



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Eva Hajčiarová

**METODIKA VYHODNOCENÍ SMĚROVÝCH
DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ**

Diplomová práce

2023



K620..... Ústav dopravní telematiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Eva Hajčiarová

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – IS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Metodika vyhodnocení směrových dopravních průzkumů**

Název tématu (anglicky): Methodology for the evaluation of directional traffic surveys

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Rešerše způsobů zpracování, vyhodnocení a interpretace dat směrových průzkumů
- Identifikace a popis organizačních a technologických aspektů směrových průzkumů
- Návrh metodiky pro zpracování, vyhodnocení a interpretace dat ze směrových průzkumů
- Návrh nástroje pro efektivní vyhodnocování směrových průzkumů
- Ověření navržené metodiky s využitím reálných dat

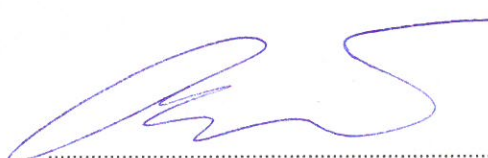



- Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucích práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: TP 189 - stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích
Technické zprávy realizovaných směrových průzkumů

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Langr, Ph.D.**
Ing. Jiří Růžička, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **9. července 2021**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2023**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


Ing. Zuzana Bělinová, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky


prof. Ing. Ondřej Přibyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....
Bc. Eva Hajčiarová
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 3. prosince 2022

Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Martinu Langrovi, Ph. D. a panu Ing. Jiřímu Růžičkovi, Ph. D. za cenné rady, odborné vedení, trpělivost a podporu v průběhu zpracování mé diplomové práce.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem veškeré použité informační zdroje a podklady uvedla v seznamu použité literatury v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 15. května 2023

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní
METODIKA VYHODNOCENÍ SMĚROVÝCH DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ

Diplomová práce
Květen 2023
Bc. Eva Hajčiarová

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je návrh Metodiky pro zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů. V teoretické části se diplomová práce zabývá rešerší současného stavu vědeckého výzkumu a reálné praxe zpracování a vyhodnocování dopravních průzkumů v legislativním a územním prostředí České republiky. Na základě rešerše je vytvořena Metodika optimalizující postup zpracování a vyhodnocení dat ze směrových průzkumů. Metodika je dále aplikována při tvorbě vyhodnocovacího nástroje pro automatizované vyhodnocování dat v prostředí jazyka R. V závěru diplomové práce jsou Metodika i vytvořený nástroj ověřeny na datech z provedeného reálného směrového průzkumu.

Klíčová slova

Metodika, směrový dopravní průzkum, silniční doprava, zpracování dat, vyhodnocení dat

Abstract

The subject of the master thesis is the proposal of the Methodology for processing and evaluation of directional traffic surveys. In the theoretical part, the thesis deals with the research of the current state of scientific research and real practice of processing and evaluation of traffic surveys in the legislative and territorial environment of the Czech Republic. On the basis of the research, a Methodology optimizing the procedure of processing and evaluation of data from directional surveys is developed. The methodology is further applied in the development of an evaluation tool for automated data evaluation in the environment of the R language. At the final part of the thesis, the Methodology and the developed tool are verified on data from a real directional survey.

Key words

Methodology, directional traffic survey, road traffic, data processing, data evaluation

Obsah

Seznam použitých zkratek	8
1 Úvod	9
2 Dopravní průzkumy	11
2.1 Směrové dopravní průzkumy	13
2.2 Organizační aspekty směrových dopravních průzkumů	14
2.3 Technologické aspekty směrových dopravních průzkumů	16
2.4 Shrnutí	18
3 Zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů	19
3.1 Shrnutí postupu a výsledků řešerše	19
3.2 Surová data	20
3.3 Zpracování surových dat	25
3.4 Vyhodnocení dat	29
3.4.1 Vyhodnocení DI charakteristik v jednotlivých měřicích profilech	29
3.4.2 Vyhodnocení přepravních vztahů ve zkoumané oblasti	30
3.5 Interpretace a prezentace výsledků	37
3.6 Souvislosti s dalšími systémy	48
3.7 Shrnutí	50
4 Návrh Metodiky pro zpracování a vyhodnocení dat ze směrových průzkumů	51
4.1 Použitá terminologie	51
4.2 Vymezení předmětu Metodiky	52
4.3 Vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum	56
4.4 Příprava dat pro vyhodnocení přepravních vztahů	56
4.4.1 Párování dat	57
4.4.2 Sestavení cest vozidel	59
4.5 Matice přepravních vztahů	63
4.6 Vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům	64
4.7 Vyhodnocení dob pobytu	68
4.8 Vyhodnocení zájmových tras	70
5 Návrh nástroje pro efektivní vyhodnocování směrových průzkumů	72
5.1 Vybrané SW prostředí	72
5.2 Popis datové sady využitě pro tvorbu nástroje pro vyhodnocování směrových průzkumů	72
5.3 Implementace algoritmu navrženého v metodice v programovacím jazyce R	73

5.3.1	Blok 1 – Načtení a předzpracování dat	75
5.3.2	Blok 2 – Vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum	77
5.3.3	Blok 3 – Párování dat	79
5.3.4	Blok 4 – Sestavení cest vozidel	82
5.3.5	Blok 5 – Tvorba matic – Matice spárovaných dat, OD matice	83
5.3.6	Blok 6 – Vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům	85
5.3.7	Blok 7 – Vyhodnocení dob pobytu	88
5.3.8	Blok 8 – Vyhodnocení zájmových tras	90
6	Ověření Metodiky a navrženého vyhodnocovacího nástroje s využitím reálných dat	93
6.1	Příprava a provedení ověřovacího směrového dopravního průzkumu.....	93
6.2	Příprava surových dat.....	94
6.3	Ověření navržené Metodiky a vytvořeného vyhodnocovacího nástroje	96
6.3.1	Ověření logiky Metodiky	97
6.3.2	Ověření logiky vyhodnocovacího nástroje vzhledem k Metodice.....	97
6.3.3	Ověření funkčnosti vyhodnocovacího nástroje.....	99
6.3.4	Ověření spolehlivosti výstupů vyhodnocovacího nástroje vzhledem k výsledkům manuálního vyhodnocení.....	102
7	Závěr	103
	Použité zdroje.....	105
	Seznam obrázků.....	108
	Seznam tabulek.....	109
	Seznam grafů	111
	Seznam příloh.....	112

Seznam použitých zkratk

BUS	... autobus
CSD	... Celostátní sčítání dopravy
DI	... dopravně inženýrský (např. ve spojení dopravně inženýrské charakteristiky)
DP	... dopravní průzkum
FCD	... floating car data, data z plovoucích vozidel
GDPR	... Obecné nařízení o ochraně osobních údajů
IAD	... individuální automobilová doprava
ID	... jednoznačný identifikátor
MHD	... městská hromadná doprava
NA	... nákladní automobil
NV	... nákladní automobil
OA	... osobní automobil
OD	... origin – destination (např. ve spojení OD matice, tzn. matice přepravních vztahů)
RPDI	... roční průměr denních intenzit dopravy
RZ	... registrační značka vozidla
SW	... software
TP	... technické podmínky
ÚKD	... úroveň kvality dopravy
VHD	... veřejná hromadná doprava

1 Úvod

Diplomová práce je zaměřena na směrové dopravní průzkumy, konkrétně především na zpracování a vyhodnocení z nich získaných dat. Téma bylo zvoleno v souvislosti s pracovními zkušenostmi autorky s prováděním a vyhodnocováním několika reálných směrových průzkumů. Na základě těchto zkušeností byl definován hlavní cíl práce, kterým je návrh Metodiky pro zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů. Metodika optimalizuje a sjednocuje postup zpracování a vyhodnocování naměřených dat, cílem je tedy čtenáři poskytnout „návod“, podle kterého je možné se při vyhodnocování směrových průzkumů snadno řídit. Zároveň Metodika zůstává natolik univerzální, aby ji bylo možné aplikovat na širokou škálu konkrétních směrových průzkumů, které jsou vždy samy o sobě specifické, a to zejména vzhledem k různým zadáním a k různým konkrétním podmínkám zkoumaných oblastí. Další cíle diplomové práce pak představují provedení rešerše aktuálního stavu reálné praxe včetně postupů vyhodnocování směrových průzkumů a vytvoření SW nástroje pro automatizaci základních fází zpracování a vyhodnocení dat ze směrových průzkumů, který bude fungovat v souladu s navrženou Metodikou.

Diplomová práce je členěna do 5 základních kapitol, které jsou v následujících odstavcích stručně komentovány:

Kapitola 2 – Dopravní průzkumy: Kapitola se věnuje obecnému popisu dopravních průzkumů a zvláště směrových dopravních průzkumů. Poskytuje úvodní vhled do problematiky, včetně zohlednění organizačních a technologických aspektů provádění dopravních průzkumů.

Kapitola 3 – Zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů: Kapitola se zakládá především na provedené rešerši, na základě které uvádí konkrétní aspekty zpracování, vyhodnocení a interpretace naměřených dat. Kapitola tvoří hlavní podklad pro následnou tvorbu Metodiky.

Kapitola 4 – Návrh Metodiky pro zpracování a vyhodnocení dat ze směrových průzkumů: Kapitola obsahuje vlastní navrženou Metodiku. Kapitola je psaná tak, aby ji bylo možné využít ke zpracování a vyhodnocování dat ze směrových průzkumů samostatně bez kontextu celé diplomové práce.

Kapitola 5 – Návrh nástroje pro efektivní vyhodnocování směrových průzkumů: Kapitola strukturovaně popisuje algoritmus vytvořeného vyhodnocovacího nástroje, který byl

naprogramován pomocí jazyka R v SW prostředí RStudio. Kapitola obsahuje také konkrétní ukázky výstupů vyhodnocených dat.

Kapitola 6 – Ověření Metodiky a navrženého vyhodnocovacího nástroje s využitím reálných dat: Kapitola popisuje postup a výsledky závěrečného ověření logiky a funkčnosti Metodiky a vyhodnocovacího nástroje. Kapitola zároveň popisuje samostatný krátký směrový průzkum, který byl za účelem zisku ověřovacích dat proveden.

2 Dopravní průzkumy

Dopravní průzkumy jsou primárně nástrojem pro zjišťování charakteristik současného stavu dopravy ve zkoumané oblasti na stávajících dopravních zařízeních. (1) Tyto charakteristiky představují kvantitativní a kvalitativní údaje o současném stavu dopravy. (2) Kvantitativními údaji jsou chápány různé dopravní parametry vyjádřené číselnou hodnotou, které jsou buď přímo výstupem průzkumu (např. intenzita dopravy, rychlost vozidel, skladba dopravního proudu, směrovost vozidel, obsazenost parkoviště a další) nebo je možné je z naměřených dat získat dalšími výpočty (např. hustota dopravy, kapacita komunikace, RPD – roční průměr denních intenzit, průměrná rychlost a další). Mezi kvalitativní údaje patří např. spolehlivost veřejné hromadné dopravy (dále VHD), ÚKD – úroveň kvality dopravy, bezpečnost dopravy a další. Na základě naměřených hodnot je možné odvodit výhledové hodnoty, které mají své využití především v dopravním plánování. (1)

Co se týče definice pojmu dopravní průzkum, neexistuje jedna ustálená. Následuje několik příkladů:

„Dopravní průzkum znamená zjišťování dopravních poměrů na pozemních komunikacích a/nebo dopravního chování osob v daném území a časovém intervalu“ (3)

„Dopravním průzkumem rozumíme souhrn činností, kterými zjišťujeme informace o silniční, železniční, resp. o jiném druhu dopravy a o dopravních zařízeních.“ (2)

„DP je souhrn činností, pomocí nichž dochází ke zjišťování informací o silniční nebo jiné dopravě a o činnosti dopravních zařízení. Má získat podklady pro dopravní plánování, projektování a modernizaci dopravních sítí a zařízení, stejně tak jako pro návrh na zlepšení provozních poměrů na existujících sítích anebo dopravních zařízeních z hlediska bezpečnosti, plynulosti, pohodlí, hospodárnosti dopravy a jejich důsledků na životní prostředí. Cílem dopravního průzkumu je tedy získat kvalitativních a kvantitativních údajů o dopravě.“ (4)

Informace získané dopravními průzkumy je možné využít pro celou řadu činností, ať už jde o nové navrhování, úpravy, opravy a rekonstrukce komunikační sítě, rozhodování o organizačních a technologických zásadách do dopravy na stávající síti komunikací, tvorbu generelů dopravy, zjišťování dopadů dopravy na životní prostředí, optimalizaci obsluhy území VHD, nebo podávání žádostí o dotace. (5) V konečném důsledku se znalost aktuálního stavu dopravy promítá i do hospodářského a finančního plánování obcí a dalších jednotek veřejné správy. (6) Tyto činnosti by měly směřovat primárně k následujícím cílům: zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy, lepší využití dopravního prostoru, rozvoj a modernizace dopravního

systemu v různých dopravních módech nebo například řešení organizačních, provozních, ekonomických a environmentálních problémů. (2)

Dopravní průzkumy je možné dělit a systematizovat podle několika kritérií: (2) (7)

- dle pravidelnosti jejich vykonávání;
 - jednorázové (např. účelový průzkum), opakované (s různou frekvencí, např. ověřovací průzkum pro permanentní sledování dopravních charakteristik);
- dle velikosti zkoumané oblasti a počtu měřicích stanovišť;
 - profilový (také uváděný jako bodový), křižovatkový, trasový, kordonový, plošný (např. CSD – celostátní sčítání dopravy);
- dle zkoumaného módu dopravy;
 - silniční doprava, pěší doprava, cyklistická doprava, veřejná hromadná doprava, železniční doprava;
- dle zjišťovaných dopravních parametrů;
 - viz níže;
- dle způsobu provádění;
 - vlastní pozorování, automatický sběr dat, ústní dotaz, písemný dotaz, anketa, dopravně sociologické průzkumy;
- dle rozsahu zjišťovaných údajů;
 - vyčerpávající šetření (na kompletním základním souboru), výběrové šetření (na výběru z populace).

Podrobný popis všech způsobů dělení a systematizace dopravních průzkumů by byl příliš obsáhlý, vzhledem k tématu práce se bude následující oddíl omezovat na výčet a stručný popis nejběžnějších průzkumů prováděných v oblasti silniční dopravy. (2) Rozdělení na jednotlivé druhy je provedeno dle zjišťovaných dopravních parametrů:

- průzkum intenzit dopravních proudů;
 - Zjišťují se počty vozidel projíždějících stanoveným profilem, uzlem nebo úsekem komunikace za určitou časovou jednotku (typicky hodina, den);
- směrový průzkum;
 - Zjišťuje se směrovost vozidel ve stanovené oblasti nebo na křižovatce (1), zdroje a cíle dopravních proudů;
- průzkum skladby dopravního proudu;
 - Zjišťuje se složení dopravního proudu z pohledu druhů dopravních prostředků;
- průzkum kvalitativních vlastností dopravního proudu;

- Zjišťuje se zejména rychlost, a to buď bodová, což je okamžitá rychlost na určitém konkrétním místě komunikace, nebo úseková, což je průměrná rychlost vozidla ve stanoveném úseku, případně cestovní, která je vztažena k celkové době přepravy ze zdroje do cíle cesty;
- průzkum parkování;
 - Zjišťuje se obsazenost parkovišť, doba parkování, obrátkovost vozidel na parkovištích, ale i např. respektovanost zpoplatnění parkování; (5)
- průzkum pěší nebo cyklistické dopravy;
 - Zjišťují se intenzity, případně směrovost nebo chování pěší nebo cyklistické dopravy.

Volba, který druh dopravního průzkumu bude v konkrétním reálném případě využit, závisí na účelu. Účel průzkumu je zapotřebí předem přesně definovat, spolu s jeho rozsahem. (7)

Tato diplomová práce se zabývá směrovými dopravními průzkumy, proto bude tento druh následně popsán podrobněji.

2.1 Směrové dopravní průzkumy

Směrové dopravní průzkumy umožňují zjistit směrovost vozidel, případně osob, ve zkoumané oblasti, dalšími přímými výstupy jsou intenzita a skladba dopravního proudu. Nejčastějšími druhy směrových průzkumů jsou křižovatkové průzkumy a kordonové průzkumy. Křižovatkové průzkumy zkoumají dopravní pohyby v rámci jedné vybrané křižovatky. Kordonový průzkum se naopak uplatní při zkoumání rozsáhlejších oblastí, kdy se sledují vstupy a výstupy do/z oblasti, tzn. výsledkem jsou informace o zdrojích, cílech cest a o tranzitech oblastí. Rozsáhlejší průzkumy mohou zkoumat pohyby v různě velkých oblastech, například v městských částech nebo celých obcích. Co se týče konkrétního systematizování pojmů směrový, křižovatkový a kordonový průzkum, zdroje se v tomto různí. V této práci bude nadále pracováno s rozdělením viz (7), podle kterého je křižovatkový i kordonový průzkum uváděn jako podskupina směrových průzkumů s tím, že kordonový průzkum se využívá u velkých směrových průzkumů a sleduje vstupy/výstupy a cesty zkoumanou oblastí. Další zdroje, např. (1), nicméně rozlišují mezi směrovým a kordonovým průzkumem, přičemž pojem směrový průzkum vztahují ke křižovatkovému průzkumu a jako kordonový průzkum označují průzkum prováděný na rozsáhlejším území, který slouží ke stanovení mezioblastních vztahů, včetně zjištění objemu dopravy. Jiné zdroje (8) naopak uvádějí křižovatkový průzkum zvlášť a kordonový průzkum

řadí pod směrové průzkumy. Kromě výše uvedených existují také specifičtěji zaměřené směrové průzkumy, které zkoumají určité konkrétní problémy, například objízdné trasy. (9)

Konečným výsledkem po zpracování surových dat jsou primárně informace o směrovosti dopravy zkoumanou oblastí, obecně také o zdrojích a cílech cest, tzn. odkud a kam vozidla nebo chodci cestují. Podstatné jsou rovněž informace o skutečných intenzitách dopravy, jejichž znalost umožňuje určit nejen absolutní hodnoty dopravních objemů ve zkoumaných směrech, ale i jejich vzájemný poměr. Dalším výstupem jsou informace o skladbě dopravy v jednotlivých směrech, což umožňuje zjistit například hlavní trasy různých specifických druhů dopravy, která je ve zkoumané oblasti kritická, například těžké nákladní dopravy nebo naopak pohyby chodců či cyklistů.

Výstupy směrových dopravních průzkumů mohou být využity pro účely uvedené již v předchozí kapitole (2) (5) (6), přičemž přidanou hodnotou, kterou poskytují, je právě znalost směrovosti dopravních proudů. Křižovatkové směrové průzkumy jsou nezbytným podkladem pro stavební a dopravně-inženýrské záměry v prostoru křižovatek a jejich okolí, protože při návrhu úprav nebo výstavby jakékoli křižovatky (pokud intenzity na ní nejsou zanedbatelné) je třeba důsledně dbát na současné i budoucí intenzity všech jednotlivých dopravních proudů. Široké uplatnění rozsáhlejších směrových průzkumů dokládají reálné studie dohledané v rámci rešerše, která je blíže popsána v následující kapitole [Kapitola 3.1]. Rozsáhlejší směrové průzkumy se uplatňují při hodnocení stávajícího stavu dopravy v obcích (10) (11) nebo městských částech. Dále při prognóze vývoje intenzit (12) a obecně při plánování dalšího rozvoje oblasti, kam spadají například záměry rozvoje nebo naopak omezení dopravy v oblasti (13) (14), tvorba dopravních koncepcí a generelů (15) (16) nebo tvorba dopravních modelů (17).

2.2 Organizační aspekty směrových dopravních průzkumů

Předpokladem pro úspěšné provedení směrového průzkumu je jeho důsledná organizace a příprava, jejímž cílem je, aby průzkum poskytl věrohodné údaje o skutečném stavu dopravy.

Plánování směrového průzkumu obsahuje průzkum oblasti, určení hlavních dopravních tahů a zjištění rámcových intenzit dopravy. Na základě toho dochází k určení počtu a umístění sčítacích profilů, rozvržení měřicích stanovišť a stanovení, jaká měřicí metoda bude k provedení průzkumu použita – zpravidla se jedná buď o ruční zápis do připravených formulářů, nebo o videozáznam pomocí kamer, podrobněji níže v kapitole 2.3. Dále je stanoven potřebný

počet sčítačů a jejich rozdělení k měřicím stanovištím. Pracovní směny, které budou sčítačům přiděleny, musí odpovídat zákoníku práce a je třeba je rozvrhnout tak, aby všechna měřicí stanoviště byla po celou dobu průzkumu obsazena. Před samotnou realizací průzkumu je třeba sčítače vyškolit a seznámit je s obsahem jejich práce. Pokud je průzkum realizován pomocí papírových formulářů apod., kdy jsou sčítači přímo zodpovědní za sběr dat, je pro věrohodný výsledek průzkumu nutné, aby data zaznamenávali s maximální přesností.

Dále je před provedením průzkumu třeba připravit samotné sčítací formuláře a další potřebné vybavení. Technické měřicí prostředky (např. videokamery) je vhodné předem otestovat, zda správně fungují. Papírové formuláře i měřicí techniku je třeba mít v dostatečném počtu pro zajištění všech stanovišť a zároveň je třeba mít připravený i dostatečný počet záložních formulářů či techniky pro případ výpadku. Pro samotné provedení průzkumu je také důležité ve spolupráci se zadavatelem průzkumu získat souhlasné stanovisko místní samosprávy (obce, městské části) a zároveň o připravovaném průzkumu informovat městskou, případně státní policii.

Přímo v den průzkumu je z organizačního hlediska zásadní naplánovat příjezd do zkoumané oblasti s dostatečným předstihem, aby před časem zahájení průzkumu byla připravena všechna měřicí stanoviště, a aby v případě zapojení lidských sčítačů jim byly předány všechny instrukce. V průběhu průzkumu je dále třeba mít na místě kromě sčítačů, kteří jsou na měřicích profilech, k dispozici další pracovníky, kteří budou zajišťovat technickou podporu a řešit případné vzniklé situace a problémy. Počet těchto podpůrných pracovníků se odvíjí od rozsáhlosti průzkumu.

Velmi důležitým aspektem je zajištění získání maximálně kvalitních dat. Na kvalitu dat jsou směrové průzkumy (zejména rozsáhlejší než křižovatkové) velmi citlivé. Vzhledem k tomu, že účelem je stanovit trasy vozidel zkoumanou oblastí, výpadek byť jen jednoho měřicího profilu může mít zásadní dopad na kvalitu výsledků celého prováděného průzkumu, a to zejména v případě, kdy jde o jednorázový průzkum a data není možné interpolovat např. pomocí dat z jiných dnů. Je proto třeba dbát na pečlivou přípravu průzkumu, proškolení sčítačů (i o nutnosti pravidelné kontroly funkčnosti záznamových zařízení, v případě jejich využití) a mít připravená náhradní řešení pro řešení mimořádných situací na místě – např. výpadek záznamového zařízení na jednom z měřicích profilů, výpadek člověka – sčítače, vliv zhoršených světelných a povětrnostních podmínek na kvalitu videozáznamu. Vliv na kvalitu a vypovídající schopnost dat mají také mimořádnosti v dopravě, např. uzavírky, nehody, nestandardní situace způsobené různými akcemi místního významu (v obcích to mohou být například trhy, poutě apod.) a konečně také různé mimořádné situace rozsáhlejšího charakteru

jako nedávná vládní opatření omezující pohyb obyvatel v souvislosti s pandemií nemoci COVID-19.

2.3 Technologické aspekty směrových dopravních průzkumů

Jak již bylo zmíněno výše, na začátku plánování dopravního průzkumu je třeba přesně stanovit účel průzkumu. Na základě toho dochází k definování rozsahu průzkumu a k volbě metody provedení průzkumu a následného zpracování dat, která budou průzkumem získána.

Zásadním technologickým aspektem je zajistit jednoznačnou identifikaci vozidla (chodce/cyklisty) na vstupu a výstupu ze zkoumané oblasti, aby bylo možné zjistit trasu jeho průjezdu. Pokud jde o křižovatkové průzkumy, standardním způsobem provádění průzkumu je osazení jednotlivých ramen křižovatky sčítači – lidskými pracovníky, kteří zaznamenávají počty vozidel v jednotlivých směrech. (8) Sčítače v terénu je možné nahradit kamerou, ideálně takovou, která bude snímat celý prostor křižovatky. Sčítač pak vyhodnotí počty vozidel v jednotlivých směrech z videozáznamu. Toto řešení je úspornější na lidské zdroje, podmínkou je ovšem bezchybné fungování kamery. Identifikace vozidla při kordonových průzkumech probíhá pomocí záznamu registračních značek vozidel (dále jen RZ) na vjezdech a výjezdech ze zkoumané oblasti. (2) (8) Tento záznam může být ruční, ale vzhledem k objemu dopravy je častěji využíván kamerový záznam a zpětné vyhodnocení z videa, případně záznam na diktafon. Pokud jsou předmětem zkoumání i chodci a cyklisté, mezi nejčastěji používané metody patří ústní dotaz a sčítací lístky. Pokud to velikost a charakter zkoumané oblasti dovoluje, je možné využít také kamerový záznam, stejně jako u křižovatkových průzkumů. (7)

Následuje výčet nejběžnějších způsobů sběru dat spolu se stručným popisem jejich použití:

- papírové formuláře;
 - V případě kordonového průzkumu do formulářů sčítači zapisují každý jednotlivý průjezd vozidla – čas průjezdu, RZ a typ vozidla, formulář zároveň obsahuje identifikaci měřicího profilu, na kterém je využíván, informaci o datu a dni průzkumu, o aktuálním počasí a dále místo na poznámky o mimořádnostech v dopravě. Formuláře mohou být i v elektronické podobě. V případě křižovatkových průzkumů formuláře obsahují zpravidla přímo počty vozidel v jednotlivých směrech průjezdu zkoumanou křižovatkou;
- hlasový záznam;

- Hlasový záznam představuje alternativu k papírovým formulářům, především pro záznam RZ a intervalů času průjezdu;
- videozáznam;
 - V případě kordonového průzkumu poskytuje videozáznam měřicího profilu, který umožňuje jednak vizuální kontrolu během vyhodnocení průzkumu, jednak softwarové rozpoznání RZ projíždějících vozidel. Záznam musí být v dostatečné kvalitě a musí obsahovat časové razítko jeho pořízení. V případě křižovatkových průzkumů je videokamera zpravidla využita ke snímání celého prostoru křižovatky pro následné vyhodnocení;
- dotazník/anketa;
 - Dotazník je vhodné využít především v případě, kdy se průzkum týká směrovosti chodců nebo cyklistů na větším území, než je možné pokrýt jedním záběrem kamery, tudíž není možné vizuálně jednoznačně identifikovat směrovost chodce nebo cyklisty. Dotazník obsahuje několik vhodně zvolených otázek s cílem v co nejkratším čase se doptat na informace podstatné pro průzkum, tedy zejména na zdroj a cíl, případně například na trasu a délku trvání cesty; (2) (8)
- sčítací lístky; (8)
 - Sčítací lístky představují alternativu k dotazníku při zkoumání pohybu chodců, případně cyklistů. Fungují tak, že na vstupech do zkoumané oblasti chodec, případně cyklista dostane sčítací lístek, který při opuštění oblasti opět odevzdá. Lístky mohou obsahovat také údaj o čase vydání, čímž je možné kromě směrovosti zjistit i čas nutný k přesunu lokalitou. Metodu sčítacích lístků je možné využít i u vozidel, ovšem značnou nevýhodu představuje nutnost zastavování vozidel.

Při volbě konkrétní metody průzkumu je třeba zohlednit i následný způsob vyhodnocení, časové, personální i finanční možnosti.

Problematika vyhodnocení dat ze směrových průzkumů je sama o sobě poměrně obsáhlá a tvoří stěžejní téma této diplomové práce. Proto jí není věnován prostor zde, ale v následujících kapitolách.

2.4 Shrnutí

Tato kapitola se věnovala obecnému popisu dopravních průzkumů a konkrétněji směrových dopravních průzkumů. Práce se bude dále zabývat pouze směrovými průzkumy, které zkoumají pohyby vozidel ve složitějších oblastech, ve kterých není možné určit směr vozidel přímým pozorováním na vjezdech / z jednoho kamerového záběru. Tzn. další kapitoly se již nebudou věnovat klasickým křižovatkovým průzkumům ani průzkumům chodců nebo cyklistů. Pozornost bude zaměřena na takové průzkumy, kde je potřeba vzhledem k jejich rozsahu přiřadit vozidlům jednoznačný identifikátor, podle kterého budou na všech měřicích profilech zaznamenávána. Tímto jednoznačným identifikátorem bývá nejčastěji RZ.

3 Zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů

Zpracování, vyhodnocení a interpretace dat ze směrových průzkumů představuje soubor činností, které začínají po dokončení vlastního dopravního průzkumu ve zkoumané oblasti. Jejich cílem je převést surová data z průzkumu na informace, které budou srozumitelně vypovídat o stavu dopravy ve zkoumané oblasti.

Centrálním krokem vyhodnocení směrových průzkumů je tzv. *párování* dat. Jde o činnost, jejímž cílem je nalézt v surových datech opakované výskyty stejných RZ, tedy opakované záznamy stejných vozidel v různých měřicích profilech. Poté podle časů a měřicích profilů, ve kterých byly zaznamenány, je cílem zpětně sestavit skutečné trasy průjezdů vozidel zkoumanou oblastí.

Zpracování a vyhodnocení bude v této kapitole postupně rozebráno v následujících bodech:

- příprava surových dat;
- příprava výchozího souboru dat pro párování;
- párování dat;
- vyhodnocení dat;
- řešení chyb;
- interpretace a prezentace výsledků.

Na závěr kapitoly budou diskutovány souvislosti s dalšími systémy a shrnuty základní výchozí body pro následný návrh metodiky.

Kapitola se zakládá na provedené rešerši, při které byl zjišťován aktuální stav vědeckého poznání v oblasti zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů, dále byly prověřeny související technické normy a technické podmínky. Nejpřínosnější částí rešerše byla rešerše aktuálního stavu reálné praxe.

3.1 Shrnutí postupu a výsledků rešerše

Co se týče zdrojů v oblasti vědy a výzkumu, ukázalo se, že problematika diplomové práce je natolik konkrétní a detailní, že užitečných zdrojů bylo nalezeno spíše minimum. Nalezené zdroje převážně představují výukové materiály a skripta univerzit a vysokých škol s dopravním zaměřením. Další oblastí byly závěrečné práce absolventů vysokých škol.

Při rešerši legislativního rámce byly identifikovány především následující dva zdroje:

- TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích a
- TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy.

Na základě oslovení společnosti Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. bylo dále zjištěno, že v letošním roce (2023) je připravována certifikace Metodiky pro provádění a vyhodnocení směrových průzkumů automobilové dopravy. Dle poskytnutých informací se uvedená metodika oproti této diplomové práci zabývá problematikou v širším pohledu, byla by tedy velmi vhodným zdrojem informací. Bohužel v době zpracovávání práce není zatím zveřejněna.

Nejvíce výsledků přinesla rešerše reálných studií a technických zpráv realizovaných směrových průzkumů. V této oblasti bylo nalezeno více než deset studií, které obsahují poměrně širokou škálu provedených směrových průzkumů. Většinou se jednalo o průzkum v oblasti obcí a měst, případně jejich částí. Některé průzkumy byly naopak prováděné ve větších oblastech. Přímo popis reálného postupu zpracování a vyhodnocení dat se nicméně ukázal být poměrně obtížně dohledatelný z veřejných zdrojů, logickým důvodem je, že jde již o interní informace a postupy jednotlivých firem. Z toho důvodu bylo přistoupeno k oslovení vybraných firem, kterým byly zaslány detailnější dotazy ohledně této problematiky. Osloveno bylo jedenáct firem, které se dle dostupných informací na webu ve své praxi směrovými průzkumy zabývají. Užitečné informace pro zpracování diplomové práce poskytly především společnosti UDIMO, spol. s r.o. a EDIP s.r.o.

Veškeré dohledané a využitě zdroje jsou uvedeny v seznamu literatury v závěru diplomové práce. Informace získané ze zdrojové literatury a z komunikace s uvedenými firmami jsou v průběhu práce citovány.

3.2 Surová data

Sběr dat při prováděných směrových průzkumech je prováděn nejčastěji pomocí:

- papírových formulářů;
- elektronických formulářů (ekvivalent papírových v elektronické podobě);
- videozáznamu;
- hlasového záznamu.

Metody ankety a sčítacích lístků se pro vozidlové průzkumy využívají při současných objemech dopravy minimálně, proto zde nebudou dále uváděny.

