

## DATOVÝ MODEL DOPRAVNÍ SÍTĚ PRO SPRÁVU DAT A ŘÍZENÍ VEŘEJNÉ HROMADNÉ DOPRAVY

Lenka ZAJÍČKOVÁ<sup>1</sup>, Patrik BŘEČKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc, Česká republika, [lenka.zajickova@upol.cz](mailto:lenka.zajickova@upol.cz)

<sup>2</sup> Asseco Central Europe, a.s., Žarošická 13, 628 00 Brno, Česká republika, [patrik.brecka@asseco-ce.com](mailto:patrik.brecka@asseco-ce.com)

### Abstrakt

Příspěvek představuje vytvořený datový model dopravní sítě pro správu dat a řízení veřejné hromadné dopravy, který vznikl jako reakce na absenci kvalitních geodat o veřejné hromadné dopravě. Datový model vychází z nejnovějších standardů pro výměnu dat o síti hromadné dopravy. Autoři příspěvku zároveň prezentují na nově vytvořeném datovém modelu založený koncept způsobu sběru dat, jeho pilotní testování a možnosti efektivní aktualizace těchto dat.

### Abstract

The paper introduces the data model of transport networks for data management and controlling of public transport. The data model was created as a response to the absence of quality of geodata about public transport. The data model is based on the data exchange standards of the public transport network. Authors of this paper also present the concept of the method of data collection based on the new developed data model, the pilot testing and effective possibility of the data update.

**Klíčová slova:** datový model, dopravní síť, geodata, veřejná hromadná doprava

**Keywords:** data model, transport network, geodata, public transport

### 1 ÚVOD

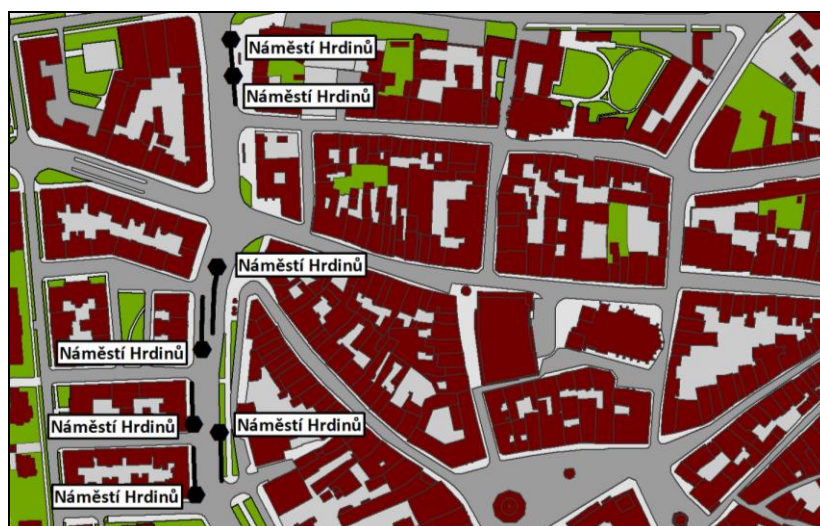
Problematikou řízení veřejné hromadné dopravy, správou a dlouhodobou udržitelností aktuálních informací o dopravní síti se na krajské úrovni v podmínkách České republiky zabývají především organizátoři (koordinátoři) integrovaných dopravních systémů (dále jen IDS). Jejich podstatou je nejen určování strategie rozvoje integrovaných dopravních systémů, zajišťování kontroly a určování rozsahu přepravních výkonů, ale také zajišťování dostupných informací o dopravní síti a provozu na ní. Většina informací se díky povaze jevu probíhajícího v prostoru váže na prostorová data, jsou proto předurčeny ke zpracovávání a uchovávání v prostředí GIS. Síť veřejné dopravy je oproti provozu na ní realizovanému relativně stálá, přesto však natolik rozsáhlá, že udržet o ní kompletní a aktuální data, je často diskutovaným problémem. Díky rozšiřujícím se možnostem publikování a prezentace digitálních dat dochází ke stále stupňující se potřebě řešit aktuálnost, dostupnost, podrobnost, přehlednost a přesnost dat o veřejné hromadné dopravě. Cílem příspěvku je poukázat na absenci kvalitních geodat o veřejné hromadné dopravě a prezentovat možnost komplexního řešení tohoto problému.

### 2 SPRÁVA GEODAT O SÍTI VEŘEJNÉ DOPRAVY

Geodata o síti veřejné hromadné dopravy v ČR (dále jen VHD) nemají jednoho hlavního správce, neexistuje ani závazný předpis stanovující nutnost jejich pořízení, dokonce jejich přesnost nebo aktualizace nepodléhají žádnému standardu. Většinu dat o síti VHD spravují organizátoři (koordinátoři) integrovaných dopravních systémů na krajské úrovni nebo dopravci provozující VHD. Jejich datové sklady jsou často nekompletní, objekty bývají chybně umístěny, vrstvy postrádají souřadnicový systém, ojediněly není ani výskyt nedotahů, přetahů, chybných nebo chybějících atributů. Mnohdy není vhodná ani logická struktura, neboť data nevycházejí z kvalitního datového modelu, nevhodný často bývá i způsob správy dat. Na přehledových tištěných mapách středních a malých měřítek pro veřejnost se tyto chyby ztratí, ovšem u digitálních produktů

se tyto chyby vizuálně „maskují“, aby data působila věrohodně. Digitálně jsou proto data prezentována v podobě statických obrázků nebo na takovém podkladu (barevné polygony tarifních zón), kde není možné zkontrolovat, zda vizualizace odpovídá skutečné detailní poloze objektu [15]. Avšak pro výpočty, slučování dat sousedních území, prostorové analýzy, modelování a simulace jsou takto chybná data téměř nepoužitelná. Většina řídicích orgánů integrovaných dopravních systémů si již uvědomuje potřebnost a výhodu evidence kvalitních prostorových dat o síti v prostředí GIS, avšak absence sjednocující normy nebo standardu do této problematiky vnáší řadu rozdílných přístupů, odlišnou kvalitu dat a nekompatibilitu při nutnosti jejich výměny. Často diskutovaná je i otázka aktualizace dat, protože síť je sice téměř stabilní, objektů k evidování je však velké množství a řada jejich atributů podléhá častým změnám.

