



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ

---

Ústav soudního znalectví v dopravě

**LIMITY PŘÍSTROJŮ URČENÝCH K ZAZNAMENÁVÁNÍ  
VOZIDEL A MĚŘENÍ JEJICH RYCHLOSTI**

**LIMITATIONS OF DEVICES USED FOR VEHICLE  
DETECTION AND SPEED MEASUREMENTS**

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích  
Studijní obor: Dopravní systémy a technika  
Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

**Jana Silovská**

---

Praha 2016



**K622 ..... Ústav soudního znalectví v dopravě**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Jana Silovská**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika**

Název tématu (česky): **Limity přístrojů určených k zaznamenávání vozidel  
a měření jejich rychlosti**

Název tématu (anglicky): Limitations of Devices Used for Vehicle Detection and  
Speed Measurements

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod do problematiky měření a zaznamenávání vozidel v silničním provozu
- Seznámení se statistickým radarem určeným pro zaznamenávání charakteristik průjezdu vozidel úsekem
- Praktické měření s přístrojem za účelem určení jeho limitů
- Praktická měření k určení příčin chyb v měření
- Závěr, zhodnocení výsledků měření

Rozsah grafických prací: určí vedoucí práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Čech, Bedřich. Vybrané technické prostředky využívané v bezpečnostní praxi. 1. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky, 1999. 161 s. ISBN 80-7251-002-9

Tureček, Jaroslav. Policejní technika. 1. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. 316 s. ISBN 978-80-7380-119-9

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **31. července 2015**

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **1. června 2016**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

  
.....  
doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu soudního znalectví v dopravě



  
.....  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

  
.....  
Bc. Jana Silovská  
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....31. července 2015

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli podklady a cenné rady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji doc. Ing. Tomáši Mičunkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi v průběhu studia poskytoval. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi umožnili přístup k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

## **Prohlášení**

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

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

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

V Praze dne .....2016

.....

Podpis

## Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Jana Silovská

Název práce: Limity přístrojů určených k zaznamenávání vozidel a měření jejich rychlosti

Typ práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2016

**Abstrakt:** Předmětem mé diplomové práce je zkoumání statistického radaru za účelem zjistit limity při jeho použití. V diplomové práci je popsány principy radarového přístroje, který měří rychlost, délku a vzdálenost mezi vozidly. Práce je zaměřena zejména na výzkum přesnosti délky měření. Pro analýzu bylo provedeno několik praktických měření videokamerou na různých místech s různou hustotou dopravy. V závěrečných kapitolách diplomové práce je popsáno několik doporučení jak používání radarového přístroje za účelem získání co nejlepších a nejobektivnějších a nejspolehlivějších výsledků měření.

**Keywords:** zaznamenávání vozidel, statistický radar, délka vozidel, měření, rychlost vozidel, Sierzega SR4

Počet stran: 77 + přílohy

Počet příloh: 7

Jazyk: Čeština

## Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Jana Silovská

Title: Limitations of devices used for vehicle detection and speed measurement

Type of the thesis: Diploma thesis

Supervisor: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

The year of the presentation: 2016

Abstract: Subject of my diploma thesis is research of statistical radar device with the main purpose to find out its limits during application. In the thesis is described the principal of radar device, which measures speed, length and distance between vehicles. The thesis is concentrated especially on research of precision of vehicles lengths measurement. For device analysis were done several practical measurements with videocamera in different locations with various traffic density. In the final chapters of the thesis are described several suggestions how to improve the use of radar device to get the best and most objective and reliable measurement results.

Keywords: vehicle recording, statistical radar, length of vehicles, measurement, speed of vehicles, Sierzega SR4

Number of pages: 77 + appendices

Number of appendices: 7

Language: Czech

# Obsah

1. Úvod .....	10
2. Zaznamenávání vozidel v silničním provozu .....	12
2.1 Způsoby zjišťování dopravních charakteristik .....	12
2.2 Druhy dopravních detektorů .....	14
2.2.1 Dělení dle trvanlivosti instalace zařízení.....	15
2.2.2 Dělení dle nutnosti zásahu do vozovky .....	16
2.3 Dopravně inženýrské charakteristiky.....	18
2.3.1 Rychlost vozidel v dopravním proudu.....	18
2.3.2 Intenzita dopravního proudu .....	19
2.3.3 Časový odstup vozidel .....	20
2.2.4 Hustota dopravního proudu .....	20
2.2.5 Klasifikace vozidel dle jejich délky .....	20
2.4 Mikrovlnné dopravní detektory .....	21
3. Sierzega.....	24
3.1 Společnost Sierzega.....	24
3.2 Dopravní displeje .....	24
3.2.1 Rychlostní displej GR33L.....	25
3.2.2 Rychlostní displej GR33S .....	26
3.2.3 Rychlostní displej 4568SQ.....	26
3.3 Dopravní detektory .....	26
3.3.1 Dopravní detektor Sierzega SR4 .....	27
3.3.2 Dopravní detektor Sierzega SR5L .....	27
3.3.3 Detektor pro detekci cyklistů Sierzega SR6-Bike .....	27
3.4 Software pro zpracování dat.....	28
3.4.1 Software pro přenos dat z měřicího přístroje.....	28
3.4.2 Software pro analýzu a vyhodnocení dat.....	29
3.5 Dopravní databáze Sierzega v reálném čase .....	30
4. Radarový přístroj Sierzega SR4.....	31
4.1 Získané veličiny .....	32
4.2 Komponenty přístroje Sierzega SR4 .....	33
4.3 Jak s přístrojem pracovat .....	33
5. Testování přístroje Sierzega SR4 .....	35

5.1 Podmínky měření.....	35
5.2 Vybrané lokality .....	35
5.2.1 Lokalita č. 1 - Strakonice.....	36
5.2.2 Lokalita č. 2 - Volyně.....	38
5.2.3 Lokalita č. 3 - Čestice.....	39
5.3 Postup měření.....	40
5.4 Analýza dat z lokality č. 1 – Strakonice .....	42
5.4.1 Měření č. 1 .....	42
5.4.2 Měření č. 2 .....	49
5.4.3 Měření č. 3 .....	54
5.5 Analýza dat z lokality č. 2 – Volyně .....	59
5.6 Analýza dat z lokality č. 3 – Čestice .....	63
5.7 Shrnutí provedených měření .....	65
5.8 Možnosti vylepšení údajů z radarového přístroje.....	69
6. Závěr.....	72
7. Seznam použitých zdrojů .....	74
8. Seznam obrázků, tabulek a příloh.....	76
Přílohy.....	78
Příloha 1 – Zjištěné nepřesnosti v měření .....	78
Měření č. 1 – 10.03.2016 .....	78
Měření č. 2 – 11.3.2016 .....	80
Měření č. 3 – 01.04.2016 .....	83
Měření č. 4 – 02.04.2016 .....	85



## Seznam použitých zkratk

JP	jízdní pruh
SUV	sportovní užitkové vozidlo
SQL	Structured query language
GPS	Global positioning system

## Seznam použitých veličin

Veličina a její značka	Jednotka	Rozměr
Čas $t$	s	[s]
Dráha $s$	m	[m]
Frekvence $f$	Hz	[s <sup>-1</sup> ]
Perioda $T$	s	[s]
Rychlost $v$	km.h <sup>-1</sup>	[m.s <sup>-1</sup> ]
Vlnová délka $\lambda$	m	[m]
Intenzita dopravního proudu $I$	voz.h <sup>-1</sup>	[voz.s <sup>-1</sup> ]
Hustota dopravního proudu $H$	voz.km <sup>-1</sup>	[voz.m <sup>-1</sup> ]

Obrázky a tabulky, u kterých není uveden zdroj, jsou dílem autora.

# 1. Úvod

Zaznamenávání vozidel v silničním provozu je v dnešní době důležitou součástí plánování a vyhodnocování dopravy. Vozidla a jejich charakteristiky jsou zaznamenávány různými způsoby podle následného využití získaných dat. Měřicí přístroje mají různé zaměření a různé principy měření. Každý přístroj má své výhody a nevýhody a je potřeba umět vybrat správný měřicí nástroj pro požadovaný účel.

V bakalářské práci s názvem *Měření rychlosti vozidel* byly popsány jednotlivé způsoby, kterými lze měřit rychlost vozidel a byl popsán princip fungování těchto přístrojů. Praktická část práce se zaměřila na dva nejpoužívanější způsoby měření rychlosti vozidel v České republice, a to na metodu laserového a radarového měření. Laserový přístroj Riegl FG21-P je velmi přesný v měření rychlosti vozidel. Radarový přístroj Sierzega SR4 měřil rychlost vozidel také velmi přesně, ovšem další měřené veličiny vykazovaly určité nepřesnosti v měření.

Diplomová práce *Limity přístrojů určených k zaznamenávání vozidel a měření jejich rychlosti* se zabývá zejména statistickým radarovým přístrojem Sierzega SR4 a jeho limity v používání při běžném provozu.

V první části práce je teoreticky popsáno, jakým způsobem lze obecně zaznamenávat vozidla v silniční dopravě a jaké charakteristiky lze následně získat. Jelikož Sierzega SR4 je radarový přístroj využívající mikrovlnné záření, je v teoretické části jedna kapitola věnována mikrovlnným radarům.

Další kapitola je věnována společnosti Sierzega a jejím výrobkům. V této kapitole jsou podrobně popsána jednotlivá zařízení pro statistiku dopravy, která společnost vyrábí. Dále jsou zde popsány podpůrné aplikace zjednodušující průběh měření.

V další teoreticky zaměřené kapitole je popsán samotný radarový přístroj, který je v diplomové práci testován. V jednotlivých podkapitolách jsou popsána data, která se měřením dají získat, dále z jakých komponentů se přístroj skládá a jak s ním pracovat.

Další kapitola je praktická a popisuje měření a testování radarového přístroje. V této kapitole jsou popsány podmínky měření, dále lokality, které byly k měření vybrány

a postup samotného měření. V další části je popsána analýza výsledků, shrnutí provedeného měření a náměty na vylepšení radarového přístroje.

Cílem této diplomové práce je tedy provést detailní měření s radarovým modulem a zjistit jakých nepřesností se přístroj při měření délky dopouští. Dále si práce klade za cíl zjistit, co vzniklé chyby může ovlivňovat a jakým způsobem se případně dají minimalizovat právě tyto nepřesnosti vzniklé při měření. Součástí jsou také nápady na vylepšení přístroje.

## 2. Zaznamenávání vozidel v silničním provozu

V dnešní době je zaznamenávání vozidel a dopravních parametrů vozidel pohybujících se v dopravním proudu nedílnou součástí dopravního inženýrství. Na základě získaných dopravních dat z detektorů je možné řídit a ovlivňovat dopravní proud, vytvářet simulace dopravy nebo plánovat a vyhodnocovat dopravu.

Data se získávají pomocí detektorů dopravy, které mají různé specializace. Následně se naměřená data zpracovávají a vyhodnocují. Se zpracovanými daty se buď dále pracuje prostřednictvím různých simulací či jiných programů na zpracování dopravních dat anebo se mohou přímo předávat v reálném čase řidičům pomocí proměnných dopravních značení a ovlivňovat tak dopravní proud.

### 2.1 Způsoby zjišťování dopravních charakteristik

Dopravní proud je definován jako proud jednotlivých vozidel pohybujících se v určitém směru v podmínkách stavebního uspořádání komunikace a mezi jeho základní charakteristiky patří intenzita, hustota a rychlost dopravního proudu. [1]

Existují celkem čtyři způsoby zjišťování dopravních charakteristik, záleží na umístění a počtu přístrojů k měření.

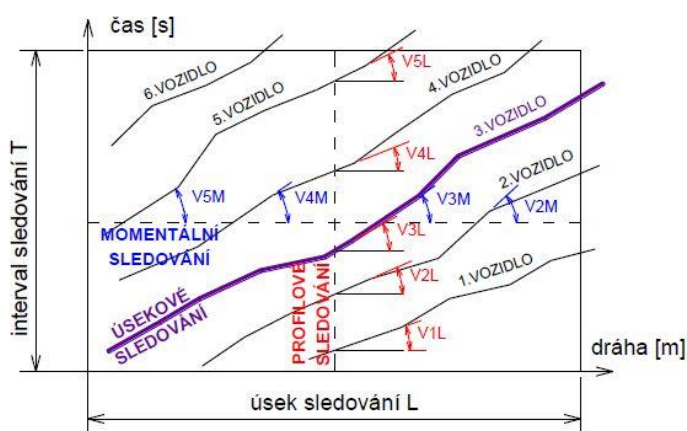
První způsob se nazývá měření v bodě neboli profilové měření. Jedná se o nejjednodušší způsob měření dopravních charakteristik. Spočívá v zaznamenávání projíždějících vozidel v jednom místě komunikace po určitou dobu. [1] V praxi se jedná obvykle o osoby či technické prostředky, které se umístí podél komunikace a po určitý předem daný čas zaznamenávají, v jakých okamžicích projelo vozidlo. Může se jednat o prosté zaznamenávání přítomnosti vozidel v určitém profilu komunikace anebo se často získávají další dopravní charakteristiky, jako například rychlost vozidel, délka nebo odstup vozidel. Jestliže je známý počet vozidel, která daným profilem komunikace projela za zvolený časový okamžik, lze pak snadno spočítat intenzitu vozidel, což bývá nejčastěji sledovaná veličina při profilovém měření. Měření v bodě tedy vypovídá o situaci v určitém profilu pozemní komunikace, ale nevypovídá nic o jiných úsecích komunikace nebo jiném časovém intervalu než je interval měření.

Na obrázku 1 je profilové sledování zobrazeno červeně a jednotlivé profily komunikace si lze představit jako svislé úsečky.

Dále lze zjišťovat charakteristiky dopravy pomocí měření podél komunikace neboli momentálního měření. Jedná se o zaznamenávání určitého úseku komunikace v daném časovém okamžiku. Z naměřených dat lze dále odvodit hustotu, intenzitu vozidel a další charakteristiky. Momentální sledování dopravního proudu vypovídá pouze o situaci v určitém momentu na předem zvoleném úseku komunikace, nemůže však reprezentovat situaci v jiném úseku komunikace. Měření lze provádět obvykle fotografickou metodou z vysoko položeného měřicího bodu. Jestliže je potřeba změřit rychlost vozidel, je potřeba mít dva záznamy posunutý o časový úsek  $\Delta t$ . [1] Vyobrazení momentálního měření je na následujícím obrázku (Obrázek 1 - zobrazeno modře). Jednotlivé časové okamžiky neboli momenty si lze představit jako horizontální úsečky.

Třetím způsobem měření je měření pomocí plovoucího vozidla neboli úsekové sledování (na Obrázku 1 zobrazeno fialovou barvou). Měřící vozidlo vybavené speciální aparaturou jede po zvoleném úseku komunikace ve směru měřeného dopravního proudu a poté zpět v protisměrném proudu. [1]

Poslední způsob zjišťování dopravních charakteristik je prostorově-časové sledování v určité časoprostorové ploše L-T (diagram dráha – čas), příklad je uveden na následujícím obrázku (Obrázek 1). Výsledkem takového měření je trajektorie vozidel (na obrázku je vyobrazeno šest změřených vozidel). [1]



Obrázek 1: Výsledek prostorově-časového sledování [1]

## 2.2 Druhy dopravních detektorů

Pro sběr uvedených dopravně-inženýrských veličin jsou využívány dopravní detektory, měřicí a čtecí zařízení. Základem každého detektoru je senzor pracující s daným fyzikálním principem vyhodnocujícím zejména obsazenost detektoru (tj. průjezd vozidla nebo zastavení vozidla v určeném příčném profilu a dopravním pruhu pozemní komunikace) a čas obsazenosti tohoto detektoru. Dále se skládá z vyhodnocovacího členu pro zpracování naměřených hodnot a komunikačního rozhraní, prostřednictvím kterého jsou naměřené údaje předávány dále ke zpracování. [2]

Detektory používané v silniční dopravě jsou technická zařízení sledující aktuální dopravní situaci v daném místě. Jejich prostřednictvím lze zajistit dynamické řízení dopravy, strategické řízení dopravy a získat potřebné dopravní informace. [3]

Měření probíhá pomocí čidel, která se nazývají senzory. Senzory mohou pracovat na různých fyzikálních principech, avšak data jsou vždy získávána za jízdy vozidel, bez omezení plynulosti dopravního provozu. Detektory se umísťují buď vedle komunikace, nad komunikaci, do vozovky nebo na povrch vozovky. Získané údaje se využívají pro následné zpracování klíčových dopravně-inženýrských veličin. [4]

Detekce slouží především k získání informací o přítomnosti vozidel či chodců v daných detekčních zónách v prostoru křižovatek řízených světelným signalizačním zařízením, na přechodech pro chodce či na dálnicích, příp. na významných silničních komunikacích (průtahy městy). Pomocí detektorů je možné získat dopravní parametry a informace mající vliv na řízení a organizování dopravy, jakými jsou například intenzita dopravního proudu, rychlost vozidel a obsazenost jízdních pruhů nebo klasifikace vozidel podle jejich kategorie. [3]



Obrázek 2: Křižovatka s videodetektory [3]

Získané informace lze dále využít pro predikci cestovních časů vozidel, optimalizaci řízení dopravních toků a další funkce. Jejich využití výrazným způsobem zefektivňuje provoz celých oblastí a umožňuje tak předcházet dopravním kongescím během špičkových hodin velkých měst. Mezi nejčastěji v praxi používané typy detektorů se řadí indukční smyčky, videodetekce a mikrovlnné detektory. V provozu se lze setkat také s instalací infračervených, laserových a ultrazvukových detektorů. [3]

### **2.2.1 Dělení dle trvanlivosti instalace zařízení**

Dopravní detektory se mohou rozlišovat dle trvanlivosti jejich instalace na stacionární a mobilní.

Stacionární detektory jsou obvykle umístěny na jednom místě a jejich instalace je tedy trvalá a technologii nelze jednoduše přemístit na jinou lokalitu. V současné době se jedná o nejrozšířenější druh instalace. [2] Mezi stacionární detektory dopravy patří buď pevná zařízení na komunikacích (např. indukční smyčky) nebo jsou součástí jiných zařízení (např. mýtných bran). [4]

Na rozdíl od stacionárních zařízení jsou mobilní detektory flexibilní a jejich lokalitu lze snadno měnit, a to i v průběhu samotného měření. V současné době se pro zjišťování dopravních dat na mobilních stanovištích používají převážně radarová zařízení. Samozřejmě tato zařízení mají své limity a především se jedná o nepřesnosti při klasifikaci jednotlivých vozidel. Výrobci podobných systémů uvádějí, že zařízení jsou schopna klasifikovat vozidla až do 6 tříd, nicméně praxe stále ukazuje, že podobná zařízení mají problémy při klasifikaci zejména v situacích při monitorování vícepruhových komunikací nebo za silné intenzity provozu (překrývání vozidel, nedostatečný odstup vozidel – detektor zaznamená jedno velké auto, místo dvou osobních apod.). Přenosná radarová zařízení jsou velice efektivním nástrojem pro získání dat z dopravy převážně ze silnic II. a III. tříd, nebo v situacích, kdy je na silnicích dopravní problém po omezený časový úsek (typickým příkladem jsou pracovní zóny). [2]

## 2.2.2 Dělení dle nutnosti zásahu do vozovky

Dále se přístroje určené k zaznamenávání vozidel dělí na intrusivní a neintrusivní detektory.

Intrusivní detektory zasahují svými konstrukčními prvky do oblasti, kterou řidič vozidla projíždí. Umisťují se na nebo pod povrch pozemní komunikace. Někdy se jim také říká destruktivní, protože vždy zasahují svými konstrukčními prvky do vozovky nebo jejího povrchu a je tedy potřeba stavebních úprav pro jejich instalaci. [2]

Výhody intrusivních detektorů: [2]

- Necitlivé na nepříznivé počasí – déšť, mlha, sníh
- Přesné údaje
- Relativně spolehlivé
- Klasifikace až 12 vozidlových tříd
- Instalace do vozovky – řezání vozovky
- Složitá oprava – vyžaduje odstavení jízdního pruhu

Nevýhody intrusivních detektorů: [2]

- Instalace do vozovky – řezání vozovky, snížení životnosti
- Složitá oprava – vyžaduje odstavení jízdního pruhu

Nejznámějším a nejpoužívanějším intrusivním detektorem je indukční smyčka (Obrázek 3), dále do této kategorie lze zařadit magnetické či magnetometrické detektory, piezoelektrické (stanice WIM) nebo tenzometrické detektory. [2]



Obrázek 3: Příklad provedení indukční smyčky ve vozovce [5]



Neintrusivní dopravní detektory nezasahují svými konstrukčními prvky do oblasti, kterou řidič vozidla projíždí. Tyto detektory svou instalací nenarušují povrch vozovky, pracují bezdotykově a většinou se dají snadno demontovat a přemístit na jiné stanoviště (tzn. jsou mobilní). Postupem času se začínají prosazovat neintrusivní metody měření dopravních veličin, a to především mikrovlnná technologie, videodetekce, nebo kombinace vhodných technologií. [2]

Výhody neintrusivních detektorů: [2]

- Montáž vedle nebo nad silnicí
- Moderní snímače jsou alternativou indukčních smyčkových detektorů
- Jednoduchá instalace a opravy
- Možnost sledování více pruhů jedním snímačem

Nevýhody neintrusivních detektorů: [2]

- Výsledky měření bývají ovlivněny nepříznivým počasím
- V případě montáže vedle cest musí být upevněny vysoko nad vozovkou z důvodu možného překrývání vozidel
- Někdy nepřesnosti v měření rychlosti
- Klasifikuje do méně tříd

Mezi nejznámější zástupce patří mikrovlnné radary, dále pak laserové radary, ultrazvukové detektory, pasivní infračervené snímače nebo procesory pro záznam a zpracování obrazu.



Obrázek 4: Laserový přístroj Riegl FG21-P pro měření rychlosti vozidel [6]



Obrázek 5: Radarový přístroj Ramer 10T pro měření rychlosti vozidel [7]

V minulosti patřili intrusivní detektory mezi majoritně používaný typ detektorů, dnes se ovšem s rozvojem výpočetní techniky více prosazují neintrusivní detektory. [4]

## 2.3 Dopravně inženýrské charakteristiky

Sběrem dat pomocí dopravních detektorů lze zjistit mnoho dopravních parametrů. Základní parametry, které lze pomocí detektorů zjišťovat jsou: [4]

- okamžitá rychlost vozidla
- řazení vozidla do dopravního pruhu
- klasifikace vozidla
- délku vozidla
- rozvor náprav
- celková hmotnost vozidla
- nápravové zatížení vozovky
- identifikace zastavení vozidla
- identifikace tvorby kolony
- identifikace nehody
- identifikace vozidla podle registračního čísla

Další údaje, které lze odvozením z měřených veličin získat pomocí standardních dopravně – inženýrských výpočtů jsou: [4]

- intenzita dopravního proudu,
- skladba dopravního proudu,
- hustota dopravního proudu nebo
- průměrná úseková rychlost vozidel
- odstup vozidel

### 2.3.1 Rychlost vozidel v dopravním proudu

Rychlost je vektorová fyzikální veličina, která je definována pomocí dvou základních veličin – délky a času. Značí se písmenem  $v$  z anglického *velocity*. Jednotkou SI je metr za sekundu,  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . V praxi se používá jednotka kilometr za hodinu  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  přičemž  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jedná se o kvalitativní charakteristiku dopravy. Okamžitá rychlost je rychlost v daném časovém okamžiku, vypočte se jako první derivace dráhy podle času.

$$v = \frac{ds}{dt} \quad (2.1)$$

Existuje mnoho způsobů, kterými lze měřit rychlost vozidel. Rychlost se měří například pomocí světelné závory, kamerových systémů, mikrovlnných radarů, laseru nebo širokouhlého infračerveného paprsku. [8] Rychlost vozidel lze měřit i pomocí indukční smyčky, magnetometru či magnetických detektorů, při jejich používání je ovšem nutná instalace dvou detektorů při definované vzdálenosti. [9] V České republice používá Policie ČR pro měření rychlosti buď radarové či laserové měřiče rychlosti, tzv. úsekové měření rychlosti nebo zařízení typu GESIG TRAVIMO. [10]

Při použití stacionárních zařízení je měřena aktuální rychlost pouze v jednom konkrétním místě komunikace. Mobilní detektory rychlosti jsou většinou ruční přenosná zařízení nebo zařízení zabudovaná ve vozidlech. Rychlost může být měřena i z jedoucího vozidla – k tomuto účelu se užívají měřiče GESIG TRAVIMO nebo POLCAM. [10]



Obrázek 6: Měření rychlosti vozidel Policií ČR [10]

### 2.3.2 Intenzita dopravního proudu

Intenzita vozidel udává počet vozidel, projíždějících určitým profilem komunikace za jednotku času. Obvykle se tato veličina značí velkým písmenem  $I$  a vyjadřuje se obvykle jako počet vozidel za hodinu (voz.h<sup>-1</sup>). [1] Intenzita dopravního proudu je kvantitativní charakteristika dopravy. Vztah pro intenzitu dopravního proudu je následující

$$I = \frac{N}{T} \quad (2.2)$$

kde  $N$  je počet vozidel projíždějících daným profilem komunikace,  $T$  je jednotka času.

Tuto veličinu lze získat ze stacionárních přístrojů umístěných v určitém profilu komunikace, tedy pomocí profilového měření. Využit lze v podstatě jakékoliv přístroje, které zaznamenávají přítomnost vozidel, kdy se počet vozidel, které projely v blízkosti přístroje, vztáhne na jednotku času. Pro měření intenzity dopravního proudu se využívají indukční smyčky, magnetické detektory, přičemž stačí pouze jeden detektor (ne jako u měření rychlosti dva), dále lze použít mikrovlnné radary, videodetektory, infračervené detektory a další. Intenzita vozidel se dá zjišťovat i manuálním sčítáním, tzv. čárkováním vozidel.

