



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

### ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS AND  
VEHICLE ASSESSMENT

## ANALÝZA METOD PRO URČENÍ RYCHLOSTI VOZIDEL Z VIDEOZÁZNAMŮ

ANALYSIS OF METHODS FOR VEHICLE SPEED ESTIMATION FROM VIDEO RECORDINGS

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Woletz

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Křížák

BRNO 2023

# Zadání diplomové práce

Student:	<b>Bc. Jakub Woletz</b>
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>Ing. Michal Křížák</b>
Akademický rok:	2022/23
Ústav/odbor:	Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Analýza metod pro určení rychlosti vozidel z videozáznamů**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

V úvodu práce shrnout existující metody pro zjištění rychlosti vozidel z videozáznamu a porovnat jejich přednosti a omezení. Následně provést jízdní zkoušky v typických situacích, kdy je záznam k dispozici, při kterých bude porovnána rychlost zjištěná analýzou videozáznamu se skutečnou rychlostí vozidla. Bude potřeba provést analýzu a porovnání několika situací, jako např. záznam předjíždějího vozidla z palubní kamery, nebo záznam průjezdu vozidla před statickou bezpečnostní kamerou. V závěru práce se zaměřit na možnosti využití porovnávaných metod v soudně-inženýrské praxi při analýze silničních nehod, zejména s ohledem na náročnost na čas a potřebný software.

### **Cíle diplomové práce:**

1. Rešerše a porovnání existujících metod pro analýzu rychlosti vozidel z videozáznamu
3. Provedení jízdních zkoušek a porovnání rychlostí určených analýzou videa se skutečnými rychlostmi vozidel a diskuze přesnosti metod.
4. Možnosti využití metod s ohledem na jejich přesnost a náročnost na čas a potřebný software.

### **Seznam literatury:**

[1] BRADÁČ, Albert a kol. Soudní inženýrství. Brno : CERM Akademické nakladatelství, s.r.o.. 1999. 725 s. ISBN 80-7204-133-9 (dotisk)

[2] RÁBEK, Vlastimil. Technika moderních vozidel ve vztahu k objasňování dopravních nehod: (sborník českých a slovenských odborných prací). Olomouc: Properus, 2020. ISBN 978-80-904944-3-5.

[3] EPSTEIN, Brandon a Bryce Garreth WESTLAKE. Determination of Vehicle Speed from Recorded Video Using Reverse Projection Photogrammetry and File Metadata. Journal of forensic sciences [online]. United States: Wiley Subscription Services, 2019, 64(5), 1523-1529 [cit. 2022-04-12]. ISSN 0022-1198. Dostupné z: doi:10.1111/1556-4029.14053

[4] KIM, Jong-hyuk, Won-taek OH, Ji-hun CHOI a Jong-chan PARK. Reliability verification of vehicle speed estimate method in forensic videos. Forensic science international [online]. CLARE: Elsevier B.V, 2018, 287, 195-206 [cit. 2022-04-12]. ISSN 0379-0738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2018.04.002

[3] Vědecké databáze, internet

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.  
vedoucí odboru

---

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.  
ředitel

### ***Abstrakt***

Diplomová práce se zabývá metodami, které řeší vyhodnocení rychlosti z kamerových záznamů, ať už ze statické kamery (např. kamery bezpečnosti) nebo z dynamické kamery (např. palubní kamery). Celá práce nejdříve rozebírá různé dostupné metody, poté ukazuje jejich použití na konkrétních kamerových záznamech a vyhodnocuje jejich přesnost. Výsledkem práce je rozbor použitelnosti a přesnosti těchto metod pro konkrétní typy video podkladů.

### ***Abstract***

The thesis deals with methods that deal with the evaluation of speed from CCTV footage, either from a static camera (e.g. security cameras) or from a dynamic camera (e.g. dashboard cameras). The entire thesis first discusses the various methods available, then shows their application to specific camera footage and evaluates their accuracy. The result of the work is an analysis of the applicability and accuracy of these methods for specific types of video footage.

### ***Klíčová slova***

Kamera, palubní kamera, vyhodnocení, rychlost, dopravní nehoda, přesnost

### ***Keywords***

Camera, dashcam, evaluation, speed, traffic accident, accuracy

### ***Bibliografická citace***

WOLETZ, Jakub. *Analýza metod pro určení rychlosti vozidel z videozáznamů*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/143862>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Michal Křížák.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Analýza metod pro určení rychlosti vozidel z videozáznamů jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 26.5.2023

.....

Podpis autora

### **Poděkování**

*Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce, panu Ing. Michalovi Křížákovi, za cenné rady a vedení této diplomové práce. Poděkování patří také mé rodině, přátelům a spolužákům za podporu v průběhu celého studia a pomoc s měřením.*

V Brně dne: 26.5.2023

-----

podpis autora

# 1 OBSAH

<b>2</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>SOUČASNÝ STAV</b> .....	<b>16</b>
3.1	KAMERY A JEJICH PARAMETRY .....	16
3.1.1	<i>Objektiv</i> .....	16
3.1.2	<i>Senzor</i> .....	16
3.1.3	<i>Počet snímků za sekundu</i> .....	16
3.1.4	<i>Expozice</i> .....	16
3.1.5	<i>Doba expozice</i> .....	17
3.1.6	<i>Formát obrazu</i> .....	17
3.2	DRUHY KAMER.....	17
3.2.1	<i>Palubní a akční kamery</i> .....	18
3.2.2	<i>Bezpečnostní kamery</i> .....	18
<b>4</b>	<b>POUŽITÉ METODY</b> .....	<b>19</b>
4.1	METODA VSEM .....	19
4.1.1	<i>Analýza statického videa metodou VSEM</i> .....	20
4.1.2	<i>Analýza dynamického videa metodou VSEM</i> .....	20
4.1.3	<i>Přesnost metody</i> .....	21
4.2	METODA KŘÍŽOVÉHO POMĚRU .....	21
4.2.1	<i>Výpočet rychlosti vozidla</i> .....	22
4.3	VYUŽITÍ 3D PROSTŘEDÍ PRO ZJIŠŤOVÁNÍ RYCHLOSTI VOZIDEL .....	22
4.3.1	<i>Principy zpracování</i> .....	23
4.4	ODHAD RYCHLOSTI AUTA NA ZÁKLADĚ VZDÁLENOSTI OD OBJEKTIVU .....	23
4.4.1	<i>Výpočet</i> .....	23
4.5	ANALÝZA RYCHLOSTI POMOCÍ GEOMETRICKÝCH POMĚRŮ .....	24
4.6	ODHAD RYCHLOSTI VOZIDLA POMOCÍ ANALÝZY AKUSTICKÉ FREKVENCE ZVUKU Z KAMERY .....	26
4.7	PIXELOVÝ POSUN .....	28
4.7.1	<i>Použití a náročnost metody</i> .....	29
<b>5</b>	<b>FORMULACE PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ</b> .....	<b>30</b>
5.1	PROBLÉM .....	30
5.2	CÍL ŘEŠENÍ .....	30
<b>6</b>	<b>PRŮBĚH MĚŘENÍ</b> .....	<b>31</b>
6.1	MĚŘENÍ KONSTATNÍCH RYCHLOSTÍ .....	31
6.1.1	<i>Místo měření</i> .....	31



6.1.2	<i>Použité měřicí přístroje</i> .....	32
6.2	MĚŘENÍ VYŠŠÍCH RYCHLOSTI .....	33
6.2.1	<i>Místo měření</i> .....	33
6.2.2	<i>Použité měřicí přístroje</i> .....	33
6.3	MĚŘENÍ RYCHLOSTÍ NA KŘIŽOVATKÁCH .....	35
6.3.1	<i>Použité měřicí přístroje</i> .....	35
6.3.2	<i>Místo měření</i> .....	35
<b>7</b>	<b>ANALÝZA VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ</b> .....	<b>37</b>
7.1	ANALÝZA JÍZDY KONSTATNÍ RYCHLOSTÍ .....	37
7.1.1	<i>Výpočet rychlosti pomocí metody VSEM</i> .....	37
7.1.2	<i>Výpočet rychlosti metodou pixelového posunu</i> .....	41
7.1.3	<i>Analýza metodou vzdáleností od kamery</i> .....	46
7.2	ANALÝZA KONSTATNÍCH RYCHLOSTÍ Z ODLIŠNÝCH ZÁBĚRŮ .....	46
7.2.1	<i>Analýza metodou vzdálenosti od kamery</i> .....	46
7.3	ANALÝZA JÍZDY VYŠŠÍ RYCHLOSTÍ .....	54
7.3.1	<i>Analýza metodou VSEM</i> .....	54
7.3.2	<i>Metoda vzdálenosti od kamery</i> .....	57
7.3.3	<i>Analýza metodou pixelového posunu</i> .....	61
7.4	ANALÝZA RYCHLOSTI NA KŘIŽOVATCE BEZ VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ .....	62
7.4.1	<i>Analýza metodou vzdálenosti od objektivu</i> .....	63
7.4.2	<i>Analýza metodou VSEM</i> .....	63
7.4.3	<i>Metoda pixelového posunu</i> .....	63
7.4.4	<i>Použití jiných metod</i> .....	64
7.5	ANALÝZA RYCHLOSTI NA KŘIŽOVATCE S VODOROVNÝM DOPRAVNÍM ZNAČENÍM .....	64
7.5.1	<i>Analýza metodou VSEM</i> .....	65
7.5.2	<i>Analýza metodou pixelového posunu</i> .....	67
7.6	SHRNUTÍ METOD A JEJICH POUŽITÍ .....	68
7.6.1	<i>Metoda VSEM</i> .....	68
7.6.2	<i>Metoda vzdálenosti od kamery</i> .....	69
7.6.3	<i>Metoda pixelového posunu</i> .....	69
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>73</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>75</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>76</b>

SEZNAM PŘÍLOH.....	77
PŘÍLOHA 1: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 30 KM/H ZE STATICKÉ	
KAMERY	78
PŘÍLOHA 2: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 50 KM/H ZE STATICKÉ	
KAMERY	84
PŘÍLOHA 3: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 90 KM/H ZE STATICKÉ	
KAMERY	87
PŘÍLOHA 4: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 30 KM/H Z DYNAMICKÉ	
KAMERY	89
PŘÍLOHA 5: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 50 KM/H Z DYNAMICKÉ	
KAMERY	91
PŘÍLOHA 6: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 90 KM/H Z DYNAMICKÉ	
KAMERY	92
PŘÍLOHA 7: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 130 KM/H ZE STATICKÉ	
KAMERY	93
PŘÍLOHA 8: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU NA KŘIŽOVATCE BEZ VDZ ZE	
STATICKÉ KAMERY.....	95
PŘÍLOHA 9: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU NA KŘIŽOVATCE S VDZ ZE	
STATICKÉ KAMERY.....	105

## 2 ÚVOD

V dnešní době je čím dál tím častější, že se lidé, ať už díky obavám o svůj majetek nebo právě už jen kvůli samotnému pokroku dnešní doby, obklopují nejrůznějšími kamerami. Díky tomu narůstá počet nejrůznějších důkazních prostředků, které jsou zaznamenané formou snímků nebo videa, s čímž narůstá i počet dopravních nehod, které jsou natočené na videozáznam.

Právě kamery mohou pomoci jednoznačně rozhodnout příčinu dopravní nehody, tedy konkrétně poukázat na špatný způsob jízdy, překročení rychlosti nebo rovnou poukázat na konkrétního viníka dopravní nehody. Je však spousta nehod, kde nehodový děj byl natolik dlouhý nebo složitý, že nestačí pouze zhlédnout záznam z bezpečnostní, palubní nebo jiné kamery. Analýza videozáznamu je však u analýzy nehod pouze jeden z prostředků určení nehodového děje, který je potřeba ověřit dalšími metrikami. Jsou však nehody, kde tato analýza může výrazně pomoci, případně komplexní analýzu nehodového děje výrazně ulehčit.

Rozhodující, zda je vůbec možné záznam použít jsou nejrůznější parametry videa, které ovlivňují především jeho kvalitu, a tedy i možnost jej dále analyzovat. V závislosti na kvalitě i potřebné hloubky analýzy je pak nutné zvolit správnou metodu analýzy konkrétního záznamu. Navíc záznamy mohou být z různých typů kamer, mohou být statické nebo dynamické, a tedy i metod pro vyhodnocování záznamů je více. Problém je především v tom, že většina kamer, ze kterých záběr pochází, slouží spíše pro nejrůznější preventivní účely, tedy konkrétní kameru s konkrétními parametry si nemůžeme vybrat, ale spíše záleží na náhodě.

Obsah diplomové práce je zaměřený na komplexní analýzu těchto metod, které je možné použít pro práci s videozáznamem, a tedy zjistit z videa údaje o pohybu vozidla v časoprostoru, ze kterých pak lze pomocí různých metod získávat rychlost, dráhu a další potřebné údaje, právě díky zjištění pozice vozidla z videa při známém času.

Diplomová práce si klade za cíl porovnat tyto metody a určit situace, pro které se daná metoda hodí nebo naopak nehodí. Využitelnost těchto výsledků se nachází v odhalení nových poznatků, které mohou být použité pro analýzu silničních nehod nebo jako studijní materiál pro zpracování videozáznamu při analýze nehod.

## **3 SOUČASNÝ STAV**

### **3.1 KAMERY A JEJICH PARAMETRY**

Mezi kamery, na které jsou pořízeny záznamy z dopravních nehod patří prakticky převážně pouze kamery palubní, tedy kamery nainstalované nejčastěji za předním sklem dopravního prostředku, které se většinou pohybují, ale mohou být i statické, v případě stojícího vozidla např. na parkovišti [1].

Statické kamery pak bývají především kamery městské různých městských kamerových systémů, které se nijak nepohybují [1].

Kromě toho, zda se kamery pohybují nebo ne, je také důležité znát jejich parametry, na nichž závisí kvalita záznamu i postup při měření parametrů ze záznamů.

#### **3.1.1 Objektiv**

Objektivy se vyrábí v různých provedeních, přičemž záleží na zorném úhlu, zvětšení, rozsahu stření, hloubky ostrosti nebo zda mají polarizační filtr nebo ne. Dalším parametrem je světelné číslo, tedy světlo, které propouští senzor, ohnisková vzdálenost, průměr clony a různé světelné řady [2].

#### **3.1.2 Senzor**

Nejčastější rozdělení senzorů je podle použité technologie na CCD, CMOS nebo podle rozměru čipu na 1/3", 1/2", 2/3". Mimo jiné je lze rozdělit i na řádkové, plošné, barevné a černobílé. Další neméně důležité parametry pro zpracování videa jsou rozlišení, velikost pixelu, video standart, spektrální citlivost, datový tok, expoziční doba, závěrka nebo interface [2].

#### **3.1.3 Počet snímků za sekundu**

Počet snímků za sekundu (FPS) udává, kolik snímků sledované scény bude zachyceno do jedné sekundy. Tento parametr závisí na nastaveném formátování obrazu a je obvykle udáván v jednotkách snímků za danou sekundu. Tento parametr může být v různých částech videa proměnlivý a je jedním z faktorů, které ovlivňují měření [1] [2].

#### **3.1.4 Expozice**

Expozice je závislá na její době, cloně a kontrastu, který se pro filmy vyjadřuje jako ISO citlivost. Pomocí těchto parametrů lze expozici nastavovat a je jedno, jakým poměrem se dosáhne

ve výsledku stejné expozice. Výběr parametrů však závisí na dané scéně. Pro rychlé scény je potřeba mít krátkou dobu expozice, což je ovšem náročnější na optiku daného systému. Při kratších dobách expozice se pak více projevuje šum. Vzájemný vztah expozice, doby expozice a clony lze vyjádřit vztahem:

$$EV = \log_2 \frac{F^2}{t} \quad (1)$$

kde  $t$  je doba expozice [s]

$F$  je clonové číslo dle vztahu  $F = \frac{f}{D}$ , kde  $f$  je ohnisková vzdálenost [mm] a  $D$  je průměr clony [mm].

Tento vztah souvisí s chováním lidského oka, které vnímá jas (danou expozici) právě logaritmicky závisle na intenzitě dopadajícího světla [2].

### **3.1.5 Doba expozice**

Doba expozice určuje dobu, po kterou je vysílán ze senzoru elektrický náboj způsobený dopadajícím světlem ze snímané scény. Tato doba bývá dána automaticky, případně je možné ji nastavit ručně [2].

Špatně nastavená expozice při zpracování videozáznamu tedy může znamenat např. přeexponování snímků, které způsobí to, že snímky jsou moc tmavé, případně mohou být vlivem špatné expozice moc světlé, tzv. přesvětlené.

### **3.1.6 Formát obrazu**

Neméně důležitým parametrem pro zpracování je formát. Ten udává rozlišení snímání dané scény, které se udává v počtu bodů na šířku a výšku, případně označením jak HD, FullHD apod. Počet bodů v obraze pak ovlivňuje analýzu, při které se většinou měří dané místo právě pomocí několika bodů [1] [2].

## **3.2 DRUHY KAMER**

Při analýze nehod je možné se setkat s různými kamerami, které pořídily videozáznam. V podstatě je můžeme rozdělit na dva druhy, na kamery palubní nebo akční, kdy jejich princip i optika je podobná a na kamery městských systémů [3].

### **3.2.1 Palubní a akční kamery**

Jedná se o kamery, které zaznamenávají dopravní nehodu pohledem z pohyblivého se vozidla. Vyznačují se především drobnou konstrukcí, a požadovanou funkcí, díky čemuž mají tyto kamery velmi krátkou ohniskovou vzdálenost, která bývá fixní. V souvislosti s palubními kamerami je třeba řešit otázku aktivní oblasti, a to právě proto, že kamera umí natáčet v různých rozlišeních, a kromě toho většinou umí pořizovat normální fotografie ve výrazně větším rozlišení, než v jakém umí natáčet video. Výhodou palubních kamer je, že obvykle natáčí s konstantní snímkovací frekvencí. Palubní kamery mohou mít také GPS přijímač, který ukládá informace o poloze a rychlosti vozidla současně s videozáznamem. Různé modely kamer tyto informace zpracovávají různě. Existují kamery, které informace zapisují přímo do videa, i když tuto funkci je možné vypnout v nastaveních kamery [3].

### **3.2.2 Bezpečnostní kamery**

Jedná se o staticky umístěné kamery, které zaznamenávají dopravní nehodu, nebo alespoň část nehodového děje z místa ležícího mimo místa, kudy se účastníci pohybují. Jedná se o různé kamery bezpečnostních systémů, kde není výjimkou, že v celém systému je více kamer. Stejně tak se jedná o bezpečnostní kamery různých městských a obecních systémů. Díky běžnému umístění kamery mimo koridory pohybu účastníků, bývá situace zaznamenána pod různými úhly pohledu, což je třeba při analýze videozáznamu zohlednit. Z technického pohledu se jedná o kamery, které mívají delší ohniskovou vzdálenost, často i proměnlivou (optika kamery umí zoom). Velkou nevýhodou záznamu z bezpečnostních kamer je fakt, že originální záznamy nelze přehrát v běžných přehrávačích, ale je nutné použít přehrávač dodávaný k danému bezpečnostnímu systému. Výhodou je naopak to, že v těchto systémech je společně s videozáznamem ukládáno velké množství metadat, z nichž asi nejpraktičtější je přesný čas pořízení snímku. Díky tomu je částečně eliminována další z nevýhod těchto kamer, a to nahrávání s proměnlivou snímkovací frekvencí. Tedy i když je snímkovací frekvence proměnlivá, je možné u každého snímku určit jeho časovou značku [3].

## 4 POUŽITÉ METODY

Pro analýzu videozáznamu se používají různé metody. Jsou různé metody, které se zabývají statickým videem např. pro automatizované měření rychlosti pomocí městských kamer. Tyto metody však v praxi při analýze nehod nemají uplatnění, protože je velmi nepravděpodobné, že by se dopravní nehoda stala na měřeném úseku.

Pro účel analýzy videa se již v současnosti používá několik metod, některé se hodí pro kamery fixní, tedy ty, které jsou na jednom místě, ve městech, většinou jako bezpečnostní, některé metody jsou vhodné pro dynamický pohyb, nejčastěji pro palubní kamery, kde je však výhoda v pevném umístění vůči vozidlu. Některé jsou pak použitelné pro oba druhy videí.

### 4.1 METODA VSEM

Metoda VSEM vychází z anglického názvu „Vehicle speed estimate method“, tedy „metoda odhadu rychlosti vozidla“ a lze ji použít jak pro analýzu dynamického videa, pořízeného z vozidla, tak pro analýzu fixního videa, pořízeného z bezpečnostní kamery [4].

Obecně platí, že při analýze rychlosti vozidla prostřednictvím této metody je z videa vyčteno několik parametrů mezi jednotlivými snímky, které se dají do následující rovnice:

$$v = S \times \frac{FPS}{(F_2 - F_1)} \quad (2)$$

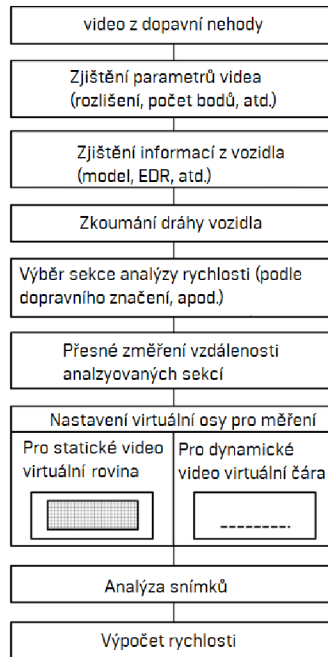
Kde  $v$  je rychlost na daném úseku [m/s]

$F_1$  je číslo snímku na začátku sekce [bez jednotek]

$F_2$  je číslo snímku na konci sekce [bez jednotek]

a FPS je počet snímků za sekundu [bez jednotek]

Pro analýzu je dále nezbytné zjistit veškeré informace z videa, jako je snímkovací frekvence, rozlišení atd. O vozidle je pak především nutné zjistit značku, modelový rok a specifikaci. Prostřednictvím videa se pak zjišťuje rychlost tak, že se vybere vhodný úsek z videa, ve kterém se dají zvolit body, jako je dopravní značení, přechody pro chodce, pruhy na vozovce a další tak, aby mohla být co nejpřesněji změřena dráha ujetá vozidlem [4].



Obrázek 1: Zjednodušené schéma metody VSEM [4]

#### 4.1.1 Analýza statického videa metodou VSEM

Tato metoda se používá v případě, že video je pořízeno ze statické kamery, tedy nejčastěji z bezpečnostní kamery, méně často pak z kamery zaparkovaného vozidla [4].

Pro referenční snímky se v tomto případě použije tzv. virtuální rovina, která se rozdělí na segmenty tak, aby se z ní dala co nejpřesněji odhadnout změna rychlosti. Z videa se použije pak ta část, kdy vozidlo urazí dráhu nějakou svojí částí (přední, zadní, kolem atd.) mezi jednotlivými segmenty virtuální roviny [4].

#### 4.1.2 Analýza dynamického videa metodou VSEM

Tato metoda se používá pro analýzu videí z palubních kamer, kdy se využívá toho, že kamera je stále na stejném místě [4].

Do videa se pak v tomto případě vloží tzv. virtuální čára, která může být rovnoběžná např. s hranou kapoty, ale díky stacionaritě videa může být umístěna prakticky kdekoliv. Analyzovaná část videa se pak použije od místa, kde se čára setká s nějakým zvoleným referenčním bodem, např. s vodorovným dopravním značením po místo jiné, většinou podobného charakteru [4].



### 4.1.3 Přesnost metody

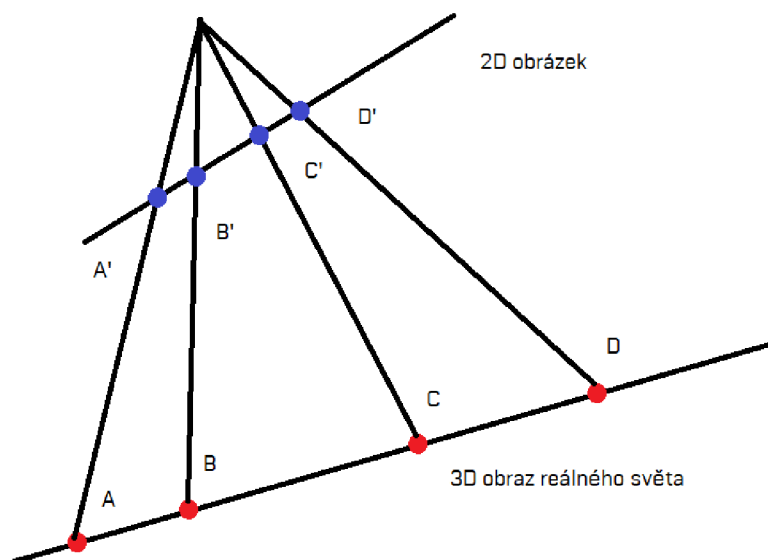
Podle autorů této metody, kterými jsou Jong-Hyuk Kim, Won-Taek Oh, Ji-Hun Choi a Jong-Chan Park, je odchylka metody při pokusu, který prováděli, za konstantní rychlosti 1,5 – 5 %, při zrychlení vozidla 2 – 4,2 % a při zpomalení 3,1 – 6,1 % [4].

Podle autorů by se tak mělo při analýze rychlosti vozidla z videozáznamu pracovat s 5procentní odchylkou. Pokud však není změřena přesná vzdálenost úseku analýzy rychlosti, může být dle autorů metody odchylka mnohem vyšší [4].

## 4.2 METODA KŘÍŽOVÉHO POMĚRU

Tato metoda navrhuje, jak na principu křížového poměru určit rychlost vozidla přímo ze snímků z videozáznamu ze statické kamery (např. kamery bezpečnostní), bez jakýchkoliv přesných dat o poloze vozidla v reálném prostoru. Autoři této metody zkoumaly i možnost implementace na kamery dynamické [5].

Metoda využívá toho, že každý snímek je dvourozměrná reprezentace třírozměrného prostoru. Každá třírozměrná pozice v reálném prostoru je zachycená na dvourozměrný bod na snímku, jejíž mapování se řídí principy projektivní geometrie [5].



Obrázek 2: Mapování čáry ABCD z 3 D prostoru na 2D snímek

Pokud jsou 4 body A, B, C, a D kolineární (leží v téže přímce) v třírozměrném reálném světě a jsou transformovány do dvourozměrné projekce, příslušné body A', B', C' a D' jsou ve dvourozměrné projekci také kolineární. Kolinearita bodů se při projektivní transformaci nezmění a je tedy projekčním invariantem (vlastností, která se při transformaci nemění) [5].

Křížový poměr (ABCD) čtyř kolineárních bodů A, B, C a D, jak je znázorněno na obr. 2, se vypočítá podle vzorce:

$$(ABCD) = \frac{|AC|/|BC|}{|AD|/|BD|} \quad (3)$$

Křížový poměr libovolných čtyř bodů úsečky je zachován projektivními transformacemi a je projektivním invariantem. Na obr. 2 jsou čtyři kolineární body A, B, C a D v reálném světě promítnuty do A', B', C' a D' v daném pořadí v obrazovém prostoru. Jestliže (A'B'C'D') označuje křížový poměr čtyř promítnutých bodů A'-D', pak (ABCD) a (A'B'C'D') jsou stejné [5].

$$(ABCD) = (A'B'C'D') \quad (4)$$

#### 4.2.1 Výpočet rychlosti vozidla

Pro výpočet rychlosti vozidla se použijí body na vozidle, jejichž vzdálenost je známá nebo lze jednoduše změřit. V praxi je to nejčastěji rozvor kol nebo umístění víčka nádrže [5].

### 4.3 VYUŽITÍ 3D PROSTŘEDÍ PRO ZJIŠŤOVÁNÍ RYCHLOSTI VOZIDEL

Tato metoda využívá přepracování videozáznamů do 3D prostředí, ať už ručním modelováním nebo pomocí fotogrammetrie. To také řeší nejčastější problémy u analýzy videozáznamů pomocí jiných metod, komplikujícím faktorem při analýze záznamů z kamerových systémů je skutečnost, že mnoho různých kamerových systémů často používá proprietární formáty pro zachycení a záznam dat a dodává se s různým softwarem pro přehrávání videozáznamů. Kvůli omezené kapacitě úložiště mohou být také záznamy nahrávány časosběrně, s různou frekvencí snímků a v nízkém rozlišení. Tyto faktory ztěžují interpretaci záznamů z kamerových systémů, kdy provádění analýzy je téměř nemožné, navíc pokud je třeba prohlížet záznamy z různých systémů současně. Vedle toho je zapotřebí určitá míra situačního povědomí, aby bylo možné sledovat osoby prostřednictvím různých video proudů. [6]

### 4.3.1 Principy zpracování

Obecný postup sledování osob a automobilů ve více videozáznamech pomocí 3D modelů prostředí se skládá ze čtyř kroků: synchronizace všech videozáznamů, 3D modelování oblasti, vytvoření virtuálních kamer ve 3D modelu, 3D rekonstrukce osob a automobilů. Rychlost pak stačí vyčíst ze zpracovaného materiálu, avšak její přesnost závisí na přesnosti synchronizace videa a 3D animace. Tato metoda se může hodit kromě měření rychlosti i na implementaci výsledků jiných měření a ověření jejich přesnosti nebo reálnosti [6].

## 4.4 ODHAD RYCHLOSTI AUTA NA ZÁKLADĚ VZDÁLENOSTI OD OBJEKTIVU

Odhad pomocí měřítka obrazu lze použít pro záznam ze statické kamery, kde pracujeme s jednotlivými snímky a pro analýzu se využívá princip dírkové komory. Někdy není možné určit, zda je objekt malý a blízko fotoaparátu, nebo velký a daleko od fotoaparátu. Podle modelu dírkové komory je však možné odhadnout vzdálenost mezi kamerou a objektem díky známé velikosti a naopak za předpokladu, že je známa ohnisková vzdálenost kamery.

