

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra vozidel a pozemní dopravy**



**Posouzení vhodnosti využití technických  
prostředků pro dopravní průzkumy**

**Diplomová práce**

**Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.**

**Vypracoval: Bc. Martin Jukl**

**PRAHA 2018**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Jukl

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Posouzení vhodnosti využití technických prostředků pro dopravní průzkumy

Název anglicky

The assessment of technical means used for traffic surveys

---

Cíle práce

Cílem práce je, na základě provedení experimentu, ověřit vhodnost využití různých technických prostředků a postupů k získání informací z dopravního průzkumu.

Metodika

1. Provést podrobnou rešerši způsobů provádění dopravních průzkumů
2. Navrhnout metodiku měření k ověření různých postupů a technologií dopravního průzkumu (zjištění intenzit a skladby dopravního proudu)
3. Provedení experimentu
4. Výsledky a závěr

#### Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran včetně

#### Klíčová slova

dopravní průzkum, radar, kamera

---

#### Doporučené zdroje informací

<https://tracsistraffic.com/> (4.10.2017)

Informační zdroje související s problematikou zadané práce: Normy ČSN především skupina 73 61 XX  
Zákon České republiky např.: Zákon č. 111/1994 Sb. o silniční dopravě, Zákon č. 13/1997 Sb.  
o pozemních komunikacích Technické podmínky MD ČR viz

<http://www.pjpk.cz/technicke-podminky-tp/> (4.10.2017)

RŮŽIČKA M.: Přednášky – Dopravní inženýrství I., Moodle TF ČZU Praha, <http://moodle.tf.czu.cz>, průběžně  
aktualizováno, 2016

SLINN M.-GUEST P.-MATTHEWS P.: Traffic Engineering Design, Elsevier Butterworth-Heinemann,  
2005, Oxford, , 2. ed., ISBN 0-7506-5865-7, 232 p.

Wolfgang S. HOMBURGER, James H. KELL, David D. PERKINS: Fundamentals of Traffic Engineering, ISSN  
0192-5911, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley

---

#### Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

#### Vedoucí práce

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

#### Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

#### Konzultant

ing. David Marčev, PhD.

Elektronicky schváleno dne 9. 10. 2017

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 10. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 11. 2017

---

**Prohlášení:**

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Posouzení vhodnosti využití technických prostředků pro dopravní průzkumy vypracoval samostatně a použil pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne: 31. 3. 18

.....

Martin Jukl

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval všem, kteří mi pomohli při psaní této práce. Zvláště bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce, panu doc. Ing. Miroslavu Růžičkovi, CSc., za přínosné odborné konzultace a cenné připomínky k mé diplomové práci. Neméně rád bych poděkoval i svému konzultantovi práce, panu Ing. Davidu Marčevovi, Ph.D., za odbornou pomoc při uskutečňování měření.

V Praze dne: 31. 3. 18

.....

Martin Jukl

**Abstrakt:** Předmětem zkoumání této diplomové práce jsou technické prostředky pro získávání dat z dopravních průzkumů. Konkrétně se jedná o mikrovlnný radar, kameru pro rozpoznávání registračních značek vozidel, kameru pro pořízení celkového záznamu a ruční záznam. Teoretická část práce seznamuje čtenáře se základními pojmy dopravního inženýrství a poskytuje podrobnou rešerši způsobů provádění dopravních průzkumů. Praktická část práce uvádí navrženou metodiku měření. Dále popisuje všechny provedené experimenty včetně jejich vyhodnocení. Závěr práce pak shrnuje získané poznatky z provedených experimentů a na jejich základě uvádí doporučení k využití testovaných zařízení.

**Klíčová slova:** dopravní průzkum, radar, kamera

### **The assessment of technical means used for traffic surveys**

**Summary:** Subject of this diploma thesis are the technical means used for obtaining data from traffic surveys. Specifically microwave radar, a camera for the recognition of vehicle registration plates, a camera for capturing entire record and a manual record. The theoretical part of the thesis introduces basic concepts of traffic engineering and provides a detailed research of methods for obtaining data from traffic surveys. The practical part of the thesis presents proposed measurement methodology. It also describes all the experiments, including their evaluation. The conclusion of the thesis summarizes the acquired knowledge from the experiments and on their basis provides recommendations for use of tested devices.

**Key words:** traffic survey, radar, camera

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Přehled řešené problematiky .....</b>	<b>2</b>
2.1	Dopravní inženýrství a doprava .....	2
2.2	Dopravní proud .....	3
2.3	Dopravní průzkumy .....	4
2.3.1	Význam a účel .....	4
2.3.2	Charakter veličin.....	5
2.4	Zjištění intenzit dopravy na pozemních komunikacích .....	6
2.4.1	Dlouhodobé sčítání dopravy .....	6
2.4.2	Celostátní sčítání dopravy .....	6
<b>3</b>	<b>Způsoby provádění dopravních průzkumů .....</b>	<b>7</b>
3.1	Dopravní detektory/senzory .....	7
3.2	Manuální záznam .....	9
3.2.1	Sčítací formulář .....	9
3.2.2	Ruční záznamové přístroje .....	9
3.3	Intrusivní detektory .....	10
3.3.1	Indukční smyčky .....	11
3.3.2	Magnetické detektory .....	13
3.3.3	Pneumatické detektory .....	16
3.3.4	Piezoelektrické detektory .....	17
3.3.5	Bending plate (WIM).....	18
3.4	Neintrusivní detektory .....	19
3.4.1	Pasivní detektory hluku .....	19
3.4.2	Ultrazvukové detektory .....	20
3.4.3	Mikrovlnné detektory .....	21
3.4.4	Infračervené detektory .....	22

3.4.5	Videodetekce .....	25
3.5	Základní komparace detektorů.....	26
<b>4</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Metodika práce .....</b>	<b>27</b>
5.1	Vybrané lokality .....	28
5.2	Měřicí technika .....	29
5.2.1	Sierzega SR4 .....	29
5.2.2	IP kamera HIKVISION pro rozpoznávání RZ vozidel.....	32
5.2.3	IP kamera VISION pro pořízení záznamu.....	35
<b>6</b>	<b>Experimenty .....</b>	<b>36</b>
6.1	Měření č. 1 .....	36
6.2	Měření č. 2 .....	38
6.3	Měření č. 3 .....	42
6.4	Měření č. 4 .....	44
6.5	Měření č. 5 .....	46
6.6	Měření č. 6 .....	48
6.7	Měření č. 7 .....	50
6.8	Základní porovnání finanční a časové náročnosti.....	52
<b>7</b>	<b>Výsledky a závěr .....</b>	<b>53</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>57</b>
	<b>Seznam použitých obrázků .....</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam použitých tabulek .....</b>	<b>61</b>
	<b>Seznam použitých grafů.....</b>	<b>62</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>63</b>



# 1 Úvod

Doprava zasahuje ve stále větší míře do každodenního života nás všech. Příčinou je současný prudký růst individuální automobilové dopravy, jejímž potřebám a požadavkům přestává stávající dopravní infrastruktura vyhovovat. Doprava sestává z velkého množství jevů, které na sebe vzájemně působí a vytváří tím velice komplikovaný a sofistikovaný celek. Doprava má kladné, ale i záporné dopady na různé oblasti našeho života. Mezi kladné lze zařadit zvyšující se životní úroveň obyvatelstva a zkracování času pro přepravu díky budování nových a modifikacím stávajících komunikací. Mezi záporné naopak patří stále se zvyšující nehodovost a tvorba dopravních kongescí. Opomenout nelze ani negativní dopady na životní prostředí. Z výše uvedeného jasně vyplývá mimořádná důležitost monitorování aktuálního stavu dopravy, jejího vývoje a vyvozování patřičných závěrů. Za tímto účelem se provádí dopravní průzkumy. Způsobů získávání dat je mnoho, měřicí zařízení sledují rozličné ukazatele a fungují na různých principech.

Diplomová práce *Posouzení vhodnosti využití technických prostředků pro dopravní průzkumy* se zabývá různými zařízeními pro sběr dat v dopravních průzkumech, jejich otestování a posouzením. Těmito zařízeními jsou konkrétně mikrovlnný radar Sierzega SR4, IP kamera HIKVISION pro rozpoznávání registračních značek (dále jen RZ) vozidel a IP kamera VISION pořizující celkový záznam situace, se kterým lze dále pracovat. Pro možnost komplexnějšího posouzení bylo vždy provedeno i ruční sčítání.

V úvodní části diplomové práce jsou nejprve stručně popsány základní pojmy týkající se dopravního inženýrství, dopravních průzkumů a dopravy jako takové. Dále jsou v práci uvedeny jednotlivé veličiny, které se dopravními průzkumy sledují a dále vyhodnocují. Následuje podrobná rešerše nejrůznějších zařízení používaných v dopravních průzkumech. Praktická část navazuje základními technickými parametry použitých přístrojů a popisem dat, které přístroje poskytují. Uvedeny jsou i jejich komponenty, možnosti umístění a v neposlední řadě způsoby, jak s nimi zacházet. Následuje kompletní analýza a vyhodnocení všech provedených měření, včetně uvedení vybraných lokalit a podmínek doprovázejících tato měření. Závěr práce se věnuje komplexnímu posouzení zkoušených zařízení a poskytuje doporučení pro jejich použití v rámci dopravních průzkumů.

## 2 Přehled řešené problematiky

V této kapitole budou popsány základní pojmy, které úzce souvisí s řešenou problematikou a jejich znalost je klíčová. Těmito pojmy jsou dopravní inženýrství, doprava, dopravní proud a dopravní průzkum. Poslední podkapitola je věnována zjišťování intenzit jakožto dopravními průzkumy nejběžněji zjišťované a ověřované veličině.

### 2.1 Dopravní inženýrství a doprava

Dopravní inženýrství se jako vědní obor vyčlenilo ze silničního inženýrství ve 30. letech minulého století ve Spojených státech amerických. Došlo k tomu z důvodu tamního masivního rozvoje automobilové dopravy. Jedná se o vědní obor zabývající se dopravními průzkumy, analýzami, prognózami a návrhy dopravní infrastruktury. Jeho cílem je vytvářet *podklady pro silniční plánování* (etapy výstavby, kategorizace silniční sítě, atd.) a *projektování* (technické podmínky, normativy, atd.), *uplatňovat okamžitá dopravní řešení* (tj. optimalizovat využití současného dopravního zařízení – úprava, případně návrh svislého a vodorovného značení, řízení křižovatek, regulačních opatření, atd.) a zároveň *hledat výhledová dopravní řešení* (tj. na základě dopravních prognóz stanovit návrhy stavebních úprav, přestavby a výstavby komunikací, atd.). [1]




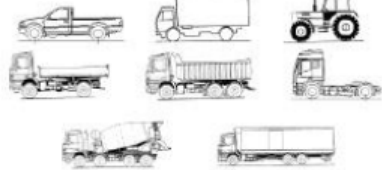
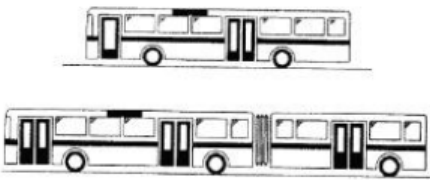

Doprava představuje soubor činností, za jejichž pomoci dochází k pohybu dopravních prostředků po dopravních cestách a přemísťování osob a věcí těmito dopravními prostředky. Dopravu vyvolává rozložení funkčních složek v území. Těmito složkami jsou pracoviště, obydlí, občanská vybavenost, rekreace a zelené plochy. Rozvoj jednotlivých funkčních složek území a vazeb mezi nimi je zpětně ovlivněn mírou rozvoje dopravy. [3]

Doprava má mnoho druhů (silniční, železniční, lodní a říční, letecká, ale i potrubní apod.), tato práce se však týká pouze dopravy silniční. Silniční doprava má určitá specifika, kterými se výrazně odlišuje od ostatních druhů dopravy. Těmito specifiky jsou různorodost účastníků provozu (věk, zkušenosti, dovednosti), různorodost dopravních prostředků (druh pohonu, rozměry, konstrukční rychlost, atd.) a individuální volba trasy a času pohybu po ní. Právě díky těmto specifickým, nerovnoměrnosti a variabilitě silniční a městské dopravy je popis jejího stavu velmi náročný na zpracování a ještě obtížnější je určení výhledových potřeb. [3]

## 2.2 Dopravní proud

Dopravní proud se definuje jako sled všech vozidel nebo chodců, které/kteří se pohybují v pruhu za sebou nebo v pružích vedle sebe a to stejným směrem. Má tři základní specifika, kterými jsou: individualita, kolektivnost a komplexnost.

Dopravní proud lze tedy chápat jako proud složený z různých druhů vozidel, která mají svá specifika. Obrázek č. 1 prezentuje jednotlivé druhy vozidel. Doprava v sídelních útvarech (městech) je realizována po pozemních komunikacích právě v těchto dopravních proudech, proto je potřeba k jejich zkoumání přistupovat velmi sofistikovaně. Působí na něj mnoho faktorů, které jej ovlivňují. Zároveň dopravní proud svým chováním zásadně ovlivňuje své okolí a to jak kvalitativně, tak kvantitativně.[4]

Druh vozidla	Popis	Označení při celostátním sčítání dopravy	Hranice délky vozidla nastavená automatických detektorů ŘSD	Ilustrační obrázek
C Jízdní kola	všechny kategorie jízdních kol - silniční, horská, ...	C	-	
M Motocykly	jednostopá motorová vozidla, sajdkáry	M	≤ 5m	
O Osobní automobily	osobní automobily bez přívěsů i s přívěsy, mikrobusy, dodávkové automobily	O, N1		
N Nákladní automobily	lehké, střední a těžké nákladní automobily, traktory, speciální nákladní automobily	N1, N2, N3, TR	> 5 m, ≤ 9 m	
A Autobusy	vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají víc než 9 míst (včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy)	A, PA	> 9 m, ≤ 12 m	
K Nákladní soupravy	přívěsové a návěsové nákladní soupravy	PN2, PN3, NS, PTR	> 12 m	

Obr. 1 – Skladba dopravního proudu [4]

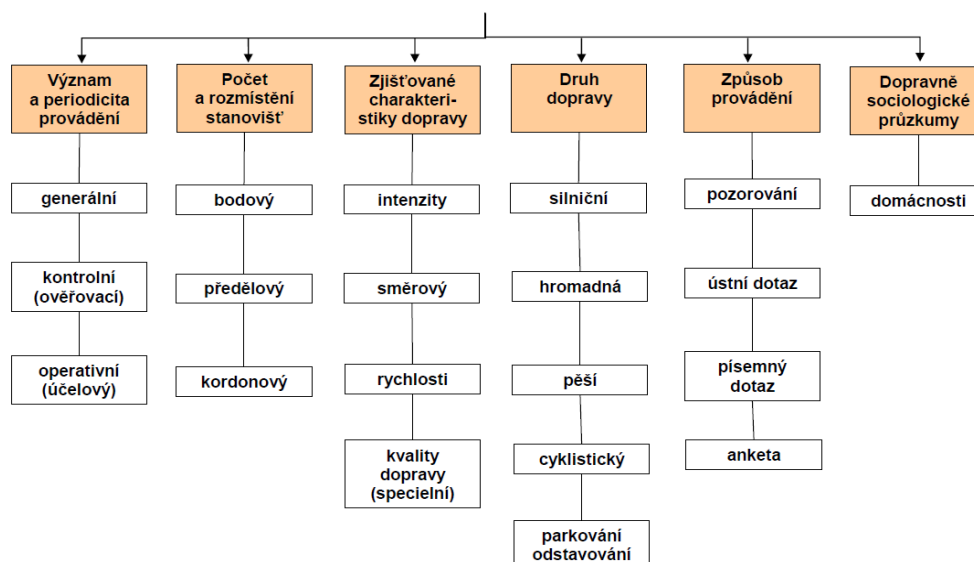
## 2.3 Dopravní průzkumy

Dopravní průzkumy slouží jako základní zdroj poznávání stávajícího stavu dopravního provozu a zároveň jsou prvotním podkladem pro analýzu dopravy, ze které je následně možné odvozovat výhledové potřeby. Největším problémem dopravních průzkumů je zajištění jejich věrohodnosti, k tomu je nezbytně nutné dodržovat zásady objektivnosti sledování dopravy a respektování určité statistické spolehlivosti sledovaných dat. Před samotným průzkumem je proto zapotřebí provést přípravu, při které se definuje účel a rozsah průzkumu. [1]

### 2.3.1 Význam a účel

Podle zvoleného účelu a celkového rozsahu se následně vybírá správná metoda, i s ohledem na způsob zpracování výsledků. Z těchto požadavků vyplývá celková náročnost průzkumu, a to jak z hlediska personálního zajištění a přístrojového vybavení, tak i stanovení optimálního rozsahu vyhodnocovaného území a pochopitelně i náročnosti finálního vyhodnocení. U některých průzkumů toto vyhodnocení zabírá i několikanásobek doby měření v terénu. Výsledky získané z dopravních průzkumů se využívají k zajištění podkladů pro hodnocení stávajícího dopravního stavu a projektování modifikací. [1]

Na obrázku č. 2 je schematicky znázorněno členění dopravních průzkumů dle jejich formy a způsobu provádění.



Obr. 2 – Členění dopravních průzkumů [4]

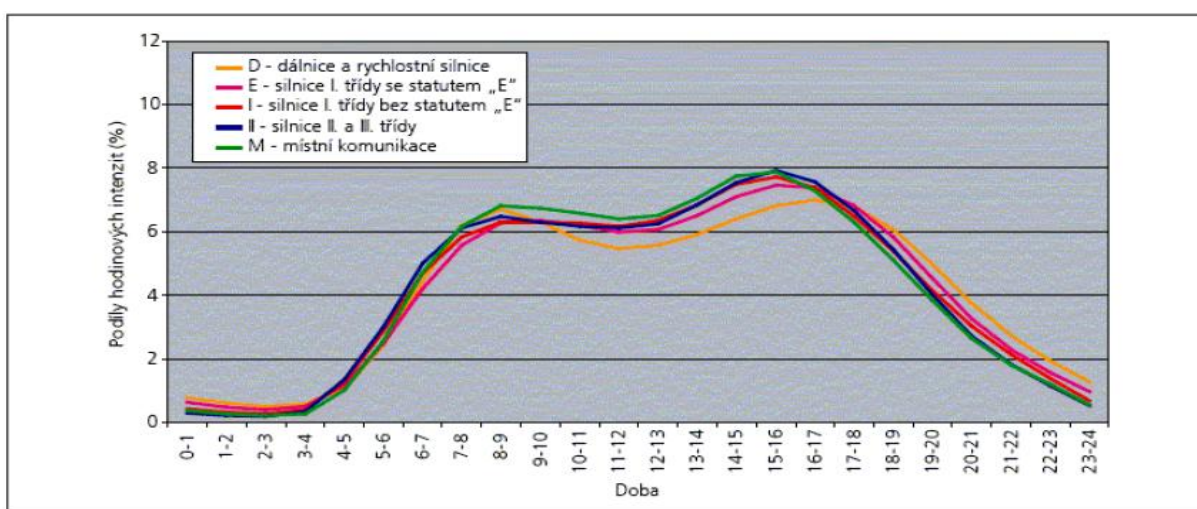
## 2.3.2 Charakter veličin

### Běžné (pravidelně ověřované):

- *Intenzita dopravního proudu* [voz/h] – je hlavním měřítkem vytížení komunikace, měří se ručně i automaticky, případně lze využít i telematických systémů. Na obrázku č. 3 je pak ukázka diagramu variace denních intenzit;
- *Skladba dopravního proudu* [%] – je procentuální vyjádření zastoupení jednotlivých druhů vozidel (osobní, lehké nákladní, těžké nákladní, autobusy, atd.).

