehodách a počtech cestujících

- Analyzovat odjeté výkony jednotlivých dopravců, druhů dopravy, srovnat vozokilometry, osobokilometry v různých oblastech, tržby z jízdních dokladů.
- Vyhodnotit efektivitu obslužnosti vůči finančním nákladům.

7.2.7 GIS specialista

GIS specialista jako správce geodat a informací má za cíl udržovat datovou vrstvu (databáze) aktuální. Úloha GIS specialisty v systému znamená zajišťovat úlohy jako např. import geodat, vytvoření, editace a smazání záznamu, export geodat, zálohování a archivace, ojediněle také vyhledávání a prohlížení. GIS specialista jako správce (geodat) a s nimi souvisejících informací musí být zodpovědný za informační integraci a tudíž následně i informování všech účastníků IDS. Zároveň je vhodné jej pověřit k provádění prostorových analýz nad geodaty a daty vyžádané tarifním, dopravním nebo finančním specialistou.

7.2.8 Výměna geodat mezi účastníky IDS

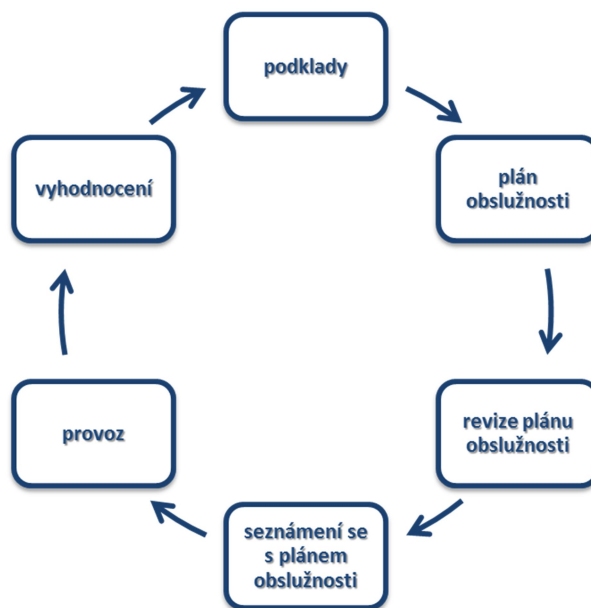
Mezi výše uvedenými účastníky IDS (podkap. 7.2.1 až 7.2.7) dochází k poměrně komplikované výměně dat a informací, které jsou vázané na geodata a s nimi spojené informace. Řada těchto aspektů se vyskytuje v podkap. 7.2.1 až 7.2.7, komplexněji jsou shrnuty v tab. 8.

Datové toky a výměna informací probíhají v několika následujících fázích. Základem datových toků IDS je práce jednotlivých členů managementu IDS, především interakce s dopravním specialistou, který celou přepravní službu plánuje.

- V první fázi finanční specialista sestaví rozpočet pro obslužnost, tarifní specialista ceník JD, tarifní matici a projekt tarifního řešení pro odbavovací zařízení dopravců. Tyto podklady jsou předány dopravnímu specialistovi.
- Dopravní specialista na základě vstupních podkladů, pravidel a omezení sestaví dopravní obslužnost, JŘ, návaznosti, pokyny pro provoz a předpokládanou finanční náročnost obslužnosti.
- V další fázi jsou všechny podklady (tarifní zóny, tarifní matice, obsluhované zastávky, trasování linek a spojů, JŘ), předány GIS specialistovi. Ten podklady naváže na geodata

v systému (zpravidla informace o infrastruktuře, o území atd.), která spravuje a provede kontrolu. Plánovaná obslužnost je zpřístupněna všem členům managementu IDS, kteří kontrolují finanční náročnost, spravedlivost tarifu (zachování rovných podmínek mezi druhy VD) a rozsah obslužnosti.

- Po kontrole je plán dopravní obslužnosti skrz systém zpřístupněn dopravci, aby se seznámil s rozsahem smluvní obslužnosti zajišťované jeho flotilou, pravidly pro úhradu ztrát z provozu, projektem tarifního řešení a obsluhovanou infrastrukturou. Dále jsou tyto informace sdíleny dispečerovi k nastudování navržené obslužnosti a jako podklad pro jeho další práce a také cestujícím k seznámení se s možnostmi cestování. Tento poklad je zároveň zdrojem informací i pro tarifního, dopravního a finančního specialistu.
- Následně je plánovaná obslužnost realizována a do systému se dostává řada real-time informací. S těmi primárně pracuje dispečer řídící provoz, dopravce a řidič, kteří se snaží být informováni o provozu ovlivňujícím jejich flotilu a cestující s cílem realizovat cestu podle plánu. Tyto tři skupiny účastníků IDS si vzájemně vyměňují informace o provozu s cílem eliminovat negativní vlivy a jejich dopady na provoz.
- Další fáze už se týká spíše zpětné vazby a vyhodnocení fungování přepravy podle navržené obslužnosti. Především dispečer, dopravce a cestující podávají informace tarifnímu, dopravnímu a finančnímu specialistovi, aby vyhodnotili efektivitu a vhodnost nastavení systému i vůči finančním prostředkům, nejen vůči poptávce po obslužnosti a dodržování plánované obslužnosti.
- V poslední fázi se uloží výstupy do systému a slouží jako podklad pro opětovné započítání cyklu výměny datových toků (viz obr. 25).



Obr. 25 Cyklus práce s geodaty v rámci datových toků (vlastní zpracování)

Výměna dat a informací, jak bylo v předešlých odstavcích nastíněno, je samozřejmě součástí různých úkolů a náplně práce účastníků IDS. Náplň práce a úkoly, které především management a dopravce zajišťuje, do jisté míry definují, přes kterou vrstvu informačního systému o VD a v jaké podobě tyto osoby data a informace získávají. Souvislost datových toků a třívrstvé architektury IS o VD je podrobněji znázorněna v Příloze 8.

Tab. 8 Tok dat a informací mezi účastníky IDS v konceptu informační integrace (vlastní zpracování)

		MANAGEMENT IDS						
		CESTUJÍCÍ	DOPRAVCE	DISPEČER	TARIFNÍ SPECIALISTA	DOPRAVNÍ SPECIALISTA	FINANČNÍ SPECIALISTA	GIS SPECIALISTA
	CESTUJÍCÍ			informace o provozu a mimořádnostech na síti na jeho trase	zpětná vazba na dodržování přepravních podmínek a funkčnost tarifu	upozornění na chybějící spojení, nevyhovující infrastrukturu		informace o nedostupnosti GIS informačních kanálů
	DOPRAVCE			informace o provozu a mimořádnostech dotýkající se jeho flotily, zpoždění vozidel		informace o stavu obsluhované infrastruktury	finanční zpráva za flotilu v rozsahu objednané veřejné dopravy	informace o stavu obsluhované infrastruktury
MANAGEMENT IDS	DISPEČER	zpoždění, mimořádnosti, změny v provozu	informace o mimořádnostech, pokyny pro provoz		statistiky skutečně odjetých výkonů za spoje linek, dopravce	vytížení linek, pravidelná zpoždění, provozní statistiky	statistiky výkonů a provozu za dopravce	
	TARIFNÍ SPECIALISTA	smluvní přepravní podmínky, tarifní podmínky, cena jízdních dokladů	projekt tarifního řešení pro aplikaci do softwaru odbavovacího zařízení			specifikace tarifního systému, revize dopravní obslužnosti ve vazbě na tarifní systém při zachování rovných podmínek mezi jednotlivými druhy veřejné dopravy	skutečné nebo prokázané náklady a tržby dopravců, další výnosy IDS, dělba tržeb, rozsah dokrytí ztrát, ceník jízdních dokladů	podklady pro vymezení tarifních zón a přiřazení zastávek mezi hraniční, nové názvy a umístění zastávek, úprava tarifních zón
	DOPRAVNÍ SPECIALISTA	informace o dopravním spojení, přestupnosti, JŘ	specifikace smluvní dopravní obslužnosti, JŘ	specifikace plánu dopravní obslužnosti, JŘ, pokyny pro provoz	návrh dopravní obslužnosti v území ve vazbě na tarifní systém při zachování rovných podmínek mezi druhy veřejné dopravy		finanční náročnost navrženého rozsahu dopravní obslužnosti	data o obslužnosti – JŘ (linky, spoje, projížděné zastávky), data o území, o infrastruktuře
	FINANČNÍ SPECIALISTA		pravidla pro úhradu ztrát z provozu, dokrytí, bilance nákladů nebo protarifovací ztráty jako podíl na IDS		plánovaný objem prostředků pro financování dopravní obslužnosti z pohledu tarifního systému a jednotlivých dopravců	plánovaný objem prostředků pro financování dopravní obslužnosti z pohledu rozsahu spojů a linek		výnosy linek, dopravců za určitou oblast apod.
	GIS SPECIALISTA	informace o infrastruktuře, zpřístupnění aplikací	GIS podklady pro plánování a řízení provozu, informace o infrastruktuře	datový podklad pro dispečink	informace o tarifních zónách a hraničních zastávkách, trasování linek	informace o území, infrastruktuře, osídlení, obslužnosti	informace o stavu infrastruktury pro investiční záměry	
		provozní informace	tarifní informace		dopravní informace	finanční informace		geodata

7.3 NÁVRH DATOVÉHO MODELU VEŘEJNÉ DOPRAVY

Jak bylo v podkap. 7.2 definováno, prostorová databáze IDS VD jako výsledek informační integrace obsahuje velké množství na první pohled různorodých informací. Velkou část těchto dat je již možné smluvně získávat, nicméně všechna data se váží na základní objekty infrastruktury a plánovaného provozu, které si musí organizátor IDS obstarat sám. Koncoví uživatelé těchto základních dat o infrastruktuře a plánovaném provozu a jejich potřeby definují věcný obsah databáze. Datové modelování definuje potřebnou strukturu dat, jehož výsledkem je datový model. Právě datové modelování s cílem zachytit a popsat vybranou část reality je pro správu geodat o VD zásadní. Zvolená forma předání informace a její věcný obsah totiž ovlivňují nejen vyhodnocování přepravních výkonů, potřeb, nákladů a tržeb, výpočet ceny jízdného nebo plánování a vyhodnocení jízdy, ale stávají se také jedním z nejdůležitějších faktorů při výběru dopravního prostředku. Právě geodata dávají tabelárním hodnotám význam a umožňují analyzovat vztah mezi poptávkou a nabídkou na základě vztahů v prostoru. Umožňují tak především managementu kvalitně a efektivně plánovat a dopravcům, respektive jejich dispečerům přesně analyzovat, vyhodnocovat a řídit aktuální provoz VD. Cestující pak z geodat získávají srozumitelné a atraktivně prezentované informace pro plánování a realizování jejich individuální cesty. Prostorová data a na ně navázané související informace jsou tak nepostradatelné jak pro jednotlivé skupiny uživatelů (cestující, dopravce, management), ale také pro tři stávající podsystémy IDS (organizace a ekonomiku, dopravu a tarif).

Na základě získaných poznatků bylo zjištěno, že je nezbytné vnímat rozdíl mezi entitami vztahujícími se k infrastruktuře sítě VD a plánovanému provozu (informace v JŘ). **Infrastrukturou** obecně (bez rozlišení typu dopravy) tvoří především označníky, nástupní hrany, nástupiště, zastávkové pruhy, koleje, tratě, přístupové prostory a vybavení, tedy převážně hmotné objekty umístěné a identifikovatelné v prostoru bez častých a významných změn. Kromě přesné polohy objektů je důležitá i topologie vůči tarifním oblastem (zónám, pásmům). Navržený datový model předpokládá, že organizátor disponuje alespoň základní infrastrukturou (železniční tratě a úseky, tramvajové koleje a silniční síť), aby byl schopen přesně generovat linky a spoje. Zatímco entity infrastruktury jsou poměrně stálé, plánovaný provoz se v celém rozsahu mění minimálně jednou za rok se změnou JŘ (v polovině prosince), menší změny jsou realizovány čtvrtletně. **Plánovaným provozem** jsou myšleny trasy autobusových a tramvajových linek definovaných jako posloupnost obsluhovaných zastávek a jejich podmnožina v podobě spojů obsluhujících zastávky zpravidla buď od první po poslední, nebo naopak. Posloupnost zastávek spoje se však může mírně lišit od referenční trasy linky (často se jedná o zajištění v ranních a odpoledních hodinách do průmyslových areálů). V případě železniční dopravy neexistuje úroveň linek, nad železničními tratěmi se rovnou vytváří vlakové spoje jako posloupnost zastávek bez rozlišování označků. Až nad těmito daty probíhají veškeré real-time datové toky o provozu a informace vztažené k přesunům mezi konkrétními označníky nebo zastávkami, po předem stanovených trasách a ve stanovených časech.

Z analýzy obslužnosti a stavebního provedení infrastruktury jednotlivých druhů dopravy se ukázalo nezbytné vytvořit datový model odděleně pro železniční dopravu a autobusovou + tramvajovou dopravu (zjednodušeně pro MHD a VLD) provozovanou po silnici nebo její upravené části. Oba navržené datové modely, které jsou obsahem tohoto dílčího cíle, vychází z rozsáhlého standardu NeTEx, z něhož byly vybrány části uplatnitelné pro VD v ČR. Částečně

převzaty a rozpracovány byly atributy týkající se zastávek nebo stanic, označnicků, nástupních hran, zastávkových pruhů (v NeTeX definováno jako příjezd vozidel), linek, spojů, přístupových prostor a další. Tento výchozí koncept byl doplněn číselníky z národní úrovně (JDF) a také specifickými potřebami řídicího orgánu pro správu veřejné dopravy na úrovni kraje. Výsledkem jsou dva datové modely pro evidenci základních entit infrastruktury a plánovaného provozu všech druhů doprav, které jsou postaveny nad odborně sestavenými číselníky zabírajícími neodborné interpretaci. Koncept předpokládá, že přiměřený rozsah sledovaných entit a atributů umožní zajištění kompletního sběru moderními technologiemi (GPS, tablet, GIS), vysokou polohovou a topologickou přesnost objektů a snadnou aktualizaci dat.

7.3.1 Datový model pro veřejnou linkovou a městskou hromadnou dopravu

Datový model se skládá z celkem 19 entit, celkem 11 entit tvoří část infrastruktura, zbývajících šest entit tvoří část plánovaný provoz. Průměrný počet atributů na entitu činí 14, medián je 12 atributů na entitu.

Datové typy atributů jsou z 30 % textové řetězce, 21 % jich pracuje s časem, datem nebo časovou značkou, 19 % jsou pouhé boolean hodnoty, 14 % tvoří číselné datové typy, 12 % jsou číselníky a 4 % atributů jsou geometrie bodů, linií nebo polygonů. U každé entity je definován atribut týkající se data a času vytvoření záznamu, eviduje se také editor záznamu a časová značka aktualizace. U některých entit se vyskytuje také atribut začátek a konec platnosti záznamu. Procedurově pomocí triggeru je pak v čase ukončení platnosti záznamu možné nastavit přesun záznamu do databáze ukládající historii. Kardinalita vztahu mezi záznamy jednotlivých entit je výhradně 1:N, všechny vztahy M:N byly dekomponovány pomocí vazebních tabulek. Každá entita má definován primární klíč, na němž závisí ostatní atributy, respektive jejich hodnoty. Z primárních klíčů pak vznikaly propojením s dalšími entitami cizí klíče (v několika málo případech se jedná o složené cizí klíče). U některých atributů bylo využito i integritního omezení ve smyslu vyžadování nenulové hodnoty nebo byla zadána defaultní hodnota. V datovém modelu je celkem 31 atributů řešeno jako číselník pro minimalizaci chybně nebo nepřesně zadané hodnoty. Každý atribut také nese popis, ve kterém je vysvětlen význam atributu.

Základem datového modelu je část týkající se infrastruktury, především entita zastávka (*ZASTAVKA*), nad kterou je model vystavěn. Zastávka je virtuální bod, v datovém modelu má souřadnice vypočtené jako centroid polohy všech označnicků dané zastávky (obr. 20, obr. 21), další podmínkou je, že musí ležet na komunikaci. Zastávka je v datovém modelu jednoznačně označena několikamístným číslem z CIS JŘ, které stejně jako název zastávky schvaluje dopravní úřad příslušného kraje a v celé databázi zastávek ČR je jedinečné. Díky této skutečnosti byla pro potřeby datového modelu nad číslem zastávky z CIS JŘ postavena i konvence tvorby ID navázaných entit na zastávku. Název zastávky dodržuje dvoučárkovou konvenci podle CIS JŘ - tvoří jej čárkou oddělené řetězce: obec, část obce, bližší místo. Ne všechny zastávky však mají všechny tři části názvu. Nutná je minimálně první část, další dvě jsou volitelné. V případě, že vypadne prostřední část názvu, je první a poslední část názvu oddělena dvěma čárkami. Název obce a případně část obce je vhodné navázat na oficiální číselník, v datovém modelu je návrh entity obec (*OBEC*) a část obce (*CAST_OBCE*). Každá zastávka patří do právě jedné tarifní zóny vymezující plochy se stejnou cenou cestování, která je součástí entity tarifní zóna (*TARIFNI_ZONA*). Pokud je zastávka přestupním uzlem, zpravidla má v blízkosti možnost parkování. Entita parkování (*PARKOVANI*) proto popisuje možnosti parkování a vlastnosti parkoviště. Zpravidla u větších zastávek a nádraží bývá také odbavovací hala s nejrůznějšími

vybavením, např. úschovnou, čekárnou, výtahem, občerstvením apod. (obr. 21). Tyto objekty popisuje entita odbavovací hala (*ODBAVOVACI_HALA*), jejíž součástí může být také kancelář dopravce evidovaná v entitě kancelář (*KANCELAR*). Pomocí entity dopravce (*DOPRAVCE*) je pak vyjádřen vlastnický vztah dopravce vůči kanceláři, součástí jsou však i další atributy popisující dopravce (např. IČO, adresa, telefon atd.).

Zastávku však stavebně a fyzicky tvoří entity: nástupní hrana (*NASTUPNI_HRANA*), označnický pruh (*OZNACNIK*), zastávkový pruh (*ZASTAVKOVY_PRUH*), vybavení (*VYBAVENI*) a přístupový prostor (*PRISTUPOVY_PROSTOR*). Nástupní hrana je okrajová část plochy definované jako plocha umožňující bezpečný pohyb cestujících v souvislosti s výstupem z vozidla, čekáním na spoj nebo nástupem do vozidla (obr. 20, obr. 21). Její délka je standardně stejná jako délka nástupiště nebo se doporučuje alespoň délka nejdelšího provozovaného vozidla na zastávce. Většina zastávek má právě dvě nástupní hrany (jednu v každém směru), větší přestupní uzly jich mohou mít více. Každá nástupní hrana musí být z pohledu datového modelu určena minimálně polohou jejího začátku a konce. Poloha začátku a konce potom v datovém modelu udává orientaci nástupní hrany vůči světovým stranám, která se promítá do ID nástupní hrany. Technické provedení nástupní hrany je také klíčovou informací pro cestující veřejnost se zdravotním postižením. U nástupní hrany je proto nezbytné evidovat atributy jako je bezbariérovost, vodící linie, signální a varovný pás, akustický hlásič nebo možnost otočit se s invalidním vozíkem. Vybrané specifické atributy jsou vysvětleny v Příloze 9. Na každé nástupní hraně musí být umístěn minimálně jeden označnický pruh, který je definován jako svislé výrazné označení tramvajové, autobusové nebo trolejbusové zastávky, popřípadě zastávky jiné dopravy. Označnický pruh jsou zpravidla umístěny v úrovni čela nástupní hrany (na začátku nástupního ostrůvku nebo na začátku části chodníku) vymezené pro zastávku (obr. 20, obr. 21). Jeho provedení a umístění je pro orientaci cestující veřejnost zásadní. Zpravidla se jedná o označnický pruh ve formě sloupku (jedna svislá tyč), rámu (stavebně přibližně 30 cm široká konstrukce) nebo konzoly (pouze orámovaná tabule reprezentující označnický pruh na přístřešku, budově apod.). K nástupní hraně přiléhá zastávkový pruh, který je v datovém modelu navázaný pomocí ID na nástupní hranu. Jedná se o místo, kde zastavuje vozidlo veřejné dopravy, obvykle bývá součástí komunikace (obr. 20, obr. 21). Atributy navázané na zastávkový pruh jsou podstatné zejména pro dopravce a jejich řidiče, kteří mají možnost získat informace o stavebním a technickém provedení místa k zastavení a také dispečera při řízení provozu. Jedná se například o údaje, zda je zastávkový pruh řešen zálivem, jakou má záliv délku a hloubku, zda existuje odbočovací pruh atd. Ke každé nástupní hraně náleží také alespoň základní vybavení, jedná se především o osvětlení, odpadkový koš, přístřešky, lavičky, automaty na jízdní doklady a další, které mají vliv na výběr zastávky pro nástup nebo výstup cestující veřejnosti z vozidla VD. Z pohledu cestujících je také důležité mít informace o tom, jak se na nástupní hranu dostanou, co všechno musí překonat. V datovém modelu tyto skutečnosti popisuje přístupový prostor navázaný právě na nástupní hranu (obr. 20, obr. 21). Jedná se zejména o popis nadchodů, podchodů, výtahů apod.

Druhou část datového modelu tvoří entity týkající se plánovaného provozu, kterým jsou myšleny entity vycházející z JŘ, jako jsou linky, spoje atd. Základem této části datového modelu je entita linka (*LINKA*) reprezentovaná linií, kterou tvoří výčet obsluhovaných zastávek (*ZASLINKY*). Linkou se rozumí souhrn dopravních spojení pro pravidelnou dopravní obsluhu určených míst. Linka je jednoznačně určena identifikátorem linky, který je složen z ID CIS JŘ (např. 890700) a tzv. rozlišení linky, linkám jej přiřazuje příslušný dopravní úřad kraje. První trojčíslí čísla linky udává číslo dopravního úřadu, další trojčíslí je vlastní číslo linky, rozlišení

linky je zpravidla číslo od jedné do pěti určující variantu linky během roku. Linka má kromě názvu linky (např. Olomouc-Dolany-Bělkovice-Lašťany) další řadu převážně časových údajů definujících období provozu a platnost licence, JŘ apod. Podmnožinou linky jsou její jednotlivá dopravní spojení tzv. spoje (*SPOJE*) definované přesnou časovou posloupností zastávek (*ZASSPOJE*). Zpravidla sudé spoje linky jezdí v jednom směru linky a liché naopak. Zatímco linka udává referenční (obecnou) trasu vozidel veřejné dopravy, spoj může mít specifickou posloupnost zastávek (např. spoj č. 3 má za úkol v 6:00 ráno obsloužit navíc i výrobní závod X, ostatní spoje již kopírují referenční trasu linky). Spoje je možné seskupovat do skupin pod entitou skupina spojení (*SPOJSKUP*). Na jednotlivé spoje u konkrétních označků může navazovat další spoj, přičemž toto propojení je evidováno entitou návaznosti (*NAVAZNOST*).

Tyto entity jsou zpravidla základem pro další informační integraci popsanou v podkap. 7.1 a 7.2. Tímto navrženým základem by měl organizátor IDS disponovat i z toho důvodu, aby byl schopen efektivně veřejnou dopravu plánovat, řídit a vyhodnocovat. Grafická podoba entit a vazeb mezi entitami je součástí Přílohy 10, popis fyzického návrhu modelu je součástí Volné přílohy č. 1.

7.3.2 Datový model pro železniční dopravu

Datový model se skládá z celkem 20 entit, celkem 16 entit tvoří část infrastruktura, zbývající čtyři entity tvoří část plánovaný provoz. Průměrný počet atributů na entitu činí 13, medián je 11 atributů na entitu.

Datové typy atributů jsou podobně zastoupené jako u předchozího datového modelu pro VLD a MHD. Z 29 % jsou to textové řetězce, 21 % atributů pracuje s časem, datem nebo časovou značkou, 18 % jsou pouhé boolean hodnoty, 14 % tvoří číselné datové typy, 14 % jsou číselníky a 4 % atributů jsou geometrie bodů, linií nebo polygonů. U každé entity je opět definován atribut týkající se data a času vytvoření záznamu, eviduje se také editor záznamu a časová značka aktualizace, někdy také začátek a konec platnosti záznamu. Kardinalita vztahu mezi záznamy jednotlivých entit je výhradně 1:N, všechny vztahy M:N byly dekomponovány pomocí vazebních tabulek. Každá entita má definován primární klíč a většina z nich alespoň jeden cizí klíč. U některých atributů bylo opět využito i integritního omezení ve smyslu vyžadování nenulové hodnoty nebo byla zadána defaultní hodnota. V datovém modelu je celkem 37 atributů řešeno formou číselníku. Všechny atributy jsou opět významově vysvětleny.

Nejen u předchozího modelu je základem datového modelu v části infrastruktura entita zastávka (*ZASTAVKA*). Zastávka zde figuruje jako bodový geoprvek a zároveň zastřešující pojem pro všechny další entity v prostoru (entity s prostorovou vazbou na zastávku). Zastávkou je myšlen dopravní bod, který je dán oficiálním kvalifikátorem SŽDC, který je uložen v entitě kvalifikátor (*KVALIFIKATOR*). Zastávka je opět virtuální bod se souřadnicemi vypočtenými jako centroid odbavovací haly, přístřešku v případě stanice nebo centroid nástupiště v případě jednoduché zastávky. Zastávka je v datovém modelu jednoznačně označena identifikátorem z CIS JŘ převzatým od SŽDC. Nad tímto číslem je opět postavena i konvence tvorby ID navázaných entit na zastávku, její název zpravidla koresponduje s názvem obce, případně její částí, pokud je v obci více zastávek. Proto je entita zastávka (*ZASTAVKA*) navázána na společné entity s druhým modelem – obec (*OBEC*) a část obce (*CAST_OBCE*). V případě, že se jedná o typ dopravního bodu železniční stanice, je nezbytné evidovat a na záznam navázat entitu odbavovací hala (*ODBAVOVACI_HALA*) s nejrůznějším vybavením, jako je např. úschovna, čekárna, výtah, občerstvení apod. V případě, že je součástí

odbavovací haly také kancelář dopravce, je na odbavovací halu navázána další entita kancelář (*KANCELAR*), která se váže na entitu dopravce (*DOPRAVCE*), který kancelář provozuje. Nezřídka bývá dostupná i možnost parkování (*PARKOVANI*) jako další evidovaný objekt navázaný na zastávku. Tyto entity (odbavovací hala, kancelář, dopravce a parkování) mohou být pro oba modely společné.

Zastávku však stavebně a fyzicky tvoří entity: nástupiště (*NASTUPISTE*), kolej (*KOLEJ*), vybavení nástupiště (*VYBAVENI_NAST*) a přístupový prostor (*PRISTUPOVY_PROSTOR*). Nástupiště je zpevněná a vyvýšená plocha umožňující bezpečný pohyb cestujících v souvislosti s výstupem z vozidla, čekáním na spoj nebo nástupem do vozidla. Každá železniční zastávka nebo stanice má alespoň jedno nástupiště, jehož parametry jsou dány předpisy pro železniční stavby. Nástupiště, které má zpravidla nějaké vybavení evidované v samostatné entitě (odpadkový koš, lavička, osvětlení, přístřešek apod.), je cestující veřejnosti zpřístupněno způsobem popsaným entitou přístupový prostor. Kolej je v datovém modelu myšlena pouze dopravní předjízdna kolej, tedy ta, která slouží k zastavování vlaků určených k odbavování cestujících. Oproti předchozímu datovému modelu má tento model pro železnici ještě entitu zastávky na úseku trati (*ZASTAVKA_USEK*), traťový úsek (*TRATOVY_USEK*) a trať (*TRAT*). Traťové úseky jsou tvořeny jednotlivými zastávkami a tyto traťové úseky pak tvoří jednotlivé tratě.

Druhou část datového modelu pak tvoří plánovaný provoz, kterým jsou myšleny jednotlivé vlakové spoje spojující zastávky na konkrétních železničních tratích. Základem této části datového modelu je tedy vlakový spoj (*VLAKOVY_SPOJ*) reprezentovaný linií jako výběr úseků tratí, na kterých leží obsluhované zastávky (*ZAST_VLAK_SPOJE*). Jednotlivé spoje je stejně jako u druhého modelu možné seskupovat do skupin a vytvářet entitu skupina spojů (*SPOJSKUP*). V zastávkách na sebe mohou jednotlivé vlakové spoje navazovat, tyto informace se ukládají do entity návaznosti (*NAVAZNOST*).

Výše uvedené entity datového modelu související s železniční dopravou jsou opět základem pro další informační integraci popsanou v podkap. 7.1 a 7.2. Grafická podoba entit a vazeb mezi entitami je součástí Přílohy 11, popis fyzického návrhu modelu je součástí Volné přílohy č. 2.

7.4 SBĚR A AKTUALIZACE GEODAT O INFRASTRUKTUŘE A PLÁNOVANÉM PROVOZU

Z podkap. 7.2 je patrné, že v rámci informační integrace je problematická integrace dat a geodat o infrastrukturu, prostorová složka plánovaného provozu (ve smyslu JŘ) a některé další údaje o provozu mimo povinné údaje v JDF formátu. Navržené datové modely v podkap. 7.3 navíc obsahují poměrně velké množství atributů, nicméně se jedná o nutný základ. Právě tato geodata jsou totiž v databázi stěžejní, na ně se váží všechna další data a informace. Ostatní potřebná data a geodata je možné převzít od subjektů (odborů dopravy, magistrátů měst, dopravců, Národního dopravního informačního centra, CHAPS, spol. s r. o. atd.), které jsou garantem geodat a smluvně je poskytují dalším subjektům veřejné správy.

Již před tvorbou datových modelů tak byl sestavován také koncept způsobu sběru a aktualizace geodat o infrastrukturu a plánovaném provozu (tedy o síti VD). Objekty (entity) infrastruktury jsou oproti plánovanému provozu nad ní relativně stálé, avšak problémem je jejich množství a počet jejich atributů. Plánovaný provoz se mění minimálně jednou ročně. V případě sítě IDSOK je však každoročně Dopravním úřadem schvalováno přes 350 linek,

z nichž každá má několik variant průjezdu trasy (některé spoje linek mají společnou jen základní část trasy). Z výše uvedených důvodů je rozdílný způsob sběru a aktualizace geodat pro části infrastruktury a pro linky a spoje jako součást plánovaného provozu.

7.4.1 Prvotní sběr geodat

Prvotní sběr geodat je časově nejnáročnější. Vyplatí se tedy nepodcenit samotnou přípravu a především koncept způsobu sběru geodat.

Pro prvotní sběr, ale i obecně pro jejich sběr o jednotlivých nových zastávkách, nástupních hranách, označnicích, zastávkových pruzích, i prostorech a objektech vázaných k nástupní hraně nebo zastávce, se jako neoptimálnější varianta jeví využití předem naprogramované aplikace pro terénní sběr těchto geodat odpovídající datovému modelu. Na základě podrobné analýzy v rámci organizace KIDSOK bylo zjištěno, že nejvhodnějším zařízením je tablet. Důvodem je především velikost displeje, na kterém je práce s aplikací v podobě formulářů mnohem rychlejší, přehlednější a komfortnější. Klíčovou výhodou zvolené technologie je zabudovaná GPS a navigace, možnost připojení k Wi-Fi nebo pořízení fotografie. Všechny tyto možnosti jsou pro sběr geodat podle datového modelu potřebné. Výhodou je i dostatečná výdrž baterie s možností dobíjení ve vozidle při přejezdech mezi mapováním. Před zahájením terénních prací se synchronizují číselníky a podkladová geodata (tarifních zón, linkového vedení, podkladových map a dalších). Aplikace musí umožňovat kromě vyplnění požadovaných atributů také zaznamenání polohy prostorových prvků (poloha začátku a konce nástupní hrany, označnicku a prostorů a objektů vázaných k nástupním hranám nebo zastávkám obecně) nebo pořízení fotografie. Ideální je co nejvíce atributů řešit číselníkem, aby nedocházelo k nekonzistenci dat a chybám v ručním zadání, které by bylo i časově náročné. Po terénním šetření je optimální jednorázové vyčtení geodat z tabletu do systému a buď kompletně, nebo pouze formou změnových souborů. Ke každé stahované dávce geodat je vhodné ukládat jméno terénního pracovníka jako pořizovatele změnových dat a také datum a čas změny údajů. Veškeré změny v databázi vyčtením z tabletu je nezbytné ukládat do historie práce s daty.

Linky a spoje vznikají jako posloupnost již existujících silničních, železničních nebo tramvajových úseků. Zatímco síť komunikací zůstává relativně stálá, linky a spoje se mění každý rok v závislosti na přepravní poptávce a přepravních vazbách. Každoroční manuální změna trasování linek a spojů jako posloupnost zastávek by kladla na správu dat obrovské časové nároky (na území Olomouckého kraje obslužnost zajišťuje více než 350 linek a 18 000 spojů MHD a VLD). U autobusové dopravy by navíc s vysokou pravděpodobností docházelo k chybám. Zatímco u železniční a tramvajové dopravy by vždy došlo k jednoznačnému výběru kolejí jako spojnice mezi dvěma zastávkami, u autobusové dopravy především ve městech a příměstských oblastech existuje více možností výběru silničních úseků pro spojení dvou zastávek. Trasy jednotlivých spojů je proto s vysokou úspěšností blížící se 100 % možné získávat následovně. Posloupnost zastávek spoje je vstupem do algoritmu, který na základě železniční nebo tramvajové sítě vybírá nejkratší spojnice dvou zastávek na trase spoje. V případě generování tras autobusových linek dochází na základě váhy typu silnice k výběru úseků silnic spojujících zastávky a vytváří se nejpravděpodobnější trasa jednotlivých spojů ještě před reálným provozem. Tyto navržené trasy autobusových spojů jsou dále ještě upraveny získáváním geodat z dat podpůrných technologií pro dispečerské řízení dopravců. Podstata řešení je založena na umístění GPS lokátorů ve vozidlech sledujících pohyb vozidel na dopravní síti, je tedy využito stejného protokolu jako v případě sledování aktuální polohy

vozidel. Ke každému záznamu liniové vrstvy spojů je pro autobusovou a tramvajovou dopravu ukládán atribut číslo linky a číslo spoje z CIS JŘ, geometrický obraz linek reprezentuje referenční (základní) trasu spojů. Pro železniční dopravu se ukládá pro jednotlivé spoje nad železniční sítí vždy jedinečný identifikátor vlakového spoje.

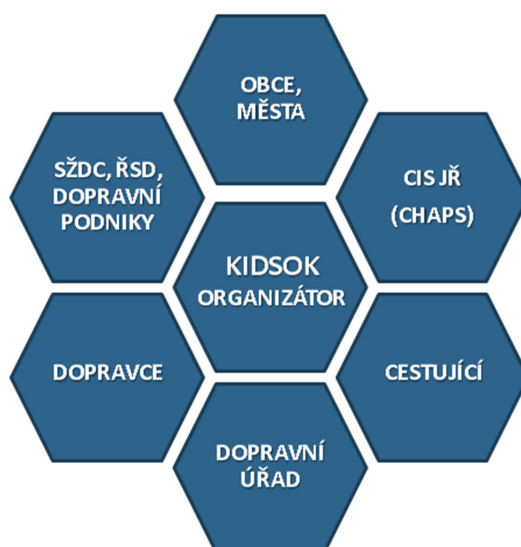
7.4.2 Průběžný sběr a aktualizace geodat

Jak bylo výše zmíněno, zastávky a jejich vybavení se příliš nemění. V podmínkách Olomouckého kraje pro všechny druhy dopravy v průměru za rok tři zastávky zaniknou, 15 změní název a 5-10 nových zastávek vznikne. Tyto informace je možné získat z příslušného dopravního úřadu, který změny schvaluje, nebo přímo z CHAPS využíváním číselníků CIS JŘ.

Zánik zastávky v databázi znamená pouze převod zastávky z aktivního stavu do neaktivního (jako příznak zrušení zastávky) s příslušným datem zrušení. Zastávka fyzicky v databázi zůstává pro případ opětovného obnovení v budoucnu, ID této zastávky je jedinečné a nemůže jej získat žádná další zastávka. Změnou názvu zastávky dojde pouze k přepsání atributu název zastávky a k zapsání data změny. U nových zastávek nebo alespoň jejich částí, případně stavebních změn, je nutné dodatečně provést terénní šetření pomocí tabletu s aplikací a změnová data přenést do databáze. Při vzniku nové zastávky nebo stavebních úpravách musí příslušné orgány (dopravní úřad, obec apod.) informovat organizátora o změnách a postoupit mu podklady dlouho před začátkem obslužnosti zastávky, je tedy možné aktualizovat databázi ještě před začátkem provozu. V případě, že dopravce při pravidelné obsluze zastávky zjistí nesrovnalost nebo pro provoz zásadní informaci, sděluje ji zpravidla dispečerovi, který informaci postoupí k řešení. V případě, že je cestujícím dána možnost zpětné vazby, mohou posílat např. fotografie zničené zastávky spadlým stromem, poničené vybavení vandalismem nebo popisem hlásit nesrovnalosti v databázi oproti reálnému stavu.

7.4.3 Správa aktuálních geodat o základních objektech

Vzhledem k tomu, že objektů a sledovaných atributů je velké množství, může se velice rychle stát, že i pečlivě naplánovaný a realizovaný prvotní sběr geodat povede k rychlému zastarávání dat, chybějící integritní omezení ke ztrátě konzistence. Je tedy v první řadě nutné do sběru a aktualizace geodat zapojit všechny účastníky IDS včetně poskytovatelů geodat o základní infrastrukturu (silniční úseky, železniční tratě, tramvajové koleje), viz příklad kooperace v rámci KIDSOK na obr. 26. Dále je nutné stanovit jednoho správce (GIS specialistu), který bude veškeré zásahy v databázi provádět, ostatní uživatelé budou mít práva v účtu nastavena pouze na prohlížení nebo zadávání informací ukládajících se do jiné databáze (databáze řešených zpoždění, reklamace služby cestujícími apod.) Pouze tak je možné zajistit aktuálnost, širokou využitelnost a trvalou udržitelnost správy geodat. Jejich sběr je proto nutné naplánovat v rychlém sledu s dalšími úkony vedoucími k publikování geodat v prostředí internetu, pomocí mobilních aplikací nebo jako součást dispečerského řízení.



Obr. 26 Subjekty zapojené do sběru a aktualizace geodat o veřejné dopravě (vlastní zpracování)

7.5 SHRNUÍ A ZÁVĚR

Koncept datového modelu veřejné dopravy představený v této kapitole je rozdělen do čtyř částí.

První část konceptu (podkap. 7.1) se věnuje návrhu třívrstvé architektury informačního systému, přičemž podrobněji byla popsána především jeho datová vrstva (podkap. 7.1.1). Cílem bylo upozornit na důležitost této vrstvy jako výsledku informační integrace, protože až nad ní je možné stavět logiku výpočtů v aplikační vrstvě a díky prezentační vrstvě tato geodata vhodně prezentovat uživatelům (podkap. 7.1.2). Organizátor plní nejen roli správce, jeho úkolem je spravovaná geodata také analyzovat, vyhodnocovat a některé z nich také poskytovat cestujícím veřejnosti nebo dopravcům a jejich zaměstnancům. Velkou diverzitu geodat uvedených v informační integraci mohou organizátoři získávat od různých poskytovatelů (obr. 26). Základ geodat o infrastruktuře a plánovaném provozu VD, na který je možné tato data navázat, si však musí pořizovat sami.

Na základě analýzy požadavků a probíhajících procesů byla v druhé části této kapitoly (podkap. 7.2) definována pravidla informační integrace a optimalizovány datové toky týkající se geodat, ale i dat na nich navázaných (tab. 8). Tok geodat jednotlivých uživatelů je oboustranný, každý ze systému něco získává a něco do systému poskytuje. Cyklus výměny datových toků má šest základních fází (obr. 25), nejdůležitějším účastníkem z pohledu obsahu datových toků je dopravní specialista, naopak pro přenos geodat a efektivitu práce s nimi je klíčovým účastníkem GIS specialista. Ten přidává číslům, informacím a nejrůznějším údajům další rozměr, váže je na geodata. To umožňuje získat další souvislosti a optimalizovat řadu přepravních procesů.

Vzhledem ke skutečnosti, že VLD, MHD (provozované po silnici) a železniční doprava mají různé stavební a provozní parametry, byl ve třetí části popisu konceptu datového modelu vytvořen jeden datový model společně pro VLD a MHD (podkap. 7.3.1.) a druhý datový model pro železniční dopravu (podkap. 7.3.2.). Oba datové modely mají shodně část týkající se infrastruktury a část týkající se provozu. Zatímco část o infrastruktuře je poměrně stálá a přibývají v ní záznamy v řádech jednotek, část týkající provozu se kompletně obměňuje minimálně jednou za rok se změnou JŘ. Datové modely mají okolo 20 entit, na každou entitu připadá průměrně 13-14 atributů, řada z nich je však provozních ve smyslu evidence data

změny, uživatele, který změnu provedl apod. V obou modelech se vyskytuje řada odborně sestavených číselníků, aby se zabránilo neodborně zadávaným údajům a překlepům. Výčet entit a atributů v navržených datových modelech je oproti světovým a evropským standardům střídmejší, rozšiřuje však národní JDF o zásadní atributy potřebné pro řízení IDS.

Na základě všech získaných zkušeností bylo v poslední čtvrté části popisu konceptu datového modelu (podkap. 7.4) doporučeno zaměřit se na vytvoření mobilní aplikace pro sběr dat v terénu, která bude umožňovat práci také s GPS polohou a bude umět ukládat k jednotlivým záznamům také fotografie. Do procesu aktualizace a údržby aktuální databáze je nutné zapojit všechny orgány jako účastníky IDS, ale také cestující veřejnost. Veřejná doprava je totiž plná dynamických procesů a jevů a každý den je třeba reagovat na drobné změny, které v dlouhodobém horizontu mohou způsobit nepoužitelnost náročně sesbíraných dat.

Poznatky získané v předchozích kapitolách vedly k poznání řady klíčových aspektů vedoucích k vytvoření datových modelů pro VLD+MHD a železniční dopravu a kvalitního nového konceptu správy a práce s geodaty o VD.

Mezi účastníky IDS se uskutečňuje na bázi informační integrace řada datových toků a výměn geodat, jejichž popis vedl spolu s analýzou požadavků k sestavení dvou datových modelů pro veřejnou dopravu. Oba smysluplně sestavené datové modely jsou postaveny na části týkající se infrastruktury a části o plánovaném provozu. Na tato geodata je možné navázat další data, která jsou součástí navržené informační integrace. Úskalí a negativní zkušenosti managementu IDS vedly také k definování třívrstvé architektury informačního systému o VD a doporučení, jak geodata obsažená v datových modelech pořizovat a udržovat aktuální. Tento koncept tvorby a správy geodat o VD zohledňuje světové a evropské standardy, národní standard JDF, požadavky jednotlivých uživatelů IDS a zároveň je na úrovni kraje realizovatelný a trvale udržitelný. Praktické využití navrženého konceptu povede nejen k rozvoji informovanosti všech účastníků IDS, ale může sloužit i ke zkvalitnění a zatraktivnění VD.

8 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ DATOVÉHO MODELU A KONCEPTU SPRÁVY GEODAT PRO VEŘEJNOU DOPRAVU NA ÚROVNI KRAJE

Text této kapitoly je realizací DC5, jehož cílem je využít navržený datový model (viz podkap. 7.3) a ověřit jej společně s novým konceptem správy geodat pro veřejnou dopravu Olomouckého kraje (viz kapitola 7) v praxi. Cílem je využít datový model pro různé úlohy organizátora IDS, které lze velmi obtížně realizovat bez nového konceptu nebo databáze založené na navrženém modelu.

Navržený koncept pro správu geodat veřejné dopravy na úrovni kraje je natolik komplexní, že sběr a úplné naplnění všech jeho částí v kontextu informační integrace nebylo možné v rámci disertační práce obsáhnout. I pro organizátora dopravy je toto dlouhodobý úkol předpokládající koordinaci činností velké řady subjektů i interních zaměstnanců. Takto rozsáhlým úkolem se organizátor IDS zabývá až při zajišťování podkladů pro dispečerské řízení, což již bývá pozdě. Proto by měl organizátor začít se sběrem a integrováním dat mnohem dříve.

Základem informační integrace jsou data o infrastruktuře a plánovaném provozu, na které se navazují další data a informace, a v rámci informační integrace ty části, které nelze získat z existujících databází nebo formou datových toků od různých poskytovatelů. Organizátor si je musí pořídit a spravovat sám. Právě geodata o infrastruktuře a plánovaném provozu pro železniční dopravu a VLD+MHD jsou obsahem navrženého datového modelu. Proto bylo cílem tohoto dílčího cíle naplnit a ověřit především tuto část informační integrace.

V následujících podkapitolách je popsána problematika naplnění datového modelu pro VLD a MHD (podkap. 8.1.1) a využití těchto geodat pro různé úlohy (podkap. 8.2), které je obtížné bez geodat sbíraných podle navrženého datového modelu realizovat.

8.1 REALIZACE DATABÁZÍ NAD NAVRŽENÝMI DATOVÝMI MODELY

Návrhy obou datových modelů z kapitoly 7 probíhaly v prostředí softwaru Computer Aided Software Engineering Studio 2 (Case Studio 2) nad databází mySQL5, která jako jedna z mála nativně podporuje tvorbu číselníků. V Case Studiu byl datovým modelováním vytvořen entitně relační diagram (ERD) exportovaný do grafiky (Příloha 10 a 11) a RTF reporty jako výstupy fyzických návrhů modelů (Volná příloha č. 1). Závěrečnou fází datového modelování byla validace a generování SQL skriptu pro vytvoření databáze. Výsledný skript pro oba modely byl následně upraven pro vytvoření cílové databáze PostgreSQL (na CD – Volná příloha č. 2).