### 4.4.1 Výpočet

Rozměry snímků pořízených digitálními fotoaparáty se udávají v pixelech. Pro vyjádření vztahu mezi vzdáleností od kamery a rozměrem objektů v obraze v jednotkách pixelů lze použít rovnici, ze které vyjádříme vzdálenost reálného světa od objektu ke kameře.

$$D = \frac{R}{r} \times \frac{f \times W}{w} = \frac{R}{r} \times \frac{f \times H}{h} \quad (5)$$

Kde D je vzdálenost mezi kamerou a objektem [m]

R je velikost objektu zájmu v reálném světě [m]

f je ohnisková vzdálenost kamery [mm]

r je velikost objektu na snímku [pixelů]

w nebo h je velikost snímače kamery, šířka (w) nebo výška (h) [mm]

a W nebo H = velikost snímku obrazu, šířka (W) nebo výška (H) [pixelů]

V závislosti na volbě rozměru, který nás zajímá (šířka nebo výška), následně dopočítáme faktor měřítka vztažený k výšce nebo šířce obrazu:

$$F_x = \frac{f \times W}{w} \quad (6)$$

Nebo

$$F_y = \frac{f \times H}{h} \quad (7)$$

Čímž dosazením do předchozí rovnice získáme:

$$D = \frac{R}{r} \times F_x \quad (8)$$

Nebo

$$D = \frac{R}{r} \times F_y \quad (9)$$

Faktor měřítka stanovený k výšce nebo šířce obrazu lze získat nejméně dvěma způsoby. Pokud jsou k dispozici informace o fotoaparátu (ohnisková vzdálenost a velikost snímáče), lze faktor měřítka získat přímo z rovnice přechozích rovnic pomocí těchto informací a velikosti vytvořeného snímku (šířka nebo výška v pixelech). Pokud nejsou k dispozici žádné informace o kameře, lze faktor měřítka stanovený k výšce nebo šířce obrazu v pixelech odhadnout z obrazu, pokud se ve známé vzdálenosti nachází alespoň jeden objekt známé velikosti. V tomto případě stačí dosadit  $F_x$  nebo  $F_y$  do rovnice:

$$F_x = \frac{D \times r}{R} \quad (10)$$

nebo

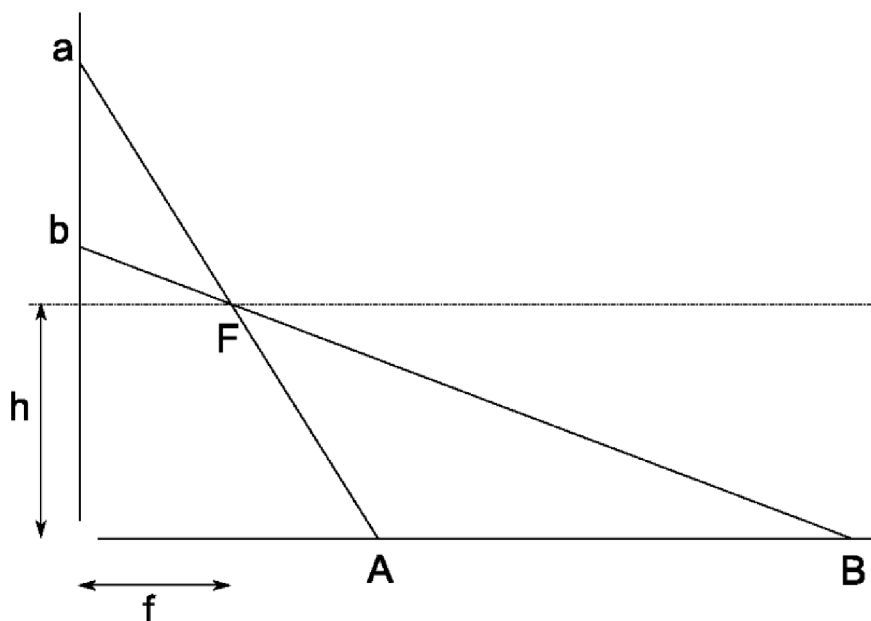
$$F_y = \frac{D \times r}{R} \quad (11)$$

Pro výpočet je však nutné buďto znát specifikace snímáče (ohniskovou vzdálenost a rozměry snímáče) a velikosti snímků nebo existenci alespoň jednoho objektu ve scéně se známou velikostí a známou vzdáleností od snímáče [7].

## 4.5 ANALÝZA RYCHLOSTI POMOCÍ GEOMETRICKÝCH POMĚRŮ

Výpočet rychlosti vozidla lze řešit také pomocí geometrických vztahů mezi předmětem snímání a jeho obrazem (snímkem). Tímto způsobem lze odečítat vzdálenost od určité překážky, podélnou vzdálenost mezi vozidly atd. Z polohy bodu na vozovce zachycené na dvou po sobě jdoucích snímcích je možno určit i rychlost pohybu vozidla. V případě, že je kamera pootočená kolem podélné osy (osy objektivu), není snímkový horizont rovnoběžný s okrajem snímku a je

nutno odměřené hodnoty přepočítat. Celá metoda je založená na skutečnosti, že u přímk rovnoběžných se snímkovým horizontem se nemění dělicí poměr. Pokud tedy známe opět rozměr, který lze snadno zjistit, například šířku jízdního pruhu nebo vzdálenost dělicích čar a směr snímkového horizontu, můžeme určit šířkově polohu libovolného bodu. Pokud rovnoběžkami na snímku proložíme přímky, v jejich průsečíku bude v úběžníku. Směr snímkového horizontu je třeba zkonstruovat například z průsečíků přímk ležících v jedné rovině nebo kolmici k obrazu svislé přímky apod. [8]



Obrázek 3: Zobrazení předmětové roviny do obrazové roviny [9]

Na obrázku jsou znázorněny geometrické poměry při zobrazování konkrétního bodu na vozovce. V náčrtku je svisle znázorněna rovina snímku kamery (a-b) a ohnisko (F). Úhel záběru se pro jednoduchost předpokládá 0° a proto se bod F promítá jako úběžník a snímkový horizont je rovnoběžný s rovinou vozovky. Na obrázku je označeno:

h – výška kamery nad rovinou vozovky

f – ohnisková vzdálenost kamery

Bod A ze snímku se promítá na obrazové rovině jako bod a. Díky podobnosti trojúhelníků můžeme odvodit vztah mezi bodem v předmětové rovině a bodem v obrazové rovině. Označíme-li v předmětové rovině  $L_A$  vzdálenost bodu A od ohniskové roviny a  $l_a$  vzdálenost bodu od ohniskové roviny v obrazové rovině, pak můžeme napsat vztah:

$$\frac{L_A}{h} = \frac{f}{l_a} \quad (12)$$

Z čehož úpravou získáme:

$$L_A \times l_a = fh \quad (13)$$

Protože součin  $fh$  je pro jedno ustavení kamery a vozovky rovnoběžné s rovinou kamery konstantní, je možno ho nahradit konstantou  $k_o = fh$ . V praxi hodnotu tohoto koeficientu dostaneme ze známé polohy bodu na vozovce  $L_A$  a odměřené polohy bodu na obrazovce  $l_a$ . Dále už je možno zvolit bod v obrazové rovině (v rovině vozovky) a je možno vypočítat vzdálenost bodu od ohniskové roviny (prakticky od kamery) ze vztahu:

$$L_B = \frac{k_o}{l_b} \quad (14)$$

Kde  $l_b$  je vzdálenost bodu B na obrazovce od úběžníku a  $k_o$  je zjištěná konstanta [9].

Můžeme-li odměřit vzdálenost bodu B od určitého bodu na rovnoběžce se snímkovým úběžníkem a délku úseku snímkového úběžníku mezi například okraji vozovky, pak z odměřené šířky vozovky můžeme vypočítat skutečnou příčnou polohu bodu ze vztahu:

$$l_i = l_k \frac{s}{s_k} \quad (15)$$

kde  $l_i$  je skutečná příčná poloha měřená od zvoleného okraje

$l_k$  je na snímku odměřená příčná poloha

$s$  je skutečná šířka vozovky

a  $s_k$  je šířka vozovky odměřená na snímku (rovnoběžce se snímkovým úběžníkem) [9].

Je však potřeba pamatovat na to, že veškeré konstrukce a výpočty jsou odvozeny od výpočtů v rovině, tedy největší přesnost dostaneme u rovné vozovky. Tato metoda je použitelná pouze tehdy, kdy vozovka je tvarově rovná, v místě velkého zakřivení nebo sklonu vozovky tato metoda použitelná není [9].

## 4.6 ODHAD RYCHLOSTI VOZIDLA POMOCÍ ANALÝZY AKUSTICKÉ FREKVENCE ZVUKU Z KAMERY

Tato relativně velmi nově zkoumaná metoda přichází s možností určování rychlosti vozidla pomocí analýzy nikoliv obrazu, ale zvuku z palubní kamery. Podmínkou celé funkčnosti je tedy

kromě již samotné existence zvukové stopy, která u starších palubních kamer být nemusí je i její dostatečná kvalita a také to, že nesmí být příliš rušena např. příliš hlasitou hudbou z autorádia.

Tato metoda pracuje s poloměrem kola, které má určitou rychlost, díky určitým otáčkám motoru a zařazenému převodovému stupni. Rychlost vozidla se vypočítá vynásobením počtu otáček kola za sekundu poloměrem kola. Převodový poměr a velikost kola vozidla jsou uvedeny v návodu k obsluze nebo na internetu nebo můžeme měřením snadno zjistit. Známe-li tedy otáčky motoru a zařazený převodový stupeň v době jízdy, můžeme vypočítat rychlost vozidla:

$$v = \frac{\omega_E}{\gamma_T \times \gamma_F} \times \gamma_W \quad (16)$$

Kde  $v$  je rychlost vozidla

$\omega_E$  je úhlová rychlost motoru

$\gamma_T$  je převodový poměr

$\gamma_F$  je konečný poměr

a  $\gamma_W$  je poloměr kola.

Analýza řádu se používá ke kvantifikaci hluku nebo vibrací točivého stroje, jehož otáčky se mění v čase. Řád se vztahuje na frekvenci odpovídající určitému násobku referenční rychlosti otáčení. Například vibrační signál s frekvencí dvojnásobku frekvence otáčení motoru má řád 2; vibrační signál s frekvencí šestinásobku frekvence otáčení motoru má řád 6. Známe-li řád frekvence ve spektrogramu, můžeme frekvenci vydělit řádem a vypočítat rychlost otáčení motoru za sekundu.

Motor vozidla je čtyřdobý motor zahrnující sání, kompresi, spalování a výfuk v jednom cyklu. Když se tedy motor otočí dvakrát, každý válec exploduje jednou a zvuk motoru je výsledkem nepřetržité exploze. Rychlost otáčení motoru za sekundu lze tedy získat analýzou frekvence zvuku motoru. Každý válec exploduje jednou za dvě otáčky motoru bez ohledu na počet válců. Jeden válec má tedy rychlost výbuchu 0,5 řádu. U čtyřválcového motoru dochází ke čtyřem vzplanutím při dvou otáčkách motoru, což znamená, že motor má rychlost vzplanutí 2. řádu. Dále má šestiválcový motor rychlost hoření 3. řádu. Velikost frekvence rychlosti hoření motoru je robustnější než frekvence rychlosti hoření válců. Následně lze z rovnic spočítat rychlost zapalování jednoho válce  $f_0$ :

$$f_0 = \frac{RPM}{(60 \times 2)} \quad (17)$$

Kde RPM je počet otáček motoru za jednotku času, z čehož můžeme vypočítat rychlost zapalování celého motoru  $F_0$ :

$$F_0 = f_0 \times p \quad (18)$$

Kde  $p$  je počet válců.

Spojením těchto rovnic získáme:

$$RPM = \frac{F_0}{p} \times 60 \times 2 \quad (19)$$

Tato metoda počítá rychlost vozidla pomocí spektrogramu frekvence motoru, který poskytuje více informací, například kdy vozidlo zrychluje, zpomaluje a řadí rychlostní stupně. Navíc lze jednoduše a přesně získat rychlost, protože tato metoda nevyžaduje měření vzdálenosti. Výsledky zkoumání autorů této metody však dokázaly, že v situacích, kdy dochází k prokluzu spojky, například když se vozidlo rozjíždí, jsou rozdíly mezi otáčkami motoru a otáčkami vstupního hřídele převodovky nerovnoměrné a vedou k chybám ve výpočtu rychlosti. Kromě toho se prokluz spojky (měniče točivého momentu) u jednotlivých vozidel liší, takže tento výsledek nelze zobecňovat. Proto je tato metoda omezena na situace, kdy vozidlo pomalu zrychluje nebo zpomaluje nebo jede konstantní rychlostí, pokud není prokluz spojky měřen ve stejném modelu vozidla, jako bylo vozidlo při nehodě [10].

Tato metoda však lze použít skvěle pro záznamy, kde není např. díky tmě obraz dostatečně kvalitní a nelze z něj zpracovat záznamy pomocí předchozích metod, kdy dochází k nejrůznějším metodám rektifikace jednotlivých snímků. Navíc nevyžaduje žádné měření na místě nehody, tedy dochází k šetření nákladů např. na výjezd soudního znalce za účelem měření místa nehody pro analýzu nehodového děje. Zároveň tento člověk není ohrožován tím, že by cokoliv měřil při částečném nebo omezeném provozu přímo na vozovce.

## 4.7 PÍXELOVÝ POSUN

Hlavním principem této metody je určení, jaká je velikost pixelu v místě a směru zkoumaného posunutí a z toho odvození posunutí v metrech. V případě vozidel se jako vhodný bod autorovy metody ukázala hrana disku kola, ale stejně tak lze využít jakýkoliv jiný dobře rozpoznatelný bod na vozidle. Pro výpočet je potřeba znát velikost pixelu ve směru a místě měřeného bodu, proto tento bod musí být zvolen v místě, kde je možné ve směru pohybu vozidla změřit velikost části vozidla na snímku, jejíž skutečná velikost je známa. Zejména z tohoto důvodu se osvědčilo odměřovat právě pohyb hrany disku kola, protože rozměr disku kola není obtížné



zjistit. Současně se zjišťováním aktuální velikosti disku kola (nebo jiného objektu) v pixelech je zjišťováno posunutí konkrétního bodu v oblasti, kde byla změřena velikost. K odměření tohoto posunutí je zapotřebí proložit dva snímky na sebe, a „hornímu“ snímku nastavit průhlednost tak, aby byly viditelné oba snímky. Určení rozdílu vzdáleností  $\Delta s$  mezi snímky vychází ze vztahu:

$$\Delta s = \Delta p \times l_p \quad (20)$$

Kde  $\Delta p$  je posunutí bodu mezi snímky v pixelech a  $l_p$  je délka pixelu v metrech [3].

Na snímku se délka pixelu mění se změnou vzdálenosti od kamery a také vlivem zkreslení objektivu. Proto je nutné délku pixelu pro konkrétní snímek zjišťovat v oblasti, kde bude určováno posunutí mezi snímky a kde je možné dopočítat velikost posunutí mezi dvěma snímky. Délku pixelu  $l_p$  pro konkrétní oblast na každém snímku lze určit poměrem známé velikosti objektu  $l_0$  v metrech, která musí být známá k velikosti objektu v pixelech odměřené v konkrétní oblasti snímku:

$$l_p = \frac{l_0[m]}{l_0[px]} \quad (21)$$

Po dosazení předchozí rovnice do první rovnice, rychlost vozidla (objektu) vůči kameře dopočítáme dle vztahu:

$$v_{rel} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta p \times \frac{l_0[m]}{l_0[px]}}{\Delta t} = \frac{\Delta p \times l_0[m]}{\Delta t \times l_0[px]} \quad (22)$$

Rychlosti je vhodné zprůměrovat klouzavým průměrem přes sudý počet hodnot [3].

#### 4.7.1 Použití a náročnost metody

Tuto metodu je podle autora nejvhodnější použít v případech, kdy se měřený objekt pohybuje v dostatečně velkém úhlu vůči pohledu kamery a směr objektu se vůči kameře příliš nemění. Vzhledem k tomu, že pro každý snímek je spočítaná velikost pixelu ve směru posunutí objektu v místě, kde je posunutí měřeno, výpočet se sám koriguje. Díky tomu je v něm zahrnuta korekce pro zkreslení objektivu a z velké části i pro natočení objektu vůči kameře. Tuto metodu nelze použít, pokud nelze změřit rozměr v oblasti a ve směru posunutí objektu, kde se bude měřit posunutí, nebo pokud se objekt pohybuje prakticky čistě od kamery v ose objektivu. Výhodou této metody je její jednoduchost a relativně nízká náročnost na software. Pro zpracování stačí jakýkoliv software, který umožňuje odměřovat vzdálenosti na snímcích. Nezáleží, zda se jedná o pixely či milimetry, přepočítání z mm na pixely je možný ze známého ppi (z angl. pixels per inch, pixelů na palec) snímku. Z takovýchto softwarů lze uvést např. GIMP (freeware), Photoshop, a další [3].

## **5 FORMULACE PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ**

Jak již bylo řečeno v úvodu, s vývojem doby, která jde stále dopředu je čím dál tím častější, že je dopravní nehoda nahraná na palubní kameru nebo na bezpečnostní kameru. Tato videa se pak pro účel především analýzy složitějších silničních nehod hodí co nejpřesněji analyzovat, především pak rychlost vozidel, ze které můžeme dopočítat většinu potřebných hodnot.

### **5.1 PROBLÉM**

Problémem v tomto případě je několik existujících metod, které se v praxi používají, nicméně stále existuje jen málo pokusů, které by určovaly přesnosti těchto metod, které jsou často stanoveny pokusem, který nepochází z reálného prostředí. Navíc neexistuje komplexní porovnání těchto metod a neexistuje ani nic, co by stanovovalo doporučené metody analýzy rychlosti vozidel z videozáznamu pro konkrétní situace.

### **5.2 CÍL ŘEŠENÍ**

Cílem této práce je porovnat tyto metody, především seznámit se s existujícími metodami, vyzkoušet přesnost konkrétních metod, vyzkoušet pro které situace jsou a nejsou vhodné a také zjistit, jak náročné je jejich použití z hlediska času, který musí být vynaložen pro analýzu těmito metodami.

## 6 PRŮBĚH MĚŘENÍ

Při měření byl kladen velký důraz na zajištění co nejuvhodnějších materiálů tak, aby natočené materiály co nejvíce odpovídaly těm, které bývají v praxi natočeny při dopravních nehodách nebo jiných vážných porušení předpisů. Co nejpřesněji tedy byla simulována kamera palubní, kamera na křižovatce a jiné městské kamery, které se běžně mohou vyskytovat na budovách nebo jiných nemovitostech.

### 6.1 MĚŘENÍ KONSTATNÍCH RYCHLOSTÍ

Pro první měření bylo vybrané místo tak, by bylo dosaženo běžných městských rychlostí, tedy 20 km/h, 30 km/h, 50 km/h, 70 km/h, 80 km/h a 90 km/h kde vyšší rychlost může odpovídat překročení rychlosti v obci nebo jízdou mimo obec, nižší naopak obytnou zónou.

#### 6.1.1 Místo měření

První měření proběhlo dne 29. 3. 2023 pod stadionem VUT CESA, jedná se o obslužnou komunikaci napojenou na ulici Technická a Kolejní. Zde je povrch tvořen jemným až středně hrubým asfaltovým betonem, na vozovce se nachází kanálové vpusti, je lemována chodníkem a lampami, a tedy je dostatečně srovnatelná s běžnou městskou komunikací. Teplota byla 10 °C.

Druhé měření proběhlo na stejném místě dne 10. 5. 2023, teplota byla 15 °C.



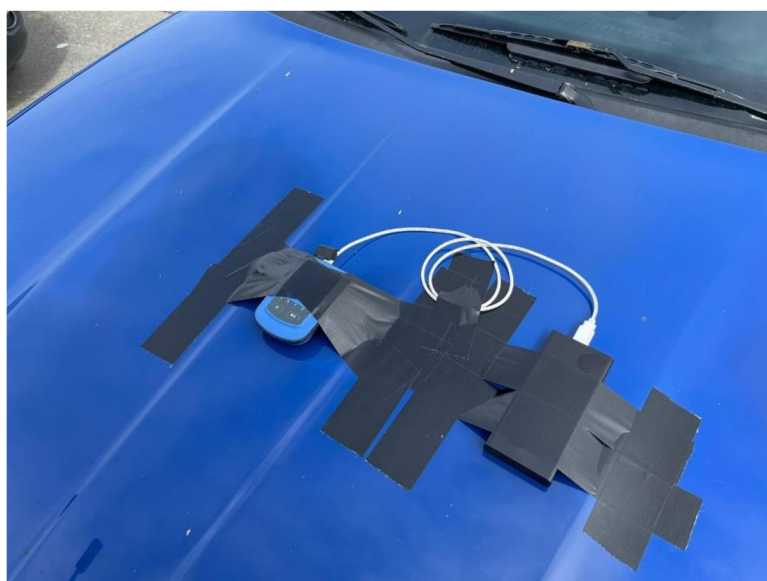
Obrázek 4: Místo měření u VUT CESA

## 6.1.2 Použité měřicí přístroje

Měřeným vozidlem bylo vozidlo Škoda Octavia 1.9 TDI-PD první generace v provedení kombi s výkonem 74 kW. Na kapotu vozidla bylo umístěné zařízení založené na principu GPS se záznamem dat, konkrétně VBOX Sport od firmy Racelogic. V autě za čelním sklem byla pomocí přísavky umístěna kamera, simulující běžnou palubní kameru, konkrétně Garmin VIRB Ultra 30, a další kamera Garmin VIRB Ultra 30 byla umístěna na stativu na přilehlém násypu s cílem simulovat městskou kameru.



Obrázek 5: Kamera umístěná v automobile



Obrázek 6: VBOX Sport umístěný na kapotě automobilu

## 6.2 MĚŘENÍ VYŠŠÍCH RYCHLOSTÍ

Za účelem analýzy videa, na kterém jelo vozidlo rychleji, jak 90 km/h, bylo rozhodnuto o změny místa měření.

### 6.2.1 Místo měření

Za účelem vyšší rychlosti byla zvolena nedaleká silnice I/43 – Hradecká, kde bylo možné vyšší rychlosti dosáhnout. Video bylo kromě z kamery z vozidla pořízeno také z mostu přes silnici I/43, který tvoří část ulice Mácova. Měření proběhlo dne 10. 5. 2023, teplota byla 18 °C.



*Obrázek 7: Výhled z mostu Mácova na I/43 směr Svitavy*

### 6.2.2 Použité měřicí přístroje

V tomto případě byly použity opět dvě kamery Garmin VIRB Ultra 30 a zařízení pro zaznamenávání rychlosti na principu GPS/GNSS, konkrétně VBOX Racelogic Performance Box Touch.



Obrázek 8: Umístění kamery Garmin nad silnicí I/43



Obrázek 9: Kamera Garmin umístěná ve vozidle s VBOXem Performance Box Touch

## 6.3 MĚŘENÍ RYCHLOSTÍ NA KŘÍŽOVATKÁCH

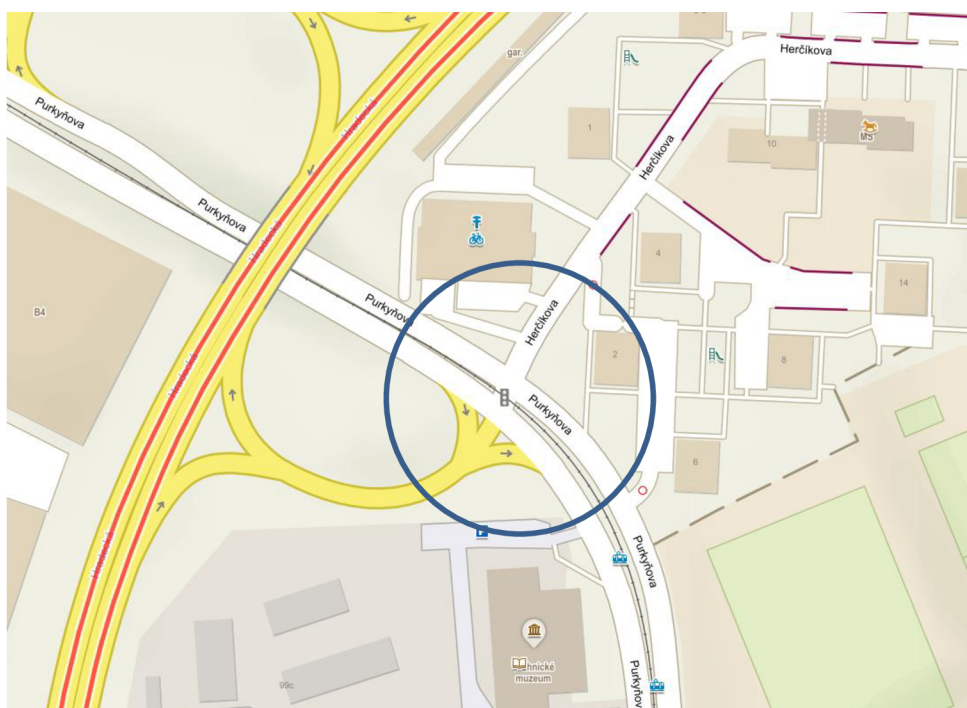
Vzhledem k tomu, že cílem této práce je analyzovat metody tak, aby co nejlépe poukazyvaly na možnosti jejich využití v praxi, bylo nutné zrealizovat měření také na křižovatce, na které se nachází vodorovné dopravní značení, které je pro použití některých metod klíčové.

### 6.3.1 Použité měřicí přístroje

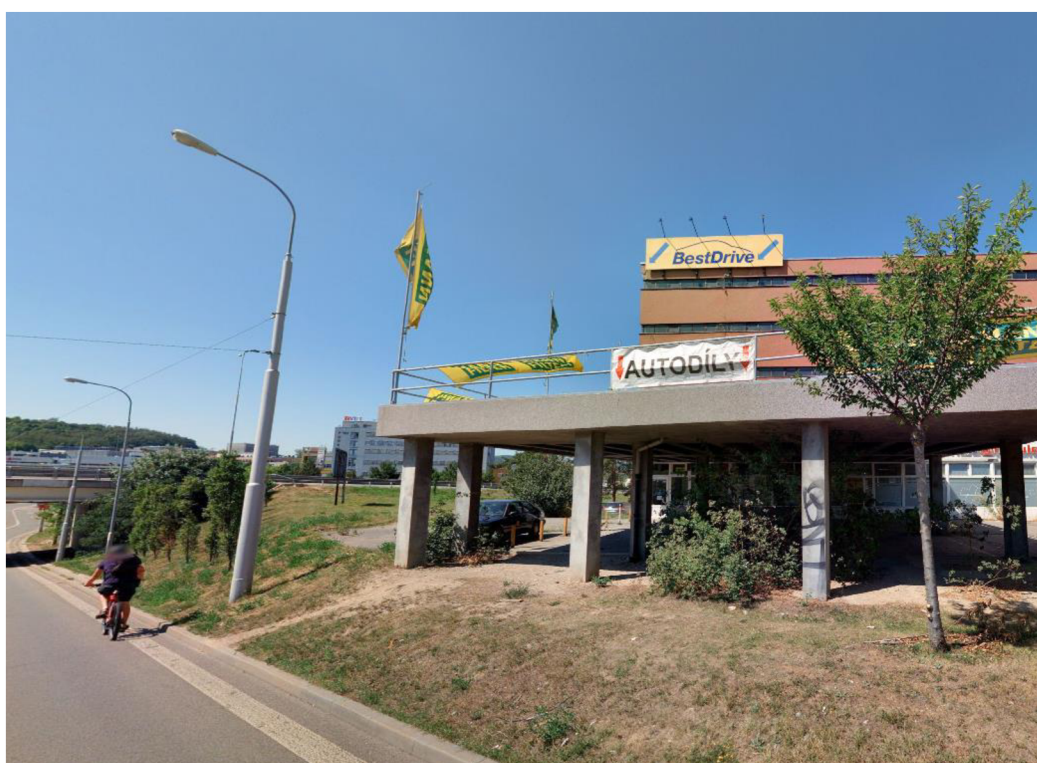
I v tomto případě byly použity opět dvě kamery Garmin VIRB Ultra 30 a zařízení pro zaznamenávání rychlosti na principu GPS/GNSS, konkrétně VBOX Racelogic Performance Box Touch.

### 6.3.2 Místo měření

Pro účel tohoto měření byla vybrána nedaleká průsečnicová křižovatka ulic Herčíkova, Purkyňova a nájezdu či sjezdu ze silnice I/43. Na této křižovatce bylo jak vhodné vodorovné dopravní značení, které v praxi může pomoci k určení rychlosti změřením známých bodů a srovnáním s videem, tak zde byla vhodná možnost využití nedaleké rampy jako vyvýšeného místa pro simulaci umístění bezpečnostní kamery.



Obrázek 10: Vybraná křižovatka [Mapy.cz]



Obrázek 11: Rampa použitá pro umístění kamery [Mapy.cz]



## 7 ANALÝZA VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

V analytické části diplomové práce budou vyhodnocená data porovnávaná s naměřenými hodnotami prostřednictvím popsaných metod.

### 7.1 ANALÝZA JÍZDY KONSTATNÍ RYCHLOSTÍ

V prvním měření se jednalo o měření realizované u VUT CESA, popsané v kapitole 5.1. V případě tohoto měření se jednalo o umístění kamery ve vozidle souběžně s kamerou umístěnou tak, aby zabírala projíždějící vozidlo z boční části. Tyto záběry budou vyhodnoceny různými metodami.

#### 7.1.1 Výpočet rychlosti pomocí metody VSEM

Pro určení rychlosti je jednou z nejjednodušších metod určení času, ve kterých se vozidlo nachází na určitých místech, kdy známe jejich umístění a čas z videa, a tedy stačí dopočítat rychlost. Tato metoda je variací použití metody virtuální plochy nebo čáry a je vhodná pro video ze statické kamery i pro video z automobilu.

##### *Analýza statického videa*

Pro analýzu statického videa lze využít přítomnost kanálových vpustí, které se na záznamu nacházejí a jsou rozmístěny přesně po 20 metrech. V praxi takto lze použít lamp veřejného osvětlení, směrové sloupky atd.



Obrázek 12: Rozmístění kanálových vpustí [Mapy.cz]



Obrázek 13: Jednotlivé analyzované úseky

Tabulka 1: Porovnání změřených a vypočítaných rychlostí ze statické kamery

	Čas z videa ZÚ [s]	Čas z videa KÚ [s]	Změřená dráha [m]	rychlost [km/h]	rychlost vbox [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
30 km/h	21,08	23,32	20,00	32,19	31,30	0,89	2,83 %
	23,32	25,56	20,00	32,14	31,60	0,54	1,72 %
	Průměrné odchylky					0,71	2,27 %
50 km/h	19,65	21,03	20,00	52,06	50,70	1,36	2,68 %
	21,03	22,50	20,00	48,95	49,90	0,95	1,91 %
	Průměrné odchylky					1,16	2,30 %
80 km/h	14,44	15,26	20,00	88,45	85,60	2,85	3,33 %
	15,26	16,04	20,00	91,49	87,40	4,09	4,68 %
	Průměrné odchylky					3,47	4,00 %
90 km/h	4,01	4,71	20,00	102,27	95,20	7,07	7,43 %
	4,71	5,46	20,00	95,74	92,10	3,64	3,96 %
	Průměrné odchylky					5,36	5,69 %

Pro porovnání rychlostí byla vzhledem k tomu, že se jedná o úsek, nikoliv o pouhý okamžik, použita průměrná rychlost vypočtená ze všech rychlostí na daném úseku z vboxu. Díky tomu, že

tato metoda reflektuje průjezd konstantní rychlostí, je rozdíl v rychlosti na úseku do 1 km/h. Je však nutné říct, že přesnost této metody je v tomto případě směrodatná pro rovnoměrný pohyb vozidla. V případě nerovnoměrného pohybu, tedy zrychlujícího nebo zpomalujícího vozidla narůstá odchylka razantně s kvadrátem rychlosti. Je proto v takovém případě nutné použít metodu jinou, jako je metoda pixelového posunu nebo vzdálenosti od kamery, pokud tyto metody použít lze, případně rozdělit úseky na menší části, nachází-li se na daném úseku vhodné prvky okolí.