### Speciální (občasně ověřované):

- *Čas* [s] – časové odstupy vozidel, časová mezera, atd.;
- *Rychlost vozidel* [km/h] – měří se rychlost okamžitá, úseková, průměrná, atd.;
- *Obsazenost vozidel* [osob/voz];
- *Obsazenost vozidel VHD (MHD)* [osob/voz];
- *Hustota dopravního proudu* [voz/km] – koncentrace vozidel vyjádřená jako počet vozidel na kilometr;
- *Okamžitá hmotnost* [t];
- *Vliv na dopravní prostředí – Imise* [mg/m<sup>3</sup>];
- *Hluk a vibrace* [dB];
- *Doprava v klidu* – parkování vozidel. [4]



Obr. 3 – Ukázka diagramu denní variace intenzit osobních automobilů v běžný pracovní den

[7]

## **2.4 Zjištění intenzit dopravy na pozemních komunikacích**

Údaje získané o intenzitě dopravy se využívají při návrhu pozemních komunikací, kapacitních výpočtech, projektech zabývajících se pozemními komunikacemi, výpočtech dopadů dopravy na životní prostředí a zároveň hrají významnou roli při rozhodování o rozdělení finančních prostředků na rekonstrukce a opravy komunikací. V našich podmínkách jsou dostupné následující zdroje informací o intenzitě dopravy. [1]

### **2.4.1 Dlouhodobé sčítání dopravy**

Na úvod se vždy vybere úsek pozemní komunikace, který se přiřadí k místu dlouhodobého sčítání dopravy. Údaje se získávají automatickými detektory umístěnými převážně na komunikacích s vyšším dopravním významem, tzn. na dálnicích a silnicích I. třídy, výjimečně pak na silnicích II. a III. třídy. Získané údaje jsou zpracovány organizacemi pověřenými jejich správou a na základě získaných dat je možné určit hodnoty ročního průměru denních intenzit i hodinových intenzit dopravy. Starší typy automatických sčítačů umí zaznamenávat pouze intenzitu všech vozidel, modernější je umí rozřadit do čtyř i více druhů vozidel. V určitých případech se získávají data i z detektorů určených primárně pro jiné účely. Takovými detektory jsou detektory rychlosti jízdy, detektory pro dynamické řízení světelných signalizačních zařízení, kamerové systémy atd. [1]

### **2.4.2 Celostátní sčítání dopravy**

Celostátní sčítání dopravy (dále jen CSD) představuje základní informaci o intenzitách automobilové dopravy v celostátním měřítku. Vyhodnocuje se jednou za pět let na vybrané komunikační síti, do které patří všechny dálnice, silnice I., II. třídy a některé silnice III. třídy včetně vybraných místních komunikací. Na silnicích probíhá CSD ve formě šesti až deseti krátkodobých průzkumů (po dobu čtyř hodin), které se provádějí ručním způsobem na určeném úseku komunikace. Na dálnicích se již využívá automatických detektorů, podrobná skladba vozidel je odvozena z doplňkových ručních průzkumů. Na základě těchto dat jsou stanoveny výsledné hodnoty intenzit, garantem uskutečnění a vyhodnocení je Ředitelství silnic a dálnic (dále jen ŘSD) ČR. Intenzity se uvádějí jako odhad ročního průměru denních intenzit (RPDI) pro 14 kategorií vozidel. Poslední CSD proběhlo v roce 2016, původní termín (2015) nebyl dodržen z důvodu posunutí termínu zadání veřejné zakázky, ale ŘSD veřejnost ujišťuje, že se nadále bude snažit o udržení pětiletých cyklů končících na 0 a 5. [1,8]

## 3 Způsoby provádění dopravních průzkumů

### Ručně

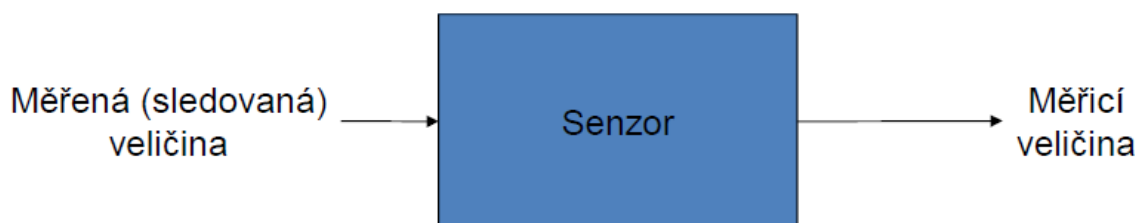
Do předem připraveného formuláře zaznamenává sčítač (fyzická osoba) údaje o sledovaných vozidlech, případně i o chodcích. V případě sledování intenzit zaznamenává projíždějící vozidla čárkou, zároveň rozlišuje jednotlivé druhy vozidel. V případě křižovatkového průzkumu zaznamenává pohyby vozidel, případně i RZ vozidel. Ruční sčítání není vhodné používat na dlouhodobé průzkumy, ale jeho zásadní výhodou je operativnost nasazení.

### Automaticky

V tomto případě jsou zjišťované charakteristiky zaznamenávány přístroji. Těmito přístroji jsou detektory buď zabudované nebo připevněné k vozovce nebo umístěné v její blízkosti. Tyto detektory jsou popsány v následujících kapitolách. Tímto způsobem lze měřit např. intenzitu, skladbu dopravního proudu či rychlost. Automatizované sčítání se uplatňuje pro dlouhodobé průzkumy, jeho nevýhodou je vyšší finanční náročnost na pořízení a instalaci technického prostředku. [1]

### 3.1 Dopravní detektory/senzory

Funkčním prvkem, který tvoří vstupní část měřicího řetězce a je v přímém styku s měřeným prostředím, je senzor. Pomocí senzoru se snímá sledovaná veličina (fyzikální, chemická, biologická) a ta je transformována na veličinu měřicí (obvykle elektrickou). Tento proces je schematicky znázorněn na obrázku č. 4.[2]



Obr. 4 – Princip detektoru [5]

### **Detektory lze rozdělit podle následujících kritérií:**

- *Dle měřené veličiny* – rychlosti, tlaku, teploty, počtu vozidel aj.;
- *Dle fyzikálního principu* – kontaktní, elektromagnetické se střídavým polem, elektrické se střídavým polem, magnetické se stejnosměrným polem, aj.;
- *Dle práce s energií* – aktivní (vyzařující, jsou zdrojem elektrické energie), pasivní (přijímající, potřebují vnější zdroj elektrické energie);
- *Dle styku s měřeným prostředím* – dotykové a bezdotykové;
- *Dle funkce při řízení dopravy* – prodlužovací, výzvové a strategické.

### **Mezi nejdůležitější vlastnosti detektorů patří:**

- *Práh citlivosti* – udává ho hodnota snímané veličiny, při níž je na výstupu signál odpovídající střední kvadratické odchylce šumu;
- *Dynamický rozsah* – udává ho interval přípustných hodnot snímané veličiny, přičemž ho ohraničuje práh citlivosti a maximální hodnota dané veličiny;
- *Reprodukovatelnost* – tu udává odchylka naměřených hodnot během krátkodobého sledu měření konstantní vstupní veličiny;
- *Rozlišitelnost* – se charakterizuje jako nejmenší změna snímané veličiny odpovídající absolutní či relativní chybě senzoru;
- Dále *linearita, parametry výstupu, parametry časové odezvy, šíře frekvenčního pásma, frekvenční rozsah, parametry šumu aj.* [2]

V následujících kapitolách budou shrnuty jednotlivé prostředky pro získávání dopravních dat. Pro lepší orientaci bude využito technologické dělení na následující kategorie:

- Manuální záznam;
- Intrusivní detektory;
- Neintrusivní detektory;
- Detektory umístěné ve vozidle. [5]



## 3.2 Manuální záznam

Manuální sčítání je stále ještě hojně využívané a to především pro svou finanční nenáročnost a operativnost nasazení sčítačů. Nevýhodou je nejistá přesnost metody závislá na lidském faktoru (soustředěnost, motivovanost atd.). [5]

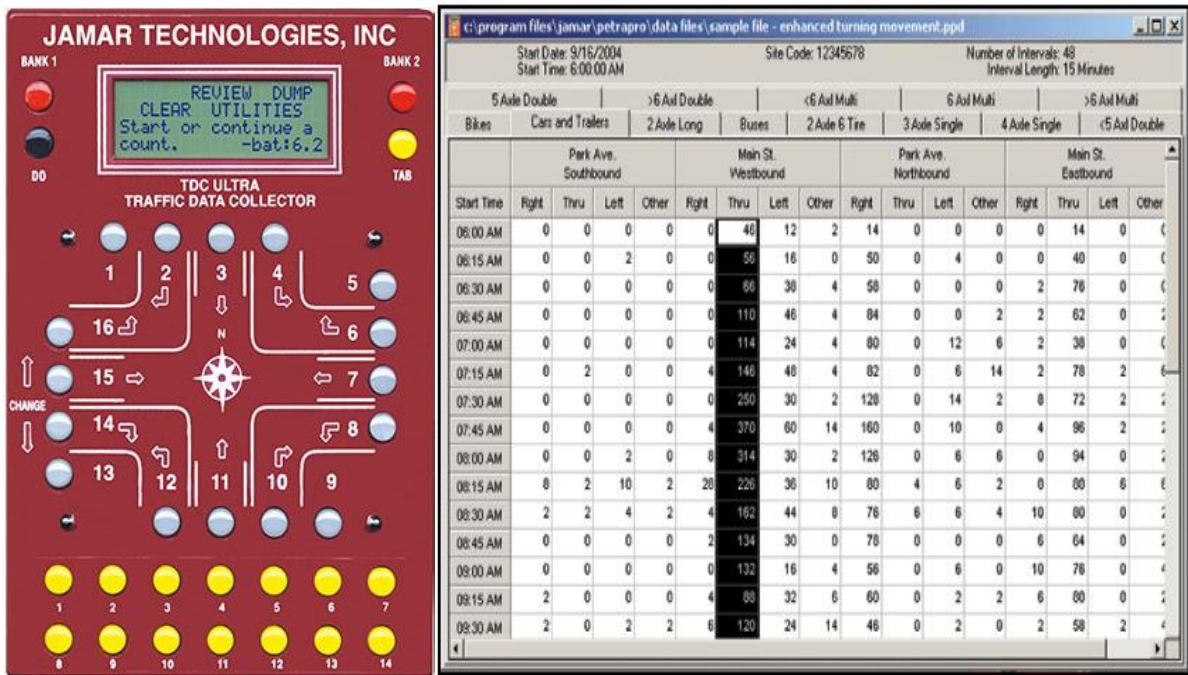
### 3.2.1 Sčítací formulář

#### Sčítací formulář obsahuje následující body:

- *Název dopravního průzkumu;*
- *Časovou specifikaci* – datum a den průzkumu, období vlastního průzkumu a období daného formuláře;
- *Prostorovou specifikaci* – označení (GPS souřadnice) a název stanoviště;
- *Evidenci a kontrolu kvality práce* – jméno, příjmení a podpis sčítače;
- *Typ sčítání;*
- *Použité číselníky* – nejsou-li rozsáhlé, pak je vhodné je umístit na formulář;
- *Počasi.* [4]

### 3.2.2 Ruční záznamové přístroje

Tyto přístroje jsou zajímavou alternativou manuálního sčítání v případě křižovatkových průzkumů. Podnět k záznamu stále dává fyzická osoba, ale data jsou zaznamenávána na úložiště přístroje, ze kterého se následně přehrávají do PC a zpracovávají. Zařízení vyrábí například firma JAMAR Technologies, Inc. sídlící v USA. Přístroj TDC Ultra (Obr. 5) obsahuje 16 modrých tlačítek, z nichž 12 představuje běžné křižovatkové pohyby, zbylé 4 lze definovat uživatelem (jízdni kola, chodci). Žlutá tlačítka umožňují kategorizaci vozidel až do 14 tříd, jednotlivé kategorie lze také definovat uživatelem. Data se přenášejí do PC prostřednictvím portu USB. Společnost spolu s přístrojem dodává i svůj specializovaný software PETRAPro (Obr. 6), ve kterém lze získaná data dále zpracovávat. [9]



Obr. 5 a 6 – Záznamový přístroj JAMAR TDC ULTRA a ukázka výstupu v PC [9]

### 3.3 Intrusivní detektory

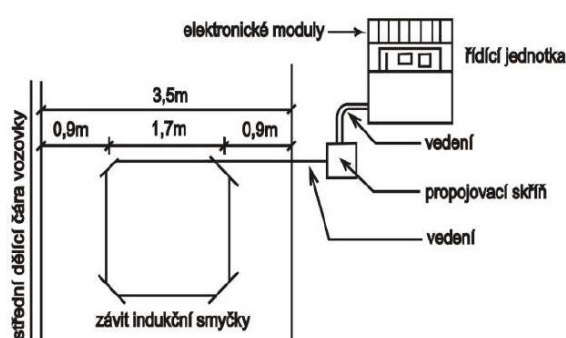
Intrusivní (někdy též nazývány destruktivní) detektory jsou detektory zasahující do vozovky. Obsahují konstrukční prvky umístěné na nebo pod povrchem vozovky, zasahují tudíž do zóny, kterou projíždí vozidla.

#### Jedná se o:

- Indukční smyčky;
- Magnetické detektory;
- Pneumatické trubkové detektory;
- Piezoelektrické detektory;
- Bending plate WIM (Weigh-in-Motion). [5]

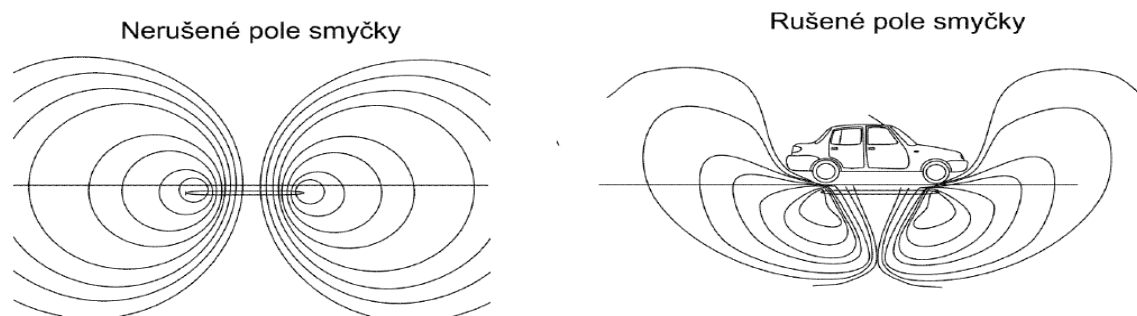
### 3.3.1 Indukční smyčky

Indukční smyčky jsou stále jedním z nejvíce používaných dopravních detektorů a to především z důvodu jednoduché konstrukce (Obr. 7 a 8) a relativně nízkých pořizovacích nákladů při zachování vysoké spolehlivosti měření. Detekování vozidel prostřednictvím indukčních smyček je založeno na narušení homogenního magnetického pole, které je vytvořeno okolo závitů cívky, která je napájena z přizpůsobovacího členu oscilátoru 20-150 kHz. Vlastní smyčka vlastně představuje vzduchovou cívku o indukčnosti  $L=N*\Phi/I$  [H]. [4]



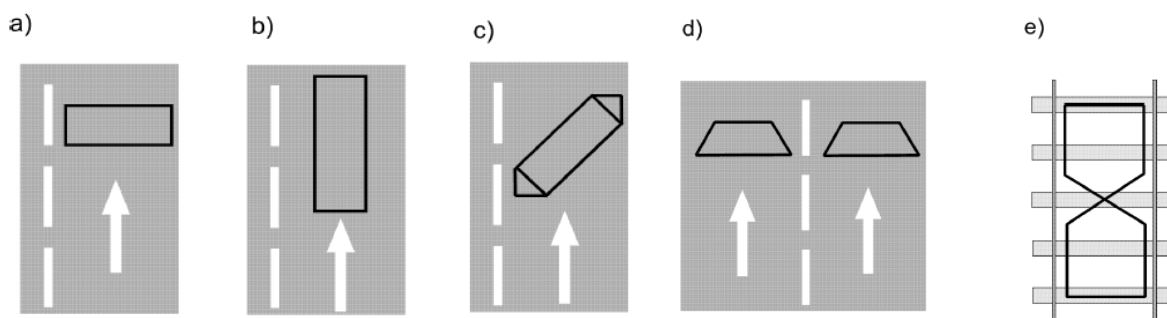
Obr. 7 a 8 – Schéma zapojení indukční smyčky a příklad použití v praxi [5,23]

Ve chvíli, kdy se dostane vozidlo do prostoru smyčky (Obr. 9), změní se vlivem kovové karoserie vozidla hodnota indukovaného toku, kterou zaznamená a vyhodnotí detektor. Vyhodnocuje změnu amplitudy (přítomnost vozidla ji zmenší), změnu kmitočtu (přítomnost vozidla ji zvýší) a případně i posuv fáze. Tyto změny však mohou být poměrně malé (detekce cyklistů) a tak je potřeba věnovat se i ztrátám na přívodním kabelu. Smyčky lze použít až do vzdálenosti 300 m od detektoru, ale taková vzdálenost již velmi zvyšuje nároky na citlivost detektorů. [6]



Obr. 9 – Princip detekce vozidel indukční smyčkou [2]

Na obrázku č. 10 jsou zobrazeny nejpoužívanější tvary smyček. Nejtradičnější je pravouhlá krátká smyčka (a), pro identifikaci kongescí slouží dlouhá smyčka (b), pro identifikaci cyklistů se používá z důvodu největšího rozladění šikmá smyčka (c), trapézová smyčka (d) se vyznačuje relativně nízkou ovlivnitelností vedlejšího jízdního pruhu a osmičkový tvar smyčky (e) se používá pro detekci kolejových vozidel, protože překrytím obou polovin cívky se částečně kompenzují rušení vyvolaná trakčním vedením. [2]



Obr. 10 – Tvary indukčních smyček [2]

Velikost rozladění, potažmo citlivosti, je závislá na překrytí smyčky vozidlem (ideálně úplně), hloubce uložení (čím hlouběji, tím nižší citlivost), délce přívodu, armování vozovky (kovové předměty ve vozovce snižují citlivost až o 50%) a materiálu vozovky (ten by měl být nevodivý). Indukční smyčky se používají pro zjišťování intenzity dopravy, klasifikace, obsazenosti, rychlosti a rozlišování směru jízdy.

#### **Výhody:**

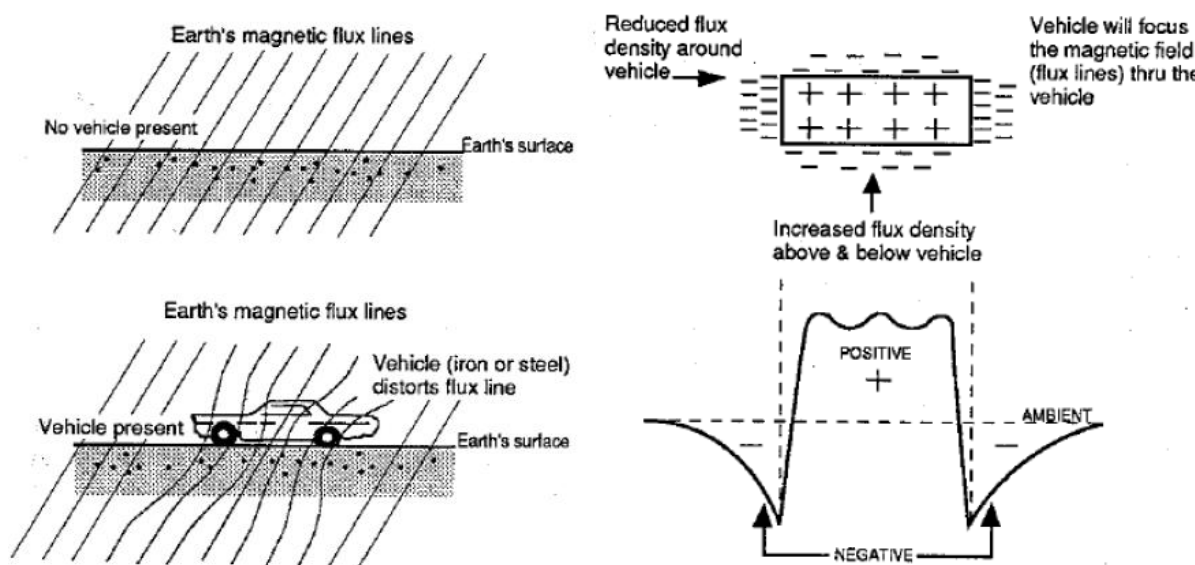
- Přizpůsobitelnost konstrukce;
- Osvědčenost a funkčnost technologie;
- Pořizovací náklady;
- Možnost klasifikace dat;
- Neovlivnitelnost počasím.