Fyzicky jsou návrhy struktury databází vystavěny nad PostgreSQL, objektově-relačním databázovým systémem známým pod zkráceným názvem Postgres. Velkou výhodou i pro další užití organizátory IDS je skutečnost, že se jedná o open source řešení. S databází Postgres, především s geografickými objekty, je navíc možné pracovat pomocí nadstavby PostGIS, která přidává podporu pro geografické objekty (tzv. geoprvky).

Úprava skriptu pro import databáze z mySQL5 do Postgres spočívala v několika drobných úpravách se zohledněním následujících opatření.

- Číselníky musely být definovány jako vlastní datové typy. Do definice CREATE TYPE stav AS ENUM byly vkopírovány konkrétní hodnoty, kterých číselník může nabývat – např. 'aktivní'; 'neaktivní'; 'mimo provoz'; 'zrušeno'. Tento

datový typ byl poté využit pro část skriptu věnující se konkrétnímu vytvoření tabulky (CREATE TABLE).

- Vzhledem k omezené maximální délce hodnoty číselníku Postgres musely být číselníky z JDF zkráceny, např. hodnoty 'na hraničním přechodu není zřízena zastávka pro výstup a nástup cestujících' byly zkráceny na 'na hraničním přechodu není zastávka pro výstup a nástup'.
- Postgres nepodporuje datový typ `tinyint`, proto byl použit datový typ `integer`.
- Deklarace automaticky generovaného ID (`auto_increment`) musela být pozměněna na datový typ `serial`.
- Ve vytvořených tabulkách byly pomocí příkazu `AddGeometryColumn` přidány sloupce s geometrií (např. `AddGeometryColumn('public', 'tratrovy_usek', 'LINIE', 4326, 'LINESTRING', 2)`).
- Poznámky k atributům byly přidány až dodatečně, protože je nelze vkládat při deklaraci tabulky.

Vzhledem k rozsahu disertační práce, ale především z důvodu nedostupnosti většiny geodat a nutnosti náročného terénního sběru omezila se aplikační část disertačního výzkumu na naplnění pouze databáze týkající se VLD a MHD.

8.1.1 Geodata pro datový model veřejné linkové a městské hromadné dopravy

Naplnění datového modelu VLD a MHD čerpalo ze čtyř zdrojů v základních čtyřech etapách:

- soubory JDF,
- neúplná databáze přibližných souřadnic zastávek v evidenci KIDSOK,
- terénní sběr pomocí mobilní aplikace instalované na tablet,
- linie linek a spojů jako součást veřejné zakázky pro KIDSOK.

Databáze byla naplněna v maximální možné míře realizovatelné v rámci disertační práce. Řada kroků je závislá na kooperaci Dopravního úřadu Olomouckého kraje, dopravců a KIDSOK. Změny se dotýkají především konstruktérů JŘ pracujících s již existujícím softwarem pro tvorbu JŘ, který musí rozšířit o databázi označků, ale musí především začít vyplňovat i nepovinná pole apod. Některé atributy nemělo smysl v terénu sbírat (např. majitel a správce označků), jelikož se bude v dohledné době stávající stav v rozsáhlé podobě měnit. Tyto atributy zůstaly prázdné pro pozdější naplnění.

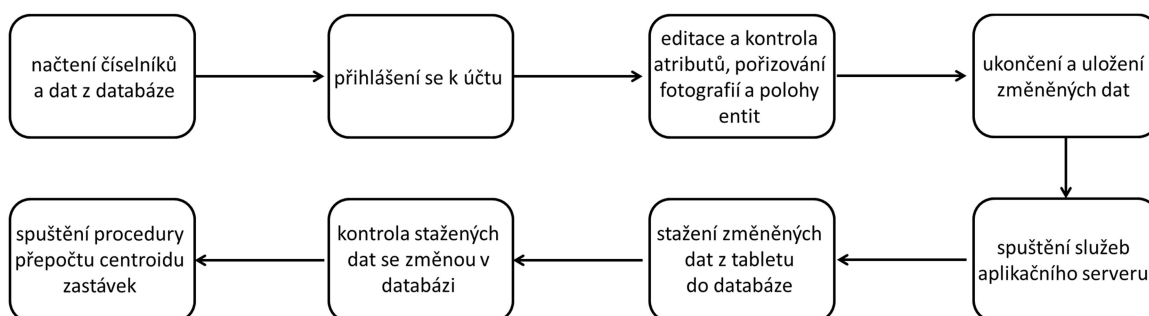
Etapa 1

Na samotném začátku byl sestaven výčet všech zastávek (entita *Zastavka* nejvýše v hierarchii) ve spravovaném území KIDSOK. Tyto informace poskytl Dopravní úřad zodpovědný za schvalování a evidenci v podobě exportu seznamu těchto zastávek v souboru JDF - Zastavky. Z tohoto souboru byly použity pouze jedinečné identifikátory zastávek v podobě čísla CIS JŘ a názvy zastávek. V této etapě proběhlo ještě propojení této referenční tabulky podle ID zastávky z CIS JŘ nebo názvu na seznam zastávek KIDSOK s přibližnou polohou zastávek (přesnost +/- 200 m; největší odchylky až 500 m). V této etapě se názvy zastávek ukázaly jako problematické. Podle technické dokumentace obsahu souboru Zastavky v JDF je první část názvu složena z názvu obce, druhou část volitelně tvoří část obce a třetí je

bližší místo. Nicméně, jak bylo zjištěno, dopravní úřady schvalující názvy zastávek nemají nástroj pro schvalování názvů napojen na žádný registr nebo číselník obcí a jejich částí. V důsledku toho je zpravidla do druhé části názvu vkládán nepřesný název části obce (např. Krákořice místo Krákořice jako část obce Šternberk) nebo názvy základních sídelních jednotek, katastrálních území, místních částí, ulic nebo dokonce vžitých místních názvů. Proto nebylo možné navázat všechny záznamy na oficiální číselníky. Jelikož by tyto záznamy musely být vypuštěny, bylo nutné alespoň dočasně vytvořit pseudozáznamy do oficiálního číselníku.

Etapa 2

Cílem druhé etapy bylo naplnit část databáze, která se věnovala infrastruktuře. Řešeny byly entity: zastávka, nástupní hrana, označnický pruh a vybavení. Na základě navrženého datového modelu a v souladu s konceptem uvedeným v podkap. 7.4.1 byla firmou Asseco Central Europe (Asseco CE) naprogramována mobilní aplikace pro sběr těchto geodat na tabletech. Záměrem aplikace pro tablety byla rychlejší, přehlednější a komfortnější práce s formuláři aplikace. Aplikace si při tzv. synchronizaci na začátku terénního šetření online stáhla všechna data z připravené databáze, kde byly vyplněny pouze názvy zastávek a jejich ID z CIS JŘ. Následně už aplikace pracovala v offline režimu, na konci šetření se do databáze pomocí služeb aplikačního serveru stáhla všechna změnová data. Tento proces byl zajišťován modulem pro rozpoznávání a verzování nově editovaných dat. Ke každé stahované dávce dat se ukládalo jméno terénního pracovníka, který dávku odevzdal, a datum s časem změny údajů. Každý uživatel měl totiž svůj uživatelský účet. Procesní schéma práce s aplikací je znázorněno na obr. 27.



Obr. 27 Procesní schéma práce s aplikací pro sběr terénních dat (vlastní zpracování)

Vytváření (respektive editace) zastávek a všech jejích součástí probíhalo v terénu následovně. Zastávka byla vyhledána buď ručně ze seznamu, filtrováním na základě části řetězce názvu nebo bylo využito možnosti automatického vyhledání zastávek v okruhu 2 km od aktuální polohy tabletu. Po výběru konkrétní zastávky se v základním formuláři po levé straně zobrazil celý strom typů objektů, které bylo možné pro zastávku vytvářet nebo již editovat. V horní části formuláře se zobrazovaly základní údaje o editované zastávce a v pravé části atributy editované entity (obr. 28).

Zadávání většiny atributů bylo řešeno pomocí číselníků v podobě zaškrťovacích polí (tzv. check boxů), ze kterých bylo většinou možné vybrat pouze jednu variantu. Minimalizováno bylo zadávání pomocí klávesnice, což snížilo riziko nejednotného nebo chybného zadávání ve smyslu vytváření různých textových řetězců pro stejnou skutečnost na minimum. Kromě eliminace vytváření logických chyb, bylo ošetřeno také chybné zadávání hodnot nepochopením významu a nedostatečnými odbornými znalostmi. U některých atributů nebo číselníků byla připojena nápověda. Součástí nápovědy byly pro názornost často kromě textů i obrázky.

Bedihošť

ID zastávky: 119736 Kód zastávky: 653 Bližší místo: -
 Název obce: - Část obce: - Okres: Prostějov (Olomoucký kraj)

Zastávka: 653 **Zadávaní souhrnných atributů zastávky**

Nástupní hrany (2)

- 653/NH1-0-0

Označníky (2)

- 653/NH1-0-0/OZ1
- 653/NH1-0-0/OZ2

Přístupové prostory (1)

- 653/NH1-0-0/PP1

Zastávkové pruhy (1)

- 653/NH1-0-0/ZP1

Vybavení (3)

- 653/NH1-0-0/V3
- 653/NH1-0-0/V4

Aktuální GPS poloha: GPS poloha v systému:
 Latitude: -n/a- Latitude: 49.44816153648757
 Longitude: -n/a- Longitude: 17.166194874049562
 Vzdálenost: -n/a-

Fotografie (1):
 2013_04_11-
 Zastávka-064920.
 jpg

Čekárna: WC: ANO ANO
 ANO ANO
 NE NE
 neurčeno neurčeno

Předprodej JD: Parkování: ANO ANO
 ANO ANO
 NE NE
 neurčeno neurčeno

Bezbariérovost: Restaurace: ANO ANO
 ANO ANO
 NE NE
 neurčeno neurčeno

Informační tabule: ANO
 ANO
 NE

6:51

Obr. 28 Formulář pro editaci základních údajů o zastávce Bedihošť (vlastní zpracování)

Tato etapa byla časově velice náročná, sesbírány byly údaje o téměř 2 400 zastávkách, přičemž každá v průměru znamenala 12 minut čistého času pro editaci všech potřebných údajů (některé zastávky mají i 20 nástupních hran). Kromě času na editaci bylo třeba mezi zastávkami ještě přejíždět, což bylo v průměru dalších 6 minut. Celkově bylo třeba pro terénní práce přibližně 720 hodin. Vzhledem k tomu, že data bylo třeba sesbírat během relativně krátké doby (4 měsíce), byli do tohoto procesu zapojeni také studenti Katedry geoinformatiky v Olomouci. Všechna dotčená geodata, která touto etapou byla sebírána, prošla kontrolou.

Etapa 3

Cílem třetí etapy bylo naplnit část databáze týkající se plánovaného provozu. Základem jsou jednotlivé linky a spoje, které pro oblast spravovanou KIDSOK opět schvaluje Dopravní úřad Krajského úřadu Olomouckého kraje. Ze schváleného JDF byly extrahovány linky a jejich spoje podle čísla CIS JŘ včetně posloupnosti zastávek identifikovaných jedinečným ID zastávky z CIS JŘ. Na základě zběžné analýzy bylo zjištěno, že řada zásadních atributů navrženého modelu převzatých z JDF není v souborech od dopravců vyplňována. Kromě informací o platnostech licencí, nutnosti nebo možnosti zakoupit místenku, chybí také zásadní informace o bezbariérovosti spojů, ale především chybí určení označnicků, u kterých spoje linek zastavují. Problém se ukázal v konstrukci JŘ jednotlivých spojů, jejichž průjezd je specifikován pouze na úrovni zastávek. Z diskuze s konstruktéry JŘ KIDSOK vyplynulo, že číselníky označnicků zatím nikdo nespravoval, nejsou načteny v jejich softwaru pro konstrukci JŘ a proto jsou tato pole v ojedinělých případech kvůli návaznostem vyplňována ručně. Ruční vyplňování však vnáší do systému nesystematický přístup a nejednotnost zadání, každý specifikuje označnicků jinak, takže se konstruktéři JŘ snaží tuto nepovinnou položku nevyplňovat. Podobně jsou návaznosti specifikovány tak, že v jednom dlouhém řetězci se vyskytuje hned několik informací znemožňujících strojové čtení. Návaznost je specifikována např. řetězcem: "na spoj 9 linky 780660 navazuje v zastávce Tovačov,aut.st. spoj 21 linky 890704 do Oplocany, Kroměříž,

spoj 30 linky 890704 do Dub n. M., Olomouc, spoj 14 linky 920009 do Přerov, spoj 41 linky 920009 do Lobodice".

Pro tuto část datového modelu není možné získat data jinak nežli stanovením pravidel pro konstrukci JŘ, což je další dlouhodobý úkol přesahující rozsah disertačního výzkumu.

Etapu 4

Poslední etapa zahrnovala složitý úkol – odvodit princip a postup automatického získávání prostorového průběhu linek a spojů. Tato geodata není možné vytvářet ručně, protože se každoročně mění stovky záznamů linek a až tisíce záznamů spojů. Cílem bylo definovat funkcionalitu modulu na vygenerování tras linek a spojů na základě polohy bodů (zastávek) s tím, že pro spoje bude bod časem reprezentován označníkem. Tento koncept byl navržen na základě všech získaných poznatků. Jeho princip je založen na spojení zastávek jednotlivých spojů a linek výběrem úseků silnic z databáze StreetNet. Tento předpokládaný průjezd je následně zpřesněn na základě záznamů poloh ze strojů odbavovacího zařízení vozidel vybavených GPS přijímačem a komunikujících pomocí protokolu se serverem přijímajícím tato data a ukládajícím je do databáze. Výběrové řízení na dodání modulu vyhrála společnost T-MAPY spol. s r.o., která na základě navrženého konceptu zpracovala modul generující požadované trasy spojů. Výstupem modulu jsou linie reprezentující jednotlivé spoje linek veřejné dopravy pod správou KIDSOK ve formátu Esri Shapefile. Datová vrstva kromě ID linie obsahuje i atributy převzaté z JDF: číslo linky, název linky, číslo spoje a IČ dopravce. Tento modul byl vytvářen v průběhu roku 2015 s následným testováním koncem roku na datech VLD JŘ z roku 2015 a 2016. Vzhledem k tomu, že ne všichni dopravci měli do konce roku 2016 vybaveny stroje odbavovacího zařízení modulem předávání polohy, bylo prostorově řešeno pouze 87 % spojů VLD (5 935 záznamů v entitě). Z generování byly vyřazeny spoje železniční dopravy a MHD, pro které v roce 2015 a 2016 nebyly dodány soubory JDF pro plánovaný provoz.

8.2 ÚLOHA EFEKTIVNÍ POKRYTÍ

Cílem této první úlohy je **analyzovat efektivitu pokrytí Olomouckého kraje jednotlivými zastávkami** pro efektivní obslužnost území. Jedná se o úlohu, kterou nelze vyřešit bez přesné lokalizace zastávek, respektive označků, a vygenerování centroidů zastávek, tedy bez zásad aplikovaných v navrženém datovém modelu i konceptu správy geodat. Obzvláště ve městech je přesnost polohy objektů klíčovým aspektem využitelnosti a kvality geodat. Například polohy zastávek v původních datech KIDSOK měly odchylku i 350 m, což je více než 70 % vzdálenosti použité pro analýzu docházky na zastávku v této úloze. Primární motivací je vytipování výrazně hustého pokrytí území zastávkami, kde může tento podklad napomoci rozhodnutí, kterou zastávku zrušit pro zachování dostatečné obslužnosti. Sekundární motivací je analýza hustěji osídlených oblastí, kde do 500 m docházkové vzdálenosti není dostupná žádná zastávka veřejné dopravy a obyvatelé jsou odkázáni na dlouhou pěší docházku nebo individuální dojížděku. Tato úloha může sloužit i jako podklad pro efektivní umístění nově schvalovaných zastávek tak, aby bylo co nejlépe pokryto zastavěné území obcí.

Data

Základem pro tuto prostorovou analýzu je entita zastávka (ZASTAVKA), ze které byly použity přesné souřadnice centroidů zastávek vypočtených z polohy všech označků příslušné zastávky. Jako doplněk do analýzy vstupovaly také železniční zastávky z dat poskytnutých SŽDC pro úplnost pokrytí dostupnosti zastávek ze zastavěného území.

Pro síťové analýzy byla využita geodatabáze StreetNet, kterou poskytla pro potřeby těchto úloh příspěvková organizace KIDSOK. Pro analýzu pokrytí zastavěného území docházkovou vzdáleností na zastávku bylo využito rastrové datové sady tzv. „The European Settlement Map 2016“ (European Settlement Map, 2017). Tato vrstva mapuje lidská sídla na základě družicových snímků SPOT5 a SPOT6 s velikostí pixelu 2,5 m. Rozlišení publikované verze těchto rastrových dat pořízených k roku 2012 je 10 m, hodnoty rastru představují procentuální pokrytí zastavěné plochy na prostorové jednotce. Tato data je možné využít bez jakýchkoli omezení.

Postup

V prvním kroku byly vypočítány obslužné oblasti 500 metrů chůze od zastávek autobusové a tramvajové dopravy po síti komunikací StreetNet pomocí nástroje *Service Area* z extenze rozšiřujících nástrojů *Network Analyst*. Výsledkem bylo 2 362 oblastí docházky 500 metrů po síti, ze kterých může být pěšky dosaženo zastávky autobusové nebo tramvajové dopravy. Stejná analýza byla samostatně provedena také pro železniční zastávky a stanice, podkladová data však pochází od SŽDC.

Následně bylo pro vypočtené obslužné oblasti autobusové a tramvajové dopravy nezbytné provést analýzu jejich překryvnosti. Využito bylo vrstvy vygenerovaných 2 362 obslužných oblastí zastávek, vrstva byla pojmenována „*prekryvajici_polygony*“. V dalším kroku bylo využito nástroje *Feature To Polygon*. Tento nástroj vytvořil z původní vrstvy překrývajících se polygonů a v některých oblastech chybějících polygonů novou vrstvu pojmenovanou „*obslužnost_zastavek*“. Území pokryté původními překrývajícími se polygony nově pokrývaly polygony tak velké, že se žádný nepřekrýval a prázdná místa mezi původními polygony byla vyplněna novými polygony s nulovou hodnotou počtu dostupných zastávek. Výsledkem tohoto zpracování bylo 10 337 polygonů. V dalším kroku byly pro nově vytvořené polygony vypočteny pomocí nástroje *Feature to Point* centroidy výhradně uvnitř polygonů. Výsledná vrstva byla pojmenována *centroidy*. Následovalo použití nástroje *Spatial Join* pro výpočet počtu polygonů z vrstvy „*prekryvajici_polygony*“ překrývajících jednotlivé body ve vrstvě *centroidy*. Ke každému centroidu tak byla do atributu *Pocet_zast* vypočtena hodnota počtu překrývajících polygonů. V posledním kroku byl atribut *Pocet_zast* pomocí nástroje *Join Field* připojen zpět k vrstvě „*obslužnost_zastavek*“. Výsledkem je 10 337 polygonů s hodnotou zastávek, ke kterým lze z jakéhokoli bodu tohoto polygonu dojít k vypočtenému počtu zastávek v atributu *Pocet_zast* do 500 metrů.

Další postup se týkal zpracování procentuálního pokrytí zastavěné plochy na prostorové jednotce z rastrové datové vrstvy „The European Settlement Map 2016“. Tento podrobný rastr byl převeden na hexagony o velikosti 250 metrů pomocí existujícího nástroje *Repeating Shapes for ArcGIS* (Jenness, 2012). Vzniklo tak celkem 111.901.419 hexagonů pokrývajících zájmové území ve vrstvě *hexagony*. Tyto hexagony následně vstupovaly jako podklad pro nástroj *Zonal Statistics* z kategorie nástrojů *Spatial Analyst*, kterým byla vypočtena průměrná hodnota procentuálního pokrytí zastavěné plochy z původních pixelů pro každý hexagon. Hexagony ve výsledné vrstvě tedy nabývaly hodnot 0-100.

Následně byly zkombinovány polygony obslužnosti zastávek s hexagony vyjadřujícími míru pokrytí zastavbou. Aby bylo možné z výsledku pro každý polygon zjistit, jaké je v něm procentuální pokrytí zastavěnou plochou a zároveň kolik je pěší docházkou do 500 metrů dostupných zastávek, byla nejprve vrstva „*obslužnost_zastavek*“ převedena na rastr (nástroj *Raster to Feature*) a hodnoty 0-9 byly vynásobeny hodnotou 1 000. V dalším kroku byl

tento rastr sečten s rastrem obsahujícím hexagony. Výsledkem je vrstva polygonů „hexa_mean_zastavky“ se 480 záznamy v atributové tabulce, které nabývají hodnot 0 až 9 056 v závislosti na kombinaci míry pokrytí počtem zastávek v docházkové vzdálenosti a procentuálního pokrytí zastavěnou plochou. Pod jednotlivými kategoriemi (480 záznamů) je však seskupeno všech téměř 112 milionů hexagonů. Počáteční číslice na místě řádů tisíců vyjadřuje počet dostupných zastávek do 500 metrů chůzí z tohoto území a další 3 číslice (řády stovek, desítek a jednotek) vyjadřují procentuální pokrytí zastavěné plochy na tomto území.

Výsledek

Výsledkem této úlohy je 2 362 vymezených obslužných oblastí zastávek, ze kterých dále vzniklo 10 337 polygonů ve vrstvě „obslužnost_zastavek“. Pro jednotlivé záznamy bylo do atributu „Pocet_zast“ vypočteno, že v území pod správou KIDSOK lze do 500 metrů ojedinele dojít až k devíti zastávkám. Existují však v rámci měst a obcí místa, ze kterých se do 500 metrů chůzí nelze přesunout k žádné zastávce veřejné dopravy ani při dodatečném zohlednění docházky na železniční zastávku nebo stanici. Železniční doprava byla zohledněna vždy až dodatečně, obslužnost území totiž musí obsluhovat především autobusová doprava, která funguje jako napáječ železniční dopravy. Je tedy naopak žádoucí, aby byla překryvnost železniční a autobusové zastávky co největší kvůli efektivitě a rychlosti přestupu.

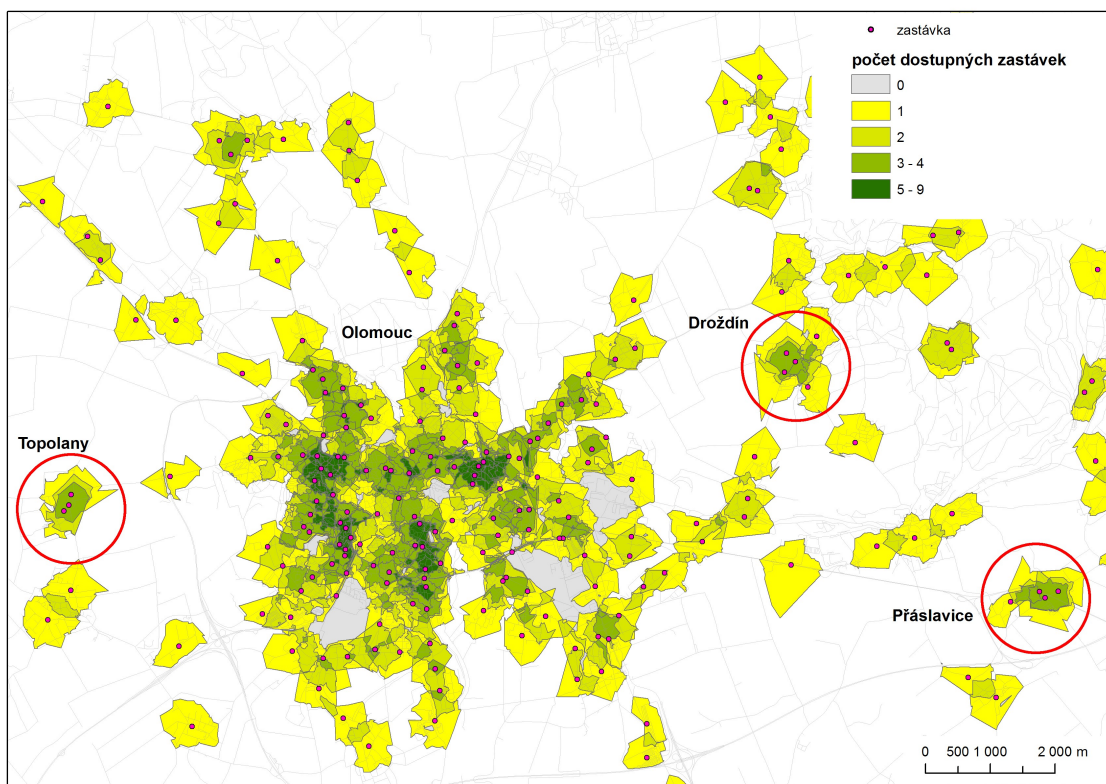
Na úlohu lze nahlížet ze dvou pohledů ve smyslu interpretace výsledků analýzy efektivity pokrytí spravovaného území zastávkami pro realizaci obslužnosti. Prvním pohledem je identifikace míst, kde jsou existující zastávky umístěny neefektivně, druhým pohledem je identifikace míst, kde naopak zastávka pro efektivní obsluhu zastavěného území chybí.

a) Neefektivní umístění existujících zastávek

Vrstva „obslužnost_zastavek“ může sama o sobě sloužit jako podklad pro rozhodnutí, kterou zastávku v obci nebo i mimo obec v případě potřeby zrušit. K zrušení zastávek zpravidla dochází ze dvou důvodů. Prvním důvodem je vysoká míra překryvnosti docházkových oblastí k zastávkám, druhým důvodem je nevhodnost umístění zastávky. Některé zastávky se totiž vyskytují mezi obcemi v oblasti, kde poptávka po přepravě nevzniká ani nezániká. Potenciální cestující by se musel přesouvat dlouhé vzdálenosti pěšky na zastávku nebo ze zastávky z nejbližšího zastavěného území.

Vysoká míra překryvnosti docházkových oblastí se vyznačuje většími plochami polygonů s hodnotou počtu dostupných zastávek dva a vyšší. Z výsledku analýzy dostupnosti zastávek do 500 metrů chůzí vyplývá, že většina oblastí (80,56 %; 3 223 polygonů) má dostupnou pouze jednu zastávku, necelých 15 % má na výběr ze dvou zastávek (2 698 polygonů), tři nebo čtyři zastávky jsou dostupné z necelých 4 % území (2 844 polygonů). Mezi pěti a devíti zastávkami mají na výběr lidé pouze v 0,62 % vygenerovaných oblastí (1 228 polygonů) zpravidla v blízkosti center větších měst. Z analýzy také vyplynulo, že plochou více než 20 % z maximálních 785 000 metrů čtverečních se překrývají pouze dva (179 případů) nebo maximálně tři polygony (14 případů). Vícečetné překryvy svou plochou překryvu činí méně než 20 % z maximální plochy k překrytí. Dva polygony se překrývají plochou maximálně 58 %, tři polygony pak maximálně 30 %.

Na obr. 29 ve výřezu v okolí Olomouce jsou uvedeny názorné příklady tří obcí vždy se třemi zastávkami, které se více než 20 % své plochy docházkové oblasti překrývají. Jedná se o obec Topolany v západní části, Přáslavice na východě a Droždín v severovýchodní části výřezu. Tato analýza může sloužit dopravním specialistům ke zvýšení efektivity plánování obslužnosti veřejnou dopravou.



Obr. 29 Vysoká překryvnost pěších docházkových vzdáleností zastávek do 500 metrů (vlastní zpracování)

Druhým důvodem rušení zastávek je jejich minimální využití, protože se nachází mimo zastavěné území. Vrstva „obslužnost_zastavek“ proto byla prostorově porovnána s vrstvou hexagonů s procentuálním pokrytím zastavěné plochy větším než 1 %. Výsledkem je celkem deset zastávek mimo zastavěné území (ID: 771; 2859; 8433; 9981; 11335; 13075; 14690; 16006; 22286; 47825). Na koordinátorovi, respektive dopravním specialistovi, už by záviselo rozhodnutí, zda je žádoucí tyto zastávky ponechat.

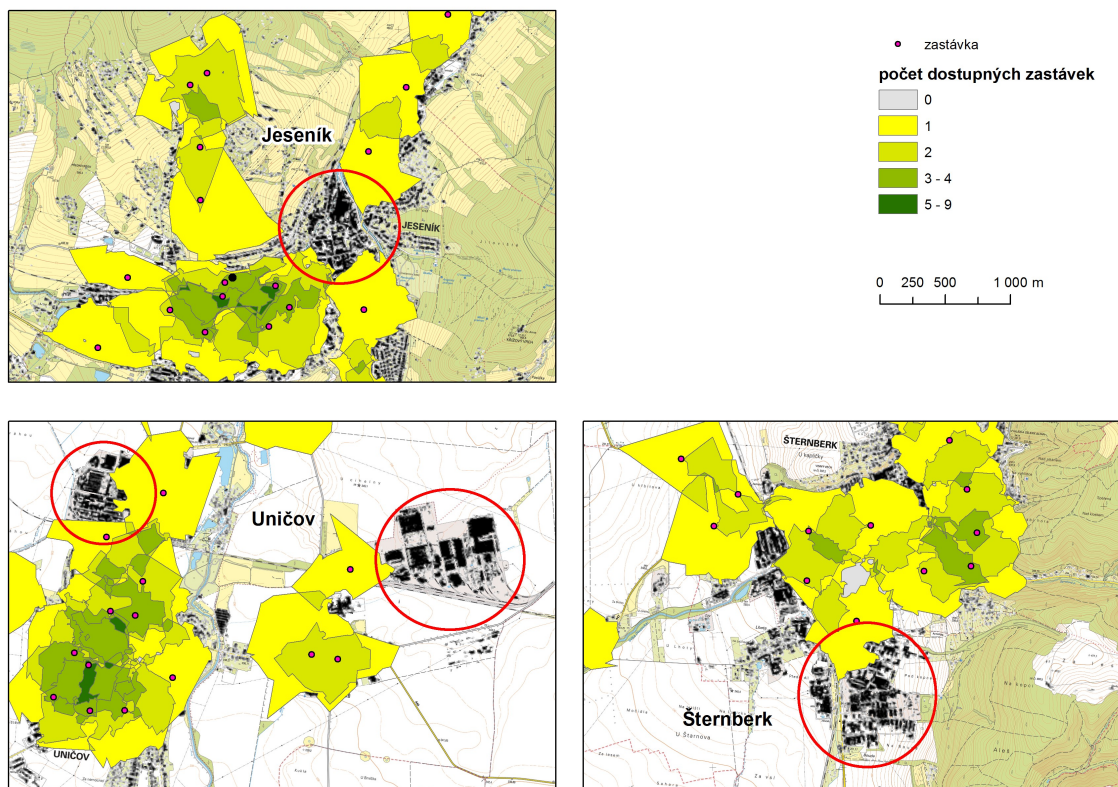
b) Chybějící zastávky

Sekundární motivací pro úlohu „Efektivita pokrytí“ byla analýza míst, především hustěji osídlených oblastí, kde do 500 m docházkové vzdálenosti není dostupná žádná zastávka veřejné dopravy, a obyvatelé jsou odkázáni na dlouhou docházku nebo individuální dojíždku.

První možností, jak identifikovat místa s chybějícími zastávkami, je vybrat 344 polygonů s hodnotou nula v atributu „Pocet_zast“ z vrstvy „obslužnost_zastavek“ o celkové ploše 4 119 km čtverečních a ty dále analyzovat. Zároveň je nezbytné zohlednit plochy, které jsou obsluhované železniční dopravou. V mapě na obr. 29 jsou viditelné celkem čtyři rozsáhlejší polygony v kategorii bez dostupných zastávek. Dva polygony (ve východní a jihovýchodní oblasti) jsou průmyslové areály, třetím je park v samotném centru města, kde je delší docházka na zastávku veřejné dopravy nezbytné akceptovat. V jihozápadní části Olomouce se jedná převážně o oblast orné půdy, plocha se zastavěným územím má dostupnou zastávku přibližně do 600 metrů. Stejným způsobem by koordinátor měl projít všechny takto nalezené oblasti a identifikovat ty, kde je nezbytné situaci řešit.

Využito bylo také vrstvy hexagonů s procentuálním pokrytím zastavěného území ve vymezeném území. Na základě prostorového porovnání s vrstvou

„obslužnost_zastavek“ bylo zjištěno, že pouze 5 % rozlohy území hexagonů bez docházkové vzdálenosti na zastávku má více než 50 % pokrytí zastavěnou plochou, kde by mělo smysl uvažovat o zřízení nové zastávky. Tyto hexagony jsou však rozmístěny jednotlivě okolo polygonů docházkové vzdálenosti 500 metrů kolem jednotlivých zastávek. Zde tedy nevzniká potřeba vytvářet další zastávky, docházelo by k velkému duplicitnímu překrývání docházkových vzdáleností. Vytvoření nové zastávky by však bylo vhodné v oblasti více než 50 % pokrytí zastavěného území ve městě Jeseník, kde je oblast zástavby určená k bydlení odkázaná na docházku dvakrát tak delší, než je běžně modelováno (až 1 000 metrů). Další možnosti vytvoření nových zastávek se otevírají v průmyslových oblastech města Uničova a Šternberka, kde je také zástavba hustější než 50 % v příslušných hexagonech (viz obr. 30).



Obr. 30 Návrhy na doplnění zastávek pro zastavěné části obcí Jeseník, Uničov a Šternberk (vlastní zpracování)

Další využití mohou tyto vrstvy mít při posuzování žádostí obcí o novou zastávku. Cílem je co nejlépe pokrýt zastavěné území obcí tak, aby obyvatelé nemuseli docházet na zastávky VD dlouhé vzdálenosti. Nové zastávky by tedy měly být zřizovány v dostatečné docházkové vzdálenosti (cca 500 metrů) od v této úloze vypočtených docházkových vzdáleností již existujících nejbližších zastávek.

Závěr

Provedenou analýzou bylo zjištěno, že přesně zaměřené zastávky mohou vstupovat do poměrně jednoduché analýzy, která však přináší cenné výsledky. Analýza odhalila, že oblast pod správou KIDSOK má téměř dokonale pokryté zastavěné území obsluhováno alespoň jednou zastávkou. I ve městech však existují oblasti, které jsou vzdálené až jeden kilometr po síti komunikací. Jedná se však většinou o parky nebo průmyslové oblasti. Na druhou stranu se vyskytují v území zastávky lokalizované daleko za zastavěným územím nebo se jejich plochy

v docházkové vzdálenosti do 500 metrů významněji (20-50 %) překrývají. Výsledky analýzy mohou sloužit nejen k identifikaci problematických míst, ale také jako podklad pro rozhodování, kam umístit novou zastávku s cílem zajistit co nejlepší pokrytí zastavěného území nebo naopak pro rozhodování, kterou zastávku zrušit.

8.3 ÚLOHA INFRASTRUKTURA

Cílem druhé úlohy je **analyzovat uzpůsobení infrastruktury především pro tělesně postižené využívající invalidní vozík v blízkosti bezbariérových zařízení**. Řada atributů bezbariérovosti postupem času nabývá na významu, důležité jsou kromě tělesně postižených také pro matky s kočárky nebo starší osoby cestující veřejnou dopravou. Primární motivací úlohy je zjistit stav a uzpůsobení stávající infrastruktury pro cílovou skupinu. Sekundární motivací je provést analýzu dostupnosti bezbariérových zařízení z nejbližších bezbariérových zastávek. Tento podklad může sloužit pro analýzu nutnosti investovat pro trvale udržitelný rozvoj dopravy i pro tuto vybranou skupinu cestujících. Pro snazší interpretaci v této demonstrativní úloze bylo vybráno území okresu Olomouc.

Data

Základem této analýzy jsou záznamy v entitě nástupní hrana (`NASTUPNI_HRANA`) především využití atributů týkajících se bezbariérovosti a uzpůsobení pro tělesně postižené (místo pro invalidní vozík, výška nástupní hrany, typ nástupní hrany apod.). Dále bylo využito vrstvy zastávek (`ZASTAVKY`), jelikož uzpůsobení nástupních hran se týká zastávek, a také vrstvy komunikací geodatabáze StreetNet. Posledním zdrojem dat byly dokumenty ve formátu .xls se seznamem zdravotnických zařízení s bezbariérovým přístupem pro pohybově postižené a seznam zaměstnavatelů osob se zdravotním postižením v Olomouckém kraji (Olomoucký kraj, 2016).

Postup

Všechny nástupní hrany okresu Olomouc byly analyzovány z pohledu uzpůsobení pro obsluhu bezbariérových autobusů. Technické řešení bezbariérovosti zastávek, respektive nástupních hran, je totiž primárním předpokladem pro obsluhu nízkopodlažních spojů s vyhrazeným místem pro vozíky nebo kočárky. Jako vyhovující pro cílovou skupinu byly vybrány nástupní hrany s výškou nástupní hrany „do 20 cm“ a „více než 20 cm“ (zpravidla se jednalo o výšku okolo 22-25 cm) splňující podmínku, že typ nástupní hrany je „zvýšené nástupiště – chodník“ nebo „zvýšené nástupiště – ostrůvek“ a v atributu „`misto_inv`“ je hodnota „true“ (na nástupní hraně je tedy místo minimálně pro otočení se na invalidním vozíku). Atribut „`bb`“ nebyl brán v potaz. Jedná se totiž o hodnocení bezbariérovosti přístupu nástupní zastávky z širšího hlediska – bezbariérovost přechodů v nejbližším okolí nebo co musí z nejbližšího obytného místa člověk na vozíku překonat, aby se k nástupní hraně dostal. V případě hodnocení dostupnosti nebytových objektů (nemocnice, polikliniky, zaměstnavatelé) se dá předpokládat, že člověk z cílové skupiny se bude pohybovat pouze v blízkosti uzpůsobené zastávky.

Na základě výběru potenciálně bezbariérových zastávek byla tato informace vztažena k zastávkám – vznikla vrstva bezbariérových zastávek v okrese Olomouc. Od těchto zastávek byla počítána obslužná oblast pro tyto vzdálenostní pásma v metrech:

- 0-100,
- 101-200,

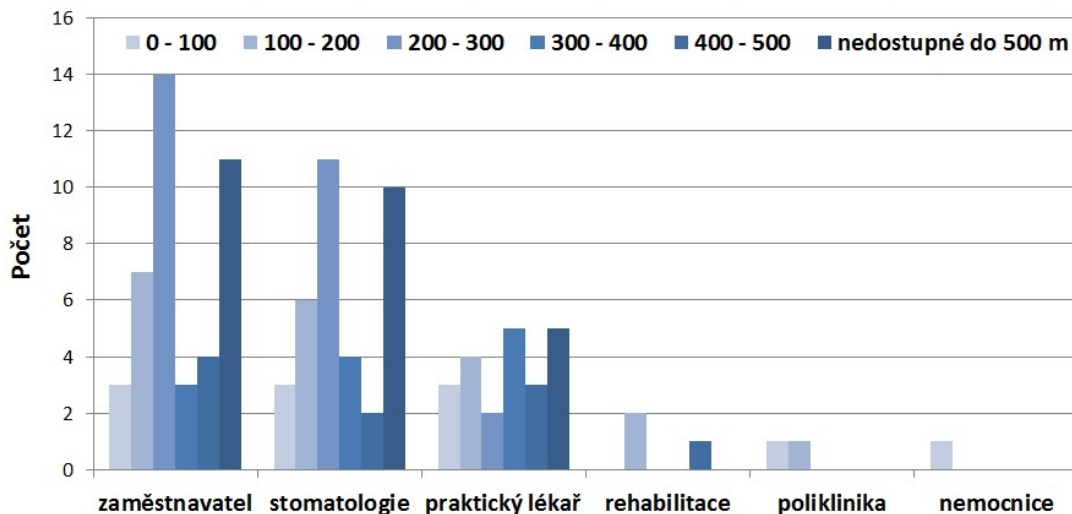
- 201-300,
- 301-400,
- 401-500.

V dalším kroku byly pomocí Google Geocoding API geokódování adresy zaměstnavatelů a zdravotnických zařízení v okrese Olomouc. Z těchto tabelárních dat byla vytvořena bodová vrstva a pomocí nástroje `Spatial join` byl proveden prostorový dotaz na příslušnost jednotlivých zařízení do vzdálenostního pásma kolem bezbariérových zastávek.

Výsledek

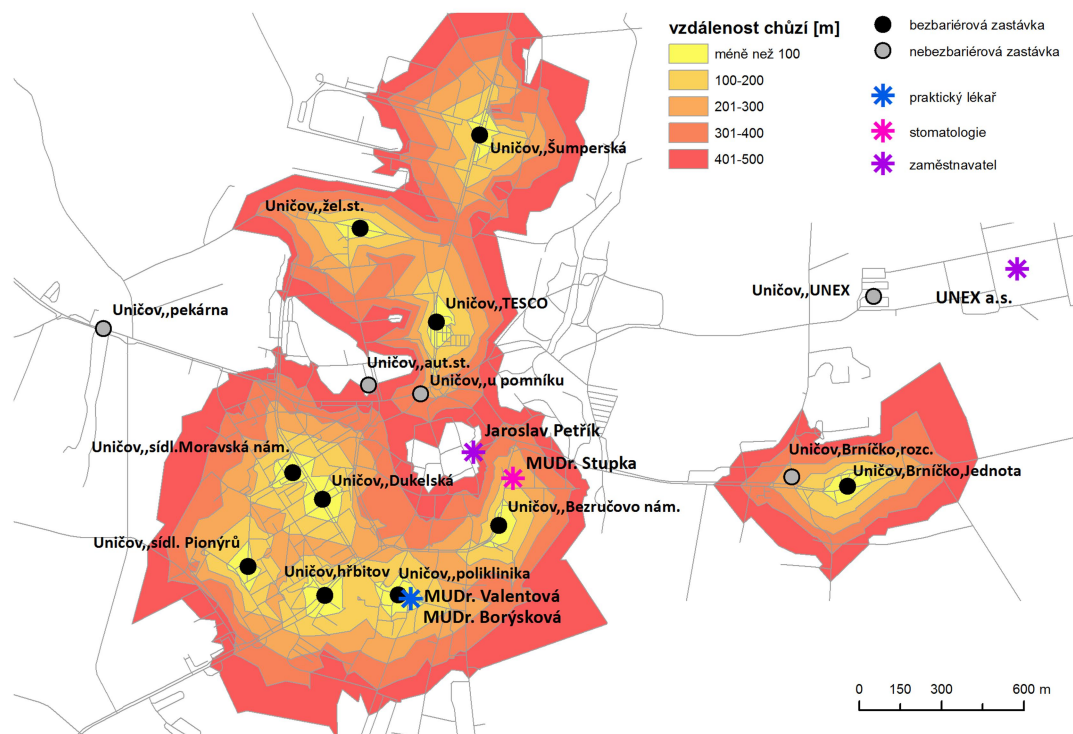
Analýzou bylo zjištěno, že z celkového počtu 596 zastávek splňuje podmínky bezbariérovosti a možnosti obsluhy bezbariérovými zastávkami pouze 53 % zastávek v okrese Olomouc.

Nad datovou vrstvou celkem 106 bezbariérových zařízení pak byla počítána jejich dostupnost z výše uvedených 316 bezbariérových zastávek. Z celkového počtu 106 zařízení bylo 42 zaměstnavatelů osob se zdravotním postižením, 36 stomatologických zařízení s bezbariérovým přístupem, 22 praktických lékařů, tři rehabilitační zařízení, dvě polikliniky a jedna nemocnice. Zatímco nemocnice a polikliniky jsou dostupné do 200 metrů chůzí od bezbariérové zastávky, u ostatních zdravotnických zařízení a zaměstnavatelů musí osoby se zdravotním postižením pečlivěji vybírat (viz obr. 31). Vybírat je nutné nejen z hlediska vzdálenosti bezbariérové zastávky od objektu, ale především z důvodu absence bezbariérové zastávky v blízkosti cílového objektu. Analýzou totiž bylo zjištěno, že do 500 metrů od bezbariérové zastávky není dostupných 26 % zaměstnavatelů, 28 % stomatologů a 23 % praktických lékařů s bezbariérovým přístupem pro pohybově postižené.



Obr. 31 Histogram vzdáleností od bezbariérové zastávky k bezbariérovému zařízení (vlastní zpracování)

Na obr. 32 je znázorněn výsledek analýzy v mapě na příkladu města Uničova. Bezbariérové zařízení praktického lékaře je od bezbariérové zastávky vzdáleno méně než 100 metrů, stomatologické zařízení mezi 200 a 300 metry, zaměstnavatel v centru města pak na hranici pásma dostupnosti mezi 400 a 500 metry. Nejbližší zastávka u firmy UNEX a. s. nesplňuje parametry bezbariérové zastávky, její vzdálenost je však více než 500 metrů od objektu, což je pro tělesně postižené příliš velká vzdálenost.



Obr. 32 Dostupnost bezbariérových zařízení z bezbariérových zastávek v Uničově (vlastní zpracování)

Závěr

Analýza odhalila, že pouze 53 % zastávek v okrese Olomouc splňuje parametry bezbariérovosti. Zastávkám nejčastěji chybí dostatečná výška, uzpůsobení nástupní plochy ve formě zvýšeného nástupiště (ať už jako chodník nebo ostrůvek), vozík se často na vymezené ploše pro čekání na spoj ani neotočí. Zde se otevírá prostor pro provedení další analýzy – zda se jedná o zastavěné území a zda existuje potenciál, že by se handicapovaná osoba z této zastávky/do této zastávky potřebovala dopravit do/z jiného místa.

