

# Zkušenosti s efektivní realizací průzkumů obsazenosti vozidel MHD prostřednictvím automatizovaných systémů

## Experience with Effective Implementation of Public Transport Vehicle Occupancy Surveys Through Automated Systems

Richard Turek\*, Adam Bystrianský, Radim Striegler, Jan Krátký

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno

### Abstrakt

Předmětem článku je představení moderních způsobů, pomocí kterých lze provádět dopravní průzkumy v městské hromadné dopravě a zkušenosti s jejich použitím. Jde o příspěvek k metodologii práce znalců oboru doprava, odvětví doprava silniční, specializace posuzování provozu veřejné hromadné dopravy. Ještě nedávno se tyto průzkumy dělaly tzv. „čárkováním“, tedy za pomoci sčítačů a zapisovacích archů. Tento způsob je i dodnes využíván jako rezerva při selhání moderních technologií. V Centru dopravního výzkumu byla vytvořena mobilní aplikace a webové rozhraní pro automatizaci těchto průzkumů, úsporu času a zvýšení efektivity práce v terénu.

**Klíčová slova:** přepravní průzkum, obsazenost, MHD, automatizace.

### 1. ÚVOD

Realizace dopravního průzkumu představuje velký objem činnosti. Vlastní průzkum se zpravidla skládá z přípravné části, fyzického průzkumu a následně ze zpracování dat včetně tvorby analytických výstupů. Uvedené činnosti jsou do značné míry náročné na čas i finance, a proto je vhodné tyto činnosti, co nejvíce zautomatizovat při využití výpočetní techniky. Dalším důvodem pro automatizaci je objem spojů, který může nabývat velkého množství (např. MHD Zlín a Otrokovice zahrnuje cca 1 700 spojů v pracovní den). Z těchto důvodů byl vytvořen automatizovaný systém zahrnující dvě části: část pro správu a zpracování dat – webové rozhraní pro zpracovatele a část pro zadávání – mobilní aplikace pro sčítače, které budou popsány v dalším textu.

Dodáno do redakce: 4. 5. 2023  
Recenzní řízení: od 5. 5. 2023 do 16. 5. 2023

\*Korespondenční adresa: richard.turek@cdv.cz

### Abstract

The subject of this paper is to present modern methods that can be used to conduct traffic surveys in urban public transport and experiences with their use. It is a contribution to the methodology of expert witness work in the field of transport, road transport sector, specialization of public transport traffic assessment. Until recently, these surveys have been done by so-called “crossing”, i.e. with the help of counters and recording sheets. This method is still used today as a backup in case of failure of modern technologies. A mobile application and web interface have been developed at the Transport Research Centre (CDV) to automate these surveys, saving time and increasing the efficiency of fieldwork.

**Keywords:** transport research, occupancy, urban mass transport, automation.

### 2. PRŮZKUMY MHD

Průzkumy městské hromadné dopravy mají povahu přepravních i dopravních průzkumů. Předmětem průzkumů je získání údajů o intenzitách anebo směřování přepravních proudů, které jsou následně využity pro případné úpravy dle zjištěných poznatků, ev. deficitů za účelem optimalizace stávajícího systému MHD – počet spojů na linkách, vedení linek, ev. úprava tarifu. Jako podklady pro posouzení stávajícího stavu je rovněž možné využít statistické ukazatele z evidence dopravce. Pro posuzování systému MHD jsou využívány také zvláštní průzkumy zaměřené např. na rychlost, zpoždění, zdržení na zastávkách. Získaná data rovněž slouží k doplnění databáze přepravních a dopravních výkonových ukazatelů. V případě dat dopravního charakteru se jedná o jízdní

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/Sl.2023.1.57>

výkonové parametry týkající se jednotlivých linek, skladby, vypravenosti a kapacity vozidel apod., které jsou často předmětem analýzy i v rámci primární přepravního průzkumu a umožní lépe posoudit efektivitu provozu MHD [1].

Průzkumy MHD se podle způsobu zaznamenávání i sledovaných ukazatelů dělí následovně:

- průzkum intenzity přepravních proudů,
- průzkum počtu přepravených osob,
- směrový průzkum,
- zvláštní průzkum.

### 2.1 Průzkum intenzity přepravních proudů

Uvedený průzkum umožňuje zjistit množství přepravovaných osob, které projedou sledovaným profilem trasy (mimo zastávky) za zvolené období. Při rozlišení jednotlivých linek, ev. spojů lze sledovat průběh obsazenosti v průběhu konkrétní trasy dané linky vztahený k počtu sčítacích profilů. Sčítači dle typu vozidla zaznamenávají do sčítacích formulářů stupeň obsazenosti, udávající přibližný počet cestujících. Obecně je používáno 6 stupňů obsazenosti (0 – prázdné vozidlo, 5 – max. obsazení). Konkrétní hodnoty lze najít v odborné literatuře. Výsledky je možné použít k rámcovému porovnání poptávky a nabídky v dané trase. Nevýhodou je nižší přesnost získaných údajů. Podvariantou může být sčítání ve vozidle, kdy jsou sečtení všichni cestující mezi dvěma zastávkami, případně je možné sledovat obrat cestujících na zastávkách, což je však předmětem dalšího průzkumu.

