

Dopravní chování v datech

sborník konference



Dopravní chování v datech

sborník konference



DOPRAVNÍ
CHOVÁNÍ
V DATECH



CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU



Ministerstvo dopravy



Partneři:



technology



Sborník konference

Dopravní chování v datech

31. října 2018, Brno

© Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

ISBN 978-80-88074-61-8

Organizační výbor konference

Mgr. Michal Bajgart

Ing. Roman Čampula

Mgr. Vít Gabrhel

Mgr. Alena Klímová

Mgr. Petr Kouřil

Mgr. Hana Syslová

Mgr. Daniel Szabó

Mgr. Michal Šimeček, Ph.D.

Mgr. Marek Tögel

Recenzenti

Mgr. Vít Gabrhel

Mgr. Petr Kouřil

Mgr. Michal Šimeček, Ph.D.

Mgr. Marek Tögel

Obsah/Content

Úvod	4	Introduction	44
Vývoj sběru intenzit dopravy	5	The development of collection traffic intensity	45
Metody a výsledky sčítání cyklistů v Ostravě	8	The methods and the results of counting of bicycle transport in Ostrava	48
Inovativní metody rychlého získávání víceúčelových dopravních dat z kamerových záznamů	12	Innovative methods for rapid retrieval of multipurpose traffic data from camera records	52
Nové způsoby zpracování a prezentace dat o intenzitách dopravy	16	New ways to process and present traffic data	56
Kapacita jako náhodná veličina a její měření	19	Capacity as a random variable and its measurement	59
Zkušenosti z pravidelné aktualizace dat o dopravním chování v Pražské metropolitní oblasti	22	Experience from Regular Updates of Travel Behaviour Data in the Prague Metropolitan Area	62
Tvorba reprezentativního výběrového souboru pro průzkumy dopravního chování – český kontext	25	Constructing a Representative Sample for Travel Behaviour Surveys – the Czech Context	65
Dopravné správanie v malých mestách a možnosti systematického zberu dát – príklady zo Slovenskej republiky	29	Travel behaviour in small cities and the possibilities of data collections – case study from Slovak republic	69
Případová studie srovnání zbytkových dat GSM operátora s konvenčními zdroji o mobilitě	33	Case study of GSM residual data vs. conventional mobility datasources	73
Oceňování cestovního času a jeho variability v běžném provozu a v kongesci – odhady pro ČR	35	Valuation of travel time and its variability in free-flow traffic and congestion – estimates for Czech Republic	76
Klíčové proměnné ovlivňující plánování trasy: koncept „MaaS“ očima uživatelů	36	Key variables affecting route planning: The User perspective on “MaaS” concept	77
Od dat o dopravním chování ke spolujízdě autem	38	Using data on transportation behavior to facilitate carpooling	79
Hledání optimální polohy stanic a zastávek na tratích regionálního významu	41	Train Stations and Stops Optimal Localization Searching at Rail Lines of Regional Significance	82

Úvod

Pro řízení a plánování dopravy ve městě 21. století je nezbytná znalost chování účastníků dopravy. Tuto znalost lze získat pouze systematickým měřením a zjišťování prostorových, časových a dalších aspektů cestování. Konference Dopravní chování v datech (Brno, 31. října 2018) si klade za cíl otevřít mezioborovou diskuzi ohledně dat o dopravním chování, způsobu jejich sběru, analýze a využití při řízení a plánování dopravy. Konference je určena odborníkům a specialistům dopravních úřadů, správcům dopravní infrastruktury, koordinátorům dopravní obslužnosti, osobním dopravcům, univerzitám, nezávislým organizacím, zájmovým sdružením a soukromým konzultačním firmám v oblasti dopravního plánování a řízení dopravy.

Sborník, který právě čtete, obsahuje rozšířené abstrakty všech příspěvků, které na konferenci zazní. V první části jsou uvedeny abstrakty v českém, v druhé části v anglickém jazyce, s cílem zpřístupnit obsah konference i mezinárodnímu publiku.

První šestice abstraktů je zaměřena sběr a využití dat z dopravních průzkumů. Nejdříve se příspěvky soustředí na samotné metody měření a sběr. Představí přehled vývoje metod měření intenzit dopravy (Neuwirth a kol.), pravidelná sčítání cyklistů v Ostravě (Krejčí) a příklad měření intenzit dopravy pomocí kamerových systémů (Štofán). Po metodách následují příklady aplikace dat. Texty se dotýkají inovativních metod prezentace dat o intenzitách dopravy (Martolos a kol.), pravděpodobnostního pohledu na problematiku kapacity komunikace (Mikolášek) a dat pro aktualizaci makroskopického dopravního modelu Prahy (Kříž).

Průzkumům dopravního chování je věnováno zbylých sedm abstraktů sborníku, a to opět jak metodologickým aspektům sběru, tak využití získaných dat. Příspěvky se zaměřují na příklad konstrukce reprezentativního výběrového souboru (Gabrhel a kol.), na výsledky průzkumů dopravního chování v malých slovenských městech (Gogola) či na možnosti využití zbytkových dat GSM operátorů při zkoumání dopravního chování (Bárta). Sborník uzavírají texty o metodách měření a odhadech hodnoty času pro ČR (Máca a kol.), proměnných ovlivňujících plánování trasy (Vácha a kol.), obsazenosti automobilů při dojíždce za prací (Šindelář) a o hledání optimální polohy stanic a zastávek na tratích regionálního významu (Novotný).

Inspirativní čtení přeje,

Petr Kouřil

Vývoj sběru intenzit dopravy

Ing. Petr Neuwirth* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Ing. Jan Novák, Ph.D. (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Ing. Adam Bystrianský (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Ing. Radim Striegler (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Roman Borek (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Petr Bečica (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

*petr.neuwirth@cdv.cz

Klíčová slova

Dopravní průzkum, manuální průzkum, technické prostředky

Úvod

Příspěvek pojednává o vývoji získávání dopravních dat od manuálních dopravních průzkumů po průzkumy prováděné pomocí technických prostředků. Naším cílem je poskytnout čtenáři přehled o vývoji používaných metod a technologických prostředků. V současnosti se pro průzkumy stále využívá papírový formulář, nebo manuální zadávání pomocí mobilní aplikace. Dle typu dopravních průzkumů se využívá rozdílná metodologie a technologie. Mezi nejčastější dopravní průzkumy patří profilové průzkumy pro zjištění intenzit dopravy na určitém profilu komunikace s rozlišením vozidel na kategorie a směr pohybu. Dále jsou to pak směrové průzkumy, a to jak křižovatkové, kde je cílem zjistit intenzity vozidel v jednotlivých směrech (včetně kategorie), tak oblastní, kde je cílem zjištění směrování dopravy v rámci většího územního celku (zdrojová vs. tranzitní doprava). Dále se realizují i plošné dopravní průzkumy, které identifikují statickou dopravu.

Metody a použitá data

Profilové průzkumy

Nejjednodušší a často používanou manuální metodou byl a stále je zápis do připraveného papírového formuláře, ve kterém lze rozlišovat jednotlivé kategorie vozidel, směr vozidla, případně jízdní pruh a také předem zvolené časové intervaly (např. 15 nebo 60 minut). Mezistupněm mezi manuální a technickou metodou je využití mobilní aplikace. Mezi technické metody zařadíme využití ASD (automatický sčítač dopravy) určeného pro sledování jedno až dvoupruhové komunikace, případně mikrovlnný radar, který je určen pro sledování intenzit na vícepruhových komunikacích.

Směrové průzkumy křižovatkové

Manuální metodou je papírový formulář a zaznamenávání pouze vybraných směrů s využitím více lidí pro jednotlivé směry, případně využití videozáběru (ovlivněnou dopravním zatížením). Technická metoda představuje kamerový monitorovací systém umístěný ve výšce nad komunikací a post-analýzou videozáznamu.

Směrové průzkumy oblastní

Manuální metodou je ruční záznam registrační značka (dále jen RZ) vozidla a časového intervalu na sledovaných profilech, případně přepis RZ z videozáznamu (nebo i audiozáznamu). Technická metoda představuje automatickou analýzu videozáznamu s rozpoznáním RZ a to buď v post-analýze, nebo on-line v reálném čase.



Plošné průzkumy parkování

Manuální metoda představuje ruční zápis RZ na papír, technická metoda představuje kamerový systém na vozidle, který rozpoznává v reálném čase RZ vozidla ve vztahu k jejich pozici.

Výsledky

Manuální metody průzkumu vyžadují přítomnost člověka (sčítač, dozor, organizátor, kontrola). Z pohledu personálního zajištění jsou náročné. Na profilu jednopruhovové komunikace je potřebná jedna osoba na každý jízdní pruh (dle dopravního zatížení může tento počet ještě narůstat). Následný přepis dat z formuláře do elektronické podoby vyžaduje další čas. Tyto průzkumy jsou vhodné pro krátké časové období (max. 12 hodin). **Technické metody** průzkumů jsou výhodné v tom, že umožňují dlouhodobý průzkum (dny, týdny, měsíce). Navíc je možné získat data o rychlosti, časové mezeře, délce a přesném času průjezdu jednotlivých vozidel, které lze následně využít pro podrobnější analýzy. Kategorie vozidla se v profilovém průzkumu určí podle jeho délky. Vhodné je provést kontrolní kalibrační metody.

Technické prostředky lze využít i pro směrové průzkumy křižovatek. Výhodou je libovolný časový interval a záznam všech kategorií vozidel včetně cyklistů a pěších na přechodech pro chodce. U zařízení je vhodný dohled jedné osoby. Video-analýza u směrového plošného průzkumu umožní získat kromě RZ i typ vozidla a jeho kategorii rozpoznáním tvaru čelní masky. Při technickém průzkumu parkování zvládne jedno průzkumné vozidlo vybavené technikou obsáhnout velké územní celky za určenou dobu. RZ a lokalizace vozidla je známa téměř okamžitě. Tato data lze využít i pro následný směrový oblastní průzkum. Např. v Praze při kontrole parkovacích zón zvládne vozidlo zaznamenat v průměru 20 000 RZ během 8 hodinové směny.

Diskuze

Podle výše uvedeného popisu je možné dospět k závěru, že je nejvýhodnější používat technické prostředky. Ne vždy je to však pravda. Je nutné brát v úvahu typ a rozsah dopravního průzkumu. Technické prostředky je vhodné využívat tehdy, pokud existuje požadavek na vysokou přesnost dat. Současně je nutné brát ohled na proveditelnost a reálnost průzkumu. Sčítač (člověk) podléhá stresu, únavě a svým biologickým potřebám. Tyto faktory ovlivňují kvalitu dat. Technické prostředky těmto vlivům nepodléhají. Jeho negativum spočívá především v nákladech na pořízení a jeho údržbě.

U profilových průzkumů proto převládá využití technických prostředků, pokud se jedná o střednědobé nebo dlouhodobé průzkumy. U průzkumů o velkém rozsahu (několik stovek profilů) např. celostátní sčítání dopravy se doposud používají pokročilé manuální metody s využitím mobilní aplikace s online přenosem dat. Zde byla prokázána obdobná kvalita výsledku ve srovnání s technickými prostředky, ovšem za nižší cenu a nižší logistickou zátěž. Pro méně zatížené křižovatky, kde zvládne sčítání jedna osoba, se na krátkou dobu průzkumu vyplatí využít manuální metodu (případně pak zajistit směnný provoz sčítačů). U plošných směrových průzkumů vyhrává jednoznačně technická metoda (obvykle velký rozsah i doba trvání).

Závěry

Při finálním výběru metody a provedení dopravního průzkumu je třeba brát v úvahu následující faktory:

- Vliv přesnosti a času – u manuální metody klesá u člověka pozornost s délkou průzkumů a tím pádem narůstá chybovost, zatímco u technických prostředků je určitá chybovost stále stejná.

- Vliv rozsahu průzkumu a finančních prostředků – v případě rozsáhlých průzkumů na více lokalitách najednou je nutné zvážit finanční náročnost na případné zakoupení techniky, které se vyplatí pouze v případě opakování takových průzkumů, pokud se jedná o jednorázový průzkum, je finančně výhodnější provést průzkumy manuálně za pomoci brigádníků.
- Vliv účelu průzkumu – je nutné si stanovit, jaké data potřebujeme naměřit a k čemu nám budou sloužit, např. pro zjištění orientační špičkové intenzity v profilu, nebo některého křižovatkového proudu si vystačíme s manuální metodou, instalace techniky by byla zbytečně časově náročná. Např. poměrně jednoduchá instalace statistického radaru včetně kalibračního záznamu zabere přibližně 40 minut, musíme rovněž připočítat následné stažení a zpracování dat v kanceláři. Pokud tedy potřebujeme intenzity za 30 až 60 minut, které je schopen nasčítat jeden člověk, není použití techniky časově výhodné.

Poděkování

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci projektu Národní program udržitelnosti I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610) a na výzkumné infrastruktuře pořízené z operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).



Metody a výsledky sčítání cyklistů v Ostravě

Martin Krejčí (Cyklokoordinátor města Ostravy)
martin.krejci@dhv.com

Klíčová slova

Pravidelné sčítání cyklistů, automatický sčítač, Aktualizace koncepce rozvoje cyklistické dopravy na území města Ostravy, Ostravské komunikace (OK)

Úvod

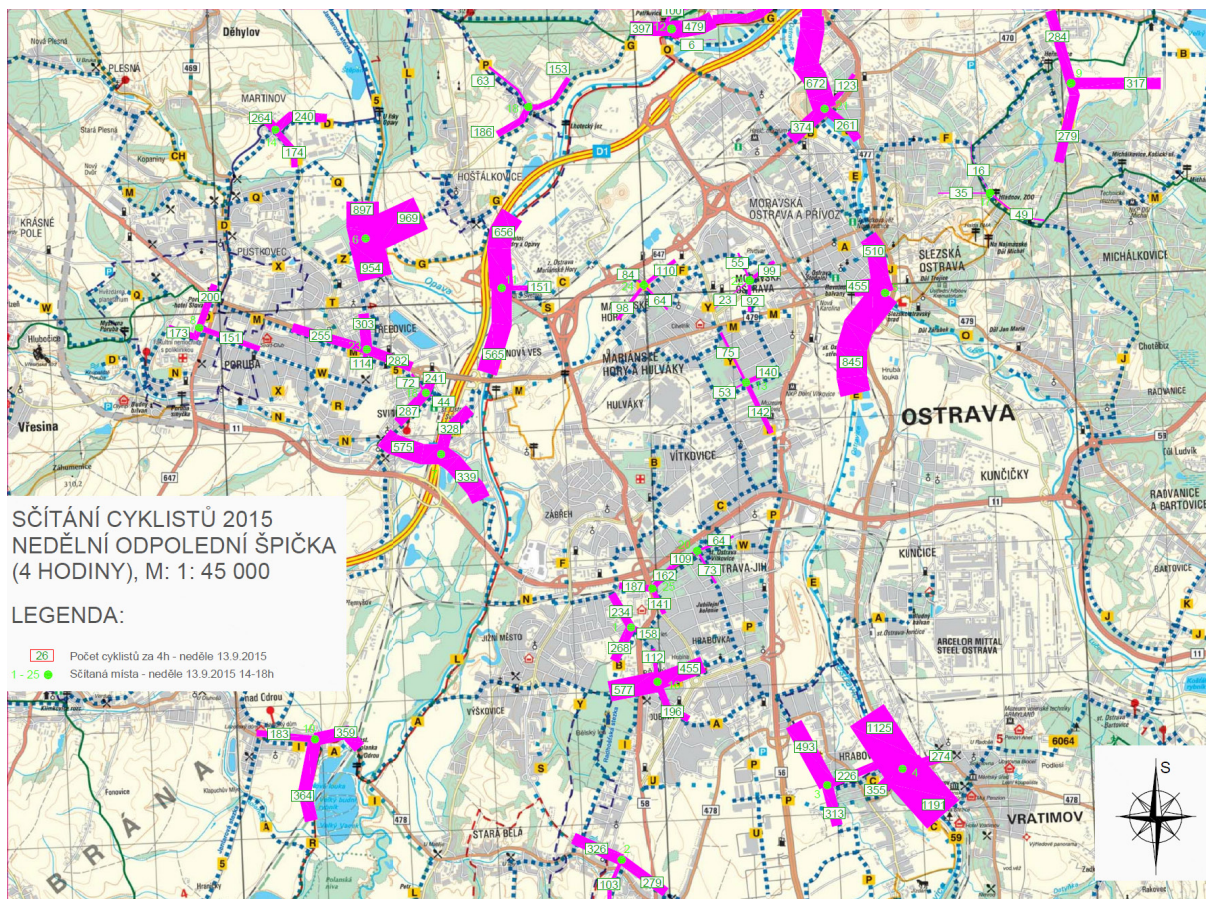
Od roku 2006 v pravidelných čtyř – až pětiletých intervalech objednává odbor dopravy magistrátu města Ostravy (dále OD MMO) sčítání cyklistické dopravy, které se provádí ručně na vybraných uzlech sítě cyklistických komunikací. Intenzity cyklistů monitorují též OK v rámci pravidelných dopravních průzkumů, případně na objednávku, a Ředitelství silnic a dálnic ČR při celostátních sčítáních dopravy. Samostatně byly sčítání cyklisté též při pracích na Plánu udržitelné městské mobility (PUMM). Od konce roku 2016 funguje též automatický sčítač, kvůli nečekaně velkým intenzitám objednalo město další tři sčítače. Výsledky slouží nejen jako podklad pro získávání dotací na stavby, ale i pro politiky při zdůvodňování potřeby investic do cyklistické dopravy.

Metody a použitá data

Sčítání cyklistů v letech 2006, 2010 a 2015 na objednávku OD MMO vždy prováděla firma DHV CR, nyní HaskoningDHV CZ. Jednalo se o ruční sčítání brigádníky či zaměstnanci firmy s namátkovou kontrolou. Byly zvoleny jako vzorkové tři dny se čtyřhodinovou špičkou (středa a pátek 13–17 hodin, neděle 16–20 hodin).

Od roku 2000 pro potřeby odboru dopravy MMO jsou rovněž sledována data intenzit cyklistů zjištěných v rámci celostátního sčítání dopravy, která byla implantována do kartogramu prováděných sčítání na cyklistických komunikacích. Podle dostupných údajů byly rovněž použity ruční průzkumy.

OK zejména provádějí pro potřeby aktualizací signálních plánů na světelně řízených křižovatkách na objednávku OD MMO též pravidelné průzkumy, při nichž jsou zachycováni rovněž účastníci z řad nemotorové dopravy. Jedná se však často o lokality s velkou intenzitou motorové dopravy, kde intenzity cyklistů jsou marginální. Sčítá se opět ručně. I tyto hodnoty se zanesly do kartogramů.



Obrázek 1 – kartogram intenzit cyklistické dopravy

Při tvorbě PUMM provedla firma AF-CITYPLAN poměrně rozsáhlé průzkumy cyklistické dopravy, speciálně na 28 vybraných lokalitách speciálně zaměřených na cyklistickou dopravu a na 36 běžných křižovatkách. Jednalo se o ruční průzkum a výsledky byly použity pro modelování vývoje cyklistické dopravy v roce 2020 a 2045.

Městská firma OVANET zajišťuje on-line provoz kamer na více než 40 vybraných uzlech komunikační sítě. Z těchto dat je možno on-line nebo zpětně (pro potřeby policie či jiného oprávněného uživatele, pouze po krátký čas z důvodu ochrany osobních údajů) rovněž zjistit intenzity cyklistů.



Obrázek 2 – Pohled z dopravní kamery

Na konci roku 2016 instalovala na objednávku OD MMO Nadace Partnerství první automatický sčítač pro potřeby monitorování počtu chodců a cyklistů pro budoucí průběh trasy Eurovélo. Další tři sčítače byly zprovozněny v srpnu t.r. Údaje jsou snímány přes smyčky a automaticky ukládány na paměťové médium.

Výsledky

Je nutno říci, že s ohledem na rozvoj sítě cyklistických komunikací (r. 1989 – 0 km, r. 2018 – 251 km) nelze všechna získaná data aplikovat v absolutních číslech. Cyklisté mohli např. do doby výstavby lepší spojnice objíždět po stávajících komunikacích. Nicméně je zřejmé, že díky postupné kompletaci sítě vývoj intenzit stále narůstá, i když ne přímo lineárně. Zatímco v roce 2006 byly největší intenzity zjištěné městem objednaným sčítáním za čtyři hodiny během dopravní špičky 800-900 cyklistů v obou směrech, v roce 2015 už to na nejzatíženějším profilu bylo za stejné období téměř 1 200 cyklistů obousměrně. Byť je třeba dodat, že se nejednalo o stejné profily. Zatím stále v případě Ostravy platí, že převažuje rekreační charakter cyklistické dopravy nad pravidelnou dopravou, ale zvyšují se i hodnoty na trasách vyloženě zaměstnaneckých. Přesto jsou stále největší intenzity patrné z nedělních sčítání.

Sčítání PUMM v roce 2014 stanovilo zatím nepřekonaný rekord (bude pravděpodobně překonán v září t.r. na nově instalovaných sčítačích), kdy na profilu za 16 hodin bylo zjištěno 2 915 cyklistů v obou směrech.

Pokud jde o výsledky automatického sčítače, potvrzuje se, že i v Ostravě je kolo používáno celoročně, byť samozřejmě že ne všemi uživateli. Nicméně jsou záznamy i ve dnech, kdy mráz ráno klesl pod -20 stupňů. Automatický sčítač zaznamenal v roce 2017 více než 100 tisíc záznamů na profilu, přičemž cyklisté tvořili 86 % zaznamenaných. Loňské měsíční i denní maximum pak bylo letos (možná i díky výrazně lepšímu počasí) o cca 15–27 % překročeno.

Měsíc	EV4-Ostrava-o	EV4-Ostrava-o Pěší	EV4-Ostrava-o Cyklisté
prosinec 2016	1 321	645	676
leden 2017	976	590	386
únor 2017	1 175	668	507
březen 2017	5 889	1 276	4 613
duben 2017	7 931	1 493	6 438
květen 2017	15 184	1 595	13 589
červen 2017	17 903	1 537	16 366
červenec 2017	17 384	1 953	15 431
srpen 2017	16 571	1 301	15 270
září 2017	7 445	1 111	6 334
říjen 2017	6 048	1 009	5 039
listopad 2017	2 697	754	1 943
prosinec 2017	1 450	621	829
leden 2018	1 676	756	920
únor 2018	806	460	346

březen 2018	3 431	967	2 464
duben 2018	18 987	1 911	17 076
květen 2018	21 134	2 221	18 913
červen 2018	15 033	1 952	13 081

Tabulka 1 – výsledky sčítání na automatickém sčítači

Diskuze

Pravidelná sčítání cyklistů jednou za 5 let (ať už je součástí objednávky města nebo v rámci celostátních sčítání) a nově instalované automatické sčítače dávají jasný přehled o vývoji a trendech cyklistické a cykloturistické dopravy. Tato data lze korigovat nebo aktualizovat též záznamy z křižovatkových kamer a lépe stanovit poměr sezónní/celoroční a pravidelné/rekreační dopravy na nejvíce vytížených úsecích sítě. Data lze porovnávat i s průzkumy OK či s obsáhlým souborem dat získaných během PUMM. Protože OK v letošním roce obdržely software i hardware pro modelování dopravy, je požadavkem OD MMO, aby byl vytvořen i model cyklistické dopravy, který bude porovnán s daty modelu PUMM. Tak bude možno identifikovat nejvíce potřebná místa pro výstavbu, opravu nebo údržbu cyklistické infrastruktury.

Závěry

Díky zavedení bikesharingu od počátku května 2018 v rámci centrální části města výrazně vzrostlo používání jízdního kola v centru a okolí. Protože organizace Rekola díky úspěšnému zavedení vlastní bikesharingové služby (obrat kol – více než 1 000 výpůjček denně) plánuje rozšíření i na jiné než centrální městský obvod, pravděpodobně velmi vzrostou požadavky ze strany politiků i veřejnosti na doplnění dopravního značení a dostavbu sítě cyklistických komunikací. Mnoho uživatelů sdílených kol totiž k jízdě stále využívá chodníky. Proto bude nutno zřejmě průzkumy cyklistické dopravy zintenzivnit a provádět je častěji v místech, kde si sdílená kola získávají největší oblibu. Je to proto, aby bylo možno politiky i úředníky přesvědčit o potřebě investic dříve, než dojde ke kumulaci rizikových jevů.



Inovativní metody rychlého získávání víceúčelových dopravních dat z kamerových záznamů

Daniel Štofán (GoodVision s.r.o.)
daniel.stofan@goodvisionlive.com

Klíčová slova

Doprava, Chytré město, Kamery, Umělá inteligence

Úvod

Současné metody sběru dat v dopravní infrastruktuře jsou obecně málo účinné. Jsou náročné na lidské zdroje nebo na čas a infrastrukturu, což vede k pouze občasným analýzám nebo analýzám založeným na malých velikostech vzorků či zastaralých datech. Schopnost města rychle reagovat na potřeby je proto extrémně omezena existujícími technikami sběru a vyhodnocování těchto dat.

Mezi tradiční metody sběru dopravních dat lze považovat lidské sčítače v terénu či z videa, invazivní techniky pomocí magnetických či piezo-senzorů, radarů či jednoduchou strojovou analýzu obrazu. Lidé vyžadují organizační náklady, vykazují nepřesnost často až v desítkách procent, nestálost míry nepřesnosti v čase a vyhodnocování je časově náročné. Zároveň poskytují jen jednoúčelová data. Invazivní senzory jsou náročné na instalaci a výměnu v případě úprav vozovky a mají omezené schopnosti. Tradiční metody počítačového vidění mají také svá omezení jako je vysoká závislost na snímání scény, klimatických podmínkách či hustotě dopravy.

Jak tedy získávat důvěryhodná dopravní data rychle a zcela automaticky?

Metody a použitá data

V pomyslném závodě o systém, který je schopen analyzovat záběry z kamer spolehlivě se zdá být vítěznou odpovědí umělá inteligence (dále jen AI), konkrétně paradigma deep learning. Abychom překonali omezení tradičních video-analytických technologií, rozhodli jsme se vytvořit AI pro vizuální rozpoznávání a nabídnout ji pro masové použití.

Produkt Video Insights společnosti GoodVision získává multimodální dopravní data i z velkého množství kamerových záznamů zcela automaticky – a to už do 1 hodiny. Rozeznává osm tříd dopravních objektů včetně jejich reálných trajektorií a dalších parametrů, zcela bez předchozí znalosti podmínek hledání. Video Insights nabízí pokročilou analýzu dat, jejich vizualizaci a manažerské reportování – to vše v jediné platformě pokrývající proces od sběru dopravních dat až po jejich vyhodnocení a rozhodování.

Jednou z klíčových charakteristik AI použité v produktu Video Insights je kontinuální trénink AI na datech z reálného světa a s tím související zlepšování pro vysokou spolehlivost na typických scénách v reálném světě.

Výsledky

Video Insights detekuje a klasifikuje objekty jako jsou auta, chodci, kamiony, dodávky, autobusy, jízdní kola, motocykly a zvířata, a sleduje jejich chování během jejich přítomnosti na scéně. Naše AI zvládne rozpoznávat ve dne i v noci a za různého počasí, jako je déšť, mlha a sněžení. Poradí si také s davem,

kde detekuje jednotlivé objekty, i když se částečně překrývají. Použité algoritmy rovněž nepodléhají třesu a pohybu kamery. Detekují jak objekty v pohybu, tak statické objekty.

Nad takto získanými daty lze provádět dopravní sčítání, analyzovat komplikované dopravní toky, zobrazovat statistiky dopravy a její vývoj v čase. K dispozici jsou i teplotní mapy zobrazující frekvencovaná místa či místa, kde doprava zpomaluje. Tyto informace si uživatel přehledně zobrazí nebo exportuje do souboru MS Excel.

Video Insights přijímá video záznam na vstupu a na výstupu vytváří anonymní data. S ohledem na GDPR náš proces ukládá pouze anonymní metadata objektů, které neumožňují jejich re-identifikaci.

Diskuze

Na světě je přes 500 miliónů kamer, které produkují týdně 15 miliard gigabajtů dat. Toto číslo se zdvojnásobuje každé 2 roky a je zřejmé, že dnes ani v budoucnu nebude většina zaznamenaných záběrů kamery přezkoumána lidmi. Je to daleko za lidskými schopnostmi. GoodVision Video Insights například dokáže za jednu hodinu zpracovat a vytěžit data z tisíců hodin videa. Kapacita člověka je pak nejčastěji hodina prohlédnutého videa na jednu hodinu kódování záznamu z tohoto videa. GoodVision Video Insights dále identifikuje veškeré dopravní toky ve scéně. Člověk je v rozumném čase schopen se soustředit a analyzovat pouze na několik málo hlavních dopravních toků.

Video Insights je plně cloudová služba, která je schopna škálovat se podle potřeb klienta. Celá dávka záznamů z kamery od klienta je zpracována vždy během několika jednotek hodin, připravena pro další analýzu.

Služba GoodVision Video Insights extrahuje objekty a události z videa kompletně. Získaná data jsou trvalá pro budoucí analýzu dopravních inženýrů či urbanistů. Naše webová aplikace nabízí datovou vizualizaci a dotazování na informace plně konfigurovatelném uživatelem. Video Insights poskytuje také kombinované uživatelské filtry, které uživateli umožňují opakované a neomezené provádění analýzy.

