

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Analýza podmínek pro bezpečné zastavení vozidla  
v městském provozu**  
**Bc. Kamil Jedlička**

**Diplomová práce**  
**2010**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Kamil JEDLIČKA  
Studijní program: N3708 Dopravní inženýrství a spoje  
Studijní obor: Dopravní prostředky-Silniční vozidla  
Název tématu: Analýza podmínek pro bezpečné zastavení vozidla  
v městském provozu  
Zadávací katedra: Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

### Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Nehody v ČR
3. Rozbor kolizní situace
4. Experiment
5. Vyhodnocení experimentu
6. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Tesař M., Vala M., Teorie a konstrukce silničních vozidel, Univerzita Pardubice, 2003**

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.**  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: **26. února 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2010**

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

L.S.

doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.  
vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb. autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 23. dubna. 2010

Kamil Jedlička

## **P o d ě k o v á n í**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Miroslavu Tesařovi, CSc. za odborné vedení při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat majitelům firem Dopravní značení s.r.o. Náchod za zapůjčení materiálu pro uskutečnění experimentu, panu Davidovi Benešovi za dopravu materiálu a zkušebních vozidel na místo měření a všem, kteří se podíleli na experimentálním měření.

## **ANOTACE**

Tato práce se věnuje analýze možné kolizní situace řidiče motorového vozidla a chodce na přechodu. Pro lepší pochopení kolizní situace je navrženo a následně provedeno experimentální měření. Naměřená data jsou vyhodnocena a na jejich základě jsou navržena opatření pro bezpečné zastavení vozidla před přechodem pro chodce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

bezpečnost, chodci, brzdná dráha, přechod pro chodce, reakční doba řidiče

## **TITLE**

Analysis of conditions for safe vehicle stopping in city traffic.

## **ANNOTATION**

This publication follows analysis of possible collision situation of car driver and pedestrian at crossing. For better understanding of collision situation is projected and subsequently performed experimental measurement. Recorded data are analysed and on their bases are projected procurations for safe vehicle stoppinng in front of pedestrian crossing.

## **KEYWORDS**

safety, pedestrians, braking distance, pedestrian crossing, driver's reaction time

## Obsah:

1. Úvod.....	8
2. Nehody v České republice za rok 2009.....	9
3. Porovnání úmrtnosti osob při dopravních nehodách, Česká republika-zahranicím.....	14
4. Nehody s účastí chodců.....	14
5. Rozbor kolizní situace na přechodu.....	16
6. Reálné příklady přechodů s možností vzniku kolizní situace.....	19
7. Měření rychlosti v Náchodě.....	21
8. Experimentální měření.....	23
9. Návrh experimentu pro zjištění bezpečné dráhy pro zastavení vozidla.....	24
10. Metodika experimentu.....	26
11. Realizace experimentálního měření.....	29
12. Zpracování naměřených dat.....	31
12.1. Zpracování dat – měření brzdné dráhy mimo koridor.....	31
12.2. Zpracování dat - jízdní zkouška v koridoru.....	33
12.2.1. Varianta 1 – světelný podnět do 10m od světelného spínače.....	35
12.2.2. Varianta 2 – světelný podnět od 10m do 40m od světelného spínače.....	36
12.2.3. Varianta 3 – světelný podnět nad 40m od světelného spínače.....	38
13. Vyhodnocení jízdních zkoušek.....	39
13.1. Vyhodnocení měření brzdné dráhy mimo koridor.....	39
13.2. Vyhodnocení jízdní zkoušky v koridoru.....	41
13.2.1. Vyhodnocení varianty 1 – světelný podnět do 10m od světelného spínače.....	42
13.2.2. Vyhodnocení varianty 2 – světelný podnět od 10m do 40m od světelného spínače.....	43
13.2.3. Vyhodnocení varianty 3 – světelný podnět nad 40m od světelného spínače.....	46
13.2.4. Dílčí závěr.....	47

13.2.5. Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení, všechny varianty světelného podnětu automobil/motocykl.....	51
13.2.6. Porovnání průměrného brzdného zpomalení a průměrné dráhy brzdění při jízdě zkoušce bez reakční doby a jízdě zkoušce v koridoru – automobil/motocykl.....	52
14. Určení rychlosti, při které automobil a motocykl zastaví před přechodem pro chodce na vzdálenost 8,285m.....	55
15. Závěr.....	57

## **Seznam literatury**

## **Seznam obrázků**

## **Seznam grafů**

## **Seznam tabulek**

## **Seznam příloh**



## 1. Úvod

Součástí našeho každodenního života lidí se stala potřeba nebo nutnost podílet se nějakým způsobem na dopravě, a to buď ve formě přímé jako řidiči motorových vozidel, chodci, cyklisti nebo jiní účastníci silničního provozu, nebo ve formě nepřímé jako stavitelé, architekti, analytici, zákonodárci nebo pouze lidé, kteří jsou zasaženi dopravním procesem z té negativní stránky, jako je hluk, emise škodlivých zplodin výfukových plynů dopravních prostředků a jiných doprovodných aspektů. Jedním z nich jsou bohužel nehody dopravních prostředků. Díky zvyšující se životní úrovni si stále více lidí pořizuje dopravní prostředky a je jedno jestli je k tomu vede současný styl života, podnikání a nebo pouze záliba. Výsledkem toho je rozrůstání vozového parku a vzrůstající hustota dopravy a nehody se stávají každodenním nepříjemným koloritem, na který nás upozorňují široká informační média.

Velkým problémem zůstává co se stávajícím neutěšeným stavem dělat, kterým směrem se ubírat. Evropská unie si tento problém uvědomuje a její snahou je tento vývoj z hlediska bezpečnosti v dopravě řešit. Pořádá setkání různých organizací, které pro Evropský parlament, Evropskou komisi a členské státy Evropské unie pomáhají stanovit jednotlivé cíle a priority. Jednou z těchto organizací na mezinárodní evropské úrovni je European Transport Safety Council (ETSC), která se snaží prosazovat a hledat opatření k snižování dopravních nehod a jejich následků, a to na základě mezinárodních vědeckých výzkumů a osvědčených postupů. Jejím nejbližším úkolem je stanovení cílů v rámci programu pro bezpečnost silničního provozu do roku 2020 z hlediska úmrtí osob a jejich vážných zranění. Za tímto účelem se konalo v lednu 2010 v Bruselu setkání, kde byla na pořadu témata: Bílá kniha o dopravní politice do 2020, návrh 40% snížení počtu úmrtí a vážných zranění na silnicích v období 2011-2020 a jiná podobná. [1]

V České republice úlohu prevence v oblasti bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích v souladu se zákonem č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů provádí BESIP, jako součást Ministerstva dopravy České republiky. Ve své práci se soustřeďuje na preventivní aktivity v oblasti působení na lidského činitele formou celostátních kampaní, dopravní výchovy a rozšiřováním informací o osvědčených postupech v této oblasti. Jednou z jeho stěžejních částí je naplňování cílů Revize a

aktualizace Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2008-2010(2012), která byla schválena usnesením Vlády České republiky ze dne 6. prosince 2008 č. 1584.

Další institucí působící v oblasti dopravní bezpečnosti při Ministerstvu dopravy je Centrum dopravního výzkumu. Tato veřejně výzkumná instituce provádí výzkumnou a vývojovou činnost s celorepublikovou působností v různých oborech a odvětvích dopravy. Nutno vzpomenout i jiné společnosti jako např. DEKRA a.s., TÜV SÜD a.s. a bylo by vhodné připomenout i činnost jednotlivých vysokých škol a univerzit na zadaných projektech z oblasti dopravy. Svůj díl přinesla i Univerzita Pardubice, jako autor nebo spoluřešitel projektů ekologické likvidace autovraků, vývoji a posuzování hodnocení stability vozidel, směrové a jízdní stability vícečlankových vozidel a dalších.

## **2. Nehody v České republice za rok 2009**

Rok 2009 byl v České republice z hlediska úmrtí při dopravních nehodách velmi příznivý. Bylo usmrceno 832 osob při celkovém počtu 74 815 dopravních nehod, které šetřila Policie ČR. Toto je nejméně od roku 1990, kdy poprvé tento počet klesl pod hranici 900 osob. Došlo k poklesu i jiných základních statistických ukazatelů nehodovosti proti roku 2008:

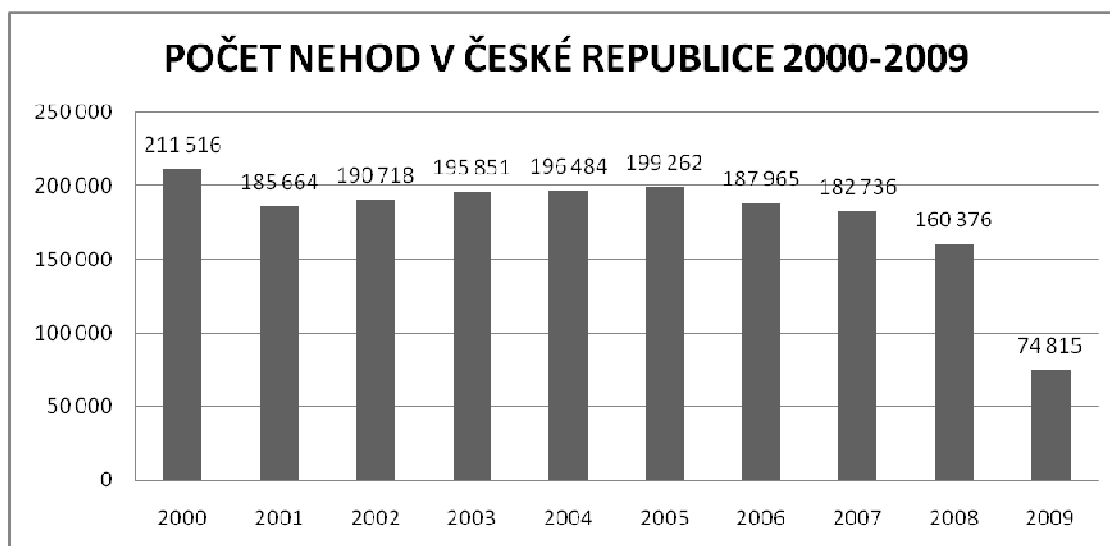
- počet nehod o 85 561, tj. o 53,4%
- počet usmrcených o 160 osob, tj. o 16,1%
- počet těžce zraněných o 273 osob, tj. o 7,2%
- počet lehce zraněných o 999 osob, tj. o 4,0%
- odhad hmotné škody o 2 760,4 mil. Kč, tj. o 21,1%.

První z výše uvedených ukazatelů neklesl z důvodu zvýšení ukázněnosti účastníků silničního provozu, ale z důvodu legislativní změny zákona. Od 1. ledna 2009 začalo platit povinnost hlásit dopravní nehodu Policii ČR, pokud hmotná škoda přesáhne 100000Kč místo původních 50 000Kč. Toto má ovšem též velice zásadní vliv i na poslední výše uvedený ukazatel, kde nejsou zahrnuty do odhadů hmotné škody nehody nedosahující limitu 100 000Kč pro nutnost ohlášení nehody Policii ČR, kdy v uplynulém roce toto bylo do statistik nehodovosti zahrnuto. Ke zjištění přesnějšího odhadu by bylo vhodnější použít souhrnnou statistiku pojišťoven o uskutečněných

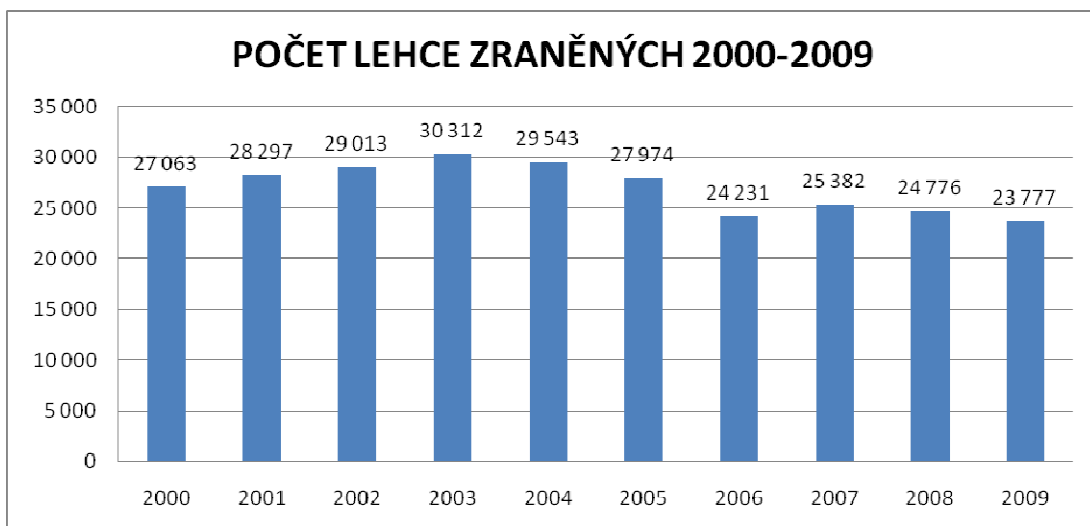
pojistných plněních škod při dopravních nehodách. Vývoj nehod a jejich následků v období let 2000-2009 je znázorněn v tabulce 1. V grafech 1, 2, 3 a 4 je patrná příznivá sestupná tendence jednotlivých základních ukazatelů nehodovosti. [2]

Rok	Počet nehod	Lehce zraněno	Těžce zraněno	Usmrceno
2000	211 516	27 063	5 525	1 336
2001	185 664	28 297	5 493	1 219
2002	190 718	29 013	5 492	1 314
2003	195 851	30 312	5 253	1 319
2004	196 484	29 543	4 878	1 215
2005	199 262	27 974	4 396	1 127
2006	187 965	24 231	3 990	956
2007	182 736	25 382	3 960	1 123
2008	160 376	24 776	3 809	992
2009	74 815	23 777	3 536	832

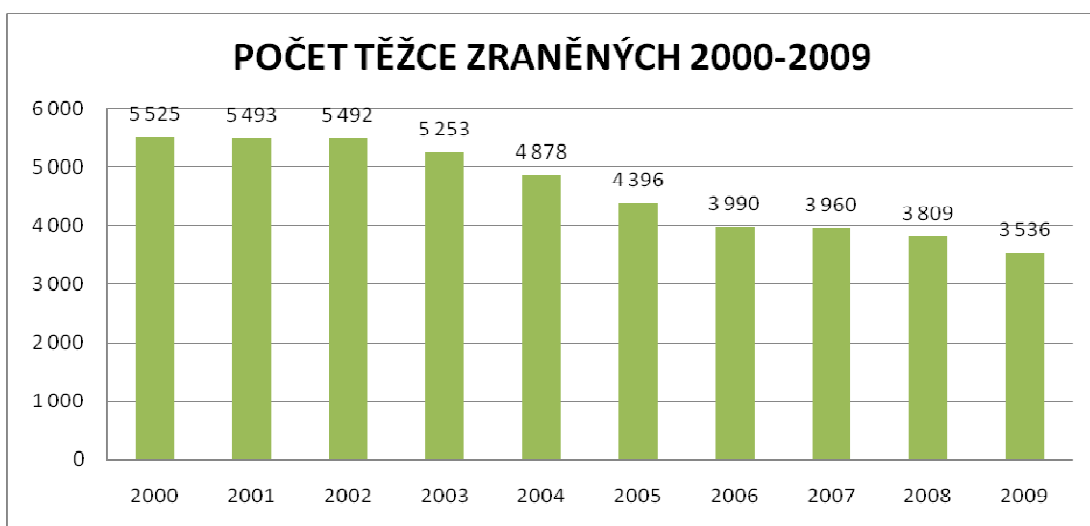
**Tabulka 1.** Základní ukazatele nehodovosti v České republice 2000-2009 [2]



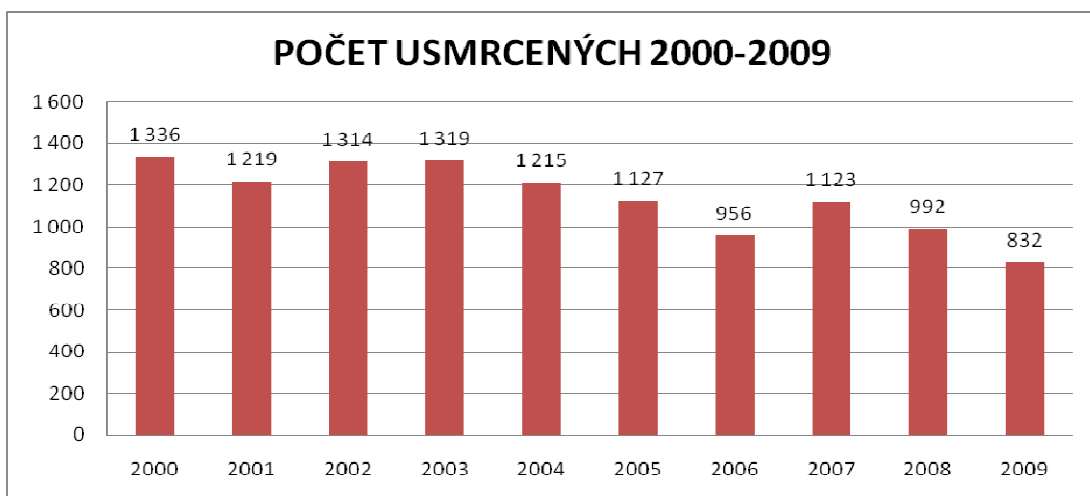
**Graf 1.** Vývoj nehod v letech 2000-2009 [2]



**Graf 2.** Vývoj počtu lehce zraněných v letech 2000-2009 [2]



**Graf 3.** Vývoj počtu těžce zraněných v letech 2000-2009 [2]



**Graf 4.** Vývoj počtu usmrcených osob v letech 2000-2009 [2]

Nejčastějšími příčinami nehod řidičů motorových vozidel byly:

- a) řidič se plně nevěnoval řízení vozidla
- b) nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky
- c) nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
- d) nesprávné otáčení nebo couvání
- e) nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky

Nejtragičtějšími příčinami nehod řidičů motorových vozidel s fatálními následky byly:

- a) nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky, usmrceno 144 osob,
- b) řidič se plně nevěnoval řízení vozidla, usmrceno 91 osob,
- c) nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky, usmrceno 90 osob,
- d) vjetí do protisměru, usmrceno 88 osob,
- e) nepřizpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu, usmrceno 59 osob.

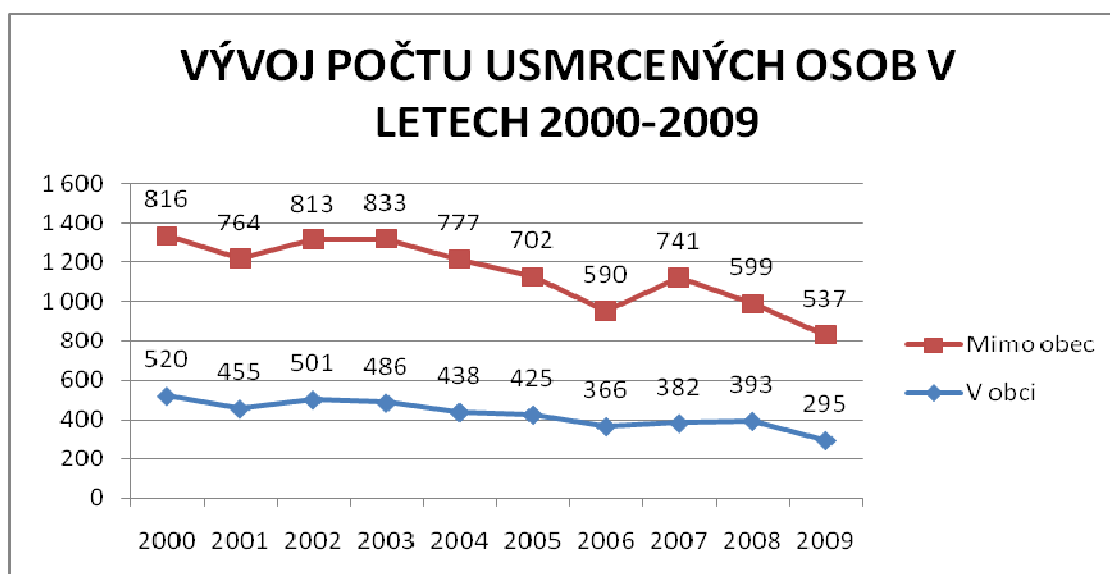
Jak je možné posoudit z jednotlivých příčin nehod hraje zde hlavní roli dodržování rychlosti vozidel, věnování se plně řízení vozidla a dodržování bezpečné vzdálenosti mezi jedoucími vozidly. Pokud bychom chtěli sestupně seřadit jednotlivá umrtí osob podle účastníků silničního provozu vypadalo by to následovně:

- 320 řidičů osobních automobilů
- 157 chodců
- 148 spolujezdců v osobních automobilech
- 76 řidičů motocyklů
- 72 cyklistů
- 28 řidičů nákladních automobilů
- 14 spolujezdců v nákladních automobilech
- 5 řidičů malých motocyklů
- 4 spolujezdci na motocyklech
- 3 řidiči mopedu
- 2 řidiči autobusů
- 1 cestující v autobuse
- 1 traktorista
- 1 řidič pojízdného pracovního stroje.