### 2.2 Průzkum počtu přepravených osob

Náplní průzkumu je zaznamenávání vystupujících a nastupujících na jednotlivých zastávkách. Sčítač se při průzkumu zpravidla nachází ve vozidle, případně mohou být sčítači na zastávkách. Druhý způsob je značně náročný na personální pokrytí. Při sčítání ve vozidle sčítač v průběhu jízdy (každého spoje) zapisuje na každé zastávce počty vystupujících a nastupujících. Pro ověření správnosti sčítač provádí kontrolní výpočet, zda koresponduje počet cestujících ve voze po odjezdu. Případně je možné zaznamenávat pouze nástupy a počet ve voze a výstupy dopočítat. Při sčítání na zastávkách sčítač eviduje obsazenost vozidla na příjezdu a počty vystupujících a nastupujících. Pro jednotlivé linky, ev. spoje je možné na základě průzkumu znázornit průběh obsazenosti v průběhu trasy i míru výměny cestujících na jednotlivých zastávkách. Podobně také srovnání počtu nabízených/požadovaných míst. Alternativu k ručnímu zaznamenávání představují automatická zařízení pro počítání cestujících.

### 2.3 Směrový průzkum

Předmětem směrových průzkumů je zjistit zdroje a cíle cest, velikosti přepravních vztahů a případně také účel (charakter) cesty. Uvedené aspekty jsou nezbytným podkladem pro návrh sítě MHD ev. úpravu stávajícího systému. Jedná se zejména o trasování linek, umístění zastávek, četnost spojů v jednotlivých relacích ve vazbě na předchozí průzkumy. Uvedený průzkum je náročný na velké množství sčítačů, vlastní provedení i následné vyhodnocení. Provedení průzkumu je tak spojeno s vysokými náklady. Mezi používané metody patří:

- metoda sčítacích lístků,
- metoda ústního dotazu během přepravy,
- metoda písemného dotazu během přepravy.

Způsob provádění i charakter zjišťovaných údajů podle jednotlivých metod je blíže popsán v odborné literatuře. Dílčím podkladem mohou být také výsledky z PDCH (průzkum dopravního chování), pokud je zahrnut dostatečný rozsah cestující veřejnosti využívající MHD.

### 2.4 Zvláštní průzkum

Zvláštním průzkumem jsou označovány průzkumy cestovní rychlosti a průzkum zdržení vozidel MHD. Sledované parametry je možné měřit buď ve vozidle nebo mimo vozidlo. V případě měření ve vozidle sčítač stopkami měří jízdní doby mezi zastávkami, zdržení na zastávkách a na křižovatkách. Při měření mimo vozidlo se liší způsob měření pro cestovní rychlost a zdržení zastávkách. Při měření rychlosti záznam provádí dva sčítači na vybraném/určeném úseku (na začátku a konci). Při zaznamenávání zdržení na zastávkách pozorovatel sleduje příjezd a odjezd každého vozidla. Pro zjištění průměrných hodnot a eliminaci náhodných vlivů je vždy třeba provést opakovaná měření.

### 2.5 Další možnosti získání dat o obsazenosti

V současnosti jsou již vozidla MHD většinou standardně vybavena moderními prvky odbavovacího a informačního zařízení. Nedílnou součástí informačního systému vozidla je obvykle i jednotka GPS. Údaje o poloze vozidel je tak následně možné využít při hodnocení provozu i předání informací o zpoždění cestujícím a umožňují tak zkvalitnění provozu.

Kromě standardních přepravních průzkumů, ev. dalších průzkumů popsaných v předchozích kap. patří mezi další možné způsoby získání dat o intenzitách přepravního proudu a obsazenosti spojů v jednotlivých úsecích tyto zdroje:

- odbavovací systémy, turnikety,
- interní průzkumy dopravce,
- automatické sčítače cestujících,
- vážicí systémy.

V případě odbavovacích systémů jsou prostředkem pro získání dat o prodaných jízdenkách palubní počítače ve vozidlech (pokladny u řidiče), které jsou využívány hlavně u příměstské a dálkové dopravy, kdy cestující nastupují předními dveřmi. Případně v provozech MHD s daným způsobem odbavení – zde však neznáme výstupy. (např. Karviná, Prostějov). V případě linek s kilometrickým tarifem jsou data velmi přesná. U integrovaných systémů s uplatňovaným zónovým či pásmovým tarifem je určitým způsobem omezena vypovídající hodnota, přičemž známe pouze informaci o nástupu a počtu projetých zón. V případě předplatních jízdenek bez vazby na elektronický nosič (např. bankovní kartu) pak není možné vytěžit reálně žádné informace o jednotlivých cestách. Výhodou těchto dat jsou nízké náklady vzhledem k tomu, že data jsou získávána automaticky jako součást prodeje, avšak obvykle nejsou k dispozici ucelená data. V případě železniční dopravy pro nákup jízdenek slouží převážně pokladní přepážky ve stanicích. Nemusí zde však být vždy vazba na konkrétní spoj ale pouze den a trasu. U dálkové dopravy sem patří také rezervační systém, zejména u spojů s povinnou rezervací místa. Část cestujících využívá pro nákup také mobilní aplikace a internet.