Papírové a elektronické formuláře obsahují informace o každém průjezdu každého vozidla příslušným měřicím profilem. Konkrétně obsahují:

- *ID průjezdu*;
- *čas průjezdu* – čas je vhodné uvádět minimálně v 5minutových intervalech, s ohledem na to, aby bylo možné odlišit tranzit vozidla oblastí od zdrojové nebo cílové cesty; nicméně v praxi je někdy využíván delší interval, např. 15 min (15);
- *RZ vozidla* – kvůli jednoznačné identifikaci vozidla je vhodné mít záznam kompletní RZ, nejen posledních 4 znaků, což ale při vyšších intenzitách není vždy možné kvůli zvýšené časové náročnosti zápisu;
- *identifikace měřicího profilu včetně směru jízdy vozidla* – vjezd nebo výjezd do/ze zkoumané oblasti), případně vnitřní měřicí profil.

Dále obsahují datum a den v týdnu, kdy byl průzkum prováděn, zpravidla také záznam o počasí a teplotě v době průzkumu a případné poznámky o mimořádnostech v dopravě. Metoda papírových formulářů je doporučována pro nižší intenzity dopravy, zdroj (8) ji doporučuje pro profily s intenzitou menší než 8 000 jvoz/den. Elektronické formuláře, např.: v podobě aplikace pro mobilní telefon nebo tablet, případně samostatného záznamového zařízení, poskytují výhodu časové úspory při záznamu vozidla, např. automatizovaně ukládají čas záznamu. Je tedy možné je využít při vyšších intenzitách dopravy. Zdroj: (konzultace s firmami UDIMO, spol. s r.o. a EDIP s.r.o.) Papírové nebo elektronické formuláře byly využity například při realizaci průzkumů v těchto případech z praxe: (15) (16) (17)

Videozáznam obsahuje záběr na vozidla projíždějící příslušným měřicím profilem a to buď v jednom, nebo v obou směrech. (Pokud je v záběru jen jeden směr, je nutné mít ze stejného měřicího profilu druhý videozáznam s opačným směrem.) Úhel kamery a rozlišení videa je zvoleno tak, že v záběru jsou vidět RZ vozidel a jsou buď vizuálně, nebo SW čitelné, v ideálním případě obojí. Většinou lze říci, že pokud je možné čtení lidským okem, je možné i SW rozpoznání a zároveň je kdykoliv možná zpětná kontrola vůči reálnému stavu. Dále je třeba mít k dispozici informaci o datu a času zahájení nebo ukončení nahrávání a identifikaci měřicího profilu a směru, ve kterém byl záznam prováděn. Vhodné jsou také dodatečné informace o počasí, teplotě, dni v týdnu a poznámky o mimořádnostech v dopravě v průběhu průzkumu. Videozáznam byl využit například při realizaci průzkumů v těchto případech z praxe: (18) (14) (10)

Hlasový záznam obsahuje obdobné informace jako formulář, tzn. zejména RZ projíždějících vozidel (ideálně všechny znaky) a čas nebo časový interval průjezdu (vhodná je přesnost minimálně 15 min). Hlasovou informaci je třeba zaznamenávat v ustáleném formátu, aby bylo možné od sebe navzájem jednoznačně odlišit jednotlivé průjezdy vozidel. Vhodné je i

hláskování pomocí kódových slov, aby se minimalizovaly chyby při následném přepisu. (19) Záznam dále musí obsahovat identifikaci měřicího profilu včetně směru jízdy vozidla, datum a den v týdnu provádění průzkumu a zpravidla také záznam o počasí a teplotě, stejně jako poznámky o mimořádnostech v dopravě. Tyto dodatečné informace mohou být zapsané také na záznamovém formuláři, podobně jako v případě videozáznamu. Hlasový záznam byl využit například při realizaci průzkumů v těchto případech z praxe: (15) (20) Výhodou hlasového záznamu je rychlejší záznam informace než v případě ručního zápisu, tzn. je možné ho využít při vyšších intenzitách, nevýhodou je především náchylnost ke zkreslení hlasové informace. Zdroj: (konzultace s firmami UDIMO, spol. s r.o. a EDIP s.r.o.)

Data, která jsou po provedení směrového průzkumu v jedné z výše uvedených podob, jsou následně převedena do elektronické, SW zpracovatelné podoby. Bez závislosti na původním nosiči dat (formulář, video, audio) následuje jejich převod do elektronické tabulkové podoby, jejíž formát reprezentuje např. následující tabulka [Tabulka 1]. V řádcích jsou uvedeny jednotlivé průjezdy vozidel, sloupce pak obsahují parametry průjezdů, mezi kterými je nutné uvést: *ID*, *čas průjezdu*, *RZ*, *typ vozidla*, *měřicí profil* (označení příslušného měřicího profilu, které obsahuje také směr průjezdu – v příkladech v této práci je uvažováno označení 1 pro směr dovnitř zkoumané oblasti, označení 2 pro směr ven). Každý měřicí profil je po převodu dat do elektronické podoby reprezentován vlastní tabulkou.

Tabulka 1 Formát surových dat v tabulkové podobě; zdroj: (vlastní)

ID	Čas průjezdu	RZ	Typ vozidla	Měřicí profil
1	8:00:22	2SM4712	CAR	A1
2	8:00:43	8AT7382	CAR	A1
3	8:00:46	ALA9553	CAR	A1
4	8:00:58	6C92344	CAR	A1
ID	Čas průjezdu	RZ	Typ vozidla	Měřicí profil
1	8:00:59	1AV0454	CAR	A2
2	8:02:19	3SJ7832	CAR	A2
3	8:07:24	2AR3611	CAR	A2
4	8:08:11	8S80151	CAR	A2

U papírových formulářů se standardně jedná o ruční přepis do elektronické tabulky, stejně tak u hlasových záznamů. Co se týče kvality takto získaných surových dat, papírové formuláře a hlasové záznamy jsou náchylné na chyby především přímo při záznamu dat v průběhu průzkumu, a to zejména na chyby v údajích *čas průjezdu* a *RZ*. Náchylnost k chybám roste s rostoucí intenzitou dopravy. Možnost kontroly a opravy takto chybně zaznamenaných údajů je velmi malá, z důvodu neexistence kontrolního souboru dat. Částečně je možná oprava

chybně zaznamenaných RZ při průzkumech v oblastech s nízkými intenzitami dopravy a dostatečně hustou sítí měřicích stanovišť, díky které je jisté, že vozidlo nemohlo při průjezdu zvolit jinou trasu / být mezi měřicími stanovišti odstaveno. Takových případů je v praxi ovšem minimum. Dalším zdrojem chyb je pak přepis dat do elektronické podoby, zde je chybovost už spíše nízká. (19)

U videozáznamů jde buď o využití SW pro rozpoznání RZ z videa nebo opět o ruční přepis. Softwarových řešení je k dispozici na trhu několik, například následující: SW Anpr GUI od společnosti Eyedea Recognition s.r.o., SW LPR Engine od společnosti ATEAS Security s.r.o., SW AVES Traffic od společnosti NITTA Systems s.r.o. Základní funkce všech je stejná – rozpoznání znaků RZ z obrazového záznamu a ukládání rozpoznávaných RZ včetně časových razítek pro možnost dalšího zpracování. Jednotlivé SW se od sebe funkčně liší tím, zda poskytují i rozšířené funkce, jako např. možnost detekce typu vozidla nebo rozlišení, zda je vozidlo snímáno zepředu nebo zezadu. Tyto funkce poskytuje např. SW Anpr GUI, se kterým má autorka práce vlastní praktické zkušenosti. SW pro rozpoznání RZ jsou k dispozici buď samostatně, nebo tvoří součást rozsáhlejších systémů pro sledování a vyhodnocování dopravy jako např. AVES Traffic. (21)

Co se týče kvality převodu dat do tabulkové podoby, zdroj (19) uvádí, že nejmenší chybovost vykazuje ruční přepis RZ z videozáznamu, viz tabulka níže [Tabulka 2]. Nicméně z povahy práce rozpoznávacího SW vyplývá, že při kvalitním zdroji dat (videozáznamu) nebude rozpoznání vykazovat horší výsledky než ruční přepis, vyjma omezení, která jsou daná přímo funkcemi konkrétního SW. Nevýhodou ručního přepisu je násobná časová náročnost, s tím se váže i možnost větší chybovosti při dlouhodobé monotónní práci a také zvýšené mzdové náklady na zaměstnaného pracovníka. Následuje soupis faktorů ovlivňujících kvalitu převodu dat:

- *kvalita videozáznamu* – je nutné zajistit již ve fázi přípravy průzkumu volbou vhodného nahrávacího zařízení a jeho vhodným umístěním, do kvality videozáznamů významně zasahují také případné výpadky nahrávacích zařízení, které dále ovlivňují celé zpracování a vyhodnocení průzkumu, zvláště pokud jsou rozsáhlejšího charakteru;
- *omezení rozpoznávacího SW* – jde zejména o formáty RZ, které je SW schopný rozpoznat, standardně nejsou problémové RZ jiných států (minimálně evropských), naopak problém může nastat u RZ s rozložením znaků odlišným od standardního formátu osobních a nákladních vozidel (motoroky, čtyřkolky, speciální vozidla – vojenská vozidla, čisticí vozy, diplomatické vozy) – schopnost SW rozpoznávat specifické RZ může tedy kvalitu zvýšit. Dále je nutné počítat s tím, že může docházet k vícenásobným detekcím stejné RZ při jednom průjezdu vozidla;

- *omezení dané chováním vozidel* – jde zejména o rychlost jízdy (s vyšší rychlostí schopnost rozpoznání klesá), překrýváním vozidel (a tedy RZ) při malých rozestupech vozidel, vznikem mimořádné dopravní situace;
- *omezení dané umístěním a kvalitou RZ na vozidle* – problémy jsou se špinavými, nebo z jiných důvodů nečitelnými RZ, zároveň pro SW rozpoznání je problémové jiné než standardní umístění RZ na vozidle, kdy se RZ nachází mimo záběr kamery;
- *povětrnostní a světelné podmínky* – zhoršená viditelnost vlivem deště, východu/západu slunce nebo např. mlhy zhoršuje možnost čtení i rozpoznání RZ z videozáznamu i přes ideální nastavení nahrávání, stejně tak může být problémem i přesvětlení videa vlivem úhlu svitu slunce.

Tyto vlivy je snaha minimalizovat během průzkumu pomocí proškolených pracovníků, přesto je vždy nutná následná kontrola a případné opravy výsledného datového souboru. Faktory kvality videozáznamů a dat z nich získaných komentují také následující studie a zprávy z realizovaných směrových průzkumů: Zdroj (18) zmiňuje výpadky v SW rozpoznání RZ v důsledku zhoršených světelných podmínek v ranních a večerních hodinách. Zdroj (16) komentuje sníženou viditelnost zejména v důsledku změny povětrnostních podmínek (oblačnost, déšť) a také řeší situaci celkového výpadku jednoho stanoviště.

Níže v tabulce [Tabulka 2] je možné vidět souhrnné srovnání kvality surových dat, dle zdroje (19). Nejvyšší kvalitu zde zaručuje kombinace videozáznamu s následným ručním rozpoznáním proškoleným pracovníkem. Na druhém místě je ruční přepis z hlasového záznamu, pak SW rozpoznání videa a jako nejvíce chybová se ukázala kombinace ručního zápisu RZ s následným ručním přepisem do elektronické podoby. Nicméně při volbě metody je třeba vždy zvážit účel, rozsah, požadavky na výsledky vyhodnocení průzkumu, dostupné zdroje (finanční, personální, technické a časové) a dle toho zvolit nejvhodnější metodu zisku surových dat.

Tabulka 2 Porovnání úspěšnosti různých typů směrových průzkumů; zdroj: (19), překresleno

Stanoviště CELKEM		Počet zaznamenaných vozidel				Podíl zaznamenaných vozidel [%]				
		v pořádku	s chybou	chybí	navíc *	Celkem **	v pořádku	s chybou	chybí	navíc *
typ průzkumu	přepis z videozáznamu	4025	93	6	2	4124	97,60	2,26	0,15	0,05
	rozpoznání softwarem	3766	73	285	111	4124	91,32	1,77	6,91	2,69
	papírové formuláře	3232	794	98	53	4124	78,37	19,25	2,38	1,29
	přepis z audiozáznamu	1023	61	21	1	1105	92,58	5,52	1,90	0,09

**) záznamy, které byly pořízeny "navíc" nejsou zahrnuty v celkovém počtu projetých vozidel*

****) celkový počet vozidel neobsahuje "navíc" zaznamenané údaje*

3.3 Zpracování surových dat

Základní tabulková podoba surových dat, viz tabulka v předchozí kapitole [Tabulka 1], tvoří podklad pro vyhodnocení dopravy na jednotlivých měřicích profilech, což odpovídá vyhodnocení profilového průzkumu. Pro vyhodnocení směrovosti a dopravních vztahů ve zkoumané oblasti je třeba další zpracování dat. Vzhledem k tomu, že pro práci s daty je velmi vhodné využívat SW nástroje, budou v této podkapitole stručně uvedeny. V této podkapitole budou tedy popsány:

- SW nástroje;
- příprava výchozího souboru dat pro párování;
- párování dat.

SW nástroje

Ke zpracování (i následnému vyhodnocení) dat je možné využívat různé SW nástroje, zde jsou stručně popsány nejběžnější možnosti:

- Tabulkové SW – např. Microsoft Excel, LibreOffice Calc, OpenOffice Calc;
 - využívají se makra a další pokročilé funkce;
 - výhodou je všeobecná dostupnost tohoto druhu SW a relativní jednoduchost ovládání pro uživatele, zejména z toho důvodu, že schopnost alespoň základní práce s tabulkovým SW je v dnešní době ve firmách standardem u všech zaměstnanců;
 - nevýhody plynou z velkého množství dat, která je nutno zpracovat, práce v tabulkových SW s velkým množstvím dat může být nepřehledná a časově náročná, tabulkový SW disponuje omezeným množstvím funkcí, které je možné pro zpracování dat využívat;
- Programovací jazyky a programová prostředí určená pro matematickou a statistickou analýzu dat – např.: R, MATLAB;
 - využívají se možnosti programování;
 - výhodou jsou širší možnosti zpracování dat, snížení počtu operací, které je nutné s daty provádět ručně, možnost zrychlení práce, snížení pracovní zátěže zaměstnanců;
 - nevýhodou je nižší rozšíření tohoto typu SW, nutnost mít k dispozici pracovníka, který je schopen s takovým SW pracovat, případné zaškolení pracovníka je náročnější než zaškolení s pokročilými funkcemi tabulkových SW;

- Speciálně navržené programy pro analýzu a vyhodnocení dat ze směrových dopravních průzkumů – např.: programová řada SP (jedná se o dnes již nevyužívaný SW z důvodu zastaralosti a SW nekompatibility, ve své době velmi užitečný); zdroj: (konzultace se společností EDIP s.r.o.);
 - programová řada SP byla využita např. ve studiích: (15) (17) (13);
 - mezi další příklady těchto SW patří OMNITRANS (13), ANKETA (15).

V praxi je využíváno také vzdálené zpracování a vyhodnocení dat externími firmami, který může být navázán také na využití SW pro elektronický ruční záznam vozidel sčítači při průběhu průzkumu. Zdroj: (konzultace s firmou UDIMO spol s r.o.)

Příprava výchozího souboru dat pro párování

Je třeba zajistit možnost přístupu a práce s daty ze všech měřicích profilů. Příkladem, jak to zajistit, je sloučit tato data do jedné tabulky (viz níže [Tabulka 3]). V příkladu jsou data seříděná podle času průjezdu.

Tabulka 3 Příklad tabulkové podoby dat pro párování; zdroj: (vlastní)

ID	Čas průjezdu	RZ	Typ vozidla	Měřicí profil
1	8:00:22	2SM4712	CAR	A1
2	8:00:43	8AT7382	CAR	A1
3	8:00:46	4AZ7560	CAR	B2
4	8:02:01	7U20184	CAR	C1
5	8:02:09	8AF8081	CAR	A2
6	8:02:33	3SX7581	CAR	C2
7	8:02:45	4AP0016	CAR	B1

Párování dat

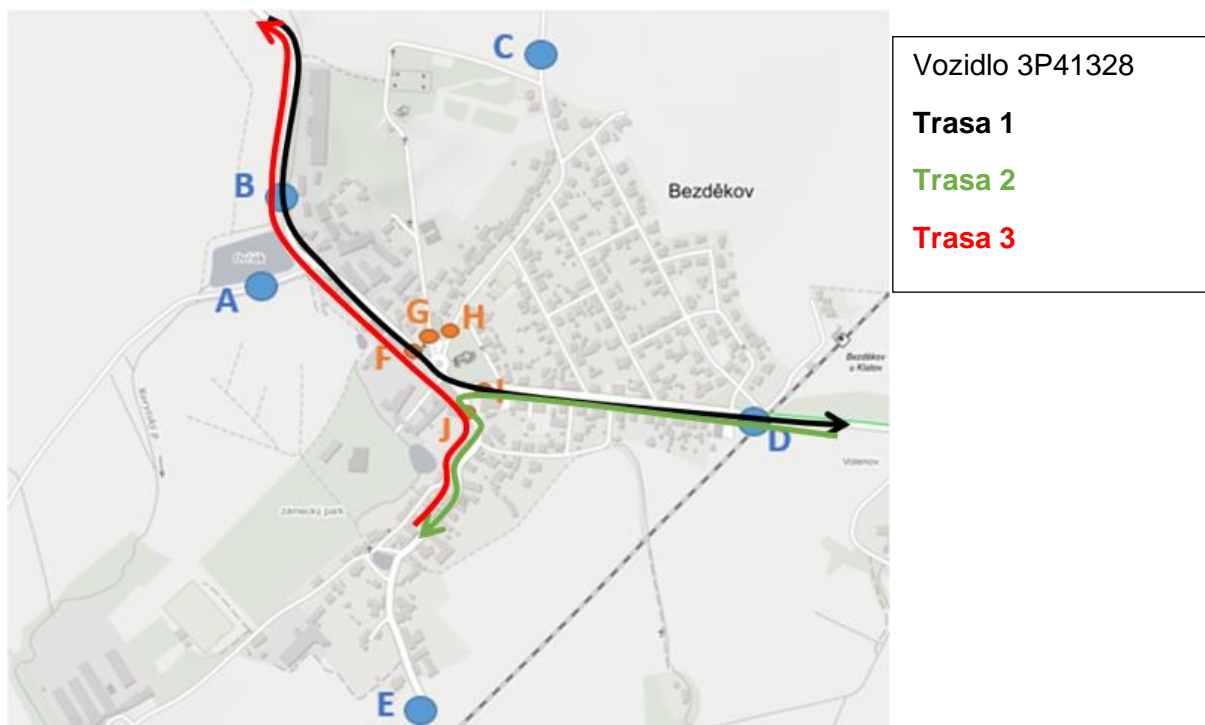
Principem procesu tzv. párování je hledání opakovaných výskytů stejných RZ v datech, tedy hledání všech záznamů stejného vozidla z různých měřicích profilů a v různých časech.

Konkrétních způsobů provedení párování je celá řada, závisí také na použitém softwaru. Zejména při rozsáhlejších souborech dat je vhodné celý postup maximálně zautomatizovat a minimalizovat nutnost práce lidské obsluhy. Zároveň je vhodné zvolit takové softwarové funkce a optimalizovat použité algoritmy tak, aby se maximálně snížilo množství operací, které musí lidský operátor nebo počítač při zpracování souboru dat provést. Při velkých objemech dat může i při výhradně SW zpracování časová náročnost značně narůstat.

Pro názornou ukázkou průběžného výsledku párování je zde k vidění ilustrační tabulka [Tabulka 4], která ukazuje jednu z možných podob nalezených záznamů jednoho vozidla, které za dobu průzkumu projelo zkoumanou oblastí celkem třikrát v různých denních dobách, po trasách naznačených na ilustračním obrázku níže [Obrázek 1]. Číselná identifikace u měřicích profilů označuje, zda vozidlo příslušným profilem projíždělo směrem dovnitř oblasti „1“ nebo ven „2“.

*Tabulka 4 Ilustrační příklad podoby nalezených záznamů jednoho vozidla během párování;
zdroj: (vlastní)*

ID	Čas průjezdu	RZ	Typ vozidla	Měřicí profil
12	9:05:13	3P41328	CAR	B1
15	9:05:41	3P41328	CAR	F1
16	9:05:58	3P41328	CAR	I2
19	9:06:39	3P41328	CAR	D2
152	13:48:24	3P41328	CAR	D1
154	13:49:08	3P41328	CAR	I1
155	13:49:17	3P41328	CAR	J2
169	14:38:30	3P41328	CAR	J1
170	14:38:52	3P41328	CAR	F2
172	14:39:17	3P41328	CAR	B2



Obrázek 1 Ilustrační příklad zkoumané oblasti a průjezdů vozidla; zdroj: (vlastní)

Během párování tedy dochází k získání skupin všech dostupných záznamů o jednotlivých vozidlech, která během doby průzkumu alespoň jednou projela některým měřicím profilem. Všechny takto nalezené skupiny záznamů stejných RZ je třeba od sebe navzájem izolovat. V této podobě pak data představují výsledek párování.

Takto izolované záznamy poté tvoří základní kámen pro zpětné sestavení skutečných cest, tedy nepřerušovaných průjezdů vozidel zkoumanou oblastí, z čehož je možné vyhodnotit dopravu v celé zkoumané oblasti.

Ilustrační příklad možného provedení izolace záznamů o jednotlivých vozidlech je k vidění v tabulce níže [Tabulka 5]. Tabulka je strukturovaná následovně: každý řádek obsahuje dostupná data týkající se jedné cesty konkrétního vozidla. Ve sloupcích jsou uvedené časy a označení jednotlivých měřicích profilů, na kterých bylo vozidlo během cesty zaznamenáno.

Tabulka 5 Ilustrační příklad možné podoby dat s navzájem izolovanými záznamy o cestách jednotlivých vozidel; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	Typ vozidla	Čas 1. záznamu	1. měřicí profil	Čas posledního záznamu	Poslední měřicí profil	Čas 2. záznamu	2. měřicí profil	Čas 3. záznamu	3. měřicí profil
11	5P80056	OA	9:04:50	B1	9:05:35	J2	9:05:21	F1		
12	3P41328	OA	9:05:13	B1	9:06:39	D2	9:05:41	F1	9:05:58	I2
17	2P86725	OA	9:06:04	C2						
18	2P53664	LNA	9:06:17	E1	9:08:01	D2	9:07:09	J1	9:07:18	I2
22	6P41296	OA	9:07:50	A1	9:08:19	F1				
25	4P82532	OA	9:08:30	D2						
26	2P30457	OA	9:08:32	J1	9:09:16	B2	9:08:52	F2		

3.4 Vyhodnocení dat

Po zpracování dat ze směrového průzkumu následuje jejich vyhodnocení, které je možné rozdělit na dvě základní části:

- vyhodnocení dopravně inženýrských charakteristik (dále DI) na jednotlivých měřicích profilech;
- vyhodnocení přepravních vztahů v zkoumané oblasti.

3.4.1 Vyhodnocení DI charakteristik v jednotlivých měřicích profilech

Při vyhodnocení dopravně inženýrských charakteristik na jednotlivých měřicích profilech jde o vyhodnocení typu profilového (resp. bodového) průzkumu (6), zdrojem dat jsou tabulky surových dat rozdělených dle jednotlivých měřicích profilů (viz ukázky tabulek [Tabulka 1] uvedené v kapitole výše [Kapitola 3.2]). Vzhledem k charakteru surových dat, se jedná zejména o stanovení *intenzity, skladby dopravního proudu a časových variací intenzity dopravy* v obou směrech v každém měřicím profilu, přičemž konkrétní podoba výsledků se může lišit dle cílů průzkumu. Intenzity mohou být vyhodnocovány v absolutních hodnotách naměřených během průzkumu, nebo v hodnotách přepočtených na RPD (roční průměr denních intenzit, definované viz (22)), možné je využít také procentuální vyjádření. Intenzity lze vyhodnocovat nejen z pohledu jednoho měřicího profilu, ale případně i v kontextu dopravy naměřené na ostatních stanovištích, a tedy v kontextu celého města (např. vyjádřením procentuálního podílu). Na všech měřicích profilech je možné vyhodnocovat intenzity nejen souhrnně, ale i dle skladby dopravního proudu. Stejně tak je možné provádět vyhodnocení nejen za celou dobu průzkumu, ale i po kratších časových úsecích, např. v hodinových intervalech, aby mohly být vyhodnoceny denní variace intenzit. Délku intervalů pro vyhodnocení časových variací je vhodné stanovit v závislosti na charakteru dopravy v území, nicméně pro získání obrazu dopravy, který co nejdříve odpovídá skutečnosti, je vhodné stanovit intervaly tak, aby z výsledku bylo jasně znatelné rozložení dopravních špiček a sedla. Stanovení intenzit dopravy ve vztahu k profilovým průzkumům a skladbě dopravního proudu se podrobně věnují TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. (22) S vyhodnocením DI charakteristik ve smyslu tohoto odstavce pracují např. studie: (15) (16)

3.4.2 Vyhodnocení přepravních vztahů ve zkoumané oblasti

Vyhodnocení přepravních vztahů ve zkoumané oblasti je z logiky věci jedním z hlavních přínosů směrového dopravního průzkumu. Zdrojem pro vyhodnocení jsou spárovaná data, viz předchozí kapitola [Kapitola 3.3]. S těmito daty je po spárování třeba provést následující kroky, aby bylo možné výsledky průzkumu interpretovat:

- identifikace jednotlivých cest vozidel;
- kontrola správnosti sestavených cest;
- tvorba matice přepravních vztahů;
- vyhodnocení vztahů k jednotlivým měřicím profilům;
- vyhodnocení zájmových tras.

Při popisu přepravních vztahů budou využívány následující pojmy, a to ve smyslu, v jakém s nimi pracuje zdroj (7):

- *tranzitní cesta* – cesta, jejíž zdroj i cíl se nachází mimo zkoumanou oblast;
- *vnější cesta* – cesta, jejíž zdroj nebo cíl se nachází uvnitř zkoumané oblasti a zároveň začíná nebo končí mimo zkoumanou oblast;
 - *zdrojová cesta* – uvnitř zkoumané oblasti se nachází zdroj cesty;
 - *cílová cesta* – uvnitř zkoumané oblasti se nachází cíl cesty;
- *vnitřní cesta* – cesta, která probíhá pouze uvnitř zkoumané oblasti, tzn. zdroj i cíl se nachází uvnitř zkoumané oblasti.

Identifikace jednotlivých cest vozidel

Po spárování jsou k dispozici data seskupená podle jednotlivých RZ vozidel, ke každému vozidlu jsou tedy přiřazeny všechny záznamy o jeho výskytech v měřicích profilech v době průzkumu, které jsou k dispozici. V tomto kroku je třeba od sebe navzájem odlišit jednotlivé cesty vozidla uvnitř zkoumané oblasti a určit, kdy se vozidlo mezi měřicími profily pohybovalo bez přerušení jízdy a kdy mezi nimi naopak zastavilo, protože se v daném úseku nacházel cíl jeho cesty. Jsou řešeny pouze cesty vozidel ve zkoumané oblasti. Pohyb vozidla mimo sledované území je z pohledu vyhodnocení směrového průzkumu nezajímavý. Co nejpodrobnější znalost skutečných pohybů vozidel uvnitř zkoumané oblasti je zásadní pro věrohodné vyhodnocení přepravních vztahů.

Klíčová je zde znalost přesného času, kdy vozidlo projíždělo jednotlivými měřicími profily. Nutná je časová synchronizace na všech profilech již během provádění směrového průzkumu.

Pro úplnost je třeba dodat, že zde již probíhá prvotní interpretace dat. A to právě ve smyslu identifikace jednotlivých cest vozidel dle doby jízdy mezi měřicími profily. Dalším možným přístupem by bylo pouze provést kontrolu, zda nalezená posloupnost měřicích profilů, na kterých bylo vozidlo zaznamenáno, dává logický smysl z pohledu charakteru území a silniční sítě (tedy zda neobsahuje chyby). Dále by bylo během vyhodnocení dat pracováno s touto kompletní posloupností nalezených měřicích profilů pro jedno vozidlo a na případné rozdělení na jednotlivé cesty vozidla by došlo až během následné interpretace dat. Nicméně vzhledem k tomu, že součástí vyhodnocení je vyhodnocení DI veličin typu cestovní rychlost a doba jízdy, je třeba pro získání užitečných výsledků nejdříve od sebe navzájem odlišit jednotlivé cesty uvnitř zkoumané oblasti, tzn. stanovit, kdy se vozidlo mezi měřicími profily pohybovalo bez přerušování jízdy. Závěr této úvahy je tedy takový, že vyhodnocení a interpretaci dat nelze od sebe zcela oddělit, naopak data jsou cyklicky interpretována v průběhu vyhodnocení a neexistuje pouze jeden možný postup vyhodnocení dat. Pro účely této práce byl nicméně zvolen takový postup, který autorka vyhodnotila jako nejpřehlednější vzhledem k vlastní zkušenosti s vyhodnocováním a interpretací směrových průzkumů a vzhledem k rešerši.

Pro identifikaci jednotlivých cest je tedy třeba zohlednit skutečný charakter zkoumané oblasti a rozmístění měřicích profilů. Pokud bylo vozidlo zaznamenáno na hraničním profilu při výjezdu ze zkoumané oblasti, je zřejmé, že jeho cesta po sledovaném území v ten moment končí, a pokud bylo následně zaznamenáno znovu, z pohledu vyhodnocení průzkumu se jedná o novou cestu. Naopak pokud bylo vozidlo zaznamenáno na hraničním profilu při vjezdu do zkoumané oblasti, je zřejmé, že jeho cesta uvnitř zkoumané oblasti z pohledu vyhodnocení průzkumu v daný moment začíná a případné předchozí záznamy o stejném vozidle patří k jeho jiné cestě.

Zároveň je nutné stanovit referenční čas průjezdu zkoumanou oblastí mezi jednotlivými měřicími profily, na jehož základě je následně stanovena limitní jízdní doba v dané relaci. Referenční jízdní doba představuje standardní dobu průjezdu vozidla mezi příslušnými měřicími profily. Limitní jízdní doba pak tvoří hranici, podle které je posuzováno, zda se vozidlo při jízdě uvnitř zkoumané oblasti pohybovalo nepřerušovaně nebo zda zastavilo (z důvodů cíle jeho cesty). Referenční, a tedy limitní jízdní doba je z důvodu přesnosti vhodné stanovovat zvlášť pro každou relevantní dvojici měřicích profilů. V rámci zjednodušení vyhodnocení, pokud to není v rozporu s cíli vyhodnocení směrového průzkumu, může být stanoven jednotný limitní čas pro všechny relace uvnitř zkoumané oblasti, jak dokládají příklady z praxe: (18) (10) (23)

Ke zjištění referenční, a tedy limitní jízdní doby lze využít různé metody. Od těch, které nezohledňují proměnlivou dopravní situaci během dne, a jsou tedy méně přesné, nicméně často pro účely konkrétního směrového průzkumu zcela dostačující. Například je to výpočet z délky trasy odměřené z mapy a inženýrského odhadu průměrné rychlosti na této trase. Dalším příkladem je využití webových mapových aplikací pro zjištění jízdní doby ve stanovené trase. Výhodou těchto metod je nicméně jejich menší časová náročnost a tedy i menší finanční náročnost při zpracování směrových dopravních průzkumu v praxi. Jsou proto v praxi často využívány, jak bylo potvrzeno také konzultacemi s firmami UDIMO, spol. s r.o. a EDIP s.r.o. Přesnější metody nicméně zohledňují různou dopravní situaci v průběhu průzkumu a rešerší bylo zjištěno, že jsou v praxi rovněž využívány. Patří sem využití plovoucího vozidla (18) nebo expertní vyhodnocení z dat z průzkumu (17) (11).

Využití mapových aplikací představuje nejjednodušší variantu pro zjištění referenční jízdní doby, nevýhodou je ale možnost větší odchylky od skutečné dopravní situace v průběhu průzkumu. Co se týče jízdy plovoucího vozidla, pro zjištění referenční jízdní doby je třeba zvolit takovou trasu a počet měřících jízd v průběhu dne, aby zjištěná referenční jízdní doba mezi měřícími profily odpovídala skutečnému stavu dopravy. Měření je vhodné provádět ve stejný den jako směrový průzkum. Limitní jízdní doba mezi dvěma měřícími profily je u obou metod stanovena dle referenčního času se zohledněním:

- předpokládaného rozptylu rychlostí vozidel během sledovaného časového období;
- možností a pravděpodobností volby různé trasy zkoumanou oblastí mezi měřícími profily.

Expertní vyhodnocení z dat z průzkumu spočívá ve srovnání naměřené dílčí jízdní doby spárovaných vozidel mezi následujícími měřícími profily. Pro každou průzkumem zjištěnou po sobě následující dvojici měřících profilů dojde k vyhodnocení dílčí jízdní doby každého zaznamenaného vozidla mezi těmito profily, dle následující rovnice:

$$T_{j_i} = T_2 - T_1.$$

Na základě toho je pak stanovena zpravidla rovnou limitní doba jízdy vozidla. Je vhodné ji opět stanovovat zvlášť pro různé denní doby, aby byla co nejvíce zohledněna aktuální dopravní situace.