### 2.3.3 Časový odstup vozidel

Pomocí intenzity dopravního proudu lze také získat veličinu časový odstup, značenou  $h$ , která udává čas mezi projetím čel dvou po sobě následujících vozidel a její jednotkou je tedy sekunda. [1]

### 2.2.4 Hustota dopravního proudu

Hustota dopravního proudu udává počet vozidel, která se nacházejí v daném okamžiku na předem zvoleném úseku komunikace. Jednotkou hustoty dopravního proudu je  $\text{voz.km}^{-1}$ . Pro hustotu dopravního proudu platí následující vztah

$$H = \frac{l}{v_s} \quad (2.3)$$

kde  $l$  je intenzita dopravního proudu a  $v_s$  je úseková rychlost vozidel, což je průměrná rychlost vozidel na určitém úseku komunikace.

Hustota dopravního proudu je stejně jako intenzita kvantitativní charakteristikou dopravy. Z hustoty se dále odvozuje délkový odstup vozidel  $d$ , což je vzdálenost mezi čely dvou po sobě jedoucích vozidel.

### 2.2.5 Klasifikace vozidel dle jejich délky

Součástí některých detektorů vozidel je i možnost klasifikace vozidel do různých tříd. Pro klasifikaci vozidel se používají různé detektory, například pneumatické detektory, indukční smyčky, mikrovlnné radary, aktivní infračervené detektory a video-detektory. Pneumatické detektory, které vyhodnocují tlak projíždějících vozidel, realizují

klasifikaci počítáním náprav a mezer. Indukční smyčky vyhodnocují změnu amplitudy a kmitočtu při přejetí vozidla a podle této změny jsou schopny rozdělovat různé typy vozidel. Mikrovlnné radary jsou schopny měřit délku vozidel a provádět následnou klasifikaci do různých kategorií právě podle naměřených délek vozidel. Aktivní infračervené detektory vozidel mohou také měřit délku vozidel a používají se pro klasifikaci vozidel pro mýtné systémy. K video-detekci se používají videokamery, které zaznamenávají úsek komunikace a následně je pořízený obraz rozkládán a zkoumán speciální aplikací. Ze záznamu je možné provádět i zmíněnou klasifikaci vozidel.

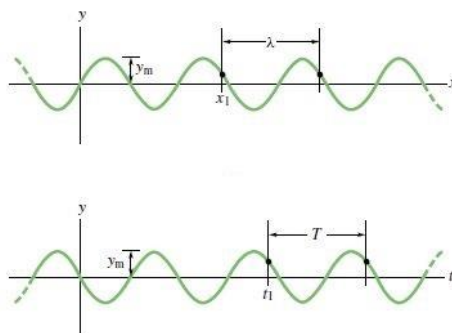
## 2.4 Mikrovlnné dopravní detektory

Mikrovlny jsou elektromagnetické vlny o vlnových délkách  $l = 10^{-1} - 10^{-4}$  m (1 dm až 0,1 mm). V elektromagnetickém spektru se nachází mezi rádiovými vlnami a infračerveným zářením (Obrázek 7). Tento druh vlnění v praxi využíváme zejména v mikrovlnných troubách k ohřevu jídla. Toto vlnění generujeme pomocí zařízení zvané magnetron. Další technologií, která používá mikrovlny je technologie pro bezdrátovou komunikaci WiFi. [2]



Obrázek 7: Přehled jednotlivých druhů elektromagnetického spektra [2]

Elektromagnetické vlnění se skládá ze dvou složek – z elektrické a magnetické složky. Obě dvě tyto složky v čase mění svůj rozkmit (amplitudu). Cyklus rozkmitu probíhá od záporného maxima do kladného maxima v opakujících se cyklech.



Obrázek 8: Postupné vlnění se zobrazením amplitudy  $y_m$ , vlnové délky  $\lambda$  a periody  $T$  [11]

Je to tedy proces periodický a právě každý časový úsek, ve kterém tento cyklus proběhne, se nazývá perioda. Vyjadřuje se v jednotkách času a jejím grafickým znázorněním je sinusoida. Pro vyjádření kolikrát za jednotku času (sekundu) se tento periodický děj opakuje, se použije veličina zvaná kmitočet, jejíž jednotkou je Hertz (Hz). Právě tento parametr vlnění je nejdůležitější a určující pro chování vlny za různých podmínek. Dalším důležitým parametrem je tzv. vlnová délka, která vyjadřuje vzdálenost, kterou elektromagnetické vlnění urazí během jednoho cyklu. Uvádí se tedy v délkových jednotkách (metr). [2]

Mikrovlnný signál je vyzářen anténou do prostoru, odráží se od měřeného objektu a je se zpožděním  $t_d$  přijat anténou zpět. Vzdálenost měřeného objektu od antény se stanoví na základě znalosti zpoždění mezi vyslaným a přijatým signálem. Toto zpoždění je dáno vzdáleností měřeného objektu od antény a rychlostí šíření elektromagnetického vlnění v atmosféře a lze je vyjádřit pomocí vztahu (2.4). [2]

$$t_d = \frac{2 \cdot d}{c} \quad (2.4)$$

kde  $d$  je vzdálenost měřeného objektu od antény  
 $c$  je rychlost šíření elektromagnetického vlnění v atmosféře

Ve vztahu k vysílací frekvenci zařízení, které pracují v mikrovlnném pásmu, jsou vymezeny tyto rozsahy: [2]

X - pásmo	10.525 GHz +/- 50 MHz
K - pásmo	24.150 GHz +/- 100 MHz
Ku - pásmo	13.450 GHz +/- 100 MHz
Ka Narrow - pásmo	34.0 GHz a 34.3GHz
Ka Wide – pásmo	34.7 GHz +/- 1300 MHz
Laser	904 nm

Pásmo X je v Evropě pásmem vyhrazeným pro vojenské technologie, proto nemohou být na území EU zařízení pracující na daných frekvencích využita. [2]

Při měření pomocí radarových přístrojů se využívá Dopplerova jevu. Dopplerův jev zahrnuje skutečnost velmi dobře známou z praktického života, že frekvence vlnového děje, kterou zachytí pozorovatel, není totožná s frekvencí vlnění emitovaného zdrojem

vlnění, jestliže zdroj vlnění a příjemce se navzájem pohybují. [12] Frekvence přijatého signálu se tedy vlivem Dopplerova efektu liší od frekvence vyslaného signálu o tzv. Dopplerovu frekvenci (Dopplerův posun) v závislosti na směru a rychlosti pohybu měřeného objektu. Pomocí této Dopplerovy frekvence se následně určí měřená rychlost, vztah pro Dopplerovu frekvenci je uveden níže [13]:

$$f_D = f_r - f_s = f_s \cdot \frac{2v}{c} \cdot \cos\alpha \quad (2.5)$$

kde:	$f_d$	Dopplerova frekvence [Hz]
	$f_r$	frekvence odraženého signálu [Hz]
	$f_s$	frekvence vysílaného signálu [Hz]
	$v$	rychlost pohybujícího se cíle [m/s]
	$c$	rychlost světla ( $3 \cdot 10^8$ m/s)
	$\alpha$	úhel hlavní osy antény k ose dráhy vozidla [°]

Po úpravě vzorce pro Dopplerovu frekvenci lze dostat vztah, pomocí kterého se snadno vypočítá rychlost měřeného vozidla [13]:

$$v = \frac{c \cdot f_D}{2 \cdot f_s \cdot \cos\alpha} \quad (2.6)$$

Mikrovltné radarové snímače, které vysílají spojitý signál (Doplerova tvaru), nemohou zjišťovat stojící vozidla a obvykle se omezují na sledování jediného jízdního pruhu. Tato omezení při výběru snímače by se měli vzít v úvahu. K údajům, které mikrovltné radary pro detekci přítomnosti poskytují, patří dopravní zatížení, obsazenost jízdního pruhu, rychlost a klasifikace vozidel podle délky. [2]

V současné době je však již možné využívat radarových zařízení, které umožňují sledování dopravního provozu i v několika jízdních pruzích naráz, k těm patří převážně detektory Wavetronix a EIS RTMS. Pro svou přesnost pro zaznamenávání rychlosti se mikrovltné radary používá i k postihování překračování povolené rychlosti. V ČR je především používáno zařízení od české společnosti RAMET Kunovice.

Mikrovltné detektory jsou vzhledem ke svým malým rozměrům a snadné montáži na stožár možnou náhradou za hojně využívané indukční smyčky zejména tam, kde není možný zásah do povrchu vozovky. [4]

## 3. Sierzega

### 3.1 Společnost Sierzega

Společnost Sierzega založil před 20 lety Ing. Robert Sierzega v Rakousku (Obrázek 9). První produkt této společnosti vynalezl sám zakladatel. Během svého působení vyvinula firma mnoho zařízení, která se zaměřují zejména na bezpečnost silničního provozu, jako jsou rychlostní displeje a přístroje pro detekci dopravy.



Obrázek 9: Zakladatel společnosti Sierzega Ing. Robert Sierzega [14]

### 3.2 Dopravní displeje

Sierzega produkuje klasické LED displeje založené na radarovém snímání rychlosti vozidel. Díky maticovému zobrazení umožňují tyto displeje zobrazovat nejen aktuální rychlost vozidel projíždějících měřeným úsekem komunikace, ale také různá dopravní značení (Obrázek 10, vpravo) či textové zprávy pro řidiče. Součástí může být i obrázek dítěte na desce okolo displeje zobrazujícího rychlost (Obrázek 10, vlevo) nebo různé jednoduché barevné obrázky přímo na displeji, např. tzv. smajlíci (Obrázek 10, uprostřed).



Obrázek 10: Různé druhy dopravních displejů od společnosti Sierzega [15]



Všechny druhy dopravních displejů lze nastavit a párovat pomocí technologie Bluetooth, a to jak s telefonem či tabletem, tak i s laptopem. Data, která jsou sbírána a na základě kterých se displej mění, mohou být ukládána do paměti přístroje a následně je možné je dále analyzovat v software, který byl vyvinutý na míru od společnosti Sierzega. Přístroje mohou ukládat více než 200 000 záznamů o rychlosti vozidel, stejně tak o počtu vozidel, která projela měřeným úsekem komunikace. Jedinou výjimku tvoří úplně základní verze těchto displejů Sierzega GR33L, která data neumí ukládat a ponechávat.

### 3.2.1 Rychlostní displej GR33L

Produkt GR33L je maticový displej, který je schopen ukazovat rychlost projíždějících vozidel nebo zvolené bitmapové obrázky a to v různých barvách. Přístroj je schopen uložit do paměti více než 200 000 dat a v zásadě slouží pouze pro informování řidičů o jejich rychlosti. Stejně jako jiné rychlostní displeje působí na řidiče spíše psychicky, není určen pro represivní účely, i když je schopen data ukládat.

Je možné nastavit rychlostní limity, při kterých začne displej blikat nebo zobrazí místo rychlosti vybraný obrázek, např. "smajlík". Dále je možné nastavit časové období, ve kterém se budou zobrazovat jiné hodnoty či obrázky, například během času kdy děti opouštějí školu.

Přístroj vyžaduje vstupní napětí 12 V a má velmi malou spotřebu. V případě, že je displej aktivní a zobrazuje údaje je výkon menší než 1 W. Radarové zařízení operuje na frekvenci K – pásma, tedy 24 GHz a funguje pro rychlosti vozidel od 2 do 199 km/h. Dosah přístroje je do 300 m a přesnost je stejná jako u ostatních radarových přístrojů  $\pm 3\%$ . Displej má rozlišení 16 x 18 pixelů a čitelnost je možná při zhruba 150 m. Přístroj dosahuje stupně krytí IP67 a je schopen operovat při teplotách od  $-25^{\circ}\text{C}$  do  $60^{\circ}\text{C}$ .

[16]



Obrázek 11: Rychlostní displej GR33L zobrazující aktuální rychlost projíždějících vozidel [16]

### 3.2.2 Rychlostní displej GR33S

Tento maticový rychlostní displej má stejnou technickou specifikaci jako předchozí varianta a liší se pouze ve velikosti zařízení. Displej GR33S má větší desku okolo displeje a je možné na ní umístit jakýkoliv permanentní obrázek či text.



Obrázek 12: Rychlostní displej GR33L zobrazující aktuální rychlost projíždějících vozidel [17]

### 3.2.3 Rychlostní displej 4568SQ

Displej 4568SQ má na rozdíl od předchozích dvou displejů větší rozměry a daleko větší rozlišení – 32 x 48 pixelů. Tím pádem zobrazuje kvalitnější a složitější obrázky nebo zřetelnější aktuální naměřenou rychlost vozidel a čitelnost displeje se zvětšuje až na 250 m. [18]



Obrázek 13: Rychlostní displej 4568SQ zobrazující aktuální rychlost projíždějících vozidel [18]

## 3.3 Dopravní detektory

Zařízení pro detekci dopravy společnosti Sierzega využívají výhradně radarovou technologii. Jedná se o neintrusivní detektory, které se umísťují vedle vozovky a díky svému dosahu jsou schopny snímat na celé šířce komunikace. Fungují pro oba směry pohybu vozidel a jsou schopny zaznamenat více než 860 000 údajů o datu a času měření, délce vozidel, rychlosti, směru jízdy a mezery mezi vozidly pohybujícími se v dopravním proudu.

Sierzega vyrábí celkem tři druhy dopravních detektorů, jedná se o detektor umístěný v tzv. krabici, detektor umístěný na odrazovém sloupku anebo detektor pro cyklisty. Opět mohou být snímaná data přenesena pomocí technologie Bluetooth do telefonu, tabletu či laptopu a dosah takové komunikace je uváděn do 10 metrů.

### 3.3.1 Dopravní detektor Sierzega SR4

Dopravní sčítač Sierzega SR4 patří v dnešní době mezi cenově nejdostupnější radary, které se mohou libovolně přemisťovat. Příklad detekuje vozidla v obou jízdních pruzích, ale vzhledem k tomu, že se instaluje vedle komunikace ve výšce kapoty osobních vozidel, mohou být data získaná ze vzdálenějšího jízdního pruhu znehodnocená díky vozidlům projíždějícím před nimi.

Sierzega SR4 je schopna zaznamenat délku, rychlost vozidel, odstup mezi vozidly, datum měření, čas, směr nebo kategorii vozidel a data ukládá do paměti přístroje pro pozdější zpracování. Příklad je schopen uložit záznamy až 860 000 vozidel. [19]

Příklad pracuje na frekvenci K-pásmu (24 GHz) a jeho vysílací výkon je pouze 5 mW a baterie je schopna vydržet až 14 dní nepřetržitého měření. [19]



Obrázek 14: Radarový přístroj Sierzega SR4 [20]

### 3.3.2 Dopravní detektor Sierzega SR5L

Detektor SR5L se od detektoru SR4 liší zejména v umístění. Detektor je totiž zabudován do odrazových sloupků podél komunikace a není tedy tak mobilní jako Sierzega SR4. Vnitřní napětí přístroje je 6 V a operuje na stejné frekvenci jako ostatní přístroje od společnosti Sierzega (24 GHz).

### 3.3.3 Detektor pro detekci cyklistů Sierzega SR6-Bike

Sierzega se zaměřuje také na detekci cyklistů pomocí přístroje SR6-Bike. Tento přístroj umožňuje obousměrné měření projíždějících cyklistů a je napájen buď pomocí baterií, nebo solárního napájení. Do paměti lze uložit přes 430 000 dat. [21]

## 3.4 Software pro zpracování dat

Software pro analýzu dat získaných z přístrojů od společnosti Sierzega je vyvinut také touto společností, proto je perfektně přizpůsoben každému zařízení. Software je dostupný pro systémy Windows a Android.

Existují dva druhy tohoto softwaru, první slouží pro přenos dat z měřicího přístroje do počítače, telefonu nebo tabletu a druhý slouží pro offline analýzu a vyhodnocování dat.

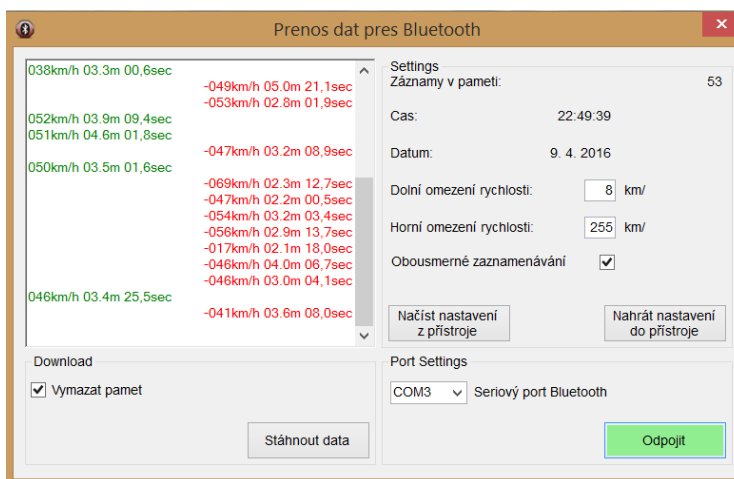
### 3.4.1 Software pro přenos dat z měřicího přístroje

#### 3.4.1.1 BT-Comm

BT-Comm od společnosti Sierzega umožňuje spojení zařízení se systémem Windows s radarovým přístrojem pomocí Bluetooth technologie.

Při spojení s dopravními displeji umožňuje nastavení limitů rychlosti, výběru obrázku, který se bude na displeji zobrazovat, dále je možné definovat časové úseky pro různé denní doby (při zobrazování různých informací pro řidiče podle aktuálního času). V neposlední řadě lze stahovat naměřená data, stahovat nebo nahrávat nastavení přístroje nebo nastavovat další parametry přístroje.

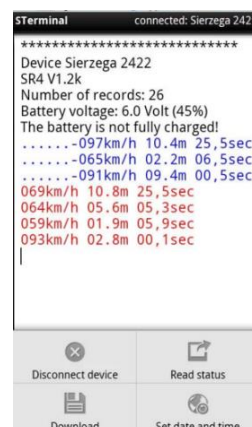
V případě spojení s dopravními detektory může uživatel zjistit informace o typu přístroje, počtu naměřených dat nebo stavu baterie. Samozřejmostí je možnost změny data a času a dále nastavení rychlostních limitů. Dále lze aktivovat nebo naopak deaktivovat obou směrné zaznamenávání projíždějících vozidel nebo nahrávat a stahovat nastavení pro přístroj.



Obrázek 15: Rozhraní BT-Comm aplikace

### 3.4.1.2 STerminal

STerminal je aplikace vyvinutá společností Sierzega, která je určena pro manipulaci s přístroji od této firmy v terénu. Aplikace je určena pro mobilní telefony se systémem Android. Při znalosti PIN kódu přístroje umožňuje počáteční nastavení přístroje pro měření nebo závěrečné stažení naměřených dat.

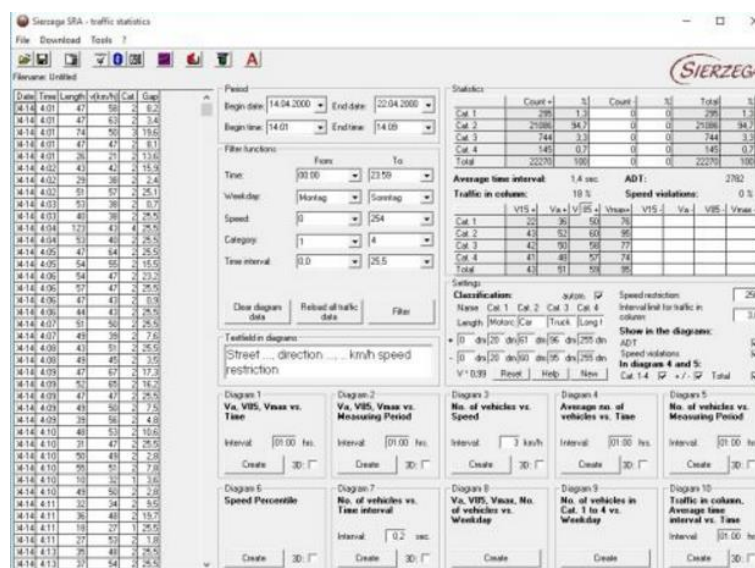


Obrázek 16: Rozhraní aplikace STerminal [22]

### 3.4.2 Software pro analýzu a vyhodnocení dat

K analýze a vyhodnocení naměřených dat, která jsou stažena z dopravních detektorů, se používá software společnosti Sierzega s názvem Sierzega SRA. Umožňuje širokou nabídku možností k filtrování dopravních dat jako například času, data měření, rychlosti, klasifikace vozidel, mezery mezi vozidly nebo směru. Získaná data se mohou dále analyzovat pomocí profesionálních statistických nástrojů.

Pro analýzu a vyhodnocení dat získaných z dopravních displejů se používá software společnosti Sierzega nesoucí název Sierzega GRS. Opět umožňuje filtraci stažených dat jako je čas, datum a rychlost vozidel. K následné analýze filtrovaných dat se používají základní statistické nástroje.



Obrázek 17: Software Sierzega SRA [23]

### 3.5 Dopravní databáze Sierzega v reálném čase

Společnost Sierzega vytvořila také tzv. online dopravní databázi, ve které se v reálném čase zobrazují data naměřená ze všech produktů Sierzega, které jsou vybaveny modulem pro online přenos RC1.

Na aktuální dopravní data je možné nahlížet z jakéhokoli internetového prohlížeče po přihlášení se do systému. Součástí této SQL databáze je také možnost změny nastavení příslušného zařízení přímo z kanceláře, odkudkoliv na světě.

Databáze je rozdělena na dvě části, první databáze s názvem SROV.net je určena pro dopravní detektory, zatímco druhá databáze s názvem GR.net je určena pro dopravní displeje.

Díky Sierzega modulu RC1 je možné přiřadit každému zařízení jeho GPS polohu a odeslat nahraná data na server, kde se data ukládají a jsou dostupná přes internetový prohlížeč.



Obrázek 18: Princip přenosu dat do online databáze [24-upraveno]

## 4. Radarový přístroj Sierzega SR4

Mezi cenově nejdostupnější a nejužívanější přenosný dopravní sčítač se řadí mikrovlnný radar SR4. Zařízení umožňuje detekovat vozidla ve dvou jízdních pruzích, ale díky instalaci do malé výšky na bok infrastruktury jsou data z protějšího jízdního pruhu zkreslená o vozidla, která byla překrytá vozidla v bližším jízdním pruhu. Proto se většinou používá pro měření inženýrských dat v jednom jízdním pruhu. [2]

Přístroj pro statistiku silničního provozu Sierzega SR4 patří mezi neintrusivní (nedestruktivní) a mobilní detektory a funguje na principu mikrovlnného radaru.

### Technické parametry radaru Sierzega SR4 [25]

Vysílací kmitočet	24.125 GHz
Vysílací výkon	5 mW
Odklon osy svazku antény od směru jízdy měřených vozidel	30°
Způsob měření	z místa
Maximální vzdálenost měřeného objektu	60 m (4 JP)
Rozlišitelnost měřené rychlosti	1 km/h
Rozsah zaručované přesnosti měření rychlosti	20 - 250 km/h

### Přesnost měření [25]

Rychlosti	+/- 3 %
Délka vozidel	+/- 20 %
Odstup vozidel	+/- 0,2 s

### Napájení [25]

Odběr proudu	150 mA
--------------	--------

### Provozní odolnost přístroje [25]

Přístroj je schopen pracovat při teplotách -20°C až 60°C a má stupeň krytí IP66, je tudíž zcela odolný proti vniknutí prachu a vydrží bez problému déšť.

## 4.1 Získané veličiny

Statistický radar Sierzega SR4 přímo zaznamenává základní dopravně-inženýrská data jako je okamžitá rychlost vozidel, délka a kategorie vozidel, jejich směr a časový odstup. Z naměřených dat lze následně dopočítat intenzitu vozidel v daném profilu komunikace.

Radar SR4 je schopen zaznamenat délku projíždějících vozidel v decimetrech. Jedná se o poměrně důležitou veličinu, protože se přístroj na začátku měření pomocí této veličiny nastavuje.

Dále radar vyhodnocuje okamžitou rychlost vozidel v daném profilu komunikace v jednotkách  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Dále přístroj rozlišuje vozidla jedoucí ve směru k přístroji, ty jsou označovány kladným znamínkem +, a vozidla jedoucí směrem od přístroje, taková vozidla se označují záporným znaménkem -.

Časový odstup vozidel je měřen v sekundách a je rozlišován zvlášť nezávisle na sobě kladný a záporný směr jízdy vozidel. Maximální hodnota odstupů je 25,5 vteřiny, protože pro analýzu odstupů jsou relevantní pouze taková vozidla, která projela méně než tři vteřiny po vozidle před nimi. Na základě tohoto se šetří kapacitou paměti. [25]

Ze získaných dat je také možné vyčíst kategorii vozidel. Přístroj rozlišuje celkem čtyři kategorie vozidel dle délky. První kategorie je pro vozidla menší než 2 metry včetně. Druhá kategorie je pro vozidla měřící 2,1 až 6 metrů, do třetí kategorie se řadí vozidla s délkou mezi 6,1 a 12 metry. Do poslední – čtvrté kategorie spadají všechna vozidla s délkou větší než 12 metrů.

Samozřejmostí je záznam data a času měření pro pozdější zpracování. Do paměti přístroje je možné uložit až 418 000 vozidel.



## 4.2 Komponenty přístroje Sierzega SR4

Přístroj pro statistiku silničního provozu Sierzega SR4 je uložen v tzv. krabici (na Obrázku 19 číslo 2), ve které se nachází samotný radarový modul (Obrázek 19 – číslo 3), baterie 6V (Obrázek 19 – číslo 1) a zařízení pro upevnění na sloupek (Obrázek 19 – číslo 4). Součástí je také hliníková destička pro podložení baterie v tzv. krabici.



Obrázek 19: Jednotlivé komponenty přístroje Sierzega SR4

## 4.3 Jak s přístrojem pracovat

Přístroj se musí umístit na okraj vozovky ve vzdálenosti 0,5 až 2 metry od jízdního pruhu do výšky jednoho metru. Dle návodu se vloží radarový modul do ochranného krytu, do něhož se vloží i hliníková destička, na kterou lze položit jednu či dvě 6-voltové baterie. Následně se radarový modul zapojí do baterie a indikátor na modulu začne svítit. Ve chvíli, kdy je modul zapojen do baterie, dochází k měření vozidel a ukládání do paměti přístroje.