Většina správců geodat o síti VHD disponuje polygonovou vrstvou tarifních zón (polygony vymezující platnost jízdního dokladu), liniovou vrstvou sítě linkového vedení, případně liniemi jednotlivých linek a bodovou vrstvou zastávek, případně označníků. Právě zastávka je základem celé sítě VHD, protože na ní dochází ke vzniku a zániku přepravních vazeb. V praxi je to označené místo určené pro zastavování vozidel a slouží pro nástup, výstup nebo přestup cestujících. Zastávka je z pohledu datového modelu v GIS na nejvyšší úrovni, skládá se z mnoha geobjektů, prostorově je však často vizualizována jako virtuální bod. Zastávka se zpravidla zřizuje pro každý směr zvlášť, jednomu jejímu názvu náleží minimálně jedno místo zastavení vozidla a označnický v každém směru, u větších přestupních uzlů jich bývá i více (viz obr. 2).



Obr. 2: Schéma míst zastavení vozidel veřejné hromadné dopravy pro zastávku Náměstí Hrdinů

Její součástí jsou kromě míst pro zastavování vozidel také místa pro pobyt a pohyb cestujících nebo vybavení zastávky (označnický, přístřešky, odpadkové koše, prodejní automaty jízdenek, atd.). Prostorové vymezení zastávky může být nejednoznačné, přesto je ve většině případů zastávka vyjádřena pomocí jednoho bodu s jedinečným označením (názvem), který reprezentuje všechny její objekty a součásti.

Na mapách malých a středních měřítek pro cestující veřejnost se tato chyba vizuálně neprojeví, pro interaktivní dopravní plány nebo dispečerské řízení je však tato skutečnost limitující. Polohově totiž bod neodpovídá poloze ani jednoho místa zastavení autobusu, proto se především pro města a v rozvinutých IDS objevuje snaha zaměřovat přesné polohy objektů (nejčastěji jen zastávek nebo označnicků), ke kterým se pořizují fotografie a další popisné informace. Evidují se například ID zastávky podle celostátního informačního systému o jízdních řádech (dále jen CIS JŘ), název zastávky, souřadnice X a Y v různých souřadnicových systémech (nejčastěji ve WGS84 a S-JTSK), informace, zda je zastávka hraniční, bezbariérová, jakým typem dopravy je obsluhována (MHD, VLD, železniční doprava), do jaké tarifní zóny patří a případně další atributy o bezbariérovosti. Data bývají většinou pořizována editací nad ortofotomapou nebo zaměřována v terénu pomocí GPS a do tištěných formulářů se vyplňují atributy ke každému označnicku (zastávce). Výše uvedené atributy zjišťované v terénu se poté přepisují a přiřazují ke konkrétním objektům v prostředí GIS. Uživatelé těchto dat jsou především sami úředníci, kteří zajišťují správu sítě VHD a případné změny trasování linek, názvu zastávky a vytvářejí přehledové mapy pro cestující veřejnost. Dispečerské systémy dopravců evidují poměrně přesně množinu míst zastavení vozidel, které získávají vlastním

zaměřením a nebo sbíráním a statistickým vyhodnocováním údajů z GPS zařízení vozidel. Údaje často do značné míry kopírují údaje evidované v CIS JŘ. Zejména větší dopravci navíc evidují ještě další údaje pro svou potřebu. Jejich evidence je však zaměřena zejména na provozní oblast a jejich potřeby. Pro účely koordinátora IDS je potřebné sledovat jednotným způsobem více atributů než, které sleduje dopravce. Někteří koordinátoři IDS se snaží cestujícím poskytovat i informace pomocí interaktivních dopravních plánů. Téměř všechna tato řešení pro města i pro celá území IDS pochází od firmy SmartGIS s.r.o. [16]. Jedinou výjimkou je dopravní plán města Plzeň, který realizovaly Plzeňské městské dopravní podniky spolu se Správou informačních technologií města Plzně [13]. Interaktivní dopravní plány by však měly být až finální aplikací nad kompletním a topologicky správným datovým skladem VHD, nikoli důvodem pro budování digitálních datových skladů o VHD. Základem řešení musí být jasný existující nebo nově vytvořený standard a veškerá data musí být vytvářena a spravována podle předem stanoveného konceptu (datového modelu).

### 3 STANDARDY PRO VÝMĚNU DAT O SÍTI VEŘEJNÉ DOPRAVY

V zahraničí již existuje několik standardů a norem pro výměnu dat o veřejné hromadné dopravě, které definují strukturu, formát a povinné entity a atributy. Další řada nových standardů a norem se vyvíjí.

Celosvětově známý standard *GTFS* (General Transit Feed Specification) od společnosti Google definuje společný formát pro jízdní řády veřejné hromadné dopravy obsahující geografické informace [8]. Standard *GTFS* je primárně určen pro plánování cest, publikační nástroje JŘ a podobné aplikace. Jeho cílem je také umožnit dopravním organizacím zdarma publikovat geoinformace spojené s JŘ na podkladu Google Maps. *GTFS* představuje jednoduchý standard, který tvoří skupina povinných a volitelných textových souborů splňujících jednoduché, předem definované požadavky. Standard je snadno přístupný a využitelný širokým okruhem uživatelů. Aktuálně je pokryto data o VHD na podkladu Google Maps přes 500 měst, většina z nich leží v USA [6]. K projektu se v ČR zatím připojila pouze města Brno, Liberec, Ostrava, Pardubice, Plzeň a Praha a celorepublikově dopravce Student Agency, s.r.o. Data dle předepsané struktury textových souborů *GTFS* publikují dopravní agentury (doprovci) nebo subjekty zodpovědné za řízení VHD [7].