V následující tabulce 2 je uveden vývoj usmrcení osob rozdělený na nehody v obci a mimo obec v období 2000-2009. Je zde patrný z grafu 5 pozitivní sestupný trend, ale snižování fatálních následků nehod ještě nedosahují stanovených cílů Evropské unie a České republiky – 650 osob v roce 2010. [2]

<b>VÝVOJ POČTU USMRCENÝCH OSOB V LETECH 2000-2009</b>		
<b>Rok</b>	<b>V obci</b>	<b>Mimo obec</b>
<b>2000</b>	520	816
<b>2001</b>	455	764
<b>2002</b>	501	813
<b>2003</b>	486	833
<b>2004</b>	438	777
<b>2005</b>	425	702
<b>2006</b>	366	590
<b>2007</b>	382	741
<b>2008</b>	393	599
<b>2009</b>	295	537

**Tabulka 2.** Vývoj počtu usmrcených osob v obci a mimo obec v letech 2000-2009 [2]



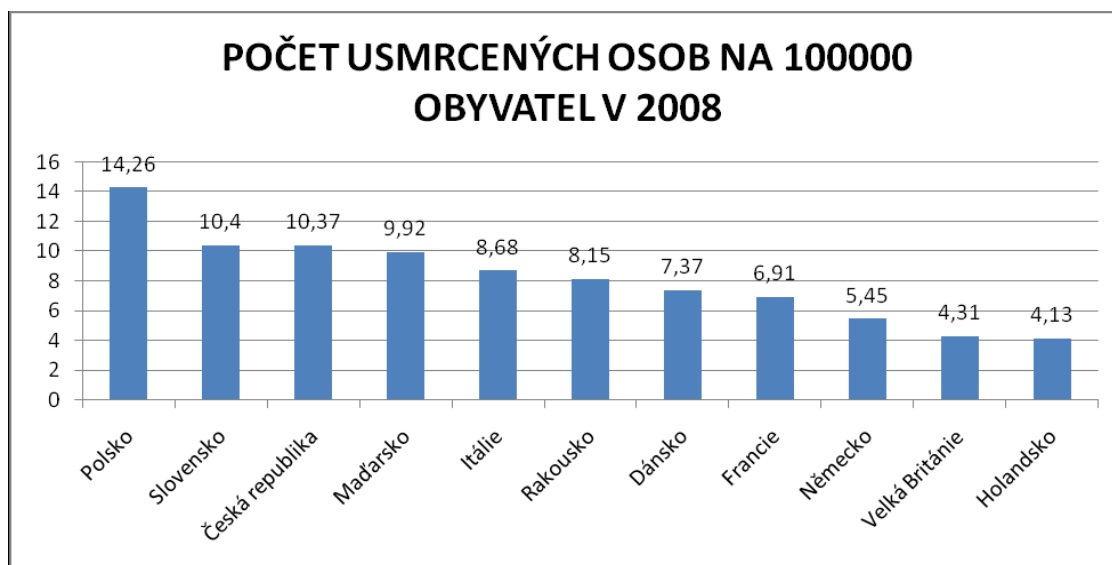
**Graf 5.** Vývoj počtu usmrcených osob v obci a mimo obec v letech 2000-2009 [2]

### **3. Porovnání úmrtnosti osob při dopravních nehodách**

#### **Česká republika- zahraničí**

Přes velice pozitivní vývoj osob usmrcených při dopravních nehodách v roce 2009 si Česká republika v porovnání se zahraničím v roce 2008 už tak dobře nevedla. Pokud se zaměříme na státy, které mají podobný historický vývoj jako Česká republika tj. Polsko, Maďarsko a Slovensko, pak při srovnání usmrcených osob na 100 000 obyvatel patříme zde na třetí pozici za prvním Polskem, druhým Slovenskem a nejlépe z tohoto srovnání vychází Maďarsko. Je zde patrný určitý rozdíl v chápání dopravního chování z hlediska fatálních následků nehod obyvatel těchto zemí od většiny dalších států Evropské unie.

Jednotlivá data pro srovnání vybraných států Evropské unie jsou uvedena v níže uvedeném grafu 6. [3]



**Graf 6.** Počet usmrcených osob na 100 000 obyvatel v 2008 [3]

### **4. Nehody s účastí chodců**

Mezi nejhroženější účastníky silničního provozu patří chodci. V roce 2009 bylo usmrceno 151 chodců a 103 osob zahynulo v obci. I přes značný pokles úmrtí chodců o 52 osob proti roku 2008 je situace stále vážná a nehody s chodci patří z hlediska závažnosti následků k nejtragičtějším.

Samotní chodci zavinili 1 304 nehod a na tyto nehody připadá 32 úmrtí. Velice vážnou skutečností je fakt, že 203 chodců-viníků bylo při nehodě pod vlivem alkoholu. Nejtragičtější příčinou nehod chodců v roce 2009 bylo neopatrné nebo náhlé vstoupení do vozovky a to v 604 případech, při kterých došlo k 16 úmrtím. Příčinou dalších 6 usmrcených osob bylo nesprávné vyhodnocení dopravní situace a 4 osoby zahynuly v důsledku špatného odhadu rychlosti nebo vzdálenosti vozidla.



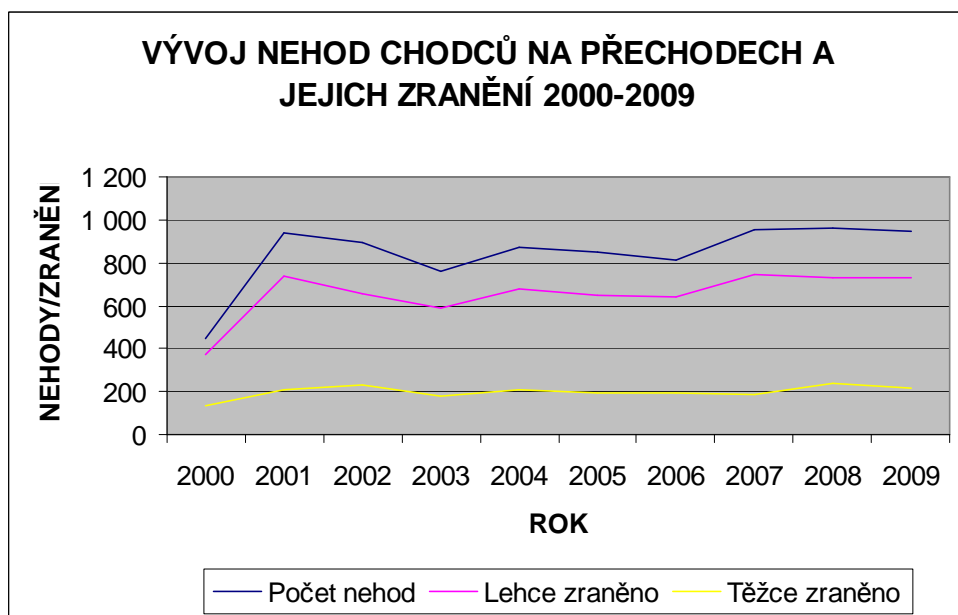
**Graf 7.** *Nehody zaviněné chodci – rozdělení na skupiny [2]*

Neumožnění bezpečného přejití, nedání přednosti chodcům na vyznačeném přechodu a následný střet s motorovým vozidlem je další velice riziková situace pro chodce. Její počet a následky jsou uvedeny za léta 2000-2009 v tabulce 3 a vývoj znázorněn v grafu 8 a 9. [2]

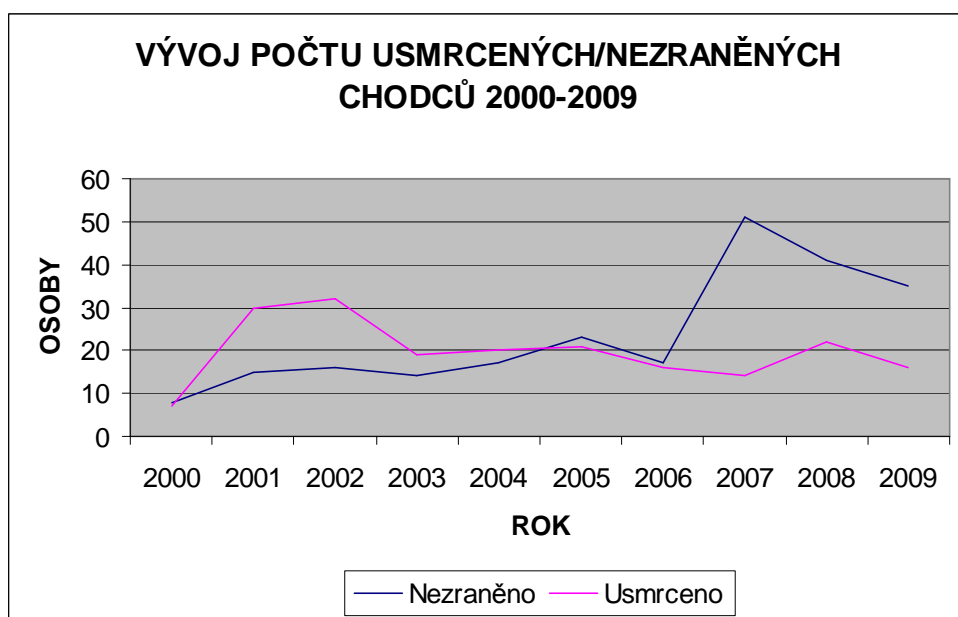
NEHODY ZAVINĚNÉ ŘIDIČI MOTOROVÝCH VOZIDEL NA PŘECHODECH V ČESKÉ REPUBLICĚ 2000-2009					
Rok	Počet nehod	Lehce zraněno	Těžce zraněno	Nezraněno	Usmrceno
2000	446	374	131	8	7
2001	938	736	210	15	30
2002	893	658	234	16	32
2003	758	592	182	14	19
2004	869	677	210	17	20
2005	846	651	192	23	21
2006	816	639	197	17	16
2007	952	748	188	51	14
2008	959	727	235	41	22
2009	949	734	219	35	16

**Tabulka 3.** *Nehody zaviněné řidiči motorových vozidel na přechodech 2000-2009 [2]*





**Graf 8.** Vývoj nehod chodců na přechodech a jejich druhy zranění 2000-2009 [2]



**Graf 9.** Vývoj usmrcených/nezraněných chodců na přechodech 2000-2009 [2]

## **5. Rozbor kolizní situace na přechodu**

Nehody chodců na přechodu jsou v drtivé většině případů doprovázeny zraněním, nebo v tom nejhorším případě úmrtím. Rychlost střetu chodce a motorového vozidla by v zastavěném prostoru (obci) neměla překročit 50km/h. Vzhledem k reálným četnostem přestupků řidičů motorových vozidel patří na přední místa překračování nejvyšší dovolené rychlosti v obci a důsledkem toho je, že rychlost střetu vozidla s chodcem

může být i vyšší. V níže uvedené tabulce 4 je uvedena pravděpodobnost přežití chodce při různých rychlostech střetu. Jak je z ní patrné, i při maximální povolené rychlosti v obci – 50km/h, není pravděpodobnost přežití chodce při srážce nijak vysoká. S rostoucí rychlostí střetu strmě stoupá pravděpodobnost usmrcení chodce a toto bylo i příčinou snížení původní rychlosti 60km/h na dnešních 50km/h.

Rychlost při srážce (km/h)	30	40	50	60	70	80
Pravděpodobnost usmrcení chodce (%)	10	20	50	80	90	95

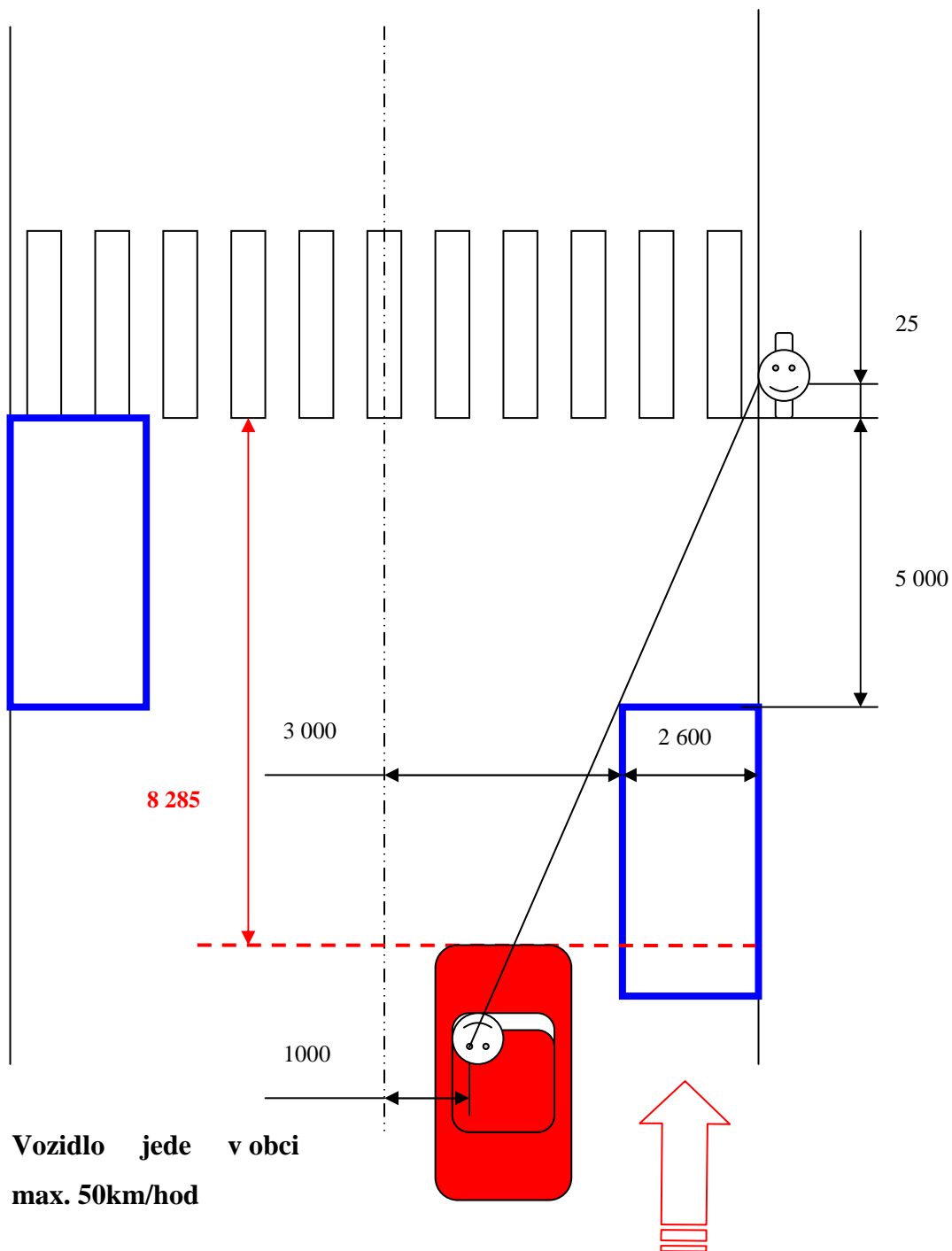
**Tabulka 4.** *Pravděpodobnost usmrcení chodce při střetu s automobilem [4]*

V případě, že má řidič motorového vozidla a chodec příznivé výhledové podmínky je případné zastavení vozidla před přechodem pro chodce nebo překážkou silničního provozu běžnou dopravní situací. Předpokladem toho je plná pozornost řidiče motorového vozidla při silničnímu provozu a řízení vozidla, vhodné klimatické podmínky, dobrý technický stav vozidla a pozemní komunikace.

Pokud se budeme soustředit na jednotlivé faktory při procesu zastavení vozidla, je možné některé kontrolovat a jiné pouze částečně korigovat.

- **Pozornost řidiče** – vhodné dodržování bezpečnostních přestávek, ergonomie ovládání vozidla, vhodné dopravní značení před přechody, odstranění rušivých elementů (reklamní plochy, nepřehledné a husté dopravní značení apod.)
- **Klimatické podmínky** – zde můžeme pouze částečně eliminovat jejich vliv. Osvětlení přechodů v noci, zvýšení součinitele adheze před přechodem (zdrsňující povlak) za deště apod.
- **Technický stav vozidla** – zpřísnění dohledu nad pravidelnými technickými prohlídkami ve stanicích technické kontroly, zvýšená kontrola technického stavu vozidel v provozu ze strany Policie ČR.
- **Technický stav vozovky** – účinný odvod dešťové vody, opravy povrchu, čištění vozovky od provozních kapalin a jiné.

Pro další rozbor možné kolizní situace znázorněné na obrázku 1, se zaměříme pouze na dodržení nejvyšší dovolené rychlosti v obci a výhledové podmínky řidiče a chodce a ostatní výše uvedené podmínky budeme považovat za optimální.



Obrázek 1. Kolizní situace

Situace znázorněná na obrázku 1 vychází z reálných podmínek, které se vyskytují v obcích a městech. Jedná se o podélné, šikmé a kolmé parkování vozidel na sídlištích, ulicích města a vybudovaných parkovacích místech. Vozidlo přijíždí k přechodu pro chodce a na pravé straně stojí zaparkovaná vozidla v souladu se zákonem č. 361/2000 Sb. ve znění pozdějších změn a doplňků. Řidič nesmí zastavit a stát na přechodu pro chodce a ve vzdálenosti kratší než 5 m před ním a při stání musí zůstat volný alespoň jeden jízdní pruh široký nejméně 3 m pro každý směr jízdy. Největší povolená šířka vozidla, dle prováděcí vyhlášky č. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích ve znění pozdějších změn a doplňků, je 2.60m u vozidel s izotermickou nástavbou. Vzdálenost přední části vozidla od přechodu, kdy má možnost řidič motorového vozidla vidět chodce chystajícího se vstoupit na přechod, je přibližně 8.285m.

Řidič motorového vozidla je povinen umožnit chodci, který je na přechodu pro chodce nebo jej zřejmě hodlá použít, nerušené a bezpečné přejetí vozovky. Vozidlo se musí přibližovat k přechodu pro chodce takovou rychlostí, aby mohlo zastavit před přechodem pro chodce. Pokud je to nutné, je řidič povinen před přechodem pro chodce zastavit vozidlo a chodec zase nesmí vstupovat na přechod pro chodce nebo na vozovku bezprostředně před blížícím se vozidlem. Je otázkou jestli v dané kolizní situaci z obrázku 1 je vzdálenost 8.285m dostatečná k bezpečnému zastavení vozidla jedoucího určitou rychlostí aby řidič umožnil chodci bezpečné přejetí, a naopak chodec nemusel náhle vstupovat na přechod a vynucovat si přechod vozovky s určitou mírou nebezpečí střetu s vozidlem. [5]

## **6. Reálné příklady přechodů s možností vzniku kolizní situace**

Na obrázku 2 je vyfotografováno kolmé stání zaparkovaných vozidel před Okresním soudem v Náchodě. Ze zobrazení je patrné, že chodec hodlající přejít komunikaci musí vstoupit na přechod a řidič má ztíženou pozici ho vůbec zaregistrovat a umožnit mu bezpečný přechod. Situace je zde ještě zkomplikována pokud stojí na vyhrazeném parkovišti pro invalidy zaparkované vozidlo a není zachována volná vzdálenost 5m před přechodem. Chodec musí přecházet se zvýšeným rizikem střetu. Na dalších obrázcích 3 a 4 jsou znázorněny obdobné možné kolizní situace.