Po upevnění přístroje poblíž vozovky se musí přístroj nastavit k jízdnímu pruhu. Úhel přístroje k jízdnímu pruhu musí být 30°, což je v návodu od společnosti Sierzega uváděno přibližně jako 7 metrů v podélném směru a 4 ve směru příčném. Následně je možné radarový modul připojit pomocí Bluetooth k některému terminálu, pomocí

kterého se mohou na displeji připojeného zařízení zobrazovat naměřená data každého vozidla.

Poté následuje jemné doladění pomocí zobrazovaných délek vozidel, které radarový přístroj odesílá do připojeného terminálu. Zobrazované délky vozidel se musí shodovat s reálnými délkami, pak je přístroj správně nastaven a může začít skutečné měření.

Dle výrobce není měření délky vozidel přesně lineární. Při optimálním nastavení přístroje jsou jednostopá vozidla změřena delší, než ve skutečnosti jsou a naopak nákladní vozidla mohou být změřena kratší. Proto by závěrečné doladění přístroje podle délek vozidel mělo být prováděno s osobními vozidly, protože změřená délka vozidla odpovídá pouze osobním vozidlům. Dle návodu odpovídá například naměřená hodnota 100 dm ve skutečnosti vozidlu o délce 12 m. [25]

Doladění se provádí tak, že se sleduje délka vozidel zobrazovaná na displeji připojeného přístroje a následně se se znalostí skutečných délek vozidel v řádech decimetrů přístroj natáčí buď směrem od středu vozovky, nebo naopak. V případě, že radar měří příliš vysoké hodnoty délek, musí být přístroj otočen ve směru do středu vozovky a pokud ukazuje příliš krátké délky vozidel, je úhel měření příliš velký a radar musí být natočen směrem od středu vozovky.

Na tomto nastavení a doladění přístroje velice záleží a velmi může ovlivnit přesnost měřených dat. V závislosti na intenzitě provozu může toto nastavení trvat i několik minut, ale je potřeba ho provést důkladně.

## 5. Testování přístroje Sierzega SR4

Radarový přístroj Sierzega byl testován v běžném provozu, a to za účelem zjištění limitů přístroje. Testování přístroje bylo prováděno v různých podmínkách i v různém prostředí. Snahou testování přístroje je dokázat, jaké vlivy a konfigurace vozidel mohou mít vliv na správnost měření přístroje. Dále je cílem zjištění jakých nepřesností se radarový přístroj při měření dopouští a jakým způsobem by se daly tyto nepřesnosti eliminovat při běžném používání.

### 5.1 Podmínky měření

Měření s radarovým přístrojem probíhalo během pěti dnů v měsíci březnu a dubnu. Přístroj byl vždy umístěn podél komunikace a vzhledem ke svým rozměrům byl vždy viditelný minimálně z 50 metrů před místem samotného měření. Vozidla tedy mohla přístroj zaregistrovat a upravit rychlost v obavách z policejního radaru, dle názoru autora to ovšem žádným způsobem výsledky měření neovlivnilo.

Měření vozidel probíhalo vždy v intravilánu, kde je předpokládaná rychlost vozidel do 50 km/h. Využití tohoto statistického radaru je také daleko větší ve městech než mimo ně. Intravilán byl zvolen zejména z toho důvodu, že se předpokládají daleko větší rušivé vlivy, například kvůli zástavbě.

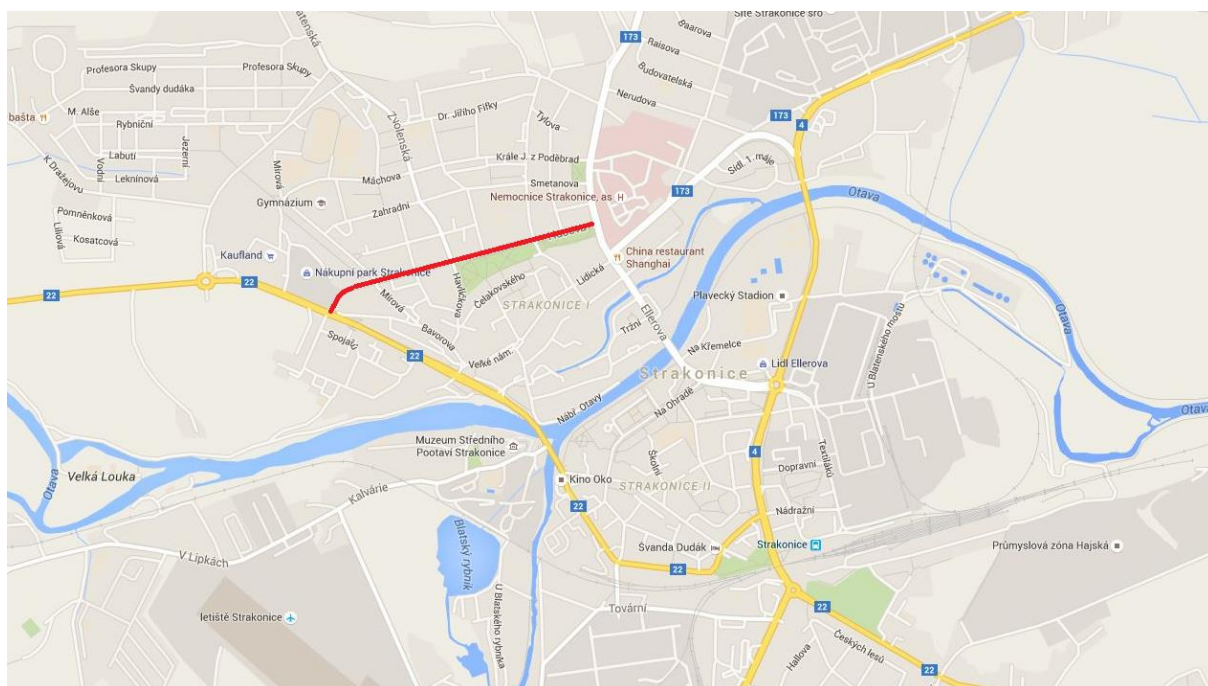
### 5.2 Vybrané lokality

Testování radarového přístroje od společnosti Sierzega probíhalo v pěti dnech na třech lokalitách. Podrobně bude umístění radaru a okolí jednotlivých lokalit popsáno dále. Všechny lokality byly vybrány tak, aby se jednalo o dlouhý rovný úsek komunikace, kde se nepředpokládá rušení vysílaného signálu vlivem směrového oblouku. Ve všech třech případech se jedná o komunikace se dvěma opačně vedoucími jízdními pruhy, přičemž docházelo k analyzování pouze toho jízdního pruhu, který byl umístěn blíže k přístroji. Tím se eliminuje chyba, které se přístroj dopouští vlivem překryvu vozidel ve dvou a více jízdních pruzích. Snahou tedy je vybrat co nejlepší místo k měření, které je umístěno v intravilánu, tak aby rušení přístroje bylo co nejmenší.

## 5.2.1 Lokalita č. 1 - Strakonice

První lokalita, která byla vybrána k měření, se nachází ve městě nesoucí název Strakonice. Strakonice jsou součástí Jihočeského kraje a leží na soutoku řek Otavy a Volyňky. Městem prochází dvě silnice první třídy – silnice I/22 a I/4. Měření probíhalo v ulici Husova, která je určitou spojnicí mezi těmito křižujícími se silnicemi prvních tříd.

Ulice Husova se nachází v centru města. V západní části se ulice napojuje na silnici I/22 a ve východní části na ulici Ellerova, která dále vede k silnici I/4. Ulice je téměř po celé délce obklopena nízkou zástavbou, jen ve východní části ulice se k ní přimykají Rennerovy sady. Umístění ulice Husova je patrné z následujícího obrázku (Obrázek 20).



Obrázek 20: Umístění ulice Husova ve městě Strakonice [26]

Ulice Husova je dlouhá zhruba 900 m a měření probíhalo ve východní části, kde je ulice v přímé.

V této lokalitě proběhly celkem tři měření – měření č. 1, 2 a 3. První testování přístroje se provádělo zhruba 130 metrů od ulice Ellerova nedaleko přechodu pro chodce. Intenzita chodců je v tomto úseku tak malá, že do samotného měření nezasáhla. Pro potřeby této diplomové práce je toto testovací místo nazýváno Husova – západ.

Další dvě měření pak probíhalo zhruba 60 metrů od ulice Ellerova. Opět je místo pro potřeby diplomové práce pojmenováno: Husova – východ. Ačkoliv je křižovatka ulic Husova a Ellerova světelně řízena, preferovaný směr je pro vozidla odbočující z ulice Husova do ulice Ellerova vpravo. Vzhledem k sestavení fází, které preferují právě zmiňovaný směr, nedocházelo v celém průběhu měření k zastavování vozidel v oblasti určené pro měření.

Zaznamenávání vozidel probíhalo v obou směrech, ale analýza dat byla provedena pouze pro směr vozidel jedoucích k ulici Ellerova. Oblast, na kterou směřovala přední část radarového přístroje je zobrazena na následujících obrázcích (Obrázek 21 a 22).



Obrázek 221: Směřování radaru v ulici Husova - východ



Obrázek 212: Směřování radaru v ulici Husova – západ

Jak je z obrázků patrné, radarový modul v obou případech směřoval na domy na protější straně komunikace.

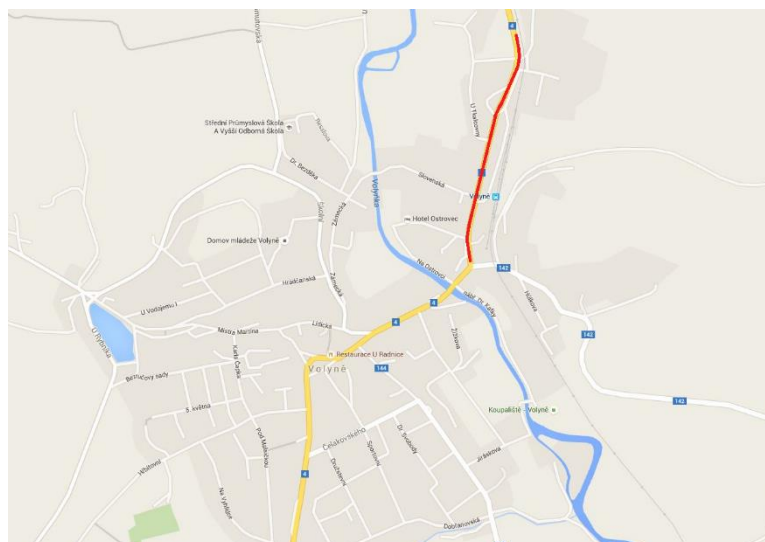
Výsledky měření se neočekávají být nějak výrazně odlišné, vzhledem k tomu, že radarový modul byl umístěn na stejné komunikaci se stejným okolím, jen pár metrů od sebe.

## 5.2.2 Lokalita č. 2 - Volyně

Lokalita č. 2 se nachází v obci Volyně, které se stejně jako Strakonice nachází v Jihočeském kraji. Volyně leží zhruba 14 kilometrů na jih od Strakonice a obklopuje silnici první třídy č. 4.

Testování přístroje probíhalo v ulici Nádražní, která se nachází v severní části obce Volyně. Nedaleko místa měření je umístěno vlakové nádraží. Lokalita se nachází zhruba 200 metrů jižně od čerpací stanice Benzina a sledována byla vozidla jedoucí směrem do města Volyně.

V tomto případě se v okolí místa měření nenachází hustá zástavba, ale pouze pár domů, které jsou umístěny na výjezdu z obce. Zástavba je zde v porovnání s lokalitou č. 1 daleko řidší a pohyb chodců je také sporadičtější.



Obrázek 23: Umístění ulice Nádražní ve městě Volyně [27]

Vzhledem k tomu, že se jedná o hlavní komunikaci spojující Strakonice, Vimperk a hraniční přechod Strážný, je možné zde očekávat daleko rozmanitější skladbu vozidel než v lokalitě č. 1. Oblast, na kterou směřovala přední část radarového přístroje je zobrazena na následujícím obrázku (Obrázek 24).

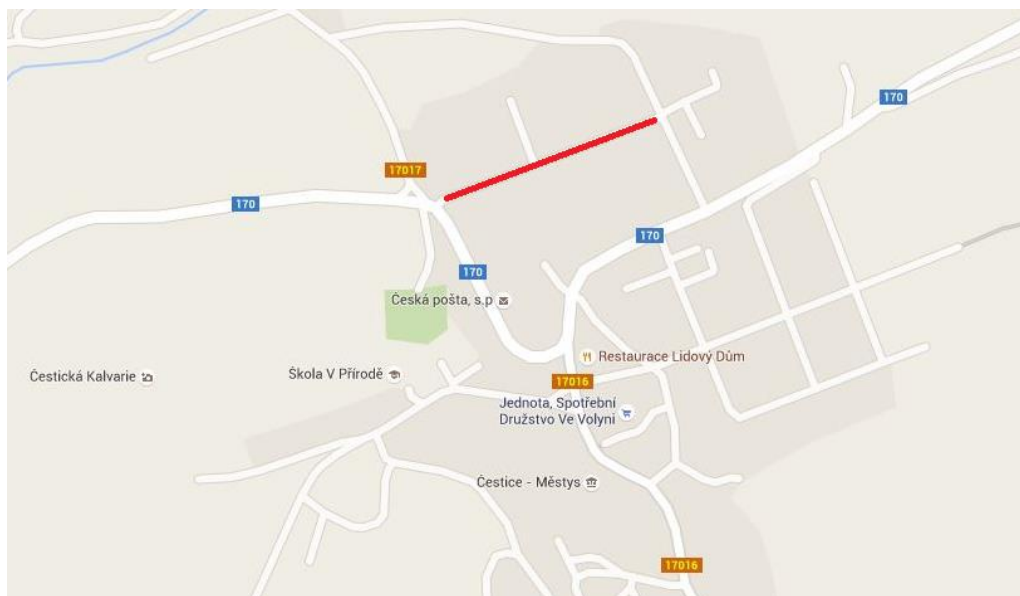


Obrázek 24: Směrování radarového modulu v ulici Nádražní

### 5.2.3 Lokalita č. 3 - Čestice

Jako poslední místo na měření s přístrojem Sierzega SR4 byla ulice v obci Čestice. Městys Čestice se nachází západně od města Volyně a od Strakonic je vzdálen zhruba 15 kilometrů. V Česticích došlo k měření na přímé komunikaci, která je obklopena rodinnými domy a je dlouhá 250 metrů. Umístění vybrané ulice v rámci Čestic je zobrazena červeně na následujícím obrázku (Obrázek 25).

V této vybrané ulici projížděla předem vybraná vozidla různých výrobců, která při míjení radarového přístroje měla daný odstup od radaru a zároveň danou rychlost projíždění. Vzhledem k tomu, že se ulice nachází v obci a celé testování přístroje se také provádí v intravilánu, byly zvoleny celkem tři rychlosti vozidel pod 50 km/h, kterými mají daným úsekem projíždět.



Obrázek 25: Umístění ulice vybrané k měření vozidel v obci Čestice [28]

Vybraná vozidla projížděla ulicí směrem od východu na západ, tudíž směrem k hlavní komunikaci č. II/170. Oblast, na kterou směřovala přední část radarového přístroje je zobrazena na následujícím obrázku (Obrázek 26).



Obrázek 26: Směřování radarového modulu v Česticích

### 5.3 Postup měření

Před každým začátkem měření bylo potřeba přístroj připravit a umístit do požadované polohy. Přístroj je vybaven zařízením umožňující přichycení krabice, ve které se radarový modul nachází, na libovolný sloup s průměrem maximálně 60 mm.



V lokalitě Strakonice se přístroj umisťoval na zábradlí a upevňoval do výšky jednoho metru, přičemž vzdálenost od jízdního pruhu byla minimální, kterou návod Sierzega SR4 doporučuje, tedy 0,5 metru.

Ve Volyni byl přístroj umístěn na dopravní značení opět do výšky jednoho metru a ve vzdálenosti 1,5 metru, což je stále v rozmezí udávanému v příslušném návodu. Umístění radaru na dopravním značení a jeho nasměrování je zobrazeno na následujícím obrázku (Obrázek 27).



Obrázek 27: Umístění a nasměrování radaru ve Volyni

V obci Čestice byl k umístění přístroje použit stativ neboli tripod, který se používá především pro nivelační přístroje a další geodetické přístroje. Krabice s radarovým modulem byla řádně upevněna do požadované výšky (1 metr) a umístěna do vzdálenosti 1,4, dále 2,4 a 3 metry od jedoucích vozidel. Opět tedy byl dodržen návod od společnosti Sierzega, který doporučuje vzdálenost 0,5 až 2 metry od jízdního pruhu. Jestliže je totiž radar umístěn 2 metry od jízdního pruhu, může se vozidlo jedoucí blízko středu vozovky nacházet právě 3 metry od radarového přístroje nebo klidně i více.

Po upevnění radaru na výše zmíněné lokality bylo potřeba spojit radarový modul pomocí Bluetooth rozmezí s tabletem přes aplikaci BT-Comm. Po připojení tabletu se při správném zapojení objevují na displeji tabletu data o právě projíždějících vozidlech. Přijímaná data jsou aktuální a lze podle nich tedy posléze doladit úhel radarového přístroje vůči vozovce. Data na displeji se zobrazují v následující podobě:

*052 km/h 03,9m 09,4sec*

Následně je tedy potřeba sledovat údaje o délkách vozidel a znát skutečnou délku projíždějících vozidel. Vzhledem k velkému rozsahu jednotlivých druhů vozidel je vhodné si vybrat nejčastěji projíždějící vozidlo a na základě jeho délky přístroj natáčet. Jedná se zároveň o metodu, která eliminuje chyby vzniklé odlišnou délkou vozidel. Pro účely tohoto měření byl přístroj vždy nastavován podle vozidel Škoda Octavia první generace, jejíž délka činí 4,5 metru. Dalším důvodem pro zvolení právě tohoto vozidla je právě jeho délka, která je průměrná mezi testovanými osobními vozy a tudíž se předpokládá menší chybovost okrajových hodnot délek osobních vozidel.

V případě, že radar naměřil vysokou hodnotu délky právě projíždějícího vozidla, byl radarový přístroj natočen do směru vozovky a v případě nízkých hodnot délek naopak. Z tohoto důvodu je nutné při montáži přístroje dbát na to, aby nebyl příliš upevněn a dalo se s ním hýbat. Po kalibraci přístroje je nutné ho pevně připevnit, aby se kvůli projíždějícím vozidlům nehýbal.

Jestliže skutečné délky vozidel odpovídají těm naměřeným, je možné začít řádné měření. Prvotní nastavení přístroje může být zdlouhavé v případě, že místem projíždí malý počet vozidel nebo pouze vozidla, jejíž délku nelze snadno odhadnout.

V případě, že displej ukazuje stejně dlouhá vozidla jinak dlouhá, je nutné provést delší kalibraci a vzít v potaz více vozidel, u nichž se porovnává naměřená délka se skutečnou.

Vedle radarového přístroje byla také umístěna videokamera. Pořízený videozáznam následně sloužil k analýze dat z radaru. Při analýze byla sledována také vzdálenost vozidel od radaru a pro tento účel sloužily prozatímne nakreslené čáry na vozovce.

## **5.4 Analýza dat z lokality č. 1 – Strakonice**

### **5.4.1 Měření č. 1**

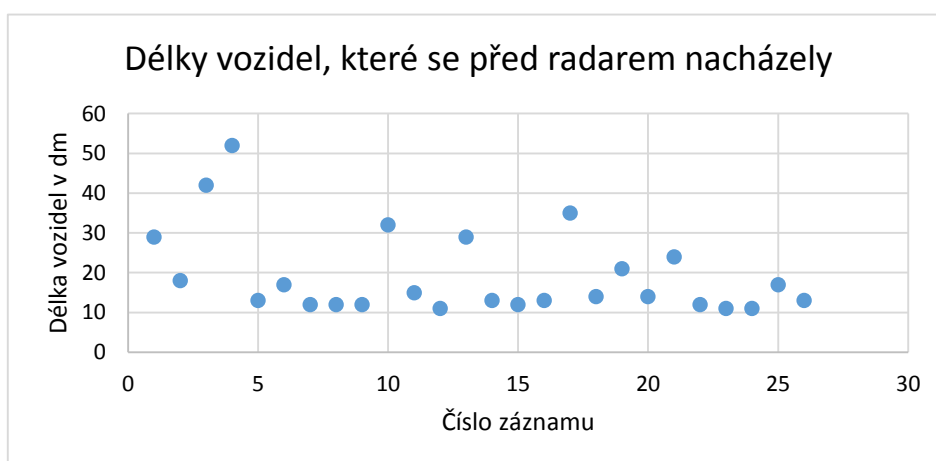
Ve Strakonících byla prováděna celkem tři měření. První z nich probíhalo 10. března 2016 v odpoledních hodinách v lokalitě Husova – západ a trvalo celkem dvě hodiny. Během této doby bylo zaznamenáno v obou směrech celkem 1347 vozidel. Vzhledem k tomu, že jsou sledována jen vozidla v kladném směru, snížil se počet záznamů

na 648 vozidel a po rozboru se celkový počet analyzovaných záznamů snížil na konečných 528. Z kladného směru, tedy vozidel projíždějících směrem k přístroji, byly odstraněny rozměrnější osobní vozidla, nákladní vozidla, autobusy, cyklisté a motocyklisté. Při předchozím měření s přístrojem bylo zjištěno, že rozměrnější vozidla jsou často rozdělována na dvě či více částí a naopak kratší vozidla nemusí být vůbec zaznamenána. Tudíž se analyzovala pouze data, u kterých se předpokládá naprostá bezchybnost.

Zkoumán byl videozáznam společně s daty naměřenými radarem a ke každému vozidlu bylo zapsáno o jakou značku a typ vozu se jedná, dále jaká je jeho skutečná délka, šířka, barva a vzdálenost od radaru. V případě nějaké výchyly bylo zapsáno do poznámky, o co přesně se jedná.

Předmětem zkoumání je především délka vozidel, ovšem při analýze bylo zjištěno mnoho nepřesností, kterých se přístroj dopustil. Zde je jejich výčet:

1. Cyklista jedoucí v kladném směru vzhledem k přístroji zakrýval při průjezdu protijedoucí vozidlo. Cyklista byl společně s vozidlem zaznamenán jako jedno vozidlo jedoucí v kladném směru s délkou 3,8 metru. Došlo tedy k prodloužení délky jinak krátkého cyklisty, a to zhruba na dvojnásobek.
2. Celkem 26 krát provedl radar záznam o vozidle, které ovšem v radarovém paprsku vůbec nebylo. Rozložení délek těchto záznamů je možno vidět na následujícím obrázku (Obrázek 28).



Obrázek 28: Rozložení délek imaginárních vozidel, který radar zaznamenal - měření č. 1

Z obrázku je patrné, že se délky těchto imaginárních vozidel vyskytovaly nejčastěji mezi 1 a 2 metry. V deseti z těchto případů došlo k záznamu po více za sebou

jedoucích vozidel v záporném směru, přičemž za tímto záznamem následovalo vozidlo v kladném směru.

3. Ve třech případech projíždělo měřenou oblastí vozidlo s přívěsem a vždy byla délka přívěsu přičtena k délce vlastního vozidla. Zajímavé je, že tímto vznikne záznam o vozidle s jinou kategorií a je to tudíž zavádějící.
4. Jednou projelo vozidlo Škoda Octavia s přívěsem, na kterém bylo vozidlo Citroen, přičemž Škoda Octavia byla zaznamenána jako vozidlo o délce 2,6 metru a přívěs byl o 0,5 sekundy oddělen na druhý záznam s délkou 2,2 metru.
5. V deseti případech došlo k rozdělení jednoho vozidla na dvě, kdy při sečtení délky rozdělených vozidel lze dostat skutečnou délku těchto vozidel. V následující tabulce je výčet rozdělených vozidel (Tabulka 1).

Tabulka 1: Vozidla, která byla rozdělena radarem do více záznamů – měření č. 1

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Šířka [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]	Odstup [s]
Škoda Fabia combi	4,2	1,7	1,646	Bílá	1,5	48	
		3,5					
Škoda Fabia	4	2,8	1,646	Stříbrná	1,8	53	
		1,1					
Citroen Berlingo	4,1	2,4	1,724	Černá	1,5	41	
		1,7					
Audi A4	4,5	2,2	1,828	stříbrná	1,5	42	
		1,7					
Ford Mondeo combi	4,8	2,8	1,886	Červená	1,3	44	
		1,9					
VW Passat combi	4,8	3,2	1,82	Černá	1,5	48	
		1,6					
Škoda Octavia	4,6	1,1	1,769	Šedá	1,8	35	
		3,4					
Opel Corsa	4	1,8	1,713	Červená	1,3	47	
		2,1					
Škoda Octavia	4,6	1,8	1,769	Stříbrná	1,3	46	
		2,1					
Škoda Superb combi	4,8	3,3	1,817	černá	1,5	39	
		1,6					

Jak je z tabulky patrné, jedná se o vozidla různých rozměrů a různé barvy. Vzdálenost od radaru se také pohybovala v různých mezích. Zajímavé je ovšem to, že vždy kromě dvou případů byla zaznamenána rychlost vozidel vyšší pro první záznam a nižší pro druhý záznam. Pouze dvě delší vozidla *combi* měla první záznam s vyšší rychlostí. Tato dvě vozidla také měla nejvyšší odstup ze všech vozidel v tabulce. Všechna vozidla byla rozdělena bez jakéhokoliv pozorovatelného důvodu, neprojížděla za nimi totiž žádná vozidla v záporném směru vzhledem k přístroji.