Norma *SIRI* (Service interface for real-time information) poskytuje definici základních požadavků na data v celoevropském kontextu. Jedná se o komunikační standard, který vychází z CEN standardu dopravního modelu (Transmodel ENV 12896 V5.1 [4]), který specifikuje model pro data ve veřejné dopravě. V praxi má formu XML dokumentu pro výměnu informací mezi systémy, které obsahují data o jízdních řádech a poloze dopravních prostředků v reálném čase. Je tedy využitelný pro informace v oblasti plánování, v oblasti řízení i statistik odjetých výkonů [2].

Technická specifikace *IFOPT* (Identification of Fixed Objects in Public Transport) definuje referenční datový model pro popis hlavních fixních objektů ve veřejné dopravě, tedy dopravní uzly, letiště, nádraží, autobusové zastávky, ale také veřejná prostranství, vnitřní prostory, vybavení, dopravní dostupnost a další. Cílem specifikace *IFOPT* je popsat základ moderních informačních systémů potřebných pro provoz a řízení VHD a také informování cestujících veřejnosti [5].

Novinkou v oblasti standardizace dat o VHD je norma *NeTEx*, která se stále vyvíjí. *Netex* je stejně jako *SIRI* založen na *Transmodelu V5.1*, dále na CEN technickém standardu *IFOPT* a standardu *SIRI*. Cílem *NeTEx* je poskytnout celoevropský standard pro výměnu údajů o dopravních JŘ, údajů a informací s nimi souvisejícími. Jedná se o komplexní a rozsáhlý standard popisující statické prvky sítě VHD (zastávky, stanice, přístupové prostory, vybavení, atd.), ale i prvky popisu provozu nad sítí (např. přestupy) [14].

Pro úplnost je nutné zmínit i *DATEX II* - evropskou technickou specifikaci pro modelování a výměnu ITS informací mezi subjekty v dopravě (dopravní řídicí centra, dopravní informační centra, atd.). Tato specifikace však není primárně určena pro veřejnou dopravu. Zabývá se obecně oblastmi, kde se pracuje s dynamickými cestovními informacemi [3].

V podmínkách ČR se zatím otázkou tvorby datového modelu veřejné dopravy, který by povinně popisoval všechny potřebné entity a atributy pro správu sítě VHD, nikdo nezabýval. Respektovaný je pouze jednotný datový formát (dále jen *JDF*), který stanovuje vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 388/2000 Sb., o jízdních řádech veřejné linkové osobní dopravy a vyhláška č. 175/2000 Sb., o přepravním řádu

pro veřejnou drážní a silniční osobní dopravu. Jedná se o předepsaný datový formát určený dopravcům pro zpracování jízdních řádů pro účely postoupení do CIS JŘ. Formát JDF je složen z několika CSV souborů, přičemž pole jsou oddělena čárkou a záznamy odděluje středník [12]. Dopravce v elektronické podobě JŘ zpracovává, zodpovídá za ně a předává je příslušnému dopravnímu úřadu ke schválení a postoupení do CIS JŘ, jehož vedením je od 26. 10. 2001 pověřena společnost CHAPS spol. s r. o. [9]. Do systému je ze zákona nutné odevzdávat povinné soubory JDF, nepovinné soubory dopravce může, ale nemusí odevzdat. Existují dvě základní verze JDF souborů – jedna pro autobusovou dopravu a druhá pro drážní dopravu. Mezi povinné soubory pro autobusovou dopravu patří: verze JDF, názvy zastávek (číselník zastávek pro předávanou dávku), číselník pevných kódů použitých na lince, údaje o dopravci, označení linky, posloupnost zastávek linky, číselné označení spojů, posloupnost zastávek spoje a časy odjezdů spojů [11]. 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. Mezi povinné soubory pro drážní dopravu patří verze JDF, názvy železničních stanic (soubor slouží jako číselník stanic pro předávanou dávku), údaje o dopravci, označení vlakových spojů, posloupnost stanic spoje a definice časových omezení provozu vlakových spojů [10].

Prvním pokusem o zavedení standardu pro data o VHD v ČR je probíhající projekt s názvem „Jednotný systém dat ve veřejné dopravě s ohledem na aplikaci standardního formátu s možností propojení stávajících systémů do jednotné SW platformy“ (*JSDV*). Řešitelem je Centrum dopravního výzkumu v. v. i. ve spolupráci se společností CHAPS s.r.o. a APEX, s. r. o., doba řešení projektu je od roku 2011 do roku 2013. Východiskem projektu je stávající stav informačních systémů veřejné dopravy, platná česká a evropská legislativa a především standard SIRI. Obecným cílem projektu je podpoření konkurenceschopnosti VHD pomocí implementace jednotně postaveného telematického systému se standardizovaným rozhraním, který umožní integraci dalších informačních systémů dopravců, integrovaných dopravních systémů a nebo provozovatelů/správčů dopravních cest. Dílčím cílem je vytvořit centrální datové úložiště a také vypracovat standardizované datové formáty pro výměnu dat. Dalším dílčím cílem je využít informace z CIS JŘ pro vytvoření celostátního systému informací v reálném čase (tzv. CISReal). Výstupem bude centrální informační systém, návrhy architektur, studie proveditelnosti a metodika pro budování informačního systému. Vytvořena by měla být také česká technická norma ČSN [1].