V podmínkách MHD zpravidla cestující využívají nejčastěji předplatní jízdenky či jednotlivé jízdenky, ev. SMS jízdenky apod. Přičemž k označení papírové jízdenky či přiložení bankovní karty

dochází pouze při nástupu v případě jednotlivého jízdného (ev. u kratších cest přiložení karty i při výstupu). Nejsou tak k dispozici ucelené údaje o nástupech/výstupech na jednotlivých zastávkách. Ve vybraných městech jsou využívány bezkontaktní čipové karty (BČK), které jsou přikládány při nástupu i výstupu, např. Pardubice, ev. např. Havířov, Trenčín, kde jsou označovány jen nástupy. Jednou z dalších možností monitorování intenzit cestujících jsou turnikety či sloupky osazené senzory na vstupu/výstupu na/z nástupiště používané zpravidla nejčastěji v uzavřených systémech – metro apod. (v ojedinělých případech mohou být osazeny ve vozidle). Data mají spíše obecný charakter o počtu cestujících, např. v různých částech dne bez vazby na konkrétní spoj či cestu. Mohou však být využita pro obecné srovnání počtu vstupujících cestujících a počtu nabídnutých míst (souprav) za jednotku času. Zahraničním příkladem může být např. londýnský Transport for London (TfL), kde je v metru využíván systém tzv. Touch in, touch out, což znamená, že cestující přikládá ke čtečce na turniketu (případně systém funguje bezkontaktně pomocí NFC – near field communication) svou Oyster card jak při nástupu (touch in), tak také při výstupu (touch out). V případě autobusu a tramvaje je karta přikládána pouze při nástupu. V ostatních okolních zemích jsou obvykle využívány jednotlivé jízdenky či předplatní jízdenky s možností zakoupení např. v automatech na jízdenky, prodejnách jízdenek či přes mobilní telefon, které se zpravidla nikam nepřikládají podobně jako ve většině měst ČR a není je tak možné použít pro posouzení obsazenosti jednotlivých spojů.

Alternativní způsob získání počtu cestujících v jednotlivých spojih představuje také zjednodušená forma sčítání osob pověřenou osobou dopravce během obvyklé pracovní činnosti, nejčastěji např. průvodčí. V případě průvodčích je prostředkem přenosná osobní pokladna (POP), která zahrnuje rozhraní pro zjednodušené zadávání výstupů/nástupů. Nevýhodou tohoto způsobu je omezená přesnost (zejména u spojů s vyšší obsazeností) v důsledku toho, že se jedná o vedlejší pracovní náplň, která je vykonávána souběžně s kontrolou či prodejem jízdních dokladů ev. další činností. Podobně bývá využíváno i řidičů MHD, kteří do formuláře zaznamenávají stupeň obsazenosti na vybraných zastávkách.

V rámci snahy o získání co nejkomplexnějších informací z provozu je vybavení vozidel postupně rozšiřováno o automatická zařízení pro sčítání cestujících. Osazování těmito zařízeními je spojeno s obnovou vozového parku, ev. modernizací stávajících vozidel. Systém je určen ke sledování vytíženosti jednotlivých dopravních prostředků a následnou tvorbu statistik. Automatické sčítače jsou založené na automatickém sčítání a vyhodnocování dat na základě snímání nástupů a výstupů. V případě tohoto způsobu mohou být nainstalovány senzory nad dveřmi vozidla. Snímání je založeno na principu infračervených paprsků nebo kamer s integrovaným systémem rozpoznávání bez pořizování obrazového záznamu. Uvedený systém s sebou nese určitá technická specifika, kdy fungování čidel musí být upraveno a schváleno pro každý typ vozidla zvlášť. Jednotky jsou obvykle umístěny nad dveře do vnitřní části vozidla s tím, že mezi temenem hlavy musí být minimálně 20 cm volného prostoru. Detailní popis a princip automatického počítání cestujících (APC) i popis počítačích jednotek je uveden na webových stránkách výrobců – Herman systems, s.r.o., ABIRAIL CZ s.r.o., ev. další. Např. výrobce Herman systems, s.r.o. popisuje používaný princip následovně: „Senzorická jednotka sčítacího systému UCP-02 (unit of counting passengers) je

vybavena výkonnou řídicí jednotkou sloužící ke snímání a hlavně následnému zpracování obrazu. Snímaný signál ze stereo kamery je výpočetně on-line zpracován v jednotce a převeden na číselnou podobu v čidle (nastupující/vystupující cestující v době otevření dveří)“ [7]. Dle technických parametrů výrobců počítačích jednotek je přesnost až 98 %. Dodavatel ABIRAIL CZ s.r.o. uvádí 95–98 % [8]. Dle odborné zahraniční literatury, např. [4] je přesnost těchto systémů o něco nižší. Vážicí systémy jsou založeny na aktuálním obsazení – zatížení vozidla. K vážení jsou využívány systémy založené na sledování zatížení měchů s následným výpočtem změny hmotnosti vozidla v souvislosti s měnící se obsazeností v mezizastávkových úsecích. Daný způsob je zatížen výraznou nepřesností z důvodu rozdílné hmotnosti jednotlivých cestujících. Přičemž při výpočtu je počítáno s jednotnou – průměrnou hmotností cestujícího 80 kg. Literatura udává přesnost tohoto systému 60–65 % [5]. I přes postupné zavádění automatizovaných systémů jsou tyto zaváděny zatím spíše v omezené míře, např. vybraná část vozidel z každé trakce nebo pouze vozy vybrané trakce (Olomouc, Zlín). Např. v Plzni bylo dle výroční zprávy z r. 2017 [9] pokryto cca 23 % vozidel. Vozy vybavenými APC v různé míře disponují také DP Liberce a Jablonce n. Nisou, Olomouce, Zlína, Brna, Prahy a další. Vážicí systém je částečně využíván např. v Ústí nad Labem. Dveřní sčítače jsou postupně rozšiřovány např. ve Spojených státech amerických, i zde je však stále využíváno ruční počítání cestujících (např. Houston) [11].