Analýzována byla dostupnost bezbariérových zastávek v blízkosti vybraných 106 bezbariérových zařízení. Touto analýzou bylo zjištěno, že téměř ¼ bezbariérových zařízení nemá dostupnou bezbariérovou zastávku ani ve vzdálenosti do 500 metrů. Bezbariérovost zařízení tedy ještě neznamená, že objekt je dosažitelný bezbariérovou veřejnou dopravou. I za předpokladu, že by zastávky obsluhoval bezbariérový spoj, tělesně postižený na vozíku by měl problém se na zastávku dostat a hlavně nastoupit do bezbariérového vozidla. Dalším problémem je skutečnost, že 36 % praktických lékařů je vzdáleno více než 300 metrů od bezbariérové zastávky, téměř 23 % nemá dostupnou bezbariérovou zastávku ani ve vzdálenosti do 500 metrů. Podobně více než ¼ stomatologů a zaměstnavatelů je dostupná spíše individuální dopravou, bezbariérová zastávka je více než 500 metrů od objektu.

Pro podobnou analýzu by bylo vhodné využít také atributy zásadní pro nevidomé nebo analyzovat uzpůsobení zastávek těmito cílovými skupinami za jednotlivé obce.

8.4 ÚLOHA STANIČENÍ

Cílem třetí praktické úlohy je zjistit staničení na spojích v místech zastavení spoje, tedy vzdálenost mezi zastávkami na jednotlivých spojích pod správou organizátora. Primární motivací pro tuto úlohu je získat podklad pro ekonomický odbor pro posouzení odjetých

výkonů dopravce vůči plánované obslužnosti. Sekundární motivací je aktualizace mezizastávkových vzdáleností v JŘ, které jsou pro území Olomouckého kraje staré desítky let.

Data

Základem pro tuto prostorovou analýzu jsou entity zastávka (ZASTAVKY), spoj (SPOJE) a vazební tabulka modelu zastávky spoje (ZASSPOJE). Z entity spoj byla pro analýzu stěžejní geometrie a ID spoje, u entity zastávka atribut ID zastávky a souřadnice určující polohu zastávky. U zastávek spoje bylo využito ID spoje, dále atributu definujícího posloupnost zastávek spojů podle jejich ID a také kilometrů mezi zastávkami na spoji. Vzdálenost zastávek na spoji je tedy vzdálenost mezi zastávkami, nikoli označníky, jak by podle logiky mělo být a jak je navrženo v datovém modelu. Nicméně toto nastavení koresponduje s historickým výpočtem vzdálenosti mezi zastávkami na jednotlivých spojích, hodnoty by tedy měly být lépe srovnatelné. Pro požadovanou maximální přesnost pro ekonomické výpočty je však předpokladem konstruovat JŘ spojů až na označníky, aby bylo možné lokalizovat zastavení přesně. Generalizace nebo zaokrouhlování pro různé účely z detailních dat (např. na centroid označnicků) je následně snadné.

Postup

Výpočet vzdálenosti mezi zastávkami na jednotlivých spojích byl sestaven pomocí Model Builder v softwaru ArcGIS for Desktop 10.4.1 (Příloha 12). Úloha je založena na lineárním referencování. Vytvořený nástroj LinRef je přiložen na CD.

První krok spočíval ve výběru jednotlivých záznamů z tabulky „spoj“ pomocí nástroje (iterátoru) Iterate Feature Selection. V iteraci byly postupně vybírány jednotlivé záznamy definující určitý spoj podle atributu „id_spoj“.

V druhém kroku byla pro jednotlivé spoje vytvořena trasa pomocí nástroje Create Routes pro potřeby následného lineárního referencování.

Ve třetím kroku byly z tabulky „zaspoje“ podle atributu „id_spoj“ vybrány všechny zastávky vybraného spoje a propojeny podle atributu „id_z_cis“ s bodovou vrstvou zastávek. Výsledkem byla bodová vrstva zastávek na konkrétním spoji.

Následně byly pomocí nástroje Locate Features Along Routes zastávky příslušného spoje z předchozího kroku lokalizovány podél linie reprezentující vybraný spoj. Výsledkem byla tabulka pro každý jednotlivý spoj s novým atributem „MEAS“, který udává vzdálenost dané zastávky (v metrech) od počátku linie (spoje) po konkrétní zastávku. Současně byl vytvořen atribut „distance“ udávající vzdálenost centroidu označnicku k linii spoje. Takto bylo zkontrolováno, že bod reprezentující zastávku se přiřadil pomocí kolmice vždy k nejbližší linii spoje. Vzdálenost nepřesáhla v téměř 93 % případů hodnotu 10 m.

V posledním kroku modelu byly všechny sloupce v tabulkách přejmenovány na jednotné názvy a dále integrovány do jedné výsledné tabulky. Pro potřeby zpracování byly ponechány pouze atributy potřebné k identifikování jednotlivých objektů v tabulkách entit.

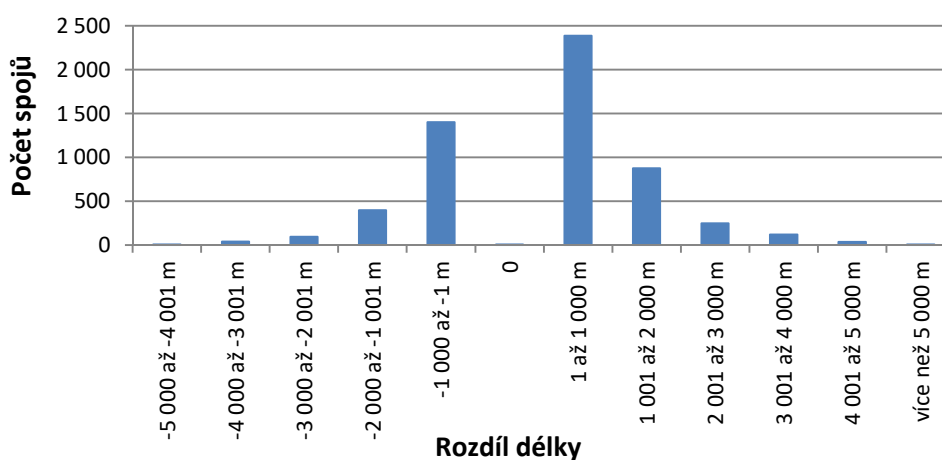
Výsledek zpracování pomocí modelu byl dále upravován mimo software ArcGIS for Desktop 10.4.1. Z výsledků zpracování bylo zjištěno, že geometrie linií spojů dodané společností T-Mapy s.r.o. není pro výpočet staničení vhodná. Důvodem je porušení základního předpokladu, že hodnota v atributu „MEAS“ od první do poslední zastávky narůstá a u poslední zastávky je hodnota rovna celkové délce spoje. Z hodnot atributu „MEAS“ byl proto vypočítán vzdálenostní rozdíl v metrech vždy mezi příslušnými dvěma zastávkami a z této hodnoty byla stanovena absolutní hodnota. Tyto hodnoty v metrech byly dále s přesností na sedm desetin metru převedeny na kilometry. Z těchto hodnot bylo vypočteno

staničení, přičemž ke každé hodnotě vzdálenosti k následující zastávce byla přičtena hodnota již uražené vzdálenosti na spoji. Výsledné hodnoty staničení byly v posledním kroku zaokrouhleny na celé kilometry.

Výsledek

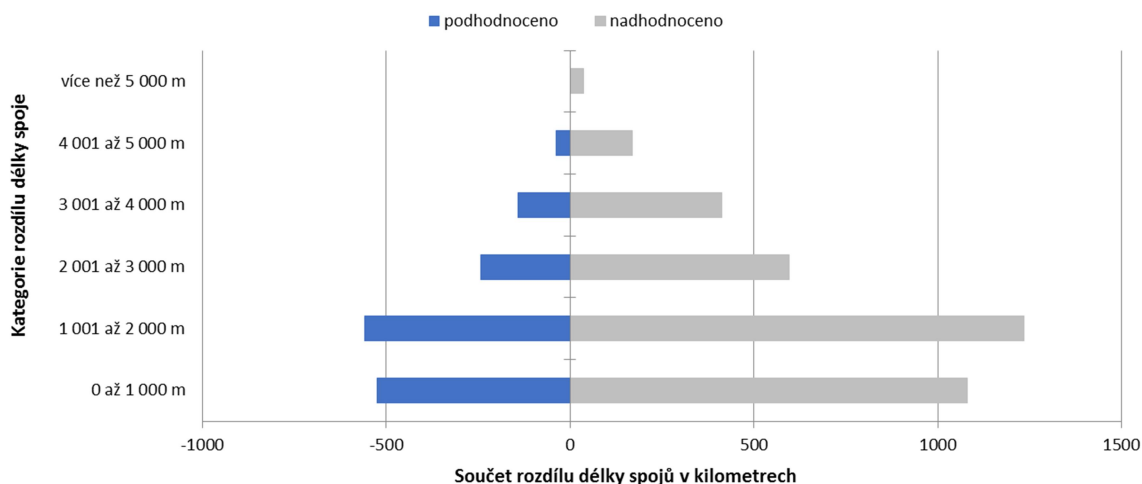
Do výpočtů vstoupilo celkem 5 781 spojů. Ze zpracování však bylo 154 spojů vyřazeno z důvodu špatně vygenerované linie z posloupnosti zastávek, která neodpovídala skutečnosti. To bylo možné pouze díky automatické kontrole nereálně vypočítaných mezizastávkových úseků. Výpočtem pouhé délky geometrie celého spoje by tyto chyby patrně nebyly odhaleny. Analyzováno bylo celkem 5 627 spojů, pro které byla z veřejné zakázky realizované společností T-Mapy s.r.o. dostupná nejen posloupnost zastávek z JDF, ale také korektní geometrie linií. Po přepočtu vzdáleností mezi zastávkami a staničení byla analyzována celková délka spojů podle JŘ, která činí 95 342 km. Průměrná délka spoje VLD je necelých 17 km. Z analýzy výpočtu staničení vyplynulo, že spoje ve skutečnosti bez jakéhokoli zaokrouhlování měří celkem 93 310 km, což je o 2 032 km méně než uvádějí JŘ. Zajímavé je, že pokud se maximální hodnoty staničení (délky spoje) zaokrouhlí podle pravidel zaokrouhlování, měří spoje celkem 93 397 km. Rozdíl oproti přesnému součtu tak činí pouze 87 km, což je 0,09 %. Naopak pokud by organizátor přistoupil na výpočty délky spojů se zaokrouhlováním nahoru (jako je tomu teď), činil by vypočítaný součet 96 115 km. Tedy ještě o 773 km více, než se uvádí v JŘ. Tato databáze obsahuje pouze 47 % autobusových a tramvajových spojů z databáze pro VLD a MHD a navíc se jedná o provoz jednoho dne, kdy spoj vyjede. Většina spojů je provozována denně nebo alespoň v pracovní dny. Při jednoduchém vynásobení vypočítaných 2 032 km navíc pro 22 pracovních dní a dvanáct měsíců činí rozdíl více než půl milionu kilometrů ročně navíc. Ze zadávací dokumentace soutěží na dopravce k roku 2018 vyplývá, že KIDSOK v rámci dopravní obslužnosti proplácí na 1 km spoje 30 Kč, což při přibližně půl milionu kilometrech činí částku okolo 15 milionů. Podle výroční zprávy z roku 2015 by tato ušetřená částka stačila na pokrytí provozních a mzdových nákladů KIDSOK (KIDSOK, 2016).

Při detailnější analýze bylo zjištěno, že osm spojů nemá z JDF definované obslužené zastávky, rozdíl ve výpočtu vzdálenosti vůči JŘ je tedy nulový. Celkem 3 681 spojů má nadhodnocenou délku, přičemž průměrné nadhodnocení je 961 metrů. Nejčastěji byly délky spojů prodlouženy o 1 až 1 000 metrů (viz obr. 33). Naopak podhodnocenou délku mělo 1 946 spojů, průměrná velikost podhodnocení však činila přibližně 774 metrů.



Obr. 33 Rozdíl délky spojů mezi deklarací v jízdním řádu a vypočtenou délkou na základě geometrie (vlastní zpracování)

Největší podíl na celkovém rozdílu délky spojů mezi JŘ a vypočtenou reálnou délkou spojů však mají spoje, kde je rozdíl délky mezi 1 001 a 2 000 metrů. Z níže uvedeného grafu (obr. 34) je patrné, že při sečtení vypočtených rozdílů délky spojů jednoznačně převládá nadhodnocení nad podhodnocováním délky spojů. Výsledný vypočítaný rozdíl činí výše uvedených 2 032 km navíc oproti JŘ.



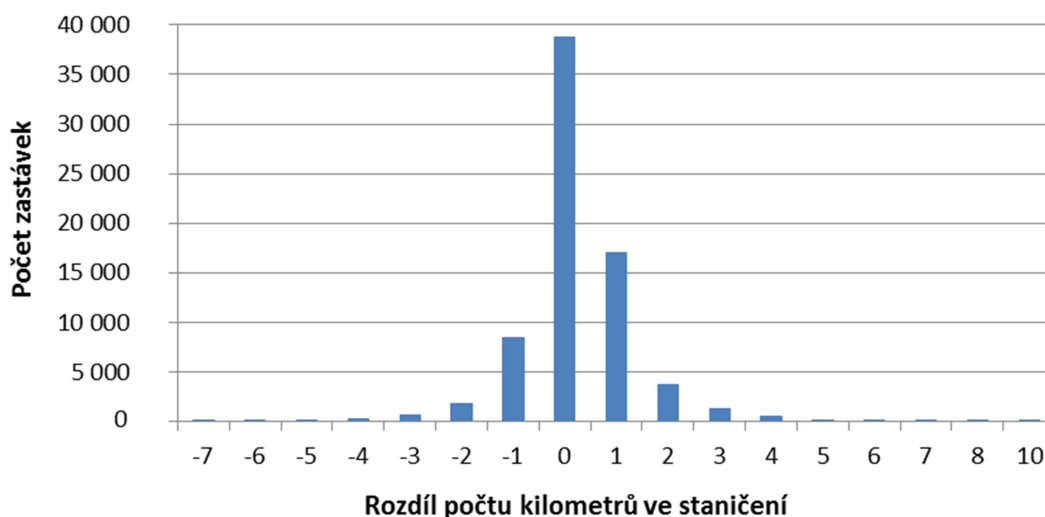
Obr. 34 Celkové rozdíly v délkách spojů podle kategorií rozdílů (vlastní zpracování)

Analyzovány byly také jednotlivé hodnoty mezizastávkových vzdáleností na spojích pro JŘ, což byla sekundární motivace této úlohy. Při zaokrouhlení na celé kilometry (stejně jako v JŘ) bylo zjištěno, že z celkového počtu 73 031 zastavení na jednotlivých zastávkách je 53 % v pořádku. V případech, kde si hodnoty neodpovídají, se velice často objevuje problém v absenci vzdálenosti na prvních několika zastávkách jako např. na obr. 35.

ID zastávky spoje	Název zastávky	Příjezd	Odjezd	Staničení dle jízdního řádu	vzdálenost zastávek	Staničení výpočet	Staničení výpočet v km	Rozdíl ve staničení	Druh rozdílu ve staničení
780120_1_29_28368	Prostějov,,aut.st.		14:35	0	0,543	0,000	0	0	shoda
780120_1_29_28385	Prostějov,,Svatoplukova DONA		14:38	0	1,573	0,543	1	-1	podhodnoceno
780120_1_29_28399	Prostějov,Vrahovice,Vrahovická		14:42	0	0,783	2,116	2	-2	podhodnoceno
780120_1_29_28398	Prostějov,Vrahovice,Hanačka		14:44	0	1,524	2,899	3	-3	podhodnoceno
780120_1_29_28392	Prostějov,Čechůvky			0	4,600	4,423	4	-4	podhodnoceno
780120_1_29_10744	Hrdibořice,,čekárna		14:51	9	2,247	9,024	9	0	shoda
780120_1_29_40283	Vrbátky,Štětovice		14:55	11	0,994	11,271	11	0	shoda
780120_1_29_40281	Vrbátky,,žel.přejezd		14:58	12	0,281	12,265	12	0	shoda
780120_1_29_40280	Vrbátky,,pošta		14:59	12	1,414	12,546	13	-1	podhodnoceno
780120_1_29_40282	Vrbátky,Dubany		15:01	14	1,816	13,960	14	0	shoda
780120_1_29_24833	Olšany u Prostějova,Hablov,rest.		15:03	16	0,924	15,776	16	0	shoda
780120_1_29_24832	Olšany u Prostějova,,u stavu		15:04	17	0,896	16,700	17	0	shoda
780120_1_29_24831	Olšany u Prostějova,,u parku	15:05		17	0,000	17,595	18	-1	podhodnoceno

Obr. 35 Podhodnocení mezizastávkové vzdálenosti pro prvních několik zastávek spoje (vlastní zpracování)

Dalších téměř 35 % mezizastávkových vzdáleností se liší o plus nebo minus jeden km, 7,6 % případů o plus nebo minus dva km. Zbývající 4,5 % mezizastávkových vzdáleností se liší o více než dva km (viz obr. 36).



Obr. 36 Histogram rozdílých hodnot mezizastávkových vzdáleností v kilometrech (vlastní zpracování)

Závěr

Použitím datového modelu a sestaveného konceptu bylo výpočtem počtu staničení na spojích v místech zastavení spoje zjištěno, že také z pohledu ekonomiky a hodnocení provozu je více než žádoucí plánovat JŘ až na úroveň označnicků a mezizastávkové vzdálenosti vyhodnocovat co nejpřesněji. Jak bylo dokázáno, v současnosti používané mezizastávkové vzdálenosti v JŘ jsou zastaralé a potřebují aktualizovat. Tyto mezizastávkové vzdálenosti jsou uloženy v generalizovaných datech a jsou zaokrouhleny na celé kilometry. V této podobě se využívají i pro výpočet finančních prostředků na obslužnost pro jednotlivé dopravce. Zde je zaokrouhlování na celé kilometry opravdu nežádoucí, protože finančně se může tento rozdíl projevit řádově až desítkami milionů korun ročně. Analýza také odhalila nedokonalost výstupu generování linií jednotlivých spojů, které nebyly vhodné pro lineární referencování. Získané poznatky budou předány organizátoru IDS Olomouckého kraje.

8.5 SHRNUÍ A ZÁVĚR

Praktické využití datového modelu pro vytvoření struktury databáze a její naplnění pro VLD a MHD poukázalo na řadu problematických aspektů geodat o VD a na náročnost sběru dat v terénu.

V podkap. 8.1 byla popsána problematika naplnění databáze vystavěné nad navrženým datovým modelem pro VLD a MHD. Sběr dat probíhal ve čtyřech etapách, pro každou etapu se lišil nejen zdroj, ale také způsob sběru dat. Nejprve byl z registru Dopravního úřadu získán rozsah obsluhovaných zastávek v IDSOK, jednalo se však pouze o jedinečné identifikátory zastávek vkládaných do CIS JŘ a názvy zastávek, souřadnice nebylo možné použít. Už při prvotním importu se ukázalo, že i názvy zastávek neodpovídají předpisu tvorby názvu zastávky dle dvoučárkové konvence. Problematická je druhá část názvu obsahujícího název části obce. Úředníci Dopravního úřad Olomouckého kraje nepracují s číselníky ani pro název obce (první část) ani pro část obce, kam vpisují libovolné textové řetězce, tedy např. názvy katastrálních území, ulic nebo pouze místních vžitých názvů. Názvy tak není možné navázat na oficiální číselníky. V druhé etapě se sběr dat v terénu o zastávkách v celém rozsahu spravovaného území KIDSOK ukázal jako časově náročný. Sběr takto detailních dat totiž vyžaduje nejen pečlivost a dostatek času, ale také využití moderních technologií. Obrovským

zjednodušením a úsporou času bylo využití mobilní aplikace pro tablet. Díky jednoduchosti datového modelu založeného na číselnících bylo možné většinu informací zadávat poměrně jednoduše pomocí check boxů nebo výběru z rolovací lišty. Další problematickou částí se ukázalo naplnění dat o provozu. K naplnění této části datového modelu měly sloužit soubory JDF. Dopravci ale v JŘ pracují s označníky pouze omezeně a nejednotně nebo spíše vůbec nepracují. Prakticky je tak téměř nemožné přesně rekonstruovat trasy jednotlivých spojů. Dále návaznosti ve smyslu přestupů i na několik spojů zároveň jsou vyplňovány do jediného pole. Většina atributů a z části i souborů JDF v balíku pro CIS JŘ je pouze volitelných a tedy závislých na ochotě dopravců tyto atributy a soubory vyplňovat. V praxi jsou volitelná pole v JDF souborech prázdná, nepovinné soubory zcela chybí, dopravci je nevyplňují. Všechny tyto aspekty vedou ke znemožnění automatizovaného zpracování a využití pro navržený datový model. Vzhledem k tomu, že toto zjištění má vliv na další práci s geodaty a jejich využití v plánovaných projektech, je nezbytné stanovit závazná pravidla pro konstrukci JŘ. Organizátor proto začal pracovat na rozšíření povinností pro dopravce v rámci Smlouvy o IDS od roku 2018. V poslední části naplnění datového modelu byl navržen postup pro automatické generování průběhu tras linek a spojů, které však předpokládá vybavenost vozidel VD GPS přijímačem a komunikaci pomocí protokolu se serverem ukládajícím tato data.

V podkap. 8.2 až 8.4 byla na třech prostorových úlohách demonstrována síla a užitečnost dostupných geodat sbíraných a shromážděných dle navrženého datového modelu. Úlohou č. 1 (podkap. 8.2) bylo například zjištěno, že přibližně ve 200 případech se docházkové vzdálenosti 500 m od zastávek významněji překrývají a umístění zastávek je tedy neefektivní. V deseti případech se zastávky vyskytují více než 1 000 metrů od zastavěného území. Naopak v centrální části města Jeseník pokrytí docházkovou vzdáleností na zastávku chybí. Další tři rozsáhlejší oblasti bez zastávek jsou průmyslové oblasti ve Šternberku a Uničově. Úlohou č. 2 (podkap. 8.3) bylo v okrese Olomouc zjištěno, že téměř polovina zastávek není uzpůsobena pro cestování tělesně postižených na vozíku. Chybí uzpůsobení výšky nástupních hran, bezbariérovost přístupu a bezpečný prostor pro invalidní vozík. Dále bylo zjištěno, že přibližně 25 % bezbariérových zdravotnických zařízení a zaměstnavatelů pro tyto tělesně postižené není dostupných do 500 metrů od bezbariérové zastávky. Nezodpovězenou otázkou dále zůstává, zda bezbariérové zastávky v analýze obsluhují nízkopodlažní vozidla uzpůsobená pro přepravu vozíčků. V úloze č. 3 (podkap. 8.4) byla demonstrována síla práce s linií jednotlivých spojů. Právě spoje jsou klíčové pro plánování obslužnosti z hlediska trasování, obsluhy zastávek a také z ekonomického hlediska zajištění obslužnosti. Analýzou v úloze č. 3 bylo zjištěno, že na testovacím vzorku 5 627 spojů činil rozdíl celkové délky spojů přes 2 000 km. Většina spojů je nadhodnocena, velikost nadhodnocení je průměrně o více než 200 metrů větší než podhodnocení délky spojů. Tato skutečnost je mimo jiné dána tím, že do JŘ se vzdálenosti mezi zastávkami zaokrouhlují vždy nahoru, tyto hodnoty však vstupují také do ekonomických výpočtů finanční náročnosti obslužnosti. Přibližným přepočtem na celý rok bylo zjištěno, že odchylka činí přibližně 15 milionů Kč.

Poznatky získané v tomto dílčím cíli vedly ke zjištění, že terénní sběr geodat pro naplnění datového modelu je časově náročné, a že do procesu zajištění kompletního rozsahu a detailu je nutné zapojit také příslušný dopravní úřad a dopravce. Dopravce hraje v některých aspektech datového modelu zásadní roli, je totiž zodpovědný za vyplňování i nepovinných JDF souborů a atributů pro CIS JŘ. Podstatným předpokladem je nezbytnost dodržování pravidel zjištěných

a diskutovaných v podkap 8.1. Jedná se zejména o pravidla:

- vytvářet názvy zastávek dle zásad dvoučárkové konvence (název zastávky se skládá z názvu obce, názvu části obce, bližšího místa),
- vytvářet JDF soubor obsahující označníky pro navázání na obsluhu jednotlivých spojů,
- vyplňovat vzájemné návaznosti vozidel VD tak, aby pro každý záznam existovala návaznost pouze mezi dvěma spoji definovaná místem přestupu a časem včetně udání maximální doby čekání na přípoj,
- vybavit odbavovací techniku ve vozidlech zařízeními pro zjišťování a odesílání GPS polohy vozidel.

Bez dodržování těchto základních pravidel není možné geodata dle datového modelu získat, ukládat, spravovat a využívat. I částečně naplněná databáze nad datovým modelem díky realizaci úloh v podkap. 8.2 až 8.4 však pro organizátora přinesla cenné informace. Geodata spravovaná v souladu s navrženými datovými modely mohou sloužit i pro mnohé další analýzy nebo účely nejen organizátorům, ale také cestujícím.

Geodata mohou dále sloužit například:

- k analýze zatížení sítě v případě, že na zastávky a spoje naváží informace o prodeji jízdních dokladů nebo obsazenosti spojů,
- jako podklad pro analýzy zpoždění vozidel VD,
- k analýze souběhů trasování spojů, linek nebo druhů dopravy,
- jako podklad pro konstrukci JŘ, především plánování změn,
- pro plánování objízdných tras a uzavírek,
- jako podklad pro tvorbu map obslužnosti území (trasování linek apod.),
- jako podklad pro dispečerské řízení,
- jako podklad pro koordinaci činností s IZS,
- pro publikování informací cestující veřejnosti,
- jako podklad pro vizualizaci přesunů mezi výstupní a nástupní hranou (označníkem),
- jako podklad pro analýzu investičních nákladů na vybavení zastávek elektronickými informačními panely apod.

Všechny výše uvedené příklady užití těchto geodat předpokládají přesné zaměření zastávek v detailu až na označníky, správu datové vrstvy se souřadnicemi tras spojů, technické a stavební parametry nástupních hran pro koordinaci provozu, správu parkovišť, odbavovacích hal pro poskytování užitečných informací cestující veřejnosti apod.

9 DISKUZE

Cílem disertační práce bylo na základě poznatků získaných hodnocením stavu užívání geodat a principů jejich správy navrhnout, naplnit, ověřit, vyhodnotit a využít nový koncept správy prostorových dat o veřejné hromadné dopravě v Olomouckém kraji založený na geoinformačních přístupech. V rámci jednotlivých kapitol práce byly vyřešeny dílčí problémy, které se u konkrétních aspektů řešení disertační práce vyskytly. Následující text akcentuje ty nejvýznamnější.

Nový podsystém integrace v IDS – Informační integrace

Definovat nový pojem „informační integrace“ jako čtvrtý podsystém doplňující tři tradiční podsystémy integrace vyvstal z rešerše zahraničních dopravních systémů (viz dílčí cíl 1 v kapitole 4) i několikaleté zkušenosti autorky pracující pro Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. V literatuře je možné se sice setkat s tvrzením, že informační systém obsahující informace a data o IDS je jedním z pěti znaků integrace v IDS, s tradičními podsystémy integrace však pouze úzce souvisí. Informační integrací definovanou autorkou se však rozumí integrace jmenovaných základních geodat, sjednocení jejich formátu, struktury a podrobnosti, určení garanta správnosti a kompletnosti geodat a správa založená především na geodatabázích a GIS. V kontextu této definice se opravdu jedná o nový pojem, zůstává však otázkou, zdali tato disertační práce přispěje k praktické implementaci informační integrace do systému veřejné dopravy v Česku.

Spádové oblasti vymezené dojížděnkou do zaměstnání a do škol

Jedním z výstupů druhého dílčího cíle (viz kapitola 5) bylo i vymezení spádových oblastí jako prostorové rozmístění poptávky po přepravě a srovnat ji dále s přepravní nabídkou. Součástí této části byla i rešerše stávajících metod a postupů pro zpracování spádových oblastí, rozhodně se však nejedná o rešerši všech přístupů. Detailní analytické zpracování poptávky po přepravě by mohlo být nosným tématem pro samostatnou disertační práci. Autorka nemohla tuto oblast, vzhledem k její šíři, plně obsáhnout, a proto byly vybrány pouze studie široce aplikovatelné a používané především v Česku.

Teoreticky mohlo být pro hodnocení poptávky po přepravě v podobě spádových oblastí využito nějaké již popsané metody pracující s daty SLDB, ukázalo se však, že je vhodnější vytvořit vlastní metodu. Analyzované studie totiž nezohledňují dojížděnkou dětí do škol, při výpočtech se pracuje s absolutními ukazateli a metody se mezi cenzy upravují tak, aby výsledky (především počty spádových oblastí) byly podobné. Cílem mimo jiné bylo také eliminovat vliv změny počtu obyvatel, a především neochotu obyvatel účastnit se cenzu. Z tohoto důvodu byl vytvořen jednotný smysluplný postup pro vytvoření spádových oblastí na základě relativních ukazatelů vypočtených z dojížděnkou do zaměstnání a do škol.

Způsob hodnocení přepravní nabídky

Protože cílem výzkumu bylo analyzovat přepravní nabídku za celé období transformace organizace veřejné dopravy od roku 1980, byla provedena analýza pouze v rozsahu omezujícím se na hodnocení počtu spojů, linek, zastávek VLD a jejich provoz v pracovní dny a o víkendech. Důvodem je absence digitální podoby JŘ pro autobusovou dopravu (archivaci železniční dopravy se nepodařilo vůbec nalézt) a chybějící algoritmus pro vyhledání spojení mezi místem A a B. Pro okres Prostějov pro roky 1980-2000 se navíc nepodařilo získat ani papírovou podobu jízdních řádů, dopravce FTL - First Transport Lines, a.s. JŘ archivuje pouze po dobu 5 let.

Dalším problémem, který není řešen v žádných vědeckých studiích, je dostupnost geometrie jednotlivých spojů a obslužených zastávek, na které by bylo možné napojit data z JŘ tak, aby bylo možné analyzovat kompletní obslužnost a všechny možné přepravní vazby na základě trasování a zastavování spojů na zastávkách. Tento problém plně řeší navržený datový model a koncept správy geodat. Navržené řešení by tak mělo zmiňovaný problém eliminovat.

První ucelená studie hodnocení správy geodat o veřejné dopravě na úrovni kraje

Předložená disertační práce je první ucelenou studií obsahující analýzu správy stávajících geodat o veřejné dopravě a jejich využitelnosti na úrovni kraje. Ačkoli je z velké části teoretická a založená na rešerši dostupných materiálů a konzultacích s odborníky z praxe, přináší velmi detailní pohled na správu stávajících geodat o veřejné dopravě a jejich využitelnosti v rozsahu, ve kterém se nikdo doposud vědecky nezabýval. Návrh konceptu správy geodat a datového modelu jako hlavní cíl práce reflektuje specifika Česka s ohledem na obecně využívané (i zahraniční) standardy. Při řešení disertační práce byl kladen především důraz na trvalou udržitelnost konceptu a datového modelu pro správu geodat o veřejné dopravě na úrovni kraje a jejich využití pro plánování obslužnosti a také sdílení a publikování geodat a informací nejen s cestující veřejností. Na základě konzultací s odborníky na veřejnou dopravu z řad dopravních, tarifních, finančních specialistů, konstruktérů JŘ i dopravců byly následně sestaveny požadavky na geodata různých uživatelských skupin. Autorka očekává, že diskuse nad výsledky disertační práce prohloubí tyto výsledky a odhalí další výzkumné otázky.

Index hodnocení stavu a rozsahu spravovaných geodat

Vzhledem k tomu, že Index kvality správy byl vytvářen na základě nynějšího stavu poznání, je možné jej dále rozvíjet například ve smyslu stanovení vah pro jednotlivá kritéria nebo je možné doplňovat kritéria nebo jejich úrovně. Cílem vytvoření indexu bylo vyhnout se subjektivnímu hodnocení stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje.

Požadavky na geodata a informace z pohledu uživatelů

Důraz na studium požadavků na geodata a informace z pohledu uživatelů vychází především ze zkušeností autorky a z konzultací s odborníky jako hlavními uživateli a poskytovateli geodat. Analýza detailních požadavků cestujících by patrně vydala na samostatný výzkum, a to zaměřeného jak na aspekt obsahu a rozsahu geodat, tak na jejich zpracování, vizualizaci apod.

Dvojice datových modelů

Původní záměr řešení cíle disertační práce vytvořením jednoho komplexního modelu pro geodata o veřejné dopravě se ukázal jako nepřiliš vhodné řešení, a to především z důvodu odlišné infrastruktury železniční a silniční dopravy. Tato odlišnost byla následně potvrzena i odlišnou evidencí provozu na silnicích a na železnici. Proto byly vytvořeny dva oddělené datové modely – jeden pro autobusovou a tramvajovou dopravu (případně i trolejbusovou) a druhý pro železniční dopravu. Některé entity v těchto modelech jsou však společné, proto je možné spojit přes tyto entity oba datové modely a záznamy společných entit využívat současně pro oba modely.

Omezený rozsah návrhů datových modelů

Navržené datové modely představují v kontextu analyzovaných standardů pro výměnu geodat o VD jednodušší a výrazně méně rozsáhlé řešení. Většina standardů je poměrně rozsáhlá a obsahuje až stovky entit a atributů, které v české praxi není možné udržovat

v aktuálním stavu. Proto byly vybrány takové entity, které se vyskytují téměř ve všech standardech. Výběr atributů také odráží požadavky uživatelských skupin na geodata a na obsah potenciálních datových toků, které byly na základě konzultací identifikovány. Části datových modelů týkající se provozních geodat se do značné míry opírají o existující formát JDF, kterým dopravci předávají data o JŘ do CIS JŘ. Autorka věří, že návrhy datových modelů se podařilo koncipovat takovým způsobem, že bude datovou vrstvu možné v případě potřeby jakýmkoli směrem dále rozšiřovat.

Naplnění datového modelu

Realizováno bylo naplnění databáze pouze nad jedním datovým modelem pro VLD a MHD, a to v omezeném rozsahu. Důvodů bylo několik:

- časová náročnost sběru geodat v terénu,
- částečná nedostupnost geodat,
- některá geodata od garantovaných zdrojů navíc obsahem neodpovídala metadatům,
- podklady subjektů nebyly vytvářeny nad číselníky a neumožňovaly tak automatický nebo poloautomatický import,
- ne všechna vozidla VD jsou vybavena přijímačem GPS,
- ochota dopravců spolupracovat na naplnění databáze apod.

Protože není možné tyto nedostatky v řádech tisíců až desetitisíců záznamů v omezeném čase efektivně odstraňovat, naplnění databáze pouze jednoho datového modelu bylo jediným možným východiskem.

Výběr praktických úloh pro ověření modelů

Praktická část byla doplněna případovými studiemi, které měly za cíl ověřit potenciál a užitečnost vybraných geodat a sestaveného datového modelu pro řízení veřejné dopravy. Úlohy byly vybírány s ohledem na reálné situace, které jednotliví organizátoři na úrovni krajů pro optimalizaci dopravy musí řešit. Jak se ukázalo, i ve vybraných úlohách bylo klíčové pracovat až na úrovni označků, která však chyběla. Používání úrovně zastávek vede ke generalizaci atributů, což může být do značné míry zavádějící. V případě, že by organizátor disponoval i geodaty z reálného (nejen plánovaného) provozu, bylo by možné provádět řadu dalších analýz. Potom by tyto analýzy mohly být zaměřeny například na analýzu polohy a důvodů vzniku mimořádných událostí. Bylo by možné získávat informace o zpoždění a s využitím dalších geodat jeho velikost eliminovat ověřením doby potřebné na průjezd mezi bodem A a B v daný čas. Bylo by také možné provádět analýzu vytíženosti spojů, analýzu neekonomičtějších oblastí provozu apod.

Tři hlavní úskalí disertační práce

Závěrem lze konstatovat, že řešení cílů disertační práce představuje původní přístup hned z několika skutečností. První byla skutečnost, že hlavním cílem práce bylo vytvořit koncept, který bylo vzhledem k povaze práce nutné založit na vědeckých přístupech. Druhou skutečností byl rozsah teoretických východisek založených z velké části na technických standardech a konzultacích s odborníky z praxe. Třetí a zásadní skutečností byla časová náročnost definovaného rozsahu a hloubky práce včetně nutnosti zapojit velkou řadu subjektů. Řadu aspektů práce proto nebylo možné díky omezenému časovému rámci zpracovat do ideální podoby a kompletního stavu. Velkou roli v tomto případě hrály mimo jiné i legislativní nebo smluvní změny, které nebylo možné ovlivnit.

10 ZÁVĚR

Hlavním cílem disertační práce bylo zaměřit se na prostorová geodata o veřejné dopravě na úrovni kraje, především pak na datový model, geoinformační přístup správy geodat a jejich využitelnost v praxi. Na počátku realizace byl hlavní cíl práce rozdělen do pěti dílčích cílů: shrnout vývoj systému veřejné dopravy v České republice po roce 1980, analyzovat prostorové změny sítě a přepravní nabídky a poptávky od roku 1980, charakterizovat současný stav a rozsah správy geodat na úrovni kraje, sestavit a naplnit datový model pro správu geodat o veřejné dopravě a ověřit datový model společně s novým konceptem správy geodat o veřejné dopravě. Každá z částí byla realizována s využitím všech dostupných metod v souladu s poznatky a doporučeními získanými v průběhu řešení.

Na základě pochopení vývoje a principů organizace veřejné dopravy, které inklinují k formování tzv. IDS jako úspěšných forem provozování a organizování veřejné dopravy, byl definován pojem informační integrace. Ten je však třeba chápat v jiném rozsahu než je například pouhé sjednocení informací pro celý IDS na webových stránkách. Formování integrovaných dopravních systémů na úrovni kraje nahrává vzniku široce využitelných a dostupných, kvalitních geodat o veřejné dopravě, které jsou spravované a poskytované jedním zodpovědným subjektem. Zkušenosti ze zahraničí jednoznačně dokládají, že geodata o veřejné dopravě mají obrovský potenciál pro trvale udržitelný rozvoj nejen veřejné dopravy.

Disertační práce ukázala, že díky individuálnímu přístupu jednotlivých organizátorů ke sběru, správě a využití těchto geodat v Česku není možné tento potenciál využít. Na základě rešerše dostupných dopravních geodat bylo zjištěno, jak je i pro vědecké studie náročné efektivně vyhodnotit například přepravní nabídku vůči poptávce. Chybějící dopravní geodata o zastávkách, spojích a neúplné informace z jízdních řádů apod. v podstatě umožňují v krajském rozsahu analyzovat poptávku po přepravě pouze pomocí spádových oblastí z národních cenů SLDB jednou za deset let. Analýza nabídky je omezena na základě hodnocení počtu spojů určité oblasti, zastávky podle názvu a příslušnosti k obci nebo časové dostupnosti místa A z místa B. Pro potřeby organizátora je však analýza obslužnosti území komplikovanější, musí vyhodnocovat vztahy obcí nejen k hlavnímu spádovému centru a plánovat přestupnosti v čase a prostoru apod. V návaznosti na tuto problematiku proběhla v praktické části DC2 analýza adekvátnosti změn přepravní nabídky v závislosti na změně sídlení a poptávce po přepravě. Touto analýzou se potvrdil vliv plánování obslužnosti v závislosti na atraktivitě sídel ne na základě poptávky po přepravě.

Přínosem disertační práce je analýza současného stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje na straně jedné, na straně druhé pak analýza potřeby geodat uživatelů (i pouze potenciálních uživatelů) a jejich využitelnost. Pro hodnocení stávající úrovně správy geodat bylo vytvořeno hodnocení pomocí šesti základních kritérií. Každý organizátor si může ohodnotit stav svých geodat vůči optimálnímu navrženému stavu. Analýza dostupných a využívaných standardů pro geodata a požadavků na geodata a informace z pohledu uživatelů posloužila jako základ pro návrh datového modelu pro infrastrukturu a plánovaný provoz veřejné dopravy. Z výsledků DC3 vyplývá, že geodata mají největší přínos pro management (tedy správu) IDS. Geodata pomáhají popsat stav jednotlivých objektů v prostoru, obslužnost území a mohou být také podkladem pro řízení veřejné dopravy v rámci dispečinku nebo přenos přesných informací pro cestující veřejnost. Pro dopravce jsou geodata zásadní především pro pohyb a zajištění objednané obslužnosti. Základ informační integrace na úrovni kraje tvoří data o infrastruktuře, plánovaném provozu, aktuálním provozu,

uzavírky, plánované změny, aktuální nehody a mimořádné události. Na tato data je následně možné navázat rozšiřující databáze týkající se například obsazenosti spojů, obraty na zastávkách, prodeje jízdních dokladů apod. Definovaná informační integrace předpokládá spolupráci všech účastníků IDS podílejících se na realizaci nabídky přepravních služeb a také sjednocení formátu, struktury a podrobnosti geodat. Za nejpodstatnější geodata lze považovat geodata o infrastruktuře a plánovaném provozu. Tato geodata si organizátor musí v podstatě zajistit i za pomoci dílčích zdrojů sám. Pro tato geodata byl navržen datový model a koncept jejich správy obsahující také doporučený postup pro realizaci databáze a údržbu aktuálnosti geodat. Navržen byl jeden datový model pro silniční veřejnou dopravu (zahrnující také tramvajový a trolejbusový provoz) a druhý pro železniční dopravu. Důvodem byla rozdílnost infrastruktury i provozní atributy především spojů. Koncept předpokládá, že přiměřený rozsah sledovaných entit a atributů umožní zajištění kompletního sběru moderními technologiemi (GPS, tablet, GIS). Tyto technologie umožní také vysokou polohovou a topologickou přesnost objektů a snadnou aktualizaci dat.

V závěru řešení disertačních cílů bylo realizováno částečné naplnění databáze nad datovým modelem určeným pro silniční veřejnou dopravu (autobusovou, tramvajovou a trolejbusovou). Praktické ověření výsledků dílčích cílů disertačního výzkumu ukázalo, že datový model je vhodně navržen. Byl také potvrzen správný výběr technologického řešení v podobě PostgreSQL, které plně vyhovuje navrženému řešení. Nicméně je nutné poznamenat, že některé atributy z provozní části není možné naplnit. Důvodem je potřeba změn smluvních vztahů s dopravci, případně změn legislativních. V zásadě je nutné úzce spolupracovat s jednotlivými dopravci a donutit je přesně dle datového modelu v souladu s povinným JDF formátem pečlivě vyplňovat jednotlivé atributy, a to i ty, které jsou nepovinné, avšak pro provoz důležité. Následně vytvořené praktické úlohy měly za cíl prověřit potenciál a užitečnost dopravních geodat obsažených v datovém modelu. Kromě provedených analýz byla diskutována také jejich další využitelnost například pro dispečerské řízení, související konstrukci jízdních řádů, tvorbu aplikace pro cestující veřejnost a k mnohým dalším analýzám. Cílem informační integrace postavené na navržených datových modelech je primárně umožnit organizátorovi přesnější a efektivnější plánování obslužnosti, řízení provozu a informování cestující veřejnosti. Navíc za předpokladu, že by se geodata dle navržených datových modelů a konceptů správy spravovala ve všech krajích, bylo by mimo jiné snazší řešit přeshraniční obslužnost infrastruktury spravované jiným krajem a efektivněji ji plánovat.

Většina výsledků dosažených v této práci již byla prezentována na odborných konferencích, seminářích nebo publikována v odborných časopisech a sbornících. Disertační práce je přínosná nejen pro vědu ale také pro praxi. Ve vědecké rovině se otevírá možnost prohlubovat výzkum v oblasti definované informační integrace, která je pouze základem týkajícím se veřejné dopravy. Další výzkum by navržené řešení mohl posunout až do roviny integrace dopravních geodat v rámci konceptu Smart Cities. Vědecký přístup by mohl dále pokračovat v oblasti způsobu otevírání těchto geodat a využití pro naprogramování nejrůznějších aplikací pro veřejnost, ale i odborníky. Výsledná geodata by také mohla napomoci získání lepších podkladových dat pro analýzy přepravní nabídky a poptávky. Pro praxi je práce aktuálně přínosná v rámci KIDSOK, kde na základě podkladů mění i smlouvu o IDS s dopravci. KIDSOK se vlastními silami snaží naplnit databáze nad oběma modely do stoprocentního stavu a geodata dále využívat pro analýzy. Autorčino vystoupení na setkání uživatelů společnosti T-Mapy v roce 2015 mimo jiné motivovalo tuto společnost pro vývoj nástroje pro sběr atributů v navrženém datovém modelu pro silniční veřejnou dopravu.

Nástroj je součástí produktu Dispečink, který nabízejí organizátorům dopravy. Za další úspěch lze považovat oslovení autorky společností Central European Data Agency, a.s. na základě její publikační činnosti při spolupráci na přípravě projektu pro výzvu do programu Aplikace pod Operačním programem Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost. Cílem připravovaného projektu je právě získávání geoprostorových dat veřejné dopravy, zejména zastávek a terminálů veřejné dopravy. V tomto světle je proto obsah disertační práce přínosem pro celou řadu subjektů a míra její implementace je závislá především na ochotě jednotlivých dopravců ke spolupráci.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ANABL, J. (2005): 'Complacent car addicts' or 'aspiring environmentalists'? Identifying travel behaviour segments using attitude theory. *Transport Policy* 12 (1), pp. 65–78.

ANDRLE, A. (1994): Vyjíždka za prací, do učení a do škol v ČR podle sčítání lidu 1991. In: *Územní plánování a urbanismus*, roč. 2. Praha: Terplan, s. 62-69.

ANDRLE, A., POJER, M. (1964): Dojíždka do zaměstnání v ČSSR. In: *Statistika č. 12*. Praha: SSÚ, s. 497-508.

ANTROP, M. (2004): Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 67, pp. 9-26.

AutoSAP (2015): Složení vozového parku v ČR: Souhrnné registrace vozidel v ČR k 30. 9. 2015. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. Praha. [cit. 2016-07-23]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/#pololeti2015>.