#### 4 NÁVRH DATOVÉHO MODELU PRO SPRÁVU SÍTĚ VHD

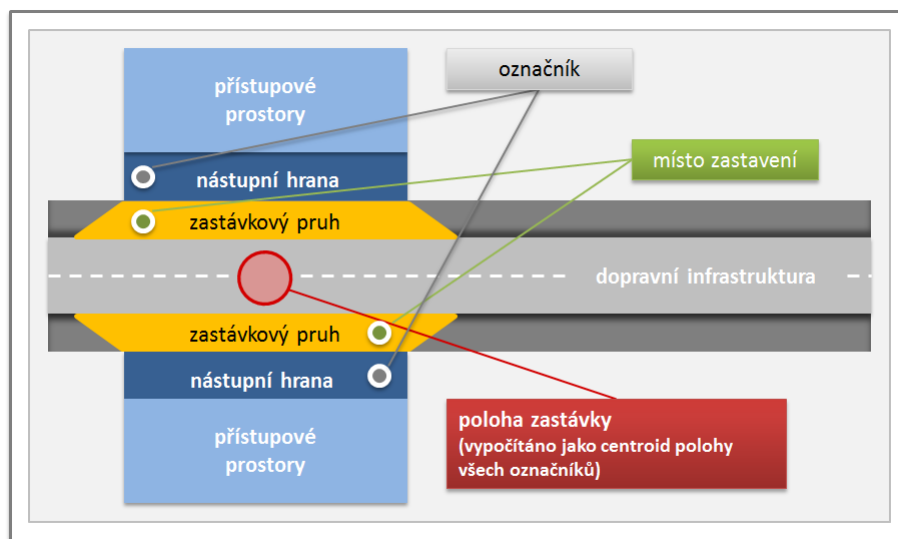
Nejčastějším problémem při evidenci objektů spojených s provozem veřejné hromadné dopravy je úplná absence nebo nekompletnost geodat. Cílem projektu, na kterém pracuje firma Asseco Central Europe (Asseco CE) a Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje (KIDSOK), je proto vyřešit pořízení kompletních dat o síti VHD pod správou KIDSOK a definovat pravidla jejich aktualizace. Na projektu se podílí také Katedra geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci, protože tvorba datového modelu je z velké části výzkumným úkolem. Na tento projekt bude v budoucnosti navazovat tvorba interaktivního dopravního plánu a dispečerské řízení, pro monitorování provozu nad sítí VHD. Navrhované řešení by mělo být natolik univerzální, že jej bude možné aplikovat nejen na území Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje (dále jen IDSOK), ale i na území jiného kraje nebo oblasti.

Data o síti VHD lze rozdělit buď z pohledu dopravní perspektivy podle druhu dopravy na data o silniční, železniční, letecké, vodní nebo ostatní dopravě nebo z pohledu geoinformatiky podle typu geoprůvku na bodové, liniové a plošné objekty vizualizované pomocí znaků. Každá kombinace těchto dvou úhlů pohledu má svá specifika. Výhodou ukládání a správy dat v GIS je možnost popsat každý geoobjekt (zastávku, označník, nástupní plochu, přístupový prostor, vybavení zastávky, linku, spoj, atd.) geometrií (prostorová poloha), topologií (polohové vazby k dalším objektům), atributy (tematické informace) a dynamikou (sledování změn v čase) [17]. Při tvorbě datového modelu je nutné zohlednit každý z těchto popisů geoobjektu a především popsat všechny geoobjekty spojené se sítí VHD.

Navržený datový model vychází z rozsáhlého standardu NeTEx, z něhož byly vybrány jen ty části, které jsou aktuálně uplatnitelné pro podmínky ČR, zohledněna byla i kompatibilita s formátem JDF. Částečně převzaty

a dopracovány byly kapitoly týkající se zastávek/stanic, označnicků, nástupních hran, zastávkových pruhů (v NeTEx definováno jako příjezd vozidel), linek, spojů, přístupových prostor, popisu přestupů a další. Tento výchozí koncept byl doplněn číselníky z národní úrovně (JDF) a také specifickými požadavky KIDSOK. Správce geodat o síti VHD IDSOK se již v minulosti snažil některé atributové informace a číselníky k zastávkám a označnickům evidovat, avšak logicky byl tento koncept navázaný na špatné entity a dával velký prostor pro vznik chyb. Kromě některých objektů zaměřovaných pomocí GPS byla většina objektů topologicky umístěna chybně, kontrola a usazování objektů často probíhala jen nad ortofotomapou. Snahou při tvorbě datového modelu bylo využít všech stávajících atributových informací a poznatků o síti (uložených v prostředí GIS a především v tabulkách Excel) a tato data a informace správně zařadit do nového datového modelu sítě VHD pro GIS. Na jeho základě je naplňován datový sklad, jehož benefitem je evidence kompletních dat o VHD včetně všech existujících atributů, existence odborně sestavených číselníků zabrahujících neodborné interpretaci, vysoká polohová a topologická přesnost objektů, zajištění kompletního sběru moderními technologiemi (GPS, tablet, GIS) a snadná aktualizace dat.

Základem datového modelu je *zastávka* jako bodový geoprvek a zároveň zastřešující pojem pro všechny další entity v prostoru (entity s prostorovou vazbou na zastávku viz obr. 3). Poloha zastávky je vypočítávána jako centroid polohy všech označnicků dané zastávky, takže většinou leží na komunikaci mimo jejich polohy. Zastávka je pro potřeby datového modelu jednoznačně označena identifikátorem z CIS JŘ, což je několikamístné číslo, které již nemůže získat žádná jiná nově vytvořená zastávka, protože duplicity nejsou v systému přípustné (př. 24768 pro zastávku Olomouc, tržnice). K zastávce se přiřazuje poloha v X a Y souřadnicích, název (skládající se ze 3 částí – název obce, část obce, bližší místo) a ID z CIS JŘ. Příkladem úplného názvu zastávky (se všemi třemi částmi) je zastávka Olomouc, Chomoutov, škola. Pokud v názvu zastávky chybí prostřední část textového řetězce (část obce), automaticky se vytvoří mezi textovým řetězcem název obce a bližší místo dvě čárky (např. Olomouc,,tržnice). Pokud chybí poslední část textového řetězce (bližší místo) nebo je stejná jako část obce, za názvem zastávky se čárka neponechává.