Závěry

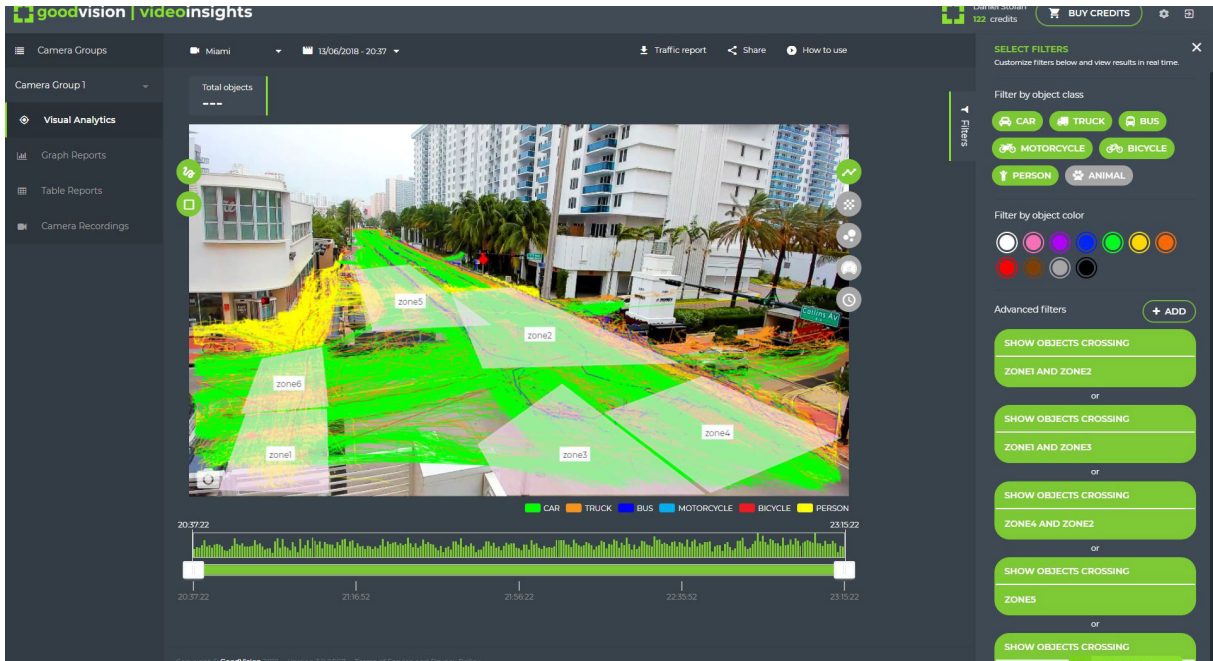
Potřeba robustních údajů o dopravní infrastruktuře ve městě má zásadní význam pro lepší porozumění potřebám v oblasti výkonu a zlepšení a při podpoře informovaných a efektivních investičních rozhodnutí.

Díky pokroku v umělé inteligenci a výpočetní kapacitě existuje významná příležitost pochopit výkonnost infrastruktury v krátkém čase a reagovat na jakékoli otázky týkající se dopravních problémů mnohem podrobněji a mnohem rychleji než v minulosti, ale i s menšími náklady.

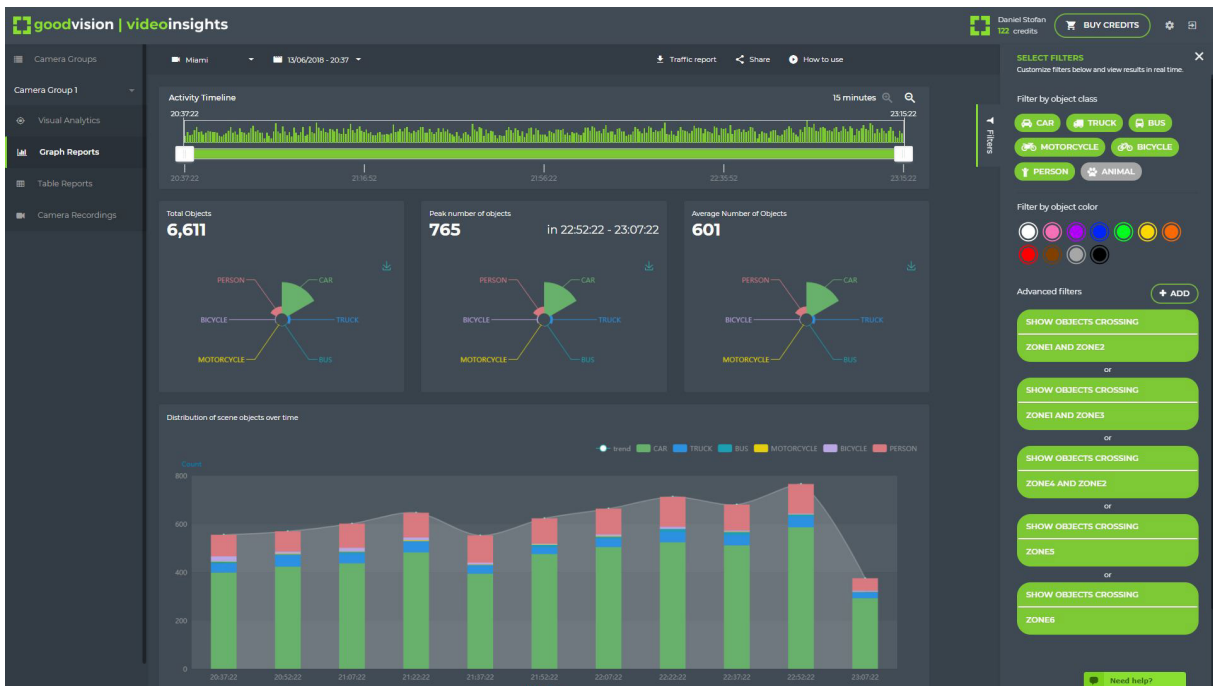
Posláním společnosti GoodVision je pomáhat organizacím provádět kamerové průzkumy a analýzy dopravního provozu rychleji, efektivněji a spolehlivěji. GoodVision Video Insights je nástroj, který zvyšuje produktivitu práce, jednak přesnější a rychlejší analýzou dat, ale i s uživatelsky přívětivým rozhraním. Je to nástroj, který umožňuje organizacím všech velikostí řešit problémy stejným způsobem jako největší technologické korporace, přesto je jednoduchý natolik, aby byl použit bez zvláštních znalostí nebo školení.

Více na www.goodvisionlive.com





Obrázek 1

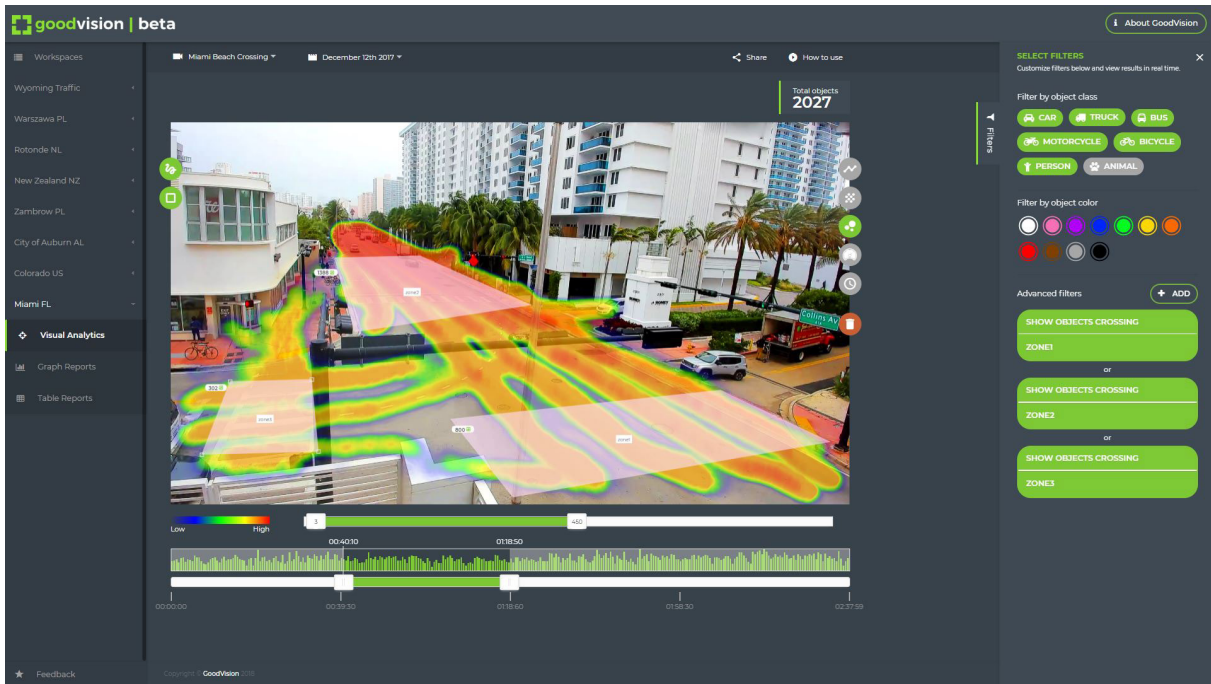


Obrázek 2

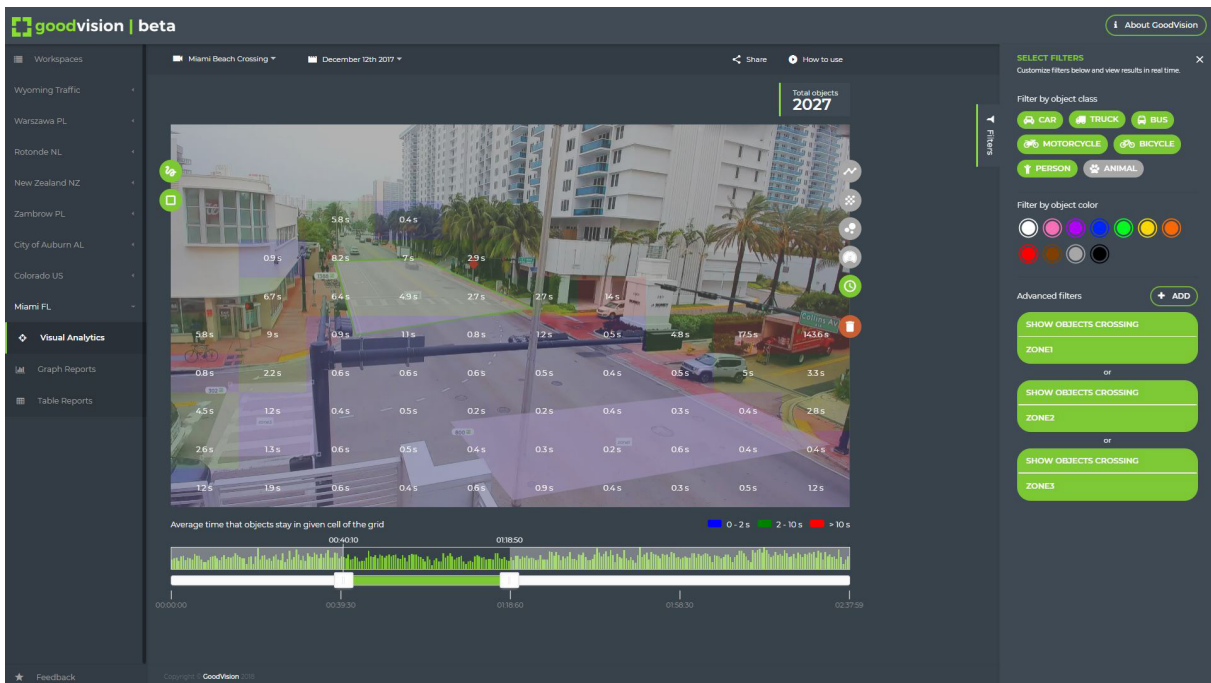


15

87



Obrázek 3



Obrázek 4

Nové způsoby zpracování a prezentace dat o intenzitách dopravy

Ing. Jan Martolos* (EDIP s.r.o.),

Ph.D., Ing. Stanislav Štangl (Správa informačních technologií, Město Plzeň)

Ing. Karel Jedlička, Ph.D. (Plan4all z.s.)

Mgr. Jiří Bouchal (InnoConnect s.r.o.)

Ing. František Kolovský (Plan4all z.s.)

*martolos@edip.cz

Klíčová slova

Intenzita dopravy, Vizualizace, Open data

Úvod

Údaje o intenzitě dopravy (počtu vozidel, která projedou úsekem pozemní komunikace za určité časové období) jsou základní informací vypovídající o významu komunikace. Skutečnou intenzitu dopravy na vybraných profilech lze zjistit dopravním průzkumem (například správci jednotlivých komunikací) a následně ji prezentovat tabulkou nebo formou statického obrázku. Další možností je odhad intenzit dopravy na celých komunikačních sítích pomocí matematického modelu. Data slouží úzké skupině odborníků – dopravním inženýrům.

Nové softwarové možnosti spolu se změnou přístupu k datům – trend „open dat“ a zpracování „big dat“ umožňují používat interaktivní metody prezentace dopravních dat jak pro účely exploratorní analýzy existující dopravní situace (pro zjišťování dopravně problematických míst a časů), tak i pro jednoduché real-time modelování menších změn v dopravní síti města (uzavírky, nové úseky, změna kapacity). Takové přístupy k dopravním datům umožňují rozšířit počet uživatelů těchto dat, politickým reprezentantům našich měst umožní operativnější rozhodování, veřejnost pak mohou lépe informovat o dopravní situaci.

Metody a použitá data

Počítačové modely komunikačních sítí měst jsou vyvíjeny již několik desítek let. Spolu s vývojem výpočetní techniky se postupně měnil i způsob vytváření modelů a jejich výstupy. Nejobvyklejším výstupem, který je v zásadě stejný již několik desítek let, je statický kartogram intenzit dopravy – zjednodušené schéma komunikační sítě s údajem (číslem) o počtech vozidel, které po daném úseku komunikace projíždí (například za den).

Model je tvořen komunikační sítí (hranově a uzlově ohodnocený graf) a údaji o přepravních vztazích (odkud – kam -kolik vozidel směřuje).

Například město Plzeň má svůj model vytvořený v software CUBE, modelová komunikační síť má délku 854 km, obsahuje 4 789 uzlů (křižovatek) a 5 407 mezikřižovatek úseků. Modeluje se území cca 372 km², které je rozděleno na 339 zón.

Výstupy byly využívány dopravními odborníky a poskytovány jako podklad pro projektanty, případně k posuzování hluku a emisí z dopravy. V některých případech je zjednodušený obrázek přiložen „pro zajímavost“ k rozhodování politické reprezentaci města.



Výsledky

Současné dopravní modelování spočívá ve:

1. Vytvoření základního dopravního modelu zájmové oblasti v desktop software
2. Definici a výpočtu alternativních dopravních scénářů (uzavírky, zúžení, nová silnice, atd.).
3. Výpočet alternativních dopravních modelů pro jednotlivé scénáře.
4. Prezentace vytvořených modelů zákazníkovi, diskuse nad (dalšími) alternativními scénáři.

Problémem současného přístupu je doba, která uplyne od výpočtu dopravních modelů do jejich prezentace. Prezentované řešení zkracuje tento čas z dnů na sekundy, max. minuty, záleží na velikosti modelu. Řešení spočívá v následujících krocích:

1. *Základní dopravní model* je vypočten stejně, jako v tradičním přístupu – slouží následně pro kontrolu a kalibraci klient/serverového řešení.
2. Vyvinutý *Spark Traffic Modeller* (klient/server řešení) pak sbírá uživatelské vstupy pro alternativní dopravní scénáře a v čase blízkém reálnému generuje *alternativní dopravní modely*, které je možné okamžitě interpretovat.

Technicky Spark Traffic Modeller (STM) funguje následovně:

1. *Základní dopravní model* je vypočten v desktop SW
2. Pouze zdrojová data pro základní dopravní model jsou importována (generátory dopravy, dopravní síť, kalibrační profily) do databázového stroje pro STM.
3. STM získá data z databáze do RAM distribuovaného serveru a spočte si vlastní základní dopravní model, který také drží v RAM.
4. STM *základní dopravní model* je porovnán s *základním dopravním modelem* z desktop a případně odpovídajícím způsobem upraven.
5. STM *základní dopravní model* je připraven k použití pro webového klienta.
6. Uživatel webového klienta pak může modifikovat následující parametry:
 - a) Zavřít úsek ~ simulovat uzavírku
 - b) Změnit kapacitu úseku ~ zúžení
 - c) Nakreslit nový úsek ~ simulovat výstavbu
 - d) měnit charakter generátoru dopravy ~ simulovat události v zájmové oblasti (například simulace parkování při sportovním utkání) ~ zatím není implementováno
7. Po každé změně parametrů je vypočítán alternativní dopravní model, může být uložen, interpretován a prezentován.

Diskuze a závěr

Je zřejmé, že současné možnosti výpočetní techniky a pokrok ve sběru, třídění a analýze dat, umožňují dopravním inženýrům nové možnosti analýzy a prezentace jejich výsledků. I když přínosem je rychlejší možnost simulace dopadu dopravních opatření, je důležité, aby zpracování a interpretaci dat prováděli odborníci, kteří znají limity modelů komunikačních sítí.



STM je vyvíjen v H2020 projektu Polivisu. V současnosti je ve stadiu prototypu. Do konce projektu (2019) bude nasazen na dopravní model v městě Plzni. STM je jádrovou komponentou představeného interaktivního přístupu k dopravnímu modelování. Z použité technologie (Apache Spark framework) plyne škálovatelnost a připravenost STM pro cloudové prostředí

18

Poděkování

87

Příspěvek byl zpracován za podpory projektu č. 769608 – PoliVisu (Policy Development based on Advanced Geospatial Data Analytics and Visualisation) programu H2020 financovaného Evropskou unií.

Kapacita jako náhodná veličina a její měření

Igor Mikolášek* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.),
Martin Bambušek (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)
*igor.mikolasek@cdv.cz

Klíčová slova

Kapacita pozemních komunikací, Kaplan-Meier, řízení dopravního proudu, stochasticita, kongesce

Úvod

Příspěvek diskutuje kapacitu pozemních komunikací a její měření. Kapacita je uvažována jako náhodná veličina, která se náhodně mění v čase v závislosti na řadě dalších (kvazi) náhodných proměnných jako počasí, skladba vozidel nebo fyzické a mentální vlastnosti řidičů, přičemž je definována jako hodnota intenzity, která vede ke vzniku kongesce. Minderhoud a kol. (1997) ve svém srovnání metod měření kapacity jako jedni z prvních uvádí metodu založenou na Kaplan-Meierově odhadu (Kaplan a Meier; 1958), známou také jako product limit method (PLM). Její výhoda oproti tradičním metodám odhadu kapacity (normy, fundamentální diagramy, vybraná maxima, intenzita na výjezdu z kolony aj.) tkví zejména v detailnosti popisu kapacitních vlastností komunikace (při dostatku kvalitních a vhodně zpracovaných dat), kterou lze využít v dopravně-inženýrských a telematických aplikacích např. při predikci kolon. Jejím výstupem je neparametrická křivka přežití, která de facto popisuje pravděpodobnost vzniku kolony při určité intenzitě. Použití metody je ilustrováno na srovnání kapacity před a po aktivaci mobilního telematického systému ZIPMANAGER pro dálniční uzavírky.

Metody a použitá data

Dopravní data byla naměřena při pilotním testování mobilního telematického systému ZIPMANAGER během uzavírky v km 31,04–36,22 na dálnici D5 na podzim 2016. Tento systém využívá proměnného dopravního značení k harmonizaci dopravního proudu (zejména omezením dovolené rychlosti) a oddálení vzniku kolon na základě aktuálních dopravních dat z detektorů před uzavírkou.

Surová data z detektoru umístěného cca 100 m před začátkem uzavírky v podobě záznamů o průjezdu jednotlivých vozidel jsou agregována do jedno- tří- a pětiminutových intervalů. Nákladní vozidla jsou uvažována jako ekvivalent dvou osobních. Na základě poklesu rychlosti dopravního proudu pod 40 km/h je určen čas vzniku kolony. Intenzita, která mu předcházela je vyhodnocena jako kapacita a jako „událost“ pro zpracování PLM. Intenzity z předcházejících intervalů s rychlostí nad 40 km/h vstupují do výpočtu jako tzv. cenzorovaná data. Pro odhad kapacity je použit pětiminutový agregační interval.

S ohledem na vlastnosti dopravního proudu, který nesplňuje některé předpoklady PLM, výsledná funkce přežití neudává pravděpodobnost vzniku kolony (de facto není funkcí přežití). Proto je dále zkoumáno použití parametrických funkcí přežití a jejich vhodné „fitování“, které by přímo popisovaly pravděpodobnost vzniku kolony.

Výsledky

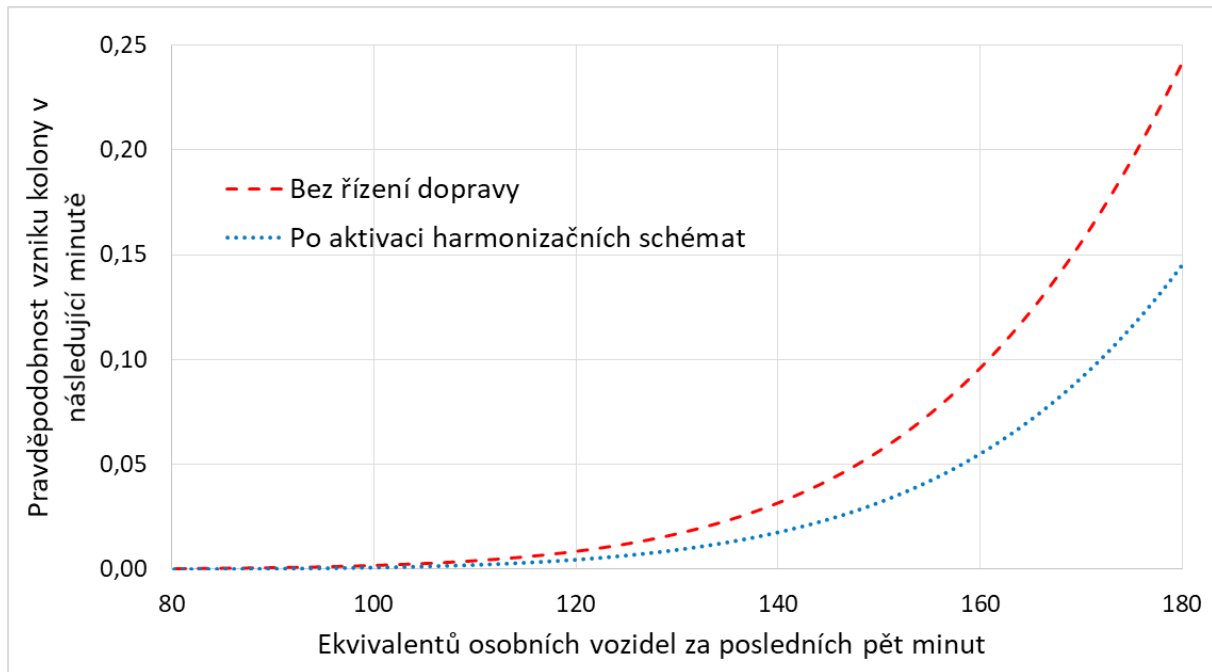
Provedená analýza má tři typy výstupů. Prvním z nich je způsob zpracování dat pro využití v analýze přežití. Prezentovaný způsob se jeví jako vhodný (byla testována řada různých metod) pro použití v lokalitách se snížením počtu jízdnic pruhů, nicméně pro jiné případy dopravního uspořádání a osazení detektorů mohou být vhodné různé postupy. Velmi výhodné by mohlo být využití datové fúze z více detektorů, aby bylo možné ověřit, že ke vzniku kolony došlo skutečně v měření místě



v důsledku naměřené intenzity. Jako klíčové parametry při zpracování dat se ukazují definice vzniku kolony a délka agregačního intervalu, které ovlivňují spolehlivost a přesnost výsledků a jejich interpretaci.

Druhým výstupem je ověření funkčnosti obdobného přístupu k měření kapacity s využitím funkce přežití. Naopak použití PLM se ukázalo jako ne zcela vhodné (viz diskuse).

Posledním výstupem jsou získané funkce přežití, respektive distribuční funkce kapacity, popisující pravděpodobnost vzniku kolony v závislosti na intenzitě dopravy (viz graf) za běžného provozu a po aplikaci harmonizačních schémat systému ZIPMANAGER.



Z grafu je patrný značně nelineární průběh pravděpodobnosti vzniku kolony. S ohledem na výskyt intenzit v dopravním proudu je však vznik kolon v rozmezí intenzit 100-160 ekvivalentů osobních vozidel za pět minut rozložen takřka lineárně. Harmonizace dopravy systémem ZIPMANAGER snížila riziko vzniku kolony přibližně o 40–45 %.

Diskuze

Získané poznatky mohou významně přispět k rozvoji výzkumu kapacity pozemních komunikací. Vytvořené postupy jsou dobrým základem pro další výzkum v oblasti měření stochastické kapacity a jeho využití v praktických aplikacích. Získaný základní soubor metod zpracování surových dat je možné dále upravovat pro další situace. Zejména využití dalších detektorů dále po směru jízdy se jeví jako vhodné s ohledem na možné „přetečení“ kolony z uzavírky před ní. Právě nemožnost kontroly „přetečení“ kolony z uzavírky je jedním z limitů této studie po stránce spolehlivosti výsledků. Na metody zpracování dat by však neměla mít významný vliv.

Ukázalo se, že vlastnosti dopravního proudu (intenzita neroste lineárně) dělají PLM nevhodnou metodou pro aplikaci na kapacitu dopravního proudu. Tento problém se však podařilo obejít parametrizací funkce přežití a jejím vhodným „fitováním“. Otázkou zůstává mimo jiné ideální délka agregačního intervalu, definice vzniku kolony pro různé aplikace či hodnota ekvivalentu osobního vozidla.

Co se týče vyhodnocení přínosů harmonizace dopravního proudu, i přes uvedený nedostatek je neoddiskutovatelný její značný pozitivní vliv na snížení rizika vzniku kolony.

Závěry

Stávající literatura se o PLM a stochastických metodách určování kapacity sice zmiňuje, avšak neposkytuje jasný návod, jak připravit surová data. Několik způsobů bylo otestováno a byl nalezen vhodný způsob pro aplikaci v uzavírkách. Významný je poznatek, že vhodná metoda je silně závislá na dostupných datech a osazení detektorů, a zvolený postup nemusí být vhodný za všech okolností. Klíčové je potom zjištění, že křivka přežití získaná pomocí PLM neodpovídá realitě. Sběr a zpracování dat dělají svojí složitostí obdobný přístup náročnější oproti většině běžně používaných metod odhadu kapacity a vhodný zejména pro jasně definovaná úzká hrdla, jako jsou dálniční uzavírky. Významnou výhodou je však výrazně přesnější popis kapacitních vlastností komunikace.

Srovnání funkcí kapacity před a po spuštění systému ZIPMANAGER umožňuje efektivně vyhodnotit přínos harmonizace dopravního proudu k oddálení vzniku kolony.

V současnosti pokračuje vývoj systému, který by využil parametrické rozdělení kapacity, náhodné rozdělení snížené kapacity hrdla po vzniku kolony a modelu dopravního proudu k apriori predikci jízdnicích dob v připravovaných dálničních uzavírkách.

Poděkování

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu Národní program udržitelnosti I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610) na výzkumné infrastrukturu pořízené z Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064). Data v tomto příspěvku byla získána z projektu ImoSYS - Inovativní mobilní telematický systém na pozemních komunikacích (TH02010800) Technologické agentury ČR v rámci programu EPSILON.



Zkušenosti z pravidelné aktualizace dat o dopravním chování v Pražské metropolitní oblasti

Milan Kříž (Technická správa komunikací hl. m. Prahy, a.s.)
milan.kriz@tsk-praha.cz

Klíčová slova

Průzkum dopravního chování, Makroskopický dopravní model, Specifická hybnost

Úvod

Technická správa komunikací hl. m. Prahy, a.s. (TSK) je městská organizace, která kromě jiného řeší dopravně-plánovací a dopravně-inženýrské úlohy na území Prahy a v určitých případech i části Středočeského kraje (tzv. Pražská metropolitní oblast). Za tímto účelem TSK spravuje makroskopický dopravní model Prahy a jejího okolí pro průměrný pracovní den, který se počítá pouze ze sčítání v obdobích s nejvyšší intenzitou v roce – jaro a podzim (duben, květen, červen, září, říjen, listopad) dle specifické metodiky platné pouze pro Prahu. Tato metodika má opodstatnění vzhledem ke specifickým podmínkám Prahy – při velmi vysokém automobilovém provozu je v Praze vhodnější kapacitně posuzovat i dimenzovat komunikace na tyto intenzity.

Na ostatním území státu se počítá průměrný den dle celostátní metodiky jako roční průměr denní intenzit (RPDI), ve kterém je zahrnut i vliv období s nižší intenzitou, jako zimní měsíce (leden, únor, částečně i březen), letní prázdniny (červenec, srpen), vánoční období apod.

Pro poptávkovou část dopravního modelu jsou podstatná zejména data o využití území a průzkumy dopravního chování, které jsou pořizovány v pravidelných intervalech. V příspěvku ukazujeme vývoj hodnot specifických hybností z těchto průzkumů. Průzkumy proběhly mezi roky 2005 a 2016. Tyto výsledky ukazujeme ve vztahu ke změnám v metodice sběru dat a ve vztahu k výsledkům z podobných průzkumů v Německu.

Metody a použitá data

Multimodální výpočet využívá jako hlavní zdroj dat průzkumy dopravního chování. Průzkumy na obyvatelích Prahy byly prováděny v letech 2005, 2010 a 2015. V letech 2010 a 2015 se jednalo o vzorek přibližně 5000 respondentů, v roce 2005 byl vzorek 11 000 respondentů. V letech 2005 a 2010 byl prováděn sběr dat metodou PAPI, v roce 2015 se jednalo o metody CAWI a CATI. Na obyvatelích Středočeského kraje byl průzkum proveden v roce 2016. Způsob výběru vzorku, jeho velikost a způsob sběru dat byl obdobný jako v roce 2015 u obyvatel Prahy. Populací bylo vždy obyvatelstvo od 6 let věku. Data byla sbírána pro tzv. typický (průměrný) pracovní den. Typický pracovní den byl definován jako úterý, středa nebo čtvrtek v měsících březen až květen a září až listopad v týdnech, ve kterých nebyly svátky, mimořádné dny pracovního klidu nebo zvláštní události, které by mohly ovlivnit mobilitu dotazovaných.