V tabulce přehledně vidíme srovnání průměrných rychlostí na daném úseku naměřených vboxem s rychlostmi, které byly spočteny pomocí popsané metody. Z měření vyplývá, že s rostoucí rychlostí roste nepřesnost měření (odchylka), která je daná především snímkovací frekvencí, kdy chybí konkrétní snímek, na němž je požadovaná poloha. Pro určení polohy vozidla na posledním úseku je nutné buďto odměřit zadní část a přičíst k ujeté vzdálenosti délku vozidla, případně, jako v tomto případě, odhadnout umístění přední části vozidla.

#### ***Analýza dynamického videa***

Stejný způsobem s využitím stejných bodů lze analyzovat i záběry z kamery z vozidla. Podle metody můžeme do videa vložit virtuální čáru, kdy principem je čára neustále ve stejném místě videa a kamera na stejném místě vůči vozidlu, stejně tak ale můžeme mnohem pohodlněji využít přímo hranu palubní desky nebo kapoty. V tomto případě jednoduše využijeme poslední snímek před tím, než se kanálová vpusť začne skrývat kapotou vozidla.



*Obrázek 14: Začátek zájmového úseku z palubní kamery*

Tabulka 2: Porovnání změřených a vypočítaných rychlostí z kamery ve vozidle

	Čas z videa ZÚ [s]	Čas z videa KÚ [s]	Změřená dráha [m]	rychlost [km/h]	rychlost vbox [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
30 km/h	14,31	16,55	20,00	32,11	31,30	0,81	2,60 %
	16,55	18,85	20,00	31,36	31,60	0,24	0,76 %
	Průměrné odchylky					0,53	1,68 %
50 km/h	11,46	12,91	20,00	49,59	50,70	1,11	2,20 %
	12,91	14,40	20,00	48,55	48,90	0,35	0,72 %
	Průměrné odchylky					0,73	1,46 %
80 km/h	12,41	13,24	20,00	86,85	85,60	1,25	1,46 %
	13,24	14,07	20,00	86,64	87,20	0,56	0,64 %
	Průměrné odchylky					0,90	1,05 %
90 km/h	19,21	19,95	20,00	97,56	95,20	2,36	2,48 %
	19,95	20,74	20,00	91,02	92,10	1,08	1,17 %
	Průměrné odchylky					1,72	1,82 %

V případě záběrů z palubní kamery lze vidět, že odchylky jsou mnohem menší oproti odchylkám při záznamech z venkovní kamery. To lze zdůvodnit tím, že lze přesněji určit správná poloha vozidla vůči kanálovým vpustím. Zároveň lze ale vidět, že odchylka taktéž roste úměrně s vyšší rychlostí vozidla. To lze poměrně jednoduše zdůvodnit drobnou nepřesností díky již úplně nepostačujícím počtem snímků za sekundy, ale také například tím, že v případě brzdění nebo zrychlení dojde k náklonu vozidla, což opět způsobuje nepřesnost umístění vozidla vůči bodům. Při rychlostech nad 50 km/h navíc nebyla rychlost úplně konstantní a byly zde větší výkyvy v rychlostech na daném úseku, což vytváří největší zkreslení.

## 7.1.2 Výpočet rychlostí metodou pixelového posunu

Díky metodě pixelového posunu lze analyzovat jak statické, tak dynamické video. Klíčová je pouze znalost rozměru na vozidle v případě statického videa nebo na jiném vozidle či jiném předmětu v případě dynamického videa.

### *Analýza statického videa*

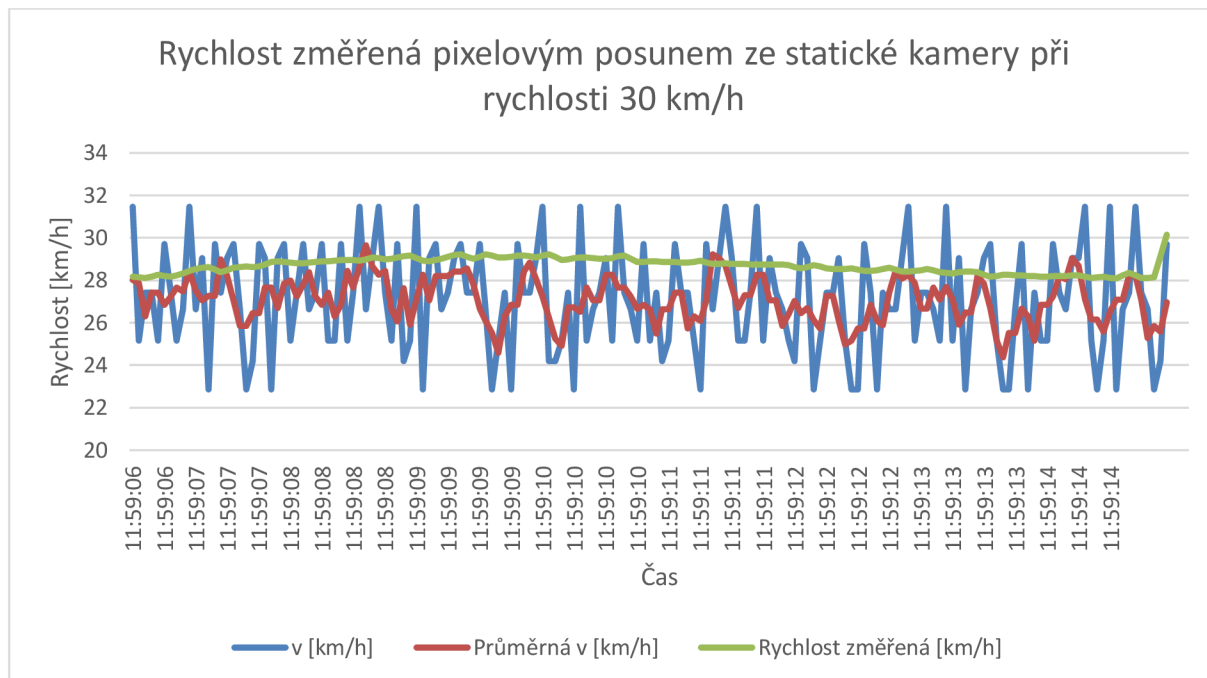
V případě statického videa se jako nejjednodušší jeví použít rozměr disku kola, kdy na vozidle víme, že se nachází kola se šířkou 38,1 centimetrů. Šedý disk má navíc relativně velký kontrast oproti černé pneumatice, což usnadňuje analýzu videa. Následně již stačí do tabulky opisovat velikost kola na daném snímku v pixelech a posun kola mezi jednotlivými snímky.



*Obrázek 15: Analýza statického videa metodou pixelového posunu*

Při analýze touto metodou vzniká však velké množství dat, zatímco u metody VSEM stačilo vyčíslit umístění vozidla vůči třem kanálovým vpustím, zde lze analyzovat při videu s FPS 30 až několik desítek, v případě nižších rychlostí až stovek, posunů mezi snímky. V případě, že však víme, že se jedná přibližně o rovnoměrný pohyb nebo potřebujeme pouze znát průměrnou rychlost na daném úseku, tedy nejedná se o analýzu rychlosti do úplné hloubky, lze použít každý druhý nebo třetí snímek, případně analyzovat pouze část videozáznamu. To zkrátí náročnost metody i na setiny potřebného času analýzy celého videa. V případě výrazně nerovnoměrného pohybu je tato metoda přesnější, neboť úseky nemají desítky metrů, ale desetiny metrů, ale s ohledem na časovou náročnost není použití této metody jednoduché. Navíc je potřeba některé série snímků vynechávat ve chvíli, kdy jako v tomto případě zavazí zaparkovaná auta nebo jiné překážky, případně použít jiné viditelné rozměry vozidla, jehož rychlost analyzujeme, jako je délka střechy apod.

Jelikož data jsou rozdělena po 0,02 metrech na úseku delším, než 60 metrů, je z tohoto důvodu lepší zobrazit data v grafu. Grafy popisují v reálném čase rychlost změřenou, rychlost vypočtenou z videa a průměrnou rychlost, která se počítá dle metodiky autora metody průměrem čtyřech rychlostí, konkrétně získané, dvou předchozích a jedné následující.



Graf 1: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při rychlosti 30 km/h

Z grafu při jízdě rychlostí 30 km/h je patrné, že při zjištěných rychlostech jsou výkyvy, které však při této malé rychlosti představují odchylky do 3 km/h, zjištěná rychlost se pohybovala od 25 do 28 km/h, průměrná odchylka pak byla 2,43 km/h. Díky malé rychlosti, a tedy nejdelšímu videu se jednalo o 165 snímků, resp. 165 posunů mezi snímky, což dělá na první pohled velmi hustý graf. Průměrná reálná rychlost zjištěná měřicí technikou byla 28,68 km/h, průměrná rychlost spočtená metodou pixelového posunu byla 27,10 km/h. Průměrná absolutní odchylka pak byla díky malé rychlosti 5,5 %.



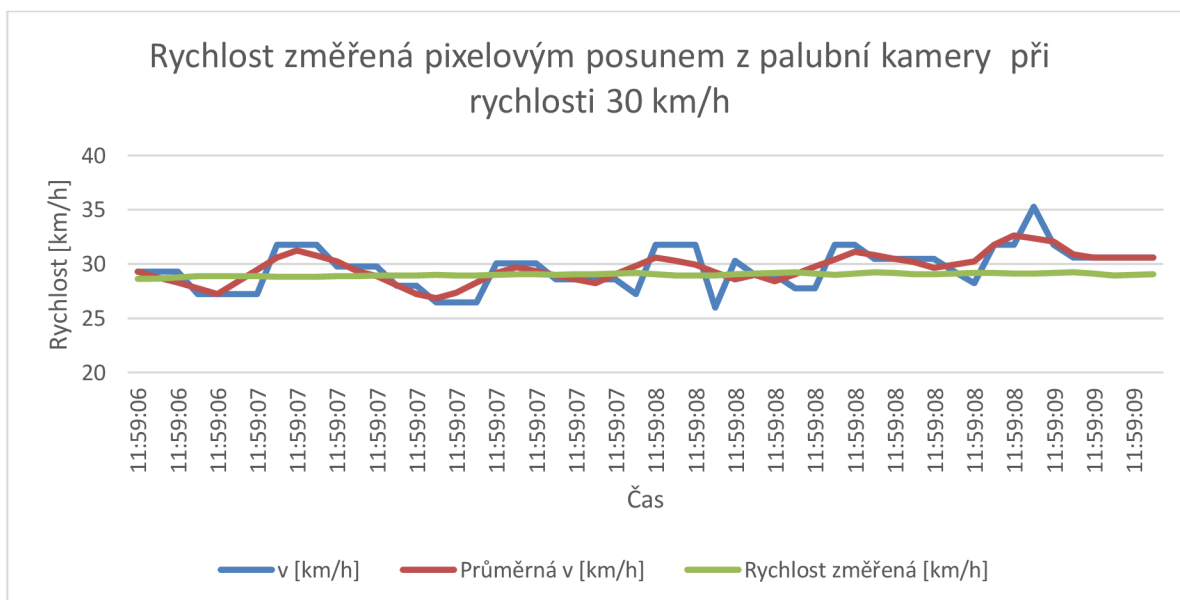
s rychlostí z GPS. V tomto případě však i přes výslednou velkou přesnost vznikaly absolutní odchylky až do výše 6 km/h, což je způsobeno vyšší rychlostí, ze které plyne kratší čas videa, a tedy nižší přesnost při měření, kdy měřené části se nachází na rozhraní obrazových bodů nebo již kvalita není dostatečná na to, aby šlo přesně odhadnout konkrétní obrazový bod. Průměrná odchylka byla 1,72 km/h, tedy 1,89 %. Maximální odchylka byla okolo 6 km/h.

### *Analýza dynamického videa*

V případě dynamického videa je nutné změřit rozměr v okolí, v tomto případě se jako nejvhodnější jeví část zaparkovaného vozidla Škoda Fabia první generace v provedení hatchback. Vzhledem k rozšířenosti těchto vozidel by ani v praxi (např. při zjišťování rychlosti při znaleckém zkoumání) nebyl problém získat rozměr tohoto vozidla. V daném případě bude zjišťován rozměr od začátku po konec levého zadního okna. Rozměr zadního okna je tedy 88,2 centimetrů.

Na rozdíl od statického videa díky tomuto rozměru zvládneme zjistit pouze omezený úsek videa. V dalším úseku, kde, již předmět se zjištěným rozměrem není, by bylo nutné najít jiný předmět a tento úsek vyšetřovat zvlášť.

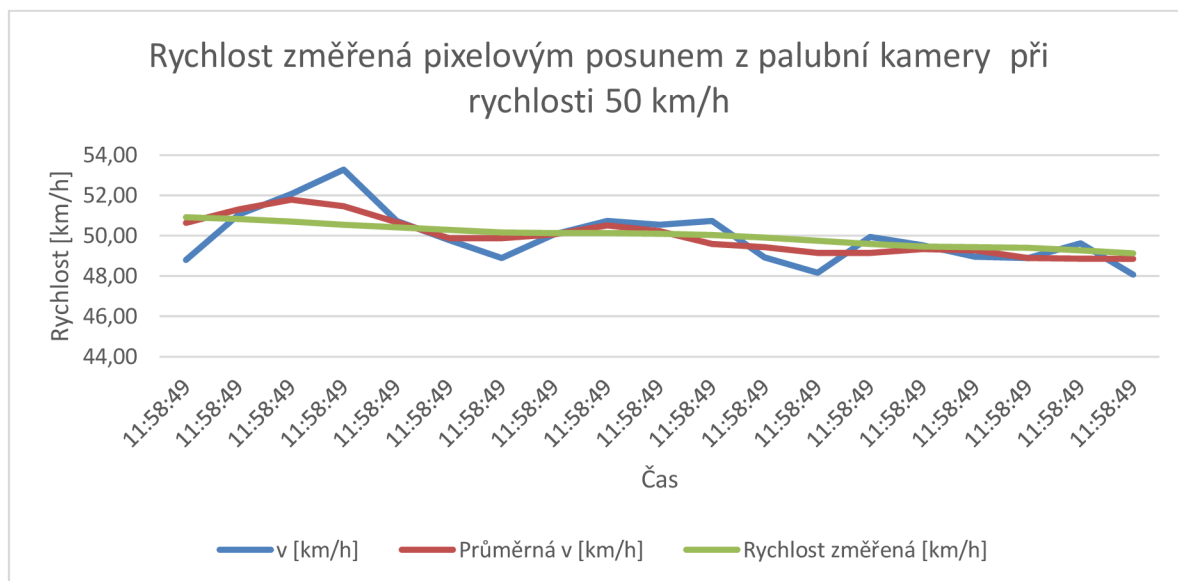
Do grafu je opět zpracovaná zjištěná rychlost, průměrná zjištěná rychlost a rychlost změřená, stejně jako u statického videa.



Graf 4: Rychlost změřená pixelovým posunem z palubní kamery při rychlosti 30 km/h

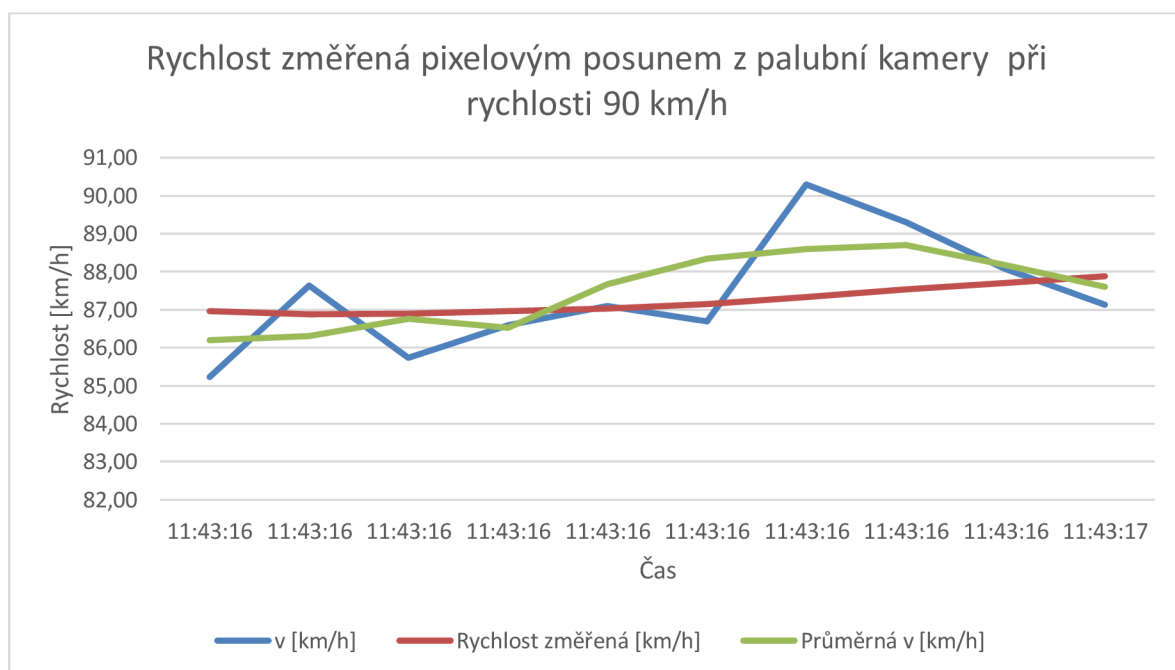
Zjištěná rychlost byla bez výraznějších odchylek. Průměrná odchylka byla pouze 0,6 km/h, tedy 2,12 %. Průměrná rychlost na úseku byla změřena na 29 km/h a spočítána na 29,6 km/h. Jedná se však o menší vzorek dat než u statického videa. Maximální odchylka byla 3 km/h.





Graf 5: Rychlost změřená pixelovým posunem z palubní kamery při rychlosti 50 km/h

V případě rychlosti 50 km/h razantně ubyl počet dat, díky rychlejšímu průjezdu kolem zaparkovaného vozu, a tedy menšímu počtu snímků, na kterém se vozidla setkávají. I přes to, že z grafu to na první pohled nemusí být zřejmé, průměrná odchylka byla pouze 0,07 km/h, tedy 0,14 %. Průměrná rychlost byla 49,94 km/h změřená z videa a 50 km/h byla reálná rychlost změřená zařízením. Maximální odchylka byla 5 km/h.



Graf 6: Rychlost změřená pixelovým posunem z palubní kamery při rychlosti 90 km/h

I při rychlosti 90 km/h metoda pixelového posunu vykazovala velkou přesnost, průměrná zjištěná rychlost z videa byla 87,37 km/h a reálná 87,23 km/h, průměrná absolutní odchylka byla

0,15 km/h, což odpovídá 0,17 %. V tomto případě se data skládají pouze z deseti vzorků, vzhledem k malému úseku videa. Maximální odchylka byla 7 km/h.

### 7.1.3 Analýza metodou vzdáleností od kamery

V tomto případě nelze použít metodu vzdálenosti od kamery pro video statické, neboť vozidlo se od kamery nepřibližuje, ani nevzdaluje, naopak se dá říct, že díky efektu rybiho oka jede stále v téměř stejné vzdálenosti od objektivu.

Pro analýzu dynamického videa z palubní kamery je tato metoda taktéž nepříliš vhodná, neboť na videu nejsou žádné objekty, které by se od sebe přibližovaly nebo oddalovaly, jako jsou směrové sloupky, lampy apod, neboť zde buďto nejsou anebo jsou umístěny pouze na jedné straně vozovky.

## 7.2 ANALÝZA KONSTATNÍCH RYCHLOSTÍ PŘI JÍZDĚ ROVNOBĚŽNĚ S OSOU KAMERY

Cílem tohoto měření bylo vytvořit takové video, které by na rozdíl od předchozího měření šlo použít k analýze pomocí metody vzdálenosti od kamery. U použití této metody je klíčové počítat klouzavý průměr, pro eliminaci odchylek měření, neboť velké odchylky se pak vzájemně eliminují.

### 7.2.1 Analýza metodou vzdálenosti od kamery

Pro toto měření byly na okraj vozovky, konkrétně na svrchní část obrubníku, vloženy dva kužely, které bude možné použít pro analýzu dynamického videa. Pro analýzu statického videa bude možné použít rozměry vozidla. V tomto případě však potřebujeme, aby se vozidlo vůči kameře vzdalovalo, jinak metodu není možné použít. Pro měření touto metodou je potřeba znát parametry kamer, kdy ve všech případech byla použita kamera Garmin.

Tabulka 3: Parametry kamer

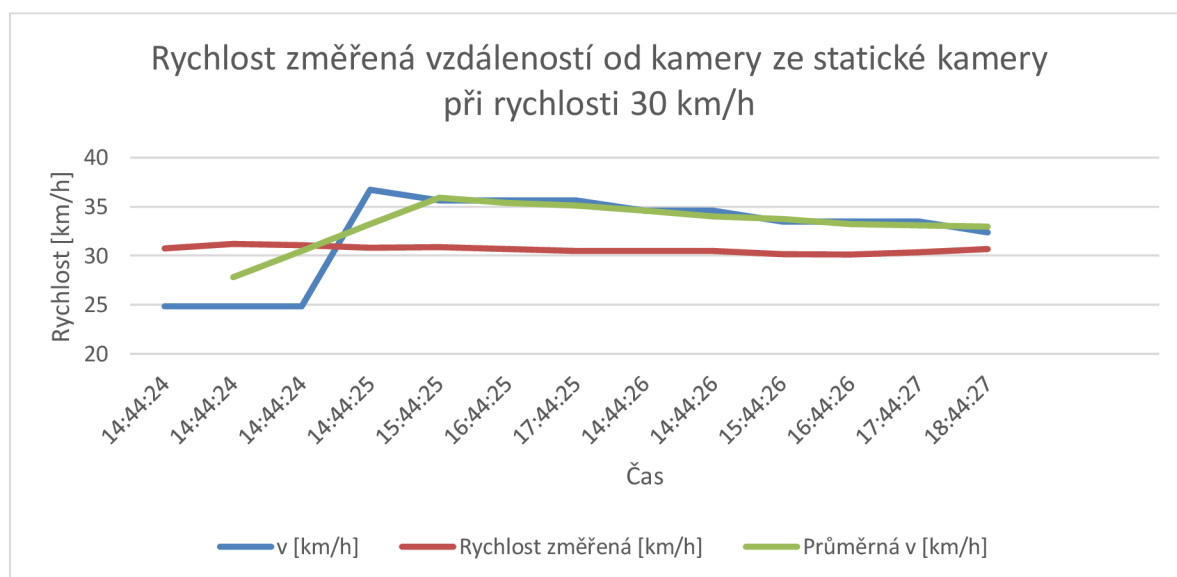
Objektiv	Šestičlenný celoskleněný širokoúhlý objektiv s nízkým
Hloubka ostrosti	50 cm až $\infty$
Efektivní ohnisková vzdálenost	2,73 mm
Pevná světelnost	f/2,6
Zkreslení	-28,00 %
Počet pixelů	12 MP
Snímač	1/2,3" CMOS se zadním osvětlením
Velikost pixelu	1,55um

### *Analýza statického videa*

V případě statického videa, kde využijeme to, že vozidlo se blíží ke kameře, lze vypočítat rychlost na základě zjištěného rozměru z vozidla. V tomto případě se jedná o šířku vozidla, tedy přesněji vzdálenost krajních bodů světlometů. Tato vzdálenost je 1255 mm. Je však také důležité si uvědomit, že vypočtená rychlost vzniká vypočtením posunu ke kameře za určitý čas, což může s rostoucím úhlem od jízdní osy objektu razantně zvyšovat odchylku měření. V tomto případě, kdy bereme část videa, kdy je vozidlo ve větší vzdálenosti od kamery, je natočení vůči ose kamery do 5° a můžeme toto natočení zanedbat.



Obrázek 16: Změřená část vozidla



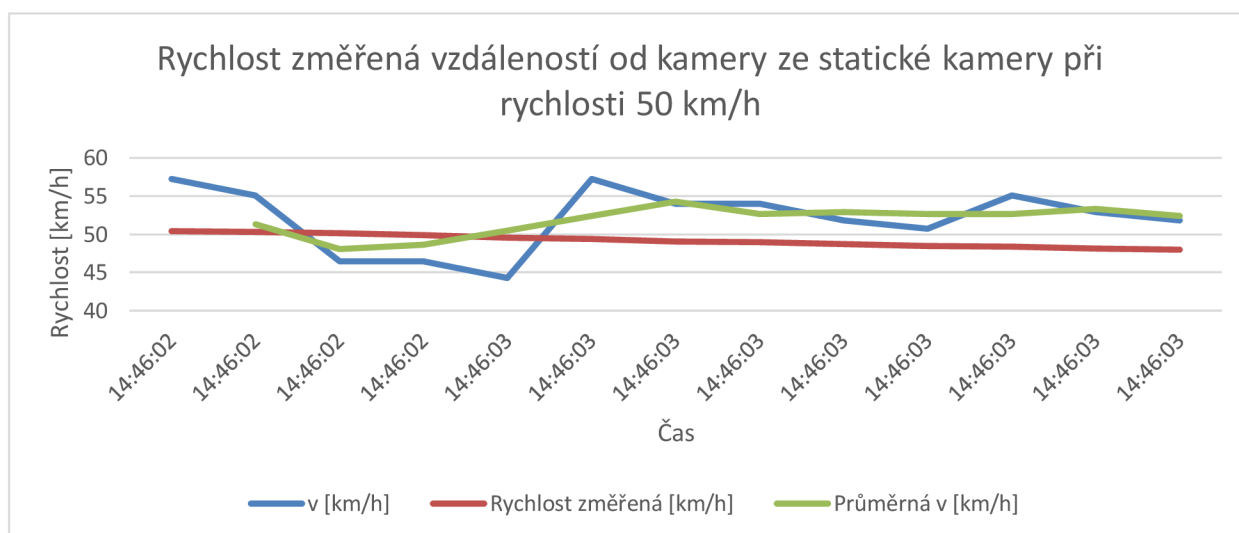
Graf 7: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 30 km/h

V případě rychlosti 30 km/h lze vidět, že zjištěná rychlost se zpřesňuje s blížícím se vozidlem ke kameře, neboť čím blíže se vozidlo nachází ke kameře, tím je měření přesnější, neboť je záznam kvalitnější a dá se měřit s větší přesností. Ze stejného důvodu také nelze použít úplně všechny snímky. Na počátku byl absolutní rozdíl rychlostí až 4,92 km/h. Průměrná rychlost se však díky

plusovým a minusovým odchylkám lišila pouze o 3 km/h. Průměrná odchylka byla 1,69 km/h, což představuje 5,61 %.

Tabulka 4: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 30 km/h

Snímek	$S_{0,s}$ [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
1	45,8	53,45		0	0	30,03			
2	46	53,22	0,23	6,9	24,84	30,72		5,88	-19,14 %
3	46,2	52,99	0,23	6,9	24,84	31,2	27,81	6,36	-20,38 %
4	46,4	52,76	0,23	6,9	24,84	31,1	30,51	6,26	-20,13 %
5	46,7	52,42	0,34	10,2	36,72	30,8	33,21	-5,92	19,22 %
6	47	52,09	0,33	9,9	35,64	30,88	35,91	-4,76	15,41 %
7	47,3	51,76	0,33	9,9	35,64	30,69	35,37	-4,95	16,13 %
8	47,6	51,43	0,33	9,9	35,64	30,51	35,10	-5,13	16,81 %
9	47,9	51,11	0,32	9,6	34,56	30,46	34,56	-4,10	13,46 %
10	48,2	50,79	0,32	9,6	34,56	30,46	34,02	-4,10	13,46 %
11	48,5	50,48	0,31	9,3	33,48	30,19	33,75	-3,29	10,90 %
12	48,8	50,17	0,31	9,3	33,48	30,12	33,21	-3,36	11,16 %
13	49,1	49,86	0,31	9,3	33,48	30,35	33,12	-3,13	10,31 %
14	49,4	49,56	0,3	9	32,4	30,65	32,94	-1,75	5,71 %



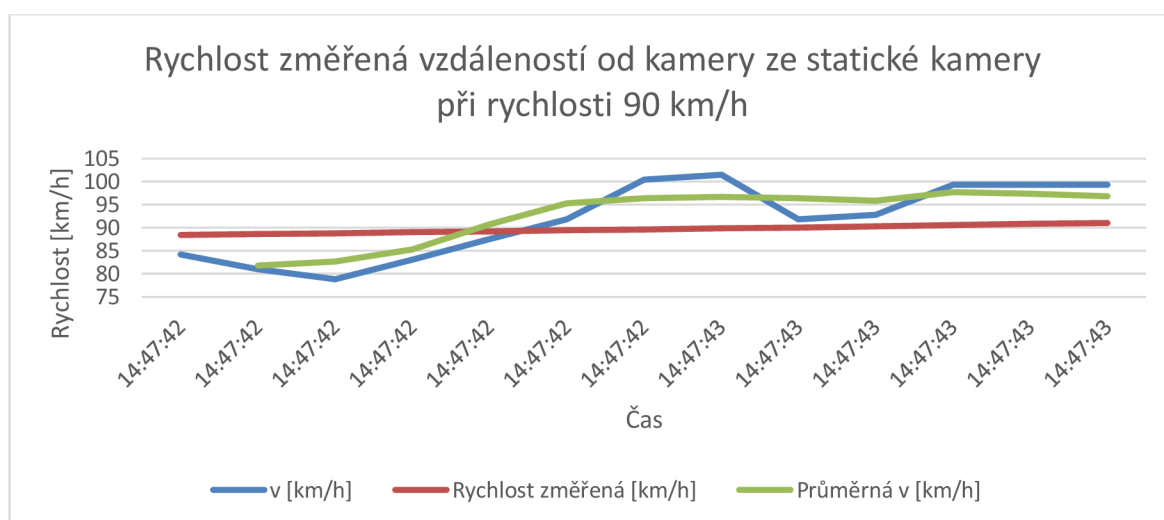
Graf 8: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 50 km/h

V případě vyšší rychlosti 50 km/h se průběh opakovat, rychlost spočítaná z videa se přibližuje změřené reálné rychlosti s přibližujícím se vozidlem ke kameře. Absolutní odchylka však zde

dosahovala na začátku až 5,75 km/h, průměrná odchylka pak byla 2,90 km/h, tedy 5,93 %.  
Průměrná rychlost na úseku byla 49,3 km/h, změřena byla na 51,8 km/h.