Obr. 3: Schéma zastávky a jejích součástí

Na zastávku je podle jejího ID z CIS JŘ navázána další entita – liniová vrstva *nástupních hran*. Nástupní hranou je okrajová část nástupiště definovaná jako zpevněná plocha umožňující bezpečný pohyb cestujících v souvislosti s výstupem z vozidla, čekáním na spoj nebo nástupem do vozidla. 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. U každé nástupní hrany je určena poloha jejího začátku a konce. K dalším atributům patří její výška, délka, typ nástupní hrany (na krajnici, zpevněná plocha, atd.), popis bezbariérovosti (zda se u nástupní hrany vyskytuje vodící linie, signální pás, varovný pás a další), možné je také připojení fotografie. Nově byla pro potřeby datového modelu pro KIDSOK vytvořena také konvence tvorby ID nástupních hran a také označnicků a zastávkových pruhů, které jsou na ni navázané. Všechny konvence vycházejí

z ID zastávky podle CIS JŘ, na něj se poté připojují kódy jednotlivých úrovní datového modelu, do ID se promítají i základní charakteristiky entit. Navíc byla pro potřeby datového modelu vytvořena nová konvence značení orientace nástupní hrany, ze které lze jednoznačně určit směr odkud kam nástupní hrana probíhá.

K nástupní hraně přiléhá *zastávkový pruh*, který je v datovém modelu navázaný pomocí ID na nástupní hranu a zastávku. K němu je evidována poloha jeho začátku a konce pomocí dvou bodů a další atributy, mezi které patří údaj, zda je zastávkový pruh řešen zálivem, jakou má záliv délku a hloubku a zda existuje odbočovací pruh. Opět lze uložit fotografii.

Na každé nástupní hraně musí být minimálně jeden *označnick*, který je definován jako svislé výrazné označení tramvajové, autobusové nebo trolejbusové zastávky, popřípadě zastávky jiné dopravy [18]. V datovém modelu je reprezentován bodem a tvoří bodovou vrstvu označnicků. Označnický jsou zpravidla umístěny v úrovni čela nástupní hrany (na začátku nástupního ostrůvku nebo na začátku části chodníku) vymezené pro zastávku. Kromě souřadnic X, Y se pro označnick eviduje druh dopravy, provedení (sloupek, konzola, rám), umístění (samostatně, na přístřešku, na přilehlé budově, atd.) a majitel respektive správce.

Prostorovými entitami, které se zaměřují v terénu, jsou také *další prostory a objekty* vázané k nástupním hranám nebo celkově k zastávkám. Jedná se především o přístřešky, haly, čekárny, lavičky, automaty na jízdní doklady a další.

V datovém modelu je definována liniová vrstva každé provozované *linky* VHD ve spravovaném území KIDSOK. Linkou se rozumí souhrn dopravních spojení pro pravidelnou dopravní obsluhu určených míst [18]. Na geometrickou část geodat (průběh linie reprezentovaný posloupností lomových bodů) je navázána atributová složka. Nejdůležitější je jednoznačný identifikátor linky, kterým je ID z CIS JŘ (např. 890700), linkám ho přiřazuje příslušný dopravní úřad, a název linky (např. Olomouc-Dolany-Bělkovice-Lašťany). První trojčíslí ID linky udává číslo dopravního úřadu, další trojčíslí je vlastní číslo linky. V datovém modelu se ukládá typ linky (městská linka, městská linka s obsluhou příměstských oblastí, linka veřejné linkové dopravy, atd.), typ dopravního prostředku (autobus, tramvaj, lanová dráha, metro, přívoz, trolejbus), informace o dopravci, časové a pevné kódy linky (platnost a časová omezení provozu linky podle formátu JDF). V sestavách se dá zobrazovat také výčet zastávek projížděných linkou, které jsou navázané pomocí ID z CIS JŘ.

Podmnožinou linky jsou *spoje*, které jsou definovány jako jednotlivá dopravní spojení určená místně a časově (nejčastěji JŘ) mezi určitými místy v rámci pravidelné dopravní obsluhy těchto míst [18]. Příkladem spoje je spoj č. 368 linky 890700, který v 6:35 začíná na zastávce Olomouc, Týneček a v 6:52 končí na zastávce Olomouc, tržnice. Podle datového modelu je každý spoj navázán na číslo linky, připojeny jsou časové a pevné kódy pro konkrétní spoj a také posloupnost zastávek projížděných spojem (obr. 4).

Výše popsané entity jsou obsahem první fáze plnění datového skladu, na kterou bude navazovat další fáze rozšiřující tuto fázi o méně důležité prvky, které jsou pro správu důležité, ale ne nepostradatelné.

znak pevného kódu podle JDF 1.10	popis významu pevného kódu dle vyhlášky	označení časového kódu	typ časového kódu	význam časového kódu
X	jede v pracovních dnech	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	1	jede
+	jede v neděli a ve státem uznané svátky	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	2	jede také
1	jede v pondělí	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	3	jede jen
2	jede v úterý	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	4	nejede
3	jede ve středu	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	5	jede jen v lichých týdnech
4	jede ve čtvrtek	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	6	jede jen v sudých týdnech
5	jede v pátek	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	7	jede jen v lichých týdnech od ... do ...
6	jede v sobotu	volitelné číslo v intervalu od 10 do 79	8	jede jen v sudých týdnech od ... do ...
7	jede v neděli			
R	jízdenku s místenkou je možné zakoupit			
#	jízdenku s místenkou je nutné zakoupit			
<	spoj jede po jiné trase			
@	spoj s bezbarierovým přístupem do vozidla			
%	spoj s možností občerstvení			
l	spoj je v systému integrované dopravy			
(	spoj zastavuje jen pro vystupování			
)	spoj zastavuje jen pro nastupování			
{	spoj s částečně bezbarierově přístupným vozidlem, nutná pomoc průvodce			
[	spoj přepravuje cestovní zavazadla			
O	spoj přepravuje jízdní kola			
s	spoj se samoobslužným způsobem odbavování cestujících			

Obr. 4: Časové a pevné kódy pro spoje autobusové dopravy podle formátu JDF verze 1.10

## 5 ZPŮSOB SBĚRU DAT O SÍTI VEŘEJNÉ HROMADNÉ DOPRAVY A JEHO PILOTNÍ TESTOVÁNÍ

Během návrhu datového modelu byl sestavován také koncept způsobu sběru a aktualizace dat o síti VHD. Geoobjekty sítě jsou oproti provozu nad ní relativně stálé, avšak problémem je množství evidovaných entit a jejich atributů.