Potom pro rozlišení, zda vozidlo projelo mezi následujícími měřícími profily (nalezenými během párování) bez přerušení jízdy, nebo zda se naopak v daném úseku nacházel cíl jeho cesty, platí následující rovnice:

$$T_{j_i} \leq T_{limit} \rightarrow 1 \text{ cesta}$$

$$T_{j_i} > T_{limit} \rightarrow 2 \text{ různé cesty,}$$

kde T_{j_i} představuje dílčí jízdní dobu jízdy jednoho vozidla dvěma po sobě následujícími měřicími profily, T_{limit} je stanovená limitní jízdní doba mezi stejnými dvěma měřicími profily.

V případě, že je průjezd vozidla mezi 2 následujícími profily vyhodnocen jako 2 různé cesty, je možné jeho dílčí jízdní dobu T_{j_i} mezi těmito dvěma profily interpretovat jako dobu pobytu, a to po odečtení limitní jízdní doby T_{limit} , viz následující vzorec:

$$T_{pobyt} = T_{j_i} - T_{limit}$$

Kontrola správnosti sestavených cest

Nejpozději v této fázi (ale může k ní docházet i průběžně) je nezbytné provést kontrolu spárovaných dat. Cílem kontroly je odhalit trasy, u kterých posloupnost měřicích profilů nedává vzhledem k jejich reálnému umístění na silniční síti logický smysl, jde tedy o nekonzistentní trasy. (11) Příkladem může být situace, kdy byl zaznamenán výjezd vozidla ze zkoumané oblasti a v následujícím záznamu opět další výjezd nebo naopak výskyt vozidla uvnitř zkoumané oblasti.

Dále, pokud je k dispozici kontrolní sada dat, je nezbytné ověřit, zda počet spárovaných vozidel a průjezdů poměrově odpovídá počtům vozidel naměřeným v kontrolních měřicích profilech. Těmito kontrolními měřicími profily mohou být původní měřicí profily ze směrového průzkumu, pokud na nich byl pořízen takový záznam z doby průzkumu, který je možné nezávisle vyhodnotit z pohledu intenzit dopravy (např. videozáznam, záznam intenzit radarem). (11) Dalším běžným zdrojem kontrolní sady dat jsou dlouhodobě instalované stacionární detektory na silniční síti, pokud se jejich umístění vhodně doplňuje s umístěním měřicích profilů a je z nich tedy možné získat relevantní data o intenzitách. Zdroj: (14)

Možné zdroje chyb, které se projeví nekonzistentními trasami nebo chybějícími průjezdy, a jejich řešení jsou následující:

- chybný/chybějící záznam při průběhu směrového průzkumu;
 - Řešení: Pokud je možná zpětná kontrola z videozáznamu, je možné chybu opravit. Pokud zpětná kontrola z videozáznamu není možná, nelze již zjistit skutečný stav. Řešením je pak srovnání s kontrolní sadou dat o intenzitách a doplnění dle poměrových koeficientů (11), nebo pokud kontrolní sada není k dispozici, logická úvaha a případné doplnění záznamu dle časové a logické návaznosti (20), nebo odstranění nelogického záznamu, případně vyloučení

celé nekonzistentní trasy z dalšího vyhodnocení. Extrémním případem této chyby je dlouhodobý celkový výpadek některého z měřicích profilů, v takovém případě může být nutné i upravit celkovou koncepci vyhodnocení průzkumu, například předefinovat dílčí zájmové lokality nebo trasy vozidel (16);

- chyby / vynechání záznamu při převodu dat do elektronické podoby;
 - Řešení: Řešením je dohledání v záznamech dat přímo z průběhu průzkumu, ověření a oprava;
- chyby vzniklé během párování dat;
 - Řešení: Řešením je dohledání v surových datech, ověření a oprava. Zároveň je vhodné dohledat způsob vzniku chyby, a pokud jde o systematickou chybu (24), upravit algoritmus párování, s cílem zamezit jejímu budoucímu opakování.

Při opravě chyb je nutné počítat s tím, že pokud není možná kontrola se skutečným stavem (zejména pomocí kvalitního videozáznamu RZ) a chyba je opravena na základě logické úvahy nebo pomocí poměrových koeficientů dle kontrolní sady dat, je další vyhodnocení i přes provedenou opravu zatíženo možnou nepřesností.

Společně s opravou chybných tras (nebo jejich případným vyloučením z dalšího vyhodnocení) je třeba je nadále uchovávat a sledovat celkovou míru chyb pro pozdější stanovení věrohodnosti celkových výsledků průzkumu.

Po dokončení procesu identifikace jednotlivých cest a kontrole jejich konzistence jsou k dispozici data v podobě připravené pro tvorbu matic přepravních vztahů a další vyhodnocování rozdělení dopravní zátěže v zkoumané oblasti.

Tvorba matice přepravních vztahů

Matice přepravních vztahů, je definována v TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy jako „matice, jejíž prvky vyjadřují počet cest (přepravních vztahů) pro všechny relace mezi zónami dopravního modelu“ (12), nicméně její využití se neomezuje pouze na dopravní modelování – v této práci je využívána jako způsob přehledného zobrazení dopravy v oblasti. Dalším používaným názvem je OD matice (origin – destination, česky matice zdrojů a cílů cest).

Konkrétní podoba matice přepravních vztahů závisí opět na konkrétním prováděném směrovém průzkumu, tedy na charakteru zkoumané oblasti, počtu měřicích profilů a záměru průzkumu. Obecnou podobu matice přepravních vztahů je možné vidět na následující tabulce

[Tabulka 6], Řádky zpravidla reprezentují zdroje cest, tedy měřicí profily, na kterých bylo příslušné vozidlo při své cestě uvnitř zkoumané oblasti zachyceno poprvé. V případě, že jeho cesta začala uvnitř zkoumané oblasti, objeví se v řádku „Zdrojová cesta“. Sloupce pak reprezentují cíle cest, tedy měřicí profily, na kterých bylo stejné vozidlo při své cestě zachyceno naposledy. V případě, že jeho cesta uvnitř zkoumané oblasti skončila, objeví se ve sloupci „Cílová cesta“. Jednotlivé buňky obsahují počet naměřených cest mezi příslušnými měřicími profily, získané ze spárovaných dat. Konkrétní počet cest může být nahrazen jejich přepočtem na RDPI, případně na procenta, vyhodnocována může být také skladba dopravního proudu. Matice může být doplněna o součty všech cest, které začínají/končí v příslušném měřicím profilu, viz poslední řádek a sloupec matice. V této podobě s maticí přepravních vztahů pracují např. zdroje: (15) (20) (11)

Tabulka 6 Matice přepravních vztahů; zdroj: (vlastní)

Z \ Do	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5	Cílová cesta	Celkem
Profil 1							
Profil 2							
Profil 3							
Profil 4							
Profil 5							
Zdrojová cesta							
Celkem							

Dalším využívaným přístupem je pohlížení na zdroje a cíle cest jako na jednotlivé dílčí zájmové lokality ve zkoumané oblasti, namísto příslušných měřicích profilů. Formální podoba matice je nicméně obdobná tabulce výše [Tabulka 6]. Tento přístup využívá např. zdroj (10).

Matici přepravních vztahů je možné využít jak pro zobrazení výsledků typického kordonového průzkumu (průzkum sleduje jednu vybranou oblast a měřicí profily jsou umístěny pouze na jejích hranicích), tak pro komplexnější směrový průzkum, který pracuje i s vnitřními měřicími profily (viz [Obrázek 1] výše v kapitole [Kapitola 3.3]). I v tomto případě je možné vytvořit OD matici obdobně příkladu na tabulce výše [Tabulka 6], viz např. zdroj (16).

Vyhodnocení vztahů k jednotlivým měřicími profilům

Kromě matice přepravních vztahů, která zobrazuje dopravu uvnitř zkoumané oblasti jako celku, je možným a využívaným způsobem zkoumání rozložení dopravy přímo v jednotlivých

měřících profilech (nad rámec vyhodnocení typického pro profilové průzkumy, které je popsáno výše). (23)

Z vozidel, která byla na vyhodnocovaném profilu zaznamenána, je možné vyhodnocovat podíl těch, která uvnitř zkoumané oblasti tvoří tranzitní, případně vnější nebo vnitřní dopravu. Stejně tak je možné vzhledem k vyhodnocovanému profilu zkoumat rozložení cílových, případně zdrojových měřících profilů nebo lokalit. Dále může být například zkoumán poměr spárovaných a nespárovaných vozidel. Vyhodnocení může probíhat v konkrétních počtech vozidel naměřených během doby průzkumu, případně s přepočtem na RPDl nebo procenta. Vyhodnocována může být stejně tak i skladba vozidel.

Vyhodnocení zájmových tras

Dalším způsobem vyhodnocení je vyhodnocení dopravy na vybraných trasách. S tímto typem vyhodnocení pracují například zdroje: (9) (17). Tento způsob vyhodnocení je vhodný zejména tehdy, pokud předmětem směrového průzkumu není ucelená oblast (např. obec), ale průzkum je zaměřen přímo na hodnocení rozložení dopravy na vybraných komunikacích (např. průzkum objízdnych tras).

V principu jde o identifikaci zájmových tras, kde každé trase přísluší určitý jasně daný sled měřících profilů. Při průzkumu oblasti mohou být zájmové trasy určeny na základě zjištěných přepravních vztahů z matice přepravních vztahů nebo na základě znalosti zkoumané oblasti. Pokud je směrový průzkum primárně zaměřen na hodnocení dopravy na vybraných komunikacích, jsou trasy většinou již určeny těmito komunikacemi.

Následně jsou pro každou trasu z matice přepravních vztahů stanoveny počty vozidel, které příslušnou trasou za dobu průzkumu projely. Možný je opět také přepočet na RDPI, případně na procenta, stejně jako vyhodnocení skladby dopravního proudu. Na trasách je dále možné vyhodnocovat jízdní doby a cestovní rychlosti vozidel, přičemž jízdní doba na trase se rovná součtu všech dílčích jízdních dob mezi jednotlivými měřícími profily na dané trase: (3)

$$T_j = \sum T_{j_i},$$

kdy dílčí jízdní doby již byly vyhodnocovány při identifikaci jednotlivých cest vozidla (viz výše). Cestovní rychlost se pak rovná podílu délky konkrétní trasy a jízdní doby: (3)

$$v_c = \frac{s}{T_j}.$$

Vyhodnocovat lze tyto parametry jak jednotlivě pro všechna vozidla, tak jejich časové variace a průměrné hodnoty. Společně s intenzitou a skladbou dopravního proudu představují cenný

zdroj informací o charakteru dopravní zátěže na vybraných trasách, o jejím vývoji v průběhu dne a o vzájemné atraktivitě těchto tras, zvláště pokud je posuzováno více alternativ.

3.5 Interpretace a prezentace výsledků

Vyhodnocená data jsou interpretována a jsou z nich vyvozeny závěry ohledně dopravy uvnitř zkoumané oblasti. Pro zjednodušení procesu stanovování závěrů, stejně jako pro následnou prezentaci výsledků zadavateli, případně širší veřejnosti, je třeba data zobrazit v takové podobě, která bude přehledná, a snadno interpretovatelná. Kromě popisu současného stavu dopravy uvnitř zkoumané oblasti je možné výstupy ze směrového průzkumu využít v celé řadě dalších oblastí – zejména pro prognózu dopravy a dopravní modelování, což má své místo při tvorbě územního plánu a strategií v oblasti dopravy, udržitelné mobility a rozvoje obcí nebo při posuzování dopadů plánovaných staveb (nejen dopravních) i dopadu procesu jejich výstavby na okolní území. (2) (5) (6)

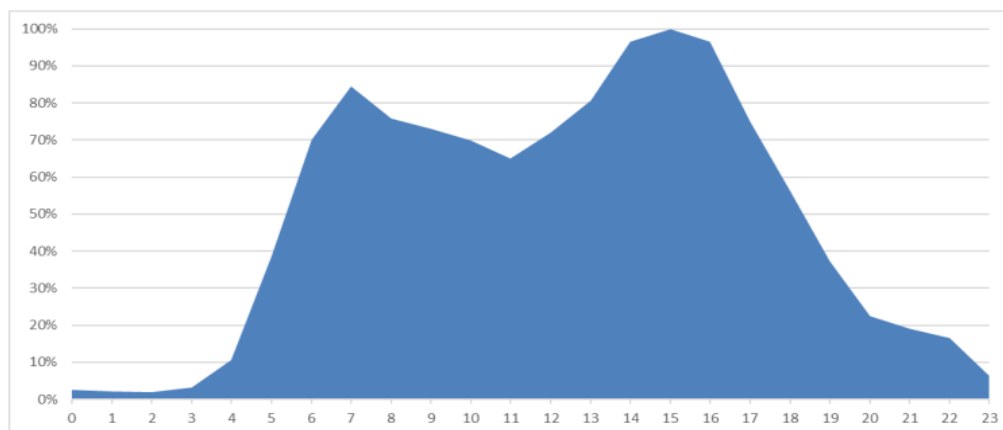
Kromě samotné interpretace dopravy v oblasti je možné interpretovat a vhodným způsobem prezentovat i kvalitu výstupů – neboli míru jejich chybovosti. K přehlednému zobrazení dat je možné využít (a v praxi jsou využívány) zejména SW nástroje typu tabulkových SW (Microsoft Excel apod.), dále pokročilejší programová prostředí pro statistickou analýzu dat (např. Matlab, jazyk R) a tvorbu pentlogramů (např. vlastní šablony v Autocadu, Lisa+) a gisové SW pro práci s mapovými podklady. Samotné zobrazení dat je možné provést zejména pomocí následujících nástrojů:

- tabulky a matice;
- grafy – sloupcové, spojnicové, koláčové;
- grafická znázornění v mapovém podkladu;
- pentlogramy.

Níže následuje bližší popis toho, jaké informace je možné z běžně vyhodnocovaných DI charakteristik získat a jak je lze dále využít, spolu s komentářem ohledně možností prezentace vyhodnocených dat. Pro popis je využita obdobná struktura jako pro popis vyhodnocení dat v předchozí kapitole [Kapitola 0].

DI charakteristiky v měřicích profilech

- Interpretace: S pomocí znalosti o intenzitách dopravy je možné interpretovat rozložení dopravní zátěže v celé zkoumané oblasti, a to s přesností podle charakteru silniční sítě, počtu a rozmístění měřicích profilů i podle druhu dopravních prostředků. (22) Díky znalosti skladby dopravního proudu je možné určit, který druh dopravních prostředků převažuje, a to ve kterých profilech. (22) Je možné určit nejvíce dopravně zatížené profily a zhodnotit rozložení dopravní zátěže v čase. Zároveň je možné stanovit, zda je průzkumem zjištěné rozdělení skladby dopravního proudu v měřicích profilech žádoucí, nebo ne. Pokud je dopravní průzkum zaměřen specificky na určitý konkrétní druh dopravního prostředku, je vyhodnocení a interpretace skladby dopravního proudu dokonce klíčové.
- Prezentace: Prezentovat je možné skutečné hodnoty intenzit a skladby dopravního proudu naměřené při průzkumu, a to zejména rozdělené dle jednotlivých měřicích profilů, tak, jak byly reálně měřeny. Využívaným nástrojem jsou tabulky a grafy. Grafy umožňují přehledné zobrazení časových variací. (14) Dále je možné (zejména pomocí tabulek) prezentovat součet intenzit (jak souhrnně, tak jednotlivých dopravních prostředků) v celé zkoumané oblasti, případně ve všech dílčích zájmových lokalitách, pokud existují. (16) Kromě reálně naměřených hodnot je možné uvést i přepočtené na RDPI, případně procentuální poměr intenzit (zde jsou kromě tabulek často využívanou variantou koláčové grafy), např. jednotlivých profilů vůči součtu za celou zkoumanou oblast. (17) Procentuální poměr je využitelný také pro zobrazení skladby dopravního proudu, tzn. podílu jednotlivých druhů dopravních prostředků na celkové intenzitě v měřicím profilu, případně v celé oblasti. (11) Na grafu [Graf 1] níže je vidět příklad procentuálního vyjádření celodenních variací intenzit, kde 100 % představuje maximální naměřenou hodnotu intenzit, jež nastává v 15 hodin.



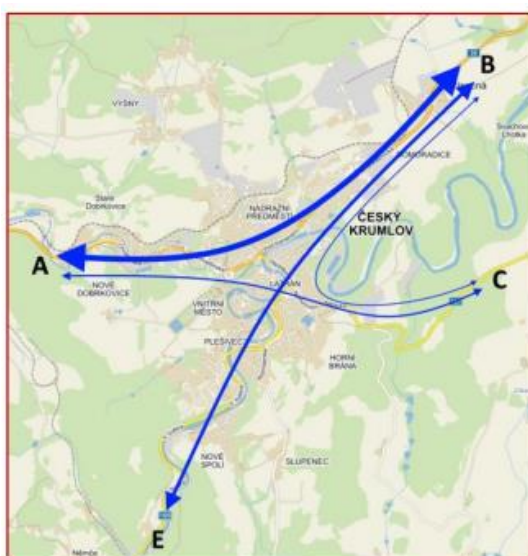
Graf 1 Příklad interpretace variací intenzit jako podílu z maximální naměřené hodinové intenzity; zdroj: (16)

Přepravní vztahy – matice přepravních vztahů

- Interpretace: Matice přepravních vztahů zobrazuje rozložení dopravy ve zkoumané oblasti podle zdrojů a cílů cest. Jsou v ní zahrnuty všechny cesty všech vozidel, která byla během doby průzkumu zaznamenána. Umožňuje zjistit počty tranzitujících vozidel a vozidel cílové a zdrojové dopravy a jejich vzájemné poměry. (23) Pokud směrový průzkum pracoval i s měřicími profily uvnitř zkoumané oblasti, čímž dělil celou oblast do dílčích zájmových lokalit, je možné z OD matice zjistit také objem a rozložení vnitřní dopravy v území mezi těmito lokalitami. (25) Je možné určit nejvíce a nejméně dopravně zatížené relace a zhodnotit, zda je taková dopravní zátěž vzhledem k charakteru zkoumané oblasti žádoucí, případně jestli komunikační síť umožňuje přesun nadměrné dopravy do méně vytížených relací. Zejména vyhodnocení intenzit tranzitní dopravy (15) a její rozložení ve zkoumané oblasti představuje důležité informace, protože tranzitní doprava je ze své podstaty v daném území zbytnou dopravou, tedy často nežádoucí. (3) Pokud je průzkum zaměřen na zdroje a cíle cest v oblasti, důležitou informací je, které dílčí lokality generují jaký podíl dopravy. Při interpretaci hraje roli, jakým způsobem byly během vyhodnocení dat určovány jednotlivé cesty vozidel – zda byl využit výše popsáný postup identifikace jednotlivých cest na základě doby jízdy mezi jednotlivými měřicími profily (pak matice reflektuje všechny dílčí cesty vozidel uvnitř zkoumané oblasti). Pokud toto během vyhodnocení nebylo provedeno, OD matice nebude rozlišovat mezi cestami, při kterých vozidlo během průjezdu zkoumanou oblastí zastavilo z důvodu cíle cesty a mezi vozidly čistě tranzitní dopravy. (11)
- Presentace: Matice přepravních vztahů umožňuje zobrazit souhrnné informace za celou dobu průzkumu, případně přepočítané hodnoty na RPDl (14), ale stejně tak je možné vytvořit více matic v podrobnějším časovém rastru během doby průzkumu a zjišťovat tak změny v rozložení dopravní zátěže uvnitř zkoumané oblasti. Matice přepravních vztahů mohou také zohledňovat skladbu dopravního proudu a zobrazovat např. jen jeden druh vozidel, jehož výskyt je ve zkoumané oblasti zásadní. (20) Matice má klasickou tabulkovou podobu, nicméně přepravní vztahy lze zobrazit stejně tak pomocí pentlogramu, který může být schématický i může využívat reálný mapový podklad. (16) (11) Příklad tabulkové podoby matice s grafickým schématickým znázorněním počtů vozidel je možné vidět v tabulce níže [Tabulka 7]. Příklad kombinace tabulkové podoby matice a pentlogramu je k vidění na obrázku níže [Obrázek 2].

Tabulka 7 Příklad prezentace matice přepravních vztahů; zdroj: (14);

RPDI [voz/24h]	směr "do"	II/101 (Jesenice): směr Jesenice (západ)		Herink: směr Herink		Modletice obec: směr Modletice		D1 EXIT 8: směr Brno		D1 EXIT 8: směr Praha	
		1OUT	2OUT	3OUT	5OUT	6OUT					
II/101 (Jesenice): směr z Jesenice (východ)	1IN	-	662	143	18	326					
Herink: směr Dobřejšovice	2IN	558	-	-	5	485					
Modletice obec: směr Dobřejšovice	3IN	201	-	-	5	141					
D1 EXIT 8: směr z Prahy	5IN	325	446	128	-	89					
D1 EXIT 8: směr z Brna	6IN	6	4	2	177	-					



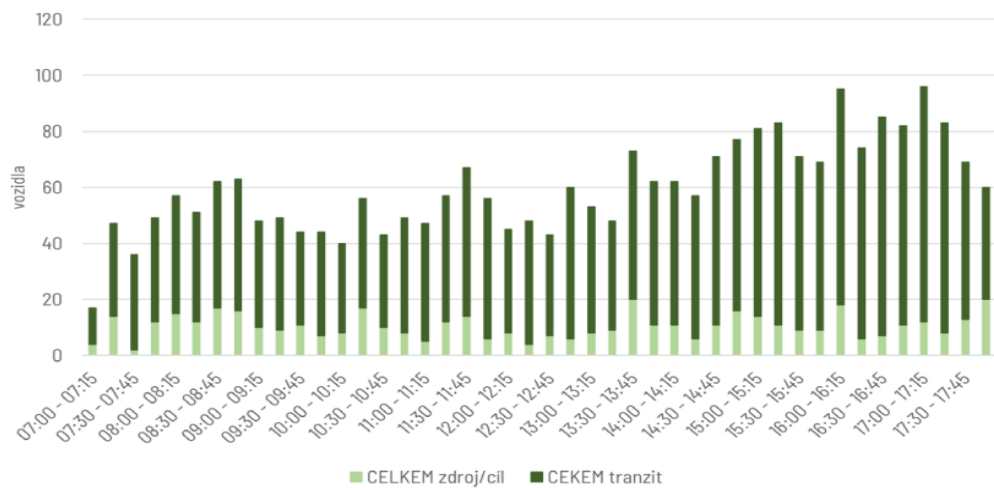
	A	B	C	E	F	G	H	I	Z
A	0	1048	410	280	196	868	1431	1012	119
B	1048	0	319	662	352	2126	1518	1564	176
C	410	319	0	182	116	417	530	840	58
E	280	662	182	0	129	520	602	944	71
F	196	352	116	129	0	647	261	309	29
G	868	2126	417	520	647	0	1494	1386	137
H	1431	1518	530	602	261	1494	0	2502	308
I	1012	1564	840	944	309	1386	2502	0	608
Z	119	176	58	71	29	137	308	608	0

- A – vnější zóna I/39 Černá v Pošumaví
- B – vnější zóna I/39 České Budějovice
- C – vnější zóna II/157 Kaplice
- E – vnější zóna II/160 Větřní, Lipno

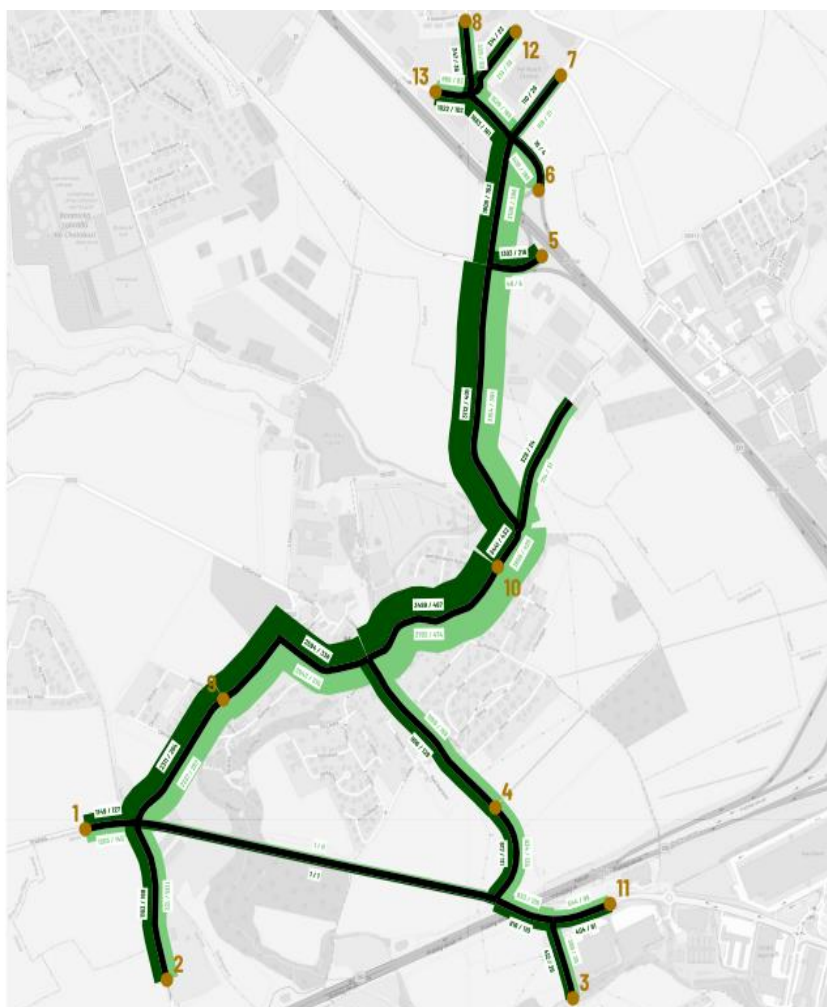
Obrázek 2 Příklad prezentace významných tranzitních vztahů; zdroj: (16)

Přepavní vztahy – v měřicích profilech

- Interpretace: Znalost rozložení dopravy z pohledu směrovosti v jednotlivých měřicích profilech, a tedy v příslušných úsecích komunikací, upřesňuje informace získané maticí přepravních vztahů. Dle znalosti podílu tranzitní dopravy je možné určit, jaký podíl naměřeného objemu dopravy v těchto profilech je žádoucí a jaký naopak zbytečný. (23) Dále je možné stanovit klíčové vjezdové/výjezdové profily pro vjezd a výjezd vozidel do/ze zkoumané oblasti, případně vzhledem k jednotlivým dílčím zájmovým lokalitám. (10) Rozložení směrovosti dopravy z pohledu následných cílových měřicích profilů, kam vozidla pokračují v jízdě po zaznamenání na vyhodnocovaném profilu a stejně tak zdrojových profilů, ze kterých vozidla do vyhodnocovaného profilu přijíždějí, umožňuje podrobněji určit rozložení dopravní zátěže na silniční síti v blízkém okolí každého profilu. Poměr spárovaných a nespárovaných vozidel ukazuje, jak významným zdrojem/cílem cest je oblast v blízkém okolí vyhodnocovaného profilu.
- Prezentace: Prezentovat je možné reálné hodnoty spárovaných a nespárovaných vozidel, tranzitní, cílové a zdrojové dopravy naměřené v jednotlivých měřicích profilech za dobu průzkumu, stejně jako jejich přepočet na RPDI, procentuální poměr a časové variace (zejména pomocí tabulek, sloupcových nebo koláčových grafů, pro časové variace je možným a využívaným nástrojem také spojnicový graf). (10) (11) Příklad prezentace poměru tranzitní a vnější dopravy v grafické podobě je vidět v grafu níže. (14) Možné je vyjádřit i skladbu dopravního proudu. Dále je možné prezentovat (opět tabulkou nebo graficky) skladbu cílových profilů, do kterých vozidla zaznamenaná na konkrétním vyhodnocovaném profilu pokračují v cestě včetně příslušných počtů i vzájemného poměru vozidel. (23) Stejně je možné prezentovat i zdrojové profily, ze kterých vozidla naopak do vyhodnocovaného profilu přijíždějí. Na obrázku níže [Obrázek 3] je k vidění příklad grafické prezentace v mapovém podkladu, která ukazuje rozložení dopravní zátěže jednoho z vyhodnocovaných profilů na sledované silniční síti. (14)



Graf 2 Příklad prezentace tranzitní a vnější dopravy v měřícím profilu; zdroj: (14)

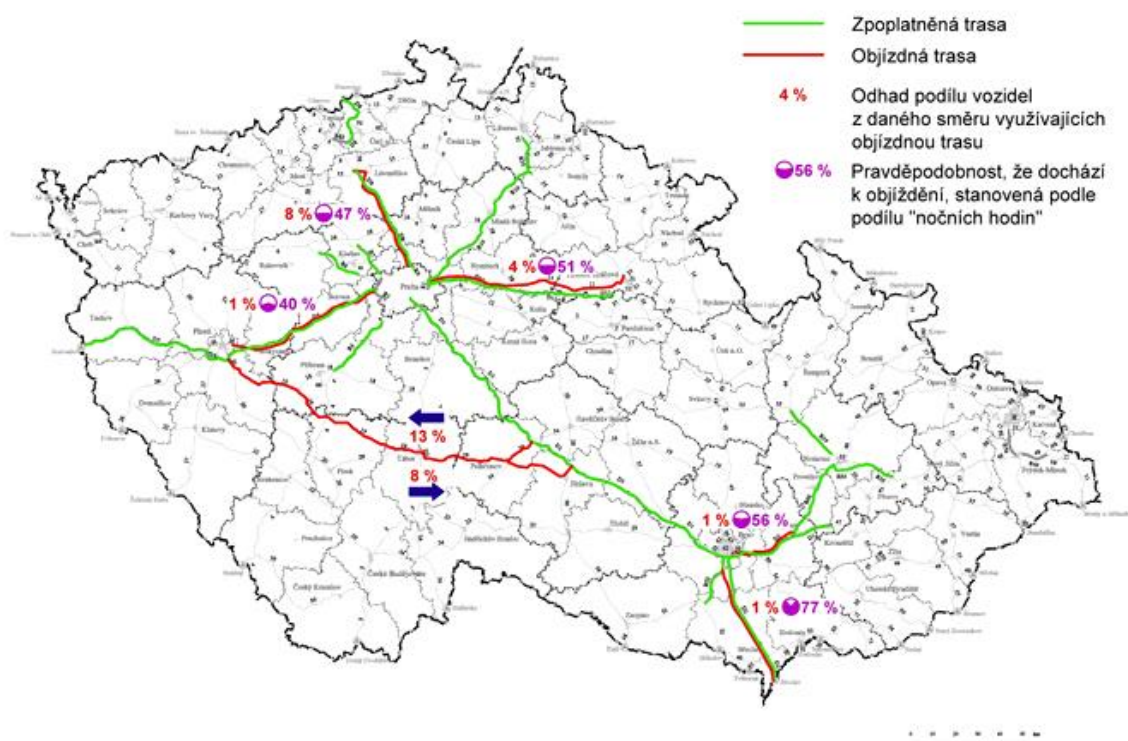


Obrázek 3 Příklad prezentace vyhodnocení rozložení dopravy zaznamenané v konkrétním měřícím profilu na silniční síti profilu (profil č. 10 na obrázku); zdroj: (14)

Zájmové trasy

- Interpretace: Vyhodnocení směrovosti ve smyslu tras umožňuje intuitivně získat další podrobnější informace o rozložení dopravní zátěže na komunikační síti. Dopravní situaci je možné vyhodnocovat na všech trasách, po kterých se vozidla mohou ve zkoumané oblasti mezi jednotlivými měřicími profily pohybovat, nicméně vzhledem k množství tras, a tedy náročnosti takového vyhodnocení, je také možné hodnotit pouze trasy, které jsou v dané oblasti významné. Významnost tras je možné posuzovat z hlediska charakteru silniční sítě a místní znalosti nebo dle průzkumem zjištěného objemu dopravy, který je zobrazen v matici přepravních vztahů. S využitím znalosti o intenzitách, jízdnicích dobách a rychlostech a jejich variacích v čase je možné určit nejvíce zatížené úseky, identifikovat úzká hrdla a stejně tak nalézt oblasti s nízkou dopravní zátěží, a to jak v průměru za celou dobu měření, tak ve variacích během dne. Při identifikaci úzkých hrdel je nicméně třeba vzít v úvahu další faktory, které mohou mít vliv na zdržení vozidel ve vyhodnocovaném úseku, například vliv počasí a mimořádných situací v dopravě (zejména nehod). V případě, že je průzkum zaměřen na posouzení dopravy na několika alternativních trasách (např. průzkum objízdnicích tras), jízdnicí doby a cestovní rychlosti představují významný ukazatel, podle kterého je možné posuzovat skutečnou atraktivitu jednotlivých tras pro řidiče. (9) Stejně tak, pokud je průzkum zaměřen na zhodnocení pohybů některého konkrétního dopravního prostředku, např. nákladních vozidel, je možné díky znalosti skladby dopravního proudu vyhodnocovat pouze danou kategorii vozidel. (9) Co se týče jízdnicích dob, je možné do vyhodnocení tras zahrnout pouze vozidla, která se mezi jednotlivými měřicími profily pohybují ve smyslu tranzitu, tedy jízdnicí doba je nižší než stanovený limitní čas T_{limit} (viz kapitola výše [Kapitola 3.4.2]). Druhou možností je zahrnout všechna vozidla, která danou trasu projedou, včetně těch, které mezi měřicími profily zastaví z důvodu cíle cesty. V tomto případě je třeba mít na mysli, že případné průměrné hodnoty jízdnicích dob a cestovních rychlostí na trase budou zavádějící. Co se týče cestovních rychlostí, je třeba mít na paměti, že při jejich výpočtu může docházet k nepřesnostem v případech, kdy není možné přesně určit trasu, kterou vozidlo projelo. (10)
- Prezentace: Prezentace tras a intenzit na trasách je možná zejména pomocí tabulkového, maticového vyjádření nebo s využitím pentlogramu, případně pentlogramu znázorněného v mapovém podkladu. (17) Zejména v posledním jmenovaném případě jde o přehledné vyjádření, které je intuitivně pochopitelné. Je možné zobrazení intenzit naměřených za celou dobu průzkumu, v podrobnějším časovém rastru nebo v přepočtu na RPDl nebo podílů intenzit na alternativních

trasách. Na obrázku níže [Obrázek 4] je k vidění příklad zobrazení v mapě podílu intenzit nákladních vozidel, která namísto zpoplatněných tras využívají nezpoptatněné objízdné trasy. (9) Co se týče jízdních dob a cestovních rychlostí vozidel, je možné je prezentovat jak vzhledem k celým posuzovaným trasám, tak mezi jednotlivými měřicími profily na dané trase. A to jak reálně naměřené hodnoty a jejich časové variace, tak četnosti výskytu a průměrné hodnoty – za celé období průzkumu i za dílčí časová období, např. v rastru 1 hodiny pro zjištění podrobnějších informací o vývoji v čase. (10) Možným nástrojem pro prezentaci jsou tabulky a grafy, především bodové, sloupcové a spojnicové grafy.