#### **Nevýhody:**

- Nutnost narušit dopravu při instalaci a údržbě;
- Poruchovost spjatá se špatnou kvalitou vozovky, nutnost časté údržby vozovky;
- Při opravách vozovky často nutnost reinstalace detektoru;
- Pro měření rychlosti často nutnost použití více detektorů. [5]

### 3.3.2 Magnetické detektory

Magnetické detektory měří hustotu siločar magnetického pole Země, respektive jeho změny vyvolané přítomností kovové karoserie vozidla, která zdeformuje siločáry tak, aby procházely skrze ni (Obr. 11). Po stranách vozidla se hustota siločar snižuje, pod a nad vozidlem naopak zvyšuje. [5]



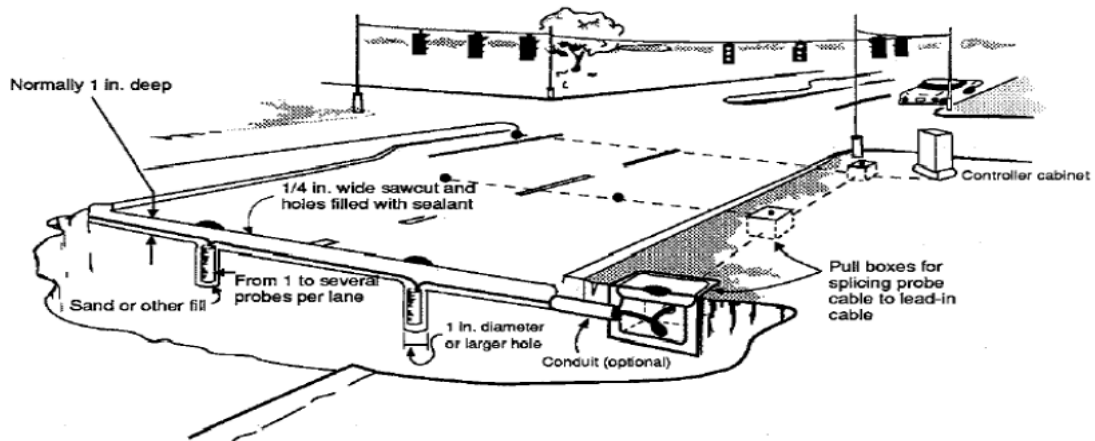
Obr. 11 – Princip činnosti magnetických detektorů [5]

#### Magnetické detektory dělíme na dva typy:

- Fluxgate magnetometry
- Indukční magnetometry

#### Fluxgate magnetometry

Používají se jako alternativa k indukčním smyčkám. Principem činnosti je měření změn v magnetickém poli Země v důsledku přítomnosti karoserie vozidla – konkrétně hustoty siločar. Instalace spočívá v navrtání děr do vozovky o hloubce 30 cm a do nich umístěných válcových sond o průměru 5 až 11 cm. Drážka vodiče by měla být mělká. [17]



Obr. 12 – Schéma instalace Fluxgate magnetometru [5]

Kompletní instalace (Obr. 12) sestává z jedné či více válcových sond zapařtřených do vozovky (probes), kabelu (cabel) spojujícího sondy s propojovacím boxem (pull box) a řídící jednotkou (controller cabinet), jejíž součástí je napájecí jednotka. Tyto detektory slouží k zjiřtřování intenzity, obsazenosti, rychlosti, počtu a přítomnosti vozidel.

### Výhody:

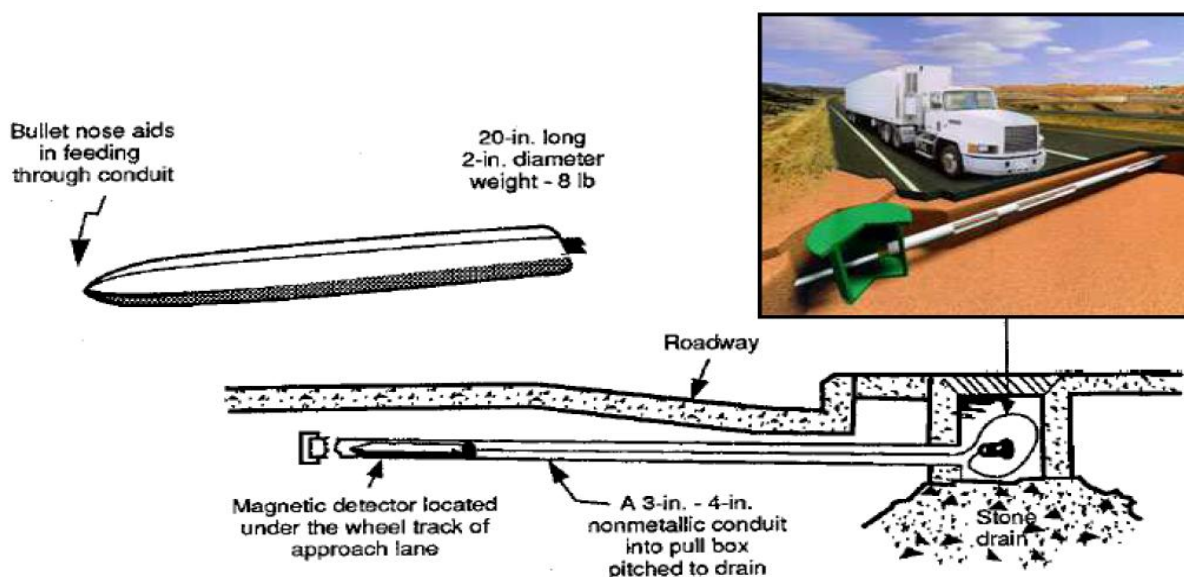
- Oproti indukčním smyčkám se dají použít na mostech s velkým množstvím ocelové výztuže a tam kde není povoleno provádět větší zásahy do vozovky;
- Díky své konstrukci jsou mechanicky odolnější než indukční smyčky;
- V důsledku menších zástavbových požadavků neovlivňují tolik dopravu při instalaci a údržbě;
- Nízká pořizovací cena oproti neintrusivním detektorům a nízké nároky na napájení.

### Nevýhody:

- I když méně, stále se jedná o zásah do vozovky s nutností uzavírky jízdního pruhu;
- Některé modely mají poměrně malou zónu detekce. [5]

### Indukční magnetometry

Jsou poměrně nové, první patent byl vydán v roce 1989. Jejich princip opět spočívá ve vyhodnocení změny magnetického pole Země v důsledku pohybu vozidla nad detektorem – opět se mění hustota siločar, rozdíl spočívá v konstrukci. [24]



Obr. 13 – Schéma instalace Indukčního magnetometru [17]

Konstrukce je patrná z obrázku č. 13. Základem je detektor ve tvaru projektilu (bullet). Detektor má magneticky stabilní jádro, na kterém je namotáno několik vinutí v sériovém uspořádání a je tunelem z nemagnetického materiálu umístěn pod vozovku. Propojovací kabel spojuje smyčku s řídicí jednotkou. I zde je nutné napájení. V momentě průjezdu vozidla prostorem senzoru dochází ke změně hustoty siločar magnetického pole, v jejímž důsledku dochází ke změně elektrických vlastností vinutí, které měří magnetická sonda. Do vinutí se indikuje velmi nízké napětí, které se dále zesiluje a řídicí jednotka ho vyhodnocuje. Poskytují data o intenzitě, obsazenosti, rychlosti a počtu vozidel. [5]

#### Výhody:

- Obdobně jako u předchozího typu, nízké napěťové nároky a vyšší odolnost oproti indukční smyčce;
- Instalace se obvykle provádí vyvrtáním díry pod vozovkou – nevyžaduje uzavírku.

#### Nevýhody:

- Neumí detekovat stojící vozidlo, vozidla se musí pohybovat rychlostí vyšší než 5 km/h. [5]

### 3.3.3 Pneumatické detektory

Jedná se o nejstarší typ automatického detektoru určeného pro dopravní průzkumy. V současnosti se již příliš nepoužívají, nicméně pro účely operativního měření jsou stále vhodné, především díky své mobilitě a snadné instalaci. Principem činnosti je měření změny tlaku v hadici umístěné na vozovce. Na obrázku č. 14 je příklad takové instalace. [2]



Obr. 14 – Příklad instalace pneumatické hadice [24]

Jak již bylo řečeno, pneumatické hadice se pokládají na vozovku a měří průjezd vozidel. Vlivem přejezdu nápravy vozidla vznikne v měřicí trubici tlakový ráz, který je v elektropneumatickém spínači převeden na elektrický impuls. Elektropneumatický spínač je tvořen membránou a pružinovým kontaktem, kterým je při deformaci membrány sepnut elektrický okruh. Tyto detektory poskytují data o intenzitě, obsazenosti, rychlosti (při použití dvou detektorů), počtu a klasifikaci vozidel (na tu se moc nehodí). [6]

#### Výhody:

- Nenáročná a rychlá instalace v případě dočasného měření dat;
- Nízká pořizovací cena (cca 30 tisíc Kč);
- Nízké napěťové nároky.

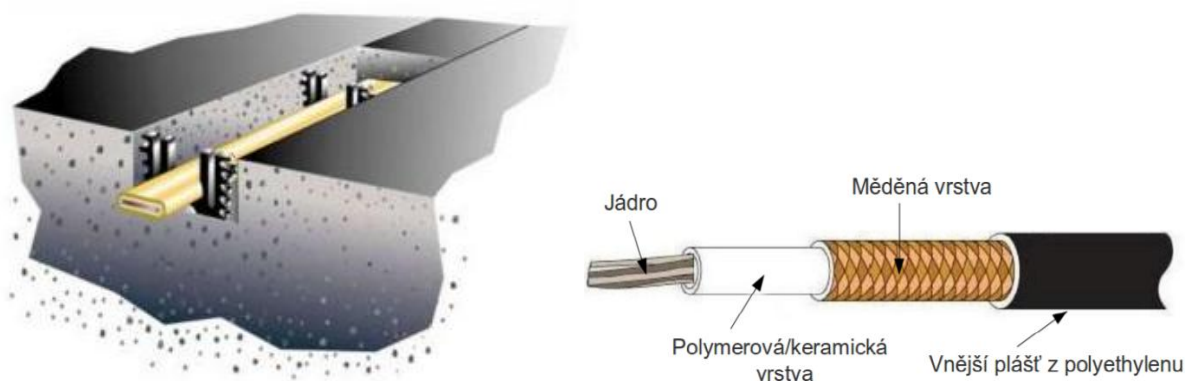
#### Nevýhody:

- Snadnost porušení pláště, které způsobí kola vozidel, případně vandalismus;
- Nepřesnost zaznamenávání náprav vozidel při nízkých rychlostech nebo vyšších intenzitách dopravy;
- Vysoká citlivost na změny teploty – nepoužitelnost v případě sněhu a deště. [5]



### 3.3.4 Piezoelektrické detektory

Piezoelektrické detektory se zabudovávají do povrchu vozovky do vyfrézované drážky (Obr. 15) a zalévají se epoxidem. Piezokabel (Obr. 16) se vizuálně neliší od koaxiálního kabelu, rozdíl je však v použití piezopolymeru na místo standardního vnitřního izolátoru. Princip tkví v indukovaní napěťové špičky (piezoeffekt) vyvolané přejezdem nápravy vozidla přes senzor. Toto napětí je úměrné síle/váze, která působí na senzor. Nejčastěji se používají v konfiguraci dvou paralelních senzorů položených napříč vozovkou. [2]



Obr. 15 a 16 – Znárodnění uložení piezoelektrického detektoru firmy Diamond Traffic [10] a Piezoelektrický kabel [5]

Poskytují data o váze, intenzitě, obsazenosti, rychlosti, směru, počtu náprav a klasifikaci vozidel.

#### Výhody:

- Lze použít pro detekci vozidel ve všech jízdních pružích za použití jednoho senzoru;
- Tímto způsobem lze měřit hmotnost projíždějících vozidel.

#### Nevýhody:

- Piezoelektrické materiály jsou poměrně citlivé na nízkou teplotu, za velmi mrazivého počasí tudíž nemusejí fungovat zcela správně;
- Minimální rychlost vozidel 15 km/h, tudíž nefungují v místech pomalé dopravy;
- Jedná se o destruktivní detektory, snižují životnost vozovky. [5]

### 3.3.5 Bending plate (WIM)

Tato technologie se používá především k zjišťování a vyhodnocování přetížení komunikací. Získaná data umožňují monitorování provozu a plánování údržby silnic. Základem je velmi pevný ocelový plech, na jehož spodní straně jsou vyfrézované dvě drážky pro zabudování drátu tenzometru. Výstupní signál a napájení jsou vedeny zastíněným čtyřvodičovým kabelem. Pro snadnější upevnění je plocha měřicí desky na obou podélných krajích zkosená, stejně tak jako hrany základového rámu, do kterého je pak deska vložena. Celá měřicí deska je pokryta neoprenem. Použití v praxi prezentuje obrázek č. 17. [11]



Obr. 17 – Ukázka použití *bending plate* [12]

#### **Výhody:**

- Robustní konstrukce a velmi dobrá odolnost – není třeba časté údržby;
- Schopnost měřit v rozsahu 5-200 km/h.

#### **Nevýhody:**

- Velmi drahá technologie. [5]

## 3.4 Neintrusivní detektory

Neintrusivní detektory jsou detektory nezasahující do vozovky. Obsahují konstrukční prvky umístěné mimo vozovku, tudíž jí neničí (nezkracují její životnost) a dají se lehce sejmout a přemístit. Z principu jejich činnosti (záznam elektromagnetického vlnění či mechanického vlnění) vyplývá, že s měřeným objektem nemusí přímo přijít do styku, aby ho zaznamenaly. [2]

### Jedná se o:

- Pasivní detektory hluku;
- Ultrazvukové detektory;
- Mikrovlnné detektory;
- Infračervené detektory (aktivní, pasivní);
- Video-detekce. [4]

### 3.4.1 Pasivní detektory hluku

Poloautomatický akustický detektor je historicky nejstarším detektorem vozidel na světě. Princip spočívá v měření časového rozdílu přicházející zvukové vlny mezi krajními částmi detektoru namířené do zóny, kdy časové rozdíly jsou v zóně minimální, u vozidel přijíždějících do zóny se zkracují, u odjíždějících ze zóny se prodlužují. Rychlost je následovně odhadována pomocí algoritmu. Data získaná z tohoto detektoru jsou: Intenzita, obsazenost, rychlost, klasifikace a přítomnost vozidel. [5]

### Výhody:

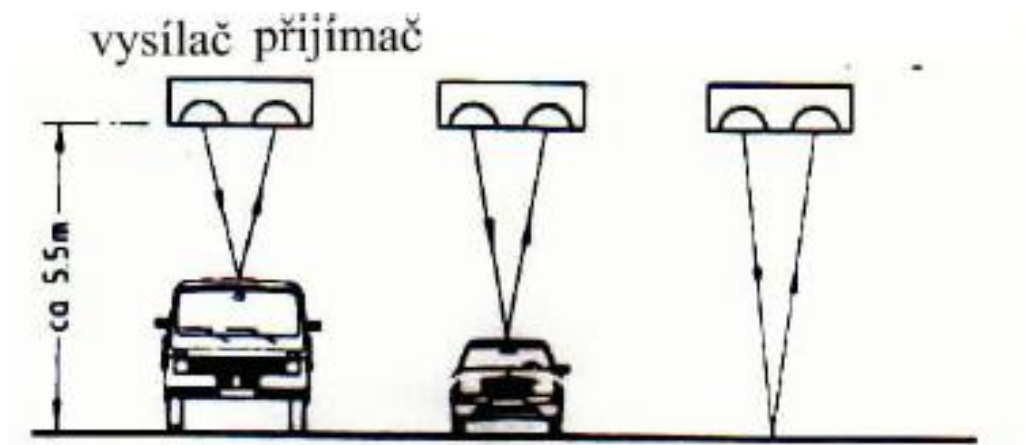
- Pasivní detekce;
- Odolnost vůči vlhkosti a možnost měřit více jízdnic pruhů.

### Nevýhody:

- Citlivost na okolní teplotu – nízké teploty snižují přesnost;
- Nevhodnost použití v rychle se měnících dopravních podmínkách kvůli přizpůsobení algoritmu. [5]

### 3.4.2 Ultrazvukové detektory

Ultrazvukové detektory fungují na principu pulzace. Umisťují se nad povrch vozovky a skládají se z vysílače, přijímače a měniče. Měnič obvykle pracuje v oblasti 16-35 KHz, což znamená mimo slyšitelné spektrum pro lidi a většinu živočichů. Vzdálenost pro detekci je obvykle v rozmezí 0,5 až 8 m. Z vysílače jsou vysílány krátké impulzy, které se od vozovky odrazí zpět do přijímače, přičemž je měřen čas mezi vysláním impulzu a jeho zpětným příjmem. Ve chvíli, kdy se v detekční zóně objeví vozidlo, dojde ke změně odrazové plochy a tím pádem i ke změně času mezi vysláním impulzu a jeho příjmem. Na základě rozdílu tohoto času lze takto rozlišovat vozidla (na vozidla osobní a nákladní). Na obrázku č. 18 je schematicky zobrazen princip fungování ultrazvukového detektoru. Registrovat lze nejen průjezd vozidla, ale i jeho přítomnost, obsazenost, dynamickou délku a rychlost. [2,6]



Obr. 18 – Schéma použití ultrazvukového detektoru [5]

#### Výhody:

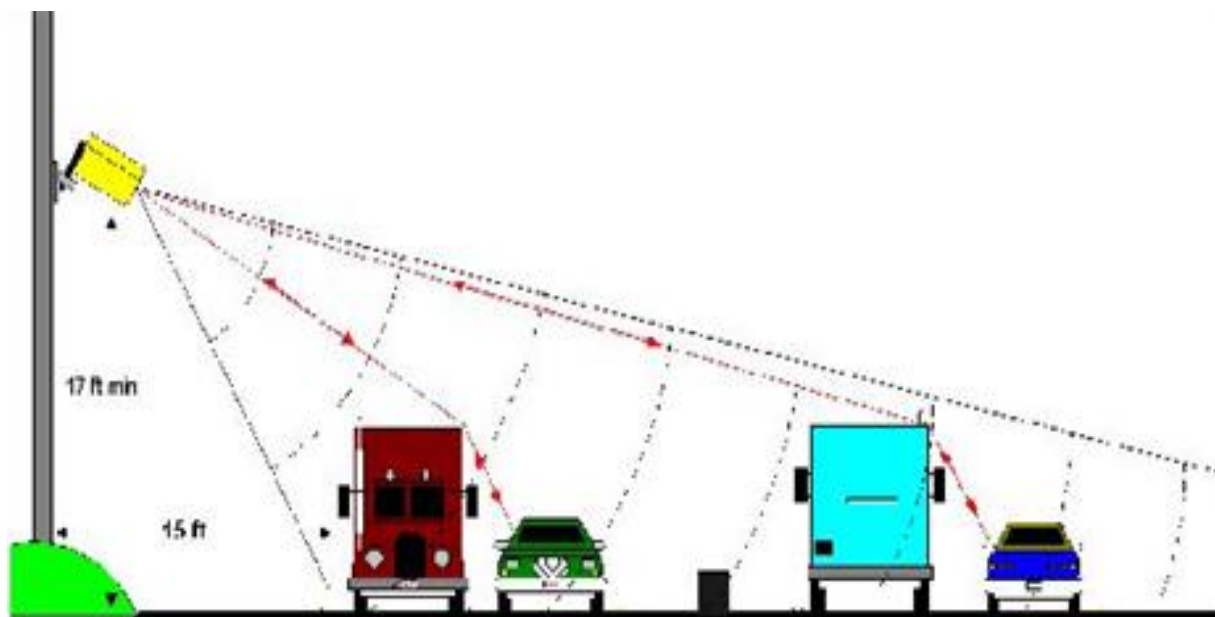
- Nezasahují do vozovky;
- Lze použít pro více jízdních pruhů.

#### Nevýhody:

- Citlivost na podmínky – velké změny teploty a poryvy větru mohou ovlivnit vlastnosti;
- Zhoršená přesnost měření obsazenosti v případě vysokých rychlostí vozidel. [17]

### 3.4.3 Mikrovlnné detektory

Tzv. radary nacházejí uplatnění především tam, kde je zapotřebí měřit hned několik dopravních parametrů na nedestructivní bázi a to například z toho důvodu, že je konstrukce vozovky nevhodná pro použití indukčních smyček. Takovou vozovkou může být betonová vozovka s armaturou uloženou nízko pod povrchem a tudíž silným feromagnetickým stíněním. Princip činnosti tkví ve vysílání spojitého elektromagnetického vlnění s vlnovou délkou 1 až 30 cm a frekvencemi 10 až 35 GHz, přičemž běžně používaným standardem je pásmo K (24,125 GHz). Zdrojem vlnění je obvykle oscilátor s Gunnovou diodou umístěnou v rezonátoru s rozměry odpovídajícími konkrétní vlnové délce. Toto vlnění je za pomoci vazební clony přivedeno z oscilátoru do vlnovodu, který je spojený s anténou. Záření odražené od objektu je zpracováno v měřicím obvodu, který je tvořen zesilovačem, směšovačem a měřičem kmitočtu. Princip činnosti je patrný z obrázku č. 19. [2]



Obr. 19 – Příklad použití mikrovlnného detektoru [13]

Mikrovlnné radary lze rozdělit následovně:

#### S pulzní vlnou:

- Vysílá impuls o stanovené délce a ve stanovených intervalech;
- Měří směr, vzdálenost, výšku a velikost objektu.

### **S nemodulovanou spojitou vlnou:**

- Vysílá signál s konstantní frekvencí a amplitudou;
- Měří rychlost a počet vozidel.