BACHOK, S., W. L. YUE a R. ZITO (2007): What do passengers need out of public transport information systems? Conference of Australian Institutes of Transport Research. Australia: Monash University.

BAR-YOSEF, A., K. MARTENS, and I. BENENSON (2013): A model of the vicious cycle of a bus line. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 54, pp. 37-50.

BATES, J., POLAK, J., JONES, P., COOK, A. (2001): The valuation of reliability for personal travel. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 37(2-3), 191-229 DOI: 10.1016/S1366-5545(00)00011-9. ISSN 13665545.

BEIM, M. (2015): Is free public transportation a recipe for success? In: *Chytrá a zdravá městská veřejná doprava*. Plzeň.

BEIRÃO, G., SANSFIELD CABRAL, J. A. (2007): Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*. 14(6): 478-489. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.04.009. ISSN 0967070x.

BID (2015): BID - Integrovaný dopravný systém v Bratislavskom kraji. [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.bid.sk/ids-bk/>.

BMVIT (2015): Verkehrsverbünde in Österreich. *BMVIT - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/nahverkehr/verbuende/oesterreich.html>.

BRINKE, J. (1999): Úvod do geografie dopravy. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum. 112 s.

BURIAN, J., ZAJÍČKOVÁ, L., TUČEK, P., VOŽENÍLEK, V., LANGROVÁ, B. and BOORI, M. (2014): Traffic Intensity Changes and Their Influence on Spatial Distribution of Suburbanization. In: *SGEM2014 Conference Proceedings*. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd.

CAULFIELD, B., O'MAHONY, M. (2007): An Examination of the Public Transport Information Requirements of Users. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 8(1), 21-30 [cit. 2016-09-30]. DOI: 10.1109/TITS.2006.888620. ISSN 1524-9050.

CDV, v. v. i. (2012): Jednotný systém dat ve veřejné dopravě [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://jsdv.cdvinfo.cz/>.

CEN/TS 15531:2011 (2011): Service Interface for Real Time Information. Brusel: European Committee for Standardization. Dostupné z: <http://www.kizoom.com/standards/siri>.

CEN/TS 16157:2011 (2011): Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information. Brusel: European Committee for Standardization. Dostupné z: <http://www.datex2.eu/content/standardization>.

ČERMÁK, Z., JEDLIČKA, J., KUDLÁČEK, J. (1984): Vývoj mikroregionální struktury ČSR z hlediska pohybu za prací v letech 1961-1970. In: Sborník prací 8. Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 50-61.

ČERNÝ, J. (2011): Analýza dopravní obslužnosti ve vybraném regionu. Brno. Bakalářská. Mendelova univerzita v Brně.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2005): Metodické vysvětlivky. In: Český statistický úřad [online]. [cit. 2014-08-05]. Dostupné z: http://csugeo.i-server.cz/csu/2004edicniplan.nsf/krajo/13-4116-04--metodicke_vysvetlivky.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2014): Vyjíždka a dojíždka do zaměstnání a škol. [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/25385875/19920959+2400013a12.pdf/>.

ČERVENKA, M. (2007): Změna trendu ve financování veřejné dopravy. In: *Teoretické a praktické aspekty ve veřejných financích*. Praha: University of Economics Prague. ISBN 80-245-1032-4.

DOHN, K. (2012): PASSENGER RAIL TRANSPORT IN POLAND. In: *Carpathian Logistics Congress*. Jeseník, s. 1-7.

DORA, C., PHILIPS, M. (2000): Transport, environment and health. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, (WHO Regional Publications: European Series, No. 89), 66 p. ISBN 92-890-1356-7.

DPMZ (2009): Žilinský regionálny integrovaný dopravný systém: Integrovaná doprava [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.dpmz.sk/integrovana-doprava/>.

DRDLA, P. (2008): IDS v České republice – srovnání a zvláštnosti. *Perner's Contacts*. 2008 (12), s. 69-74. ISSN 1801-674X.

DRDLA, P. (2011): Informační systém integrovaného dopravního systému. *Perner's Contacts*. č. 23, s. 47-54. ISSN 1801-674X.

DSZO (2004): Zlínská integrovaná doprava - všeobecné informace [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.dszo.cz/?section=zid&file=zid>.

Eltis (2014): Free public transportation for car drivers in Nysa (Poland). [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.eltis.org/discover/case-studies/free-public-transportation-car-drivers-nysa-poland>.

EN 12896:2006 (2006): Road transport and traffic telematics - Public transport - Reference data model. Brusel: European Committee for Standardization. Dostupné z: <http://www.transmodel.org/en/cadre1.html>.

EN 28701:2012 (2012): Intelligent transport systems - Public transport - Identification of Fixed Objects in PublicTransport (IFOPT). Brusel: European Committee for Standardization. Dostupné z: http://www.dft.gov.uk/naptan/ifopt/ifoptV1.0-36/CENTC278WG3SG6_IFOPT_20081110_36.pdf.

EUROPEAN COMMISSION (2012): Transport: First Smart Mobility Challenge – and the winner is European Commission - Press release [online]. [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-233_en.htm.

European Settlement Map (2017): Copernicus: Europe's eyes on Europe [online]. Denmark, [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://land.copernicus.eu/pan-european/GHSL/EU%20GHSL%202014>.

FreepublictransportsCities (2015): Cities: *Fare Free Public Transport* [online]. [cit. 2015-09-11]. Dostupné z: <http://farefreepublictransport.com/city/>.

FRIMAN, M., GÄRLING, T. (2001): Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services. II. Journal of Retailing and Consumer Services. 8(2), 105-114. DOI: 10.1016/S0969-6989(00)00004-7. ISSN 09696989.

FUJII, S., KITAMURA, R. (2003): What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers? An experimental analysis of habit and attitude change. Transportation. 30(1), 81-95. DOI: 10.1023/A:1021234607980. ISSN 00494488.

GÄRLING, T., SCHUITEMA, G. (2007): Travel demand management targeting reduced private car use: effectiveness, public acceptability and political feasibility. Journal of Social Issues 63 (1), pp. 139–153.

GIANNOPOULOS, G. A. (2004): The application of information and communication technologies in transport. European Journal of Operational Research. 152(2), 302-320 DOI: 10.1016/S0377-2217(03)00026-2. ISSN 03772217.

GOOGLE, Inc. (2012a): What is GTFS? Google developers: Products [online]. 12. 1. 2012 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <https://developers.google.com/transit/gtfs/>.

GOOGLE, Inc. (2012b): Veřejná doprava [online]. 2012 [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: www.google.com/intl/cs/landing/transit/#dmy.

GOOGLE, Inc. (2016a): GTFS Realtime Overview. Google Transit APIs [online]. [cit. 2013-09-20]. Dostupné z: <https://developers.google.com/transit/gtfs-realtime/>.

GOOGLE Inc. (2016b): View traffic, satellite, terrain, biking, and transit. Google Maps Help [online]. [cit. 2016-09-20]. Dostupné z: https://support.google.com/maps/answer/3092439?hl=en&ref_topic=6201239.

GOOGLE Inc. (2016c): Protocol Buffers. Google Developers [online]. [cit. 2016-09-20]. Dostupné z: <https://developers.google.com/protocol-buffers/>.

HALÁS, M. et al. (2010): Delimitation of micro-regions in the Czech Republic by nodal relations. Moravian Geographical Reports 18 (2), 16–22. ISSN 1210-8812.

HAMPL, M. (2005): Geografická organizace společnosti v České republice: transformační procesy a jejich obecný kontext. DemoArt pro Univerzitu Karlovu, Přírodovědeckou fakultu, Praha, 147 s.

-
- HAMPL, M., GARDAVSKÝ, V., KÜHNEL, K. (1987):** Regionální struktura a vývoj systému osídlení ČR. Univerzita Karlova, Praha, 255 s.
- HAMPL, M., JEŽEK, J., KÜHNEL, K. (1983):** Sociálněgeografická regionalizace ČR. Acta demographica. Československá demografická společnost při Československé akademii věd, Praha, 246 s.
- HAMPL, M., MARADA, M. (2015):** Sociogeografická regionalizace Česka. Geografie, 120, č. 3, s. 397–421.
- HANSON, S. (2004):** The Context of Urban Travel – Concepts and Recent Trends. In: Han-son, S., Giuliano, G. (eds.): The Geography of Urban Transportation, The Guilford Press, New York, pp. 3–29.
- HORÁK, J. (2001):** Analýzy dopravní dostupnosti a obslužnosti. GIS Ostrava 2001, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, s. 1 - 17, ISSN 1213-2454.
- HORÁK, J., IVAN, I., FOJTÍK, D., INSPEKTOR, T., ZAJÍČKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V. (2014):** Dostupnost veřejnou linkovou dopravou v ČR. Geoinformace ve veřejné správě 2014 : [7. ročník výroční konference: 15. - 16. 5. 2014, Praha], Tribun EU, s. 1-10, ISBN 978-80-263-0596-5.
- HORŇÁK, M. (2004):** *Súčasný stav a perspektívy vývoja dopravnej infraštruktúry Slovenskej republiky* [online]. In: Prace Komisie Geografie Komunikácie PTG. - Tom 10 (2004), s. 231-250 .
- HULL, A. (2005):** Integrated transport planning in the UK: From concept to reality. Journal of Transport Geography. 2005, 13(4), 318-328. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2004.12.002.
- HŮRSKÝ, J. (1978):** Regionalizace České socialistické republiky na základě spádu osobní hromadné dopravy. Studia Geographica, 59, Geografický Ústav ČSAV, Brno, 182 s.
- CHAPS spol. s r. o. (2005):** Popis formátu a struktury dat pro elektronické zpracování drážních jízdních řádů (verze 1.1) CHAPS: Celostátní informační systém o jízdních řádech [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: www.chaps.cz/files/cis/jdf-1.1-v.pdf.
- CHAPS spol. s r. o. (2012):** Popis formátu a struktury dat pro elektronické zpracování jízdních řádů (jednotný datový formát – verze 1.10) CHAPS: Celostátní informační systém o jízdních řádech [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: www.chaps.cz/files/cis/jdf-1.10.pdf.
- CHAPS spol. s r. o. (2013):** Celostátní informační systém o jízdních řádech: Popis systému. CHAPS: Celostátní informační systém o jízdních řádech [online]. [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <http://www.chaps.cz/cs/products/CIS>.
- CHAPS spol. s r. o. (2015):** CISReal [online]. [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: <http://vm.cisreal.cz/>.
- CHVÁTAL, F., KUCHYŇKA, J., MULÍČEK, O., SEIDENGLANZ, D. a STRNADOVÁ, D. (2011):** Analýza dopravní obslužnosti v obcích ČR. In Dopravní obslužnost měst a regionů 2011.
- INSPEKTOR, T., HORÁK, J. (2014):** Srovnání individuální automobilové a veřejné linkové dopravy ve vybraných okresech ČR. In sborník „GIS Ostrava 2014 - Geoinformatika v pohybu“, Ostrava, 27-29.1.2014.
- ISO/TS 21219-5:2015(EN) (2015):** Intelligent transport systems - Traffic and travel information (TTI) via transport protocol experts group, generation 2 (TPEG2): Part 5: Service framework (TPEG2-SFW). Geneva: International Organization for Standardization, Dostupné také z: www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:21219:-5:ed-1:v1:en.

IVAN, I., HORÁK, J., FOJTÍK, D. (2015): Automatizované zpracování jízdních řádů pro hodnocení dopravní dostupnosti – příklady z Evropy a České republiky. VOD 2015 : mezinárodní konference o veřejné osobní dopravě : 22.-23. október 2015, Bratislava, Kongres studio, s. 118-124, ISBN 978-80-89565-20-7.

IVAN, I., HORÁK, J., ZAJÍČKOVÁ, L. (2014): Theoretical and real public transport flows - daily commuting in the Czech Republic. PROCEEDINGS OF THE SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRAFFIC AND TRANSPORT ENGINEERING (ICTTE), SCIENTIFIC RESEARCH CENTER LTD BELGRADE, s. 938-946, ISBN 978-86-916153-2-1.

JAREŠ, M. (2007): Integrované dopravní systémy a jejich využití v praxi. In Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům. Sborník příspěvků. ČVUT, Praha, s. 75-77.

JENNESS, J. (2012): Repeating shapes for ArcGIS. Jenness Enterprises. Available at:
http://www.jennessent.com/arcgis/repeat_shapes.htm.

JIKORD (2011): Základní pravidla a účastníci IDS, organizační model a smluvní zajištění. *Jihočeský koordinátor dopravy JIKORD* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z:
<http://www.jikord.cz/prezentace/zakladni-pravidla-a-ucastnici-ids-organizacni-model-a-smluvni-zajisteni,204.html>.

JINDRA, M. (2014): *Změny sítě veřejné linkové dopravy Olomouckého kraje od roku 1980*. Olomouc. Bakalářská. Univerzita Palackého Olomouc. Vedoucí práce Lenka Zajíčková.

KEELING, D. (2007): Transportation Geography: new directions on well-worn trails. Progress in Human Geography, 31, No. 2, Sage publications, p. 217–225.

KIDSOK (2012): KIDSOK - Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.kidsok.cz/koordinator/>.

KIDSOK (2016): Výroční zpráva 2015 [online]. Olomouc: Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z:
[www.kidsok.cz/data/upload/files/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1va%202015\(2\).pdf](http://www.kidsok.cz/data/upload/files/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1va%202015(2).pdf).

KLADIVO, P., ROUBÍNEK, P., HALÁS, M. (2010): Modelové příklady regionalizací a jejich aplikační přínos na území Olomouckého kraje. Regionální studia, roč. 3, č. 2, s. 19-28. ISSN 1803-1471.

KLEPRLÍK, J. (2009): Modely integrovaných dopravních systémů. *Perners Contact*. 4(2). ISSN 1801-674X.

KLEPRLÍK, J. (2011): Silniční doprava. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice. 158 s. ISBN 978-80-7395-451-2.

KNOWLES, R., HOYLE, B. (eds.), (1998): Modern Transport Geography, Wiley and sons, Chichester, 374 s.

KOBĚLUŠ, M. (2013): Analýza faktorů ovlivňujících úroveň dopravní obslužnosti v obcích České republiky. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita.

KOŠICKÝ SAMOSPRÁVNÝ KRAJ (2014): *Integrovaná doprava v Košickom kraji* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: http://web.vucke.sk/files/doprava/ids/integrovana-doprava-kosickom-kraji_webova-prezentacia.pdf.

KOUKOL, M., ZAJÍČKOVÁ, L., MAREK, L. and TUČEK, P. (2015): Fuzzy Logic in Traffic Signal Control – A Review. In: *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2015. Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/979160>.

KRAFT, S. (2007): Možnosti hodnocení úrovně dopravní obslužnosti obcí veřejnou hromadnou dopravou a její prostorové diferenciaci. In: Čáp, J., Morkus, J. (eds.): *Sborník příspěvků z konference "Rozvoj systémů osobní dopravy z hlediska respektování požadavků uživatele"*. Dopravní fakulta Jana Pernera UP, Pardubice, s. 73 - 78.

KRÁL, V. (2007): *Základy dopravy. Učebnice VOŠ a SPŠD*. Praha 1. 284s.

KŘIVDA, V., FOLPRECHT, J., OLIVKOVÁ, I. (2006): *Dopravní geografie I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita. 115 s. ISBN 80-248-1020-4.

KUBÁT, B. (2007): *From Horse-drawn Railway to High-speed Transportation Systems: [Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům]: April 17-19, 2007 : Prague, Czech Republic*. Prague: Czech Technical University, 296 s. ISBN 978-80-01-03699-0.

KYNCL, J. a kol. (2006): *Historie dopravy na území České republiky*. 1. vyd. Praha: Vladimír Kořínek. 146 s., [16] s. obr. příl. ISBN 80-903184-9-5.

LINK, H. (1994): Structural reform of Germany's railways — Could Japan serve as a model?. *Economic Bulletin*, vol. 31, issue 11, s. 9-16. DOI: 10.1007/BF02235631.

LITMAN, T. (2007): Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. Vol. 2017, pp. 10-15. DOI: 10.3141/2017-02. ISSN 0361-1981.

LYONS, G. (2006): The role of information in decision-making with regard to travel, *IEEE Proceedings of Intelligent Transportation Systems*, vol. 153(3), pp.199-212.

MACKA, M. (1962): K otázce struktury dojíždějících do zaměstnání. *Sborník československé společnosti zeměpisné*, 67, č. 4, s. 303–324.

MACKA, M. (1967): *Rajóny dojíždění středisek s více jak 1000 dojíždějících v českých zemích 1:750 000* Geografický ústav ČSAV, Brno.

MAIER, K. a kol. (2007): Dopravní dostupnost funkčních městských regionů a urbanizovaných zón v České republice, *Urbanismus a územní rozvoj*, ročník X, č. 3/2007, s. 75–80.

MARADA, M. a kol. (2010): *Doprava a geografická organizace společnosti v Česku*. Praha: Česká geografická společnost. ISBN 978-80-904521-2-1.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2008): Importance of transport possibilities in rural areas of Czechia, recenzovaný příspěvek ve sborníku z mezinárodní konference *Countryside – our World*, ČZU, Praha, s. 390-406.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2010): Diferenciaci nabídky dopravních příležitostí v českých obcích a sociogeografických mikroregionech. *Geografie – Sborník ČGS*, 110, č. 1, s. 21 – 43, ISSN 1212-0014.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P. (2010): *Doprava a geografická organizace společnosti v Česku*. Geographica, sv. 2, Česká geografická společnost, Praha, 165 s.

MAXA, P. a kol. (2000): Metodika pro založení a rozvoj integrovaných dopravních systémů. Praha: CS-PROJEKT. ISBN 80-238-6039-9

MELICHAR, V., JEŽEK, J. (2009): Účinky příjmu a vlastnictví automobilů na poptávku po veřejné dopravě. Ekonomicko-technická revue Doprava 51 (6), s. 22-30.

MICHNIAK, D. (2002): Dostupnosť ako geografická kategória a jej význam při hodnotení územno-správneho členenia Slovenska. Bratislava, 2002. 125 s. Disertační práce na Slovenskej akademie vied. Geografický ústav. Vedoucí disertační práce: Anton Bezák.

MOJŽÍŠ, V., GRAJA, M., VANČURA, P. (2008): Integrované dopravní systémy. 1. vyd. Praha: Powerprint, 115 s. ISBN 978-80-904011-0-5.

MUET, N. (2004): *La société de l'information: rapport*. Paris: La Documentation Française. ISBN 21-100-5534-0.

NATVIG, M. K. and WESTERHEIM, H. (2007): National multimodal travel information – a strategy based on takeholder involvement and intelligent transportation system architecture, IET Intelligent Transport Systems, vol.1(2), pp. 102-109.

NIGRIN, T., DUJKA, J. (2014): Srovnání principů dopravní obslužnosti ve Spolkové republice Německo a v Rakousku. In Kvizda, Martin, Tomeš, Zdeněk, Nigrin, Tomáš, Seidenglanz, Daniel. Standardy dopravní obslužnosti: centrální strategie vs. krajské priority. Telč: Masarykova univerzita. s. 14-38, 25 s.

NUHN, H., HESSE, M. (2006): Verkehrsgeographie – Grundriss, Allgemeine, Geographie. Paderborn, 379 p.

NUTLEY, S. (1998): Rural areas: the accessibility problem. In: Hoyle, B., Knowles, R., eds.: Modern Transport Geography, 2nd rev. ed., Wiley and Sons, Chichester, p. 185-215.

Olbron Invent (2015): Plánování rozvoje dopravních soustav velkých městských aglomerací: Dopravní soustava městských aglomerací: železnice a železniční doprava. [online]. [cit. 2015-09-09]. Dostupné z: <http://www.olbron.cz/Zeleznice.pdf>.

OLIVKOVÁ, I. (2006): Integrované dopravní systémy (IDS). In Křivda, K., Folprecht, J., Olivková, I. Dopravní geografie I. VŠB-TU, Ostrava, s. 84-107.

Olomoucký kraj (2011): *Plán dopravní obslužnosti území Olomouckého* [online]. [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.kr-olomoucky.cz/plan-dopravniobslužnosti-uzemi-olomouckeho-kraje-aktuality-632.html>.

Olomoucký kraj (2016): Kraj bez bariér. [online]. [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/kraj-bez-barier-cl-409.html>.

Open Knowledge International (2014): The Open Definition 2.0. Open Definition [online]. United Kingdom. [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: <http://opendefinition.org/od/2.0/en/>.

ÖPNRV-G 1999: Spolkový zákon o organizaci veřejné osobní místní a regionální dopravy (Bundesgesetz über die Ordnung des öffentlichen Personennah- und Regionalverkehrs, 1999).

OUŘEDNÍČEK, M. (2002): Suburbanizace v kontextu urbanizačního procesu. In: Sýkora, L. (ed.): Suburbanizace a její sociální, ekonomické a ekologické důsledky. Praha. Ústav pro ekopolitiku, s. 39 - 54. ISBN 80-901914-9-5.

-
- PASTOR, O., TUZAR, A. (2007):** Teorie dopravních systémů. Praha.
- PD CEN/TS 16614-1:2014 (2014):** Public transport. Network and Timetable Exchange (NeTEx): Public transport network topology exchange format. 1. Brussel: European Committee for Standardization.
- PERKOWSKI, R. (2015):** Three years of free public transport in Zabki. In: *XIII Local Government Forum: Free public transportation is possible throughout Estonia*. January 13, 2015. Rakvere, Estonia.
- REHRL, K., BRUNTSCH, S. and MENTZ, H. J. (2007):** Assisting multimodal travellers: design and prototypical implementation of a personal travel companion, *IEEE Transaction on ITS*, vol.8(1), pp.31-42
- RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. (2006):** The Geography of Transport Systems, Routledge, New York, 296 s.
- RODRIGUE, J.-P. (2013):** *The Geography of Transport Systems*, Third Edition, London: Routledge. 416 pages. ISBN: 978-0-415-82254-1.
- RYCHTÁŘ, M., KŘIVDA, V., OLIVKOVÁ, I. (2006):** Městská hromadná doprava. VŠB-TU Ostrava. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mhd>.
- ŘEHÁK, S. (1987):** Dojízdka do zaměstnání. In: Atlas obyvatelstva ČSSR, GGÚ ČSAV-FSÚ, Brno, Praha, mapový list III. 1.: mapa 1 : 750 000, text a tři doplňkové mapy.
- ŘEHÁK, S. (1988a):** Dojízdka do zaměstnání v ČSSR. In: Sborník prací 19. Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 83-95.
- ŘEHÁK, S. (1988b):** Dojízdka v ČSSR na úrovni dojízdkových regionů i v mezistřediskovém pojetí. In: Sborník ČSGS, roč. 93, č. 3. Praha: Academia, s. 169-182.
- ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR (2009):** Jednotný systém dopravních informací pro ČR (JSDI). Dopravniinfo [online]. [cit. 2016-09-20]. Dostupné z: <http://portal.dopravniinfo.cz/jsdi>.
- SLÍŽEK, D. (2015):** Seznam: nasadili jsme data CHAPSu na Mapy.cz a koupili jsme Pubtran. Lupa.cz: Server o českém internetu [online]. [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/seznam-nasadili-jme-data-chapsu-na-mapy-cz-a-koupili-jme-pubtran/>.
- SmartGIS s. r. o. (2009):** Plány dopravy [online]. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: www.planydopravy.cz.
- STANĚK, J. (2010):** Analýza dopravní obslužnosti pardubického mikroregionu. Praha. Diplomová. Karlova univerzita v Praze.
- SVOBODOVÁ, H. a kol. (2011):** Synergie ve venkovském prostoru. Brno: GaREP, spol. s r. o.
- SVOBODOVÁ, H. a kol. (2013):** Sídelní struktura a obyvatelstvo ČR. In: Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie České republiky, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js13/geograf/web/pages/02-sidelni-struktura.html>.
- SÝKORA, L., MULÍČEK, O. (2009):** The micro-regional nature of functional urban areas (FUAs): lessons from the analysis of Czech urban and regional system. *Urban Research and Practice* 2 (3), 287-307.
- ŠEDĚNKOVÁ, M., HORÁK, J., JUŘIKOVSKÁ, L., KOTLÍKOVÁ, O. (2005):** Simulační přístup k hodnocení dopravní dostupnosti na příkladu dojízdky do zaměstnání. *ArcRevue, ArcDATA Praha*, s. 12-14, ISSN 1211-2135.

ŠILHAN, B. (1959): Některé teoretické a praktické problémy meziměstské dojíždky do práce. *Politická ekonomie*, 7, č. 10, s. 888–909.

ŠLAMPA, O. (1967): Všeobecná geografie dopravy. Praha, 116 s.

TESLA, J., HORÁK, J., IVAN, I. (2015): Četnosti spojení veřejnou dopravou mezi obcemi v krajích České republiky. *Perners Contact*, Univerzita Pardubice, s. 176-184, ISSN 1801-674X.

Transport for London (2016): Our Open Data. [online]. United Kingdom. [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: <https://tfl.gov.uk/info-for/open-data-users/our-open-data>.

UDGE, E., KAMINSKI, R. (1996): Recent Developments in Polish Transport Policy: Conflicts Between Growth and Sustainability? *AET Papers Repository: European Transport Conference 1996*.

UNCED (1992): Rio Declaration on Environment and Development, Report of the United Nations Conference on Environment and Development, August 12, 1992, A/CONF.151/26 (Vol.1).

VDV (2009): Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e a VDV-Förderkreis e.V. VDV-FÖRDERKREIS E.V. ÜBERS.: LINGUANET SPRL. *Verkehrsverbände durch Kooperation und Integration zu mehr Attraktivität und Effizienz im ÖPNV = Transport alliances*. Hamburg: DVV Media Group. ISBN 9783777104034.

VDV (2016): *VDV Die Verkehrsunternehmen: Statistik 2014* [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <https://www.vdv.de/statistik-2014.pdf?forced=true>.

VONKA, J. (2001): *Osobní doprava*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 170 s. ISBN 80-719-4320-7.

VŠB-TU Ostrava (2006): Integrované dopravní systémy (IDS): Jednotná tarifní soustava v IDS. *Katedra dopravního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-TU Ostrava* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mhd/ids-soustava.htm>.

WAZE (2016): Získejte nejlepší trasu každý den, s nepřetržitou pomocí ostatních řidičů. Waze Mobile [online]. 2016 [cit. 2016-09-20]. Dostupné z: www.waze.com/cs.

WESTERHEIM, H., HAUGSET, B. and NATVIG, M. K. (2007): Developing a unified set of information covering accessibility at public transport terminals, *IET Intelligent Transport Systems*, vol.1 (2), pp. 75-80.

WILLE, M. – O., BECK, A. (2010): Quantifizierte Darstellung von Verbundformen in Abhängigkeit von gewählten Kriterien: Analyse deutscher Verkehrsverbände. *Technische Universität Berlin: Konferenz "Kommunales Infrastruktur-Management"*, 2010. Berlin: Technische Universität Berlin.

ZAJÍČKOVÁ, L. (2013a): Datový model dopravní sítě pro správu dat a řízení veřejné dopravy. In: Fórum mladých geoinformatiků 2013. Zvolen: Technická univerzita vo Zvoleně, s. 1-10.

ZAJÍČKOVÁ, L. (2013b): Geodata for management of public transport in the Czech Republic [prezentace]. Olomouc, 1st StatGIS Conference, 18.–21. 11. 2013 [2. 3. 2015].

ZAJICKOVA, L. et al. (2014): Demand specifications for geodata within a public transport system. Conference Proceedings SGEM 2014, 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference STEF92 Technology Ltd., 8s.

ZAJÍČKOVÁ, L. (2014a): Changes in the public bus service transport network in the Olomouc Region [prezentace]. Olomouc, 3rd InDOG Doctoral Conference, 13.–16. 10. 2014 [20. 3. 2015].

ZAJÍČKOVÁ, L. (2014b): Regular commuting to work and school [prezentace]. Olomouc, 2nd StatGIS Conference, 18.–21. 11. 2014 [20. 3. 2015].

ZAJÍČKOVÁ, L. (2015a): Mobile Application for Acquiring Geodata on Public Transport Network. In: Symposium GIS Ostrava 2014 Geoinformatics for Intelligent Transportation. ISBN: 978-3-319-11462-0.

ZAJÍČKOVÁ, L. (2015b): Od otevřenosti dat o veřejné dopravě k jejich dostupnosti [prezentace]. Plzeň, Geomatika v projektech, 7.–8. 10. 2015 [18. 11. 2015].

ZAJÍČKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V. and JINDRA, M. (2015a): Changes in the Public Transport network and their impact on the coverage of municipalities [prezentace]. Washington, Transportation Research Board 94th Annual Meeting, 11.–15. 1. 2015 [20. 3. 2015].

ZAJÍČKOVÁ, L., BURIAN, J. a VOŽENÍLEK, V. (2015b): Vliv dopravního chování obyvatel na kvalitu územního plánování [prezentace]. Praha, GIS v plánování měst a regionů, 10. 9. 2015 [9. 1. 2016].

ZAJÍČKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V. (2016): Development of Population Mobility in Czechia in the Context of Transformation Processes at the End of the 20th Century [prezentace]. Athens, 2nd Annual International Conference on Transportation, 6.–9. 6. 2016 [20. 3. 2015].

ZAJÍČKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V., RYPKA, M. (2016): The choice of means of transport and daily movements in urban environment. Proceedings of 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, Book 2, Vol III, pp. 487-494.

Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, v platném znění.

Zákon č. 226/1994 Sb., o drahách, v platném znění.

Zákon č. 194/2010 Sb., o veřejných službách v přepravě cestujících, v platném znění.

ZELENÝ, L. (2007): Osobní přeprava. Vyd. 1. Praha: ASPI, 351 s. ISBN 978-80-7357-266-2.

ŽELEZNÝ, R. (2007): Preference provozu veřejné dopravy je významnou funkcí zdravého rozvoje měst. In Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům. Sborník příspěvků. ČVUT, Praha, s. 287-292.

ANNOTATION

The aim of this doctoral thesis is to design, implement, verify, evaluate and use a new method of management of geographic data on public transport in the Olomouc region, with application of geographic information technologies.

The first part of the thesis presents the essential aspects of public transport development in the territory of the Czech Republic after 1980. It was concluded that there is a need for a new integration subsystem within the integrated transport systems, which would process geographic data and information on transport in general.

The second part presents an analysis comparing the offer and demand in transport, demonstrating that the work with spatial data and related information on public transport is insufficient.

Therefore the next step consisted in analysing the current situation in the use of geographic data, the scope of the monitored entities and attributes in relation to the standards of transport geographic data exchange. The openness and accessibility of geographic data were among the issues discussed. An essential part of the work consisted in an analysis of the requirements for geographic data from various users and the data flow between them.

Two data models are proposed in the next part of the thesis. The first one has been designed for railway transport and the second one for public intercity transport and city transport. The models contain most of the entities and attributes used in the international standards and at the same time meet the requirements of organisers at regional level. A method of collection, management and sustainability of spatial data in the proposed scope was also defined.

At the end, the proposed database was filled to an extent that was feasible in terms of integration of available data sources and the time-consuming data collection in the field. Three selected tasks are presented, demonstrating the advantages of the data model and usefulness of spatial data for practical tasks designated for integrated transport system management and also for the passengers.

Integration of geographic data in transport and proposal of a standard unifying the requirements of spatial data users at the regional level have not been dealt with so far. Therefore the results of the thesis can be used mainly by public transport organisers and also by companies developing products relying on spatial data technologies. The application of the data model and spatial data management method may result in a number of optimizations and benefits for transport companies as well as for the public. The research has opened a new topic related to a possible expansion of the term “information integration”. Spatial data can also be used in further analyses of people’s behaviour in relation to transport, services covering a certain area and demand for transport services.

Key words:

Integrated transport system, public transport, geodata, data model

SUMMARY

The principal objective of the thesis was to investigate geographic data on public transport at regional level and specifically to explore a data model, approaches to geographic data management and application of geographic data in practice. At the beginning, the main aim was broken down into five smaller objectives: to summarise the development of the public transport system in the Czech Republic after 1980, analyse the spatial changes of the network and development of the offer and demand from 1980, describe the current situation and the extent of geographic data management at regional level, design and apply a data model for geographic data management in public transport and test this data model together with a new method of public transport geographic data management. Each part has been conducted using all available methods and in compliance with the knowledge and recommendations obtained in the course of the research.

After analysing the development and principles of public transport organisation, which have led to the creation of integrated transport systems as successful forms of public transport operation and organisation, we have defined the term “information integration”. Nevertheless, this term has to be understood in a broader sense than just as gathering information for the entire integrated transport system on the website. The creation of integrated transport systems at regional level could logically result in the existence of widely usable and accessible geographic data on public transport, administered and provided by one responsible entity. Experience from other countries clearly shows that geographic data on public transport have a significant potential for sustainable development of public transport and other areas.

The thesis has demonstrated that this potential cannot be used in the Czech Republic due to the different approaches to the collection, management and use of geographic data applied by individual organisers. A research of available geographic data on transport revealed how challenging it is to evaluate information, for example on the offer and demand, even for the purposes of a scientific research. Missing geographic data on stops and connections and incomplete information in the timetables only allow us to analyse the demand for transport at regional level, using the information on catchment areas obtained in the national census conducted once in ten years. The analysis of the offer is limited to an assessment of the number of connections in a given area, stops according to the name and municipality or of the time required to get from A to B. However, from the organisers’ perspective, the analysis of coverage and services in a given area is a more complex task and must evaluate the relations between municipalities and in respect of the regional centre and plan transfers in terms of time and space, etc. Therefore, the practical section of the thesis (WP2) analyses the adequacy of changes in transport offer in relation to the change of residences and demand for transport. The analysis confirmed the influence of planning that takes into account the attractiveness of residential areas and demand for transport.

The outcome of the thesis is an analysis of the current situation and scope of geographic data management at regional level and an analysis of the users' (including potential users) need for geographic data and their usability. The current situation in geographic data management was evaluated using six criteria. Every organiser may assess its geographic data as compared to an optimal situation we have defined. The analysis of available and applied standards for geographic data and geographic data and information requirements from the perspective of users was used as a basis for the proposal of a data model for the infrastructure and planned operation of public transport. The results presented in section WP3 show that the major application of geographic data is in the management of integrated transport systems. Geographic data help us describe the status of different points in space, the services available in the given territory and may be used as a basis for public transport management from the control centre and for transmission of exact information to the passengers. From the perspective of transportation companies, geographic data are essential for the traffic and provision of ordered transport services. The core part of information integration at regional level consists of the data on the infrastructure, planned operation, closures, changes, accidents and extraordinary events. These data can then be expanded with additional databases containing data on occupancy rates, turnover at stops, sales of travel documents, etc. The defined information integration relies on cooperation between all participants in the integrated transport system participating in the offer of transport services and also on a unified format, structure and content of the geographic data. The most important geographic data are those on infrastructure and planned operation, which must be available to each operator, in some cases through their own partial resources. A new data model was designed for these data, together with a management method which also contains guidelines for the creation of the database and maintenance of up-to-date geographic data. One model was proposed for road public transport (including tramways and trolley buses) and another for railway transport, given the differences in the infrastructure and operational attributes of the connections. The method assumes that a complete data collection using modern technologies (GPS, tablet, GIS) will enable acquiring an adequate scope of monitored entities and attributes. These technologies will also ensure a high precision in terms of situation and topology and easy updates.

In the final part of the thesis, a partial filing of the database was conducted in the data model designated for road public transport (buses, tramways and trolleybuses). Practical testing of the results of the partial research objectives showed that the data model has been designed appropriately and confirmed that the technological solution – PostgreSQL – was also chosen correctly and meets all the requirements. However, it should be noted that certain attributes in the operational part cannot be fulfilled, as they would require a change in the contractual relations with transport companies or changes in legislation. It is basically necessary to closely cooperate with transport companies and make them fill in all attributes according to the data model in compliance with the compulsory JDF format, including those that are optional yet essential for the operation. The subsequently conducted practical tasks were supposed to verify the potential and usefulness

of the geographic data contained in the data model. The analyses performed were also discussed in terms of their usability, for example for the management from the control centre, creation of timetables, creation of applications for passengers and other purposes. The aim of information integration is to allow the organisers to plan transport services, transport management and information for passengers more precisely and efficiently. Also, if geographic data are managed according to the proposed models and methods in all regions, it would be easier to address cross-border services in an infrastructure maintained by another region and plan these service more efficiently.

Most of the results obtained in this thesis have been already presented at conferences and seminars or published in specialised journals and collections. The thesis has both scientific and practical significance. As for further investigation, it opens a possibility for a more detailed research of information integration, which is now only used as a basis to address public transport issues. Further research could apply the proposed solution to transport geographic data integration within the Smart Cities framework. The research could also address the methods of opening of these data and their use for programming of various applications for passengers and experts. The geographic data obtained could also help us crate a better basis for analyses of the demand and offer in transport service. The results of the work have been practically applied by KIDSOK, which is going to change its contract on integrated public system made with transport companies. Relying on its own resources, KIDSOK attempts at completing the databases for both models and continue to use the geographic data for its analyses. The author's presentation at the meeting of T-Mapy users in 2015 inspired this company to develop a tool for collection of attributes according to the proposed model for road public transport. The tool forms part of the product labelled Dispatching that is being offered to transport organisers. The author was also contacted by the Central European Data Agency, a. s., which reacted to her publications related to the drafting of the project to be submitted in the call launched under the Applications programme of the Operational Programme Enterprise and Innovation for Competitiveness. The project is focused on collecting of public transport geographic data, specifically data on public transport stops and terminals. The content of the thesis is therefore and important asset for a number of entities and the scope in which it can be implemented depends mainly on the transport companies' willingness to cooperate in data sharing.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy

Příloha 1	Seznam integrovaných dopravních systémů České republiky k 31. 12. 2016
Příloha 2a	Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Jihomoravském kraji
Příloha 2b	Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Kraji Vysočina
Příloha 2c	Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Olomouckém kraji
Příloha 2d	Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Zlínském kraji
Příloha 3	Detailní přehled vypočtených charakteristik veřejné linkové dopravy 1980-2010
Příloha 4	Atributy zastávek na území měst Olomouckého kraje (zdroj KIDSOK, vlastní zpracování)
Příloha 5	Atributy o zastávkách veřejné dopravy v Pražské integrované dopravě (zdroj: ROPID, vlastní zpracování)
Příloha 6	Struktura lokalizační zprávy z vozů pro příměstskou dopravu
Příloha 7	Příklad komunikačního protokolu pro předání polohy vlaku ČD
Příloha 8	Výměna dat a informací mezi účastníky IDS na pozadí třívrstvé architektury informačního systému
Příloha 9	Detailní popis vybraných atributů nástupní hrany
Příloha 10	Entitně relační diagram pro veřejnou linkovou a městskou hromadnou dopravu
Příloha 11	Entitně relační diagram pro železniční dopravu
Příloha 12	Model pro výpočet mezizastávkových vzdáleností a celkové délky jednotlivých spojů

Volné přílohy

Volná příloha 1	Reporty fyzických návrhů modelů
Volná příloha 2	1 x DVD

Struktura DVD:

1_Datove_modely

Datové modely ve formátu .pdf

Datovy_model_VLD_MHD

Datovy_model_zeleznice

2_Data

Podkladová data pro naplnění databáze VLD_MHD

_cast_obce_all.csv

_dopravce.csv

_linka.csv

_nastupni_hrana.csv

_nastupni_hrana_geom.csv

_navaznosti.csv

_obce.csv

_oznacnik.csv

_oznacnik_geom.sql

_spoj.csv

_tarifni_zony.sql

_trasy_linka.sql

_trasy_spoj.sql

_vybaveni.csv

_vybaveni_geom.sql

_zasspoje.csv

_zastavka.csv

_zastavka_geoms.sql

_zastavka_jdf.csv

_zastavkovy_pruh.csv

_zastavkovy_pruh_geom.sql

3_Databaze

Dump nenaplněných databází

Dump_Postgre_databaze_MHD_VLD

Dump_Postgre_databaze_zeleznice

Dump naplněné databáze MHD_VLD

Dump_naplnene_Postgre_databaze_MHD_VLD

4_Model_LinRef

Model pro výpočet mezizastávkových vzdáleností

5_Text_prace

Textová část disertační práce ve formátu .pdf

Příloha 1 Seznam integrovaných dopravních systémů České republiky k 31. 12. 2016 (vlastní zpracování)

POŘADÍ	NÁZEV IDS	ZKRATKA	OBLAST	VZNIK	KOORDINÁTOR	TARIF	STUPEŇ INTEGRACE ORGANIZAČNÍHO PODSYSTÉMU
1	Zlínská integrovaná doprava	ZID	Zlín, Otrokovice	1992	Koordinátor veřejné dopravy Zlínského kraje, s.r.o. (KOVED)	zónový	organizační a kontrolní úloha
2	Pražská integrovaná doprava	PID	Praha a část Středočeského kraje	1993	Regionální organizátor pražské integrované dopravy p. o. (ROPID)	pásmový	organizační a kontrolní úloha
3	Ostravský dopravní integrovaný systém	ODIS	Moravskoslezský kraj	1997	Koordinátor ODIS, s.r.o. (KODIS)	zónový	organizační a kontrolní úloha
4	Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje	IDS JMK	Jihomoravský kraj	2001	KORDIS JMK, a.s. (KORDIS)	zónový	řídí
5	Integrovaná doprava Plzeňska	IDP	Plzeň a okolí	2002	Plzeňský Organizátor Veřejné Dopravy s. r. o. (POVED)	zónový	organizační a kontrolní úloha
6	Integrovaná regionální doprava Karlovarského a Pardubického kraje	IREDO	Královéhradecký, Pardubický kraj	2002	Organizátor REgionální Dopravy s. r. o. (OREDO)	zónově relační	organizační a kontrolní úloha
7	Integrovaný dopravní systém Táborska	IDS TA	Tábor, Sezimovo Ústí, Planá nad Lužnicí	2003	Sdružení měst a obcí okresu Tábor, divize MHD, pravidelná autobusová doprava COMETT PLUS, s.r.o. České drahy, a.s.	pásmový	organizační a kontrolní úloha
8	Integrovaný dopravní systém Olomouckého kraje	IDSOK	Olomoucký kraj	2003	Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje, p.o. (KIDSOK)	zónově relační	organizační a kontrolní úloha
9	Integrovaná doprava Karlovarského kraje	IDOK	Karlovarský kraj	2004	Koordinátor integrovaného dopravního systému Karlovarského kraje, p. o. (KIDS KK).	zónový	organizační a kontrolní úloha
10	Středočeská integrovaná doprava	SID	Středočeský kraj	2005	KÚ Středočeského kraje (KÚSK)	zónový	organizační a kontrolní úloha
11	Integrovaný dopravní systém hromadné dopravy Napajedla	IDS NAPAJEDLA	Napajedla	2007	město Napajedla	pásmový	organizační a kontrolní úloha
12	Integrovaný dopravní systém Libereckého kraje	IDOL	Liberecký kraj	2009	Koordinátor veřejné dopravy Libereckého kraje, spol. s r. o. (KORIDLK)	zónově relační	organizační a kontrolní úloha
13	Doprava Ústeckého kraje	DÚK	Ústecký kraj	2015	Krajský úřad Ústeckého kraje, odbor dopravy a silničního hospodářství (KÚÚK)	zónově relační	organizační a kontrolní úloha
14	Integrovaný dopravní systém jižní Čechy	IDS Jižní Čechy	Jihočeský kraj	2014	Jihočeský koordinátor dopravy s. r. o. (JIKORD)	zónový	buduje se

Příloha 2a Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Jihomoravském kraji

KRAJ	1991								2011								INDEX DOBY DOJÍŽDKY (POČET % SNIŽENÍ DOBY DOJÍŽDKY MEZI 2011 a 1991)
	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	
Jihomoravský kraj	Blansko	307,47	33	45251	21376	47	6 207	45,0	Blansko	224,17	22	38023	20629	54	791	23,3	48,18
	Bohdalice-Pavlovice	21,31	2	1464	820	56	244	25,8									
	Boskovice	356,68	37	36891	14021	38	2 121	41,6	Boskovice	304,98	37	32521	11502	35	2839	19,9	52,05
	Brno	1632,00	162	552762	388223	70	53831	61,8	Brno	2758,17	301	676414	385913	57	55862	38,5	37,70
	Břeclav	422,88	15	58068	26186	45	6038	46,0	Břeclav	422,88	16	57403	24737	43	2458	21,3	53,62
	Bučovice	159,34	15	15118	7004	46	839	35,3	Bučovice	138,37	14	11885	6396	54	308	17,1	51,53
	Bzenec	70,13	4	8636	4102	47	1528	34,4	Bzenec	70,13	4	8581	4251	50	973	14,2	58,55
	Dolní Věstonice	28,35	2	1338	337	25	148	30,9									
	Drnholec	97,31	4	4458	1758	39	156	29,9									
	Hodonín	313,25	17	66585	30721	46	6507	45,5	Hodonín	290,63	15	61222	24961	41	3343	19,2	57,76
	Hrušovany nad Jevišovkou	118,46	5	7423	3281	44	483	32,3									
	Hustopeče	126,60	8	13550	6166	46	2659	35,9	Hustopeče	172,78	13	19364	5746	30	1554	15,5	56,95
	Ivančice	107,88	6	15896	9467	60	523	36,5									
	Jevišovice	90,76	9	2781	1124	40	286	27,8									
	Klobouky u Brna	60,12	4	4992	2286	46	276	28,4									
	Kuřim	30,50	2	9508	8600	90	1332	54,3									
	Kyjov	234,04	24	34791	12941	37	4229	39,1	Kyjov	310,43	28	39202	11462	29	6989	16,8	57,03
	Letovice	148,88	16	12923	6887	53	1008	38,3	Letovice	111,59	14	9676	6637	69	155	17,7	53,74
	Lomnice	59,04	9	2499	1058	42	339	34,3									
	Mikulov	145,12	9	14465	7451	52	1907	37,9	Mikulov	235,32	15	18940	7287	38	961	16,0	57,75
	Mirotslav	97,45	7	6298	3018	48	256	27,6									
	Moravský Krumlov	155,20	14	11511	6105	53	1300	36,9	Moravský Krumlov	199,62	18	11659	5778	50	285	15,8	57,33
	Nedvědice	94,94	10	5187	1451	28	288	39,8									
	Olbramovice	43,82	4	2402	996	41	131	25,1									
	Rousínov	56,55	4	6887	4895	71	636	28,6									
	Slavkov u Brna	55,63	4	8775	5885	67	457	32,4	Slavkov u Brna	29,05	2	7602	6207	82	669	12,7	60,88
	Strážnice	109,97	5	11513	6109	53	2607	34,2	Strážnice	100,65	4	9828	5703	58	995	14,0	59,01
	Tišnov	178,73	32	17598	8576	49	379	36,0	Tišnov	44,18	7	10663	8780	82	139	11,0	69,37
	Velká nad Veličkou	123,39	6	7893	3195	40	281	30,7									
	Velké Pavlovice	70,49	4	8235	3090	38	160	34,2									
	Veselí nad Moravou	115,29	9	22621	12542	55	2177	36,3	Veselí nad Moravou	198,41	14	26345	11266	43	224	18,8	48,13
	Višňové	69,20	6	2980	1075	36	148	26,9									
	Vranov nad Dyjí	86,21	7	2076	929	45	119	37,2									
Vyškov	299,04	27	41116	23024	56	3915	41,4	Vyškov	339,14	34	42824	21391	50	1923	18,9	54,40	
Znojmo	834,98	73	73230	39949	55	5927	47,6	Znojmo	1159,36	101	88799	34122	38	3598	21,9	54,06	
Ždánice	61,88	4	5310	2764	52	634	28,5										
Celkem	36	6 983	599	1 143 031	677 412	49	110 076	36	18	7 110	659	1 170 951	602 768	50	84 066	18	55