Obrázek 4 Příklad prezentace podílu vozidel podléhajících zpoplatnění, která využívají alternativní trasy; zdroj: (9)

Doby pobytu

- Interpretace: Pomocí doby pobytu je možné v obecných rysech vyhodnotit charakter využívání zkoumané oblasti. Je možné stanovit, ve kterých dílčích lokalitách se významnější měrou vyskytují takové cíle, které jsou vyhledávané uživateli motorových silničních vozidel, a jak se mění atraktivita těchto cílů v závislosti na denní době. Je možné posuzovat délku pobytu vozidel ve zkoumané oblasti a dílčích lokalitách. Tyto informace lze využít např. pro plánování parkovací politiky.
- Presentace: Presentovat doby pobytu je možné buď souhrnně za celou zkoumanou oblast, nebo v dílčích zájmových lokalitách, případně vztažené k úsekům silniční sítě mezi vybranými měřicími profily. (10) Je možné presentovat jak skutečné zjištěné hodnoty, tak jejich průměry a časové variace buď v průběhu celého období průzkumu, nebo jen v určitém zájmovém období (např. v otvírací době úřadů, obchodů, v době příchodu/odchodu dětí do/ze škol, v ordinačních hodinách lékařů apod. – dle charakteru konkrétní oblasti a cílů průzkumu). Pro presentaci je možné využít tabulky a grafy, zejména sloupcový a spojnicový. Doby pobytu vyhodnocuje např. zdroj (25), který zmiňuje vyhodnocení doby pobytu vozidel uvnitř pěší zóny, nicméně vyhodnocení presentuje pouze ve formě textového komentáře. Zdroje (17) a (10) pak nevyhodnocují dobu pobytu jako takovou, ale využívají limitní dobu jízdy k rozdělení cest na tranzitní a zdrojové/cílové, tedy cesty s pobytem v oblasti. Příklad je k vidění v tabulce níže [Tabulka 8].

Tabulka 8 Příklad interpretace a presentace dob průjezdu a dob pobytu na základě $T_{limit} = 20 \text{ min}$; zdroj: (10)

Doba průjezdu/pobytu (hod)	Lokalita 2	Lokalita 3	Lokalita 4
< 0:20	41	211	201
0:20 - 1:00	56	87	124
1:00 - 2:00	36	69	80
2:00 - 3:00	34	46	48
3:00 - 4:00	19	31	37
4:00 - 5:00	25	31	29
5:00 - 6:00	15	13	26
6:00 - 7:00	5	10	20
7:00 - 8:00	2	5	4

Vyhodnocení kvality výstupů

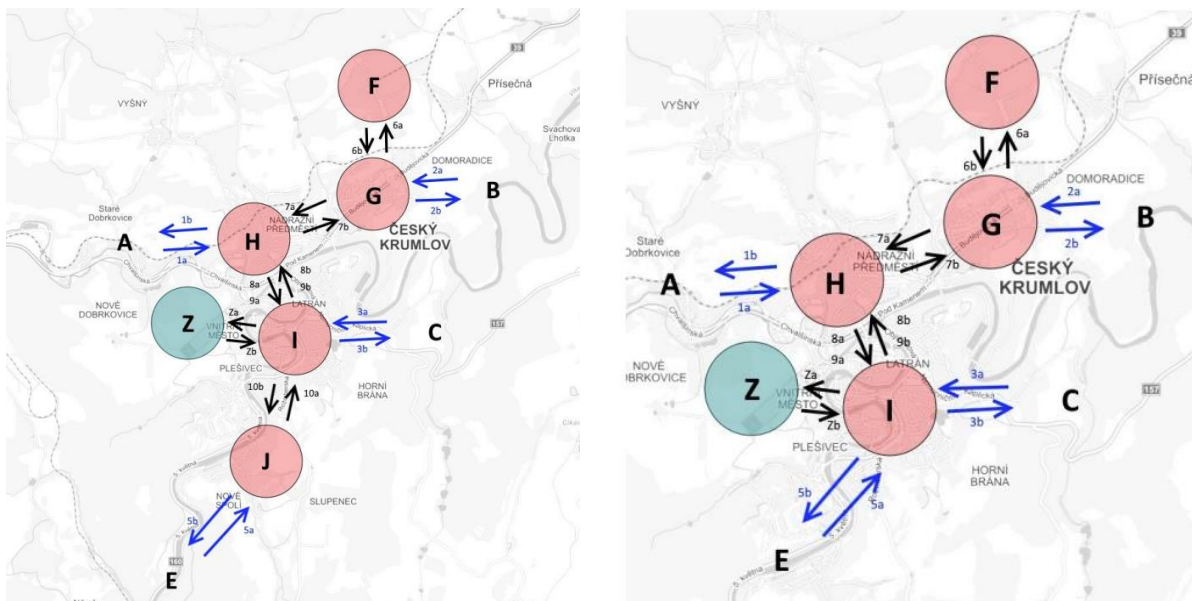
Kvalita výstupů neboli výsledků směrového průzkumu je pro účely této práce chápána jako míra, nakolik výsledky po zpracování a vyhodnocení dat odpovídají reálnému stavu dopravy v den průzkumu. Už z této formulace je patrné, že nelze získat naprosto přesné vyjádření kvality, protože přesná znalost reálného stavu dopravy není k dispozici. Kvalita výstupů je vyjádřena pomocí popisu množství chyb a výpadků naměřených dat. Kromě dále rozebraných vlivů kvalitu výstupů ovlivňují také organizační aspekty průzkumu, kdy např. nevhodný návrh rozmístění měřicích profilů vede k větší míře nekonzistentních tras.

Vlivy, které mohou kvalitu výstupů negativně ovlivňovat, jsou následující:

- výpadky měřicích profilů vlivem technické závady měřicích zařízení nebo nedostatečného zajištění proškolených pracovníků průběhu průzkumu (více k této problematice viz [Kapitola 2.2] výše),
- výpadky / nesprávné záznamy vlivem povětrnostních podmínek a mimořádných situací v provozu (více viz [Kapitola 2.2] výše),
- výpadky / nesprávné záznamy vlivem použité metody záznamu dat (více viz [Kapitola 3.2] výše),
- způsob realizace převodu naměřených dat do podoby surových dat pro následné zpracování – možnost vzniku druhotných chyb na základě použité metody – ruční přepis, SW rozpoznání obrazu apod. (více viz [Kapitola 3.2] výše),
- způsob realizace zpracování dat – použitá metoda párování a následného vyhodnocení dat (více viz [Kapitola 3.4.2] výše).

Zhoršení kvality výsledků je možné identifikovat v průběhu průzkumu (výpadek měřicího stanoviště, zhoršené povětrnostní podmínky, mimořádné situace v provozu) a poté při kontrole dat v průběhu jejich zpracování a vyhodnocení (nekonzistentní trasy po spárování dat).

Pokud je zjištěná míra chybovosti taková, že by významně ovlivňovala věrohodnost výsledků vyhodnocení průzkumu (např. došlo k rozsáhlejšímu výpadku měřicího stanoviště), je na místě zvažovat změnu koncepce vyhodnocení, např. úpravou schématu dílčích zájmových lokalit, viz obrázek níže [Obrázek 5], který řeší výpadek dat pro lokalitu J. V krajním případě může být jediným vhodným řešením opakování celého průzkumu.



Obrázek 5 Příklad řešení výpadku měřicího stanoviště úpravou schématu dílčích zájmových lokalit; zdroj: (16)

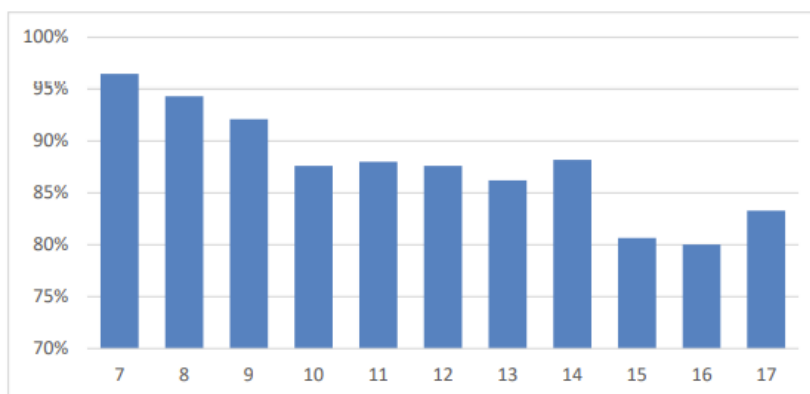
Pokud jsou chyby přítomny v menší míře, není třeba měnit koncepci vyhodnocení průzkumu a pro získání co nejuvěrohodnějších výstupů dochází v průběhu vyhodnocení dat k jejich opravám, případně k vyloučení chybných záznamů, a dále je pracováno s opravenými daty. Nicméně pro zhodnocení celkové kvality výstupů je třeba uchovávat informace o chybných záznamech a možných zdrojích chyb. Následně je možné vyhodnocovat poměr chybných záznamů ke správným, počty opravených záznamů, počty vynechaných a vyhodnocovat souvislost s místními podmínkami v průběhu měření a s využitou metodou zpracování a vyhodnocování dat. Možné je vyhodnocovat rovněž míru, nakolik by byl zpracovatel schopen vzniku chyb zabránit. Znalost kvality výstupů a vlivů na kvalitu je důležitá zejména pro samotného zpracovatele směrového průzkumu, aby v budoucnu mohl pracovat na eliminaci chyb. Specifickým případem je chybovost vznikající při určování referenčního a limitního času a rozlišování tranzitní od cílové dopravy. Stejně tak chybovost při určování cestovních rychlostí vozidel. Obojí pramení z neznalosti přesné trasy konkrétních vozidel mezi měřicími profily, a pokud nejsou měřicí profily rozmístěny tak, že je trasa vozidel jednoznačná, nelze tuto nepřesnost odstranit, možné je pouze odhadovat její míru. Prezentovat lze kvalitu pomocí textového popisu, tabulkami, graficky, nabízí se zejména procentuální vyjádření.

Z konzultace s firmami UDIMO spol. s r.o. a EDIP s.r.o. a z rešerše reálných studií z praxe obsahujících provedení a vyhodnocení směrových průzkumů vyplynulo, že firmy ve studiích zmiňují nejčastěji následující faktory určující kvalitu výstupů:

- kvalita a výpadky měřicí techniky, práce a proškolenost sčítačů; (17) (11)

- povětrnostní, klimatické podmínky a vlivy mimořádností v provozu; (16) (18)
- použitá metoda převodu naměřených dat do podoby surových dat pro následné zpracování. (18) (11)

Co se týče prezentace hodnocení kvality, je tato v nalezených studiích poměrně úsporná, což je logické, protože z pohledu firem jde o prezentaci kvality jejich práce před zákazníky, tzn. jde o citlivé údaje. Nicméně např. následující graf [Graf 3] dokládá vliv zhoršených světelných podmínek během dne z důvodu oblačnosti a deště, kdy je vidět nižší úspěšnost záznamu RZ v odpoledních hodinách:



Graf 3 Úspěšnost záznamu RZ projíždějících vozidel během dne; zdroj: (16)

3.6 Souvislosti s dalšími systémy

Informace o směrovosti dopravy nebo poloze vozidla na silniční síť v čase nejsou pouze doménou směrových dopravních průzkumů, ale vyskytují se (záměrně nebo jako vedlejší produkt) v celé řadě dalších dopravních aplikací. Následuje popis několika běžných příkladů (úplný výčet není předmětem této práce):

FCD data (floating car data neboli data z plovoucích vozidel) představují v současnosti nezanedbatelný zdroj on-line dat o dopravním proudu. Pomocí mobilních telefonů nebo GPS přijímačů na palubě vozidel, případně palubní jednotky vozidla, která komunikuje se zařízeními na infrastruktuře, dochází k získání dat o poloze vozidla v čase, jeho rychlosti a směru, zároveň je možné určit, po jaké trase se plovoucí vozidlo pohybovalo. Tyto informace mají využití při určování charakteristik dopravního proudu – rychlosti dopravního proudu, dojezdových dob, stavu dopravy nebo o dopravních kongescích. Věrohodnost takto získaných informací o dopravním proudu závisí zejména na poměru plovoucích vozidel ke všem vozidlům v dopravním proudu a na frekvenci sběru dat z vozidel. S principem FCD dat pracují např.

systemy sběru a poskytování dopravních informací, mýtné systémy a systémy sledování polohy flotil vozidel, ať už v rámci vozidel veřejné hromadné dopravy nebo logistických společností. (26) (27) (28)

Specifickým případem on-line zisku dat z vozidel je aplikace Waze, která, pokud je zapnutá, sbírá informace o okamžité rychlosti vozidla a dotváří s ní soubor informací pro další řidiče. Dále umožňuje řidičům v průběhu jízdy ručně přidávat informace o mimořádných událostech v dopravě, kongescích a uzavírkách, díky čemuž zajišťuje aktuální informace o stavu dopravy. Všechna tato data jsou pak využívána pro plánování nejvhodnější trasy a určování dojezdových dob. Kromě okamžitého použití pro navigaci nebo upozornění na mimořádnosti v dopravě společnost Waze umožňuje přístup k dopravním statistikám a poskytuje i živá data určená pro místní samosprávy. (29) (30)

Online informace týkající se polohy mají k dispozici také mobilní operátoři. Jedná se o geolokační data, která vznikají z povahy fungování SIM karet v mobilní síti a velkou výhodou je jejich robustnost. Poskytují informace o výskytu aktivní SIM karty uvnitř tzv. buňky BTS (Base Transiever Station) neboli informace o tom, jakému vysílači mobilního signálu je SIM karta v daném momentě připojena. S využitím předpokladu, že mobilní telefon se většinou nachází v těsné blízkosti svého uživatele, lze tyto informace interpretovat jako informace o poloze obyvatelstva. Poskytují tedy informace o mobilitě, zejména o oblastech zdrojů a cílů cest, podle jejichž rozložení je možné odhadovat dopravní vazby v oblasti. Zjištění konkrétní trasy pohybu je zatížené chybou, nicméně je možné ji odhadovat. Horší situace je při odhadu konkrétního využitého dopravního prostředku, kdy je téměř nemožné odlišit využití VHD od IAD. Při využívání geolokačních dat je nicméně nutné dbát na GDPR a s tím související nutnost anonymizace dat. (31) (32)

Se specifickými informacemi o poloze vozidla v čase pracují i dílčí dopravní systémy, např. některé systémy regulace parkování nebo systémy měření úsekových rychlostí vozidel. V parkovacích systémech jde v tomto smyslu o kontrolu oprávněnosti parkování vozidel pomocí spárování RZ parkujícího vozidla s databází platných parkovacích oprávnění. (33) Měření úsekových rychlostí vozidel funguje na principu záznamu RZ s časovým razítkem na začátku a konci měřeného úseku a výpočtu průměrné rychlosti vozidla. (34) Data z uvedených systémů jsou nicméně obtížně dostupná a jejich využitelnost pro další aplikace je velmi diskutabilní, protože se často jedná o uzavřené systémy. Značnou roli zde hraje opět také GDPR.

Obecně je ale možné konstatovat, že data o polohách vozidel, případně jejich směrovosti, jsou běžně využívána v různých dopravních systémech, které jsou více či méně otevřené. Pokud by tato data nicméně byla k dispozici v dostatečném rozsahu a kvalitě, pro zkoumání směrového rozložení dopravy v oblasti by již nebylo třeba provádět klasické směrové průzkumy popisované v této práci. Nicméně nespornou výhodou směrových průzkumů je možnost jejich návrhu přímo podle požadavků zadavatele, a to v jakýchkoli oblastech, nezávisle na dostupnosti ostatních zdrojů dat. Pokud jsou ovšem pro dané území další zdroje dat k dispozici, mohou posloužit ke zpřesnění výsledků směrového průzkumu a jedná se tedy o výhodu.

3.7 Shrnutí

Na základě této kapitoly, která se věnovala popisu zpracování, vyhodnocení a interpretace dat ze směrových dopravních průzkumů, je možné definovat hlavní body, které jsou pro získání kvalitních výstupů a závěrů z průzkumu důležité. Na tyto body bude brán zvláštní zřetel při následné tvorbě Metodiky vyhodnocování směrových dopravních průzkumů, která je hlavním předmětem této práce a je jí věnována především následující kapitola [Kapitola 4]. Jedná se o následující body:

- volba podoby surových dat, při zahrnutí všech zásadních parametrů (ID, čas průjezdu, RZ, typ vozidla, měřicí profil);
- vhodně optimalizovaný algoritmus párování dat;
- podoba dat po párování vhodná pro následné další vyhodnocení a práci s daty;
- volba způsobu interpretace cest vozidel, identifikace cest, vhodná volba referenčního času;
- vhodná kontrola a oprava dat se zachováním informací o chybovosti a kvalitě výstupů;
- volba podoby matice přepravních vztahů s důrazem na maximální intuitivnost pro interpretaci;
- volba dalších vyhodnocovaných DI parametrů a vhodného postupu vyhodnocení vzhledem k cílům průzkumu;
- volba nástrojů a způsobu prezentace a interpretace výstupů.

4 Návrh Metodiky pro zpracování a vyhodnocení dat ze směrových průzkumů

4.1 Použitá terminologie

Následující seznam prezentuje termíny a jejich významové definice, tak jak jsou využívány v rámci Metodiky vyhodnocení směrových dopravních průzkumů (dále jen *Metodika*). Seznam je řazen dle abecedy:

cesta	pohyb vozidla z jednoho místa do druhého za určitým účelem
cestovní rychlost	podíl délky trasy a celkové jízdní doby vozidla na této trase
cíl cesty	účel, za kterým je cesta vykonávána (např. nákup, lékař, návštěva, cesta domů)
cílová cesta	cesta, jejíž cíl se nachází ve zkoumané oblasti, zdroj mimo tuto oblast
doba pobytu	časový rozdíl spárovaných záznamů po odečtení limitní jízdní doby
intenzita dopravy	počet silničních vozidel, který projede určitým příčným řezem pozemní komunikace nebo jeho částí za zvolené časové období
jízdní doba	doba jízdy vozidla mezi následnými měřicími profily, přičemž vozidlo se pohybovalo bez přerušování jízdy z důvodu cíle své cesty
kordonový průzkum	typ směrového průzkumu, při kterém jsou měřicí stanoviště umístěna na hranici zkoumané oblasti
limitní jízdní doba	maximální hodnota jízdní doby vozidla mezi následnými měřicími profily
měřicí stanoviště	místo na silniční komunikaci, kde probíhá sčítání dopravy; jedno měřicí stanoviště může sestávat z více měřicích profilů (typicky z 2 - jeden profil pro každý směr jízdy)
měřicí profil	příčný řez silniční komunikací, ve kterém probíhá sčítání dopravy, typicky jsou v 1 měřicím profilu sbírána data o 1 směru jízdy
měřicí profil „in“	měřicí profil umístěný na vjezdu do zkoumané oblasti
měřicí profil „out“	měřicí profil umístěný na výjezdu ze zkoumané oblasti
měřicí profil „inside“	měřicí profil umístěný uvnitř zkoumané oblasti
přepravní vztahy	rozložení dopravní zátěže v území z pohledu zdrojů a cílů cest
referenční jízdní doba	medián časových rozdílů spárovaných záznamů mezi dvěma měřicími profily

skladba	podíl (zpravidla procentuální) jednotlivých druhů dopravních prostředků vyskytujících se v dopravním proudu
dopravního proudu	
směrnost	směrové rozložení dopravní zátěže v území
surová data	data naměřená při směrovém dopravním průzkumu, která tvoří vstup do Metodiky; v podobě stanovené Metodikou
tranzitní cesta	cesta, jejíž zdroj i cíl se nachází mimo zkoumanou oblast
trasa	pohyb vozidla v síti pozemních komunikací
vnitřní cesta	cesta, jejíž zdroj i cíl se nachází uvnitř zkoumané oblasti
zdrojová cesta	cesta, jejíž zdroj se nachází ve zkoumané oblasti, cíl mimo tuto oblast
zkoumaná oblast	území, které je předmětem směrového dopravního průzkumu

4.2 Vymezení předmětu Metodiky

Vymezení předmětu Metodiky vzhledem k typu směrových dopravních průzkumů

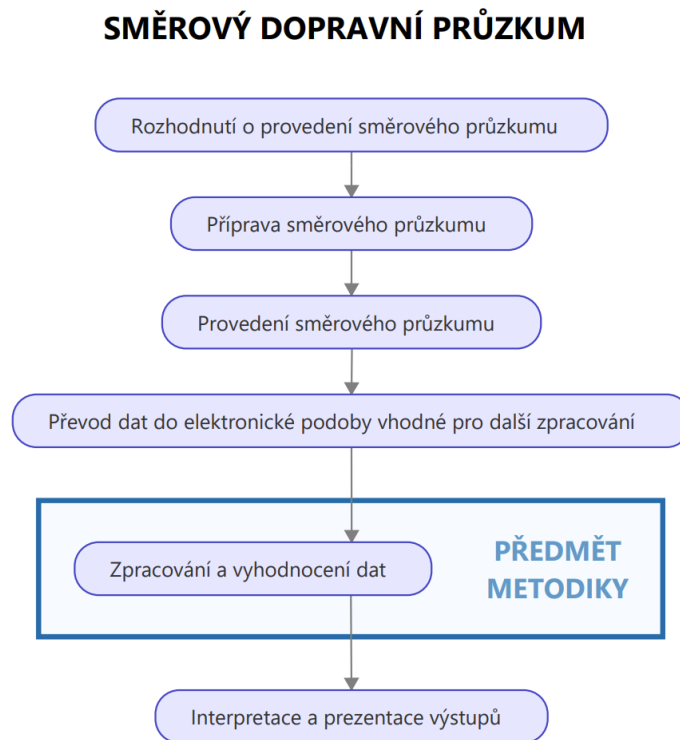
Metodika je cílená na směrové průzkumy motorové silniční dopravy. A to v oblastech, ve kterých vzhledem k jejich rozsahu nelze určit směrovost vozidel vizuálně pohledem z jednotlivých měřicích stanovišť. Jedná se jak o kordonové průzkumy, tak o komplexnější směrové průzkumy, které sledují kromě vjezdů a výjezdů vozidel ze zkoumané oblasti jako celku také dopravní pohyby uvnitř oblasti. Metodika nestanovuje konkrétní omezení ohledně velikosti zkoumané oblasti a počtu měřicích stanovišť, pokud jsou dodrženy všechny aspekty uvedené v této kapitole.

Metodika počítá s rozmístěním měřicích profilů na hranici zkoumané oblasti tak, že pokrývají všechny dopravně významné vjezdy a výjezdy do/z území. Dále počítá s možností dodatečného rozmístění měřicích profilů uvnitř zkoumané oblasti. V souladu s terminologickým slovníkem v úvodu Metodiky [Kapitola **Použitá terminologie**4.1] budou měřicí profily podle svého umístění dále označovány jako:

- měřicí profil „in“;
- měřicí profil „out“;
- měřicí profil „inside“.

Vymezení předmětu Metodiky vzhledem k procesu provedení a vyhodnocení průzkumu

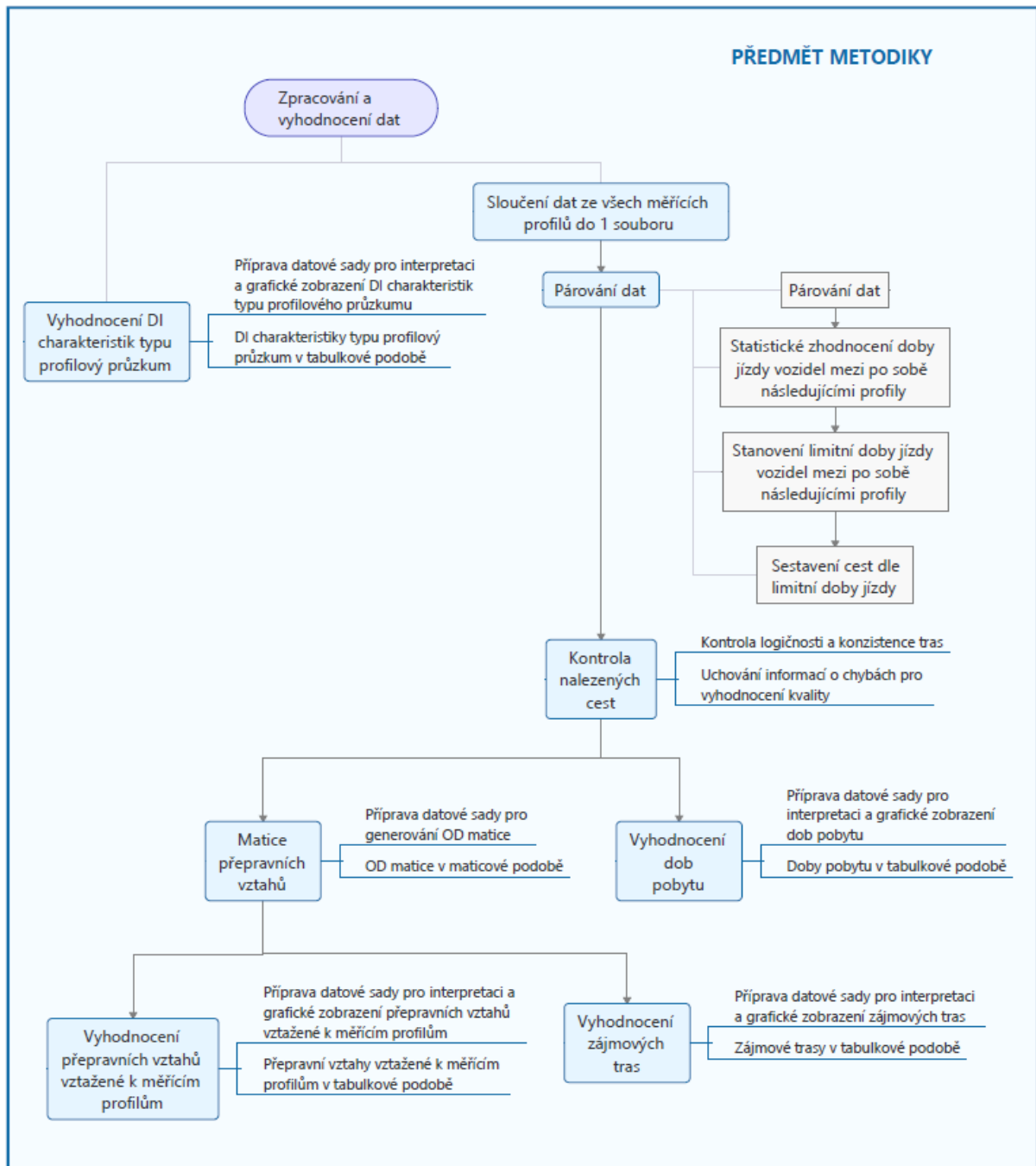
Činnosti spojené s realizací směrového dopravního průzkumu představují komplexní proces. Hlavní fáze tohoto procesu jsou schematicky zobrazeny na následujícím obrázku [Obrázek 6], ve kterém je zároveň vyznačen předmět Metodiky. Podrobný popis všech dílčích bloků, ze kterých realizace směrových průzkumů sestává, je k nalezení v Příloze 1.



Obrázek 6 Stručné schéma procesu realizace směrového dopravního průzkumu; zdroj: (vlastní)

Metodika se zabývá optimalizací postupu zpracování a vyhodnocení surových dat získaných provedeným směrovým průzkumem a přípravou těchto dat pro konkrétní interpretace výsledných poznatků o dopravní zátěži zkoumané oblasti. Zpracování a vyhodnocení dat Metodika popisuje v několika krocích, které jsou podrobně řešeny v následujících kapitolách 4.3–4.8. Tyto kroky jsou uvedeny na přehledném obrázku níže [Obrázek 7], které obsahuje výřez ze schématu uvedeného v Příloze 1.

Pro každý z kroků uvedený ve schématu Metodika doporučuje konkrétní dopravně-inženýrské charakteristiky, které je vhodné vyhodnocovat, postup vyhodnocení a strukturu datových sad pro snadnou další práci s daty.



Obrázek 7 Schéma procesu zpracování a vyhodnocení dat ze směrových dopravních průzkumů; zdroj: (vlastní)

Vymezení podoby vstupních surových dat

Metodika předpokládá následující podobu surových dat, získaných provedením směrového průzkumu:

- Data z každého měřicího profilu jsou v samostatné datové sadě.
- Jednotlivé záznamy o průjezdech vozidla pak obsahují základní informace: ID záznamu, čas průjezdu vozidla, RZ vozidla (ideálně v plném tvaru, je nezbytné zajistit

jednoznačnou identifikaci vozidla), kategorii vozidla a identifikaci měřicího profilu, ve kterém byl záznam pořízen.

Čas průjezdu, RZ a identifikace měřicího profilu představují zásadní údaje, které jsou pro vyhodnocení záznamu o průjezdu vozidla nezbytné. Požadovanou strukturu surových dat ilustruje tabulka níže [Tabulka 9].

Tabulka 9 Struktura surových dat; zdroj: (vlastní)

ID	Čas průjezdu	RZ	Typ vozidla	Měřicí profil
1	čas 1 (HH:MM:SS)	RZ 1	typ vozidla 1	měřicí profil X
2	čas 2 (HH:MM:SS)	RZ 2	typ vozidla 2	měřicí profil X
3	čas 3 (HH:MM:SS)	RZ 3	typ vozidla 3	měřicí profil X
4	čas 4 (HH:MM:SS)	RZ 4	typ vozidla 4	měřicí profil X
...

Metodika předpokládá, že u surových dat již proběhla kontrola jejich kvality, zaměřená na identifikaci a následné odstranění či opravu neúplných nebo chybných záznamů a duplicitních záznamů, pokud jsou v datech přítomny.

Vymezení SW nástrojů zpracování dat pro aplikaci Metodiky

Metodika počítá s využitím SW nástrojů pro zpracování dat. Postupy doporučené v Metodice jsou dostatečně zobecněné, aby bylo možné využít širokou škálu tabulkových a statistických SW, případně různá programovatelná prostředí a programovací jazyky. Vzhledem k potenciálním velkým objemům dat ze směrových průzkumů (v řádu desetitisíců záznamů za jeden den průzkumu) je vhodné využívat takové SW, které umožňují vhodnou automatizaci a časovou optimalizaci celého algoritmu zpracování a vyhodnocení.

Výstupy Metodiky

Primárním výstupem Metodiky jsou zpracované a vyhodnocené datové sady, připravené pro intuitivní interpretaci stavu dopravy zjištěného směrovým průzkumem. Datové sady je zároveň možné využít pro další podrobnější vyhodnocení. Dalšími výstupy Metodiky jsou vyhodnocená data v tabulkové podobě, tyto tabulky již přehledně zobrazují základní dopravně-inženýrské charakteristiky. Výstupy rovněž obsahují informace o kvalitě dat. Jednotlivé výstupy a jejich podoba jsou blíže popsány v následujících kapitolách. Metodika si neklade za cíl popsat zcela vyčerpávající vyhodnocení a interpretaci dat, protože potřeby ohledně konkrétních výstupů při

reálném provádění směrových průzkumů v různých zkoumaných oblastech nejsou navzájem zcela totožné.