6. Ve dvou případech došlo k zaznamenání vozidla jedoucího v záporném směru vzhledem k přístroji jako vozidlo jedoucí v kladném směru. Jednou odpovídala jeho délka skutečné délce (4,4 m), ale ve druhém případě byla výrazně zkrácena (2,8 m).
7. Vozidla projíždějící v kladném směru byla zaznamenána jako poněkud delší vozidla, než ve skutečnosti jsou. Důvodem prodloužení délky vozidel se skutečnou délkou od 3,8 do 4,7 metru bylo jiné vozidlo projíždějící za nimi v záporném směru vzhledem k přístroji. Naměřená délka těchto vozidel činila v průměru 4,18 metru navíc. Prodloužení délky vozidel záleží na umístění vozidel v protisměru vzhledem k vozidlům v kladném směru.
8. Jednou se stalo, že vozidla jedoucí těsně za sebou byla zaznamenána jako jedno velké vozidlo s délkou 10,8 metru, přičemž první vozidlo Hyundai Elantra měla skutečnou délku 4,5 metru a druhé VW Polo mělo 4 metry, tudíž k jejich součtu 8,5 metrů byl přičten i jejich vzájemný odstup.
9. Při průjezdu vozu Škoda Felicia combi měřenou oblastí se v tu samou chvíli vyskytoval v paprsku radaru také cyklista jedoucí na vzdálenějším chodníku v tomtéž směru, a tudíž došlo k prodloužení délky vozidla Škoda o 0,5 metru na naměřených 4,7 metru.
10. K prodloužení délky došlo také u vozidla Peugeot 307, ovšem z jiného důvodu. Při projetí nákladních či jiných delších vozidel bylo zpozorováno, že radar vždy zaznamenal více kratších záznamů pro toto dlouhé vozidlo. Tyto kratší záznamy se ovšem vyskytovaly i dvě nebo více sekundy před nebo po projetí příslušného vozidla. Vozidlo Peugeot projíždělo za autobusem a před delší dodávkou a z toho důvodu došlo k narušení signálu a prodloužení jeho délky o 2,7 metru.
11. Dvacetkrát se stalo, že těsně před vozidlem jedoucím v kladném směru vjelo do paprsku vysílaného radarem vozidlo jedoucí v záporném směru dříve než

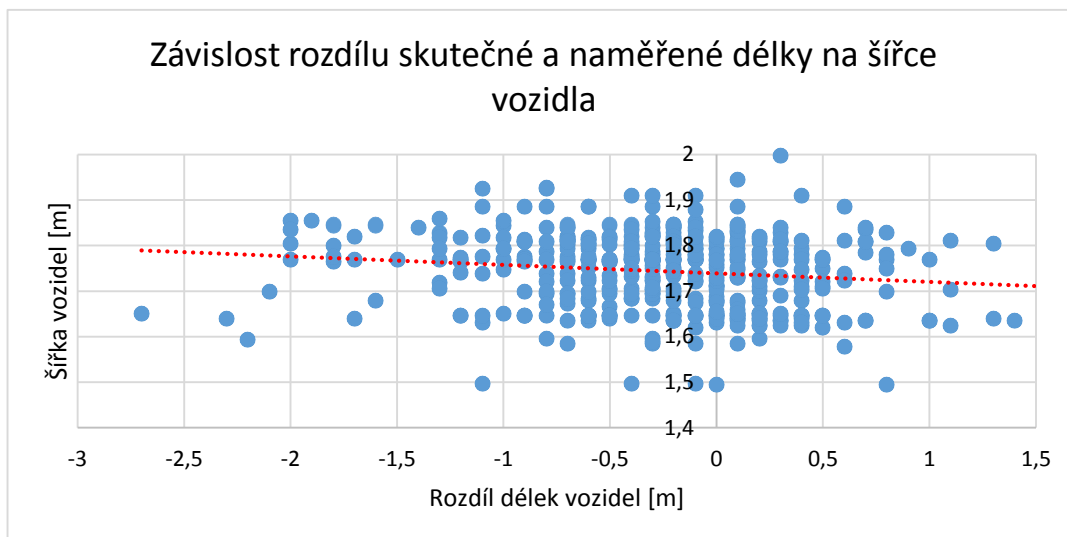
vozidlo jedoucí v kladném směru a narušilo tak záznam délky o vozidle jedoucím v kladném směru. Vždy došlo ke zkrácení délky vozidel. V následující tabulce jsou uvedeny tyto záznamy (Tabulka 2).

Tabulka 2: Vozidla, jejichž délka byla pozměněna z důvodu narušení paprsku protijedoucím vozidlem – měření č. 1

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Rozdíl délek [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]
Fiat Marea	4,5	3,3	1,2	stříbrná	1,5	49
Ford Focus	4,5	1,1	3,4	stříbrná	2	44
Škoda Roomster	4,2	3,8	0,4	Modrá	1,5	48
VW Passat	4,8	4,2	0,6	Černá	2	43
VW Golf	4,3	3,8	0,5	Bílá	1,5	44
Opel Insignia	4,8	2,9	1,9	Šedá	2	42
Renault Scenic	4,6	4	0,6	Šedá	1,5	45
VW Passat combi	4,8	3,9	0,9	Tmavě modrá	1,5	52
Peugeot 406 combi	4,7	4,1	0,6	Tmavě modrá	1,3	31
VW Passat combi	4,7	3,3	1,4	Stříbrná	1,5	40
Škoda Fabia combi	4,2	3,3	0,9	Tmavě modrá	2	47
Hyundai Accent	4,2	2,7	1,5	Stříbrná	1,5	45
Ford Focus combi	4,4	3,3	1,1	Černá	1,5	38
Škoda Fabia combi	4,2	3,3	0,9	Černá	1,5	55
Škoda Octavia	4,6	1,1	3,5	šedá	1,8	35
Mitsubishi Colt	3,8	2,2	1,6	Stříbrná	1,3	46
Citroen C5 combi	4,8	3,7	1,1	Tmavě modrá	1,5	48
Citroen C5 combi	4,8	3,3	1,5	Stříbrná	1,5	35
Honda Accord	4,6	1,1	3,5	Bílá	1,5	36
Renault Clio	4	3,3	0,7	Červená	1,8	46

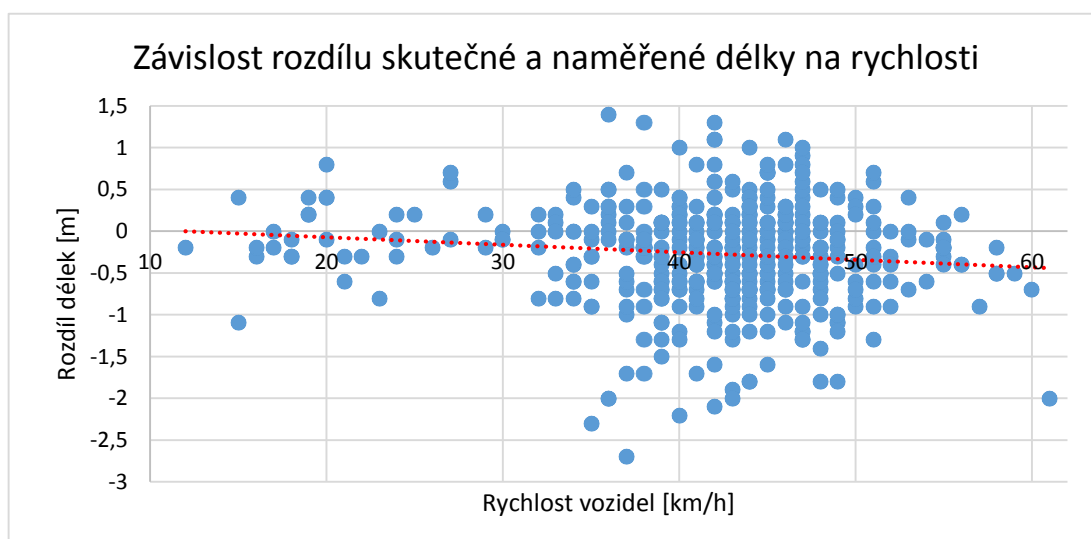
Z tabulky je patrné, že rozdíl délek činí ve většině případů maximálně 2 metry. Výjimkou jsou vozidla Honda, ford a Škoda, která měla rozdíl délek 3,4 a 3,5 metru (v tabulce zeleně). Nelze přesně říci, jaká vozidla jsou zkracována, protože rychlost zaznamenaných vozidel je různá, jejich barva také a skutečná délka se pohybuje od 3,8 do 4,8 metru, tudíž stejně jako většina osobních vozidel na komunikacích.

Kromě pozorovatelných nepřesností v měření byla zkoumána závislost jednotlivých faktorů, které by potenciálně mohly způsobovat nepřesnosti v měření délky, na rozdílu naměřené a skutečné délky vozidla. Na následujících obrázcích jsou tyto závislosti zobrazeny (Obrázek 29 - 32). Data na obrázcích jsou bez výše uvedených nepřesností v měření.



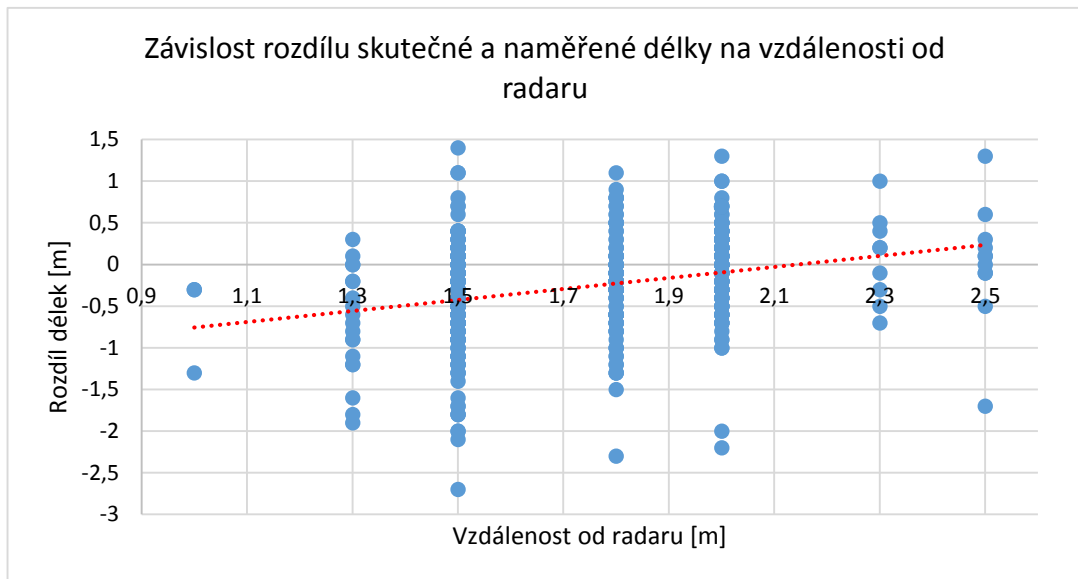
Obrázek 29: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla - měření č. 1

Z obrázku je patrné, že měření délky není příliš ovlivněno šířkou vozidla, protože při největších rozdílech v délce je šířka vozidel různá. Nebyla tedy v tomto případě zjištěna výrazná závislost rozdílně naměřené délky vozidla na jeho šířce.



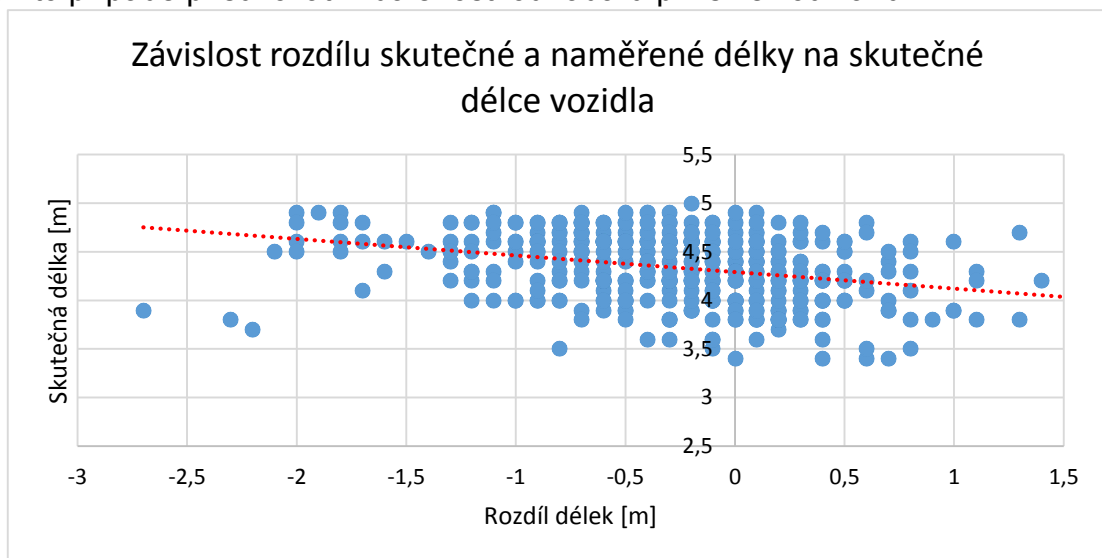
Obrázek 30: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti - měření č. 1

Zde je již vidět, že rychlost má určitý vliv na chybovost v měření délky vozidel. Při malé rychlosti od 10 do 35 km/h se rozdíl délek pohybuje mezi 1 a -1 metrem. Při rychlosti nad 35 km/h se už ovšem rozpětí rozdílu délek zvyšuje na hodnoty mezi -3 a 1,5 metru. Při rychlosti vozidel nad 55 km/h se nepřesnost opět snižuje a je podobná nízkým rychlostem.



**Obrázek 31: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru - měření č. 1**

Z obrázku je patrné, že největší rozsah rozdílu délek mají vozidla jedoucí ve vzdálenosti 1,5 metrů od radaru. Nepatrně je v grafu také vidět, že čím jsou vozidla dál od radaru, tím je jejich rozdíl v délce spíše kladný, to znamená, že radar naměřil větší hodnotu délky než je ta skutečná. Nicméně rozdíl v délce je při všech hodnotách poměrně rozsáhlý, ať už se jedná o rozdíl kladný či záporný a tudíž není potřeba v tomto případě přisuzovat vzdálenosti od radaru příliš velkou váhu.



**Obrázek 32: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla - měření č. 1**

Přesnost naměřené délky vozidla je do jisté míry závislá i na skutečné délce vozidel. Lze vyzorovat, že pro kratší vozidla jsou měřeny kladné hodnoty rozdílu délek a tudíž, že skutečná délka je nižší než naměřená. Pro ve skutečnosti delší vozidla je tomu naopak.



## 5.4.2 Měření č. 2

Druhé měření s přístrojem probíhalo v lokalitě Husova – východ a uskutečnilo se 11. března 2016 odpoledne. Testování v tento den trvalo dvě a půl hodiny. Zaznamenáno bylo celkem 1934 vozidel v obou směrech. Po odstranění záznamů pro záporný směr a rozměrnějších vozidel, cyklistů a motocyklistů v kladném směru zbylo pro analýzu celkem 760 záznamů.

Při druhém měření bylo opět zjištěno několik nepřesností, které jsou sepsány níže:

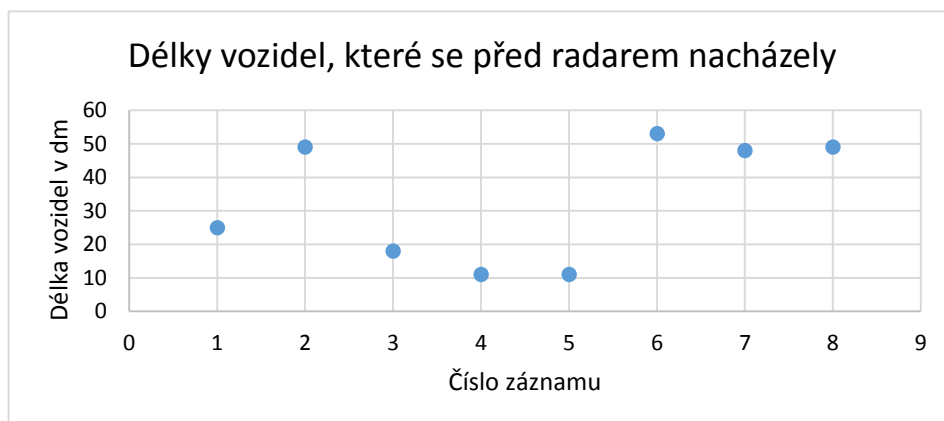
1. Měřenou oblastí projelo celkem deset vozidel s přívěsem, přičemž jedno z nich mělo na přívěsu jiné vozidlo. V osmi případech došlo k navýšení délky vozidla o délku přívěsu a vozidlo s přívěsem tak bylo zaznamenáno jako jedno delší vozidlo. Ve dvou případech ovšem nebyl přívěs vůbec zaregistrován a nepromítl se tak do délky samotného vozidla. V těchto dvou případech se jednalo o stejný typ přívěsu jako v předchozích případech, nebyl tedy důvod nezapočítávat přívěs k vozidlu vůbec.
2. Další nepřesností, kterou přístroj provedl, bylo zaznamenání dvou vozidel jedoucích za sebou jako jedno dlouhé vozidlo. Stalo se to celkem sedmkrát, tedy daleko více než při měření č. 1. Vzhledem k tomu, že je v měřené oblasti širší jízdní pruh, některá vozidla jela blíže přístroji a některá dál, tudíž mohlo dojít k částečnému překryvu dále jedoucího vozidla a tudíž zaznamenání dvou vozidel jako jednoho dlouhého. V následující tabulce je výčet vozidel, která jela jako první a jejíž délka byla tedy prodloužena.

Tabulka 3: Záznamy, při nichž byla dvě vozidla zaregistrována jako jedno dlouhé – měření č. 2

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Rozdíl délek [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]
Škoda Fabia combi	4,2	8,4	4,2	stříbrná	1,5	46
Nissan Navara	5	13,4	8,4	Červená	1,8	28
Hyundai Tuscon	4,5	8,4	3,9	Hnědá	1,5	33
Citroen Xsara	4,4	7,8	3,4	Červená	1,3	39
Ford Galaxy	4,6	8,4	3,8	Červená	1,5	40
Škoda Felicia combi	4,2	8,8	4,6	Modrá	1,5	41
Opel Zafira	4,5	5,4	0,9	Tmavě modrá	1,5	34

V tabulce jsou vyznačeny dva extrémní případy, kdy se délka prvního vozidla prodloužila pouze o 0,9 metru anebo naopak o 8,4 metru.

3. Dále byla čtyři vozidla zaznamenaná výrazně delší kvůli průjezdu vozidel v protisměru. Tento jev nastal, když se v paprsku vyslaném z radaru objevilo nejprve vozidlo v kladném směru a následně vozidlo ve směru záporném. Radarový modul toto vyhodnotil jako delší vozidlo. V prvním případě se délka vozidla zvýšila o jeden metr (ze čtyř metrů na pět), ve druhém případě došlo k prodloužení o 0,9 metru na 4,6 metru (vozidlo ve skutečnosti měřilo 3,7 m), třetí vozidlo bylo zaznamenáno o 4,1 metru delší (z původních 4,5 m na 8,6 m) a poslední vozidlo bylo dokonce o 5,1 metru delší (skutečná délka je 4,3 m a naměřená 9,4 m).
4. Další pozorovatelnou nepřesností, která nastala při tomto měření, bylo zaznamenání vozidla, které se v měřené oblasti nenacházelo. Jedná se celkem o osm případů, přičemž pouze jednou radar zaznamenal imaginární vozidlo po dlouhé koloně vozidel projíždějících v záporném směru. Délky těchto imaginárních záznamů jsou zobrazeny na následujícím obrázku (Obrázek 33).



Obrázek 33: Rozložení délek imaginárních vozidel, který radar zaznamenal - měření č. 2

Jak je z obrázku patrné, jedná se buď o vozidla velmi krátká anebo naopak velmi dlouhá. V časovém okamžiku, kdy radar tyto záznamy pořídil, se v oblasti nenacházelo nic, co by radar mohl zaznamenat. Jedná se tedy zřejmě o odražené vlny z předchozích či následujících vozidel.

5. Opět se zde objevilo mnoho vozidel, jejichž délka byla zkrácena z důvodu míjení s protijedoucím vozidlem přímo v paprsku radaru. Vždy to jsou vozidla, jejichž přední část zaznamenal přístroj až po přední části protijedoucího vozidla. Z tohoto důvodu došlo ke zmenšení délky vozidel jedoucích v kladném směru, přičemž

vozidla jedoucí ve směru záporném nejsou vůbec zaznamenána, protože jsou překryta vozidlem před nimi. Těchto případů nastalo celkem 16.

6. Při měření projelo oblastí před radarem také vozidlo SUV se skutečnou délkou 4,8 metru, jehož délka byla zaznamenána o necelé dva metry nižší – tři metry. Zajímavé je, že vozidlo při průjezdu měřenou oblastí troubilo a tudíž mohlo dojít k ovlivnění vln odražených od karoserie vozidla.
7. Opět se zde stejně jako v prvním měření objevila vozidla, která byla radarem zaznamenána jako dvě. Rozdělená vozidla jsou uvedena v následující tabulce (Tabulka 4).

Tabulka 4: Vozidla, která byla rozdělena radarem do více záznamů – měření č. 2

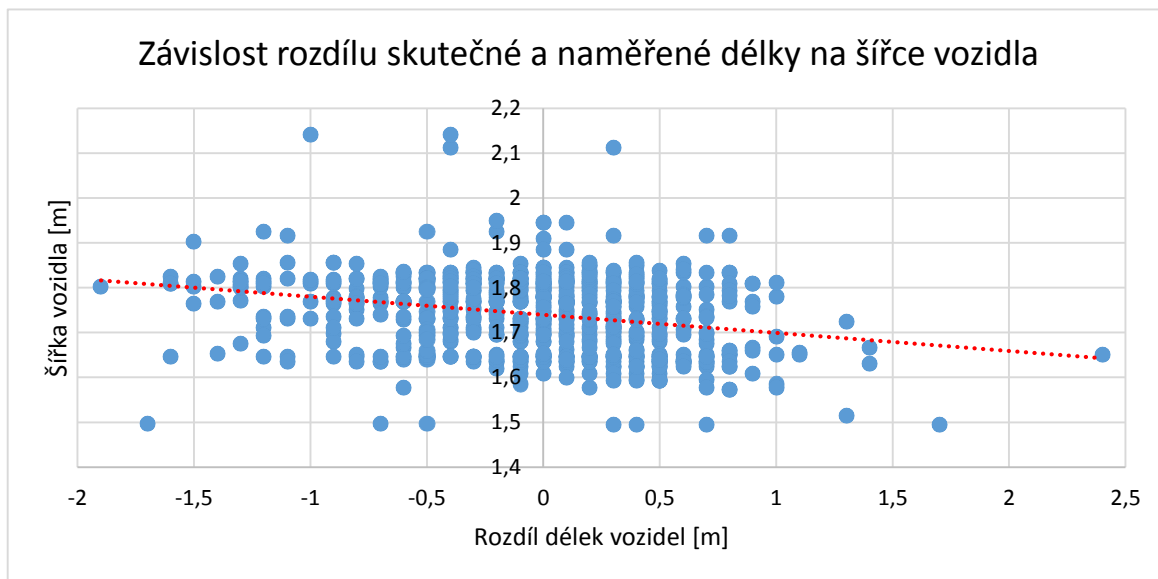
Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Šířka [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]	Odstup [s]
Honda Civic	4,2	2,7	1,7	Stříbrná	1,5	49	
		1,8				50	0,3
Opel Vectra combi	4,5	3,1	1,7	Černá	1,5	51	
		1,2				50	0,2
Hyundai I30	4,3	2,3	1,8	Bílá	1	55	
		1,4				51	0,1
Chevrolet Captiva	4,7	2	1,9	Stříbrná	1,5	41	
		1,5				41	0,3
VW Passat combi	4,8	3,7	1,8	Černá	1,5	38	
		1,1				35	0,3
VW Golf	4,1	1,6	1,7	Bílá	1,5	33	
		1,7				35	0,2
Mazda 121	3,8	2,2	1,8	Červená	1,5	53	
		1,8				49	0,3

Z tabulky je patrné, že tentokrát není součet délek každého vozidla úplně shodný se skutečnou délkou. Největší rozdíl je vidět u vozidla Chevrolet, jehož skutečná délka se od součtu naměřených délek liší o 1,2 metru. Rychlosti druhého záznamu jsou ve většině případů menší stejně jako v prvním měření, pouze u vozidla VW Golf a Honda Civic je tomu naopak. V obou případech se rychlosti liší méně než o 3 km/h a jsou tedy v rozsahu přesnosti přístroje.

Kromě výše uvedených zjištěných nepřesností při měření byla opět zkoumána závislost jednotlivých faktorů, které by potenciálně mohly způsobovat nepřesnost

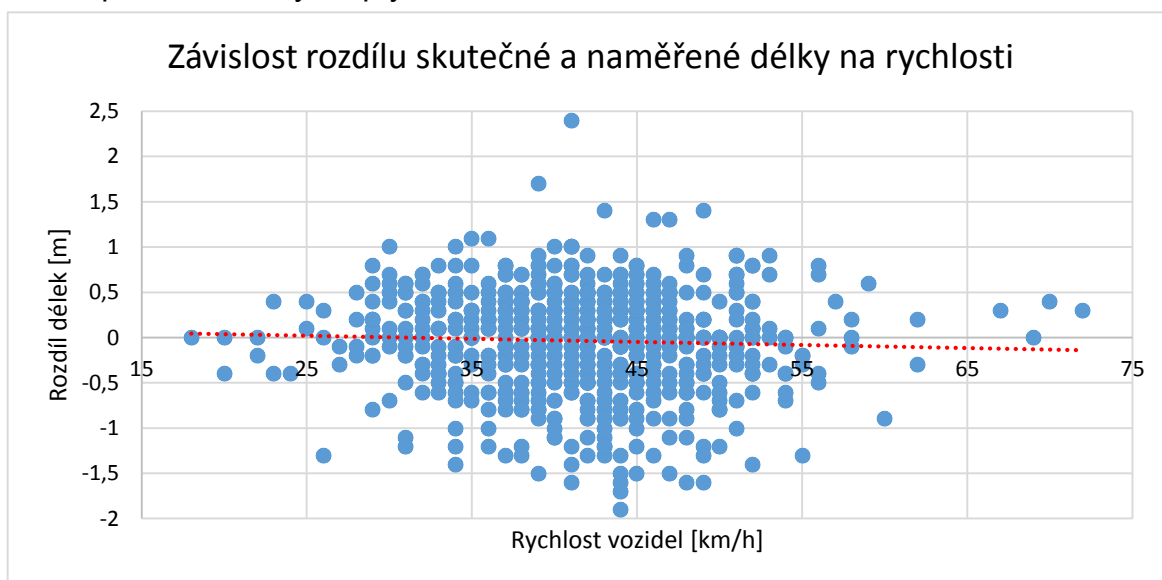
v měření délky, na rozdíl naměřené a skutečné délky vozidla. Na následujících obrázcích je tato závislost zobrazena (Obrázek č. 34-37).