Z výše uvedeného výčtu možných způsobů zjišťování obsazenosti vozidel VHD vyplývá, že prezentovaná koncepce elektronického způsobu vozidlového průzkumu nemá v současnosti obdoby, což dokládá např. stále ruční provádění průzkumů obsazenosti vozidel PID (mimo metro), jakožto největšího systému integrované dopravy) s nutností přepisu do elektronické formy. Přepsaná data jsou pouze následně vyexportována v předdefinovaných souhrnných sestavách ASW JŘ. Určitou analogii lze spatřovat pouze v případě pokladen POP, u kterých se však jedná o doplňkovou a zjednodušenou funkci. Zde může k nepřesnosti přispívat kromě toho, že jde o sekundární činnost vedle kontroly jízdních dokladů např. také neprůchodnost souprav. Zároveň je nemožno využívat oproti předkládanému způsobu externí sčítači. Nejvíce konkurenční přístup představují automatické sčítače, které jsou však zatím málo rozšířené (nejčastěji obvykle u větších dopravních dopravců, jen část vozidel). Prezentovaný způsob je tedy vhodným způsobem pro většinu měst, kde vozidla těmito systémy vybavena nejsou anebo pouze částečně.

### 3. ZKUŠENOSTI S VYTVOŘENÝMI DIGITÁLNÍMI NÁSTROJI PŘI PRŮZKUMU OBSAZENOSTI

Ve srovnání se systémy APC ev. dalšími mají standardní průzkumy stále své opodstatnění. Umožňují především zachytit ucelený přehled o počtech cestujících v jeden den napříč všemi linkami a spoji MHD. Podmínkou je řádné vyškolení, výhodou jsou předdefinované zastávky i automatické počítání cestujících ve voze. Sčítač se tak může zcela věnovat vlastnímu sledování výstupů a nástupů. Přesnost je možné zvýšit zvýšenými nároky při náboru sčítačů (věk, vzdělání) i jejich počtem např. kloubová vozidla standardně 2 sčítači. Dlouholetým realizátorem dopravních průzkumů v silniční i veřejné dopravě je také Centrum dopravního

výzkumu, v.v.i., které v letech 2010 a 2020 realizovalo Celostátní sčítání dopravy a řadu dalších průzkumů např. v rámci zpracování plánů udržitelných měst apod. Postupem času začaly být na vzestupu nástroje automatizace anebo digitalizace jak pro sběr dat, tak i pro následné zpracování a tvorbu analytických výstupů. Příkladem je např. CSD 2020. Obdobně jako v případě dopravních průzkumů v silniční dopravě byly elektronické nástroje pro digitální záznam údajů aplikovány také při realizaci dopravních průzkumů MHD. V kontextu jednotlivých úkonů a potřebných informací při vlastním sčítání bylo vytvořeno uživatelské prostředí mobilní aplikace a naprogramována potřebná vstupní data a informace. Poznatky a zkušenosti z několika provedených sčítání cestujících v MHD pomocí mobilních přístrojů jsou předmětem dalšího textu.

### 3.1 Příprava

Největší úskalí představuje formát vstupních dat, která velmi často mohou mít podobu souboru PDF a není možné s nimi dále pracovat. Je tedy nutné vykomunikovat poskytnutí strojově zpracovatelného formátu přímo od zadavatele (ev. dopravce), ať už se jedná o linkový jízdní řád, turnusy vozidel ev. kombinaci (služební JŘ). Podle dostupných informací (emailová komunikace s dodavateli) jsou např. v případě podnikového SW Skeleton výstupy ve formátu XLS, CSV zahrnuté v rámci jiných výstupů, systémově vytvořených pro účel dopravního průzkumu samostatně. V případě SW Edison je třeba stávající výstupy v XLS modifikovat na požadovanou podobu. Je tedy vhodné s dopravcem vykomunikovat, zda těmito disponuje nebo je nutné uvedené řešit alternativně. V méně členěných podkladech je případně možné tyto převést ve vybraném SW např. R-software, apod. Vhodnější je však použít zpracovatelné vstupní soubory vygenerované přímo z informačního systému dopravce, a to i z důvodu výskytu řady specifických symbolů, kdy by alternativní transformace mohla znamenat zanesení chyby.