Tabulka 5: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 50 km/h

Snímek	S <sub>o,s</sub> [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
1	60,8	40,27		0	0	50,72			
2	61,6	39,74	0,53	15,9	57,24	50,41		-6,83	13,55 %
3	62,4	39,23	0,51	15,3	55,08	50,29	51,30	-4,79	9,52 %
4	63,1	38,8	0,43	12,9	46,44	50,14	48,06	3,70	-7,38 %
5	63,8	38,37	0,43	12,9	46,44	49,92	48,60	3,48	-6,97 %
6	64,5	37,96	0,41	12,3	44,28	49,52	50,49	5,24	-10,58 %
7	65,4	37,43	0,53	15,9	57,24	49,42	52,38	-7,82	15,82 %
8	66,3	36,93	0,5	15	54	49,09	54,27	-4,91	10,00 %
9	67,2	36,43	0,5	15	54	48,99	52,65	-5,01	10,23 %
10	68,1	35,95	0,48	14,4	51,84	48,75	52,92	-3,09	6,34 %
11	69	35,48	0,47	14,1	50,76	48,5	52,65	-2,26	4,66 %
12	70	34,97	0,51	15,3	55,08	48,39	52,65	-6,69	13,83 %
13	71	34,48	0,49	14,7	52,92	48,11	53,28	-4,81	10,00 %
14	72	34	0,48	14,4	51,84	47,98	52,38	-3,86	8,05 %



Graf 9: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 90 km/h

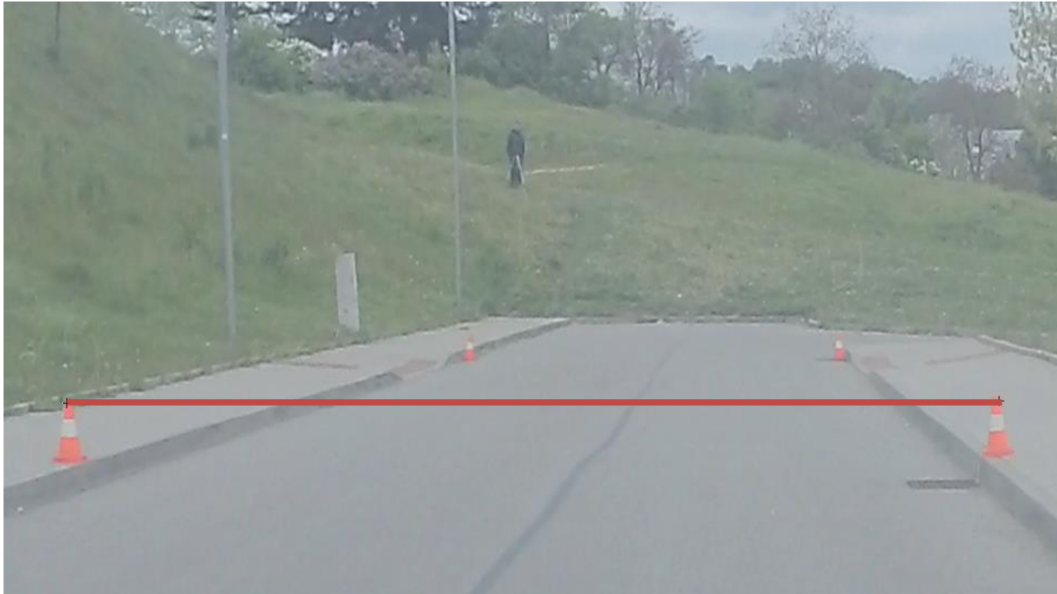
V případě rychlosti 90 km/h se absolutní odchylky vyšplhaly až do výše 10 km/h. Průměrná rychlost na celém úseku byla 92,75 km/h, průměrná absolutní odchylka 1,94 km/h, což odpovídá 2,10 %.

*Tabulka 6: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 90 km/h*

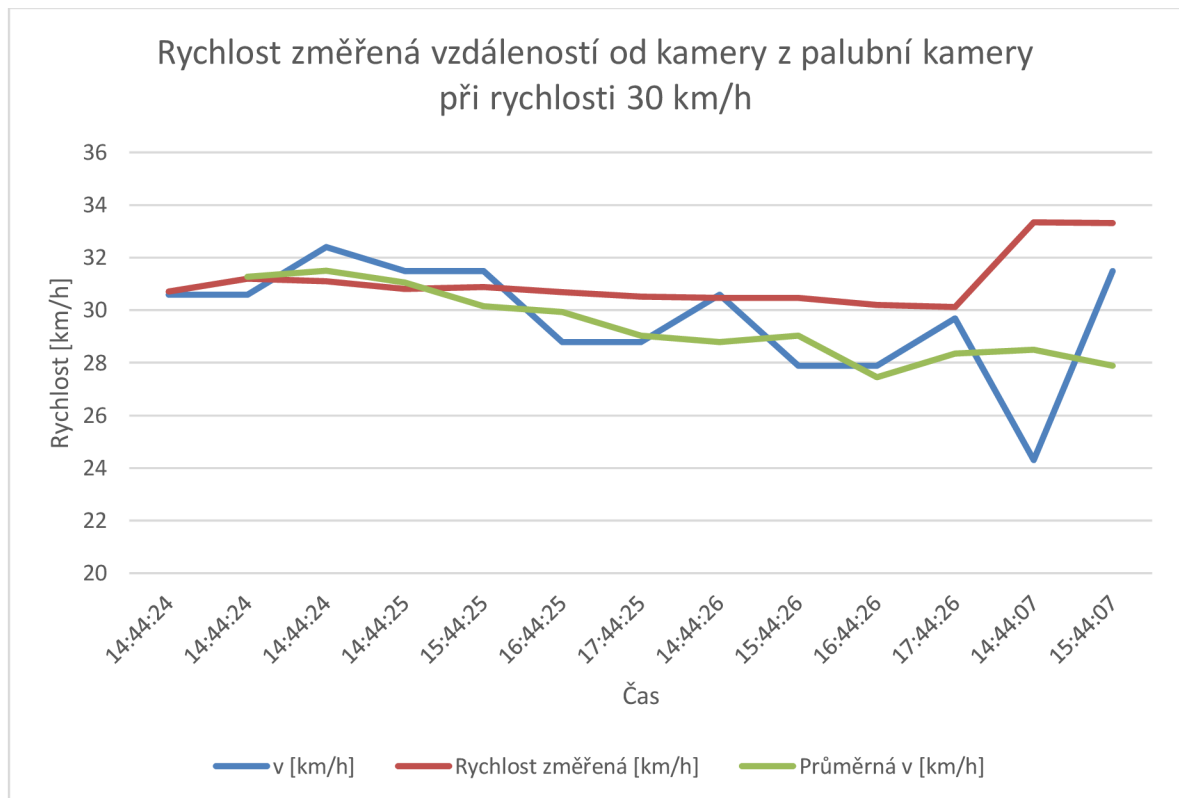
Snímek	$S_{o,s}$ [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
1	55,5	44,11		0	0	88,16			
2	56,5	43,33	0,78	23,4	84,24	88,45		4,21	-4,76 %
3	57,5	42,58	0,75	22,5	81	88,64	81,81	7,64	-8,62 %
4	58,5	41,85	0,73	21,9	78,84	88,82	82,62	9,98	-11,24 %
5	59,6	41,08	0,77	23,1	83,16	89,04	85,32	5,88	-6,60 %
6	60,8	40,27	0,81	24,3	87,48	89,26	90,72	1,78	-1,99 %
7	62,1	39,42	0,85	25,5	91,8	89,46	95,31	-2,34	2,62 %
8	63,6	38,49	0,93	27,9	100,44	89,66	96,39	-10,78	12,02 %
9	65,2	37,55	0,94	28,2	101,52	89,84	96,66	-11,68	13,00 %
10	66,7	36,7	0,85	25,5	91,8	90,05	96,39	-1,75	1,94 %
11	68,3	35,84	0,86	25,8	92,88	90,34	95,85	-2,54	2,81 %
12	70,1	34,92	0,92	27,6	99,36	90,63	97,74	-8,73	9,63 %
13	72	34	0,92	27,6	99,36	90,83	97,43	-8,53	9,39 %
14	74	33,08	0,92	27,6	99,36	91,04	96,78	-8,32	9,14 %

#### ***Analýza dynamického videa***

V případě dynamického videa byly použity dva kužely, jejichž vzdálenost byla 6 metrů. V praxi při reálném zjišťování rychlosti z palubní kamery by mohla být použita vzdálenost směrových sloupků, lamp pouličního osvětlení apod. I v tomto případě je pak rozhodující především kvalita videa, neboť každý obrazový bod (pixel) udělá několikametrový rozdíl, díky čemuž je potom vypočtena rychlost s chybou až několika kilometrů za hodinu.



Obrázek 17: Zájmová vzdálenost mezi kužely

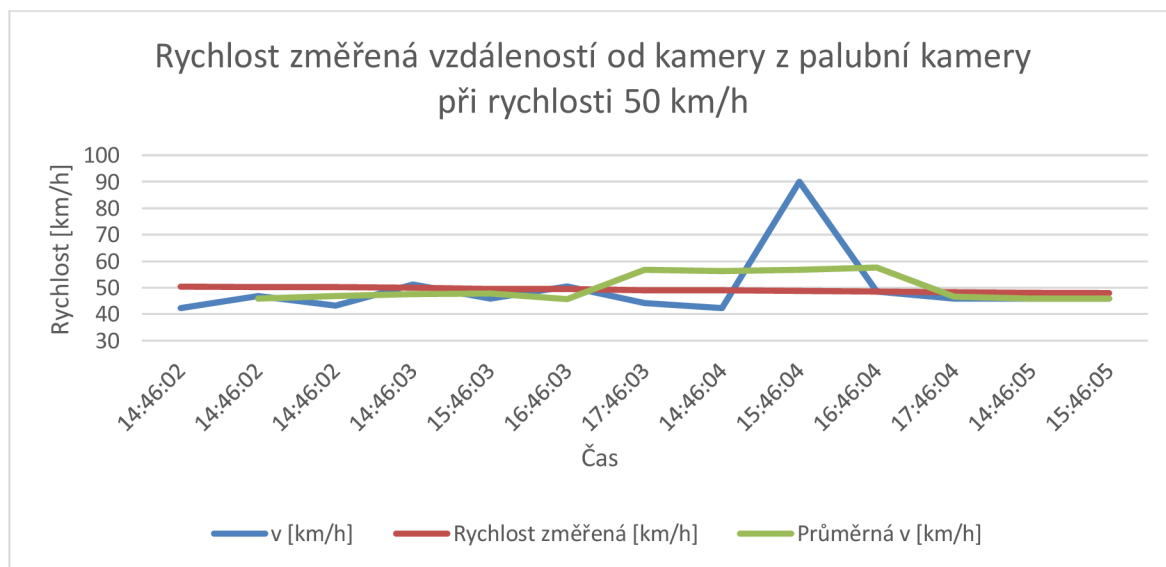


Graf 10: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 30 km/h

Při průměrné rychlosti 30,98 km/h byla rychlost změřená z videa 29,41 km/h s průměrnou absolutní odchylkou 1,36 km/h, což představuje 4,24 %.

Tabulka 7: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 30 km/h

Snímek	$S_{0,s}$ [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
1	614	17,47		0	0	30,03			
2	626	17,13	0,34	8,5	30,6	30,72		0,12	-0,39 %
3	639	16,79	0,34	8,5	30,6	31,2	31,28	0,60	-1,92 %
4	653	16,43	0,36	9	32,4	31,1	31,50	-1,30	4,18 %
5	667	16,08	0,35	8,75	31,5	30,8	31,05	-0,70	2,27 %
6	682	15,73	0,35	8,75	31,5	30,88	30,15	-0,62	2,01 %
7	696	15,41	0,32	8	28,8	30,69	29,93	1,89	-6,16 %
8	711,02	15,09	0,32	8	28,8	30,51	29,03	1,71	-5,60 %
9	727	14,75	0,34	8,5	30,6	30,46	28,80	-0,14	0,46 %
10	743	14,44	0,31	7,75	27,9	30,46	29,03	2,56	-8,40 %
11	759,01	14,13	0,31	7,75	27,9	30,19	27,45	2,29	-7,59 %
12	777,01	13,8	0,33	8,25	29,7	30,12	28,35	0,42	-1,39 %
13	793,02	13,53	0,27	6,75	24,3	33,34	28,50	9,04	-27,11 %
14	814,01	13,18	0,35	8,75	31,5	33,31	27,90	1,81	-5,43 %

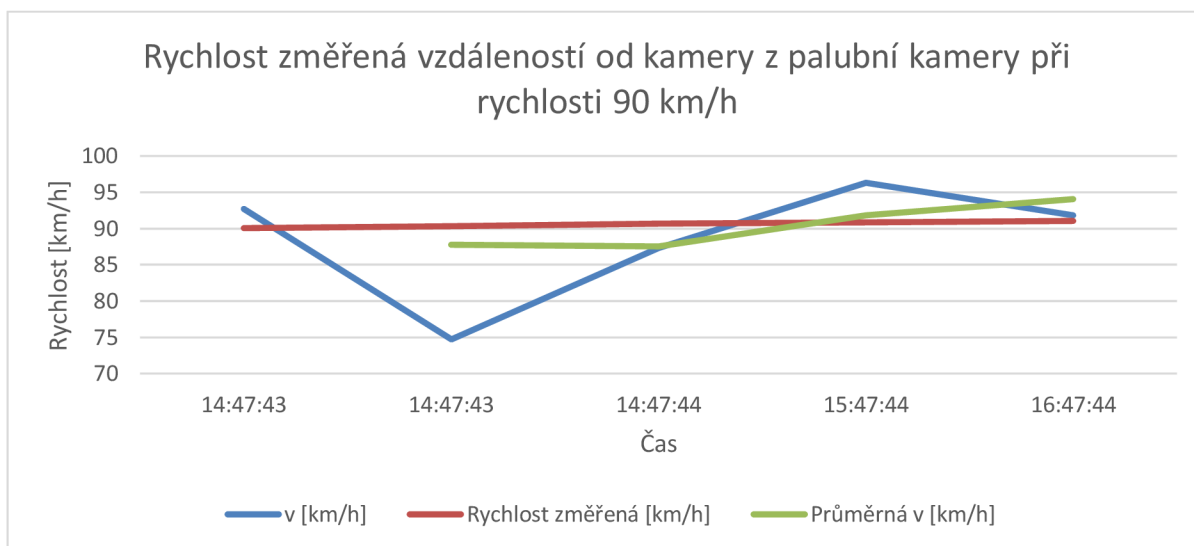


Graf 11: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 50 km/h

Tabulka 8: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 50 km/h



čas	Snímek	S <sub>o,s</sub> [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
14:46:02	1	1250	8,17		0	0	50,72		
14:46:02	2	1325	7,71	0,46	13,8	49,68	50,41	0,73	-1,45 %
14:46:02	3	1410	7,25	0,46	13,8	49,68	50,29	0,61	-1,21 %
14:46:02	4	1500	6,81	0,44	13,2	47,52	50,14	2,62	-5,23 %
14:46:02	5	1600	6,38	0,43	12,9	46,44	49,92	3,48	-6,97 %
14:46:03	6	1735	5,89	0,49	14,7	52,92	49,52	-3,40	6,87 %
14:46:03	7	1875	5,45	0,44	13,2	47,52	49,42	1,90	-3,84 %
14:46:03	8	2030	5,03	0,42	12,6	45,36	49,09	3,73	-7,60 %
14:46:03	9	2250	4,54	0,49	14,7	52,92	48,99	-3,93	8,02 %
14:46:03	10	2510	4,07	0,47	14,1	50,76	48,75	-2,01	4,12 %
14:46:03	11	2801	3,65	0,42	12,6	45,36	48,5	3,14	-6,47 %
14:46:03	12	3267	3,13	0,52	15,6	56,16	48,39	-7,77	16,06 %
14:46:03	13	3725	2,74	0,39	11,7	42,12	48,11	5,99	-12,45 %
14:46:03	14	4401	2,32	0,42	12,6	45,36	47,98	2,62	-5,46 %



Graf 12: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 90 km/h

Při jízdě rychlostí 90 km/h, kdy byla průměrná rychlost 90,45 km/h, byla zjištěna rychlost z videa 90,28 km/h. Odchylka výpočtu byla průměrně 2,02 km/h, což představuje 2,24 %. V tomto případě se však jedná o menší počet snímků, díky větší rychlosti, a tedy kratšímu času průjezdu vozidla na určité dráze.

Tabulka 9: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 90 km/h

Snímek	$S_{0,s}$ [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
9	634	16,92		0	0	89,84			
10	675	15,89	1,03	25,75	92,7	90,05		-2,65	2,94 %
11	712	15,06	0,83	20,75	74,7	90,34	87,75	15,64	-17,31 %
12	761	14,09	0,97	24,25	87,3	90,63	87,53	3,33	-3,67 %
13	824	13,02	1,07	26,75	96,3	90,83	91,80	-5,47	6,02 %
14	894	12	1,02	25,5	91,8	91,04	94,05	-0,76	0,83 %

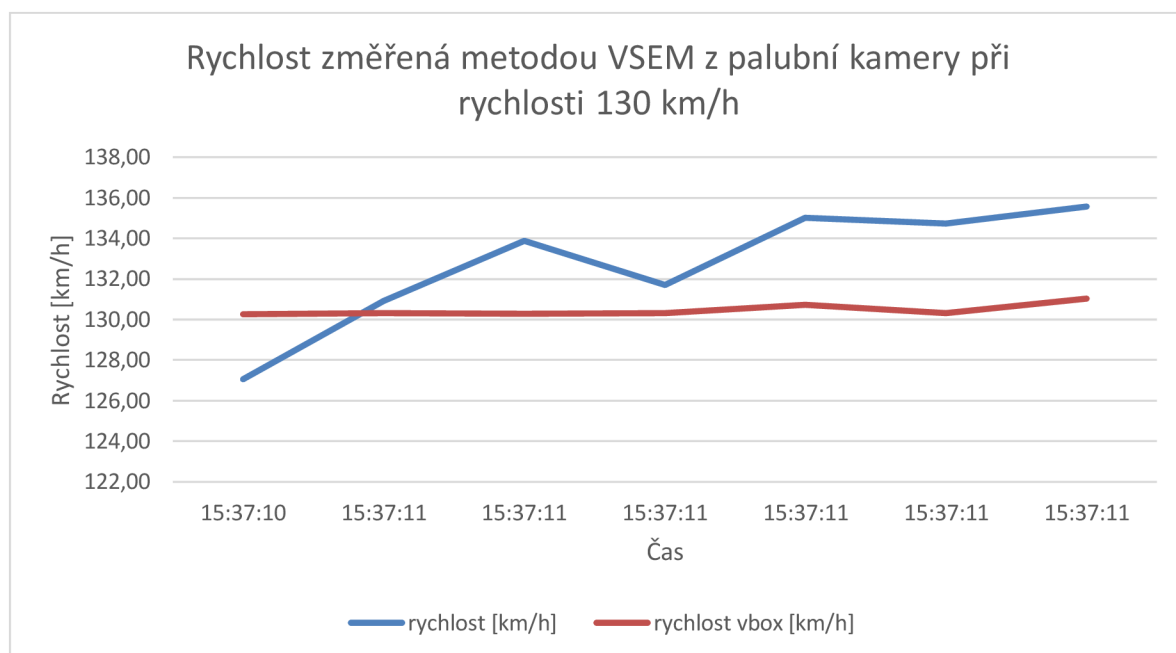
## 7.3 ANALÝZA JÍZDY VYŠŠÍ RYCHLOSTÍ

V této kapitole bude analyzována jízda rychlostí cca 130 km/h, naměřená na ulici Hradecká, viz. kapitola 5.2. Opět bude jak z palubní kamery, tak ze statické kamery proveden rozbor co nejvíce metodami.

### 7.3.1 Analýza metodou VSEM

Pro tuto metodu bude nejjednodušší použít vodorovné dopravní značení, kdy se na úseku nachází vodorovná přerušovaná čára, jejíž délka je 6 metrů a mezery mezi čárami jsou 12 metrů [11]. Tato hodnota se řídí technickými podmínkami ministerstva dopravy TP133, které určují zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, nicméně konkrétní rozměry lze odměřit na místě nebo alespoň kontrolně z leteckých map. Vzdálenost od začátku jedné čáry po začátek druhé, která bude vyhodnocována je 18 metrů.

## Analýza dynamického videa



Graf 13: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při rychlosti 130 km/h

V případě této rychlosti se často špatně určuje správný snímek umístění vozidla, neboť snímek buďto chybí a je potřeba vzít snímek nejbližší tomuto snímku nebo je po zastavení lehce rozmazaný a taktéž je potřeba se přiklonit ke správnému snímku z videa uvážením. Přes to však odchylka nepřekročila 5 km/h. Průměrná rychlost byla vypočítána na 132,7 km/h a změřená na 130,46 km/h. Průměrná odchylka byla 2,22 km/h, což představuje 1,70 %.

Tabulka 10: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při rychlosti 130 km/h

čas	Čas z videa ZÚ [s]	Čas z videa KÚ [s]	Změřená dráha [m]	rychlost [km/h]	rychlost vbox [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]
15:37:10	22,51	23,02	18,00	127,06	130,26	3,20	-2,46 %
15:37:11	23,01	23,50	18,00	130,91	130,33	-0,58	0,44 %
15:37:11	23,98	24,47	18,00	133,88	130,28	-3,60	2,77 %
15:37:11	24,47	24,96	18,00	131,71	130,32	-1,39	1,06 %
15:37:11	25,43	25,91	18,00	135,00	130,73	-4,27	3,27 %
15:37:11	25,91	26,39	18,00	134,72	130,32	-4,40	3,38 %
15:37:11	26,88	27,36	18,00	135,56	131,03	-4,53	3,46 %
Průměrné odchylky:						-2,22	1,70 %

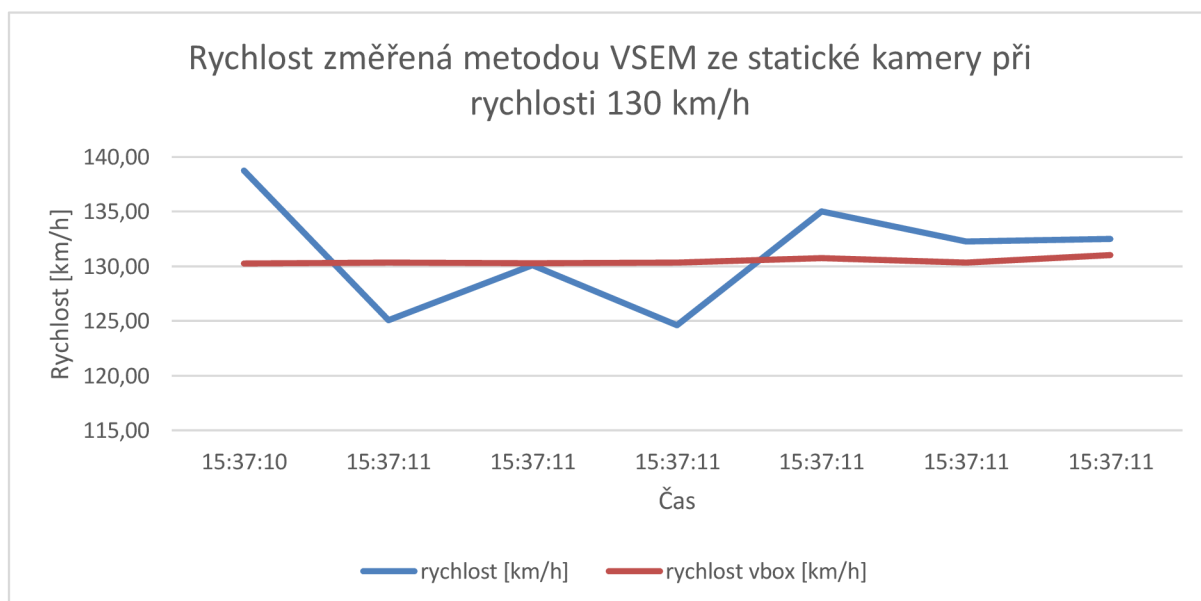
### *Analýza statického videa*

Pro analýzu statického videa natočeného z mostu nad silnicí lze použít naprosto analogický postup, stejný úsek tedy vyhodnotíme metodou VSEM podle umístění vozidla na videu, vždy na počátku bílé přerušované čáry.



*Obrázek 18: Použití metody VSEM pro statické video*

Jak je patrné z obrázku, čím dál je v tomto případě vozidlo od objektivu kamery, tím je složitější určit jeho polohu, díky perspektivnímu zkreslení i díky tomu, že vzdálenější body jsou reprezentovány mnohem menším počtem pixelů a rozlišení videa již není postačující na přesnější měření.



*Graf 14: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při rychlosti 130 km/h*

Ze získaných dat je pak patrné, že největší odchylka byla na začátku videa, kdy je vozidlo nejvíce vzdálené od kamery. Rychlost změřená na úseku byla 130,5 km/h a rychlost získaná z videa byla 131,19 km/h, což představuje velmi uspokojivý výsledek.

*Tabulka 11: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při rychlosti 130 km/h*

čas	Čas z videa ZÚ [s]	Čas z videa KÚ [s]	Změřená dráha [m]	rychlost [km/h]	rychlost vbox [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]
15:37:10	8,20	8,67	18,00	138,76	130,26	-8,50	6,52 %
15:37:11	8,67	9,19	18,00	125,10	130,33	5,23	-4,02 %
15:37:11	9,19	9,69	18,00	130,12	130,28	0,16	-0,12 %
15:37:11	9,69	10,21	18,00	124,62	130,32	5,70	-4,38 %
15:37:11	10,21	10,69	18,00	135,00	130,73	-4,27	3,27 %
15:37:11	10,69	11,18	18,00	132,24	130,32	-1,92	1,48 %
15:37:11	11,18	11,67	18,00	132,52	131,03	-1,49	1,13 %
Průměrné odchylky:						3,90	0,56 %

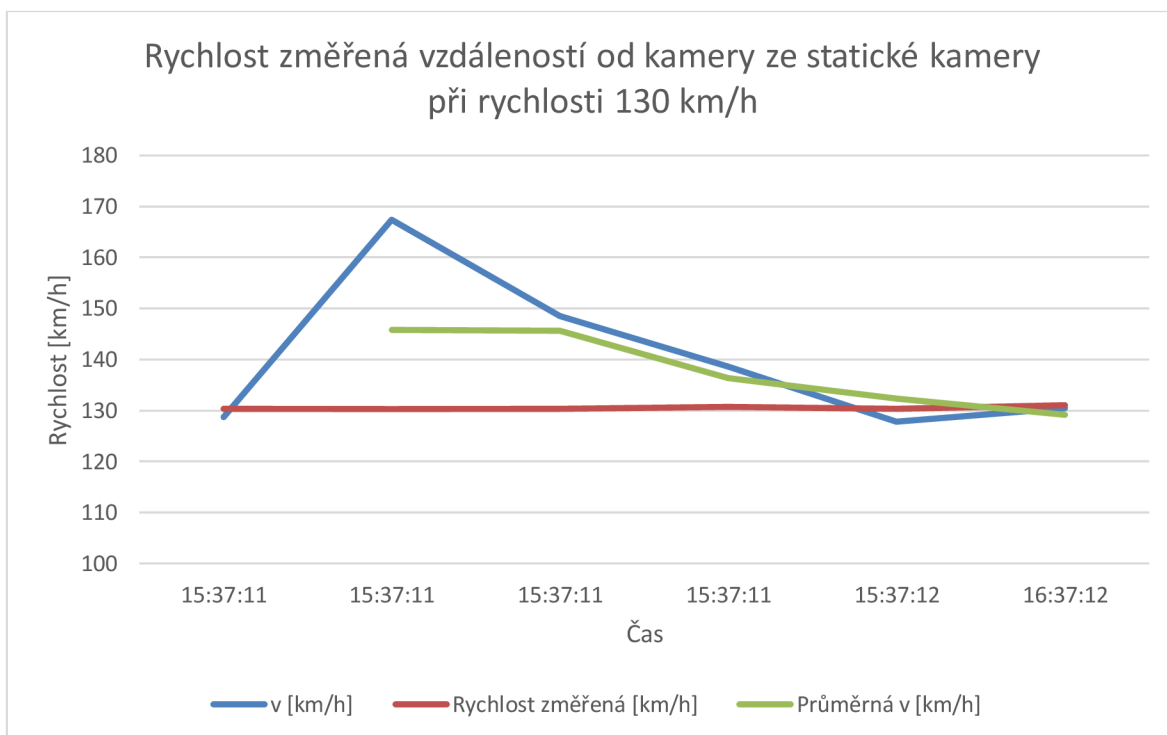
### **7.3.2 Metoda vzdálenosti od kamery**

Použití metody pro určení rychlosti metodou vzdálenosti od kamery v tomto případě nebude příliš jednoduché, neboť záběr pro tuto metodu není úplně kolmý, což může způsobit větší zkreslení. V případě části, kde je video vzdálenější od kamery není prakticky možné změřit jakýkoliv rozměr na vozidle, z tohoto důvodu je potřeba využít ty snímky, kde jsou hrany vozidla alespoň trochu zřetelné.

### Analýza statického videa



Obrázek 19: Použitá hrana čelního okna o délce 105 cm



Graf 15: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 130 km/h

Tento případ vyžadoval velmi precizní analýzu záběrů, zaměřenou na setiny pixelu. Chyba jednoho celého pixelu v tomto případě přinese rozdíl až 700 km/h, tedy i desetiny mají obrovský vliv. V případě potřeby dosáhnout co nejlepší přesnosti je nutné zaměřit polohu kamery a polohu vozidla, obzvláště v případě vyhodnocování polohy vozidla blízko u kamery je potřeba brát v úvahu natočení vozidla vůči kameře i výšku kamery nad trajektorií vozidla a přepočítávat Kosinovou větou

[1]. První měření bylo provedeno ze vzdálenosti světél vozu, což však nebylo příliš přesné. Mnohem lepší se ukázalo použití horní hrany čelního skla, která je ze snímků lépe zřetelná.

V tomto případě byla průměrná reálná rychlost 130,46 km/h, rychlost změřená metodou vzdálenosti od kamery pak 137,85 km/h, kdy rozptyl se pohyboval mezi 127–167 km/h. Průměrná odchylka byla 9,75 km/h, což představuje 7,48 %.