Následující data jsou analyzována bez výše uvedených nepřesností, jedná se o data, u kterých nebyla zjištěna příčina nepřesného určení jejich délky.



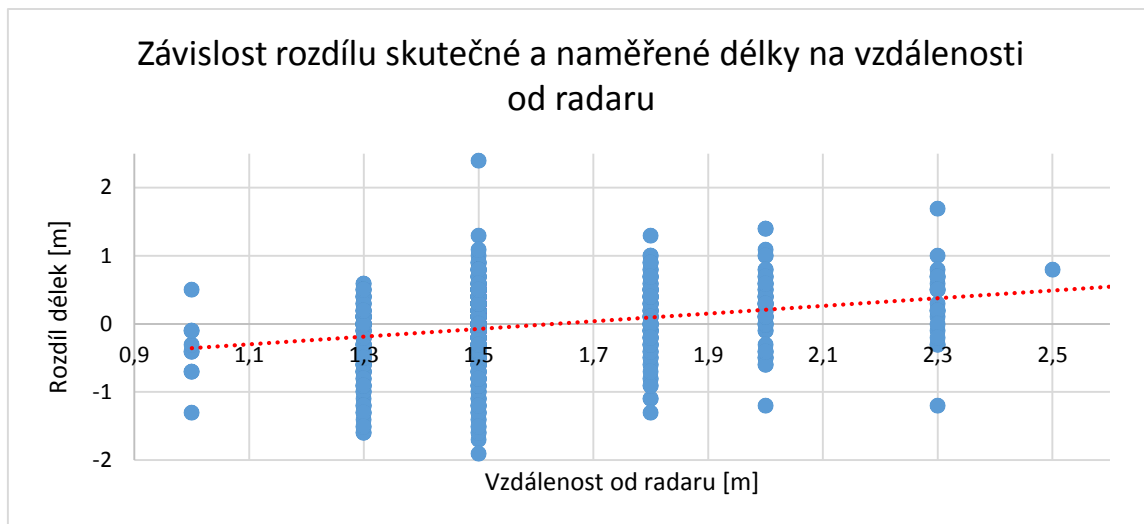
Obrázek 34: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla – měření č. 2

I při druhém měření nebyla zjištěna závislost mezi nepřesně naměřenou délkou vozidla a jeho skutečnou šířkou, protože jak při malých, středních i větších šířkách vozidla je vidět poměrně velký rozptyl rozdílů délek vozidel.



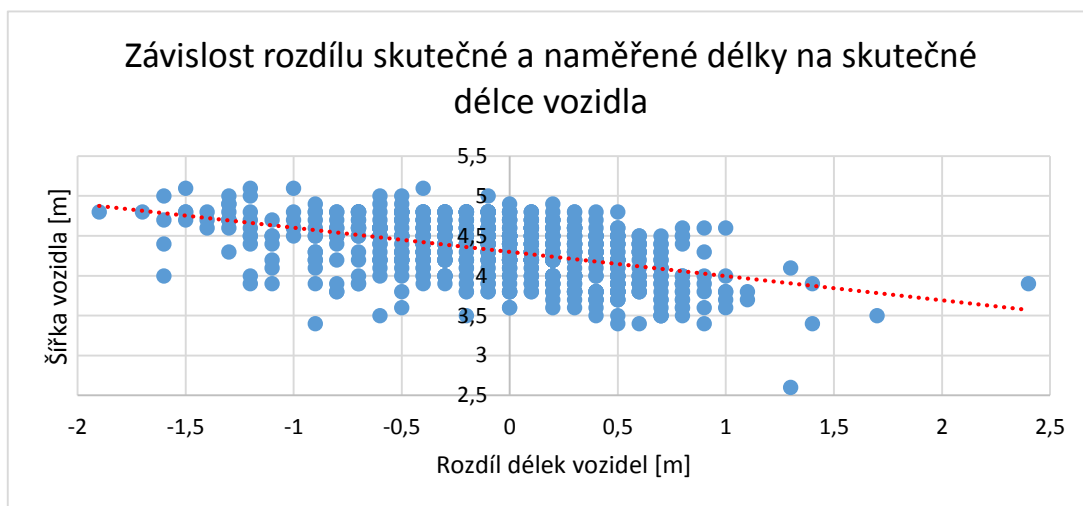
Obrázek 35: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti – měření č. 2

Stejně jako při prvním měření, lze vidět, že rychlost má určitý vliv na změřenou správnou délku vozidla. Při rychlostech mezi 30 a 55 km/h je rozptýlen rozdíl délek nejvyšší. Nebyla ovšem vyzorována výrazná závislost mezi rychlostí a rozdílem naměřené a skutečné délky vozidel.



Obrázek 36: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru – měření č. 2

Z obrázku je patrné, že při nižších vzdálenostech vozidel o radaru jsou rozdíly délek záporné a tudíž přístroj naměřil menší délku, než vozidlo ve skutečnosti mělo. Naopak při vyšších vzdálenostech od radaru lze vidět, že rozdíl délek je spíše kladný a přístroj tedy naměřil delší vozidlo, než měřenou oblast ve skutečnosti projelo. Nej přesněji měřil radar vozidla projíždějící 1,8 metru od radaru, tudíž lze předpokládat, že pro tuto délku byl přístroj nastaven.



Obrázek 37: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla – měření č. 2

Z obrázku lze usuzovat, že vozidla s nižší délkou jsou změřena spíše větší a delší vozidla jsou změřena spíše kratší.

### 5.4.3 Měření č. 3

Třetí měření s přístrojem Sierzega SR4 probíhalo v lokalitě Husova – východ, stejně jako měření č. 2. Uskutečnilo se 1. dubna 2016 a trvalo celkem dvě a půl hodiny (od 11:30 do 14:00). Během testování bylo zaznamenáno celkem 1790 vozidel v obou směrech. Z tohoto počtu jich pouze 794 jelo v kladném směru, tedy směrem k přístroji. Z těchto záznamů byly posléze vymazány záznamy s cyklisty, motocyklisty a rozměrnějšími vozidly a pro detailní analýzu zůstalo konečných 645 záznamů.

Stejně jako v předchozích případech bylo zde zjištěno několik viditelných nepřesností, které přístroj provedl. Zjištěné nepřesnosti jsou sepsány níže:

1. V čas měření projelo oblastí celkem šest vozidel, které měly přívěs. V pěti z těchto případů došlo ke zvýšení délky vozidel s přívěsem a pouze v jednom případě došlo k rozdělení vozidla a přívěsu na dva záznamy. První z těchto dvou záznamů naměřilo délku vozidla 5,1 metru a druhý 1,5 metru. Vozidlo vezoucí přívěs mělo ale ve skutečnosti pouze 4,2 metru, tudíž došlo k prodloužení jeho délky o 1,1 metru a započtení přívěsu s délkou 1,5 metru, tedy trochu kratšího než ve skutečnosti je.
2. Dvě vozidla projíždějící těsně za sebou byla přístrojem zaznamenána jako jedno. Těchto záznamů nastalo celkem jedenáct a jsou sepsány v následující tabulce (Tabulka 5). Vždy je v tabulce zobrazeno vozidlo jedoucí jako první.

Tabulka 5: Záznamy, při nichž byla dvě vozidla zaregistrována jako jedno dlouhé – měření č. 3

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Rozdíl délek [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]
VW Polo	4	7,2	3,2	Červená	1,5	27
Škoda Octavia combi	4,6	7	2,4	Modrá	1,3	35
VW Golf	4,2	10,8	6,6	Stříbrná	1,5	27
VW Touran	4,4	9,4	5	Šedá	1,3	23
Peugeot 206	3,9	9,2	5,3	Modrá	1,5	47
Audi TT	4	11,2	7,2	Bílá	2	33
VW Golf	4	7,8	3,8	Stříbrná	1,3	39
Opel Meriva	4	13,6	9,6	Bílá	1,5	37
Škoda Octavia	4,5	11,2	6,7	Tmavě zelená	1,8	46
VW Polo	3,9	7,8	3,9	Modrá	1,8	41
Renault Modus	3,8	6,7	2,9	Stříbrná	1,5	36

V tabulce je možné vidět dva větší rozdíly v naměřené a skutečné délce vozidla, v těchto dvou případech bylo druhé vozidlo, které pouze prodloužilo délku prvního vozidla, dodávka (na obrázku zeleně).

- Opět se vyskytoval případ, kdy se vozidlo v záporném směru vzhledem k přístroji objevilo v paprsku vysílaném radarem dřív než vozidlo jedoucí směrem k přístroji. Došlo tak ke snížení délky vozidla jedoucího směrem k přístroji a vozidlo v protisměru nebylo vůbec zaznamenáno. Případy kdy tento jev nastal, jsou sepsány v následující tabulce (Tabulka 6).

Tabulka 6: Vozidla, jejichž délky byla zkrácena kvůli průjezdu vozidla v protisměru, který se v paprsku objevil dřív – měření č. 3

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Rozdíl délek [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]
Audi A4	4,6	3,2	1,4	Tmavě zelená	1,5	37
Renault Megane	4,1	2,5	1,6	Červená	1,8	44
Škoda Felicia combi	4,2	2,4	1,8	Tmavě modrá	1,3	38
Hyundai I20	3,9	1,1	2,8	Šedá	1,8	48
VW Sharan	4,6	2,8	1,8	Stříbrná	2	38
Opel Vectra	4,6	2,5	2,1	Tmavě modrá	2,5	38
Audi A3	4,2	2,4	1,8	Černá	1,3	42
Audi A4	4,7	1,9	2,8	Černá	1,5	48
Dacia Duster	4,3	2,2	2,1	Bílá	1,5	45
Peugeot 406	4,6	2,5	2,1	Stříbrná	1,5	39
BMW řada 3	4,5	2,5	2	Šedá	1,5	48
Alfa Romeo 156	4,4	3,4	1	stříbrná	1,3	42

Jak je vidět, v jednom případě došlo ke zkrácení délky vozidla dokonce o 2,8 metru. Vozidlo v protisměru se v tomto případě nacházelo v paprsku o trochu dřív než v ostatních případech.

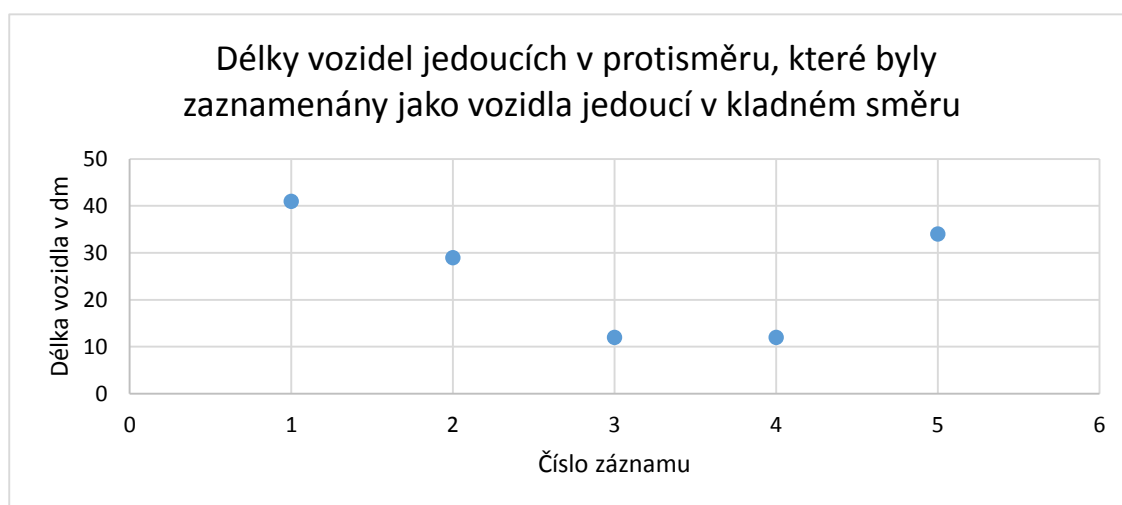
- V několika případech se stalo, že bylo jedno vozidlo rozděleno radarem na dvě menší a byly tak provedeny dva záznamy kratších vozidel pro jedno vozidlo. Tento jev nastal při měření č. 3 celkem sedmkrát.

Tabulka 7: Vozidla, která byla rozdělena radarem do více záznamů – měření č. 3

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Šířka [m]	Barva	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]	Odstup [s]
VW Amarok	5,2	3,4	1,9	Černá	1,3	43	
		1,4					
Škoda Octavia combi	4,6	2,5	1,8	Černá	1,3	47	
		1,6					
Fiat Bravo	4,3	2,2	1,8	Stříbrná	1,5	38	
		1,6					
Opel Vectra combi	4,8	2,2	1,8	Šedá	1,3	38	
		1,2					
VW Phaeton	4,1	2,7	1,9	Stříbrná	1,5	42	
		1,5					
Ford Focus sedan	4,4	1,4	1,7	Stříbrná	1,5	40	
		1,7					
Ford Focus combi	4,5	2,7	1,8	Bílá	1,5	39	
		1,3					

Ve všech zjištěných případech se jedná o záznamy, které mají nejvyšší odstup 0,3 sekundy. Taková data lze snadno vyfiltrovat při průběhu zpracování.

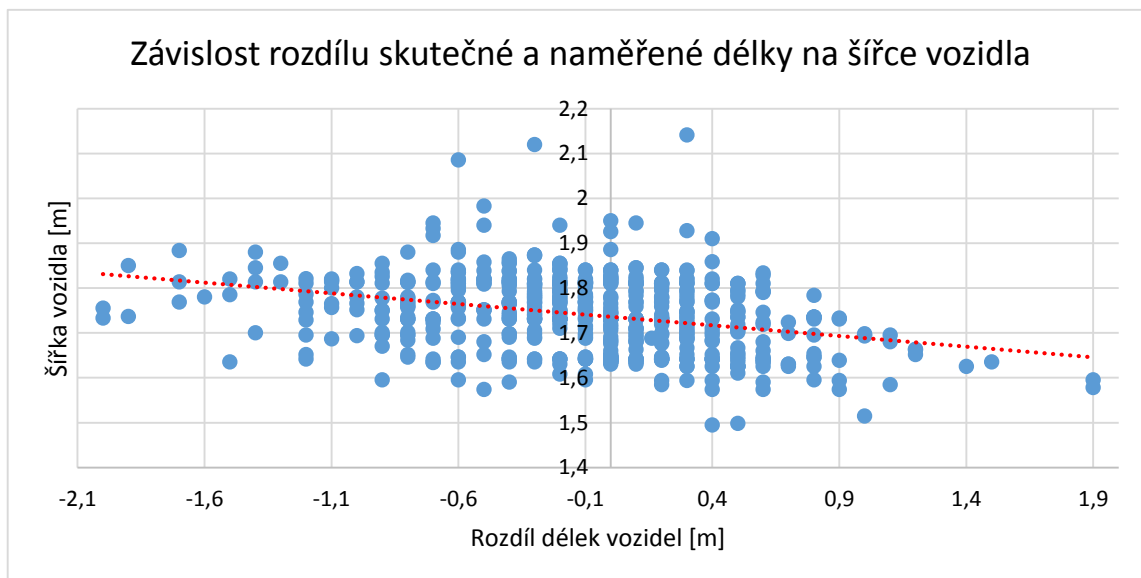
5. V pěti případech se stalo, že radar zaznamenal vozidlo jedoucí ve směru k přístroji, aniž by se v měřené oblasti nějaké vyskytovalo. Takových případů nastalo celkem šest a délky těchto záznamů jsou na následujícím obrázku (Obrázek 38).



Obrázek 38: Délky vozidel projíždějících v záporném směru, které byly zaznamenaný jako vozidla jedoucí ve směru k přístroji - měření č. 3

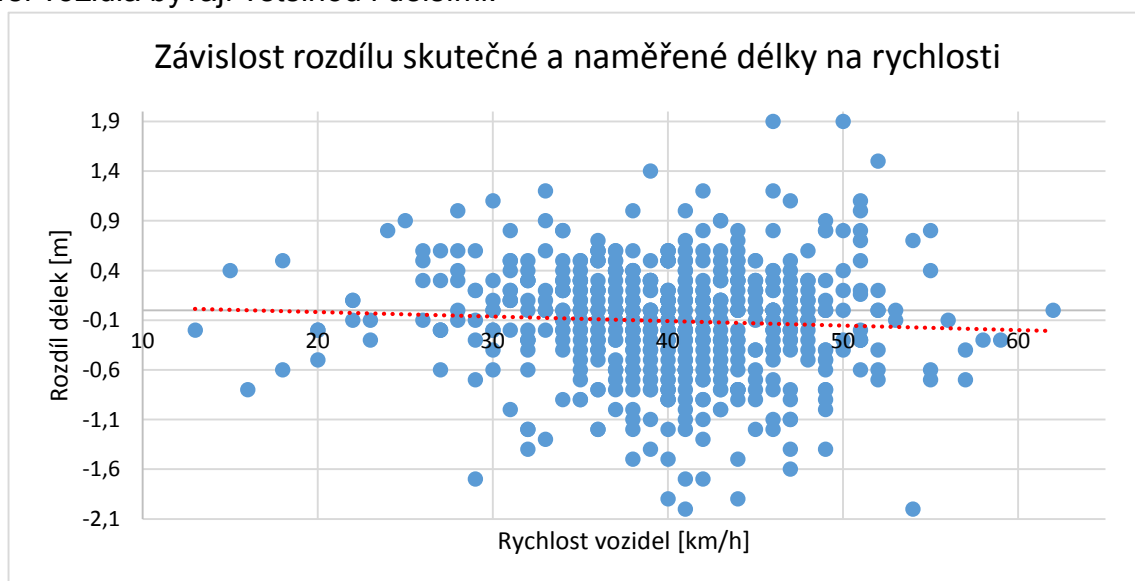


Nepřesná data byla vyfiltrována a u zbytku dat byla zkoumána závislost rozdílu naměřené a skutečné délky na různých veličinách, které by potenciálně tuto délku mohly ovlivnit. Závislosti jsou vyobrazeny na následujících obrázcích (Obrázek 39-41).



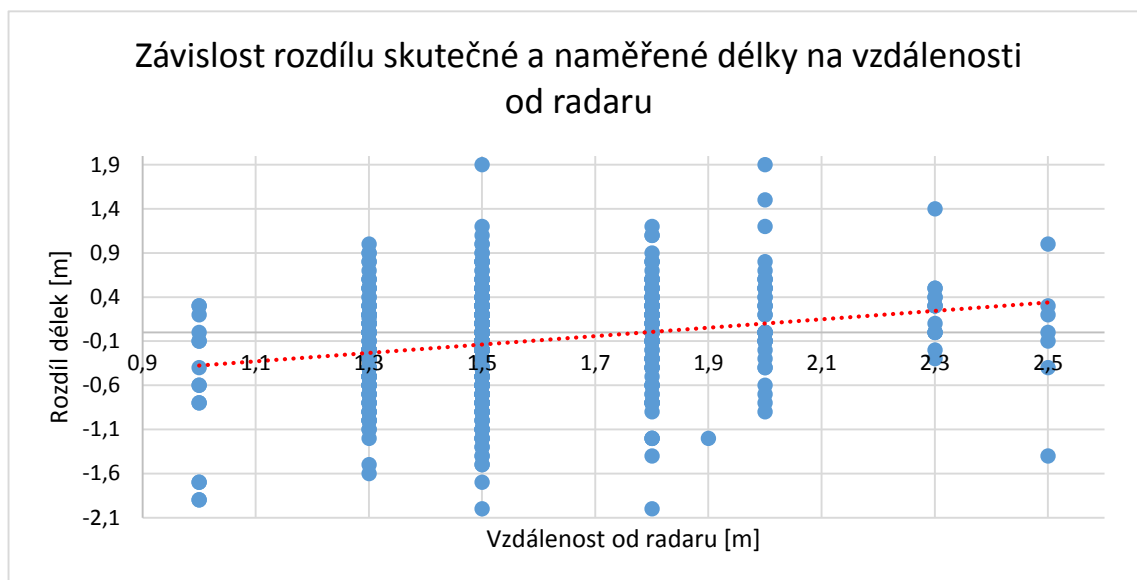
Obrázek 39: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla – měření č. 3

I při třetím měření se prokázalo, že šířka vozidla měření délky ovlivňuje, ovšem ne příliš. Širší vozidla mají tendenci být zaznamenávána jako kratší než ve skutečnosti jsou a užší vozidla naopak. Stejný trend lze vyzorovat i u závislosti rozdílu naměřené a skutečné délky vozidla na jeho skutečné délce. To není nějak překvapivé, protože širší vozidla bývají většinou i delšími.



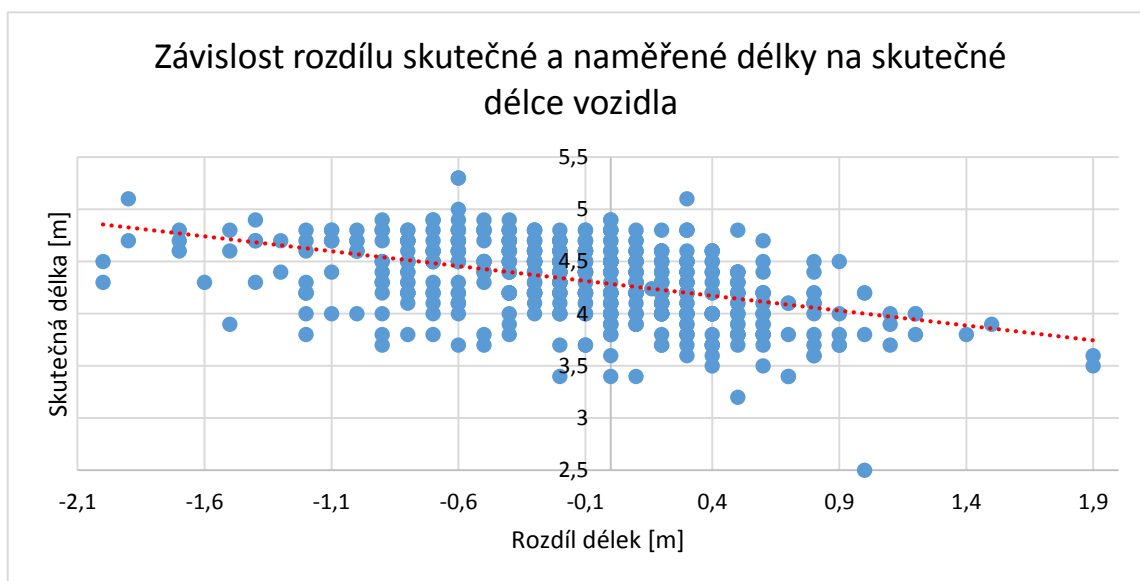
Obrázek 40: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti – měření č. 3

Nebyla vypořizována výrazná závislost mezi rychlostí a rozdílem naměřené a skutečné délky vozidel. Lze si pouze povšimnout, že mezi rychlostmi 30 až 50 km/h opět došlo k většímu rozdílu v délkách skutečné a naměřené délky vozidel.



Obrázek 41: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru – měření č. 3

Při posledním měření ve Strakonících se opět prokázala jistá závislost rozdílu skutečné a naměřené délky vozidla na vzdálenosti od radaru. Vozidla jedoucí blíž k radaru byla zaznamenána se záporným rozdílem délek a byla tedy naměřena kratší, než ve skutečnosti jsou. Naopak vozidla jedoucí ve větší vzdálenosti od radaru byla zaznamenána jako spíše delší než ve skutečnosti.



Obrázek 42: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla – měření č. 3

Opět se potvrdilo, že vozidla s nižší délkou jsou změřena spíše větší a delší vozidla jsou přístrojem změřena spíše kratší.

## 5.5 Analýza dat z lokality č. 2 – Volyně

Ve Volyni probíhalo měření v sobotu 2. dubna 2016 a celkový počet vozidel, která projela měřicím úsekem, byl 926. Celkový počet vozidel určených k analýze se po vyfiltrování delších a kratších vozidel ustálil na 322 záznamech. Nízký počet projíždějících vozidel se očekával, vzhledem k tomu, že měření probíhalo v sobotu od 12 do 14 hodin. Opět byly zjištěny některé nepřesnosti v měření, všechny jsou sepsány níže.

1. Motocykl jedoucí směrem od přístroje předjížděl v měřené oblasti jiná vozidla a dostal se tudíž blíže k přístroji, do jízdního pruhu určeného pro vozidla jedoucí ve směru k přístroji. Radarový přístroj vyhodnotil tento motocykl jako vozidlo jedoucí v kladném směru vzhledem k přístroji a zaznamenal ho s délkou 1,9 metru. Tento případ je vyobrazen na následujícím obrázku (Obrázek 43).



Obrázek 43: Motocykl zaznamenaný jako vozidlo jedoucí ve směru k přístroji

2. Měřenou oblastí projelo v čas měření celkem sedm vozidel s přívěsem, přičemž ve všech případech se délky přívěsu započítala k délce samotného vozidla. Vozidla jsou zobrazena v následující tabulce (Tabulka 8).

Tabulka 8: Vozidla s přívěsem, která byla zaznamenána jako jedno delší vozidlo – měření č. 4

Vozidlo	Skutečná délka [m]	Délka zaznamenaná radarem [m]	Rozdíl délek [m]	Šířka [m]	Vzdálenost od radaru [m]	Rychlost [km/h]
Land Rover Freelander	4,4	6,7	2,3	1,8	2,5	57
Ford Mondeo combi	4,8	6,0	1,2	1,9	2,3	53
VW Touran	4,4	6,7	2,3	1,8	2,5	50
Ford Focus combi	4,5	6,1	1,6	1,8	2,5	51
Ford Siera	4,4	6,4	2	1,7	2,5	57
Subaru Outback	4,8	5,9	1,1	1,8	2,5	53
Škoda Octavia combi	4,6	6,8	2,2	1,8	2,3	47

Pouze ve dvou případech (v tabulce zeleně) nedošlo ke změně kategorie, kterou přístroj určuje. Ostatní vozidla spadla do vyšší kategorie.