**Obrázek 2.** *Přechod pro chodce před Okresním soudem v Náchodě*



**Obrázek 3.** *Přechod pro chodce ulice Raisova v Náchodě*

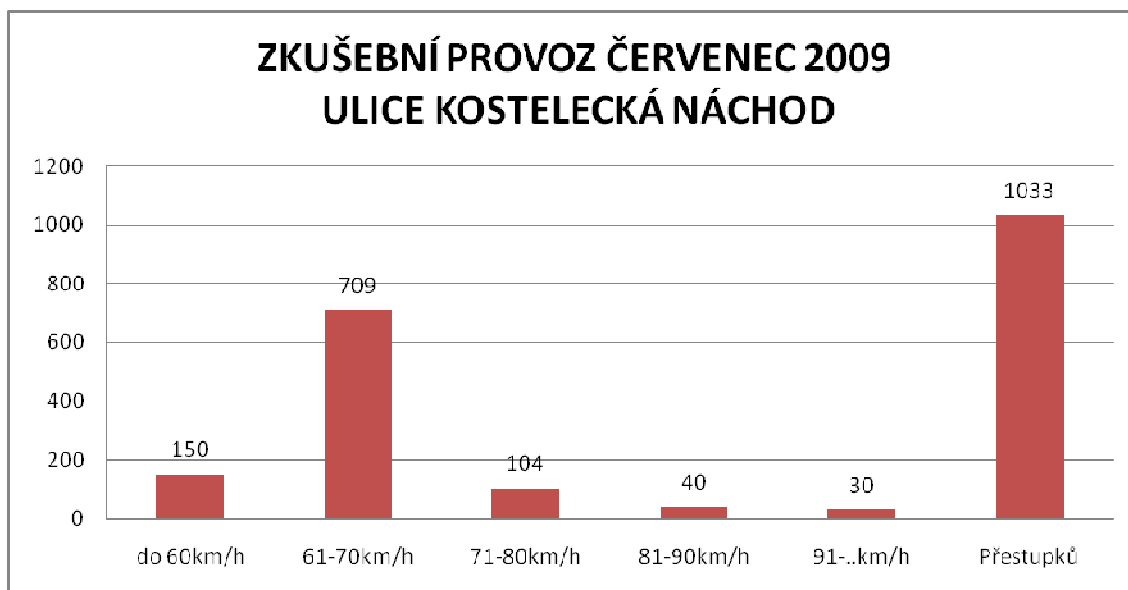


**Obrázek 4.** *Přechod pro chodce ulice Tepenská v Náchodě*

Vznik těchto možných kolizních situací není omezen pouze na tyto znázorněné příklady, ale je možno je nalézt i v jiných případech. Další je případ, kdy je přechod pro chodce umístěn před zastávkou autobusu. Stojící autobus zakrývá chodce hodlající přecházet a projíždějící vozidla nemají přímý výhled na chodce.

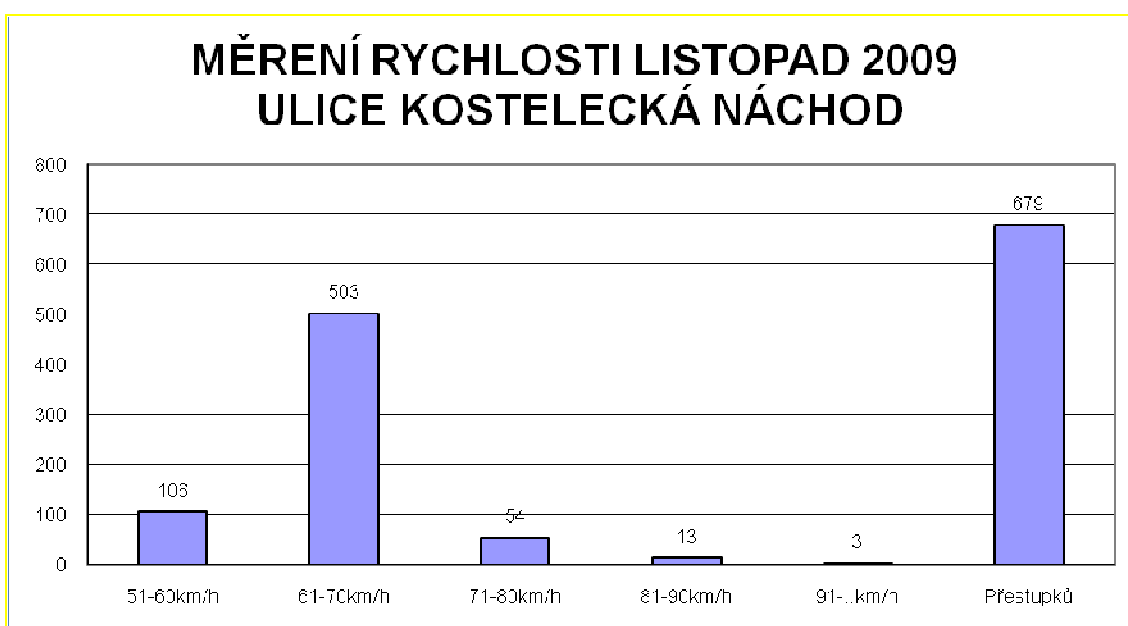
## **7. Měření rychlosti v Náchodě**

Město Náchod díky své specifické poloze je extrémně zatíženo dopravou. Jako tranzitním městem na hlavní trase do Polska, zde projedou i deseti tisíce aut denně a tvoří se zde velké kolony aut dosahujících kilometrových rozměrů. Místní samospráva se zde snaží v rámci svých možností zajistit přijatelnou dopravní bezpečnost a instalovala se společností CZECH Radar na ulici Kostelecká, nedaleko základní školy, stacionární radar pro měření rychlosti vozidel. Když byl zahájen zkušební provoz od 1. července 2009 a většina řidičů o tom nevěděla, bylo spácháno 1 033 přestupků za měsíc.



**Graf 10.** Zkušební provoz – červenec 2009 – překročení povolené rychlosti

Po zveřejnění instalace radaru pro měření rychlosti v ulici Kostecká byl předpoklad, že se chování řidičů radikálně změní. Překračování maximální povolené rychlosti se podle předpokladu nezměnilo a preventivní charakter radaru neměl takový účinek. Z grafu 11 je patrné, že počet přestupků sice klesl, ale 679 přestupků je skutečně velký počet a stoupá i pravděpodobnost, že rychlost střetu v kolizních situacích může být skutečně vyšší než 50km/h.



**Graf 11.** Měření rychlosti – listopad 2009

Neukázněnost některých řidičů je skutečně velká. Díky tomu, že nemůže být účinně potrestána, je někdy skutečně zarážející. Výmluva při spáchání přestupku, že vozidlo řídila osoba blízká, je úsměvná. Zde by se měli zamyslet naši zákonodárci a učinit patřičné kroky k nápravě. Na obrázku 5 je zachycen řidič motocyklu jedoucí rychlostí 164km/h v 12.37hod v blízkosti přechodu pro chodce nedaleko základní školy.



**Obrázek 5.** Přestupek řidiče motocyklu – překročení povolené rychlosti v obci

## **8. Experimentální měření**

Důležitou věcí, po provedeném rozboru kolizní situace z kapitoly 5, je ověření reálných možností zabránění střetu motorových vozidel s chodcem. Za tímto účelem je vhodné uskutečnit experimentální měření, které by mělo pomoci nalézt a lépe pochopit skutečnosti vznikající v reálném městském provozu.

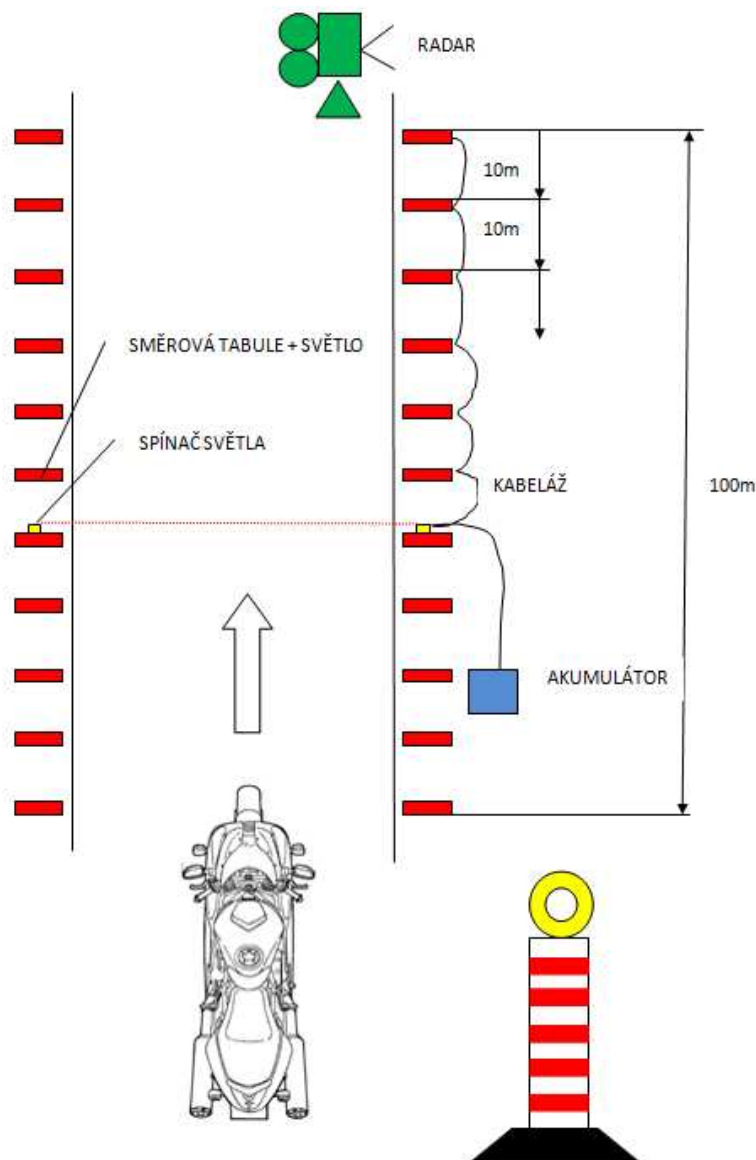
Experimentální měření by mělo vést k určení reálné bezpečné dráhy pro zastavení vozidla. Další součástí měření by mělo být ověření, jestli jsou rozdíly mezi jednotlivými druhy vozidel – automobil a motocykl v kolizních situacích a pokud ano, tak zhodnotit jejich roli při brzděném manévru vozidla.



## 9. Návrh experimentu pro zjištění bezpečné dráhy pro zastavení vozidla

- **Jízdní zkouška vozidla ve zkušebním koridoru**

Návrh experimentu pro zjištění bezpečné dráhy pro zastavení vozidla je zobrazen na obrázku 6. Experiment má v maximální míře simulovat městský provoz a skutečnou kolizní situaci. Je navržen jízdní koridor o šířce 6m (2x 3m minimální šířka jízdního pruhu pozemní komunikace) a délce 100m. Podél koridoru jsou rozmístěny směrové desky s halogenovými svítilnami. Směrové desky jsou rozmístěny rovnoměrně ve vzdálenostech 10m. Umístění halogenových lamp na horní části směrových tabulí po obou stranách vytyčeného koridoru symbolizuje svým rozsvícením náhlý,



**Obrázek 6.** *Návrh experimentu*

nečekaný kolizní stav. Vzhledem ke skutečnosti, že v městském provozu se vyskytují jak dvoustopá tak i jednostopá vozidla bude zajímavé provést experiment s automobilem i motocyklem, které jsou odlišné svojí konstrukcí, ovládáním a svými specifickými vlastnostmi při brzděném manévru.

Experiment začne umístěním světelného spínače na předem určené místo za směrovou desku. Spínač se aktivuje napnutím tenkého lanka, které jde napříč jízdním koridorem. Řidič zkušebního vozidla nesmí znát polohu světelného spínače, aby byl zajištěn moment překvapení při rozsvícení halogenové svítilny. Na zkušebním vozidle se připraví k činnosti značkovací zařízení a vozidlo vjíždí do koridoru. Vozidlo jede rychlostí cca 50km/h k vytyčenému koridoru a při vjezdu na úroveň prvních směrových desek obsluha vyšle signál vysílačkou obsluze radaru. Obsluha radaru odečte přesnou vjezdovou rychlost vozidla do koridoru. Řidič dále pokračuje vjezdovou rychlostí v koridoru a sleduje levou i pravou stranu (halogenové lampy). Čeká na světelný impuls, který vydá světelný spínač. Světelný spínač je iniciován přetržením lanka, které reaguje na průjezd zkušebního vozidla. Po zaregistrování světelného impulsu zahájí řidič brzděný manévr a sešlápne brzdový pedál a tím uvede v činnost značkovací zařízení. Značkovací zařízení vyznačí na vozovce značku. Řidič pokračuje v brzděném manévru až do úplného bezpečného zastavení vozidla. Dráha, kterou ujede vozidlo od světelného spínače po značku na vozovce (nutno přičíst ještě vzdálenost od značkovacího zařízení po přední část vozidla), reprezentuje ujetou **dráhu za dobu reakce** řidiče. Dráha od značky na vozovce po značkovací zařízení na stojícím zkušebním vozidle, reprezentuje **dráhu brzdění**. Délky obou drah jsou výslednou zjištěnou **dráhou pro bezpečné zastavení** vozidla.

- **Ověření brzděné dráhy mimo koridor**

Návrh ověření brzděné dráhy spočívá v tom, že vozidlo jede po zkušební dráze, která není přesně vytyčena. Řidič čeká, až se rychlost vozidla ustálí na cca 50km/h a dále ji udržuje. Rychlost vozidla je kontrolována radarem. Až je řidič plně připraven, zahájí brzděný manévr. V okamžiku sešlápnutí pedálu uvede do činnosti značkovací zařízení, které označí na vozovce bod - začátek brzděné dráhy. Řidič pokračuje dále v brzděném manévru, dle svých schopností a zkušeností, až do úplného bezpečného zastavení vozidla. **Brzděná dráha** je dána vzdáleností mezi bodem vyznačeným na vozovce a polohou značkovacího zařízení, které je připevněné na zastaveném vozidle.

Smyslem této části experimentálního ověření brzdné dráhy, je porovnání s dráhou brzdění vozidla ve zkušebním koridoru. Zde budeme porovnávat délky jednotlivých drah a posuzovat vliv soustředění řidiče na brzdný manévr. Předpokládáme, že dráha brzdění vozidla v koridoru bude delší než brzdná dráha mimo koridor. Tento předpoklad je založen na tom, že řidič vozidla při brzdném manévru mimo zkušební koridor se plně soustředí pouze na dosažení nejkratší dráhy brzdění. Řidič zkušebního vozidla při jízdě zkoušce v koridoru se musí soustředit na okolní dráhu a pozorovat světelný impulz a nemůže si vybrat pro něho optimální čas, kdy je připraven zahájit brzdný manévr.

## **10. Metodika experimentu**

### **• Jízdni zkouška vozidla ve zkušebním koridoru**

- 1) Vytyčení zkušebního koridoru.
- 2) Rozmístění směrových desek podél zkušebního koridoru.
- 3) Instalace elektrického obvodu (halogenové svítilny, vedení, akumulátoru).
- 4) Příprava a instalace radaru k měření.
- 5) Příprava zkušebního vozidla (přípevnění značkovacího zařízení).
- 6) Kontrola koridoru a jeho zařízení řídicím měření.
- 7) Volba pozice světelného spínače a jeho instalace v koridoru.
- 8) Přistavení vozidla ke zkušební jízdě.
- 9) Aktivace značkovacího zařízení.
- 10) Kontrola spojení obsluhy radaru, řidiče zkušebního vozidla, obsluhy koridoru a řídicího měření (pomocí vysílaček).
- 11) Řídicí měření vydá pokyn řidiči k zahájení jízdni zkoušky.
- 12) Zkušební vozidlo vjíždí do koridoru a obsluha vydá na úrovni první směrové tabule pokyn obsluze radaru k odečtení vjezdové rychlosti.
- 13) Po iniciaci světelného spínače vozidlem, pokud řidič zaregistruje světelný impulz, zahájí brzdny manévr až do zastavení vozidla.
- 14) Obsluha označí, kde zkušební vozidlo zastavilo – kolmo k vozovce pod značkovacím zařízením.
- 15) Vozidlo odjíždí z koridoru k přípravě na další měření.

- 16) Obsluha změří dráhu od světelného spínače po značku na vozovce vytvořenou značkovacím zařízením a dráhu od značky k označení, kde vozidlo ukončilo brzdňý manévr a jednotlivé hodnoty nahlásí vysílačkou.
  - 17) Hodnoty drah jsou zaznamenány obsluhou radaru společně s vjezdovou rychlostí vozidla do koridoru do záznamu zkoušky.
  - 18) Řídící měření pomocí vysílačky zkontroluje správnost záznamu hodnot.
- Další zkušební jízda se opakuje opět od bodu 6) až po bod 18).

Pro volbu vzdálenosti světelného spínače od halogenového světla, které signalizuje možný kolizní podnět, budou použita tři rozmezí:

- a) **Varianta 1 – 10m** – nám bude symbolizovat vzdálenost 8.285m z obrázku 1, kdy řidič blížícího se vozidla k přechodu má možnost spatřit chodce nebo možné náhlé vstoupení chodce do dráhy vozidla apod.
- b) **Varianta 2 – 10-40m** – toto rozmezí znázorňuje zvýšenou pozornost řidiče ve městě, kdy je nucen sledovat dopravní značky, pohyb chodců po chodníku, zaparkovaná vozidla a vyhodnocovat možné kolizní situace.
- c) **Varianta 3 – 40m a více** – toto rozmezí má za účel zjistit jestli se řidič chová stejně jako v bodu b) nebo jestli pouze sleduje bezprostřední okolí jedoucího vozidla.

- **Ověření brzdňé dráhy mimo koridor**

- 1) Příprava zkušebního vozidla (přípevnění značkovacího zařízení).
- 2) Příprava a instalace radaru k měření.
- 3) Přistavení vozidla ke zkušební jízdě.
- 4) Aktivace značkovacího zařízení.
- 5) Řídící měření zkontroluje připravenost obsluhy radaru a řidiče zkušebního vozidla. (pomocí vysílačky)
- 6) Řídící měření vydá pokyn k zahájení zkušební jízdy.
- 7) Řidič zkušebního vozidla se rozjede a plynule zvyšuje rychlost až do 50km/h a ustálí ji přeřazením na vhodný rychlostní stupeň.
- 8) Po ustálení rychlosti na požadované výši zahájí brzdňý manévr do úplného zastavení vozidla.

- 9) Obsluha radaru odečte při zahájení brzdného manévru rychlost a provede záznam. (záznam brzdného manévru – iniciace zápalky ve značkovacím zařízení)
  - 10) Obsluha označí, kde zkušební vozidlo zastavilo – kolmo k vozovce pod značkovacím zařízením.
  - 11) Vozidlo odjíždí k přípravě na další měření.
  - 12) Obsluha změří dráhu od značky na vozovce, kterou vytvořilo značkovací zařízení po označení, kde zkušební vozidlo zastavilo a hodnotu nahlásí k záznamu.
  - 13) Řídící měření zkontroluje zaznamenané hodnoty – rychlost a dráhu.
- Další zkušební jízda se opakuje od bodu 3) až po bod 13).