### **S frekvenčně modulovanou spojitou vlnou:**

- Vysílá signál s proměnnou frekvencí a konstantní amplitudou;
- Měří rychlost, velikost (délku) objektu, vzdálenost, počet, přítomnost a průjezd vozidla. [5]

### **Výhody:**

- Necitlivost na špatné počasí;
- Funkčnost ve dne i v noci;
- Použitelnost pro více jízdních pruhů;
- Možnost přímého měření rychlosti.

### **Nevýhody:**

- Nemožnost detekce stojícího vozidla;
- Nevhodnost pro sčítání vozidel;
- Při instalaci na kraji vozovky může docházet při měření obou jízdních pruhů k blokování a tím k nezachycení některých vozidel. [14]

## **3.4.4 Infračervené detektory**

### **Aktivní**

Obvykle se používají v ručním provedení (Obr. 20) a slouží k přenosu informací mezi vozidlem a majáčkem, dají se zároveň využít jako světelné závory. Princip činnosti je založen na vysílání paprsku (frekvence  $10^{13}$  Hz, vlnová délka  $10^{-5} - 10^{-6}$  m) a měření doby, za kterou se odražený paprsek vrátí zpět. Přijatá energie ve formě záření je přeměněna na elektrický signál. Jako zdroj záření slouží LED diody. Tímto způsobem je možné měřit přítomnost, rychlost a délku vozidla. [5,15]



Obr. 20 – Měřič rychlosti firmy LAVET Electronics [15]

### **Výhody:**

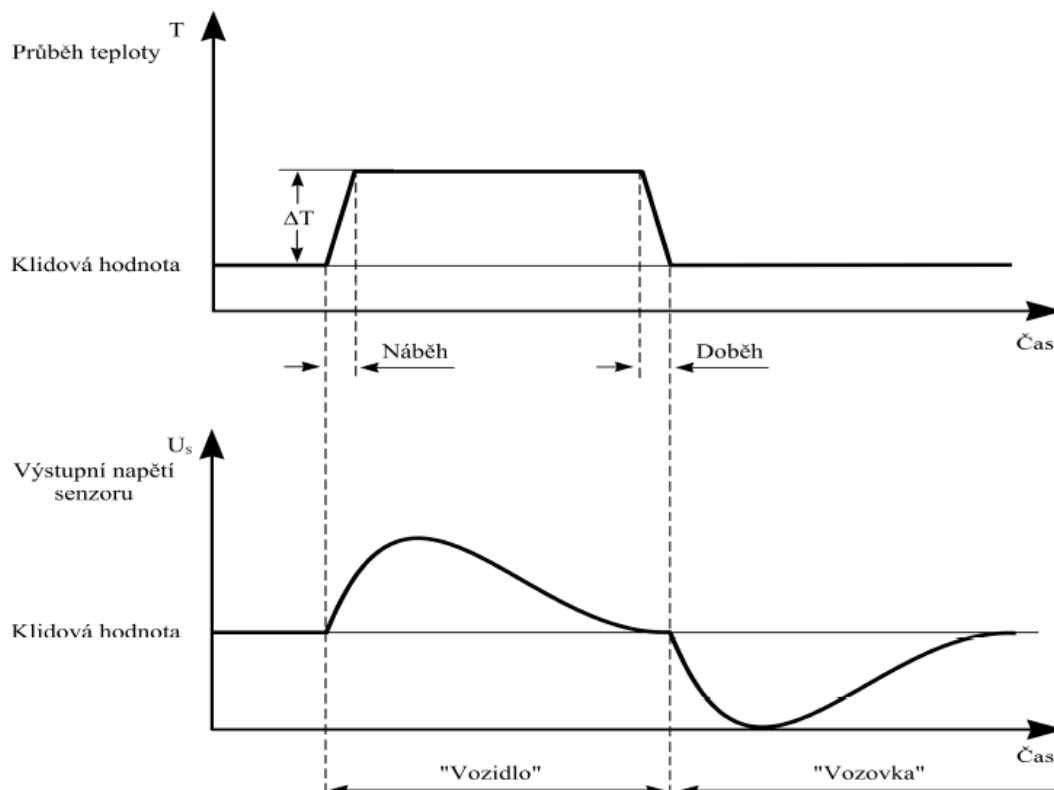
- Nezasahují do vozovky;
- Nejsou citlivé na režim den/noc;
- Použitelnost na více jízdních pruhů.

### **Nevýhody:**

- Výrazné snížení kvality měření v případě husté mlhy a sněžení;
- Nevhodná instalace může zapříčinit blokování vozidel. [15]

### **Pasivní**

Pasivní detektor na rozdíl od aktivního nevysílá žádné paprsky. Princip činnosti (Obr. 21) je založen na snímání záření, které emitují snímané předměty. Teplotní rozdíl snímaných povrchů se projeví změnou výstupního napětí senzoru. Velikost infračerveného záření je závislá na ploše, energii a emisním koeficientu. Vlnová délka přijímaného záření se pohybuje v rozmezí 8 až 14  $\mu\text{m}$ . Takové záření se dobře šíří mlhou i deštěm, což znamená, že jeho detekce není příliš ovlivněna atmosférickými podmínkami. Tepelné záření vysílají i např. slunce a pouliční osvětlení, nicméně tyto rušivé elementy lze omezit technologií a vhodnou montáží senzoru. PIR (z anglického Passive Infrared) senzory se používají pro měření přítomnosti, rychlosti a délky vozidla, ale zároveň slouží i k detekci chodců (lidské tělo vyzařuje infračervené záření v oblasti 10  $\mu\text{m}$ ). [16]



Obr. 21 – Princip činnosti PIR detektoru [5]

V současnosti se používají dva typy senzorů. *Jednoduchý* senzor, který je schopný měřit rozdíly teplot mezi vozovkou a vozidlem a *dvojitý* senzor, kdy každý ze senzorů měří dopadající záření zvlášť a ta se pak porovnávají. Sensory se obvykle montují do výšky 4m, detekční zóna je vzdálená 8m pod úhlem detekce  $7^\circ$  a má kuželový tvar o šířce 1,5m a délce 2,5m. Rozsah rychlosti měřených vozidel je 3 až 150 km/h, mezera mezi vozidly musí být větší než 0,5s. [5]

### Výhody:

- Nezasahují do vozovky;
- Nejsou citlivé na režim den/noc;
- Fungují velmi dobře i za deště, mlhy a sněžení.

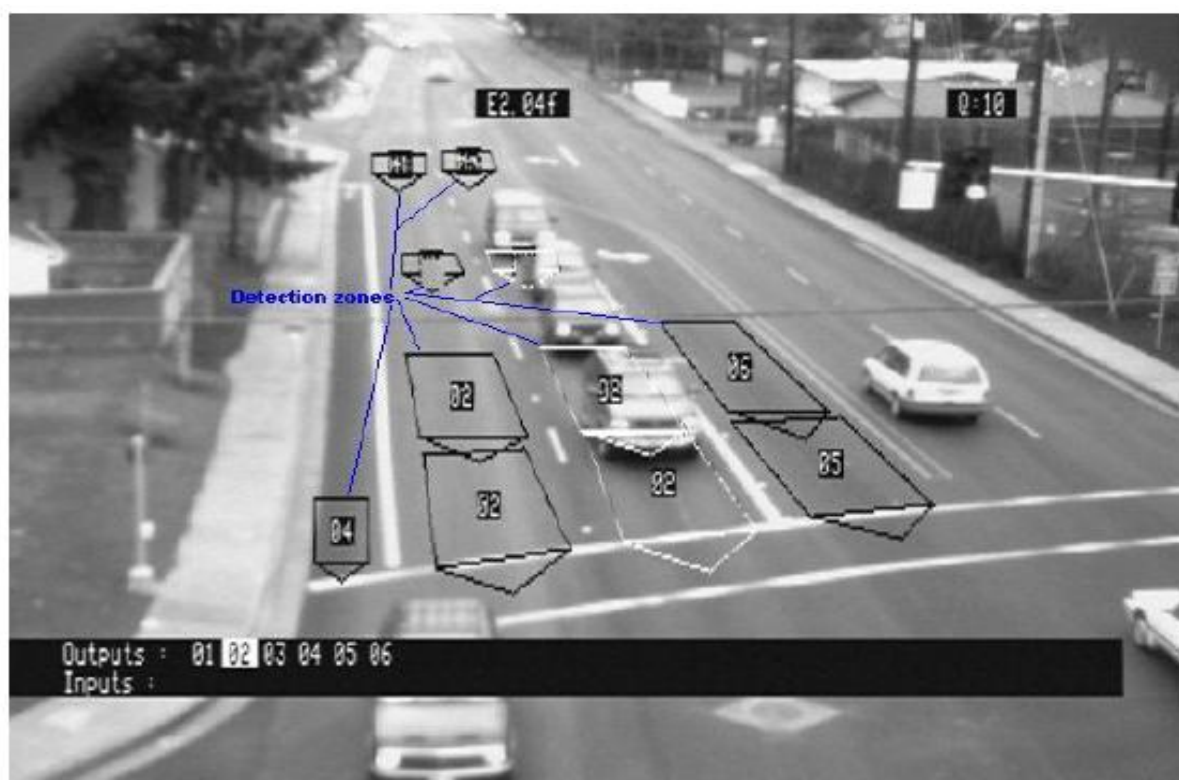
### Nevýhody:

- Změny teplot a výrazné proudění vzduchu ovlivňují výkon;
- Každý jízdní pruh si vyžaduje svůj detektor;
- Poměrně komplikovaná kalibrace. [17]



### 3.4.5 Videodetekce

Videodetekce se začala rapidně rozvíjet v souvislosti s budováním telematické infrastruktury, což si vynutilo vyšší úroveň technologie senzorů. Hlavní předností videodetekce je možnost použití celého zorného pole kamery, zatímco u např. indukčních smyček se měří dopravní parametry v bodě. Proto má videodetekce mnohem širší uplatnění, kdy kromě základních parametrů umí měřit i hustotu, délku kolon, umí identifikovat stojící vozidlo atd. [2]



Obr. 22 – Ukázka nastavení virtuálních detekčních zón [13]

Princip spočívá v digitalizaci obrazu vytvořeném mnohorozměrným vícebitovým vektorem. Automobil, který vjede do virtuální detekční zóny, změní hodnoty barev a jasu na virtuálním detektoru a tím je identifikován. Po připojení kamery a videodetekčního zařízení je možné nastavit na obrazovce různé tvary virtuálních detektorů (Obr. 22) tak, abychom jim mohli přiřadit konkrétní funkci (sledování přítomnosti vozidla, rychlosti apod.). Zároveň nám tato technologie umožňuje pracovat s matematickými, statistickými (rozdíly, součty, rozptyly, střední hodnoty apod.) a logickými (Jestliže je virtuální detektor A obsazen a zároveň detektor B je volný, pak přepni...apod.) funkcemi. [2]

### Výhody:

- Možnost vyhodnocení více dopravních parametrů (hustota, intenzita, rychlost, obsazenost, délka front apod.);
- Možnost využití aktuálního obrazu v řídicích centrech bez dalších nákladů;
- Oproti smyčkovým detektorům odpadají provozní náklady na údržbu;
- Možnost upravovat/optimalizovat polohu detektorů;
- Nutnost pouhé rekonfigurace virtuálního detektoru v případě přechodu na jiný druh řízení.

### Nevýhody:

- Velmi vysoká cena;
- Časová náročnost na zpracování videa;
- Citlivost na špatné počasí (např. mlha, vítr);
- Vyšší rozlišení znamená větší objem dat – nároky na úložiště. [5]

## 3.5 Základní komparace detektorů

Na obrázku č. 23 je znázorněno porovnání jednotlivých zařízení na základě měřitelných parametrů.

Technologie	Intenzita	Přítomnost	Rychlost	Obsazenost	Klasifikace	Více j.p.
Indukční smyčky	X	X	X*	X	X	
Magnetometr	X	X	X*	X		
Magnetický det.	X	X	X*	X		
Mikrovlnný radar	X	X	X	X	X	X
Aktivní IR	X	X	X	X	X	X
Pasivní IR	X	X	X	X		
Ultrazvukový	X	X		X		
Akustický	X	X	X	X		X
Video processing	X	X	X	X	X	X

Obr. 23 – Komparace detektorů, \* značí použití dvou detektorů při definované vzdálenosti [5]

## 4 Cíl práce

Hlavním cílem této diplomové práce je, na základě provedení experimentu, ověřit vhodnost využití různých technických prostředků a postupů pro získání informací z dopravního průzkumu. Jedná se o porovnání klasického ručního záznamu v rámci provádění dopravních průzkumů se zařízeními, která umožňují jeho automatizaci, potažmo částečnou automatizaci. Jako dílčí cíle byly stanoveny:

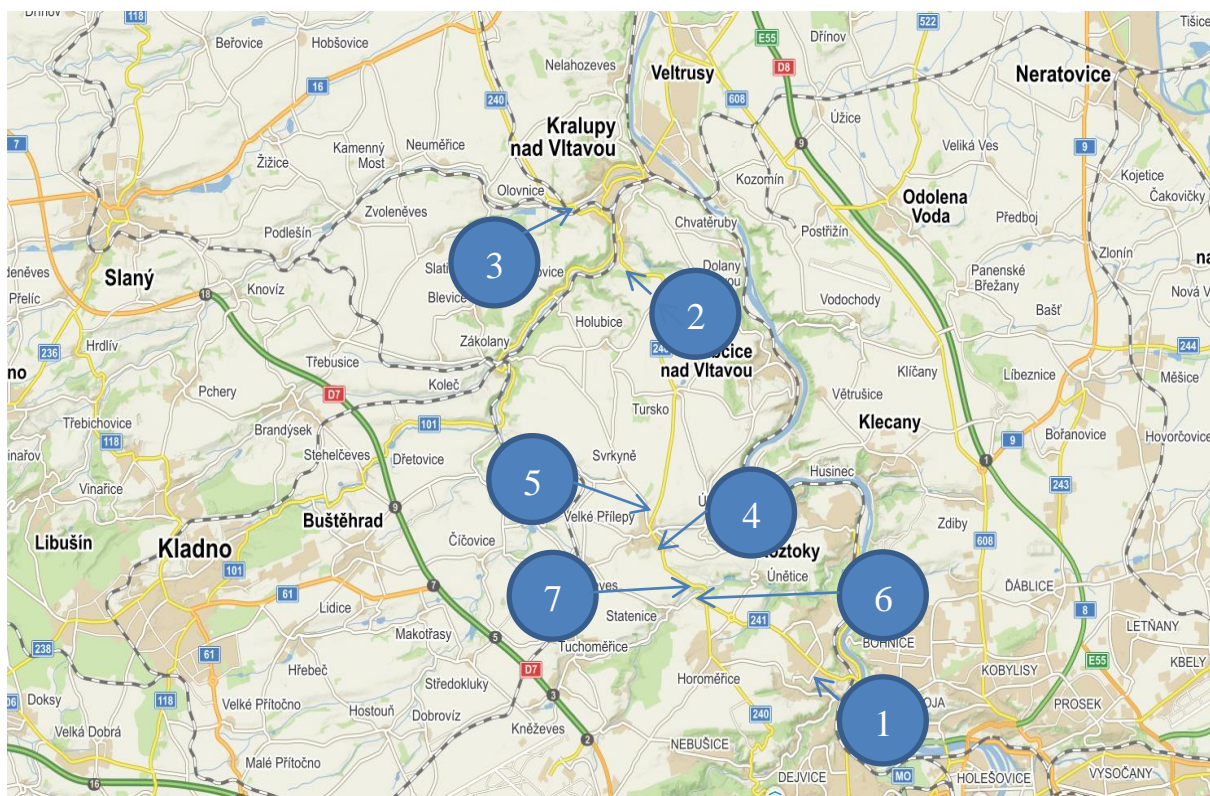
- Posouzení časové náročnosti jednotlivých způsobů;
- Posouzení finanční náročnosti jednotlivých způsobů;
- Posouzení pracnosti zpracování dat jednotlivých způsobů;
- Posouzení množství získaných dat jednotlivými způsoby.

## 5 Metodika práce

Prvním krokem v rámci metodiky práce je vybrání lokalit pro uskutečnění dopravních průzkumů. Tyto lokality jsou popsány v podkapitole 5.1. Dalším krokem je určení posuzovaných způsobů provádění dopravních průzkumů a jim odpovídajících zařízení. Vybrána byla tři zařízení, konkrétně standardní IP kamera pro pořízení celkového záznamu, mikrovlnný radar a kamera pro rozpoznávání RZ vozidel. Zároveň bude vždy provedeno i ruční sčítání dopravy do předem připraveného formuláře. Detailní popis zařízení se nachází v podkapitole 5.2. Zařízení budou testována za různých podmínek a v různém prostředí. Celkem se provede sedm měření. První měření bude provedeno pouze za účelem seznámení se s kamerou pro rozpoznávání RZ, s jejím použitím je třeba získat zkušenosti, protože se jedná o nově pořízené zařízení. Získané výsledky budou srovnány s již déle využívaným radarem. Měření budou prováděna vždy v souladu s normativními pravidly dopravních průzkumů. Tato měření budou probíhat v běžný pracovní den a vždy budou provedena během ranní špičky v časovém intervalu od sedmé do deváté hodiny ranní. Nejkratším sledovaným časovým intervalem budou patnáctiminutové intervaly, pro které se vyhodnotí úspěšnost sčítání jednotlivých zařízení. Záměrně budou vybrány dny, ve kterých se na základě předpovědi počasí budou očekávat rozdílné podmínky. Důvodem takové metodiky je snaha o co nejdůslednější posouzení funkčnosti zařízení za různých podmínek. V závěru a doporučení této práce bude uvedeno kompletní posouzení provedených způsobů dopravních průzkumů, respektive zařízení k nim použitých.

## 5.1 Vybrané lokality

Na obrázku č. 24 jsou vyznačena místa, kde se autor rozhodl provést jednotlivá měření. Vyjma prvního měření, které je pilotní, se všechna ostatní měření uskuteční na silnici II. třídy č. 240 a všechna budou provedena pro pruh ve směru do Prahy. Všechny vybrané lokality jsou v intravilánu.



Obr. 24 – Označení vybraných lokalit na mapě [mapy.cz, vlastní zpracování]

První měření se uskuteční v městské části Praha - Suchdol v ulici Sídlištní na parkovací ploše vedle tenisového kurtu patřícího do areálu České Zemědělské Univerzity.

Druhé a třetí měření se uskuteční ve městě Kralupy nad Vltavou. Konkrétně na jižní hranici města a poblíž vlakové zastávky Kralupy nad Vltavou, předměstí.

Čtvrté a páté měření se uskuteční v obci Velké Přílepy. Konkrétně poblíž autobusové zastávky Velké Přílepy, Pražská a v ulici Pražská naproti číslu popisnému 777.

V pořadí šesté a sedmé měření se uskuteční v obci Státnice. Zde v ulici Kralupská naproti číslu popisnému 385 a poblíž autobusové zastávky Státnice, Černý Vůl.

## 5.2 Měřicí technika

Předmětem zkoumání budou v mé diplomové práci následující tři zařízení. V této kapitole bude věnována pozornost jejich důkladné analýze. Motivací autora je snaha detailně seznámit čtenáře s jejich parametry, daty, která poskytují a jakými způsoby je poskytují, komponenty a způsobem jejich umístění a nastavení.

- Radar Sierzega SR4
- IP kamera HIKVISION DS-2CD4A25FWD-IZ
- IP kamera VISION VC59SM2Ti-ICR

### 5.2.1 Sierzega SR4

Mikrovlnný radar firmy Sierzega patří mezi cenově nejdostupnější a nejužívanější přenosné dopravní sčítače. Umožňuje detekci vozidel ve dvou jízdních pruzích, nicméně díky instalaci zařízení do malé výšky podél komunikace jsou data z protějšího jízdního pruhu výrazně zkreslená z důvodu překrytí vozidly projíždějícími v pruhu bližším. Z tohoto důvodu se obvykle používá pro měření pouze v jednom jízdním pruhu. [17]

#### **Technické parametry[21]:**

Vysílací kmitočet	24.125 GHz
Vysílací výkon	5 mW
Způsob měření	z místa
Odklon osy svazku antény od směru jízdy měřených vozidel	30°
Maximální vzdálenost měřeného objektu	60 m
Rozsah měření rychlosti	8 – 254 km/h
Rozlišitelnost měřené rychlosti	1 km/h
Baterie	6V / 12Ah
Odběr proudu	150 mA
Rozsah teploty	- 20 °C až 60 °C
Stupeň krytí	IP65

### Poskytovaná data:

Statistický mikrovlnný radar Sierzega umí zaznamenat okamžitou rychlost vozidel, jejich délku, časový odstup, kategorii a směr, jak je patrné z tabulky č. 1, která zachycuje prvních 10 záznamů z měření č. 2. Z těchto získaných dat je možné posléze dopočítat intenzitu vozidel v daném profilu komunikace.