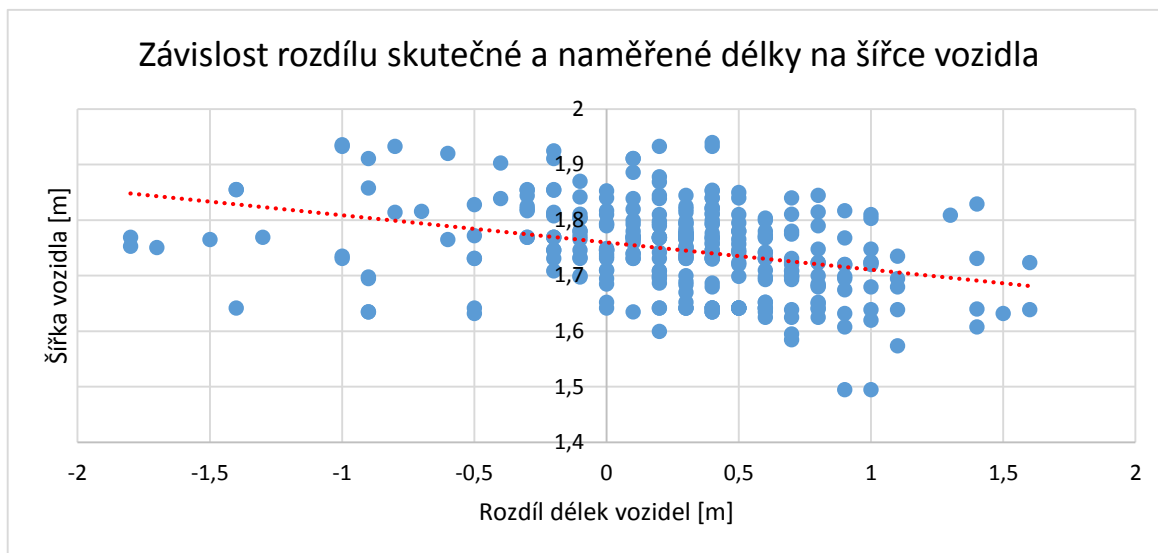
- Pouze dvakrát byla dvě vozidla jedoucí těsně za sebou zaznamenána jako jedno dlouhé vozidlo. V prvním případě byla vozidla zaznamenána s délkou 9,8 metru a ve druhém 10,8 metru. Jeden z těchto případů je zobrazen na následujícím obrázku (Obrázek 44).



Obrázek 44: Vozidla jedoucí těsně za sebou jsou přístrojem zaznamenána jako jedno delší vozidlo

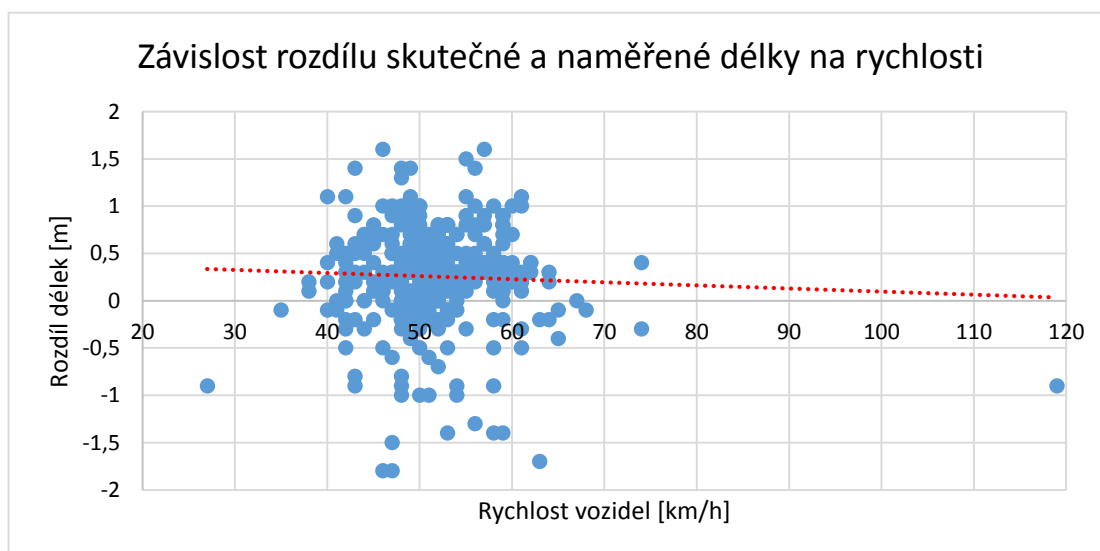
- Jen jednou se při měření ve Volyni stalo, že bylo zaznamenáno vozidlo, které se v paprsku přístroje vůbec nenacházelo. Radar naměřil délku 2,1 metru a rychlost 14 km/h.

Vzhledem k malému počtu projíždějících vozidel nedošlo k případu, že by vozidla jedoucí ve směru od přístroje ovlivňovala délku naměřenou u vozidel jedoucích směrem k přístroji. Na následujících obrázcích je vyobrazena závislost rozdílu naměřené a skutečné délky na různých veličinách.



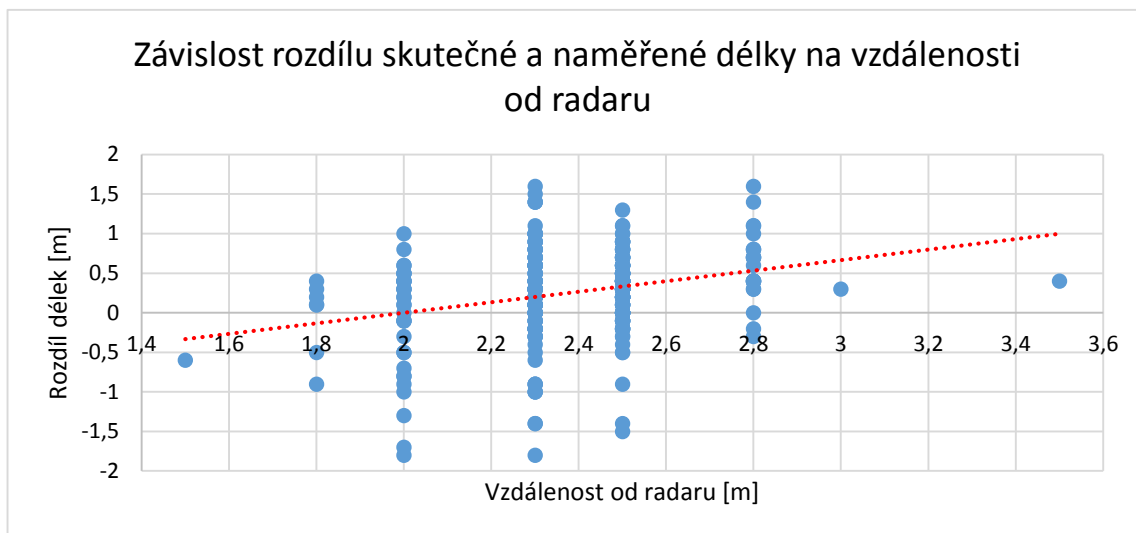
Obrázek 45: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla – měření č. 4

I z výsledků v lokalitě Volyně lze usuzovat, že užší vozidla jsou měřena jako delší a širší naopak jako kratší.



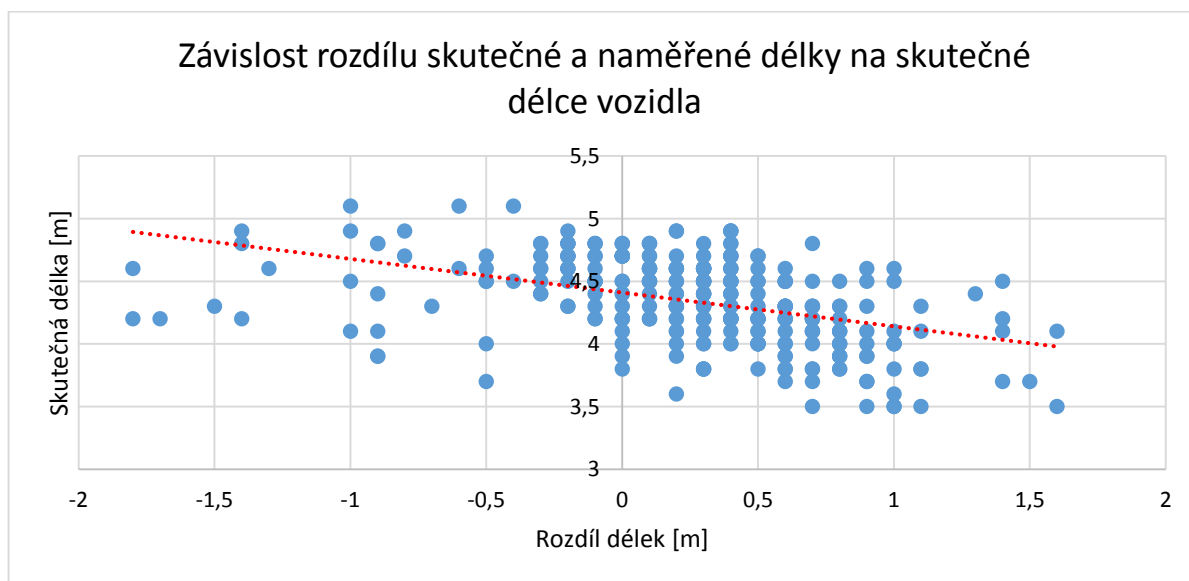
Obrázek 46: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti – měření č. 4

Závislost měření délky na rychlosti projíždějících vozidel se nepotvrdila, protože při různých rychlostech naměřil přístroj různé rozdíly délek vozidel. Zajímavostí v této lokalitě ovšem je to, že ačkoliv se jedná o úsek komunikace v obci, kde by vozidla měla jezdit rychlostí nejvýše 50 km/h, až 54 % vozidel jelo více jak 50 km/h. Jedno vozidlo jelo dokonce až 119 km/h.



Obrázek 47: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru – měření č. 4

Při tomto měření je vidět, že naměřená délka vozidel závisí na vzdálenosti od radaru. Červená přímka vypadá na obrázku více strmá, to ale ovlivňují dvě vozidla jedoucí dále od radaru. Jinak tato závislost není tak výrazná.



Obrázek 48: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla – měření č. 4

Závislost na skutečné délce vozidla vykazuje podobné výsledky jako závislost na šířce vozidla. Lze tedy říci, že rozměrnější vozidla jsou přístrojem měřena jako menší a naopak menší vozidla jsou přístrojem naměřena jako větší.

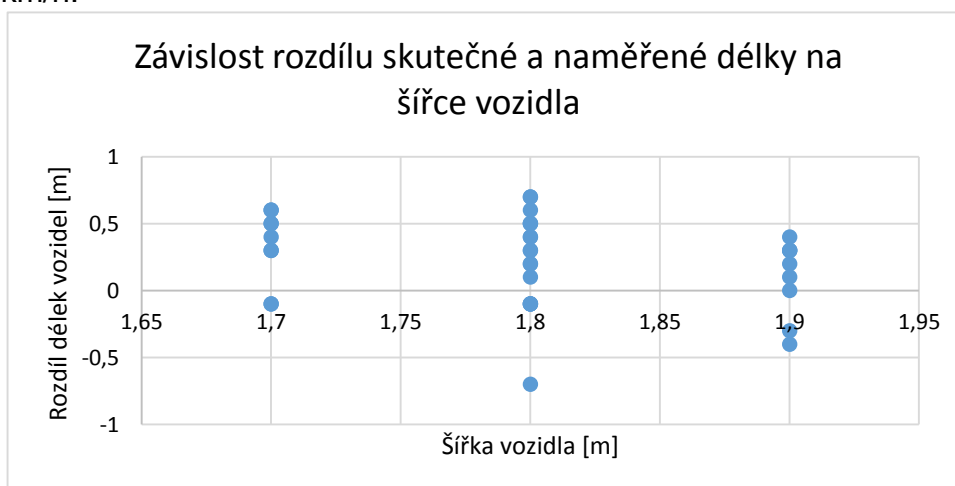
## 5.6 Analýza dat z lokality č. 3 – Čestice

V Česticích bylo provedeno měření s předem známými vozidly, která projížděla měřenou oblastí v požadované vzdálenosti od radaru a s požadovanou rychlostí. Níže je uveden seznam vozidel, která byla vybrána pro toto měření:

Tabulka 9: Vozidla vybraná pro měření v Česticích

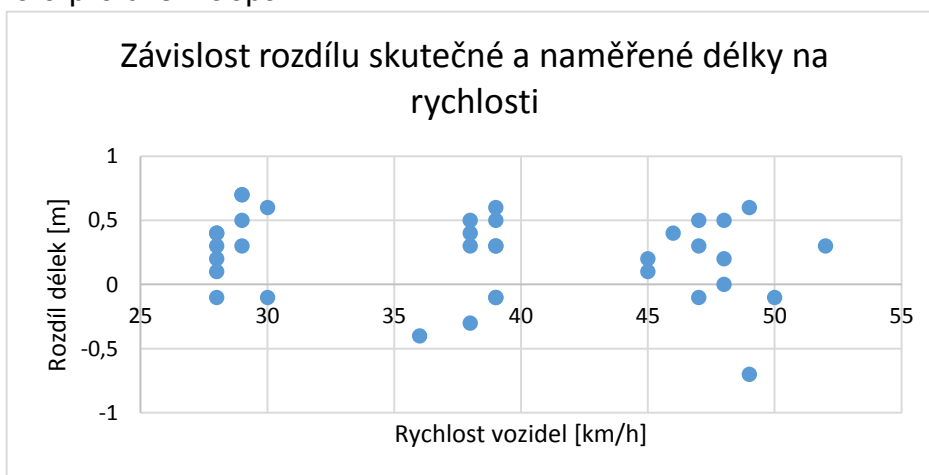
Vozidlo	Skutečná délka [m]	Šířka [m]
Škoda Octavia	4,5	1,7
Hyundai I30 combi	4,5	1,8
VW Golf	4,2	1,8
Ford Mondeo	4,8	1,9

Vozidla jezdila okolo přístroje ve vzdálenosti 1,4, dále 2,4 a 3 metry a při rychlosti 30, 40 a 50 km/h.



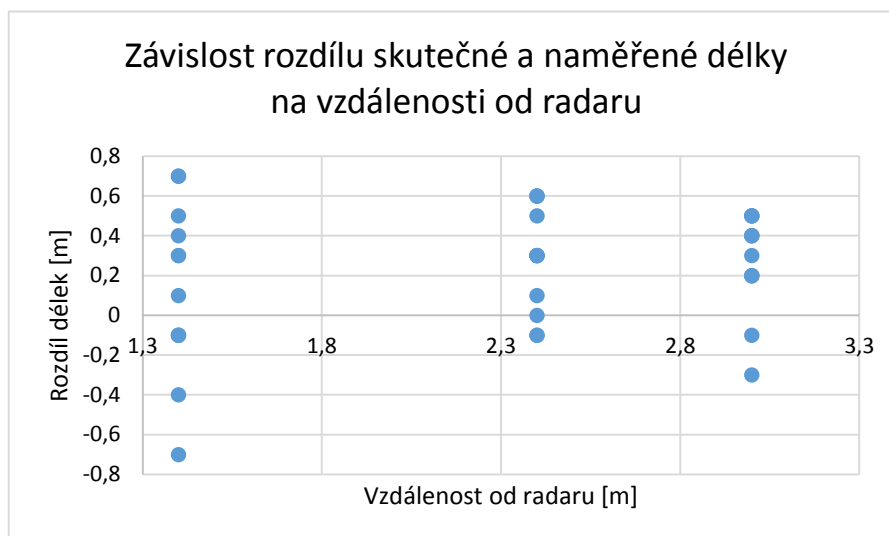
Obrázek 49: Přesnost měření délky při různých šířkách vozidel - měření č. 5

Dle prvního obrázku se potvrdil předpoklad, že pro širší vozidla je radarem naměřena kratší délka a pro užší naopak.



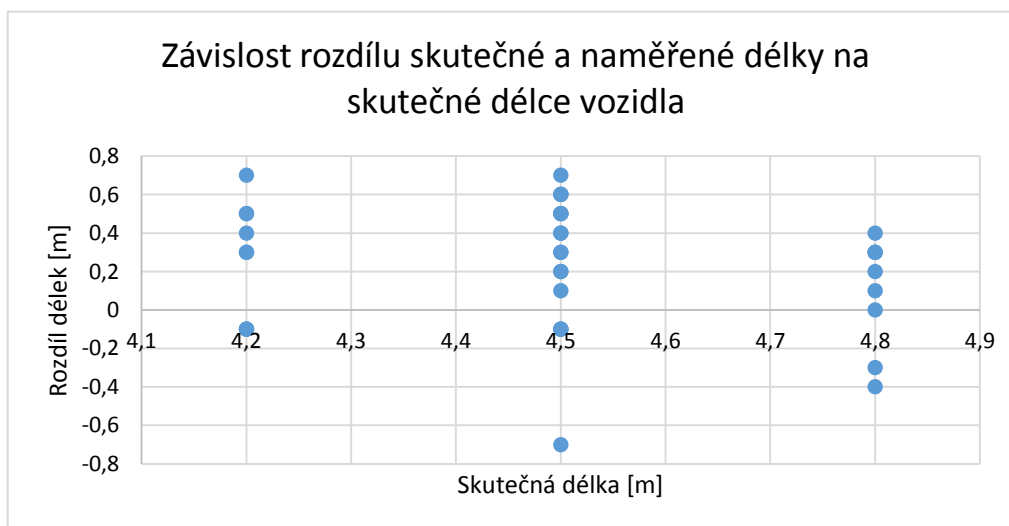
Obrázek 50: Přesnost měření délky při různých rychlostech vozidel - měření č. 5

Při testování radaru za různých rychlostí se neukázaly žádné výrazné výchyly. Při různých rychlostech má radar přesnost v měření délky také různou.



Obrázek 51: Přesnost měření délky při různých rychlostech vozidel - měření č. 5

Při vzdálenosti 1,4 metru dosahuje přístroj nejvyšších nepřesností. Naopak pro vzdálenost 2,4 je nejpřesnější. Vždy záleží na nastavení samotného přístroje, zda je nastaven pro kratší či delší vozidla a v jaké vzdálenosti. Jelikož se v tomto případě přístroj nastavoval právě pro vzdálenost 2,4 metru, lze v této vzdálenosti očekávat nejpřesnější výsledky.



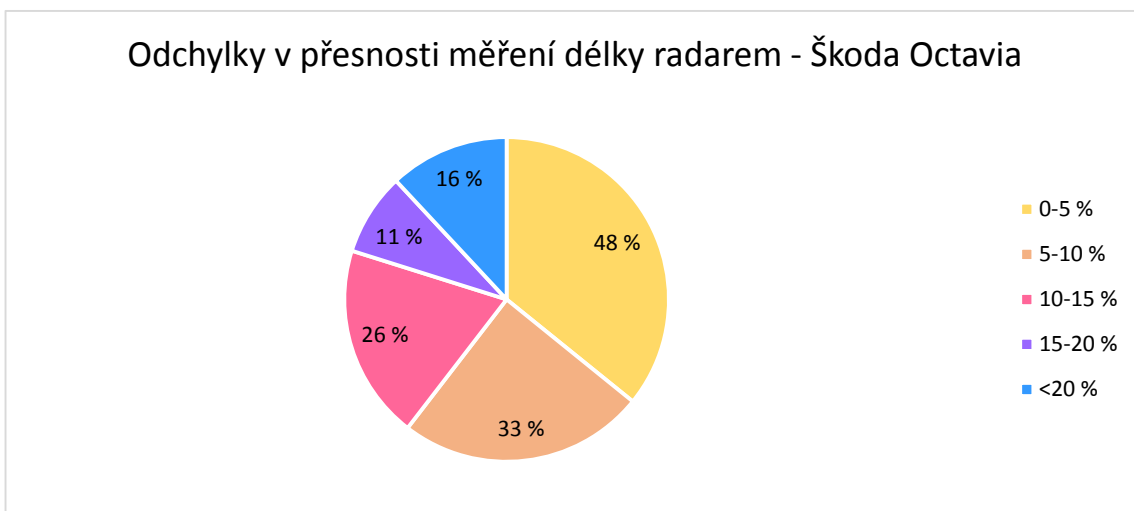
Obrázek 52: Přesnost měření délky dle skutečné délky vozidel - měření č. 5

Nejmenší nepřesnosti se přístroj dopustil u měření vozidla měřícího 4,8 metru. Dle tohoto vozidla byl totiž přístroj nastaven. Z obrázku lze také vypožorovat, že s rostoucí délkou vozidel se rozdíl mezi naměřenou a skutečnou délkou vozidla dostává do záporných čísel a tudíž je naměřená délka menší než skutečná. To vyplývá ze všech provedených měření.

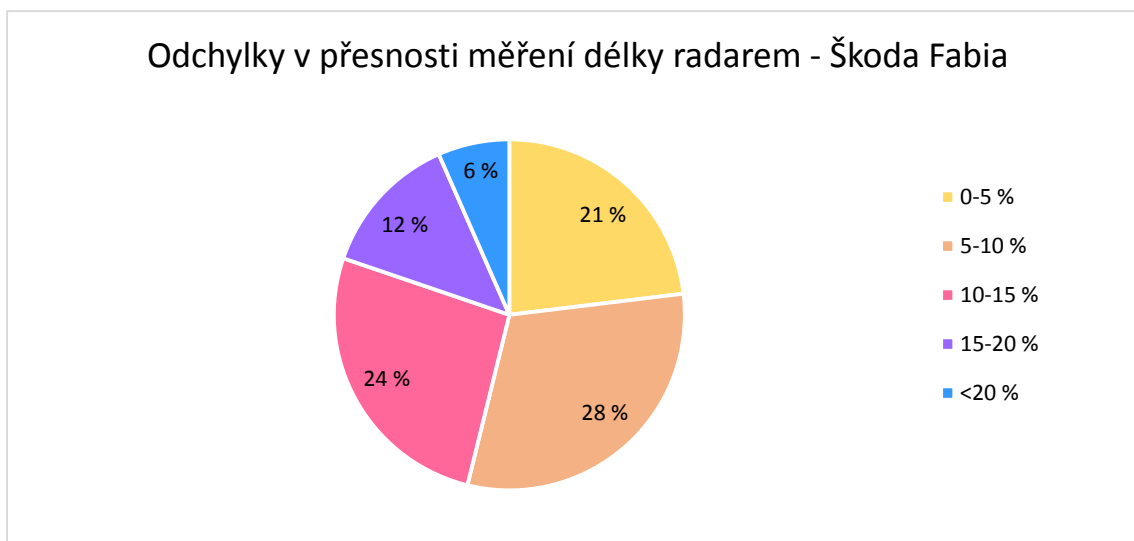


## 5.7 Shrnutí provedených měření

Vzhledem k tomu, že Sierzega SR4 je statistický radar, dalo by se říct, že výrobcem udávaná chyba měření 20% je dost vysoká. Pro měřené vozidlo Škoda Octavia s délkou 4,5 metru to znamená odchylku 0,9 metru. Lze tedy naměřit délku 3,6 až 5,4 metru a podle výrobce je to stále správně. Pro vozidlo Škoda Fabia, které měří 4 metry, je toto rozmezí přesnosti od 3,2 do 4,8 metrů. Je dobré říci, že se ani u jednoho z nejčastěji se vyskytujících vozidel nemění jeho kategorie. Na následujících obrázcích je znázorněno s jakou přesností byla vozidla Škoda Octavia a Škoda Fabia naměřena ve všech měřeních dohromady. Je třeba podotknout, že v grafech jsou pouze data bez výše uvedených nepřesností v měření.



Obrázek 53: Odchylky v přesnosti měření délky radarem – Škoda Octavia



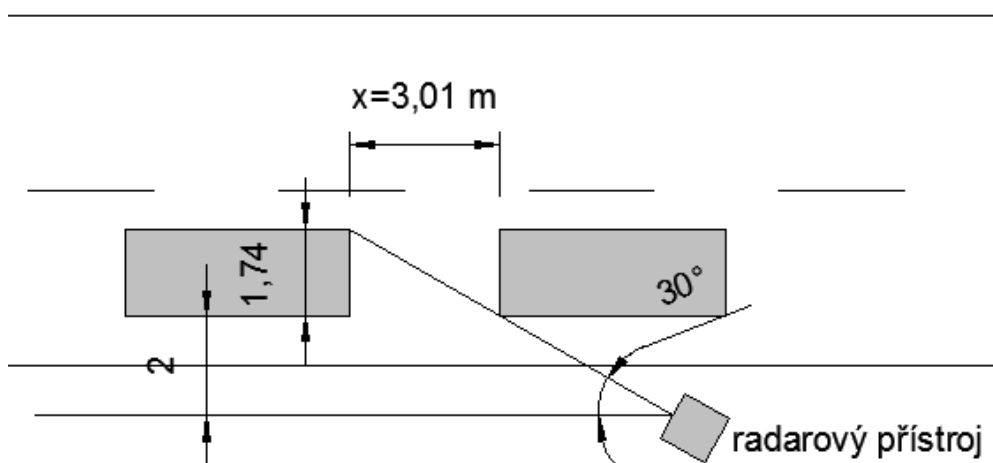
Obrázek 54: Odchylky v přesnosti měření délky radarem – Škoda Fabia

Jak je z obrázků patrné, u vozidla Škoda Octavia došlo k překročení výrobcem deklarované hranice v přesnosti v 16 % případů a u Škoda Fabia v 6 %. Vzhledem k tomu, že byl přístroj vždy nastavován podle délky vozidel Škoda Octavia, je zarážející, že až čtvrtina naměřených vozidel tohoto typu mělo odchylku přes 20 %. Naopak lze ale zdůraznit, že necelá polovina těchto vozidel byla naměřena s odchylkou menší než 5 %.

Mnohokrát se stalo, že přístroj zaznamenal vozidlo, aniž by se v oblasti měření nějaké nacházelo. K tomuto jevu docházelo především pár sekund před nebo po průjezdu nákladního či rozměrnějšího vozidla. Zaznamenaná imaginární vozidla měla přibližnou rychlost rozměrného vozidla a jeho délka byla většinou do dvou metrů.