Výsledky

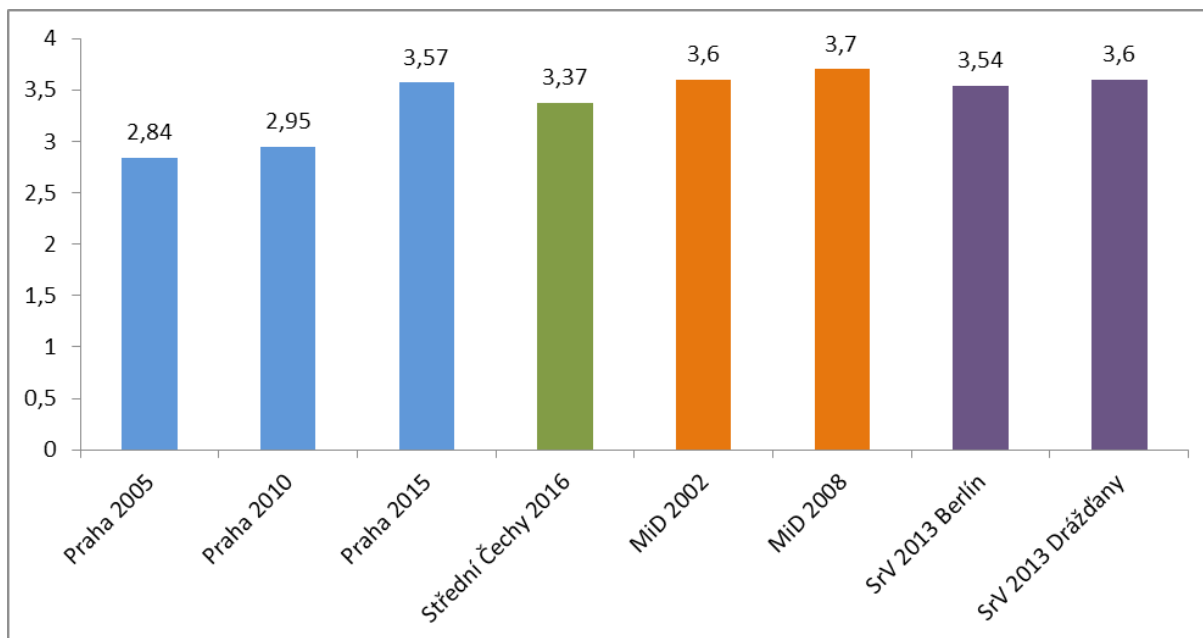
Jednou ze základních charakteristik dopravního chování je tzv. (specifická) hybnost obyvatelstva. Můžeme ji vyjádřit například jako počet cest na jednu osobu za typický pracovní den. V grafu na obrázku č. 1 je zaznamenán počet cest na jednu osobu zjištěných v průzkumech dopravního



22

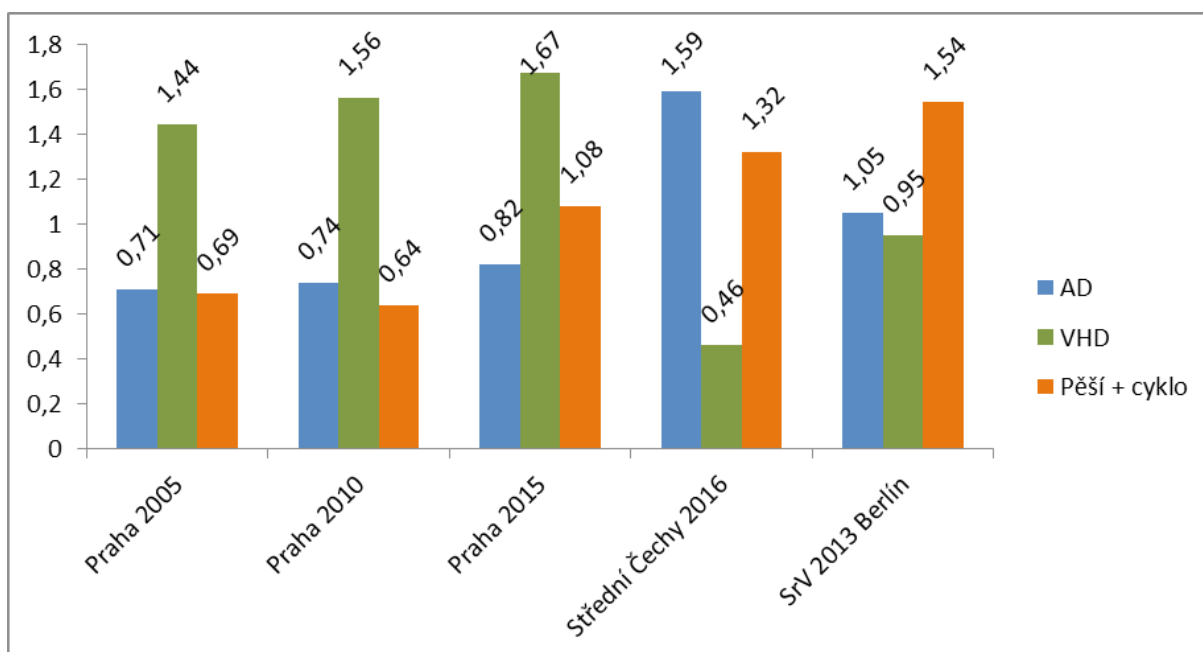
87

chování prováděných od roku 2005 a dále jsou zde uvedeny obdobné hodnoty z průzkumů „Mobilität in Deutschland 2008“ (MiD 2008) a „Mobilität in Städten – SrV 2013“ (SrV 2013) prováděných v nedávné době v Německu. Je nutné uvést, že v Německu se jedná o počet cest za všechny obyvatele, zatímco u TSK Praha se jedná o počet cest za osoby od 6 let. Vezmeme-li v úvahu data z MiD 2008, může efekt zahrnutí osob mladších 6 let odpovídat poklesu o 0,05 cesty na jednu osobu za typický pracovní den.



Obr. 1. Srovnání hybností obyvatel z jednotlivých průzkumů

Na obrázku č. 2 jsou vybrané případy z obrázku č. 1 rozděleny do 3 základních módů dopravy: VHD (včetně kombinace s IAD – např. P+R), IAD a pomalý mód (cyklistická a pěší doprava dohromady).



Obr. 2. Srovnání dělby přepravní práce z jednotlivých průzkumů



Diskuze

Hodnoty celkového počtu cest na jednu osobu v Praze vykazují mezi lety 2010 a 2015 znatelný nárůst (viz obr. 1). Hodnoty z let 2005 a 2010 jsou poměrně srovnatelné, hodnota z roku 2015 je vyšší přibližně o 0,6 cesty ve srovnání s hodnotou z roku 2010. Hodnota z roku 2015 je srovnatelná s hodnotami z německých průzkumů. Stejně tak je srovnatelná hodnota ze Středních Čech z roku 2016 a hodnota z Prahy z roku 2015, i když rozdíl je již znatelnější.

Při rozdělení celkového počtu cest na jednotlivé módy (viz obr. 2) je vidět, že počet cest mezi roky 2010 a 2015 v Praze narostl ve všech sledovaných módech, avšak zřetelně nejvyšší nárůst je u pomalého módu, kde činní přibližně 0,4 cesty. Tento rozdíl můžeme vysvětlit jiným způsobem sběru dat. V letech 2005 a 2010 se jednalo o rozhovor, kdy jednotlivé cesty byly vyplňovány sekvenčně. Při sekvenčním vyplňování mohl respondent během vyplňování dotazníku sekvenci cest zkrátit oproti skutečnosti. Naopak v roce 2015 respondent nejdříve uvedl všechna místa, která během dne navštívil. Poté byla provedena kontrola úplnosti seznamu vyplněných míst a následně vyplnil respondent ke všem cestám požadované údaje.

Závěry

Na základě ukázaných výsledků z výše popsaných průzkumů dopravního chování jsme toho názoru, že rozdíly ve specifických hybnostech mezi Českou republikou a státy, jako je například Německo, je zanedbatelný. Pro potvrzení těchto závěrů je potřeba analyzovat data i z jiných průzkumů. Za zásadní považujeme probíhající celostátní průzkum „Česko v pohybu“.

Dále si klademe otázku, zda nerozšířit populaci průzkumu i o skupinu osob ve věku 0–5 let. Tato skupina je v přímém vztahu se specifickou hybností pro některé účely cest (předškolní zařízení) a může v některých úlohách dopravního plánování hrát důležitou roli.

Tvorba reprezentativního výběrového souboru pro průzkumy dopravního chování – český kontext

Vít Gabrhel* (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.),
Petr Kouřil (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.),
Michal Šimeček (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.),
Marek Tögel (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.)
*vit.gabrhel@cdv.cz

Klíčová slova

Průzkum dopravního chování, Pravděpodobnostní způsob výběru, Výběrová chyba, Plán udržitelné městské mobility

Úvod

Průzkumy dopravního chování představují důležitý zdroj informací pro strategické dopravní plánování včetně plánů udržitelné městské mobility (Gabhel, Kouřil, & Melzer, 2016). Aby bylo zajištěno, že výsledky těchto průzkumů dobře reprezentují dopravní chování obyvatel zájmového území, je potřeba zajistit co nejvhodnější způsob výběru respondentů (Kouřil et al., 2018). Při rozhodování o tzv. konstrukci výběrového souboru zvažujeme několik aspektů od velikosti oblasti průzkumu, velikosti výběrového souboru, období (např. jaro či podzim ve srovnání s celým rokem) sběru dat. Tato rozhodnutí se odvíjí od požadavků na data ale také od času a finančních prostředků, které máme k dispozici. Výsledkem je proto obvykle kompromis. Tento příspěvek ukazuje na příkladu plánu udržitelné městské mobility (PUMM, resp. SUMP) Litoměřic právě průběh rozhodování o průzkumu dopravního chování, ale i výsledky tohoto procesu.

Město Litoměřice s 24 045 obyvateli (ČSÚ, 2018) se nachází na soutoku Labe a Ohře v Ústeckém kraji. Město má monocentrické uspořádání s historickým jádrem a zázemím, které tvoří převážně zástavba rodinných domů a několika sídlištními celky v západní, severní a severovýchodní části zázemí města. Celé v SO ORP Litoměřice se pak nachází celkem 59 192 obyvatel (ČSÚ, 2018).

V roce 2017 město zahájilo v rámci projektu eFEKTA zpracovávání plánu udržitelné městské mobility (PUMM), jehož hlavním nástrojem analýzy je dopravní model a s tím související i v tomto příspěvku diskutovaný průzkum dopravního chování (dále jen PDCH).

Před zahájením prací na PUMM byl proveden audit QUEST (Město Litoměřice, 2016), který analyzoval a shrnul předchozí strategické dokumenty města v oblasti dopravy a identifikoval klíčové oblasti a opatření, ke kterým by další aktivity města Litoměřic měly směřovat. Zvláště se jedná o oblast cyklistické dopravy, dopravy v klidu a monitoring stavu dopravy. Navazující analytické studie by měly akcentovat analýzu v těchto klíčových oblastech. Provedený PDCH v Litoměřicích byl právě z těchto důvodů mj. zaměřen zjištění míry využívání a případného potenciálu využívání cyklistické dopravy a řešení situace statické dopravy formou průzkumu deklarovaných preferencí provedeného v rámci tohoto průzkumu (Gabhel, 2018).

Metody a použité data

Při konstrukci výběrového souboru pro litoměřické šetření bylo nejdříve nutné definovat geografickou oblast, v níž se budou data sbírat. A tedy i populaci, o které bude šetření vypovídat. Geografickou





oblast pro sběr dat lze vymezit deduktivním nebo induktivním (*travel-to-work area – TTWA*) přístupem, které slouží pro vymezování funkčních městských regionů (Mulíček a Kozel, 2012). Použití jednoho či druhého přístupu závisí na charakteru sídelní struktury daného území, nicméně oba přístupy lze kombinovat. Region je pak vymezen prostřednictvím algoritmu delimitace (Coombes, Green, & Openshaw, 1986; Mulíček a Kozel, 2012) tak, že výsledný region je vztahově uzavřený, tedy počet dojížděkových vztahů přes hranici regionu je minimalizován a podíl dojížděkových vztahů v rámci regionu je maximalizován. V případě Litoměřic byly kombinovány oba přístupy, kdy napřed byl vymezen TTWA region pro oblast Litoměřicka na úrovni 80 %, který zahrnoval právě i ostatní větší sídla v blízkosti Litoměřic (např. Terezín) a následně byl tento region zmenšen prostřednictvím vymezení funkční spádové oblasti do Litoměřic. Hranice obou oblastí byly porovnány a v návaznosti na to byla vymezena finální geografická oblast pro PDCH, která je menší než vymezený TTWA region.

Následovalo stanovení velikosti zkoumaného souboru. To vycházelo jednak z plánovacích potřeb, tedy konkrétně z požadované míry podrobnosti a přesnosti, ale také z praktických aspektů sběru dat. Pokud jde o plánovací potřeby, požadavky vycházející z potřeb SUMP nebyly předem jasně specifikovány, k jejich vyjasnění došlo až při komunikaci mezi zpracovatelem (CDV) a zadavatelem (Litoměřice). Zejména proběhla domluva na vytvoření dvou zón, jednak samotných Litoměřic, ale i sousedních obcí se zamýšleným poměrem 80 % ku 20 % velikosti výběrového souboru ve prospěch Litoměřic s minimální velikostí zkoumaného souboru 800 domácností. Podíl byl stanoven tak, aby byl dotázán nejmenší možný, ale z hlediska počtu podniknutých cest smysluplný výběrový soubor z okolních obcí. Mezi praktické aspekty pak řadíme finanční možnosti zadavatele průzkumu, situaci na trhu (proměnlivá cena za úspěšně dotázanou jednotku výběru), ale i časové limity sběru dat. Pokud jde o cenu, činila 673 tis. Kč za 930 dotázaných domácností. Co se termínu sběru dat týče, původně měl probíhat již od června 2018, nakonec ovšem došlo z rozhodnutí projektového manažera k posunu jednak začátku sběru na 21. 9. 2018, ale i konce sběru dne 15. 12. 2018. Ve dnech 1. až 4. 6. nicméně probíhala pilotáž ověřující fungování zvolené procedury.

Pro sběr dat byl použit vícestupňový pravděpodobnostní či náhodný výběr, kde v prvním kroku proběhla stratifikace výběrového souboru na část Litoměřic a část litoměřické spádové oblasti. Následně byly náhodně vybrány v rámci každého strata (Litoměřice a obce v litoměřické spádové oblasti) adresy, na kterých dotazování probíhalo. Třetím krokem pak byl výběr konkrétní domácnosti v rámci daných adres – náhodným výběrem ze soupisek domácností na adresní bod. Adresní body, které tvořily oporu výběru, vznikly na základě databáze RUIAN, která obsahuje také počet domácností na adrese.

Výsledky

Srovnání výsledků Sčítání domů, lidu a bytů (dále jen SLDB 2011) s výběrovým souborem z Litoměřic pak umožňuje říci, že výběrový soubor odpovídá SLDB 2011 z hlediska pohlaví, stupně dosaženého vzdělání či věkové kategorie mezi 15. a 64. rokem života populačním parametřům.

Při sběru dat bylo úspěšně dotázáno 901 domácností (Litoměřice = 726, sousední obce = 175) s 814 automobily, respektive 1 791 osob, přičemž 80 % těchto osob v rozhodný den podniklo dohromady 3 156 cest (z toho 2 444 v případě Litoměřic). K úspěšnému dotázání finální velikosti zkoumaného souboru, tedy 901 domácností bylo celkem třeba oslovit 1 276 domácností. Pět domácností bylo nutno vyřadit z důvodu nenaplnění sledovaných informací (například informace o tom, zda domácnost disponuje dopravními prostředky). Návratnost tak dosahovala 70 %. Agentura sbírající data nasadila celkově 25 tazatelů.

Zjištěný podíl cest s využitím kola, z celkového počtu cest $n = 2\,444$, činil 1 % (tedy cca 25 cest). Při takto nízkém zastoupení, na 95% intervalu spolehlivosti, dosahuje absolutní výběrová chyba $E_a = \pm 0,39$

% (konfidenční interval od 0,61 do 1,39 %, viz vzorec 1). Relativní výběrová chyba, tedy podíl absolutní chyby na sledovaném zastoupení cest na kole, tak představuje ± 39 %.

$$1) \quad Ea = z \cdot \sqrt{\frac{P_j \cdot (1 - P_j)}{n}}$$

Průměrný počet jízdnicích kol byl ve výběru $n = 726$ domácností $M = 1,02$ kola na domácnost. Směrodatná odchylka $SD = 1,37$. Chybu odhadu průměru (standard error of mean) vypočítáme jako podíl směrodatné odchylky a odmocniny počtu pozorování ($SEM = 0,10$).

$$2) \quad SEM = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Pokud chceme vyjádřit, v jakém rozmezí se nám podařilo určit průměrný počet kol v 95 % případech, můžeme tento interval zjednodušeně určit jako plus mínus dvojnásobek chyby odhadu průměru. Tedy v 95 % případech bychom předpokládali, že průměrný počet jízdnicích kol na domácnost v Litoměřicích je $1,02 \pm 0,2$.

Diskuze

Ačkoliv absolutní chyba měření podílu cyklistických cest dosahuje rozměrů v řádu desetin procent (0,39 %) a působí zanedbatelně, když ji vztáhneme k samotnému podílu cyklocest, vyjeví se její závažnost. Relativní výběrová chyba ± 39 % významně limituje využití indikátoru podílu cyklo dopravy pro možná budoucí srovnání. Velikost této chyby je bezesporu dána obecně malým zastoupením cyklo dopravy na celkovém počtu cest. Jednou z možností pro získání kvalitnějšího indikátoru by bylo vzorek výrazně navýšit. Ovšem i jen pro poloviční chybu ($\pm 19,5$ %), při zachování podílu 1 %, by bylo potřeba získat vzorek cca 10 000 cest, což odpovídá přibližně 2 800 domácnostem. To je z mnoha důvodů nad možností podobného průzkumu dopravního chování. Spíše než navyšování vzorku by se tento problém dal řešit vhodnějším časovým designem výběrového souboru. Šetření v Litoměřicích proběhlo na podzim a částečně i v zimě, kdy podíl cyklo dopravy dosahuje minima. Pokud by šetření probíhalo jako kontinuální roční měření, podíl cyklo dopravy by patrně významně vzrostl. Pokud by např. dosáhl 6 %, jak je tomu u dva roky starého šetření z Olomouce, relativní chyba by i při stávající velikosti vzorku dosáhla jen ± 15 %.

Průměrný počet jízdnicích kol na domácnost v Litoměřicích je $1,02 \pm 0,2$, a to v 95 % případech. Je to tedy plus mínus pětina samotného průměru. Pokud bychom si volili průměrný počet kol v domácnosti jako indikátor rozvoje cyklistické dopravy, musíme počítat s tím, že změnu v tomto ukazateli stěží naměříme pomocí průzkumu dopravního chování přesněji. Respektive je to možné, ovšem pouze za situace navýšení výběrového souboru přinejmenším o několik stovek jednotek, respektive při zachování jeho současné velikosti, ale při nárůstu průměrného počtu jízdnicích kol v domácnostech v řádu jednotek. Důvodem je jiný základ, ze kterého se chyba počítá. Zatímco u modal splitu to byl počet cest, zde to je podstatně menší číslo, a to počet domácností ve výběru. Zároveň si všimněme, že směrodatná odchylka ($SD = 1,37$) je větší, než průměr ($M = 1,02$). Jako kdyby domácnost mohla vlastnit záporné množství bicyklů. Je to tak proto, že ve skutečnosti má proměnná počtu jízdnicích kol v domácnosti log-normální rozdělení.





Uskutečněný sběr dat nám dává příležitost reflektovat také jeho praktické aspekty. Jeden z nich, zmíněný už v pasáži věnované výběrové chybě u podílu cest vykonaných na kole, je čas, resp. roční období. Sběr dat o dopravním chování může probíhat v tzv. běžném období (jarní a podzimní měsíce), případně kontinuálně, v průběhu celého roku. První způsob může být využit v situaci časově omezeného období pro sběr dat (např. několik měsíců), kdy na tato data navazují další aktivity (kupř. tvorba dopravního modelu či analytické části PUMM). Takto získaná data jsou ovšem ve srovnání s kontinuálním sběrem více náchylná vůči sezónním výkyvům, což se ostatně projevilo při počtu zaznamenaných cest na kole ve výše představeném PDCH. Klíčovým aspektem úspěšně realizovaného sběru dat je dále komunikace s veřejností. Informační kampaň vedená skrze důvěryhodné kanály zvyšuje ochotu oslovených osob se sběru dat účastnit. Komunikace pak nabývá na významu zejména v situaci, kdy ke sběru dat dochází na území s relativně malým počtem obyvatel. Sdílená (ne)znalost probíhajícího sběru činí z PDCH společné téma, s čímž je třeba pracovat, například skrze zapojení představitelů obce, v opačném případě to představuje riziko pro návratnost sběru.

Poděkování

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci projektu Národní program udržitelnosti I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610) a na výzkumné infrastruktuře pořízené z operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).

Děkujeme Centru pro regionální rozvoj Masarykovy univerzity, konkrétně Mgr. Ondřeji Mulíčkoví, Ph. D., za poskytnutí regionalizace metodou TTWA pro ČR z dat Sčítání lidu, domů a bytů 2011.

Zdroje

Coombes, M., Green, A., & Openshaw, S. (1986). An Efficient Algorithm to Generate Official Statistical Reporting Areas: The Case of the 1984 Travel-to-Work Areas Revision in Britain. *The Journal of the Operational Research Society*, 37(10), 943-953. doi:10.2307/2582282

Český statistický úřad. (2018). Počet obyvatel v obcích k 1. 1. 2018. Retrieved from: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-see2a5tx8j>

Gabrhel, V. (2018). Zpráva o dopravním chování a postojových charakteristikách obyvatel Litoměřic a litoměřické spádové oblasti. Text v přípravě k publikaci.

Gabrhel, V., Kouřil, P., Melzer, Z. (2016). „Česká republika v pohybu: Návrh celostátního průzkumu dopravního chování“. *Dopravní inženýrství*, roč. 16, č. 2, 20-23. ISSN 1801-8890.

Kouřil, P., Gabrhel, V., Šimeček, M., Szabó, D., & Tögel, M. (2018). Konstrukce výběrového souboru průzkumů dopravního chování pro účely městského plánování. Text odeslaný k publikaci.

Město Litoměřice. (2016) Závěrečná zpráva a Akční plán projektu QUEST města Litoměřice, 31 s. Ne-publikovaný dokument.

Mulíček, O., Kozel, J. (2012) Metodika vymezení vztahově uzavřených funkčních regionů. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR.

Dopravné správanie v malých mestách a možnosti systematického zberu dát – príklady zo Slovenskej republiky

doc. Ing. Marián Gogola, PhD. (Katedra cestnej a mestskej dopravy, Žilinská univerzita v Žiline)
marian.gogola@fpedas.uniza.sk

Klíčová slova

dopravno sociologický prieskum, malé mestá, dopravné správanie

Úvod

Vo svete existuje viacero prieskumov, ktoré sa ale realizovali vo väčších mestách, alebo krajinách (Christensen, 2014). Všeobecne chýbajú výsledky prieskumov z malých miest. Z tohto dôvodu sa príspevok zaoberá 3 menšími slovenskými mestami (Ružomberok a Lučenec 28 tisíc, Svit 8 tisíc obyvateľov), v ktorých prebehol v roku 2016 dopravno-sociologický prieskum. Príspevok poukazuje na niektoré zaujímavé výstupy z prieskumu. Väčšina miest sa totiž zameriava iba na individuálnu automobilovú dopravu, pričom výstupy z prieskumu poukazujú, že obyvatelia využívajú aj iné druhy dopravy. Tieto dáta ukazujú, že každé mesto alebo obec by mali pravidelne získavať informácie o svojich obyvateľov s cieľom vytvorenia adekvátnej dopravnej ponuky alebo dopravných a mobilitných služieb.

Metody a použitá data

Viacere krajiny realizujú pravidelne dopravné prieskumy zamerané na dopravné správanie svojich obyvateľov. Napríklad v Nemecku existujú dva prístupy, jeden prieskum sa pravidelne realizuje každých 5 rokov a nazýva *Mobility in Germany* (MiD, 2018), druhý prístup (*German panel survey*, MOP, 2017) je tzv. pravidelný panelový prieskum, ktorá sa zbiera každý rok. Medzi ďalšie krajiny možno spomenúť Veľkú Britániu alebo Holandsko (MPN, 2018), ktorá je pravdepodobne najstaršia krajina (od roku 1978), ktorá historicky realizuje takéto prieskumy. Samotná metodika prieskumu sa opiera o postupy používané v Dopravnom inžinierstve, vyvinuté Technickou univerzitou v Drážďanoch, kde sa táto metodika používa už od roku 1972 (MiD, 2018). Je založená na zreportovaní dopravného správania počas 1 dňa. Samotné dáta boli zozbierané z dopravno-sociologických prieskumov z roku 2016, pričom sa zamerali na menšie mestá, ktoré nie sú typickou vzorkou pre dopravno-sociologické prieskumy. Jedným z dôvodov prečo takéto prieskumy mestá vo všeobecnosti na Slovensku nerealizujú je fakt, že nemajú personálne zázemie, a častokrát ani financie. Ďalším faktorom je, že mestá tieto údaje nevedia využiť pri plánovaní dopravy v danom území. To znamená, ak by tieto údaje mali, vedeli by, že napríklad špecifické skupiny obyvateľstva využívajú iné druhy dopravy ako automobilovú dopravu.

Výsledky

V tejto kapitole sú popísané najdôležitejšie výstupy z prieskumov v daných mestách. Prieskum sa realizoval za pomoci anketárov, ktorí navštívili jednotlivé domácnosti, pričom zisťovali údaje retrospektívne. Navyše okrem klasických údajov (účel cesty, druh dopravy a pod. sa zisťovalo aj hodnotenie vybraných druhov dopravy a spokojnosti s nimi (napr. MHD, infraštruktúra pre peších a cyklistov apod.).

V meste Svit sa vyhodnocovalo 305 dotazníkov so vzorkou 782 obyvateľov. Tí spolu vykonali 1 775 ciest, pričom každý obyvateľ má priemernú hybnosť 2,2 cesty za deň. Aj napriek trendom v iných mestách so stúpajúcou motorizáciou, najviac obyvateľov podľa prieskumu využíva pešiu dopravu 42,94 %.



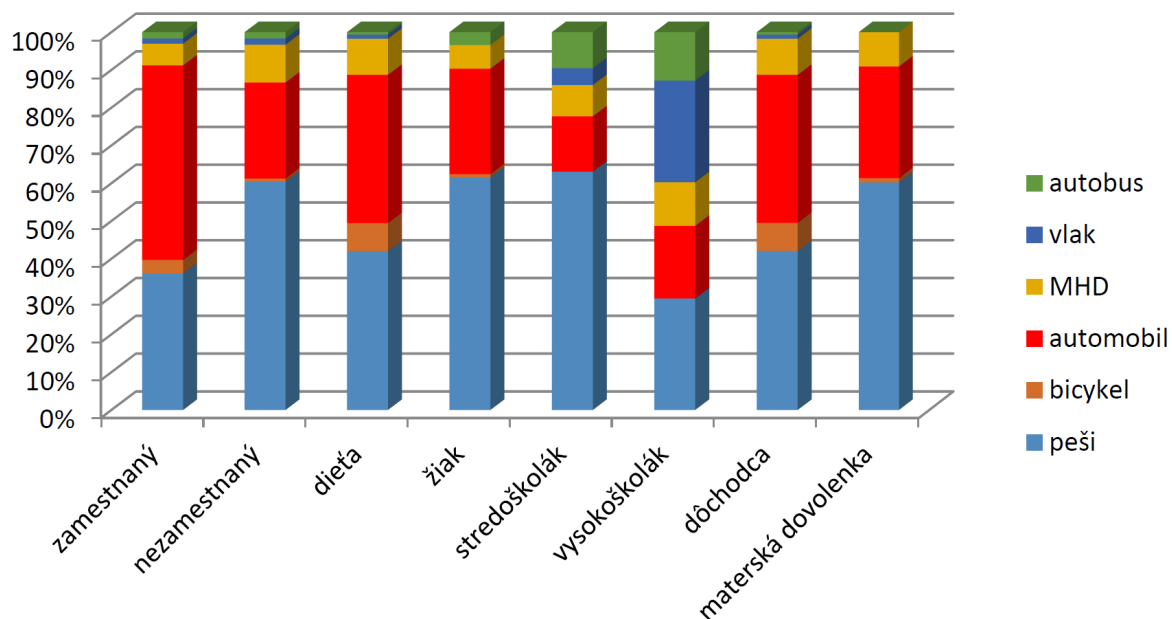


30

87

Nasleduje však automobilová doprava, kde ju ako vodič využíva 22,76 % a ako spolujazdci 5,69 % respondentov. Verejnú osobnú dopravu využíva celkom 13,02 % obyvateľov, z čoho MHD 5,63 %, autobus 5,53 % a železničnú dopravu 1,86 %. Prekvapením môže byť zastúpenie cyklistickej dopravy s 14,88 % podielom. Z hľadiska využívania jednotlivých druhov dopravy je zrejmé, že zamestnaní najviac využívajú osobný automobil a verejnú osobnú dopravu najmenej. Naopak logicky najvyšší podiel využívania pešej dopravy majú žiaci (vyše 65 %), avšak potenciálnym problémom môže byť vyše 12 % využívania automobilu ako spolujazdci. Ďalšou zo skupín, ktorí využívajú pešiu dopravu sú dôchodcovia (53 %) a osoby na materskej dovolenke (44 %). Zaujímavé je napríklad využívanie bicykla, kde ho využívajú všetky skupiny, a to najviac dôchodcovia a nezamestnaní (16,92 % a 17,31 %), ako aj zamestnaní 15,48 %.

Pre mesto Lučenec sa vyhodnotilo 1029 dotazníkov. Zahŕňali spolu 2 448 osôb, ktorí spolu vykonali 4740 ciest, čo predstavuje priemernú hybnosť na osobu 1,93 cesty za deň. Najväčší počet ciest bolo vykonaných osobným automobilom, pričom 31,50 % realizovali ako samotní vodiči, 11,86 % ako spolujazdci. Druhým najviac používaným druhom dopravy bola pešia doprava so 42 %. Nasleduje MHD so 7 %, cyklistická doprava so 3,88 %, autobus s 1,92 %, vlak s 1,67 % a motocykel s 0,17%. Cesty do 5 km, predstavovali vyše 85 % zo všetkých ciest zrealizovaných počas prieskumu. To len potvrdzuje fakt o krátkej dĺžke ciest v meste. Priemerná dĺžka 1 cesty je 3,2 km. Nasledujúci obrázok znázorňuje výskyt početností vzhľadom na druh dopravy. Z neho vidíme, že najpoužívanejšími druhmi dopravy v Lučenci sú pešia a individuálna automobilová doprava. Z hľadiska priemernej dĺžky cesty boli odfiltrované cesty v rozsahu 200–500 m, 1000 m, ktoré reprezentovali nie každodenné cesty. Z toho 83 %, ktoré boli realizované autom práve do vzdialenosti 5 m. Pri pešej doprave je to až 98 % zo všetkých ciest. Autobus využíva 76 % na cesty dlhšie ako 5 km a vlak viac ako 80 %. Pri MHD je to uvedených 95 % ciest.