Seznam potřebného zařízení a materiálu pro provedení experimentů – je uveden v příloze 1. Příloha 2 až příloha 6 zobrazuje použité formuláře pro zaznamenávání jednotlivých měřených hodnot. Příprava zkušebních vozidel je znázorněna v příloze 7 kde je patrné připevnění značkovacího zařízení. Značkovací zařízení se skládá z tubusu, ve kterém je umístěna kulička s barvivem a zápalka. Zápalka je zapojena do světelného okruhu brzdových světel takovým způsobem, že při dotyku pedálu (automobil) nebo přední a zadní brzdy (motocykl) dojde k sepnutí brzdového spínače a přes ten proudí elektrický proud do zápalky, ta je iniciována a tlaková vlna vymrští kuličku s barvivem na vozovku. Příslušná značka ukazuje na začátek brzdného manévru.

## **11. Realizace experimentálního měření**

Realizace experimentu byla provedena na zkušební dráze letiště v bývalém vojenském objektu Ralsko u Mimoně. Zkušební dráha splňovala všechny požadavky na provedení experimentálního měření. Jedním z hlavních požadavků bylo splnění bezpečnostních parametrů měření:

- a) Přiměřeně kvalitní povrch zkušební dráhy.
- b) Dostatečný prostor pro případný úhybný manévr vozidla.
- c) Vyloučení pohybu jiných vozidel.
- d) Možnost bezpečného pohybu osob podílejících se na měření.

Před provedením experimentu byly nejdříve přesně rozděleny a vymezeny jednotlivé úlohy obsluhy měření. Řídící měření uděloval pokyny obsluze měření a kontroloval připravenost zkušebních vozidel a obsluhy měření. Postupoval v souladu s návrhem metodiky měření uvedené v kapitole 9. Na obrázku 7 je znázorněna připravená zkušební dráha pro jízdní zkoušku v koridoru.



**Obrázek 7.** Zkušební dráha pro jízdní zkoušku v koridoru

Experiment začal měřením brzdné dráhy vozidla mimo koridor. Postupovalo se dle navržené metodiky měření a provedení je patrné na obrázku 8 – měření brzdné

dráhy mimo koridor - motocykl. Dále se pokračovalo v měření brzdné dráhy mimo koridor – automobil.



**Obrázek 8.** *Měření brzdné dráhy mimo koridor – motocykl*

Po realizování měření brzdných drah mimo koridor se přistoupilo k jízdě zkoušce v koridoru. Nejdříve se provedla jízdě zkouška s automobilem a potom jízdě zkouška s motocyklem, jak řidič 1, tak řidič 2. Provedení je patrné z obrázku 9.



**Obrázek 9.** *Jízdě zkouška v koridoru – řidič 1/motocykl*

Další záběry z praktického provedení jednotlivých jízdních zkoušek jsou uvedeny v příloze 8.

## 12. Zpracování naměřených dat

### 12.1. Zpracování dat - měření brzdné dráhy mimo koridor

Naměřená data z měření brzdné dráhy mimo koridor jsou uvedeny v tabulce 5 pro automobil a v tabulce 6 pro motocykl. Dále je v tabulkách uvedeno průměrné brzdné zpomalení, které je vypočteno ze vztahu 1. Rychlost  $v$  [m/s] je výchozí rychlost pro měření brzdné dráhy mimo koridor (tj. cca 13.89m/s) a dráha  $s_B$  [m] je změřená brzdná dráha při jednotlivých pokusech.

$$a = v^2/2s_B \quad [\text{m/s}^2] \quad (1)$$

<b>MĚŘENÍ BRZDNÉ DRÁHY MIMO KORIDOR – AUTOMOBIL</b>			
<b>POKUS Č.</b>	<b>POČÁTEČNÍ RYCHLOST <math>v</math>[km/h]</b>	<b>BRZDNÁ DRÁHA <math>s_B</math>[m]</b>	<b>ZPOMALENÍ <math>a</math>[m/s<sup>2</sup>]</b>
1	50	13,5	7,15
2	50	12,2	7,91
3	50	11,7	8,24
4	50	11,2	8,61
<b>PRŮMĚRNÁ BRZDNÁ DRÁHA</b>		<b>12,15</b>	<b>7,98</b>

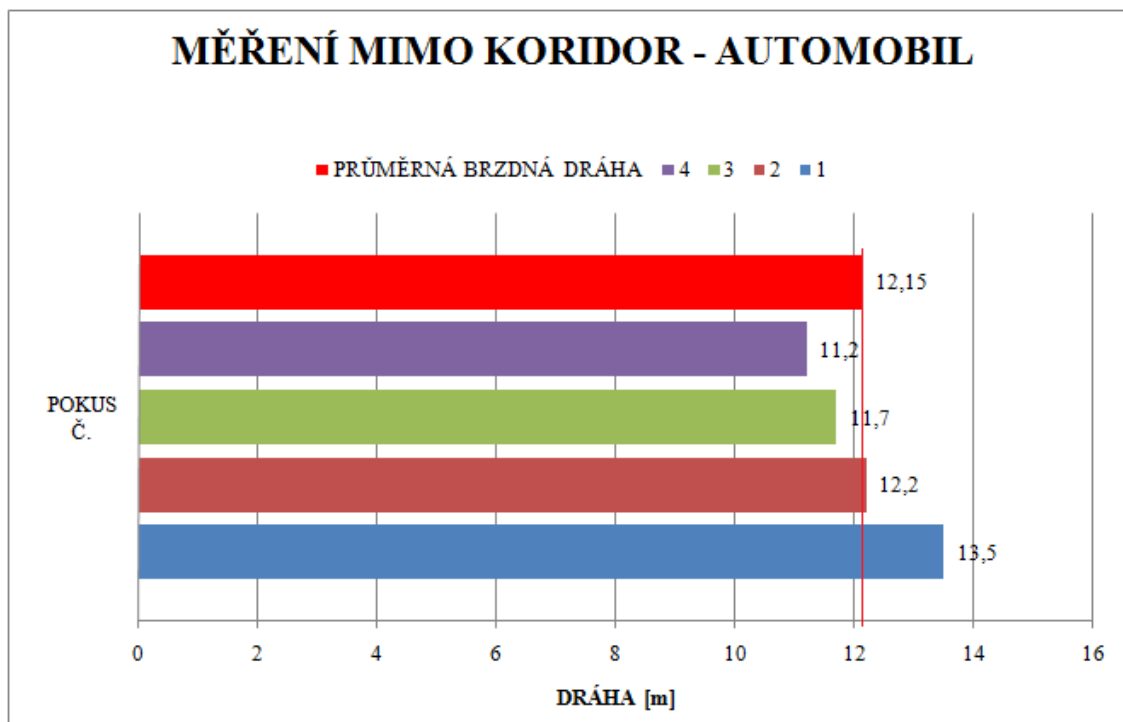
**Tabulka 5.** Data měření brzdné dráhy mimo koridor – automobil

<b>MĚŘENÍ BRZDNÉ DRÁHY MIMO KORIDOR – MOTOCYKL</b>			
<b>POKUS Č.</b>	<b>POČÁTEČNÍ RYCHLOST <math>v</math>[km/h]</b>	<b>BRZDNÁ DRÁHA <math>s_B</math>[m]</b>	<b>ZPOMALENÍ <math>a</math>[m/s<sup>2</sup>]</b>
1	50	24,4	3,95
2	50	14,6	6,61
3	50	20,9	4,62
4	50	20,6	4,68
5	50	15,8	6,1
<b>PRŮMĚRNÁ BRZDNÁ DRÁHA</b>		<b>19,26</b>	<b>5,19</b>

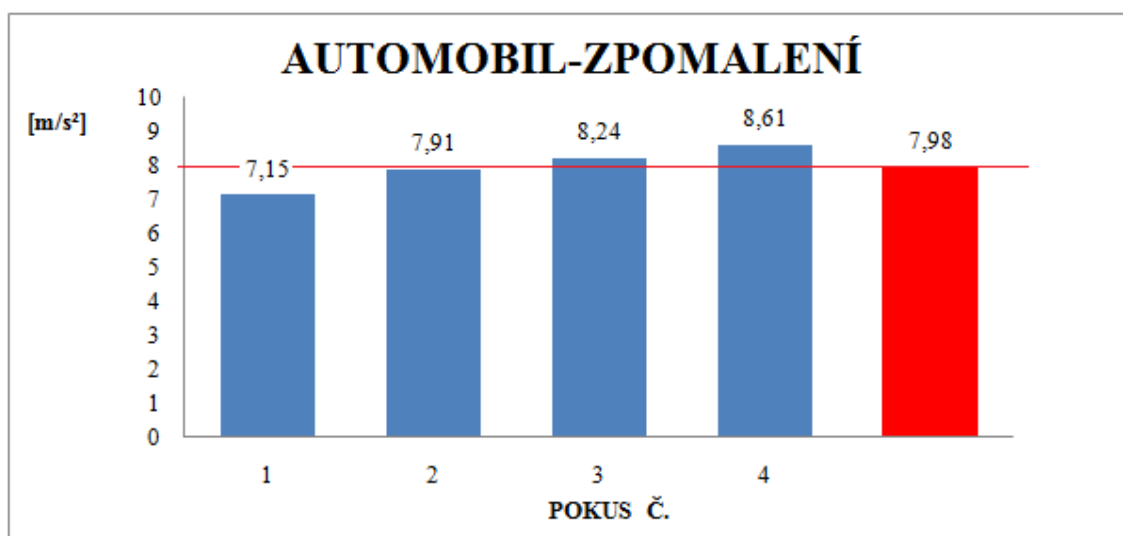
**Tabulka 6.** Data měření brzdné dráhy mimo koridor – motocykl



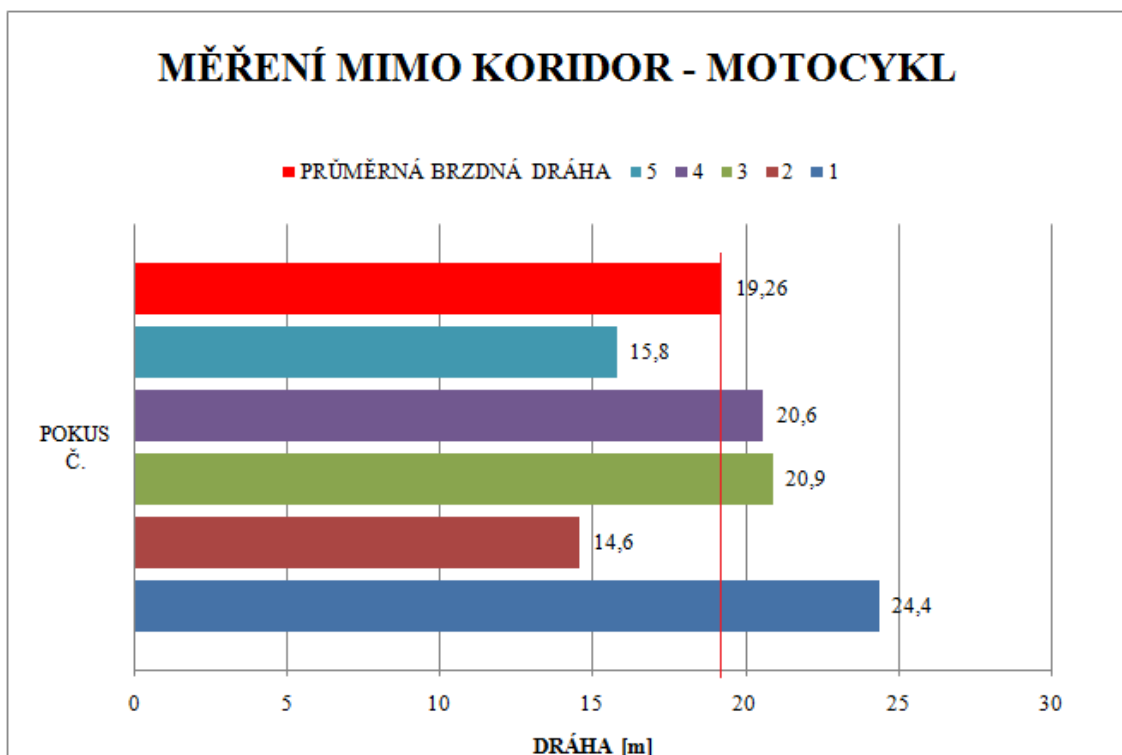
Jednotlivá data z tabulek 5 a 6 jsou znázorněna v grafech 12 a 13 pro automobil a motocykl v grafech 14 a 15. Je zde znázorněna i vypočtená průměrná hodnota znázorněných dat.



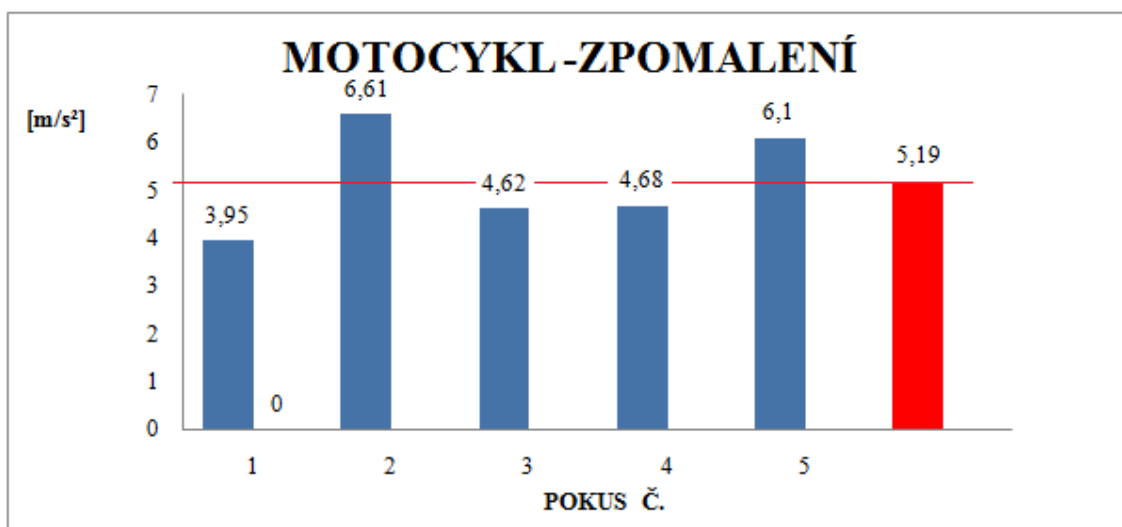
**Graf 12.** Měření brzdné dráhy mimo koridor – automobil, brzdná dráha



**Graf 13.** Měření mimo koridor – automobil, průměrné brzdné zpomalení



**Graf 14.** Měření brzdné dráhy mimo koridor – motocykl



**Graf 15.** Měření mimo koridor – motocykl, průměrné brzdné zpomalení

## 12.2. Zpracování dat jízdní zkouška v koridoru

Naměřená data z jízdní zkoušky v koridoru jsou uvedena v tabulce 7 pro automobil, tabulka 8 je pro motocykl - řidič 1 a tabulka 9 je pro motocykl – řidič 2. V tabulkách je uvedeno průměrné brzdné zpomalení  $a$  [m/s<sup>2</sup>], vypočtené dle vztahu (1) a

východí rychlost v [km/h] je zde pro každý pokus zvlášť změřena radarem a dosazuje se do vztahu s dráhou brzdění  $s_B$ [m], která je opět pro každý pokus měřena. V tabulkách 7,8 a 9 je ještě uvedena varianta nastavení světelného podnětu.

<b>JÍZDNÍ ZKOUŠKA V KORIDORU – AUTOMOBIL</b>					
<b>POKUS Č.</b>	<b>POČÁTEČNÍ RYCHLOST v[km/h]</b>	<b>DRÁHA BRZDĚNÍ <math>s_B</math>[m]</b>	<b>DRÁHA ZA DOBU REAKCE <math>s_R</math>[m]</b>	<b>ZPOMALENÍ a[m/s<sup>2</sup>]</b>	<b>VARIANTA</b>
AUTO1	49	0	0	0	1
AUTO2	56	13,9	14	8,7	1
AUTO3	49	11,3	10,4	8,2	2
AUTO4	50	12,5	11	7,72	2
AUTO5	51	11,2	12,5	8,96	2
AUTO6	51	12	11,5	8,36	3
AUTO7	48	11,9	11	7,47	3
				<b>Průměrné zpomalení</b>	<b>8,14</b>

**Tabulka 7.** Jízdní zkouška v koridoru – automobil

<b>JÍZDNÍ ZKOUŠKA V KORIDORU – MOTOCYKL/ŘIDIČ 1</b>					
<b>POKUS Č.</b>	<b>POČÁTEČNÍ RYCHLOST v[km/h]</b>	<b>DRÁHA BRZDĚNÍ <math>s_B</math>[m]</b>	<b>DRÁHA ZA DOBU REAKCE <math>s_R</math>[m]</b>	<b>ZPOMALENÍ a[m/s<sup>2</sup>]</b>	<b>VARIANTA</b>
MOTO1/1	47	21,3	16,4	4	1
MOTO1/2	46	13,2	10	6,19	2
MOTO1/3	43	12,1	12,8	5,9	2
				<b>Průměrné zpomalení</b>	<b>5,36</b>

**Tabulka 8.** Jízdní zkouška v koridoru – motocykl/řidič 1

JÍZDNÍ ZKOUŠKA V KORIDORU – MOTOCYKL/ŘIDIČ 2					
POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST v[km/h]	DRÁHA BRZDĚNÍ s <sub>B</sub> [m]	DRÁHA ZA DOBU REAKCE s <sub>R</sub> [m]	ZPOMALENÍ a[m/s <sup>2</sup> ]	VARIANTA
MOTO2/1	50	0	0	0	1
MOTO2/2	48	15,5	11,2	5,74	2
MOTO2/3	55	22,6	11,4	5,16	2
MOTO2/4	52	16,3	10,3	6,4	3
			Průměrné zpomalení	5,77	

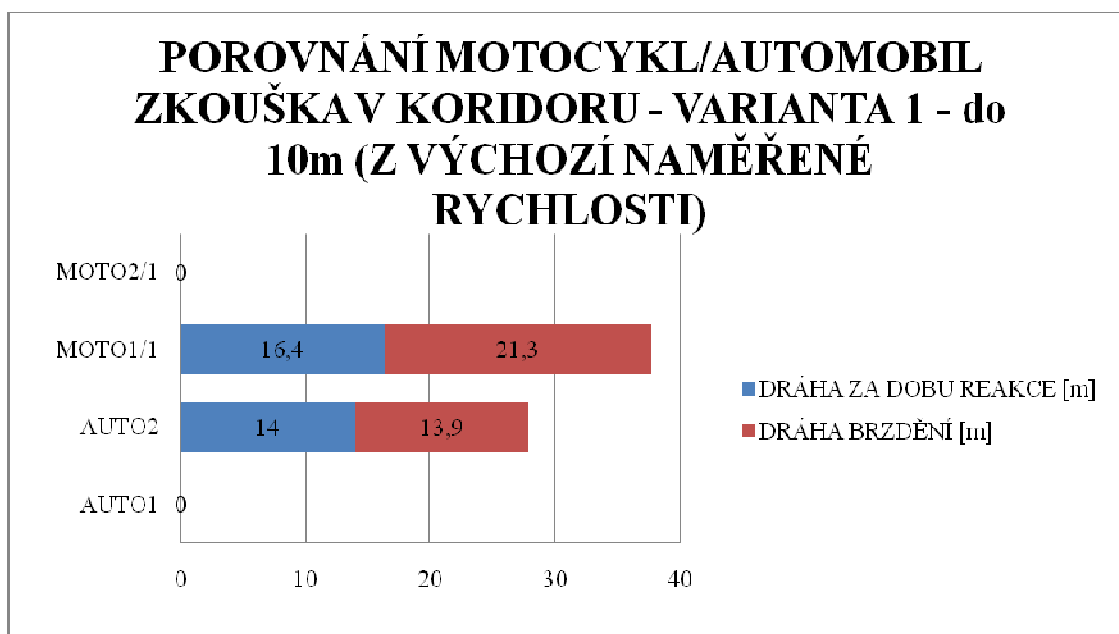
**Tabulka 9.** Jízdní zkouška v koridoru – motocykl/řidič 2

### **12.2.1. Varianta 1 – světelný podnět do 10m od světelného spínače**

Tato varianta nám reprezentuje přibližně vzdálenost vozidla před přechodem z rozboru kolizní situace na obrázku 1 nebo kolizní situaci, kdy je řidič vystaven náhlému podnětu k zastavení vozidla v bezprostřední blízkosti jedoucího vozidla. Z tabulky 10 je patrné, že řidič automobilu při prvním pokusu zkoušky v koridoru vůbec nezaregistroval světelný podnět a projel bez reakce. Při druhém pokusu již řidič periferním viděním zaregistroval světelný podnět a jeho reakce byla po vyhodnocení situace pomalejší. Toto se též opakovalo při jízdě motocyklu- řidič 1. Opět zde byl pouze periferním viděním registrován světelný podnět a po vyhodnocení zpožděná reakce a z toho plynoucí dlouhé dráhy a malé průměrné zpomalení. Další jízdní pokus motocyklu – řidič 2 zůstal bez reakce na světelný podnět. V grafu 16 jsou znázorněny data z tabulky 10.

POROVNÁNÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL ZKOUŠKA V KORIDORU – VARIANTA 1 – DO 10m				
POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST v[km/h]	DRÁHA BRZDĚNÍ s <sub>B</sub> [m]	DRÁHA ZA DOBU REAKCE s <sub>R</sub> [m]	ZPOMALENÍ a[m/s <sup>2</sup> ]
AUTO1	49	0	0	0
AUTO2	56	13,9	14	8,7
MOTO1/1	47	21,3	16,4	4
MOTO2/1	50	0	0	0

Tabulka 10. Porovnání motocykl/automobil – varianta 1



Graf 16. Porovnání jízdní zkouška v koridoru motocykl/automobil – varianta 1

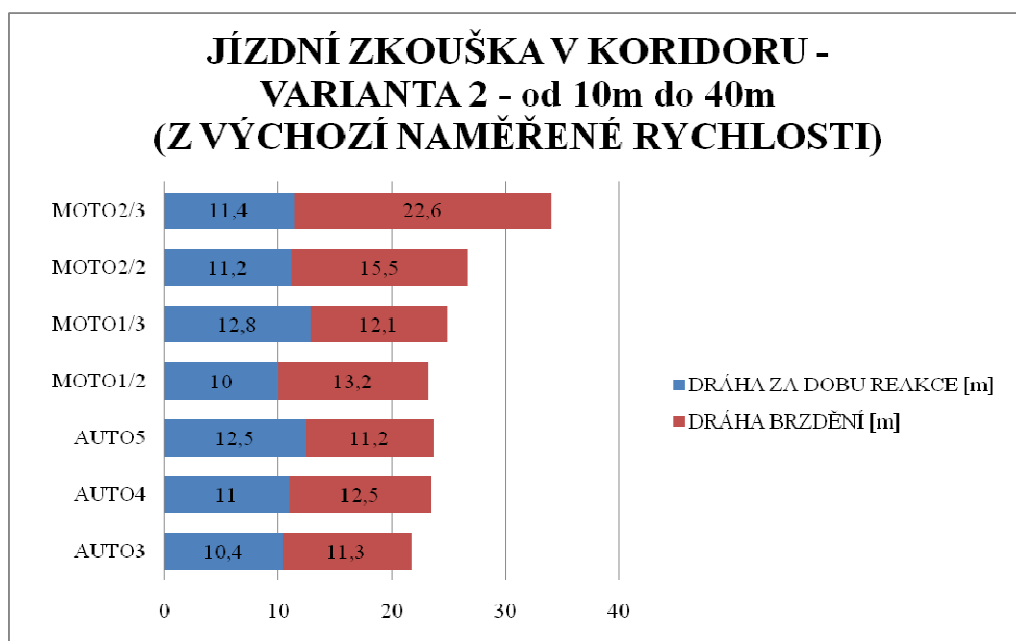
### 12.2.2. Varianta 2 – světelný podnět od 10m do 40m od světelného spínače

Tato varianta nám reprezentuje běžný provoz ve městě, kdy řidič sleduje bližší okolí, kde projíždí a vyhodnocuje možné kolizní situace, aby mohl na ně přiměřeně reagovat. Jednotlivá data této varianty pro automobil i motocykl jsou uvedena v tabulce 11. Znázornění jednotných naměřených dat při jízdní zkoušce v koridoru je patrné

z grafu 17. Při této variantě řidič automobilu i řidiči 1 a 2 – motocyklu reagovali vždy na světelný podnět.

POROVNÁNÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL ZKOUŠKA V KORIDORU – VARIANTA 2 – OD 10m DO 40m				
POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST v[km/h]	DRÁHA BRZDĚNÍ s <sub>B</sub> [m]	DRÁHA ZA DOBU REAKCE s <sub>R</sub> [m]	ZPOMALENÍ a[m/s <sup>2</sup> ]
AUTO3	49	11,3	10,4	8,2
AUTO4	50	12,5	11	7,72
AUTO5	51	11,2	12,5	8,96
MOTO1/2	46	13,2	10	6,19
MOTO1/3	43	12,1	12,8	5,9
MOTO2/2	48	15,5	11,2	5,74
MOTO2/3	55	22,6	11,4	5,16

**Tabulka 11.** Porovnání motocykl/automobil – varianta 2



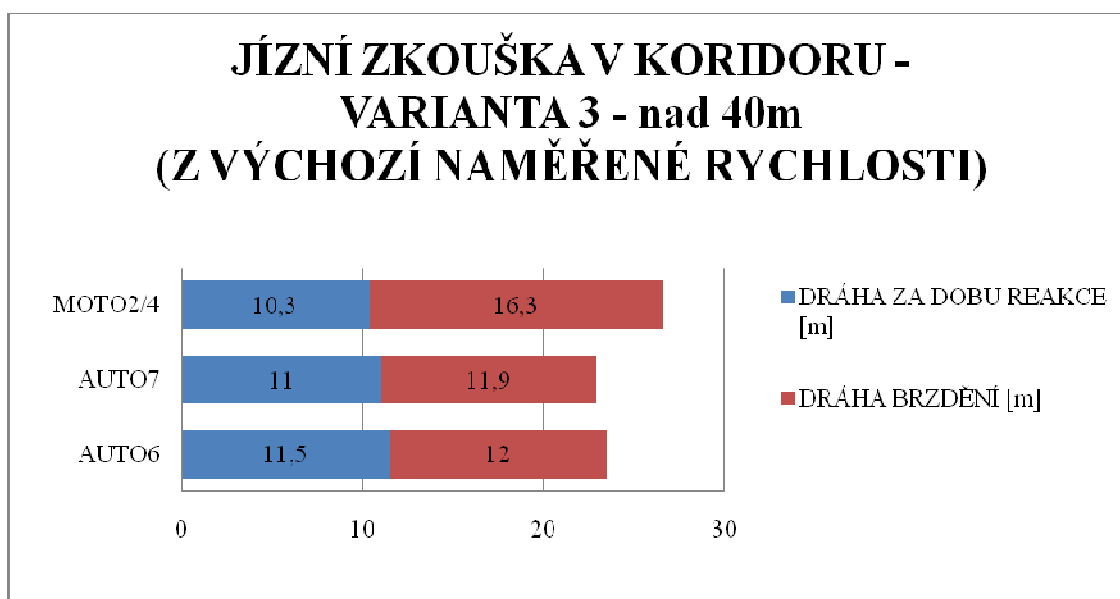
**Graf 16.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru motocykl/automobil – varianta 2

### 12.2.3. Varianta 3 – světelný podnět nad 40m od světelného spínače

Tato varianta je zvolena k porovnání s variantou 2, jestli řidiči zkušebních vozidel sledují v městském provozu jen bezprostřední dění okolo jedoucího vozidla nebo jestli je jejich pozornost zaměřena i na vzdálenější cíle v provozu. Jednotlivá data této varianty jsou uvedeny v tabulce 12. Při všech jednotlivých jízdách řidiči automobilu i motocyklu reagovali na světelný podnět. Jednotlivá data změřená při této variantě, jsou znázorněna v grafu 17.

POROVNÁNÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL ZKOUŠKA V KORIDORU – VARIANTA 3 – NAD 40m				
POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST v[km/h]	DRÁHA BRZDĚNÍ s <sub>B</sub> [m]	DRÁHA ZA DOBU REAKCE s <sub>R</sub> [m]	ZPOMALENÍ a[m/s <sup>2</sup> ]
AUTO6	51	12	11,5	8,36
AUTO7	48	11,9	11	7,47
MOTO2/4	52	16,3	10,3	6,4

**Tabulka 12.** Porovnání motocykl/automobil – varianta 3



**Graf 17.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru motocykl/automobil – varianta 3

## **13. Vyhodnocení jízdních zkoušek**

### **13.1. Vyhodnocení měření brzdné dráhy mimo koridor**

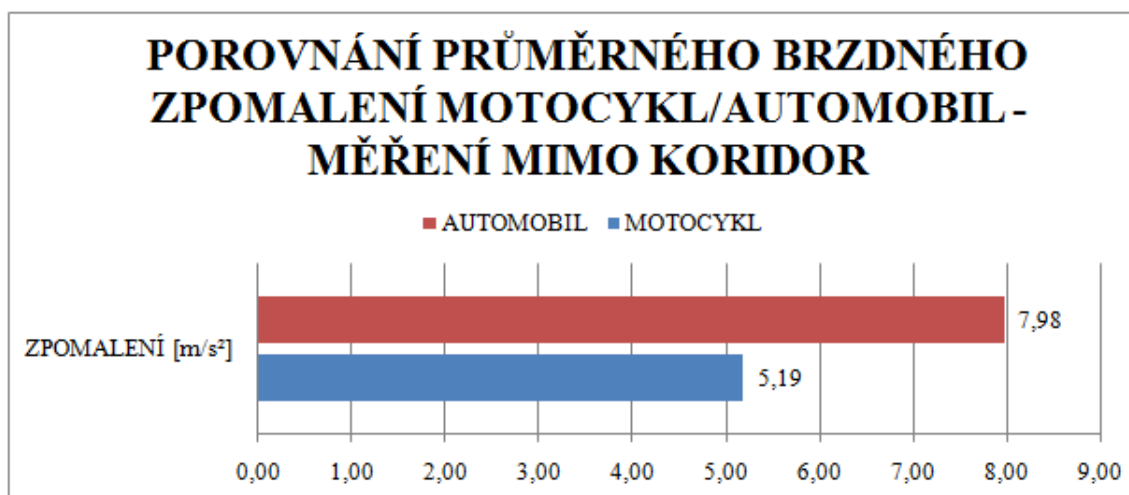
Z jednotlivých naměřených hodnot brzdné dráhy mimo koridor pro automobil i motocykl byla vypočítána průměrná brzdná dráha a její velikost pro jednotlivý druh zkušebního vozidla je znázorněna v grafu 18. Je zde možno zaznamenat velký rozdíl, který je patrně způsoben rozdílnými dynamickými poměry při brzdném manévru automobilu a motocyklu, při současném zachování stability zkušebního vozidla. Toto se zejména projevuje při intenzivním brzdění motocyklu, kdy setrvačná síla, která působí v těžišti motocyklu, způsobí klopný efekt a dojde k odlehčení zadního kola. Přetížené přední kolo přenáší brzdnou sílu v závislosti na adhezi a je nutno na základě zkušenosti řidiče citlivě dávkovat brzdnou sílu, aby nedošlo k zablokování kola. Tento případ nastal při první zkušební jízdě, kdy řidič motocyklu dostatečně neodhadl intenzitu brzdění. Při snaze o dosažení co nejkratší brzdné dráhy došlo k zablokování předního kola a řidič musel snížit brzdnou sílu a stabilizovat vozidlo při brzdném manévru. Důsledkem toho bylo neúměrné prodloužení brzdné dráhy motocyklu (tabulka 6). Dalším nebezpečím intenzivního brzdného manévru u motocyklu při zablokování předního kola může být i překročení hranice adheze a pak může následovat pád. Délky brzdných drah u motocyklu jsou na rozdíl od automobilu velmi závislé na zkušenostech řidiče a jejich rozmezí je větší.

Řidič zkušebního automobilu při brzdném manévru může plně využít adheze a tím i brzdného účinku vozidla bez obavy o stabilitu vozidla. Je zde patrný též klopný účinek při brzdném manévru, ale není zde riziko pádu při dosažení hranice adheze, jako u motocyklu.

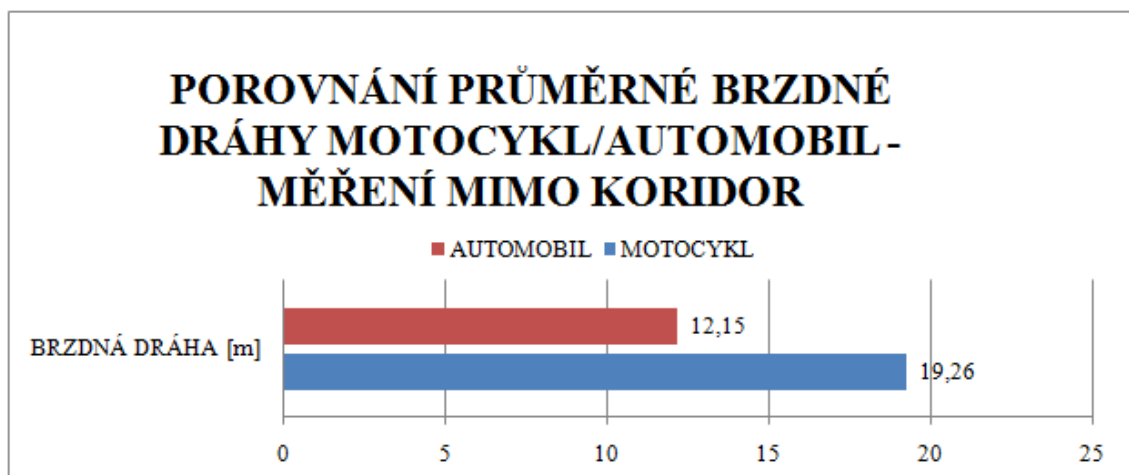
Při porovnání průměrného brzdného zpomalení automobilu a motocyklu je též patrný velký rozdíl. Vzhledem k tomu, že průměrné brzdné zpomalení je vypočítáno ze vztahu (1) u motocyklu se projevil opět účinek nadměrné brzdné dráhy z důvodu zablokování předního kola při prvním jízdním pokusu. Rozdíl mezi automobilem a motocyklem by pak nebyl tak velký jako je patrné z grafu 19.



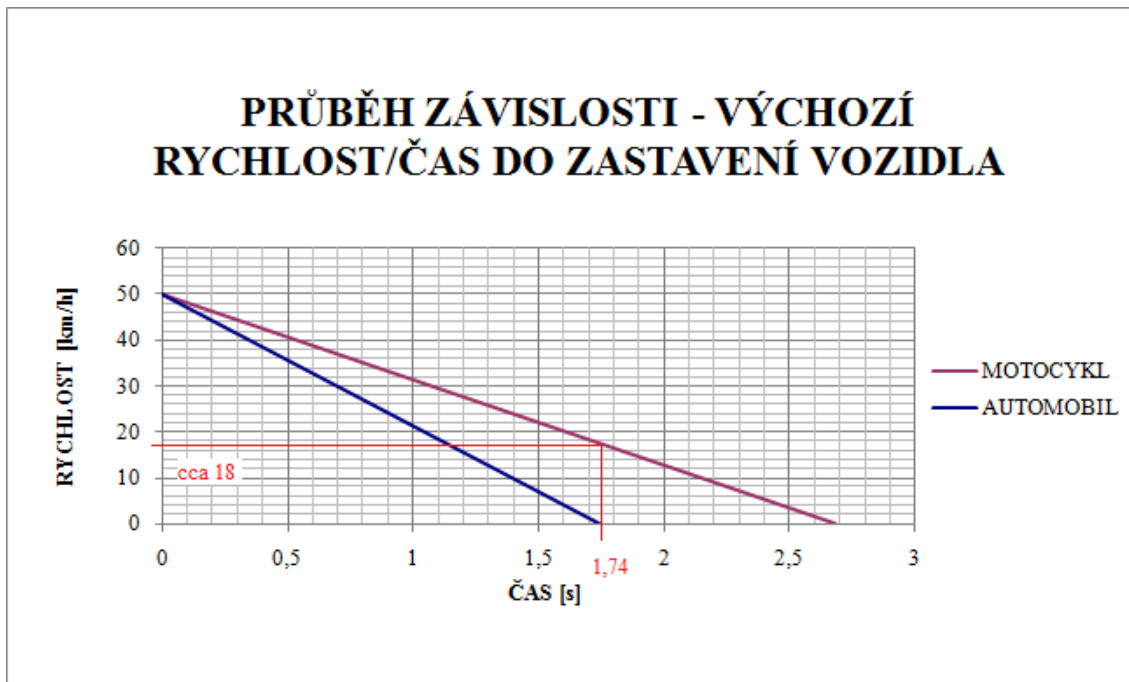
Z průměrných hodnot brzdné dráhy vozidel a jejich výchozí rychlosti 50km/h byl určen čas automobilu a motocyklu do zastavení vozidla. Závislost snižování rychlosti vozidla na čase je znázorněna v grafu 20. Je zde znázorněn moment kdy automobil již za 1,74s zastavil a motocykl v tomto okamžiku má ještě rychlost téměř 18km/h a do zastavení zbývá ještě 0.94s. Celkový čas do zastavení motocyklu je 2,68s.



**Graf 18.** Porovnání průměrné brzdné dráhy automobil/motocykl



**Graf 19.** Porovnání průměrného brzdného zpomalení motocykl/automobil



**Graf 20.** Závislost výchozí rychlost/čas do zastavení vozidla

### 13.2. Vyhodnocení jízdní zkoušky v koridoru

Pro možnost vyhodnocení jízdní zkoušky v koridoru a porovnání s měřením mimo koridor je nutno jednotlivé původní změřené dráhy za dobu reakce a dráhy brzdění přepočítat z původní změřené vjezdové rychlosti do koridoru na upravenou výchozí rychlost 50km/h. Pro přepočet dráhy brzdění  $s_1$  [m] vozidel bude použit vztah (2). Pro přepočet použijeme ve vztahu (2) průměrné brzdné zpomalení  $a$ [m/s<sup>2</sup>], vypočítané z původních naměřených hodnot.

$$s_1 = 13,89^2/2a \text{ [m]} \quad (2)$$

Dále pro přepočet ujeté dráhy za dobu reakce řidiče při upravené rychlosti 50km/h, vypočítáme z původní naměřené vjezdové rychlosti  $v$ [m/s] a změřené dráhy za dobu reakce řidiče  $s_R$ [m], reakční dobu řidiče  $t$ [s] - podle vztahu (3) a dráhu za dobu reakce řidiče při 50km/h  $s_2$ [m], vypočítáme ze vztahu (4).

$$t = v/s_B \text{ [s]} \quad (3)$$

$$s_2 = 13,89.t \text{ [m]} \quad (4)$$

Dále budou vyhodnoceny tři varianty provedení experimentu. Jednotlivé varianty se liší vzdáleností, na které bylo od vozidla aktivováno signální světlo. Varianty jsou popsány v kapitole 9.