4.3 Vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum

Surová data ve struktuře popsané výše umožňují přímé vyhodnocení DI charakteristik, které jsou běžně vyhodnocovány při profilových dopravních průzkumech. Surová data tedy již představují datovou sadu připravenou pro dílčí vyhodnocení a interpretaci výsledků.

Struktura surových dat umožňuje vyhodnotit veličiny intenzity a skladbu dopravního proudu. Vyhodnocení je vhodné provést jednotlivě pro každý měřicí profil a také v souhrnu za celé měřicí stanoviště.

Intenzita dopravy se zjistí jako počet vozidel, která byla naměřena v měřicím profilu za určitou časovou jednotku. Vhodné je určit zejména hodinové intenzity, aby bylo možné interpretovat jejich variace během dne. Dále celkovou naměřenou intenzitu za celou dobu průzkumu, aby bylo možné v celkovém pohledu srovnávat dopravní zátěž jednotlivých měřicích profilů.

Skladba dopravního proudu se zjistí určením podílů jednotlivých druhů dopravních prostředků, které byly naměřeny v měřicím profilu za určitou časovou jednotku. Časové jednotky je vhodné volit shodně s výpočty intenzity dopravy.

Podrobně se stanovení intenzit dopravy ve vztahu k profilovým průzkumům a skladbě dopravního proudu věnují TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. (22)

4.4 Příprava dat pro vyhodnocení přepravních vztahů

Kromě vyhodnocení popsaného v předchozí kapitole [Kapitola 4.3] pracují všechna následná vyhodnocení s přepravními vztahy, a dále především se směrovostí vozidel v rámci celé zkoumané oblasti.

Aby bylo možné tato vyhodnocení provést, je třeba v prvním kroku sloučit surová data ze všech měřicích profilů do jednoho souboru (tabulky). V sloučených datech je z důvodu ochrany osobních údajů vhodné provést anonymizaci RZ, aby další zpracování a vyhodnocení

probíhaly na anonymizované datové sadě a výstupy tak byly v plném rozsahu přístupné potenciálním třetím stranám. Při anonymizaci je nezbytné postupovat tak, aby každá unikátní RZ byla nahrazena opět unikátním anonymním identifikátorem.

Zpracování sloučené datové sady se pak provede ve dvou následujících krocích:

- párování dat;
- sestavení cest vozidel.

4.4.1 Párování dat

Účelem procesu párování dat je nalezení následných dvojic záznamů stejné RZ. Ve sloučené datové sadě je tedy ke každému záznamu hledán záznam, který splňuje následující podmínky:

- shodná RZ;
- libovolný (i shodný) měřicí profil;
- v časové posloupnosti jde o první následující záznam vozidla.

Takto nalezené dvojice následných záznamů poskytují prvotní informace o rozložení dopravní zátěže ve zkoumané oblasti. Výsledky párování je vhodné uchovat v tzv. *Datové sadě spárovaných dat* a zároveň je přehledně zobrazit v tzv. Matici spárovaných dat, jejíž zobecněná podoba je k vidění v tabulce níže [Tabulka 10].

Interpretace Matice spárovaných dat je následující:

- **zelená pole** – jedná se o trasy v rámci zkoumané oblasti, a to tranzitní, cílové, zdrojové nebo vnitřní; vyhodnocení těchto tras je předmětem realizace směrového průzkumu;
- **žlutá pole** – jedná se o tzv. vnější trasy, které probíhají mimo zkoumanou oblast. Tyto trasy nejsou předmětem dalšího vyhodnocení;
- **oranžová pole** – jedná se o tzv. opakované vjezdy/výjezdy, tedy specifický případ nelogických tras. Jejich výskyt ve spárovaných datech může být způsoben např. chybným rozmístěním stanovišť na hranici zkoumané oblasti, nebo chybějícími, případně chybnými surovými daty. Poskytují informace pro vyhodnocení kvality výsledků směrového průzkumu;
- **červená pole** – jedná se o nelogické návaznosti vjezdových/výjezdových a vnitřních měřicích profilů, tedy druhý typ nelogických tras. Jejich výskyt ve spárovaných datech může být opět způsoben např. chybným rozmístěním stanovišť na hranici zkoumané oblasti, nebo chybějícími, případně chybnými surovými daty. Poskytují informace pro vyhodnocení kvality výsledků směrového průzkumu;

- **modrá pole** – jedná se o nespárované RZ, tedy takové RZ, které byly za celou dobu průzkumu zaznamenány pouze jednou, a to pouze v jednom měřicím profilu. Dle měřicího profilu, na kterém byly zaznamenány, se jedná o zdrojové, cílové nebo vnitřní trasy. Vyhodnocení těchto tras je předmětem realizace směrového průzkumu.

Tabulka 10 Zobecněná Matice spárovaných dat; zdroj: vlastní s využitím (19)

Z \ Do		vjezd				výjezd				vnitřní				nespárované RZ
		in 1	in 2	...	in N	out 1	out 2	...	out N	inside 1	inside 2	...	inside N	
vjezd	in 1	nelogické trasy				tranzitní trasy				cílové trasy				cílové trasy
	in 2													
	...													
	in N													
výjezd	out 1	vnější trasy				nelogické trasy				nelogické trasy				zdrojové trasy
	out 2													
	...													
	out N													
vnitřní	inside1	nelogické trasy				zdrojové trasy				vnitřní trasy				vnitřní trasy
	inside 2													
	...													
	inside N													

Nelogicky spárované záznamy a kvalita dat

V případě výskytu nelogických tras je vhodné dohledat v *Datové sadě spárovaných dat* jim odpovídající záznamy a provést kontrolu surových dat, zda nedošlo k chybným záznamům RZ. Pokud je k dispozici kontrolní videozáznam z měřicích profilů, je vhodné ho při kontrole využít. V případě jednoznačného odhalení chyb je třeba provést jejich opravu a provést opětovné párování dat. V případě zjištění, že chyby souvisejí s rozmístěním měřicích stanišť, s výpadky měřicí techniky, nebo je z jiného důvodu není možné opravit, je třeba uchovat informaci o jejich výskytu pro zhodnocení kvality výstupů celého směrového průzkumu. Konkrétně jde o uchování informací v jakém počtu, v jakých časech a v jakých měřicích profilech se chybná data vyskytují. S ohledem na tyto informace je pak nezbytné přistupovat k celému dalšímu vyhodnocení směrového průzkumu, a to z důvodů možnosti šíření chyby mezi různými měřicími profily ve zkoumané oblasti a zkresení celkových výsledků.

4.4.2 Sestavení cest vozidel

Účelem sestavení cest vozidel je získání ucelených informací o reálném pohybu jednotlivých vozidel ve zkoumané oblasti v době průzkumu. Každá výsledná cesta představuje pohyb vozidla ve zkoumané oblasti, při kterém vozidlo nepřerušilo jízdu z důvodu cíle své cesty. Cesty jsou sestavovány z *Datové sady spárovaných dat*. Vhodná podoba výsledné *Datové sady cest* je uvedena v závěru této kapitoly.

Kritéria pro sestavení cest vozidel jsou následující:

1. Pohyb vozidel mimo zkoumanou oblast (žluté pole v Matici spárovaných dat) není pro vyhodnocení směrového průzkumu relevantní. V takovém případě dojde k rozdělení na dvě cesty: První cesta je ukončena záznamem vozidla na měřicím profilu „out“, druhá cesta začíná záznamem vozidla na měřicím profilu „in“. Výjimku tvoří vozidla, u nichž došlo k výjezdu ze zkoumané oblasti, následně k otočení vozidla v těsné blízkosti měřicího stanoviště a k následnému vjezdu zpět do zkoumané oblasti druhým měřicím profilem stejného stanoviště. Z logiky věci jde v těchto případech o jednu cestu vozidla.
2. V případě opakovaných vjezdů/výjezdů (oranžová pole v Matici spárovaných dat) je třeba posoudit časový rozdíl spárovaných záznamů. Pokud je časový rozdíl malý (řádově max. jednotky minut) a vyplývá z něj, že vozidlo se mezi následnými záznamy pohybovalo neustále v těsné blízkosti měřicího stanoviště a řidič nepřerušil jízdu z důvodu cíle své cesty, oba záznamy budou zařazeny do stejné cesty. Opakovaný záznam mohl být v tomto případě zapříčiněn nestandardními manévry jako např. otáčení, chybné odbočení a současným výpadkem záznamu na měřicím profilu v opačném směru. Pokud je časový rozdíl větší než malý, dojde k rozdělení na dvě cesty.
3. V případě nelogických následných dvojic záznamů „out“ -> „uvnitř“ nebo „uvnitř“ -> „in“ (červená pole v Matici spárovaných dat) dojde k rozdělení na dvě cesty. Lze předpokládat, že vozidlo mezi těmito záznamy vyjelo mimo zkoumanou oblast a jde tedy o obdobnou situaci popsanou v bodě 1. S tím, že z důvodu chybějícího záznamu není možné zjistit, jak dlouhou dobu vozidlo strávilo mimo zkoumanou oblast.
4. Každý nespárovaný záznam (modrá pole v Matici spárovaných dat) tvoří samostatnou cestu.
5. Trasy vozidel v rámci zkoumané oblasti (zelená pole v Matici spárovaných dat), s výjimkou případů uvedených v bodu 6, jsou hodnoceny dle časových rozdílů po sobě následujících záznamů. Pro každou z těchto tras je dle postupu níže stanovena limitní doba jízdy T_{limit} (dle postupu níže), která určuje hranici, zda vozidlo projelo mezi následnými měřicími profily bez přerušování jízdy z důvodu cíle své cesty či nikoliv.

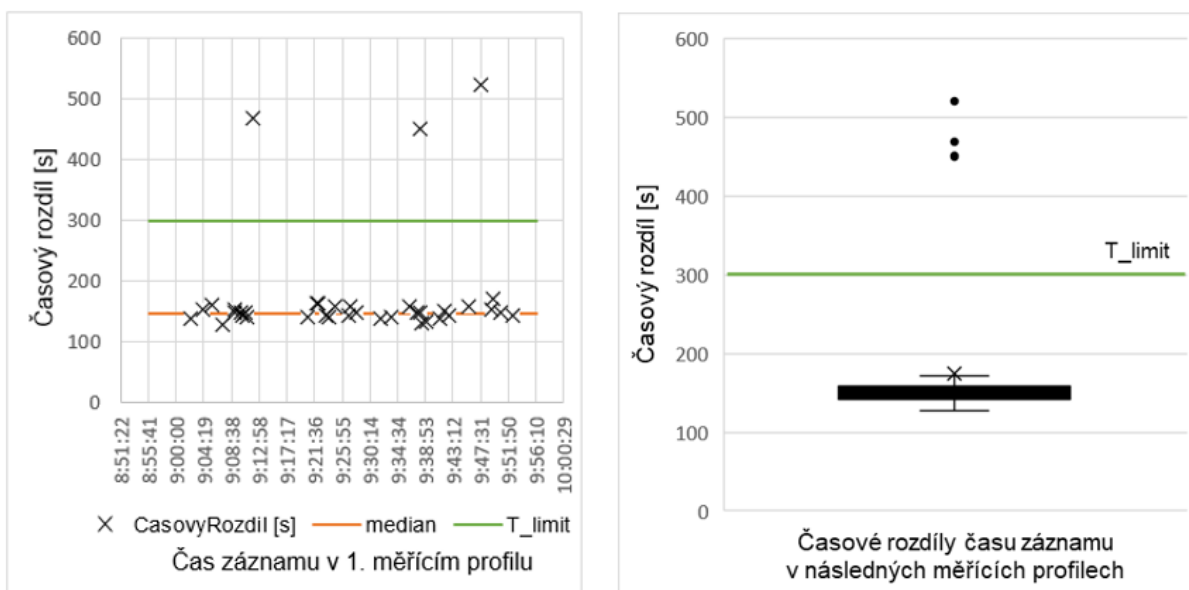
Pokud je časový rozdíl nižší než T_{limit} , oba záznamy budou zařazeny do stejné cesty.
Pokud je časový rozdíl vyšší než T_{limit} , dojde k rozdělení na dvě cesty;

6. Výjimku v případě tras vozidel v rámci zkoumané oblasti tvoří následné dvojice záznamů, u nichž oba měřicí profily patří ke stejnému měřicímu stanovišti. Pokud je v takovém případě časový rozdíl obou záznamů malý (řádově max. jednotky minut) a vyplývá z něj, že se vozidlo pohybovalo neustále v těsné blízkosti měřicího stanoviště a řidič nepřerušil jízdu z důvodu cíle své cesty, oba záznamy budou zařazeny do stejné cesty. V opačném případě dojde k rozdělení na dvě cesty.

Stanovení limitní doby T_{limit}

Stanovení T_{limit} je prováděno expertní metodou s využitím *Datové sady spárovaných dat*.

- V prvním kroku jsou pro každou relaci „Z–Do“, která spadá do relevantních oblastí Matice spárovaných dat, v *Datové sadě spárovaných dat* nalezeny všechny odpovídající dvojice následných záznamů.
- V druhém kroku jsou pro všechny takové dvojice záznamů určeny jejich časové rozdíly, tedy rozdíl času záznamu RZ v prvním a druhém měřicím profilu.
- Ve třetím kroku je pro každou relevantní relaci vypočítán medián časových rozdílů. Za předpokladu, že většina vozidel v relacích projíždí bez přerušení jízdy z důvodu cíle své cesty, medián představuje referenční dobu jízdy.
- Limitní doba jízdy T_{limit} se pak stanoví expertním odhadem na základě rozptylu hodnot časových rozdílů, se zohledněním místních specifik zkoumané oblasti, která mohou mít na dobu jízdy v dané relaci vliv – např. přítomnost železničního přejezdu, zastávky MHD apod. Vhodné je grafické znázornění, např. pomocí bodového nebo krabicového grafu, viz níže, kde odlehle hodnoty představují vozidla, která ve zkoumané oblasti zastavila z důvodu cíle své cesty [Graf 4].
- V případě, že se medián časových rozdílů během doby provádění průzkumu významně mění (např. ranní špička X polední sedlo), je třeba limitní dobu jízdy T_{limit} určit zvlášť pro takové úseky dne.



Graf 4 Stanovení T_{limit} expertní metodou – příklad využití bodového a krabicového grafu; zdroj: (vlastní)

Podoba Datové sady cest

Datová sady cest obsahuje záznamy o všech jednotlivých cestách. Aby bylo možné datovou sadu využít pro následující vyhodnocení dat popsané v dalších kapitolách, každý záznam musí mít následující parametry:

- ID cesty;
- jednoznačné identifikační údaje o vozidlu – anonymizovaná RZ, druh vozidla;
- informace o spárování/nespárování RZ;
- informace o typu cesty – tranzitní/cílová/zdrojová/vnitřní;
- seznam všech měřicích profilů, na kterých bylo vozidlo v průběhu cesty zaznamenáno, včetně času záznamů.

Potenciálně nelogické cesty a kvalita dat

Po sestavení cest je nutné provést jejich kontrolu, zda nedošlo k tvorbě cest s potenciálně nelogickými trasami. Cesty s potenciálně nelogickými trasami mohou vznikat především v případech, kdy jsou při párování dat nalezeny dvojice následných záznamů na stejném měřicím stanovišti, a to s malým časovým rozdílem (viz ilustrační příklad v tabulce níže [Tabulka 11]). Tedy pokud sestavení cest proběhlo dle kritéria č. 1, 2 nebo 6 a nedošlo k rozdělení na dvě cesty. Z tabulky níže je patrné, že v uvedeném případě dochází v rámci jedné cesty k opakování více následných záznamů z jednoho měřicího stanoviště s krátkým

časovým rozdílem. V krajním případě může dojít k vytvoření cesty, která obsahuje pouze tyto dva záznamy (cesta 2 v tabulce). Tento fakt má vliv na výsledky následného vyhodnocení, zejména se projeví v Matici přepravních vztahů a při Vyhodnocení přepravních vztahů vztaženém k měřicím profilům.

Doporučeným postupem je v první řadě ověřit, zda u nalezených potenciálně nelogických dvojic záznamů již proběhla kontrola dle popisu na konci předchozí kapitoly [Kapitola 4.4.1] (po spárování dat). Jestliže ne a zároveň je k dispozici kontrolní datová sada (např. videozáznam), je vhodné obdobnou kontrolu provést, aby byla vyloučena chyba v datech a bylo potvrzeno, že sestavená cesta odpovídá realitě. Případně, pokud dojde k jednoznačnému potvrzení chyby, aby byla opravena.

Ve druhé řadě, je nutné potenciálně nelogické cesty zohlednit při určování typu cesty, a to zejména v případě cest typu cesta 2 v tabulce níže. Jestliže je taková cesta zaznamenána na vnitřním stanovišti, bude její typ stanoven jako vnitřní cesta. Jestliže k záznamu došlo na hraničním stanovišti, není možné typ určit, protože charakter cesty neodpovídá žádné z kategorií tranzitní/zdrojová/cílová.

Ve třetí řadě, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků při dalším vyhodnocení, je doporučeno vést nelogické cesty v evidenci a při tvorbě výstupů a interpretaci vyhodnocených dat vždy uvádět informace o přítomnosti takových cest.

Tabulka 11 Ilustrační příklad cest s výskytem potenciálně nelogických tras; zdroj: (vlastní)

ID	Záznam 1	Záznam 2	Záznam 3	Záznam 4
Cesta 1	Stanoviště 1, 7:08:13	Stanoviště 2, 7:11:08	Stanoviště 2, 7:11:42	Stanoviště 3, 7:16:39
Cesta 2	Stanoviště 1, 7:16:02	Stanoviště 1, 7:16:38		

4.5 Matice přepravních vztahů

Matice přepravních vztahů neboli OD matice (origin – destination, česky matice zdrojů a cílů cest) je hlavním výstupem vyhodnocení směrových dopravních průzkumů. V přehledné podobě uvádí **počty cest** zjištěné ve zkoumané oblasti, rozdělené v relacích mezi jednotlivými měřicími stanovišti. Umožňuje tedy přímou interpretaci rozdělení celkové dopravní zátěže ve zkoumané oblasti.

Doporučená podoba Matice přepravních vztahů je k vidění v tabulce níže [Tabulka 12]. Tato podoba matice umožňuje přímou interpretaci typu cest – zda se jedná o tranzitní, cílové, zdrojové nebo vnitřní cesty. Základním časovým úsekem pro její tvorbu je celá doba provádění dopravního průzkumu, v matici jsou tedy promítnuta všechna naměřená data. Pro tvorbu matice je využita *Datová sada cest* a samotné vyplnění matice probíhá podle následujících zásad:

- každé pole Matice přepravních vztahů uvádí počet cest v odpovídající relaci měřicích stanovišť;
- součet čísel v celé Matici se musí rovnat celkovému počtu všech nalezených cest;
- cesty, při kterých bylo vozidlo zaznamenáno min. ve 2 měřicích profilech – v Matici jsou zobrazeny v polích odpovídajících relaci prvního a poslední měřicího stanoviště, na kterých bylo vozidlo v rámci dané cesty zaznamenáno;
- cesty, při kterých bylo vozidlo zaznamenáno pouze v 1 měřicím profilu – v Matici jsou zobrazeny v řádku „cíl uvnitř oblasti“ nebo „zdroj uvnitř oblasti“, a to dle toho, zda k záznamu došlo v měřicím profilu „in“ nebo „out“. Pokud k záznamu vozidla došlo na vnitřním měřicím stanovišti, je cesta automaticky zobrazena ve sloupci „cíl uvnitř oblasti“;
- potenciálně nelogické cesty identifikované po sestavení cest (viz závěr předchozí kapitoly) se v matici přepravních vztahů mohou promítnout na hlavní diagonále. A to v případě, že jde o cesty s právě 2 záznamy (viz cesta 2 v ilustrační tabulce výše [Tabulka 11]).

Tabulka 12 Zobecněná Matice přepravních vztahů; zdroj: (vlastní)

Z \ Do		hraniční měřicí stanoviště				vnitřní měřicí stanoviště				cíl uvnitř oblasti
		stanoviště 1	stanoviště 2	...	stanoviště N	stanoviště 1	stanoviště 2	...	stanoviště N	
hraniční měřicí stanoviště	stanoviště 1	tranzitní cesty				cílové cesty				
	stanoviště 2									
	...									
	stanoviště N									
vnitřní měřicí stanoviště	stanoviště 1	zdrojové cesty				vnitřní cesty				
	stanoviště 2									
	...									
	stanoviště N									
zdroj uvnitř oblasti										

4.6 Vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům

Vyhodnocení přepravních vztahů z pohledu jednotlivých měřicích profilů potažmo stanovišť představuje základní doplněk k Matici přepravních vztahů. Cílem je přehledně zobrazit dostupné informace o směrovosti dopravní zátěže a přepravních vztazích ve vztahu přímo k místům na silniční síti, kde sběr dat probíhal, tzn. jde o místa, v jejichž blízkém okolí je na základě směrového průzkumu možné nejpřesněji vyvozovat závěry o stavu dopravní zátěže.

Vyhodnocují se především tři základní parametry:

- směrové rozložení dopravní zátěže na silniční síti v těsné blízkosti měřicího stanoviště;
- rozložení dopravní zátěže dle typu cest – poměr tranzitní, zdrojové, cílové a vnitřní dopravy;
- poměr spárovaných a nespárovaných RZ.

Všechny uvedené parametry lze při vyhodnocení vztahovat jak k měřicím stanovištím jako celku, tak k dílčím měřicím profilům. Volbu je třeba provést na základě specifických požadavků konkrétního směrového průzkumu a specifik zkoumané oblasti.

Základní časové období pro vyhodnocení jsou hodinové intervaly a celá doba provádění průzkumu.

Směrové rozložení dopravní zátěže na silniční síti v těsné blízkosti měřicího stanoviště

V každém měřicím profilu je třeba pro všechny záznamy o průjezdech vozidel vyhodnotit, z jakého směru vozidla do měřicího profilu přijela a kam v jízdě pokračovala. Vzor vyhodnocení ukazuje následující tabulka [Tabulka 13], která v jednotlivých polích zobrazuje počty vozidel, které byly v příslušném směru zaznamenány. Pro získání podrobnějších výsledků se vyhodnocení provede zvlášť pro příjezd do měřicího profilu a zvlášť pro následné pokračování jízdy, vzniknou tedy dvě tabulky. Uvedené tabulky indikují konkrétní komunikace v reálné silniční síti, po kterých se vozidlo v blízkosti měřicích profilů s vysokou pravděpodobností pohybovalo.

Zásady vyplnění tabulek:

- sloupec „měřicí stanoviště/profil“ – zde budou zobrazena vozidla, u kterých je možné dohledat (v *Datové sadě cest*) poslední předcházející nebo první následující měřicí profil, na kterém bylo dané vozidlo zaznamenáno. Vozidla budou zobrazena v příslušné tabulce (tabulka příjezdů / následného pokračování jízdy) ve sloupci odpovídajícím zjištěnému měřicímu profilu;
- sloupec „vně oblasti“ v tabulce příjezdů – počet vozidel, která byla zaznamenána na měřicích profilech „in“; nenulovou hodnotu bude obsahovat pouze při vyhodnocování měřicích profilů typu „in“;
- sloupec „vně oblasti“ v tabulce následného pokračování jízdy – počet vozidel, která byla zaznamenána na měřicích profilech „out“; nenulovou hodnotu bude obsahovat pouze při vyhodnocování měřicích profilů typu „out“;
- sloupec „uvnitř oblasti“ – počet vozidel, u kterých v rámci cesty nebyl zaznamenán předchozí (tabulka příjezdů) / následující (tabulka následného pokračování jízdy) měřicí profil, ale prokazatelně se pohybovaly uvnitř oblasti.

Dále je proveden souhrn za celá měřicí stanoviště. Cílem je v tomto bodě získat přehledné celkové informace o reálném rozložení intenzit na silniční síti v blízkém okolí měřicích stanovišť. Využita bude opět struktura uvedená v tabulce níže [Tabulka 13] a dále budou intenzity zobrazeny v mapovém podkladu.

Tabulka 13 Zobecněná tabulka vyhodnocení rozložení dopravní zátěže v blízkosti měřicích profilů / stanovišť; zdroj: (vlastní)

	směrnost vozidel zaznamenaných ve vyhodnocovaném měřicím profilu/stanovišti									
	měřicí stanoviště, příp. profil								Vně oblasti	Uvnitř oblasti
	in/out 1	in/out 2	...	in/out N	inside 1	inside 2	...	inside N		
vyhodnocovaný měřicí profil/stanoviště										

Rozložení dopravní zátěže dle typu cest

Ke všem záznamům o průjezdech vozidel na daném měřicím profilu/stanovišti bude dle *Datové sady cest* určeno, k jakému typu cesty vozidla záznam náležel – zda šlo o tranzitní, zdrojovou, cílovou nebo vnitřní cestu. Struktura vyhodnocení pro každý měřicí profil, příp. stanoviště, pak bude odpovídat vzoru uvedenému v tabulce níže [Tabulka 14]. Tabulka obsahuje reálné počty nebo procentuální vyjádření rozdělení typů cest za časovou jednotku.

Tabulka 14 Zobecněná tabulka vyhodnocení rozložení dopravní zátěže dle typu cest; zdroj: (vlastní)

		typ cesty			
		tranzitní	zdrojová	cílová	vnitřní
vyhodnocovaný měřicí profil/stanoviště	typ in/out				
	typ inside				

Poměr spárovaných a nespárovaných RZ

Ke všem záznamům o průjezdech vozidel na daném měřicím profilu/stanovišti bude dle *Datové sady cest* určeno, zda daný záznam obsahuje spárovanou nebo nespárovanou RZ. Struktura vyhodnocení pro každý měřicí profil, příp. stanoviště, pak bude odpovídat vzoru uvedenému

v tabulce níže [Tabulka 15Tabulka 14]. Tabulka obsahuje reálné počty nebo procentuální vyjádření rozdělení typů cest za časovou jednotku.

*Tabulka 15 Zobecněná tabulka vyhodnocení poměru spárovaných a nespárovaných RZ;
zdroj: (vlastní)*

	spárované RZ	nespárované RZ
vyhodnocovaný měřicí profil/stanoviště		

Popis datové sady pro vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům

Struktura datové sady, která je vstupem pro tvorbu výše uvedených tabulek, vychází ze struktury surových dat (s náhradou RZ anonymním jednoznačným identifikátorem). Doplněny jsou vybrané údaje z *Datové sady cest*. Každý záznam v datové sadě pro vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům obsahuje následující informace:

- ID, čas, anonymizovaná RZ, kategorie vozidla, měřicí profil – informace dle datové sady surových dat;
- informace o předchozím pohybu vozidla – identifikace posledního přecházejícího měřicího profilu, „vně oblasti“, „uvnitř oblasti“;
- informace o pokračování pohybu vozidla – identifikace následujícího měřicího profilu „vně oblasti“, „uvnitř oblasti“;
- informace o spárování/nespárování RZ;
- informace o typu cesty – tranzitní/cílová/zdrojová/vnitřní.

Potenciálně nelogické cesty a kvalita dat

Potenciálně nelogické cesty identifikované při sestavování *Datové sady cest* mají vliv zejména na vyhodnocení směrového rozložení dopravní zátěže na silniční síti v těsné blízkosti měřicího profilu. U takových cest je nutné opakované záznamy vozidla na stejných stanovištích v průběhu jedné cesty (problematika opakovaných záznamů je blíže popsána v oddílu *Potenciálně nelogické cesty a kvalita dat* v kapitole výše [Kapitola 4.4.2]). Opakované záznamy na měřicích stanovištích budou považovány za jeden záznam, aby při určování předcházejících a následujících měřicích profilů nedošlo k určení měřicího profilu na stejném měřicím stanovišti jako je právě vyhodnocované.

4.7 Vyhodnocení dob pobytu

Cílem vyhodnocení dob pobytu je zjistit krátkodobou cílovou dopravu v území. Toto vyhodnocení není nezbytné provádět při každém směrovém průzkumu, je prováděno v případě, že ho vyžaduje záměr směrového průzkumu nebo charakter konkrétní zkoumané oblasti.

Krátkodobá cílová doprava zahrnuje vozidla, která v průběhu průzkumu vjela do zkoumané oblasti, uvnitř oblasti přerušila jízdu a v průběhu průzkumu posléze opět oblast opustila. Vyhodnocení je v základu prováděno pro zkoumanou oblast jako celek, nicméně může být provedeno i v podrobnějším pohledu na dílčí lokality uvnitř zkoumané oblasti (tyto lokality musí být vymezeny měřicími profily na své hranici, aby bylo možné jednoznačně určit, která vozidla se uvnitř lokality pohybovala). Vyhodnocení dob pobytu je prováděno v základu za celou dobu průzkumu, podrobnější časové členění je možné v závislosti na specifikách průzkumu a zkoumané oblasti.

Vyhodnocení dob pobytu je prováděno následovně:

- v *Datové sadě spárovaných dat* jsou zjištěny všechny záznamy, které odpovídají relacím měřicích profilů relevantním pro vyhodnocení dob pobytu; tyto relevantní relace uvádí tabulka níže [Tabulka 16];
- u vybraných záznamů je posouzen časový rozdíl; pokud je časový rozdíl větší než limitní doba T_{limit} pro odpovídající relaci měřicích profilů, dané vozidlo je součástí krátkodobé cílové dopravy;
- vozidlům krátkodobé cílové dopravy je stanovena doba pobytu v oblasti vymezené měřicími profily, mezi kterými se konkrétní vozidlo pohybovalo; doba pobytu se rovná časovému rozdílu obou spárovaných záznamů po odečtení limitní doby T_{limit} . Takto vypočítaná doba pobytu je mírně (v řádu minut) nadhodnocená, protože odečítaná limitní doba T_{limit} představuje dobu jízdy přímou trasou mezi měřicími profily, nicméně vozidlo se pravděpodobně reálně pohybovalo po odlišné trase. Skutečnou trasu vozidla vzhledem k pevnému rozmístění měřicích profilů směrového průzkumu není možné zjistit.

Tabulka 16 Zobecněná tabulka relevantních měřicích profilů pro vyhodnocení dob pobytu;
zdroj: (vlastní)

Do Z		výjezd				vnitřní			
		out 1	out 2	...	out N	inside 1	inside 2	...	inside N
vjezd	in 1								
	in 2								
	...								
	in N								
vnitřní	inside 1								
	inside 2								
	...								
	inside N								

Podoba Datové sady vyhodnocených dob pobytu:

- ID doby pobytu;
- jednoznačné identifikační údaje o vozidlu – anonymizovaná RZ, druh vozidla;
- identifikace obou měřicích profilů, mezi kterými vozidlo přerušilo jízdu z důvodu cíle své cesty, včetně časů záznamu vozidla v obou měřicích profilech;
- doba pobytu.

Potenciálně nelogické doby pobytu a kvalita dat

Pokud budou výpočtem zjištěny nelogicky krátké doby pobytu (v řádu jednotek minut), je třeba přehodnotit, zda taková doba pobytu dává vzhledem ke specifikům konkrétní zkoumané oblasti smysl. Jestliže ne, je třeba daný záznam z *Datové sady vyhodnocených dob pobytu* vyloučit. Na uvedený spárovaný záznam je naopak nutné dále pohlížet jako na součást jedné cesty vozidla a zařadit ho jako cestu do *Datové sady cest* (přestože doba jízdy je vyšší než T_{limit}).

4.8 Vyhodnocení zájmových tras

Cílem vyhodnocení zájmových tras je určit dopravní zátěž na těchto trasách. Zájmová trasa je vytyčena sledem minimálně dvou měřicích profilů. Do vyhodnocení vstupují pouze vozidla, která projela zájmovou trasou bez přerušování jízdy z důvodu cíle cesty. Vozidla, která během průjezdu mezi měřicími profily zastavila z důvodu cíle své cesty, nejsou do vyhodnocení zahrnuta z důvodu, že se po zkoumané oblasti s vysokou pravděpodobností pohybovala po trasách odlišných od zájmové trasy. Toto vyhodnocení není nezbytné provádět při každém směrovém průzkumu, je prováděno v případě, že ho vyžaduje záměr směrového průzkumu nebo charakter konkrétní zkoumané oblasti.

Vyhodnocení zájmových tras je prováděno následovně:

- jsou stanoveny zájmové trasy ve zkoumané oblasti, které jsou určeny sledem alespoň dvou měřicích profilů. Určení tras probíhá dle specifik záměru směrového průzkumu, charakteru oblasti a dopravní zátěže zjištěné v Matici přepravních vztahů, případně v Matici spárovaných dat. Při určování zájmových tras je nutné zohlednit relevantní možné kombinace měřicích profilů definovaných tabulkou níže [Tabulka 17];
- v *Datové sadě cest* jsou zjištěny všechny záznamy, ve kterých cesta vozidla minimálně v určité její části probíhala po zájmové trase. Tyto záznamy jsou přesunuty do *Datové sady zájmových tras*, s identifikátorem konkrétní zájmové trasy;

Závěrečným krokem vyhodnocení je stanovení jízdní doby v určené trase a na základě znalosti délky trasy pak výpočet průměrné rychlosti vozidla.