Datum	Čas	Délka	Rychlost	Kategorie	Odstup	Směr
28. 11. 2017	7:00:06	37	62	2	5,7	+
28. 11. 2017	7:00:22	34	59	2	25,5	-
28. 11. 2017	7:00:29	38	67	2	22,7	+
28. 11. 2017	7:00:30	35	69	2	0,8	+
28. 11. 2017	7:00:55	88	73	3	25,5	-
28. 11. 2017	7:01:05	12	63	1	10,2	-
28. 11. 2017	7:01:06	45	62	2	25,5	+
28. 11. 2017	7:01:07	39	57	2	1	-
28. 11. 2017	7:01:07	37	79	2	0,8	+
28. 11. 2017	7:01:08	38	66	2	1	-
...	...	...	...	...	...	...

Tab. 1 – Ukázka výstupu z radaru Sierzega zpracovávaného v programu Excel [vlastní]

Délku vozidel přístroj zaznamenává v decimetrech. Tato veličina je relativně důležitá, protože se přístroj na základě hodnot této veličiny nastavuje a následně rozřazuje vozidla do kategorií. Okamžitou rychlost vozidel v daném profilu komunikace přístroj zaznamenává v jednotkách km/h. Směr vozidel je zaznamenán následovně. Vozidla pohybující se směrem k přístroji jsou označena kladným znaménkem +, vozidla pohybující se směrem od přístroje jsou zaznamenána záporným znaménkem -. Časový odstup vozidel je zaznamenán v sekundách. Přístroj vyhodnocuje časový odstup jak pro kladný, tak i pro záporný směr jízdy nezávisle na sobě. Maximální možná hodnota odstupu je 25,5 sekundy, delší odstupy nejsou pro analýzu relevantní a zároveň se tímto způsobem šetří kapacita paměti. Na základě získaných dat určuje přístroj kategorii vozidel. Celkem rozlišuje vozidla do čtyř kategorií na základě jejich délky. Kategorie první je defaultně nastavena pro vozidla kratší 2 metrů včetně. Kategorie druhá je nastavena v rozmezí 2,1 až 6 metrů. Kategorie třetí v rozmezí 6,1 až 12 metrů a kategorie čtvrtá pro všechna vozidla s délkou přesahující 12 metrů.

Přístroj je vybaven takovou kapacitou paměti, aby mohl kontinuálně zaznamenat až 430 000 vozidel v průběhu 2 týdnů, po které mu baterie poskytnou napájení. [22]

### **Komponenty přístroje:**

Přístroj Sierzega SR4 se skládá z následujících součástí (Obr. 25). Všechny komponenty jsou uloženy v ochranném krytu (1). Těmito komponenty jsou radarový modul (2) a 6V / 12 Ah baterie (3), která je umístěna na hliníkové destičce uvnitř krytu. Ochranný kryt včetně všech komponent je upevněn ke sloupu pomocí speciálního přípravku (4), který se upevňuje ke krytu pomocí šroubů. (5).



Obr. 25 – Komponenty radaru Sierzega [vlastní]

### **Umístění a nastavení:**

Přístroj se umísťuje na okraj vozovky do předepsané vzdálenosti v rozpětí 0,5 až 2 metry od jízdního pruhu do výšky přibližně jednoho metru. Podle návodu se do ochranného krytu nejprve vkládá radarový modul, nad něj se posléze umístí hliníková destička, na kterou se umístí jedna až dvě 6V baterie. Dalším krokem je připojení radarového modulu k baterii. V tu chvíli se rozsvítí indikátor na modulu, což značí, že již začal měřit a ukládat data do paměti přístroje.

Po připevnění přístroje do předepsané vzdálenosti (ideálně na sloupek dopravního značení) je nutno ho správně nastavit k jízdnímu pruhu. Návod výrobce předepisuje úhel natočení k jízdnímu pruhu 30°, což má odpovídat vzdálenosti 7 metrů ve směru podélném a 4 metry ve směru příčném. K radarovému modulu se lze připojit i pomocí Bluetooth chytrým telefonem, v němž je nainstalována aplikace od výrobce a rovnou sledovat aktuálně změřená data projíždějících vozidel. Na základě sledovaných délek se ještě finálně doladí natočení zařízení. Dle výrobce je třeba nastavovat zařízení na základě délek osobních vozidel, protože měření délky není zcela lineární. Jednostopá vozidla jsou při optimálním nastavení změřena delší než ve skutečnosti a naopak nákladní vozidla kratší. Návod výrobce říká, že například naměřená hodnota 100dm ve skutečnosti odpovídá vozidlu o délce 12 metrů. [22]

## 5.2.2 IP kamera HIKVISION pro rozpoznávání RZ vozidel

IP kamera firmy HIKVISION umožňuje detekci vozidel až ve čtyřech jízdních pruzích, nicméně tato její schopnost je výrazně ovlivněna umístěním. Je-li kamera umístěna podél vozovky, pak je schopna zaznamenávat data maximálně dvou jízdních pruhů, přičemž nemůže zaznamenat všechna vozidla vzdálenějšího pruhu z důvodu překrytí detekční zóny vozidly v pruhu bližším. Pro detekci čtyř jízdních pruhů je nezbytně nutná instalace nad tyto pruhy, například na most či portál mýtné brány.

### **Technické parametry[19]:**

Maximální rozlišení	1920 x 1080 p
Maximální počet snímků	50 fps
Počet megapixelů	2
Režim den/noc	IR-cut
Délka přísvitů	max 50 m
Způsob měření	z místa
Maximální velikost paměťové karty	128 GB
WDR	120 dB reálné
Baterie	12 V
Spotřeba energie	10-20 W
Rozsah teploty	- 30 °C až 60 °C
Stupeň krytí	IP67



### Poskytovaná data:

IP kamera firmy HIKVISION umí kromě obyčejného video záznamu detekovat pohyby. Tato diplomová práce se zabývá dopravními průzkumy, proto bude věnována pozornost funkci snímání RZ vozidel.

No.	Device No.	Plate No.	Capture Time	Country	Lane	Direction	Validity
1	Camera 02	5J21947	2017-11-28 07:02:30	Czech Republic(CZE)	2	Reverse	79
2	Camera 02	9S87170	2017-11-28 07:02:32	Czech Republic(CZE)	1	Forward	78
3	Camera 02	4H94821	2017-11-28 07:02:33	Czech Republic(CZE)	1	Forward	73
4	Camera 02	4U01688	2017-11-28 07:02:35	Czech Republic(CZE)	1	Unknown	73
5	Camera 02	2SR3454	2017-11-28 07:02:37	Czech Republic(CZE)	1	Forward	75
6	Camera 02	7U69589	2017-11-28 07:02:41	Czech Republic(CZE)	1	Forward	72
7	Camera 02	5U21927	2017-11-28 07:02:44	Czech Republic(CZE)	1	Forward	71
8	Camera 02	7S64408	2017-11-28 07:02:46	Czech Republic(CZE)	1	Forward	71
9	Camera 02	3L63664	2017-11-28 07:03:17	Czech Republic(CZE)	1	Forward	71
10	Camera 02	2SV5739	2017-11-28 07:03:19	Czech Republic(CZE)	1	Unknown	70
...	...	...	...	...	...	...	...

Tab. 2 – Ukázka výstupu z detekce RZ kamerou HIKVISION zpracovávaného v programu Excel [vlastní]

Tabulka č. 2, která zobrazuje prvních 10 záznamů z měření č. 3, prezentuje výstup z detekce RZ vozidel zpracovaný v programu Excel. Kamera umí z fotografie vozidla rozpoznat jeho RZ, přitom zaznamená čas a datum jeho průjezdu nastavenou virtuální detekční zónou. Dále umí rozpoznat, k jakému státu RZ náleží, umí určit, kterým jízdním pruhem se vozidlo pohybovalo, jestli se pohybovalo směrem ke kameře (forward) či od kamery (reverse). V případě, že není schopna určit, napíše „unknown“. Sloupec validity představuje procentuální vyjádření jistoty kamery v rámci rozpoznání registrační značky. V případě, že tato jistota klesne pod 70%, kamera takové vozidlo nedetekuje!

### **Komponenty přístroje:**

Měřicí zařízení pro rozpoznávání RZ vozidel se skládá z následujících součástí (Obr. 26). Těleso kamery (1) je upevněno ke stativu (2). Napájení je zajištěno z 12V baterie (3) a přenos dat je umožněn síťovým kabelem (4), kterým se propojuje kamera s laptopem (5).



Obr. 26 – Komponenty IP kamery HIKVISION [vlastní]

### **Umístění a nastavení:**

Kameru lze umístit na stativ podél komunikace, na most nebo v ideálním případě sloup veřejného osvětlení či portál k tomu určený. Vzhledem k dostupnému materiálu bylo rozhodnuto o umístění na stativ podél komunikace.

Kamera vyžaduje externí napájení pomocí 12 V baterie. Pro nastavení kamery na detekci vozidel, respektive jejich RZ, je zapotřebí přes laptop správně nakonfigurovat kameru připojenou pomocí IP adresy. Kameru je zároveň zapotřebí dovybavit SD kartou pro ukládání dat.

### 5.2.3 IP kamera VISION pro pořízení záznamu

IP kamera firmy VISION slouží pouze k záznamu dopravní situace, nemá žádné speciální funkce. Není opatřena přísvitem, avšak je vybavena funkcí IR-cut. Tato funkce slouží k přepínání mezi denním a nočním režimem. V případě denního režimu snímá barevně, v případě nočního režimu pak černobíle. Nízkou hladinu okolního osvětlení rozpoznává citlivý senzor. Kamera není vybavena automatickým ostřením, proto je před každým použitím nutné kameru doostřit na snímané předměty, lze tak učinit přes připojený laptop.

#### **Technické parametry[18]:**

Maximální rozlišení	1920 x 1080 p
Maximální počet snímků	30 fps
Počet megapixelů	2
Režim den/noc	IR-cut
Délka přísvitu	bez přísvitu
Způsob měření	z místa
Maximální velikost paměťové karty	32 GB
WDR	120 dB reálné

#### **Napájení[18]:**

Baterie	12 V
Spotřeba energie	max 5 W

#### **Provozní odolnost[18]:**

Rozsah teploty	- 10 °C až 50 °C
Stupeň krytí	neuveden

Komponenty přístroje a umístění jsou takřka totožné s kamerou pro rozpoznávání RZ vozidel, proto nebudou u tohoto zařízení dále rozebírány.

## 6 Experimenty

Na základě výše popsané metodiky bylo provedeno celkem sedm měření. Tabulka č. 3 zobrazuje den jejich uskutečnění, přesnou polohu, čas a jejich účel. V následujících podkapitolách jsou všechna měření detailně popsána, včetně analýzy dat a dílčích závěrů z ní vyvozených.

Měření č.	Den	Lokalita (GPS)	Čas	Účel experimentu
1	23. 11. 17	50.1288367N, 14.3800714E	13:15 - 13:35	Seznámení se s kamerou pro rozpoznávání RZ vozidel.
2	28. 11. 17	50.2192431N, 14.3007261E	7:00 - 9:00	Získání dat ze všech dostupných zařízení za účelem jejich následného porovnání.
3	28. 11. 17	50.2306100N, 14.2816611E	7:00 - 9:00	Detailnější zkoumání kamery pro rozpoznávání RZ vozidel.
4	06. 03. 18	50.1566392N, 14.3162025E	7:00 - 9:00	Detailnější zkoumání kamery pro rozpoznávání RZ vozidel.
5	06. 03. 18	50.1651997N, 14.3134453E	7:00 - 9:00	Detailnější zkoumání kamery pro rozpoznávání RZ vozidel.
6	13. 03. 18	50.1452067N, 14.3331542E	7:00 - 9:00	Detailnější zkoumání kamery pro rozpoznávání RZ vozidel.
7	13. 03. 18	50.1490706N, 14.3269528E	7:00 - 9:00	Detailnější zkoumání kamery pro rozpoznávání RZ vozidel.

Tab. 3 – Základní informace k jednotlivým experimentům [vlastní]

### 6.1 Měření č. 1

První měření proběhlo ve čtvrtek 23. 11. 2017 v městské části Praha - Suchdol v ulici Sídlíštní. Toto měření trvalo pouhých 20 minut v časovém rozpětí od 13:15 h do 13:35 h. Účelem měření bylo seznámení se s kamerou pro rozpoznávání RZ vozidel a jejím softwarem. Měření záměrně proběhlo v den, kdy panovaly velmi dobré klimatické podmínky a v místě, za kterým se jen těsně nachází zpomalovací práh (předpokládaný pomalý průjezd vozidel detekční zónou znamenající zvýšenou pravděpodobnost úspěšné detekce). Kamera byla umístěna na stativ do výšky přibližně 1,3 m a do vzdálenosti asi 2 metrů od jízdního pruhu. Detekce byla nastavena na oba jízdní pruhy, kdy se předpokládalo, že vozidla směřující ke kameře (dále jen kladný pruh) budou detekována bezchybně, vozidla směřující od kamery (dále jen záporný pruh) nikoliv z důvodu překrytí RZ v detekční zóně vozidly v kladném pruhu. Pro vyhodnocení úspěšnosti měření bylo provedeno zároveň manuální sčítání, které lze

vzhledem k velmi nízké intenzitě vozidel na dané komunikaci považovat za bezchybné. Na obrázku č. 27 je ukázka detekce z RZ vozidla jedoucího záporným směrem.



Obr. 27 – Ukázka detekce RZ vozidel z prvního měření [vlastní]

Výsledné hodnoty jsou zanesené v tabulce č. 4. Úspěšnost měření kladného pruhu byla 100% (15 z 15 vozidel), záporného 81,8% (9 z 11 vozidel).

	Kladný směr	Záporný směr
<b>Ruční záznam</b>	15	11
<b>RZ</b>	15	9
<b>Úspěšnost</b>	100%	81,8 %

Tab. 4 – Úspěšnost detekce z 1. měření [vlastní]

Došlo tedy k potvrzení předpokladu, že za dne a ve velmi dobrých klimatických podmínkách bude detekce kladného pruhu úspěšná. Zároveň se potvrdilo, že detekce pruhu záporného tak úspěšná nebude. Prvním důvodem je fakt, že kamera nemůže rozpoznat RZ, na kterou nemůže vidět z důvodu překrytí vozidlem v kladném pruhu. Tento případ nastal jednou. Ve druhém případě, kdy nedošlo k rozpoznání RZ, se vozidla minula tak, že jejich RZ byly viditelné v detekční zóně, ale jen krátce, což vyvolalo následující problém. V momentě, kdy se protijedoucí vozidla minula v detekční zóně, kamera musela ve velmi krátkém sledu zaostřit na RZ vozidla v pruhu kladném a ihned poté zaostřit na RZ vozidla v pruhu záporném, což způsobilo nerozpoznání RZ druhého vozidla. Aby k tomuto jevu nedocházelo, musela by být kamera umístěna na portálu nad vozovkou. Na základě těchto poznatků a dostupných zařízení (umístění kamery možné pouze na stativ) bylo rozhodnuto, že se autor bude v dalších měřeních věnovat pouze detekci jednoho pruhu a to kladného.

## 6.2 Měření č. 2

Druhé měření proběhlo v úterý 28. 11. 2017 ve městě Kralupy nad Vltavou, konkrétně na silnici II. třídy č. 240 jak již bylo zmíněno v metodice. Toto měření probíhalo celkem dvě hodiny od 7:00 do 9:00. Na stanovišti byla umístěna kamera HIKVISION pro detekci RZ vozidel, kamera VISION pro kontrolní záznam, radar SIERZEGA a autor jakožto manuální sčítač. Obě kamery byly instalovány na stativ, viz obrázek č. 28., do výšky přibližně jednoho metru a vzdálenosti 2, respektive 2,5 metru od jízdního pruhu. Radar byl instalován na sloup dopravního značení do výšky 1 m a vzdálenosti 0,3 m od jízdního pruhu pod úhlem přibližně 30°, viz obrázek č. 29. Autor jako manuální sčítač stál mezi kamerami a radarem.



Obr. 28 a 29 – Umístění kamer a radaru během 2. měření [vlastní]

Smyslem tohoto měření bylo porovnat výstupy všech zařízení. Kamerový záznam byl pořízen pro 100% kontrolu reálného počtu vozidel, která daným místem projela. Hodnoty získané z tohoto záznamu slouží jako výchozí pro porovnání úspěšnosti sčítání ostatních zařízení, potažmo manuálního sčítače. Touto úspěšností se myslí procentuální vyjádření množství zaznamenaných vozidel, resp. jejich RZ, vůči výchozí hodnotě, kterou v tomto měření prezentuje počet vozidel napočítaných z kamerového záznamu.

Z analýzy kamerového záznamu bylo zjištěno, že daným místem projelo za 2 hodiny kladným směrem dohromady 741 vozidel. Tato hodnota je proto brána jako 100%. Mikrovlnný radar zaznamenal dohromady 1198 vozidel v obou pruzích. Protože byla sledována vozidla pouze v kladném směru, snížil se počet záznamů na 784, což odpovídá 105,8 % vozidel napočítaných z kamerového záznamu. V tabulce č. 5 je zaznamenána úspěšnost detekce všech časových úseků.

Čas	Videozáznam [voz]	Radar [voz]	Úspěšnost [%]
7:00 - 7:15	92	95	103,3%
7:15 - 7:30	112	124	110,7%
7:30 - 7:45	91	94	103,3%
7:45 - 8:00	96	96	100,0%
8:00 - 8:15	99	109	110,1%
8:15 - 8:30	98	101	103,1%
8:30 - 8:45	84	91	108,3%
8:45 - 9:00	69	74	107,2%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>741</b>	<b>784</b>	<b>105,8%</b>

Tab. 5 – Úspěšnost radaru z 2. měření [vlastní]

Jak je z tabulky č. 5 patrné, radar má tendenci přeměřovat. Pouze v jednom případě odpovídal počet zaznamenaných vozidel realitě. Maximální odchylka pak činila v druhé patnáctiminutovce 10,7 %. Průměrná odchylka činila 5,8 %. Po důkladné analýze všech záznamů z radaru bylo zjištěno, že radar občas rozdělil vozidla na dvě a tím pádem zaznamenal více vozidel, než místem skutečně projelo. Po odstranění všech záznamů s odstupem menším než 0,3 s se počet zaznamenaných vozidel snížil na 735, což odpovídá 99,2 % reality. Bylo totiž zjištěno a ověřeno, že vozidla s odstupem menším než 0,3 s nebyla ve skutečnosti reálná vozidla, radar pouze rozdělil jedno vozidlo na dvě části. Například vůz Škoda Octavia projíždějící v čase 8:43:47, byl rozdělen na dva, viz tabulka č. 5. První záznam o délce 2,9 m a rychlosti 54 km/h, druhý o délce 1,1 m s odstupem 0,1s (odpovídá při dané rychlosti vzdálenosti 1,5 m) a rychlosti 51 km/h. Po sečtení obou záznamů dostaneme vozidlo o délce 4 m, což je sice pořád méně než je skutečná délka vozu Octavia, ale orientačně jí lze považovat za správnou.

Datum	Čas	Délka	Rychlost	Kategorie	Odstup	Směr
28. 11. 2017	8:43:47	29	54	2	8,2	+
28. 11. 2017	8:43:47	11	51	1	0,1	+

Tab. 6 – Ukázka rozdělení vozidla na dvě [vlastní]

Dalším zkoumaným přístrojem byla kamera pro rozpoznávání RZ vozidel. Celkem zaznamenala pouhých 227 RZ, což odpovídá průměrné úspěšnosti 30,6 % vůči kamerovému záznamu. Úspěšnost detekce všech časových úseků je patrná z tabulky č. 7.

Čas	Videozáznam [voz]	RZ [voz]	Úspěšnost [%]
7:00 - 7:15	92	54	58,7%
7:15 - 7:30	112	37	33,0%
7:30 - 7:45	91	0	0,0%
7:45 - 8:00	96	2	2,1%
8:00 - 8:15	99	28	28,3%
8:15 - 8:30	98	39	39,8%
8:30 - 8:45	84	36	42,9%
8:45 - 9:00	69	31	44,9%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>741</b>	<b>227</b>	<b>30,6%</b>

Tab. 7 – Úspěšnost detekce RZ kamery z 2. měření [vlastní]

Kamera byla nastavena na automatické přepínání mezi nočním a denním režimem. To se ukázalo jako zásadní problém. Kamera totiž celých 27 minut nezaznamenala ani jednu RZ vozidla. Bylo to způsobeno právě automatickým přepínáním kamery z nočního na denní režim. Ovšem i tak byla detekce RZ na velmi nízké úrovni, nebudeme-li počítat časový úsek 7:30 – 8:00, kdy se kamera přepínala na denní režim, pak dostaneme průměrnou úspěšnost 41,3 %, což je velmi špatný výsledek.