Příloha 2b Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Kraji Vysočina

KRAJ	1991								2011								INDEX DOBY DOJÍŽDKY (POČET % SNIŽENÍ DOBY DOJÍŽDKY MEZI 2011 a 1991)	
	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ		
Kraj Vysočina	Budišov	47,28	4	2292	1132	49	143	28,0	Bystřice nad Pernštejnem	248,06	25	16312	8279	51	320	16,7	XXX	
	Dolní Rožínka	273,33	25	19227	779	4	2216	37,6	Dolní Rožínka	67,30	7	2843	629	22	627	14,1	62,42	
	Dukovany	62,65	2	3161	651	21	2923	31,3										
	Havlíčkův Brod	658,30	53	52665	24727	47	5910	47,7	Havlíčkův Brod	668,57	60	58072	23769	41	2591	23,1	51,59	
	Humpolec	206,55	19	16851	11266	67	1168	43,1	Humpolec	274,01	27	19370	11024	57	1111	15,9	63,19	
	Chotěboř	322,71	28	21986	9345	43	1479	41,7	Chotěboř	252,08	25	16554	9345	56	735	17,0	59,31	
	Jihlava	882,32	72	89936	52188	58	7797	49,4	Jihlava	1204,74	114	107654	50075	47	10746	25,9	47,57	
	Jimramov	80,73	7	3497	1298	37	139	28,4										
	Kamenice nad Lipou	145,27	7	6592	4280	65	150	35,0	Kamenice nad Lipou	115,23	8	5490	3893	71	233	13,1	62,67	
	Křižanov	54,65	7	3440	1759	51	220	28,0										
	Ledeč nad Sázavou	152,44	16	10730	6555	61	1250	34,8	Ledeč nad Sázavou	155,15	19	9511	5381	57	658	12,2	64,98	
	Lukavec	55,99	4	1915	1151	60	171	28,7										
	Měřín	60,22	4	3311	1866	56	311	35,1										
	Moravské Budějovice	432,92	35	24422	8650	35	1816	40,8	Moravské Budějovice	473,27	50	24640	7541	31	925	17,7	56,61	
	Náměšř nad Oslavou	127,82	14	9340	5109	55	432	36,6										
										Nové Město na Moravě	165,64	14	14582	9989	69	389	15,6	XXX
	Nová Říše	74,33	11	2263	768	34	134	26,2										
	Pacov	168,68	12	8604	5535	64	305	38,0	Pacov	264,04	22	11388	4972	44	112	15,6	59,03	
	Pelhřimov	713,34	47	10787	16895	157	3451	43,3	Pelhřimov	686,57	62	37808	16232	43	2580	21,2	51,02	
	Police	24,23	3	834	390	47	188	25,8										
	Světlá nad Sázavou	131,72	8	10636	7682	72	354	35,4										
	Svratka	56,95	3	3533	1678	47	406	26,5										
	Telč	185,87	15	10674	7296	68	665	32,9	Telč	176,81	26	9654	5540	57	222	11,7	64,55	
	Třebíč	799,89	83	74738	39156	52	5873	45,8	Třebíč	844,71	93	79083	36998	47	2345	21,9	52,05	
	Třešť	82,12	2	7426	6350	86	532	27,0										
	Velká Bíteš	179,62	20	10460	5431	52	493	35,8	Velká Bíteš	162,00	21	10041	5042	50	680	15,4	56,87	
	Velké Meziříčí	223,82	14	18739	28244	151	1300	48,2	Velké Meziříčí	347,30	43	26313	11680	44	1609	17,5	63,82	
	Žďár nad Sázavou	642,53	52	56425	25553	45	4443	45,5	Žďár nad Sázavou	611,59	65	48619	22328	46	3944	21,8	52,03	
										Ždírec nad Doubravou	70,78	3	5117	3095	60	134	12,9	XXX
Celkem	27	6 846	567	484 484	275 734	59	44 269	36	18	6 788	684	503 051	235 812	50	29 961	17	48	

Příloha 2c Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Olomouckém kraji

KRAJ	1991								2011									
	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	INDEX DOBY DOJÍŽDKY (POČET % SNIŽENÍ DOBY DOJÍŽDKY MEZI 2011 a 1991)	
Olomoucký kraj	Bohuslavice	30,33	5	1653	470	28	278	24,8										
	Branná	108,59	3	1981	406	20	108	41,9										
	Brodek u Konice	51,85	3	3164	1021	32	277	23,0										
	Dubicko	23,02	2	2409	1005	42	272	26,8										
	Hanušovice	229,39	4	8159	3756	46	205	37,4										
	Hranice	327,19	29	34625	19387	56	2156	46,3	Hranice	340,72	33	34901	18397	53	1772	20,4	56,02	
	Jeseník	693,95	21	42424	12999	31	2032	45,5	Jeseník	719,08	23	38779	11465	30	1168	24,2	46,93	
	Klenovice na Hané	17,87	2	1591	820	52	230	20,5										
	Konice	92,89	9	6550	3107	47	607	31,8										
	Lipník nad Bečvou	74,41	5	12302	10164	83	345	35,4	Lipník nad Bečvou	54,77	3	9770	7969	82	204	13,8	60,86	
	Litovel	154,91	8	16611	9985	60	1045	38,9	Litovel	121,60	8	15406	9719	63	165	15,7	59,75	
	Lutín	26,83	3	5462	3306	61	2825	29,9										
	Mohelnice	188,26	12	18405	9685	53	1824	35,6	Mohelnice	260,13	18	23318	9428	40	1939	16,8	52,67	
	Olomouc	984,52	45	160401	105418	66	15290	52,9	Olomouc	1356,56	86	201815	101003	50	17802	28,6	46,03	
	Prostějov	713,43	69	98310	50054	51	9747	47,6	Prostějov	781,10	82	98371	44857	46	3563	23,7	50,12	
	Přerov	427,07	59	90362	51400	57	8959	47,9	Přerov	382,71	59	74315	44361	60	3937	22,7	52,73	
	Senice na Hané	55,91	6	3915	1795	46	265	35,3										
	Šternberk	193,23	9	18961	15542	82	338	42,8										
										Štíty	67,09	4	3460	2007	58	140	13,3	XXX
	Šumperk	602,88	28	70465	30394	43	8566	43,4	Šumperk	860,98	38	73774	26737	36	5379	21,3	50,95	
Uničov	213,23	9	13138	12816	98	1333	42,2	Uničov	209,03	10	22502	11659	52	907	18,6	55,82		
Zábřeh	185,86	17	24576	15356	62	1995	38,8	Zábřeh	166,97	15	22248	14001	63	891	15,5	60,12		
Celkem	21	5 396	348	635 464	358 886	53	58 697	38	12	5 321	379	618 659	301 603	53	37 867	20	49	

Příloha 2d Srovnání spádových oblastí v roce 1991 a 2011 v Zlínském kraji

KRAJ	1991								2011								
	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	SPÁDOVÁ OBLAST (SO)	ROZLOHA SO	POČET OBCÍ SO	POČET OBYVATEL SO	POČET OBYVATEL CENTRA	% OBYVATEL SPÁDOVÉHO CENTRA Z CELÉ SO	DENNÍ SALDO CENTRA	PRŮMĚRNÁ DOBA DOJÍŽDKY DO CENTRA ZE SPÁDOVÝCH OBCÍ	INDEX DOBY DOJÍŽDKY (POČET % SNIŽENÍ DOBY DOJÍŽDKY MEZI 2011 a 1991)
Zlínský kraj	Bojkovice	139,06	8	9967	4872	49	681	31,6	Bojkovice	91,11	4	6258	4396	70	132	11,7	62,89
	Bystřice pod Hostýnem	179,78	13	16922	9414	56	1847	35,1	Bystřice pod Hostýnem	117,13	10	14103	8186	58	250	12,4	64,80
	Holešov	120,48	16	20878	12700	61	1917	35,9	Holešov	108,96	16	19661	11755	60	932	14,2	60,43
	Chropyně	33,79	2	6621	5419	82	264	28,1									
	Koryčany	93,76	5	4767	2945	62	511	31,6									
	Kroměříž	322,07	26	51414	28895	56	5991	42,9	Kroměříž	487,47	47	70515	29154	41	3462	22,5	47,48
	Kunovice	59,32	4	9518	5229	55	4817	35,3									
	Luhačovice	57,05	3	8270	6026	73	446	28,2	Luhačovice	52,03	3	7258	5172	71	567	12,5	55,54
	Morkovice-Slížany	59,24	5	5508	2721	49	374	28,7									
	Napajedla	67,38	4	12815	7766	61	1066	36,7									
	Otrokovice	67,41	6	26732	20236	76	4109	38,1	Otrokovice	130,77	11	37225	18343	49	3710	17,8	53,27
	Rožnov pod Radhoštěm	246,40	9	35769	17614	49	4098	43,1	Rožnov pod Radhoštěm	246,40	9	35627	16728	47	1254	17,9	58,60
	Slavičín	162,36	6	15029	9701	65	831	38,2	Slavičín	135,62	8	12553	6611	53	135	14,8	61,30
	Uherské Hradiště	407,63	36	77057	26709	35	6280	42,1	Uherské Hradiště	532,00	46	88344	25818	29	5832	22,3	46,97
	Uherský Brod	330,30	19	44599	17612	39	4974	40,1	Uherský Brod	381,88	24	45804	16758	37	2854	19,0	52,68
	Valašské Klobouky	148,41	7	15966	5773	36	1371	35,2	Valašské Klobouky	140,77	9	15102	4911	33	313	14,5	58,64
	Valašské Meziříčí	231,67	15	15966	14928	93	5764	48,2	Valašské Meziříčí	297,30	19	43771	26584	61	3791	21,2	54,44
	Vsetín	661,93	28	68425	31625	46	6610	54,0	Vsetín	643,50	30	64118	26638	42	3331	26,3	51,23
Zlín	603,34	52	125783	84791	67	12136	47,1	Zlín	632,81	61	124444	75318	61	9126	26,3	44,19	
Celkem	19	3 991	264	572 006	314 976	58	64 087	38	14	3 998	297	584 783	276 372	51	35 689	18	55

Příloha 3 Detailní přehled vypočtených charakteristik veřejné linkové dopravy 1980-2010

1. Počet zastávek v území				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	167	172	167	178
OL	509	512	499	494
PR	355	362	349	370
SU	470	487	466	488
Celkem	1 501	1 533	1 481	1 530

11. Počet spojů v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	433	379	299	368
OL	1 868	1 870	1 537	1 587
PR	1 228	1 142	980	1 110
SU	1 327	1 338	967	1 147
Celkem	4 856	4 729	3 783	4 212

2. Počet obsluhovaných zastávek v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	167	172	167	175
OL	508	510	499	493
PR	352	361	347	368
SU	467	485	466	486
Celkem	1 494	1 528	1 479	1 522

12. Počet spojů o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	151	133	87	116
OL	533	561	455	440
PR	488	466	366	393
SU	388	417	225	271
Celkem	1 560	1 577	1 133	1 220

3. Počet obsluhovaných zastávek o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	147	133	118	143
OL	382	386	336	341
PR	290	301	295	313
SU	345	368	330	352
Celkem	1 164	1 188	1 079	1 149

13. Průměrný počet spojů linky v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	18,83	18,95	16,61	26,29
OL	17,79	18,89	16,89	17,25
PR	17,54	18,42	17,19	18,50
SU	17,69	18,58	16,39	18,80
Celkem	17,96	18,71	16,77	20,21

4. Počet linek obsluhujících území v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	23	20	18	14
OL	105	99	91	92
PR	70	62	57	60
SU	75	72	59	61
Celkem	273	253	225	227

14. Průměrný počet spojů linky o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	7,55	7,82	7,91	8,92
OL	7,84	8,63	9,89	9,17
PR	9,38	9,71	9,15	10,08
SU	7,46	8,02	6,25	6,95
Celkem	8,06	8,55	8,30	8,78

5. Počet linek obsluhujících území o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	20	17	11	13
OL	68	65	46	48
PR	52	48	40	39
SU	52	52	36	39
Celkem	192	182	133	139

15. Průměrný počet zastávek spoje v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	11,50	12,60	14,65	14,38
OL	8,05	8,11	10,68	10,78
PR	8,69	9,08	9,50	10,08
SU	9,54	9,93	12,04	11,98
Celkem	9,44	9,93	11,72	11,81

6. Hustota sítě VLD				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	0,29	0,29	0,28	0,31
OL	0,46	0,45	0,44	0,46
PR	0,58	0,57	0,56	0,59
SU	0,46	0,46	0,44	0,47
Celkem	0,45	0,44	0,43	0,46

16. Průměrný počet zastávek spoje o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	12,77	13,47	17,31	16,44
OL	9,90	9,91	11,77	11,62
PR	9,27	9,92	10,85	11,32
SU	10,81	11,07	14,95	15,21
Celkem	10,69	11,09	13,72	13,65

7. Počet obslužení zastávek v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	4 864	4 754	4 354	5 293
OL	14 112	14 369	15 417	15 967
PR	9 897	9 898	9 215	10 973
SU	12 268	12 917	11 467	13 535
Celkem	41 141	41 938	40 453	45 768

17. Průměrná doba spoje v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	0:28:38	0:49:46	0:33:32	0:31:31
OL	0:26:57	0:26:27	0:29:15	0:29:35
PR	0:27:53	0:30:43	0:27:26	0:26:24
SU	0:27:28	0:27:30	0:30:36	0:29:01
Celkem	0:27:44	0:33:37	0:30:12	0:29:08

8. Počet obslužení zastávek o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	1 881	1 792	1 506	1 907
OL	4 874	5 168	5 066	4 750
PR	4 169	4 435	3 960	4 440
SU	4 068	4 507	3 363	4 064
Celkem	14 992	15 902	13 895	15 161

18. Průměrná doba spoje o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	0:32:45	0:34:42	0:40:21	0:34:38
OL	0:33:50	0:32:12	0:32:20	0:32:28
PR	0:29:23	0:31:58	0:30:20	0:27:39
SU	0:31:04	0:30:36	0:37:29	0:35:23
Celkem	0:31:45	0:32:22	0:35:07	0:32:32

9. Průměrný počet obslužení zastávek v pracovní den				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	29,13	27,64	26,07	30,25
OL	27,78	28,17	30,90	32,39
PR	28,12	27,42	26,56	29,82
SU	26,27	26,63	24,61	27,85
Celkem	27,82	27,47	27,03	30,08

19. Průměrná délka linky				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	20 205	20 442	19 664	27 012
OL	18 962	18 648	18 809	20 561
PR	16 106	16 816	17 441	16 414
SU	19 739	19 813	20 595	22 188
Celkem	18 753	18 930	19 127	21 544

10. Průměrný počet obslužení zastávek o víkendu				
Okres	1980	1990	2000	2010
JE	12,80	13,47	12,76	13,34
OL	12,76	13,39	15,08	13,93
PR	14,38	14,73	13,42	14,19
SU	11,79	12,25	10,19	11,55
Celkem	12,93	13,46	12,86	13,25

Příloha 4 Atributy zastávek na území měst Olomouckého kraje (zdroj KIDSOK, vlastní zpracování)

Skupina atributů	Zkrácený název atributu	Název atributu	Datový typ	Význam
Základní identifikace označnicku/zastávky	ID_CIS	ID zastávky v CIS	celé číslo	ID zastávky z CIS JŘ
	Nazev	Název zastávky	text	Název zastávky dle CIS JŘ
	C_zony	Číslo zóny	celé číslo	Číslo zóny, ve které zastávka leží
	VLD	Obslužnost VLD	boolean (A/N)	Určení, zda je zastávka obsluhovaná VLD
	MHD	Obslužnost MHD	boolean (A/N)	Určení, zda je zastávka obsluhovaná MHD
	P_ozn	Počet označnicků	celé číslo	Počet označnicků jedné zastávky
	Směr	Směr vozidla	text	Určení směru vozidla pro konkrétní označnick
	Majitel	Majitel označnicku	text	Majitel a správce označnicku
Vybavenost označnicku/zastávky	Cekarna/Pristresek	Čekárna nebo přístřešek	boolean (A/N)	Dostupnost čekárny nebo přístřešku
	Lavicka	Lavička	boolean (A/N)	Dostupnost lavičky
	Odp_kos	Odpadkový koš	boolean (A/N)	Dostupnost odpadkového koše
	Osvetleni	Osvětlení	boolean (A/N)	Přítomnost pouličního osvětlení
	Automat	Automat na JD	boolean (A/N)	Dostupnost automatu na jízdní doklady
	Kancelar	Kancelář dopravce	boolean (A/N)	Dostupnost informační kanceláře dopravce
	WC	WC	boolean (A/N)	Dostupnost veřejného WC
Technické řešení označnicku/zastávky	Zaliv	Záliv	boolean (A/N)	Existence zálivu
	Nastupiste	Zvýšené nástupiště	boolean (A/N)	Zvýšené nástupiště (chodník, ostrůvek)
	Krajnice	Nástup na krajnici	boolean (A/N)	Nástup/výstup pouze na krajnici komunikace
	Poloha	Poloha označnicku	text	Přesná GPS poloha označnicku
	Foto	Fotodokumentace	boolean (A/N)	Dostupnost fotodokumentace
	Poznamky	Poznámky	text	Poznámky k zastávce nebo označnicku
Další informace o bezbariérovosti	20cm	Výška nástupiště alespoň 200 mm	boolean (A/N)	Výška nástupiště alespoň 200 mm
	inv_voz_m	Místo pro invalidní vozík	boolean (A/N)	Manipulační prostor pro inv. vozík
	zp_n_plocha	Zpevněná plocha nástupiště	boolean (A/N)	Přítomnost zpevněné plochy nástupiště
	bezbarier	Bezbariérový přístup	boolean (A/N)	Bezbariérový přístup k zastávce
	vod_linie	Voíčí linie	boolean (A/N)	Přítomnost vodící linie
	sign_pas	Signální pás	boolean (A/N)	Přítomnost signálního pásu
	var_pas	Varovný pás	boolean (A/N)	Přítomnost varovného pásu
	akust_hl	Akustický hlásič	boolean (A/N)	Přítomnost akustických hlásičů
	tabule	Informační tabule	boolean (A/N)	Dostupnost informační tabule s odjezdy
	bezb_WC	Bezbariérové WC	boolean (A/N)	Bezbariérové WC

Příloha 5 Atributy o zastávkách veřejné dopravy v Pražské integrované dopravě (zdroj: ROPID, vlastní zpracování)

Skupina atributů	Zkrácený název atributu	Název atributu	Datový typ	Význam
Základní identifikace označnicku/zastávky	ČU	Číslo uzlu	celé číslo	Identifikátor uzlu
	ČZ	Číslo zastávky	celé číslo	Identifikátor zastávky
	Pl. Od	Platnost od	datum	Datum zahájení provozu zastávky
	Ukončení	Ukončení platnosti	boolean (A/N)	Datum ukončení provozu zastávky
	SČZ	Staré číslo zastávky	celé číslo	Staré číselné označení zastávky
	Název1	Název zastávky	text	Výčet všech oficiálních názvů zastávek včetně zkrácených názvů
	Název2	Název zastávky	text	
	Název3	Název zastávky	text	
	Název4	Název zastávky	text	
	Název5	Název zastávky	text	
	Název6	Název zastávky	text	
	Popis	Nepřímá lokalizace zastávky	text	Nepřímá lokalizace zastávky vůči ulicím, poznámka o postavení uzlu na lince (konečná, pouze nástup, apod.)
	Typ zastávky	Typ zastávky	text	Interní poznámky (prázdné, *, +, x, o)
	Majitel ozn.	Majitel označnicku	text	Zodpovědná osoba za označnick
	Kmen. Č.	Kmenové číslo zastávky	celé číslo	Interní poznámky
Prac. JŘ	Pracovní jízdní řád	boolean (A/N)	Interní poznámky	
CIS	ID zastávky v CIS	celé číslo	Identifikátor zastávky v CIS JŘ	
Poloha a prostorové vazby označnicku/zastávky	Poloha	Poloha uzlu	text	Interní poznámky (max. dvě písmena; A- W)
	ČO	Číslo obce	celé číslo	Identifikátor obce
	Název obce	Název obce	text	Název obce
	SPZ	Státní poznávací značka	text	Zkratka SPZ města
	ČČ	Část obce	celé číslo	Číslo části obce (1-11)
	Název části	Název části obce	text	Název části obce
	Místní název	Název místní části	text	Název místní části obce
	TP 1	Tarifní pásmo 1	text	Tarifní pásmo zastávky (hodnoty 0, B, P, 1-7)
	TP 2	Tarifní pásmo 2	text	Označení sousedního tarifního pásma (hodnoty 0, B, P, 1-7)
	TP 3	Tarifní pásmo 3	text	Označení sousedního tarifního pásma (hodnoty 0, B, P, 1-7)
	X	Souřadnice X	double	Souřadnice X v systému S-JTSK
	Y	Souřadnice Y	double	Souřadnice Y v systému S-JTSK
	Z	Souřadnice Z	prázdné	Nadmořská výška zastávky
	Přestup na	Přestup na jiný druh dopravy	text	Výčet dopravních módů, na které lze přestoupit
	Umístění	Umístění označnicku	text	Delší popis, kde označnick leží vůči významným orientačním bodům
Doch. Vzd.	Docházková vzdálenost	celé číslo	Docházková vzdálenost v m (hodnoty 0, 180, 360, 420, 480, 720)	
Stanoviště	Označení stanoviště	text	Interní poznámky	
Vybavení a technické řešení označnicku/zastávky	BB	Bezbariérová	boolean (A/N)	Určení bezbariérovosti
	WC	WC	boolean (A/N)	Určení, zda je dostupné WC
	BB WC	Bezbariérové WC	boolean (A/N)	Určení, zda je dostupné bezbariérové WC
	RO	Rychlé občerstvení	boolean (A/N)	Určení, zda je dostupné rychlé občerstvení
	Rest.	Restaurace	boolean (A/N)	Určení, zda je dostupná restaurace
	BBV	Bezbariérová s osobním výtahem	boolean (A/N)	Určení, zda je dostupný bezbariérový osobní výtah
	BBNV	Bezbariérová s nákladním výtahem	boolean (A/N)	Určení, zda je dostupný bezbariérový nákladní výtah
	2 vest.	Dva vestibuly	boolean (A/N)	Určení, zda má zastávka dva vestibuly
	Prov.	Provedení zastávky	text	Upřesnění technického řešení zastávky
Další informace vztahující se k označnicku/zastávce	s	Doba pobytu	celé číslo	Doba pobytu vozidla v zastávce (0, 20 nebo 30)
	Veřejná	Veřejná zastávka	boolean (A/N)	Určení, zda se jedná o veřejnou zastávku nebo soukromého dopravce
	Fiktivní	Fiktivní zastávka	boolean (A/N)	Určení, zda jde o fiktivní zastávku
	Doč.	Dočasná zastávka	boolean (A/N)	Určení dočasnosti zastávky
	Pikt.	Piktogramy zastávky	text	Interní poznámky
	Trať	Trať	celé číslo	Interní poznámky určující trať
	Poznámka	Poznámka	text	Poznámka
	Typ uzlu	Typ uzlu	text	Definice typu uzlu (přepravní, provozovna apod.)
	11	Zastávka pro závod č. 11	boolean (A/N)	Určení, zda se jedná o zastávku určenou pro závod č. 11
	12	Zastávka pro závod č. 12	boolean (A/N)	Určení, zda se jedná o zastávku určenou pro závod č. 12
13	Zastávka pro závod č. 13	boolean (A/N)	Určení, zda se jedná o zastávku určenou pro závod č. 13	
50	Zastávka pro závod č. 50	boolean (A/N)	Určení, zda se jedná o zastávku určenou pro závod č. 50	
90	Zastávka pro závod č. 90	boolean (A/N)	Určení, zda se jedná o zastávku určenou pro závod č. 90	

Příloha 6 Struktura lokalizační zprávy z vozů pro příměstskou dopravu

Tag M obsahuje:

- tag **V**,
 - **imei** – IMEI číslo modemu (POVINNÉ),
 - **pkt** – číslo paketu (POVINNÉ),
 - **lat a lng** – souřadnice formátovány na 5 desetinných míst (POVINNÉ),
 - **tm** – datum a čas palubního počítače (POVINNÉ),
 - **events** – příznaky ve zprávách; element nese řetězec složený ze znaků:
 - R – rozjezd (překročení minimální rychlosti cca 10 km/h),
 - T – uplynutí časového intervalu od posledního hlášení (2 min),
 - L – ujetí nastavené vzdálenosti od posledního hlášení,
 - P – událost palubního počítače (otevření dveří, zavření dveří),
 - X – překročení nastavené rychlosti,
 - A – odchýlení od kurzu o x°,
 - G – změna platnosti GPS (ztráta signálu, získání signálu),
 - D – vjezd do území sloupku,
 - Z – výjezd z území sloupku,
 - **type, line a conn** – řidičem zadaný typ linky, číslo linky a číslo spoje,
 - **rych** - aktuální rychlost,
 - **smer** - směr (azimut),
 - **evc** - evidenční číslo vozu zadané řidičem,
 - **turnus** - řidičem zadané číslo služby,
 - **ridic** - řidičem zadané jeho číslo,
 - **akt** - číslo aktuální zastávky (dle strojku),
 - **konc** - číslo cílové zastávky (dle strojku),
 - **delta** - předpočítané zpoždění palubního počítače,
 - **ppevent** - události palubního počítače (otevření dveří),
 - **ppstatus** - status palubního počítače,
 - **pperror** - chyba palubního počítače.

Atribut: imei, pkt, lat, lng a tm jsou povinné a musí být obsaženy v každé lokalizační zprávě. Ostatní atributy bez obsaženého údaje je vhodné vynechat.

Př. `<M><V imei="000600734" pkt="4356" lat="49.93179" lng="17.27975" tm="2012-10-22T00:59:40" events="R" /><M>`

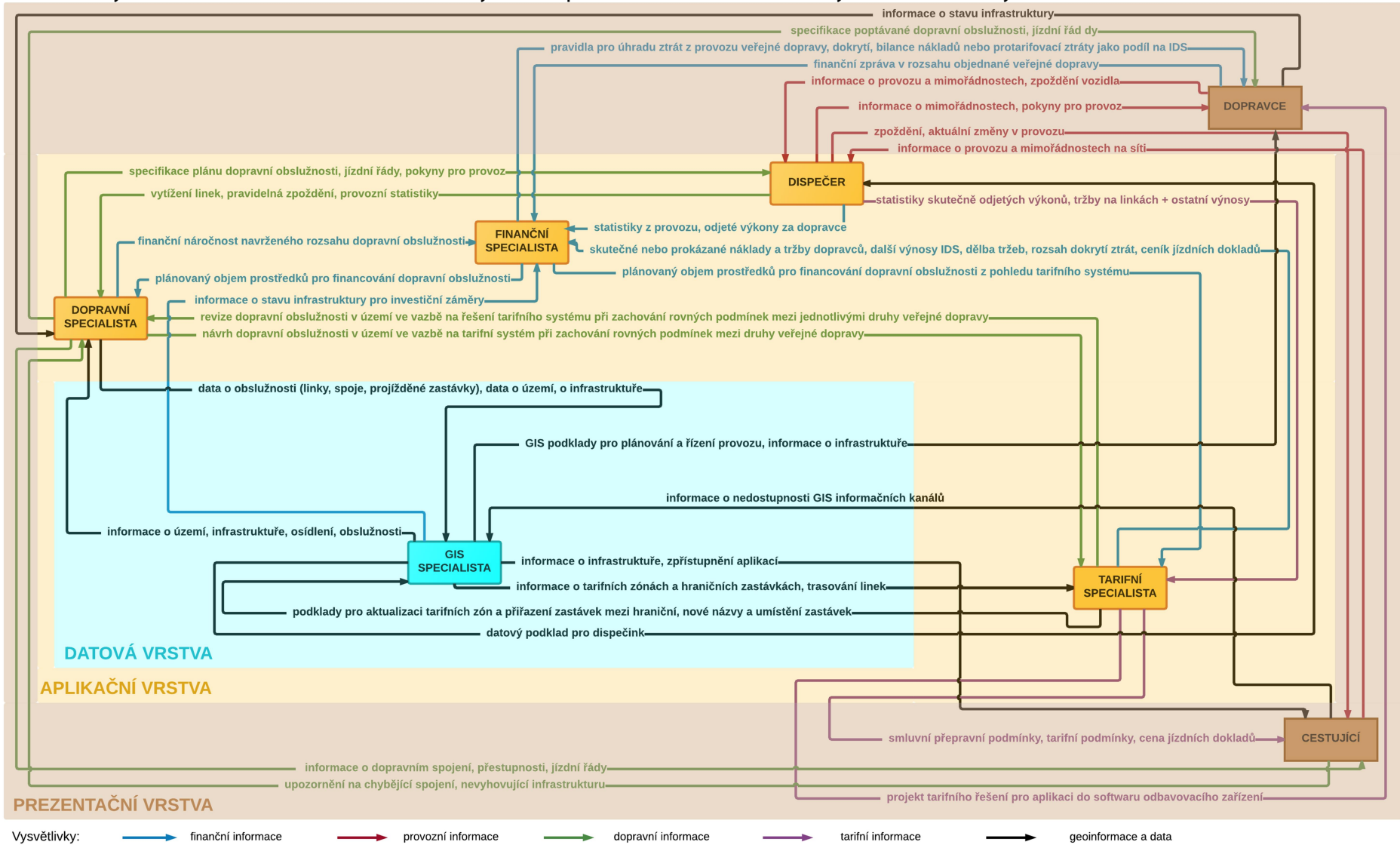
Př. `<M><V imei="000600735" pkt="57" lat="50.1551" lng="14.57533" tm="2012-10-22T00:59:42" events="TP" type="B" line="680410" conn="12" rych="15" smer="283" evc="1707" turnus="23" ridic="15" akt="12345" konc="54321" delta="2" ppevent="17" ppstatus="1" ppperror="0" /><M>`

Příloha 7 Příklad komunikačního protokolu pro předání polohy vlaku ČD

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xs:schema xmlns:xs=http://www.w3.org/2001/XMLSchema
xmlns:ced="http://www.xxxxxxx.cz/2006/ced" version="1.0"
elementFromDefault="qualified">
  <xs:element name="position">
    <xs:complexType>
      <xs:attribute name="vehicleId" use="optional" type="vehicleIdType" />
      <xs:attribute name="trainNumber" use="required" type="trainNumberType" />
      <xs:attribute name="trainType" use="required" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="trainId" use="required" type="xs:positiveInteger" />
      <xs:attribute name="phoneNumber" use="required" type="xs:integer" />
      <xs:attribute name="time" use="required" type="xs:dateTime" />
      <xs:attribute name="delay" use="required" type="xs:int" />
      <xs:attribute name="latitude" use="required" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="longitude" use="required" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="stopId" use="required" type="stopIdType" />
      <xs:attribute name="eventType" use="optional" type="eventTypeEnum" />
      <xs:attribute name="expectaton" use="optional" type="xs:boolean"
        default="false" />
      <xs:attribute name="trainOriginalNumber" use="optional" type="
        trainOriginalNumberType" />
      <xs:attribute name="trainDirection" use="optional" type="stopIdType" />
      <xs:attribute name="trainDirectionText" use="optional" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="stationTrack" use="optional" type="trackType" />
      <xs:attribute name="stationPlatform" use="optional" type="platformType" />
      <xs:attribute name="trainLowFloor" use="optional" type="xs:boolean" />
      <xs:attribute name="trainForDisabledPerson" use="optional" type="
        xs:boolean" />
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:simpleType name="trackType">
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:length value="4" />
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
  <xs:simpleType name="platformType">
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:length value="10" />
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:schema>
```