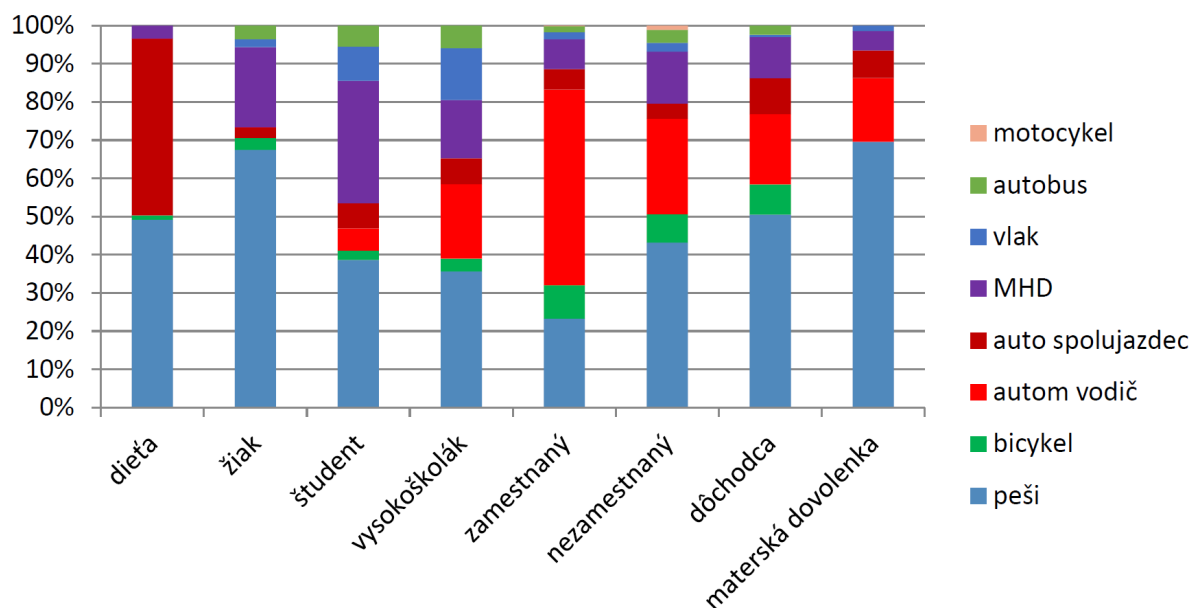


Obr. 1 Podiel jednotlivých druhov dopravy medzi skupinami cestujúcich v meste Lučenec v %.

V meste Ružomberok sa vyhodnocovalo 1019 dotazníkov so vzorkou 2 599 obyvateľov. Tí spolu vykonali 5 452 ciest, pričom každý obyvateľ má priemernú hybnosť 2,09 cesty za deň. Aj napriek trendom v iných mestách so stúpajúcou motorizáciou, má Ružomberok zaujímavý potenciál v prípade nemoťorovej dopravy. Najviac obyvateľov podľa prieskumu využíva individuálnu automobilovú dopravu, kde ako vodiči 34,59 % a ako spolujazdci 8,75 %. Nasleduje pešia doprava s podielom 34,92 %. MHD využíva 10,40 %, vlak 2,16 % a autobus 2,05 %. Prekvapením môže byť zastúpenie cyklistickej dopravy



s 6,97 % podielom. Celkové podiely jednotlivých druhov dopravy medzi skúmanými skupinami uvádza Obr. 2.



Obr. 2 Delba prepravnej práce hlavných druhov dopravy zo socio-ekonomického hľadiska

Diskuze

Zaujímavé je taktiež porovnanie využívania jednotlivých druhov dopravy medzi sociálnymi skupinami.

V meste Svit je zaujímavé využívanie cyklistickej dopravy (14,88 %) a pešej dopravy 42,94 %, čo len potvrdzuje fakt, že pre malé mestá sú významné udržateľné druhy dopravy.

V Lučenci skupina „Zamestnaný“ využíva najčastejšie osobný automobil 51,75 %. Znepokojivé je aj to, že pravdepodobne aj deti sú vozené rodičmi do škôl a materských škôl osobným automobilom (39,25 %), čím sa len potvrdzuje narastajúci trend využívania osobného automobilu od detstva. Pešia doprava má najvyšší podiel využívania zastúpená u nezamestnaných (60,42 %), detí (42 %), žiakov (61,54 %), stredoškolákov (63 %) a dôchodcov (42 %). Bicykel sa ako druh dopravy používa najviac u dôchodcov a detí po 7,44 %. MHD najviac využívajú vysokoškoláci 11,54 % a nezamestnaný 10 %. Podobne aj prímestský autobus využíva najviac skupina vysokoškolákov (12,82 %), podobne aj vlak (26,92 %), čo je vzhľadom na nastavenú tarifu logické.

V meste Ružomberok je z hľadiska použitého dopravného prostriedku zrejme, že zamestnaní najviac využívajú osobný automobil 56,75 % a verejnú osobnú dopravu najmenej 7,85 %. Naopak logicky najvyšší podiel využívania pešej dopravy majú žiaci (vyše 53 %), deti, dôchodcovia (50,48 %) a osoby na materskej dovolenke 69,57 %. Používanie motocykla je u všetkých skupín v zanedbateľnom podiele.

Predložené závery korešpondujú s výsledkami pre malé mestá, kde napríklad je problém s obsluhou mestskou hromadnou dopravou. Problémom je, že takéto prieskumy sa nerealizujú pravidelne, pričom súčasný stav informačných technológií by to umožňoval. Takéto zaujímavé údaje je v súčasnosti možné zbierať aj prostredníctvom mobilných telefónov, ako to bude realizovať medzinárodný projekt MoTiV (MoTiV, 2018). Ten má za cieľ realizovať kontinuálny prieskum na vzorke min. 5000 osôb v min. 10 krajinách po dobu minimálne 14 dní. Prieskum okrem tradičných údajov o druhu dopravy, účelu dopravy bude zisťovať aj hodnotenie mobilitných služieb a produktivitu počas cestovného času. To znamená, že pre niektoré účely ciest je požadovaný čo najkratší cestovný čas, avšak pre iné,

napr. zábava, vychádzka na bicykli a pod. to nemusí byť pravda. Práve z tohto dôvodu chce projekt zistiť osobnú hodnotu cestovného času a faktory, ktoré ju môžu ovplyvniť. Pridaná hodnota spočíva, že všetky údaje budú publikované vo forme OPEN DATA v anonymizovanej forme.

Závěry

Dopravné správanie zisťované počas dopravno-sociologických prieskumov majú zásadný význam v oblasti dopravného plánovania ako aj pri overovaní dopravných opatrení v praxi. Často sa však stáva, že takéto prieskumy sa realizujú len vo väčších mestách, ktoré majú na to finančné prostriedky, pričom údaje z menších alebo malých miest sú dostupné v obmedzenej miere. Výsledkom je fakt, že realizované dopravné opatrenia, či už v oblasti dopravnej infraštruktúry alebo dopravnej politiky, nie sú adekvátne merateľné a podložené výstupmi z dopravno-sociologických prieskumov, ktoré môžu pomôcť identifikovať odlišné požiadavky rôznych skupín obyvateľstva na rôzne druhy dopravy, keďže vo väčšine sa dopravné plánovanie zaoberá skôr automobilovou dopravou a ostatné druhy dopravy sú marginalizované. Práve z tohto dôvodu príspevok popisuje jednak výstupy dopravno-sociologických prieskumov vo vybraných malých mestách na Slovensku s počtom obyvateľstva od 7–30 tisíc. Výstupy z dopravného správania poukazujú na zaujímavé výsledky napríklad pri porovnaní individuálnej automobilovej dopravy a pešou dopravou, ktorá má práve v menších mestách dosť veľký podiel a preto by sa týmto druhom dopravy mala venovať patričná pozornosť. Výstupy zároveň popisujú odlišné správanie rôznych skupín obyvateľstva s ohľadom na výber dopravného prostriedku. Príspevok taktiež prezentuje nové možnosti pre pravidelné realizovanie takýchto prieskumov v mestách bez rozdielu počtu obyvateľstva s ohľadom na používanie informačných technológií.

Pod'akovanie

Záverom by som chcel poďakovať mestám Svit, Ružomberok a Lučenec za súčinnosť pri realizácii dopravno-sociologického prieskumu.

Odkazy

About the MPN (2018) Retrieved from <https://www.kimnet.nl/en/netherlands-mobility-panel>

Christensen, L. et al. (2014) 'Comparison Of Travel Behaviour In 11 European Countries By Use Of Post- Harmonized European National Travel Surveys', in 10th International Conference on Transport Survey Methods.

Mobilität in Deutschland (2018) Retrieved from <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/>

MOP - The German Mobility Panel (2017) Retrieved from https://www.ifv.kit.edu/english/26_MOP.php

MoTiV (2018) Retrieved from motivproject.eu

Případová studie srovnání zbytkových dat GSM operátora s konvenčními zdroji dat o mobilitě

Daniel Bárta (HaskoningDHV Czech Republic, s.r.o.)
daniel.barta@rhdhv.com

Klíčová slova

Zbytková data GSM, Mobilita, Statistika

Úvod

Jedním z nových zdrojů informací v oblasti statistických dat v dopravě jsou zbytková data z provozu sítě GSM (Groupe Spécial Mobile). Díky poskytnutí přístupu operátorem O2 CZ k pilotní verzi databáze zbytkových dat z provozu sítě GSM jsem se rozhodl ověřit, jak odpovídají zavedeným datovým zdrojům a případně jak je lze vzájemně kombinovat.

Předmětem srovnání je počet osob, které v obci nocují a počet osob, které přes obec tranzitují. Jako srovnávací lokalita byla zvolena městská část Brna, Brno-Bosonohy, o které jsou dostatečně publikována data a zároveň je tato bývalá samostatná obec s malým stavebním rozvojem dobře čitelná urbánně i napojením na dopravní komunikace.

Metody a použité data

Operátor O2 CZ, který má na trhu přibližně třetinový podíl, poskytuje pilotní přístup ke svým datům skrze dvě aplikace typu klient-server bez grafického rozhraní, kde ve svých zbytkových datech rozděluje území na ZSJ (Základní sídelní jednotka) nebo ZUJ (Základní územní jednotka, tj. obce nebo městské části). Zvolil jsem aplikaci Sociodemo API, která rozlišuje osoby v území přítomné déle než 30 min „visit“ a ostatní projíždějící „tranzit“, dále uvádí věkovou kohortu, pohlaví a hodinu dne pro sledovaný den. Na jeden dotaz aplikace vrátí jednu odpověď s jednou hodnotou. Tato hodnota je číslo o minimální hodnotě 100, hodnoty menší jsou z důvodu anonymizace vráceny jako NULL.

Jako kontrolní byla dále použita zbytková data o přítomném obyvatelstvu operátora T-Mobile z roku 2016 města Brna, publikovaná jako OpenData.

Zvolená městská část Brno-Bosonohy odpovídá jedné ZUJ, případně třem ZSJ, kde jádrová ZUJ charakterizuje 90 % obyvatel.

Za zavedené zdroje dat považuji SLDB 2011 (Sčítání lidí domů a bytů), CSD 2016 (Celostátní sčítání dopravy) číslo úseku 6-6013, TP 189/II Stanovení intenzit dopravy, rejstřík ekonomických subjektů ARES, výroční zprávy škol, průzkumy obsazenosti Koordinátora IDS JMK 2015 (Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje) a vlastní sonda obsazenosti vozidel.

Výsledky

Přehledné srovnání počtu osob-návštěvníků uvádí Tabulka 1, počty tranzitujících osob jsou uvedeny v Tabulce 2.

Územní jednotka	Počet obyvatel SLDB	Přítomné obyvatelstvo průměr 6. a 23. hod, T-Mobile	Počet návštěvníků (visit) ve 4 hod ráno Sociodemo API, O2 CZ	
		průměr všedních dnů 09-10/2016	asi 2017-06-19	2018-05-30 středa



ZUJ 551325 Brno-Bosonohy	2 457 + 100 SŠ internát = 2 557	2 550	7 500	5 195
ZSJ 008508 Boso- nohy-střed	2 253 + 100 SŠ internát = 2 353	2 327	3 322	3 171

Tabulka 1 Počet obyvatel a osob-návštěvníků

Počet tranzitujících osob	Počet tranzitujících osob (tranzit) Sociodemo API	
	asi 2017-06-19	2018-05-30 středa
14 370 × 1,06 os. voz, CSD/TP189 × 1,5 osob 2 293 × 1,24 nákl. voz, CSD/TP189 × 1 osob +2×1 200 osob, IDS JMK -2×1 300 osob vyjíždějící, SLDB -2×1 200 osob dojíždějících, odhad = 23 091	15 443	13 386

Tabulka 2 Srovnání počtu tranzitujících za 24 hod přes ZSJ 008508 Bosonohy-střed

Diskuze

Rozdíl v počtu návštěvníků udávaných zbytkovými daty oproti počtu obyvatel celé městské části je celých 100 %, pokud zůžeme území jen na jádrovou ZSJ, je rozdíl jen 35 %. Z místní znalosti lze jen těžko vysvětlit takový rozdíl např. nočním směnným provozem, přechodným bydlením. Z okolního terénu, rozložení domů a z rozmístění vysílačů GSM lze vyslovit domněnku, zda část rozdílu by nemohly způsobovat sídliště za administrativními hranicemi městské části, kde někteří obyvatelé mají výhodnější příjem signálu z vysílače v Bosonohách.

Počet tranzitujících osob je dle zbytkových dat asi o 42 % menší, než uvádí zavedené zdroje dat a je nesnadné jej komentovat. Lze vyslovit domněnku, že k vysílači v Bosonohách se připojují i osoby jezdící po dálnici D1, které je nutné systematicky odfiltrovávat a s nimi zmizí i část skutečně tranzitujících přes Bosonohy.

Využití dat omezuje absence rozdělení návštěvníků na nocující a ostatní, protože bez toho nelze sledovat vyjížděku a dojížděku do území, ale jen výsledné saldo. Dále chybí rozšiřující informace o druhu cesty nebo volbě dopravního prostředku. Není jasné, jak se do hodnot zbytkových dat promítají komunikace nebo osoby vyskytující se systematicky a početně na rozhraní administrativních jednotek. Zbytková data Sociodemo API lze proto jen obtížně interpretovat, srovnávat nebo doplňovat jinými.

Závěry

Zbytková data GSM z aplikace Sociodemo API od O2 CZ o počtu osob návštěvníků a tranzitujících se od konvenčních dat liší o 35-100 %, což značně omezuje jejich věrohodnost i použití. Nižší rozdíl 35 % byl dosažen u návštěvníků, pokud zájmové území bylo dostatečně vzdáleno od jiné zástavby. Kvalitativním omezením zbytkových dat pro dopravní modelování je chybějící rozdělení návštěvníků na nocující a ostatní, dále absence strukturovaných dat o cestě, např. volbě dopravního prostředku. Nejasné je započítávání komunikací nebo osídlení na rozhraní umělých statistických hranic. Taková data je pak obtížně interpretovat, srovnávat nebo doplňovat jinými.

Poděkování

Děkuji firmě O2 CZ za poskytnutí přístupu k pilotnímu provozu aplikace Sociodemo API zprostředkující zbytková data z provozu sítě GSM.

Oceňování cestovního času a jeho variability v běžném provozu a v kongesci – odhady pro ČR

Vojtěch Máca, Markéta Braun Kohlová

Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí

vojtech.maca@czp.cuni.cz

Abstrakt

Znalost hodnoty cestovního času je nezbytným předpokladem peněžního vyjádření ekonomických ztrát působených kongescí. Úhrn časových úspor všech uživatelů vyjádřený v penězích je nejčastěji uváděným přínosem/měřítkem přínosu budování nové dopravní infrastruktury. Od 60. let proběhla v zahraničí řada studií s cílem ocenit cestovní čas (value of time – VOT) a jeho úspory (value of travel time savings – VTTS) a stále častěji také rozlišit jeho jednotlivé komponenty. Rozlišuje se tak čas strávený v dopravním prostředku, čas na docházku, čekání, přestupy nebo zpoždění. A existují specifické hodnoty pro uživatele různých dopravních prostředků, délky i účely cest. S výjimkou pracovních cest, se k ocenění jednotlivých komponent cestovního času nejčastěji používají metody netržního oceňování. Přestože dostupná zahraniční evidence ukazuje velké rozdíly v hodnotě jednotlivých komponent cestovního času a rovněž metody netržního oceňování byly v ČR úspěšně použity při oceňování environmentálních statků, specifické hodnoty cestovního času jsou v ČR spíše ojedinělé.

Cílem tohoto příspěvku je alespoň částečně snížit informační deficit a představit vybrané odhady komponent cestovního času pro ČR. Konkrétně se jedná o hodnotu variability cestovního času a času stráveného v kongesci pro středně dlouhé tuzemské cesty (reprezentované trasou Praha-Brno). Výsledky naší valuační studie ukazují téměř dvojnásobnou hodnotu cestovního času stráveného v kongesci ve srovnání s hodnotou cestovního času v běžném provozu a naznačují, že redukce kongescí a obecně variability cestovního času přinese, ve srovnání se zkrácením cestovního času v běžném provozu, významné ekonomické přínosy. Tyto poznatky také potvrzují, jak důležité je při hodnocení přínosů dopravní infrastruktury rozlišovat mezi různými komponentami cestovního času a mít specifické odhady pro různé segmenty uživatelů.



Klíčové proměnné ovlivňující plánování trasy: koncept „MaaS“ očima uživatelů

Tomáš Vácha* (Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze),

Hana Křepelková (Central European Data Agency, a.s.)

*tomas.vacha@cvut.cz

Klíčová slova

Mobilita jako služba, Participativní design, Dopravní chování, Prostorová data, Dopravní plánování

Úvod

Příspěvek představuje současný postup budování konceptu Mobilita jako služba (MaaS), z pohledu prostorových dat a potřeb cílových skupin. MaaS přináší odpověď na problémy mobility ve městech, jelikož umožňuje uživatelům nalézt nejefektivnější způsob pohybu po městě i s ohledem na jejich specifické požadavky a zároveň zajistit jednu platbu za všechny služby spojené s dopravou. MaaS podporuje využívání multimodálního plánování a udržitelných způsobů dopravy. Pro vytvoření funkčního konceptu je zapotřebí velkého množství dat, jako jsou statistická prostorová data, dynamická online data a data získaná v rámci průzkumu dopravního chování. Projekt, který je aktuálně realizován v Brně má za cíl vytvořit pokročilý systém multimodálního plánování tras zohledňující potřeby a preference uživatelů se zvláštním důrazem na osoby se sníženou schopností orientace a pohybu. Základem projektu výzkum uživatelských potřeb a preferencí jednotlivých cílových skupin jehož výsledky budou promítnuty do modelu vyhledávacího algoritmu a struktury zdrojové databáze prostorových dat.

Metody a použítá data

V rámci projektu jsou využívány metody participativního designu k identifikaci potřeb a preferencí občanů a faktorů ovlivňujících jejich dopravní chování. Výzkumný design staví na úzké spolupráci geoinformatiků se zástupci sociálních věd a na využívání tzv. mock-up verze uživatelské aplikace, což umožňuje definovat nároky na proměnné nutné pro plánování trasy a optimalizovat vyhledávací algoritmus i zdrojovou databázi prostorových dat plánovače ještě předtím, než dojde ke vývoji a spuštění jeho finální uživatelské verze. V rámci první fáze výzkumu proběhla série pracovních setkání a interview se zástupci uživatelských skupin v Brně, včetně spolků a organizací zastupujících cyklisty, seniory, řidiče, osoby sníženou schopností pohybu, osoby se smyslovým omezením a další. Pomocí kvalitativní analýzy byly identifikovány základní kategorie potřeb uživatelů a faktorů ovlivňujících jejich dopravní chování.

Výsledky

Výsledkem první fáze mapování je seznam faktorů, které ovlivňují využívání různých typů dopravních prostředků, plánování trasy a možnost kombinovat druhy dopravy. Na straně uživatele lze rozdělit proměnné na statické (například fyzická zdatnost, smyslové omezení nebo věk) a dynamické (aktuální preference, druh aktivity, spěch). Rozhodování uživatelů dále ovlivňují statické proměnné na straně prostředí (náročnost terénu, bariéry, zeleň, infrastruktura pro cyklisty) a dynamické faktory prostředí (počasí, dostupnost prostředků, dopravní situace). Účastníci výzkumu nepopisovali pouze izolované proměnné, ale také interakce mezi nimi. Například déšť má vliv na preferenci spojů s krytými nástupními a přestupními zastávkami. V rámci procesu participativního designu byly zároveň definovány funkce ideální aplikace MaaS včetně obsahu a formy prezentovaných informací

o různých variantách trasy. Důležitým tématem byla bezpečnost, například hledání bezpečné trasy na kole v dosud neznámém prostředí, nebo zohlednění bezpečnosti při plánování trasy v noci.

Diskuze

Analyzovat proces plánování trasy z pohledu uživatele je přínosné pro vytvoření takového systému, který nabídne uživatelům varianty tras, které na jednu stranu budou odpovídat jejich dlouhodobým potřebám a možnostem (zdatnost, smyslové omezení, míra mobility), a na druhou stranu dají prostor pro zohlednění aktuálních preferencí. Na základě zjištěných dat bude vytvořena mock-up MaaS aplikace, která umožní uživatelské testování s cílem: a) zajistit soulad prezentovaných informací (forma, obsah) o jednotlivých variantách trasy s potřebami uživatelů, b) zvolit vhodná kritéria umožňujících upravit parametry vyhledávání uživatelem, c) ochotu uživatele poskytovat osobní informace a metadata v závislosti na jejich prezentované přidané hodnotě, d) otestovat různé formy prezentování prvků multimodality (kombinace různých prostředků a prezentování trasy jako celku), e) ověřit uživatelské hodnocení funkcí MaaS (jednotná platba za služby, paušální platby) a konečně f) ověřit soulad aplikace s potřebami specifických uživatelských skupin. Zpětná vazba získaná při testování Mock-up aplikace bude promítnuta do vyhledávacího algoritmu a struktury zdrojové databáze systému. Tento přístup tedy umožňuje prostranstvím participativního designu ovlivnit přímo tzv. back end celého systému.

Závěry

Cílem prezentovaného projektu je k optimalizace vyhledávacího algoritmu a zdrojové databáze na nichž lze budovat systém MaaS prostřednictvím mapování potřeb obyvatel města Brna a jejich dopravního chování a testování modelu uživatelské aplikace. Prezentovaný projekt staví na úzké spolupráci sociálních expertů a geoinformatiků a využívá metody participativního designu. V první fázi byly prostřednictvím kvalitativních metod (rozhovory, kulaté stoly) zapojeni zástupci klíčových cílových skupin projektu, včetně osob se specifickými potřebami (cyklisté, senioři, řidiči, osoby sníženou schopností pohybu, osoby se smyslovým omezením a další.). Výsledkem fáze je definice proměnných, které je třeba zohlednit v rámci datové platformy systému MaaS.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. LO1605 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov – Fáze udržitelnosti.



Od dat o dopravním chování ke spolujždě autem

Michal Šindelář (Nadace Partnerství)
michal.sindelar@nap.cz

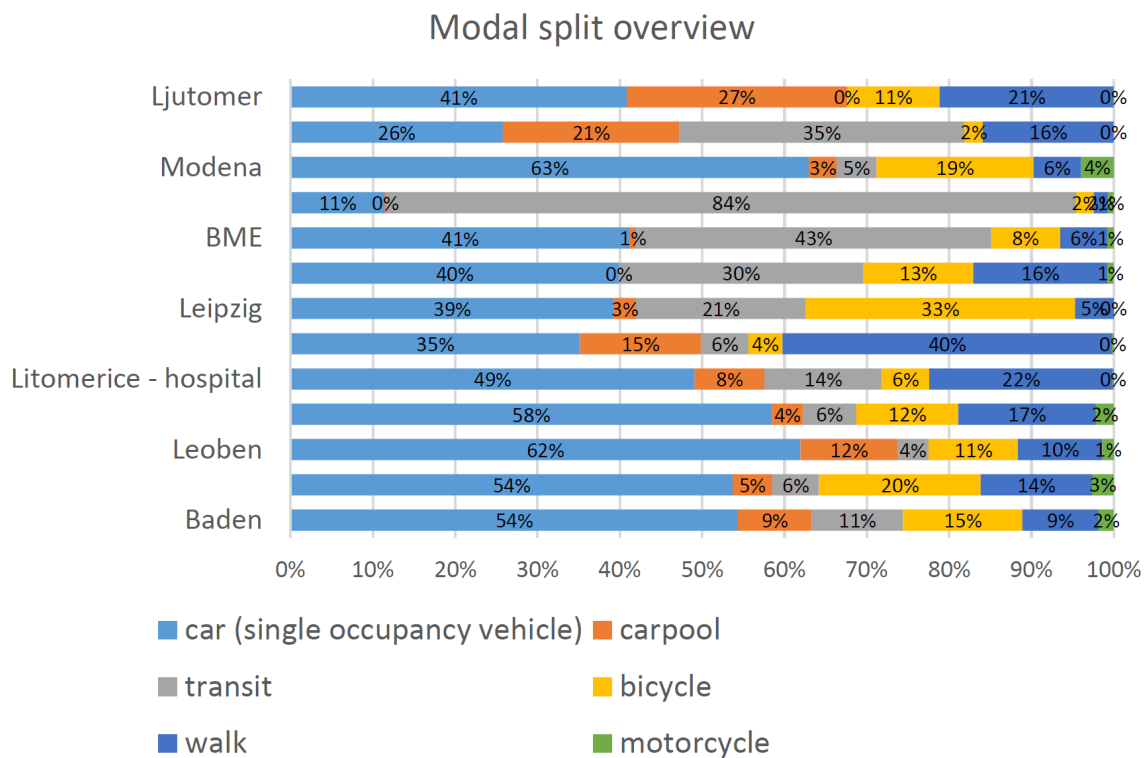
38
87

Klíčová slova

dojíždka za prací, carpooling

S růstem blahobytu v Česku se zvyšuje i dostupnost osobních automobilů, ať už nových nebo ojetých. Například v Brně mezi roky 2007 a 2017 přibýlo téměř 40 tisíc osobních automobilů a jejich počet dosáhl 190 tisíc v populaci 380 tisíc obyvatel. Celkový počet motorových vozidel v Brně potom činí takřka 244 tisíc. 60 % osobních vozů jede v pracovní dny obsazeno pouze řidičem. V důsledku vyčerpání prostorových kapacit pro motorová vozidla města zavádějí finanční regulaci parkování, která může zvýhodnit automobily s vyšší obsazeností – více pasažérů se bude moct podělit o náklady na parkování.

Významná část IAD je generována dojíždkou za prací. V projektu Movecit jsme se zaměřili na třináct pracovišť v sedmi evropských zemích s cílem identifikovat opatření zvyšující podíl udržitelné mobility na úkor cest automobilem obsazeným pouze jednou osobou. Až na některé výjimky to jsou právě cesty automobilem s jednou osobou, které jsou nejčastějším dopravním prostředkem tvořícím 40 až 60 % cest na pracoviště.

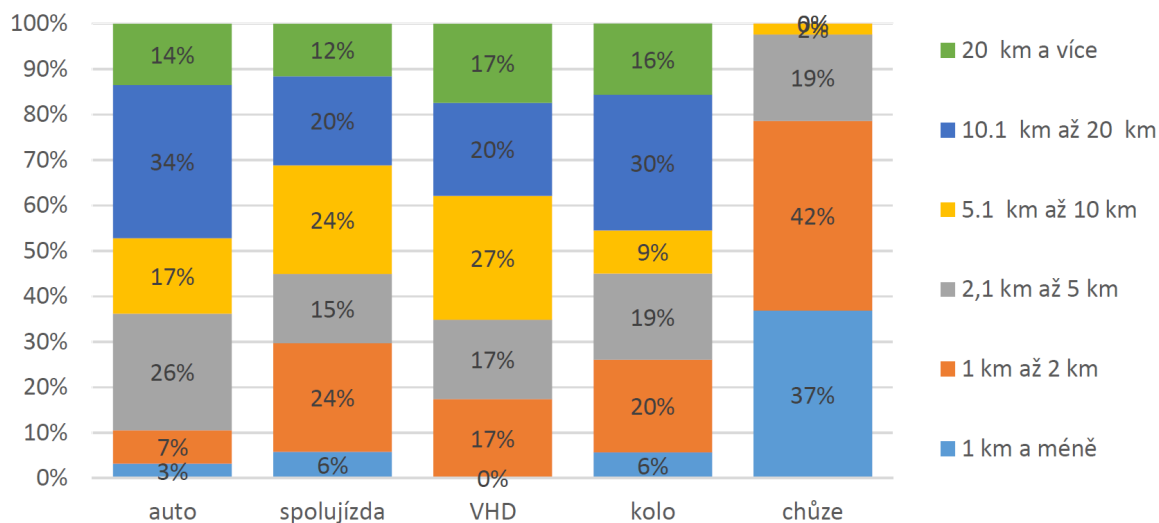


Graf 1 – Dělna přepravní práce na pracovištích v projektu Movecit v roce 2017.

Zaměříme se nyní na jedno konkrétní pracoviště v Litoměřicích, na které se koná polovina cest automobilem s jednou osobou.

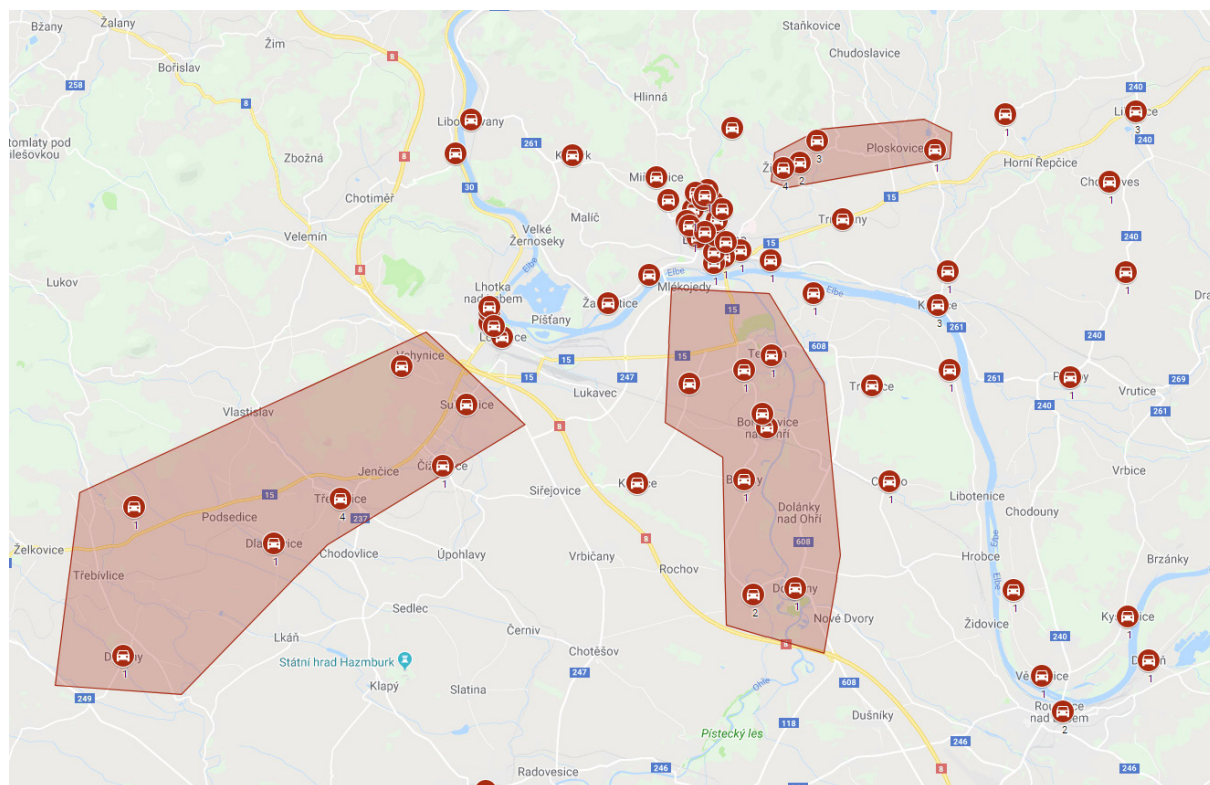


Délka cest podle dopravního prostředku



Graf 2 – Délka cest na pracoviště podle dopravních prostředků, 2017

Vidíme, že u cest automobilem je nejvyšší podíl nejdelších cest, celkem 38 % cest automobilem se koná na vzdálenost 10 a více kilometrů. V případě Litoměřic se pravděpodobně bude jednat o cesty, které nejsou nahraditelné ostatními druhy dopravy – pro chůzi a jízdu na kole se bude jednat o příliš velké vzdálenosti a veřejná hromadná doprava v okolí Litoměřic má omezené možnosti.