*Tabulka 12: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 130 km/h*

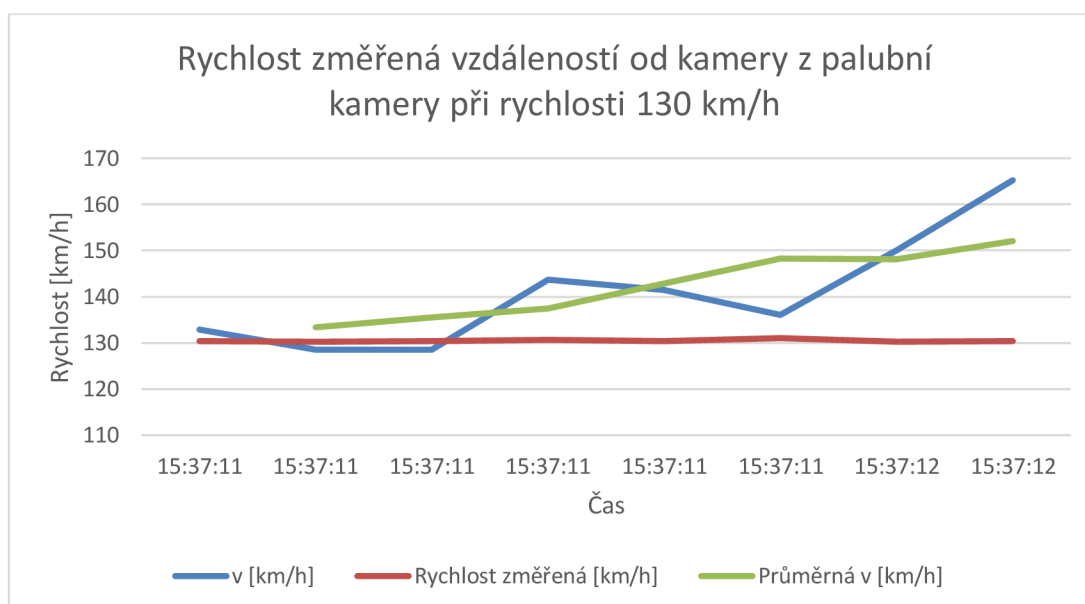
Snímek	$S_{o,s}$ [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
1	42,55	43,46		0	0	130,26			
2	44	42,03	1,43	35,75	128,7	130,33		1,63	-1,25 %
3	46,04	40,17	1,86	46,5	167,4	130,28	145,80	-37,12	28,49 %
4	48,01	38,52	1,65	41,25	148,5	130,32	145,58	-18,18	13,95 %
5	50,01	36,98	1,54	38,5	138,6	130,73	136,35	-7,87	6,02 %
6	52,01	35,56	1,42	35,5	127,8	130,32	132,30	2,52	-1,93 %
7	54,22	34,11	1,45	36,25	130,5	131,03	129,15	0,53	-0,40 %

### ***Analýza dynamického videa***

Pro analýzu videa je potřeba znát rozměr objektu nebo vzdálenosti dvou objektů, ke kterému se bude kamera přibližovat co nejvíce rovnoběžně s osou objektivu kamery. Pro tento účel se dá použít pouze vzdálenost začátku silniční betonové bariéry na levé straně a směrového sloupku, který je umístěn na svodnici svodidla na pravé straně.



Obrázek 20: Použitý známý rozměr



Graf 16: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 130 km/h

V tomto případě, je na rozdíl od videa ze statické kamery velmi přesný, díky tomu, že se kamera přibližuje téměř naprosto rovnoběžně s osou objektivu k danému objektu. Rozdíl vzniká stejně jako u nižších rychlostí s rostoucí vzdáleností od kamery, kdy není měření natolik přesné s ohledem na kvalitu videa. Výhoda relativně velkého objektu, ke kterému se vozidlo přibližuje zaručuje přesnost, kdy chyba jednoho pixelu dělá chybu pouze cca 3 km/h. Zjištěné hodnoty se pohybovaly od 125,28 km/h do 157,68 km/h. Průměrná rychlost byla 130,42 km/h a vypočítána z videa byla 134,06 km/h, čímž vznikla průměrná odchylka 3,61 km/h, což představuje 2,77 %. Je však nutné si uvědomit, že s rostoucí délkou analyzovaného úseku roste přesnost, v případě, že by bylo použito menší množství snímků, mohla by být rychlost zkreslená v tomto případě až o 27 km/h.



Tabulka 13: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 130 km/h

Snímek	$S_{o,s}$ [px]	d [m]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Průměrná v [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
6	855	26,8		0	0	130,26			
7	896	25,57	1,23	36,9	132,84	130,33		-2,51	1,93 %
8	940	24,38	1,19	35,7	128,52	130,28	133,38	1,76	-1,35 %
9	988	23,19	1,19	35,7	128,52	130,32	135,54	1,80	-1,38 %
10	1048	21,86	1,33	39,9	143,64	130,73	137,43	-12,91	9,88 %
11	1115	20,55	1,31	39,3	141,48	130,32	142,83	-11,16	8,56 %
12	1188	19,29	1,26	37,8	136,08	131,03	148,23	-5,05	3,85 %
13	1280	17,9	1,39	41,7	150,12	130,26	148,06	-19,86	15,25 %
14	1400	16,37	1,53	45,9	165,24	130,33	152,06	-34,91	26,79 %

### 7.3.3 Analýza metodou pixelového posunu

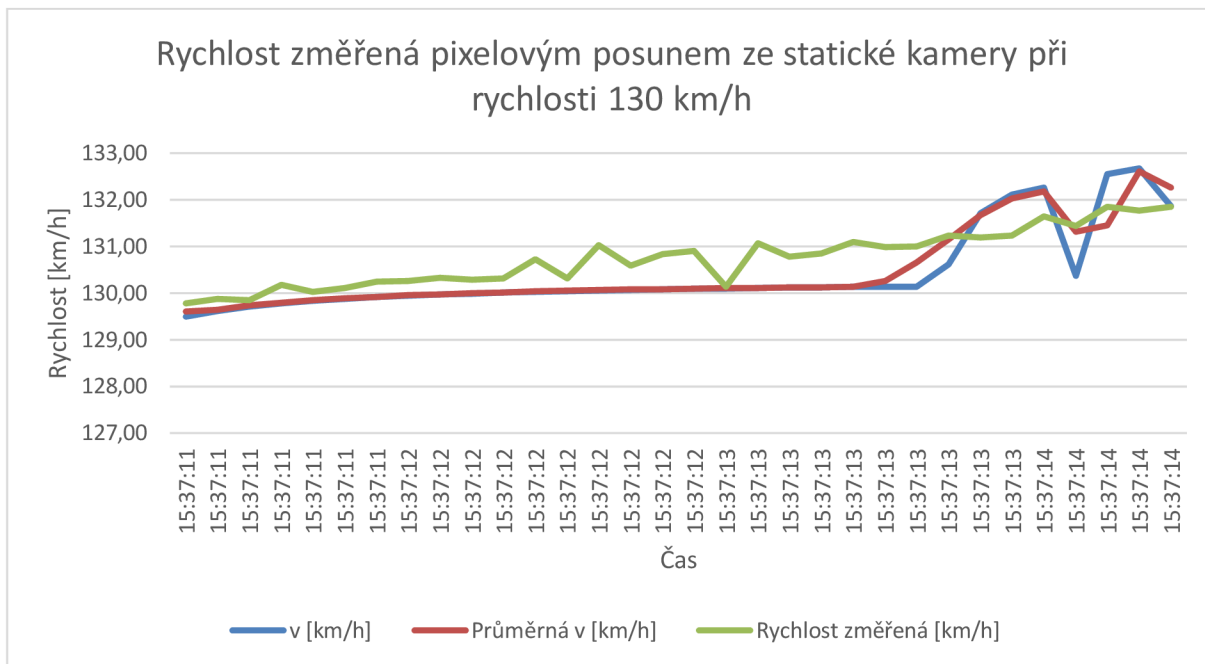
Stejně jako u nižších rychlostí lze díky metodě pixelového posunu analyzovat jak statické, tak dynamické video. Klíčová je pouze znalost rozměru na vozidle v případě statického videa nebo na jiném vozidle či jiném předmětu v případě dynamického videa.

#### *Analýza dynamického videa*

Pro analýzu dynamického videa z palubní kamery však nemáme vhodné prostředky. Vzhledem k tomu, že video se pohybuje, potřebovali bychom statický objekt, který je na více snímcích, nepohybuje se a známe jeho rozměry. Takový objekt, jako bylo v minulém případě zaparkované auto, na videu není, proto tato metoda není příliš vhodná pro toto vyhodnocení.

#### *Analýza statického videa*

Pro analýzu statického videa, pořízeného z mostu, je vhodné použít rozměr na vozidle, jehož rychlost chceme znát. V tomto případě se vzhledem k poloze kamery hodí použít analogicky rozměr disku kola, který je 38,1 cm.



Graf 17: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při rychlosti 130 km/h

V tomto případě se opět ukázala přesnost metody pixelového posunu, kdy i přes vyšší rychlost vozidla nepřesáhla absolutní odchylka změřené a vypočtené rychlosti 1 km/h. Průměrná rychlost vypočítaná z videa byla 130,45 km/h, změřená reálná rychlost byla 130,74 km/h. Průměrná odchylka byla 0,28 km/h, což představuje 0,21 %.

## 7.4 ANALÝZA RYCHLOSTI NA KŘIŽOVATCE BEZ VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ

V této kapitole bude snaha analyzovat rychlost na stykové křižovatce, která nemá žádné vodorovné dopravní značení. Byť se nejedná úplně o křižovatku, v praxi toto může simulovat odbočování vpravo a vlevo jak na průsečnicové křižovatce, tak na stykové křižovatce. Kamera pak může být umístěna na přilehlé budově.



Obrázek 21: Zájmová křižovatka bez VDZ

#### **7.4.1 Analýza metodou vzdálenosti od objektu**

Tato metoda nelze použít ani pro statické, ani pro dynamické vozidlo, neboť vozidlo jede většinu část nahrávky po oblouku, a tedy naprosto mění svůj úhel od kamery, případně mění úhel kamery od objektu, který by se dal použít pro měření rychlosti z vozidla.

#### **7.4.2 Analýza metodou VSEM**

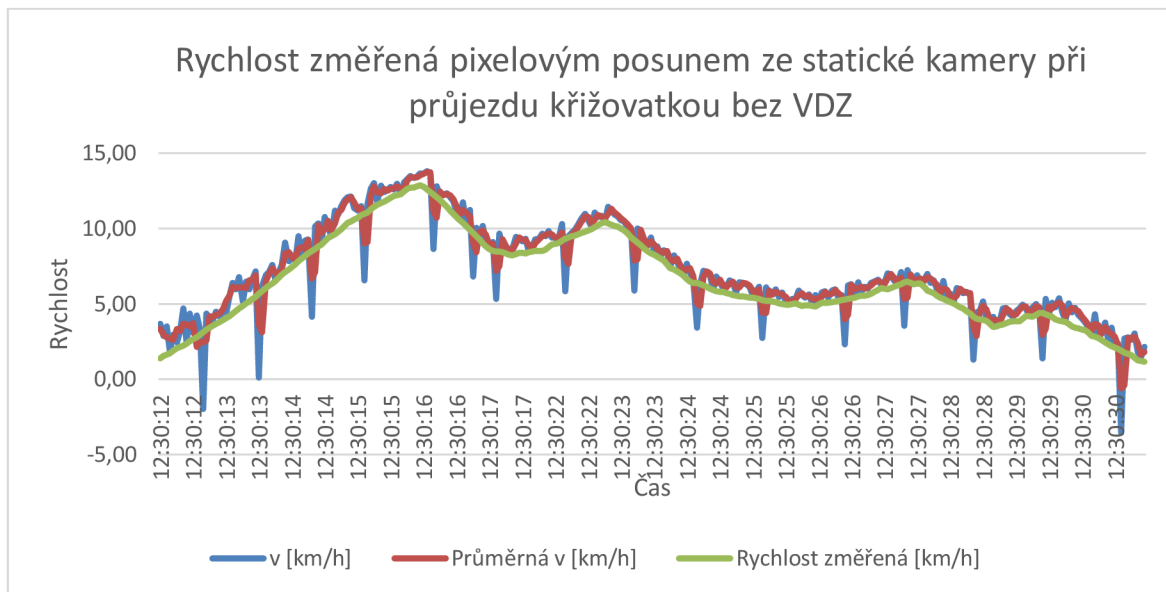
Analýza metodou VSEM, tedy zjištěním polohy vozidla v daném čase je v tomto případě taktéž prakticky nemožná. V návaznosti na zjišťování rychlosti se na nahrávce nenacházejí žádné prvky okolí, které by bylo vhodné použít pro analýzu rychlosti. Nejvhodnějším prvkem by bylo vodorovné dopravní značení, případně směrové sloupky nebo jiné, hustě rozmístěné předměty na vozovce nebo v jejím okolí.

#### **7.4.3 Metoda pixelového posunu**

Pro analýzu metodou pixelového posunu nám stačí znát rozměr objektu, který se vůči videu pohybuje, případně se pohybuje video a objekt zůstává na místě, popřípadě se pohybuje známou rychlostí.

##### ***Analýza statického videa***

Pro tento případ, je objektem samotné vozidlo, kdy známe velikost disku kola 38,1 cm, případně můžeme zjistit jakýkoliv jiný rozměr na vozidle, neboť se jedná o jedno ze stále velmi rozšířených vozidel.



*Graf 18: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při průjezdu křižovatkou bez VDZ*

Toto vyhodnocení zabere však v praxi i několik hodin, neboť se jednalo o 298 posunů mezi jednotlivými snímky. Samozřejmě i zde je možnost použít pouze každý druhý nebo třetí snímek, což by však přineslo méně hustá data o vyhodnocené rychlosti. Čas potřebný pro vyhodnocení se pak ale zkrátí až na třetinu. I přes to je však výsledkem graf rychlosti a data o rychlosti s průměrnou absolutní odchylkou pouhých 0,50 km/h. To však díky nízkým rychlostem představuje odchylku 10,73 %. Preciznost a přesnost metody pixelového posunu navíc při snímkovací frekvenci 30 snímků a rychlosti 0–10 km/h za sekundu zaručuje data o rychlosti vozidla získaná po 3–10 centimetrech. To představuje naprostou přesnost v získávání dat o rychlosti a vytváří to ucelený pohled na pohyb vozidla.

#### **7.4.4 Použití jiných metod**

V tomto případě by další možností zůstalo pouze udělat rekonstrukci nahrávky, tj. umístit kamery na stejné místo, natočit co nejpodobnější video a porovnat, případně za použití simulačních programů jako je PC-Crash nebo Virtual Crash postupně vytvořit takovou simulaci, která by co nejvíce odpovídala realitě. Možné by v tomto případě bylo také použití fotogrammetrie, kdy by se celé místo naskenovalo do 3D programu a poté by se simulovala rychlost vozidla.

### **7.5 ANALÝZA RYCHLOSTI NA KŘÍŽOVATCE S VODOROVNÝM DOPRAVNÍM ZNAČENÍM**

Tato část práce se zaměří na analýzu rychlosti v průsečnicové křižovatce, která je dostatečně značená vodorovným dopravním značením. Navíc je zde dostatek dalších prvků a hran,

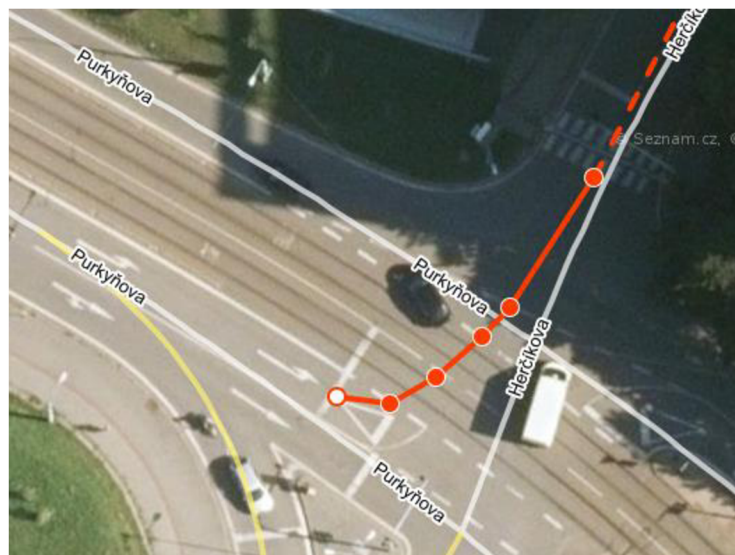
keré lze na videu vidět a v realitě snadno odměřit, jako je začátek a konec tramvajového pásu, jednotlivé koleje, podélný práh apod.



Obrázek 22: Zájmová křižovatka s VDZ

### 7.5.1 Analýza metodou VSEM

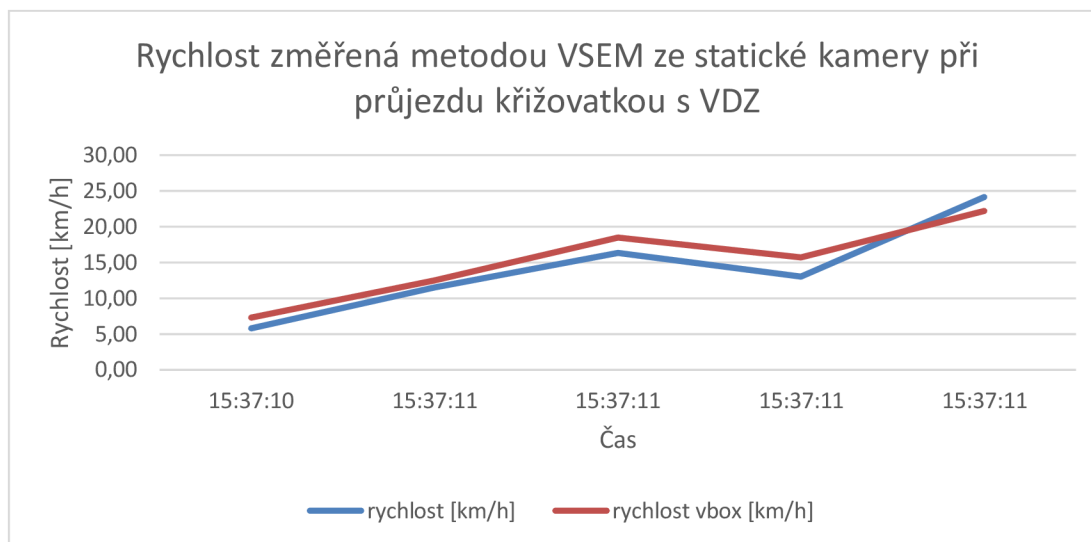
Při této analýze bude využito, jak již bylo řečeno, bohaté škály značení na vozovce, které rozdělí křižovatku na několik úseků, ve kterých bude zjišťována průměrná rychlost. Průměrná rychlost pak bude porovnána s průměrnou rychlostí změřenou na daném úseku.



Obrázek 23: Jednotlivé úseky [Mapy.cz]

#### ***Analýza statického videa***

Při analýze statického videa se pro přesné měření skvěle hodí použít umístění levého kola na čáře, aby byla stále stejným způsobem co nejpřesněji určována poloha vozidla na videu a byla vzdálenost odměřená ve skutečnosti co nejpřesněji se vzdáleností ujetou vozidlem.



Graf 19: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ

V tomto případě byla největší odchylka 2,66 km/h, která byla způsobena nepřesností při analýze části videa, která byla zakryta stromem. Nepřesnost také vychází z jízdy po oblouku, kdy vzdálenost mezi dopravním značením je pouze změřena tak, jak by mohla být trajektorie vozidla. Průměrná odchylka byla 1,07 km/h, což představuje 9,66 %. Je však nutné podotknout, že se jedná pouze o srovnání průměrné rychlosti na pěti úsecích jízdy křižovatkou s průměrnou rychlostí na těchto úsecích vypočtenou průměrem dat z měřícího zařízení.

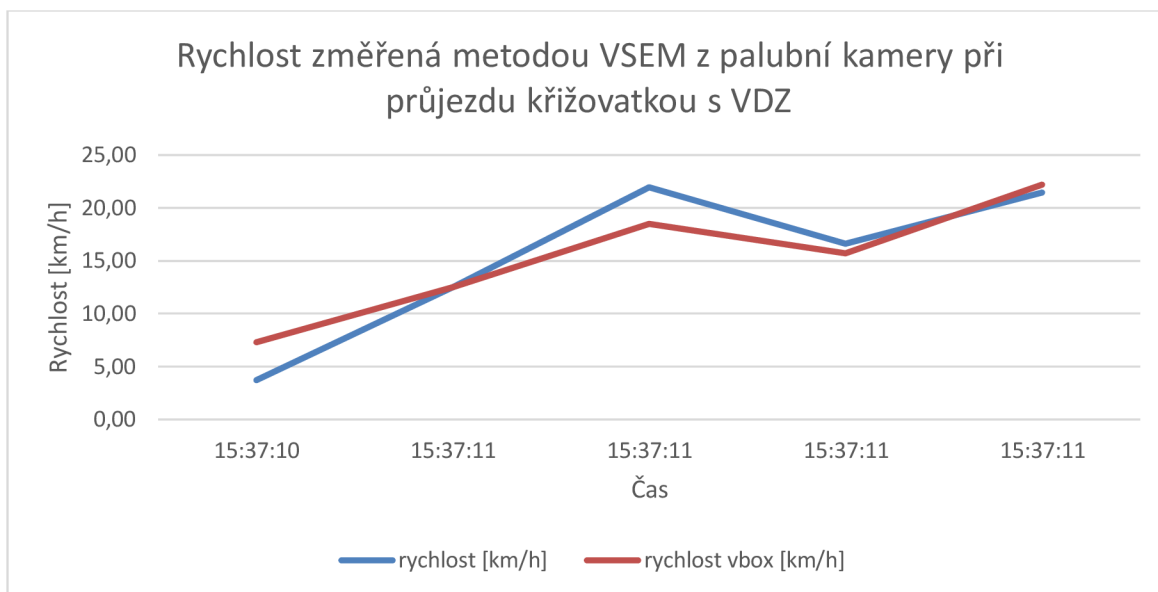
Tabulka 14: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ

čas	Čas z videa ZÚ [s]	Čas z videa KÚ [s]	Změřená dráha [m]	rychlost [km/h]	rychlost vbox [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
15:37:10	11,50	13,98	4,00	5,80	7,3	1,50	-20,56 %
15:37:11	13,98	15,23	4,00	11,52	12,5	0,98	-7,84 %
15:37:11	15,23	16,11	4,00	16,33	18,5	2,17	-11,75 %
15:37:11	16,11	16,94	3,00	13,04	15,7	2,66	-16,92 %
15:37:11	16,94	18,58	11,00	24,15	22,2	-1,95	8,77 %
Průměrné odchylky:						1,07	-9,66 %

### Analýza dynamického videa

Při analýze dynamického videa z palubní kamery vozu je postup, změřené úseky i referenční rychlost úplně stejná. V tomto případě však již při vyhodnocování videa vznikají situace, kdy nelze přesně určit, kde se vozidlo nachází, především při jízdě po oblouku, která následuje

jízdou k dalšímu vodorovnému značení, které je vzdálené pouze 3 metry a vozidlo ještě není plně srovnané do roviny.



Graf 20: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ

V tomto měření dosahuje odchylka až 3,58 km/h, a to v částech, ve kterých video vytváří zkreslení jízdou po oblouku. V ostatních úsecích nepřesáhla odchylka 1 km/h. Průměrná odchylka byla 1,74 km/h, což představuje 5,6 %. Je však nutné podotknout, že se jedná pouze o srovnání průměrné rychlosti na pěti úsecích jízdy křižovatkou s průměrnou rychlostí na těchto úsecích vypočtenou průměrem dat z měřicího zařízení.

Tabulka 15: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ

čas	Čas z videa ZÚ [s]	Čas z videa KÚ [s]	Změřená dráha [m]	rychlost [km/h]	rychlost vbox [km/h]	Absolutní odchylka [km/h]	Relativní odchylka [km/h]
15:37:10	26,65	30,53	4,00	3,72	7,3	3,58	-49,09 %
15:37:11	30,53	31,68	4,00	12,52	12,5	0,02	0,17 %
15:37:11	31,68	32,34	4,00	21,95	18,5	3,45	18,66 %
15:37:11	32,34	32,99	3,00	16,59	15,7	0,89	5,67 %
15:37:11	32,99	34,83	11,00	21,44	22,2	0,76	-3,42 %
Průměrné odchylky:						1,74	-5,60 %

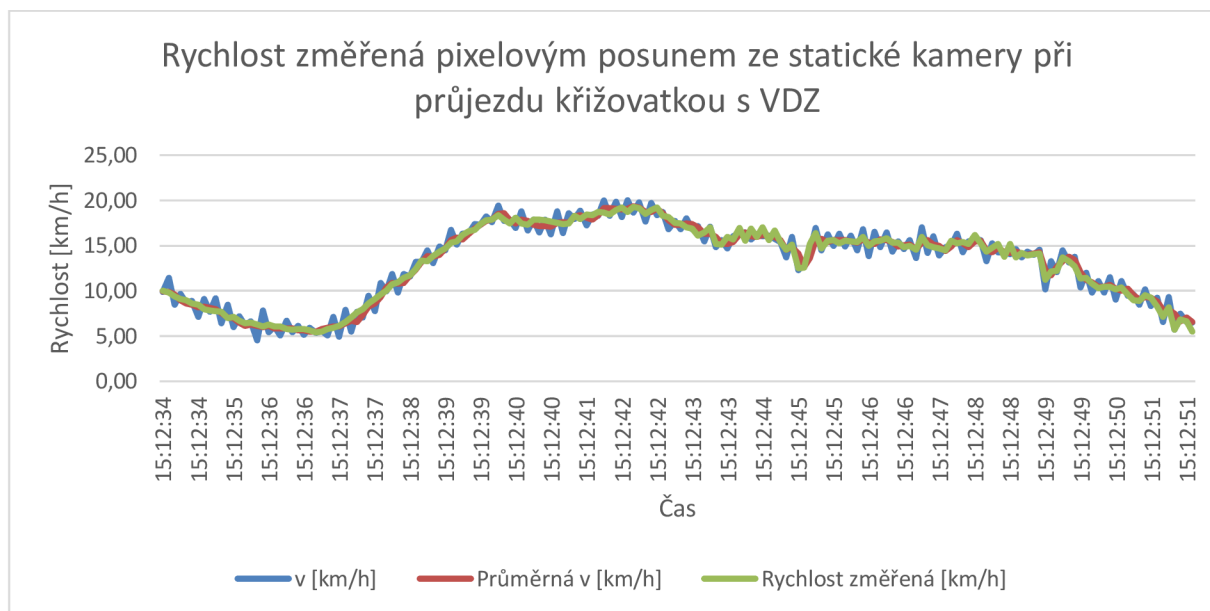
## 7.5.2 Analýza metodou pixelového posunu

V případě pixelového posunu lze, stejně jako na předchozí křižovatce analyzovat pouze video ze statické kamery. Na videu z dynamické kamery totiž není vhodný objekt, který by byl na

místě nebo by se pohyboval známou rychlostí, minimálně se zde nenachází po celou dobu průjezdu křižovatkou tak, aby mělo smysl touto metodou provádět analýzu.

### **Analýza statického videa**

Při analýze statického videa lze opět použít rozměr disku kola vozidla, který je 38,1 cm.



Graf 21: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ

Metoda křížového posunu dohromady se snahou o co nejpreciznější vyhodnocování se ukázala jako velmi přesná, kdy odchylky nepřekračovaly 2 km/h. Průměrná absolutní odchylka se díky rychlostem vyrovnala na 0,0002 km/h průměrná odchylka pak byla 0,15 %.

## **7.6 SHRUTÍ METOD A JEJICH POUŽITÍ**

Provedenou analýzou bylo zjištěno, že každá metoda má své specifické použití, výhody i nevýhody. V závislosti na použití, a především správnost použití poté lze analyzovat video s určitou přesností.

Společný faktor přesnosti všech metod je především kvalita videa, která se odvíjí především od rozlišení snímače kamery, tedy počet obrazových bodů, světelnosti videa (možnosti rozpoznávat ostré hrany), počtu snímků za sekundu (FPS) atd. Stejně tak metody ovlivňuje pečlivost uživatele, který analýzu provádí, stejně tak, jako i zkušenost daného uživatele a jeho znalosti.

### **7.6.1 Metoda VSEM**

Tato metoda se velmi dobře hodí, pokud zvládneme trajektorii vozidla rozdělit na úseky, na kterých je jeho pohyb rovnoměrný. V případě zrychlujícího nebo zpomalujícího vozidla by při



použití této metody vznikaly velké nepřesnosti, neboť většinou není možné video rozdělit na úseky menší, jak několik jednotek až desítek metrů. Tato metoda je použitelná pro statické i dynamické video, v případě dynamického videa z palubní kamery se analýza dá provést přesněji, neboť nemusíme polohu na videu odhadovat nebo jinak dopočítávat, ale známe ji téměř přesně. Problémová tato metoda je i při průjezdu obloukem nebo v případě, že vozidlo mění úhel vůči statické kameře. Lze použít pouze v případě, že můžeme odměřit prvky okolí a můžeme dovodit polohu vozidla co nejpřesněji vůči nim. Odměření však může vyžadovat návštěvu daného místa.

## 7.6.2 Metoda vzdálenosti od kamery

Tato zkouška ukázala jak pro dynamické, tak pro statické video, že čím je kamera blíže k objektu, tím je výsledná rychlost přesnější. Závisí samozřejmě i na kvalitě videa, navíc je nepřesnost měření dána tím, že se rychlost vypočítává z rozdílů vzdáleností mezi jednotlivými snímky od objektivu kamery, nikoliv od absolutního posunu vozidla nebo kamery v případě, že se jedná o kameru umístěnou ve vozidle. Čím více je tedy kamera pootočená vůči spojnici mezi kužely, popřípadě při statickém záběru natočené vozidlo vůči kameře, tím větší bude zkreslení a nepřesnost metody. V případě, že úhel kamery vůči vozidlu je příliš velký, je potřeba zjistit co nejpřesněji úhel kamery vůči vozidlu na každém snímku, což může měření velmi zkomplikovat. Poté je potřeba rychlost přepočítat pomocí kosinové věty [1]:

$$s = \sqrt{d_i^2 + d_{i-1}^2 - 2d_i d_{i-1} \cos \Delta\alpha_{vid}} \quad (23)$$

kde  $d_i$  je vzdálenost od kamery na  $i$ -tém snímku a  $d_{i-1}$  je vzdálenost na  $i-1$ -ním snímku a  $\Delta\alpha_{vid}$  rozdíl úhlu při posunutí vozidla mezi snímky. Rychlost vozidla se pak již určí dle rovnice [1]:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \quad (24)$$

Tato metoda však lze použít pouze v případech, kdy vozidlo jede téměř rovnoběžně s osou objektivu (do cca 5° nebo pod známým úhlem) ke kameře, popřípadě vozidlo s kamerou jede za stejných podmínek vůči objektu. Nelze použít tedy pro jízdu na křižovatkách, směrovým obloukem o nevelkém poloměru apod. Při analýze může také vzniknout velká chyba, kdy měření ukázalo, že rozdíl jednoho obrazového bodu (pixelu), může znamenat rozdíl až desítky kilometrů za hodinu ve zjištěné rychlosti.

## 7.6.3 Metoda pixelového posunu

Tato metoda našla při analýze našla pravděpodobně nejuniverzálnější použití, navíc největší přesnost. Při správném použití lze touto metodou analyzovat jak rovnoměrný, tak

nerovnoměrný pohyb, díky rozdělení na velmi malé úseky, v závislosti na snímkovací frekvenci až na úseky o velikosti několik desítek centimetrů. Použití nelze prakticky v případech, kdy nelze zjistit ze statické kamery pixelový posun vozidla, tedy kdy se vozidlo vzdaluje příliš rovnoběžně s osou objektivu kamery, případně u dynamického videa z palubní kamery nelze použít v případech, kdy nejsme schopni určit velikosti statických objektů ve výhledu kamery, případně neznáme jejich rychlost nebo zabírají pouze část videa, která svojí délkou pro analýzu nestačí.