```
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name=" vehicleIdType">
  <xs:restriction base="xs:integer">
    <xs:minInclusive value="1" />
    <xs:maxInclusive value="999999999999" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name=" trainOriginalNumberType">
  <xs:restriction base="xs:integer">
    <xs:minInclusive value="1" />
    <xs:maxInclusive value="9999" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name=" trainNumberType">
  <xs:restriction base="xs:integer">
    <xs:minInclusive value="1" />
    <xs:maxInclusive value="999999" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name=" stopIdType">
  <xs:restriction base="xs:integer">
    <xs:pattern value="[0-9][0-9][0-9][0-9][0-9]" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name=" eventTypeEnum">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="arrival" />
    <xs:enumeration value="departure" />
    <xs:enumeration value="through" />
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>
```


Příloha 8 Výměna dat a informací mezi účastníky IDS na pozadí třívrstvé architektury informačního systému



Příloha 9 Detailní popis vybraných atributů nástupní hrany

Vodící linie

Vodící linie (obr. 1) je základním hmatným prvkem pro nevidomé, technicky se jedná o bezpečný a orientačně jednoduchý koridor s minimálním průchozím profilem 900 mm. V tomto prostoru je nepřipustné umísťovat jakékoli předměty. Vodící linie může být přirozená – trávník nebo stěna domu, v případě absence přirozené vodící linie je tento prvek nahrazen umělou vodící linií. Povrch umělé vodící linie tvoří podélné drážky hmatné pouze při použití kyvadlové kluzné techniky. Přerušení vodící linie v délce cca 400 mm znamená možnost odbočit z linie, důvodem může být označení východu z nástupiště nebo bezpečného místa pro přechod k druhé nástupní hraně.



Obr. 1 Vodící linie (zdroj: <http://www.centrumpronevidome.cz/>)

Signální pás

Signální pás (obr. 2) je specifickou formou umělé vodící linie hmatný slepeckou holí a nášlapem, určuje přesný směr chůze, je vždy ukončen přirozenou nebo umělou vodící linií. Jeho povrch tvoří výstupky ve tvaru komolých kuželů s průměrem 20, výškou 5 a roztečí výstupků 50 až 100 milimetrů.

Signální pás je široký 800 až 1000 milimetrů, v mozaikové dlažbě se lemuje rovinnými deskami šířky minimálně 250 milimetrů, které zvýrazňují jeho hmatný kontrast. Pás nelze nevědomky přejít, obvykle je také vizuálně kontrastní vůči okolí.



Obr. 2 Signální pás (zdroj: <http://www.centrumpronevidome.cz/>)

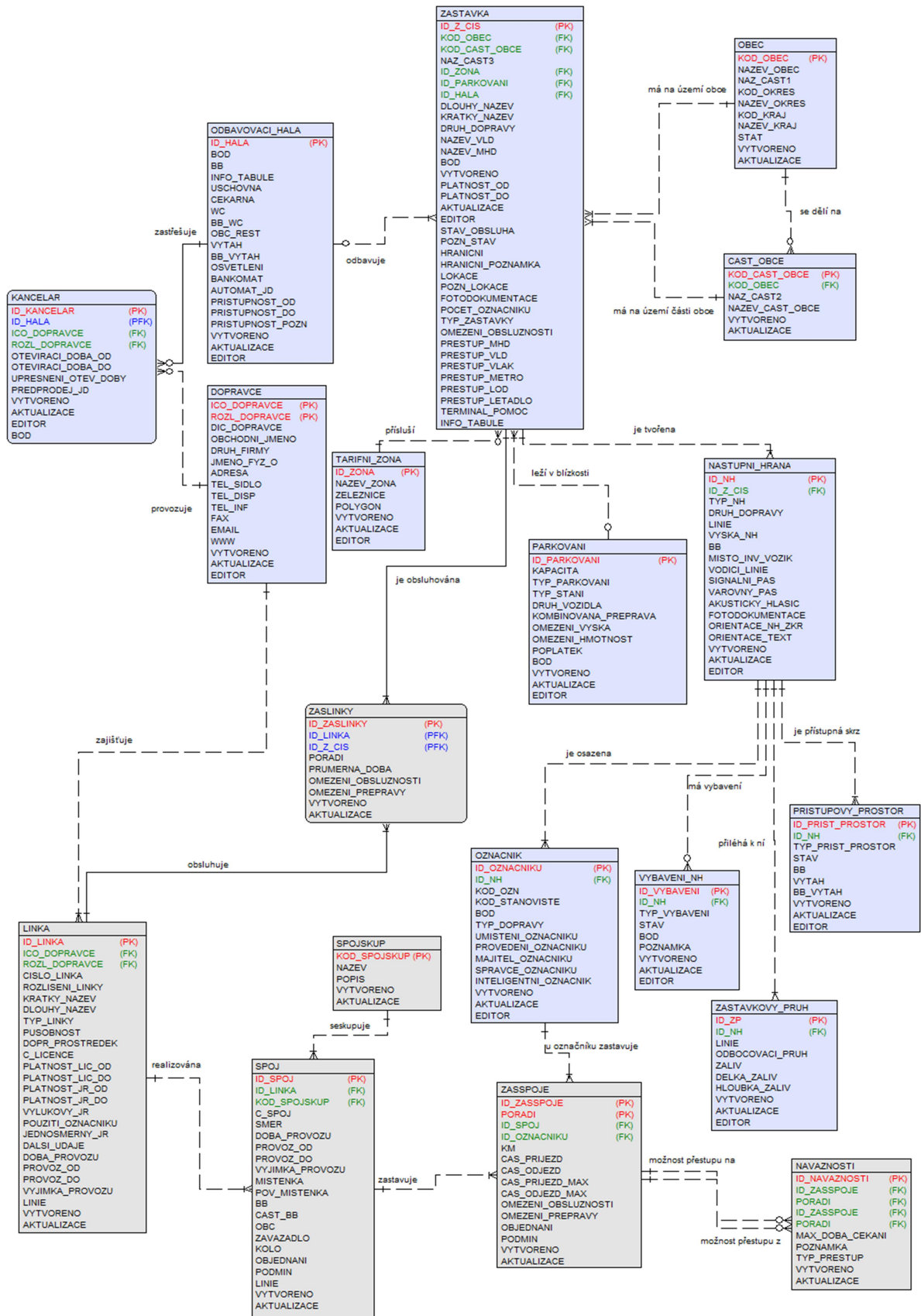
Varovný pás

Varovný pás (obr. 3) hmatný slepeckou holí odděluje prostor běžně přístupný od prostoru nebezpečného. Pro nevidomé se zřizuje zpravidla v místech sníženého obrubníku zastávek nebo na cyklostezkách mez prostorem pro cyklisty a chodce. Varovný pás bývá barevně kontrastní, jeho povrch je tvořen výstupky tvaru komolých kuželů s průměrem 20, výškou 5 a roztečí výstupků 50 až 100 milimetrů. Tento pás je charakterem obvykle shodný jako signální pás, odlišují se však šířkou, jelikož varovný pás má šířku pouze 400 milimetrů, zatímco signální pás více než 800 milimetrů.

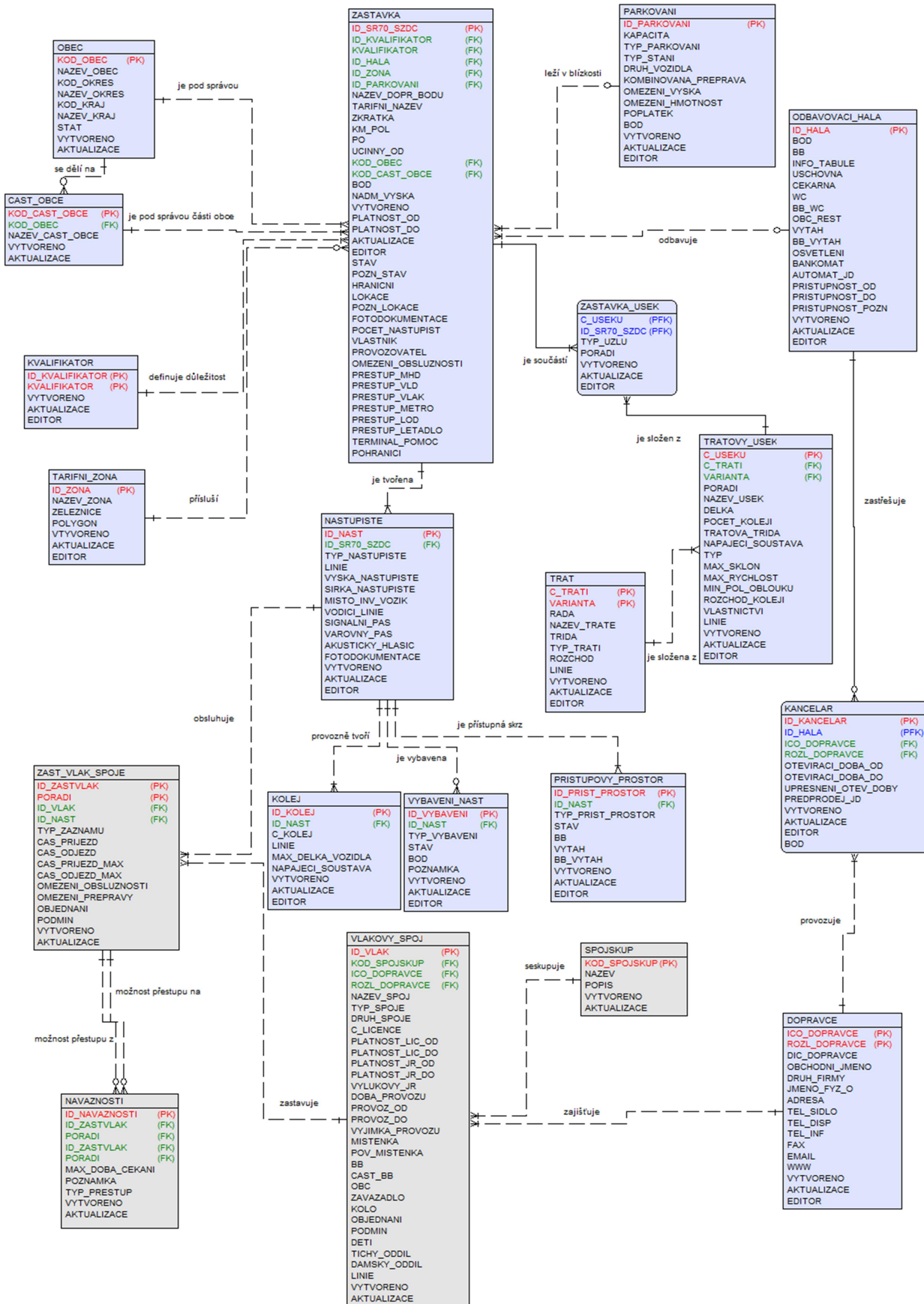


Obr. 3 varovný pás (zdroj: <http://www.centrumpronevidome.cz/>)

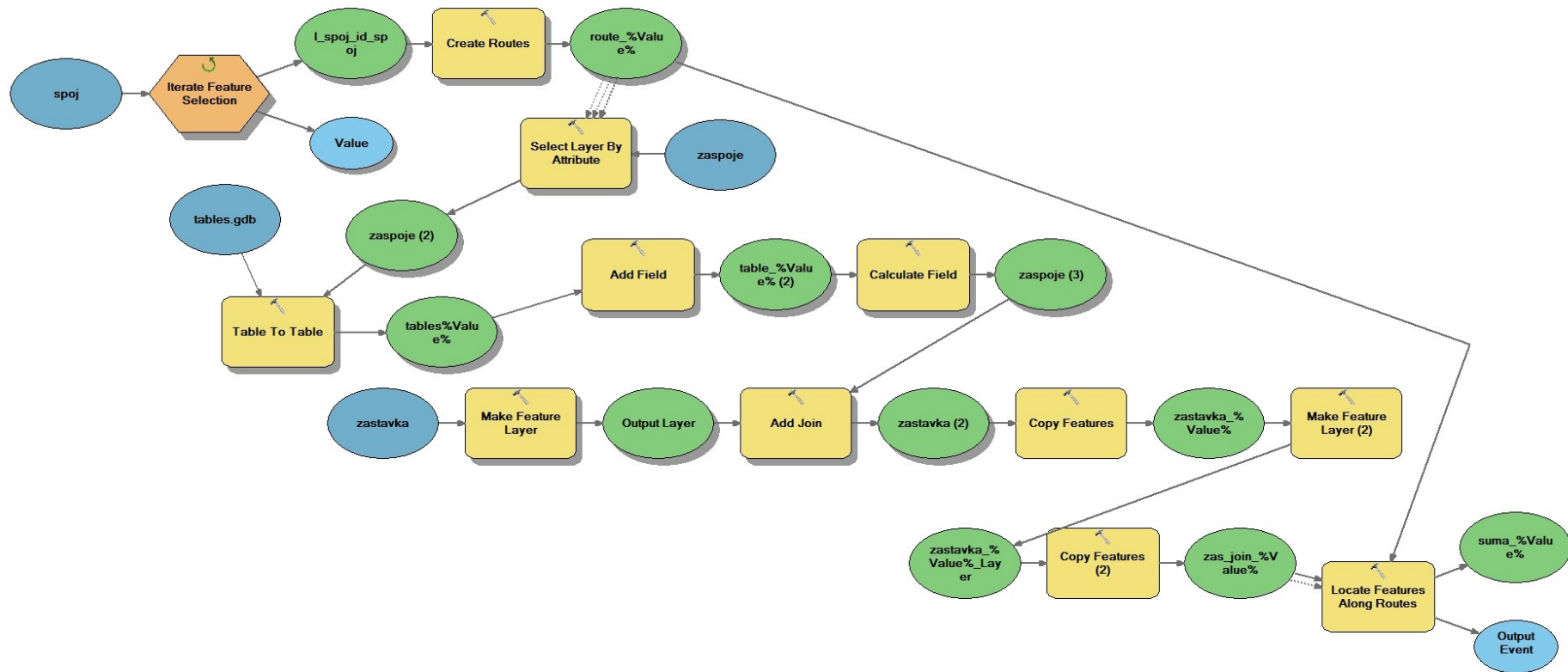
Příloha 10 Entitně relační diagram pro veřejnou linkovou a městskou hromadnou dopravu



Příloha 11 Entitně relační diagram pro železniční dopravu



Příloha 12 Model pro výpočet mezizastávkových vzdáleností a celkové délky jednotlivých spojů





KATEDRA GEOINFORMATIKY

Univerzita Palackého v Olomouci | Přírodovědecká fakulta

GEOINFORMAČNÍ PŘÍSTUP SPRÁVY PROSTOROVÝCH DAT O VEŘEJNÉ HROMADNÉ DOPRAVĚ NA ÚROVNI KRAJE

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

Studijní program: P1314 Geografie

Obor studia: 1302V011 Geoinformatika a kartografie

Školitel: prof. RNDr. Vít Voženilek, CSc.

Mgr. Lenka ZAJÍČKOVÁ

GEOINFORMATICS APPROACH OF REGIONAL PUBLIC TRANSPORT SPATIAL DATA MANAGEMENT

Ph.D. THESIS SUMMARY

Study Programme: Geography

Specialization: Geoinformatics and Cartography

Supervisor: prof. RNDr. Vít Voženilek, CSc.

Department of Geoinformatics

Faculty of Science, Palacký University Olomouc

Olomouc 2017

*Disertační práce byla vypracována v prezenční formě doktorského studia na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.
Dissertation thesis was compiled within Ph.D. study at the Department of Geoinformatics, Faculty of Science, Palacký University Olomouc.*

Předkladatel / Submitter:

Mgr. Lenka Zajíčková

Školitel / Supervisor:

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
Katedra geoinformatiky
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
17. listopadu 50
771 46 Olomouc

Oponenti / Reviewers:

doc. Ing. Jiří Horák, Dr. (VŠB-Technická univerzita Ostrava)
doc. Mgr. Jiří Dvorský, Ph.D. (VŠB-Technická univerzita Ostrava)
doc. RNDr. Marián Halás, Ph.D. (Univerzita Palackého v Olomouci)

Autoreferát byl zaslán dne / Summary was posted on: _____

Obhajoba disertační práce se koná dne _____ před komisí pro obhajoby disertačních prací doktorského studia v oboru P1314 Geografie, studijním oboru 1302V011 Geoinformatika a kartografie, v prostorech Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc.

The defence of the dissertation thesis will be held on _____ at the commission for the defence of dissertation thesis of Ph.D. degree in study programme P1314 Geography, specialization Geoinformatics and cartography, in the premises of the Department of Geoinformatics, Faculty of Science, Palacký University Olomouc, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc.

S disertační prací je možno se seznámit na studijním oddělení Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 12, 77 46 Olomouc.

The dissertation thesis is available at the Study Department, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc.

© Lenka Zajíčková, 2017

ISSN 1805-7500

ISBN 978-80-244-5160-2

Obsah

1. Anotace.....	4
2. Cíle práce a postup řešení.....	6
3. Systém veřejné dopravy v České republice po roce 1980.....	10
4. Analýza přepravní nabídky a poptávky.....	12
5. Současný stav a správa geodat na úrovni kraje.....	19
6. Návrh konceptu správy geodat na úrovni kraje.....	23
7. Ověření datového modelu a konceptu správy geodat.....	31
8. Diskuze.....	37
9. Závěr.....	41
10. Použité zdroje.....	44
Odborný životopis autora.....	47
Seznam vybraných publikací autora.....	48

Contents

Annotation.....	51
Summary.....	52

1. Anotace

Cílem disertační práce je navrhnout, naplnit, ověřit, vyhodnotit a využít nový koncept správy prostorových dat o veřejné hromadné dopravě v Olomouckém kraji založený na geoinformačních přístupech.

V první části práce byly vyhodnoceny zásadní aspekty vývoje organizace veřejné dopravy na území dnešní ČR po roce 1980. Identifikována byla potřeba zavést nový podsystém integrace v rámci integrovaných dopravních systémů, který by se věnoval geodatům a obecně dopravním informacím.

V druhé části práce byla demonstrována nedostatečná práce s geodaty na základě analýzy srovnávající přepravní nabídku s poptávkou po přepravě. Bylo zjištěno, že důvodem je především nedostatečná práce s prostorovými daty a s nimi souvisejícími informacemi o veřejné dopravě.

V dalším kroku byl proto analyzován současný stav geodat, rozsah sledovaných entit a atributů vzhledem ke standardům pro výměnu dopravních geodat. Diskutována byla mimo jiné také jejich otevřenost a dostupnost. Zásadní částí práce byla také analýza požadavků na geodata různých uživatelů a toků geodat mezi nimi.

Disertační práce vyústila k návrhu dvou datových modelů. První datový model je navržen pro železniční dopravu a druhý pro veřejnou linkovou a městskou hromadnou dopravu. Modely obsahují většinu zásadních entit a atributů využívaných ve světových standardech a současně vyhovující potřebám organizátorů na úrovni kraje. Definován byl také koncept sběru, správy a trvalé udržitelnosti navrženého rozsahu sledovaných geodat.

Závěrem byla navržená databáze naplněna do takové míry, jakou umožňovalo integrování dostupných zdrojů dat a časově náročný terénní sběr geodat. Na třech vybraných úlohách byly demonstrovány výhody datového modelu a užitečnost geodat pro praktické úlohy určené pro management integrovaného dopravního systému, ale i pro cestující.

Integrovaním dopravních geodat a návrhem standardu sjednocujícím požadavky uživatelů geodat na úrovni kraje se prozatím nikdo nezabýval. Výsledky disertační práce tak mohou v praxi sloužit především organizátorům veřejné dopravy, ale také společností vyvíjejícím produkty založené na geoinformačních technologiích. Využití datového modelu a konceptu správy geodat pak může přinášet celou řadu optimalizací a výhod dopravcům, ale také cestujícím veřejnosti. Při výzkumu se otevírá nové téma rozšiřování pojmu informační integrace. Nabízí se také možnost praktického využití těchto geodat pro další analýzy dopravního chování obyvatel, obslužnosti území nebo poptávky po přepravě.

Klíčová slova: integrovaný dopravní systém, veřejná doprava, geodata, datový model

2. Cíle práce a postup řešení

Hlavním cílem disertační práce bylo vyhodnotit stav využívání geodat o veřejné dopravě a principy jejich správy a na základě těchto poznatků navrhnout, naplnit, ověřit, vyhodnotit a využít nový koncept správy prostorových dat o veřejné hromadné dopravě v Olomouckém kraji založený na geoinformačních přístupech.

Cíl disertační práce byl rozdělen do pěti dílčích cílů:

- **DC1** Shrnutí vývoje systému veřejné dopravy v České republice po roce 1980,
- **DC2** Analýza prostorových změn sítě a přepravní nabídky od roku 1980 a vývoj spádových oblastí založených na poptávce po přepravě,
- **DC3** Charakteristika současného stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje, otevřenost a dostupnost geodat o veřejné dopravě v České republice,
- **DC4** Sestavení a naplnění datového modelu pro správu geodat o veřejné dopravě,
- **DC5** Ověření datového modelu společně s novým konceptem správy geodat o veřejné dopravě.

Prvním dílčím cílem bylo identifikovat, vyhodnotit a shrnout zásadní aspekty vývoje a organizace systému veřejné dopravy na území ČR po roce 1980 a stručně jej srovnat se systémy v sousedních státech. Vysvětlen byl princip organizace veřejné dopravy na úrovni krajů ČR vedoucí k vytváření integrovaných dopravních systémů (IDS) integrujících tři základní prvky systému veřejné dopravy – organizaci spolu s ekonomikou, tarif a dopravu. V kontextu požadavků dnešní informační společnosti vzniká potřeba integrovat také informace a data. Součástí tohoto dílčího cíle proto bylo definovat informační integraci, neboť absence jednotného přístupu k vytváření a správě geodat a souvisejících informací o veřejné dopravě vede k roztržitosti řešení jednotlivých krajů. Poukazuje také na naléhavost a aktuálnost komplexního řešení sběru a správy geodat a s nimi souvisejících informací za účelem zvýšení atraktivity dopravy.

Druhým dílčím cílem bylo analyzovat prostorové změny sítě a přepravní nabídku od roku 1980, vývoj sídelní struktury a spádových oblastí založených na poptávce po přepravě pro Olomoucký kraj. Cílem bylo zjistit nerovnosti v pokrytí poptávky po přepravě přepravní nabídkou způsobené změnami v sídelním systému, na které nedostatečně flexibilní systém nedokázal zareagovat. Důvodem je především nedostatečná práce s prostorovými daty a s nimi souvisejícími informacemi o veřejné dopravě.

Třetím dílčím cílem bylo charakterizovat současný stav správy geodat na úrovni kraje a rozsah sledovaných atributů vzhledem ke standardům pro výměnu geodat

a jejich správu v celoevropském a světovém měřítku. Definovány byly požadavky na data ze tří různých pohledů – cestujícího, dopravce a managementu řídicího veřejnou dopravu. Při řešení byla diskutována také problematika otevřenosti a dostupnosti geodat a s nimi spojených informací o veřejné dopravě v Česku, včetně srovnání se zahraničím.

Čtvrtým dílčím cílem bylo sestavit a naplnit datový model pro geodata o veřejné dopravě v podmínkách ČR obsahující většinu zásadních entit a atributů využívaných ve světových standardech a současně vyhovující potřebám organizátorů na úrovni kraje. Datový model zohledňuje potřeby jednotlivých skupin uživatelů a širokou škálu možností využití dat. Jedná se například o interaktivní dopravní plán, dispečerské řízení nebo poskytování informací o veřejné dopravě osobám se sníženou schopností pohybu a orientace. Definována byla také funkcionality a parametry databáze a koncept správy geodat o veřejné dopravě.

Pátým dílčím cílem disertační práce bylo využít datový model a ověřit jej společně s novým konceptem správy geodat v praxi pro veřejnou dopravu Olomouckého kraje. Snahou bylo využít data pro prostorové analýzy s cílem zefektivnit obslužnost veřejnou dopravou a navrhnout řešení zjištěných problémů. Rozsah i podrobnost spravovaných geodat vycházejících z datového modelu byly testovány také praktickým využitím Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje (KIDSOK).

Teoretický a metodologický základ výzkumu je opřen o světové, evropské a národní standardy pro výměnu dopravních geodat. Praktická část staví na vlastním testování od datového modelování až po uživatelskou přívětivost aplikace pro sběr dat nebo zkušenosti s plněním databáze daty z různých zdrojových souborů. **Postup řešení** byl rozdělen do částí odpovídajících dílčím cílům.

Metody a postup řešení

DC1

Na základě rešerše literárních zdrojů (odborných knih, výzkumných studií, odborných časopisů, sborníků, internetových stránek a tištěných materiálů organizátorů veřejné dopravy) byl textově vysvětlen princip organizace veřejné dopravy na úrovni kraje formou koordinace integrovaných dopravních systémů. Pomocí schémat a obrázků komentovaných v textu byla vysvětlena podstata základních podsystémů integrovaných dopravních systémů a jejich vzájemné provázání. Hlavním výsledkem DC1 je definice nového podsystému integrace („informační integrace“) na základě syntézy získaných poznatků. Systém veřejné dopravy Česka byl se sousedními státy srovnán pomocí ukazatelů, zejména pomocí vývoje podílu veřejné dopravy na celkových přepravních výkonech osobní dopravy, způsobu objednávání a organizace veřejné dopravy, velikosti tarifních zón, rozsahu

území s integrovanou dopravou, úrovně dopravní integrace ve smyslu integrování všech druhů dopravy apod.

DC2

Tato část disertační práce byla zaměřena především na analýzu využívání a dostupnosti dopravních geodat při hledání úzké vazby mezi poptávkou po přepravě a plánováním obslužnosti veřejné dopravy.

Z dostupných statistik a odborných prací analyzován vývoj sídelní struktury. Výsledky ovlivňující poptávku po přepravě veřejnou dopravou byly zpracovány tabelárně, řada z nich byla prezentována pomocí map s příslušným textovým komentářem. Dále byla provedena rešerše metodik vymezujících spádové oblasti na základě dojíždky za prací a do škol. Na základě kombinace vybraných parametrů inspirovaných rešeršními částmi a se zohledněním dojíždky dětí do škol byly kraje Jihomoravský, Vysočina, Olomoucký a Zlínský v prostředí GIS rozděleny do spádových oblastí pro rok 1991 a 2011. Pomocí prostorových analýz v GIS byly hodnoceny změny v intenzitě přepravy a také časoprostorové změny spádových oblastí ve vztahu k vývoji osídlení a dojíždce do zaměstnání a do škol.

Dále proběhla také rešerše studií zaměřených na hodnocení přepravní nabídky pomocí analýz dostupnosti veřejnou dopravou. Analýzou bylo zjištěno, že většina studií vychází z analýzy jízdních řádů (JŘ) a hodnocení času, za který je možné se přesunout ze zájmového území do spádového centra. Proto i v disertační práci byly pro analýzu autobusové přepravní nabídky v Olomouckém kraji využity archivní papírové JŘ pro rok 1980, 1990 a 2000 a digitální podoba novodobých JŘ pro rok 2010 z databáze pro IDOS. Data byla dále zpracována pomocí kontingenčních tabulek do tabulek a grafů a agregovaná data za zastávky, linky nebo území byla připojena na prostorová data v prostředí ArcGIS for Desktop. Nástrojů GIS bylo využito především pro vizualizaci změn obslužnosti obcí.

V kontextu změn sídelní struktury byla stručně vyhodnocena adekvátnost a efektivnost změn přepravní nabídky na poptávku po přepravě v Olomouckém kraji od roku 1980.

DC3

Na základě poznatků získaných konzultacemi s dopravními specialisty KIDSOK a studiem interních dokumentů byl popsán současný stav správy geodat na úrovni kraje. Ten byl zároveň konfrontován s reálným stavem a komplikovaností infrastruktury (zastávek a jejich součástí). Hodnocena byla také dostupnost a otevřenost geodat o veřejné dopravě. Pro objektivní hodnocení stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje bylo vytvořeno šest hodnotících kritérií, ze kterých byl

sestaven výsledný hodnotící index. Každé hodnotící kritérium bylo odstupňováno do kvalitativních úrovní dle formy a kvality řešení.

V další části byly diskutovány výhody a nevýhody jednotlivých standardů pro výměnu geodat o veřejné dopravě. Výstupem je průnik společných objektů, které bylo nutné do navrhovaného konceptu správy geodat zahrnout.

Pro definování rozsahu, obsahu a detailu sledovaných atribut jednotlivých entit proběhla analýza požadavků na informace a geodata jednotlivých skupin uživatelů dat (cestujících, dopravců a managementu řídicího veřejnou dopravu). Tyto požadavky na data jsou textově popsány podle praktických zkušeností specialistů v dopravě, recenzí uživatelů dopravních aplikací a podle rozsahu sledovaných atributů ve standardech pro výměnu geodat a správu v celoevropském a světovém měřítku (GTFS, IFOPT, NeTEx, apod.).

DC4

Na základě konzultací s odbornými firmami i samotnými organizátory dopravy, podle zásad standardů pro výměnu geodat o veřejné dopravě a obecných zásad pro informační systémy a správu geodat byl v rámci tohoto dílčího cíle nejprve navržen nový koncept správy geodat o veřejné dopravě založený na třívrstvé architektuře informačního systému. Základem řešení je datová vrstva, nad kterou je aplikační vrstva formulující pravidla výpočtů a přenosu informací mezi datovou a prezentační vrstvou. Prezentační vrstva je uživatelské rozhraní, kterým uživatelé k datům a zpracovaným výstupům přistupují.

Jako základ informační integrace z pohledu geodat bylo definováno celkem pět základních datových skupin. Schematicky byl popsán cyklus práce s geodaty v rámci definovaných optimalizovaných datových toků mezi účastníky integrovaných dopravních systémů (a zároveň uživateli geodat).

V dalším kroku probíhalo datové modelování, jehož výsledkem je datový model. Vzhledem k povaze rozdílnosti drážní versus autobusové a tramvajové dopravy byly nakonec vytvořeny dva datové modely. Datové modely vychází ze standardu NeTEx, národního formátu JDF a požadavků uživatelů specifikovaných v DC3. Datové modelování probíhalo v programu Case Studio 2 nad databází mySQL5. Odvozen byl entitně relační datový model (ERD) obsahující i datové typy a označení primárních a cizích klíčů potřebných k praktickému zpracování datového modelu. Vygenerován byl také RTF report obsahující přehlednou definici entit, atributů, datových typů, vazeb apod. Závěrem byl vygenerován SQL skript pro vytvoření databázové struktury určené k naplnění daty. Navržený koncept správy geodat na úrovni kraje obsahuje i doporučený postup, jak a odkud požadovaná data shromáždit a jak je aktualizovat. Oba datové modely obsahují dekomponované vazby pomocí vazebních tabulek, kardinalita vztahu je výhradně 1:N nebo specificky

1:1. Datové modely jsou z velké části (31 %) založeny na číselníkových hodnotách (boolean hodnoty + číselníky).

DC5

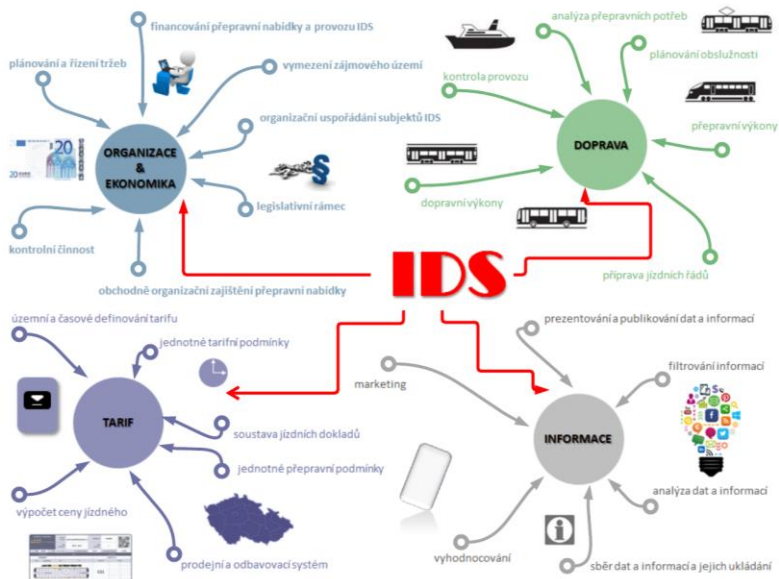
V dílčím cíli pět byl nejprve validní SQL skript pro vytvoření databázové struktury upraven tak, aby bylo možné vytvořit databázi PostgreSQL. V dalším kroku byla pomocí pgAdmin importována data z JDF a terénního sběru.

Nad touto databází proběhly prostorové analýzy realizované v softwaru ArcGIS for Desktop 10.4.1. Použita byla také geodatabáze StreetNet s komunikacemi, rastrové datové sady tzv. „The European Settlement Map 2016“ vytvořené pod záštitou programu Copernicus, data z projektu „Kraj bez bariér“ pod záštitou Olomouckého kraje apod. Nejčastěji bylo využíváno nástrojů pro síťové analýzy pro zjištění obslužných oblastí zastávek a pokrytí zastávek docházkovou vzdáleností. Výsledkem prostorových (převážně síťových) analýz je řada grafů, map a tabulek.

3. Systém veřejné dopravy v České republice po roce 1980

Historie veřejné dopravy (dále jen VD) na území dnešního Česka je úzce spjata se státním podnikem Československé státní dráhy založeným v roce 1918 a Československou státní automobilovou dopravou založenou 1949 (Kubát, 2007; Kyncl a kol., 2006). Stát se tehdy choval jako podnikatelský subjekt, jehož cílem bylo zajistit dopravu s nejvyšší možnou mírou návratnosti. Období 90. let 20. století je charakteristické nejen reorganizací VD, ale podle Kleprlíka (2009) také úbytkem počtu cestujících VD, nárůstem počtu osobních automobilů a zakládáním **integrovaných dopravních systémů** (dále jen IDS). K 31. 12. 2016 bylo na území ČR celkem 14 IDS, přičemž každý je originální, vzájemně se liší zejména územní působností a množstvím tzv. projevů integrace.

Podstata IDS na úrovni kraje je založena na integraci **tří tradičních podsystémů** - ekonomiky spolu s organizací, tarifu a dopravy (Křivda a kol., 2006). Základní myšlenkou integrace v IDS je maximální využití synergického efektu všech druhů dopravy. Cílem organizace IDS je zajištění vyváženého vztahu mezi nabídkou a poptávkou pro dosažení optimálního vztahu mezi náklady a přínosy, při respektování ekonomických i mimoekonomických hledisek (Červenka, 2007).



Obr. 1 Podsystemy IDS a jejich základní dílčí úlohy (vlastní zpracování)

Dnešní moderní, podle Anabla (2005) na informacích závislá, společnost přispívá k vytváření nového podsystemu, který musí budovat informační a datovou provázanost systému, tzv. **informační integraci**. Informační integrace je výsledkem analýzy současných požadavků kladených na VD a vědecko-technických možností dnešní společnosti. Zjednodušeně se jedná o integrování dat od různých subjektů do jednoho celku tak, aby všichni účastníci IDS (cestující, dopravce, organizátor, řidič atd.) našli všechny potřebné a aktuální informace na jednom místě dostatečně podrobně a srozumitelně, a nevnímali disparity v systému. Informační integrace není jen čtvrtým podsystemem (obr. 1), s ostatními podsystemy je úzce provázána. Bez fungování ostatních systémů, které generují a naopak jako podporu vyžadují celou řadu dat, by informační podsystem nemohl fungovat. Informace a data pomáhají lépe poznat prostředí a stav celého systému, s využitím výpočetní techniky také umožňují zpětně reagovat a efektivně řídit provoz.

Základním předpokladem **kvalitní informační integrace** je **získání goodat** (zastávky, linky, spoje atd.), dat (tarifní matice, JŘ, zpoždění atd.) a informací s různorodým obsahem (informace o mimořádné události, změnách v dopravě apod.) od všech účastníků IDS podílejících se na realizaci nabídky přepravních služeb a také **integrace dat ve smyslu sjednocení formátu, struktury**

a podrobnosti. Základem je tedy databázový systém, který zahrnuje technické prostředky, programové vybavení, data uložená v databázi a samozřejmě uživatele, které je možné ještě klasifikovat do typových skupin. Obsahově je zásadní integrovat data s různou časovou platností, zejména:

- **data o infrastruktuře** (zastávkách a jejich součástech, místech prodeje jízdních dokladů apod.), tarifním uspořádání,
- **data a informace o plánovaném provozu** (JŘ, linky a spoje včetně jejich prostorové složky),
- **informace o aktuálním provozu** (polohy vozidel jednotlivých druhů dopravy),
- **uzavírky a plánované změny ve veřejné dopravě,**
- **aktuální nehody a mimořádné události.**

Až na tato data je pak možné navázat statistiky provozu, plánovat nad nimi obslužnost, modelovat a prezentovat cenu jízdného, tarif apod. Kromě tematicky zaměřených informací týkajících se dopravy je nutné evidovat časový úsek platnosti informace (krátkodobý i dlouhodobý horizont), prostorové vymezení ideálně v (geografických) informačních systémech a oficiální zdroj informace. Zásadní je totiž zabezpečit integritu a konzistenci dat, aby nedocházelo k redundanci a byl dán garant nebo poskytovatel dat. Vzhledem k povaze jevu probíhajícího v prostoru se jako optimální jeví řešení založené právě na (geo)databázích a GIS.

Informace shromažďované v rámci IDS musí sloužit k zajištění aktuálních, relevantních a dostupných informací pro všechny účastníky IDS, zjednodušeně pro:

- objednatel dopravy (stát, kraj, okresy, města, obce),
- organizátora dopravy,
- provozovatele dopravy (dopravce),
- cestující veřejnost.

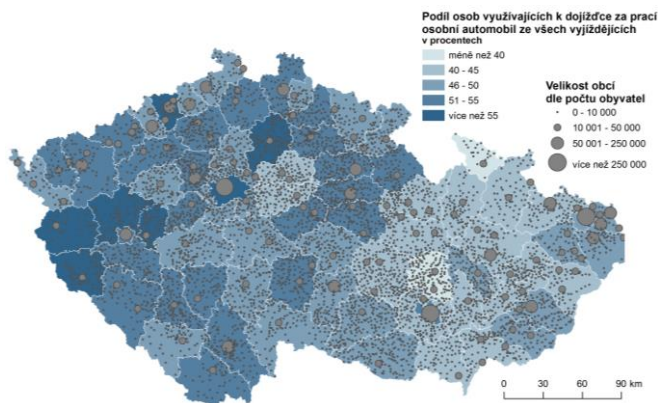
Jako zásadní se ukazuje **nedostatečná práce s geodaty** a následná **informační integrace**. Aktuálně je pro VD nezbytné vytvořit **informační databázi všech účastníků IDS** podléjících se na realizaci nabídky přepravních služeb a publikovat nebo prezentovat **informace a geodata cestující veřejnosti** tak, aby působily **jako jeden celek** bez ohledu na dopravce, druh dopravy nebo oblast, ke které se vztahují.

4. Analýza přepravní nabídky a poptávky

Zatímco v Německu je běžné řídit a plánovat obslužnost VD na základě výsledků analýz pracujících s geodaty o spádových oblastech, geografických podmínkách a sídelní struktuře, v Česku se s těmito daty pracuje mimo orgány řídící dopravu, kdy navíc některá data zcela chybí. Ačkoli podle Marady a Květoně (2010) je u nás

i ve světě patrný návrat ke kvantitativně orientovanému dopravně-geografickému výzkumu kombinovanému s kvalitativním výzkumem, nicméně jak obecně uvádí Keeling (2007), jen zřídkakdy se výsledky aplikují do praxe. Přitom potřeba dopravy velmi citlivě reaguje na změny socioekonomických podmínek, ve kterých dopravní vazby představují nositele základních prostorových socioekonomických interakcí a odrážejí podstatné rysy prostorové organizace společnosti (Šlampa, 1967; Řehák, 1988a; Řehák, 1988b). Novodobá přepravní nabídka však stále odráží spíše dřívější nároky na přepravu a těžkopádnost reakce přepravní nabídky má za následek posilování role individuální dopravy.

Vyšší automobilizace je pro obyvatele kompenzací horší dostupnosti VD zejména v malých, často odlehklých obcích s malým objemem poptávky po přepravě. Potřeba mobility je zde však díky odlehlosti vysoká, což obyvatele nutí k soběstačnosti. Na obr. 2 je patrný podíl osob využívajících osobního automobilu při dojíždě za prací ze SLDB 2011.



Obr. 2 Podíl dojíždějících za prací osobním automobilem v okresech ČR v roce 2011
(Zdroj dat: SLDB 2011, vlastní zpracování)

Prostorové sídelní vazby jsou ovlivněny silou, kterou centra přitahují menší sídla v jejich zázemí, ale formou nabídky přepravy reflektující poptávku (Marada a kol. 2010). Se změnou prostorových vazeb a poptávky po přepravě se mění i nabídka, která však musí být pro potenciální cestující natolik atraktivní, že ji budou preferovat před individuální dopravou. Přeprava typu door-to-door má pro současnou společnost nejvyšší potenciál k uspokojení přepravních vazeb a potřeb obyvatel, což dokazuje stále rostoucí počet automobilů.

Právě sídelní struktura a vztah center a jejich zázemí vytvářejí přepravní vazby, od nichž se často odvozují spádové oblasti jako podklad pro trasování linek VD.

Podle Rodrigue et al. (2006) vykazuje centrum spádové oblasti zpravidla nedostatek pracovní síly, žáků a studentů ve školách, naopak jejich přebytek bývá v zázemí centra. Doprava, se svou významnou rolí při rozvoji regionů, je jedním z významných indikátorů kvality života a životní úrovně. Souvislost mezi dopravně geografickými regiony a regiony sociálně geografickými vymezenými na základě dojížděky obyvatel za práci byla prokázána například Kraftem (2007). Od roku 1961 se dojíždka stala součástí celostátního cenzu Sčítání lidu, domů a bytů (dále jen SLDB) a jedinečným zdrojem informací celostátního charakteru v pravidelných intervalech v jediný rozhodný den na celém území republiky. Metodika sběru dat se v průběhu let měnila, stejně jako vyhodnocení autorů. Kromě řady autorů, kteří vyhodnocovali pouze jeden cenzus (např. Macka, 1967), jich řada cenzu komplexně srovnávala (např. Čermák a kol., 1984). Nejvýznamnějším výsledkem vědeckých zpracování cenzálních dat o dopravě 1961-2011 je regionalizace na základě dojížděky Hampla (Hampl a kol. 1983). Společně s Maradou srovnali výsledky SLDB 2001 a 2011 (Hampl, Marada, 2015), z geografického hlediska. Autoři však nepracovali s **dojížděkou žáků** a studentů do škol a metodiku v průběhu let upravovali, aby z důvodu zásadních změn v sídelní struktuře a chybějících dat v roce 2011 dosáhli smysluplných výsledků.

Změny spádových oblastí z dat SLDB 1991 a 2011

V dílčím cíli dva byly analyzovány **změny spádových oblastí obcí Jihomoravského kraje, Kraje Vysočina, Olomouckého a Zlínského kraje** za posledních 20 let z **dat SLDB 1991 a SLDB 2011**. pro každou z těchto obcí byly sečteny počty denně vyjíždějících ekonomicky aktivních obyvatel za práci a studentů do škol. Počty osob vyjíždějících z obce do jiné obce (tzv. vyjížděkové proudy) byly následně seřazeny od největšího po nejmenší. Za každou obec byl vypočten celkový počet denně dojíždějících a vyjíždějících zaměstnaných a studentů bez ohledu na směrový proud vyjížděky nebo dojížděky a také počet potenciálně aktivních obyvatel obce (ekonomicky aktivní obyvatelstvo + žáci a studenti), kteří by mohli potenciálně vyjíždět z obce. Následně byla na základě níže uvedeného postupu vybrána spádová centra podle následujících kritérií:

1. saldo vypočtené jako rozdíl počtu dojíždějících a vyjíždějících bylo kladné, což znamená, že více osob se přesouvá z jiných obcí do této obce než naopak,
2. obec byla uvedena jako 1. dojížděkový proud za práci a do školy alespoň pro dvě obce,
3. rozdíl počtu dojíždějících a vyjíždějících byl více než 100, což je rovno obsazenosti dvou spojů regionálních autobusů tak, že všichni sedí (eliminace obcí, kde je saldo kladné, ale blíží se 0).

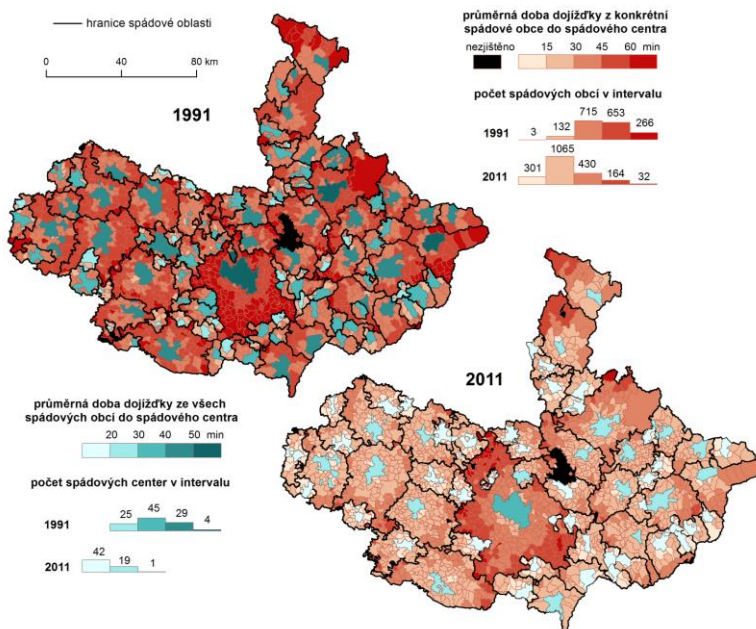
Princip výběru spádového centra je tedy založen na skutečnosti, že **atraktivita centra spádové oblasti významně převyšuje atraktivitu jiných obcí**. V dalším kroku bylo třeba vytvořit zázemí spádového centra z obcí, které jsou atraktivitou právě tohoto centra přitahovány více než kteréhokoli jiného centra v blízkosti. Nejprve však bylo nutné sjednotit hranice obcí, zohlednit tedy administrativní změny mezi rokem 1991 a 2011. Referenční vrstvou se staly hranice obcí v roce 2011, proto někde byly dvě obce v roce 1991 rozděleny, jinde naopak sloučeny. V případě sloučení se dojízdčkové a vyjízdčkové proudy sečetly. Při rozdělení obcí nebylo možné zpětně získat informace o chování dojízdčky každé části, analyzovaná příslušnost ke spádovému centru byla proto pro obě části stejná. Zařazení obcí ke spádovým centrům a vymezení spádových oblastí probíhalo v těchto krocích:

1. pro každou obec byl vytvořen nový atribut příslušnost k centru,
2. do atributu příslušnost k centru byl zapsán kód obce, kam směřuje největší počet vyjízdčících osob z obce (nejsilnější vyjízdčkový proud),
3. v případě, že se v atributu příslušnost k centru vyskytla jiná obec než je seznam center, zapsala se do tohoto atributu obec, kam směřuje druhý, případně třetí nejsilnější vyjízdčkový proud,
4. pokud ani jeden z prvních tří nejsilnějších vyjízdčkových proudů nesměřoval do jedné z obcí na seznamu center, byla tato obec přiřazena ke stejnému centru jako obec, kam směřoval největší počet vyjízdčících z této obce,
5. v posledním kroku byly zrušeny spádové oblasti, které tvořily kompaktní spádovou oblast (souvislou, bez chybějících částí uvnitř oblasti), u těchto obcí byla podle bodu 2-4 znovu analyzována příslušnost k spádovému centru.

Výsledkem je 103 spádových center a jím odpovídajících oblastí v roce 1991 a 62 v roce 2011 (viz obr. 3). Na základě výpočtů podle výše uvedené metodiky vznikl výrazně rozdílný počet, rozsah i charakter spádových oblastí analyzované oblasti pokrývající kraj: Olomoucký, Jihomoravský, Zlínský a Vysočina. Na vymezených spádových oblastech se projevuje výše diskutovaný trend upevňování pozice měst a posilování jejich vazeb s širším okolím, ale také nároky kladené na dopravu odrážející se v její rychlosti. Nejvýznamnější změny se projeví následovně:

- v roce 2011 lidé dojížděli na mnohem delší vzdálenosti do zaměstnání a do škol než v roce 1991,
- spádové oblasti velkých center se zvětšují na úkor malých spádových center a jejich zázemí,
- zpravidla zanikly spádové oblasti s celkovým počtem méně než 20 000 obyvatel v okolí velkých měst, jako je Brno, Olomouc, Jihlava nebo Znojmo,

- lidé dnes dojíždějí do významnějších měst s dostatečným počtem pracovních míst, nabídkou kvalitního vzdělání a atraktivitou služeb i za cenu delší vzdálenosti než dříve,
- lidé jsou ochotni dojíždět na delší vzdálenosti, avšak vyžadují kratší dobu dojíždky a rychlejší přepravu,
- nepřímá úměra mezi rostoucí vzdáleností a zkracujícím se časem dojíždky je do značné míry zapříčiněna dvojnásobným zvýšením počtu automobilů,
- zatímco v roce 1991 byly schopny se ve své spádové oblasti dopravit za prací do 30 minut pouze osoby ze 7,6 % obcí, v roce 2011 již z 67,7 % obcí,
- průměrná doba dojíždky do centra spádové oblasti klesá,
- přepravní nabídka úzce souvisí s populační velikostí obcí, což potvrzují i jiné studie (např. Marada a Květoň 2010).

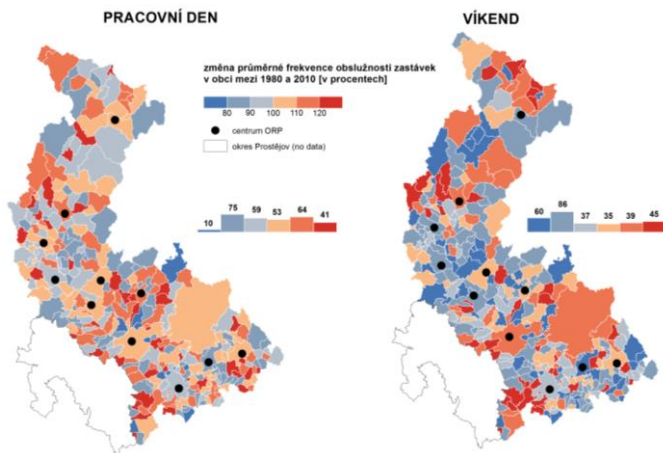


Obr. 3 Průměrná doba dojíždky ve spádových oblastech v roce 1991 a 2011
(zdroj dat: SLDB 1991 a 2011, vlastní zpracování)

Autobusová přepravní nabídka v Olomouckém kraji

Na druhé straně analýza přepravní nabídky bývá často reprezentována analýzou míry dopravní obslužnosti nebo dostupnosti lokality, což je jedna z nejvýznamnějších problematik řešených dopravní geografii (Marada, 2010). Do hodnocení dostupnosti vstupují tři proměnné: obyvatelstvo daného územního celku nebo oblasti, cíl přesunu a prostředek, kterým je realizován přesun (Michniak, 2002). Výsledná dostupnost je však ovlivněna geografickým faktorem a efektivitou dopravního systému. Studie zaměřené na analýzu přepravní nabídky, respektive dopravní dostupnosti veřejnou dopravou, jsou zpravidla založeny na identifikaci významných center, vymezení regionů obslužnosti. V posledních letech se stále častěji využívá digitální podoby JŘ, které využívá také vyhledávač IDOS. Ve studiích se zpravidla využívá pouze jednoduché analýzy ve smyslu výpočtu počtu spojů nebo doby přesunu z obcí vymezených regionů do identifikovaných center (Staněk, 2010; Černý 2011). Sofistikovanější vědecké práce vyhledávání dostupnosti z JŘ omezují počtem přestupů, výběrem času dojezdu nebo odjezdu, celkovou dobou přesunu, použitím dopravního prostředku apod. (Horák, 2001; Ivan a kol. 2015). V případě, že má být hodnocena přepravní nabídka od roku 1980, je analýza bez geodat (linií spojů, polohově přesně umístěných zastávek) a alespoň digitální podoby JŘ téměř nemožná. Navíc bez možnosti využít algoritmus kombinace spojů z IDOS se analýza omezuje na pouhé počty spojů za obec v pracovní den nebo o víkendu a i tak se kvůli nutnosti digitalizace všech podkladových dat jedná o časově náročnou analýzu.

Analýzována byla přepravní nabídka v Olomouckém kraji od roku 1980 v desetiletých intervalech převážně z papírových JŘ. S přihlédnutím k charakteru, struktuře a obsahu dostupných dat byly analyzovány pouze vybrané charakteristiky obslužnosti za území, zastávky, linky a spoje. Změna obslužnosti je patrná na obr. 4, zásadní změny jsou shrnuty dále v textu.



Obr. 4 Změna obslužnosti obcí v Olomouckém kraji mezi rokem 1980 a 2010
(vlastní zpracování)

Změny je možné sledovat zejména v podobě:

- úbytku počtu linek obsluhujících území (nejvíce v okrese Jeseník),
- ponechání pouze efektivních linek a zvýšení frekvence jejich spojů o dva spoje v pracovní den a o jeden spoj o víkendu,
- posílení dopravy v atraktivních oblastech, naopak obslužnost v obcích s malou poptávkou po přepravě byla VD omezena,
- prodloužení linek v průměru o 2-3 zastávky v pracovní den a o 3-4 o víkendu,
- prodloužení doby jízdy spoje v roce 2010 oproti roku 1980 o 84 vteřin v pracovní den a o 47 vteřin o víkendu,
- potvrzení statistické významnosti závislosti frekvence obslužnosti na hustotě zalidnění obce.

Na základě informací získaných od dopravních specialistů bylo zjištěno, že často vůbec nedochází k hlubší analýze přepravní poptávky, na kterou by nabídka reagovala.

Dále bylo zjištěno, že pečlivé plánování dopravní obslužnosti a trvalá udržitelnost VD se neobejde bez vyhodnocování a analýz jak přepravních vazeb a toků na jedné straně, a porovnávání JŘ a trasování linek na straně druhé. Řada těchto analýz je ale komplikovaná, jelikož data o obslužnosti (JŘ) nejsou archivována často ani v analogové podobě a chybí také geodata, zejména zastávky, označníky, linky a spoje. Absence podkladů v digitální podobě se v rámci tohoto dílčího cíle ukázala jako problematická a časově náročná.

5. Současný stav a správa geodat na úrovni kraje

Díky závislosti společnosti na mobilitě obyvatel je doprava poměrně citlivým systémem generujícím obrovské množství dat každý den, které je nezbytné zpracovávat, vyhodnocovat a patřičnými kroky reagovat s cílem zajistit trvale udržitelný rozvoj dopravy (Gärling, Schuitema, 2007).

V současné době neexistuje na území České republiky závazný ani doporučený předpis upravující vytváření a správu geodat o VD, dokonce ani přesnost a aktualizace geodat nepodléhají žádnému standardu (Zajíčková, 2015). Kvalita i rozsah geodat tak aktuálně závisí pouze na ochotě a iniciativě jednotlivých organizátorů, což se stalo konkurenční výhodou individuální automobilové dopravy, pro kterou již existuje řada podpůrných aplikací. Krajská úroveň zároveň znamená správu rozsáhlého území a velkého počtu objektů. Většinu dat o síti VD v rozsahu krajů spravují organizátoři dopravy nebo pro určité území sami dopravci provozující VD. Jejich databáze zpravidla obsahují neaktuální a nekompletní výčet objektů včetně chybných nebo chybějících atributů.

Hodnocení současného stavu správy geodat na úrovni kraje

Z rozboru spravovaných dat vyplynulo, že nejkompexněji jsou geodata a s nimi spojené informace sbírány a spravovány v IDS hlavního města Prahy a v IDS Jihomoravského kraje. Poměrně kvalitním základem dat disponuje také kraj Královéhradecký a Pardubický pod organizátorem OREDO. Naopak bez datové základny jsou kraje bez organizátora – např. Kraj Vysočina nebo Jihočeský kraj.

Analýzou bylo zjištěno, že rozsah správy geodat je nedostatečný, nevhodný je také způsob správy geodat. Absence jakéhokoli datového modelu způsobuje nekoncepční vytváření dat bez logické struktury. Většina informací vztahujících se k dopravní infrastruktuře (zpravidla pouze k zastávkám) je ukládána v tabelární formě odděleně od polohové informace v prostředí grafických editorů (např. CorelDraw), které umožňují exporty do CAD systémů. Když už se vyskytují prostorová data, často je možné se setkat s topologicky chybnými vrstvami, v některých případech je to způsobeno chybějícím souřadnicovým systémem nebo neznalostí zákonitostí při práci s geodaty (především jejich editaci). Občas je možné se setkat i s roztržštěností způsobu uchovávaných informací v rámci jednoho správce dat. K datovým vrstvám navíc nejsou evidovány metainformace ani o čase vytvoření, platnosti ani o zodpovědné osobě za vytvoření nebo kontrolu apod.

Pro hodnocení stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje vznikl index kvality správy skládající se z šesti hodnotících kritérií týkajících se rozsahu a podrobnosti zpracování. Kritéria se týkají: 1) zastávek, 2) linek, 3) tarifních zón, 4) železniční dopravy a také 5) způsobu správy geodat a 6) rozsahu práce s geodaty. Tato

hodnotící kritéria jsou dále odstupňována do úrovní podle toho, jak kvalitně je obsah daného kritéria zpracováván. Úroveň č. 1 zpravidla reprezentuje nejprimitivnější a nejméně vyhovující kvalitu zpracování, naopak nejvyšší úroveň reprezentuje ideální řešení. Výsledné hodnocení stavu a rozsahu správy geodat v podobě indexu kvality správy geodat o VD vznikne jako součet bodů všech hodnotících kritérií (viz následující vzorec).

$$I_{ks} = Z + L + TZ + ZD + ZS + RS$$

kde: I_{ks} = Index kvality správy; Z = hodnotící kritérium zastávky (hodnoty1-5); L = hodnotící kritérium linky (hodnoty1-5); TZ = hodnotící kritérium tarifní zóny (hodnoty1-4); ZD = hodnotící kritérium železniční dopravy (hodnoty1-5); ZS = hodnotící kritérium způsobu správy (hodnoty1-5); RS = hodnotící kritérium rozsahu správy (hodnoty1-6).

Nejnižší hodnocení po součtu všech hodnotících kritérií dosahuje hodnoty 6 a nejvyšší 30 bodů. Tímto způsobem je možné objektivně srovnat správu geodat na úrovni kraje. Správa geodat KIDSOK byla ohodnocena koeficientem 15 z 30. Stejným způsobem by bylo možné ohodnotit i geodata dalších organizátorů.

Standardy o výměně geodat veřejné dopravy jako východiska situace

Na základě rešerše standardů vztahujících se k datům o VD byly definovány čtyři úrovně standardizace:

- celosvětová (nejjednodušší standard GTFS),
- kontinentální (evropské standardy NeTEx, SIRI, IFOPT, DATEX II),
- národní (CIS JŘ),
- lokální (integrace dat od jednotlivých dopravců).

Standardy vznikají pro různé účely a v různé podrobnosti související s rozsahem (úrovní) standardizace. Statické prvky sítě a navázané provozní informace obsažené v JŘ popisuje několik výše uvedených standardů. Zatímco GTFS je určen pro zpracování dat z různých států světa, je nejjednodušším a široce využitelným standardem, evropský standard IFOPT popisuje statické objekty detailněji, značně rozsáhlý standard NeTEx popisuje problematiku v evropském měřítku nejdetailněji a nejkomplexněji. Na národní úrovni stejnou problematiku řeší CIS JŘ za použití JDF formátu pro přenos dat, avšak rozsah a detail je oproti IFOPT nebo NeTEx omezenější. Na lokální úrovni se celá snaha o standardizaci třídí. Každý organizátor nebo dopravce přistupuje k vytváření podkladových dat různým způsobem, pro správu a zpracování využívá různou technologii a produkuje data s rozdílným rozsahem, obsahem a kvalitou. Mezi výše uvedenými standardy pro popis objektů sítě je možné najít alespoň minimální průnik entit (tab. 1).