Obr. 30 – Ukázka detekce RZ vozidla Škoda Fabia za tmy [vlastní]



Jako příčina bylo autorem vyhodnoceno umístění kamery. Kamera byla totiž nainstalována do úrovně světlometů vozidel a byla jimi oslňována. To mělo za následek výrazné zhoršení úspěšnosti detekce. Jak se ukázalo, kamera nedokázala dostatečně rychle zaostřovat na RZ vozidel jedoucích za sebou. Na obrázku č. 30 je vidět zachycená RZ vozidla Škoda Fabia, avšak RZ následujícího vozidla rozpoznána nebyla.

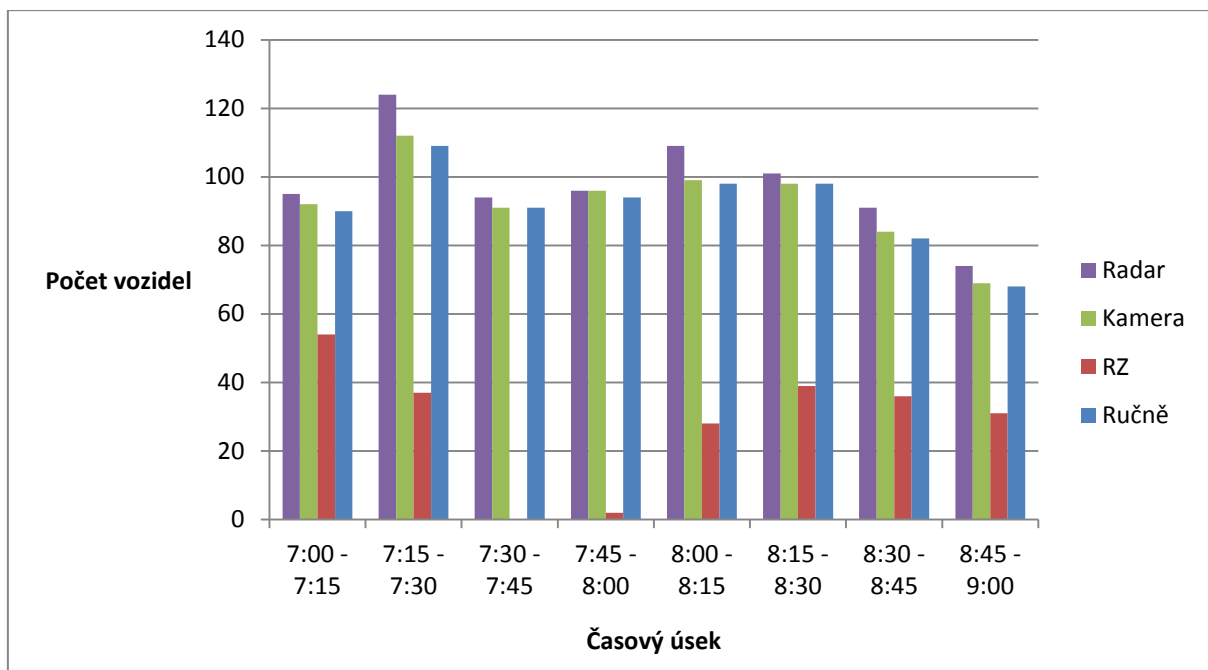
Pro celkové posouzení vhodnosti použití různých prostředků pro získání informací z dopravního průzkumu byl autorem proveden i manuální záznam. Úspěšnost ručního sčítání je patrná z tabulky č. 8.

Čas	Videozáznam [voz]	Ručně [voz]	Úspěšnost [%]
7:00 - 7:15	92	90	97,8%
7:15 - 7:30	112	109	97,3%
7:30 - 7:45	91	91	100,0%
7:45 - 8:00	96	94	97,9%
8:00 - 8:15	99	98	99,0%
8:15 - 8:30	98	98	100,0%
8:30 - 8:45	84	82	97,6%
8:45 - 9:00	69	68	98,6%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>741</b>	<b>730</b>	<b>98,5%</b>

Tab. 8 – Úspěšnost ručního sčítání z 2. měření [vlastní]

Úspěšnost ručního sčítání je diskutabilní. V tomto případě bylo provedeno pouze sčítání a kategorizace vozidel a to s maximální pozorností vzhledem k vědomí autora, že se jedná o data pro jeho vlastní diplomovou práci. Průměrná úspěšnost dosáhla na 98,5 %, což lze považovat za relevantní v případě zjišťování intenzit dopravy.

Na grafu č. 1 je zobrazeno celkové porovnání všech typů použitých zařízení v rámci úspěšnosti detekce počtu vozidel. Jak již bylo zmíněno dříve, počet vozidel získaný analýzou kamerového záznamu se považuje za 100% správný. Z grafu je patrné, že výsledky získané z měření radarem a ručním sčítáním lze považovat za dostatečně přesné. Proto se autor rozhodl mikrovlnný radar dále nepoužívat. Stejně tak již nebude pořizován celkový záznam dopravní situace, jelikož ho autor považuje za zbytečný. Naopak úspěšnost detekce kamery pro rozpoznávání RZ byla natolik špatná, že bylo rozhodnuto o jejím dalším zkoumání v rámci této diplomové práce. Pro porovnání v dalších měřeních byl zvolen ruční záznam.



Graf 1 – Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 2. měření [vlastní]

### 6.3 Měření č. 3

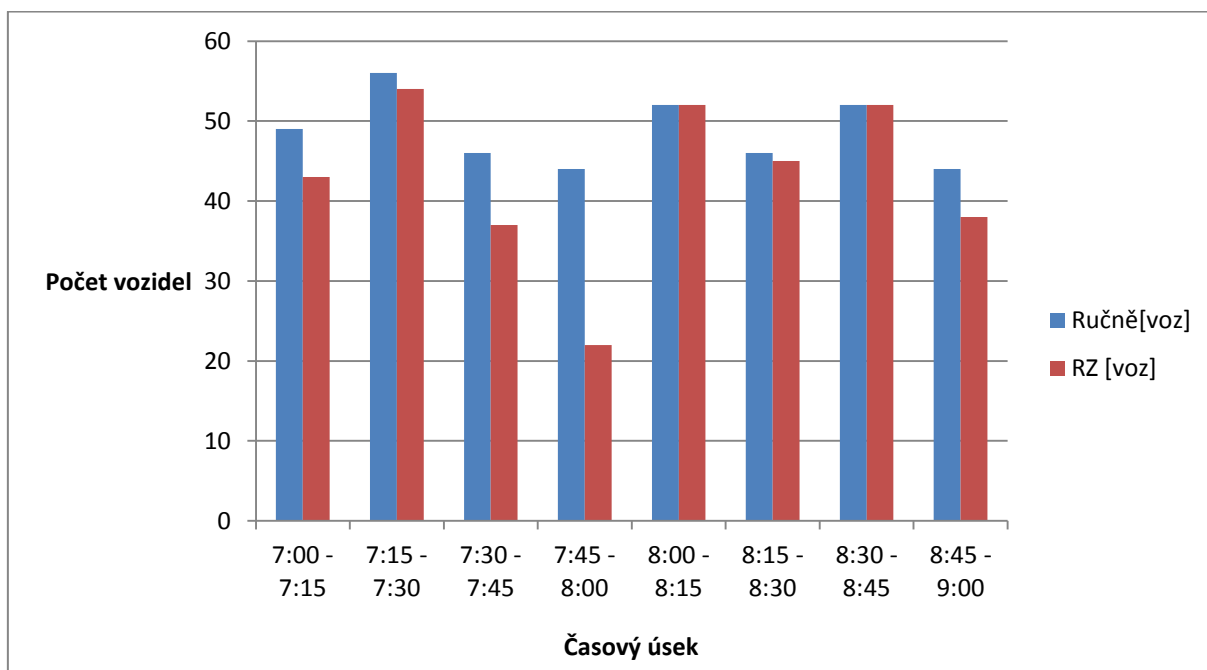
V pořadí třetí měření probíhalo ve stejný den a ve stejném časovém rozpětí jako druhé měření. Na toto stanoviště byla nainstalována druhá z dostupných kamer pro detekci RZ vozidel a manuální sčítání provedl kolega Bc. Ladislav Pavelka, který tak činil v rámci měření pro svoji diplomovou práci. Kamera byla nastavena totožně, jen byla umístěna před zatáčkou, takže vozidla najížděla do detekční zóny ze strany, nikoliv v přímce, jak tomu bylo v předešlém případě.

Úspěšnost detekce této kamery byla výrazně vyšší, než při druhém měření. Celkově bylo rozpoznáno 343 RZ vozidel z celkového počtu 389 vozidel zaznamenaných ručně. Procentuálně to pak činí průměrnou úspěšnost 88,2 % vůči manuálnímu záznamu. V tabulce č. 9 je zanesena úspěšnost pozorovaných časových úseků. I zde je jasně patrný pokles úspěšnosti detekce mezi půl osmou až osmou hodinou, kdy se postupně rozednívalo. Kamera začala přibližně v 7:40 h automaticky přepínat do denního režimu a tuto činnost dokončila v 7:55 h. V rozmezí těchto 15 minut nebyla rozpoznána žádná RZ. Z tohoto důvodu dosáhla úspěšnost detekce v časovém rozmezí 7:30 h – 7:45 h 80,4 %, nejméně pak 50 % v časovém rozpětí 7:45 h – 8:00 h. Bez těchto dvou patnáctiminutovek by byla úspěšnost detekce 93,8 %, což je již výrazně lepší hodnota.

Čas	Ručně [voz]	RZ [voz]	Úspěšnost [%]
7:00 - 7:15	49	43	87,8%
7:15 - 7:30	56	54	96,4%
7:30 - 7:45	46	37	80,4%
7:45 - 8:00	44	22	50,0%
8:00 - 8:15	52	52	100,0%
8:15 - 8:30	46	45	97,8%
8:30 - 8:45	52	52	100,0%
8:45 - 9:00	44	38	86,4%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>389</b>	<b>343</b>	<b>88,2%</b>

Tab. 9 – Úspěšnost detekce z 3. měření [vlastní]

Na grafu č. 2 je opět graficky znázorněno porovnání celkového počtu zaznamenaných vozidel v jednotlivých časových úsecích. Především v rozmezí 7:45 h až 8:00 h je vidět výrazná odchylka od jinak dobré úspěšnosti detekce.



Graf 2 – Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 3. měření [vlastní]

Vzhledem k informacím vyplývajícím z druhého a třetího měření se autor rozhodl uskutečnit další měření ve stabilním režimu kamery. Proto již žádné další měření nebylo provedeno v automatickém režimu přepínání mezi denním a nočním režimem.

## 6.4 Měření č. 4

V pořadí čtvrté měření se uskutečnilo ve čtvrtek 6. 3. 2018 na komunikaci II. třídy č. 240 v obci Velké Přílepy, přesné umístění bylo popsáno v metodice práce. Na stanovišti byla znovu nainstalována na stativ kamera HIKVISION pro rozpoznávání RZ vozidel a přítomen byl i manuální sčítač. Během tohoto dne panovalo poměrně nepříznivé počasí, bylo zataženo a lehce sněžilo. Kamera byla tentokrát nastavena pouze na noční režim, tak aby nedošlo k přepnutí při rozednávání. Smyslem tohoto měření bylo otestování čistě nočního režimu za dne, ovšem při nepříznivých podmínkách. Měření bylo navíc ovlivněno dopravní kongescí, která se začala tvořit v 8:05 h. Manuální záznam pořídil autor této diplomové práce.

Celkově bylo kamerou v rozmezí 7:00 h a 9:00 h zaznamenáno 946 vozidel. Ovšem tato skutečnost byla silně ovlivněna zmíněnou kongescí. Kamera totiž zaznamenala pomalu jedoucí vozidlo, resp. jeho RZ hned několikrát. Bylo vyzorováno, že RZ je detekována ihned po vjezdu pomalého vozidla do detekční zóny. Pokud toto vozidlo v detekční zóně stojí, v momentě, kdy se pohne, dojde k dalšímu zaznamenání stejné RZ. Příklad takového jevu je patrný z tabulky č. 10.

839	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:30:50	Czech Republic(CZE)	1	Forward	77
840	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:31:14	Czech Republic(CZE)	1	Reverse	82
841	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:31:21	Czech Republic(CZE)	1	Reverse	83
842	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:31:40	Czech Republic(CZE)	1	Reverse	82
843	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:31:46	Czech Republic(CZE)	1	Reverse	83
844	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:31:54	Czech Republic(CZE)	1	Reverse	82
845	Camera 01	1SZ1324	2018-03-06 08:32:05	Czech Republic(CZE)	1	Reverse	83
846	Camera 01	5AR9728	2018-03-06 08:32:19	Czech Republic(CZE)	1	Forward	84
847	Camera 01	5AR9728	2018-03-06 08:32:23	Czech Republic(CZE)	1	Unknown	85

Tab. 10 – Ukázka opakované detekce stejné RZ [vlastní]

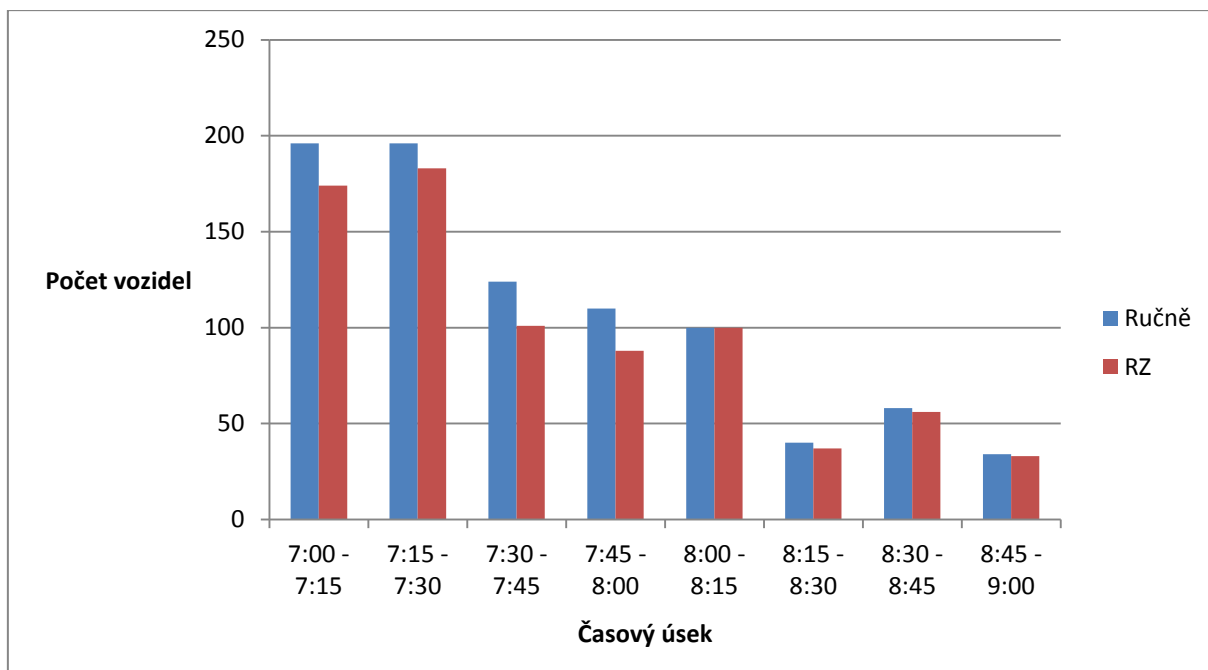
Kamera dokonce pouze v prvním případě detekce vyhodnotila správný směr pohybu vozidla. V momentu, kdy se vozidlo již pouze posouvalo v detekční zóně kamery, bylo vyhodnoceno jako vozidlo směřující opačným směrem. Stejný jev nastal i u následujícího vozidla. Při vjetí do detekční zóny bylo detekováno ve správném směru, další záznam již nikoliv. Jako příčinu autor shledává typický pohyb vozidla směrem vzad, než dojde k záběru spojky vozidla. Sklon vozovky je v místě měření záporný ve smyslu pohybu vozidel.

Čas	Ručně [voz]	RZ [voz]	Úspěšnost [%]
<b>7:00 - 7:15</b>	196	174	88,8%
<b>7:15 - 7:30</b>	196	183	93,4%
<b>7:30 - 7:45</b>	124	101	81,5%
<b>7:45 - 8:00</b>	110	88	80,0%
<b>8:00 - 8:15</b>	100	100	100,0%
<b>8:15 - 8:30</b>	40	37	92,5%
<b>8:30 - 8:45</b>	58	56	96,6%
<b>8:45 - 9:00</b>	34	33	97,1%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>858</b>	<b>772</b>	<b>90,0%</b>

Tab. 11 – Úspěšnost detekce ze 4. měření [vlastní]

Po odfiltrování všech duplicitních záznamů byla vyhodnocena skutečná úspěšnost detekce kamery zanesená v tabulce č. 11. Celkově bylo správně vyhodnoceno 772 RZ vozidel z celkového počtu 858 ručně zaznamenaných. To činí celkovou úspěšnost 90%. Nejnižší úspěšnost byla vyhodnocena v časovém rozmezí 7:45 až 8:00 a to 80 %, nejvyšší úspěšnost pak ihned vzápětí v časovém rozmezí 8:00 až 8:15 a to rovných 100 %. Nutno podotknout, že dochází k porovnání s manuálním sčítáním, takže není zaručena 100% přesnost záznamů z ručního sčítání, které se s daty z kamery porovnávají.

Na grafu č. 3 je opět zobrazena závislost počtu zaznamenaných vozidel na jednotlivých časových úsecích. Je patrné, že detekce byla ve druhé hodině měření o něco úspěšnější než v té první. Důvodem je dle autora lepší viditelnost v důsledku rozednění.



Graf 3 – Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku ze 4. měření [vlastní]

## 6.5 Měření č. 5

Páté měření se uskutečnilo ve stejný den, ve stejné obci a ve stejném časovém rozpětí jako měření č. 4. Ruční záznam provedl Bc. Ladislav Pavelka pro účely své diplomové práce. Na tomto stanovišti nastal úplně stejný problém, v čase 7:56 h se začala tvořit kongesce. Kamera proto začala opět zaznamenávat stejnou RZ několikrát za sebou. Při analýze dat z tohoto měření byly navíc vyzorovány další zajímavé skutečnosti. Kamera na tomto stanovišti opakovaně vyhodnotila stejnou RZ odlišným způsobem. Jako příklad uvádím tabulku č. 12, kdy dokázala kamera v jedné sekundě vyhodnotit tu samou RZ 2x, ovšem v druhém případě vyhodnotila místo čísla 6 číslo 8. Správně byla první varianta. Zároveň lze ze směru pohybu usoudit, že zde k pohybu vzad nedošlo. Silnice má v místě měření lehký sklon v kladném směru a vozidlo se proto při povolení brzdy pohybovalo směrem dopředu.

936	Camera 02	3SN3662	2018-03-06 08:30:16	Czech Republic(CZE)	1	Forward	76
937	Camera 02	3SN3882	2018-03-06 08:30:16	Czech Republic(CZE)	1	Forward	76

Tab. 12 – Ukázka odlišné detekce stejné RZ [vlastní]

Dalším zajímavým jevem bylo vyhodnocení neúplné RZ vozidla. K tomu docházelo ve chvíli, kdy se vozidla v kongesci pohybovala jen těsně za sebou a RZ vozidla, která byla snímána, byla zároveň částečně překryta vozidlem vpředu. Příklad tohoto jevu je patrný z tabulky č. 13. Vozidlo vpředu zastínilo přesně polovinu snímané RZ vozidla jedoucího za ním, i přesto byla RZ detekována a státní příslušnost vyhodnocena jako neznámá v rámci evropského regionu.