Tato metoda však vyžaduje velké množství času potřebného pro analýzu, v závislosti na délce videa až několik hodin. To však lze vyřešit přepočtem snímkovací frekvence, a tedy využití pouze  $n$ -tých snímků. To pak např. při využití každého třetího snímku může teoreticky zkrátit čas až na třetinu. Výhodou je také fakt, že ve většině případů není nutné odměřovat konkrétní prvky ze záběru z videa, ale stačí použít pouze referenční vzorky, odměřené kdekoli jinde (určité rozměry vozidel, objektů dopravního značení apod.)

## 8 ZÁVĚR

V diplomové práci byla představena problematika analýzy rychlosti z kamerových záznamů, kdy cílem bylo zaměřit se na přesnost jednotlivých metod a na možnosti jejich použití. Vzhledem k tomu, že v dnešní době je čím dál častější, že je dopravní nehoda nebo jiná dopravní situace natočená na video a je nutné tento záznam vyhodnotit, je potřebné znát metody, a především mít představu o jejich přesnosti.

V úvodu práce je řešerše, která obsahuje rozbor existujících metod pro určování rychlostí vozidel z videozáznamu, stejně jako jsou představeny základní parametry kamer a videí, které jsou nezbytné ke správně vyhotovené analýze. V teoretické části jsou popsány také používané typy kamer.

Praktická část se zabývá návrhem jednotlivých měření, resp. natáčení záznamů k pozdějšímu vyhodnocení. Zde je kladen především důraz na reálnost daných situací a na to, aby byly situace pokryty v co nejširším rozsahu. Jsou tedy realizovány měření ve vyšších i nižších rychlostech, a to jak na rovných úsecích, tak v křižovatkách, navíc natočené na více místech tak, aby byla zřejmá i rozličnost prvků okolního prostředí.

Měření pak ukázala nejen rozdílné použití metod, ale také rozdílné zpracování a přesnosti. Některé metody v některých případech nelze použít, případně jsou také metody, které nejsou tak přesné díky analýze příliš dlouhých úseků videa, tedy měří pouze průměrnou rychlost na daném úseku. Přesnost metod zjištěná měřeními v této diplomové práci je uvedena níže v tabulce.

*Tabulka 16: Zjištěné přesnosti metod v závislosti na použití a rychlost vozidla*

Rychlost / situace	Typ videa	Metoda VSEM		Metoda vzdálenosti od kamery		Metoda pixelového posunu	
		Metoda	Přesnost	Metoda	Přesnost	Metoda	Přesnost
30 km/h	statické video	0,71 km/h	0,27 %	1,69 km/h	5,61 %	1,58 km/h	5,50 %
	dynamické video	0,53 km/h	1,68 %	1,36 km/h	4,24 %	0,61 km/h	2,12 %
50 km/h	statické video	1,16 km/h	2,30 %	2,89 km/h	5,93 %	1,16 km/h	2,35 %
	dynamické video	0,73 km/h	1,46 %	0,23 km/h	0,58 %	0,07 km/h	0,14 %
90 km/h	statické video	5,36 km/h	5,69 %	1,93 km/h	2,10 %	1,72 km/h	1,89 %

Rychlost / situace	Typ videa	Metoda VSEM		Metoda vzdálenosti od kamery		Metoda pixelového posunu	
		km/h	%	km/h	%	km/h	%
	dynamické video	1,72	1,82 %	2,01	2,24 %	0,15	0,17 %
130 km/h	statické video	0,73	0,56 %	9,75	7,48 %	0,28	0,21 %
	dynamické video	2,22	1,70 %	3,61	2,77 %	—	
Jízda křižovatkou bez VDZ	statické video	NELZE		NELZE		0,50	10,73 %
	dynamické video	NELZE		NELZE		NELZE	
Jízda křižovatkou s VDZ	statické video	1,07	9,66 %	NELZE		0,00	0,15 %
	dynamické video	1,74	5,60 %	NELZE		NELZE	

Dobrou metodou se na základě výsledků měření zdá být metoda VSEM, v české literatuře se tato metoda často nazývá jako odhad polohy. Tato metoda se ukázala jako velmi rychlá i přesná, a to i při vysokých rychlostech. Problém však nastává, že většinou není možné úseky rozdělit na tak malé části, aby šla přesně zjistit okamžitá rychlost vozidla, případně často nelze určit úplně přesně polohu vůči zvolenému bodu. Klíčové je však kvalitní záběr ve vysokém rozlišení.

Metoda VSEM navíc umožňuje analyzovat pouze přibližně rovnoměrný pohyb, neboť lze měřit pouze rychlost na určitém úseku, který je možné pomocí prvků okolí změřit. Samozřejmě, záleží na délce úseku, i přes to, že v některých případech lze zvolit kratší úsek, stále se jedná o průměrnou rychlost. Oproti tomu metody pixelového posunu a vzdálenosti od objektu umožňují analyzovat video snímek po snímku, což umožňuje vyhodnotit i nerovnoměrný pohyb vozidla.

Metoda vzdálenosti od objektu se může hodit pro případ, kdy se vozidlo vzdaluje od kamery a prakticky není metoda jiná, kterou by se taková situace dala vyhodnotit. Je však nutné, aby vozidlo jelo rovnoběžně vůči pohledu kamery, případně kamera ve vozidle byla natočená rovnoběžně s osou pohybujícího se vozidla a vozidlo se pohybovalo kolmo k danému objektu. S rostoucím úhlem a rychlostí totiž razantně klesá přesnost této metody, a to i v případě dalších přepočtů a úprav, které natočení zahrnují, především díky tomu, že zjištěné hodnoty rychlosti jsou vypočtené ze změny vzdálenosti ke kameře, nikoliv ze změny dráhy vozidla.

Nejpřesnější metodou je podle měření metoda pixelového posunu. Tato metoda si poradí se statickými i některými dynamickými záběry, navíc v závislosti na FPS a rychlosti vozidla zvládne měřit rychlost na úsecích snímek po snímku, tedy až po několika desítkách centimetrů, což zaručuje velmi přesné měření. Tato metoda si navíc poradí na dynamických záběrech i s rychlostí okolních objektů, např. při předjíždění vozidlem, nicméně je potřeba počítat, že kromě odchylky při měření touto metodou se sčítá i odchylka zjištěné rychlosti u vozidla, ve kterém se kamera nacházela. Metoda pixelového posunu se navíc ukázala jako přesná jak u rovných úseků a průjezdů křižovatkou, tak i u jízdy vyšší rychlostí kolem 130 km/h. Její největší problém je však časová náročnost, která je s rostoucím počtem snímků opravdu velká, i průjezd krátkého úseku může zabrat i několik hodin. Na druhou stranu, touto metodou lze měřit i pouhou část videa, již posunem mezi snímky lze zjistit rychlost, tedy lze ji použít i jako kontrolní metodu při měření jinou, časově méně náročnou metodou. Je taktéž možné využít pouze n-tých snímků pro analýzu videa, což razantně zkracuje časovou náročnost analýzy.

Klíčové pro úplně všechny metody je pak kvalita videozáznamu, a to především světelnost a zřetelnost, FPS (počet snímků za sekundu) a rozlišení (počet obrazových bodů na šířku × počet obrazových bodů na výšku). S klesající kvalitou videa se pak ztrácí možnost správného rozpoznání pixelů a hran, díky čemuž vznikají nepřesnosti při vkládání do konkrétní používané metody.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KŘIŽÁK, Michal. Dopravní nehody a kamery – případová studie. *Soudní inženýrství* [online]. Akademické nakladatelství CERM, 2018, **29**(2), 7-13 [cit. 2022-10-20]. ISSN 1211-443X. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/136844>
- [2] HLAVÁČ, Václav a Milan ŠONKA. *Počítačové vidění*. 1992. Praha: Grada, 1992. ISBN isbn80-85424-67-3.
- [3] RÁBEK, Vlastimil. *Technika moderních vozidel ve vztahu k objasňování dopravních nehod: (sborník českých a slovenských odborných prací)*. 1. vydání. Olomouc: Properus, s.r.o., 2020. ISBN 978-80-904944-3-5.
- [4] KIM, Jong-Hyuk, Won-Taek OH, Ji-Hun CHOI a Jong-Chan PARK. Reliability verification of vehicle speed estimate method in forensic videos. *Forensic Science*

- International* [online]. 2018, **287**, 195-206 [cit. 2022-10-20]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2018.04.002
- [5] WONG, T.W., C.H. TAO, Y.K. CHENG, K.H. WONG a C.N. TAM. Application of cross-ratio in traffic accident reconstruction. *Forensic Science International* [online]. 2014, **235**, 19-23 [cit. 2022-10-28]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2013.11.012
- [6] EDELMAN, Gerda a Jurrien BIJHOLD. Tracking people and cars using 3D modeling and CCTV. *Forensic Science International* [online]. 2010, **202**(1-3), 26-35 [cit. 2022-12-06]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2010.04.021
- [7] COSTA, Luciano R., Michelle S. RAUEN a Andressa B. FRONZA. Car speed estimation based on image scale factor. *Forensic Science International* [online]. 2020, **310** [cit. 2022-12-06]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2020.110229
- [8] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. Dotisk [i.e. 2. vyd.]. Brno: CERM, 1999. ISBN 80-7204-133-9.
- [9] *Sborník příspěvků konference Vehicle Forensic Science Brno 2011* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2011 [cit. 2022-12-12]. ISBN 978-80-214-4294-8. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/56658>
- [10] LEE, Jaehyeong a Youngnae LEE. Estimating vehicle speed by analyzing the acoustic frequency of dashboard camera sound. *Forensic Science International* [online]. 2022, **338**(1), 12 [cit. 2022-12-12]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2022.111384
- [11] *ZÁSADY PRO VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH: TECHNICKÉ PODMÍNKY*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy odbor pozemních komunikací.

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Porovnání změřených a vypočítaných rychlostí ze statické kamery .....	38
Tabulka 2: Porovnání změřených a vypočítaných rychlostí z kamery ve vozidle.....	40
Tabulka 3: Parametry kamer.....	46
Tabulka 4: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 30 km/h.....	48
Tabulka 5: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 50 km/h.....	49
Tabulka 6: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 90 km/h.....	50
Tabulka 7: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 30 km/h.....	52
Tabulka 8: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 50 km/h.....	52
Tabulka 9: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 90 km/h.....	54
Tabulka 10: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při rychlosti 130 km/h .....	55
Tabulka 11: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při rychlosti 130 km/h.....	57
Tabulka 12: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 130 km/h	59
Tabulka 13: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 130 km/h...	61
Tabulka 14: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ .....	66
Tabulka 15: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ	67
Tabulka 16: Zjištěné přesnosti metod v závislosti na použití a rychlost vozidla .....	71

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při rychlosti 30 km/h.....	42
Graf 2: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při rychlosti 50 km/h.....	43
Graf 3: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při rychlosti 90 km/h.....	43
Graf 4: Rychlost změřená pixelovým posunem z palubní kamery při rychlosti 30 km/h .....	44
Graf 5: Rychlost změřená pixelovým posunem z palubní kamery při rychlosti 50 km/h .....	45
Graf 6: Rychlost změřená pixelovým posunem z palubní kamery při rychlosti 90 km/h .....	45
Graf 7: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 30 km/h.....	47
Graf 8: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 50 km/h.....	48
Graf 9: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 90 km/h.....	49
Graf 10: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 30 km/h.....	51
Graf 11: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 50 km/h.....	52
Graf 12: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 90 km/h.....	53
Graf 13: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při rychlosti 130 km/h .....	55

Graf 14: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při rychlosti 130 km/h.....	56
Graf 15: Rychlost změřená vzdáleností od kamery ze statické kamery při rychlosti 130 km/h .....	58
Graf 16: Rychlost změřená vzdáleností od kamery z palubní kamery při rychlosti 130 km/h.....	60
Graf 17: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při rychlosti 130 km/h .....	62
Graf 18: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při průjezdu křižovatkou bez VDZ.....	64
Graf 19: Rychlost změřená metodou VSEM ze statické kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ ...	66
Graf 20: Rychlost změřená metodou VSEM z palubní kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ.....	67
Graf 21: Rychlost změřená pixelovým posunem ze statické kamery při průjezdu křižovatkou s VDZ .....	68

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zjednodušené schéma metody VSEM [4] .....	20
Obrázek 2: Mapování čáry ABCD z 3D prostoru na 2D snímek .....	21
Obrázek 3: Zobrazení předmětové roviny do obrazové roviny [9].....	25
Obrázek 4: Místo měření u VUT CESA .....	31
Obrázek 5: Kamera umístěná v automobile .....	32
Obrázek 6: VBOX Sport umístěný na kapotě automobilu .....	32
Obrázek 7: Výhled z mostu Máčova na I/43 směr Svitavy .....	33
Obrázek 8: Umístění kamery Garmin nad silnicí I/43.....	34
Obrázek 9: Kamera Garmin umístěná ve vozidle s VBOXem Performance Box Touch.....	34
Obrázek 10: Vybraná křižovatka [Mapy.cz].....	35
Obrázek 11: Rampa použitá pro umístění kamery [Mapy.cz] .....	36
Obrázek 12: Rozmístění kanálových vpustí [Mapy.cz] .....	37
Obrázek 13: Jednotlivé analyzované úseky.....	38
Obrázek 14: Začátek zájmového úseku z palubní kamery .....	39
Obrázek 15: Analýza statického videa metodou pixelového posunu .....	41
Obrázek 16: Změřená část vozidla.....	47
Obrázek 17: Zájmová vzdálenost mezi kužely.....	51
Obrázek 18: Použití metody VSEM pro statické video.....	56
Obrázek 19: Použitá hrana čelního okna o délce 105 cm.....	58
Obrázek 19: Použitý známý rozměr.....	60
Obrázek 20: Zájmová křižovatka bez VDZ.....	63
Obrázek 21: Zájmová křižovatka s VDZ .....	65



Obrázek 22: Jednotlivé úseky [Mapy.cz] .....	65
--	----

## SEZNAM PŘÍLOH

<u>PŘÍLOHA 1: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 30 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY.....</u>	<u>78</u>
<u>PŘÍLOHA 2: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 50 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY.....</u>	<u>84</u>
<u>PŘÍLOHA 3: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 90 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY.....</u>	<u>87</u>
<u>PŘÍLOHA 4: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 30 KM/H z dynamické kamery.....</u>	<u>89</u>
<u>PŘÍLOHA 5: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 50 KM/H z dynamické kamery.....</u>	<u>91</u>
<u>PŘÍLOHA 6: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 90 KM/H z dynamické kamery.....</u>	<u>92</u>
<u>PŘÍLOHA 7: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 130 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY.....</u>	<u>93</u>
<u>PŘÍLOHA 8: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU NA KŘÍŽOVATCE BEZ vDZ ZE STATICKÉ KAMERY.....</u>	<u>95</u>
<u>PŘÍLOHA 9: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU NA KŘÍŽOVATCE S vDZ ZE STATICKÉ KAMERY.....</u>	<u>105</u>

# PŘÍLOHA 1: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 30 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,01	28,17	-3,30
2	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,87	28,14	2,99
3	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	26,29	28,1	0,67
4	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,43	28,18	0,75
5	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,43	28,26	3,11
6	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,86	28,21	-1,51
7	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,23	28,16	0,73
8	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,67	28,22	3,07
9	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,47	28,32	1,69
10	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,44	28,43	-3,04
11	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,50	28,53	1,90
12	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	27,06	28,6	-0,45
13	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	27,26	28,62	5,76
14	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,26	28,5	-1,22
15	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,98	28,39	0,96
16	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,21	28,47	-0,58
17	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,06	28,59	-1,13
18	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	25,85	28,63	2,00
19	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	25,85	28,65	5,79
20	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	26,46	28,63	4,43
21	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,46	28,64	-1,08
22	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	27,67	28,75	-0,30
23	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	27,67	28,87	6,01
24	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	26,69	28,89	-0,16
25	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,84	28,87	-0,85
26	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	28,00	28,85	3,70
27	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,23	28,82	1,39

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
28	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,80	28,82	-0,90
29	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	28,37	28,84	2,21
30	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,23	28,86	1,43
31	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,86	28,89	-0,83
32	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,43	28,91	3,76
33	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,29	28,93	3,78
34	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,86	28,95	-0,77
35	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	28,44	28,97	3,82
36	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,67	28,95	1,52
37	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,64	28,93	-2,54
38	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	29,65	29	2,37
39	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,64	29,07	0,02
40	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,27	29,04	-2,43
41	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,44	29	1,57
42	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,63	29,03	3,88
43	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,05	29,08	-0,64
44	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	27,63	29,14	4,94
45	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	25,92	29,16	4,01
46	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	27,13	29,04	-2,43
47	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	28,27	28,92	6,06
48	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	27,06	28,91	-0,14
49	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	28,21	28,96	-0,76
50	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	28,21	29,03	2,40
51	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,21	29,12	1,69
52	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,41	29,19	0,14
53	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	28,41	29,23	-0,49
54	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,58	29,12	1,69
55	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,80	29,02	1,59
56	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,66	29,12	-0,60
57	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	26,09	29,23	2,60
58	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	25,52	29,16	6,30
59	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	24,57	29,07	3,92

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
60	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	26,29	29,08	1,65
61	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,86	29,12	6,26
62	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,86	29,16	-0,56
63	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,41	29,18	1,75
64	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,84	29,13	1,70
65	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,04	29,09	0,04
66	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	27,23	29,17	-2,30
67	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	26,26	29,24	5,04
68	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	25,25	29,1	4,90
69	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	24,91	28,95	3,80
70	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	26,73	28,98	1,55
71	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,73	29,05	6,19
72	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	26,52	29,08	-2,39
73	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,67	29,08	3,93
74	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,06	29,06	2,43
75	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,06	29,03	1,60
76	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,27	29,03	-0,02
77	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	28,27	29,05	3,90
78	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	27,67	29,13	-2,34
79	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,67	29,17	1,74
80	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,23	29,02	2,39
81	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,66	28,87	3,72
82	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,86	28,87	-0,85
83	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,63	28,91	3,76
84	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	25,48	28,89	1,46
85	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	26,63	28,86	4,66
86	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,63	28,86	3,71
87	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,43	28,86	-0,86
88	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,43	28,84	1,41
89	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	25,72	28,83	1,40
90	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,29	28,88	3,73
91	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,09	28,92	6,06

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
92	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,06	28,85	-0,87
93	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	29,21	28,77	2,14
94	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	29,05	28,78	-0,27
95	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,68	28,8	-2,67
96	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	27,70	28,79	-0,26
97	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,69	28,78	3,63
98	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,30	28,77	3,62
99	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,30	28,75	1,32
100	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,27	28,75	-2,72
101	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	28,27	28,76	3,61
102	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	27,06	28,76	-0,29
103	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,06	28,76	1,33
104	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	25,85	28,74	2,11
105	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,42	28,7	3,55
106	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	27,03	28,62	4,42
107	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,46	28,56	-1,16
108	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	26,69	28,63	-0,42
109	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,12	28,7	5,84
110	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	25,72	28,64	3,49
111	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,26	28,56	1,13
112	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,26	28,53	1,10
113	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	26,12	28,53	-0,52
114	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	24,98	28,54	3,39
115	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	25,15	28,55	5,69
116	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	25,72	28,49	5,63
117	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	25,72	28,43	-1,29
118	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	26,86	28,43	1,00
119	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,09	28,47	5,61
120	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	25,89	28,54	1,11
121	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,43	28,58	1,95
122	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	28,44	28,51	1,88
123	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,07	28,42	-0,63

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
124	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,27	28,41	-3,06
125	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,87	28,43	3,28
126	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	26,66	28,48	1,05
127	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	26,66	28,52	1,09
128	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,67	28,46	1,83
129	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,10	28,38	3,23
130	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	27,70	28,34	-3,13
131	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	27,13	28,33	3,18
132	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	25,92	28,38	-0,67
133	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,49	28,42	5,56
134	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	26,49	28,42	1,79
135	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,21	28,37	0,94
136	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	27,84	28,26	-0,79
137	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,69	28,17	-1,55
138	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	25,15	28,2	3,05
139	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	24,37	28,26	5,40
140	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	25,52	28,25	5,39
141	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	25,52	28,23	1,60
142	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,66	28,22	-1,50
143	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,29	28,21	5,35
144	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	25,15	28,19	0,76
145	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,86	28,18	3,03
146	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,86	28,18	3,03
147	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	27,23	28,19	-1,53
148	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,21	28,2	0,77
149	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	28,04	28,2	1,57
150	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	29,05	28,22	-0,83
151	0,00	17,00	0,02	12,00	0,27	8,07	29,05	28,68	28,22	-0,83
152	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	27,13	28,16	-3,31
153	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	26,15	28,11	2,96
154	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	26,15	28,13	5,27
155	0,00	18,00	0,02	11,00	0,23	6,99	25,15	25,58	28,16	3,01

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
156	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	26,52	28,11	-3,36
157	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	27,10	28,09	5,23
158	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	27,10	28,22	1,59
159	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	28,24	28,34	0,91
160	0,00	17,00	0,02	13,00	0,29	8,74	31,47	28,24	28,24	-3,23
161	0,00	18,00	0,02	12,00	0,25	7,62	27,43	27,10	28,11	0,68
162	0,00	17,00	0,02	11,00	0,25	7,40	26,63	25,28	28,12	1,49
163	0,00	18,00	0,02	10,00	0,21	6,35	22,86	25,85	28,15	5,29
164	0,00	17,00	0,02	10,00	0,22	6,72	24,20	25,59	29,15	4,95
165	0,00	18,00	0,02	13,00	0,28	8,26	29,72	26,96	30,15	0,43

## PŘÍLOHA 2: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 50 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY

snímek	$v_n$ [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	$v$ [m/s]	$v$ [km/h]	Průměrná $v$ [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,83	49,40	-1,43
2	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,83	49,69	-1,14
3	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,83	49,93	-0,90
4	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,27	50,04	-0,79
5	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,70	50,17	-0,66
6	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	52,14	50,52	-2,06
7	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	52,58	50,88	-1,70
8	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	52,58	51,05	-1,53
9	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	52,14	51,15	-1,43
10	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	51,70	51,27	-1,31
11	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,27	51,36	0,53
12	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,83	51,43	0,60
13	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,70	51,48	0,65
14	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,30	51,57	0,74
15	0,00	18,00	0,02	22,00	0,47	13,97	50,29	51,91	51,59	1,30
16	0,00	17,00	0,02	22,00	0,49	14,79	53,25	51,77	51,42	-1,83
17	0,00	17,00	0,02	22,00	0,49	14,79	53,25	51,91	51,22	-2,03
18	0,00	18,00	0,02	22,00	0,47	13,97	50,29	50,59	51,06	0,77
19	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	49,99	50,94	0,11
20	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	51,33	50,93	2,92
21	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,77	50,92	0,09
22	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	53,69	50,83	-4,84
23	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	54,12	50,70	-1,88
24	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	54,12	50,56	-5,11
25	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	52,98	50,42	-2,16
26	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	51,77	50,29	-5,38
27	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	51,33	50,18	2,17
28	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,12	50,14	-0,69



snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
29	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	52,04	50,12	-0,71
30	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	53,25	50,09	-0,74
31	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	53,25	50,03	-5,64
32	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	52,54	49,91	-5,76
33	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,63	49,75	-1,08
34	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	49,85	49,59	1,58
35	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	50,29	49,46	1,45
36	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	51,44	49,43	-3,15
37	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	52,14	49,40	-3,18
38	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	51,70	49,27	-3,31
39	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,27	49,13	-1,70
40	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,83	49,09	-1,74
41	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,84	49,06	-1,77
42	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	53,05	48,94	-1,89
43	0,00	18,00	0,02	24,00	0,51	15,24	54,86	53,65	48,84	-6,02
44	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	53,52	48,89	-6,78
45	0,00	17,00	0,02	22,00	0,49	14,79	53,25	50,70	48,92	-4,33
46	0,00	18,00	0,02	22,00	0,47	13,97	50,29	48,21	48,76	-1,53
47	0,00	17,00	0,02	18,00	0,40	12,10	43,57	47,60	48,56	4,99
48	0,00	18,00	0,02	20,00	0,42	12,70	45,72	47,74	48,48	2,76
49	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	48,85	48,42	-2,41
50	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	51,33	48,37	-2,46
51	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	51,77	48,34	0,33
52	0,00	17,00	0,02	23,00	0,52	15,46	55,67	51,17	48,33	-7,34
53	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	50,59	48,32	-4,26
54	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	48,78	48,26	-0,15
55	0,00	18,00	0,02	20,00	0,42	12,70	45,72	48,34	48,20	2,48
56	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	48,95	48,18	-0,23
57	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,22	48,14	-2,69
58	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,83	48,03	-2,80
59	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,22	47,91	-2,92

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
60	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	50,66	47,82	-3,01
61	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	49,96	47,75	-0,66
62	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	49,25	47,72	-4,86
63	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	49,15	47,73	-0,28
64	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	49,15	47,78	-0,23
65	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	49,25	47,86	-0,15
66	0,00	18,00	0,02	23,00	0,49	14,61	52,58	49,35	47,97	-4,61
67	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	49,45	48,08	-0,33
68	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	48,41	48,16	-0,25
69	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	48,31	48,23	-0,18
70	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	48,91	48,32	-0,09
71	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	48,91	48,40	0,39
72	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	48,81	48,43	-2,40
73	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	49,52	48,45	0,04
74	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	49,38	48,49	0,48
75	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	48,17	48,53	-2,30
76	0,00	18,00	0,02	22,00	0,47	13,97	50,29	47,06	48,58	-1,71
77	0,00	17,00	0,02	18,00	0,40	12,10	43,57	46,36	48,66	5,09
78	0,00	17,00	0,02	18,00	0,40	12,10	43,57	46,49	48,81	5,24
79	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	47,60	48,96	0,95
80	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	48,81	49,00	-1,83
81	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	48,81	49,03	1,02
82	0,00	17,00	0,02	20,00	0,45	13,45	48,41	48,81	49,13	0,72
83	0,00	18,00	0,02	21,00	0,44	13,34	48,01	49,08	49,23	1,22
84	0,00	17,00	0,02	21,00	0,47	14,12	50,83	49,42	49,22	-1,61

## PŘÍLOHA 3: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 90 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	20,00	0,02	42,00	0,80	24,00	86,41	88,00	86,96	0,55
2	0,00	19,00	0,02	41,00	0,82	24,66	88,79	88,20	86,88	-1,91
3	0,00	19,00	0,02	41,00	0,82	24,66	88,79	87,17	86,9	-1,89
4	0,00	19,00	0,02	41,00	0,82	24,66	88,79	86,57	86,96	-1,83
5	0,00	20,00	0,02	40,00	0,76	22,86	82,30	87,11	87,03	4,73
6	0,00	20,00	0,02	42,00	0,80	24,00	86,41	86,00	87,14	0,73
7	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	86,00	87,33	-3,63
8	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	86,60	87,54	3,19
9	0,00	20,00	0,02	40,00	0,76	22,86	82,30	85,46	87,7	5,40
10	0,00	19,00	0,02	41,00	0,82	24,66	88,79	84,95	87,88	-0,91
11	0,00	20,00	0,02	42,00	0,80	24,00	86,41	86,03	88,16	1,75
12	0,00	20,00	0,02	40,00	0,76	22,86	82,30	84,92	88,45	6,15
13	0,00	19,00	0,02	40,00	0,80	24,06	86,63	86,06	88,64	2,01
14	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	88,22	88,82	4,47
15	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	89,31	89,04	-1,92
16	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	89,82	89,26	-1,70
17	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	88,17	89,46	-1,50
18	0,00	20,00	0,02	42,00	0,80	24,00	86,41	87,63	89,66	3,25
19	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	85,98	89,84	5,49
20	0,00	19,00	0,02	41,00	0,82	24,66	88,79	84,95	90,05	1,26
21	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	86,60	90,34	5,99
22	0,00	20,00	0,02	40,00	0,76	22,86	82,30	86,00	90,63	8,33
23	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	86,00	90,83	-0,13
24	0,00	20,00	0,02	42,00	0,80	24,00	86,41	87,09	91,04	4,63
25	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	85,44	91,32	6,97
26	0,00	19,00	0,02	40,00	0,80	24,06	86,63	86,57	91,64	5,01
27	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	88,77	91,92	7,57
28	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	90,93	92,22	1,26
29	0,00	19,00	0,02	43,00	0,86	25,87	93,12	92,99	92,56	-0,56

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
30	0,00	19,00	0,02	44,00	0,88	26,47	95,29	93,91	92,87	-2,42
31	0,00	20,00	0,02	45,00	0,86	25,72	92,58	94,45	93,03	0,45
32	0,00	20,00	0,02	46,00	0,88	26,29	94,64	93,26	93,15	-1,49
33	0,00	19,00	0,02	44,00	0,88	26,47	95,29	92,75	93,28	-2,01
34	0,00	20,00	0,02	44,00	0,84	25,15	90,53	92,91	93,43	2,90
35	0,00	20,00	0,02	44,00	0,84	25,15	90,53	92,23	93,63	3,10
36	0,00	19,00	0,02	44,00	0,88	26,47	95,29	92,75	93,82	-1,47
37	0,00	20,00	0,02	45,00	0,86	25,72	92,58	94,48	93,93	1,35
38	0,00	20,00	0,02	45,00	0,86	25,72	92,58	94,32	94	1,42
39	0,00	19,00	0,02	45,00	0,90	27,07	97,46	93,91	94,08	-3,38
40	0,00	20,00	0,02	46,00	0,88	26,29	94,64	92,96	94,08	-0,56
41	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	90,25	93,98	3,02
42	0,00	19,00	0,02	41,00	0,82	24,66	88,79	87,68	93,65	4,86
43	0,00	19,00	0,02	40,00	0,80	24,06	86,63	86,55	92,88	6,25
44	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	86,00	91,98	7,63
45	0,00	20,00	0,02	42,00	0,80	24,00	86,41	88,01	91,11	4,70
46	0,00	19,00	0,02	40,00	0,80	24,06	86,63	88,01	90,46	3,83
47	0,00	20,00	0,02	46,00	0,88	26,29	94,64	89,14	93,65	-0,99
48	0,00	20,00	0,02	41,00	0,78	23,43	84,35	89,61	92,88	8,53
49	0,00	19,00	0,02	42,00	0,84	25,27	90,96	88,06	91,98	1,02
50	0,00	20,00	0,02	43,00	0,82	24,57	88,47	91,34	91,11	2,64
51	0,00	20,00	0,02	43,00	0,82	24,57	88,47	91,74	90,46	1,99
52	0,00	19,00	0,02	45,00	0,90	27,07	97,46	92,77	90,49	-6,97
53	0,00	20,00	0,02	45,00	0,86	25,72	92,58	94,21	90,58	-2,00
54	0,00	20,00	0,02	45,00	0,86	25,72	92,58	92,58	90,49	-2,09