### 13.2.1. Vyhodnocení varianty 1 – světelný podnět do 10m od světelného spínače

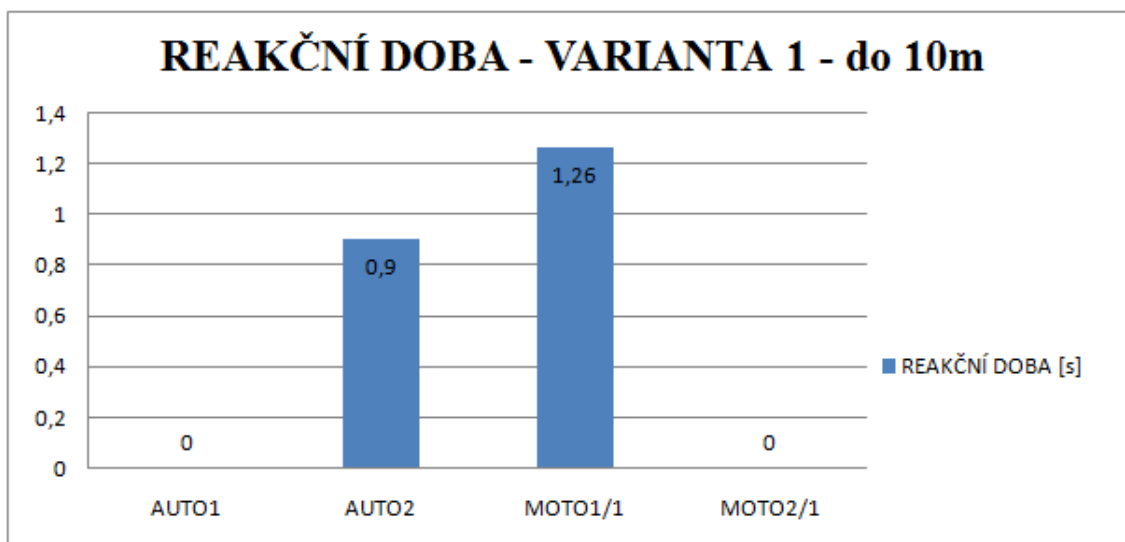
Při této variantě je světelný podnět na kraji zorného pole řidiče a reakce na něj, po vyhodnocení vjemu je zpožděná a projeví se jak v ujeté dráze za dobu reakce řidiče, tak i v dráze brzdění zkušebního vozidla. Řidič nemusí však na světelný podnět vůbec zareagovat a to v případě nižší koncentrace na vnější okolní prostředí. Při jednotlivých jízdách při jízdě zkoušce v koridoru řidič očekával světelný podnět a byl plně soustředěn na okolní prostředí a jak řidič automobilu, tak i řidič motocyklu v jednom případě světelný podnět vůbec nezaregistroval. Jednotlivé měřené dráhy přepočtené na výchozí rychlost 50km/h jsou uvedeny v tabulce 13 a znázorněny v grafu 22. Je patrné, že všechny dráhy brzdění a dráhy za dobu reakce řidiče, jsou delší než 10m. Reakční doby řidičů jsou uvedeny v tabulce 14 a znázorněny v grafu 21.

<b>POROVNÁNÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL ZKOUŠKA V KORIDORU - VARIANTA1 – do 10m (UPRAVENÁ POČÁTEČNÍ RYCHLOST NA 50 km/h)</b>				
<b>POKUS Č.</b>	<b>UPRAVENÁ RYCHLOST [km/h]</b>	<b>DRÁHA BRZDĚNÍ <math>s_1</math> [m]</b>	<b>DRÁHA ZA DOBU REAKCE <math>s_2</math> [m]</b>	<b>ZPOMALENÍ [m/s<sup>2</sup>]</b>
AUTO1	50	0	0	0
AUTO2	50	11,9	12,5	8,7
MOTO1/1	50	24,11	17,5	4
MOTO2/1	50	0	0	0

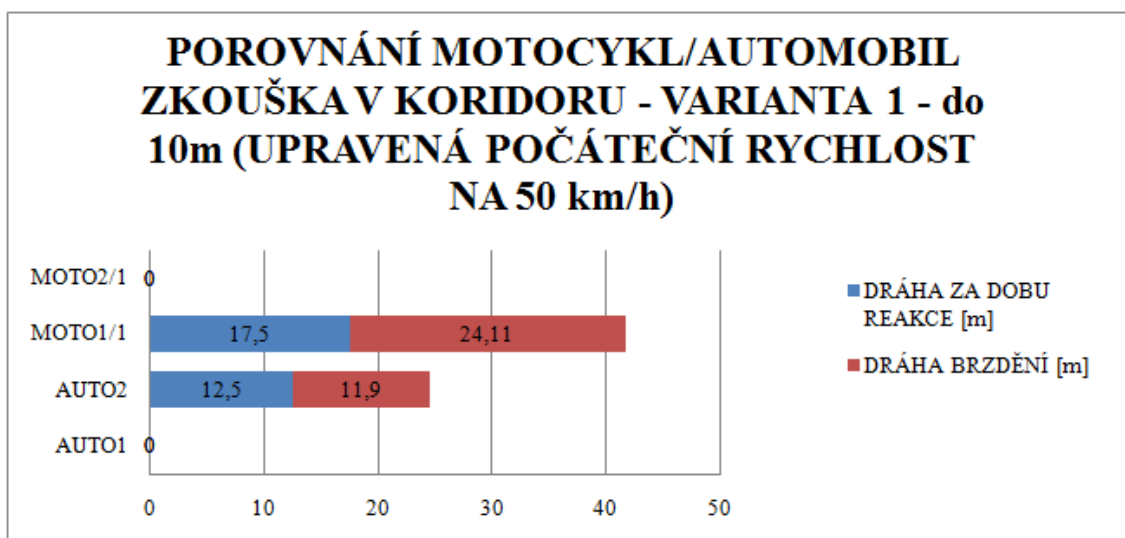
**Tabulka 13.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 1, upravená výchozí rychlost

<b>REAKČNÍ DOBA - VARIANTA 1 – do10m</b>		
<b>POKUS Č.</b>	<b>REAKČNÍ DOBA t[s]</b>	<b>PRŮMĚR. DOBA [s]</b>
AUTO1	0	0,9
AUTO2	0,9	
MOTO1/1	1,26	1,26
MOTO2/1	0	

**Tabulka 14.** Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 1



**Graf 21.** Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 1



**Graf 22.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 1, upravená výchozí rychlost

### **13.2.2. Vyhodnocení varianty 2 – světelný podnět od 10m do 40m od světelného spínače**

Při této variantě je světelný podnět více v zorném poli řidiče a reakce řidiče na světelný podnět byla v každém jízdním pokusu. Jednotlivé reakční doby řidičů na světelný podnět jsou uvedeny v tabulce 16. Jsou nižší než u varianty 1 a jejich znázornění je v grafu 23. Při porovnání dosažených reakčních dob řidiče automobilu a motocyklu lze usuzovat, že se výhledové poměry řidičů výrazně neliší. Přepočtené

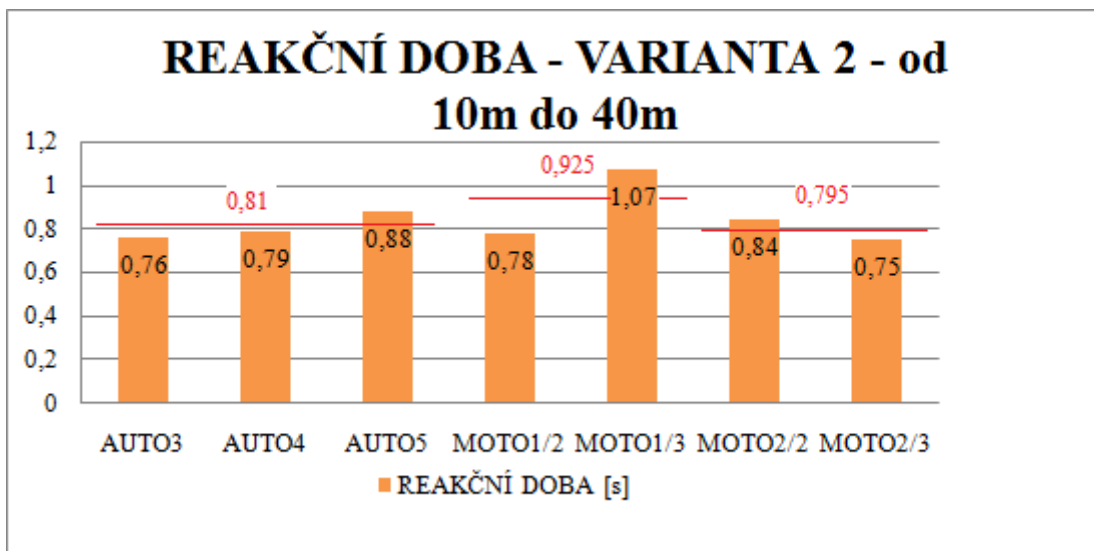
dráhy za dobu reakce a dráhy brždění jsou uvedeny v tabulce 15 a znázorněny v grafu 24. Zde je patrné, že ani jeden jízdní pokus nepřesáhl 40m.

<b>POROVNÁNÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL ZKOUŠKA V KORIDORU - VARIANTA2 – od 10m do 40m (UPRAVENÁ POČÁTEČNÍ RYCHLOST NA 50 km/h)</b>				
<b>POKUS Č.</b>	<b>POČÁTEČNÍ RYCHLOST [km/h]</b>	<b>DRÁHA BRZDĚNÍ <math>s_1</math> [m]</b>	<b>DRÁHA ZA DOBU REAKCE <math>s_2</math> [m]</b>	<b>ZPOMALENÍ [m/s<sup>2</sup>]</b>
AUTO3	50	11,76	10,56	8,2
AUTO4	50	12,49	10,97	7,72
AUTO5	50	10,77	12,22	8,96
MOTO1/2	50	15,58	10,83	6,19
MOTO1/3	50	16,35	14,86	5,9
MOTO2/2	50	16,8	11,67	5,74
MOTO2/3	50	19,69	10,42	5,16

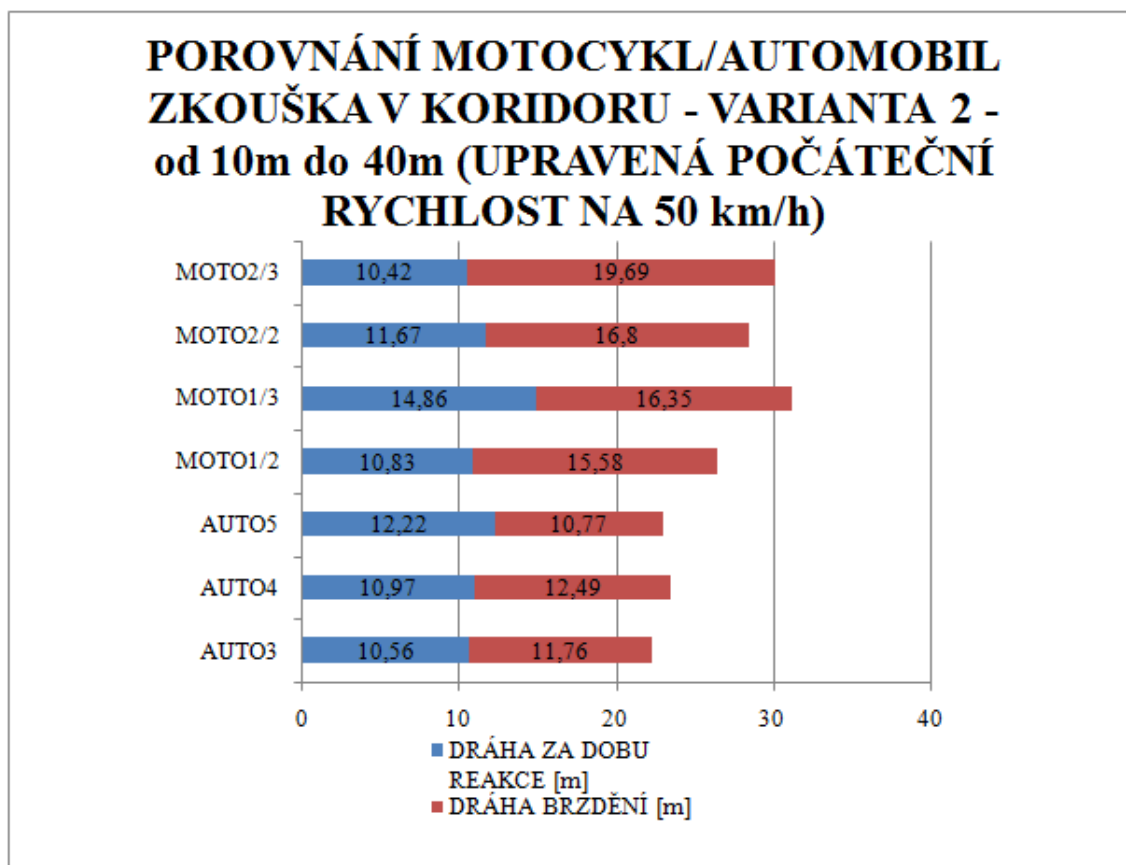
**Tabulka 15.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 2, upravená výchozí rychlost

<b>REAKČNÍ DOBA - VARIANTA 2 – od 10m do 40m</b>		
<b>POKUS Č.</b>	<b>REAKČNÍ DOBA <math>t</math>[s]</b>	<b>PRŮMĚR. DOBA [s]</b>
AUTO3	0,76	0,81
AUTO4	0,79	
AUTO5	0,88	
MOTO1/2	0,78	0,925
MOTO1/3	1,07	
MOTO2/2	0,84	0,795
MOTO2/3	0,75	

**Tabulka 16.** Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 2



**Graf 23.** Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 2



**Graf 24.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 2, upravená výchozí rychlost

### 13.2.3. Vyhodnocení varianta 3 – světelný podnět nad 40m od světelného spínače

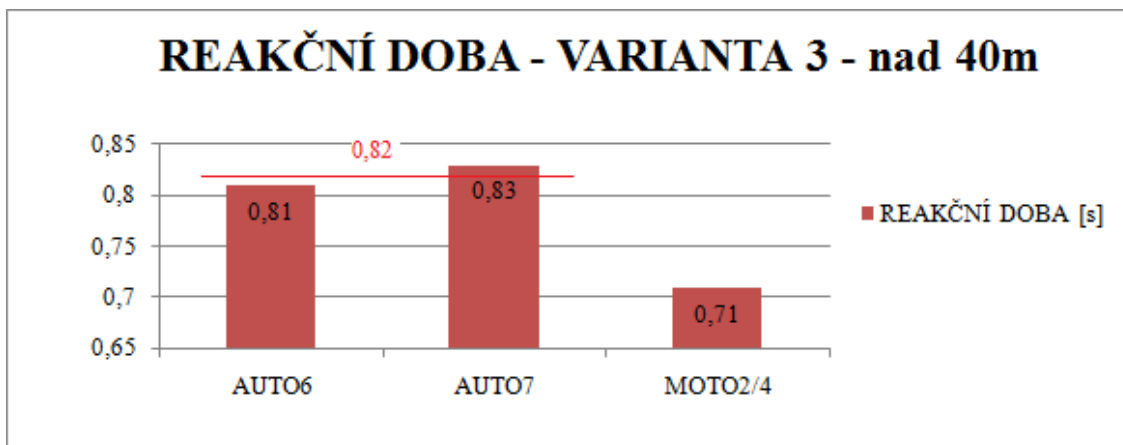
Tato varianta světelného podnětu je v zorném poli řidiče, je ve větší vzdálenosti a nevyžaduje okamžitou reakci řidiče, pokud ji řidič na tuto delší vzdálenost zaregistruje. Reakční doba řidiče je uvedena v tabulce 18 a je znázorněna v grafu 25. Z jejích hodnot je možno usuzovat, že se výhledové poměry řidiče motocyklu a automobilu neliší. Hodnoty reakčních doby se významně neliší od předchozí varianty 2. Dosažené brzdné dráhy pro jednotlivé jízdy jsou kratší než 25m a jsou znázorněny v grafu 26.

<b>POROVNÁNÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL ZKOUŠKA V KORIDORU - VARIANTA3 – nad 40m (UPRAVENÁ POČÁTEČNÍ RYCHLOST NA 50 km/h)</b>				
<b>POKUS Č.</b>	<b>POČÁTEČNÍ RYCHLOST [km/h]</b>	<b>DRÁHA BRZDĚNÍ <math>s_1</math> [m]</b>	<b>DRÁHA ZA DOBU REAKCE <math>s_2</math> [m]</b>	<b>ZPOMALENÍ [m/s<sup>2</sup>]</b>
AUTO6	50	11,54	11,25	8,36
AUTO7	50	12,91	11,53	7,47
MOTO2/4	50	15,07	9,86	6,4

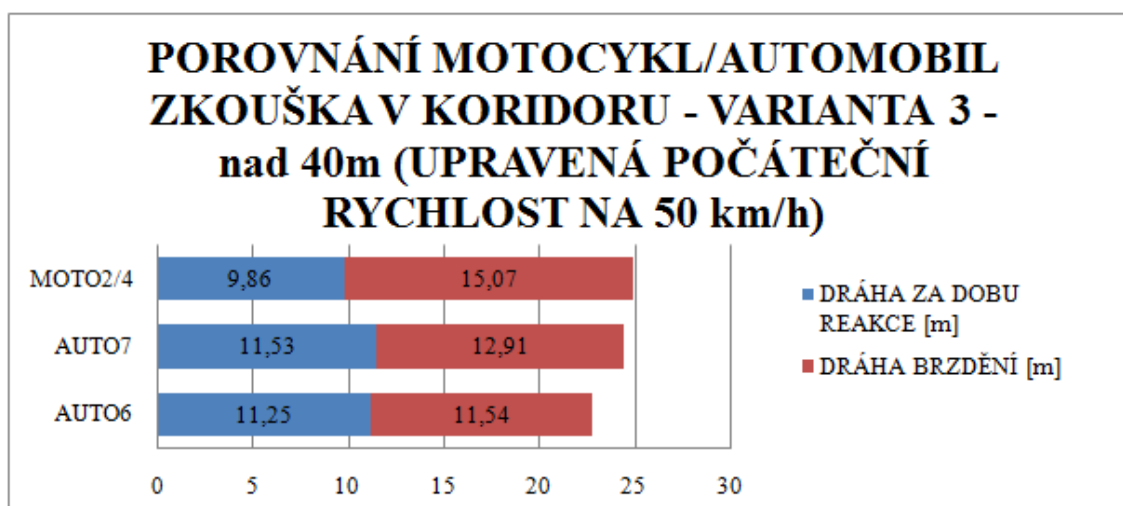
**Tabulka 17.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 3, upravená výchozí rychlost

<b>REAKČNÍ DOBA - VARIANTA 3 – nad 40m</b>		
<b>POKUS Č.</b>	<b>REAKČNÍ DOBA t[s]</b>	<b>PRŮMĚR. DOBA [s]</b>
AUTO6	0,81	0,82
AUTO7	0,83	
MOTO2/4	0,71	0,71

**Tabulka 18.** Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 3



**Graf 25.** Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 3



**Graf 26.** Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 3, upravená výchozí rychlost

#### 13.2.4. Dílčí závěr

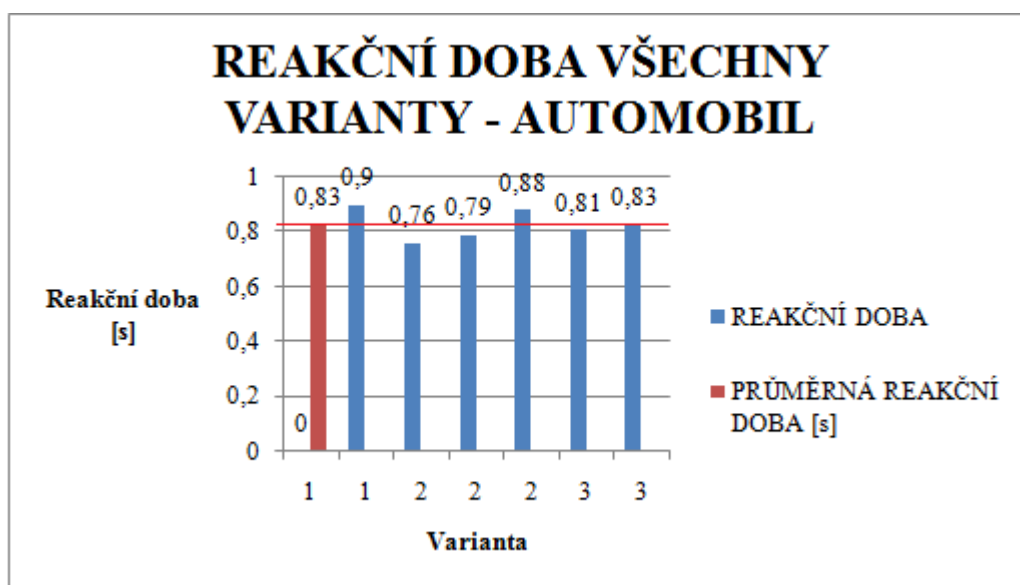
Dosažené reakční doby řidiče automobilu ze všech variant světelného signálu jsou uvedeny v tabulce 19 a znázorněny v grafu 27. Z uvedených hodnot je vypočtena průměrná reakční doba řidiče a její velikost je vyznačena v grafu 27 červenou čarou. Největší hodnota reakční doby 0,9s byla zaznamenána při rozmístění světelného signálu při variantě 1 do 10m. Signál se nachází na okraji zorného úhlu. Řidič v tomto případě pozoruje okolí a jeho reakce je značně zpožděná. Při tomto rozmístění řidič jednou nereagoval na signál vůbec. Je zde reálná možnost, že řidič při pohledu na druhou



stranu, než na kterém se nachází světelný podnět, nebude reagovat. Světelný podnět se nachází mimo zorný úhel řidiče.