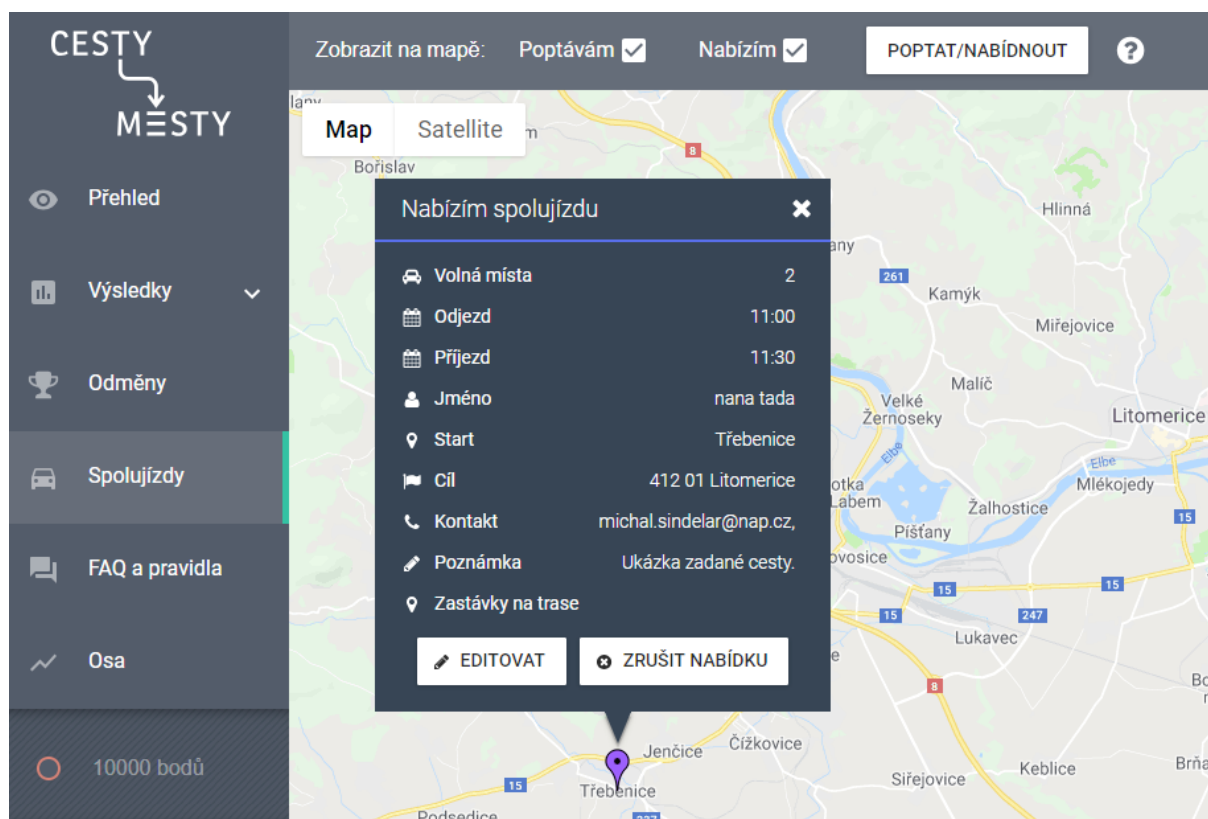
Obr. 1 – Ukázky lokalit dojížděky autem na pracoviště.

Možné snížení podílu cest automobilem obsazeným jednou osobou z těchto vzdálenějších lokalit nabízí spolujízda autem. Podle zadaných lokalit, ze kterých zaměstnanci dojíždějí, je patrná spádovost dojížděky. Významný podíl zdrojů cest se nachází buď ve stejné lokalitě anebo na stejné trase. Jsou



to cesty právě z těchto zdrojů, které v sobě nesou potenciál pro snížení podílu cest automobilem obsazeným jednou osobou a zvýšení podílu cest spolujízdou.

Spolujízda automobilem je pro část zaměstnanců dopravujících se autem možnou alternativou pro dojížděku do zaměstnání. Hlavní bariérou je však informovanost. V případě větších pracovišť se stovkami a tisíci zaměstnanci je často obtížné až nemožné se dohodnout na spolujízdu kvůli prosté neznalosti cest do práce ostatních zaměstnanců. Lidé sice dojíždějí ze stejných lokalit anebo po stejné trase, ale vzájemně o tom neví a nemohou se na spolujízdu dohodnout. V rámci projektu Movecit proto vznikla aplikace představující komunikační platformu pro zaměstnance na jednom pracovišti, díky které se mohou dohodnout na spolujízdu do zaměstnání. Zamýšleným efektem aplikace je zvýšení obsazenosti osobních automobilů při pravidelných cestách do práce a zvýšení efektivity individuální automobilové dopravy.



Obr. 2 – Ukázka carpoolingové modulu aplikace Cesty městy.

K vyzkoušení na demo.cestymesty.cz.

Aplikace je chybějícím článkem pro domluvu spolujízdy. Ideální scénář pro použití je na pracovišti s vysokým počtem zaměstnanců v řádu stovek až tisíců, kteří pravidelně dojíždějí na jedno pracoviště. V rámci pracoviště se zaměstnanci registrují do aplikace svým pracovním emailem. V aplikaci zadají odkud a kdy dojíždějí a jejich nabídka nebo poptávka spolujízdy se následně zobrazí ostatním kolegům registrovaným v aplikaci. Motivace pro využití aplikace mezi zaměstnanci je primárně finanční úspora a sdílení nákladů na dojížděku mezi více lidmi, motivace pro zaměstnavatele je zvýšení efektivity využití parkovacích míst zvláště v situaci jejich nedostatku.

Hledání optimální polohy stanic a zastávek na tratích regionálního významu

Václav Novotný (Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, Fakulta dopravní ČVUT v Praze)
novotny.v@ipr.praha.eu

Klíčová slova

Železniční síť, Stanice, Zastávky, Shluková analýza, Regresní analýza

Úvod

Příspěvek se zabývá hledáním systémového nástroje pro umísťování stanic a zastávek na tratích regionálního významu na základě dat ze Sčítání lidu domu a bytů 2011 (SLDB), Územně analytických podkladů ČR 2014 (ÚAP) a doplňkových informací. Problematika regionálních tratí se řeší v Evropě desítky let, každý stát přistoupil k otázce další existence či neexistence jiným způsobem. V ČR je tato problematika akcentována zejména v posledních dvaceti letech, tedy v době, kdy je tento druh dopravní infrastruktury a dopravní prostředky na ní provozované na konci své technické životnosti a je nezbytné se rozhodnout co dále. Databáze obcí byla podrobena korelační, shlukové a regresní analýze s následným cílem maximalizovat počet cestujících v dané stanici či zastávce a maximalizovat tak celkový potenciál trati při její případné rekonstrukci.

Hlavním výstupem příspěvku je souhrn doporučení s rozhodovacím stromem a vzorcem pro maximalizaci využití dané vlakové stanice či zastávky cestujícími včetně doporučení pro budoucí sběr dat.

Metody a použítá data

Práce využívá data ze SLDB, data ČSÚ pro ÚAP ČR 2014 a dalších doplňkové informace především z mapových portálů. Právě komplexnost těchto dat umožňovala hledat systémový nástroj. Na základě výše uvedených dat byla vytvořena databáze 1350 relevantních obcí, kterými prochází tratě regionálního významu, obsahující pro každou obec vybrané znaky, tj. demografické a územní charakteristiky a informace týkající se dojížděky a vyjížděky. Počet znaků byl následně pomocí popisné statistiky, analýzy korelací, funkce t-SNE a relativizace některých znaků zredukován ze 109 na 16. V databázi relevantních obcí byly hledány shluky podobných obcí pomocí metod t-SNE, odhadu statické směsi komponent, DBSCAN a K-means. Výsledné shluky reprezentativních obcí dle metody K-means, která byla vyhodnocena jako nejvhodnější, byly podrobeny vícenásobné lineární regresi se zohledněním náhodné chyby a expertní analýze, na základě čehož byl definován algoritmus výběru optimální polohy stanice či zastávky na tratích regionálního významu.

Výsledky

Každá z užitých metod shlukové analýzy pracuje na jiném principu, vzhledem k charakteru dat se však osvědčil pouze algoritmus K-means, který vytvořil pět disjunktních shluků rozdělených na základě hustot osídlení, hustot osídlení v zastavěných částech obcí a vysoké dojížděky. V jednotlivých shlucích byly vybrány obce, které mají dostatek relevantních dat týkající se vyjížděky a dojížděky vlakem a pouze jednu stanici či zastávku na svém území. Z těchto obcí byly vytvořeny tzv. shluky reprezentativních obcí v počtu 19, 117, 88, 10 a 38 obcí, v kterých byla hledána optimální poloha stanic a zastávek. Vliv polohy stanice či zastávky včetně typu okolního území na počet cestujících se však ukázal jako málo významný. Z expertní analýzy se však potvrdilo teoreticky známé pravidlo, že cestující je ochoten

k zastávce veřejné dopravy vážit delší cestu, pokud je to pro něj výhodné jinak, například kratší jízdní dobou, kratším intervalem mezi spoji, úsporou finančních prostředků atd.

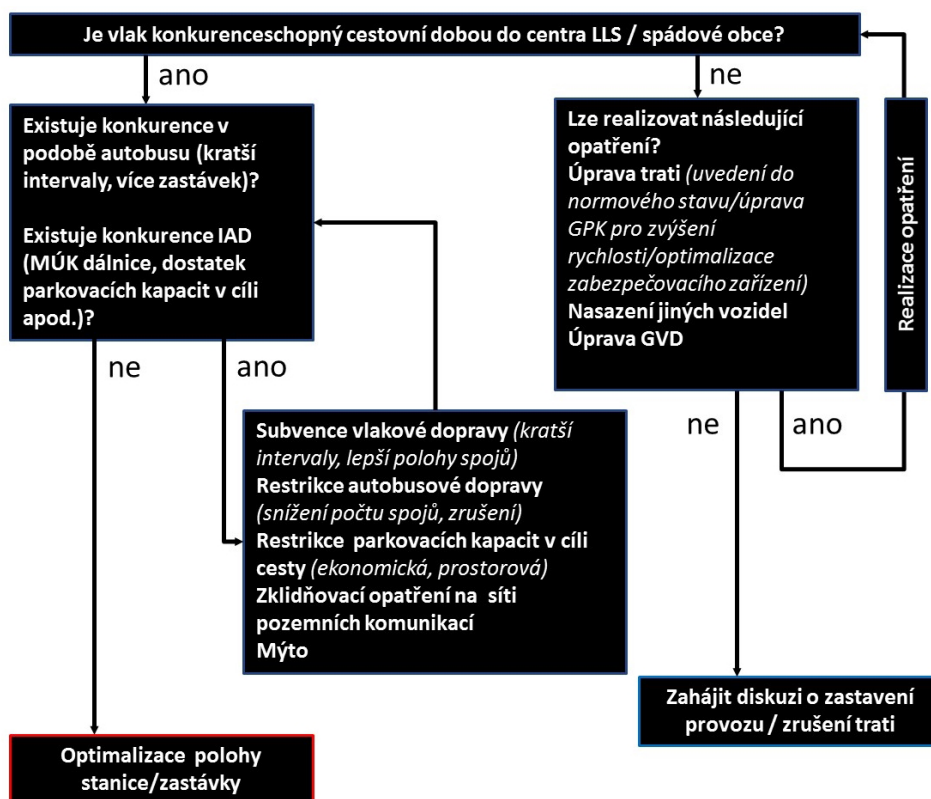
Diskuze

Z předloženého výzkumu především plyne, že poloha stanice či zastávky sama o sobě není dominantním prvkem v rozhodování potenciálních cestujících. Podstatná je totiž celková konkurenceschopnost vlakové dopravy vůči jiným dopravním módům. Celkově lze také konstatovat, že čím více osob má možnost konkurenceschopnou vlakovou dopravu využít, tím více jí také využije.

Kromě málo významného vztahu umístění vlakové stanice či zastávky s mírou jejího využití cestujícími z práce s daty vyplynulo několik poznatků pro zvýšení přesnosti zpracování celého algoritmu. Z hlediska dat ze SLDB by bylo zejména účelné získat data týkající se vyjížděky ve větší podrobnosti, což by znamenalo rozšířit dotazník SLDB. Z hlediska dat sbíraných v rámci výzkumu by bylo možné zjemnit členění obcí a získat data v terénu, avšak za cenu neúměrného zvýšení náročnosti práce.

Závěry

Ze systémového hlediska se úloha nalezení optimální polohy stanice či zastávky v obcích, kde převažuje vyjížděka, redukuje na rozhodovací proces a následná opatření a poté až následnou úpravu polohy stanice či zastávky tak, aby jí mohlo využít co nejvíce osob. Před vlastní úpravou polohy stanice či zastávky je nezbytné postupovat následovně:



Samostatné principy, doplňující rozhodovací strom výše, plynou pro optimální polohu stanice nebo zastávky pro obce, kde převažuje dojížděka:

- Vlaková doprava musí být časově konkurenceschopná ve směru dojížděky

- Časové polohy spojů musí vyhovovat začátkům a koncům směn v cíli dopravy
- Cíl cesty musí poskytovat omezený počet parkovacích míst, nebo musí být parkování ekonomicky regulováno.
- Vlakové spoje musí mít dostatek stanic a zastávek u zdrojů cest

Pokud nelze splnit výše zmíněné body u více podniků (cílů cest), je vhodné stanici / zastávku budovat tam, kde je nejvíce zaměstnanců, ideálně bez velké specializace.



Introduction

The knowledge of travelers' behavior is essential for transport management and planning in the 21st century. It can only be obtained by systematically measuring and surveying the spatial, temporal and other aspects of the journeys. The Conference "Travel Behavior in Data" (Brno, October 31, 2018) aims to open an interdisciplinary discussion on travel behavior data: how to collect, analyze and use it in transport management and planning. The conference is intended for experts and transport specialists, transport infrastructure managers, transport service coordinators, public transport operators, universities, independent organizations, interest groups and private consultancy companies in the field of transport planning and management.

The conference proceedings you are currently reading comprise of extended abstracts of all the papers that will be presented at the conference. The first part contains abstracts in the Czech language. The second part is in English in order to make the content of the conference accessible also to the international audience.

The first six abstracts are focused on collecting and using data from travel surveys. The first three papers focus on measurement and collection methods. They present an overview of the development of methods of measurement of traffic intensities (Neuwirth et al.), regular counting of bicycle traffic in Ostrava (Krejčí) and an example of measurement of traffic intensities using camera systems (Štofán). The methods are followed by examples of an application of the data. The papers in this section touch on innovative methods of processing and presentation of traffic intensities (Martolos et al.), probabilistic view on a highway's capacity (Mikolášek) and data used for updating the macroscopic transport model of Prague (Kříž).

The remaining seven abstracts of the proceedings are focused on travel behavior surveys, both in terms of methodological aspects of collection and utilization of acquired data. The contributions in this chapter consist of an example of a construction of a representative sample (Gabrhel et al.), the results of transport behavior surveys in small Slovak towns (Gogola) or the possible usage of residual data of GSM operators in a study of transport behavior (Bárta). The proceedings conclude with papers on methods of measuring and estimating the value of time for the Czech Republic (Máca et al.), variables influencing route planning (Vácha et al.), using data on travel behavior to facilitate carpooling (Šindelář), and on stations' and stops' optimal localization at regional rail lines (Novotný).

Wishing you an inspirational reading,

Petr Kouřil

The development of collection traffic intensity

Ing. Petr Neuwirth* (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.),
Ing. Jan Novák, Ph.D. (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.),
Ing. Adam Bystrianský (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.),
Ing. Radim Striegler (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.),
Roman Borek (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.),
Petr Bečica (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)
*petr.neuwirth@cdv.cz

Keywords

Traffic survey, Manual survey, Technical devices

Introduction

This paper deals with the development of traffic data acquisition from manual traffic surveys to surveys conducted using technical devices. Our goal is to provide readers with an overview of the development of the methods and technology used. At present, a paper form or manual input using a mobile application is still used for surveys. Depending on the type of traffic survey, different methodology and technology is used.

The most frequent traffic surveys include profile surveys to determine traffic intensities on a specific traffic profile with vehicle resolution on the category and the direction of movement. In addition, there are directional surveys on intersections, where the aim is to find out the intensity of vehicles in each direction (including category) and directional surveys within region or city, where the aim is to find the direction of transport within the larger territorial unit (source vs transit). In addition, field surveys are conducted to identify static traffic (parking).

Methods and data used

Profile Surveys

The easiest and often used manual method has been and still is to write to a prepared paper form where you can distinguish between different vehicle categories, the direction of the vehicle or the lane, as well as preselected time intervals (e.g. 15 or 60 minutes). The interface between the manual and the technical method is the use of the mobile application. Among the technical methods, we include the use of ASD (automatic traffic counter) designed to track single to two-band communication, or microwave radar, which is designed to monitor intensities on multi-lane communications.

Directional surveys on intersections

The manual method is a paper form and recording only selected directions using multiple people for each direction, or use of video footage (influenced by traffic load). The technical method is a camera monitoring system located at a height above the communications and automatic post-analysis of the video.

Directional survey in a region

The manual method is recording the vehicle ID and the time interval on the monitored profiles, or transcribing the vehicle ID from the video (or even the audio recording). The technical method is an automatic analysis of a vehicle ID by video recording either in post-analysis or online in real-time.



Area parking surveys

Manual method is manual registration of vehicle ID on paper, the technical method is a camera system on a vehicle that recognizes in real time vehicle ID in relation to their position.

Results

Manual survey methods require the presence of a person (counter, supervisor, organizer, controller). From the point of view of staffing, they are demanding. On a one-way communication profile, one person is required for each lane (this number can be increased by the traffic load). Subsequent transcriptions of data from the form into electronic form require additional time. These surveys are suitable for a short period of time (up to 12 hours). Techniques of exploration are beneficial in allowing long-term exploration (days, weeks, months). Additionally, it is possible to obtain data on speed, time interval, length and exact time of the passing of individual vehicles, which can then be used for more detailed analysis. The vehicle category is determined by its length in a profile survey. It is advisable to realize a calibration check.

Technical devices can be also used for directional intersection surveys. An advantage is any time interval and recording of all categories of vehicles including bikers and pedestrians at pedestrian crossings. One person's supervision is appropriate for the device. The video-analysis of the field survey allows you to obtain the vehicle ID, the type of vehicle and its category by recognizing the shape of the face mask. In a technical survey of parking, one reconnaissance vehicle equipped with the technology can handle large territorial units for a specified period of time. Vehicle ID and its localization is known almost immediately. These data can also be used for subsequent directional regional surveys. For example, in Prague when parking zones are controlled, the vehicle can record an average of 20,000 RZ during an 8-hour shift.

Discussion

Based on the above description, it is possible to conclude that it is most advantageous to use the technical devices. However, this is not always true. It is necessary to take into account the type and range of the traffic survey. Technical devices should be used if there is a requirement for high data accuracy. At the same time, consideration must be given to the feasibility and feasibility of the survey. Counter (a person) is subject to stress, fatigue, and his biological needs. These factors affect data quality. The technical means are not subject to these influences. Its downsides lie above all in the cost of its purchase and maintenance.

Profile surveys, therefore, make use of technical devices when it comes to medium or long-term surveys. Large-scale surveys (several hundred profiles) such as nationwide traffic aggregation have so far been using advanced manual methods using a mobile application with online data transfer. Here, similar quality of the result has been demonstrated in comparison with the technical devices, but at a lower price and a lower logistical difficulty. For less loaded intersections where one person can handle the counting, a manual method is used for the short survey period (or, if necessary, the exchange operations of the counter). In regional direction surveys, the technical methods provide more efficient solution as these surveys are usually large in terms of area and their duration. Regional direction surveys clearly win the technical method (usually large range and duration).

Conclusions

The following factors should be taken into account when selecting the method and carrying out a traffic survey:

- Influence of accuracy and time – in the manual method, attention span of a counter decreases with the length of the survey, and thus the error rate rises, while for technical devices, a certain acceptable error rate is still the same.
- Influence of the range of survey and funding – in the case of extensive surveys on multiple locations at one time, it is necessary to consider the financial difficulty of purchasing of technical devices that is worthwhile only if repeating such surveys. In the case of it is a one-time survey, it is financially advantageous to carry out surveys manually with the help of hired persons for counting.
- Effect of survey purpose – it is necessary to determine what data we need to measure and what it will be used for. For example, it is possible to find the tentative peak intensity in the profile, or some junction current, with a manual method as installation of the technique would be unnecessarily time-consuming. For example, a fairly simple installation of a statistical radar including a simple calibration record takes about 40 minutes, we also need to add subsequent download and data processing in the office. Therefore, if we need 30-60 minutes intensities that one person can record, the techniques used are not time advantageous.

Acknowledgement

This contribution was created with the financial support of the Ministry of Education, Youth and Sports as part of the National Sustainability Program I project, Dopravní VaV centrum project (LO1610) and the research infrastructure acquired from the Operational Program Research and Development for Innovation (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).





48

87

The methods and the results of counting of bicycle transport in Ostrava

Martin Krejčí (Bicycle coordinator of the Statutory City of Ostrava)
martin.krejci@dhv.com

Keywords

Regular Counting, Automatic Counting Machine, Update of the Bicycle Transport Development at the Territory of City of Ostrava, Ostravské komunikace (OK)

Abstract

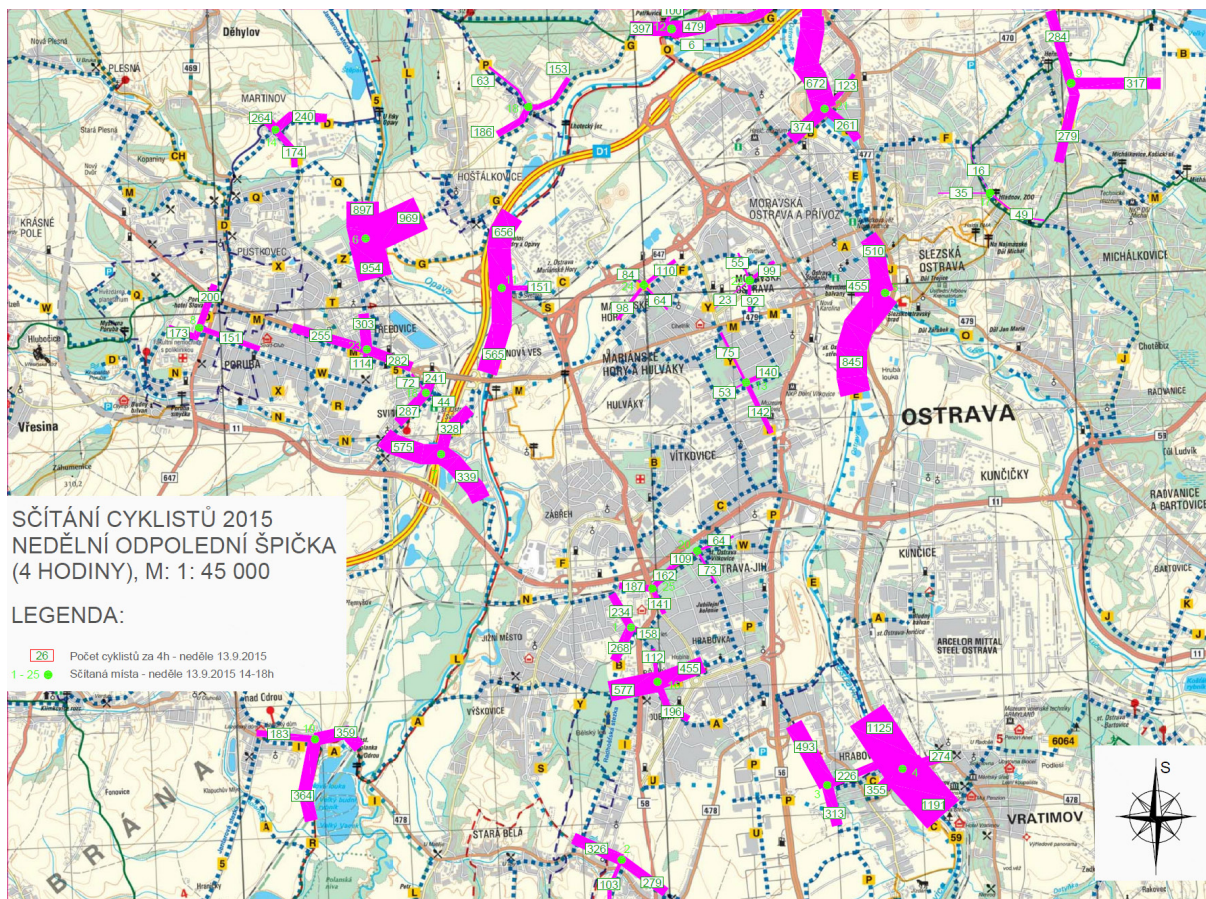
Since 2000 Transportation Department of the City Authority of Ostrava (OD MMO) has been ordering regular traffic counting of the volumes of bicycle transport in the interval of five years. The counting is made by the group of co-workers at chosen significant crossroads of bicycle paths. Also OK deal with this mode of transport during regular or special transport surveys. Czech Directorate of Roads and Highways do the same survey within republic traffic survey. When works on Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) had been processed, cyclists were counted as well. Finally, an automatic counting machine was installed at the very end of 2016. Because of excellent results installation of new three counting sites have been finished recently.

Methods and Data Used

Bicycle transport counting in 2006, 2010 a 2015 was surveyed by DHV CR, i.e. HaskoningDHV CZ, the order was placed by OD MMO. The hired counters made the survey under the control of the bicycle coordinator. The counting hours were settled as most suitable – on Wednesdays and Fridays from 1.p.m to 5 p.m., on Sundays from 4 p.m. to 8 p.m.

Since 2000 there are also recorded the data of traffic volumes of cyclists made within Republic Traffic Volumes Counting. The data are implemented into the pictures of traffic volumes. Supposedly, the census was also made by a group of hired counters.

OK deploys own survey because of the need of updating traffic signals plans ordered by OD MMO. Also, pedestrians and cyclists are parts of this survey. Obviously, the most important crossroads with high traffic volumes of cars are not usually used by cyclists. Surveys are also made with the help of counters and the data were put into the pictures.



Picture Nr. 1 – Traffic Volumes of Bicycle Transport (Sunday Afternoon)

When working on SUMP substantial transport surveys were made by the chosen contractor AF-CITY-PLAN. They dealt with 28 bicycle transport hubs and 36 crossroads. The survey was organised with local counters, and its results were used for modelling of possible development in 2020 and 2045.

The city-owned company OVANET operates traffic cameras at more than 40 major crossroads in the city. Live-stream is available to everyone and authorised users also can observe the traffic flow in period of several days (because of crime or similar investigation while taking in consideration GDPR rules) so that the figures of bicycle passed could be easily taken.



Picture Nr. 2 – View from Traffic Camera

At the very end of 2016 Nadace Partnerství ordered by OD MMO installed the first non-motorized automatic counting machine. It monitors the proposed Eurovélo bicycle track. More three machines were put into operation in August. The data are counted through installed traffic loops and recorded to the automatic memory system.

Results

It should be mentioned that because of the development of the bicycle paths network (in 1989 – 0 km, nowadays – 251 km) the data could not be considered in an absolute way. The cyclists could have used another direction or diversion before the part of the network was established. However, it is clear the gradual completion of the network means an increase in traffic volumes. On the other side, it is not a linear tendency. While in 2006 largest traffic volumes of cyclists were found between 800 and 900 units in both directions, in 2015 it increased to almost 1,200 cyclists (remember: it were different cross-profiles). Ostrava seems to be the city, where bicycle transport is used more for recreational purposes, but the growth is also seen in the city centre during working hours. Anyway, the data taken on Sundays are the top.

In September 2014 when making SUMP surveys, the bicycle highlight was recorded The top result was 2 915 bicycles gone through counting site in 16 hours in both directions as well.

The results from automatic counting machines confirm the bicycle is used in all the seasons (of course not by all the users). More than 100,000 records were counted in 2017 and the cyclists were 86 per cent of them. This year is better and the tops (thanks to better weather conditions) raised more than 15–27 percent.

Month	Altogether	Pedestrians	Cyclists
December 2016	1,321	645	676
January 2017	976	590	386
February 2017	1,175	668	507
March 2017	5,889	1,276	4,613
April 2017	7,931	1,493	6,438
May 2017	15,184	1,595	13,589
June 2017	17,903	1,537	16,366

July 2017	17,384	1,953	15,431
August 2017	16,571	1,301	15,270
September 2017	7,445	1,111	6,334
October 2017	6,048	1,009	5,039
November 2017	2,697	754	1,943
December 2017	1,450	621	829
January 2018	1,676	756	920
February 2018	806	460	346
March 2018	3,431	967	2,464
April 2018	18,987	1,911	17,076
May 2018	21,134	2,221	18,913
June 2018	15,033	1,952	13,081

Sheet Nr. 1 – Automatic Counting Machine - Figures

Discussion

Regular bicycle counting once in 5 years period as well as newly installed automatic machines give the real picture of the development of bicycle regular and recreational transport modes. The data could be verified or updated from traffic cameras. It helps to be more convenient with the ratio between seasonal and annual volumes and ratio between regular and recreational traffic at the important bicycle network tracks. Data could be also confronted with many others as surveys made by OK or results made in 2014 when SUMP had been prepared. OK have the proper software and hardware necessary for traffic modelling, OD MMO suppose them to prepare new bicycle transport model compared to SUMP's one. The very necessities for the development, maintenance or improvement of bicycle network could be identified easily.