Vozidla s přívěsem byla ve všech případech (kromě jednoho) zaznamenána jako jedno delší vozidlo. Vzhledem k tomu, že přívěs je těsně za měřeným vozidlem, je tento výsledek očekávaný, protože radar dostane na konci samotného vozidla pouze mírný pokles intenzity odražených vln a hned nato se intenzita opět zvýší téměř na stejnou úroveň jako při měření jedoucího vozidla. Teprve až na konci přívěsu dojde k hledanému výraznému poklesu intenzity odražených vln a tudíž i k ukončení měření daného vozidla.

S tímto jevem souvisí také případy, kdy jsou vozidla jedoucí těsně za sebou zaznamenána jako jedno dlouhé vozidlo. Vzhledem k tomu, že musí být přístroj nastaven vzhledem k vozovce pod úhlem 30°, lze teoreticky vypočítat minimální odstup vozidel, při kterém nemá přístroj možnost zaznamenat konec jednoho vozidla a začátek dalšího. Příklad je uveden na následujícím obrázku (Obrázek 55).



Obrázek 55: Minimální odstup vozidel pro možné vyhodnocení konce vozidla přístrojem

Průměrná šířka projíždějících vozidel byla 1,74 metru. Tato hodnota byla použita pro výpočet minimálního odstupu mezi vozidly, který přístroji teoreticky umožní rozpoznat konec a začátek jednoho a druhého vozidla. Jednoduchým výpočtem lze získat výslednou délku odstupu v metrech. Ačkoliv má paprsek přístroje určitý rozptyl paprsku, pro výpočet se používá hodnota úhlu 30°, kdy je intenzita paprsku největší.

$$x = 1,74 * \cot g 30^\circ = 3,01 \text{ m}$$

Minimální odstup v metrech vyšel tedy něco málo přes 3 metry, ovšem jestliže se tento odstup vyjádří jako časový, záleží na rychlosti projíždějících vozidel. V následující tabulce jsou uvedeny minimální odstupy vozidel pro různé rychlosti. Je dobré připomenout, že se jedná pouze o teoretický výpočet, při ideálních podmínkách.

Tabulka 10: Odstupy vozidel při různých rychlostech

Rychlost [km/h]	Časový odstup [s]
50	0,217
40	0,271
30	0,361
20	0,542

Jak je vidět, teoreticky je přístroj schopen rozlišit mezi vozidly jedoucími v běžném provozu v intravilánu s časovým odstupem okolo půl sekundy. Takto blízko ovšem vozidla běžně nejezdí, jejich odstup bývá větší a tudíž by přístroj měl být schopen rozlišit dvě vozidla vždy.

Tato úvaha byla ovšem pouze teoretická, v případě, že by se všechny vlny vyslané z přístroje přímo odrážely zpět do přístroje a mířily by tedy kolmo na plochu vozidla. Vzhledem ke tvaru karoserií to ovšem nelze zaručit. Vlny vyslané z přístroje se v levém předním rohu vozidla odrážejí do různých směrů a jen minimum z nich se vrací zpět do přístroje. Radar tedy v tomto místě zaznamenává nejnižší intenzitu. Nejvíce vyslaných vln se z vozidla vrací do přístroje v jeho předním pravém rohu. Nejenže je v tomto místě kapota vozidla nejbliž radaru, ale také je nejvíce "nakolmena" vzhledem k přístroji. Zde dostane tedy přístroj maximum intenzity. Jak vozidlo jede dál, dochází opět postupně ke snižování intenzity a nejmenší pak dosáhne v zadní pravé části

projíždějícího vozidla. Jestliže mají vozidla mezi sebou alespoň minimální odstup, měl by přístroj zaznamenat jen opravdové minimum odražených vln a následně by se intenzita odražených paprsků měla zase zvýšit, protože přístroj zaznamená levý přední roh následujícího vozidla.

Zajímavé jsou případy, při nichž dojde k rozdělení jednoho vozidla na dva záznamy. Nikdy totiž nenastalo, že by byl měřící paprsek ovlivněn jinou viditelnou překážkou, a přesto došlo k rozdělení těchto vozidel. Časový odstup druhého záznamu je většinou menší než 0,5 sekundy, tudíž menší než obvyklý časový odstup vozidel na pozemních komunikacích. Rychlosti obou rozdělených záznamů se ve všech případech velmi podobají.

Podle očekávání došlo v lokalitě Volyně, kde byly nejnižší intenzity, k menšímu počtu zjištěných nepřesností. Vzhledem k menší intenzitě došlo k menšímu překrývání vozidel v měřené oblasti. Zajímavostí ovšem je, že i přes menší počet zjištěných nepřesností nedošlo ke zvýšení přesnosti měření délky vozidel. Průměrná přesnost měření délky v jednotlivých lokalitách je uvedena v následující tabulce (pouze data bez zjištěných nepřesností v měření).

Tabulka 11: Průměrná přesnost měření délky v jednotlivých lokalitách

Lokalita – číslo měření	Průměrná přesnost měření délky v %
Strakonice – měření č. 1	11,5
Strakonice – měření č. 2	10,1
Strakonice – měření č. 3	10,0
Volyně - měření č. 4	11,5
Čestice – měření č. 5	7,6

Průměrná přesnost se pohybuje okolo 10-11 %, to znamená, že nejčastěji projíždějící vozidla Škoda Octavia se skutečnou délkou 4,5 mohou být naměřena jako vozidla s délkou přibližně 4,1 až 4,9 metru a Škoda Fabia s délkou 4 metry může být změřena jako vozidlo s délkou 3,6 až 4,4 metry. Nejvyšší přesnosti bylo dosaženo při posledním měření, kdy se v paprsku radaru nacházela pouze vozidla jedoucí ve směru k přístroji.

Při měření nákladních vozidel či dodávek se naměřená data často rozdělovala na menší části, tudíž se odražená vlnoplocha od kapoty odrážela od jiných částí okolí a až po nějaké době opět dorazila do radarového modulu, který ji zaznamenal jako jiné vozidlo, většinou kratší do 1 do 2 metrů.

Často se také při měření stávalo, že po dlouhé odmlce v kladném směru a naopak hodně vozidel projíždějících v záporném směru se těsně před vozidlo jedoucí v kladném směru po této odmlce zaznamená imaginární vozidlo, obvykle do 2 metrů dlouhé, zhruba 2 sekundy před vlastním projetím vozidla v kladném směru.

## 5.8 Možnosti vylepšení údajů z radarového přístroje

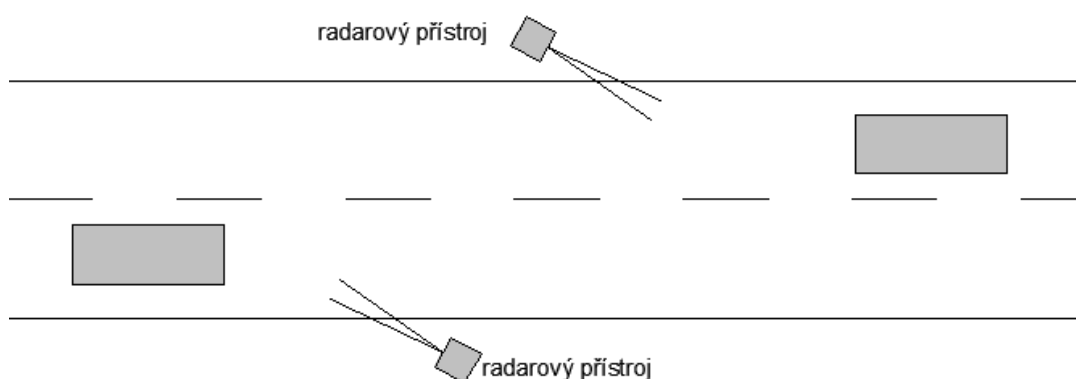
Základním řešením nepřesných či jinak zkreslených dat naměřených přístrojem je řádná analýza a filtrace naměřených dat. To se dá provádět například za pomoci videozáznamu, jako to bylo prováděno v této práci. Tento postup je ovšem poněkud zdlouhavý a pro větší intenzity vozidel či delší časové úseky měření se tento postup nehodí. Dále lze data filtrovat pomocí různých matematických a statistických nástrojů. Při filtraci je možné zvolit, že se například nebude počítat s daty, která byla zaznamenána příliš blízko za sebou. Vzhledem k tomu, že většina vozidel udržuje řádný odstup od vozidel předchozích, je vhodné řešit při analýze dat z radarového přístroje záznamy, jejichž odstup od předchozího záznamu je menší než například jedna sekunda. Bezpečná vzdálenost se udává obecně dráha, kterou ujede vozidlo za 2 sekundy. [29] Přičemž mnoho vozidel tento odstup nedodrží a jezdí blíže. Z pozorování lze obecně vyloučit záznamy, které mají odstup menší než jednu sekundu. Tím se při analýze dat mimo jiné ovšem vyloučí vozidla, u kterých došlo k rozdělení na dva záznamy. Zůstane tedy pouze první záznam vozidla se zhruba poloviční délkou, než je skutečná. To je třeba vzít v úvahu a je jasné, že není tak jednoduché najít algoritmus, kterým by se data dokonale vyfiltrovala. Dle názoru autora to bez videozáznamu, pouhým použitím statistických nástrojů není možné.

Při vyloučení dat pod určitou hranici časového odstupu je ale třeba dbát na to, aby časové odstupy naměřené přístrojem odpovídaly skutečným odstupům. V několika případech se při měření stalo, že časový odstup vozidel neodpovídal skutečnému. Tyto odstupy jsou v příloze vyznačeny žlutě.

Největším problémem u radarových přístrojů obecně bývá rušení vozidly, která jedou směrem od přístroje. Například jestliže se v mezeře mezi vozidly objeví v přístroji vozidlo v protisměru, nedojde k tradičnímu poklesu intenzity odraženého paprsku, ale radar zaznamená jakousi intenzitu, kterou může přiřadit k předchozímu vozidlu projíždějícímu ve směru k přístroji a započítat tak další vozidlo jedoucí ve směru k přístroji také k tomuto vozidlu.

Při měření bylo vypořádováno, že pokud se v paprsku radaru objeví nejprve vozidlo v protisměru a hned nato vozidlo jedoucí směrem k přístroji, je toto vozidlo jedoucí ve směru k přístroji zaznamenáno jako kratší vozidlo. Jestliže se v paprsku radaru objeví nejprve vozidlo jedoucí směrem k přístroji a hned za jeho zadní částí se objeví v paprsku přední část protijedoucího vozidla, je délka vozidla jedoucího směrem k přístroji prodloužena. Neplatí to ovšem vždy, k rušení radarového paprsku může docházet i jinými, zatím neobjasněnými podmínkami okolí.

Tento problém je ovšem velmi těžké vyřešit v případě, že je potřeba měřit oba směry zároveň. V případě měření obou směrů zároveň by pro zvýšení přesnosti měření bylo potřeba umístit na každou stranu komunikace samostatný radarový modul, který by měřil pouze směr přijíždějící k tomuto přístroji. Bylo by ovšem nutné zajistit, aby se vysílané paprsky z obou měřičů nerušily a neovlivňovaly navzájem. To se dá vyřešit buď umístěním obou radarů v určité vzdálenosti od sebe (v návodu od společnosti Sierzega se uvádí minimálně 50 metrů), přičemž by oba měřily profil stejné komunikace, jen o pár metrů dál. Schéma je zobrazeno na obrázku níže.

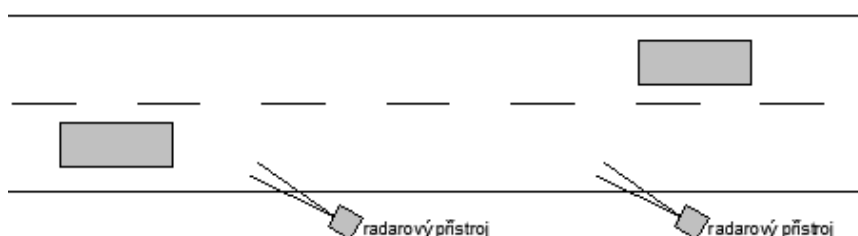


Obrázek 56: Radarové moduly na obou stranách komunikace

Pro měření pouze jednoho jízdního pruhu je řešení jednodušší. Některé přístroje na trhu již disponují omezovačem výkonu radarového paprsku a dochází tedy ke

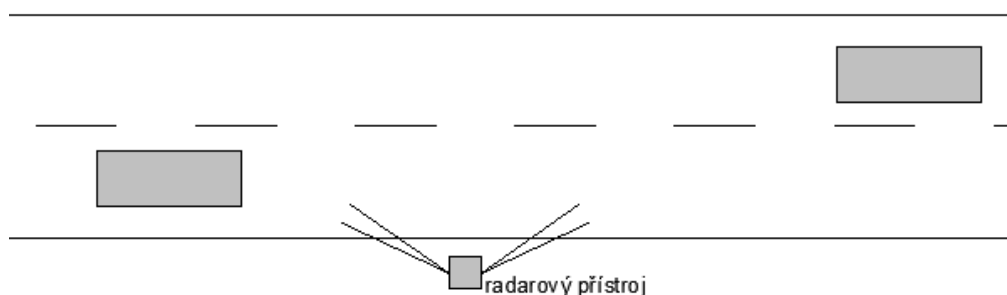
snížení délky, na kterou je radarový paprsek schopen měřit. Tímto se dá například nastavit, aby radar měřil pouze vozidla projíždějící například do 3 nebo do 4 metrů od přístroje, v závislosti na umístění radaru vzhledem k vozovce. Tímto se radarovému přístroji jednoduše určí, s jakými vozidly má počítat a omezí se tak chyby způsobené překrýváním vozidel v radarovém paprsku. Provést se to dá buď pomocí snížení výkonu zdroje vln anebo vhodným stíněním vln před přístrojem.

Dále je možné umístit podél vozovky dva radarové přístroje v určité vzdálenosti od sebe, které by byly propojeny a porovnávaly by naměřená data. V případě, že by se při porovnávání dat zjistilo, že se obě naměřené záznamy výrazně liší, došlo by k vymazání takového záznamu.



Obrázek 57: Radarové moduly na jedné straně komunikace

Pro ušetření nákladů lze tyto dva radarové moduly nainstalovat do jedné krabice, přičemž by každý modul mířil na jiný směr vozovky. Popřípadě by šlo použít pouze jeden upravený radarový modul. První radarový modul by byl namířen přímo na směr měření, tudíž pod klasickým úhlem  $30^\circ$  by měřil vozidla jedoucí v bližším jízdním pruhu, která přijíždějí k přístroji. Druhý radarový modul by byl nastaven zrcadlově vzhledem k vozovce. Snímal by tedy vozidla jedoucí blíž k radarovému přístroji, která se v tomto případě ovšem vzdalují od radaru. Schéma takového řešení je zobrazeno na následujícím obrázku (Obrázek 58).



Obrázek 58: Radarový modul na jedné straně komunikace, který vysílá paprsky do dvou směrů

## 6. Závěr

Diplomová práce s názvem *Limity přístrojů určených k zaznamenávání vozidel a měření jejich rychlostí*, která vznikla v návaznosti na práci bakalářskou *Měření rychlosti vozidel*, se zabývá statistickým radarem určeným k zaznamenávání vozidel, zjišťuje nepřesnosti, kterých se při měření dopouští, dále za jakých okolností tyto nepřesnosti vznikají a navrhuje řešení, kterými lze nepřesnosti snížit.

V úvodní kapitole se čtenáři mohou seznámit se způsoby, jakými je možné provádět sběr dopravních dat, jaké přístroje se používají, jak se rozdělují a jaké dopravní charakteristiky lze z přístrojů získat. Jedna kapitola je věnována mikrovlnným dopravním radarům a je zde popsán princip jejich fungování.

Následuje představení společnosti vyrábějící přístroj Sierzega SR4, který byl v této práci zkoumán. V další kapitole je popsán samotný radarový přístroj, jaké může získávat dopravní charakteristiky, dále z jakých komponentů se přístroj skládá a jak s ním zacházet.

V páté kapitole je popsáno samotné měření, které bylo s přístrojem provedeno za účelem zjištění okolností vzniku nepřesností se zaměřením zejména na délku vozidel. Dle výrobce je přesnost v určení délky až 20 %, což je pro statistický radar poměrně vysoká hodnota. Nejprve byly popsány podmínky, které při měření panovaly, a dále lokality, vybrané k testování radaru. Tři vybrané lokality se výrazným způsobem nelišily, všechny jsou v intravilánu. První lokalita se nachází v husté zástavbě rodinných domů, druhá u vlakového nádraží na okraji města a třetí lokalita je v obci, kde se neočekává výrazná intenzita vozidel.

Celkem bylo zjištěno několik druhů nepřesností v měření. Jednou z nich bylo zaznamenávání vozidel, která se před přístrojem nenacházela. Délky takovýchto zaznamenaných vozidel byly převážně do dvou metrů a v lokalitě Volyně, kde byla velmi nízká intenzita projíždějících vozidel, došlo k tomuto jevu pouze jednou. Tyto záznamy se objevovaly většinou před nebo po průjezdu větších osobních vozidel nebo nákladních vozidel.

Další poměrně častou nepřesností v zaznamenávání vozidel bylo rozdělení na dva záznamy s těsným odstupem. Jestliže se délky těchto rozdělených vozidel sečtou, lze



získat přibližně stejnou délku rozděleného vozidla. Tato nepřesnost výrazně ovlivňuje analýzu dat pomocí filtrace. Při filtrování dat, která mají kratší odstup než vozidla obvykle mívají, totiž druhé poloviny těchto rozdělených vozidel zůstanou samostatně s délkou okolo dvou metrů.

Obecně se z měření vyzorovalo, že v případě průjezdu protisměrného vozidla paprskem jako prvního se délka vozidla jedoucího ve směru k přístroji zkrátí. Zkrácení délky vozidel ovšem nemá žádnou pravidelnost ani přesnou délku zkrácení.

V případě, že potřebujeme pro analýzu dat pouze kategorie vozidel, lze říci, že přístroj měří velmi správně. Délku vozidel přístroj také měří ve většině případů správně, ovšem při analýze dat bez zjištěných nepřesností se zjistilo, že u vozidel Škoda Octavia došlo k překročení výrobcem deklarované hranice přesnosti měření délky až v 16 % případů. Naopak ale téměř polovina vozidel Škoda Octavia byla změřena velmi přesně.

Při každém měření se zkoumala závislost jednotlivých faktorů na přesnost měření délky. Rozměrnější vozidla jsou přístrojem zaznamenána jako menší a naopak menší vozidla jsou zaznamenána jako delší. Rozdíl není ovšem nijak výrazný, projevuje se až u delších vozidel, například autobusů či nákladních vozidel. Rychlost projíždějících vozidel má určitý vliv na přesnost měření délky. Při rychlosti mezi 30 až 50 km/h byl rozptyl rozdílu skutečné a naměřené délky nejvyšší, při nízkých a vysokých rychlostech se tento rozptyl snížil. Vzdálenost radaru do jedoucích vozidel také ovlivňuje přesnost v měření délky, při malé vzdálenosti vozidla od radaru je jeho délka spíše zkracována a při větší vzdálenosti spíše prodlužována.

Nejlepších výsledků by bylo dosaženo, kdyby jezdila stejně dlouhá vozidla ve stejné vzdálenosti od přístroje. Vzhledem k šířkám jízdních pruhů a rozmanitosti vozového parku to ovšem není možné. Proto je nutné hledat jiné způsoby pro lepší výsledky měření. V práci je popsáno několik takových řešení, přičemž nejlepší se zdá být varianta omezení vysílacího výkonu paprsku přístroje tak, aby měřil pouze vozidla v jednom směru jízdy. S tím jsou ale spojená další úskalí, jako například omezení rozpoznatelnosti objektů a proto by aplikace tohoto řešení vyžadovala nejen zásah do samotného přístroje, ale i další testování.

Domnívám se, že cíl práce byl splněn a doufám, že mé poznatky se využijí při dalším zkoumání a vylepšování takovýchto přístrojů.

## 7. Seznam použitých zdrojů

- [1] Čarská, Zuzana; Příbyl, Pavel. *Data, modely, aplikace - Parametry dopravního proudu, Způsoby sledování dopravního proudu*. Přednáška k předmětu Teorie provozu na pozemních komunikacích. Ústav dopravních systémů. ČVUT FD v Praze.
- [2] Romodis - Rozvoj moderních dopravních inteligentních systémů: Modul č. 1 - Fyzikální vlastnosti detektorů. [online]. 2009 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.romodis.cz/infomod.php?id=33>
- [3] AŽD Praha. *Dopravní detektory* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <https://www.azd.cz/admin/files/Dokumenty/pdf/Produkty/Silnicni/Dopravni-detektory.pdf>
- [4] *Kapitola III. ITS (Inteligentní Dopravní Systémy) (ČÁST 2)* [online] 2009 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/93>
- [5] *Technika – indukční detektory*. [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://preference.prazsketramvaje.cz/showpage.php?name=technika>
- [6] Dopravně inženýrská laboratoř Ústavu dopravních systémů [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://k612.fd.cvut.cz/?kap=vyzkum&pkap=laboratords>
- [7] *Ramet 10T*. [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.ramet.as/ramer10-t>
- [8] Tureček, Jaroslav. *Policejní technika*. 1. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. 316 s. ISBN 978-80-7380-119-9
- [9] Příbyl, Pavel. *Měření dopravních a fyzikálních parametrů*. Přednáška k předmětu Teorie provozu na pozemních komunikacích. Ústav dopravních systémů. ČVUT FD v Praze
- [10] *Kdo může měřit rychlost?* [online]. 2010 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.dopravni-pravo.cz/prekroceni-rychlosti/kdo-muze-merit-rychlost/>
- [11] Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl. *Fyzika*. 1. vyd. Brno: VUTIUM; Praha: PROMETHEUS, 2000. 1198 s. ISBN 80-214-1869-9
- [12] Malá, Zuzana; Nováková, Danuše; Vítů, Tomáš. *Fyzika I*. 3. přeprac. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2009. 188 s. ISBN 978-80-01-04220-5
- [13] *Ramer10 Návod k obsluze*. R311 063X CZ, RAMET a.s. KUNOVICE, vydáno 2013-04-02
- [14] *About us*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/About-Us>
- [15] *Radar Speed Displays*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/About-Us/Our-Products-Services/Speed-Displays>
- [16] *Sierzega Speed Display GR33L*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/Products/Product-Viewer/GR33L>
- [17] *Sierzega Speed Display GR33S*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/Products/Product-Viewer/GR33S>

- [18] *Sierzega Speedpacer 4568SQ*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/Products/Product-Viewer/SP4568SQ>
- [19] *Sierzega Traffic Detection Device SR4*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/Products/Product-Viewer/Sierzega-SR4-Verkehrserfassungsgeraet>
- [20] *SR4 Radar Counter*. [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.hellotrade.com/control-specialists-company/sr4-radar-counter.html>
- [21] *Sierzega Bicycle Counter SR6-Bike*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/Products/Product-Viewer/Sierzega-Radzaehlsystem-SR6-Bike>
- [22] *STerminal*. [online]. 2016. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sierzega.STerminal&hl=cs>
- [23] *Specialised Software*. [online]. 2015 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/About-Us/Our-Products-Services/Specialised-Software>
- [24] *online Traffic Database*. [online]. 2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.sierzega.com/en-us/About-Us/Our-Products-Services/Online-Traffic-Database>
- [25] Sierzega Elektronik GmbH. *Sierzega SR4 - Návod k obsluze přístroje*.
- [26] *Mapové podklady – Strakonice*. [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [27] *Mapové podklady – Volyně*. [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [28] *Mapové podklady – Čestice*. [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [29] *Bezpečná vzdálenost* [online]. 2012 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-rizeni-vozidla/bezpecna-vzdalenost>

## 8. Seznam obrázků, tabulek a příloh

### Seznam obrázků

Obrázek 1: Výsledek prostorově-časového sledování [1] .....	13
Obrázek 2: Křižovatka s videodetektoru [3] .....	14
Obrázek 3: Příklad provedení indukční smyčky ve vozovce [5] .....	16
Obrázek 4: Laserový přístroj Riegl FG21-P pro měření rychlosti vozidel [6] .....	17
Obrázek 5: Radarový přístroj Ramer 10T pro měření rychlosti vozidel [7] .....	17
Obrázek 6: Měření rychlosti vozidel Policií ČR [10].....	19
Obrázek 7: Přehled jednotlivých druhů elektromagnetického spektra [2] .....	21
Obrázek 8: Postupné vlnění se zobrazením amplitudy $y_m$ , vlnové délky $\lambda$ a periody $T$ [11].....	21
Obrázek 9: Zakladatel společnosti Sierzega Ing. Robert Sierzega [14] .....	24
Obrázek 10: Různé druhy dopravních displejů od společnosti Sierzega [15] .....	24
Obrázek 11: Rychlostní displej GR33L zobrazující aktuální rychlost projíždějících vozidel [16].....	25
Obrázek 12: Rychlostní displej GR33L zobrazující aktuální rychlost projíždějících vozidel [17].....	26
Obrázek 13: Rychlostní displej 4568SQ zobrazující aktuální rychlost projíždějících vozidel [18].....	26
Obrázek 14: Radarový přístroj Sierzega SR4 [20].....	27
Obrázek 15: Rozhraní BT-Comm aplikace .....	28
Obrázek 16: Rozhraní aplikace STerminal [22] .....	29
Obrázek 17: Software Sierzega SRA [23].....	29
Obrázek 18: Princip přenosu dat do online databáze [24-upraveno].....	30
Obrázek 19: Jednotlivé komponenty přístroje Sierzega SR4 .....	33
Obrázek 20: Umístění ulice Husova ve městě Strakonice [26].....	36
Obrázek 21: Směrování radaru v ulici Husova – východ.....	37
Obrázek 22: Směrování radaru v ulici Husova - západ .....	37
Obrázek 23: Umístění ulice Nádražní ve městě Volyně [27].....	38
Obrázek 24: Směrování radarového modulu v ulici Nádražní .....	39
Obrázek 25: Umístění ulice vybrané k měření vozidel v obci Čestice [28] .....	40
Obrázek 26: Směrování radarového modulu v Česticích .....	40
Obrázek 27: Umístění a nasměrování radaru ve Volyni .....	41
Obrázek 28: Rozložení délek imaginárních vozidel, který radar zaznamenal - měření č. 1 .....	43
Obrázek 29: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla - měření č. 1.....	47
Obrázek 30: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti - měření č. 1 .....	47
Obrázek 31: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru - měření č. 1 .....	48
Obrázek 32: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla - měření č. 1....	48
Obrázek 33: Rozložení délek imaginárních vozidel, který radar zaznamenal - měření č. 2 .....	50
Obrázek 34: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla – měření č. 2.....	52
Obrázek 35: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti – měření č. 2 .....	52
Obrázek 36: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru – měření č. 2.....	53
Obrázek 37: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla – měření č. 2....	53
Obrázek 38: Délky vozidel projíždějících v záporném směru, které byly zaznamenány jako vozidla jedoucí ve směru k přístroji - měření č. 3.....	56
Obrázek 39: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla – měření č. 3.....	57
Obrázek 40: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti – měření č. 3 .....	57