REAKČNÍ DOBA VŠECHNY VARIANTY - AUTOMOBIL								
VARIANTA	1	1	2	2	2	3	3	PRŮMĚRNÁ REAKČNÍ DOBA [s]
REAKČNÍ DOBA [s]	0	0,9	0,76	0,79	0,88	0,81	0,83	0,83

Tabulka 19. Reakční doba všechny varianty – automobil

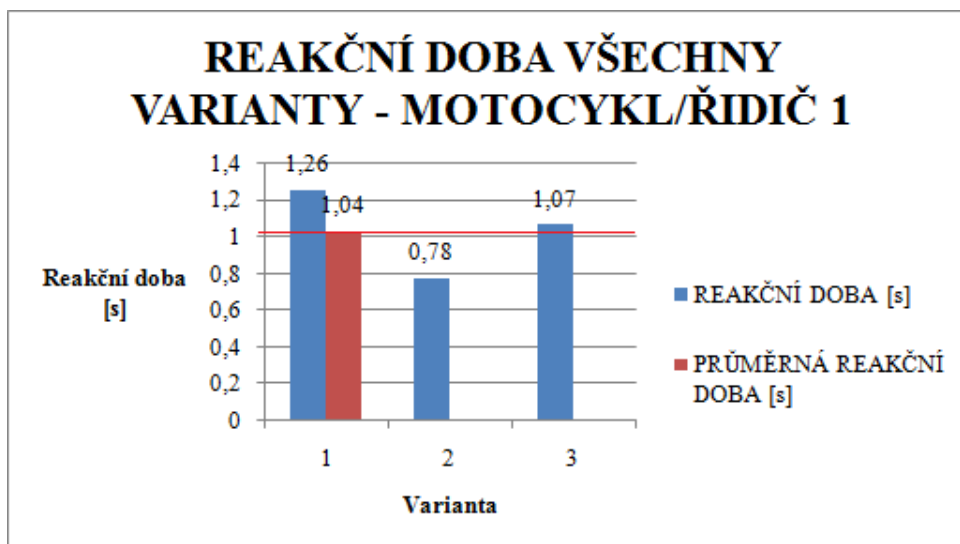


Graf 27. Reakční doba všechny varianty – automobil

Reakční doby při všech variantách světelného signálu řidiče 1 a řidiče 2 motocyklu jsou uvedeny v tabulkách 20, 21 a znázorněny v grafech 28 a 29. Je vypočtena průměrná reakční doba řidiče 1, řidiče 2 a znázorněna v grafech 28 a 29 červenou čarou a příslušnou hodnotou. Při variantě 1 do 10m, měl výrazně delší reakční dobu řidič 1 motocyklu - 1,26s, než v ostatních variantách. Řidič 2 motocyklu při této variantě vůbec nereagoval na světelný podnět. V ostatních jízdách řidiči motocyklu reagovali a jejich dosažené hodnoty jsou srovnatelné s řidičem automobilu. Pro porovnání jsou znázorněny v grafu 30 průměrné hodnoty reakčních dob řidičů automobilu a motocyklů. V grafu 30 je uvedena červenou čarou s uvedenou hodnotou i průměrná reakční doba řidiče 1 a řidiče 2 motocyklu. Tato hodnota nám bude reprezentovat průměrnou reakční dobu řidiče motocyklu.

REAKČNÍ DOBA VŠECHNY VARIANTY - MOTOCYKL ŘIDIČ 1				
VARIANTA	1	2	2	PRŮMĚRNÁ REAKČNÍ DOBA [s]
REAKČNÍ DOBA [s]	1,26	0,78	1,07	1,04

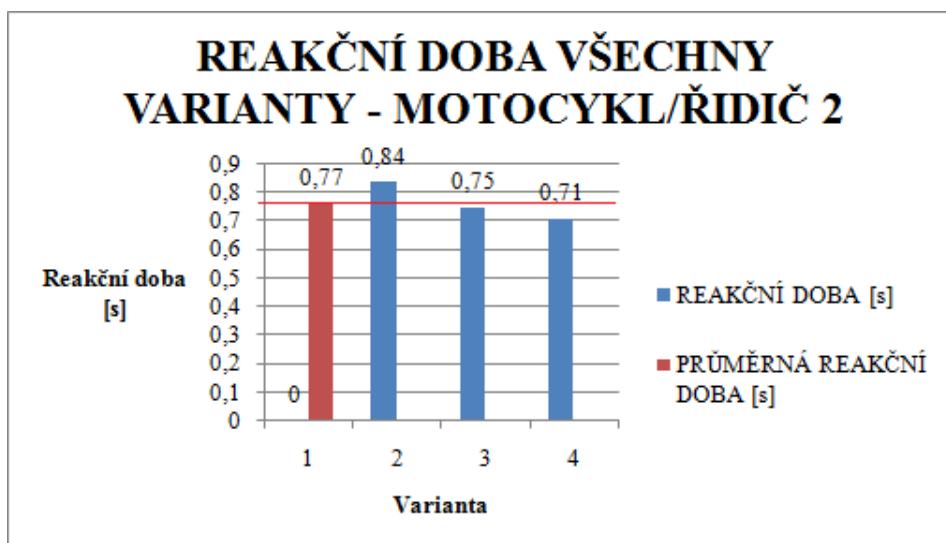
Tabulka 20. Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 1



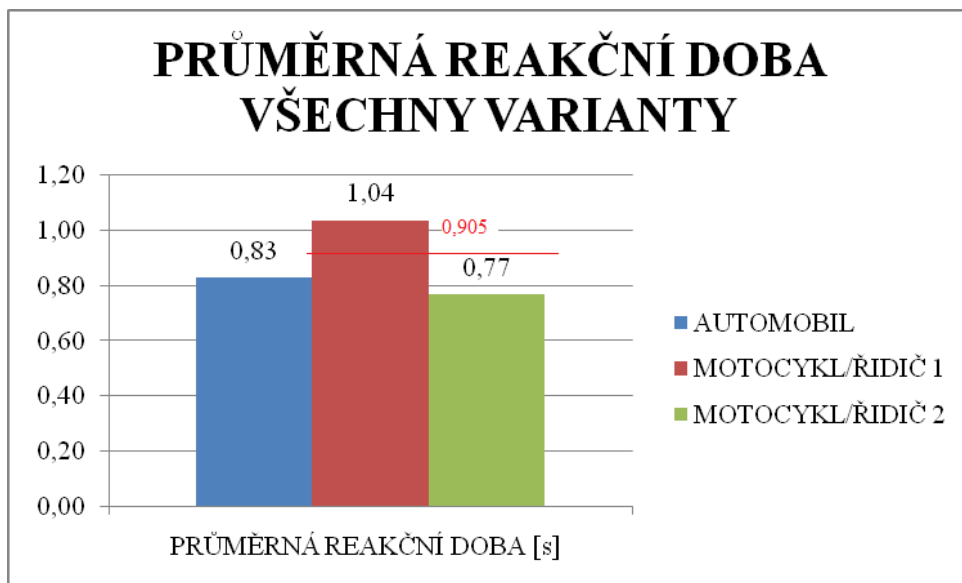
Graf 28. Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 1

REAKČNÍ DOBA VŠECHNY VARIANTY - MOTOCYKL ŘIDIČ 2					
VARIANTA	1	2	2	3	PRŮMĚRNÁ REAKČNÍ DOBA [s]
REAKČNÍ DOBA [s]	0	0,84	0,75	0,71	0,77

Tabulka 21. Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 2



Graf 29. Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 2

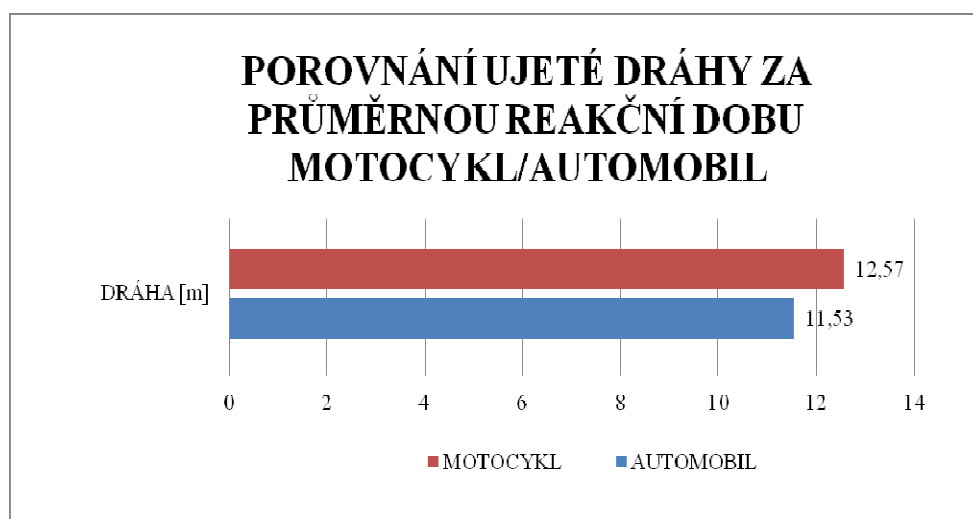


**Graf 30.** Průměrná reakční doba všechny varianty

Pro možnost vyhodnocení a porovnání je vhodné průměrné reakční doby řidiče ze všech variant motocyklu a automobilu pomocí rovnice (5) přepočítat na ujetou dráhu za tuto dobu při rychlosti 50km/h -  $S_{2P}[m]$ .

$$S_{2P} = 13,89 \cdot t_p \quad [m] \quad (5)$$

Pro výpočet ujeté dráhy za dobu reakce řidiče motocyklu je vstupní hodnotou  $t_p$  – 0,905s. Po dosazení do rovnice (5) je dráha 12,57m. Obdobně se použije vstupní hodnota  $t_p$  - 0,83s, pro výpočet ujeté dráhy za dobu reakce řidiče automobilu. Výsledná dráha je 11,53m. Obě dráhy, jak pro automobil tak i pro motocykl, jsou znázorněny v grafu 31.



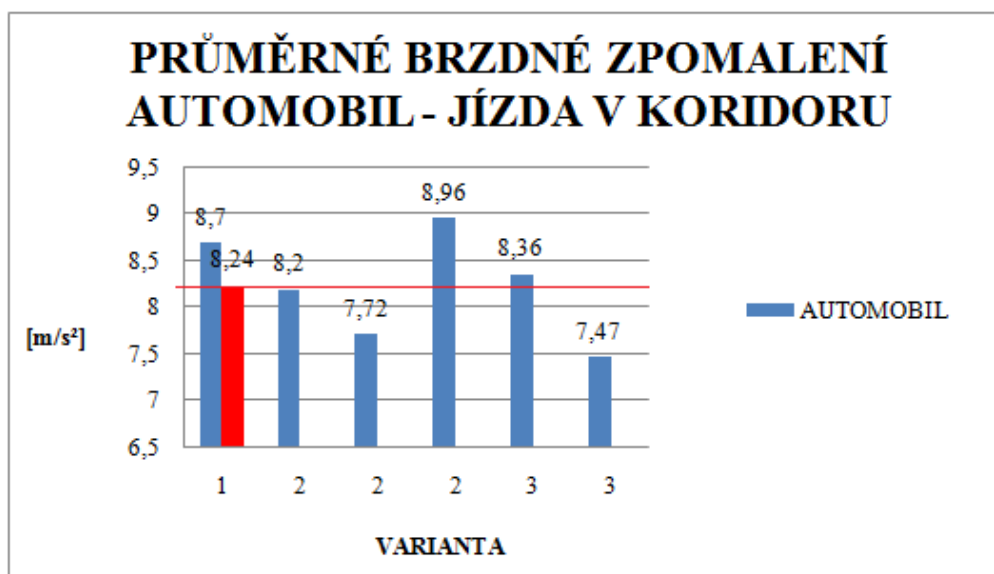
**Graf 31.** Porovnání ujeté dráhy za průměrnou reakční dobu motocykl/automobil

### 13.2.5. Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení pro všechny varianty

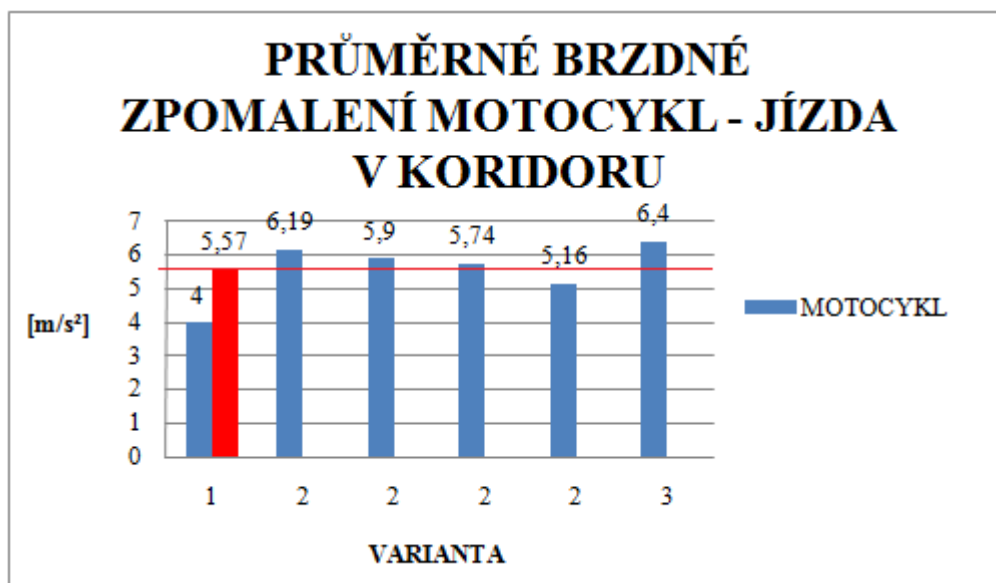
Dosažené vypočtené průměrné zpomalení pro jednotlivé jízdy automobilu i motocyklu při jízdě zkoušce v koridoru je uvedeno v tabulce 22 a znázorněné v grafech 32 a 33. Z těchto hodnot je vypočtená průměrná hodnota, která je v grafu znázorněna červeně a vzájemné porovnání automobilu a motocyklu je znázorněno v grafu 34. Průměrná hodnota zpomalení automobilu je větší než u motocyklu a to o 2,67m/s<sup>2</sup>.

BRZDNÉ ZPOMALENÍ MOTOCYKL/AUTOMOBIL - JÍZDNÍ ZKOUŠKA V KORIDORU								PRŮMĚRNÉ ZPOMALENÍ [m/s <sup>2</sup> ]
VARIANTA	1	1	2	2	2	2	3	
MOTOCYKL	0	4	6,19	5,9	5,74	5,16	6,4	5,57
VARIANTA	1	1	2	2	2	3	3	
AUTOMOBIL	0	8,7	8,2	7,72	8,96	8,36	7,47	8,24

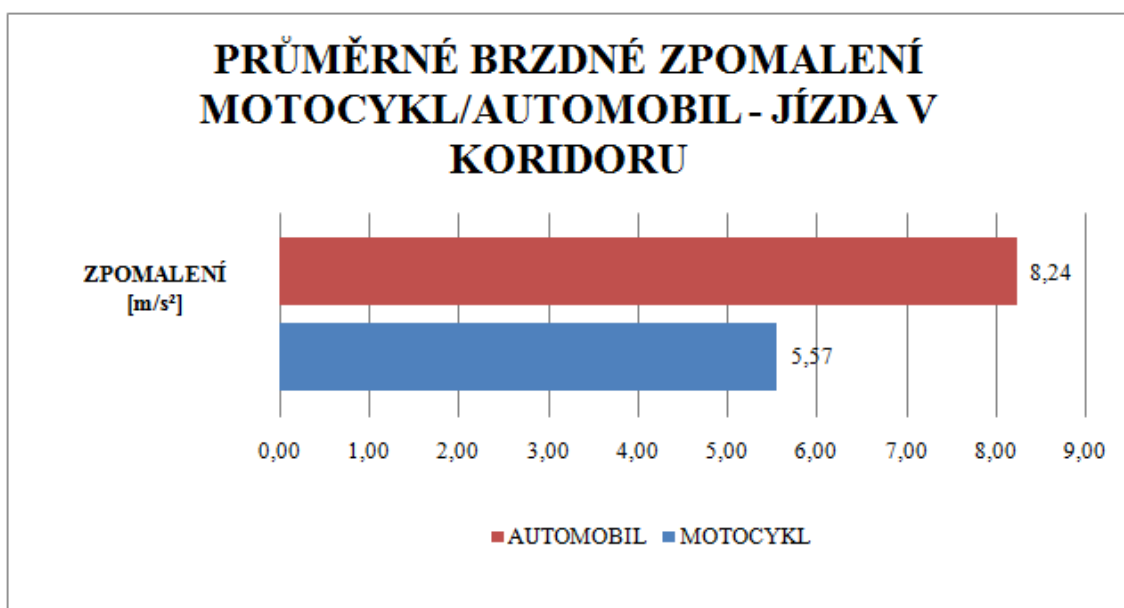
Tabulka 22. Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení – všechny varianty



Graf 32. Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení automobil – všechny varianty



**Graf 33.** Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení motocykl – všechny varianty



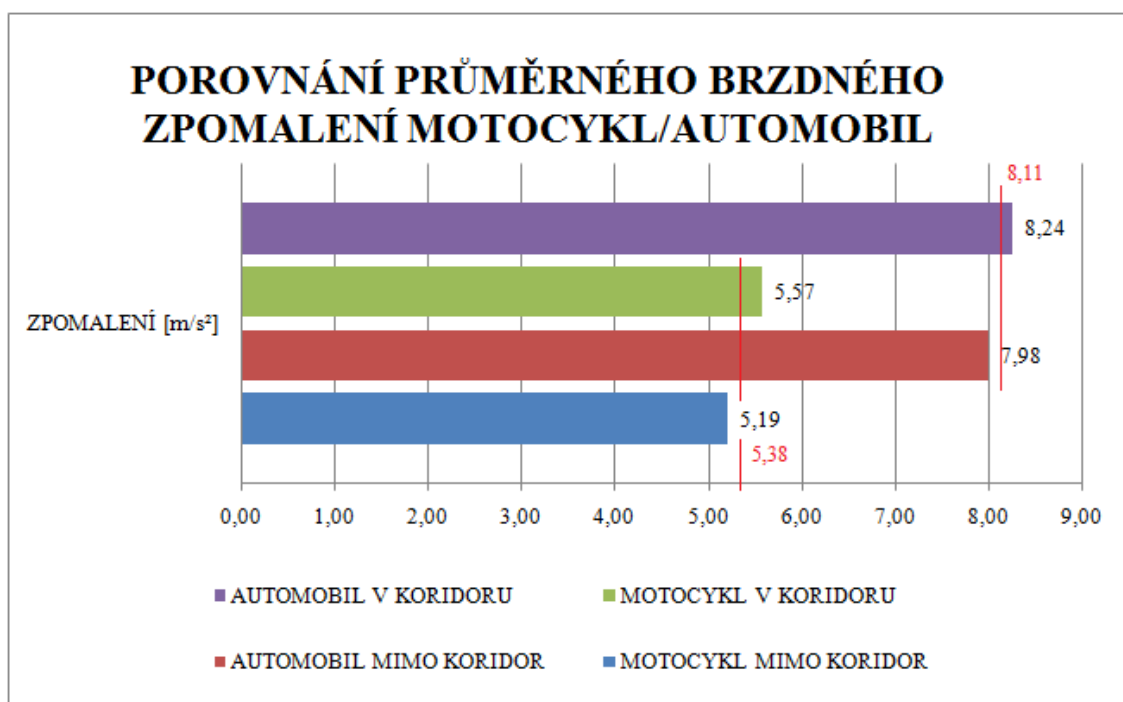
**Graf 34.** Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení automobil/motocykl – všechny varianty

#### **13.2.6. Porovnání průměrného brzdného zpomalení a průměrné dráhy brzdění při měření mimo koridor a jízdní zkoušce v koridoru – automobil/motocykl**

Průměrné hodnoty dosaženého průměrného zpomalení automobilu a motocyklu pro jízdní zkoušku v koridoru a měření mimo koridor, jsou znázorněny v grafu 35.