Conclusion

Thanks to the fact that the bike sharing system was introduced in May 2018 in the city centre and surroundings the rapid bicycle growth usage has occurred. The provider – Rekola – has successfully implemented its bike-sharing system (more than 1,000 bike loans a day) and plans the widening of the served area in other city districts. Significantly the needs of politicians and public will be wider as to the change of traffic signing and however for wide spreading of bicycle paths (unfortunately many bike sharing users are not common with using carriageway and feel better on sidewalks which is extremely dangerous in the centre area). That is why we assume the need for intensive traffic counting of cyclists in these areas is necessary. The main reason is to adopt good improvements for bicycle transport until damage or injury occurs.



Innovative methods for rapid retrieval of multipurpose traffic data from camera records

Daniel Štofán (GoodVision s.r.o.)
daniel.stofan@goodvisionlive.com

Keywords

Traffic, smart city, cameras, artificial intelligence

Introduction

Current data collection methods on travel and transportation infrastructure are generally inefficient. They are either resource-intensive or time-consuming, leading to infrequent analysis or analysis based on small samples or outdated data. The organization's ability to respond to needs is therefore limited by existing data collection and evaluation techniques.

Traditional methods of collecting traffic data include human surveyors in terrain or from a video, invasive techniques using magnetic or piezo-sensors, radars and also the traditional machine image analysis. Human surveyors require organizational costs, they have a high degree of inaccuracy up to tens of percent, and evaluation of results is time-consuming. They also provide only the one-purpose data. Invasive sensors are difficult to install and replace in the case of road modifications and have limited capabilities. Traditional methods of computer vision also have limitations such as high dependence on scene setup, climatic conditions or traffic density.

Thus, a question arises: how to get reliable traffic data quickly and completely automatically?

Methods

In a race for a system which can analyze camera footage reliably artificial intelligence with its deep learning paradigm seems to be the winning answer. To overcome the limitations of the traditional video-analytical technology we have decided to create the top-notch AI for visual recognition and offer it to masses.

GoodVision's product called Video Insights, retrieves multimodal traffic data even from a large number of camera recordings automatically – within 1 hour. The product recognizes 8 classes of traffic objects, with their real trajectories and other attributes, without prior knowledge of the search conditions. The product provides advanced data analysis, visualization and managerial reporting - all in a single platform covering the whole process, from the traffic data collection data to the decision making.

Moreover, the artificial intelligence used in the product is being constantly trained and optimized for reliability in typical real-world scenarios with cameras in their current positions.

Results and outputs

GoodVision detects and classifies objects such as cars, pedestrians, trucks, vans, buses, bicycles, motorcycles, and animals and tracks their behavior during their presence on the scene. The AI can handle day-time and night-time scenarios and different weather like rain, fog and snow. It also handles crowds where it detects individual objects even if they are partially occluded. Algorithms used in the product are resilient when it comes to camera shaking and movement. The algorithms detect objects in motion as well as static objects.

Traffic data counting from Video Insights can be used to count traffic, to analyze complicated traffic flows, to display traffic statistics and its development over time. There are also heat-maps displaying very frequent places or places where traffic slows down. Outputs of analyses can be also exported to an external MS Excel file.

Video Insights receives video footage at the input and produces anonymous data at the output. Our process stores anonymous object metadata which don't allow re-identification of it in any way.

Discussion

There are 500 million surveillance cameras worldwide, producing 15 billion gigabytes of data weekly. This number doubles every 2 years and it is obvious that today, and in the future, most of the recorded camera footage will not be reviewed by human eyes. It is far beyond human capacity to do so.

Video Insights is a fully cloud service (SaaS) able to scale accordingly to client's needs. Whole batch of camera recordings from the client is processed within couple of hours.

GoodVision Video Insights extracts objects and events from the video completely, provided data is permanent for future analysis and business intelligence. The product offers data visualization of object trajectories fully according to user-specified queries. It also provides multiple user filters which allow user to repeatedly perform unlimited analyses.

Conclusion

The need for robust data on the transportation infrastructure in the city is paramount to better understand performance and improvement needs and support informed and effective investment decisions.

With advances in artificial intelligence and computing capacity, there is a significant opportunity to understand infrastructure performance in a short time and to respond to any questions on transportation issues with much more detail than in the past, at a much faster rate, and in a cost-effective manner.

GoodVision Video insights is an example of a tool allowing reliable automation of the data processing, thus increasing operational productivity, together with user-oriented design of the software. It is a tool allowing any organization to do things in the same way as hi-tech corporations, yet simple enough to use without any knowledge or training.

More at www.goodvisionlive.com.



54
87

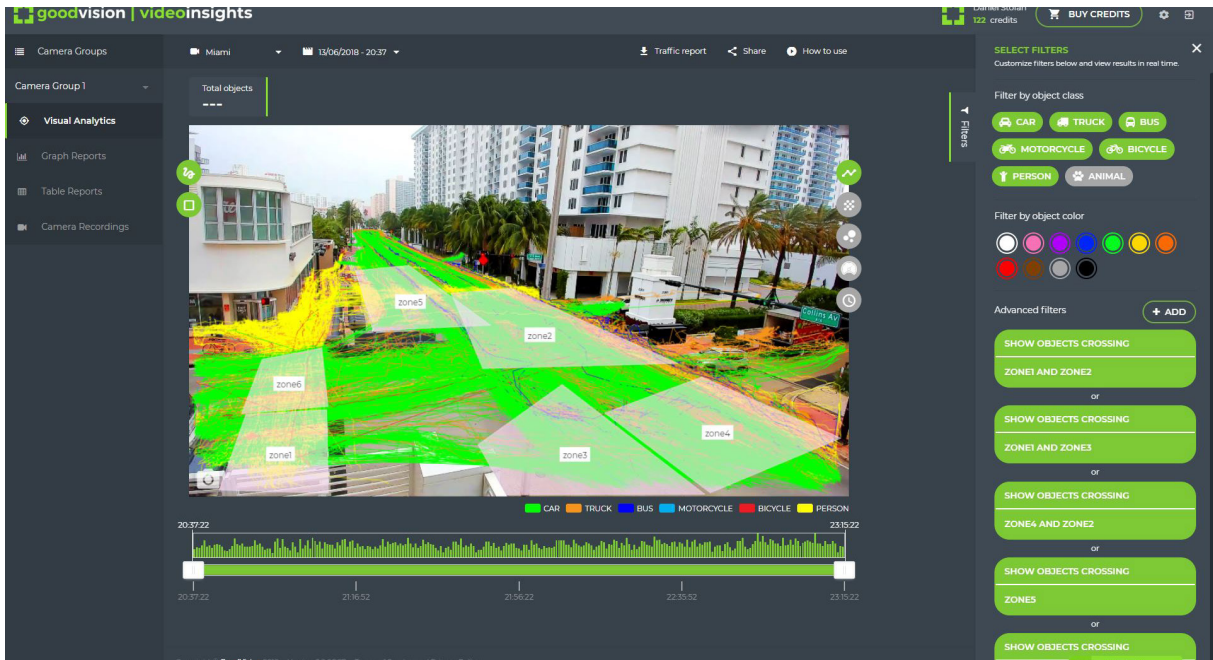


Image 1

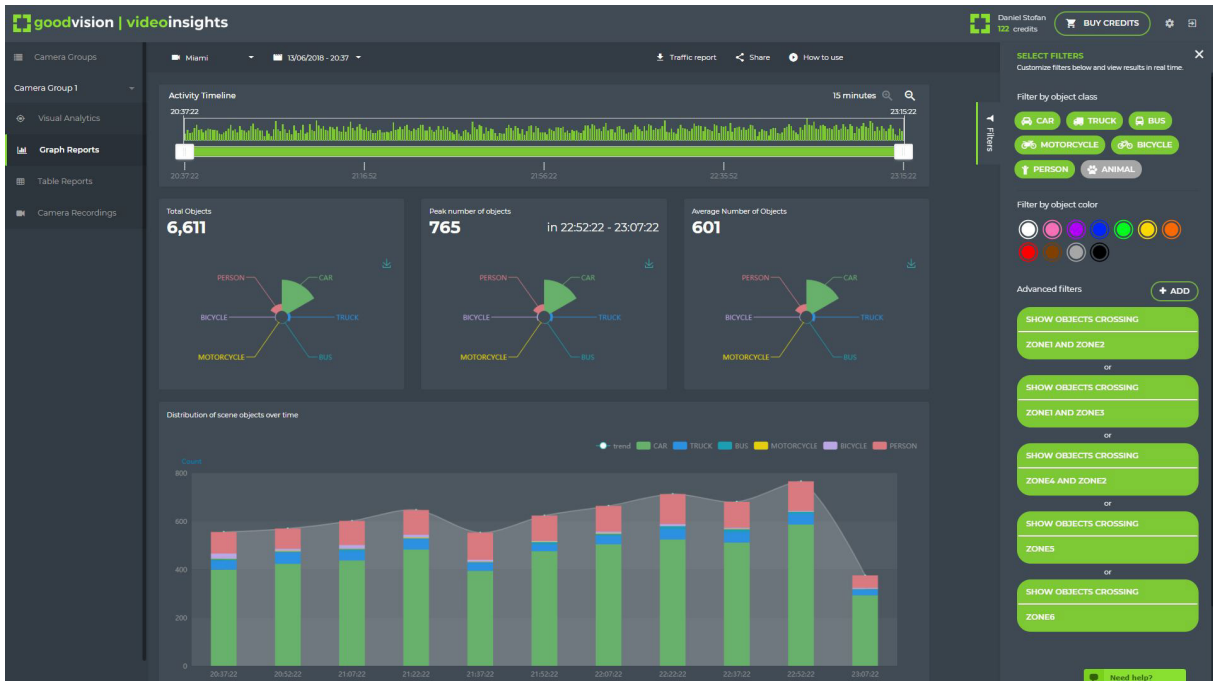


Image 2

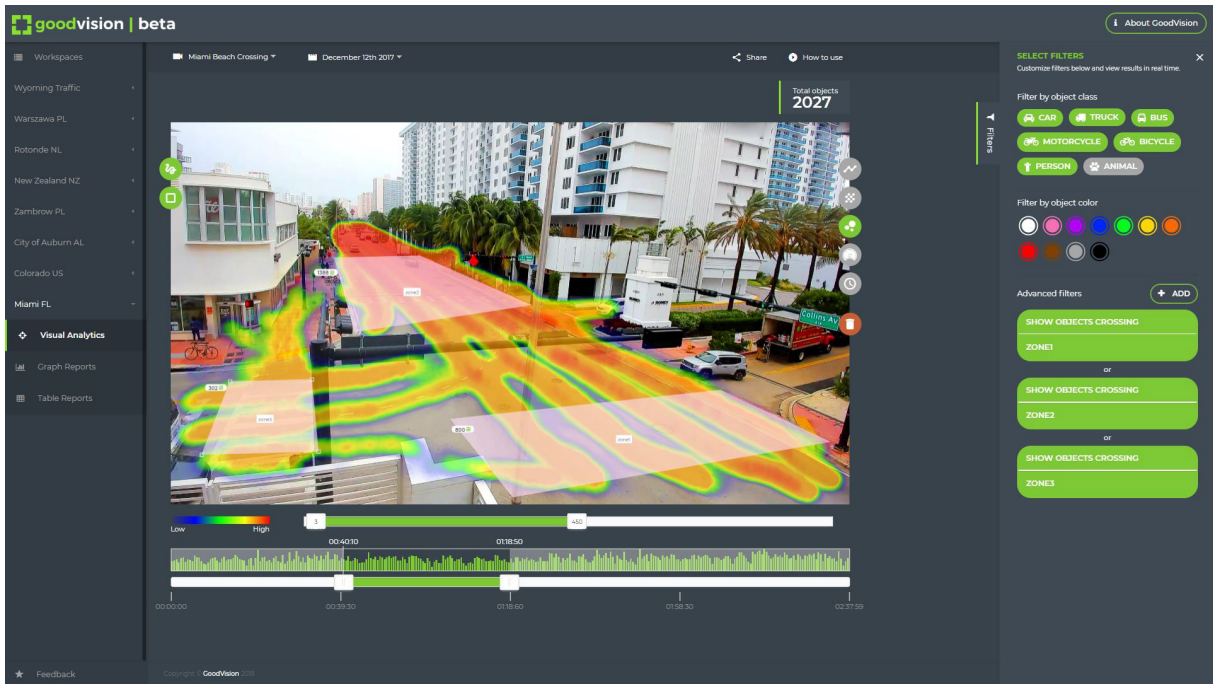


Image 3

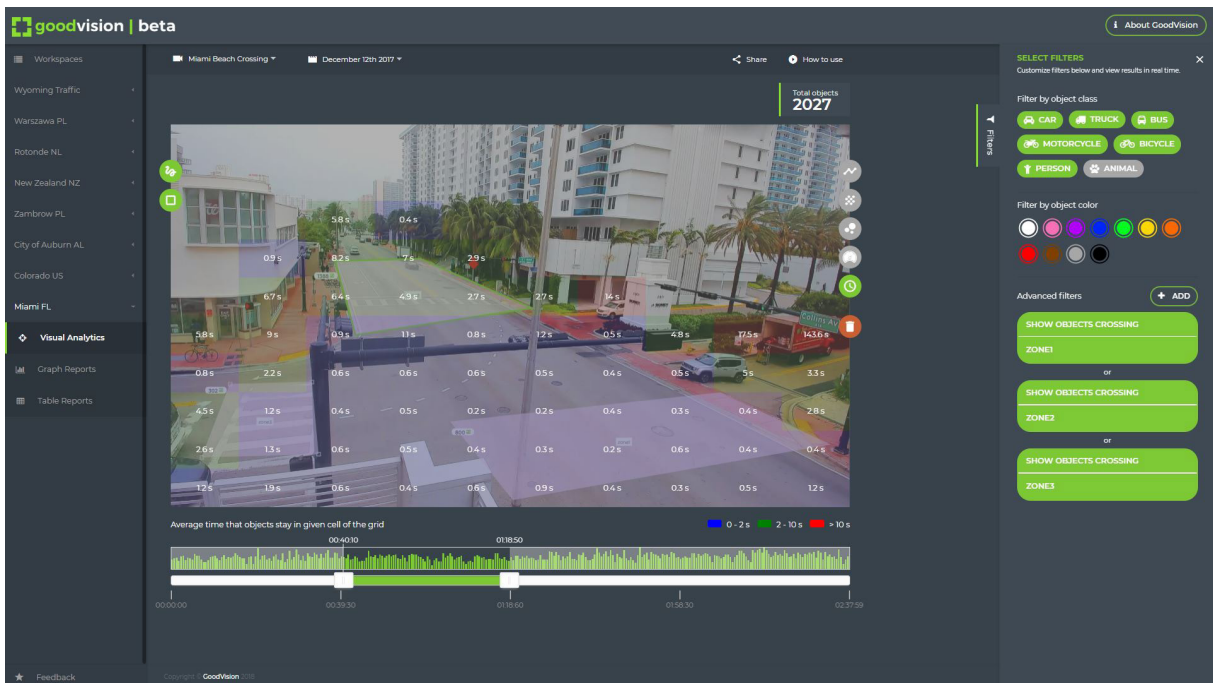


Image 4



56

87

New ways to process and present traffic data

Ing. Jan Martolos* (EDIP s.r.o.)

Ph.D., Ing. Stanislav Štangel (Správa informačních technologií, Město Plzeň),

Ing. Karel Jedlička, Ph.D. (Plan4all z.s.),

Mgr. Jiří Bouchal (InnoConnect s.r.o.),

Ing. František Kolovský (Plan4all z.s.)

*martolos@edip.cz

Keywords

Traffic volume, Visualization, Open data

Introduction

Traffic volume data (the number of vehicles passing through a section of the road over a certain period) is the basic information indicating the importance of road. By default, this data is collected by the administrators of roads and presented by a table or a static image. Another option is to estimate traffic volume across entire road networks using a mathematical model. Data serves a narrow group of experts – traffic engineers.

The new software options, together with the change of data access – the “open data” and the “big data” approach enable the use of interactive data presentation methods for both the exploratory analysis of the existing traffic situation (for finding out problematic locations and times) real-time modeling of minor changes in the city’s transport network (closures, new sections, capacity change). Such approaches to traffic data allow us to extend the number of users of these data, enable political representatives of our cities to make more informed decisions, and the public can be better informed about the traffic situation.

Methods and used data

Computer models of urban road networks have been developed for decades. Together with the development of computer technology, the way of creating models and their outputs has also gradually changed. The most common output, which is the same for several decades, is the static cartogram of traffic volumes – a simplified scheme of the road network with the number of vehicles passing through the given section of the road (for example per day).

The model is made up of a road network and data on transport relations (from where – how many vehicles are heading).

For example, the city of Pilsen, Czech Republic, has its model created in the CUBE software. The model network has a length of 854 km, contains 4,789 nodes (intersections) and 5,407 intersection sections. The territory of about 372 km², which is divided into 339 zones, is modelled.

The outputs were used by transport experts and provided as a basis for designers, or for assessing noise and transport emissions. In some cases, the simplified picture is attached “for interest” to the political representation of the city.

Results

The bottleneck of the contemporary approach consists in the way the traffic models are currently calculated. The calculation is processed in a desktop environment by a traffic engineer who receives input

(information, data) from the city. Whenever the city officials define a new scenario, the communication between the city and traffic engineers starts, and it can easily prolong the time required for a new scenario calculation with days or even weeks.

A contemporary policy-making cycle focused on decision making related to mobility and modelling traffic in a city, or a region (i.e. the Area Of Interest) is as follows:

1. Creation of a *basic traffic model* describing the typical flow of traffic in the area of interest.
2. Definition of alternative traffic scenarios (road closure, new road, etc.)
3. Calculation of *alternative traffic models*, portraying alternative scenarios
4. Presentation of the traffic models to city officials and discussion on alternative scenarios

The *PoliVisu improvement* of such a transportation-related policy-making cycle consists in *shortening the time needed for alternative scenarios calculation to seconds or minutes* (depending on the road network size). Following procedures are followed and PoliVisu architecture components used to do so:

1. An initial *basic traffic model* is calculated in the traditional way by traffic engineers that possess in-depth knowledge about the area of interested (demography, road network, traffic census)
2. A client/server solution (see figure O) is developed and implemented to:
 - e) Interactively gather user input (road closures, new road planning, etc.)
 - f) Generate alternative traffic models near real-time (sec/min)

Talking technically, the Spark Traffic Modeller (STM) works as follows:

1. The basic traffic model is calculated in a desktop traffic modelling software such as OmniTrans or Cube.
2. Only the source data (demography, network, calibration points) are then imported to a Spatial Database Management System (SDBMS) like PostgreSQL with the PostGIS spatial extension.
3. The data is then uploaded into the RAM of a distributed server. The Spark Traffic Modeller (STM) then calculates its instance of the basic traffic model which is then held in the RAM of the running server (STM basic model).
4. The STM basic model is aligned with the desktop basic model (step 1), the conformity to the desktop model is evaluated, and the STM basic model is re-calibrated if needed
5. Once the STM basic model is ready, it persists in the server memory and is available for interactive work through a web-based map client.
6. A user can then alter the following parameters of the STM basic model:
 - g) Close a road to simulate a road closure
 - h) Change the capacity of a road to simulate narrowing or extension of the road
 - i) Draw a new road and enter its capacity to model a potential road development
 - j) change the traffic generator parameters ~ simulate events in the area of interest (for example, simulation of parking during a sports match) ~ not yet implemented



7. Each time a user changes a parameter, an alternative STM model is instantly recalculated and visible for him/her only.

Discussion and conclusion

It is clear that current computing capabilities and advances in data collection, sorting and analysis allow new engineers to analyze and present their results. While the benefit of a faster opportunity to simulate the impact of transport measures, it is important that data processing and interpretation is carried out by experts who know the limits of the communication network models.

The Spark Traffic Modeler (STM) is the core component of the Interactive traffic volume modelling process. STM is a tool for transportation modelling and is written for the Apache Spark framework that is scalable, and it can easily run on large clusters. As a result, the city model can be recalculated close to real-time (interactivity).

Acknowledgement

The paper was prepared with the support of project No. 769608 – PoliVision (‘Policy Development Based on Advanced Geospatial Data Analytics and Visualization’) of the H2020 funded by the European Union.

Capacity as a random variable and its measurement

Igor Mikolášek* (Transport Research Centre),
Martin Bambušek (Transport Research Centre)
igor.mikolasek@cdv.cz

Keywords

Highway capacity, Kaplan-Meier, traffic management, stochasticity, congestion

Introduction

The presentation discusses the highway capacity and its measurement. Capacity is considered as a random variable changing over time depending on the range of other (quasi) random variables like weather, vehicle fleet composition or physical and mental qualities of the drivers. It is defined as traffic flow intensity leading to congestion. As one of the first, Minderhoud et al. (1997) presented a method based on the Kaplan-Meier estimate (Kaplan & Meier; 1958), also called product limit method (PLM), in their highway capacity measurement comparison article. Its advantage compared to the traditional methods (e.g. norms, fundamental diagrams, chosen maxima, queue discharge flow) is mainly the accuracy and detail of the highway capacity description (assuming enough quality and well-processed data) which can be utilized in traffic engineering and telematics applications such as queue prediction. Its outcome is a non-parametric survival curve which de facto describes the probability of a queue onset at given traffic flow intensity. The use of the method is illustrated on a comparison of the capacity before and after the activation of a mobile telematics system ZIMPANAGER for freeway work-zones.

Methods and data

The traffic data was obtained during a pilot test of the mobile telematics system ZIPMANAGER at a work-zone on freeway D5 in km 31.04–36.22 in autumn 2016. The system uses variable traffic signs to harmonize the traffic flow (mainly by limiting the allowed speed) and postponing the onset of a queue based on current traffic data from detectors upstream from the work-zone.

The raw data from a detector ca 100 m upstream from the beginning of the work-zone in the form of recordings of the passage of individual vehicles were aggregated into one- three- and five-minute intervals. Trucks are considered as an equivalent of two passenger cars. The time of queue onset was defined by a decrease of the traffic flow speed under 40 km/h. The directly preceding intensity is considered capacity and an “event” for use in PLM. The intensities further back which did not cause congestion while the speed was above 40 km/h are considered as censored data in PLM. Five-minute aggregation interval is used to estimate the capacity.

Given the qualities of traffic flow which does not conform to some PLM premises the obtained survival curve does not correctly show survival rates at each intensity (strictly speaking it is not a survival function). Therefore, parametric survival function estimation methods and their fitting are explored so that the survival function correctly described the probability of queue onset.

Results

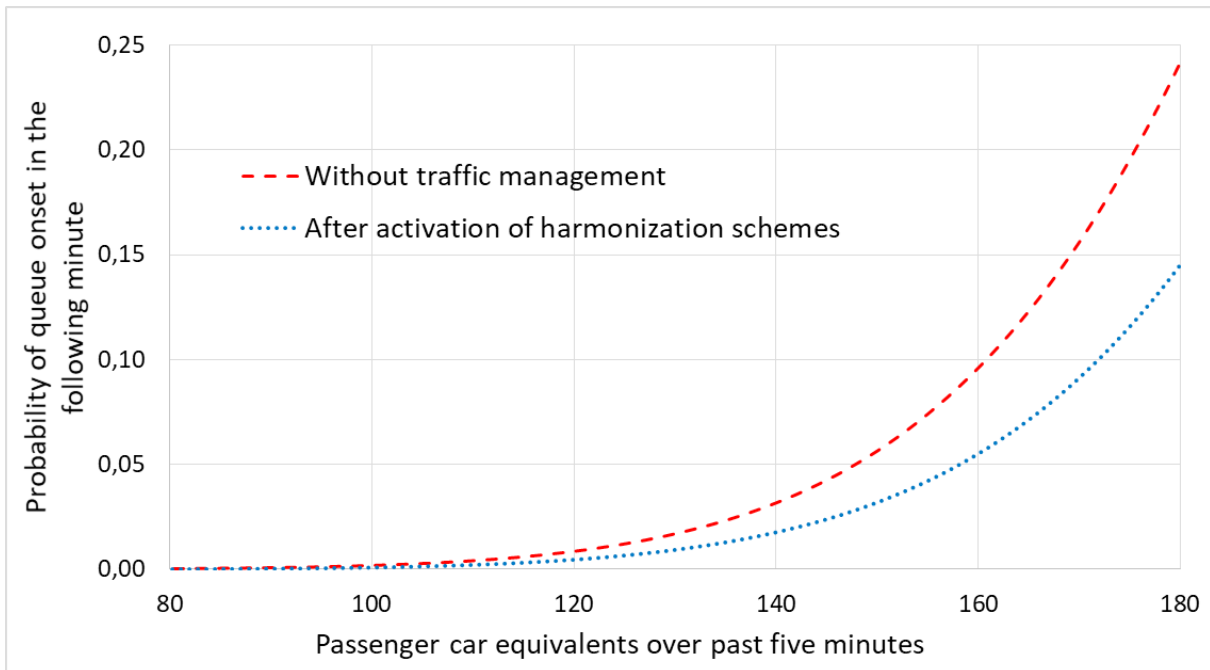
The performed analysis has three distinct outcomes. One of them is the method of processing data for use in survival analysis. The presented method looks feasible (multiple approaches were tested) for cases with a reduced number of lanes. However, others would be more appropriate for different traffic



and measurement layout. Use of data fusion from multiple detectors could be very useful to ensure that the queue indeed started at the measured location as a direct result of the measured traffic flow intensity. The definition of the queue onset and the aggregation interval appears to be one of the key parameters affecting the reliability and accuracy of the results and their interpretation.

The second result is the proving of the feasibility of using a survival analysis approach to the capacity measurement. On the contrary, the use of PLM showed as not appropriate (see discussion).

The last results are the survival functions or the capacity distribution functions describing the probability of queue onset in relation with traffic flow intensity (see graph) under natural operation and after the activation of harmonization schemes of the ZIPMANAGER system.



The graph shows the non-linear progression of the probability of queue onset. However, given the lower occurrence of high intensities, the distribution of queue onset within the range of 100–160 passenger car equivalents per five minutes is almost linear. The harmonization of the traffic flow via the ZIPMANAGER system reduced the probability of queue onset by about 40–45 %.

Discussion

The findings can significantly contribute to the research of highway capacity. The developed processes are a good base for further research in the field of stochastic capacity measurement and its practical applications. The obtained basic collection of methods for data processing can be further tweaked for different application settings. Especially using of more detectors appears to be useful with regard to the control of queue “spilling out” of the work zone itself in front of it. The inability to control this is one of the limits of this study. It should not significantly affect the basic principles but makes the resulting survival functions less reliable.

It turned out that the properties of traffic flow (intensity does not grow linearly) make PLM unsuitable for application to highway capacity. This issue can be overcome by parametrization of the survival function and its appropriate fitting. The length of the aggregation interval, the queue onset definition for different measurement setting, or the passenger car equivalent for trucks are possible topics for further research.

Despite the mentioned limitations of this study, the traffic flow harmonisation effect on the reduction of the queue onset probability is without a doubt positive.

Conclusions

The existing literature does mention PLM and stochastic methods of capacity estimation but does not provide a definite guideline on how to process the raw data. Several approaches were trialled, and one suitable for work-zones was identified. The knowledge that different data processing methods can be useful for different measurement layouts and the chosen approach may not be suitable under different circumstances is also valuable. The key finding is that the survival function obtained through PLM does not reflect reality. The collection and processing of data make this approach to capacity measurement relatively difficult and suitable especially for well-defined bottlenecks. The accuracy and depth of description of the capacity properties are important advantages, nonetheless.

Comparison of the survival functions before and after application of the ZIPMANAGER system harmonization allows efficient evaluation of its contribution to delaying queues.

A software that would use the parametric capacity distribution, distribution of queue discharge flow after the capacity drop and traffic flow model to predict queues and travel times in freeway work-zones is currently under development.

Acknowledgement

This article was produced with the financial support of the Ministry of Education, Youth and Sports within the National Sustainability Programme I, project of Transport R&D Centre (LO1610), on the research infrastructure acquired from the Operation Programme Research and Development for Innovations (CZ.1.05/2.1.00/03.0064). Data in this report were obtained from project ImoSYS - Innovative mobile telematic system in the road traffic (TH02010800) of the Technological Agency of the Czech Republic within the project EPSILON.



Experience from Regular Updates of Travel Behaviour Data in the Prague Metropolitan Area

Milan Kříž (Technical Administration of Roads of the City of Prague)
milan.kriz@tsk-praha.cz

Keywords

Travel behaviour survey, macroscopic transport model, trip rate.

Introduction

Technical Administration of Roadways of the City of Prague (TSK) is a municipal organization which, among other things, deals with transport-planning and transport-engineering tasks in the territory of the City of Prague and, in certain cases, the Central Bohemian Region (so-called Prague Metropolitan Area). For this purpose, TSK manages the macroscopic transport model of Prague and its surroundings for a normal working day, which is only counted from the traffic surveys in the periods with the highest demand in the year - spring and autumn (April, May, June, September, October, November) according to a specific methodology valid only for Prague. This methodology is justified due to the specific conditions of Prague – in this very high road traffic – it is better in Prague to assess and propose the infrastructure for these values.

In the rest of the country, the average day is calculated according to the national methodology as the annual average daily traffic (RPDI), including the influence of the lower demand period, such as the winter months (January, February, partly even March), summer holidays (July, August), Christmas, etc.

Data on land use and transport behaviour surveys are acquired at regular intervals. These data are essential for the demand part of the transport model. In the paper, we show the changes in values of trip rates from these surveys. Surveys took place between 2005 and 2016. These results are shown about changes in the methodology of data collection and in relation to the results of similar surveys in Germany.

Methods and used data

The multimodal calculation uses travel behaviour surveys as the main source of data. Surveys on residents of Prague were conducted in 2005, 2010 and 2015. In 2010 and 2015, the sample was approximately 5,000 respondents, in 2005 the sample was approximately 11,000 respondents. In 2005 and 2010, data were collected by the method PAPI, in 2015 by the methods CAWI and CATI. The survey of the residents of the Central Bohemian Region was carried out in 2016. The method of sampling, its size and method of data collection was similar to that of the residents of Prague in 2015. The population was in all cases people aged 6 and over. The data was collected for a so-called typical (average) working day. The typical working day was defined as Tuesday, Wednesday or Thursday in the months of March to May and September to November in weeks in which there were no holidays, special non-working days or special events that could affect the mobility of the respondents.