894	Camera 02	6U98732	2018-03-06 08:22:47	Czech Republic(CZE)	1	Forward	80
895	Camera 02	6U9	2018-03-06 08:22:50	Europe Region(NON)	1	Unknown	76

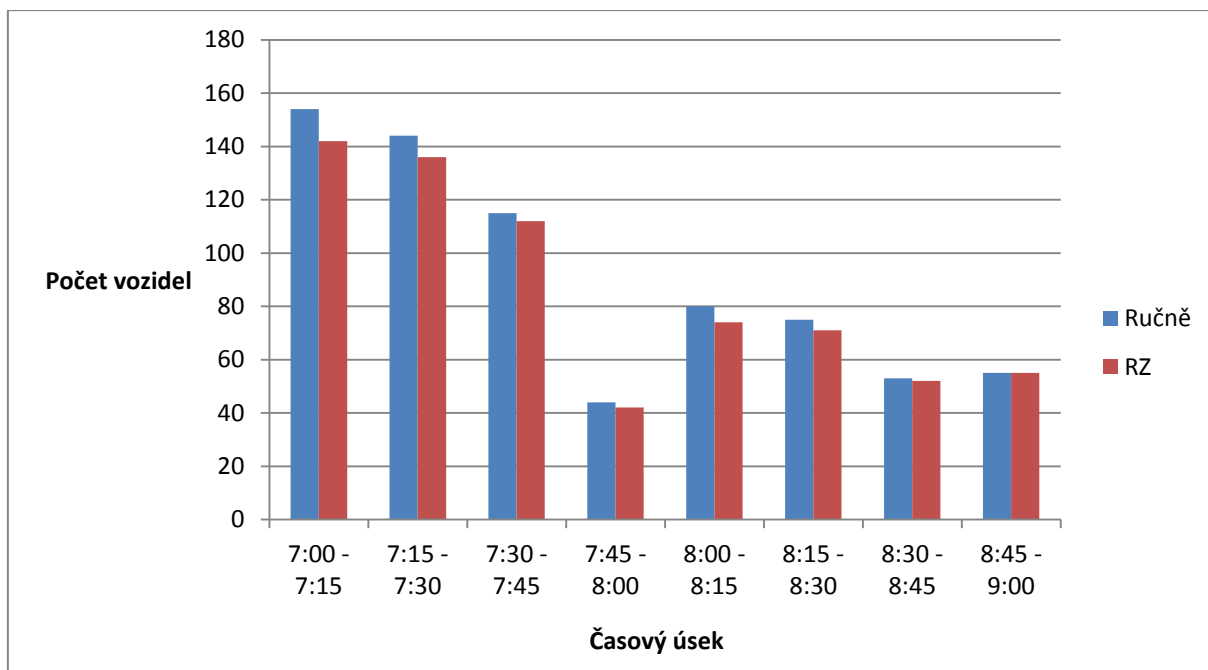
Tab. 13 – Ukázka detekce neúplné RZ [vlastní]

Po odfiltrování výše popsaných chyb v detekci RZ vozidel bylo správně detekováno přesně 684 vozidel, ručně zaznamenaných bylo 720 vozidel, celková úspěšnost detekce RZ vůči ručnímu záznamu projetých vozidel dosáhla na velmi dobrých 95 %. Nejnižší úspěšnost byla 92,2 % v prvních patnácti minutách měření, nejvyšší pak dokonce 100% v časovém rozmezí od 8:45 do 9:00. I tato kamera byla po celou dobu nastavena na noční režim. Zaznamenané hodnoty jsou patrné z tabulky č. 14.

Čas	Ručně [voz]	RZ [voz]	Úspěšnost [%]
<b>7:00 - 7:15</b>	154	142	92,2%
<b>7:15 - 7:30</b>	144	136	94,4%
<b>7:30 - 7:45</b>	115	112	97,4%
<b>7:45 - 8:00</b>	44	42	95,5%
<b>8:00 - 8:15</b>	80	74	92,5%
<b>8:15 - 8:30</b>	75	71	94,7%
<b>8:30 - 8:45</b>	53	52	98,1%
<b>8:45 - 9:00</b>	55	55	100,0%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>720</b>	<b>684</b>	<b>95,0%</b>

Tab. 14 – Úspěšnost detekce z 5. měření [vlastní]

Na grafu č. 4 je vynesena závislost počtu vyhodnocených vozidel na časovém úseku. Z grafu je patrné, že v žádném časovém úseku nedošlo k výrazné odchylce od ručního měření.



Graf 4 – Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 5. měření [vlastní]

Vzhledem k velmi dobré úspěšnosti detekce v nočním režimu se autor rozhodl provést poslední dvě měření ve stejném režimu, ovšem za velmi dobrých podmínek.

## 6.6 Měření č. 6

Šesté měření proběhlo v úterý 13. 3. 2018 opět na silnici II. třídy č. 240, tentokrát v obci Statenice. Znovu se měřilo od 7:00 h do 9:00 h. Toho dne byla velmi dobrá viditelnost již od začátku měření. Jak bylo již zmíněno dříve, kamera byla znovu nastavena čistě na noční režim snímání a byla opět instalována na stativ podél jízdního pruhu. Ruční sčítání provedl autor.

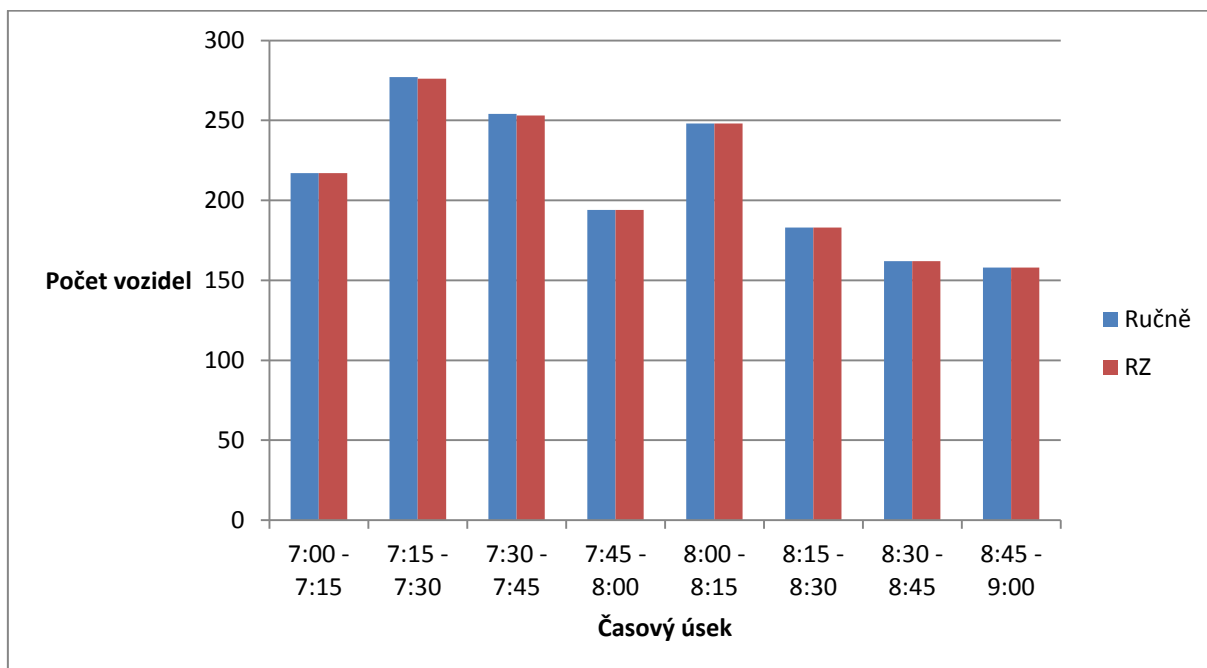
Vzhledem k takřka ideálním klimatickým podmínkám a nastavení kamery na noční režim se neočekávala vysoká úspěšnost detekce, ale následná analýza dat tento předpoklad nepotvrdila. Z celkem 1693 ručně zaznamenaných vozidel bylo kamerou správně vyhodnoceno 1691 RZ, což v procentuálním vyjádření činí 99,9 % úspěšnost. Opět je potřeba brát v potaz možnou nepřesnost manuálního sčítání, zvláště při tak vysoké intenzitě dopravy. Ale s ohledem na vysokou shodu naměřených dat lze toto měření považovat za velmi přesné a úspěšné. Naměřené hodnoty jsou zaneseny do tabulky č. 15. Nejnižší úspěšnost byla naměřena v rozpětí 7:15 h až 7:45 h. a to 99,6 %. Nejvyšší pak 100 % ve všech zbývajících případech.



Čas	Ručně [voz]	RZ [voz]	Úspěšnost [%]
7:00 - 7:15	217	217	100,0%
7:15 - 7:30	277	276	99,6%
7:30 - 7:45	254	253	99,6%
7:45 - 8:00	194	194	100,0%
8:00 - 8:15	248	248	100,0%
8:15 - 8:30	183	183	100,0%
8:30 - 8:45	162	162	100,0%
8:45 - 9:00	158	158	100,0%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>1693</b>	<b>1691</b>	<b>99,9%</b>

Tab. 15 – Úspěšnost detekce z 6. měření [vlastní]

Na grafu č. 5 je vynesena již známá závislost počtu zaznamenaných vozidel na časovém úseku. V tomto případě byla detekce takřka bezchybná, nebyly vyhodnoceny pouze dvě RZ z celkového počtu 1693 vozidel. Jedna RZ nebyla zaznamenána v časovém rozpětí 7:15 h až 7:30 h, druhá nebyla zaznamenána v rozpětí 7:30h až 7:45 h. Z grafu je patrná mimořádná shoda naměřených dat.



Graf 5 – Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 6. měření [vlastní]

## 6.7 Měření č. 7

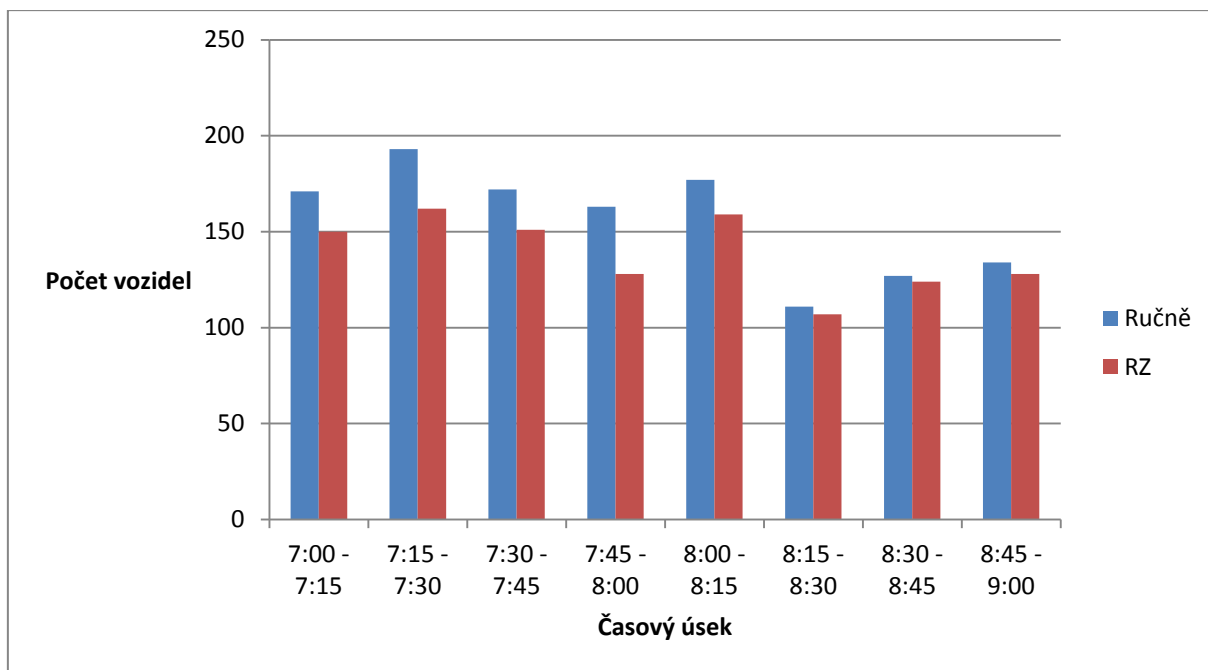
Poslední měření proběhlo ve stejný den jako měření šesté, ve stejné obci a na stejné silnici, jen na opačném konci obce Statenice. Podmínky měření byly totožné s předchozím, tzn. obdobně umístěná a stejně nastavená kamera pro rozpoznávání RZ. Manuální sčítání v tomto případě provedl Bc. Róbert Galovič pro účely své diplomové práce. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 16.

Čas	Ručně [voz]	RZ [voz]	Úspěšnost [%]
7:00 - 7:15	171	150	87,7%
7:15 - 7:30	193	162	83,9%
7:30 - 7:45	172	151	87,8%
7:45 - 8:00	163	128	78,5%
8:00 - 8:15	177	159	89,8%
8:15 - 8:30	111	107	96,4%
8:30 - 8:45	127	124	97,6%
8:45 - 9:00	134	128	95,5%
<b>7:00 - 9:00</b>	<b>1248</b>	<b>1109</b>	<b>88,9%</b>

Tab. 16 – Úspěšnost detekce ze 7. měření [vlastní]

S ohledem na stejné nastavení kamery se rovněž neočekávala ideální detekce, ale i z tohoto stanoviště byla její úspěšnost nad očekáváním. Nejnižší úspěšnost 78,5% byla zaznamenána v intervalu 7:45 h až 8:00 h, nejvyšší pak 97,6 % v intervalu 8:30 h až 8:45 h. Celková úspěšnost pak dosáhla na solidních 88,9 %. Dle názoru autora stojí za horší detekcí v první hodině měření postavení slunce vůči kameře. Vzhledem k postupnému rozednívání se rychle měnila jeho poloha, a tak zřejmě docházelo k oslňování objektivu kamery slunečními paprsky. Po osmé hodině bylo již slunce dostatečně vysoko, aby k tomuto jevu nedocházelo a úspěšnost detekce se tak v druhé hodině měření znatelně zlepšila.

Výše popsáný jev je patrný i z grafu č. 6. Zatímco počet zaznamenaných RZ je v první hodině výrazně nižší, než kolik vozidel bylo napočítáno ručním záznamem, ve druhé hodině je úspěšnost o poznání lepší.



Graf 6 – Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku ze 7. měření [vlastní]

## 6.8 Základní porovnání finanční a časové náročnosti

Smyslem tabulky č. 17 je získání základní představy o časové a finanční náročnosti pořizování a zpracovávání dat jednotlivými způsoby. Pořizovací cena byla u všech testovaných zařízení přejata z ceníků na internetových stránkách výrobců. Cena ručního záznamu byla stanovena na 150 Kč / hod. jako hodinová cena práce sčítače. Pro potřeby tohoto srovnání nejsou řešeny náklady na údržbu, dopravu a instalaci měřících zařízení na místě měření, stejně jako nejsou řešeny další mzdové (povinné odvody závislé na typu pracovní smlouvy) a další režijní náklady (doprava na místo měření) na sčítače.

	<b>Kamera</b>	<b>RZ kamera</b>	<b>Radar</b>	<b>Ruční záznam</b>
Pořizovací cena zařízení	4 100 Kč	26 600 Kč	39 900 Kč	300 Kč
Časová náročnost zpracování dat	255 min.	90 min.	75 min.	30 min.
Finanční náročnost zpracování dat	638 Kč	225 Kč	188 Kč	75 Kč

Tab. 17 – *Základní finanční a časová komparace jednotlivých způsobů* [vlastní]

Časová náročnost byla odvozena následovně. Pro obyčejnou kameru 15 min. na stažení dat, 180 min. na vizuální kontrolu záznamu a 60 min. na zpracování dat. Pro kameru na rozpoznávání RZ vozidel 30 min. na stažení dat a 60 min. na jejich zpracování. Pro radar 15 min. na stažení a 60 min. na zpracování dat. U ručního záznamu pouze 30 min. na zpracování dat. Finanční náročnost zpracování dat pak byla získána vynásobením časové náročnosti zvolenou hodinovou sazbou 150 Kč / hod. Tato sazba nezohledňuje další možné mzdové a režijní náklady, které by bylo nutné započítat v konkrétní reálné situaci.

## 7 Výsledky a závěr

Diplomová práce s názvem *Posouzení vhodnosti využití technických prostředků pro dopravní průzkumy* se zabývá zařízeními pro sběr dat v dopravních průzkumech, jejich otestováním a posouzením. Těmito zařízeními jsou statistický radar Sierzega SR4, IP kamera HIKVISION pro rozpoznávání RZ vozidel a IP kamera VISION pořizující záznam celkové situace, se kterým lze dále pracovat. Pro komplexní posouzení bylo vždy provedeno i ruční sčítání.

V úvodní kapitole diplomové práce se mohou čtenáři seznámit se základními pojmy dopravního inženýrství, dopravních průzkumů a dopravy jako takové. V této kapitole jsou uvedeny i jednotlivé veličiny, které se dopravními průzkumy sledují a dále vyhodnocují. V další teoretické kapitole je provedena podrobná rešerše zařízení používaných v dopravních průzkumech.

Praktická část navazuje základními technickými parametry použitých přístrojů a popisem dat, které přístroje poskytují. Čtenáři se mohou seznámit s jejich komponenty, možnostmi umístění a způsoby jejich ovládání. Další kapitola se již věnuje všem provedeným měřením, včetně uvedení vybraných lokalit a podmínek doprovázejících tato měření. Závěr práce se věnuje komplexnímu posouzení zkoušených zařízení a poskytuje doporučení pro jejich použití v rámci dopravních průzkumů.

První měření, jak již bylo v jeho popisu zmíněno, bylo provedeno za účelem seznámení se s kamerou pro rozpoznávání RZ vozidel. Zjištění jsou následující. Software kamery pro rozpoznávání RZ vozidel není příliš uživatelsky přívětivý a vyžaduje určitý čas k pochopení. Dle názoru autora je tato skutečnost čistě individuální a záleží na zručnosti a zkušenostech osoby s ním pracující. Autor práce neměl žádné zkušenosti s obdobným zařízením a softwarem, čas potřebný k jeho pochopení v jeho případě odhaduje na 2 hodiny. Dalším zjištěním je skutečnost, že kamera za ideálních klimatických podmínek měří kladný pruh vozidel bezchybně, záporný nikoliv, z důvodu občasného překrytí RZ vozidel pohybujících se v pruhu vzdálenějším těmi, která ve stejný okamžik projíždějí detekční zónou v pruhu bližším. Autor doporučuje v případě potřeby měření více jízdních pruhů umístit kameru nad vozovku, ideálně pak do výšky maximálně 6 metrů mezi detekované jízdní pruhy. Jako ideální nosné zařízení se pak dle názoru autora jeví mýtná brána. Vzhledem k dostupnému

zařízení pro upevnění kamery (stativ) se všechna další zjištění plynoucí z jednotlivých měření vztahují pouze ke kladnému pruhu.

Získaná data	Videozáznam	RZ kamera	Radar	Ruční záznam
Intenzita	x	x	x	x
Přítomnost	x	x	x	x
Rychlost	x		x	
Obsazenost	x	x	x	x
Klasifikace	x	x	x	x
Více jízdních pruhů	x	x	x	x

Tab. 18 – Porovnání získaných dat jednotlivými způsoby [vlastní]

Další měření již byla plnohodnotná a odpovídala pravidlům dle TP pro dopravní průzkumy. V měření č. 2 byla použita všechna dostupná zařízení včetně ručního sčítání, ve zbylých měřeních pak již jen kamera pro rozpoznávání RZ vozidel a ruční záznam. Z tabulky č. 18 lze vyčíst data, která je možné použitými zařízeními, resp. způsoby, získat.

Videozáznamem lze zjistit v podstatě vše, ale je to velmi časově náročná metoda. Pořizovací cena kamery (4 100 Kč) není vysoká, ale náklady na další zpracování pak v důsledku velké časové náročnosti rapidně rostou. Dvouhodinový záznam dopravní situace (při sledování jednoho pruhu!) vyžaduje přibližně 4,25 h na zpracování dat, což při autorem zvolené hodinové sazbě za zpracování dat 150 Kč / hod. (čistá cena práce) činí přibližně 638 Kč. V praxi by bylo nutné počítat ještě s navýšením nákladů o odpisy, režii a povinné odvody z mezd, jejichž výše závisí na povaze pracovní smlouvy vyhodnocujícího pracovníka firmy, která by záznamy zpracovávala. Pokud bychom chtěli získávat dopravní data např. po dobu dvou týdnů, pak je tato metoda naprosto nevhodná, protože náklady na zpracování dat by byly neúměrně vysoké, nemluvě o časové náročnosti.

Statistický radar je v tomto ohledu mnohem příhodnější. Jeho největším negativem je relativně vysoká pořizovací cena (39 900 Kč), ale časová i finanční náročnost na zpracování dat je výrazně nižší. Instalace zařízení na místě měření je oproti ostatním způsobům měření časově nejnáročnější z důvodu upevňování a nastavování zařízení na sloupu, ale poté již radar relativně spolehlivě získává velké množství dat, ze kterých lze poměrně lehce a snadno určit všechny běžně ověřované veličiny. Radar má tendenci přeměřovat co do počtu zaznamenaných vozidel. Důvodem je rozdělení některých vozidel na dvě části. Autorem bylo zjištěno a ověřeno, že všechny záznamy s odstupem 0,3 s a menším od vozidla před sebou

nejdou reálná vozidla. Odstraní-li se tyto záznamy, odpovídá hodnota zaznamenaných vozidel 99,2 % reality. Délku vozidel je nutno brát pouze orientačně, nicméně důležité je, že tento fakt zásadně neovlivňuje klasifikaci vozidel. Odstraněním záznamů s odstupem menším než 0,3 s totiž zároveň dojde k odstranění záznamů s nesmyslnými délkami okolo 1 m.