Tab. 1 Průnik entit napříč standardy pro výměnu dat o veřejné dopravě (vlastní zpracování)

Entita	JDF (CIS JŘ)	GTFS	NeTEx
Zastávka	Zastávka	Stop	Stop place
Označník	Označník	*	Stop place sign
Nástupní hrana	*	*	Quay
Přestupní doba	Přestupní doba	Min transfer time	Default interchange
Spoj	Spoj	Route	Link
Linka	Linka	Trip	Route
Dopravce	Dopravce	Agency	Organization

Vysvětlivky: *... standard s tímto typem entity nepracuje

Na základě analýzy bylo zjištěno, že zatímco evropské standardy se vyvíjejí a velké metropole je již využívají, na národní a tím pádem i na lokální úrovni v Česku standardizace chybí. Je však nutné respektovat CIS JŘ a stávající formát JDF jako jediný unifikovaný zdroj aktuálních informací o plánovaném provozu na síti.

Požadavky na informace a geodata z pohledu uživatelů

Dopravní geodata a informace o síti VD mají obrovský význam a nezastupitelnou roli nejen pro cestující (Westerheim et al., 2007). S geodaty denně pracují také dopravci, především jejich řidiči, vedoucí provozu a případně dispečeri, na nejvyšší úrovni geodata denně využívají specialisté napříč managementem IDS, jehož základ tvoří:

- dopravní specialista,
- tarifní specialista,
- finanční specialista,
- GIS specialista,
- dispečer.

Specifickou roli mají dispečeri, kteří dohlíží na provoz flotily každého většího dopravce, tito dispečeri však zpravidla podléhají dispečerovi IDS, který je součástí managementu IDS. Z uživatelského pohledu, rozsahu a detailu potřebných geodat a informací lze definovat tři základní skupiny uživatelů geodat o VD:

- cestující,
- dopravce,
- management IDS.

Každá tato skupina uživatelů geodata využívá za jiným účelem a vyžaduje rozdílnou podrobnost, rozsah a aktuálnost dat. Vzájemně jsou ale úzce provázané a využívání geodat a informací nebo chování jedné skupiny výrazně ovlivňuje i další dvě skupiny (Zajíčková et al., 2014). Důraz by proto měl být kladen na tvorbu geodat o VD a s nimi souvisejících dat ve formátu splňujícím zásady mezinárodních standardů a možnost jejich sdílení a publikování napříč všemi potenciálními uživateli s cílem udržet jejich aktuálnost a efektivní využívání.

Cestujících zajímají detailní informace o jeho konkrétním nebo několika navazujících spojích a místech, kde nastupuje nebo vystupuje. Technické parametry a vybavení zastávky jej zajímají jen do té míry, aby byl schopen do vozidla nastoupit, pohybovat se ve vymezeném prostoru, případně měl se kam schovat apod. Cestující s daty a dopravními informacemi pracuje omezený čas, většinou před cestou při plánování, následně během cesty a často také během jízdy. Získávaná data proto musí být co nejrychlejší, nejaktuálnější a nejpřehlednější, aby se uměl bez ztráty významného času zorientovat a zareagovat (Bachok et al., 2007).

Dopravce zajímají všechny spoje a obsluhované zastávky ve spravovaném území, vlastnické vztahy na zastávkách a také detailnější technické provedení zastávek z hlediska provozování VD. Dispečer nebo vedoucí provozu z velké části pracuje s real-time informacemi nad geodaty v podobě specifického informačního systému, zpětně data také vyhodnocuje.

Management potřebuje podkladová geodata za celou spravovanou oblast (často desetitisíce záznamů napříč entitami) a další podpurná data, která spravuje **GIS specialista**. Tato geodata jsou nepostradatelná pro **dopravního specialistu**, který vyhodnocuje přepravní vazby v území, plánuje dopravní obslužnost a tvoří JŘ. S daty potřebuje pracovat také **tarifní specialista**, který definuje tarifní systém, specifikuje tarifní podmínky a stanovuje ceny jízdních dokladů. Mimo to tarifní specialista dohlíží na to, aby byl návrh dopravní obslužnosti ve vazbě na řešení tarifního systému při zachování rovných podmínek mezi jednotlivými druhy dopravy. Dále **dispečer** nad geodaty a mapovými podklady řídí a koordinuje dopravu s cílem minimalizovat odchylky od plánovaného JŘ. Z pohledu dispečera na real-time řízení provozu navazuje proces vyhodnocení dlouhodobého provozu z pohledu odchylek od JŘ, vytížení jednotlivých linek, apod. Dalšího vyhodnocování z pohledu tržeb se účastní tarifní specialista a obslužnost, dostupnost a kvalitu cestování vyhodnocuje dopravní specialista. **Finanční specialista** vyhodnocuje veškeré výnosy a náklady na provoz IDS především na základě podkladových dat tarifního specialisty a dopravců. Po vyhodnocení se otevírá další cyklus práce s geodaty a informacemi, kterým je plánování. Mezi jednotlivými specialisty managementu IDS však probíhají složité toky výměny dat a informací, další interakce pak probíhají také s dopravci a cestujícími. Na základě výše uvedených skutečností je patrné, že management je schopen systém efektivně řídit, vyhodnocovat, reagovat na změny v území a poptávce po přepravě a zachovat trvale udržitelný rozvoj dopravy pouze na základě kvalitních geodat a informací na ně navázaných (Zajíčková et al., 2014).

6. Návrh konceptu správy geodat na úrovni kraje

Navržený koncept vychází ze základní potřeby integrovat geodata a informace z různých zdrojů do jednoho komplexního systému tak, aby z této informační integrace profitovali všichni uživatelé, respektive účastníci přepravních procesů v rámci IDS. Zohledněny byly také všechny známé aspekty odrazující organizátory od pořízení, správy a využívání těchto geodat, které byly diskutovány v předchozích kapitolách. Základem navrženého konceptu správy geodat je:

- specifikace informačního systému a zdrojů dat pro datovou vrstvu,
- optimalizace datových toků a výměna informací,
- návrh obsahu a podrobnosti ukládaných geodat (datový model),
- návržení způsobu sběru dat a jejich udržitelnost.

Návrh informačního systému

Návrh informačního systému o VD se opírá o třívrstvou architekturu (obr. 5), kterou tvoří datová vrstva a nad ní aplikační a prezentační vrstva.



Obr. 5 Třívrstvá architektura navrženého informačního systému pro správu a práci s geodaty (vlastní zpracování)

Datovou vrstvou je komplexní databáze integrující a ukládající různorodá základní geodata pocházející z různých zdrojů.

1. **Geodata o infrastruktuře** (zastávkách, nástupních hranách, vybavení apod.)
 - tvoří základ informační integrace,
 - jedná se o databázi zastávek a všech jejích součástí v evidenci až na označníky,
 - neexistuje centrální správa, organizátor si musí zajistit sám.
2. **Geodata o plánovaném provozu** (ve smyslu JŘ)
 - tvoří základ informační integrace,

- jedná se o databázi všech spojení, tj. linek až na podrobnost spojů, včetně posloupnosti obsluhovaných zastávek,
 - atributová část těchto geodat je součástí JDF souborů, prostorová složka však chybí, organizátor si musí zajistit sám.
3. **Geodata o uzavírkách a plánovaných změnách v provozu** (objížděné trasy, nové posilové spoje atd.)
 - informace pochází z různých zdrojů (odbory dopravy krajských úřadů, magistráty měst, městské úřady apod.),
 - informace mají textovou podobu, je třeba navázat na geodata a na ně formalizovaným způsobem vázat informace obsažené v textu.
 4. **Geodata o skutečném provozu** (poloha vozidel v reálném čase)
 - polohy jednotlivých vozidel v reálném čase,
 - získávat je lze UDP protokolem přenášejícím ucelené bloky zpráv v síti GSM z odbavovacích zařízení vozidel veřejné dopravy.
 5. **Geodata o mimořádnostech ovlivňujících provoz** (nehody, povětrnostní podmínky, sjízdnost komunikací atd.)
 - aktuální dopravní informace o provozu,
 - lze přebírat z Jednotného systému dopravních informací skrz datové distribuční rozhraní a integrovat do různých informačních služeb IDS.

Kromě těchto základních dat zásadních pro informační integraci se v datové vrstvě vyskytují ještě další data a informace. Ta vznikají vyhodnocováním a dalším zpracováním základních geodat. V ideálním případě se na základní geodata váží a do společné databáze ukládají také finanční přehledy, různé statistiky související s provozem a různá dopravní data (poptávka po přepravě, přepravní toky apod.).

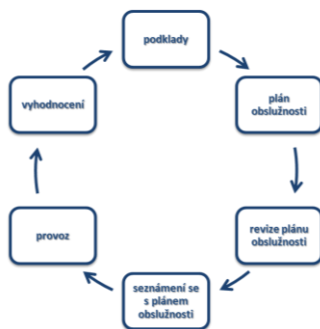
S databází v rámci datové vrstvy a obecně geodaty v informačním systému pracuje téměř výhradně GIS specialista. Obsah datové vrstvy však vychází z potřeb a úloh jednotlivých uživatelů, kteří mají různá práva a uživatelské účty pro práci s geodaty. **Aplikační vrstvu** nad datovou vrstvou tvoří zejména analytické nástroje GIS, regionální vyhledávač, tarifní kalkulač a další. Funkčnost této vrstvy zajišťuje management (GIS, tarifní, finanční a dopravní specialista) formulující pravidla výpočtů a přenosu informací mezi prezentační a datovou vrstvou. Uživatelé, např. cestující, dopravci i sám management, následně přistupují k datům a aplikační vrstvě pomocí prezentační vrstvy, tedy uživatelského rozhraní. **Prezentační vrstvou** jsou nejčastěji desktop aplikace dispečerského řízení, webový inteligentní dopravní systém nebo mobilní aplikace pro cestující veřejnost.

Optimalizace datových toků a výměna informací

Mezi účastníky IDS (cestujícím, dopravcem, dispečerem, tarifním, dopravním specialistou, GIS a finančním specialistou) dochází k poměrně komplikované

výměně dat a informací, které jsou vázány na geodata a s nimi spojené informace. Datové toky a výměna informací probíhají v několika následujících fázích (obr. 6). Základem datových toků IDS je práce jednotlivých členů managementu IDS, především interakce s dopravním specialistou, který celou přepravní službu plánuje.

- Nejprve je sestaven rozpočet, ceník jízdních dokladů, tarifní matice a projekt tarifního řešení pro odbavovací zařízení dopravců.
- Dopravní specialista pak sestaví dopravní obslužnost, JŘ, návaznosti, pokyny pro provoz a předpokládanou finanční náročnost obslužnosti.
- Všechny podklady jsou dále předány GIS specialistovi, ten je naváže na geodata v systému, která spravuje a provede kontrolu. Plánovaná obslužnost je zpřístupněna všem členům managementu IDS.
- Po kontrole je plán dopravní obslužnosti skrz systém zpřístupněn dopravci, aby se seznámil s navrženou obslužností a pravidly obsluhy.
- Dále jsou tyto informace sdíleny dispečerovi k nastudování navržené obslužnosti a jako podklad pro jeho další práce a také cestujícím k seznámení se s možnostmi cestování.
- Dále je plánovaná obslužnost realizována a do systému se dostává řada real-time informací. S těmi primárně pracuje dispečer řídící provoz, dopravce a řidič, kteří se snaží být informováni o provozu ovlivňujícím jejich flotilu a cestující s cílem realizovat cestu podle plánu.
- Další fáze už se týká zpětné vazby a vyhodnocení fungování přepravy podle navržené obslužnosti.
- V poslední fázi se uloží výstupy do systému a slouží jako podklad pro opětovné započítání cyklu výměny datových toků



Obr. 6 Cyklus práce s geodatami v rámci datových toků (vlastní zpracování)

Návrh obsahu a podrobnosti ukládaných geodat (datový model)

Věcný obsah databáze definují koncoví uživatelé a jejich potřeby, datové modelování definuje potřebnou strukturu dat, jehož výsledkem je datový model. Právě datové modelování s cílem zachytit a popsat vybranou část reality je pro správu geodat o VD zásadní. Zvolená forma předání informace a její věcný obsah totiž ovlivňují nejen vyhodnocování přepravních výkonů, potřeb, nákladů a tržeb, výpočet ceny jízdného nebo plánování a vyhodnocení jízdy, ale stávají se také jedním

z nejdůležitějších faktorů při výběru dopravního prostředku. Právě geodata dávají tabelárním hodnotám význam a umožňují analyzovat vztah mezi poptávkou a nabídkou na základě vztahů v prostoru. Umožňují tak především managementu kvalitně a efektivně plánovat a dopravcům, respektive jejich dispečerům přesně analyzovat, vyhodnocovat a řídit aktuální provoz VD. Cestující pak z geodat získávají srozumitelné a atraktivně prezentované informace pro plánování a realizování jejich individuální cesty. Prostorová data a na ně navázané související informace jsou tak nepostradatelné jak pro jednotlivé skupiny uživatelů (cestující, dopravce, management), ale také pro tři stávající podsystémy IDS (organizaci a ekonomiku, dopravu a tarif).

Na základě získaných poznatků bylo zjištěno, že je nezbytné vnímat rozdíl mezi entitami vztahujícími se k infrastruktuře sítě VD a plánovanému provozu (informace v JŘ).

Infrastrukturu obecně (bez rozlišení typu dopravy) tvoří především označníky, nástupní hrany, nástupiště, zastávkové pruhy, koleje, tratě, přístupové prostory a vybavení, tedy převážně hmotné objekty umístěné a identifikovatelné v prostoru bez častých a významných změn. Kromě přesné polohy objektů je důležitá i topologie vůči tarifním oblastem (zónám, pásmům). Navržený datový model předpokládá, že organizátor disponuje alespoň základní infrastrukturou (železniční tratě a úseky, tramvajové koleje a silniční síť), aby byl schopen přesně generovat linky a spoje. Zatímco entity infrastruktury jsou poměrně stálé, plánovaný provoz se v celém rozsahu mění minimálně jednou za rok se změnou JŘ (v polovině prosince), menší změny jsou realizovány čtvrtletně. **Plánovaným provozem** jsou myšleny trasy autobusových a tramvajových linek definovaných jako posloupnost obsluhovaných zastávek a jejich podmnožina v podobě spojů obsluhujících zastávky zpravidla buď od první po poslední, nebo naopak. Posloupnost zastávek spoje se však může mírně lišit od referenční trasy linky (často se jedná o zajiždku v ranních a odpoledních hodinách do průmyslových areálů). V případě železniční dopravy neexistuje úroveň linek, nad železničními tratěmi se rovnou vytváří vlakové spoje jako posloupnost zastávek bez rozlišování označníků. Až nad těmito daty probíhají veškeré real-time datové toky o provozu a informace vztažené k přesunům mezi konkrétními označníky nebo zastávkami, po předem stanovených trasách a v přesných časech.

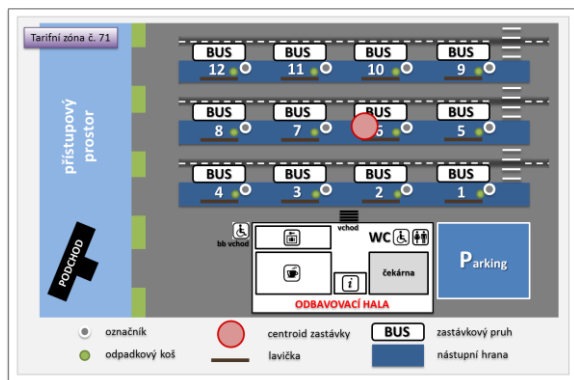
Z analýzy obslužnosti a stavebního provedení infrastruktury jednotlivých druhů dopravy se ukázalo nezbytné vytvořit **datový model odděleně pro železniční dopravu a autobusovou + tramvajovou dopravu** (zjednodušeně pro MHD a VLD) provozovanou po silnici nebo její upravené části. Oba navržené datové modely, které jsou obsahem tohoto dílčího cíle, vychází z rozsáhlého standardu NeTEx, z něhož byly vybrány části uplatnitelné pro VD v ČR. Částečně převzaty a rozpracovány byly

atributy týkající se zastávek nebo stanic, označků, nástupních hran, zastávkových pruhů (v NeTeX definováno jako příjezd vozidel), linek, spojů, přístupových prostor a další. Tento výchozí koncept byl doplněn číselníky z národní úrovně (JDF) a také specifickými potřebami řídicího orgánu pro správu veřejné dopravy na úrovni kraje. Výsledkem jsou dva datové modely pro evidenci základních entit infrastruktury a plánovaného provozu všech druhů doprav, které jsou postaveny nad odborně sestavenými číselníky zabráňujícími neodborné interpretaci. Koncept předpokládá, že přiměřený rozsah sledovaných entit a atributů umožní zajištění kompletního sběru moderními technologiemi (GPS, tablet, GIS), vysokou polohovou a topologickou přesnost objektů a snadnou aktualizaci dat.

Datový model pro veřejnou linkovou a městskou hromadnou dopravu

Datový model se skládá z celkem 19 entit, celkem 11 entit tvoří část **infrastruktura**, zbývajících šest entit tvoří část **plánovaný provoz**. Průměrný počet atributů na entitu činí 14, medián je 12 atributů na entitu. Datové typy atributů jsou z 30 % textové řetězce, 21 % jich pracuje s časem, datem nebo časovou značkou, 19 % jsou pouhé boolean hodnoty, 14 % tvoří číselné datové typy, 12 % jsou číselníky a 4 % atributů jsou geometrie bodů, linií nebo polygonů.

Základem datového modelu je část týkající se infrastruktury (obr. 7), především entita zastávka (**ZASTAVKA**), nad kterou je model vystavěn. Zastávka je virtuální bod, v datovém modelu má souřadnice vypočtené jako centroid polohy všech označků dané zastávky. Každá zastávka patří do právě jedné tarifní zóny vymežující plochy se stejnou cenou cestování, která je součástí entity tarifní zóna (**TARIFNI_ZONA**). Pokud je zastávka přestupním uzlem, zpravidla má v blízkosti možnost parkování. Entita parkování (**PARKOVANI**) proto popisuje možnosti parkování a vlastnosti parkoviště. Zpravidla u větších zastávek a nádraží bývá také odbavovací hala s nejrůznějším vybavením, např. úschovnou, čekárnou, výtahem, občerstvením apod. (obr. 21). Tyto objekty popisuje entita odbavovací hala (**ODBAVOVACI_HALA**), jejíž součástí může být také kancelář dopravce evidovaná v entitě kancelář (**KANCELAR**). Pomocí entity dopravce (**DOPRAVCE**) je pak vyjádřen vlastnický vztah dopravce vůči kanceláři, součástí jsou však i další atributy popisující dopravce (např. IČO, adresa, telefon atd.). Zastávku však stavebně a fyzicky tvoří entity: nástupní hrana (**NASTUPNI_HRANA**), označků (**OZNACNIK**), zastávkový pruh (**ZASTAVKOVY_PRUH**), vybavení (**VYBAVENI**) a přístupový prostor (**PRISTUPOVY_PROSTOR**).



Obr. 7 Schéma většího přestupního uzlu (vlastní zpracování)

Druhou část datového modelu tvoří entity týkající se plánovaného provozu, kterým jsou myšleny entity vycházející z JŘ, jako jsou linky, spoje atd. Základem této části datového modelu je entita linka (**LINKA**) reprezentovaná linií, kterou tvoří výčet obsluhovaných zastávek (**ZASLINKY**). Linkou se rozumí souhrn dopravních spojení pro pravidelnou dopravní obsluhu určených míst. Podmnožinou linky jsou její jednotlivá dopravní spojení tzv. spoje (**SPOJE**) definované přesnou časovou posloupností zastávek (**ZASSPOJE**). Spoje je možné seskupovat do skupin pod entitou skupina spojení (**SPOJSKUP**). Na jednotlivé spoje u konkrétních označků může navazovat další spoj, přičemž toto propojení je evidováno entitou návaznosti (**NAVAZNOSTI**).

Datový model pro veřejnou linkovou a městskou hromadnou dopravu

Datový model se skládá z celkem 20 entit, celkem 16 entit tvoří část infrastruktura, zbývající čtyři entity tvoří část plánovaný provoz. Průměrný počet atributů na entitu činí 13, medián je 11 atributů na entitu. Datové typy atributů jsou podobně zastoupené jako u předchozího datového modelu pro VLD a MHD. Z 29 % jsou to textové řetězce, 21 % atributů pracuje s časem, datem nebo časovou značkou, 18 % jsou pouhé boolean hodnoty, 14 % tvoří číselné datové typy, 14 % jsou číselníky a 4 % atributů jsou geometrie bodů, linií nebo polygonů.

Nejen u předchozího modelu je základem datového modelu v části infrastruktura entita zastávka (**ZASTAVKA**). Zastávka zde figuruje jako bodový geoprvek a zároveň zastřešující pojem pro všechny další entity v prostoru (entity s prostorovou vazbou na zastávku). Zastávkou je myšlen dopravní bod, který je dán oficiálním kvalifikátorem SŽDC, který je uložen v entitě kvalifikátor (**KVALIFIKATOR**).

V případě, že se jedná o typ dopravního bodu železniční stanice, je nezbytné evidovat a na záznam navázat entitu odbavovací hala (**ODBAVOVACI_HALA**) s nejrůznějším vybavením, jako je např. úschovna, čekárna, výtah, občerstvení apod. V případě, že je součástí odbavovací haly také kancelář dopravce, je na odbavovací halu navázána další entita kancelář (**KANCELAR**), která se váže na entitu dopravce (**DOPRAVCE**), který kancelář provozuje. Nezřídka bývá dostupná i možnost parkování (**PARKOVANI**) jako další evidovaný objekt navázaný na zastávku. Tyto entity (odbavovací hala, kancelář, dopravce a parkování) mohou být pro oba modely společné. Zastávku však stavebně a fyzicky tvoří entity: nástupiště (**NASTUPISTE**), kolej (**KOLEJ**), vybavení nástupiště (**VYBAVENI_NAST**) a přístupový prostor (**PRISTUPOVY_PROSTOR**). Oproti předchozímu datovému modelu má tento model pro železnici ještě entitu zastávky na úseku trati (**ZASTAVKA_USEK**), traťový úsek (**TRATOVY_USEK**) a trať (**TRAT**). Traťové úseky jsou tvořeny jednotlivými zastávkami a tyto traťové úseky pak tvoří jednotlivé tratě.

Druhou část datového modelu pak tvoří plánovaný provoz, kterým jsou myšleny jednotlivé vlakové spoje spojující zastávky na konkrétních železničních tratích. Základem této části datového modelu je tedy vlakový spoj (**VLAKOVY_SPOJ**) reprezentovaný linií jako výběr úseků tratí, na kterých leží obsluhované zastávky (**ZAST_VLAK_SPOJE**). Jednotlivé spoje je stejně jako u druhého modelu možné seskupovat do skupin a vytvářet entitu skupina spojů (**SPOJSKUP**). V zastávkách na sebe mohou jednotlivé vlakové spoje navazovat, tyto informace se ukládají do entity návaznosti (**NAVAZNOSTI**).

Navržené způsobu sběru dat a geodat a jejich udržitelnost

Navržené datové modely obsahují poměrně velké množství atributů, nicméně se jedná o nutný základ. Právě tato geodata jsou totiž v databázi informační integrace stěžejní, na ně se váží všechna další data. Ostatní potřebná geodata a geodata je již možné převzít od subjektů (odborů dopravy, magistrátů měst, dopravců, Národního dopravního informačního centra, CHAPS, spol. s r. o. atd.), které jsou garantem geodat a smluvně je poskytují dalším subjektům veřejné správy.

Již před tvorbou datových modelů tak byl sestavován také koncept způsobu sběru a aktualizace geodat o infrastrukturu a plánovaném provozu (tedy o síti VD). Objekty (entity) infrastruktury jsou oproti plánovanému provozu nad ní relativně stále, avšak problémem je jejich množství a počet jejich atributů. Plánovaný provoz se mění minimálně jednou ročně. Z výše uvedených důvodů je rozdílný způsob sběru a aktualizace geodat pro část infrastruktury a pro linky a spoje jako součást plánovaného provozu.

Pro **prvotní sběr** ale i obecně pro sběr geodat o jednotlivých **nových zastávkách, nástupních hranách, označících, zastávkových pruzích, i prostorech a objektech**

vázaných k nástupní hraně nebo zastávce, se jako neoptimálnější varianta jeví využití předem naprogramované aplikace pro terénní sběr těchto geodat odpovídající datovému modelu. Ideální je co nejvíce atributů řešit číselníkem, aby nedocházelo k nekonzistenci dat a chybám v ručním zadání, které by bylo i časově náročné. Po terénním šetření je optimální jednorázové vyčtení geodat z tabletu do systému a buď kompletně, nebo pouze formou změnových souborů. Ke každé stahované dávce geodat je vhodné ukládat jméno terénního pracovníka jako pořizovatele změnových dat a také datum a časem změny údajů. **Linky a spoje** vznikají jako posloupnost již existujících silničních, železničních nebo tramvajových úseků. Trasy jednotlivých spojů je s vysokou úspěšností blížící se 100 % možné získávat pomocí algoritmu, který na základě železniční nebo tramvajové sítě vybírá nejkratší spojnice dvou zastávek na trase spoje. V případě generování tras autobusových linek dochází na základě váhy typu silnice k výběru úseků silnic spojujících zastávky a vytváří se nejpravděpodobnější trasa jednotlivých spojů ještě před reálným provozem. Tyto navržené trasy autobusových spojů jsou dále ještě upraveny získáváním geodat z dat podpůrných technologií pro dispečerské řízení dopravců. Podstata řešení je založena na umístění GPS lokátorů ve vozidlech sledujících pohyb vozidel na dopravní síti, je tedy využito stejného protokolu jako v případě sledování aktuální polohy vozidel.

Průběžný sběr a aktualizace geodat už nejsou příliš složité, zastávky a jejich vybavení se příliš nemění. Tyto informace je možné získat z příslušného dopravního úřadu, který změny schvaluje, nebo přímo z CHAPS využíváním číselníků CIS JŘ. Zánik zastávky v databázi znamená pouze převod zastávky z aktivního stavu do neaktivního (jako příznak zrušení zastávky) s příslušným datem zrušení. Změnou názvu zastávky dojde pouze k přepsání atributu název zastávky a k zapsání data změny. U nových zastávek nebo alespoň jejich částí, případně stavebních změn, je nutné dodatečně provést terénní šetření pomocí tabletu s aplikací a změnová data přenést do databáze. V případě, že dopravce při pravidelné obsluze zastávky zjistí nesrovnalost nebo pro provoz zásadní informaci, sděluje ji zpravidla dispečerovi, který informaci postoupí k řešení. V případě, že je cestujícím dána možnost zpětné vazby, mohou posílat např. fotografie zničené zastávky spadlým stromem, poničené vybavení vandalismem nebo popisem hlásit nesrovnalosti v databázi oproti reálnému stavu.

Trvalá udržitelnost geodat o základních objektech musí být založena na zapojení všech účastníků IDS včetně poskytovatelů geodat o základní infrastrukturu (silniční úseky, železniční tratě, tramvajové koleje), viz příklad kooperace v rámci KIDSOK (obr. 8). Dále je nutné stanovit jednoho správce (GIS specialistu), který bude veškeré zásahy v databázi provádět, ostatní uživatelé budou mít práva v účtu nastavena pouze na prohlížení nebo zadávání informací ukládajících se do jiné databáze

(databáze řešených zpoždění, reklamace služby cestujícími apod.) Pouze tak je možné zajistit aktuálnost, širokou využitelnost a trvalou udržitelnost správy geodat. Sběr geodat je proto nutné naplánovat v rychlém sledu s dalšími úkony vedoucími k publikování geodat v prostředí internetu, pomocí mobilních aplikací nebo jako součást dispečerského řízení.



Obr. 8 Subjekty zapojené do sběru a aktualizace geodat o veřejné dopravě (vlastní zpracování)

7. Ověření datového modelu a konceptu správy geodat

Návrhy obou datových modelů z kapitoly 6 probíhaly v prostředí softwaru Computer Aided Software Engineering Studio 2 (Case Studio 2) nad databází MySQL5, která jako jedna z mála nativně podporuje tvorbu číselníků. V Case Studiu byl datovým modelováním vytvořen entitně relační diagram (ERD) exportovaný do grafiky a RTF report jako výstup fyzického návrhu modelu. Závěrečnou fází datového modelování byla validace a generování SQL skriptu pro vytvoření databáze. Výsledný skript pro oba modely byl následně importován do cílové databáze PostgreSQL.

Fyzicky jsou návrhy struktury databází vystavěny nad PostgreSQL, objektově-relačním databázovým systémem známým pod zkráceným názvem Postgres. Velkou výhodou i pro další užití organizátory IDS je skutečnost, že se jedná o open source řešení. S databází Postgres, především s geografickými objekty, je navíc možné pracovat pomocí nadstavby PostGIS, která přidává podporu pro geografické objekty (tzv. geoprvky).

Naplnění datového modelu VLD a MHD čerpalo ze čtyř zdrojů v základních čtyřech etapách:

- soubory JDF,
- neúplná databáze přibližných souřadnic zastávek v evidenci KIDSOK,
- terénní sběr pomocí mobilní aplikace instalované na tablet,
- linie linek a spojů jako součást veřejné zakázky pro KIDSOK.

Databáze byla naplněna v maximální možné míře realizovatelné v rámci disertační práce. Řada kroků je závislá na kooperaci Dopravního úřadu Olomouckého kraje, dopravců a KIDSOK. Změny se dotýkají především konstruktérů JŘ pracujících s již existujícím softwarem pro tvorbu JŘ, který musí rozšířit o databázi označníků, ale musí především začít vyplňovat i nepovinná pole apod. Některé atributy nemělo

smysl v terénu sbírat (např. majitel a správce označnicku), jelikož se bude v dohledné době stávající stav v rozsáhlé podobě měnit. Tyto atributy zůstaly prázdné pro pozdější naplnění.

Praktické využití datového modelu pro vytvoření struktury databáze a její naplnění pro VLD a MHD poukázalo na řadu problematických aspektů geodat o VD a na náročnost sběru dat v terénu. Ukázalo se, že **názvy zastávek** neodpovídají předpisu tvorby názvu zastávky dle dvoučárkové konvence, problematická je druhá část názvu obsahujícího název části obce. Úředníci Dopravního úřadu Olomouckého kraje nepracují s číselníky ani pro název obce (první část) ani pro část obce, kam vepisují libovolné textové řetězce, tedy např. názvy katastrálních území, ulic nebo pouze místních vžitých názvů. Dále **sběr dat v terénu** o zastávkách v celém rozsahu spravovaného území KIDSOK ukázal jako časově náročný. Sběr takto detailních dat totiž vyžaduje nejen pečlivost a dostatek času, ale také využití moderních technologií. Obrovským zjednodušením a úsporou času bylo využití mobilní aplikace pro tablet. Díky jednoduchosti datového modelu založeného na číselnicích bylo možné většinu informací zadávat poměrně jednoduše pomocí check boxů nebo výběru z rolovací lišty. Další problematickou částí se ukázalo **naplnění dat o provozu**. K naplnění této části datového modelu měly sloužit soubory JDF. Dopravci ale v JŘ pracují s označnicku pouze omezeně a nejednotně nebo spíše vůbec nepracují. Prakticky je tak téměř nemožné přesně rekonstruovat trasy jednotlivých spojů. Dále **návaznosti** ve smyslu přestupů i na několik spojů zároveň jsou vyplňovány do jediného pole. Navržené automatické **generování průběhu tras linek a spojů** předpokládá vybavenost vozidel VD GPS přijímačem a komunikaci pomocí protokolu se serverem ukládajícím tato data. Toto se také ukázalo jako problematické, ač se postupně vozidla GPS přijímačem již dovybavují.

Ověření datového modelu a konceptu správy geodat bylo ověřeno i třemi pilotními studiem. První se týkala **efektivitu pokrytí** studovaného území zastávkami, druhá analyzovala **uzpůsobení infrastruktury** především pro tělesně postižené na invalidním vozíku v blízkosti bezbariérových zařízení a třetí se týkala **staničení na spojích v místech zastavení spoje**.

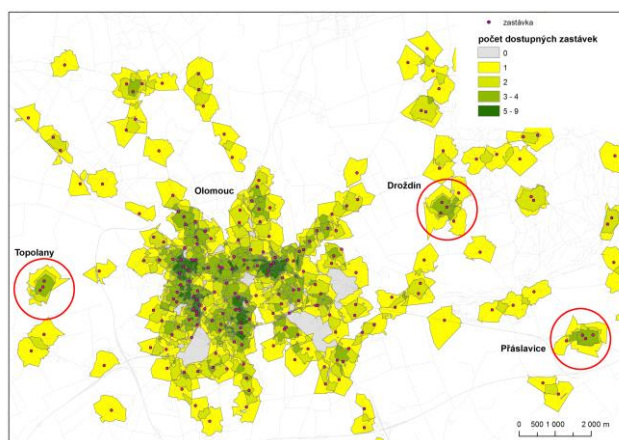
Efektivita pokrytí

Cílem této první úlohy bylo analyzovat efektivitu pokrytí Olomouckého kraje jednotlivými zastávkami pro efektivní obslužnost území. Jednalo se o úlohu, kterou nelze vyřešit bez přesné lokalizace zastávek, respektive označnicků, a vygenerování centroidů zastávek, tedy bez zásad aplikovaných v navrženém datovém modelu i konceptu správy geodat.

Základem pro tuto prostorovou analýzu byla entita zastávka (ZASTAVKA), ze které byly použity přesné souřadnice centroidů zastávek vypočtených z polohy všech

označníků příslušné zastávky. Pro síťové analýzy byla využita geodatabáze StreetNet, kterou poskytla pro potřeby těchto úloh příspěvková organizace KIDSOK. Pro analýzu pokrytí zastavěného území docházkovou vzdáleností na zastávku bylo využito rastrové datové sady tzv. „The European Settlement Map 2016“ (European Settlement Map, 2017).

Pro každou zastávku byly vypočteny tzv. *Service Area* 500 metrů chůzí po síti komunikací StreetNet. Následně byla pomocí GIS pro vypočtené obslužné oblasti autobusové a tramvajové dopravy provedena analýza jejich překryvnosti. V dalším kroku byly pro území zpracovány hexagony procentuálního pokrytí zastavěné plochy na prostorové jednotce z rastrové datové vrstvy „The European Settlement Map 2016“. Kombinací polygonů obslužnosti zastávek s hexagony vyjadřujícími míru pokrytí zástavbou bylo pro každý hexagon sledované oblasti vypočteno, jak spolu souvisí hustota zástavby a překryvnost obslužných oblastí zastávek.



Obr. 9 Vysoká překryvnost docházkových vzdáleností zastávek do 500 metrů (vlastní zpracování)

Z výsledku analýzy dostupnosti zastávek do 500 metrů chůzí vyplývá, že většina oblastí (80,56 %) má dostupnou pouze jednu zastávku, necelých 15 % má na výběr ze dvou zastávek, tři nebo čtyři zastávky jsou dostupné z necelých 4 % území. Mezi pěti a devíti zastávkami mají na výběr lidé pouze v 0,62 % vygenerovaných oblastí zpravidla v blízkosti center větších měst. Vysoká překryvnost se týká překryvu dvou (179 případů) maximálně tří zastávek (14 případů), viz obr. 9.

Naopak celkem deset zastávek mimo zastavěné území. Z analýzy dále vyplynulo, že pouze 5 % rozlohy území hexagonů bez docházkové vzdálenosti na zastávku má více

než 50 % pokrytí zastavěnou plochou. Tyto hexagony jsou však rozmístěny jednotlivě okolo polygonů docházkové vzdálenosti 500 metrů kolem jednotlivých zastávek. Zde tedy nevzniká potřeba vytvářet další zastávky, docházelo by k velkému duplicitnímu překrývání docházkových vzdáleností. Vytvoření nové zastávky by však bylo vhodné v oblasti více než 50 % pokrytí zastavěného území ve městě Jeseník, kde je oblast zástavby určená k bydlení odkázaná na docházku dvakrát tak delší, než je běžně modelováno (až 1 000 metrů). Další možnosti vytvoření nových zastávek se otevírají v průmyslových oblastech města Uničova a Šternberka, kde je také zástavba hustější než 50 % v příslušných hexagonech

Závěrem lze konstatovat, že přesně zaměřené zastávky mohou vstupovat do poměrně jednoduché analýzy, která však přináší cenné výsledky. Analýza odhalila, že oblast pod správou KIDSOK má téměř dokonale pokryté zastavěné území obsluhností alespoň jednou zastávkou. I ve městech však existují oblasti, které jsou vzdálené až jeden kilometr po síti komunikací. Jedná se však většinou o parky nebo průmyslové oblasti. Na druhou stranu se vyskytují v území zastávky lokalizované daleko za zastavěným územím nebo se jejich plochy v docházkové vzdálenosti do 500 metrů významněji (20-50 %) překrývají. Výsledky analýzy mohou sloužit nejen k identifikaci problematických míst, ale také jako podklad pro rozhodování, kam umístit novou zastávku s cílem zajistit co nejlepší pokrytí zastavěného území nebo naopak pro rozhodování, kterou zastávku zrušit.

Uzpůsobení infrastruktury

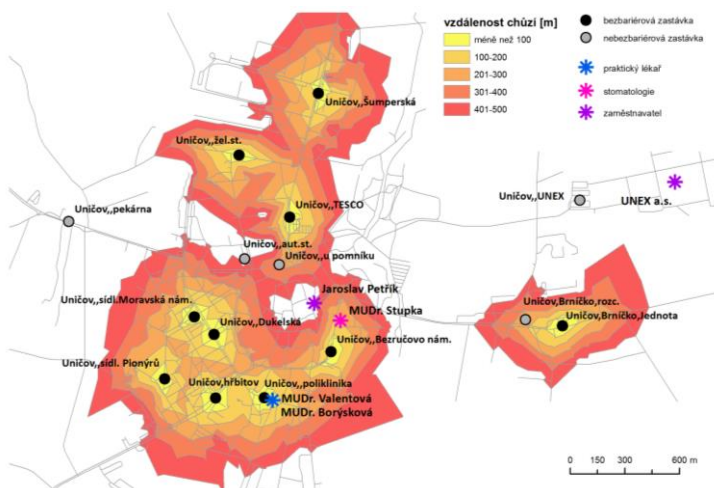
Cílem této úlohy bylo analyzovat uzpůsobení infrastruktury především pro tělesně postižené využívající invalidní vozík v blízkosti bezbariérových zařízení. Řada atributů bezbariérovosti postupem času nabývá na významu, důležité jsou kromě tělesně postižených také pro matky s kočárky nebo starší osoby cestující veřejnou dopravou.

Základem této analýzy byly záznamy v entitě nástupní hrana (NASTUPNI_HRANA), především využití atributů týkajících se bezbariérovosti a uzpůsobení pro tělesně postižené (místo pro invalidní vozík, výška nástupní hrany, typ nástupní hrany apod.). Dále bylo využito vrstvy zastávek (ZASTAVKY), jelikož uzpůsobení nástupních hran se týká zastávek, a také vrstvy komunikací geodatabáze StreetNet. Posledním zdrojem dat byly dokumenty ve formátu .xls se seznamem zdravotnických zařízení s bezbariérovým přístupem pro pohybově postižené a seznam zaměstnavatelů osob se zdravotním postižením v Olomouckém kraji (Olomoucký kraj, 2016).

Jako vyhovující pro cílovou skupinu byly vybrány nástupní hrany s výškou nástupní hrany „do 20 cm“ a „více než 20 cm“ (zpravidla se jednalo o výšku okolo 22–25 cm) splňující podmínku, že typ nástupní hrany je „zvýšené nástupiště – chodník“ nebo

„zvýšené nástupiště – ostrůvek“ a v atributu „místo_inv“ je hodnota „true“ (na nástupní hraně je tedy místo minimálně pro otočení se na invalidním vozíku). Od zastávek byla vypočtena obslužná oblast ve vzdálenostních kategoriích v metrech: 0-100, 101-200, 201-300, 301-400, 401-500. V dalším kroku byly pomocí Google Geocoding API geokódovány adresy zaměstnavatelů a zdravotnických zařízení v okrese Olomouc. Z těchto tabelárních dat byla vytvořena bodová vrstva a pomocí nástroje `Spatial Join` byl proveden prostorový dotaz na příslušnost jednotlivých zařízení do vzdálenostního pásma kolem bezbariérových zastávek.

Analýzou bylo zjištěno, že z celkového počtu 596 zastávek splňuje podmínky bezbariérovosti a možnosti obsluhy bezbariérovými zastávkami pouze 53 % zastávek v okrese Olomouc. Nad datovou vrstvou celkem 106 bezbariérových zařízení pak byla počítána jejich dostupnost z 316 bezbariérových zastávek. Z celkového počtu 106 zařízení bylo 42 zaměstnavatelů osob se zdravotním postižením, 36 stomatologických zařízení s bezbariérovým přístupem, 22 praktických lékařů, tři rehabilitační zařízení, dvě polikliniky a jedna nemocnice. Analýzou bylo zjištěno, že do 500 metrů od bezbariérové zastávky není dostupných 26 % zaměstnavatelů, 28 % stomatologů a 23 % praktických lékařů s bezbariérovým přístupem pro pohybově postižené. Výřez ukázky výsledku úlohy týkající se uzpůsobení infrastruktury pro handicapované v oblasti města Uničova je na obr. 10.



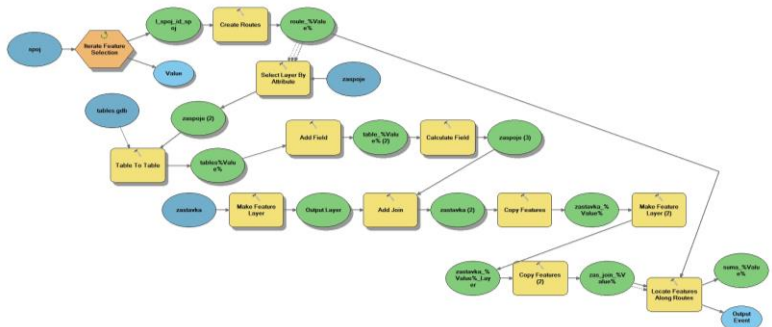
Obr. 10 Dostupnost bezbariérových zařízení z bezbariérových zastávek v Uničově (vlastní zpracování)

Staničení na spojích v místech zastavení spoje

Cílem třetí praktické úlohy je zjistit staničení na spojích v místech zastavení spoje, tedy vzdálenost mezi zastávkami na jednotlivých spojích pod správou organizátora. Primární motivací pro tuto úlohu je získat podklad pro ekonomický odbor pro posouzení odjetých výkonů dopravce vůči plánované obslužnosti. Sekundární motivací je aktualizace mezizastávkových vzdáleností v JŘ, které jsou pro území Olomouckého kraje staré desítky let.

Základem pro tuto prostorovou analýzu jsou entity zastávka (ZASTAVKY), spoj (SPOJE) a vazební tabulka modelu zastávky spoje (ZASSPOJE). Z entity spoj byla pro analýzu stěžejní geometrie a ID spoje, u entity zastávka atribut ID zastávky a souřadnice určujících polohu zastávky. U zastávek spoje bylo využito ID spoje, dále atributu definujícího posloupnost zastávek spojů podle jejich ID a také kilometrůž mezi zastávkami na spoji.

Výpočet vzdálenosti mezi zastávkami na jednotlivých spojích byl sestaven pomocí Model Builder v softwaru ArcGIS for Desktop 10.4.1 (obr. 11). Úloha je založena na lineárním referencování.



Obr. 11 Model pro výpočet mezizastávkových vzdáleností a celkové délky jednotlivých spojů (vlastní zpracování)

Z analýzy výpočtu staničení vyplynulo, že spoje ve skutečnosti bez jakéhokoli zaokrouhlování měří celkem 93 310 km, což je o 2 032 km méně než uvádějí JŘ. Zajímavé je, že pokud se maximální hodnoty staničení (délky spoje) zaokrouhlí podle pravidel zaokrouhlování, měří spoje celkem 93 397 km. Rozdíl oproti přesnému součtu tak činí pouze 87 km, což je 0,09 %. Naopak pokud by organizátor přistoupil na výpočty délky spojů se zaokrouhlováním nahoru (jako je tomu teď), činil by vypočítaný součet 96 115 km. Tedy ještě o 773 km více, než se uvádí v JŘ. Většina spojů je provozována denně nebo alespoň v pracovní dny. Při jednoduchém vynásobení vypočítaných 2 032 km navíc pro 22 pracovních dní a dvanáct měsíců

činí rozdíl více než půl milionu kilometrů ročně navíc. Ze zadávací dokumentace soutěží na dopravce k roku 2018 vyplývá, že KIDSOK v rámci dopravní obslužnosti proplácí na 1 km spoje 30 Kč, což při přibližně půl milionu kilometrech činí částku okolo 15 milionů. Podle výroční zprávy z roku 2015 by tato ušetřená částka stačila na pokrytí provozních a mzdových nákladů KIDSOK (KIDSOK, 2016). Celkem 3 681 spojů má nadhodnocenou délku, přičemž průměrné nadhodnocení je 961 metrů. Nejčastěji byly délky spojů prodlouženy o 1 až 1 000 metrů. Naopak podhodnocenou délku mělo 1 946 spojů, průměrná velikost podhodnocení však činila přibližně 774 metrů. Analyzovány byly také jednotlivé hodnoty mezizastávkových vzdáleností na spojích pro JŘ, což byla sekundární motivace této úlohy. Při zaokrouhlení na celé kilometry (stejně jako v JŘ) bylo zjištěno, že z celkového počtu 73 031 zastavení na jednotlivých zastávkách je 53 % v pořádku. V případech, kde si hodnoty neodpovídají, se velice často objevuje problém v absenci vzdálenosti na prvních několika zastávkách.

Použitím datového modelu a sestaveného konceptu bylo výpočtem počtu staničení na spojích v místech zastavení spoje zjištěno, že také z pohledu ekonomiky a hodnocení provozu je více než žádoucí plánovat JŘ až na úroveň označků a mezizastávkové vzdálenosti vyhodnocovat co nejpřesněji. Jak bylo dokázáno, v současnosti používané mezizastávkové vzdálenosti v JŘ jsou zastaralé a potřebují aktualizovat. Tyto mezizastávkové vzdálenosti jsou uloženy v generalizovaných datech a jsou zaokrouhleny na celé kilometry. V této podobě se využívají i pro výpočet finančních prostředků na obslužnost pro jednotlivé dopravce. Zde je zaokrouhlování na celé kilometry opravdu nežádoucí, protože finančně se může tento rozdíl projevit řádově až desítkami milionů korun ročně. Analýza také odhalila nedokonalost výstupu generování linií jednotlivých spojů, které nebyly vhodné pro lineární referencování. Získané poznatky budou předány organizátoru IDS Olomouckého kraje.

8. Diskuze

Cílem disertační práce bylo na základě poznatků získaných hodnocením stavu užívání geodat a principů jejich správy navrhnout, naplnit, ověřit, vyhodnotit a využít nový koncept správy prostorových dat o veřejné hromadné dopravě v Olomouckém kraji založený na geoinformačních přístupech. V rámci jednotlivých kapitol práce byly vyřešeny dílčí problémy, které se u konkrétních aspektů řešení disertační práce vyskytly. Následující text akcentuje ty nejvýznamnější.

Nový podsystém integrace v IDS – Informační integrace

Definovat nový pojem „informační integrace“ jako čtvrtý podsystém doplňující tři tradiční podsystémy integrace vyvstal z řešerše zahraničních dopravních systémů (viz dílčí cíl 1 v kapitole 4) i několikaleté zkušenosti autorky pracující pro Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. V literatuře je možné se sice setkat s tvrzením, že informační systém obsahující informace a data o IDS je jedním z pěti znaků integrace v IDS, s tradičními podsystémy integrace však pouze úzce souvisí. Informační integrací definovanou autorkou se však rozumí integrace jmenovaných základních geodat, sjednocení jejich formátu, struktury a podrobnosti, určení garanta správnosti a kompletnosti geodat a správa založená především na geodatabázích a GIS. V kontextu této definice se opravdu jedná o nový pojem, zůstává však otázkou, zdali tato disertační práce přispěje k praktické implementaci informační integrace do systému veřejné dopravy v Česku.

Spádové oblasti vymezené dojíždkou do zaměstnání a do škol

Jedním z výstupů druhého dílčího cíle (viz kapitola 5) bylo i vymezení spádových oblastí jako prostorové rozmístění poptávky po přepravě a srovnat ji dále s přepravní nabídkou. Součástí této části byla i řešerše stávajících metod a postupů pro zpracování spádových oblastí, rozhodně se však nejedná o řešerši všech přístupů. Detailní analytické zpracování poptávky po přepravě by mohlo být nosným tématem pro samostatnou disertační práci. Autorka nemohla tuto oblast, vzhledem k její šíři, plně obsáhnout, a proto byly vybrány pouze studie široce aplikovatelné a používané především v Česku.

Teoreticky mohlo být pro hodnocení poptávky po přepravě v podobě spádových oblastí využito nějaké již popsané metody pracující s daty SLDB, ukázalo se však, že je vhodnější vytvořit vlastní metodu. Analyzované studie totiž nezohledňují dojíždku dětí do škol, při výpočtech se pracuje s absolutními ukazateli a metody se mezi cenzy upravují tak, aby výsledky (především počty spádových oblastí) byly podobné. Cílem mimo jiné bylo také eliminovat vliv změny počtu obyvatel, a především neochotu obyvatel účastnit se cenzu. Z tohoto důvodu byl vytvořen jednotný smysluplný postup pro vytvoření spádových oblastí na základě relativních ukazatelů vypočtených z dojíždky do zaměstnání a do škol.