Mezi používané podnikové systémy v oblasti veřejné dopravy patří např.:

- CHAPS spol. s r.o. – systém SOCRET (Praha, Brno, Ostrava),
- FS Software s.r.o. – systém Skeleton® (např. Zlín, Jihlava, Most a Litvínov, Č. Budějovice, Pardubice),
- M-line – systém EDISON (např. Karviná, Prostějov).

V rámci programování automatizovaného systému bylo vzhledem k drobným odlišnostem v podobě vstupních dat od dopravce odvislé od používaného SW třeba nadefinovat jednotný formát struktury vstupních dat a tomuto poskytnutý soubor od dopravce přizpůsobit. Současně bylo třeba definovat jednotlivé atributy a proměnné pro další zpracování.

Příprava průzkumu následně zahrnuje sestavení směn sčítačů, které vychází z oběhů vozidel tak, aby byl zajištěn pohyb sčítačů ve sledu pohybu daného vozidla bez nutnosti přestupu v rámci jedné směny. Jednotlivé rozvrhy zahrnují informaci o jednotlivých jízdách (č. linky, spoje, čas odjezdu, čas příjezdu na konečnou apod.) Na základě číselného označení konkrétní linky a spoje je možné jednotlivé jízdy v aplikaci jednoznačně přiřadit konkrétním směnám a je tak možné zajistit, aby se dané spoje zobrazovaly v aplikaci pouze po přihlášení na konkrétní směnu dle vygenerovaného hesla. Provázání rozvrhů s jízdními řády umožňuje zobrazení konkrétních zastávek v průběhu spoje, což bez jednotné databáze není možné.

Předdefinování konkrétních zastávek pro jednotlivé spoje je velmi vhodné také v záložních sčítacích formulářích pro snazší orientaci sčítače v průběhu trasy. Na základě rozdělení sčítačů na jednotlivé směny je poté možné zahájit nábor sčítačů. Následně je potřeba provést školení sčítačů, jak ovládat mobilní aplikaci a předat jim potřebné podklady (přihlašovací údaje a rezervní sčítací archy). Takové školení lze provést online formou pomocí předem připravené prezentace. Před samotnou realizací bylo rovněž nutné otestovat správnost chování nadefinovaného ovládání mobilní aplikace i správné provázání se vstupními daty.

### 3.2 Sběr dat

Samotná realizace průzkumu v terénu spočívá v zadávání počtu výstupů/nástupů jednotlivými sčítači do mobilní aplikace na jednotlivých zastávkách na všech spojích v rámci dané směny, případně zaznamenávání na sčítací formulář v případě tech. problému (vybitá baterie, aj.). Důležité je řádné vyškolení a zamezení nelogického zadávání (výstupy na první zastávce/nástupy na konečné, vyjma specifických případů, např. kdy cestující pokračují přes konečnou). Ovládání by mělo být intuitivní a srozumitelné. Obrazovka by měla obsahovat základní atributy každého spoje – čas odjezdu z výchozí zastávky, cílovou zastávku a aktuální zastávku. Další část tvoří tlačítka pro zadávání četnosti výstupů/nástupů. Výhodou je existence kompletní databáze, umožňující zobrazení informace o aktuální zastávce v návaznosti na konkrétní spoj, případně je-li daná zastávka na znamení. Pro lepší orientaci sčítače je také možné zobrazit pořadové číslo zastávky, ev. spoje v rámci směny. Mobilní aplikace sčítače upozorňuje na zastávky na znamení a konečné zastávky. Aplikace automaticky odesílá data na server každé 2 minuty během dopravního průzkumu, pokud je sčítač v online režimu. Průzkum lze provádět i na mobilním zařízení, které není připojeno k internetu. Při práci v off-line režimu vyzve aplikace sčítače na konci směny k odeslání dat na server, které lze provést i z domu po připojení k internetu. V případě problémů s propojením aplikace a webového rozhraní je možné data stáhnout z mobilu v podobě CSV souboru.

Ukázka zadávacího menu je uvedena na obr. 1.

Nedílnou součástí je dohled nad průběhem sčítání. Koordinátor má na webovém rozhraní k dispozici přehled spojů a může tak

Obr. 1 Uživatelské prostředí pro sčítače.  
Fig. 1 User interface for enumerators.



EDITACE

Editace dat - návod	Kopie dat	Úspěšnost	Přehled sčítání, s daty	Přehled sčítání, jen nekompletní	Přehled sčítání, všechna
Úseky s chybou v součtu	Nenulová konečná, vše	Nenulová konečná, nekroubové	Nenulová konečná, kroubové	Smazat data směny	Ruční vložení směny

VÝSTUP

Vygenerovaná sum úseků	Suma nástupů celkem	Nasčítané hodnoty v jízdním řádu	Zatížení podle linek a intervalů	Úseky podle sumy přepravených	Max. obsazenost úseků podle linek
Vytíženost úseků s kapacitou	Vytíženost úseků celkově	Sumy nástupů	Úseky obsazené nad nebo pod XX%	Noční provoz podle stanic, 22 - 04	Kompletní provoz podle stanic
Obraty podle stanic, časová pásma	Počet spojů podle linek				

projekt: zlin2, linka: 8, spoj: 85

Skrýt vyřazené | Zobrazit vyřazené | Den sčítání (např. 2022-06-07):