## PŘÍLOHA 4: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 30 KM/H Z DYNAMICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost okna [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	13,00	0,07	4,00	0,27	8,14	29,31	29,31	28,63	-0,68
2	0,00	13,00	0,07	4,00	0,27	8,14	29,31	28,79	28,64	-0,67
3	0,00	13,00	0,07	4,00	0,27	8,14	29,31	28,26	28,75	-0,56
4	0,00	14,00	0,06	4,00	0,25	7,56	27,22	27,74	28,87	1,65
5	0,00	14,00	0,06	4,00	0,25	7,56	27,22	27,22	28,89	1,67
6	0,00	14,00	0,06	4,00	0,25	7,56	27,22	28,35	28,87	1,65
7	0,00	14,00	0,06	4,00	0,25	7,56	27,22	29,48	28,85	1,63
8	0,00	15,00	0,06	5,00	0,29	8,82	31,75	30,62	28,82	-2,93
9	0,00	15,00	0,06	5,00	0,29	8,82	31,75	31,26	28,82	-2,93
10	0,00	15,00	0,06	5,00	0,29	8,82	31,75	30,76	28,84	-2,91
11	0,00	16,00	0,06	5,00	0,28	8,27	29,77	30,26	28,86	-0,91
12	0,00	16,00	0,06	5,00	0,28	8,27	29,77	29,33	28,89	-0,88
13	0,00	16,00	0,06	5,00	0,28	8,27	29,77	28,89	28,91	-0,86
14	0,00	17,00	0,05	5,00	0,26	7,78	28,02	28,07	28,93	0,91
15	0,00	17,00	0,05	5,00	0,26	7,78	28,02	27,24	28,95	0,93
16	0,00	18,00	0,05	5,00	0,25	7,35	26,46	26,85	28,97	2,51
17	0,00	18,00	0,05	5,00	0,25	7,35	26,46	27,37	28,95	2,49
18	0,00	18,00	0,05	5,00	0,25	7,35	26,46	28,27	28,93	2,47
19	0,00	19,00	0,05	6,00	0,28	8,36	30,08	29,18	29	-1,08
20	0,00	19,00	0,05	6,00	0,28	8,36	30,08	29,70	29,07	-1,01
21	0,00	19,00	0,05	6,00	0,28	8,36	30,08	29,33	29,04	-1,04
22	0,00	20,00	0,04	6,00	0,26	7,94	28,58	28,95	29	0,42
23	0,00	20,00	0,04	6,00	0,26	7,94	28,58	28,58	29,03	0,45
24	0,00	20,00	0,04	6,00	0,26	7,94	28,58	28,24	29,08	0,50
25	0,00	20,00	0,04	6,00	0,26	7,94	28,58	29,03	29,14	0,56
26	0,00	21,00	0,04	6,00	0,25	7,56	27,22	29,82	29,16	1,94
27	0,00	21,00	0,04	7,00	0,29	8,82	31,75	30,62	29,04	-2,71
28	0,00	21,00	0,04	7,00	0,29	8,82	31,75	30,31	28,92	-2,83
29	0,00	21,00	0,04	7,00	0,29	8,82	31,75	29,95	28,91	-2,84

snímek	vn [m/s]	velikost okna [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
30	0,00	22,00	0,04	6,00	0,24	7,22	25,98	29,26	28,96	2,98
31	0,00	22,00	0,04	7,00	0,28	8,42	30,31	28,57	29,03	-1,28
32	0,00	23,00	0,04	7,00	0,27	8,05	28,99	29,02	29,12	0,13
33	0,00	23,00	0,04	7,00	0,27	8,05	28,99	28,39	29,19	0,20
34	0,00	24,00	0,04	7,00	0,26	7,72	27,78	29,08	29,23	1,45
35	0,00	24,00	0,04	7,00	0,26	7,72	27,78	29,77	29,12	1,34
36	0,00	24,00	0,04	8,00	0,29	8,82	31,75	30,44	29,02	-2,73
37	0,00	24,00	0,04	8,00	0,29	8,82	31,75	31,12	29,12	-2,63
38	0,00	25,00	0,04	8,00	0,28	8,47	30,48	30,80	29,23	-1,25
39	0,00	25,00	0,04	8,00	0,28	8,47	30,48	30,48	29,16	-1,32
40	0,00	25,00	0,04	8,00	0,28	8,47	30,48	30,19	29,07	-1,41
41	0,00	25,00	0,04	8,00	0,28	8,47	30,48	29,62	29,08	-1,40
42	0,00	26,00	0,03	8,00	0,27	8,14	29,31	29,94	29,12	-0,19
43	0,00	27,00	0,03	8,00	0,26	7,84	28,22	30,26	29,16	0,94
44	0,00	27,00	0,03	9,00	0,29	8,82	31,75	31,75	29,18	-2,57
45	0,00	27,00	0,03	9,00	0,29	8,82	31,75	32,63	29,13	-2,62
46	0,00	27,00	0,03	10,00	0,33	9,80	35,28	32,35	29,09	-6,19
47	0,00	27,00	0,03	9,00	0,29	8,82	31,75	32,07	29,17	-2,58
48	0,00	28,00	0,03	9,00	0,28	8,51	30,62	30,90	29,24	-1,38
49	0,00	28,00	0,03	9,00	0,28	8,51	30,62	30,62	29,1	-1,52
50	0,00	28,00	0,03	9,00	0,28	8,51	30,62	30,62	28,95	-1,67
51	0,00	28,00	0,03	9,00	0,28	8,51	30,62	30,62	28,98	-1,64
52	0,00	28,00	0,03	9,00	0,28	8,51	30,62	30,62	29,05	-1,57

## PŘÍLOHA 5: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 50 KM/H Z DYNAMICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost okna [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	78,00	0,01	5,00	0,06	13,55	48,79	50,64	50,92	2,13
2	0,00	82,00	0,01	5,50	0,06	14,18	51,06	51,30	50,83	-0,23
3	0,00	95,00	0,01	6,50	0,06	14,47	52,08	51,79	50,70	-1,38
4	0,00	100,00	0,01	7,00	0,06	14,80	53,28	51,48	50,56	-2,72
5	0,00	105,00	0,01	7,00	0,06	14,10	50,75	50,68	50,42	-0,33
6	0,00	107,00	0,01	7,00	0,06	13,83	49,80	49,88	50,29	0,49
7	0,00	109,00	0,01	7,00	0,06	13,58	48,88	49,88	50,18	1,30
8	0,00	114,00	0,01	7,50	0,06	13,91	50,08	50,06	50,14	0,06
9	0,00	120,00	0,01	8,00	0,06	14,10	50,75	50,53	50,12	-0,63
10	0,00	128,00	0,01	8,50	0,06	14,04	50,55	50,24	50,09	-0,46
11	0,00	135,00	0,01	9,00	0,06	14,10	50,75	49,60	50,03	-0,72
12	0,00	140,00	0,01	9,00	0,06	13,59	48,93	49,45	49,91	0,98
13	0,00	158,00	0,01	10,00	0,06	13,38	48,18	49,15	49,75	1,57
14	0,00	160,00	0,01	10,50	0,06	13,88	49,95	49,16	49,59	-0,36
15	0,00	169,00	0,01	11,00	0,06	13,76	49,54	49,34	49,46	-0,08
16	0,00	171,00	0,01	11,00	0,06	13,60	48,97	49,26	49,43	0,46
17	0,00	179,00	0,00	11,50	0,06	13,58	48,90	48,90	49,40	0,50
18	0,00	184,00	0,00	12,00	0,06	13,79	49,64	48,87	49,27	-0,37
19	0,00	190,00	0,00	12,00	0,06	13,35	48,07	48,86	49,13	1,06

## PŘÍLOHA 6: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 90 KM/H Z DYNAMICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost okna [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	19,00	0,05	17,00	0,79	23,67	85,23	86,20	86,96	1,73
2	0,00	25,00	0,04	23,00	0,81	24,34	87,64	86,30	86,88	-0,76
3	0,00	40,00	0,02	36,00	0,79	23,81	85,73	86,76	86,9	1,17
4	0,00	55,00	0,02	50,00	0,80	24,05	86,60	86,53	86,96	0,36
5	0,00	70,00	0,01	64,00	0,81	24,19	87,09	87,67	87,03	-0,06
6	0,00	89,00	0,01	81,00	0,80	24,08	86,69	88,35	87,14	0,45
7	0,00	96,00	0,01	91,00	0,84	25,08	90,29	88,59	87,33	-2,96
8	0,00	128,00	0,01	120,00	0,83	24,81	89,30	88,70	87,54	-1,76
9	0,00	146,00	0,01	135,00	0,82	24,47	88,08	88,17	87,7	-0,38
10	0,00	164,00	0,01	150,00	0,81	24,20	87,12	87,60	87,88	0,76



## PŘÍLOHA 7: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU PRO 130 KM/H ZE STATICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	3,40	0,11	10,70	1,20	35,97	129,50	129,61	129,78	0,28
2	0,00	4,00	0,10	12,60	1,20	36,00	129,62	129,65	129,87	0,25
3	0,00	4,60	0,08	14,50	1,20	36,03	129,71	129,73	129,85	0,14
4	0,00	5,20	0,07	16,40	1,20	36,05	129,77	129,80	130,18	0,41
5	0,00	5,80	0,07	18,30	1,20	36,06	129,83	129,85	130,03	0,20
6	0,00	6,40	0,06	20,20	1,20	36,08	129,87	129,89	130,11	0,24
7	0,00	7,00	0,05	22,10	1,20	36,09	129,91	129,92	130,25	0,34
8	0,00	7,60	0,05	24,00	1,20	36,09	129,94	129,95	130,26	0,32
9	0,00	8,20	0,05	25,90	1,20	36,10	129,97	129,98	130,33	0,36
10	0,00	8,80	0,04	27,80	1,20	36,11	129,99	130,00	130,28	0,29
11	0,00	9,40	0,04	29,70	1,20	36,11	130,01	130,02	130,32	0,31
12	0,00	10,00	0,04	31,60	1,20	36,12	130,03	130,03	130,73	0,70
13	0,00	10,60	0,04	33,50	1,20	36,12	130,04	130,05	130,32	0,28
14	0,00	11,20	0,03	35,40	1,20	36,13	130,06	130,06	131,03	0,97
15	0,00	11,80	0,03	37,30	1,20	36,13	130,07	130,07	130,59	0,52
16	0,00	12,40	0,03	39,20	1,20	36,13	130,08	130,09	130,84	0,76
17	0,00	13,00	0,03	41,10	1,20	36,14	130,09	130,10	130,9	0,81
18	0,00	13,60	0,03	43,00	1,20	36,14	130,10	130,10	130,13	0,03
19	0,00	14,20	0,03	44,90	1,20	36,14	130,11	130,11	131,07	0,96
20	0,00	14,80	0,03	46,80	1,20	36,14	130,12	130,12	130,78	0,66
21	0,00	15,40	0,02	48,70	1,20	36,15	130,12	130,13	130,85	0,73
22	0,00	16,00	0,02	50,60	1,20	36,15	130,13	130,13	131,1	0,97
23	0,00	16,60	0,02	52,50	1,20	36,15	130,14	130,26	130,98	0,84
24	0,00	17,20	0,02	54,40	1,21	36,15	130,14	130,65	131	0,86
25	0,00	17,80	0,02	56,50	1,21	36,28	130,61	131,14	131,23	0,62
26	0,00	18,40	0,02	58,90	1,22	36,59	131,72	131,67	131,19	-0,53
27	0,00	19,00	0,02	61,00	1,22	36,70	132,11	132,03	131,23	-0,88
28	0,00	19,60	0,02	63,00	1,22	36,74	132,26	132,18	131,65	-0,61

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
29	0,00	20,20	0,02	64,00	1,21	36,21	130,37	131,32	131,44	1,07
30	0,00	20,80	0,02	67,00	1,23	36,82	132,54	131,46	131,85	-0,69
31	0,00	21,40	0,02	69,00	1,23	36,85	132,67	132,61	131,77	-0,90
32	0,00	22,00	0,02	70,50	1,22	36,63	131,86	132,27	131,85	-0,01

## PŘÍLOHA 8: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU NA KŘÍŽOVATCE BEZ VDZ ZE STATICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	5,00	0,08	0,45	0,03	1,02	3,67	3,35	1,4	-2,27
2	0,00	5,05	0,08	0,35	0,03	0,79	2,85	2,97	1,54	-1,31
1	0,00	5,10	0,07	0,44	0,03	0,98	3,52	2,79	1,63	-1,89
2	0,00	5,15	0,07	0,23	0,02	0,51	1,84	2,69	1,72	-0,12
3	0,00	5,20	0,07	0,37	0,03	0,82	2,96	2,61	1,89	-1,07
4	0,00	5,25	0,07	0,31	0,02	0,68	2,44	3,32	2,05	-0,39
5	0,00	5,30	0,07	0,41	0,03	0,89	3,19	3,20	2,14	-1,05
6	0,00	5,35	0,07	0,61	0,04	1,30	4,69	3,68	2,23	-2,46
7	0,00	5,40	0,07	0,32	0,02	0,69	2,47	3,64	2,37	-0,10
8	0,00	5,45	0,07	0,58	0,04	1,21	4,35	3,52	2,51	-1,84
9	0,00	5,50	0,07	0,41	0,03	0,85	3,06	3,73	2,64	-0,42
10	0,00	5,55	0,07	0,57	0,04	1,17	4,21	2,15	2,77	-1,44
11	0,00	5,60	0,07	0,45	0,03	0,92	3,30	2,47	2,93	-0,37
12	0,00	5,65	0,07	-0,27	-0,02	-0,55	-1,98	2,42	3,1	5,08
13	0,00	5,70	0,07	0,60	0,04	1,21	4,35	2,57	3,27	-1,08
14	0,00	5,75	0,07	0,56	0,04	1,11	4,00	4,18	3,42	-0,58
15	0,00	5,80	0,07	0,55	0,04	1,09	3,91	4,14	3,55	-0,36
16	0,00	5,85	0,07	0,64	0,04	1,24	4,47	4,28	3,68	-0,79
17	0,00	5,90	0,06	0,60	0,04	1,15	4,16	4,40	3,82	-0,34
18	0,00	5,95	0,06	0,66	0,04	1,28	4,59	4,66	3,94	-0,65
19	0,00	6,00	0,06	0,64	0,04	1,22	4,40	5,21	4,05	-0,35
20	0,00	6,05	0,06	0,81	0,05	1,53	5,49	5,56	4,17	-1,32
21	0,00	6,10	0,06	0,95	0,06	1,77	6,37	6,15	4,33	-2,04
22	0,00	6,15	0,06	0,89	0,06	1,66	5,98	6,07	4,51	-1,47
23	0,00	6,20	0,06	1,02	0,06	1,88	6,75	6,10	4,68	-2,07
24	0,00	6,25	0,06	0,78	0,05	1,44	5,17	6,09	4,85	-0,32
25	0,00	6,30	0,06	0,99	0,06	1,80	6,49	6,06	5,02	-1,47
26	0,00	6,35	0,06	0,92	0,06	1,65	5,95	6,56	5,17	-0,78
27	0,00	6,40	0,06	1,03	0,06	1,85	6,65	6,59	5,31	-1,34

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
28	0,00	6,45	0,06	1,12	0,07	1,99	7,17	6,91	5,46	-1,71
29	0,00	6,50	0,06	0,02	0,00	0,03	0,12	3,64	5,65	5,53
30	0,00	6,55	0,06	0,98	0,06	1,71	6,16	3,14	5,85	-0,31
31	0,00	6,60	0,06	1,10	0,06	1,91	6,89	6,52	6,03	-0,86
32	0,00	6,65	0,06	1,15	0,07	1,98	7,12	7,00	6,2	-0,92
33	0,00	6,70	0,06	1,23	0,07	2,11	7,58	7,35	6,36	-1,22
34	0,00	6,75	0,06	1,08	0,06	1,83	6,58	7,08	6,53	-0,05
35	0,00	6,80	0,06	1,16	0,06	1,95	7,02	6,80	6,73	-0,29
36	0,00	6,85	0,06	1,27	0,07	2,12	7,62	7,32	6,93	-0,69
37	0,00	6,90	0,06	1,52	0,08	2,51	9,04	8,33	7,12	-1,92
38	0,00	6,95	0,05	1,32	0,07	2,18	7,84	8,44	7,3	-0,54
39	0,00	7,00	0,05	1,40	0,08	2,29	8,23	8,04	7,47	-0,76
40	0,00	7,05	0,05	1,34	0,07	2,17	7,82	8,03	7,64	-0,18
41	0,00	7,10	0,05	1,63	0,09	2,63	9,47	8,65	7,82	-1,65
42	0,00	7,15	0,05	1,41	0,07	2,25	8,10	8,79	8,01	-0,09
43	0,00	7,20	0,05	1,61	0,09	2,55	9,19	8,64	8,19	-1,00
44	0,00	7,25	0,05	1,63	0,09	2,58	9,27	9,23	8,36	-0,91
45	0,00	7,30	0,05	0,73	0,04	1,15	4,14	6,70	8,52	4,38
46	0,00	7,35	0,05	1,81	0,09	2,81	10,12	7,13	8,66	-1,46
47	0,00	7,40	0,05	1,86	0,10	2,87	10,34	10,23	8,79	-1,55
48	0,00	7,45	0,05	1,65	0,08	2,53	9,11	9,72	8,93	-0,18
49	0,00	7,50	0,05	1,96	0,10	2,99	10,78	9,94	9,15	-1,63
50	0,00	7,55	0,05	1,88	0,09	2,84	10,23	10,50	9,36	-0,87
51	0,00	7,60	0,05	1,75	0,09	2,64	9,50	9,86	9,49	-0,01
52	0,00	7,65	0,05	2,08	0,10	3,11	11,20	10,35	9,61	-1,59
53	0,00	7,70	0,05	2,05	0,10	3,04	10,94	11,07	9,78	-1,16
54	0,00	7,75	0,05	2,17	0,11	3,19	11,50	11,22	9,97	-1,53
55	0,00	7,80	0,05	2,25	0,11	3,29	11,86	11,68	10,17	-1,69
56	0,00	7,85	0,05	2,30	0,11	3,35	12,06	11,96	10,36	-1,70
57	0,00	7,90	0,05	2,32	0,11	3,36	12,11	12,08	10,48	-1,63
58	0,00	7,95	0,05	2,19	0,11	3,15	11,34	11,72	10,58	-0,76
59	0,00	8,00	0,05	2,18	0,10	3,11	11,20	11,27	10,74	-0,46

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
60	0,00	8,05	0,05	2,25	0,11	3,19	11,50	11,35	10,89	-0,61
61	0,00	8,10	0,05	1,29	0,06	1,82	6,56	9,03	10,97	4,41
62	0,00	8,15	0,05	2,31	0,11	3,24	11,66	9,11	11,06	-0,60
63	0,00	8,20	0,05	2,52	0,12	3,51	12,63	12,15	11,25	-1,38
64	0,00	8,25	0,05	2,61	0,12	3,61	13,01	12,82	11,44	-1,57
65	0,00	8,30	0,05	2,38	0,11	3,27	11,79	12,40	11,57	-0,22
66	0,00	8,35	0,05	2,61	0,12	3,57	12,86	12,32	11,69	-1,17
67	0,00	8,40	0,05	2,53	0,11	3,45	12,41	12,63	11,8	-0,61
68	0,00	8,45	0,05	2,58	0,12	3,49	12,56	12,49	11,92	-0,64
69	0,00	8,50	0,04	2,63	0,12	3,54	12,74	12,65	12,04	-0,70
70	0,00	8,55	0,04	2,62	0,12	3,50	12,59	12,66	12,15	-0,44
71	0,00	8,60	0,04	2,71	0,12	3,61	12,99	12,79	12,21	-0,78
72	0,00	8,65	0,04	2,59	0,11	3,42	12,31	12,65	12,29	-0,02
73	0,00	8,70	0,04	2,76	0,12	3,62	13,04	12,68	12,48	-0,56
74	0,00	8,75	0,04	2,82	0,12	3,69	13,28	13,16	12,65	-0,63
75	0,00	8,80	0,04	2,88	0,12	3,74	13,47	13,38	12,7	-0,77
76	0,00	8,85	0,04	2,87	0,12	3,71	13,35	13,41	12,71	-0,64
77	0,00	8,90	0,04	2,90	0,12	3,73	13,42	13,39	12,81	-0,61
78	0,00	8,95	0,04	2,97	0,13	3,79	13,63	13,53	12,87	-0,76
79	0,00	9,00	0,04	2,99	0,13	3,79	13,66	13,64	12,76	-0,90
80	0,00	9,05	0,04	3,04	0,13	3,83	13,80	13,73	12,58	-1,22
81	0,00	9,10	0,04	3,02	0,13	3,80	13,67	13,73	12,41	-1,26
82	0,00	9,15	0,04	1,92	0,08	2,40	8,63	11,15	12,23	3,60
83	0,00	9,20	0,04	2,86	0,12	3,55	12,78	10,71	12,07	-0,71
84	0,00	9,25	0,04	2,73	0,11	3,38	12,16	12,47	11,9	-0,26
85	0,00	9,30	0,04	2,77	0,11	3,41	12,27	12,21	11,68	-0,59
86	0,00	9,35	0,04	2,80	0,11	3,42	12,33	12,30	11,44	-0,89
87	0,00	9,40	0,04	2,75	0,11	3,35	12,06	12,19	11,2	-0,86
88	0,00	9,45	0,04	2,72	0,11	3,29	11,84	11,95	10,97	-0,87
89	0,00	9,50	0,04	2,56	0,10	3,09	11,11	11,47	10,76	-0,35
90	0,00	9,55	0,04	2,49	0,10	2,98	10,72	10,91	10,56	-0,16
91	0,00	9,60	0,04	2,74	0,11	3,26	11,74	11,23	10,36	-1,38

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
92	0,00	9,65	0,04	2,44	0,10	2,88	10,38	11,06	10,16	-0,22
93	0,00	9,70	0,04	2,64	0,10	3,12	11,22	10,80	9,93	-1,29
94	0,00	9,75	0,04	1,61	0,06	1,89	6,80	9,01	9,7	2,90
95	0,00	9,80	0,04	2,39	0,09	2,79	10,05	8,43	9,48	-0,57
96	0,00	9,85	0,04	2,28	0,09	2,65	9,52	9,79	9,27	-0,25
97	0,00	9,90	0,04	2,45	0,09	2,83	10,18	9,85	9,04	-1,14
98	0,00	9,95	0,04	2,18	0,08	2,50	9,01	9,59	8,82	-0,19
99	0,00	10,00	0,04	2,16	0,08	2,47	8,90	8,95	8,64	-0,26
100	0,00	10,05	0,04	2,22	0,08	2,53	9,09	8,99	8,51	-0,58
101	0,00	10,10	0,04	1,31	0,05	1,48	5,33	7,21	8,49	3,16
102	0,00	10,15	0,04	2,38	0,09	2,68	9,65	7,49	8,49	-1,16
103	0,00	10,20	0,04	2,20	0,08	2,47	8,88	9,27	8,43	-0,45
104	0,00	10,25	0,04	2,19	0,08	2,44	8,78	8,83	8,36	-0,42
105	0,00	10,30	0,04	2,10	0,08	2,33	8,40	8,59	8,27	-0,13
106	0,00	10,35	0,04	2,16	0,08	2,39	8,60	8,50	8,22	-0,38
107	0,00	10,40	0,04	2,38	0,09	2,62	9,43	9,01	8,29	-1,14
108	0,00	10,45	0,04	2,38	0,09	2,61	9,38	9,40	8,37	-1,01
109	0,00	10,50	0,04	2,34	0,08	2,55	9,17	9,27	8,37	-0,80
110	0,00	10,55	0,04	2,39	0,09	2,59	9,33	9,25	8,36	-0,97
111	0,00	10,60	0,04	2,18	0,08	2,35	8,46	8,90	8,42	-0,04
112	0,00	10,65	0,04	2,27	0,08	2,44	8,78	8,62	8,49	-0,29
113	0,00	10,70	0,04	2,41	0,09	2,58	9,28	9,03	8,5	-0,78
114	0,00	10,75	0,04	2,43	0,09	2,58	9,30	9,29	8,5	-0,80
115	0,00	10,80	0,04	2,53	0,09	2,68	9,65	9,48	8,53	-1,12
116	0,00	10,85	0,04	2,50	0,09	2,64	9,49	9,57	8,6	-0,89
117	0,00	10,90	0,03	2,60	0,09	2,73	9,82	9,65	8,76	-1,06
118	0,00	10,95	0,03	2,50	0,09	2,61	9,41	9,61	8,92	-0,49
119	0,00	11,00	0,03	2,52	0,09	2,62	9,42	9,41	8,99	-0,43
120	0,00	11,05	0,03	2,48	0,09	2,56	9,22	9,32	9,04	-0,18
121	0,00	11,10	0,03	2,77	0,10	2,85	10,28	9,75	9,17	-1,11
122	0,00	11,15	0,03	1,58	0,05	1,62	5,83	8,05	9,31	3,48
123	0,00	11,20	0,03	2,58	0,09	2,63	9,48	7,65	9,4	-0,08

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
124	0,00	11,25	0,03	2,65	0,09	2,69	9,68	9,58	9,47	-0,21
125	0,00	11,30	0,03	2,73	0,09	2,76	9,93	9,80	9,53	-0,40
126	0,00	11,35	0,03	2,83	0,09	2,85	10,26	10,09	9,6	-0,66
127	0,00	11,40	0,03	2,94	0,10	2,95	10,62	10,44	9,69	-0,93
128	0,00	11,45	0,03	3,05	0,10	3,05	10,98	10,80	9,79	-1,19
129	0,00	11,50	0,03	2,95	0,10	2,93	10,54	10,76	9,87	-0,67
130	0,00	11,55	0,03	2,84	0,09	2,81	10,13	10,34	9,96	-0,17
131	0,00	11,60	0,03	3,12	0,10	3,07	11,06	10,59	10,08	-0,98
132	0,00	11,65	0,03	3,05	0,10	2,99	10,76	10,91	10,21	-0,55
133	0,00	11,70	0,03	3,08	0,10	3,01	10,83	10,80	10,34	-0,49
134	0,00	11,75	0,03	3,01	0,10	2,92	10,52	10,68	10,41	-0,11
135	0,00	11,80	0,03	3,28	0,11	3,18	11,43	10,98	10,34	-1,09
136	0,00	11,85	0,03	3,22	0,10	3,10	11,18	11,31	10,24	-0,94
137	0,00	11,90	0,03	3,17	0,10	3,04	10,95	11,06	10,18	-0,77
138	0,00	11,95	0,03	3,14	0,10	3,00	10,82	10,88	10,11	-0,71
139	0,00	12,00	0,03	3,07	0,10	2,93	10,53	10,67	10	-0,53
140	0,00	12,05	0,03	3,06	0,10	2,90	10,45	10,49	9,85	-0,60
141	0,00	12,10	0,03	2,95	0,09	2,79	10,05	10,25	9,64	-0,41
142	0,00	12,15	0,03	2,93	0,09	2,75	9,91	9,98	9,41	-0,50
143	0,00	12,20	0,03	1,74	0,05	1,63	5,88	7,89	9,24	3,36
144	0,00	12,25	0,03	2,98	0,09	2,78	10,00	7,94	9,08	-0,92
145	0,00	12,30	0,03	2,94	0,09	2,73	9,84	9,92	8,88	-0,96
146	0,00	12,35	0,03	2,64	0,08	2,45	8,80	9,32	8,68	-0,12
147	0,00	12,40	0,03	2,68	0,08	2,47	8,90	8,85	8,51	-0,39
148	0,00	12,45	0,03	2,84	0,09	2,61	9,40	9,15	8,36	-1,04
149	0,00	12,50	0,03	2,56	0,08	2,34	8,44	8,92	8,24	-0,20
150	0,00	12,55	0,03	2,69	0,08	2,45	8,82	8,63	8,12	-0,70
151	0,00	12,60	0,03	2,50	0,08	2,27	8,18	8,50	8,01	-0,17
152	0,00	12,65	0,03	2,63	0,08	2,38	8,57	8,37	7,87	-0,70
153	0,00	12,70	0,03	2,61	0,08	2,35	8,44	8,51	7,62	-0,82
154	0,00	12,75	0,03	2,32	0,07	2,08	7,48	7,96	7,37	-0,11
155	0,00	12,80	0,03	2,55	0,08	2,28	8,20	7,84	7,26	-0,94