Při vyplňování datového modelu o VHD Olomouckého kraje pro linky a spoje se autoři snažili nalézt jednodušší cestu než generovat z JŘ posloupnost zastávek referenční trasy a v GIS ručně vybírat úseky sítě komunikací. Dopravní úřady totiž na území Olomouckého kraje schvalují JŘ přes 250 linek, z nichž každá má několik variant průjezdu trasy (některé spoje linek mají společnou jen základní/referenční část trasy). Proto časově by tento systém byl značně neefektivní. V extravilánu, kde vede jeden silniční tah je tato strategie realizovatelná, avšak ve městech a příměstských oblastech je více možností spojení dvou zastávek a data by mohla být vytvořena chybně. Prostorové vymezení spojů je získáváno z dat podpůrných technologií pro dispečerské řízení dopravců. Podstata řešení je založena na skutečnosti, že ve vozidlech jsou umístěny GPS lokátory sledující pohyb vozidel na dopravní síti. Pořízené liniové vrstvy spojů jsou umísťovány na síť komunikací a ukládány pod jedinečným číslem linky a spoje dle CIS JŘ. Pro geometrický obraz linek je pak vybírána referenční (základní) trasa spojů.

Pro sběr dat o zastávkách, nástupních hranách, označnicích, zastávkových pruzích, i prostorech a objektech vázaných k nástupní hraně nebo zastávce byl zvolen jiný přístup. Data budou sbírána v terénu pomocí naprogramované aplikace pro terénní sběr těchto dat. Dlouho bylo polemizováno a zkoumáno, zda je vhodnější vytvořit aplikaci do terénu pro smartphone nebo tablet. Výsledkem podrobné analýzy bylo rozhodnutí, že tablet je pro práci v terénu jednoznačně vhodnější. Důvodem byla především velikost displeje, na kterém je práce s aplikací v podobě formulářů mnohem rychlejší, přehlednější a komfortnější. Obrovskou výhodou zvolené technologie je zabudovaná GPS a navigace, možnost připojení k WiFi nebo pořízení fotografie. Všechny tyto možnosti je při sběru dat o síti VHD v terénu využíváno. Výhodou je i dostatečná výdrž baterie, kterou lze při přejezdech mezi mapováním ve vozidle možné dobíjet.

Aplikaci na tabletech používají pracovníci dopravců i KIDSOK. Před samotným terénním šetřením se nahrají aktuální číselníky a podkladová data (tarifní zóny, linkové vedení, podkladové mapy a další). Aplikace pracuje v off-line režimu, proto data musí být před terénním mapováním jednorázově načítána a po ukončení mapování stahována do centrálního datového skladu. V on-line režimu jsou k dispozici pouze podkladové mapy pro snadnou orientaci v terénu. Aplikace disponuje funkcemi pro zaznamenání polohy prostorových prvků (poloha začátku a konce nástupní hrany, označnicku a prostorů a objektů vázaných k nástupním hranám nebo zastávkám obecně), pořízení fotografie a popisu k jednotlivým částem zastávky a zadání popisné atributy k částem zastávky nebo zastávce obecně. Aplikace je nainstalována na tabletech,

automaticky se dávkově pouze aktualizují data pro práci v terénu a následně po stažení dat do počítače, se aktualizují geodata v centrálním datovém úložišti.

Na každé obrazovce zadávacího okna aplikace pro danou entitu se objevuje identifikace zastávky, jejíž atributy nebo části jsou právě editované, a také možnost potvrdit a uložit editaci nebo storno pro případ, že jsou atributy zadány chybně nebo terénní pracovník změny potřebuje zrušit. Na každé obrazovce aplikace je možné ukončit zadávání aktuálního prvku nebo úplně ukončit zadávání a vrátit se na úvodní obrazovku zadávání údajů (obr. 5).

Obr. 5: Ukázka zadávacího okna aplikace pro terénní sběr dat o veřejné hromadné dopravě

Zadávání většiny údajů je řešeno pomocí číselníků nebo předdefinovaným výčtem (také číselník), ze kterého je možné vybrat více variant. V aplikaci pro sběr dat v terénu je více než 25 číselníků, v rámci datového skladu se jich vyskytuje ještě dalších více než deset. Všechny byly vytvořeny a naplněny před pilotním testováním aplikace. Některé vznikly převzetím z CIS JŘ, další byly převzaty a upraveny ze standardu NeTeX, několik jich vznikalo nově pro potřeby KIDSOK na základě nových požadavků nebo již existujících podkladů (viz obr. 6).

**Číselník převzatý z CIS JŘ – standard JDF 1.10**

C_typ_linky
městská linka
městská linka s obsluhou příměstských oblastí
mezinárodní linka s povolenou vnitrostátní dopravou
mezinárodní linka s vyloučenou vnitrostátní dopravou
vnitrostátní - dálková linka
vnitrostátní - mezikrajská linka
vnitrostátní - vnitrokrajská linka

**Číselník převzatý z NeTeX**

C_dopravni_prostredok
autobus
tramvaj
lanová dráha
metro
přívoz
trolejbus

**Číselník vytvořený pro model KIDSOK**

C_nastupni_hrana_typ
nástup na krajnici
pouze zpevněná plocha
zvýšené nástupiště chodník
zvýšené nástupiště ostrůvek

Obr. 6: Příklady číselníků v datovém modelu síť veřejné hromadné dopravy pro KIDSOK