ID	Pořadí	Číslo	Směna	Linka	Spoj	Čas	Čas uložení	Odchylna minut	Zastávka	Nastoupilo	Vystoupilo	Celkem
6716	0	1	TR-4A-2	8	85	5:22	2022-06-07 05:22:49	1	5:22 Jižní SvaHy,Kocanda	0	0	0
6717	1	2	TR-4A-2	8	85	5:23	2022-06-07 05:25:48	3	5:23 X Česká	10	0	12
6718	2	3	TR-4A-2	8	85	5:24	2022-06-07 05:25:52	2	5:24 X Křiby	10	0	18
6719	3	4	TR-4A-2	8	85	5:25	2022-06-07 05:30:43	6	5:25 X Slunečná	4	0	17
6720	4	5	TR-4A-2	8	85	5:26	2022-06-07 05:30:50	5	5:26 X Družstevní	4	0	21
6721	5	6	TR-4A-2	8	85	5:28	2022-06-07 05:30:54	3	5:28 X Pod Babou	4	0	25
6722	6	7	TR-4A-2	8	85	5:29	2022-06-07 05:30:58	2	5:29 X Čepkov	0	1	24
6723	7	8	TR-4A-2	8	85	5:31	2022-06-07 05:32:41	2	5:31 U Zámku	2	8	18
6724	8	9	TR-4A-2	8	85	5:33	2022-06-07 05:36:22	3	5:33 Školní	4	6	16
6725	9	10	TR-4A-2	8	85	5:35	2022-06-07 05:36:27	1	5:35 Dlouhá	1	3	14
6726	10	11	TR-4A-2	8	85	5:37	2022-06-07 05:41:15	4	5:37 X Cigánov	0	0	14
6727	11	12	TR-4A-2	8	85	5:38	2022-06-07 05:41:24	3	5:38 X Kúty	1	1	14
6728	12	13	TR-4A-2	8	85	5:39	2022-06-07 05:41:30	3	5:39 X Padělký IX.	3	1	16
6729	13	14	TR-4A-2	8	85	5:40	2022-06-07 05:41:31	2	5:40 X Zálešná V.	0	0	16

Obr. 2 Webové rozhraní pro koordinátora.

Fig. 2 Web interface for the coordinator.

průběžně kontrolovat průběh sčítání i odesílaná data. Je tak možné identifikovat případné nesrovnalosti a kontaktovat sčítače ještě v průběhu sčítání. Kontrolu fyzické přítomnosti sčítačů ve vozech namátkově zajišťuje technický dozor, zejména v případě podezřelých dat, ev. času a operativně řeší případné problémy v terénu. Uvedená koncepce přispívá k eliminaci dodatečně zjištěných chyb a nesrovnalostí. Ukázka webového rozhraní pro správu je znázorněna na obr. 2.

### 3.3 Zpracování dat

Existence ucelené databáze umožňuje další zpracování, filtraci a automatizovanou tvorbu tabelárních a grafických výstupů pro potřeby analýzy a ucelených exportů dat (ve formě JŘ). Webové rozhraní rovněž umožňuje identifikovat možné nepřesnosti/

případy, kdy případně nekoresponduje počet cestujících (např. při nestandardní editaci) ev. zbývají cestující na konečné zastávce ve voze. Pro analytickou část bylo třeba nadefinovat konkrétní vstupy a naprogramovat předmět a způsob výpočtu pro získání konkrétních výsledků a nadefinovat podobu výstupů v tabelární nebo grafické podobě. Dílčím problematickým aspektem v případě generování výstupů zaměřených na poptávku/nabídku na konkrétních mezizastávkových úsecích bylo např. odlišné vedení některých spojů, které v rámci dané linky jedou jiným směrem a neobsluhují tak některé zastávky. Mezi hlavní vyhodnocované parametry řadíme obsazenost, vytíženost úseků, sumy přepravených osob mezi vybranými zastávkami, sumy nástupů nebo lze např. filtrovat všechny úseky, které mají vyšší obsazenost než 90% nebo nižší než 30%. Příklady možných výstupů (screeny) jsou uvedeny na obr. 3–7.

Zastávka A	Zastávka B	4-9h	9-13h	13-18h	18-22h	22-04h	Celkově
		Sum.	Sum.	Sum.	Sum.	Sum.	
Čepkov	U Zámku	2909	2268	4627	1220	381	11405
Pod Babou	Čepkov	2749	2242	4482	1244	436	11153
Poliklinika	Náměstí Práce	2942	2236	4277	1156	423	11034
Zahradnická	Poliklinika	2932	2023	4084	1175	400	10614
Prštné	Zahradnická	2907	1934	4051	1135	398	10425
Družstevní	Pod Babou	2393	2005	3876	1175	405	9854
Podhoří,sídlíště	Prštné	2423	1739	3670	1089	363	9284

Obr. 3 Zatížení úseků na síti MHD.

Fig. 3 Load of sections on the public transport network.