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
156	0,00	12,85	0,03	2,43	0,07	2,16	7,79	8,00	7,17	-0,62
157	0,00	12,90	0,03	2,28	0,07	2,02	7,28	7,54	7,02	-0,26
158	0,00	12,95	0,03	2,20	0,06	1,94	6,98	7,13	6,86	-0,12
159	0,00	13,00	0,03	2,42	0,07	2,13	7,66	7,32	6,65	-1,01
160	0,00	13,05	0,03	2,25	0,07	1,97	7,08	7,37	6,47	-0,61
161	0,00	13,10	0,03	2,11	0,06	1,84	6,64	6,86	6,41	-0,23
162	0,00	13,15	0,03	1,09	0,03	0,94	3,40	5,02	6,37	2,97
163	0,00	13,20	0,03	2,03	0,06	1,76	6,33	4,87	6,32	-0,01
164	0,00	13,25	0,03	2,32	0,07	2,00	7,19	6,76	6,24	-0,95
165	0,00	13,30	0,03	2,29	0,07	1,97	7,09	7,14	6,13	-0,96
166	0,00	13,35	0,03	2,26	0,06	1,94	6,98	7,04	6,01	-0,97
167	0,00	13,40	0,03	1,93	0,05	1,65	5,93	6,45	5,91	-0,02
168	0,00	13,45	0,03	2,22	0,06	1,89	6,80	6,37	5,84	-0,96
169	0,00	13,50	0,03	2,11	0,06	1,78	6,42	6,61	5,81	-0,61
170	0,00	13,55	0,03	1,98	0,06	1,67	6,02	6,22	5,79	-0,23
171	0,00	13,60	0,03	2,03	0,06	1,71	6,15	6,08	5,73	-0,42
172	0,00	13,65	0,03	2,17	0,06	1,82	6,55	6,35	5,66	-0,89
173	0,00	13,70	0,03	2,14	0,06	1,78	6,41	6,48	5,58	-0,83
174	0,00	13,75	0,03	1,92	0,05	1,59	5,74	6,08	5,52	-0,22
175	0,00	13,80	0,03	2,15	0,06	1,78	6,42	6,08	5,51	-0,91
176	0,00	13,85	0,03	2,15	0,06	1,77	6,39	6,40	5,5	-0,89
177	0,00	13,90	0,03	2,13	0,06	1,75	6,29	6,34	5,45	-0,84
178	0,00	13,95	0,03	2,08	0,06	1,70	6,13	6,21	5,41	-0,72
179	0,00	14,00	0,03	1,90	0,05	1,55	5,59	5,86	5,4	-0,19
180	0,00	14,05	0,03	1,97	0,05	1,60	5,77	5,68	5,39	-0,38
181	0,00	14,10	0,03	2,10	0,06	1,70	6,11	5,94	5,32	-0,79
182	0,00	14,15	0,03	0,94	0,03	0,76	2,75	4,43	5,24	2,49
183	0,00	14,20	0,03	2,10	0,06	1,69	6,08	4,41	5,22	-0,86
184	0,00	14,25	0,03	1,95	0,05	1,57	5,64	5,86	5,2	-0,44
185	0,00	14,30	0,03	1,96	0,05	1,57	5,64	5,64	5,16	-0,48
186	0,00	14,35	0,03	2,08	0,06	1,66	5,97	5,80	5,12	-0,85
187	0,00	14,40	0,03	1,92	0,05	1,52	5,47	5,72	5,05	-0,42



snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
188	0,00	14,45	0,03	2,02	0,05	1,60	5,75	5,61	4,99	-0,76
189	0,00	14,50	0,03	1,82	0,05	1,43	5,16	5,45	4,95	-0,21
190	0,00	14,55	0,03	1,81	0,05	1,42	5,12	5,14	4,94	-0,18
191	0,00	14,60	0,03	1,89	0,05	1,48	5,32	5,22	4,99	-0,33
192	0,00	14,65	0,03	1,89	0,05	1,47	5,31	5,31	5,03	-0,28
193	0,00	14,70	0,03	2,10	0,05	1,63	5,87	5,59	4,96	-0,91
194	0,00	14,28	0,03	1,94	0,05	1,55	5,59	5,73	4,88	-0,71
195	0,00	14,21	0,03	1,87	0,05	1,51	5,43	5,51	4,89	-0,54
196	0,00	14,14	0,03	1,93	0,05	1,56	5,62	5,52	4,92	-0,70
197	0,00	14,07	0,03	1,73	0,05	1,40	5,05	5,33	4,86	-0,19
198	0,00	14,00	0,03	1,90	0,05	1,55	5,58	5,31	4,83	-0,75
199	0,00	13,93	0,03	1,74	0,05	1,43	5,15	5,37	4,95	-0,20
200	0,00	13,86	0,03	1,94	0,05	1,60	5,75	5,45	5,08	-0,67
201	0,00	13,79	0,03	1,95	0,05	1,62	5,82	5,79	5,09	-0,73
202	0,00	13,72	0,03	1,81	0,05	1,51	5,43	5,63	5,08	-0,35
203	0,00	13,65	0,03	1,95	0,05	1,63	5,88	5,66	5,12	-0,76
204	0,00	13,58	0,03	1,97	0,06	1,66	5,97	5,92	5,16	-0,81
205	0,00	13,51	0,03	1,78	0,05	1,51	5,42	5,69	5,19	-0,23
206	0,00	13,44	0,03	1,83	0,05	1,56	5,60	5,51	5,23	-0,37
207	0,00	13,37	0,03	0,75	0,02	0,64	2,31	3,95	5,28	2,97
208	0,00	13,30	0,03	2,01	0,06	1,72	6,21	4,26	5,33	-0,88
209	0,00	13,23	0,03	2,03	0,06	1,75	6,31	6,26	5,37	-0,94
210	0,00	13,16	0,03	1,80	0,05	1,56	5,62	5,97	5,41	-0,21
211	0,00	13,09	0,03	2,05	0,06	1,79	6,45	6,03	5,48	-0,97
212	0,00	13,02	0,03	1,85	0,05	1,63	5,85	6,15	5,55	-0,30
213	0,00	12,95	0,03	1,93	0,06	1,71	6,14	6,00	5,56	-0,58
214	0,00	12,88	0,03	1,88	0,06	1,67	6,02	6,08	5,58	-0,44
215	0,00	12,81	0,03	1,99	0,06	1,77	6,38	6,20	5,66	-0,72
216	0,00	12,74	0,03	2,00	0,06	1,79	6,46	6,42	5,78	-0,68
217	0,00	12,67	0,03	2,03	0,06	1,83	6,58	6,52	5,93	-0,65
218	0,00	12,60	0,03	1,92	0,06	1,74	6,25	6,42	6,05	-0,20
219	0,00	12,53	0,03	1,95	0,06	1,77	6,39	6,32	6,02	-0,37

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
220	0,00	12,46	0,03	2,12	0,06	1,95	7,02	6,70	5,98	-1,04
221	0,00	12,39	0,03	2,08	0,06	1,92	6,92	6,97	6,04	-0,88
222	0,00	12,32	0,03	1,97	0,06	1,82	6,56	6,74	6,13	-0,43
223	0,00	12,25	0,03	1,88	0,06	1,76	6,32	6,44	6,23	-0,09
224	0,00	12,18	0,03	2,11	0,07	1,98	7,13	6,72	6,32	-0,81
225	0,00	12,11	0,03	1,05	0,03	0,99	3,55	5,34	6,42	2,87
226	0,00	12,04	0,03	2,12	0,07	2,01	7,25	5,40	6,47	-0,78
227	0,00	11,97	0,03	1,94	0,06	1,85	6,67	6,96	6,4	-0,27
228	0,00	11,90	0,03	1,82	0,06	1,75	6,31	6,49	6,31	0,00
229	0,00	11,83	0,03	1,99	0,06	1,92	6,92	6,61	6,34	-0,58
230	0,00	11,76	0,03	1,85	0,06	1,80	6,48	6,70	6,33	-0,15
231	0,00	11,69	0,03	1,86	0,06	1,82	6,56	6,52	6,12	-0,44
232	0,00	11,62	0,03	1,97	0,06	1,94	6,98	6,77	5,89	-1,09
233	0,00	11,55	0,03	1,79	0,06	1,77	6,37	6,67	5,78	-0,59
234	0,00	11,48	0,03	1,83	0,06	1,83	6,58	6,47	5,7	-0,88
235	0,00	11,41	0,03	1,66	0,06	1,66	5,98	6,28	5,56	-0,42
236	0,00	11,34	0,03	1,52	0,05	1,53	5,51	5,75	5,42	-0,09
237	0,00	11,27	0,03	1,78	0,06	1,81	6,51	6,01	5,31	-1,20
238	0,00	11,20	0,03	1,45	0,05	1,48	5,33	5,92	5,21	-0,12
239	0,00	11,13	0,03	1,53	0,05	1,57	5,66	5,50	5,12	-0,54
240	0,00	11,06	0,03	1,36	0,05	1,41	5,07	5,36	5,03	-0,04
241	0,00	10,99	0,03	1,61	0,06	1,68	6,03	5,55	4,91	-1,12
242	0,00	10,92	0,03	1,58	0,06	1,65	5,95	5,99	4,79	-1,16
243	0,00	10,85	0,04	1,51	0,05	1,59	5,73	5,84	4,68	-1,05
244	0,00	10,78	0,04	1,52	0,05	1,61	5,81	5,77	4,54	-1,27
245	0,00	10,71	0,04	1,46	0,05	1,55	5,59	5,70	4,34	-1,25
246	0,00	10,64	0,04	0,34	0,01	0,36	1,30	3,45	4,14	2,84
247	0,00	10,57	0,04	1,14	0,04	1,23	4,44	2,87	4,02	-0,42
248	0,00	10,50	0,04	1,15	0,04	1,26	4,52	4,48	3,95	-0,57
249	0,00	10,43	0,04	1,31	0,05	1,44	5,17	4,85	3,94	-1,23
250	0,00	10,36	0,04	1,05	0,04	1,15	4,16	4,66	3,9	-0,26
251	0,00	10,29	0,04	0,92	0,03	1,03	3,69	3,92	3,68	-0,01

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
252	0,00	10,22	0,04	1,03	0,04	1,15	4,13	3,91	3,47	-0,66
253	0,00	10,15	0,04	0,92	0,03	1,03	3,71	3,92	3,49	-0,22
254	0,00	10,08	0,04	0,93	0,04	1,05	3,79	3,75	3,59	-0,20
255	0,00	10,01	0,04	1,14	0,04	1,30	4,68	4,23	3,64	-1,04
256	0,00	9,94	0,04	1,14	0,04	1,32	4,73	4,71	3,7	-1,03
257	0,00	9,87	0,04	1,05	0,04	1,21	4,36	4,55	3,78	-0,58
258	0,00	9,80	0,04	0,99	0,04	1,15	4,14	4,25	3,84	-0,30
259	0,00	9,73	0,04	1,07	0,04	1,25	4,51	4,33	3,83	-0,68
260	0,00	9,66	0,04	1,10	0,04	1,30	4,67	4,59	3,85	-0,82
261	0,00	9,59	0,04	1,15	0,05	1,37	4,93	4,80	4,01	-0,92
262	0,00	9,52	0,04	1,08	0,04	1,30	4,67	4,80	4,18	-0,49
263	0,00	9,45	0,04	0,98	0,04	1,19	4,28	4,47	4,18	-0,10
264	0,00	9,38	0,04	1,07	0,04	1,31	4,72	4,50	4,16	-0,56
265	0,00	9,31	0,04	1,13	0,05	1,39	4,99	4,85	4,28	-0,71
266	0,00	9,24	0,04	1,02	0,04	1,26	4,55	4,77	4,39	-0,16
267	0,00	9,17	0,04	0,31	0,01	0,38	1,37	2,96	4,38	3,01
268	0,00	9,10	0,04	1,18	0,05	1,48	5,33	3,35	4,32	-1,01
269	0,00	9,03	0,04	0,94	0,04	1,20	4,30	4,81	4,23	-0,07
270	0,00	8,96	0,04	1,10	0,05	1,40	5,06	4,68	4,12	-0,94
271	0,00	8,89	0,04	1,04	0,04	1,33	4,80	4,93	3,99	-0,81
272	0,00	8,82	0,04	1,15	0,05	1,49	5,36	5,08	3,88	-1,48
273	0,00	8,75	0,04	0,94	0,04	1,23	4,43	4,90	3,84	-0,59
274	0,00	8,68	0,04	0,83	0,04	1,09	3,91	4,17	3,8	-0,11
275	0,00	8,61	0,04	1,06	0,05	1,40	5,05	4,48	3,66	-1,39
276	0,00	8,54	0,04	0,92	0,04	1,23	4,42	4,73	3,51	-0,91
277	0,00	8,47	0,04	0,98	0,04	1,32	4,75	4,59	3,42	-1,33
278	0,00	8,40	0,05	0,87	0,04	1,18	4,25	4,50	3,36	-0,89
279	0,00	8,33	0,05	0,81	0,04	1,12	4,02	4,14	3,31	-0,71
280	0,00	8,26	0,05	0,76	0,03	1,05	3,77	3,90	3,24	-0,53
281	0,00	8,19	0,05	0,68	0,03	0,95	3,44	3,60	3,06	-0,38
282	0,00	8,12	0,05	0,61	0,03	0,85	3,08	3,26	2,88	-0,20
283	0,00	8,05	0,05	0,84	0,04	1,19	4,29	3,68	2,82	-1,47

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
284	0,00	7,98	0,05	0,55	0,03	0,79	2,86	3,58	2,75	-0,11
285	0,00	7,91	0,05	0,60	0,03	0,87	3,13	3,00	2,61	-0,52
286	0,00	7,84	0,05	0,72	0,03	1,05	3,77	3,45	2,44	-1,33
287	0,00	7,77	0,05	0,49	0,02	0,72	2,58	3,17	2,3	-0,28
288	0,00	7,70	0,05	0,64	0,03	0,95	3,41	2,99	2,17	-1,24
289	0,00	7,63	0,05	0,41	0,02	0,62	2,22	2,82	2,09	-0,13
290	0,00	7,56	0,05	0,43	0,02	0,65	2,34	2,28	2,02	-0,32
291	0,00	7,49	0,05	-0,65	-0,03	-0,99	-3,55	-0,61	1,9	5,45
292	0,00	7,42	0,05	0,49	0,03	0,75	2,71	-0,42	1,78	-0,93
293	0,00	7,35	0,05	0,50	0,03	0,78	2,79	2,75	1,69	-1,10
294	0,00	7,28	0,05	0,46	0,02	0,72	2,61	2,70	1,6	-1,01
295	0,00	7,21	0,05	0,53	0,03	0,84	3,02	2,81	1,43	-1,59
296	0,00	7,14	0,05	0,31	0,02	0,50	1,79	2,41	1,27	-0,52
297	0,00	7,07	0,05	0,25	0,01	0,41	1,46	1,62	1,21	-0,25
298	0,00	7,00	0,05	0,37	0,02	0,60	2,15	1,80	1,16	-0,99

## PŘÍLOHA 9: ZJIŠTĚNÉ HODNOTY METODOU PÍXELOVÉHO POSUNU NA KŘÍŽOVATCE S VDZ ZE STATICKÉ KAMERY

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
1	0,00	13,00	0,03	3,13	0,09	2,75	9,91	9,94	9,99	0,08
2	0,00	13,05	0,03	3,63	0,11	3,18	11,44	9,88	9,82	-1,62
1	0,00	13,10	0,03	2,70	0,08	2,35	8,47	9,57	9,37	0,90
2	0,00	13,15	0,03	3,10	0,09	2,69	9,69	8,93	9,11	-0,58
3	0,00	13,20	0,03	2,79	0,08	2,41	8,69	8,59	8,98	0,29
4	0,00	13,25	0,03	2,85	0,08	2,46	8,86	8,45	8,63	-0,23
5	0,00	13,30	0,03	2,31	0,07	1,98	7,13	8,20	8,43	1,30
6	0,00	13,35	0,03	2,96	0,08	2,53	9,12	8,27	7,97	-1,15
7	0,00	13,40	0,03	2,51	0,07	2,14	7,70	8,10	7,85	0,15
8	0,00	13,45	0,03	2,99	0,08	2,54	9,14	7,94	7,76	-1,38
9	0,00	13,50	0,03	2,11	0,06	1,79	6,43	7,51	7,68	1,25
10	0,00	13,55	0,03	2,79	0,08	2,36	8,48	7,02	6,96	-1,52
11	0,00	13,60	0,03	1,98	0,06	1,66	5,99	6,97	7,1	1,11
12	0,00	13,65	0,03	2,38	0,07	1,99	7,18	6,50	6,69	-0,49
13	0,00	13,70	0,03	2,07	0,06	1,72	6,21	6,14	6,44	0,23
14	0,00	13,75	0,03	2,22	0,06	1,84	6,63	6,30	6,51	-0,12
15	0,00	13,80	0,03	1,52	0,04	1,26	4,53	6,10	6,29	1,76
16	0,00	13,85	0,03	2,64	0,07	2,18	7,84	5,97	6,06	-1,78
17	0,00	13,90	0,03	1,83	0,05	1,51	5,42	6,10	6,26	0,84
18	0,00	13,95	0,03	2,07	0,06	1,69	6,09	5,82	6,05	-0,04
19	0,00	14,00	0,03	1,72	0,05	1,41	5,06	5,82	6,08	1,02
20	0,00	14,05	0,03	2,29	0,06	1,86	6,71	5,83	5,77	-0,94
21	0,00	14,10	0,03	1,85	0,05	1,50	5,40	5,85	5,71	0,31
22	0,00	14,15	0,03	2,11	0,06	1,71	6,14	5,65	5,75	-0,39
23	0,00	14,20	0,03	1,77	0,05	1,43	5,14	5,65	5,81	0,67
24	0,00	14,25	0,03	2,05	0,05	1,64	5,92	5,51	5,65	-0,27
25	0,00	14,30	0,03	1,87	0,05	1,50	5,39	5,49	5,41	0,02

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
26	0,00	14,35	0,03	1,95	0,05	1,55	5,58	5,78	5,5	-0,08
27	0,00	14,40	0,03	1,77	0,05	1,40	5,05	5,91	5,78	0,73
28	0,00	14,45	0,03	2,49	0,07	1,97	7,10	6,08	5,93	-1,17
29	0,00	14,50	0,03	1,74	0,05	1,38	4,95	6,03	6,1	1,15
30	0,00	14,55	0,03	2,79	0,07	2,19	7,88	6,42	6,58	-1,30
31	0,00	14,60	0,03	1,95	0,05	1,53	5,51	6,69	7,08	1,57
32	0,00	14,65	0,03	2,73	0,07	2,13	7,66	6,58	7,59	-0,07
33	0,00	14,70	0,03	2,51	0,07	1,95	7,03	7,35	7,99	0,96
34	0,00	14,75	0,03	3,39	0,09	2,63	9,46	8,25	8,63	-0,83
35	0,00	14,80	0,03	2,79	0,07	2,16	7,77	8,62	9,08	1,31
36	0,00	14,85	0,03	3,93	0,10	3,02	10,89	9,33	9,63	-1,26
37	0,00	14,90	0,03	3,59	0,09	2,76	9,93	10,41	10,05	0,12
38	0,00	14,95	0,03	4,30	0,11	3,29	11,84	10,89	10,74	-1,10
39	0,00	15,00	0,03	3,58	0,09	2,72	9,81	10,83	10,95	1,14
40	0,00	15,05	0,03	4,35	0,11	3,30	11,88	10,85	11,42	-0,46
41	0,00	15,10	0,03	4,24	0,11	3,21	11,55	11,71	11,69	0,14
42	0,00	15,15	0,03	4,86	0,12	3,66	13,19	12,37	12,41	-0,78
43	0,00	15,20	0,03	4,88	0,12	3,67	13,20	13,20	13,33	0,13
44	0,00	15,25	0,02	5,37	0,13	4,03	14,50	13,85	13,29	-1,21
45	0,00	15,30	0,02	4,84	0,12	3,62	13,03	13,76	13,87	0,84
46	0,00	15,35	0,02	5,55	0,14	4,13	14,88	13,95	14,32	-0,56
47	0,00	15,40	0,02	5,42	0,13	4,03	14,49	14,68	14,67	0,18
48	0,00	15,45	0,02	6,27	0,15	4,64	16,70	15,60	15,32	-1,38
49	0,00	15,50	0,02	5,70	0,14	4,20	15,12	15,91	15,5	0,38
50	0,00	15,55	0,02	6,16	0,15	4,53	16,30	15,71	16,17	-0,13
51	0,00	15,60	0,02	6,21	0,15	4,55	16,39	16,35	16,58	0,19
52	0,00	15,65	0,02	6,60	0,16	4,82	17,35	16,87	16,74	-0,61
53	0,00	15,70	0,02	6,60	0,16	4,80	17,29	17,32	17,41	0,12
54	0,00	15,75	0,02	6,97	0,17	5,06	18,20	17,74	17,78	-0,42
55	0,00	15,80	0,02	6,74	0,16	4,88	17,56	17,88	17,9	0,34

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
56	0,00	15,85	0,02	7,47	0,18	5,39	19,40	18,48	18,34	-1,06
57	0,00	15,90	0,02	6,86	0,16	4,93	17,75	18,58	17,89	0,14
58	0,00	15,95	0,02	6,93	0,17	4,97	17,88	17,82	17,48	-0,40
59	0,00	16,00	0,02	6,60	0,16	4,72	16,98	17,43	18,1	1,12
60	0,00	16,05	0,02	7,32	0,17	5,21	18,77	17,87	17,44	-1,33
61	0,00	16,10	0,02	6,52	0,15	4,63	16,66	17,71	17,27	0,61
62	0,00	16,15	0,02	7,03	0,17	4,97	17,90	17,28	17,84	-0,06
63	0,00	16,20	0,02	6,47	0,15	4,57	16,44	17,17	17,87	1,43
64	0,00	16,25	0,02	7,06	0,17	4,97	17,88	17,16	17,78	-0,10
65	0,00	16,30	0,02	6,44	0,15	4,52	16,27	17,07	17,66	1,39
66	0,00	16,35	0,02	7,46	0,17	5,21	18,77	17,52	17,5	-1,27
67	0,00	16,40	0,02	6,53	0,15	4,55	16,37	17,57	17,35	0,98
68	0,00	16,45	0,02	7,43	0,17	5,17	18,59	17,48	17,45	-1,14
69	0,00	16,50	0,02	7,18	0,17	4,97	17,91	18,25	18,32	0,41
70	0,00	16,55	0,02	7,60	0,17	5,25	18,89	18,40	17,95	-0,94
71	0,00	16,60	0,02	6,97	0,16	4,80	17,27	18,08	18,41	1,14
72	0,00	16,65	0,02	7,46	0,17	5,12	18,44	17,85	18,33	-0,11
73	0,00	16,70	0,02	7,44	0,17	5,09	18,32	18,38	18,72	0,40
74	0,00	16,75	0,02	8,13	0,18	5,55	19,96	19,14	18,68	-1,28
75	0,00	16,80	0,02	7,47	0,17	5,08	18,29	19,13	18,41	0,12
76	0,00	16,85	0,02	8,12	0,18	5,51	19,83	19,06	18,95	-0,88
77	0,00	16,90	0,02	7,46	0,17	5,04	18,16	19,00	19,23	1,07
78	0,00	16,95	0,02	8,24	0,19	5,56	20,01	19,09	18,72	-1,29
79	0,00	17,00	0,02	7,72	0,17	5,19	18,68	19,35	19,28	0,60
80	0,00	17,05	0,02	8,21	0,18	5,50	19,81	19,25	19,11	-0,70
81	0,00	17,10	0,02	7,35	0,16	4,91	17,69	18,75	18,53	0,84
82	0,00	17,15	0,02	8,22	0,18	5,48	19,72	18,71	18,9	-0,82
83	0,00	17,20	0,02	7,68	0,17	5,11	18,38	19,05	19,22	0,84
84	0,00	17,25	0,02	7,85	0,17	5,20	18,73	18,56	18,32	-0,41
85	0,00	17,30	0,02	7,07	0,16	4,67	16,82	17,78	18,18	1,36

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
86	0,00	17,35	0,02	7,48	0,16	4,93	17,73	17,28	17,5	-0,23
87	0,00	17,40	0,02	7,12	0,16	4,68	16,84	17,28	17,47	0,63
88	0,00	17,45	0,02	7,63	0,17	5,00	17,99	17,42	17,05	-0,94
89	0,00	17,50	0,02	7,14	0,16	4,67	16,80	17,40	16,86	0,06
90	0,00	17,55	0,02	7,33	0,16	4,77	17,17	16,99	16,13	-1,04
91	0,00	17,60	0,02	6,61	0,14	4,29	15,46	16,32	16,47	1,01
92	0,00	17,65	0,02	7,34	0,16	4,76	17,12	16,29	16,99	-0,13
93	0,00	17,70	0,02	6,39	0,14	4,13	14,85	15,99	15,15	0,30
94	0,00	17,75	0,02	6,74	0,14	4,34	15,63	15,24	15,13	-0,50
95	0,00	17,80	0,02	6,37	0,14	4,09	14,72	15,17	15,93	1,21
96	0,00	17,85	0,02	6,97	0,15	4,46	16,06	15,39	15,71	-0,35
97	0,00	17,90	0,02	7,13	0,15	4,55	16,38	16,22	16,95	0,57
98	0,00	17,95	0,02	7,19	0,15	4,58	16,48	16,43	15,55	-0,93
99	0,00	18,00	0,02	6,85	0,14	4,35	15,65	16,07	16,86	1,21
100	0,00	18,05	0,02	7,13	0,15	4,52	16,26	15,95	15,98	-0,28
101	0,00	18,10	0,02	7,05	0,15	4,45	16,03	16,14	17	0,97
102	0,00	18,15	0,02	7,10	0,15	4,47	16,10	16,06	15,61	-0,49
103	0,00	18,20	0,02	6,97	0,15	4,38	15,76	15,93	16,68	0,92
104	0,00	18,25	0,02	6,84	0,14	4,29	15,43	15,60	15,39	-0,04
105	0,00	18,30	0,02	6,08	0,13	3,80	13,67	14,55	14,54	0,87
106	0,00	18,35	0,02	7,11	0,15	4,43	15,95	14,81	15,1	-0,85
107	0,00	18,40	0,02	5,50	0,11	3,41	12,29	14,12	12,48	0,19
108	0,00	18,45	0,02	5,85	0,12	3,62	13,04	12,66	12,57	-0,47
109	0,00	18,50	0,02	6,40	0,13	3,95	14,24	13,64	15,19	0,95
110	0,00	18,55	0,02	7,66	0,16	4,72	16,99	15,61	16,38	-0,61
111	0,00	18,60	0,02	6,55	0,13	4,03	14,50	15,74	14,68	0,18
112	0,00	18,65	0,02	7,36	0,15	4,51	16,23	15,36	15,53	-0,70
113	0,00	18,70	0,02	6,80	0,14	4,15	14,96	15,59	15,63	0,67
114	0,00	18,75	0,02	7,43	0,15	4,53	16,31	15,63	15,28	-1,03
115	0,00	18,80	0,02	6,81	0,14	4,14	14,90	15,60	15,53	0,63



snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
116	0,00	18,85	0,02	7,38	0,15	4,47	16,10	15,50	15,47	-0,63
117	0,00	18,90	0,02	6,66	0,13	4,03	14,49	15,30	15,41	0,92
118	0,00	18,95	0,02	7,74	0,16	4,67	16,80	15,65	15,99	-0,81
119	0,00	19,00	0,02	6,38	0,13	3,84	13,81	15,31	14,99	1,18
120	0,00	19,05	0,02	7,65	0,15	4,59	16,52	15,16	15,47	-1,05
121	0,00	19,10	0,02	6,87	0,14	4,11	14,80	15,66	15,52	0,72
122	0,00	19,15	0,02	7,65	0,15	4,57	16,44	15,62	15,84	-0,60
123	0,00	19,20	0,02	6,68	0,13	3,98	14,33	15,38	15,35	1,02
124	0,00	19,25	0,02	7,22	0,14	4,29	15,44	14,88	15,29	-0,15
125	0,00	19,30	0,02	6,87	0,14	4,07	14,65	15,04	14,85	0,20
126	0,00	19,35	0,02	7,33	0,14	4,33	15,59	15,12	14,94	-0,65
127	0,00	19,40	0,02	6,41	0,13	3,78	13,60	14,59	14,52	0,92
128	0,00	19,45	0,02	8,06	0,16	4,74	17,05	15,32	15,97	-1,08
129	0,00	19,50	0,02	6,72	0,13	3,94	14,18	15,61	15,03	0,85
130	0,00	19,55	0,02	7,62	0,15	4,46	16,04	15,11	14,83	-1,21
131	0,00	19,60	0,02	6,64	0,13	3,87	13,93	14,99	14,67	0,74
132	0,00	19,65	0,02	7,09	0,14	4,13	14,85	14,39	14,5	-0,35
133	0,00	19,70	0,02	7,15	0,14	4,15	14,94	14,89	15,51	0,57
134	0,00	19,75	0,02	7,83	0,15	4,53	16,31	15,62	15,24	-1,07
135	0,00	19,80	0,02	6,86	0,13	3,96	14,25	15,28	15,42	1,17
136	0,00	19,85	0,02	7,44	0,14	4,29	15,43	14,84	15,2	-0,23
137	0,00	19,90	0,02	7,48	0,14	4,30	15,47	15,45	16,18	0,71
138	0,00	19,95	0,02	7,57	0,14	4,34	15,62	15,54	15,26	-0,36
139	0,00	20,00	0,02	6,46	0,12	3,69	13,28	14,45	14,33	1,05
140	0,00	20,05	0,02	7,42	0,14	4,23	15,24	14,26	14,73	-0,51
141	0,00	20,10	0,02	6,95	0,13	3,95	14,23	14,73	15,16	0,93
142	0,00	20,15	0,02	7,00	0,13	3,97	14,29	14,26	13,78	-0,51
143	0,00	20,20	0,02	6,90	0,13	3,91	14,06	14,18	15,18	1,12
144	0,00	20,25	0,02	7,18	0,14	4,05	14,58	14,32	13,72	-0,86
145	0,00	20,30	0,02	6,75	0,13	3,80	13,68	14,13	14,17	0,49

snímek	vn [m/s]	velikost kola [px]	pixel [m]	posun [px]	posun [m]	v [m/s]	v [km/h]	Průměrná v [km/h]	Rychlost změřená [km/h]	Rozdíl
146	0,00	20,35	0,02	7,08	0,13	3,98	14,32	14,00	13,88	-0,44
147	0,00	20,40	0,02	6,92	0,13	3,88	13,96	14,14	14,07	0,11
148	0,00	20,45	0,02	7,21	0,13	4,03	14,52	14,24	14,12	-0,40
149	0,00	20,50	0,02	5,07	0,09	2,83	10,17	12,34	11,24	1,07
150	0,00	20,55	0,02	6,62	0,12	3,68	13,25	11,71	12,14	-1,11
151	0,00	20,60	0,02	6,05	0,11	3,36	12,09	12,67	12,22	0,13
152	0,00	20,65	0,02	7,27	0,13	4,03	14,50	13,29	13,68	-0,82
153	0,00	20,70	0,02	6,59	0,12	3,64	13,11	13,80	13,28	0,17
154	0,00	20,75	0,02	6,94	0,13	3,82	13,76	13,43	12,72	-1,04
155	0,00	20,80	0,02	5,24	0,10	2,88	10,36	12,06	11,35	0,99
156	0,00	20,85	0,02	6,10	0,11	3,34	12,03	11,20	11,47	-0,56
157	0,00	20,90	0,02	4,97	0,09	2,72	9,78	10,91	10,77	0,99
158	0,00	20,95	0,02	5,63	0,10	3,07	11,06	10,42	10,27	-0,79
159	0,00	21,00	0,02	5,01	0,09	2,73	9,82	10,44	10,45	0,63
160	0,00	21,05	0,02	5,88	0,11	3,19	11,49	10,66	10,45	-1,04
161	0,00	21,10	0,02	4,62	0,08	2,50	9,02	10,25	10,17	1,15
162	0,00	21,15	0,02	5,69	0,10	3,07	11,06	10,04	10,37	-0,69
163	0,00	21,20	0,02	4,87	0,09	2,63	9,46	10,26	9,6	0,14
164	0,00	21,25	0,02	4,96	0,09	2,67	9,60	9,53	8,97	-0,63
165	0,00	21,30	0,02	4,37	0,08	2,35	8,45	9,03	8,9	0,45
166	0,00	21,35	0,02	5,26	0,09	2,82	10,14	9,29	9,53	-0,61
167	0,00	21,40	0,02	4,32	0,08	2,31	8,30	9,22	9,21	0,91
168	0,00	21,45	0,02	4,83	0,09	2,57	9,27	8,79	8,27	-1,00
169	0,00	21,50	0,02	3,42	0,06	1,82	6,54	7,90	7,09	0,55
170	0,00	21,55	0,02	4,86	0,09	2,58	9,28	7,91	8,21	-1,07
171	0,00	21,60	0,02	2,98	0,05	1,58	5,68	7,48	5,68	0,00
172	0,00	21,65	0,02	3,95	0,07	2,09	7,51	6,59	6,83	-0,68
173	0,00	21,70	0,02	3,45	0,06	1,82	6,54	7,02	6,62	0,08
174	0,00	21,75	0,02	3,44	0,06	1,81	6,51	6,52	5,5	-1,01