Jednotlivé číselníky jsou pojmenovány výstižným názvem jejich obsahu ve tvaru C\_nazev\_ciselniku (např. C\_presnost\_polohy). Většina hodnot číselníků je datového typu text o rozsahu do 50 znaků. Číselníky je kdykoli možné rozšířit o další hodnoty nebo přidat další. Správcem číselníků je KIDSOK, větší zásahy do aplikace nebo datového skladu by však bylo nutné z hlediska složité architektury datového modelu zajistit externími programátory. Kvůli problematickému psaní textu na tabletu je většina zadávacích hodnot řešena zaškrtnutými políčky (tzv. check boxy), ze kterých je možné vybrat buď jednu nebo více variant, další možností je zadávání pomocí rozbalovacích seznamů (tzv. rolovacích oken). Minimalizováno je zadávání pomocí klávesnice, snižuje se tím riziko nejednotného nebo chybného zadávání ve smyslu vytváření různých textových řetězců pro stejnou skutečnost. Klíčovým číselníkem je číselník kompletních názvů všech zastávek. Díky tomuto číselníku je zamezeno vzniku základní chyby – bude editována špatná zastávka.

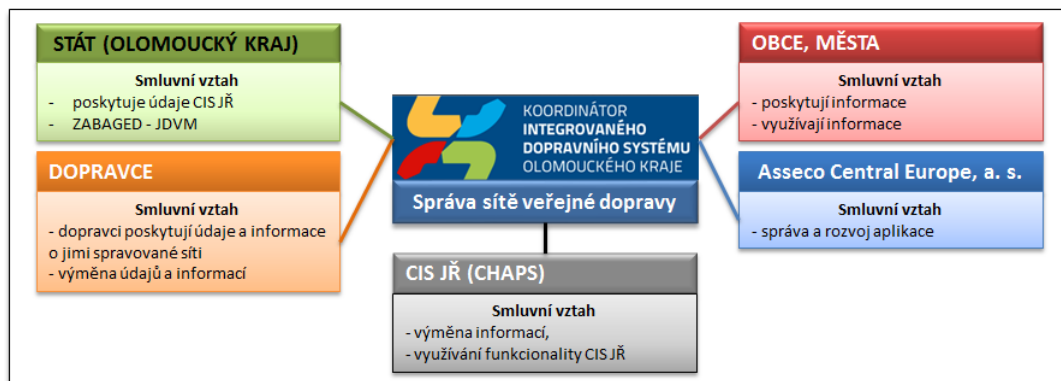


Terénní pracovník do něj není schopen zasáhnout (u ostatních číselníků je možné do poznámky připsat možné rozšíření číselníku nebo zvolit možnost „jiné“). V aplikaci je proto předem vyplněna pro každou zastávku kombinace číselníků, která se skládá z názvu obce, části obce a bližšího místa a jednoznačného ID z CIS JŘ. Kombinace se vytvářejí automaticky pravidelným exportem z CIS JŘ, díky němuž je snadné udržet aktuální kombinaci číselníků pro identifikaci zastávky. V terénu je tímto eliminována možnost setkat se se zastávkou mimo číselník v aplikaci. Kromě eliminace vytváření logických chyb, je ošetřeno také chybné zadávání hodnot nepochopením významu a nedostatečnými odbornými znalostmi. U některých atributů nebo číselníků je totiž připojena nápověda pro případ, že si terénní pracovník není jistý, kterou variantu hodnoty z číselníku zvolit nebo mu není jasný význam zadávaného atributu. Součástí nápovědy jsou pro názornost často kromě textů i obrázky.

Po skončení práce v terénu a uložení veškerých dat se na pracovišti KIDSOK do datového skladu stahují pouze nově editované nebo změněné údaje, ostatní údaje zůstávají v datovém skladu nezměněny. Tento proces je zajišťován modulem pro rozpoznávání a verzování nově editovaných dat. Ke každé stahované dávce dat se ukládá jméno terénního pracovníka, který dávku odevzdává, a datum s časem změny údajů. Veškeré změny, které jsou v datovém skladu prováděny v rozhraní GIS nad datovým skladem, se ukládají do historie práce s daty.

## 6 PRAVIDLA AKTUALIZACE DAT O SÍTI VEŘEJNÉ HROMADNÉ DOPRAVY

Během návrhu datového modelu byl sestavován také koncept způsobu sběru a aktualizace dat o síti VHD. Geoobjekty sítě jsou oproti provozu nad ní relativně stálé, avšak problémem je množství evidovaných entit a jejich atributů. V rámci IDSOK je přes 2 500 jedinečných názvů zastávek, označníků je přes 6 000, podobných počtů dosahují také nástupní hrany a další součásti zastávek, které je nutné evidovat. Mnohé atributy a skutečnosti je nutné sledovat i z důvodu poskytování informací pro handicapované osoby, navrhovaný rozsah je však mnohonásobně vyšší než je reálné pro samotného koordinátora zvládnout. Jako nevhodnější proto byla zvolena varianta zapojit do sběru a aktualizací dat hned několik subjektů (viz obr. 7).



Obr. 7: Organizační schéma správy sítě hromadné dopravy osob

V rámci sběru primárních dat v terénu byli osloveni a zapojeni dopravci, respektive terénní pracovníci, kteří mají na starost aktualizace jízdních řádů na zastávkách. Tato část práce nad datovým skladem je nejnáročnější z pohledu času, nově vzniklé zastávky, jednotlivé součásti zastávek nebo jakékoli prostorové nebo organizační změny budou monitorovány za účasti několika subjektů. Aktualizace dat z CIS JŘ (číselníky názvů zastávek, ID zastávek a další) jsou nasmlouvány s periodou jednoho měsíce s firmou CHAPS spol. s r.o., další informace o aktualizacích se získávají od Dopravního úřadu Olomouckého kraje (zajišťuje Odbor dopravy a silničního hospodářství Olomouckého kraje), případně jsou konzultovány rovnou s dopravci. Posledním zdrojem informací o dopravní síti jsou obce a města, která jsou většinou majiteli nebo správci zastávek a jsou často primárním zdrojem informací.