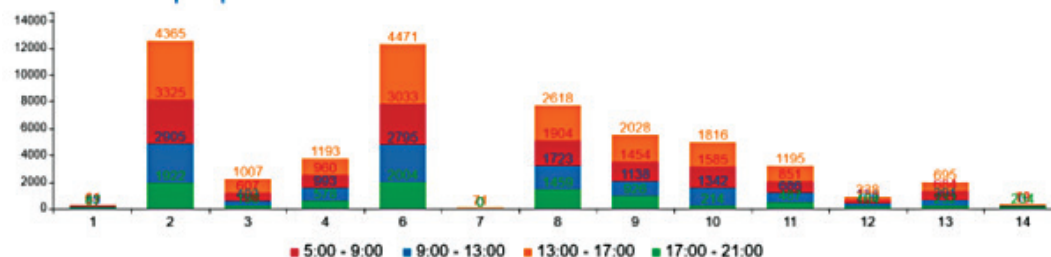
Z	Do	4-9h		9-13h		13-18h		18-22h		22-04h	
		Sum.	Nab.	Sum.	Nab.	Sum.	Nab.	Sum.	Nab.	Sum.	Nab.
Poliklinika	Náměstí Práce	17	320	27	480	3	320	15	535	0	80
Náměstí Práce	Školní	22	320	58	480	12	320	21	535	0	80
Školní	Slovenská	34	320	72	480	20	320	26	535	0	80
Slovenská	Prostřední	28	320	71	480	22	320	25	535	0	80
Prostřední	Spojovací	16	320	47	480	22	320	23	535	0	80
Spojovací	Příční-lékárna Revnavita	15	320	51	480	41	320	19	535	0	80
Příční-lékárna Revnavita	Obeciny	16	320	57	480	42	320	11	535	0	80

Obr. 4 Zatížení úseků linky, kapacita.  
Fig. 4 Load of line sections, capacity.

Zastávka	4-9h			9-13h			13-18h			18-22h			22-04h			Celkem
	N	V	O	N	V	O	N	V	O	N	V	O	N	V	O	
Náměstí Práce	366	610	976	557	459	1016	798	600	1398	134	49	183	18	5	23	3596
U Zámku	266	640	906	379	376	755	735	533	1268	225	91	316	33	22	55	3300
Dlouhá	161	440	601	381	417	798	765	531	1296	213	138	351	22	5	27	3073
Slunečná	317	256	573	371	366	737	481	653	1134	110	124	234	20	16	36	2714
Náměstí Míru	184	214	398	369	157	526	844	350	1194	249	66	315	23	5	28	2461
Školní	152	568	720	190	270	460	369	376	745	79	84	163	7	3	10	2098
Jižní Svahy, Středová	561	57	618	217	156	373	185	459	644	14	112	126	8	19	27	1788
Česká	295	93	388	153	166	319	198	273	471	49	97	146	1	10	11	1335

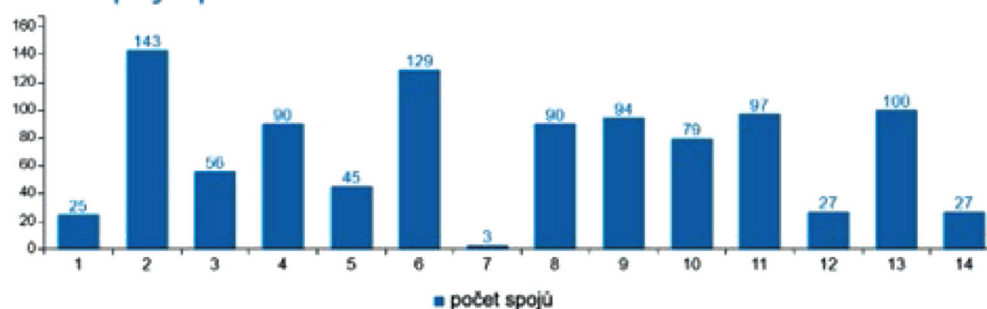
Obr. 5 Obraty na zastávkách na síti MHD.  
Fig. 5 Exchanging passengers at stops.

### Suma nástupů podle linek



Obr. 6 Počty přepravených osob.  
Fig. 6 Numbers of persons transported.

### Počet spojů podle linek



Obr. 7 Počty spojů na linkách MHD.  
Fig. 7 Numbers of connections on public transport lines.

### 3.4 Příklady využití automatizovaných systémů v praxi

Např. v roce 2021 zpracovávalo Centrum dopravního výzkumu velký průzkum obsazenosti vozidel městské hromadné dopravy ve Zlíně. Průzkumu ve Zlíně byl rozsáhlý, probíhal v několika dnech a zúčastnilo se ho 164 sčítačů, kteří jezdili celkem na 29 linkách. Během průzkumu byla využita mobilní aplikace i následné vyhodnocení průzkumu pomocí webového rozhraní. Tyto automatizované systémy přinesly velkou úsporu času, zvýšily efektivitu práce v terénu i snížily další možnou chybovost při srovnání s běžným manuálním záznamem do sčítacího archu při následném přepisu dat z papírových formulářů do digitální podoby.