Tabulka 17 Zobecněná tabulka relevantních dvojic měřicích profilů pro vyhodnocení zájmových tras; zdroj: (vlastní)

Z \ Do		výjezd				vnitřní			
		out 1	out 2	...	out N	inside 1	inside 2	...	inside N
výjezd	in 1	■							
	in 2		■						
	...			■					
	in N				■				
vnitřní	inside 1					■			
	inside 2						■		
	...							■	
	inside N								■

Podoba *Datové sady zájmových tras*:

- ID zájmové trasy;
- jednoznačné identifikační údaje o vozidlu – anonymizovaná RZ, druh vozidla;
- identifikace všech měřicích profilů, mezi kterými vozidlo projelo a které jsou součástí konkrétní zájmové trasy, včetně časů záznamu vozidla v těchto měřicích profilech;
- jízdní doba;
- průměrná rychlost.

Potenciálně nelogické trasy a kvalita dat

Potenciálně nelogické trasy zjištěné v *Datové sadě cest* (viz popis v kapitole výše [Kapitola 4.4.2]) nemají na vyhodnocení zájmových tras významný vliv. Při zařazení potenciálně nelogické cesty do *Datové sady zájmových tras* je třeba vést takovou cestu v evidenci, z důvodu interpretace zejména jízdních dob a cestovních rychlostí, které mohou být ovlivněny z důvodu opakovaných záznamů na stejném měřicím stanovišti.

5 Návrh nástroje pro efektivní vyhodnocování směrových průzkumů

5.1 Vybrané SW prostředí

Pro návrh nástroje pro efektivní vyhodnocování směrových dopravních průzkumů, který bude implementovat navrženou metodiku, byl zvolen programovací jazyk R v SW prostředí RStudio. Jedná se o široce rozšířené a rozvíjející se prostředí, které podporuje zpracování dat a statistické výpočty, zároveň je volně dostupné a na webu je k němu dohledatelná veškerá uživatelská podpora, kterou vytváří především silná komunita uživatelů.

Mezi další důvody, proč bylo zvoleno prostředí jazyka R, patří možnost naprogramování vyhodnocovacího nástroje tak, aby při samotném zpracování a vyhodnocování dat vyžadoval minimální obsluhu uživatelem, stejně tak samotné zpracování a vyhodnocení dat je pak časově nenáročné. Z tohoto důvodu je pro reálné používání z autorčina pohledu vhodnější než tabulkové SW typu Excel. Vliv na výběr jazyka R měla i míra autorčiny zkušenosti s tímto prostředím, oproti dalším programovacím jazykům a statistickým SW typu MATLAB apod.

Rizikem, které s sebou návrh nástroje v R nese, je především nutnost jeho programového odladění tak, aby byl univerzálně využitelný pro různé konkrétní směrové průzkumy bez nutnosti zásahů přímo do samotného kódu. To je třeba vzhledem k dosažení časové nenáročnosti vyhodnocování průzkumů, také je třeba brát v úvahu fakt, že nelze předpokládat, že běžní uživatelé budou mít znalosti v R, aby případné úpravy kódu mohli efektivně provádět.

5.2 Popis datové sady využité pro tvorbu nástroje pro vyhodnocování směrových průzkumů

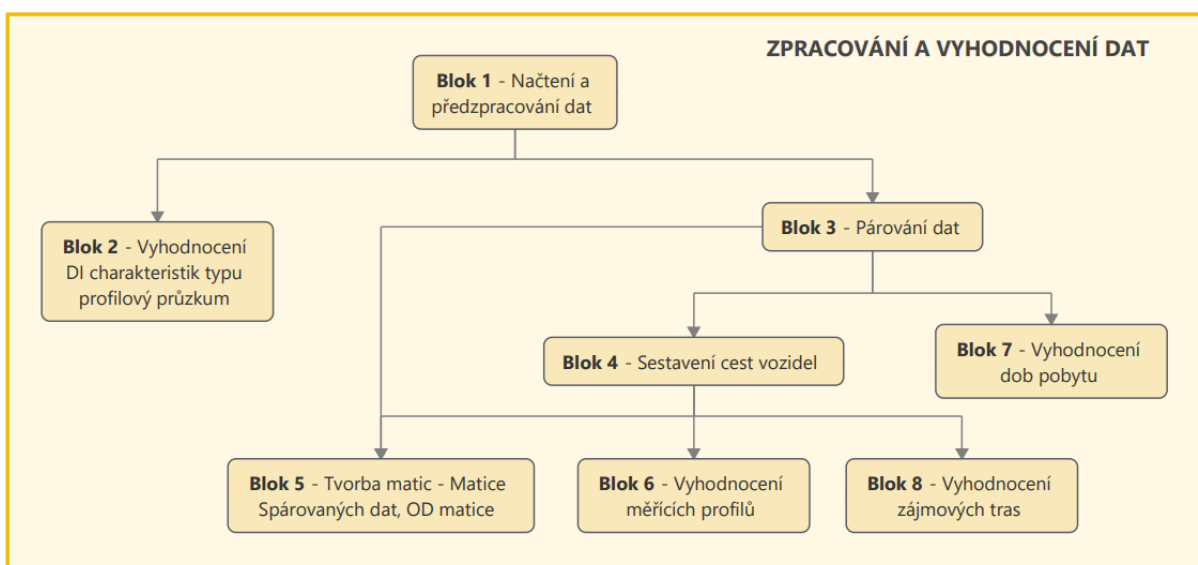
Nástroj byl navrhován s využitím datové sady z reálného směrového průzkumu provedeného 18. 9. 2021 v obci Dobřichovice. Datová sada obsahuje data z 6 stanovišť, z toho 4 stanoviště (A, B, C, D) se nacházela na hranici zkoumané oblasti, 2 stanoviště (E, F) pak byla vnitřní. Každé stanoviště sestávalo ze dvou měřících profilů, jeden profil pro každý směr jízdy. Vzhledem k rozsahu dat byla pro návrh a kalibraci nástroje pouze data z časového rozmezí 9:00–10:00. Data byla k dispozici ve formě jednotlivých souborů .csv (1 soubor pro každý měřící profil). Struktura dat odpovídala požadované struktuře surových dat dané Metodikou [Kapitola 4.2], s tím, že u záznamů z některých stanovišť chyběla informace o druhu vozidla. Ukázka dat je vidět v tabulce níže (Tabulka 18).

Tabulka 18 Datová sada Dobřichovice – ukázka surových dat z měřicího profilu A1; zdroj: (vlastní)

ID	Licence plate	Category	Stanoviště	Absolut_t
1772	6AF5732	CAR	A1	9:00:05
1776	2AM9351	CAR	A1	9:00:08
1772	6AF5732	CAR	A1	9:00:07
1776	2AM9351	CAR	A1	9:00:08
1530	7AT3368	CAR	A1	9:25:49
3	2SH6499	VAN	A1	9:00:23
4	2SI2720	CAR	A1	9:00:25

5.3 Implementace algoritmu navrženého v metodice v programovacím jazyce R

Vyhodnocovací nástroj byl programován ve struktuře osmi na sebe navazujících bloků, které jsou přehledně zobrazené na obrázku níže [Obrázek 8] a následně ve strukturované podobě samostatně popsané v kapitolách 5.3.1–5.3.8. Plná verze skriptu vzhledem ke svému rozsahu není součástí těla diplomové práce, je k vidění v Příloze 2.



Obrázek 8 Schéma struktury bloků algoritmu vyhodnocovacího nástroje; zdroj: (vlastní)

Struktura bloků vychází ze schématu uvedeného výše v kapitole Metodiky [Obrázek 7], a to následujícím způsobem:

- Blok 1 – obsahuje krok Metodiky *Sloučení dat ze všech měřících profilů do 1 souboru*;
- Blok 2 – obsahuje krok Metodiky *Vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum*;

- Blok 3 – obsahuje kroky Metodiky *Párování dat, Expertní zhodnocení doby jízdy vozidel mezi po sobě následujícími profily* (částečně) a *Stanovení T_{limit}* ;
- Blok 4 – obsahuje kroky Metodiky *Sestavení cest dle T_{limit} a Kontrola nalezených cest*;
- Blok 5 – obsahuje kroky Metodiky *Expertní zhodnocení doby jízdy vozidel mezi po sobě následujícími profily* (částečně) a *Matice přepravních vztahů*;
- Blok 6 – obsahuje krok Metodiky *Vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům*;
- Blok 7 – obsahuje krok Metodiky *Vyhodnocení dob pobytu*;
- Blok 8 – obsahuje krok Metodiky *Vyhodnocení zájmových tras*.

Po provedení každého bloku vyhodnocovací nástroj provádí automatický export relevantních výstupů ve formátu .csv, případně v jiném vhodném formátu. Tyto výstupy mohou být dále využívány mimo prostředí RStudio, např. v SW typu MS Excel. Zachování možnosti další práce s daty v tabulkových SW je vzhledem k běžným uživatelským zkušenostem prioritou. Na základě Metodiky jsou exportovány:

- datové sady připravené pro interpretaci a případné další vyhodnocení dat;
- dílčí výstupy v tabulkové, případně maticové podobě.

Skript byl psán se záměrem maximálně proces zpracování a vyhodnocení dat zautomatizovat, tzn. minimalizovat nutný počet zásahů uživatele do procesu. A to jak ve smyslu nutných úprav samotného kódu – cílem bylo vytvořit nástroj, který bude využitelný pro zpracování a vyhodnocení směrových dopravních průzkumů s různým počtem a umístěním měřicích profilů ve zkoumané oblasti. Stejně tak bylo smyslem minimalizovat uživatelské zásahy a „kooperaci uživatele s vyhodnocovacím nástrojem“ v průběhu vyhodnocení – cílem bylo, aby vyhodnocovací nástroj byl co nejvíce schopen pracovat samostatně. Nicméně vzhledem k faktu, že každý směrový dopravní průzkum je do určité míry specifický vzhledem ke zkoumané oblasti a počtu a rozmístění měřicích profilů, určitá spolupráce uživatele je vyžadovaná. Jedná se o nutnost dodání požadovaných vstupních dat a dále o základní obsluhu vyhodnocovacího nástroje, jak je popsáno následovně:

Požadovaná vstupní data:

- datové sady surových dat z jednotlivých měřicích profilů ve formátu .csv ve struktuře dat stanovené metodikou;
- konkrétní znění názvů sloupců a konkrétního znění užívaného označení kategorií vozidla v datových sadách;

- v příkladu datové sady uvedené v tabulce výše [Tabulka 18] jde o *ID, Licence plate, Category, Stanoviště, Absolut_t* pro názvy sloupců a o *CAR, VAN, LGT, HVT, BUS* pro kategorie vozidla;
- názvy měřicích profilů užívaných v datových sadách, jejich příslušnost k měřicím stanovištím a umístění ve vztahu ke zkoumané oblasti, a to v logice uvedené na následující tabulce [Tabulka 19]:

Tabulka 19 Logika zadání měřicích profilů, stanovišť a polohy vzhledem k území (konkrétní počet, označení a umístění profilů a stanovišť může být odlišný); zdroj: (vlastní)

profil	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2
stanoviště	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
poloha	in	out	in	out	in	out	in	out	uvnitř	uvnitř	uvnitř	uvnitř

- matice reálných vzdáleností (v metrech) mezi jednotlivými dvojicemi měřicích profilů pro relace, u nichž bude probíhat vyhodnocování tras (viz [Tabulka 35] níže v bloku Vyhodnocení zájmových tras [Kapitola 5.3.8]);
- cesta k umístění zdrojových souborů na disku.

Základní obsluha vyhodnocovacího nástroje:

Nástroj byl programován se zaměřením na účel zpracování a vyhodnocování dat, tvorba uživatelského rozhraní nebyla primárním cílem, tudíž výsledkem je skript, který je spouštěn uživatelem v SW prostředí RStudio. Obsluha tedy zahrnuje:

- zadání výše definovaných vstupů;
- spouštění skriptu po jednotlivých blocích v prostředí RStudio;
- stanovení limitních dob T_{lim} na základě podkladů vygenerovaných vyhodnocovacím nástrojem – blíže popsáno v níže v bloku Párování dat [Kapitola 5.3.3].

5.3.1 Blok 1 – Načtení a předzpracování dat

Vstupní datovou sadou pro blok 1 jsou datové sady z jednotlivých měřicích profilů ve struktuře stanovené Metodikou (příklad je v tabulce výše [Tabulka 18]) a další průvodní informace k těmto datovým sadám, jak jsou popsány v předchozí kapitole [Kapitola 5.3].

V první fázi je nutné před spuštěním vyhodnocovacího nástroje do R skriptu zadat všechny výše popsané vstupy. Po spuštění prvního bloku vyhodnocovacího nástroje proběhne načtení všech souborů .csv se surovými daty a jejich předzpracování. Cílem předzpracování je provést kontrolu dat a připravit soubory pro další zpracování a vyhodnocení, které je prováděné univerzálním algoritmem již bez závislosti na konkrétní podobě surových dat. Předzpracování zahrnuje:

- přejmenování sloupců surových dat;
- úprava časového formátu;
- změna názvů kategorií vozidla;
- odebrání záznamů v případě chybějících klíčových parametrů – RZ, čas – bez těchto parametrů nelze záznam vyhodnotit;
- kontrola, zda data neobsahují duplicitu nebo vícenásobné záznamy stejného průjezdu vozidla a jejich odstranění.

Ohledně změny názvů kategorií vozidla v současné chvíli vyhodnocovací nástroj pracuje se 3 kategoriemi – OA, NA a BUS. Toto rozdělení vychází ze zkušenosti se surovými daty vzniklými rozpoznáním RZ z videozáznamu pomocí konkrétního software, který s vysokou spolehlivostí poskytuje informace právě o těchto třech kategoriích. Do budoucna je možné vyhodnocovací nástroj upravit a kategorie vozidel rozšířit.

Na závěr dochází k seřazení dat v jednotlivých souborech surových dat dle času a k tvorbě sloučené datové sady *SloucenaData*, která obsahuje záznamy ze všech měřicích profilů seřazené dle času.

Výstupy z bloku 1, které jsou exportovány ve formátu .csv, jsou:

- předzpracované datové sady z jednotlivých měřicích profilů (výřez je k vidění v tabulce níže [Tabulka 20]);
- sloučená datová sada *SloucenaData* obsahující záznamy ze všech měřicích profilů (výřez je k vidění v tabulce níže [Tabulka 21]).

Tabulka 20 Předzpracovaná datová sada – příklad měřicího profilu A1; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	DruhVozidla	Profil	Cas
1	6AF5732	OA	A1	9:00:05
2	2AM9351	OA	A1	9:00:08
3	2SH6499	OA	A1	9:00:23
4	2SI2720	OA	A1	9:00:25
5	6U16746	OA	A1	9:00:28

Tabulka 21 Sloučená předzpracovaná data – příklad dat ze všech měřicích profilů; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	DruhVozidla	Profil	Cas
5	4ST4686		F2	9:00:09
6	1AP4743	OA	B2	9:00:10
7	1AU7475	OA	A2	9:00:17
8	8AM9952	OA	A2	9:00:21
9	2SH6499	OA	A1	9:00:23

5.3.2 Blok 2 – Vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum

Vstupní datovou sadou pro blok 2 jsou předzpracovaná surová data z jednotlivých měřicích profilů, která jsou výstupem bloku 1 (příklad je v tabulce výše [Tabulka 20]).

Popsaná vstupní datová sada je dle Metodiky zároveň jedním z výstupů bloku Vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum (viz Kapitola 3.4.1 v Metodice), protože jde již o datovou sadu, která je bez nutnosti dalších úprav připravená pro interpretaci a případné další vyhodnocení dat. Naprogramovaný vyhodnocovací nástroj zde toto další vyhodnocení dat provádí – vytváří dílčí výstupy v tabulkové podobě, které zobrazují intenzity a skladbu dopravního proudu v jednotlivých měřicích profilech a v souhrnu za celá měřicí stanoviště. Struktura uvedených tabulek je následující a je k vidění v tabulce níže [Tabulka 22]:

- sloupec *Hodina* – výpis všech hodin dne ve zjednodušeném číselném formátu 6, 7, 8 atd., tedy 6:00:00–7:00:00, 7:00:00–8:00:00, 8:00:00–9:00:00. V dalších sloupcích jsou vyplněné hodnoty jen v případě, že z uvedené hodiny jsou v daném měřicím profilu/stanovišti k dispozici data z průzkumu;
- sloupec *Profil* – měřicí profil, kterého se vyhodnocení týká;
- sloupec *Celkem [-]* – intenzita dopravy v daném profilu a hodině;
- sloupec *Celkem [%]* – vždy hodnota 100, jedná se o referenční hodnotu pro procentuální podíl skladby dopravního proudu;
- sloupce *OA [-]*, *OA [%]*, *NA [-]*, *NA [%]*, *BUS [-]*, *BUS [%]* – skladba dopravního proudu, jak v celočíselném počtu vozidel, tak procentuálně vztažená k celkové intenzitě dopravy v daném profilu a hodině;
- tabulky dále obsahují řádek *CELKEM* se souhrnnými součty za celou dobu průzkumu v daném měřicím profilu/stanovišti;
- a řádek *POZNÁMKA*, který obsahuje upozornění na případné chybějící údaje o druhu vozidla, které mohou vést k zavádějícím informacím o skladbě dopravního proudu.

Výstupy z bloku 2, které jsou exportovány ve formátu .csv, jsou:

- předzpracované datové sady z jednotlivých měřicích profilů (jak již bylo řečeno, fakticky se jedná již o výstup bloku 1, k vidění je v tabulce v přechodí kapitole [Tabulka 20]);
- tabulky s vyhodnocením intenzit a skladby dopravního proudu v jednotlivých měřicích profilech a souhrnně pro celá měřicí stanoviště. Jeden exportovaný .csv soubor obsahuje všechny tabulky týkající se jednoho stanoviště, tedy postupně všechny měřicí profily daného stanoviště a následně jejich souhrn za celé stanoviště (souhrn je ve sloupci *Profil* označen slovem „Sloucene“). Název exportovaného .csv souboru obsahuje název měřicího stanoviště. Výřez exportované tabulky je k vidění níže [Tabulka 22]. Data v této ukázce obsahuje pouze řádek 9. hodiny, důvodem je, že pro tvorbu algoritmu byla využita datová sada omezená pouze hodinovým časovým rozmezím 9:00 – 10:00.

Tabulka 22 Ukázka tabulky vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum; zdroj: (vlastní)

Hodina	Profil	Celkem [-]	Celkem [%]	OA [-]	OA [%]	NA [-]	NA [%]	BUS [-]	BUS [%]
7	A2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	A2	0	0	0	0	0	0	0	0
9	A2	141	100	138	97,87	3	2,13	0	0
10	A2	0	0	0	0	0	0	0	0
11	A2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	A2	0	0	0	0	0	0	0	0
13	A2	0	0	0	0	0	0	0	0
CELKEM	A2	141	100	138	97,87	3	2,13	0	0
POZNAMKA									
7	Sloucene	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Sloucene	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Sloucene	476	100	460	96,64	13	2,73	2	0,42
10	Sloucene	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Sloucene	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Sloucene	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Sloucene	0	0	0	0	0	0	0	0
CELKEM	Sloucene	476	100	460	96,64	13	2,73	2	0,42
POZNAMKA	Data obsahují chybející údaje ve sloupci Druh Vozidla	Pocet chybejících údajů		Procento chybejících údajů	0,21				

5.3.3 Blok 3 – Párování dat

Vstupní datovou sadou pro blok 3 je datová sada *SloucenaData*, která obsahuje předzpracovaná surová data ze všech měřicích profilů. Jedná se o výstup bloku 1, příklad je možné vidět v tabulce výše [Tabulka 21].

Jádrem bloku 3 je spárování dat. Datová sada *SloucenaData* je setříděna podle RZ a dále podle času. Následně je pro každý záznam (řádek) zjišťováno, zda se daná RZ vyskytuje v datové sadě vícekrát. Pokud ano, je dle zaznamenaného času určen první následující měřicí profil a zjištěn časový rozdíl záznamu RZ na obou měřicích profilech. Oba údaje (následující měřicí profil a časový rozdíl) jsou evidovány ve spárované datové sadě *SloucenaData*, a to v řádku prvního z dvojice následných záznamů RZ. Výsledek párování je možné vidět tabulce níže [Tabulka 23].

Datová sada *SloucenaData* je jednak uchována pro pozdější využití, a to pro:

- tvorbu matice spárovaných dat v bloku 5 [Kapitola 5.3.5];
- vyhodnocení měřicích profilů v bloku 6 [Kapitola 5.3.6];
- vyhodnocení dob pobytu v bloku 7 [Kapitola 5.3.7];

dále je přímo v rámci bloku 3 využita pro provedení expertní metody s cílem určit T_{limit} . Nicméně vzhledem k tomu, že území, ve kterých jsou směrové průzkumy prováděny, jsou jedinečné oblasti se specifickým uspořádáním komunikací a dopravní zátěží a návrh vyhodnocovacího nástroje vychází pouze z dat z jednoho konkrétního směrového průzkumu, nebylo shledáno smysluplným snažit se algoritmus určení T_{limit} zobecnit tak, aby byl s jistotou univerzálně použitelný. Namísto toho cílem bloku 3 je T_{limit} navrhnout a dodat uživateli všechny potřebné podklady, aby mohl sám provést případnou korekci T_{limit} dle vlastního uvážení.

Navržení T_{limit} expertní metodou je provedeno ve dvou krocích. V prvním kroku jsou určeny relevantní dvojice měřicích profilů (relace), u kterých má logický smysl expertní metodu využít. Určení relevantních dvojic profilů probíhá dle zásad uvedených v Metodice [Kapitola 4.4.2]. Pro následné dvojice měřicích profilů na stejném stanovišti je T_{limit} stanoven na 180 s, tedy 3 min. Během této doby vozidla stihnou provést manévry otáčení a zároveň v době kratší než 3 minuty není pravděpodobné, že by řidič stihl přerušit jízdu z důvodu cíle své cesty.

V druhém kroku došlo pro každou relevantní dvojici měřicích profilů k vytvoření tabulky všech záznamů v dané relaci, ukázka je k vidění na tabulce níže [Tabulka 24]. Na základě těchto tabulek jsou vytvořeny grafy, které pro každou relaci zobrazují časový rozdíl záznamů, příklad

grafu je vidět níže [Graf 5]. Pro každou relaci je vypočítán medián hodnot časových rozdílů a na základě mediánu je dle zkušenosti autorky s datovými sadami z více provedených průzkumů navržen následující algoritmus výpočtu T_{limit} :

- pokud platí $median \leq 3 \text{ min}$, pro výpočet T_{limit} platí: $T_{limit} = 3 \cdot median$;
- pokud platí $3 < median \leq 5 \text{ min}$, pro výpočet T_{limit} platí: $T_{limit} = 2 \cdot median$;
- pokud platí $median > 5 \text{ min}$, pro výpočet T_{limit} platí: $T_{limit} = 1,5 \cdot median$;

Obě hodnoty (medián i navržený T_{limit}) jsou pak přidány do grafů.

Hodnoty navržených T_{limit} jsou následně zobrazeny v přehledné matici navržených T_{limit} , která obsahuje všechny relevantních relací (viz tabulka níže [Tabulka 25]). Tato matice tvoří hlavní výstup bloku 3 – Párování dat a v ní následně uživatel na základě vlastní úvahy a dalších podkladů dodaných vyhodnocovacím nástrojem provede případné korekce T_{limit} .

Následuje přehledný soupis výstupů z bloku 3:

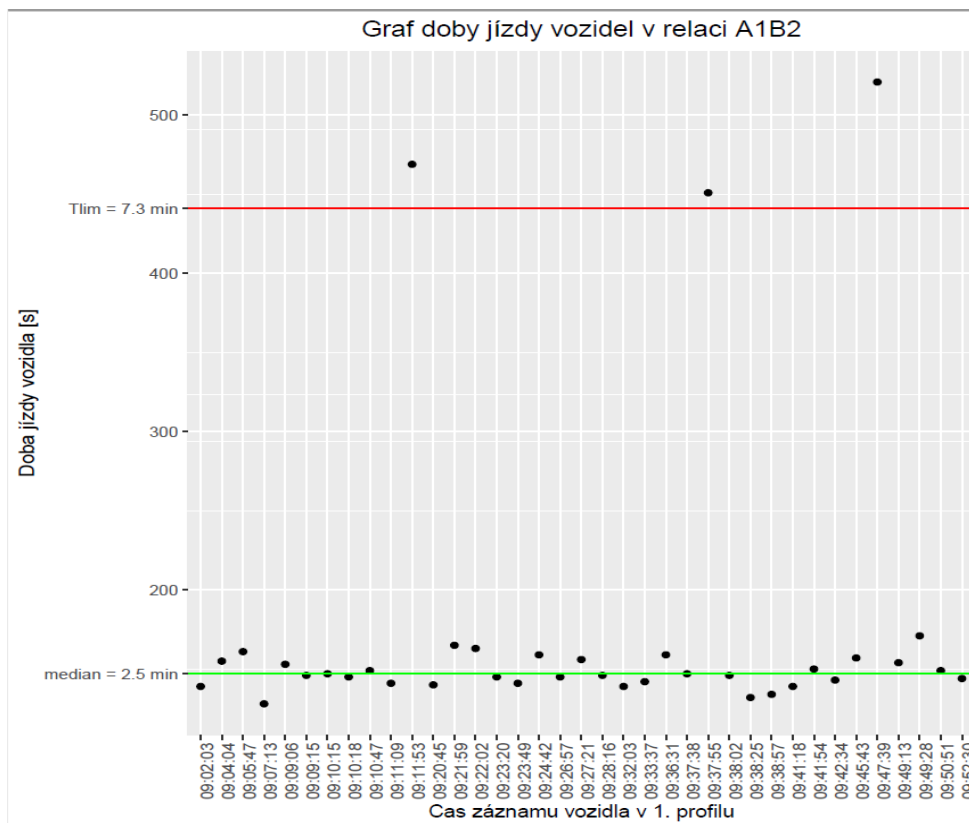
- spárovaná datová sada *SloucenaData* ve formátu .csv (výřez je k vidění na tabulce níže [Tabulka 23]);
- tabulky záznamů v jednotlivých relevantních relacích ve formátu .csv, které tvoří podklad pro tvorbu grafů pro expertní vyhodnocení (výřez je k vidění na tabulce níže [Tabulka 24]);
- grafy s expertním vyhodnocením časových rozdílů ve formátu .pdf [Graf 5];
- matice navržených T_{limit} ve formátu .csv [Tabulka 25].

Tabulka 23 Ukázka spárované datové sady SloucenaData; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	DruhVozidla	Profil	Cas	CasovyRozdil [s]	Profil2
136	1A25643	OA	A1	9:05:16		
895	1A50942		B1	9:42:38		
352	1AA7311		B1	9:15:55	154	F2
398	1AA7311		F2	9:18:29	103	C2
424	1AA7311		C2	9:20:12		
334	1AC1912		C1	9:14:50	799	F1
581	1AC1912		F1	9:28:09	71	E2

Tabulka 24 Ukázka vybrané relace A1–B2 pro expertní vyhodnocení T_{limit} ; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	DruhVozidla	CasProfil1	CasProfil2	CasovyRozdil [s]	Profil1	Profil2
680	1SA9704	OA	9:33:37	9:35:59	142	A1	B2
236	1SB0122	OA	9:10:15	9:12:42	147	A1	B2
111	2A98563	OA	9:04:04	9:06:39	155	A1	B2
894	2AM1525	OA	9:42:34	9:44:57	143	A1	B2
744	2AZ7259	OA	9:36:31	9:39:10	159	A1	B2



Graf 5 Ukázka grafu expertního vyhodnocení T_{limit} ; zdroj: (vlastní)

Tabulka 25 Ukázka matice navržených T_{limit} ; zdroj: (vlastní)

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2
A1	180	180	0	441	0	0	0	212	135	596	0	351
A2	180	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	459	180	180	0	0	0	0	1170	324	0	486
B2	0	0	180	180	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	0	494	0	0	180	180	0	0	373	0	338	0
C2	0	0	0	0	180	180	0	0	0	0	0	0
D1	0	207	0	0	0	0	180	180	144	2079	0	462
D2	0	0	0	0	0	0	180	180	0	0	0	0
E1	0	162	0	328	0	0	0	120	180	180	404	207
E2	0	147	0	0	0	0	0	136	180	180	0	0
F1	0	393	0	495	0	0	0	380	222	255	180	180
F2	0	0	0	0	0	312	0	0	0	0	180	180

5.3.4 Blok 4 – Sestavení cest vozidel

Vstupní datovou sadou pro blok 4 je datová sada spárovaných dat a matice navržených T_{limit} po její kontrole a případné korekci uživatelem. V obou případech se jedná o výstupy předchozího bloku 3, příklady je možné vidět v tabulkách výše [Tabulka 23, Tabulka 25].

Tvorba cest vozidel probíhá v souladu s Metodikou [Kapitola 4.4.2]. V prvním kroku je načtena uživatelem upravená matice navržených limitních dob (dále *Matice T_{limit}*), která nyní obsahuje finálně určené limitní doby. V druhém kroku jsou v *Tabulce spárovaných dat* porovnány doby nalezených časových rozdílů mezi spárovanými záznamy s T_{limit} pro příslušnou relaci. Pokud platí: $CasovyRozdil \leq T_{limit}$, je k dané dvojici následných záznamů přiřazen příznak ukazující, že jsou součástí stejné cesty. Následně ve třetím kroku dochází na základě příznaku k samotnému sloučení záznamů a tvorbě cest, které jsou uloženy do nové tabulky (dále *Tabulka cest*). Ve své základní podobě obsahuje Tabulka cest tyto sloupce (příčemž každý řádek odpovídá jedné cestě):

- *ID* – jedná se o nové ID cest, každá cesta má své ID;
- *RZ* – registrační značka vozidla;
- *DruhVozidla* – druh vozidla;
- *IndikatorParovani* – označuje, zda RZ byla v rámci předchozího bloku 3 – Párování spárovaná, nebo ne;
- *DelkaCesty* – ukazuje počet měřicích profilů, na kterých byla RZ během jedné cesty zaznamenána;
- *Profil1, Profil2, ...* – měřicí profily, na kterých byla RZ během jedné cesty postupně zaznamenána;
- *Cas1, Cas2, ...* – časy, ve kterých byla RZ na příslušných měřicích profilech zaznamenána.

K jednotlivým cestám v Tabulce cest byly dále doplněny následující informace:

- *Poznamka* – v případě, že sled měřicích profilů v cestě je potenciálně nelogický, sloupec *Poznamka* obsahuje tuto informaci pro uživatele, který následně může provést kontrolu cesty. Jedná se o cesty, které obsahují po sobě jdoucí záznamy RZ na různých profilech stejného stanoviště, a to v čase menším než T_{limit} (který je pro tyto případy nastaven na 180 s, viz předchozí kapitola), tedy algoritmus sestavování cest zařadil oba záznamy do stejné cesty. Pravděpodobně jde o otáčení vozidla v těsné blízkosti stanoviště nebo chybný záznam RZ.

- *PosledniProfil, PosledniCas* – v případě, že jde o cestu s délkou vyšší než 1, tyto sloupce opakují informaci o posledním záznamu RZ v rámci dané cesty. Tyto sloupce byly zavedeny z důvodu usnadnění vyhodnocení.
- *TypCesty* – označuje, zda jde o tranzitní, zdrojovou, cílovou nebo vnitřní cestu (vyhodnocení probíhá na základě umístění prvního a posledního profilu ve zkoumané oblasti)

Výstupem z bloku 4, exportovaným ve formátu .csv, je *Tabulka cest* ve své finální podobě, výřez je možné vidět v tabulce níže [Tabulka 26].

Tabulka 26 Příklad Tabulky cest; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	Druh Vozidla	Indikator Parovani	Delka Cesty	Profil1	Cas1	Profil2	Cas2	Profil3	Cas3	Poznamka	Poslední Profil	Poslední Cas	Typ Cesty
434	5SP5153		nesparovane	1	F2	9:29:35								vnitřní
435	9U64152		sparovane	3	E2	9:29:38	E1	9:29:40	F2	9:30:42	Potencia	F2	9:30:42	vnitřní
436	3AN6579	OA	sparovane	1	A2	9:29:40								zdroj
437	9S99489	OA	sparovane	1	A1	9:29:47								cil
438	1AP8519	NA	nesparovane	1	B2	9:29:52								zdroj
439	4SR3848	OA	sparovane	2	B1	9:29:56	A2	9:35:50				A2	9:35:50	tranzit
440	6E72364	OA	sparovane	1	A1	9:30:01								cil
441	4SC9173	OA	sparovane	3	A1	9:30:13	E1	9:30:56	B2	9:32:44		B2	9:32:44	tranzit

5.3.5 Blok 5 – Tvorba matic – Matice spárovaných dat, OD matice

Vstupní datovou sadou pro blok 5 je spárovaná datová sada *SloucenaData*, která je výstupem bloku 3 – Párování dat (příklad je možné vidět v tabulce výše [Tabulka 23]). Dále je to *Tabulka cest*, která je výstupem bloku 4 – Sestavení cest (příklad je možné vidět v tabulce výše [Tabulka 26]).