## 7 ZÁVĚR

Při správě a řízení veřejné hromadné dopravy Olomouckého kraje je zásadním problémem absence kompletních a kvalitních datových struktur. Původ problému je v nedostatečné legislativě, neexistujícím závazném předpisu, normě nebo zákonu, který by správu geodat o veřejné hromadné dopravě upravoval. Nově sestavený a do praxe připravený datový model pro veřejnou hromadnou dopravu pro podmínky ČR se opírá o komplexní, detailní a stále vyvíjený standard NeTEx. Datový model popisuje na základě nové hierarchie geoprvků všechny objekty a jejich atributy spojené se sítí VHD. Mnohé atributy jsou řešeny pomocí číselníků, většina z nich byla převzata ze standardu Netex nebo JDF, další číselníky jako např. typ nástupní hrany byly nově vytvořeny. Nově je poloha základní entity sítě – zastávky – vypočítávána jako centroid polohy všech jejích označků. Vytvořena byla také nová konvence vytváření ID označků, nástupních hran a příjezdů vozidel a také konvence orientace nástupních hran. Datový model byl doplněn návrhem pro sběr dat z terénu pomocí naprogramované aplikace pro tablet. Pomocí aplikace a GPS v tabletu jsou v terénu zaměřovány jednotlivé entity v terénu a vyplňovány jejich atributové informace. Další část pasportizace je prováděna na počítači v prostředí GIS. Nově byl sestaven také koncept aktualizace dat, do kterého jsou zapojeny subjekty státní správy, ale také dopravci a soukromé firmy.

## DEDIKACE NA VĚDECKÝ PROJEKT

Projekt tvorby datového modelu vznikl za kooperace Koordinátora Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje, p. o., společnosti Asseco Central Europe, a. s. a Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci.

Příspěvek vznikl za finanční podpory projektu CZ.1.07/2.3.00/20.0170 Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy České republiky, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem (Operační program vzdělávání pro konkurenceschopnost). Autoři zároveň děkují podpoře Vnitřní grantové agentury UP (projekt: PrF\_2013\_024).

## 7 REFERENCE

- [1] Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. *Jednotný systém dat ve veřejné dopravě* [online]. 2012 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://jsdv.cdvinfo.cz/>.
- [2] CEN/TS 15531:2011. *Service Interface for Real Time Information*. Brusel: European Committee for Standardization, 2011. Dostupné z: <http://www.kizoom.com/standards/siri>.
- [3] CEN/TS 16157:2011. *Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information*. Brusel: European Committee for Standardization, 2011. Dostupné z: <http://www.datex2.eu/content/standardization>.
- [4] EN 12896:2006. *Road transport and traffic telematics - Public transport - Reference data model*. Brusel: European Committee for Standardization, 2006. Dostupné z: <http://www.transmodel.org/en/cadre1.html>.
- [5] EN 28701:2012. *Intelligent transport systems - Public transport - Identification of Fixed Objects in Public Transport (IFOPT)*. Brusel: European Committee for Standardization, 2012. Dostupné z: [http://www.dft.gov.uk/naptan/ifo/ifoV1.0-36/CENTC278WG3SG6\\_IFOPT\\_20081110\\_36.pdf](http://www.dft.gov.uk/naptan/ifo/ifoV1.0-36/CENTC278WG3SG6_IFOPT_20081110_36.pdf).
- [6] Google, Inc. Add your transit data to Google Maps. *Google Maps: Content Providers* [online]. 2013 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://maps.google.com/help/maps/mapcontent/transit/participate.html>.
- [7] Google, Inc. *Veřejná doprava* [online]. 2012 [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: <http://www.google.com/intl/cs/landing/transit/#dmy>.
- [8] Google, Inc. *What is GTFS?* Google developers: Products [online]. 2012, 12.1.2012 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <https://developers.google.com/transit/gtfs/>.
- [9] CHAPS spol. s r. o. Celostátní informační systém o jízdních řádech: Popis systému. *CHAPS: Celostátní informační systém o jízdních řádech* [online]. 2013 [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <http://www.chaps.cz/cs/products/CIS>.
- [10] CHAPS spol. s r. o. Popis formátu a struktury dat pro elektronické zpracování drážních jízdních řádů (verze 1.1) *CHAPS: Celostátní informační systém o jízdních řádech* [online]. 2005 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.chaps.cz/files/cis/jdf-1.1-v.pdf>.

- [11] CHAPS spol. s r. o. Popis formátu a struktury dat pro elektronické zpracování jízdních řádů (jednotný datový formát – verze 1.10) *CHAPS: Celostátní informační systém o jízdních řádech* [online]. 2012 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.chaps.cz/files/cis/jdf-1.10.pdf>.
- [12] Ministerstvo dopravy České republiky. Metodický pokyn č. 4 k organizaci celostátního informačního systému o jízdních řádech. In: *56/2010-190-IDS/1*. Praha, 2010. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/ronlyres/C35BBFAE-E315-48F0-9040-A3339F482F48/0/MetodickyPokyn4schvaleny.PDF>.
- [13] Plzeňské městské dopravní podniky, a.s. *Interaktivní plán dopravy města Plzně* [online]. 2012 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://gis.plzen.eu/IPD/>.
- [14] PRE/CEN TC 278 WG9. *Network Exchange*. Brusel: European Committee for Standardization, 2012. <http://www.kizoom.com/standards/netex/schema/index.htm>.
- [15] SmartGIS s. r. o., KORDIS JMK, spol. s r. o. *KORDIS JMK - PlányDopravy.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://brno.planydopravy.cz/>.
- [16] SmartGIS s. r. o. Plány dopravy [online]. 2009 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: [www.planydopravy.cz](http://www.planydopravy.cz).
- [17] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy: principy a praxe*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 1998, 424 s. CAD. ISBN 80-722-6091-X.
- [18] Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, v platném znění.