Results

One of the basic characteristics of travel behaviour is the so-called trip rate. For example, we can express it as the number of trips per person and in a typical working day. In the graph in Fig. 1 the values indicate the number of trips per person determined in surveys of travel behaviour conducted since 2005. There are also given similar values from surveys “Mobilität in Deutschland 2008” (MiD 2008)



and “Mobilität in Städten – SrV 2013 “(SrV 2013) recently conducted in Germany. It should be noted that in Germany the number of trips is for all residents, whereas for TSK Praha the number of trips is for all residents aged 6 and over. If we take into account the data from MiD 2008, the effect of inclusion of residents under the age of 6 may correspond to a decrease of 0.05 per person per typical working day.

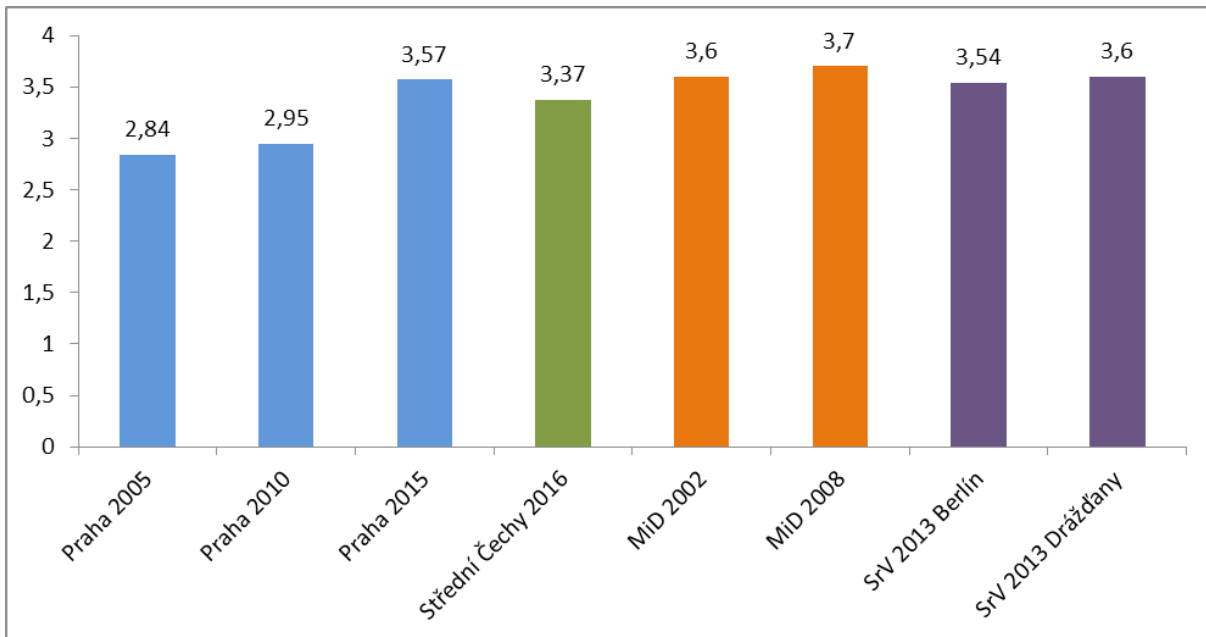


Fig. 1. Comparison of trip rates from particular surveys

Fig. 2 shows the selected cases of Fig. 1 divided into 3 basic transport modes: PuT (including combination with PrT – e.g. P+R), PrT and slow mode (cycling and walking together).

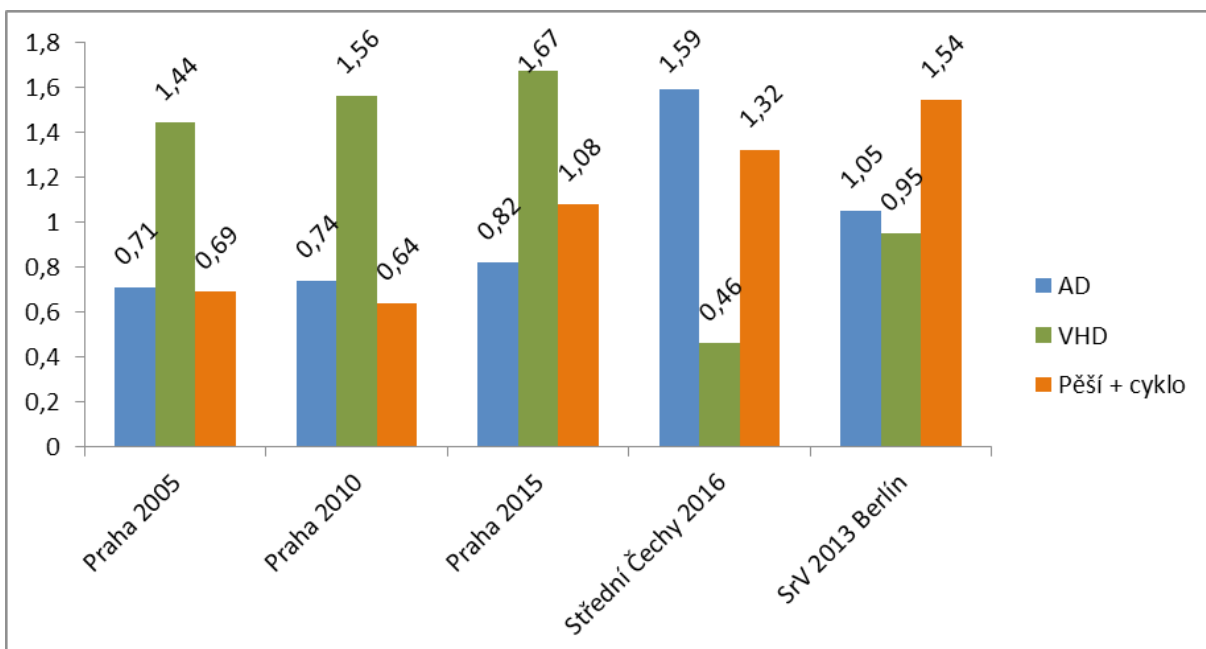


Fig. 2. Comparison of modal-split from particular surveys

Discussion

The total number of trips per person in Prague shows a marked increase between 2010 and 2015 (see Fig. 1). The figures for the years 2005 and 2010 are relatively comparable, the value of 2015 is higher



by approximately 0.6 trips compared to the value of 2010. The value of 2015 is comparable to the values from the German surveys. The value from Central Bohemia is also with the value from Prague of 2015, although the difference is even more noticeable.

When dividing the total number of paths into individual modes (see Fig. 2), the number of trips in Prague between 2010 and 2015 increased in all monitored modes, but the most noticeable increase is in slow mode, where it is approximately 0.4 trips. This difference can be explained by another way of data collecting. In 2005 and 2010, there was an interview when each trip was filled in sequentially. During sequential filling, the respondent could shorten the sequence compared to reality during the filling of the questionnaire. On the contrary, in 2015, the respondent indicated first all the places he had visited during the day and then he had to complete the required data on all paths. The completeness check of the completed list of places was then carried out, and the respondent then filled out the required data for all trips.

Conclusions

Based on the showed data from travel behaviour surveys described above, we believe that the difference in trip rate between the Czech Republic and countries such as Germany or Austria is negligible. To confirm these conclusions, we need to analyse data from other surveys as well. We consider the ongoing nationwide survey “Česko v pohybu” to be crucial.

We also ask ourselves whether to extend the survey population to a group of people aged 0–5 years. This group is directly related to specific momentum for some travel purposes (pre-school facilities) and can play an important role in some transport planning tasks.

Constructing a Representative Sample for Travel Behaviour Surveys – the Czech Context

Vít Gabrhel* (Transport Research Centre),
Petr Kouřil (Transport Research Centre),
Michal Šimeček (Transport Research Centre),
Marek Tögel (Transport Research Centre)
*vit.gabrhel@cdiv.cz

Keywords

Travel Behaviour Survey, Probabilistic Sampling, Sampling Error, Sustainable Urban Mobility Plan

Introduction

Travel behaviour surveys represent a crucial source of information for strategic transport planning, including sustainable urban mobility plans (Gabhrel, Kouřil, & Melzer, 2016). In order to assure representativity of the findings for the inhabitants of the relevant area, it is necessary to ensure appropriate sampling procedure (Kouřil et al., 2018), which includes steps such as determining the area of interest, sample size or season(s) of data collection. Furthermore, these factors, determining where, how much or when will be data collected are themselves determined by the intended use of data, as well as available financial measures and time. Thus, some compromise is usually made. This text describes how such compromise could be achieved on a case study of sustainable urban mobility plan (hereafter SUMP) Litoměřice, as well as it shows the results of this compromise.

Litoměřice is a town with 24 045 inhabitants (ČSÚ, 2018), located on the conflux of the rivers Labe and Ohře in the Ústecký region. The town's spatial distribution is monocentric with the historical centre and suburbs. The latter area consists mainly of family houses and several housing estates in the west, north, and northeast part of the suburbs. Moreover, almost 60 thousand people inhabit the whole administrative area of Litoměřice (i.e. SO ORP; ČSÚ, 2018).

In 2017, the town began with preparations of SUMP through the eFEKTA project. The four-step travel model is one of the key outputs of the project, as well as it is the main analytical tool of this SUMP. Understandably, the needs of the model significantly influenced the nature of the travel behaviour survey in Litoměřice, i.e. one of its primary data source and the subject of analysis of this text.

Moreover, the QUEST project preceded (Město Litoměřice, 2016) the SUMP Litoměřice and its goal was to analyse and summarise previous strategic documents related to the transportation development in Litoměřice. The QUEST project identified several domains of interest such as cycling or parking. As a result, these domains were accentuated in the travel behaviour survey in Litoměřice, e.g. through the focus on the share of cycling in the modal split or attitudes of the inhabitants related to cycling (Gabhrel, 2018).

Methods

First of all, the geographical area along with the population relevant for the travel behaviour in Litoměřice was defined. A geographical area could be determined by the deductive or inductive (travel-to-work or TTWA) approaches, designed for defining functional town regions (Mulíček & Kozel, 2012). The decision to use the former or latter approach depends on the character of the settlement structure. Also, both approaches could be combined. Either way, a region is defined through



the algorithm of delimitation (Coombes, Green, & Openshaw, 1986; Mulíček & Kozel, 2012) so that the defined region maximises the share of travel relationships within this region and minimises the share of travel relationships across the border of this region. In the case of travel behaviour survey Litoměřice, both procedures were combined. Firstly, the TTWA region for the Litoměřice region was defined at the level of 80%. As a result, this region covered other sizeable towns (e.g. Lovosice or Terezín). In addition, the region was reduced in terms of its size by defining the functional catchment area of Litoměřice. Finally, the borders of the two defined areas were compared, and this comparison resulted in the final geographical area, smaller than the TTWA region itself. In other words, the spatial basis of the travel behaviour survey was defined.

Estimation of the sample size followed. The sample size was determined on the basis of the transport planning needs, i.e. the required level of detail and precision, but also in regard to the practical aspects of the data collection, namely time financial. When it comes to the transport planning needs, the requirements of the SUMP were not defined in advance. Thus, they were clarified after the communication between the processor (Transport Research Centre or CDV) and the contracting authority (Litoměřice). Firstly, the studied area was separated into two zones: a) Litoměřice and b) surrounding towns. Overall, 80% of the sample size was allocated to Litoměřice and 20% of the sample size to the surrounding towns, with the minimum sample size of 800 households. The proposed ratio was determined so that the sample size in terms of the number of trips for the area surrounding Litoměřice was the smallest possible, yet meaningful at the same time. The practical aspects included available funding, the situation at the market (price for the successfully interviewed sampling unit tend to vary over time) or limited time interval for the data collection. This survey cost 673 thousand CZK (i.e. circa 27 thousand EUR) for the 930 successfully interviewed households. Originally, the survey should have started in the June 2017; however, the project manager decided to postpone both the beginning (September 2017) and the end (December 2017) of the data collection. However, the pilot experiment that tested the procedure was run at the beginning of June 2017.

The data were collected via multistage probabilistic (or random) sampling procedure. The first step of the data collection consisted of stratifying the sample into two areas according to the spatial definition described in the previous paragraph. The second step followed with selecting addresses along with their respective household on a random basis.

Results

When it comes to the socio-demographic variables such as gender, age or achieved level of education, the observed values in the sample are similar to the population parameters (based on the census from 2011).

Overall, 901 households (Litoměřice = 726, surrounding towns = 175) with 814 cars, were successfully interviewed. Moreover, there were 1,791 persons in the sample, out of which 80 % conducted together 3,156 trips (the residents of Litoměřice made 2,444 trips). In order to successfully interview 901 households, a total of 25 inquirers needed to contact 1,276 households. Thus, the response rate equalled to 70%.

Out of the total of 2,444 trips in Litoměřice, circa 1% (i.e. 25) was conducted on a bicycle. Consequently, the absolute sampling error $E_a = \pm 0,39\%$. In this scenario, within 95% confidence interval, we would expect to find the share of trips made on a bicycle between 0.61% and 1.39% in 95% of all cases (see the equation 1). Thus, the absolute sampling error (or the share of the absolute sampling error and percentage of the trips conducted on a bike), equals $\pm 39\%$.

$$1) \quad Ea = z \cdot \sqrt{\frac{P_j \cdot (1 - P_j)}{n}}$$

The average number of bicycles was 1.02 in the sample of 726 households in Litoměřice. The standard deviation equalled to the value of 1.37. Based on these two statistics, we may estimate the standard error of mean:

$$2) \quad SEM = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

In the sample, the value of the standard error of mean equalled to 0,1. If we want to express the average number of bicycles in households of Litoměřice, we need to add the desired interval of confidence, e.g. 95%. In such scenario, we would expect that mean number of bicycles per households would in 95% cases fall between 1.02 ±0,2.

Discussion

Despite the fact that the absolute sampling error in trips made on a bicycle is less than one per cent (0.39%) and thus seems to be negligible, the opposite is true. The relative sampling error of the value ±39% significantly reduces usage share of cycling trips as an indicator of travel behaviour change. The size of the error is undoubtedly related to the rather small share of cycling on the modal split as a whole. An increase in sample size could be one of the ways of dealing with this issue. However, even for achieving the half of the current relative sampling error (i.e. ±19,5%) while having 1% cycling in the modal split, it would be necessary to obtain a sample of approximately 10,000 trips (or circa 2,800 households). Such sample size is beyond possibilities of travel behaviour survey conducted in a similar context. Thus, the issue should be tackled through different time design of the survey rather than by increasing the number of surveyed households. The data collection in Litoměřice was conducted mainly in the autumn and partly in winter, i.e. in seasons with only limited cycling activity. In the scenario of continuous data collection, the modal split of cycling would probably increase significantly. For example, if the modal split of cycling would be 6% as it was in the travel behaviour survey conducted in Olomouc in 2016, the relative sampling error would decrease to ±15%, even with the current sample size of 901 households.

The average number of bicycles per household in Litoměřice is 1.02 ±0,2 in 95% of cases. Should we choose the change in the average number of bicycles in households as an indicator of cycling, we need to take into account that achieving more precise estimation could be costly. While holding the expected value similar to the measured one as well as holding the value of confidence interval the same, it would be necessary to increase the sample size by hundreds of households. The reason lies in the different basis for the calculation - while in modal split the basis is the total number of conducted trips, the average number of bicycles per household is calculated from the number of households in a sample, which in our situation is a much lower number.

The presented data collection allows us to reflect also the practical aspects of the survey. One of them, already mentioned in the first paragraph of this section, is the season. The data could be conducted in a so-called regular season (i.e. spring or autumn) or continually, throughout the year. The former



approach is suitable in the situation of limited time frame for the data collection (e.g. just a few months at our disposal) with following activities, which are dependent on the collected data (e.g. development of the analytical part of a SUMP). Data collected this way are, on the other hand, more vulnerable to seasonal factors, which seems to be the issue of the presented survey. Moreover, the key element of a successful data collection is communication with public. Informational marketing established via trusted channels increases willingness of public to participate in a survey. Communication with the public plays even more important role in the situation where the population from which the sample is drawn is rather small. In this scenario, data collection may become a public issue. If this is the case, inefficient or even absenting communication may substantially decrease the response rate.

Acknowledgement

This contribution was created with the financial support of the Ministry of Education, Youth and Sports as part of the National Sustainability Program I project, Dopravní VaV centrum project (LO1610) and the research infrastructure acquired from the Operational Program Research and Development for Innovation (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).

We would hereby like to thank Mr Ondřej Mulíček, Ph.D., from the Centre for the Regional Development, Masaryk University, for providing the TTWA method of regionalisation for the Czech Republic, based on the Czech Census, 2011.

References

- Coombes, M., Green, A., & Openshaw, S. (1986). An Efficient Algorithm to Generate Official Statistical Reporting Areas: The Case of the 1984 Travel-to-Work Areas Revision in Britain. *The Journal of the Operational Research Society*, 37(10), 943-953. doi:10.2307/2582282
- Český statistický úřad. (2018). Počet obyvatel v obcích k 1. 1. 2018. Retrieved from: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-see2a5tx8j>
- Gabrhel, V. (2018). Zpráva o dopravním chování a postojových charakteristikách obyvatel Litoměřic a litoměřické spádové oblasti. Unpublished document.
- Gabrhel, V., Kouřil, P., Melzer, Z. (2016). „Česká republika v pohybu: Návrh celostátního průzkumu dopravního chování“. *Dopravní inženýrství*, roč. 16, č. 2, 20-23. ISSN 1801-8890.
- Kouřil, P., Gabrhel, V., Šimeček, M., Szabó, D., & Tögel, M. (2018). Konstrukce výběrového souboru průzkumů dopravního chování pro účely městského plánování. Manuscript submitted for publication.
- Město Litoměřice. (2016) Závěrečná zpráva a Akční plán projektu QUEST města Litoměřice, 31 s. Unpublished document.
- Mulíček, O., Kozel, J. (2012) Metodika vymezení vztahově uzavřených funkčních regionů. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR.

Travel behaviour in small cities and the possibilities of data collections – case study from Slovak republic

doc. Ing. Marián Gogola, PhD. (Department of Road and Urban Transport, Žilinská univerzita v Žiline)

marian.gogola@fpedas.uniza.sk

Keywords

travel survey, small cities, travel behaviour

Introduction

Currently, there are several travel behaviour surveys that have been carried out in larger cities or countries (Christensen, 2017). In general, the results from small-scale cities are missing. For this reason, the contribution deals with 3 smaller Slovak towns (Ružomberok and Lučenec 28 thousand, Svit 8 thousand inhabitants), which were conducted in 2016. The contribution points to some interesting research outputs. Most cities only focus on individual car traffic, with survey results showing that residents also use other modes of transport. These data show that each city or municipality should regularly gather information about its inhabitants in order to create an adequate transport offer or transport and mobility services.

Methods and data

Several countries are conducting regular surveys focusing on the travel behavior of their inhabitants. For example, there are two approaches in Germany, one survey is carried out every five years and is called Mobility in Germany (MiD, 2018), and the German panel survey (so-called MOP, 2017) a regular panel survey that is collected each year. Other countries including the United Kingdom or the Netherlands (MPN, 2018), which is probably the oldest country (since 1978) to historically conduct such surveys. The survey methodology used in the case of Slovak cities relies on the techniques used in the Transportation Engineering, developed by the Technical University of Dresden, where this methodology has been in use since 1972 (MiD, 2018). It is based on travel diary of 1 day. The data itself was collected from the 2016 traffic-social surveys, focusing on smaller cities that are not typical of traffic-sociological surveys. One reason why such surveys generally do not happen in Slovakia is the fact that they do not have staffing backgrounds, and often not finances. Another factor is that cities don't know how to use these data in transport planning within a given territory. That means, if they had these data, they would know that, for example, specific population groups are using other modes of transport than automobile transport.

Results

This chapter describes the most important survey outcomes in given cities.

The survey was carried out with the help of surveyors who visited individual households, and they collected the data retrospectively. In addition to classical travel survey data (the purpose of the journey, mode of transport, etc.), selected transport modes and satisfaction with them (e.g., public transport, infrastructure for pedestrian cyclists, etc.) were also surveyed. In Svit, 305 questionnaires with a sample of 782 inhabitants were evaluated. They made 1,775 routes together, each with an average of 2.2 times a day. Despite the trend in other cities with rising motorization, the largest population,





70

87

according to the survey, is using the 42.94% walking. However, car traffic is followed by 22.76% of drivers and 5.69% of respondents as co-drivers. Public transport uses a total of 13.02% of the population, of which 5.63%, bus 5.53% and rail 1.86%. Surprise can be represented by bicycle traffic with a 14.88% share. From the point of view of the use of the different modes of transport, it is clear that the busiest people use the passenger car and public transport at least. On the contrary, the logically the highest share of pedestrian use has pupils (over 65%), but the potential problem can be over 12% of car use as co-drivers. Other age groups are retirees (53%) and people on maternity leave (44%). Interestingly, for example, bicycle use is used by all groups, most retired and unemployed (16.92% and 17.31%) and 15.48% employed. For Lučenec, 1029 questionnaires were evaluated. They included 2448 people together, who performed 4740 routes together, representing an average momentum per person of 1.93 journeys per day. The largest number of journeys was made by private car, with 31.50% being the drivers themselves, 11.86% as co-drivers. The second most used mode of transport was walking with 42%. Follows public transport with 7%, cycling with 3.88%, a bus with 1.92%, train with 1.67% and motorcycle with 0.17%. The journeys of up to 5 km represented over 85% of all roads completed during the survey. This only confirms the fact that there are short trips in the city. The average length of 1 trip is 3.2 km. We can see that the most used types of transport in Lučenec are walking and individual car transport. 83 % of trips with cars are used for distance up to 5 km, in the case of walking it is 98%. The bus uses 76% for journeys of more than 5 km and the train for more than 80%. For public transport, this is 95% of the way.

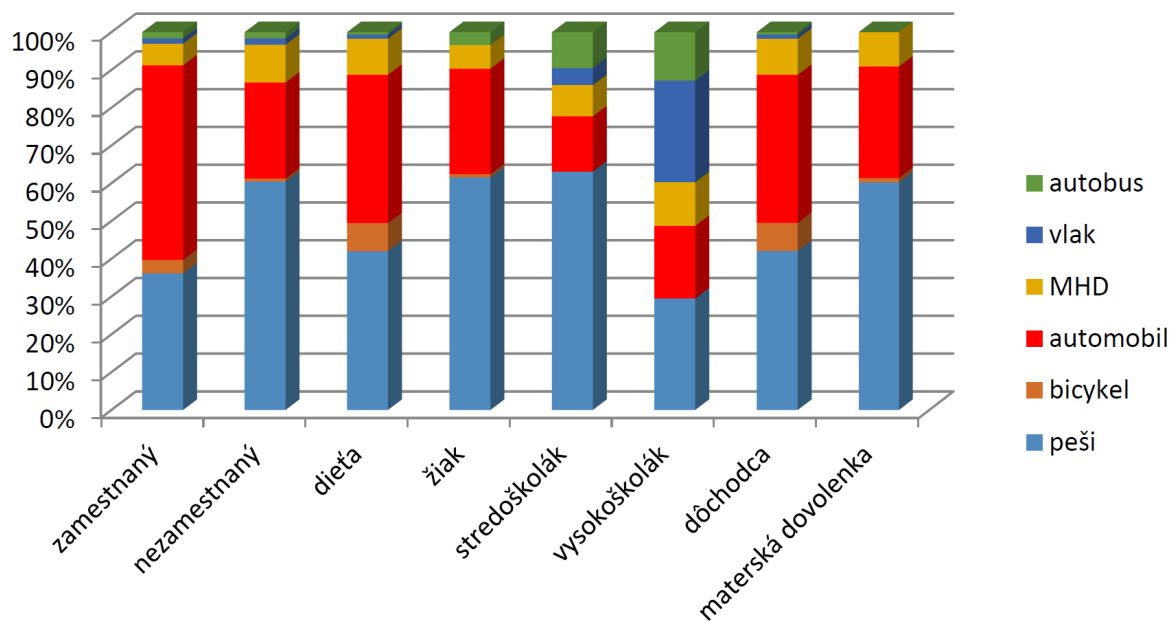


Fig. 1 The modal split among socio-economic groups in Lučenec

In Ružomberok the survey evaluated 1019 questionnaires with a sample of 2,599 inhabitants. Together, they made 5,452 routes, each with an average of 2.09 trips per day. Despite the trend in other cities with rising motoring, Ružomberok has interesting potential in the case of non-motorized transport. Most people surveyed use individual car transport, whereas drivers 34.59% and as co-drivers 8.75%. Following by walking with a 34.92% share. Public transport uses 10.40%, train 2.16%, and bus 2.05%. Surprise can be represented by bicycle traffic with a 6.97% share. The overall share of transport modes among the surveyed groups is shown in second figure.

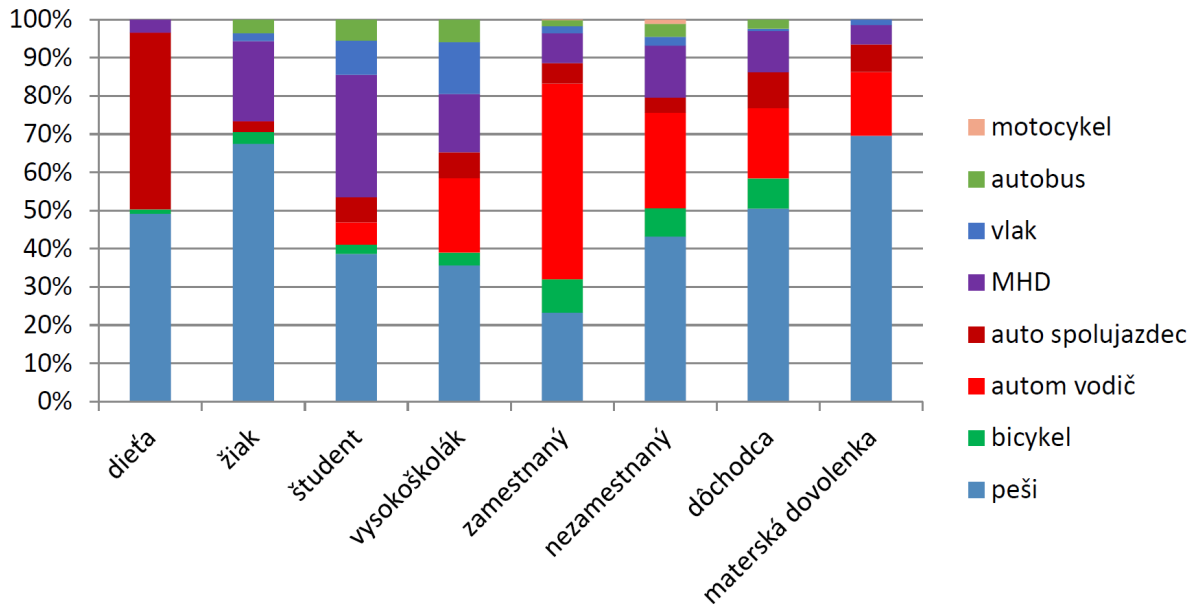


Fig. 2 The modal split among socio-economic groups in Ružomberok

Discussion

It is also interesting to compare the use of different modes of transport among social groups. There is interesting cycling and walking in the town of Svit, because, the use of cycling (14.88%) and pedestrian traffic in 42.94% is interesting, which only confirms the fact that small towns are important sustainable modes of transport. In Lučenec, the group “Employed” uses the most frequent passenger car 51, 75%. It is also worrying that children are probably driven by parents to schools and kindergartens by a private car (39.25%), confirming the growing trend of car use from childhood. Pedestrian traffic has the highest share of use represented by unemployed (60.42%), children (42%), pupils (61.54%), secondary school teachers (63%) and retirees (42%). Bicycles are the most used type of transport for retirees and children at 7.44%. Public transport is mostly used by college students 11.54% and unemployed by 10%. Similarly, the suburban bus is used by a group of college students (12.82%), as is the train (26.92%), which is logical due to the tariff set.

In the city of Ružomberok, the employees use most the car (56.75%), while using the public passenger transport least frequently 7.85%.

On the contrary, logically the highest share of pedestrian use has pupils (over 53%), children, retirees (50.48%) and persons on maternity leave 69.57%. Motorcycle usage is negligible in all groups. The submitted conclusions are related to the results for small towns, for example, where there is a problem with the public transport service. The problem is that such surveys do not take place regularly, with the current state of information technology making it possible. Such interesting data can now be collected via mobile phones as well, as will be done by the international MoTiV project (MoTiV, 2018). In addition to traditional traffic data, the purpose of the survey will also be a survey of mobility services and productivity during travel time. This means that for some road uses, the shortest travel time is required, but for others, entertainment, cycling, and more. This may not be true. It is for this reason that the project wants to identify the personal value of travel time and the factors that can affect it. The added value is that all data will be published in the form of OPEN DATA in anonymized form.



Conclusion

Traffic behavior detected during traffic sociological surveys is of major importance in the field of transport planning as well as in the verification of traffic measures in practice. However, it is often the case that such surveys are carried out only in larger cities that have financial resources, with small or small data being available to a limited extent.

As a result, transport measures implemented, whether in the area of transport infrastructure or transport policy, are not adequately measurable and supported by outputs from socio-economic transport surveys that can help identify the different requirements of different groups of the population for different modes of transport, planning is concerned with car traffic and other modes of transport are marginalized. For this reason, this contribution describes the outputs of transport sociological surveys in selected small towns in Slovakia with a population of 7–30 thousand. Outputs from transport behavior point to interesting results, for example, when comparing individual car traffic and walking traffic, which has a very large share in the smaller cities, and therefore this kind of transport should be given the appropriate attention. Outputs in parallel, they describe the different behaviors of different groups of the population with regard to the choice of means of transport. The contribution also presents new opportunities for the regular implementation of such surveys in towns and cities, regardless of the population, with regard to the use of information technologies.

Acknowledgement

In conclusion, I would like to thank the towns of Svit, Ružomberok, and Lučenec for their cooperation in the realization of the transport sociological survey.

References

About the MPN (2018) Retrieved from <https://www.kimnet.nl/en/netherlands-mobility-panel>

Christensen, L. et al. (2014) 'Comparison Of Travel Behaviour In 11 European Countries By Use Of Post- Harmonized European National Travel Surveys', in 10th International Conference on Transport Survey Methods.