Úspěšnost ručního sčítání je poměrně diskutabilní. Jeho přesnost závisí na pozornosti sčítače a tu zásadně ovlivňuje jeho motivace, délka prováděného měření, typ a počet sledovaných parametrů a intenzita dopravy. Pro účely této práce bylo provedeno pouze sčítání a klasifikace vozidel, vždy pouze pro jeden pruh a s maximální pozorností sčítače (autora a kolegů Bc. Ladislava Pavelky a Bc. Róberta Galoviče), kteří měření prováděli pro svoje diplomové práce. Proto není překvapující, že úspěšnost zaznamenaných vozidel oproti videozáznamu dosáhla ve druhém měření na 98,5 %, což autor považuje za relevantní v rámci zjišťování intenzit dopravy. Jedná se o relativně levnou metodu získávání dat z pohledu vstupní investice (nulové pořizovací náklady na měřicí zařízení) a času potřebného k vyhodnocení měření, ovšem je potřeba zohlednit náklady na nábor, mzdy, případné povinné odvody (závislé na typu pracovní smlouvy sčítače), jeho dopravu na místo měření a další možné režijní náklady s ní spojené. Tato metoda je vhodná spíše pro krátkodobé průzkumy, pokud chceme vyhodnocovat delší časový úsek a větší množství informací, pak tato metoda vhodná není. Zhoršenou úspěšnost ručního záznamu lze předpokládat i v místech s vysokou intenzitou dopravy.

Nejdetailněji zkoumaným zařízením byla *Katedrou vozidel a pozemní dopravy* nově pořízená kamera pro rozpoznávání RZ vozidel. Její pořizovací cena činí 26 600 Kč, časová a finanční náročnost zpracování dat je pak velmi obdobná jako u radaru. Na základě jejího zkoumání byly učiněny následující závěry. Kamera je velmi citlivá na správné nastavení. A to jak z hlediska umístění vůči projíždějícím vozidlům, tak z hlediska nastavení jejího softwaru. Kamera by se neměla umísťovat do úrovně světlometů projíždějících vozidel. V důsledku toho dochází k oslňování objektivu a kamera má pak velmi špatnou úspěšnost detekce. Jako další problém se jeví automatické přepínání kamery mezi nočním a denním režimem. Kamera tato činnost trvá poměrně dlouho, bylo zjištěno a ověřeno, že se jedná o 15 až 30 minut, během kterých kamera nezaznamená ani jednu RZ projíždějícího vozidla. Tento fakt lze úspěšně eliminovat následujícími způsoby. Pokud je u zařízení přítomna obsluha, pak může manuálně přepínat mezi denním a nočním režimem skrze připojený laptop. Ale jako mnohem vhodnější řešení se jeví trvalé nastavení kamery na noční režim. Kamera totiž v tomto režimu

funguje velice dobře za všech podmínek, ale je důležité její správné umístění tak, aby paprsky vycházejícího slunce a světlomety vozidel co nejméně oslňovaly objektiv kamery. Dále je třeba věnovat zvýšenou pozornost poskytnutým datům v případě dopravní kongesce. V takovém případě dochází i k několikanásobnému zaznamenání téže RZ vozidla. Důvodem je jeho popojíždění v detekční zóně kamery. Dalším problémem v rámci detekce během kongesce je zaznamenání pouze části RZ vozidla z důvodu částečného překrytí vozidlem vpředu, případně stejné RZ vyhodnocené s odlišným detailem. Bylo vyzorováno, že někdy může být např. číslice 6 v dalším okamžiku vyhodnocena jako 8. V takovém případě je třeba poskytnutá data detailněji projít a odstranit duplicity, neúplné RZ a z fotografií zaznamenaných vozidel najít správný záznam. Tím se samozřejmě výrazně prodlužuje časová a ve svém důsledku i finanční náročnost zpracování dat.

Vhodnost použití testovaných zařízení (metod) závisí především na typu a množství zjišťovaných dat. Pokud provádíme dopravní průzkum krátkodobého charakteru, na přehledném úseku komunikace a sledujeme pouze malé množství parametrů (jako např. kategorii a množství vozidel), pak by autor doporučil ruční záznam. Tento způsob je relativně levný, získaná data se snadno přenesou do PC a rychle se zpracují např. do podoby grafů. Úskalím může být pozornost sčítače. U této metody hraje nejvýznamnější roli lidský faktor. Pokud chceme sledovat stejné parametry dlouhodobě, pak by autor doporučil radar. Pořizovací náklady jsou sice relativně vysoké, ale náklady na další zpracování nikoliv a data získaná tímto způsobem jsou poměrně spolehlivá. Kromě počtu a kategorie se získá i orientační délka, rychlost, odstup a směr vozidel. Celkový záznam situace kamerou se pro zpracování v rámci dopravních průzkumů jeví jako nejméně vhodný a to i přes poskytnutí všech možných veličin. Důvodem jsou velké nároky na čas a v konečném důsledku i finance. Jeho největší přínos shledává autor v možnosti dohledání skutečného stavu dopravní situace. Výhodnost použití kamery pro rozpoznávání RZ vidí autor např. při zjišťování průjezdových dob určitou oblastí. Bude-li jedna taková kamera nainstalována např. na vjezdu do obce a další na výjezdu z obce, lze na základě detekovaných RZ určit, za jak dlouho se jedna konkrétní RZ objeví na druhém konci obce. Pokud jde pouze o zjišťování intenzit a kategorie vozidel, pak by autor doporučil použití mikrovlnného radaru. Pokud by se zjišťovala např. intenzita vozidel a kamera pro rozpoznávání RZ by ještě navíc sloužila pro online monitoring vozidel policií, dávalo by to jejímu využití mnohem větší opodstatnění.



## Seznam použitých zdrojů

- [1] KOČÁRKOVÁ, Dagmar, Josef KOCOUREK a Martin JACURA. *Základy dopravního inženýrství*. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04233-5.
- [2] PŘIBYL, Pavel a Radim MACH. *Řídicí systémy silniční dopravy*. V Praze: České vysoké učení technické, 2003. ISBN 80-01-02811-9.
- [3] SLABÝ, Petr, Michal UHLÍK a Tomáš HAVLÍČEK. *Dopravní inženýrství I*. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04856-6.
- [4] RŮŽIČKA, Miroslav. *Dopravní inženýrství I*. Praha, 2016. Prezentace. Technická fakulta ČZU.
- [5] PŘIBYL, Ondřej. *Měření a zpracování dat*. Praha, 2016. Prezentace. Dopravní fakulta ČVUT.
- [6] SMĚLÝ, Martin. *Dopravní inženýrství*. Brno, 2007. Studijní opory. Stavební fakulta VUT.
- [7] Technické podmínky TP č. 189 [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP189.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP189.pdf).
- [8] Celostátní sčítání dopravy 2016 [online]. [cit 2017-12-22]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>
- [9] JAMAR TDC Ultra [online]. [cit 2018-01-05]. Dostupné z: <https://www.jamartech.com/tmbs.html>
- [10] DIAMOND traffic product – Piezo Sensor [online]. [cit 2018-01-23]. Dostupné z: <http://diamondtraffic.com/product/Roadtrax-BL>
- [11] Bending plate [online]. [cit 2018-01-23]. Dostupné z: [http://irdsa.com/pdfs/IPT\\_BendingPlate\\_0310.pdf](http://irdsa.com/pdfs/IPT_BendingPlate_0310.pdf)
- [12] Bending plate [online]. [cit 2018-01-23]. Dostupné z: [http://www.irdinc.com/public/uploads/products\\_document/49/1510959056\\_PATBendingPlate\\_brochure\\_170616\\_A.pdf](http://www.irdinc.com/public/uploads/products_document/49/1510959056_PATBendingPlate_brochure_170616_A.pdf)
- [13] Traffic detection systems [online]. [cit 2018-01-28]. Dostupné z: <http://courses.washington.edu/cee320w/schedule.htm>
- [14] Inteligentní dopravní systémy [cit 2018-02-05]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/93>

- [15] Laserový silniční radar LAVET [online]. [cit 2018-02-10]. Dostupné z:  
<http://www.lavet.cz/laserovy-silnicni-rychlomer-prolaser-radar>
- [16] Intelligent Traffic Detectors by XTRALIS [online]. [cit 2018-02-10]. Dostupné z:  
<https://xtralis.com/p.cfm?s=22&p=381>
- [17] Romodis – Rozvoj moderních dopravních inteligentních systémů: Modul č. 1 – Fyzikální vlastnosti detektorů [online]. [cit 2018-02-10]. Dostupné z:  
<http://www.romodis.cz/detModul.php?id=33>
- [18] Produktový list kamery VISION [online]. [cit 2018-02-28]. Dostupné z:  
[https://www.viakom.cz/fileshare/products/later/new/19311\\_vc59sm2ti\\_spec\(1099\).pdf](https://www.viakom.cz/fileshare/products/later/new/19311_vc59sm2ti_spec(1099).pdf)
- [19] Produktový list kamery HIKVISION [online]. [cit 2018-02-28]. Dostupné z:  
<http://www.hikvision.com/UploadFile/image/2015012013544861055.pdf>
- [20] Uživatelská příručka kamery HIKVISION [online]. [cit 2018-02-28]. Dostupné z:  
[https://www.viakom.cz/fileshare/products/manual/new/manual\\_ip\\_kamera\\_v5.3.0\\_20150324\\_cz\(5927\).pdf](https://www.viakom.cz/fileshare/products/manual/new/manual_ip_kamera_v5.3.0_20150324_cz(5927).pdf)
- [21] Produktový list radaru SIERZEGA [online]. [cit 2018-02-28]. Dostupné z:  
[http://www.merice-rychlosti.cz/images/pdf/sr4\\_informace.pdf](http://www.merice-rychlosti.cz/images/pdf/sr4_informace.pdf)
- [22] Uživatelská příručka radaru SIERZEGA [online]. [cit 2018-02-28]. Dostupné z:  
<https://www.sierzega.com/en-us/Products/Product-Viewer/Sierzega-SR4-Verkehrserfassungsgeraet>
- [23] Indukční smyčky [online]. [cit 2018-03-17]. Dostupné z:  
<http://camea.cz-test.beta.nen.cz/cz/dopravni-aplikace/dopravni-prestupky/mereni-rychlosti-indukcnimi-smyckami/>
- [24] Automatic traffic counting [online]. [cit 2018-03-17]. Dostupné z:  
<https://tracsistraffic.com/technology/automatic-traffic-counting/>
- [25] Magnetic field sensing [online]. [cit 2018-03-17]. Dostupné z:  
<https://www.sensorsmag.com/components/a-new-perspective-magnetic-field-sensing>

## Seznam použitých obrázků

Obr. 1 – *Skladba dopravního proudu*

Obr. 2 – *Členění dopravních průzkumů*

Obr. 3 – *Ukázka diagramu denní variace intenzit osobních automobilů v běžný pracovní den*

Obr. 4 – *Princip detektoru*

Obr. 5 – *Záznamový přístroj JAMAR TDC ULTRA*

Obr. 6 – *Ukázka výstupu přístroje JAMAR TDC ULTRA v PC*

Obr. 7 – *Schéma zapojení indukční smyčky*

Obr. 8 – *Příklad použití indukční smyčky v praxi*

Obr. 9 – *Princip detekce vozidel indukční smyčkou*

Obr. 10 – *Tvary indukčních smyček*

Obr. 11 – *Princip činnosti magnetických detektorů*

Obr. 12 – *Schéma instalace Fluxgate magnetometru*

Obr. 13 – *Schéma instalace Indukčního magnetometru*

Obr. 14 - *Příklad instalace pneumatické hadice*

Obr. 15 – *Znázornění uložení piezoelektrického detektoru firmy Diamond Traffic*

Obr. 16 – *Piezoelektrický kabel*

Obr. 17 – *Ukázka použití bending plate*

Obr. 18 – *Schéma použití ultrazvukového detektoru*

Obr. 19 – *Příklad použití mikrovlnného detektoru*

Obr. 20 – *Měřič rychlosti firmy LAVET Electronics*

- Obr. 21 – *Princip činnosti PIR detektoru*
- Obr. 22 – *Ukázka nastavení virtuálních detekčních zón*
- Obr. 23 – *Komparace detektorů*
- Obr. 24 – *Označení vybraných lokalit na mapě*
- Obr. 25 – *Komponenty radaru Sierzega*
- Obr. 26 – *Komponenty IP kamery HIKVISION*
- Obr. 27 – *Ukázka detekce RZ vozidel z prvního měření*
- Obr. 28 – *Umístění kamer během druhého měření*
- Obr. 29 – *Umístění radaru během druhého měření*
- Obr. 30 – *Ukázka detekce RZ vozidla Škoda Fabia za tmy*

## Seznam použitých tabulek

Tab. 1 – Ukázka výstupu z radaru Sierzega zpracovávaného v programu Excel

Tab. 2 – Ukázka výstupu z detekce RZ kamerou zpracovávaného v programu Excel

Tab. 3 – Základní informace k jednotlivým experimentům

Tab. 4 – Úspěšnost detekce z 1. měření

Tab. 5 – Úspěšnost radaru z 2. měření

Tab. 6 – Ukázka rozdělení vozidla na dvě

Tab. 7 – Úspěšnost detekce RZ kamery z 2. měření

Tab. 8 – Úspěšnost ručního sčítání z 2. měření

Tab. 9 – Úspěšnost detekce z 3. měření

Tab. 10 – Ukázka opakované detekce stejné RZ

Tab. 11 – Úspěšnost detekce ze 4. měření

Tab. 12 – Ukázka odlišné detekce stejné RZ

Tab. 13 – Ukázka detekce neúplné RZ

Tab. 14 – Úspěšnost detekce z 5. měření

Tab. 15 – Úspěšnost detekce z 6. měření

Tab. 16 – Úspěšnost detekce ze 7. měření

Tab. 17 – Základní finanční a časová komparace jednotlivých způsobů

Tab. 18 – Porovnání získaných dat jednotlivými způsoby

## **Seznam použitých grafů**

Graf 1 – *Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 2. měření*

Graf 2 – *Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 3. měření*

Graf 3 – *Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku ze 4. měření*

Graf 4 – *Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 5. měření*

Graf 5 – *Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku z 6. měření*

Graf 6 – *Porovnání naměřeného počtu vozidel v závislosti na časovém úseku ze 7. měření*

# Přílohy

## Příloha 1: Návod k použití kamery HIKVISION pro rozpoznávání RZ vozidel

1. Po nahrání příslušného firmwaru umožňujícího funkci rozpoznávání RZ vozidel se doporučuje nastavit kameru do výchozího nastavení. To se provede přes záložku *Configuration > Advanced Configuration > System > Restore all parameters to default settings*.
2. Hardware kamery není uzpůsoben pro využití všech funkcí kamery najednou. Proto je nutné nastavit kameru pouze na čtení RZ. Provede se to následovně: *Configuration > Advanced Configuration > System > VCA Resource > Vehicle Detection* a poté stisknout tlačítko *Save*.
3. Dalším krokem je povolení a nastavení detekce vozidel. Provede se přes záložku *Configuration > Advanced Configuration > Road Traffic > Detection Configuration*, kde se navolí jako *Detection Type – Vehicle Detection* a zaškrtně se políčko *Enable*.
4. Dále je třeba nastavit požadovaný počet pruhů, které chceme měřit a region. To se provede ve stejné záložce jako předchozí krok.
  - *Total number of Lanes* – lze nastavit 1 až 4 jízdní pruhy
  - *Region* – vyjadřuje oblast, kde jsou RZ čteny. V tomto případě *Europe Region*
5. Následuje krok konfigurace detekčních zón, opět v záložce *Detection Configuration*. Té se docílí nastavením žlutých čar (označují hranice pruhu), po kliknutí na tlačítko *Save* dojde k uložení konfigurace a zobrazí se zelené čáry uzavírající detekční zóny.
6. Na stránce *Road Traffic* nalezneme i nastavení velikosti RZ a režim snímání, ovšem tyto položky jsou přednastaveny uspokojivě a není třeba je měnit. Co je mnohem důležitější, to je položka *Enable Real-time LPR Result*, díky které lze následovně sledovat, jestli je detekce vozidel správná či nikoliv.
7. *Arming Schedule* je položka sloužící k nastavení plánu, kdy mají být RZ rozpoznávány. V našem případě nebylo potřeba nastavení nijak upravovat, nechala se detekce 24 hodin denně 7 dní v týdnu, což znamená, že detekce započala v momentě nastavení detekční zóny a skončila v momentě odpojení kamery od baterie.
8. Další parametry, které je třeba nastavit, se nachází v záložce *Configuration > Advanced Configuration > Road Traffic > Picture*. Zde se nastaví parametry obrázku, který se ukládá na paměťovou kartu. Tzn. informace na něm zobrazené, jako je například název kamery, její číslo, čas pořízení snímku, číslo RZ apod. Dále zde lze nastavit kvalitu

obrázku, barvu pozadí pod textem a barvu textu. Vše je opět potřeba potvrdit tlačítkem *Save*.

9. Záložka *Configuration > Advanced Configuration > Road Traffic > Real-time LPR Result* slouží k sledování, jestli detekce vozidel opravdu funguje. Pokud ano, tak se po průjezdu vozidla zhruba do jedné sekundy zobrazí detekovaná RZ, kde je vidět pořadí detekce, datum a čas průjezdu vozidla, číslo RZ, obrázek RZ, označení státu a směr projetí vozidla.
10. Záložka *Configuration > Advanced Configuration > Road Traffic > Blacklist & Whitelist* slouží k nastavení seznamu povolených (Whitelist) a seznamu zakázaných (Blacklist) RZ. Taková funkce je vhodná například pro povolení či zakázání vjezdu určitým vozidlům do objektu, avšak pro účely této práce nepotřebná.
11. Stažení zaznamenaných RZ se provede přes záložku *Playback*, kde se v její dolní části klikne na tlačítko *Download images*. V otevřeném okně nastavíme *Picture Type* na *Vehicle Detection* a zároveň nastavíme počáteční a koncový čas, kdy došlo k detekci. Po stisknutí tlačítka *Search* se zobrazí všechny detekované RZ. Pro stažení záznamů pak stačí už jen všechny označit a stisknout tlačítko *Download*. Tento krok je zobrazen na obrázku níže.

The screenshot shows a web browser window displaying a table of detected vehicles. The table has the following columns: No., File Name, File Date, File Size, and Progress. The data rows are as follows:

No.	File Name	File Date	File Size	Progress
1	20171123131708_1ST2035	2017-11-23 13:17:08	180 KB	
2	20171123131945_2A75113	2017-11-23 13:19:45	187 KB	
3	20171123132420_1AK8404	2017-11-23 13:24:20	156 KB	
4	20171123132458_1AA2003	2017-11-23 13:24:58	154 KB	
5	20171123132529_8A75924	2017-11-23 13:25:29	155 KB	
6	20171123132808_8A47888	2017-11-23 13:28:08	151 KB	
7	20171123132735_3AB8720	2017-11-23 13:27:35	150 KB	
8	20171123132738_8AD2213	2017-11-23 13:27:38	144 KB	
9	20171123132945_8H19882	2017-11-23 13:29:45	157 KB	
10	20171123133025_3AL8083	2017-11-23 13:30:25	154 KB	
11	20171123133204_3AR3807	2017-11-23 13:32:04	181 KB	
12	20171123133227_5A14835	2017-11-23 13:32:27	181 KB	
13	20171123133258_8U92853	2017-11-23 13:32:58	180 KB	
14	20171123133332_1B13402	2017-11-23 13:33:32	152 KB	
15	20171123133357_3AG8887	2017-11-23 13:33:57	182 KB	
16	20171123133358_8AZ1187	2017-11-23 13:33:58	158 KB	
17	20171123133408_2AV5898	2017-11-23 13:34:08	182 KB	
18	20171123133420_1AY2735	2017-11-23 13:34:20	180 KB	
19	20171123133443_1SE3980	2017-11-23 13:34:43	181 KB	
20	20171123133535_8M01804	2017-11-23 13:35:35	155 KB	
21	20171123133558_38M1924	2017-11-23 13:35:58	186 KB	
22	20171123133558_4AB3098	2017-11-23 13:35:58	184 KB	
23	20171123133833_2AP4334	2017-11-23 13:38:33	153 KB	
24	20171123133837_4Z84257	2017-11-23 13:38:37	181 KB	
25	20171123133848_8A22285	2017-11-23 13:38:48	180 KB	
26	20171123133705_5AB1838	2017-11-23 13:37:05	186 KB	
27	20171123133706_4892591	2017-11-23 13:37:06	183 KB	
28	20171123133709_28B2508	2017-11-23 13:37:09	180 KB	

The interface also includes a sidebar with the following controls:

- Picture Type: Vehicle Detection
- Start Time: 2017-11-22 00:00:00
- End Time: 2017-11-24 23:59:59
- Plate No.:
- Region: All
- Buttons: Search, Download, Export Vehicle Information