Obrázek 41: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru – měření č. 3.....	58
Obrázek 42: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla – měření č. 3...	58
Obrázek 43: Motocykl zaznamenaný jako vozidlo jedoucí ve směru k přístroji .....	59
Obrázek 44: Vozidla jedoucí těsně za sebou jsou přístrojem zaznamenána jako jedno delší vozidlo ..	60
Obrázek 45: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na šířce vozidla – měření č. 4.....	61
Obrázek 46: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na rychlosti – měření č. 4 .....	61
Obrázek 47: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na vzdálenosti od radaru – měření č. 4 .....	62
Obrázek 48: Závislost rozdílu skutečné a naměřené délky na skutečné délce vozidla – měření č. 4 ...	62
Obrázek 49: Přesnost měření délky při různých šířkách vozidel - měření č. 5 .....	63
Obrázek 50: Přesnost měření délky při různých rychlostech vozidel - měření č. 5 .....	63
Obrázek 51: Přesnost měření délky při různých rychlostech vozidel - měření č. 5 .....	64
Obrázek 52: Přesnost měření délky dle skutečné délky vozidel - měření č. 5 .....	64
Obrázek 53: Odchytky v přesnosti měření délky radarem – Škoda Octavia.....	65
Obrázek 54: Odchytky v přesnosti měření délky radarem – Škoda Fabia .....	65
Obrázek 55: Minimální odstup vozidel pro možné vyhodnocení konce vozidla přístrojem .....	66
Obrázek 56: Radarové moduly na obou stranách komunikace .....	70
Obrázek 57: Radarové moduly na jedné straně komunikace .....	71
Obrázek 58: Radarový modul na jedné straně komunikace, který vysílá paprsky do dvou směrů .....	71

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Vozidla, která byla rozdělena radarem do více záznamů – měření č. 1.....	44
Tabulka 2: Vozidla, jejichž délka byla pozmeněna z důvodu narušení paprsku protijedoucím vozidlem – měření č. 1.....	46
Tabulka 3: Záznamy, při nichž byla dvě vozidla zaregistrována jako jedno dlouhé – měření č. 2.....	49
Tabulka 4: Vozidla, která byla rozdělena radarem do více záznamů – měření č. 2.....	51
Tabulka 5: Záznamy, při nichž byla dvě vozidla zaregistrována jako jedno dlouhé – měření č. 3.....	54
Tabulka 6: Vozidla, jejichž délky byla zkrácena kvůli průjezdu vozidla v protisměru, který se v paprsku objevil dřív – měření č. 3.....	55
Tabulka 7: Vozidla, jejichž délky byla zkrácena kvůli průjezdu vozidla v protisměru, který se v paprsku objevil dřív – měření č. 3.....	56
Tabulka 8: Vozidla s přívěsem, která byla zaznamenána jako jedno delší vozidlo – měření č. 4.....	60
Tabulka 9: Vozidla vybraná pro měření v Česticích.....	63
Tabulka 10: Odstupy vozidel při různých rychlostech.....	67
Tabulka 11: Průměrná přesnost měření délky v jednotlivých lokalitách.....	68

## Seznam příloh

Příloha 1: Zjištěné nepřesnosti v měření
Příloha 2: Výsledky měření–Strakonice-10.03.2016
Příloha 3: Výsledky měření–Strakonice-11.03.2016
Příloha 4: Výsledky měření–Strakonice-01.04.2016
Příloha 5: Výsledky měření–Volyně-02.04.2016
Příloha 6: Výsledky měření–Čestice-03.04.2016
Příloha 7: Výsledky měření–Shrnutí měření

# Přílohy

## Příloha 1 – Zjištěné nepřesnosti v měření

Níže uvedené hodnoty nejsou kompletní. V tabulce byly ponechány pouze hodnoty, u kterých byla zjištěna viditelná nepřesnost v měření.

### Měření č. 1 – 10.03.2016

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
13:31:24	78	39	3	1,5	Škoda	Favorit	3,8	1,625	2	4	průjezd vozidla v protisměru	7
13:31:26	92	42	3	1,5	VW	Passat	4,7	1,74	2	4,5	průjezd vozidla v protisměru	7
13:32:56	28	34	2	1,6						2,8	vozidlo v protisměru narušuje signál	6
13:35:24	124	38	4	3,1	Škoda	Felicia	3,9	1,635	2	8,5	průjezd vozidla v protisměru	7
13:35:50	17	48	1	6,7	Škoda	Fabia combi	4,2	1,646	1,5	-2,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:35:53	35	42	2	2,1						3,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:36:28	43	12	2	4,5	Ford	Focus combi	4,5	1,839		-0,2		odstup
13:40:21	78	37	3	1,4	Škoda	Octavia	4,6	1,769	1,3	3,2	průjezd vozidla v protisměru	7
13:40:23	29	52	2	1,4						2,9	v paprsku nic není	2
13:41:44	18	45	1	2,6						1,8	v paprsku nic není	2
13:41:46	62	45	3	1,5	Citroen	Picaso	4,3	1,812	2	1,9	přívěs	3
13:42:52	35	42	2	3,4	Škoda	Fabia	4	1,646	1,5	-0,5		odstup
13:43:21	28	53	2	10,5	Škoda	Fabia	4	1,646	1,8	-1,2	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:43:21	11	51	1	0,2						1,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:44:15	44	44	2	12,9	Renault	Scenic	4,3	1,845	1,8	0,1		odstup
13:46:11	24	41	2	2,7	Citroen	Berlingo	4,1	1,724	1,5	-1,7	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:46:11	17	38	1	0,2						1,7	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:46:31	35	49	2	2,7	Renault	Megane	4,6	1,777	1,5	-1,1		odstup
13:48:16	33	49	2	25,5	Fiat	Marea	4,5	1,73	1,5	-1,2	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
13:49:48	33	16	2	8,3	Hyundai	I10	3,6	1,595	1	-0,3		odstup
13:51:15	42	43	2	1						4,2	v paprsku nic není	2
13:52:10	22	42	2	16,7	Audi	A4	4,5	1,828	1,5	-2,3	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:52:11	17	41	1	0,3						1,7	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
13:53:36	11	44	1	2,1	Ford	Focus	4,5	1,84	2	-3,4	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
13:53:45	52	45	2	3						5,2	v paprsku nic není	2
13:56:25	13	50	1	25,5						1,3	v paprsku nic není	2
14:01:19	17	44	1	5						1,7	v paprsku nic není	2
14:01:53	28	44	2	4,5	Ford	Mondeo combi	4,8	1,886	1,3	-2	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
14:01:58	19	42	1	1,2						1,9	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
14:04:59	12	44	1	2,5						1,2	v paprsku nic není	2

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdílný délek	poznámka	číslo chyby v DP
14:05:35	12	48	1	25,5						1,2	v paprsku nic není	2
14:05:37	38	48	2	1,7	Škoda	Roomster	4,2	1,684	1,5	-0,4	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:09:35	38	49	2	25,5	cyklo + vozidlo		1,71			3,8	cyklista zakrývá vozidlo (4,6)	1
14:10:33	12	46	1	4,2						1,2	v paprsku nic není	2
14:10:55	32	39	2	5,7						3,2	v paprsku nic není	2
14:11:45	44	35	2	0,7						4,4	vozidlo v protisměru narušuje signál	6
14:12:34	32	48	2	1,5	VW	Passat combi	4,8	1,82	1,5	-1,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
14:12:37	16	56	1	2,5						1,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
14:14:10	33	40	2	0,5	Škoda	Felicia	3,9	1,635	2	-0,6		odstup
14:15:38	42	43	2	5,6	VW	Passat	4,8	1,82	2	-0,6	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:15:56	15	37	1	17,6						1,5	v paprsku nic není	2
14:16:50	38	44	2	25,5	VW	Golf	4,3	1,786	1,5	-0,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:18:21	29	42	2	2	Opel	Insignia	4,8	1,858	2	-1,9	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:18:23	40	45	2	1,7	Renault	Scenic	4,6	1,845	1,5	-0,6	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:20:11	11	40	1	25,5						1,1	v paprsku nic není	2
14:20:42	29	40	2	0,8						2,9	v paprsku nic není	2
14:21:05	39	52	2	3,9	VW	Passat combi	4,8	1,82	1,5	-0,9	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:21:12	13	45	1	6,3						2	v paprsku nic není	2
14:21:18	12	37	1	3,1						1,2	v paprsku nic není	2
14:22:07	41	31	2	9,4	Peugeot	406 combi	4,7	1,765	1,3	-0,6	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:26:54	13	36	1	0,3						1,3	v paprsku nic není	2
14:26:57	35	34	2	0,9						3,5	v paprsku nic není	2
14:27:17	33	40	2	2,5	VW	Passat combi	4,7	1,746	1,5	-1,4	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:28:18	14	38	1	7						1,4	v paprsku nic není	2
14:31:36	33	47	2	2	Škoda	Fabia combi	4,2	1,646	2	-0,9	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:32:23	22	36	2	0,5						2,2	přívěs s vozidlem	4
14:33:30	21	37	2	20,5						2,1	v paprsku nic není	2
14:34:14	27	45	2	1,8	Hyundai	Accent	4,2	1,67	1,5	-1,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:38:25	14	43	1	25,5						1,4	v paprsku nic není	2
14:38:27	64	44	3	1,5	Ford	Mondeo combi	4,8	1,886	1,8	1,6	přívěs	3
14:40:04	24	43	2	25,5						2,4	v paprsku nic není	2
14:41:15	12	42	1	25,5						1,2	v paprsku nic není	2
14:43:56	47	35	2	1,2	Škoda	Felicia combi	4,2	1,635	2	0,5	po chodníku jede v kladném směru cyklista	9
14:44:16	33	38	2	4,2	Ford	Focus combi	4,4	1,825	1,5	-1,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:44:18	43	42	2	1,7	Toyota	Yaris	3,6	1,66	1,5	0,7	průjezd vozidla v protisměru	7
14:46:17	69	38	3	1,8	Peugeot	307	4,2	1,746	2	2,7	před ním jede bus a za ním dodávka	10
14:47:45	44	49	2	2,7	Škoda	Octavia	4,6	1,635	2	-0,2		odstup
14:48:40	46	40	2	18,5	Škoda	Fabia	4	1,646	2	0,6	přívěs	3

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
14:49:57	33	55	2	25,5	Škoda	Fabia combi	4,2	1,646	1,5	-0,9	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:50:24	11	35	1	17,4	Škoda	Octavia	4,6	1,769	1,8	-3,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
14:50:27	34	35	2	2						3,4	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
14:51:46	22	46	2	1,3	Mitsubishi	Colt	3,8	1,77	1,3	-1,6	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:57:13	37	48	2	25,5	Citroen	C5 combi	4,8	1,78	1,5	-1,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
14:58:52	11	35	1	25,5						1,1	v paprsku nic není	2
15:01:09	11	48	1	3,8						1,1	v paprsku nic není	2
15:05:13	33	35	2	3,1	Citroen	C5 combi	4,8	1,78	1,5	-1,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
15:07:14	18	47	1	1,1	Opel	Corsa	4	1,713	1,3	-2,2	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
15:07:15	21	44	2	0,4						2,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
15:08:43	11	36	1	25,5	Honda	Accord	4,6	1,701	1,5	-3,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
15:08:49	108	35	3	2,2	Hyundai	Elantra	4,5	1,72	1,8	6,3	dvě vozidla zaznamenána jako jedno velké	8
15:09:09	17	35	1	3,3						1,7	v paprsku nic není	2
15:12:16	18	46	1	4,7	škoda	Octavia	4,6	1,769	1,3	-2,8	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
15:12:17	21	44	2	0,2						2,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
15:13:42	33	39	2	25,5	škoda	Superb combi	4,8	1,817	1,5	-1,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
15:13:45	16	45	1	3,1						1,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	5
15:14:27	33	46	2	25,5	Renault	Clio	4	1,707	1,8	-0,7	vozidlo v protisměru je v paprsku první	11
15:14:32	13	39	1	0,9						1,3	v paprsku nic není	2

## Měření č. 2 – 11.3.2016

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
15:08:06	50	44	2	2,7	Fiat	Bravo	4	1,784	1,5	1	průjezd vozidla v protisměru	3
15:09:12	35	48	2	17,4	Škoda	Fabia	4	1,646	1,3	-0,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:09:19	43	46	2	6,8	Toyota	Carina	4,4	1,81	1,5	-0,1	přívěs	1
15:12:46	59	44	2	16	škoda	Felicia combi	4,2	1,635	1,5	1,7	přívěs	1
15:15:16	25	52	2	17,5						2,5	v paprsku nic není	4
15:15:47	28	58	2	3,6	Renault	Megane	4,3	1,808	1	-1,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:17:40	84	46	3	10,1	Škoda	Fabia combi	4,2	1,646	1,5	4,2	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	2
15:21:15	40	35	2	1,3	Mercedes	C-Class	4,6	1,723	1,5	-0,6	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:23:48	134	28	4	2,5	Nissan	Navara	5	1,585	1,8	8,4	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	2



čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
15:24:36	34	39	2	2,7	Škoda	Octavia combi	4,7	1,814	1,5	-1,3	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:26:08	27	49	2	15	Honda	Civic	4,2	1,701	1,5	-1,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
15:26:09	18	50	1	0,3						1,8	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
15:30:53	45	39	2	12,1	Škoda	Octavia combi	4,6	1,769	1,5	-0,1		odstup
15:32:37	24	39	2	2,4	Škoda	Felicia	3,9	1,635	1,5	-1,5	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:36:02	84	33	3	5,3	Hyundai	Tuscon	4,5	1,88	1,5	3,9	dvě vozidla zaznamenaná jako jedno	2
15:37:39	49	33	2	2,4						4,9	v paprsku nic není	4
15:37:59	30	32	2	1,8	Volvo	XC90	4,8	1,804	1,5	-1,8	troubilo	6
15:41:03	52	45	2	1,5	Suzuki	Grand Vitara	3,9	1,74	1,3	1,3	přívěs	1
15:41:26	64	45	3	12,3	Honda	Civic	4,4	1,695	1,5	2	přívěs	1
15:42:45	33	40	2	25,5	škoda	Fabia	4	1,646	1,3	-0,7	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:43:11	34	46	2	7,2	škoda	Fabia combi	4,2	1,646	1,3	-0,8	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:51:40	29	24	2	1,3	Renault	Megane	4,3	1,808	1,3	-1,4	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
15:59:28	18	59	1	20,5						1,8	v paprsku nic není	4
16:04:41	78	39	3	1,8	Citroen	Xsara	4,4	1,698	1,3	3,4	dvě vozidla zaznamenaná jako jedno	2
16:06:36	36	46	2	9,5	Škoda	Octavia combi	4,7	1,814	1,5	-1,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
16:08:03	29	37	2	1,7	Hyundai	I30	4,3	1,78	1,8	-1,4	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
16:10:10	46	43	2	3,4	Nissan	Micra	3,7	1,585	2	0,9	průjezd vozidla v protisměru	3
16:11:47	31	51	2	6,9	opel	Vectra combi	4,5	1,694	1,5	-1,4	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:11:48	12	50	1	0,2						1,2	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:11:59	65	46	3	10,2	škoda	Octavia combi	4,7	1,814	1,5	1,8	přívěs	1
16:13:24	23	55	2	10,8	Hyundai	I30	4,3	1,78	1	-2	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:13:24	14	51	1	0,1						1,4	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:14:42	86	43	3	3,4	škoda	Octavia	4,5	1,731	1,5	4,1	průjezd vozidla v protisměru	3
16:16:01	20	41	1	25,5	Chevrolet	Captiva	4,7	1,917	1,5	-2,7	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:16:02	15	41	1	0,3						1,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:16:22	44	44	2	12,8	Peugeot	206	3,8	1,652	2	0,6		odstup

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
16:25:50	94	42	3	24,5	Renault	Scenic	4,3	1,845	1,8	5,1	průjezd vozidla v protisměru	3
16:25:58	11	46	1	1,2						1,1	v paprsku nic není	4
16:28:44	27	37	2	7,8	Hyundai	Getz	3,8	1,78	1,5	-1,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
16:30:27	76	36	3	8,7	Renault	Espace	4,7	1,945	1,5	2,9	Přívěs s vozidlem	1
16:33:08	32	52	2	0,2	škoda	Octavia	4,6	1,769	1,5	-1,4		odstup
16:33:37	52	44	2	2	Kia	Sportage	4,4	1,855	1,5	0,8	přívěs	1
16:33:59	11	45	1	20						1,1	v paprsku nic není	4
16:34:20	37	38	2	1,5	VW	Passat combi	4,8	1,82	1,5	-1,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:34:20	11	35	1	0,3						1,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:34:34	26	36	2	10,9	Škoda	Felicia	3,9	1,635	1,3	-1,3	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
16:35:34	17	25	1	20,9	VW	Sharan	4,6	1,81	1,5	-2,9	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
16:35:37	53	33	2	0,8						5,3	v paprsku nic není	4
16:38:53	48	36	2	2,7						4,8	v paprsku nic není	4
16:41:54	50	37	2	25,5	Citroen	Saxo	3,7	1,595	2	1,3	přívěs	1
16:45:35	49	34	2	3,2						4,9	v paprsku nic není	4
16:46:05	16	33	1	25,3	VW	Golf	4,1	1,735	1,5	-2,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:46:06	17	35	1	0,2						1,7	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
16:46:31	57	51	2	16,1	Renault	Laguna	4,6	1,772	1,5	1,1	přívěs	1
16:48:16	38	37	2	7,6	Peugeot	206	3,8	1,652	1,8	0	přívěs	1
16:51:39	31	44	2	25,5	Kia	Sportage	4,4	1,855	1,5	-1,3	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
16:59:36	84	40	3	25,5	Ford	Galaxy	4,6	1,81	1,5	3,8	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	2
17:02:29	28	48	2	1,5	Peugeot	206	3,9	1,652	1,5	-1,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
17:13:39	22	53	2	25,5	Mazda	121	3,8	1,809	1,5	-1,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
17:13:40	18	49	1	0,3						1,8	jedno vozidlo rozděleno na dvě	7
17:15:58	32	40	2	20,4	Ford	Focus combi	4,4	1,825	1,8	-1,2	vozidlo v protisměru je v paprsku první	5
17:16:15	88	41	3	11,6	Škoda	Felicia combi	4,2	1,635	1,5	4,6	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	2
17:27:07	54	34	2	2,6	opel	Zafira	4,5	1,742	1,5	0,9	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	2
17:27:12	40	35	2	0,7	VW	Passat	4,7	1,74	1,5	-0,7		odstup

### Měření č. 3 – 01.04.2016

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
11:45:09	62	33	3	1	škoda	Octavia	4,5	1,731	2,3	1,7	přivěs	1
11:45:12	72	27	3	1,9	VW	Polo	4	1,682	1,5	3,2	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
11:48:02	70	35	3	5,6	škoda	Octavia combi	4,6	1,769	1,3	2,4	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
11:51:58	34	43	2	25,5	VW	Amarok	5,2	1,944	1,3	-1,8	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
11:51:59	14	39	1	0,3						1,4	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
11:53:46	32	37	2	2,2	Audi	A4	4,6	1,766	1,5	-1,4	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
11:54:33	25	44	2	25,5	Renault	Megane	4,1	1,699	1,8	-1,6	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
11:57:06	40	43	2	16,8	Škoda	Rapid	4,5	1,94	1,5	-0,5		odstup
11:58:06	40	39	2	1,6	Peugeot	106	3,7	1,594	1,8	0,3		odstup
12:04:52	39	34	2	3,6	Škoda	Fabia combi	4,2	1,642	1,5	-0,3		odstup
12:07:17	38	36	2	2,9	Peugeot	206	3,8	1,652	2,3	0		odstup
12:07:28	25	47	2	9,2	Škoda	Octavia combi	4,6	1,769	1,3	-2,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:07:28	16	47	1	0,3						1,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:07:40	24	38	2	6,1	Škoda	Felicia combi	4,2	1,635	1,3	-1,8	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
12:08:22	11	48	1	3,2	Hyundai	I20	3,9	1,71	1,8	-2,8	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
12:08:25	41	41	2	0,7						4,1	v paprsku nic není	5
12:10:17	22	38	2	1,9	Fiat	Bravo	4,3	1,792	1,5	-2,1	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:10:18	16	38	1	0,2						1,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:11:35	29	50	2	1,1						2,9	v paprsku nic není	5
12:12:34	12	33	1	0,9						1,2	v paprsku nic není	5
12:16:28	108	27	3	15,1	VW	Golf	4,2	1,786	1,5	6,6	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
12:16:32	94	23	3	2,2	VW	Touran	4,4	1,794	1,3	5	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
12:17:25	43	44	2	20,1	škoda	Octavia	4,5	1,731	1,5	-0,2		odstup
12:18:06	28	38	2	1,1	VW	Sharan	4,6	1,81	2	-1,8	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
12:18:42	12	46	1	1,2						1,2	v paprsku nic není	5
12:19:17	25	38	2	24,1	Opel	Vectra	4,6	1,798	2,5	-2,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
12:32:15	92	47	3	24,8	Peugeot	206	3,9	1,652	1,5	5,3	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
12:32:29	34	44	2	1,9						3,4	v paprsku nic není	5
12:33:16	112	33	3	1,4	Audi	TT	4	1,764	2	7,2	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
12:38:05	24	42	2	0,6	Audi	A3	4,2	1,765	1,3	-1,8	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
12:39:39	19	48	1	23,5	Audi	A4	4,7	1,826	1,5	-2,8	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
12:42:28	78	39	3	19,8	VW	Golf	4	1,676	1,3	3,8	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
12:46:24	22	38	2	1	Opel	Vectra combi	4,8	1,798	1,3	-2,6	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:46:24	12	38	1	0,1						1,2	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:47:30	136	37	4	4,9	Opel	Meriva	4	1,694	1,5	9,6	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
12:48:38	51	39	2	19,9	VW	Golf	4,2	1,759	1,3	0,9	přívěs	1
12:48:40	15	41	1	1,5						1,5	přívěs	1
12:49:40	27	42	2	0,9	VW	Phaeton	4,1	1,903	1,5	-1,4	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:49:40	15	40	1	0,3						1,5	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
12:50:31	37	47	2	2,9	Škoda	Superb combi	4,8	1,817	1,3	-1,1		odstup
13:00:42	22	45	2	12,8	Dacia	Duster	4,3	1,821	1,5	-2,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
13:07:24	70	36	3	0,9	VW	Touran	4,4	1,794	1,5	2,6	přívěs	1
13:13:57	55	40	2	4,5	Opel	Astra combi	4,3	1,709	1,8	1,2	přívěs	1
13:17:10	14	40	1	6,1	Ford	Focus sedan	4,4	1,702	1,5	-3	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
13:17:10	17	41	1	0,3						1,7	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
13:24:53	61	41	3	1,4	Dacia	Dokker	4,4	1,751	1,8	1,7	přívěs	1
13:28:16	112	46	3	25,5	Škoda	Octavia	4,5	1,642	1,8	6,7	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2
13:28:52	25	39	2	4,4	Peugeot	406	4,6	1,765	1,5	-2,1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
13:30:31	25	48	2	25,5	BMW	řada 3	4,5	1,739	1,5	-2	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
13:31:38	34	42	2	2,9	Alfa Romeo	156	4,4	1,712	1,3	-1	vozidlo v protisměru je v paprsku první	3
13:35:51	35	41	2	11	škoda	Felicia	3,9	1,635	1,5	-0,4		odstup
13:40:19	43	35	2	5,5	Renault	Megane combi	4,5	1,777	1,5	-0,2		odstup
13:40:41	57	27	2	1,2	škoda	Superb combi	4,8	1,817	1,5	0,9	přívěs	1
13:44:31	78	41	3	5,2	VW	Polo	3,9	1,65	1,8	3,9	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
13:46:16	27	39	2	6,7	Ford	Focus combi	4,5	1,839	1,5	-1,8	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
13:46:16	13	39	1	0,2						1,3	jedno vozidlo rozděleno na dvě	4
13:47:26	67	36	3	1,2	Renault	Modus	3,8	1,695	1,5	2,9	dvě vozidla zaznamenáno jako jedno	2

### Měření č. 4 – 02.04.2016

čas	dm	km/h	kat.	odst.	značka	typ vozu	skutečná délka [m]	šířka [m]	vzdálenost od radaru [m]	rozdíl délek	poznámka	číslo chyby v DP
12:01:19	67	57	3	9,7	Land Rover	Freelander	4,4	1,809	2,5	2,3	přívěs	2
12:05:25	60	53	2	0,7	Ford	Mondeo combi	4,8	1,886	2,3	1,2	přívěs	2
12:07:30	67	50	3	17,4	VW	Touran	4,4	1,794	2,5	2,3	přívěs	2
12:08:24	19	45	1	25,5						1,9	moto v protisměru předjíždí	1
12:43:00	61	51	3	1,4	Ford	Focus combi	4,5	1,84	2,5	1,6	přívěs	2
13:11:03	64	57	3	25,5	Ford	Siera	4,4	1,727	2,5	2	přívěs	2
13:28:20	98	61	3	6,7	Audi	A3	4,2	1,735	2,3	5,6	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	3
13:29:32	21	14	2	9,8						2,1	v paprsku nic není	4
13:39:26	59	53	2	3,1	Subaru	Outback	4,8	1,82	2,5	1,1	přívěs	2
13:40:26	108	51	3	2,3	škoda	Felicia combi	4,2	1,635	2,3	6,6	dvě vozidla zaznamenána jako jedno	3
13:45:34	68	47	3	15,8	Škoda	Octavia combi	4,6	1,769	2,3	2,2	přívěs	2