Mobilität in Deutschland (2018) Retrieved from <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/>

MOP - The German Mobility Panel (2017) Retrieved from https://www.ifv.kit.edu/english/26_MOP.php

MoTiV (2018) Retrieved from motivproject.eu

Case study of GSM residual data vs. conventional mobility datasources

Daniel Bárta (HaskoningDHV Czech Republic, s.r.o.)
daniel.barta@rhdhv.com

Keywords

GSM residual data, mobility, statistics

Introduction

One of the new sources of information in the field of statistical data analysis in traffic is residual data from the GSM network (Groupe Spécial Mobile). Since O2 CZ allowed to access the pilot version of the database of residual data, I decided to compare it to traditional data sources and verify whether both could potentially be coupled.

The subjects of my comparison are the number of people present in the area and the number of people passing through it. As a site of interest, the district Brno-Bosonohy has been chosen, while the known data are sufficiently reliable and, at the same time, this former independent municipality with small building development has a clear urban structure and traffic connections.

Methods and data

The O2 CZ operator, which has a market share of approximately one third, provides pilot access to its data through two client-server applications without a graphical interface. The territory is divided into ZSJ (Basic Settlement Unit) or ZUJ (Basic Territorial Unit, i.e. municipalities or urban districts). I chose the application Sociodemo API, which distinguishes two groups of people present in the territory: people staying longer than 30 minutes, labeled as “visitor” and the others, “transit”. The data also include the age cohort, sex and the hour of the day for the observed day. For one query, the application returns one response with one value. This value has a minimum value of 100; lower values are returned as NULL for the reason of anonymity.

Further comparison was done using residual data of the T-Mobile operator from 2016, available as OpenData.

The selected district Brno-Bosonohy corresponds to one ZUJ, or three ZSJ, where the core ZUJ characterizes 90% of the population.

Expected values were compiled from various sources: SLDB 2011 (National population census), CSD 2016 (National Traffic Census): section 6-6013 according to TP 189 / II, ARES (business entities register), annual school reports, occupation surveys from IDS JMK 2015 (Integrated Transport System of the South Moravian Region) and personal observations of occupancy rates of passenger vehicles.

Results

A clear comparison of the number of visitors in both datasets is shown in Table 1, the numbers of transits are shown in Table 2.



Territorial unit	Population (SLDB)	Visitors average 6 AM and 11 PM, T-Mobile	Visitors („visit“) at 4 AM Sociodemo API, O2 CZ	
		average workday 09-10/2016	Approx. 2017-06-19	2018-05-30 Wednesday
ZUJ 551325 Brno-Bosonohy	2,457 + 100 (hostel) = 2,557	2,550	7,500	5,195
ZSJ 008508 Bosonohy-centre	2,253 + 100 (hostel) = 2,353	2,327	3,322	3,171

Table 1: Comparison of population and visitors number at 4 AM.

Transits (various data sources)	Transits („transit“) Sociodemo API	
	Approx. 2017-06-19	2018-05-30 wednesday
14,370 × 1,06 pers. traffic, CSD/TP189 × 1,5 pers. 2,293 × 1,24 haulage, CSD/TP189 × 1 pers. +2,400 pers, IDS JMK -2×1,300 exiting, SLDB -2×1,200 commuting, estimate = 23,091	15,443	13,386

Table 2: Comparison of the number of transits in 24 hours via ZSJ 008508 Bosonohy-centre.

Discussion

The difference in the number of visitors reported by residual data and the total number of inhabitants is as high as 100% if we narrow down the territory only to the core ZSJ, the difference is only 35%. There is no evidence that this difference should be attributed to night shift commuters or temporary housing. From the knowledge of the surrounding terrain, housing arrangement and GSM deployment, it could be hypothesized whether a part of the difference is caused by settlements beyond the administrative boundaries of the city district, where some residents have a better reception of the GSM signal from the transmitter located in Bosonohy.

According to residual data, the number of transiting persons is about 42% underestimated compared to conventional data sources. I assume that people traveling on the D1 motorway, that are also connected to the transmitters in Bosonohy, were systematically filtered out together with some of the genuine transit.

The potential of residual data is limited by the absence of distinction between visitors staying overnight and the others, that is why it is impossible to monitor the exits and commutes to the territory separately, but only the resulting balance. Also, there is no specific data on the type of journey or choice of means of transport. It is not clear how the observations of persons occurring systematically at the boundaries of administrative units were treated, similarly for adjacent highways. Therefore, Sociodemo API residual data can be difficult to interpret, to compare, or combine with data from other sources.

Conclusions

The residual GSM data from Sociodemo API O2 CZ on the number of visitors and transit differ by 35–100% from the expected values, which greatly limits their credibility and use. A smaller difference of 35% was reached for visitors, if the area of interest was far enough from other settlements. For the purpose of transport modeling, qualitative restraints of residual data are in the missing distinction of overnight visitors and the others, as well as in the absence of structured traffic data, such as the choice of means of transport. It is unclear how communications or settlements near the artificial statistical boundaries were treated. Such data is difficult to interpret, to compare, or couple with others.

Acknowledgements

I thank O2 CZ for providing access to the pilot version of the Sociodemo API, the source of residual data from the GSM network.



Valuation of travel time and its variability in free-flow traffic and congestion – estimates for Czech Republic

Vojtěch Máca, Markéta Braun Kohlová

Charles University, Environment Centre

vojtech.maca@czp.cuni.cz

Abstract

Knowing the value of travel time is a prerequisite for any monetary estimation of economic losses arising from/caused by traffic congestion. The aggregated travel time savings for the whole of the users expressed in money is the most cited benefit of any new transport infrastructure development. Since the 1960s, a large number of studies have been carried out to measure the value of travel time (VoT) and value of travel time savings (VTTS), and gradually also to distinguish its different components. Thus, time spent in vehicle, time for access/egress, waiting, transfer or time in congestion have been distinguished. In addition specific values exist for users of different transport modes, journey length and purposes. With exception of business trips, non-market valuation methods are commonly used to evaluate individual time travel components. Although available evidence from abroad shows large differences in values of individual time travel components, and in spite of non-market valuation methods have been successfully used in the Czech Republic in the valuation of environmental goods, specific values of travel time are rather rare in the Czech Republic.

The aim of this paper is to reduce at least partly this information deficit by presenting selected estimates of the travel time components for the Czech Republic. Specifically, we elaborate on the value of travel time and time spent in congestion for medium-long domestic routes (represented by the Prague-Brno route). The results of our valuation study show that the value of travel time spent in congestion is almost twice as high as the value of travel time in free-flow traffic and suggest that the reduction of congestion and of the variation in travel time in general will bring significant economic benefits compared to shortening of travel time in free-flow traffic. This evidence also confirms the importance of distinguishing between different components of travel time when assessing the benefits of transport infrastructure and having specific estimates for different user segments.

Key variables affecting route planning: The User perspective on “MaaS” concept

Tomáš Vácha* (Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze)

Hana Křepelková (Central European Data Agency, a.s.)

*tomas.vacha@cvut.cz

Key words

Mobility as a Service, Participatory design, Traffic behaviour, Spatial data, Urban mobility planning

Introduction

This paper presents the current approach to the concept of Mobility as a Service (MaaS), in terms of spatial data and the needs of target groups. MaaS provides an answer to urban mobility problems as it allows users to find the most efficient way to move around the city, taking into account their specific requirements, and at the same time to enable payment for all transport-related services. MaaS supports the use of multimodal planning and sustainable modes of transport. Many data, such as statistical spatial data, dynamic online data, and data from transport behaviour research are needed to create a functional concept. The project, currently implemented in the city of Brno, aims to create an advanced multimodal route planning system that takes into account the needs and preferences of users with particular emphasis on people with reduced mobility. The basis of the project is the research of user needs and preferences of individual target groups, the results of which will be reflected in the search algorithm model and the spatial data source database structure.

Methods and data used

The project uses participatory design methods to identify the needs and preferences of citizens and factors influencing their transport behaviour. The research design builds on the close collaboration of geoinformatics with social scientists and the use of the so-called mock-up version of the user application. This makes it possible to define the requirements for the variables necessary for route planning and to optimize the search algorithm and the spatial data source of the scheduler before the development and running its final user version. During the first phase of the research, a series of workshops and interviews with representatives of user groups in Brno took place, including associations and organizations representing cyclists, seniors, drivers, people with reduced mobility, people with sensory limitations and others. Using qualitative analysis, the basic categories of user needs and factors influencing their transport behaviour were identified.

Results

The first phase of mapping results in a list of factors that affect the use of different types of means of transport, route planning and the possibility to combine modes of transport. On the user side, the variables can be static (for example physical fitness, sensory limitation or age) and dynamic (current preferences, hurry). User decision-making is also influenced by static environmental variables (terrain, barriers, greenery, cyclists infrastructure) and dynamic environmental factors (weather, availability of resources, traffic situation). The research participants did not only describe isolated variables, but also interactions between them. For example, rain affects the preference of connections with covered boarding and transfer stops. As part of the participative design process, the functions of the ideal MaaS application were also defined, including the content and form of the presented information on the



various route variants. An important topic was security, such as finding a safe cycling route in a previously unknown environment or taking safety into account when planning a route at night.

Discussion

Analysing the route planning process from the user perspective is beneficial for creating a system that offers users route variants that will match their long-term needs and capabilities (fitness, sensory limitation, mobility) while accommodating current preferences. Based on the data found, a mock-up MaaS application will be created to enable user testing to a) ensure the compliance of presented information (form, content) about proposed routes with user needs; b) the willingness of the user to provide personal information and metadata depending on their present added value, d) test various forms of presentation of multimodality elements (combination of different means and presentation of the route as a whole), e) verify user rating of MaaS functions (single payment for services) and finally f) verify the compliance of the application with the needs of specific user groups. Feedback gained in user testing of Mock-up application will be reflected in the search algorithm and the structure of the system's source database. This approach allows the participative design phase to directly influence the so-called back end of the entire system.

Conclusions

The aim of the presented project is to optimize the search algorithm and the source databases on which to build the MaaS system by mapping the needs of the inhabitants of Brno and their traffic behaviour and testing the user application model. The project builds on close cooperation of social experts and geoinformatics and uses methods of participative design. In the first phase, representatives of key target groups of the project, including those with specific needs (cyclists, seniors, drivers, people with reduced mobility, people with sensory limitations, etc.), were involved through qualitative methods (interviews, roundtables). The result of the phase is the definition of the variables to be taken into account in the MaaS data platform.

Acknowledgement

This work has been supported by the Ministry of Education, Youth and Sports within National Sustainability Programme I (NPU I), project No. LO1605 - University Centre for Energy Efficient Buildings – Sustainability Phase.



Using data on transportation behavior to facilitate carpooling

Michal Šindelář (Nadace Partnerství)

michal.sindelar@nap.cz

Keywords

Carpooling, Commuting

Introduction

With the growth of well-being in the Czech Republic, the availability of private cars, whether new or used, increases. For example, in Brno, between 2007 and 2017, nearly 40,000 passenger cars were registered, and their number reached 190,000 in the population of 380,000 inhabitants. The total number of motor vehicles in Brno is almost 244,000. 60% of passenger cars are only occupied by the driver on weekdays. As a result of the depletion of space capacities for motor vehicles, the city introduces financial regulation of parking, which can favor carpooling - more passengers will be able to share the cost of parking.

A significant part of the IAD is generated by commuting for work. In the Movecit project, we focused on thirteen workplaces in seven European countries to identify measures to increase the share of sustainable mobility at the expense of travel by a single occupancy vehicle. Except for a few workplaces, it single occupancy vehicle which is the most common means of transport accounting for 40 to 60% of a modal share.

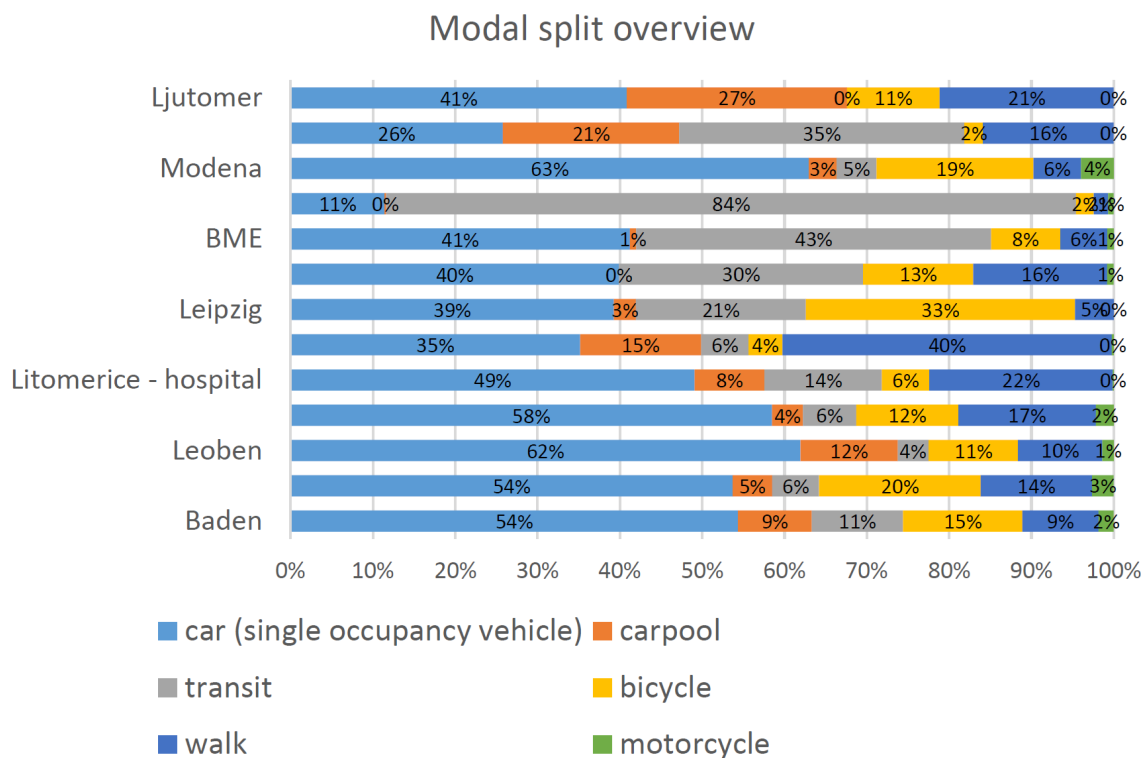


Figure 1 Modal Share at Movecit Workplaces in 2017.

We will now focus on one specific workplace in Litoměřice, where half the journeys take place by single occupancy vehicle.

Modes by Trip Distance

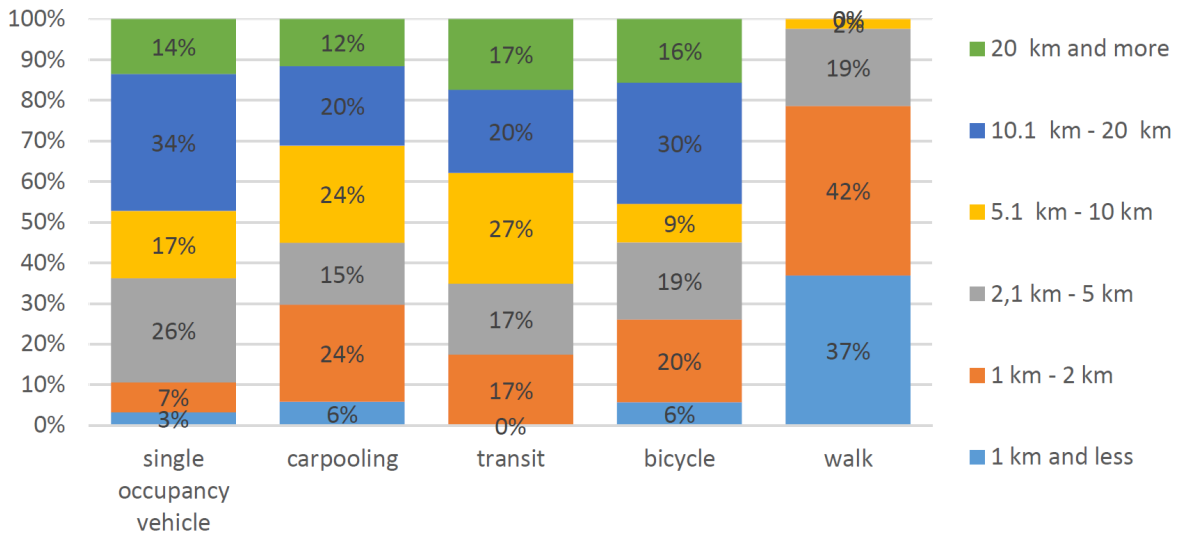


Figure 2 Trip length according to transport modes, 2017

We see that the highest share of the longest journeys is by single occupancy vehicle, a total of 38% of journeys by car are at a distance of 10 kilometers or more. In the case of Litoměřice, it is likely to be trips that are not replaceable by other modes of transport – walking and cycling will be too long, and public transport around Litoměřice has limited possibilities.

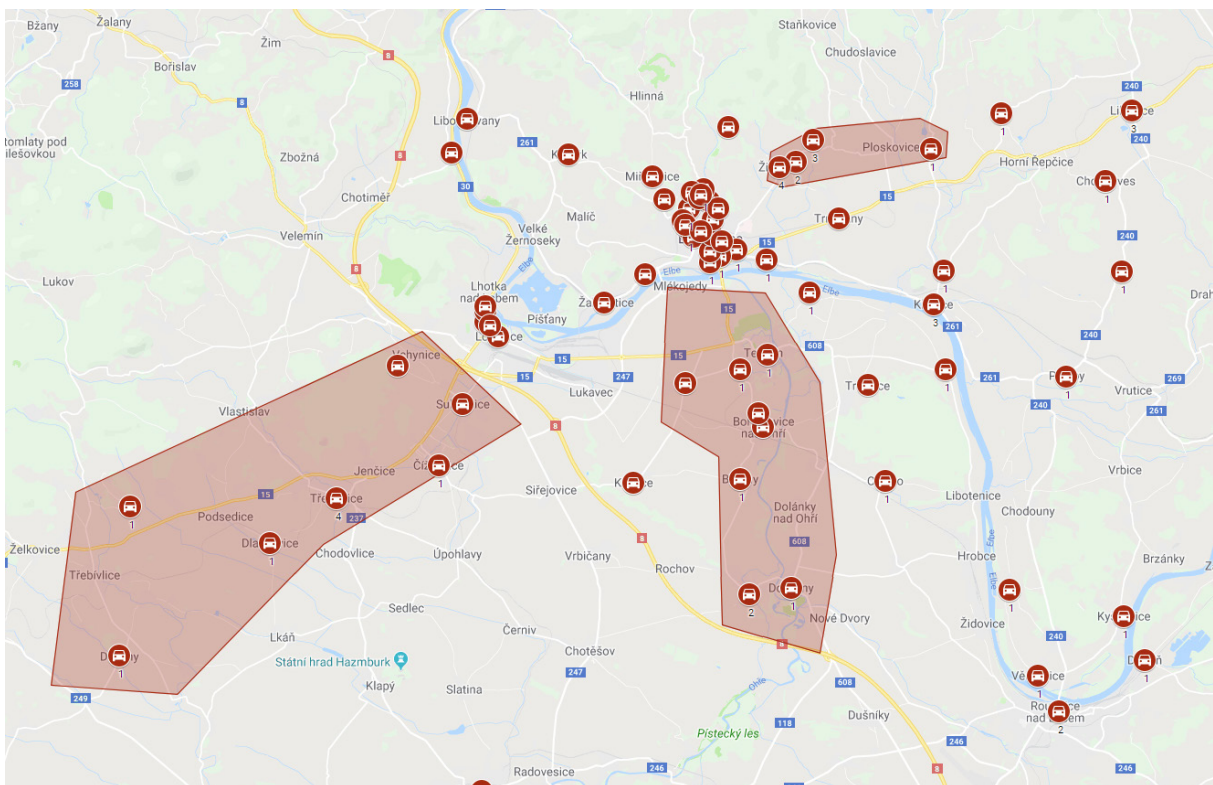


Image 1 – Single occupancy vehicle trips sources

A possible reduction in the proportion of journeys by single occupancy vehicle from these distant locations can be brought by carpooling. A significant share of trip sources is either in the same location or on the same route. These are routes from these sources that carry the potential to reduce the share of single occupancy vehicle trips and increase the share of carpooling.

Carpooling is a possible substitute for single occupancy vehicle trips. The main barrier is, however, lack of information. In the case of larger workplaces with hundreds and thousands of employees, it is often difficult or impossible to agree on a carpooling because employees don't know where their colleagues commute from. Although people are commuting from the same sites or on the same route, they do not know each other and cannot agree on sharing of a ride. As a result, the Movecit project has created an application which helps employees to find a colleague for carpooling. The intended effect of the application is to increase the occupancy of passenger cars on regular journeys to work and to increase the efficiency of individual car traffic.

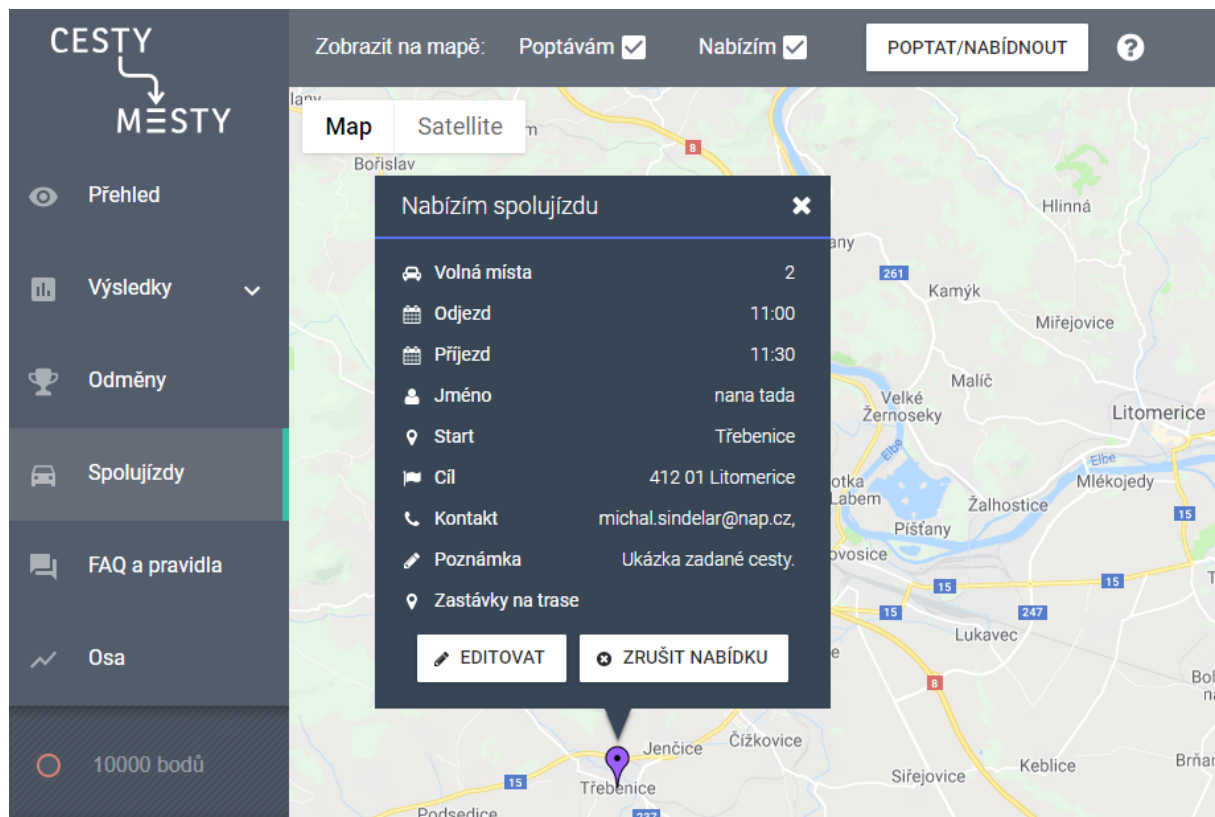


Figure 3 – Application demo available at demo.cestymesty.cz

The application is the missing link for carpooling arrangement. The typical use-case is in the workplace with a high number of employees in the order of hundreds to thousands who regularly commute to a single workplace. Within the workplace, employees are registered with their work email. In the application, they enter where and when they commute, and their offer or demand for carpooling is then displayed to other colleagues registered in the application. The motivation for application utilization among employees is primarily financial savings and sharing of commuting costs among more people, the motivation for employers is to increase the efficiency of using parking spaces especially in the situation of their lack.



Train Stations and Stops Optimal Localization Searching at Rail Lines of Regional Significance

Václav Novotný (Prague Institute of Planning and Development, Faculty of Transportation sciences of Czech Technical University in Prague)

novotny.v@ipr.praha.eu

Keywords

Railway network, stations, stops, cluster analysis, regression analysis

Introduction

The paper deals with the search for a system tool for the station and stops localization at rail lines regional significance based on data from the Census 2011 (SLDB), Territorial Analytical Data of the Czech Republic 2014 (ÚAP) and additional information. Europe has been dealing with the issue of rail lines regional significance for decades, and each country has approached the question of further existence or non-existence in other ways. In the Czech Republic, this issue has been particularly emphasized at the last twenty years, so in the time this type of transport infrastructure and trains in operation has been in the end of a technical lifetime, and it was necessary to decide what further. The database of municipalities has been tested by correlation, clustering and regression analysis, with the aim of maximizing the number of passengers at the particular station or stop, thus maximizing the overall potential of the rail line for possible reconstruction.

The main output of the paper is a summary of recommendations with a decision tree and an equation to maximize the passengers use of a particular train station or stop including recommendations for future data collection.

Methods and data used

The work uses data from SLDB, ÚAP data for the Czech Republic from the Czech Statistical Office and other additional information, especially from map web portals. The complexity of these data allowed to look for a system tool. On the basis of the above data, a database of 1350 relevant municipalities was created, through which rail lines regional significance, containing for each municipality selected features, i.e., demographic and territorial features, and commuting information. The number of attributes was subsequently using of descriptive statistics, correlation analysis, t-SNE function and relativization of some characters reduced from 109 to 16. In the database of relevant municipalities, clusters of similar municipalities were searched using t-SNE function, Mixture Estimation with Uniform Components, DBSCAN, and K-means. The resulting clusters of representative municipalities according to the K-means method, which were evaluated as the most suitable, were subjected to multiple linear regression with error term and expert analysis, based on which an algorithm for the station or stop optimal localization was defined.

Results

Each of the clustering methods used is based on another principle, but only the K-means algorithm, which has created five disjunctive clusters determined by population densities, settlement densities in built-up areas of municipalities, and high commuting, has proven itself. In particular clusters, municipalities have been selected regarding enough relevant data on train commuting and with only one station or stop in their territory. From these municipalities, so-called clusters of representative



municipalities were created in the number of 19, 117, 88, 10 and 38 municipalities in which the optimal position of stations and stops was looking for. The impact of the station or stop localization, including the type of the surrounding urban area, on the number of passengers, proved to be of little significance. The expert analysis confirms the theoretically known rule a passenger is willing to take a longer journey to the public transport stop if it is otherwise convenient for him, for example, shorter commuting times, shorter intervals between connections, saving money, etc.

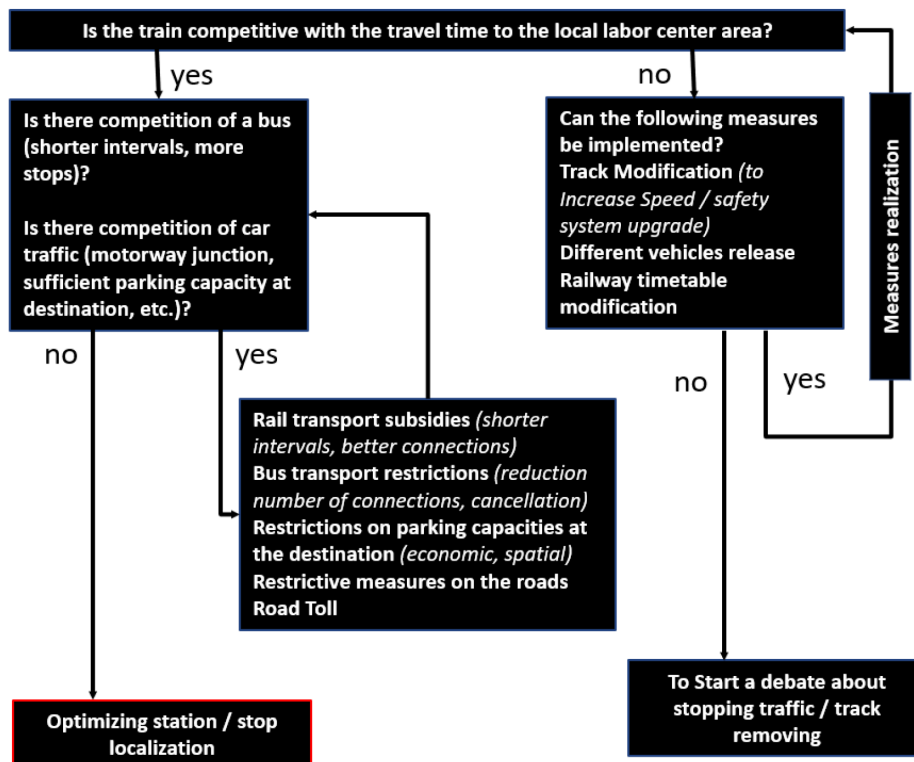
Discussion

The research shows that the station or stop localization itself is not a dominant element in the decision making of potential passengers. The overall competitiveness of rail transport to other modes of transport is essential. Overall, it can also be said that the more people have the opportunity to use competitive rail transport, the more they will use it.

In addition to the lack of a significant relationship between the train station or stop localization and a number of passengers utilization, from work with the data, several findings have emerged to increase the accuracy of the whole algorithm. In terms of SLDB data, it would be particularly useful to obtain commuting data in more detail, which would extend the SLDB questionnaire. From the point of view of the data gathered in the research, it would be possible to refine the division of the municipalities and to obtain data in situ, but at the disproportionately increasing the labor intensity costs.

Conclusions

From a system point of view, the task of searching the optimum station or stop localization in municipalities where the commuting outbound them predominates is reduced to the decision process and the subsequent measures and then adjusts the station or stop localization, so that it can use as many people as possible. Before adjusting the station or stop localization, it is necessary to proceed as follows:





84

87

Separate principles, supplementing the decision tree above, flow for the optimal station or stop localization for municipalities inbound predominates:

- Trains have to be competitive in the direction of commuting
- The timing of the connections must match the beginnings and ends of the shifts in the transport destination
- The destination must provide a limited number of parking spaces, or parking must be economically regulated.
- Train connections must have enough stations and stops at commuting sources.

If it is not possible to meet the points above mentioned for more than one company (the destinations), it is advisable to build the station / stop where the most employees are employed, ideally without a great specialization.

Sborník konference

Dopravní chování v datech

31. října 2018, Brno

© Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

ISBN 978-80-88074-61-8





86

87



DOPRAVA DATECH.CZ