Matice spárovaných dat je vytvořena na základě nalezených po sobě následujících dvojic měřících profilů, které jsou k dispozici v *SloucenaData*. Sloupec nespárovaných, tedy jedinečných, RZ je do matice dodán na základě sloupce *IndikatorParovani* v *Tabulce Cest*. *OD matice* je vytvořena na základě *Tabulky cest*, konkrétně dle prvních a posledních měřících profilů, na kterých je vozidlo v rámci jedné cesty zaznamenáno. Vzhledem k tomu, že *Tabulka cest* může obsahovat potenciálně nelogické cesty, jak bylo popsáno v předchozím bloku 4 [Kapitola 5.3.4], mohou být tyto cesty v *OD matici* zařazeny do nevhodné relace. Případná úprava finální podoby *OD matice* je na uživateli, který na základě zkušeností a znalostí zkoumané oblasti a průběhu průzkumu může výsledky vyhodnocení interpretovat a provést

korekce. Tvorba obou matic probíhá v souladu s postupem a ve struktuře popsané v Metodice [Kapitola 4.4.1], [Kapitola 4.4.2].

Výstupem z bloku 5, exportovaným ve formátu .csv, jsou obě vytvořené matice. Jejich příklad je k vidění v tabulkách níže [Tabulka 27], [Tabulka 28].

Tabulka 27 Ukázka Matice spárovaných dat; zdroj: (vlastní)

	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2	E1	E2	F1	F2	Jedinecne_RZ
A1	4	2	0	1	14	37	0	8	23	3	0	108	119
B1	0	0	0	0	13	3	0	0	7	3	0	9	11
C1	2	0	0	0	1	0	2	0	2	0	30	0	4
D1	0	0	0	0	8	0	0	1	1	1	0	1	5
A2	24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	42
B2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	39
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	14
D2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
E1	0	0	0	0	5	8	0	3	0	28	1	14	25
E2	5	0	0	0	31	0	0	4	1	0	0	0	19
F1	3	0	0	0	15	7	0	4	16	13	1	7	54
F2	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	2	0	82

Tabulka 28 Ukázka OD matice; zdroj: (vlastní)

	A	B	C	D	E	F	uvnitř
A	2	39	42	6	6	52	188
B	14	1	7	1	2	3	20
C	11	2	1	0	3	13	11
D	7	0	0	0	1	1	8
E	18	2	4	5	8	2	51
F	14	5	47	4	15	1	175
uvnitř	75	46	18	16	0	0	0

5.3.6 Blok 6 – Vyhodnocení přepravních vztahů vztáženě k měřicím profilům

Vstupní datovou sadou pro blok 6 je *Tabulka cest*, která je výstupem bloku 4 – Sestavení cest vozidel (příklad je možné vidět v tabulce výše [Tabulka 26]). Dalším vstupem jsou předzpracované datové sady z jednotlivých měřicích profilů, které tvoří výstup bloku 1 – Načtení a předzpracování dat [Tabulka 20].

V prvním kroku je vytvářena datová sada pro interpretaci a případná další vyhodnocení přepravních vztahů v měřicích profilech. Vytvoření datové sady probíhá v souladu s postupem stanoveným v Metodice [Kapitola 4.6]. Za tímto účelem jsou využity předzpracované datové sady z jednotlivých měřicích profilů, které jsou rozšířeny o sloupce obsahující následující informace:

- *PredchoziProfil* – předchozí měřicí profil, ve kterém bylo vozidlo v rámci stejné cesty zaznamenáno, tedy odkud přijelo;
- *NaslednyProfil* – následující měřicí profil, ve kterém bylo vozidlo v rámci stejné cesty zaznamenáno, tedy kam pokračovalo v jízdě;
- *TypCesty* – tranzitní/zdrojová/cílová/vnitřní;
- *Jedinecne_RZ* – spárovaná/nespárovaná RZ;
- *Poznamka* – informace v případě, že záznam patří k potenciálně nelogické cestě.

Uvedené informace jsou získány z *Tabulky cest*. Každý řádek v takto vytvořené datové sadě tedy obsahuje jeden záznam RZ vozidla v příslušném měřicím profilu, společně s časem záznamu a výše uvedenými doplňujícími informacemi. Příklad vytvořené datové sady je k vidění v tabulce níže [Tabulka 30].

V druhém kroku je na základě vytvořených datových sad provedeno doplňkové vyhodnocení, které vychází ze 3 možných pohledů na vyhodnocení přepravních vztahů v měřicích profilech popsaných v Metodice [Kapitola 4.6]. Jedná se o následující aspekty:

- směrové rozložení dopravní zátěže na silniční síti v těsné blízkosti měřicího stanoviště;
- rozdělení dle typů cest;
- poměr spárovaných a nespárovaných (jedinečných) RZ.

Při programování vyhodnocovacího nástroje bylo na tyto aspekty nahlíženo z pohledu celých měřicích stanovišť. Jsou tedy vytvořeny tabulky (dále *Tabulky vyhodnocení stanovišť*), jedna pro každé měřicí stanoviště, kde každá tabulka obsahuje všechny uvedené informace. Pro bližší vysvětlení následuje níže vzor [Tabulka 29]. Modré pole zde obsahuje informace k vyhodnocení dopravní zátěže v těsné blízkosti měřicího stanoviště, zelené pole informace k typům cest a žluté pole pak poměr spárovaných a nespárovaných RZ. Zobrazený vzor

výstupu se týká obecně stanovišť na hranici zkoumané oblasti. Z toho důvodu pro něj není platný řádek týkající se vnitřní dopravy (černá pole). Vzor pro vnitřní stanoviště je obdobný, s rozdílem, že obsahuje informace o vnitřní dopravě, ale naopak neobsahuje informace v modrém řádku „Vně oblasti“. Každá tabulka také obsahuje poznámku v případě výskytu potenciálně nelogických cest, a to ohledně jejich počtu a poměru.

Tabulka 29 Vzor tabulky pro vyhodnocení měřicích stanovišť – pro 1 měřicí stanoviště umístěné na hranici zkoumané oblasti; zdroj: (vlastní)

Vzorové vyhodnocení pro všechna měřicí stanoviště na hranici oblasti									
	Předchozí měřicí stanoviště [-]	Předchozí měřicí stanoviště [%]	Následné měřicí stanoviště [-]	Následné měřicí stanoviště [%]	Souhrn [-]	Souhrn [%]		Počet [-]	Procenta [%]
A									
B									
C									
D									
E									
F									
Vně oblasti									
Uvnitř oblasti									
Tranzitní									
Zdrojová									
Cílová									
Vnitřní									
Spárovaná RZ									
Nespárovaná RZ									
Poznámka									

Konkrétní výstupy z bloku 6, exportované ve formátu .csv, jsou:

- datové sady pro vyhodnocení měřicích profilů (výřez z datové sady pro ukázkový profil A1 je k vidění na tabulce níže [Tabulka 30]);
- *Tabulky vyhodnocení stanovišť* (příklad tabulky pro měřicí stanoviště A je k vidění na tabulce níže [Tabulka 31]).

Tabulka 30 Ukázka datové sady pro vyhodnocení měřicích profilů; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	DruhVozidla	Profil	Cas	PredchoziProfil	NaslednyProfil	TypCesty	Jedinecne_RZ	Poznamka
151	4SJ7440	OA	A1	9:28:53	vne	uvnitř	cil	nesparovana RZ	
152	4K78527	OA	A1	9:29:09	vne	uvnitř	cil	nesparovana RZ	
153	2SH4850	OA	A1	9:29:12	vne	uvnitř	cil	sparovana RZ	
154	9S99489	OA	A1	9:29:47	vne	uvnitř	cil	sparovana RZ	
155	6E72364	OA	A1	9:30:01	vne	uvnitř	cil	sparovana RZ	
156	4SC9173	OA	A1	9:30:13	vne	E1	tranzit	sparovana RZ	
157	9A59554	OA	A1	9:30:31	vne	F2	tranzit	sparovana RZ	
158	4SK1128	OA	A1	9:31:11	vne	uvnitř	cil	sparovana RZ	
159	6AA0449	OA	A1	9:31:13	vne	F2	tranzit	sparovana RZ	
160	3SV0990	OA	A1	9:31:15	vne	A2	tranzit	sparovana RZ	Potencialne nelogicka cesta
161	3AL0155		A1	9:31:19	vne	uvnitř	cil	sparovana RZ	
162	6AI1751	OA	A1	9:31:24	vne	F2	cil	sparovana RZ	

Tabulka 31 Ukázka Tabulky vyhodnocení stanovišť – příklad pro měřicí stanoviště A; zdroj: (vlastní)

	Predchozi [-]	Predchozi [%]	Nasledne [-]	Nasledne [%]	Souhrn [-]	Souhrn [%]	Pocet	Procenta
A	0	0	2	0,42	2	0,21		
B	10	2,1	34	7,14	44	4,62		
C	1	0,21	0	0	1	0,11		
D	6	1,26	5	1,05	11	1,16		
E	21	4,41	19	3,99	40	4,2		
F	13	2,73	87	18,28	100	10,5		
vne oblasti	335	70,38	141	29,62	476	50		
uvnitř oblasti	75	15,76	188	39,5	263	27,63		
tranzitni							121	25,42
zdrojova							107	22,48
cilova							246	51,68
vnitřni							0	0
sparovana RZ							315	66,18
nesparovana RZ							161	33,82
Poznamka	Data obsahují potencialne nelogicke cesty		Pocet potencialne nelogickych cest		17	Procento potencialne nelogickych cest [%]		3,57

5.3.7 Blok 7 – Vyhodnocení dob pobytu

Vstupní datovou sadou pro blok 7 je spárovaná datová sada *SloucenaData*, dále je to matice navržených T_{limit} po její kontrole a případné korekci uživatelem (tzn. *Matice T_{limit}*). V obou případech jde o výstupy bloku 3 – Párování dat (příklady je možné vidět v tabulkách výše [Tabulka 23], [Tabulka 25]).

V prvním kroku jsou v souladu s postupem uvedeným v Metodice [Kapitola 4.6] vybrány relevantní po sobě následující dvojice měřicích profilů, ve kterých má smysl vyhodnocovat doby pobytu. V druhém kroku jsou na základě *Matice T_{limit}* posouzena spárovaná data v datové sadě *SloucenaData*. Jestliže časový rozdíl mezi spárovanými záznamy je větší než T_{limit} , je taková situace vyhodnocena jako přerušení jízdy vozidla a pobyt v lokalitě mezi spárovanými měřicími profily. Doba pobytu se pak rovná časovému rozdílu po odečtení T_{limit} .

Následně je vytvořena datová sada, která sdružuje všechny identifikované pobyty vozidel ve zkoumané oblasti (1 řádek odpovídá 1 záznamu o pobytu vozidla). Datová sada je následně exportována v podobě výsledné tabulky, jejíž příklad je k vidění níže [Tabulka 32]. Ve struktuře sloupců obsahuje následující informace:

- *ID, RZ, DruhVozidla* – údaje o konkrétním vozidle, u kterého byl zaznamenán pobyt;
- *Profil1, CasProfil1* – název posledního měřicího profilu, ve kterém bylo vozidlo zaznamenáno před přerušением jízdy, a čas záznamu;
- *Profil2, CasProfil2* – název prvního měřicího profilu, ve kterém bylo vozidlo zaznamenáno po opětovném pokračování v jízdě, a čas záznamu;
- *DobaPobytu [s]* – vypočítaná doba pobytu v sekundách.

Na základě vytvořené datové sady dále probíhá doplňkové vyhodnocení. Je vytvořena jednak souhrnná matice celkových počtů vozidel s pobyttem v jednotlivých relevantních relacích za dobu průzkumu (dále *Matice počtů vozidel s pobyttem*) – struktura matice odpovídá struktuře matice relevantních relací v Metodice [Kapitola 4.6]. Dále je vytvořena souhrnná tabulka (dále *Souhrnná tabulka pobytů*), která obsahuje souhrn základních informací o pobytech vozidel v jednotlivých relevantních relacích. Tato tabulka obsahuje sloupce:

- *Profil1, Profil 2* – měřicí profily definující relevantní relaci;
- *CelkovyPocetVozidel* – součet všech vozidel, u kterých je za dobu průzkumu identifikován pobyt v dané relaci;
- *PrumerDobyPobytu [min]* – průměrná doba pobytu vozidel v dané relaci.

Výstupy z bloku 7, exportované ve formátu .csv, jsou:

- datová sada pro vyhodnocení dob pobytu (výřez z datové sady je k vidění v tabulce níže [Tabulka 32]);
- *Matice počtů vozidel s pobytem* (příklad je k vidění v tabulce níže [Tabulka 33]);
- *Souhrnná tabulka pobytů* (výřez příkladu je k vidění v tabulce níže [Tabulka 34]);
 - v uvedeném příkladu jsou průměrné doby pobytu poměrně nízké, je to z důvodu využití datové sady popsané výše v textu [Kapitola 5.2], která obsahovala data pouze z jedné hodiny provedeného směrového průzkumu.

Tabulka 32 Ukázka datové sady pro vyhodnocení dob pobytu; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	DruhVozidla	CasProfil1	CasProfil2	DobaPobytu [s]	Profil1	Profil2
757	9C16874	OA	9:37:12	9:48:04	472	A1	A2
747	9S74950	OA	9:36:36	9:48:29	533	A1	A2
276	4SY9952	OA	9:11:53	9:19:42	28	A1	B2
781	6AY1973	OA	9:37:55	9:45:26	10	A1	B2
992	8S21978	OA	9:47:39	9:56:20	80	A1	B2
686	4H93154	OA	9:34:03	9:40:31	176	A1	D2
280	4SD8080	OA	9:12:02	9:18:12	158	A1	D2
1031	6C85311	OA	9:49:39	9:58:38	327	A1	D2
538	1SH6014	OA	9:26:23	9:31:16	158	A1	E1

Tabulka 33 Ukázka Matice počtů vozidel s pobytem; zdroj: (vlastní)

	A2	B2	C2	D2	E1	E2	F1	F2
A1	13	3	0	3	6	1	0	21
B1	3	2	0	0	2	0	0	0
C1	0	0	1	0	0	0	4	0
D1	2	0	0	1	0	0	0	0
E1	1	1	0	0	0	0	0	1
E2	1	0	0	0	0	0	0	0
F1	2	0	0	0	1	1	1	5
F2	0	0	3	0	0	0	2	0

Tabulka 34 Ukázka souhrnné tabulky základních informací o pobytech vozidel v jednotlivých relacích; zdroj: (vlastní)

Profil1	Profil2	CelkovyPocetVozidel	PrumerDobyPobytu [min]
A1	A2	13	13
A1	B2	3	1
A1	D2	3	4
A1	E1	6	14
A1	E2	1	3
A1	F2	21	9
B1	A2	3	5
B1	B2	2	34

5.3.8 Blok 8 – Vyhodnocení zájmových tras

Vstupní datovou sadou pro blok 8 je *Tabulka cest*, která je výstupem bloku 4 – Sestavení cest vozidel (příklad je možné vidět v tabulce výše [Tabulka 26]). Dále je to matice reálných vzdáleností mezi profily, která je jedním z uživatelských vstupů popsanych blíže v předchozím textu [Kapitola 5.3]. Její příklad pro datovou sadu Dobřichovice je k vidění v následující tabulce:

Tabulka 35 Ukázka Matice reálných vzdáleností (v metrech) mezi měřicími profily datové sady Dobřichovice; zdroj: (vlastní)

	A2	B2	C2	D2	E1	E2	F1	F2
A1	0	1900	2500	780	510	510	1100	1100
B1	1900	0	3100	1900	1400	1400	1700	1700
C1	2500	3100	0	2500	2000	2000	1400	1400
D1	780	1900	2500	0	510	510	1100	1100
E1	510	1400	2000	510	0	0	600	600
E2	510	1400	2000	510	0	0	600	600
F1	1100	1700	1400	1100	600	600	0	0
F2	1100	1700	1400	1100	600	600	0	0

Z důvodu, aby vyhodnocovací nástroj nabízel univerzální využití, bylo naprogramováno vyhodnocení tras ve všech relevantních relacích stanovených dle Metodiky [Kapitola 5.3.8]. V praxi bude vždy záležet na konkrétní oblasti, jaké relace a případné varianty tras v těchto relacích budou při vyhodnocení upřednostněny. Nicméně výstupem vyhodnocovacího nástroje jsou datové sady pro všechny relevantní relace a výběr konkrétních zájmových tras je ponechán na uživateli, který bude tyto trasy dále interpretovat.

Tvorba datových sad probíhá následovně (konkrétní příklad datové sady je k vidění v tabulce níže [Tabulka 37]): Pro každou relevantní relaci je vytvořena jedna datová sada (tabulka dat). Následně byly procházeny všechny cesty v *Tabulce cest* a v každé cestě jsou identifikovány všechny relevantní relace, kterými vozidlo v průběhu své cesty bez zastavení projelo, ať už po přímé trase nebo po trase přes některý další měřicí profil. Tento krok je ilustrován následujícím příkladem:

Tabulka 36 Ilustrační příklad identifikace relací; zdroj: (vlastní)

ID	RZ	Druh Vozidla	Indikator Parovani	Delka Cesty	Profil1	Cas 1	Profil2	Cas2	Profil3	Cas3	Poznamka	Typ Cesty
54	3SD5540	OA	sparovana RZ	2	A1	9:02:03	B2	9:04:22				tranzit
76	7AN9197	OA	sparovana RZ	3	A1	9:03:44	E1	9:04:29	B2	9:06:29		tranzit

- cesta ID 54 – identifikované relevantní relace: A1–B2;
- cesta ID 76 – identifikované relevantní relace: A1–E1, A1–B2, E1–B2.

Po identifikaci relevantních relací v cestě je záznam o dané cestě zkopírován do všech datových sad pro příslušné relevantní relace. K záznamu jsou zároveň připojeny informace, které poskytují souhrn pohybu vozidla příslušné relaci.

Výsledné datové sady tedy ve struktuře sloupců obsahují tyto údaje:

- *ID, RZ, DruhVozidla, IndikatorParovani, DelkaCesty, Poznamka, TypCesty, Profil1, Cas1, Profil2, Cas2, ...* - záznam o celé cestě, zkopírovaný z *Tabulky cest*;
- *ProfilVychozi, CasVychozi* – název prvního z dvojice měřicích profilů ve vyhodnocované relevantní relaci a čas záznamu vozidla v tomto profilu;
- *ProfilCilovy, CasCilovy* – název druhého z dvojice měřicích profilů ve vyhodnocované relevantní relaci a čas záznamu vozidla v tomto profilu;
- *DobaJizdy [s]* – doba jízdy vozidla ve vyhodnocované relaci, zjištěná jako rozdíl *CasCilovy* a *CasVychozi*;
- *CestovniRychlost [km/h]* – průměrná rychlost vozidla ve vyhodnocované relaci, vypočtená jako podíl délky trasy v dané relaci a doby jízdy vozidla, pro stanovení průměrné rychlosti je využita Matice reálných vzdáleností.

Na závěr jsou do každé datové sady přidány řádky uvádějící celkový počet cest nalezených v dané relaci za dobu průzkumu, průměrnou dobu jízdy všech vozidel a jejich průměrnou cestovní rychlost. Nicméně vzhledem k tomu, že datová sada obsahuje všechny průjezdy vozidel v dané relaci, ať už po přímé trase nebo po trase přes některý další měřicí profil, uvedená průměrná doba jízdy a průměrná cestovní rychlost nemusí být zcela vypovídající.

Výstupy z bloku 8, exportované ve formátu .csv, jsou datové sady vyhodnocení zájmových tras. Příklad výřezu z datové sady pro relaci A1–B2 je k vidění v tabulce níže [Tabulka 37].

Tabulka 37 Ukázka datové sady vyhodnocení tras v relaci A1–B2; zdroj: (vlastní)

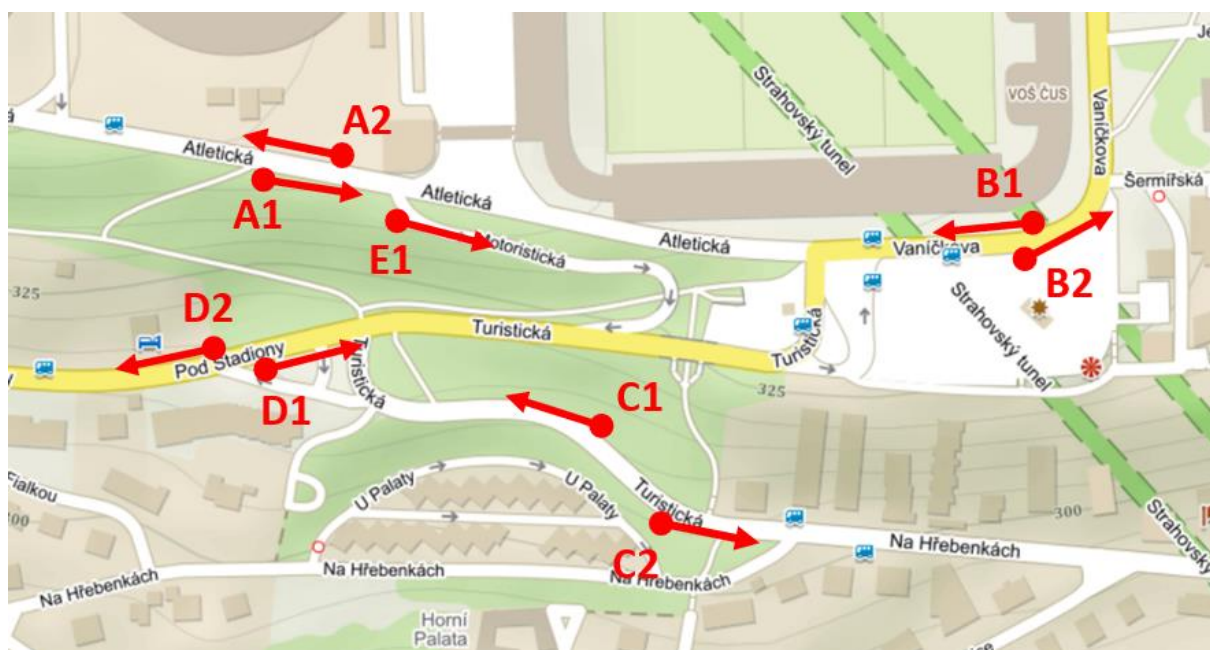
ID	RZ	Druh Vozidla	Indikator Parovani	Delka Cesty	Profil1	Cas1	Profil2	Cas2	Profil3	Cas3	Pozn amka	Typ Cesty	Profil Vychozi	Cas Vychozi	Profil Cilovy	Cas Cilovy	Doba Jizdy [s]	Cestovni Rychlost [km/h]
54	3SD5540	OA	sparovana RZ	2	A1	9:02:03	B2	9:04:22				tranzit	A1	9:02:03	B2	9:04:22	139	49
76	7AN9197	OA	sparovana RZ	3	A1	9:03:44	E1	9:04:29	B2	9:06:29		tranzit	A1	9:03:44	B2	9:06:29	165	41
85	2A98563	OA	sparovana RZ	2	A1	9:04:04	B2	9:06:39				tranzit	A1	9:04:04	B2	9:06:39	155	44
107	5SP5749	OA	sparovana RZ	2	A1	9:05:47	B2	9:08:28				tranzit	A1	9:05:47	B2	9:08:28	161	42
125	8AC4129	OA	sparovana RZ	2	A1	9:07:13	B2	9:09:21				tranzit	A1	9:07:13	B2	9:09:21	128	53
155	7AV5983	OA	sparovana RZ	2	A1	9:09:06	B2	9:11:39				tranzit	A1	9:09:06	B2	9:11:39	153	45
159	6AR2258	OA	sparovana RZ	2	A1	9:09:15	B2	9:11:41				tranzit	A1	9:09:15	B2	9:11:41	146	47
176	1SB0122	OA	sparovana RZ	2	A1	9:10:15	B2	9:12:42				tranzit	A1	9:10:15	B2	9:12:42	147	47
178	4AN8480	OA	sparovana RZ	2	A1	9:10:18	B2	9:12:43				tranzit	A1	9:10:18	B2	9:12:43	145	47
187	4SV2849	OA	sparovana RZ	2	A1	9:10:47	B2	9:13:16				tranzit	A1	9:10:47	B2	9:13:16	149	46
193	5AT6055	OA	sparovana RZ	2	A1	9:11:09	B2	9:13:30				tranzit	A1	9:11:09	B2	9:13:30	141	49
301	2SM2665	OA	sparovana RZ	2	A1	9:20:45	B2	9:23:05				tranzit	A1	9:20:45	B2	9:23:05	140	49
319	4SA0841	OA	sparovana RZ	2	A1	9:21:59	B2	9:24:44				tranzit	A1	9:21:59	B2	9:24:44	165	41
320	5T22574	OA	sparovana RZ	2	A1	9:22:02	B2	9:24:45				tranzit	A1	9:22:02	B2	9:24:45	163	42

6 Ověření Metodiky a navrženého vyhodnocovacího nástroje s využitím reálných dat

Za účelem ověření funkčnosti a vhodnosti navržené Metodiky a vytvořeného nástroje pro vyhodnocování směrových dopravních průzkumů byl v rámci diplomové práce proveden samostatný krátký směrový dopravní průzkum. V následujících kapitolách je popsána jak příprava a průběh tohoto dopravního průzkumu, tak následné vyhodnocení dat dle Metodiky s využitím vytvořeného nástroje a samotné ověření.

6.1 Příprava a provedení ověřovacího směrového dopravního průzkumu

Pro provedení průzkumu byla vybrána oblast pražského Strahova, v okolí autobusové zastávky Stadion Strahov, která je i s rozmístěním měřicích stanovišť k vidění na obrázku níže [Obrázek 9]. Při výběru oblasti hrál významnou roli fakt, že se jedná o ucelenou oblast, která obsahuje jednoduchou silniční síť a je tedy možné poměrně nízkým počtem měřicích stanovišť obsáhnout všechny možné pohyby vozidel v oblasti. Jinými slovy, vozidla se nemohou v měřicí oblasti „ztratit“, což by ověřování Metodiky a navrženého vyhodnocovacího nástroje zbytečně komplikovalo. Doba průzkumu byla stanovena na 1,25 hodiny, což představuje dostatečný čas pro získání dostatečného množství ověřovacích dat.



Obrázek 9 Směrový průzkum Strahov; zdroj: (mapy.cz, vlastní úpravy)

Příprava průzkumu respektovala kroky popsané ve Schématu postupu provedení a vyhodnocení směrového dopravního průzkumu, které je k vidění v Příloze 1. Vybraná oblast byla před samotným průzkumem opakovaně navštívena za účelem zjištění reálného stavu dopravy a přesné lokalizace měřicích stanovišť. Finální počet měřicích profilů byl stanoven na 9, podle obrázku výše [Obrázek 9] a počet sčítačů byl zvolen také 9, jeden sčítač na jeden měřicí profil. Jako záznamová zařízení byly zvoleny mobilní telefony Samsung A02s a jako metoda sběru dat byl zvolen videozáznam RZ pomocí aplikace OpenCamera. Uvedený postup sběru dat byl zvolen na základě zkušeností autorky z předchozích reálných směrových průzkumů. Před samotným průzkumem byl proveden pilotní průzkum pro ověření vhodnosti zvolené metody sběru dat. Na základě pilotního průzkumu bylo rozhodnuto, že v měřicím profilu E1 bude videozáznam doplněn ručním zápisem, a to z důvodu zjištěného nízkého počtu vozidel a hrozby horší možnosti správné kalibrace videozáznamu. Tato hrozba se nicméně při provádění reálného průzkumu nepotvrdila. Dále byly připraveny školící materiály pro sčítače (viz Příloha 3) a sčítači byli proškoleni.

Směrový průzkum proběhl ve čtvrtek 23. 3. 2023 v čase 8:00–9:15. Světelné podmínky i počasí (zataženo, bez deště) byly pro pořizování videozáznamu ideální. Průzkum proběhl opět v souladu se Schématem, které je k dispozici v Příloze 1. V průběhu průzkumu se nevyskytly žádné výpadky záznamu ani jiné problémy, volba vysokého počtu sčítačů (1 sčítač na 1 měřicí profil) se ukázala jako vhodná, protože sčítači byli zaměstnání pouze jedním záznamovým zařízením a mohli se plně věnovat jeho kalibraci.

6.2 Příprava surových dat

Příprava surových dat proběhla v několika krocích.

Prvním krokem bylo stažení videozáznamů z nahrávacích zařízení a rozpoznání RZ v SW Anpr GUI od společnosti Eyedea Recognition s.r.o. Výstupem ze SW Anpr GUI byla sada souborů ve formátu .csv, které v řádcích obsahovaly jednotlivé rozpoznané záznamy o průjezdu vozidel. Pro jeden měřicí profil SW vytvořil 2–4 .csv soubory dat, tento vyšší počet byl dán jednak počtem videozáznamů, kdy pro každý videozáznam byl vytvořen samostatný soubor dat, druhým faktorem byl vysoký počet rozpoznávaných průjezdů vozidel, kdy při větším počtu než 1000 rozpoznávaných průjezdů vozidla v jednom videozáznamu SW Anpr GUI automaticky vytvářel nový .csv soubor. Takto vysoký počet rozpoznávaných průjezdů byl dán nejen reálnou intenzitou dopravy v průběhu průzkumu, ale také faktem, že rozpoznávací SW

rozpoznával jak vozidla v opačném směru jízdy než ve směru určeném měřicím profilem a také docházelo k vícenásobnému rozpoznání stejného průjezdu vozidla.

Druhým krokem bylo vyfiltrování pouze těch údajů, které byly relevantní pro následné zpracování a vyhodnocení dat. Tedy směr jízdy vozidla (záznamy vozidel v opačném směru jízdy, než byl v daném měřicím profilu požadovaný, byly smazány), ID, RZ, druh vozidla a čas záznamu, který byl převeden na reálný čas. Následně byly sloučeny všechny .csv týkající se stejných měřicích stanovišť a ke každému záznamu byl doplněn název měřicího stanoviště. Vznikla tedy sada 9 souborů, pro každý měřicí profil jeden soubor. Ukázkou takto připravených surových dat je možné vidět v tabulce níže [Tabulka 38 Datová sada Strahov – ukázka surových dat z měřicího profilu A1 Tabulka 38]. Pro popsanou přípravu dat byl využit SW MS Excel.

Tabulka 38 Datová sada Strahov – ukázka surových dat z měřicího profilu A1

ID	Licence plate	Category	Realny-cas	Stanoviste
1	5L91371	VAN	8:00:09	A1
3	2SJ3644	VAN	8:00:17	A1
5	7AT4578	CAR	8:00:56	A1
5	7AT4578	CAR	8:00:56	A1
7	EL113AD	CAR	8:01:00	A1
11	8S53011	CAR	8:01:03	A1

V třetím kroku byla provedena kontrola vzniklých surových dat, která v souladu se Schématem (viz Příloha 1) obsahovala především odstranění duplicit. (Schéma uvádí ještě kontrolu formátu RZ a rámcovou kontrolu času záznamu, což bylo obojí provedeno již během přípravy surových dat popsané v předchozím kroku 2.) Odstranění duplicit proběhlo v SW prostředí RStudio. Počet záznamů pro jednotlivé měřicí profily po odstranění duplicit dokumentuje následující tabulka [Tabulka 39]:

Tabulka 39 Datová sada Strahov – počty záznamů v měřicích profilech

měřicí profil	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1
počet záznamů	415	211	827	580	189	680	476	429	237

Schéma uvádí kromě provedených kroků ještě krok kontroly surových dat vzhledem k referenční sadě dat. Tato kontrola byla vynechána, protože cílem vyhodnocení zde není získání co nejvěrohodnějších informací o dopravě v oblasti, ale ověření Metodiky a vytvoření

vyhodnocovacího nástroje. Ze stejného důvodu nebyly ani uchovávány informace o chybách zjištěných během přípravy dat, což Schéma také zmiňuje.

Proběhla pouze orientační kontrola v průběhu rozpoznávání RZ, která zjistila pouze dílčí výpadky v rozpoznání, konkrétně v měřicím profilu A v průběhu třetí čtvrt hodiny průzkumu, kdy byla úspěšně rozpoznána cca pouze 1/3 RZ. Přibližně 5minutový výpadek byl zaznamenán také v měřicím profilu E1. V obou případech byla důvodem výpadků chybná kalibrace videozáznamu (nedostatečné zaostření, nevhodná kompenzace osvětlení). Uvedené výpadky nemají na kvalitu dat pro účely ověření Metodiky a vyhodnocovacího nástroje vliv.

6.3 Ověření navržené Metodiky a vytvořeného vyhodnocovacího nástroje

Ověření na datové sadě z průzkumu Strahov bylo provedeno ve dvou hlavních krocích.