## 4. ZÁVĚR

Klíčovým problémem sběru a zpracování dat nejen z přepravního průzkumu je časová a finanční náročnost zejména následného zpracování, kdy je nutný přepis zaznamenaných údajů do elektronické podoby. Kromě časové náročnosti se jedná také o osobní náklady, které je nutné vynaložit na vlastní činnost přepisu dat. Elektronický způsob sběru dat umožňuje přímý přenos zadávaných dat do elektronické databáze a umožňuje tak efektivní automatizované zpracování dat včetně vyhodnocení. Webové rozhraní pro správu a zpracování dat poskytuje komplexní prostředí pro přípravu, dohled v průběhu realizace v terénu, a především také následné vyhodnocení. Jednotlivé kroky a funkce jsou přehledně zobrazeny v hlavním menu, které obsahuje tlačítka členěná podle příslušné fáze průzkumu – Import, Editace, Výstupy. Mobilní aplikace představuje vhodný prostředek pro zadávání dat v terénu.

Zkušenosti ukazují, že nejvíce problematickou částí je formát vstupních dat a nutnost ošetřit případné eventualy a specifika, což klade nároky na správnou syntaxi pro přesné nadefinování konkrétních vstupních dat a specifik, způsob jejich zpracování, ev. výpočtu a podoby jednotlivých výstupů. Tyto aspekty a činnosti jsou však v celkovém objemu práce ve srovnání se způsobem bez použití automatizace nepoměrně časově i personálně daleko méně náročné.

Kromě vzdáleně podobné aplikace vyvinuté pro Celostátní sčítání dopravy, která je však určena pro průzkum IAD není pro přepravní průzkum ve veřejné dopravě aktuálně k dispozici žádný obdobný nástroj (vyjma POP, který je určen pouze pro pracovníky dopravce – ČD a.s.). Tuto skutečnost dokládá ruční způsob sběru dat např. na autobusových linkách v rámci PID (mimo metro), jakožto největšího systému integrované dopravy. Zároveň i přes postupné rozšiřování vybavení vozidel o jednotky APC je pokrytí vozidlového parku těmito systémy stále velmi omezené a závislé na postupné modernizaci.

**Nespornou výhodou existence tohoto SW řešení je zároveň univerzální koncepce použitého systému umožňující další použití v obdobných typech průzkumu jakéhokoliv rozsahu.**

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

## 5. LITERATURA

- [1] SMĚLÝ, M. *Dopravní inženýrství. Modul 1 – Dopravní a přepravní průzkumy*. VUT v Brně, Fakulta stavební, 2007.
- [2] KOČÁRKOVÁ, D. *Základy dopravního inženýrství*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2004. ISBN 80-01-03022-9
- [3] DRDLA, P. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-787-2
- [4] BOTUR, D. *Sčítání cestujících ve veřejné osobní dopravě*. Pardubice, 2020. Digitální knihovna UPCE [online]. Copyright ©2007 [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/handle/10195/75936>
- [5] ŠLEJSTR, M. *Systémy pro počítání cestujících*. Pardubice, 2017. Digitální knihovna UPCE [online]. Copyright ©2007 [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/handle/10195/68950>
- [6] VDV Recommendation 457, Automatic Passenger Counting Systems (APCS), Německo: VDV, 2018
- [7] Počítací jednotka UCP-02 | Ing. Ivo Herman, CSc.. Ing. Ivo Herman, CSc. | Inovace v elektronice, projekty na míru [online]. Copyright © 2015 Ing. IVO HERMAN, CSc. [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.herman.cz/cs/produkty/vybava/scitani-cestujících/sledovací-jednotka-ucp-02/>
- [8] Optimalizace dopravy s využitím počítání cestujících – ABIRAIL CZ s.r.o. Sbírejte a vizualizujte data – ABIRAIL CZ s.r.o. [online]. Dostupné z: [https://www.abirail.cz/pripadove\\_studie/optimalizace-dopravy-s-vyuzitim-pocitani-cestujících/](https://www.abirail.cz/pripadove_studie/optimalizace-dopravy-s-vyuzitim-pocitani-cestujících/)
- [9] Výroční zprávy :: Povinně zveřejňované údaje :: O nás – Plzeňské městské dopravní podniky, a.s. PMDP – Plzeňské městské dopravní podniky a.s. [online]. Copyright © PMDP, a.s. [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.pmdp.cz/o-nas/povinne-udaje/vyrocní-zpravy/>
- [10] VOZŇÁK, M., HYL MAR, J. © Autorský kolektiv, 2016. *Specifický způsob odbavení cestujících a počet přepravených cestujících* [online]. Ostrava, 2016 [cit. 10.05.2023]. ISBN 978-80-248-4018-5. Dostupné z: <https://comtech.vsb.cz/metodika.pdf>
- [11] Passenger Counting Technologies And Procedures [online]. Washington, D.C., 1998, 59 [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/terp/tsyn29.pdf>
- [12] Ropid začne využívat data z mobilů pro plánování hromadné dopravy – Deník.cz. Deník.cz – informace, které jsou vám nejbližší [online]. Copyright © [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/ekonomika/ropid-zacne-vyuzivat-data-z-mobilu-pro-planovani-hromadne-dopravy-20181205.html>

### Správná citace:

TUREK, R., BYSTRIANSKÝ, A., STRIEGLER, R., KRÁTKÝ, J. Zkušenosti s efektivní realizací průzkumů obsazenosti vozidel MHD prostřednictvím automatizovaných systémů. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 57–63. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.57>. ISSN 1211-443X.