Způsob hodnocení přepravní nabídky

Protože cílem výzkumu bylo analyzovat přepravní nabídku za celé období transformace organizace veřejné dopravy od roku 1980, byla provedena analýza pouze v rozsahu omezujícím se na hodnocení počtu spojů, linek, zastávek VLD a jejich provoz v pracovní dny a o víkendech. Důvodem je absence digitální podoby JŘ pro autobusovou dopravu (archivaci železniční dopravy se nepodařilo vůbec nalézt) a chybějící algoritmus pro vyhledání spojení mezi místem A a B. Pro okres

Prostějov pro roky 1980-2000 se navíc nepodařilo získat ani papírovou podobu jízdních řádů, dopravce FTL - First Transport Lines, a.s. JŘ archivuje pouze po dobu 5 let.

Dalším problémem, který není řešen v žádných vědeckých studiích, je dostupnost geometrie jednotlivých spojů a obslužených zastávek, na které by bylo možné napojit data z JŘ tak, aby bylo možné analyzovat kompletní obslužnost a všechny možné přepravní vazby na základě trasování a zastavování spojů na zastávkách. Tento problém plně řeší navržený datový model a koncept správy geodat. Navržené řešení by tak mělo zmiňovaný problém eliminovat.

První ucelená studie hodnocení správy geodat o veřejné dopravě na úrovni kraje

Předložená disertační práce je první ucelenou studií obsahující analýzu správy stávajících geodat o veřejné dopravě a jejich využitelnosti na úrovni kraje. Ačkoli je z velké části teoretická a založená na rešerši dostupných materiálů a konzultacích s odborníky z praxe, přináší velmi detailní pohled na správu stávajících geodat o veřejné dopravě a jejich využitelnosti v rozsahu, ve kterém se nikdo doposud vědecky nezabýval. Návrh konceptu správy geodat a datového modelu jako hlavní cíl práce reflektuje specifika Česka s ohledem na obecně využívané (i zahraniční) standardy. Při řešení disertační práce byl kladen především důraz na trvalou udržitelnost konceptu a datového modelu pro správu geodat o veřejné dopravě na úrovni kraje a jejich využití pro plánování obslužnosti a také sdílení a publikování geodat a informací nejen s cestující veřejností. Na základě konzultací s odborníky na veřejnou dopravu z řad dopravních, tarifních, finančních specialistů, konstruktérů JŘ i dopravců byly následně sestaveny požadavky na geodata různých uživatelských skupin. Autorka očekává, že diskuse nad výsledky disertační práce prohloubí tyto výsledky a odhalí další výzkumné otázky.

Index hodnocení stavu a rozsahu spravovaných geodat

Vzhledem k tomu, že Index kvality správy byl vytvářen na základě nynějšího stavu poznání, je možné jej dále rozvíjet například ve smyslu stanovení vah pro jednotlivá kritéria nebo je možné doplňovat kritéria nebo jejich úrovně. Cílem vytvoření indexu bylo vyhnout se subjektivnímu hodnocení stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje.

Požadavky na geodata a informace z pohledu uživatelů

Důraz na studium požadavků na geodata a informace z pohledu uživatelů vychází především ze zkušeností autorky a z konzultací s odborníky jako hlavními uživateli a poskytovateli geodat. Analýza detailních požadavků cestujících by patrně vydala na samostatný výzkum, a to zaměřeného jak na aspekt obsahu a rozsahu geodat, tak na jejich zpracování, vizualizaci apod.

Dvojice datových modelů

Původní záměr řešení cíle disertační práce vytvořením jednoho komplexního modelu pro geodata o veřejné dopravě se ukázal jako nepříliš vhodné řešení, a to především z důvodu odlišné infrastruktury železniční a silniční dopravy. Tato odlišnost byla následně potvrzena i odlišnou evidencí provozu na silnicích a na železnici. Proto byly vytvořeny dva oddělené datové modely – jeden pro autobusovou a tramvajovou dopravu (případně i trolejbusovou) a druhý pro železniční dopravu. Některé entity v těchto modelech jsou však společné, proto je možné spojit přes tyto entity oba datové modely a záznamy společných entit využívat současně pro oba modely.

Omezený rozsah návrhů datových modelů

Navržené datové modely představují v kontextu analyzovaných standardů pro výměnu geodat o VD jednodušší a výrazně méně rozsáhlé řešení. Většina standardů je poměrně rozsáhlá a obsahuje až stovky entit a atributů, které v české praxi není možné udržovat v aktuálním stavu. Proto byly vybrány takové entity, které se vyskytují téměř ve všech standardech. Výběr atributů také odráží požadavky uživatelských skupin na geodata a na obsah potenciálních datových toků, které byly na základě konzultací identifikovány. Části datových modelů týkající se provozních geodat se do značné míry opírají o existující formát JDF, kterým dopravci předávají data o JŘ do CIS JŘ. Autorka věří, že návrhy datových modelů se podařilo koncipovat takovým způsobem, že bude datovou vrstvu možné v případě potřeby jakýmkoli směrem dále rozšiřovat.

Naplnění datového modelu

Realizováno bylo naplnění databáze pouze nad jedním datovým modelem pro VLD a MHD, a to v omezeném rozsahu. Důvodů bylo několik:

- časová náročnost sběru geodat v terénu,
- částečná nedostupnost geodat,
- některá geodata od garantovaných zdrojů navíc obsahem neodpovídala metadatům,
- podklady subjektů nebyly vytvářeny nad číselníky a neumožňovaly tak automatický nebo poloautomatický import,
- ne všechna vozidla VD jsou vybavena přijímačem GPS,
- ochota dopravců spolupracovat na naplnění databáze apod.

Protože není možné tyto nedostatky v řádech tisíců až desetitisíců záznamů v omezeném čase efektivně odstraňovat, naplnění databáze pouze jednoho datového modelu bylo jediným možným východiskem.

Výběr praktických úloh pro ověření modelů

Praktická část byla doplněna případovými studii, které měly za cíl ověřit potenciál a užitečnost vybraných geodat a sestaveného datového modelu pro řízení veřejné dopravy. Úlohy byly vybírány s ohledem na reálné situace, které jednotliví organizátoři na úrovni krajů pro optimalizaci dopravy musí řešit. Jak se ukázalo, i ve vybraných úlohách bylo klíčové pracovat až na úrovni označků, která však chyběla. Používání úrovně zastávek vede ke generalizaci atributů, což může být do značné míry zavádějící. V případě, že by organizátor disponoval i geodaty z reálného (nejen plánovaného) provozu, bylo by možné provádět řadu dalších analýz. Potom by tyto analýzy mohly být zaměřeny například na analýzu polohy a důvodů vzniku mimořádných událostí. Bylo by možné získávat informace o zpoždění a s využitím dalších geodat jeho velikost eliminovat ověřením doby potřebné na průjezd mezi bodem A a B v daný čas. Bylo by také možné provádět analýzu vytíženosti spojů, analýzu neekonomičtějších oblastí provozu apod.

Tři hlavní úskalí disertační práce

Závěrem lze konstatovat, že řešení cílů disertační práce představuje původní přístup hned z několika skutečností. První byla skutečnost, že hlavním cílem práce bylo vytvořit koncept, který bylo vzhledem k povaze práce nutné založit na vědeckých přístupech. Druhou skutečností byl rozsah teoretických východisek založených z velké části na technických standardech a konzultacích s odborníky z praxe. Třetí a zásadní skutečností byla časová náročnost definovaného rozsahu a hloubky práce včetně nutnosti zapojit velkou řadu subjektů. Řadu aspektů práce proto nebylo možné díky omezenému časovému rámci zpracovat do ideální podoby a kompletního stavu. Velkou roli v tomto případě hrály mimo jiné i legislativní nebo smluvní změny, které nebylo možné ovlivnit.

9. Závěr

Hlavním cílem disertační práce bylo zaměřit se na prostorová geodata o veřejné dopravě na úrovni kraje, především pak na datový model, geoinformační přístup správy geodat a jejich využitelnost v praxi. Na počátku realizace byl hlavní cíl práce rozdělen do pěti dílčích cílů: shrnout vývoj systému veřejné dopravy v České republice po roce 1980, analyzovat prostorové změny sítě a přepravní nabídky a poptávky od roku 1980, charakterizovat současný stav a rozsah správy geodat na úrovni kraje, sestavit a naplnit datový model pro správu geodat o veřejné dopravě a ověřit datový model společně s novým konceptem správy geodat o veřejné dopravě. Každá z částí byla realizována s využitím všech dostupných metod v souladu s poznatky a doporučeními získanými v průběhu řešení.

Na základě pochopení vývoje a principů organizace veřejné dopravy, které inklinují k formování tzv. IDS jako úspěšných forem provozování a organizování veřejné dopravy, byl definován pojem informační integrace. Ten je však třeba chápat v jiném rozsahu než je například pouhé sjednocení informací pro celý IDS na webových stránkách. Formování integrovaných dopravních systémů na úrovni kraje nahrává vzniku široce využitelných a dostupných, kvalitních geodat o veřejné dopravě, které jsou spravované a poskytované jedním zodpovědným subjektem. Zkušenosti ze zahraničí jednoznačně dokládají, že geodata o veřejné dopravě mají obrovský potenciál pro trvale udržitelný rozvoj nejen veřejné dopravy.

Disertační práce ukázala, že díky individuálnímu přístupu jednotlivých organizátorů ke sběru, správě a využití těchto geodat v Česku není možné tento potenciál využít. Na základě rešerše dostupných dopravních geodat bylo zjištěno, jak je i pro vědecké studie náročné efektivně vyhodnotit například přepravní nabídku vůči poptávce. Chybějící dopravní geodata o zastávkách, spojích a neúplné informace z jízdních řádů apod. v podstatě umožňují v krajském rozsahu analyzovat poptávku po přepravě pouze pomocí spádových oblastí z národních cenzů SLDB jednou za deset let. Analýza nabídky je omezena na základě hodnocení počtu spojů určité oblasti, zastávky podle názvu a příslušnosti k obci nebo časové dostupnosti místa A z místa B. Pro potřeby organizátora je však analýza obslužnosti území komplikovanější, musí vyhodnocovat vztahy obcí nejen k hlavnímu spádovému centru a plánovat přestupnosti v čase a prostoru apod. V návaznosti na tuto problematiku proběhla v praktické části DC2 analýza adekvátnosti změn přepravní nabídky v závislosti na změně sídlení a poptávce po přepravě. Touto analýzou se potvrdil vliv plánování obslužnosti v závislosti na atraktivitě sídel ne na základě poptávky po přepravě.

Přínosem disertační práce je analýza současného stavu a rozsahu správy geodat na úrovni kraje na straně jedné, na straně druhé pak analýza potřeby geodat uživatelů (i pouze potenciálních uživatelů) a jejich využitelnost. Pro hodnocení stávající úrovně správy geodat bylo vytvořeno hodnocení pomocí šesti základních kritérií. Každý organizátor si může ohodnotit stav svých geodat vůči optimálnímu navrženému stavu. Analýza dostupných a využívaných standardů pro geodata a požadavků na geodata a informace z pohledu uživatelů posloužila jako základ pro návrh datového modelu pro infrastrukturu a plánovaný provoz veřejné dopravy. Z výsledků DC3 vyplývá, že geodata mají největší přínos pro management (tedy správu) IDS. Geodata pomáhají popsat stav jednotlivých objektů v prostoru, obslužnost území a mohou být také podkladem pro řízení veřejné dopravy v rámci dispečinku nebo přenos přesných informací pro cestující veřejnost. Pro dopravce jsou geodata zásadní především pro pohyb a zajištění objednané obslužnosti. Základ informační integrace na úrovni kraje tvoří data o infrastruktuře, plánovaném provozu, aktuálním provozu, uzavírky, plánované změny, aktuální nehody

a mimořádné události. Na tato data je následně možné navázat rozšiřující databáze týkající se například obsazenosti spojů, obraty na zastávkách, prodeje jízdních dokladů apod. Definovaná informační integrace předpokládá spolupráci všech účastníků IDS podílejících se na realizaci nabídky přepravních služeb a také sjednocení formátu, struktury a podrobnosti geodat. Za nejpodstatnější geodata lze považovat geodata o infrastruktuře a plánovaném provozu. Tato geodata si organizátor musí v podstatě zajistit i za pomoci dílčích zdrojů sám. Pro tato geodata byl navržen datový model a koncept jejich správy obsahující také doporučený postup pro realizaci databáze a údržbu aktuálnosti geodat. Navržen byl jeden datový model pro silniční veřejnou dopravu (zahrnující také tramvajový a trolejbusový provoz) a druhý pro železniční dopravu. Důvodem byla rozdílnost infrastruktury i provozní atributy především spojů. Koncept předpokládá, že přiměřený rozsah sledovaných entit a atributů umožní zajištění kompletního sběru moderními technologiemi (GPS, tablet, GIS). Tyto technologie umožní také vysokou polohovou a topologickou přesnost objektů a snadnou aktualizaci dat.

V závěru řešení disertačních cílů bylo realizováno částečné naplnění databáze nad datovým modelem určeným pro silniční veřejnou dopravu (autobusovou, tramvajovou a trolejbusovou). Praktické ověření výsledků dílčích cílů disertačního výzkumu ukázalo, že datový model je vhodně navržen. Byl také potvrzen správný výběr technologického řešení v podobě PostgreSQL, které plně vyhovuje navrženému řešení. Nicméně je nutné poznamenat, že některé atributy z provozní části není možné naplnit. Důvodem je potřeba změn smluvních vztahů s dopravci, případně změn legislativních. V zásadě je nutné úzce spolupracovat s jednotlivými dopravci a donutit je přesně dle datového modelu v souladu s povinným JDF formátem pečlivě vyplňovat jednotlivé atributy, a to i ty, které jsou nepovinné, avšak pro provoz důležité. Následně vytvořené praktické úlohy měly za cíl prověřit potenciál a užitečnost dopravních geodat obsažených v datovém modelu. Kromě provedených analýz byla diskutována také jejich další využitelnost například pro dispečerské řízení, související konstrukci jízdních řádů, tvorbu aplikace pro cestující veřejnosti a k mnohým dalším analýzám. Cílem informační integrace postavené na navržených datových modelech je primárně umožnit organizátorovi přesnější a efektivnější plánování obslužnosti, řízení provozu a informování cestující veřejnosti. Navíc za předpokladu, že by se geodata dle navržených datových modelů a konceptů správy spravovala ve všech krajích, bylo by mimo jiné snazší řešit přeshraniční obslužnost infrastruktury spravované jiným krajem a efektivněji ji plánovat.

Většina výsledků dosažených v této práci již byla prezentována na odborných konferencích, seminářích nebo publikována v odborných časopisech a sbornících. Disertační práce je přínosná nejen pro vědu ale také pro praxi. Ve vědecké rovině se

otevřít možnost prohloubit výzkum v oblasti definované informační integrace, která je pouze základem týkajícím se veřejné dopravy. Další výzkum by navržené řešení mohl posunout až do roviny integrace dopravních geodat v rámci konceptu Smart Cities. Vědecký přístup by mohl dále pokračovat v oblasti způsobu otevírání těchto geodat a využití pro naprogramování nejrůznějších aplikací pro veřejnost, ale i odborníky. Výsledná geodata by také mohla napomoci získání lepších podkladových dat pro analýzy přepravní nabídky a poptávky. Pro praxi je práce aktuálně přínosná v rámci KIDSOK, kde na základě podkladů mění i smlouvu o IDS s dopravci. KIDSOK se vlastními silami snaží naplnit databáze nad oběma modely do stoprocentního stavu a geodata dále využívat pro analýzy. Autorčino vystoupení na setkání uživatelů společnosti T-Mapy v roce 2015 mimo jiné motivovalo tuto společnost pro vývoj nástroje pro sběr atributů v navrženém datovém modelu pro silniční veřejnou dopravu. Nástroj je součástí produktu Dispečink, který nabízejí organizátorům dopravy. Za další úspěch lze považovat oslovení autorky společností Central European Data Agency, a.s. na základě její publikační činnosti při spolupráci na přípravě projektu pro výzvu do programu Aplikace pod Operačním programem Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost. Cílem připravovaného projektu je právě získávání geoprostorových dat veřejné dopravy, zejména zastávek a terminálů veřejné dopravy. V tomto světle je proto obsah disertační práce přínosem pro celou řadu subjektů a míra její implementace je závislá především na ochotě jednotlivých dopravců ke spolupráci.

10. Použité zdroje

- ANABL, J. (2005):** 'Complacent car addicts' or 'aspiring environmentalists'? Identifying travel behaviour segments using attitude theory. *Transport Policy* 12 (1), pp. 65–78.
- BACHOK, S., W. L. YUE a R. ZITO (2007):** What do passengers need out of public transport information systems? Conference of Australian Institutes of Transport Research. Australia: Monash University.
- ČERMÁK, Z., JEDLIČKA, J., KUDLÁČEK, J. (1984):** Vývoj mikroregionální struktury ČSR z hlediska pohybu za prací v letech 1961-1970. In: Sborník prací 8. Brno: GÚ ČSAV, s. 50-61.
- ČERNÝ, J. (2011):** Analýza dopravní obslužnosti ve vybraném regionu. Brno. Bakalářská. Mendelova univerzita v Brně.
- ČERVENKA, M. (2007):** Změna trendu ve financování veřejné dopravy. In: Teoretické a praktické aspekty ve veřejných financích. Praha: University of Economics Prague. ISBN 80-245-1032-4.
- European Settlement Map (2017):** Copernicus: Europe's eyes on Europe [online]. Denmark, [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://land.copernicus.eu/pan-european/GHSL/EU%20GHSL%202014>.

- GÄRLING, T., SCHUITEMA, G. (2007):** Travel demand management targeting reduced private car use: effectiveness, public acceptability and political feasibility. *Journal of Social Issues* 63 (1), pp. 139–153.
- HAMPL, M., GARDAVSKÝ, V., KÜHNLI, K. (1987):** Regionální struktura a vývoj systému osídlení ČSR. Univerzita Karlova, Praha, 255 s.
- HAMPL, M., JEŽEK, J., KÜHNLI, K. (1983):** Sociálněgeografická regionalizace ČSR. *Acta demographica. Československá demografická společnost při ČSAV, Praha*, 246 s.
- HAMPL, M., MARADA, M. (2015):** Sociogeografická regionalizace Česka. *Geografie*, 120, č. 3, s. 397–421.
- HORÁK, J. (2001):** Analýzy dopravní dostupnosti a obslužnosti. GIS Ostrava 2001, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, s. 1 - 17, ISSN 1213-2454.
- IVAN, I., HORÁK, J., FOJTÍK, D. (2015):** Automatizované zpracování jízdních řádů pro hodnocení dopravní dostupnosti – příklady z Evropy a České republiky. VOD 2015 : mezinárodní konference o veřejné osobní dopravě : 22.-23. október 2015, Bratislava, Kongres studio, s. 118-124, ISBN 978-80-89565-20-7.
- KEELING, D. (2007):** Transportation Geography: new directions on well-worn trails. *Progress in Human Geography*, 31, No. 2, Sage publications, p. 217–225.
- KIDSOK (2016):** Výroční zpráva 2015 [online]. Olomouc: Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: [www.kidsok.cz/data/upload/files/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1va%202015\(2\).pdf](http://www.kidsok.cz/data/upload/files/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1va%202015(2).pdf).
- KLEPRLÍK, J. (2009):** Modely integrovaných dopravních systémů. *Perners Contact*. 4(2). ISSN 1801-674X.
- KRAFT, S. (2007):** Možnosti hodnocení úrovně dopravní obslužnosti obcí veřejnou hromadnou dopravou a její prostorové diferenciacie. In: Čáp, J., Morkus, J. (eds.): Sborník příspěvků z konference "Rozvoj systémů osobní dopravy z hlediska respektování požadavků uživatele". Dopravní fakulta Jana Pernera UP, Pardubice, s. 73 - 78.
- KŘIVDA, V., FOLPRECHT, J., OLIVKOVÁ, I. (2006):** Dopravní geografie I. 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita. 115 s. ISBN 80-248-1020-4.
- KUBÁT, B. (2007):** From Horse-drawn Railway to High-speed Transportation Systems: [Od koněspřežné železnice k vysokorychlostním dopravním systémům]: April 17-19, 2007 : Prague, Czech Republic. Prague: Czech Technical University, 296 s. ISBN 978-80-01-03699-0.
- KYNCL, J. a kol. (2006):** Historie dopravy na území České republiky. 1. vyd. Praha: Vladimír Kořínek. 146 s., [16] s. obr. příl. ISBN 80-903184-9-5.
- MACKA, M. (1967):** Rajóny dojíždění středisek s více jak 1000 dojíždějících v českých zemích 1:750 000 Geografický ústav ČSAV, Brno.
- MARADA, M. a kol. (2010):** Doprava a geografická organizace společnosti v Česku. Praha: Česká geografická společnost. ISBN 978-80-904521-2-1.
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2010):** Diferenciacie nabídky dopravních příležitostí v českých obcích a sociogeografických mikroregionech. *Geografie–Sborník ČGS*, 110, č. 1, s. 21–43, ISSN 1212-0014.

- MICHNIAK, D. (2002):** Dostupnosť ako geografická kategória a jej význam při hodnotení územno-správneho členenia Slovenska. Bratislava, 2002. 125 s. Disertační práce na Slovenskej akademie vied. Geografický ústav. Vedoucí disertační práce: Anton Bezák.
- Olomoucký kraj (2016):** Kraj bez bariér. [online]. [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/kraj-bez-barier-cl-409.html>.
- RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. (2006):** The Geography of Transport Systems, Routledge, New York, 296 s.
- ŘEHÁK, S. (1988a):** Dojíždka do zaměstnání v ČSSR. In: Sborník prací 19. Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 83-95.
- ŘEHÁK, S. (1988b):** Dojíždka v ČSSR na úrovni dojíždkových regionů i v mezistřediskovém pojetí. In: Sborník ČSGS, roč. 93, č. 3. Praha: Academia, s. 169-182.
- STANĚK, J. (2010):** Analýza dopravní obslužnosti pardubického mikroregionu. Praha. Diplomová. Karlova univerzita v Praze.
- ŠLAMPA, O. (1967):** Všeobecná geografie dopravy. Praha, 116 s.
- WESTERHEIM, H., HAUGSET, B. and NATVIG, M. K. (2007):** Developing a unified set of information covering accessibility at public transport terminals, IET Intelligent Transport Systems, vol.1 (2), pp. 75-80.
- ZAJICKOVA, L. et al. (2014):** Demand specifications for geodata within a public transport system. Conference Proceedings SGEM 2014, 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference STEF92 Technology Ltd., 8s.
- ZAJÍČKOVÁ, L. (2015):** Mobile Application for Acquiring Geodata on Public Transport Network. In: Symposium GIS Ostrava 2014 Geoinformatics for Intelligent Transportation. ISBN: 978-3-319-11462-0.

Odborný životopis autora / Curriculum vitae

OSOBNÍ ÚDAJE / PERSONAL INFORMATION

Jméno / Name	Lenka Zajíčková
Bydliště / Address	Družební 665/3, 779 00 Olomouc
E-mail	lenka.zajickova01@gmail.com
Narozena / Birth	5. 5. 1988, Šternberk



VZDĚLÁNÍ / EDUCATION

2012–dosud Univerzita Palackého v Olomouci, **doktorské studium**, obor *Geoinformatika a kartografie / PhD study Geoinformatics and Cartography*

2010–2012 Univerzita Palackého v Olomouci, navazující **Mgr. studium**, obor *Geoinformatika / Master's degree: specialization Geoinformatics*

2007–2010 Univerzita Palackého v Olomouci, **Bc. studium**, obor *Geografie-Geoinformatika / Bachelor's degree: Geography–Geoinformatics*
datový analytik

PRAXE / EXPERIENCE

2016-2017 Univerzita Palackého v Olomouci, **projekt IGA_PrF_2016_008**
(vědecký pracovník / researcher) *Pokročilý monitoring, prostorové analýzy a vizualizace městské krajiny*

2016-2016 SPADIA LAB a. s., **individuální projekt optimalizace svozových tras krve**
(datový analytik / data analyst)

2012-2016 Univerzita Palackého v Olomouci, **projekt y aplikovaného výzkumu**
(hlavní řešitel projektů/ projects leader) *Hodnota aplikovaného výzkumu celkem za více než 3 miliony Kč*

2014-2016 Univerzita Palackého v Olomouci, **projekt GaČR - reg. č. 14-26831S**
(vědecký pracovník / researcher) *Prostorové simulační modelování dostupnosti*

2012-2015 Univerzita Palackého v Olomouci, **projekt OPVK StatGIS team**
(vědecký pracovník / researcher) *Budování výzkumně-vzdělávacího týmu v oblasti modelování přírodních jevů a využití geoinformačních systémů, s vazbou na zapojení do mezinárodních sítí a programů*

2013–2014 Univerzita Palackého v Olomouci, **projekt IGA_PrF_2013_024**
(vědecký pracovník / researcher) *Statistické inference nad daty ze senzorů a senzorových sítí - předzpracování, modelování, verifikace, interpretace a vizualizace*

2012–2014 Univerzita Palackého v Olomouci, **projekt FP7 Ecothermo**
(vědecký pracovník / researcher) *Innovative green technology for smart energy saving on existing residential buildings with centralized heating/cooling generators*

VÝUKOVÉ AKTIVITY / TEACHING

2012–2015 cvičení na Katedře geoinformatiky UP: Základy vysokoškolské matematiky, Programové prostředky GIS
seminars of: Mathematics, GIS

STÁŽE / MOBILITY

2015 University of Gävle, Sweden
2014 Tel Aviv University, Israel
2014 University College London, Great Britain

Seznam vybraných publikací autora souvisejících s disertační prací

/ Author's selected publications related to the dissertation

Publikace v odborném časopise v databázi Web of Science (Jimp)

Publications in a scientific journal indexed on the Web of Science (Jimp)

- Koukol, M., **Zajíčková, L.**, Marek, L. and Tuček, P. (2015): Fuzzy Logic in Traffic Signal Control – A Review. In: Mathematical Problems in Engineering, Volume 2015.

Kapitola v odborné knize (C) / Chapter in a scientific book (C)

- **Zajíčková, L.** (2015): Mobile Application for Acquiring Geodata on Public Transport Network. In: Symposium GIS Ostrava 2014 Geoinformatics for Intelligent Transportation. DOI 10.1007/978-3-319-11463-7_19, ISBN: 978-3-319-11462-0.

Publikace v konferenčním sborníku v databázi Web of Science/Scopus (D)

Papers in conference proceedings on the Web of Science/database Scopus (D)

- Burian, J., **Zajíčková, L.**, Popelka, S., Rypka, M. (2016): Spatial aspects of movement of Olomouc and Ostrava citizens. Proceedings of 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, Book 2, Vol III, pp. 439-446.
- **Zajíčková, L.**, Voženílek, V., Rypka, M. (2016): The choice of means of transport and daily movements in urban environment. Proceedings of 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, Book 2, Vol III, pp. 487-494.
- **Zajíčková, L.**, Voženílek, V., Burian, J. and Tuček, P. (2014): Demand Specifications for Geodata within a Public Transport System. In: SGEM2014 Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd.
- Voženílek, V., **Zajíčková, L.**, Burian, J. and Tuček, P. (2014): Spatial Analyses of Outgoing Data of Fire Brigade Rescue Service. In: SGEM2014 Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd.
- Burian, J., **Zajíčková, L.**, Tuček, P., Voženílek, V., Langrová, B. and Boori, M. (2014): Traffic Intensity Changes and Their Influence on Spatial Distribution of Suburbanization. In: SGEM2014 Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd.

- Tuček, P., Rypka, M., Tučková, M., Marek, L., **Zajíčková, L.** and Burian, J. (2014): Spatial Complexity of Transport Infrastructure in the Czech Republic. In: SGEM2014 Conference Proceedings. Sofia, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd.
- Ivan, I., Horák, J., **Zajíčková, L.** (2014): Theoretical and real public transport flows – daily commuting in the Czech Republic. International Conference on Traffic and Transport Engineering, ICTTE 2014 Beograd. 27-28 November 2014, 938–946. ISBN 978-86-16153-2-1.

Publikace v konferenčním sborníku domácí (ostatní)

Papers in conference proceedings – Czech (other)

- Burian, J., Ivan, I., **Zajíčková, L.**, Horák, J., Voženílek, V. (2016): Využití dat z dotazníkových šetření pro analýzu dopravního chování obyvatel Olomouce a Ostravy. Sborník příspěvků Symposium GIS Ostrava 2016 - Geoinformatika pro společnost, 10 s.
- Horák, J., Ivan, I., Fojtík, D., Inspektor, T., **Zajíčková, L.**, Voženílek, V. (2014): Dostupnost veřejnou linkovou dopravou v ČR. In sborník GIVS (Geoinformace ve veřejné správě), 15. a 16. 5. 2014, CAGI, Praha.
- **Zajíčková, L.** (2013): Datový model dopravní sítě pro správu dat a řízení veřejné hromadné dopravy. In: Recenzovaný sborník příspěvků z konference Fórum Mladých Geoinformatiků 2013. Zvolen.

Publikace v konferenčním sborníku zahraniční (ostatní)

Papers in conference proceedings – foreign (other)

- **Zajíčková, L.** (2014): Mobile Application for Acquiring Geodata on Public Transport Network. Symposium GIS Ostrava 2014 Geoinformatics for Intelligent Transportation.
- Voženílek, V. and **Zajíčková, L.** (2013): Data Model for Public Transport in Context of Spatial Data Infrastructure. In: International Conference on Information Technology Infrastructure 2013. Kuala Lumpur, Malaysia, s. 1-8.
- **Zajíčková, L.**, Jindra, M. and V. Voženílek. Changes in the Public Transport network and their impact on the coverage of municipalities. In: TRB 94th Annual Meeting Compendium of Papers, Washington. D. C.: Transportation Research Board, 2015.

Ostatní publikace autora / *Another author's publications*

Zahraníční publikace / Foreign publications

- **Zajíčková, L.** (2014): Changes in the public bus service transport network in the Olomouc Region. In: Third InDOG Doctoral Conference. Olomouc: Palacký university in Olomouc. ISBN: 9788024442341.
- **Zajíčková, L.** (2014): Regular commuting to work and school. In: Second StatGIS Conference. Olomouc: Palacký University in Olomouc.
- **Zajíčková, L.** (2013): The data model for data management of public transport in the Czech Republic. In: Second InDOG Doctoral Conference. Olomouc: Palacký university in Olomouc, 2013, s. 68-71.
- **Zajíčková, L.** (2013): Geodata for management of public transport in the Czech Republic. In: First StatGIS Conference. Olomouc: Palacký University in Olomouc, 2013, s. 99-105.

Domácí publikace / Czech publications

- Burian, J., **Zajíčková, L.**, Ivan, I. (2016): Analýza dopravního chování obyvatel Olomouce a Ostravy. Urbanismus a územní rozvoj, ročník XIX, číslo 4/2016.

Annotation

The aim of this doctoral thesis is to design, implement, verify, evaluate and use a new method of management of geographic data on public transport in the Olomouc region, with application of geographic information technologies.

The first part of the thesis presents the essential aspects of public transport development in the territory of the Czech Republic after 1980. It was concluded that there is a need for a new integration subsystem within the integrated transport systems, which would process geographic data and information on transport in general.

The second part presents an analysis comparing the offer and demand in transport, demonstrating that the work with spatial data and related information on public transport is insufficient.

Therefore the next step consisted in analysing the current situation in the use of geographic data, the scope of the monitored entities and attributes in relation to the standards of transport geographic data exchange. The openness and accessibility of geographic data were among the issues discussed. An essential part of the work consisted in an analysis of the requirements for geographic data from various users and the data flow between them.

Two data models are proposed in the next part of the thesis. The first one has been designed for railway transport and the second one for public intercity transport and city transport. The models contain most of the entities and attributes used in the international standards and at the same time meet the requirements of organisers at regional level. A method of collection, management and sustainability of spatial data in the proposed scope was also defined.

At the end, the proposed database was filled to an extent that was feasible in terms of integration of available data sources and the time-consuming data collection in the field. Three selected tasks are presented, demonstrating the advantages of the data model and usefulness of spatial data for practical tasks designated for integrated transport system management and also for the passengers.

Integration of geographic data in transport and proposal of a standard unifying the requirements of spatial data users at the regional level have not been dealt with so far. Therefore the results of the thesis can be used mainly by public transport organisers and also by companies developing products relying on spatial data technologies. The application of the data model and spatial data management method may result in a number of optimizations and benefits for transport companies as well as for the public. The research has opened a new topic related to a possible expansion of the term “information integration”. Spatial data can also be used in further analyses of people’s behaviour in relation to transport, services covering a certain area and demand for transport services.

Key words: Integrated transport system, public transport, geodata, data model

Summary

The principal objective of the thesis was to investigate geographic data on public transport at regional level and specifically to explore a data model, approaches to geographic data management and application of geographic data in practice. At the beginning, the main aim was broken down into five smaller objectives: to summarise the development of the public transport system in the Czech Republic after 1980, analyse the spatial changes of the network and development of the offer and demand from 1980, describe the current situation and the extent of geographic data management at regional level, design and apply a data model for geographic data management in public transport and test this data model together with a new method of public transport geographic data management. Each part has been conducted using all available methods and in compliance with the knowledge and recommendations obtained in the course of the research.

After analysing the development and principles of public transport organisation, which have led to the creation of integrated transport systems as successful forms of public transport operation and organisation, we have defined the term “information integration”. Nevertheless, this term has to be understood in a broader sense than just as gathering information for the entire integrated transport system on the website. The creation of integrated transport systems at regional level could logically result in the existence of widely usable and accessible geographic data on public transport, administered and provided by one responsible entity. Experience from other countries clearly shows that geographic data on public transport have a significant potential for sustainable development of public transport and other areas.

The thesis has demonstrated that this potential cannot be used in the Czech Republic due to the different approaches to the collection, management and use of geographic data applied by individual organisers. A research of available geographic data on transport revealed how challenging it is to evaluate information, for example on the offer and demand, even for the purposes of a scientific research. Missing geographic data on stops and connections and incomplete information in the timetables only allow us to analyse the demand for transport at regional level, using the information on catchment areas obtained in the national census conducted once in ten years. The analysis of the offer is limited to an assessment of the number of connections in a given area, stops according to the name and municipality or of the time required to get from A to B. However, from the organisers’ perspective, the analysis of coverage and services in a given area is a more complex task and must evaluate the relations between municipalities and in respect of the regional centre and plan transfers in

terms of time and space, etc. Therefore, the practical section of the thesis (WP2) analyses the adequacy of changes in transport offer in relation to the change of residences and demand for transport. The analysis confirmed the influence of planning that takes into account the attractiveness of residential areas and demand for transport.

The outcome of the thesis is an analysis of the current situation and scope of geographic data management at regional level and an analysis of the users' (including potential users) need for geographic data and their usability. The current situation in geographic data management was evaluated using six criteria. Every organiser may assess its geographic data as compared to an optimal situation we have defined. The analysis of available and applied standards for geographic data and geographic data and information requirements from the perspective of users was used as a basis for the proposal of a data model for the infrastructure and planned operation of public transport. The results presented in section WP3 show that the major application of geographic data is in the management of integrated transport systems. Geographic data help us describe the status of different points in space, the services available in the given territory and may be used as a basis for public transport management from the control centre and for transmission of exact information to the passengers. From the perspective of transportation companies, geographic data are essential for the traffic and provision of ordered transport services. The core part of information integration at regional level consists of the data on the infrastructure, planned operation, closures, changes, accidents and extraordinary events. These data can then be expanded with additional databases containing data on occupancy rates, turnover at stops, sales of travel documents, etc. The defined information integration relies on cooperation between all participants in the integrated transport system participating in the offer of transport services and also on a unified format, structure and content of the geographic data. The most important geographic data are those on infrastructure and planned operation, which must be available to each operator, in some cases through their own partial resources. A new data model was designed for these data, together with a management method which also contains guidelines for the creation of the database and maintenance of up-to-date geographic data. One model was proposed for road public transport (including tramways and trolley buses) and another for railway transport, given the differences in the infrastructure and operational attributes of the connections. The method assumes that a complete data collection using modern technologies (GPS, tablet, GIS) will enable acquiring an adequate scope of monitored entities and attributes. These technologies will also ensure a high precision in terms of situation and topology and easy updates.

In the final part of the thesis, a partial filing of the database was conducted in the data model designated for road public transport (buses, tramways and trolleybuses). Practical testing of the results of the partial research objectives showed that the data model has been designed appropriately and confirmed that the technological solution – PostgreSQL – was also chosen correctly and meets all the requirements. However, it should be noted that certain attributes in the operational part cannot be fulfilled, as they would require a change in the contractual relations with transport companies or changes in legislation. It is basically necessary to closely cooperate with transport companies and make them fill in all attributes according to the data model in compliance with the compulsory JDF format, including those that are optional yet essential for the operation. The subsequently conducted practical tasks were supposed to verify the potential and usefulness of the geographic data contained in the data model. The analyses performed were also discussed in terms of their usability, for example for the management from the control centre, creation of timetables, creation of applications for passengers and other purposes. The aim of information integration is to allow the organisers to plan transport services, transport management and information for passengers more precisely and efficiently. Also, if geographic data are managed according to the proposed models and methods in all regions, it would be easier to address cross-border services in an infrastructure maintained by another region and plan these service more efficiently.

Most of the results obtained in this thesis have been already presented at conferences and seminars or published in specialised journals and collections. The thesis has both scientific and practical significance. As for further investigation, it opens a possibility for a more detailed research of information integration, which is now only used as a basis to address public transport issues. Further research could apply the proposed solution to transport geographic data integration within the Smart Cities framework. The research could also address the methods of opening of these data and their use for programming of various applications for passengers and experts. The geographic data obtained could also help us create a better basis for analyses of the demand and offer in transport service. The results of the work have been practically applied by KIDSOK, which is going to change its contract on integrated public system made with transport companies. Relying on its own resources, KIDSOK attempts at completing the databases for both models and continue to use the geographic data for its analyses. The author's presentation at the meeting of T-Mapy users in 2015 inspired this company to develop a tool for collection of attributes according to the proposed model for road public transport. The tool forms part of the product labelled Dispatching that is being offered to transport organisers. The author was also contacted by the Central European Data Agency, a. s., which reacted to her publications related to the drafting of the project

to be submitted in the call launched under the Applications programme of the Operational Programme Enterprise and Innovation for Competitiveness. The project is focused on collecting of public transport geographic data, specifically data on public transport stops and terminals. The content of the thesis is therefore an important asset for a number of entities and the scope in which it can be implemented depends mainly on the transport companies' willingness to cooperate in data sharing.

Mgr. Lenka Zajíčková

**GEOINFORMAČNÍ PŘÍSTUP SPRÁVY PROSTOROVÝCH DAT
O VEŘEJNÉ HROMADNÉ DOPRAVĚ NA ÚROVNI KRAJE**

GEOINFORMATICS APPROACH OF REGIONAL
PUBLIC TRANSPORT SPATIAL DATA MANAGEMENT

Určeno pro studenty, partnerská akademická pracoviště a veřejnost.

Výkonný redaktor: prof. RNDr. Zdeněk Dvořák, DrSc. et Ph.D.

Odpovědná redaktorka: Mgr. Lucie Loutocká

Technická redakce: Mgr. Lenka Zajíčková

Publikace neprošla redakční jazykovou úpravou.

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci

Křížkovského 8, 771 47 Olomouc

www.vydavatelstvi.upol.cz

www.e-shop.upol.cz

vup@upol.cz

1. vydání

Olomouc 2017

Edice GEOINFO-CARTO-THESIS, svazek XIII.

ISSN 1805-7500

ISBN 978-80-244-5160-2

Neprodejná publikace