Automatizované vyhodnocení navrženým vyhodnocovacím nástrojem

Datová sada byla zadána do vyhodnocovacího nástroje a bylo provedeno automatizované vyhodnocení. Na základě tohoto vyhodnocení byla ověřena funkčnost R skriptu vyhodnocovacího nástroje [Kapitola 6.3.3] a ověření, zda vyhodnocovací nástroj funguje v souladu s Metodikou [Kapitola 6.3.2]. Pro automatizované vyhodnocení byl z datové sady vybrán časový rozsah jedné hodiny, a to 8:10–9:10. Výstupy vyhodnocení ověřovací datové sady vyhodnocovacím jsou k vidění v Příloze 4. Uvedený časový rozsah zajistil, že došlo k odfiltrování začátků a konců celého měření, kdy nebyly všechny měřicí profily spolehlivě v provozu. Počet záznamů pro jednotlivé měřicí profily v časovém období 8:10–9:10 dokládá následující tabulka:

Tabulka 40 Datová sada Strahov – počty záznamů v měřicích profilech v období 8:10–9:10

měřicí profil	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1
počet záznamů	341	154	698	460	145	580	376	341	185

Manuální vyhodnocení datové sady

Datová sada byla vyhodnocena dle Metodiky manuálně pomocí tabulkového SW MS Excel. Na základě tohoto vyhodnocení byla ověřena logika Metodiky [Kapitola 6.3.1] a provedeno srovnání s výstupy z vyhodnocení vyhodnocovacím nástrojem, tzn. byla ověřena spolehlivost

výstupů vyhodnocovacího nástroje [Kapitola 6.3.4]. Pro manuální vyhodnocení byl vzhledem k časové náročnosti vyhodnocení využít výřez z celé datové sady, který obsahoval data z časového období jedné čtvrt hodiny, 8:15–8:30. Toto časové období je dostatečné pro účely ověření. Počet záznamů pro jednotlivé měřicí profily v časovém období 8:15–8:30 dokládá následující tabulka:

Tabulka 41 Datová sada Strahov – počty záznamů v měřicích profilech v období 8:15–8:30

měřicí profil	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1
počet záznamů	92	43	115	132	41	113	102	65	55

6.3.1 Ověření logiky Metodiky

Metodika byla ověřením zhodnocena jako logická a aplikovatelná na reálná data ze směrového dopravního průzkumu.

Mezi silné stránky Metodiky patří přehledný postup zpracování a vyhodnocení dat, návaznosti jednotlivých kroků vyhodnocení a poměrně široká škála DI charakteristik, které lze pomocí Metodiky vyhodnotit. Silnou stránkou je také její univerzálnost a aplikovatelnost na různé konkrétní průzkumy v různých lokalitách.

Metodika se explicitně nezabývá vyhodnocením kvality a spolehlivosti dat a v tomto bodě by bylo vhodné na Metodiku v budoucnu navázat. Nabízí se rozšíření algoritmu Metodiky o konkrétnější návod na souhrnné zhodnocení kvality celkových výstupů průzkumu.

6.3.2 Ověření logiky vyhodnocovacího nástroje vzhledem k Metodice

Bylo ověřeno, že logika, postup práce a struktura výstupů vyhodnocovacího nástroje je v souladu s Metodikou. Nebyly zjištěny žádné významné odchylky.

Následují dílčí závěry z ověření:

- posloupnost jednotlivých bloků vyhodnocovacího nástroje se mírně liší od posloupnosti vyhodnocení uvedené Metodikou – tyto drobné odlišnosti nemají vliv na výstupy, celková struktura dle Metodiky je zachována; odlišnosti vycházejí z programování nástroje jako celku, kdy využitá struktura bloků se jevila jako optimální;

- vyhodnocovací nástroj v současné podobě nepracuje s anonymizací dat. V rámci dalšího rozvoje by bylo vhodné na závěr bloku 1 anonymizaci RZ doplnit a dále pracovat s náhradou jedinečných RZ jednoznačnými anonymními identifikátory;
- vyhodnocení kvality a spolehlivosti výsledků je vyhodnocovacím nástrojem řešeno spíše okrajově, a to konkrétně: 1) tvorbou Matice spárovaných dat, ze které jsou zřejmá nelogicky spárovaná data, 2) přidáním poznámky v případě výskytu potenciálně nelogické cesty po sestavení cest. Vzhledem k tomu, že Metodika sama neposkytuje návod na konkrétní podobu zhodnocení a prezentace kvality dat, vyhodnocovací nástroj se v tomto od Metodiky neodchyluje;
- Dílčí výstupy vyhodnocovacího nástroje obsahují mírně odlišnou terminologii, než je využita v Metodice. V rámci dalšího rozvoje nástroje je možné toto sjednotit, nicméně zjištěné odlišnosti nejsou natolik významné, aby bránily v porozumění a interpretaci výstupů;
- V bloku 6 – Vyhodnocení přepravních vztahů vztažené k měřicím profilům [Kapitola 5.3.6] by v rámci dalšího rozvoje nástroje bylo vhodné více reflektovat dílčí doporučení Metodiky ohledně vyhodnocení směrového rozložení dopravní zátěže v jednotlivých měřicích profilech nad rámec vyhodnocení celých měřicích stanovišť;
- V blocích 7 a 8 – Vyhodnocení dob pobytu [Kapitola 5.3.7] a Vyhodnocení zájmových tras [Kapitola 5.3.8] naopak vyhodnocovací nástroj poskytuje detailnější vyhodnocení než minimum předepsané Metodikou.

6.3.3 Ověření funkčnosti vyhodnocovacího nástroje

V rámci ověření funkčnosti samotného vyhodnocovacího nástroje byl ověřován běh programu v SW prostředí RStudio, zda se nevyskytují chybové hlášky a případně jaké jsou povahy. Závěrem ověření je, že vyhodnocovací nástroj je funkční. Nedošlo k výskytu žádných závažných chyb, dílčí chyby, které se vyskytly, se vázaly především k chybnému zadání vstupních dat, což souvisí s uživatelským rozhraním a uživatelskou zdatností, nikoliv s logikou programu jako takového. Níže jsou uvedeny souhrnné poznatky k vyhodnocovacímu nástroji jako celku a dále dílčí výsledky ověření ve struktuře jednotlivých bloků:

Souhrnné poznatky k možnostem dalšího rozvoje vyhodnocovacího nástroje:

- Uživatelské rozhraní v současné podobě klade zvýšené nároky na preciznost zadání vstupních dat, které je prováděno přímo v R skriptu, a je z toho důvodu náchylné k chybám při zadávání. Pro budoucí rozvoj vyhodnocovacího nástroje by bylo vhodné způsob zadávání vstupů udělat jednodušší a intuitivnější, např. umožnit zadání pomocí načtení jediného souboru .csv s instrukcemi nebo vytvořit jednoduché uživatelské rozhraní pro ovládání celého programu.
- Vzhledem k zachování možnosti pro uživatele flexibilně zasahovat do vyhodnocovaných dat by bylo vhodné, kdyby vyhodnocovací nástroj na začátku každého bloku načítal potřebné vstupy z prostředí mimo R, kam jsou na konci předchozích bloků ukládány. Uživatel by tak měl možnost průběžně upravovat např. potenciálně nelogické trasy a v dalším vyhodnocení by SW již pracoval s upravenými datovými sadami. V současné podobě vyhodnocovací nástroj sice po každém bloku ukládá kopie výstupů v .csv mimo prostředí R, ale v dalších blocích pokračuje v práci s datovými sadami uloženými uvnitř prostředí vyhodnocovacího nástroje. Uživatel bez patřičných znalostí R do těchto datových sad tedy nemůže aktivně zasahovat.
- Během tvorby a ověření byla prověřena funkčnost vyhodnocovacího nástroje při struktuře vstupních dat, kdy je různý počet měřicích stanovišť, různé pojmenování sloupců a různé označení druhů vozidel v datových sadách surových dat. Byla prověřena možnost dvou a jednoho měřicího profilu v rámci jednoho měřicího stanoviště. Nebyla prověřena funkčnost nástroje pro větší počet měřicích profilů v rámci jednoho stanoviště. Takový případ není předpokládán jako častý při realizaci směrových průzkumů, nicméně v rámci dalšího vývoje je vhodné tuto alternativu ověřit.
- Vyhodnocovací nástroj pracuje s doplněním údajů o kategorii vozidla v případě, že v některých záznamech vozidla tento údaj chybí, zatímco v jiných záznamech stejného vozidla je přítomný. V současnosti dochází k doplnění kategorie vozidla v pozdějších

fázích běhu vyhodnocení a je doplněno do dílčích výstupů vyhodnocení, ale bylo by vhodné doplnění údajů o kategorii vozidla rozšířit i zpětně do surových dat.

Dílčí výsledky a poznatky z ověření jednotlivých bloků:

Blok 1
Nebyly zjištěny zásadní chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje;
Dílčí chyby byly především způsobeny, viz výše v souhrnných poznátcích, neintuitivním rozhraním pro zadání vstupních dat. Po odladění zadání již program fungoval bezchybně;
V souvislosti se zadáním dat bylo zjištěno, že působí problémy, pokud je v surových datech jako kategorie nákladních vozidel využita zkratka NA. Problém souvisí s faktem, že programovací jazyk R využívá označení <i>NA</i> pro prázdnou buňku tabulky, tedy po načtení dat při běhu programu docházelo vlivem záměny k vymazávání údajů o kategorii vozidla NA. Problém byl vyřešen preventivně celkovou změnou označení kategorie nákladních vozidel na NV. Při dalším vývoji vyhodnocovacího nástroje by bylo nicméně vhodné uvedenou chybu a její příčiny prozkoumat blíže a nalézt způsob, jak umožnit zachování zkratky NA bez chyb při běhu programu;
Blok 2
Nebyly zjištěny zásadní chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje;
Proběhla úprava skriptu v souvislosti s problematikou NA popsanou v předchozím odstavci (vyřešena záměnou za označení NV);
Proběhly drobné úpravy skriptu vzhledem k existenci pouze 1 měřicího profilu na měřicím stanovišti E v datové sadě ověřovacích dat – tento fakt nicméně neměl reálný vliv na podobu výstupů z bloku;
Blok 3
Byla zjištěna chyba při tvorbě matice navržených T_{limit} , která byla způsobena specifíkem jednoho měřicího profilu na stanovišti E, tato chyba byla opravena;
Zároveň bylo díky charakteru zkoumané oblasti ověřovacího směrového průzkumu, která byla poměrně malá, zjištěno, že by bylo vhodné při určování T_{limit} v relevantních relacích obecně stanovit minimální hodnotu na 180 s, stejně jako je v současnosti stanovena v případě opakovaných záznamů vozidla na měřicích profilech v rámci jednoho měřicího stanoviště. Důvodem je, že není pravděpodobné, aby řidiči stihli přerušit jízdu z důvodu cíle své cesty v kratším čase. Tento poznatek je možné zahrnout při dalším rozvoji vyhodnocovacího nástroje, nicméně není to nezbytné, protože po proběhnutí bloku 3 v každém případě dochází ke korekci T_{limit} uživatelem;

Vzhledem k vyhodnocení kvality dat by v rámci dalšího rozvoje nástroje bylo vhodné doplnit upozornění do datové sady spárovaných dat v případě, že spárovaný záznam indikuje nelogickou trasu dle Matice spárovaných dat;
Blok 4
Nebyly zjištěny zásadní chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje;
Byl opraven dílčí problém, který neměl vliv na výstupy bloku, týkal se chybného definování počtu cyklů využitého for cyklu;
V rámci dalšího rozvoje nástroje by bylo vhodné upravit kód pro načtení matice finálních limitních dob T_{limit} , aby nebyl závislý na předchozím běhu programu;
Blok 5
Nebyly zjištěny chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje;
Blok 6
Nebyly zjištěny zásadní chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje;
Drobné úpravy se týkaly konkrétních slovních formulací užitých ve výstupních datových sadách;
V rámci dalšího rozvoje by bylo vhodné upravit skript v tomto bloku, z důvodu významně narůstající časové náročnosti při rostoucím počtu vyhodnocovaných záznamů. Časová náročnost je určena i HW počítače, nicméně zjištěný nárůst není pro vyhodnocování reálných průzkumů efektivní. Zjištěnou časovou náročnost ilustruje níže uvedená tabulka [Tabulka 42];
V rámci dalšího rozvoje by bylo vhodné upravit vyhodnocovací nástroj tak, aby automaticky exportoval také souhrnné tabulkové výstupy pro všechny jednotlivé měřicí profily, nejen pro měřicí stanoviště, a to z důvodů rozšíření podkladů pro vyhodnocení kvality;
Blok 7
Nebyly zjištěny chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje;
Blok 8
Nebyly zjištěny chyby v běhu vyhodnocovacího nástroje.

Tabulka 42 Nárůst časové náročnosti vyhodnocení bloku 6

Počet záznamů v datové sadě	1405	757	3280
Počet nalezených cest	968	413	1698
Časová náročnost vyhodnocení	8 min 45 s	3 min 45 s	17 min 15 s

6.3.4 Ověření spolehlivosti výstupů vyhodnocovacího nástroje vzhledem k výsledkům manuálního vyhodnocení

Ověření proběhlo srovnáním výstupů vyhodnocovacího nástroje a výsledků manuálního vyhodnocení v MS Excel. Kontrolovány byly především ty části výstupů, ve kterých šlo o aplikaci logiky Metodiky – zejména párování, sestavování cest, selekce dat pro dílčí vyhodnocení, výstupy z jednotlivých bloků vyhodnocovacího programu. Z podstaty věci, kdy programovací jazyk R je ověřeným nástrojem pro statistické zpracování dat, nebyly kontrolovány přesné matematické operace apod.

Ověření ve všech blocích vyhodnocovacího nástroje proběhlo v pořádku. Závěrem ověření je i konstatování, že automatizace vyhodnocení přispívá k minimalizaci chyb, protože naprostá většina nalezených nesrovnalostí byla způsobena lidským faktorem při manuálním vyhodnocení. Jediný případ nesrovnalosti, která nebyla chybou manuálního vyhodnocení, se týkala nejednoznačně definované kategorie vozidla v surových datech, kdy k jedné RZ byly na různých měřicích profilech přiřazeny různé kategorie vozidla. Vyhodnocovací nástroj pak pro další práci zvolil odlišnou kategorii, než byla zvolena při manuálním vyhodnocení. Z podstaty věci se nicméně nejednalo o chybu vyhodnocovacího nástroje.

7 Závěr

Diplomová práce rozpracovává problematiku zpracování a vyhodnocení dat ze směrových dopravních průzkumů s přesahem do interpretace výsledků vyhodnocení. Problematika je uvedena v kontextu celkového pohledu na směrové dopravní průzkumy. Diplomová práce naplňuje všechny své cíle v souladu se zásadami pro vypracování stanovenými v zadání práce.

Navržená Metodika vychází z provedené rešerše dostupných zdrojů a informací, rešerše se týkala zejména aktuálního stavu praxe zpracování a vyhodnocování směrových průzkumů. V rámci rešerše byl dále prověřen stav norem a technických podmínek, které by se zpracovávaného tématu mohly týkat a stav vědecké činnosti v tomto tématu. Celkový závěr z rešerše je takový, že problematika zpracování a vyhodnocení dat ze směrových průzkumů je sama o sobě natolik detailní a často zasahuje do obchodního tajemství jednotlivých firem, že významných zdrojů informací bylo i přes rozsáhlou rešerši nalezeno poměrně malé množství. Tato skutečnost podporuje smysl a význam diplomové práce, která sdružuje získané poznatky z odborných zdrojů a jednotně je zpracovává.

Metodika vyhodnocení směrových dopravních průzkumů představuje samostatnou část diplomové práce, včetně definování využití terminologie. Poskytuje tak ucelený návod ke zpracování a vyhodnocení dat, a to v rozsahu, který je blíže definován vymezením předmětu Metodiky. Součástí je návrh přehledné výstupní podoby vyhodnocení přepravních vztahů, dob pobytu, zájmových tras atd., a to jak v podobě vyhodnocených datových sad nebo tabulek. Metodika se věnuje také problematice kvality dat a spolehlivosti výsledků vyhodnocení, stejně tak poskytuje podklady a dílčí návody k interpretaci výstupů vyhodnocení. Hlavním přínosem Metodiky je její univerzálnost a srozumitelnost bez nutnosti znalosti celého kontextu diplomové práce, díky těmto faktorům je možné ji reálně využít pro vyhodnocení konkrétních směrových dopravních průzkumů.

Na Metodiku navazuje navržený nástroj v SW prostředí RStudio programovacího jazyka R, který je navržen pro automatizované vyhodnocení dat ze směrových průzkumů. Vyhodnocení včetně tvorby výstupů probíhá v souladu s Metodikou. Součástí příloh k diplomové práci je úplný skript vyhodnocovacího programu, který je tedy stejně jako Metodiku možné využít pro konkrétní reálné vyhodnocení směrových dopravních průzkumů, a proto se jedná o další významný přínos diplomové práce.

Poslední kapitola diplomové práce se věnuje ověření Metodiky a vyhodnocovacího nástroje na reálné datové sadě. Ověřením nebyly nalezeny významné nedostatky v logice a algoritmu vyhodnocení a uvedená kapitola podrobně popisuje dílčí závěry a možnosti případného dalšího rozvoje především vyhodnocovacího nástroje i samotné Metodiky. Zde následuje shrnutí hlavních možností dalšího rozvoje:

- podrobnější rozpracování otázky vyhodnocení a interpretace kvality dat a spolehlivosti výsledků vyhodnocení – jak v Metodice, tak v algoritmu vyhodnocovacího nástroje;
- zahrnutí anonymizace RZ do vyhodnocovacího nástroje;
- úpravy R skriptu vyhodnocovacího nástroje směřující ke zjednodušení uživatelské obsluhy a optimalizaci uživatelského rozhraní;
- dílčí úpravy R skriptu vyhodnocovacího nástroje vedoucí k optimalizaci programového kódu a snížení časové náročnosti běhu programu;
- podrobení vyhodnocovacího nástroje podrobnějšímu ověřování na více rozdílných datových sadách dat ze směrových průzkumů.

Použité zdroje

1. Dopravní federace. *Jak analyzovat svoji situaci dopravním průzkumem*. [Online] [Citace: 10. 05 2023.] http://www.dopravnifederace.cz/tinymce/1_Kumpost_Dopravni_pruzkumy.pdf.
2. VŠB - doc. Ing. Michal Dorda, Ph.D.: Materiály pro studenty. *Dopravní průzkumy (část II.)*. [Online] [Citace: 10. 05 2023.] <http://home1.vsb.cz/~dor028/Pruzkumy.pdf>.
3. *Terminologická databáze*. [Online] Informační systém uvádění výrobků na trh. [Citace: 10. 05 2023.] <https://www.nlfnorm.cz/terminologicky-slovník>.
4. Tomáš Hollarek, Alica Kalašová, Jela Kušnierová. *Dopravné inženýrstvo: Návod na cvičení*. 1994. ISBN 9788071001959.
5. EDIP Komplexní služby v oboru dopravního inženýrství. *Dopravní průzkumy - sčítání dopravy*. [Online] EDIP s.r.o. [Citace: 10. 05 2023.] <https://www.edip.cz/sluzby/dopravni-pruzkumy-scitani-dopravy>.
6. Senjuk, Ivan. *Základy dopravního inženýrství: Logistika a marketing*. Praha : ČVUT, 2001. ISBN: 80-01-02338-9.
7. Dagmar Kočárková, Josef Kocourek, Martin Jacura. *Základy dopravního inženýrství*. Praha : ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04233-5.
8. Smělý, Martin. *Dopravní inženýrství: Modul 1: Dopravní a přepravní průzkumy, studijní opory*. Brno : VUT, 2007.
9. Jiří Čarský a kol., *Poradenská činnost při zpracování systému hodnocení a prevence obcházení povinnosti placení mýtného - závěrečná zpráva*. Praha : ČVUT FD, Ústav dopravních systémů, 2007.
10. Data: Ohlasy: Děni na Boskovicku. *Směrový průzkum ve městě Boskovice*. [Online] 2017. [Citace: 11. 05 2023.] <https://data.ohlasy.info/2017/studie-dopravy-smery.pdf>.
11. Město Dobřichovice. *Studie strategického rozvoje dopravy ve městě Dobřichovice*. [Online] [Citace: 10. 05 2023.] https://www.dobrichovice.cz/e_download.php?file=data/editor/524cs_1.pdf&original=Studie_Dob%C5%99ichovice_analytick%C3%A11.pdf.
12. Technické podmínky. *TP 225 - Prognóza intenzit automobilové dopravy*. [Online] 2018. [Citace: 11. 05 2023.] https://pjpgk.rsd.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_225_2018__2_.pdf.
13. Město Kopřivnice. *Komplexní dopravní studie města Kopřivnice: Dopravní studie: Průzkumy, rozbor, analýza*. [Online] 2009. [Citace: 15. 05 2023.] https://www.koprivnice.cz/assets/File.ashx?id_org=6939&id_dokumenty=74933.

14. Obec Dobřejovice. *Koncepční studie omezení tranzitní dopravy přes obec Dobřejovice*. [Online] 2021. [Citace: 10. 05 2023.]
https://www.dobrejovice.cz/e_download.php?file=data/editor/270cs_1.pdf&original=VO_NO_Dob%C5%99ejovice_final_2021-09-14.pdf.
15. Město Dačice. *General dopravy ve městě Dačice: Dopravní průzkumy, analytická část*. [Online] 2017. [Citace: 10. 05 2023.]
https://www.dacice.cz/e_download.php?file=data/editor/707cs_23.pdf&original=Generel%20dopravy_Da%C4%8Dice_Anal%C3%BDza_30_08_2017.pdf.
16. Město Český Krumlov. *Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov*. [Online] 2017. [Citace: 11. 05 2023.]
https://www.ckrumlov.cz/docs/cz/20171222_Dopravni_koncepce.xml.
17. *I/20 Plzeň, mosty Rondel, navazující dopravně inženýrská studie; Příloha C.2: Směrový průzkum*. místo neznámé : EDIP s.r.o., 2018.
18. Plán udržitelné mobility města Děčín. *Mobilita Děčín - Dopravní průzkumy*. [Online] [Citace: 10. 05 2023.]
https://www.mobilitadecin.cz/images/dokumenty/5_dopravni_pruzkumy.pdf.
19. Langr, Ing. Martin. *Disertační práce: Fúze heterogenních dopravních dat pro odhadování směrových vztahů*. Praha : ČVUT FD, 2015.
20. Město Kroměříž. *Územní studie obchvatu Kroměříže*. [Online] HBH Projekt, spol. s r.o. [Citace: 10. 05 2023.] <https://www.mesto-kromeriz.cz/urad/dokumenty-a-informace/uzemni-studie/kromeriz/>.
21. NITTA Systems. *AVES Traffic*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://www.nitta.cz/wp-content/uploads/2016/01/AVES-Traffic.pdf>.
22. Technické podmínky. *TP 189 - Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. [Online] 2018. [Citace: 11. 05 2023.]
https://pjpgk.rsd.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_189_2018_final.pdf.
23. Městská část Praha 8. *Závěrečná zpráva dopravního průzkumu: "Směrový průzkum IAD na ul. Trójská - Praha 8"*. [Online] [Citace: 10. 05 2023.]
<https://www.praha8.cz/file/WWW/Zaverecna-zprava-Trojska.pdf>.
24. Novák, Jiří. ČVUT FSv, katedra fyziky: WebFyzika. *Základy teorie chyb a zpracování fyzikálních měření*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.]
<http://webfyzika.fsv.cvut.cz/PDF/teoriechyb.pdf>.
25. Město Český Krumlov - strategické dokumenty, koncepce, analýzy a studie. *Pěší zóna v centru města - studie*. [Online] 2017. [Citace: 11. 05 2023.]
<https://www.ckrumlov.cz/cz/strategicke-dokumenty-a-koncepce/>.
26. *Floating Car Data*. Pfoser, Dieter. Boston, MA, USA : Springer, 2008, Sv. Encyclopedia of GIS. 978-0-387-35973-1.

27. Národní registr dopravních informací. *DATEX II - FCD data*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] https://registr.dopravniinfo.cz/cs/sources/cz-ndic_d2-fcd/.
28. Ing. Pavel Hruběš, Ph.D. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní. *Data plovoucích vozidel v aplikacích monitorování dopravy*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://portal.cvut.cz/wp-content/uploads/2017/04/HP2011-23-Hrubes.pdf>.
29. Waze Česká republika. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://www.wazer.cz/>.
30. Portál otevřených dat. *Dopravní data z navigace Waze - Jak je získat a jak s nimi pracovat?* [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://data.gov.cz/%C4%8DI%C3%A1nky/data-waze-2021>.
31. Portál otevřených dat. *Geolokační data mobilních operátorů - principy, příklady, otázky*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://data.gov.cz/%C4%8DI%C3%A1nky/geoloka%C4%8Dn%C3%AD-data-mobiln%C3%ADch-oper%C3%A1tor%C5%AF-principy-p%C5%99%C3%ADklady-ot%C3%A1zky>.
32. Ministerstvo vnitra ČR. *Využití geolokačních dat mobilních operátorů pro potřeby veřejné správy*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=786718a37aec4c5dJmltdHM9MTY4Mzc2MzlwMCZpZ3VpZD0zODk0NjcwOC02MjU1LTY1MTQtMmE2MC03NjUyNjMxNzY0MzQmaW5zaWQ9NTE3Ng&ptn=3&hsh=3&fclid=38946708-6255-6514-2a60-765263176434&psq=Vyu%c5%beit%c3%ad+geoloka%c4%8dn%c3%adch+dat+mobilen%c3>.
33. Navrátilová, Kristýna. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní: Ústav dopravní telematiky. *Studie: Detailní analýza dostupných prostředků regulace parkování v uličním prostoru*. [Online] 2021. [Citace: 11. 05 2023.] <http://www.k620.fd.cvut.cz/sgs21-079-ohk2-1t-16/clanek1>.
34. CAMEA. *Měření rychlosti*. [Online] [Citace: 11. 05 2023.] <https://www.camea.cz/cz/doprava/mereni-rychlosti/>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Ilustrační příklad zkoumané oblasti a průjezdů vozidla; zdroj: (vlastní)	27
Obrázek 2 Příklad prezentace významných tranzitních vztahů; zdroj: (16).....	40
Obrázek 3 Příklad prezentace vyhodnocení rozložení dopravy zaznamenané v konkrétním měřicím profilu na silniční síti profilu (profil č. 10 na obrázku); zdroj: (14)	42
Obrázek 4 Příklad prezentace podílu vozidel podléhajících zpoplatnění, která využívají alternativní trasy; zdroj: (9)	44
Obrázek 5 Příklad řešení výpadku měřicího stanoviště úpravou schématu dílčích zájmových lokalit; zdroj: (16).....	47
Obrázek 6 Stručné schéma procesu realizace směrového dopravního průzkumu; zdroj: (vlastní).....	53
Obrázek 7 Schéma procesu zpracování a vyhodnocení dat ze směrových dopravních průzkumů; zdroj: (vlastní)	54
Obrázek 8 Schéma struktury bloků algoritmu vyhodnocovacího nástroje; zdroj: (vlastní).....	73
Obrázek 9 Směrový průzkum Strahov; zdroj: (mapy.cz, vlastní úpravy).....	93

Seznam tabulek

Tabulka 1 Formát surových dat v tabulkové podobě; zdroj: (vlastní)	22
Tabulka 2 Porovnání úspěšnosti různých typů směrových průzkumů; zdroj: (19), překresleno.....	24
Tabulka 3 Příklad tabulkové podoby dat pro párování; zdroj: (vlastní)	26
Tabulka 4 Ilustrační příklad podoby nalezených záznamů jednoho vozidla během párování; zdroj: (vlastní)	27
Tabulka 5 Ilustrační příklad možné podoby dat s navzájem izolovanými záznamy o cestách jednotlivých vozidel; zdroj: (vlastní).....	28
Tabulka 6 Matice přepravních vztahů; zdroj: (vlastní)	35
Tabulka 7 Příklad prezentace matice přepravních vztahů; zdroj: (14);	40
Tabulka 8 Příklad interpretace a prezentace dob průjezdu a dob pobytu na základě $T_{\text{limit}} = 20 \text{ min}$; zdroj: (10).....	45
Tabulka 9 Struktura surových dat; zdroj: (vlastní)	55
Tabulka 10 Zobecněná Matice spárovaných dat; zdroj: vlastní s využitím (19)	58
Tabulka 11 Ilustrační příklad cest s výskytem potenciálně nelogických tras; zdroj: (vlastní).....	62
Tabulka 12 Zobecněná Matice přepravních vztahů; zdroj: (vlastní).....	64
Tabulka 13 Zobecněná tabulka vyhodnocení rozložení dopravní zátěže v blízkosti měřicích profilů / stanovišť; zdroj: (vlastní).....	66
Tabulka 14 Zobecněná tabulka vyhodnocení rozložení dopravní zátěže dle typu cest; zdroj: (vlastní).....	66
Tabulka 15 Zobecněná tabulka vyhodnocení poměru spárovaných a nespárovaných RZ; zdroj: (vlastní).....	67
Tabulka 16 Zobecněná tabulka relevantních měřicích profilů pro vyhodnocení dob pobytu; zdroj: (vlastní)	69
Tabulka 17 Zobecněná tabulka relevantních dvojic měřicích profilů pro vyhodnocení zájmových tras; zdroj: (vlastní)	70
Tabulka 18 Datová sada Dobřichovice – ukázka surových dat z měřicího profilu A1; zdroj: (vlastní).....	73
Tabulka 19 Logika zadání měřicích profilů, stanovišť a polohy vzhledem k území (konkrétní počet, označení a umístění profilů a stanovišť může být odlišný); zdroj: (vlastní).....	75
Tabulka 20 Předzpracovaná datová sada – příklad měřicího profilu A1; zdroj: (vlastní)	76

Tabulka 21 Sloučená předzpracovaná data – příklad dat ze všech měřicích profilů; zdroj: (vlastní).....	77
Tabulka 22 Ukázka tabulky vyhodnocení DI charakteristik typu profilový průzkum; zdroj: (vlastní).....	78
Tabulka 23 Ukázka spárované datové sady SloucenaData; zdroj: (vlastní)	80
Tabulka 24 Ukázka vybrané relace A1–B2 pro expertní vyhodnocení T_{limit} ; zdroj: (vlastní) ..	80
Tabulka 25 Ukázka matice navržených T_{limit} ; zdroj: (vlastní)	81
Tabulka 26 Příklad Tabulky cest; zdroj: (vlastní)	83
Tabulka 27 Ukázka Matice spárovaných dat; zdroj: (vlastní).....	84
Tabulka 28 Ukázka OD matice; zdroj: (vlastní)	84
Tabulka 29 Vzor tabulky pro vyhodnocení měřicích stanovišť – pro 1 měřicí stanoviště umístěné na hranici zkoumané oblasti; zdroj: (vlastní).....	86
Tabulka 30 Ukázka datové sady pro vyhodnocení měřicích profilů; zdroj: (vlastní)	87
Tabulka 31 Ukázka Tabulky vyhodnocení stanovišť – příklad pro měřicí stanoviště A; zdroj: (vlastní).....	87
Tabulka 32 Ukázka datové sady pro vyhodnocení dob pobytu; zdroj: (vlastní)	89
Tabulka 33 Ukázka Matice počtů vozidel s pobytem; zdroj: (vlastní).....	89
Tabulka 34 Ukázka souhrnné tabulky základních informací o pobytech vozidel v jednotlivých relacích; zdroj: (vlastní)	89
Tabulka 35 Ukázka Matice reálných vzdáleností (v metrech) mezi měřicími profily datové sady Dobřichovice; zdroj: (vlastní).....	90
Tabulka 36 Ilustrační příklad identifikace relací; zdroj: (vlastní).....	90
Tabulka 37 Ukázka datové sady vyhodnocení tras v relaci A1–B2; zdroj: (vlastní)	92
Tabulka 38 Datová sada Strahov – ukázka surových dat z měřicího profilu A1	95
Tabulka 39 Datová sada Strahov – počty záznamů v měřicích profilech	95
Tabulka 40 Datová sada Strahov – počty záznamů v měřicích profilech v období 8:10–9:10	96
Tabulka 41 Datová sada Strahov – počty záznamů v měřicích profilech v období 8:15–8:30	97
Tabulka 42 Nárůst časové náročnosti vyhodnocení bloku 6.....	101

Seznam grafů

Graf 1 Příklad interpretace variací intenzit jako podílu z maximální naměřené hodinové intenzity; zdroj: (11)	38
Graf 2 Příklad prezentace tranzitní a vnější dopravy v měřicím profilu; zdroj: (14)	42
Graf 3 Úspěšnost záznamu RZ projíždějících vozidel během dne; zdroj: (11).....	48
Graf 4 Stanovení T_{limit} expertní metodou – příklad využití bodového a krabicového grafu; zdroj: (vlastní).....	61
Graf 5 Ukázka grafu expertního vyhodnocení T_{limit} ; zdroj: (vlastní).....	81

Seznam příloh

- Příloha 1 Podrobné schéma postupu provedení a vyhodnocení směrového dopravního průzkumu s vymezením předmětu metodiky
- Příloha 2 Algoritmus vyhodnocení dat ze směrových dopravních průzkumů – script v programovacím jazyce R
- Příloha 3 Příprava směrového dopravního průzkumu
- Příloha 4 Výsledky vyhodnocení ověřovací datové sady z průzkumu Strahov