Rozdíl průměrů dosažených hodnot motocyklu při obou jízdních zkouškách je přibližně 7% a rozdíl průměrů dosažených hodnot automobilu je přibližně 3%. Toto se liší od původního předpokladu, že při měření mimo koridor se řidič zkušebního vozidla plně koncentruje na brzdňý manévr a dráha brzdění vozidla bude pravděpodobně kratší nebo alespoň stejná než při jízdňí zkoušce v koridoru, kdy se řidič soustředí i na světelný podnět. Rozdíl jednotlivých průměrů dosažených brzdňých drah pro obě jízdňí zkoušky automobilu i motocyklu je znázorněn v grafu 36 a hodnoty jsou uvedeny v tabulce 23.

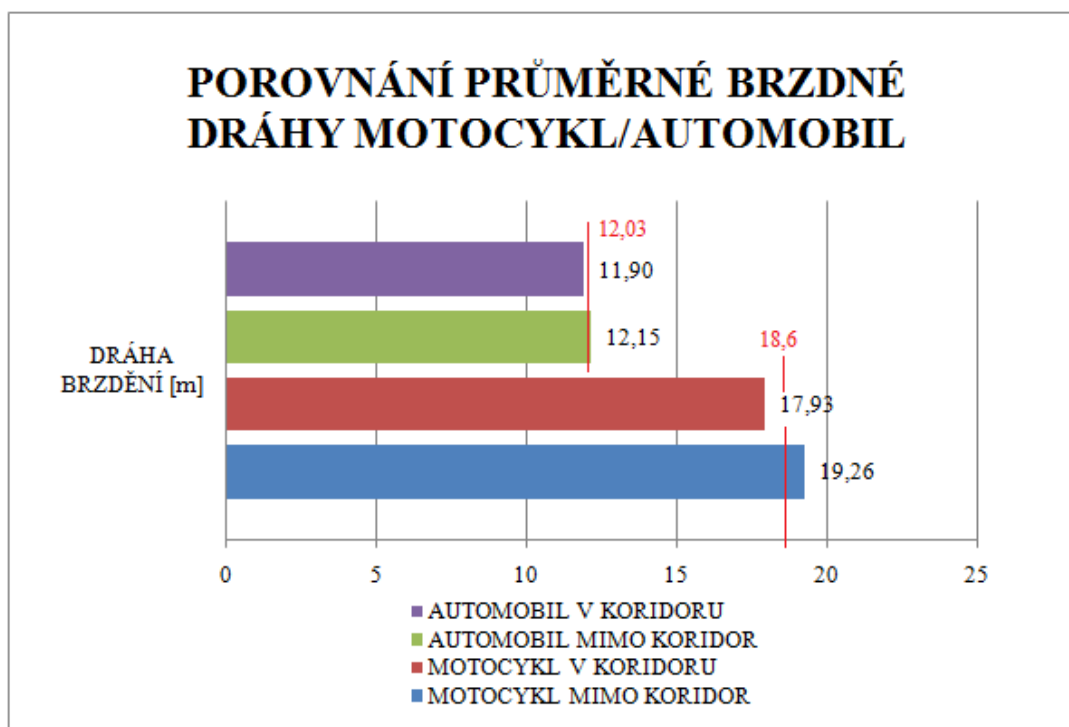
Při hledání možných příčin rozdílu od původního předpokladu a naměřených hodnot, je nutno zahrnout do analýzy i podmínky, při kterých jízdňí zkoušky byly prováděny a ty se během měření změnily. Došlo mezi oběma jízdňími zkouškami ke změně venkovní teploty, stoupla o 5°C, což mohlo mít vliv na přilnavost pneumatik.



**Graf 35.** Porovnání průměrného brzdňého zpomalení při měření mimo koridor a jízdňí zkoušce v koridoru – automobil/motocykl

JÍZDNÍ ZKOUŠKA V KORIDORU		
POKUS Č.	DRÁHA BRZDĚNÍ $s_1$ [m]	PRŮMĚRNÁ DRÁHA BRZDĚNÍ [m]
AUTO1	0	11,90
AUTO2	11,9	
AUTO3	11,76	
AUTO4	12,49	
AUTO5	10,77	
AUTO6	11,54	
AUTO7	12,91	
MOTO1/1	24,11	17,93
MOTO1/2	15,58	
MOTO1/3	16,35	
MOTO2/1	0	
MOTO2/2	16,8	
MOTO2/3	19,69	
MOTO2/4	15,07	

**Tabulka 23.** Průměrná dráha brzdění při jízdě zkoušce v koridoru – automobil/motocykl



**Graf 36.** Porovnání průměrné brzděné dráhy při měření mimo koridor a jízdě zkoušce v koridoru – automobil/motocykl

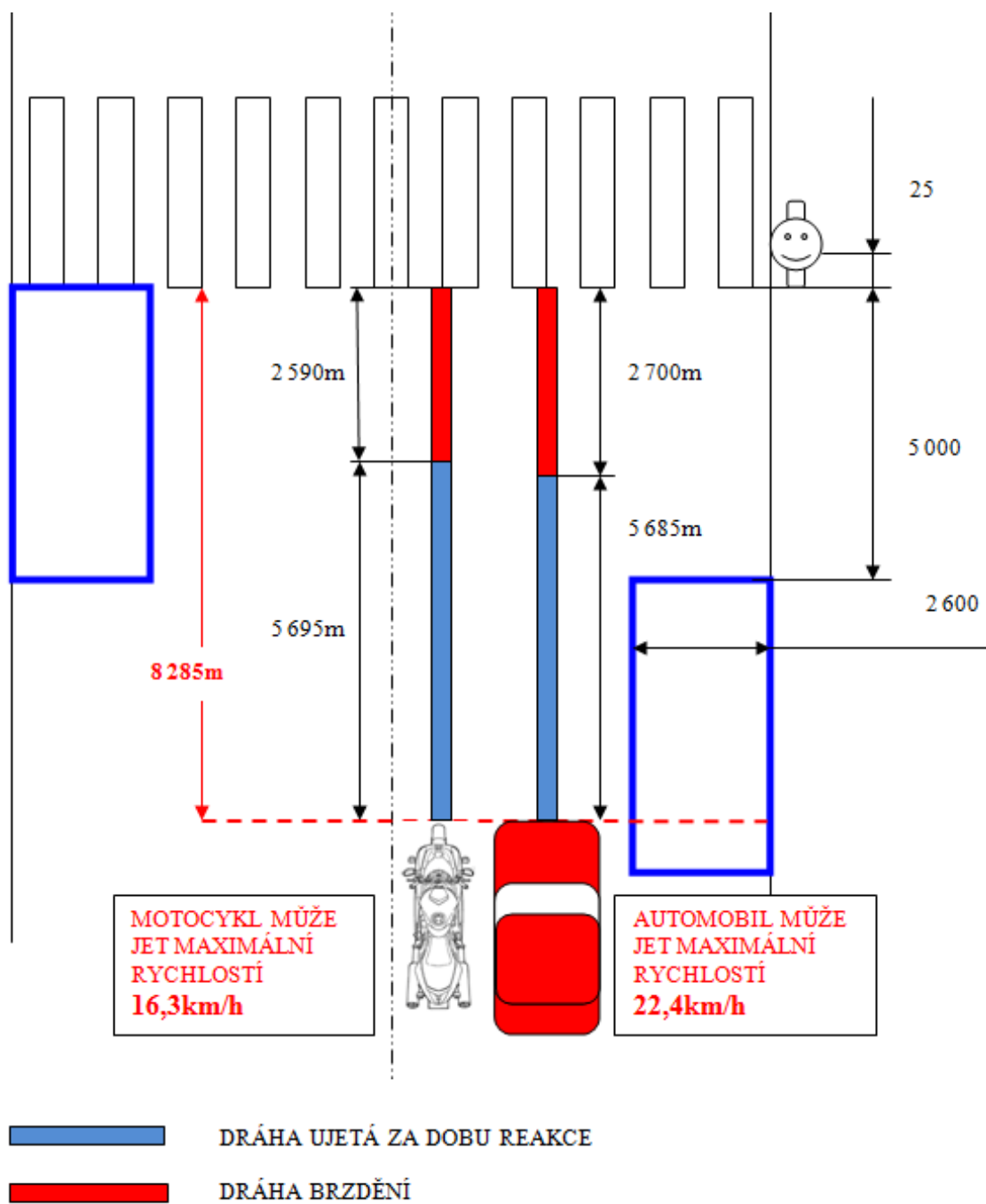
#### **14. Určení rychlosti, při které automobil a motocykl zastaví před přechodem pro chodce na vzdálenost 8,285m**

Pokud vezmeme z naměřených dat nejmenší průměrné brzdné zpomalení motocyklu  $a = 3,95\text{m/s}^2$  a nejdelší reakční dobu řidiče motocyklu  $t = 1,26\text{s}$ , tak po dosazení hodnot do rovnice (6) a její vyřešení, dostaneme maximální rychlost motocyklu, kterou se může pohybovat v okamžiku vizuálního kontaktu s chodcem, aby bezpečně zastavil před přechodem pro chodce.

$$v^2/2a + t.v - 8,285 = 0 \quad (6)$$

Pro zadané vstupní hodnoty je **maximální rychlost motocyklu** po zaokrouhlení **16,3km/h**. Pro automobil je nejmenší naměřené průměrné brzdné zpomalení  $a = 7,15\text{m/s}^2$  a nejdelší reakční doba řidiče automobilu  $t = 0,9\text{s}$ . Po dosazení do rovnice (6) a její vyřešení vyjde **maximální rychlost automobilu** po zaokrouhlení **22,4km/h**, kterou se může pohybovat v okamžiku vizuálního kontaktu s chodcem, aby automobil bezpečně zastavil před přechodem.





Obrázek 10. Maximální rychlosti motocyklu a automobilu pro zastavení

## 15. Závěr

Na základě provedených experimentálních měření, je možno určit rozmezí celkové maximální a minimální brzdné dráhy z výchozí počáteční rychlosti 50km/h pro automobil a motocykl, pro bezpečné zastavení vozidla v městském provozu před přechodem pro chodce. Vzhledem k tomu, že byl možný počet měření omezen, nebylo možno výsledky zpracovat běžnými statistickými metodami. Pro zpracování výsledků experimentálních měření byly zvoleny maximální a minimální hodnoty dosažených měřených parametrů a porovnali jsme je s jejich vypočítanými průměry. Pro lepší názornost a vyhodnocení měřených dat se použilo zanesení výsledných hodnot do grafů a obrázků.

Brzdné dráhy jsou znázorněné na obrázku 11. Jak je vidět z obrázku 11a) maximální brzdná dráha pro motocykl je 41,61m a 25,41m pro automobil. Pozice b) v obrázku 11 znázorňuje minimální brzdnou dráhu, která je 24,93m pro motocykl a 21,33m pro automobil. Pozice c) znázorňuje průměrnou brzdnou dráhu 23,56m pro automobil a 31,17m pro motocykl. Výchozí rychlost je pro tyto všechny brzdné dráhy 50km/h. **Dosažené brzdné dráhy automobilu a motocyklu se od sebe význačně liší.** V případě porovnání maximální brzdné dráhy motocyklu a minimální brzdné dráhy automobilu, je rozdíl v drahách více, jak 20m. Pokud porovnáme maximální dráhu brzdění automobilu a minimální brzdnou dráhu motocyklu, tak je možno pozorovat minimální rozdíl ve prospěch motocyklu – 0,48m. Zajímavé je se zaměřit na skladbu brzdné dráhy. Zde má **motocykl delší dráhu brzdění** než automobil a nejkratší brzdná dráha motocyklu je dosažena krátkou reakční dobou řidiče. Pro lepší pohled na rozdíly brzdné dráhy automobilu a motocyklu je vhodnější se zaměřit na průměrné hodnoty, vypočtené z reálných naměřených dat. Zde se rozdíl v brzdných drahách mezi motocyklem a automobilem velmi zmenšil na 7,61m. Při pohledu na skladbu brzdné dráhy se ujetá dráha za dobu reakce řidiče liší pouze o 1,04m, ale hlavní rozdíl je opět v dráze brzdění. Rozdíl je 6,57m v neprospěch motocyklu.

Z těchto poznatků je nutno učinit opatření pro zvýšení bezpečnosti účastníků silničního provozu. Při jejich uplatňování je nezbytné si uvědomit specifické odlišnosti mezi automobilem a motocyklem při brzděném manévru. Rozdíly jsou v hlavní míře způsobeny v nutnosti řidiče motocyklu zachovávat stabilitu při brzděném manévru. Stabilita a ovládání motocyklu je věcí tréninku a cviku. Pro zvýšení bezpečnosti a jízdní

jistoty motocyklisty, by bylo vhodné pro získání řidičského oprávnění na výkonově neomezenou variantu motocyklu, vždy vyžadovat předešlou praxi v řízení motocyklu s nižším objemem nebo výkonovým omezením, bez ohledu na zákonem stanovený věkový limit.

Do obrázku 12, jsou zaneseny maximální, minimální a průměrné hodnoty ujeté dráhy za dobu reakce řidiče motocyklu. Z obrázku 12 patrné, že řidič motocyklu se blíží k přechodu. Ve vzdálenosti 8,285m má první teoretickou možnost zahlédnout chodce. Chodec právě vstupuje na přechod pro chodce. Řidič vyhodnocuje situaci (reakční doba řidiče) a zahajuje brzdny manévr. Podle dosažených reálných hodnot z měření řidič začíná brzdit, až na konci znázorněných drah. Po celou reakční dobu se pohybuje nezměněnou rychlostí. Červenou barvou je znázorněna maximální, modrou barvou minimální a zelenou barvou průměrná ujetá dráha za dobu reakce řidiče. Dráhy brzdění motocyklu v kolizní situaci nejsou zaneseny, protože by začínala na přechodu pro chodce nebo za ním, kdy už by mohlo dojít ke kolizi s chodcem a na odvrácení kolize by neměla vliv. **Řidič motocyklu** jedoucího rychlostí 50km/h, po zaregistrování chodce, **nemá dostatečnou dráhu pro bezpečné zastavení**. V této situaci je jedinou variantou zabránění střetu motocyklu s chodcem - úhybný manévr, který vyžaduje bezpečné ovládání motocyklu a praxi.

Do obrázku 13, jsou též zakresleny maximální, minimální a průměrné hodnoty ujeté dráhy za dobu reakce řidiče automobilu. Z obrázku je zřejmé, že všechny znázorněné ujeté dráhy za dobu reakce řidiče končí na přechodu. Do tohoto okamžiku vozidlo jede nezměněnou rychlostí a řidič automobilu začíná brzdit až na přechodu, kde už může dojít ke střetu s chodcem. **Řidič automobilu** jedoucího rychlostí 50km/h, po zaregistrování chodce, taky **nemá dostatečnou dráhu pro bezpečné zastavení**.

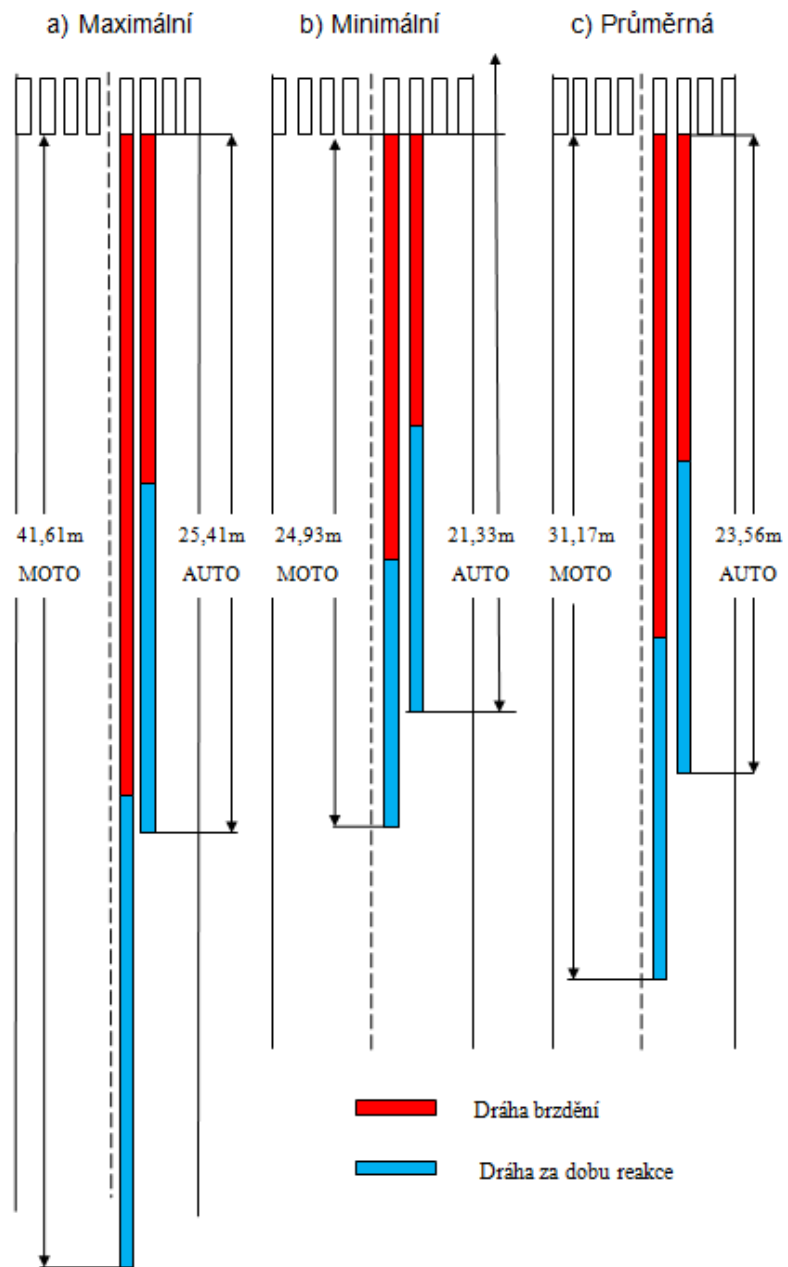
Z těchto zjištění se ukazuje, že příslušný **souběh jednotlivých zákonných ustanovení není optimální** a v konkrétních uvedených případech kolizních situací, nevyznívá příznivě pro bezpečnost silničního provozu.

Pro větší bezpečí pohybu chodců na přechodu a zabránění vzniku možných kolizních situací na přechodech pro chodce, by bylo vhodné:

- Zlepšit **výhledové poměry řidiče a chodce**, aby byli ve vizuálním kontaktu minimálně na vzdálenost maximální brzdny dráhy vozidel. Toto je možno zajistit

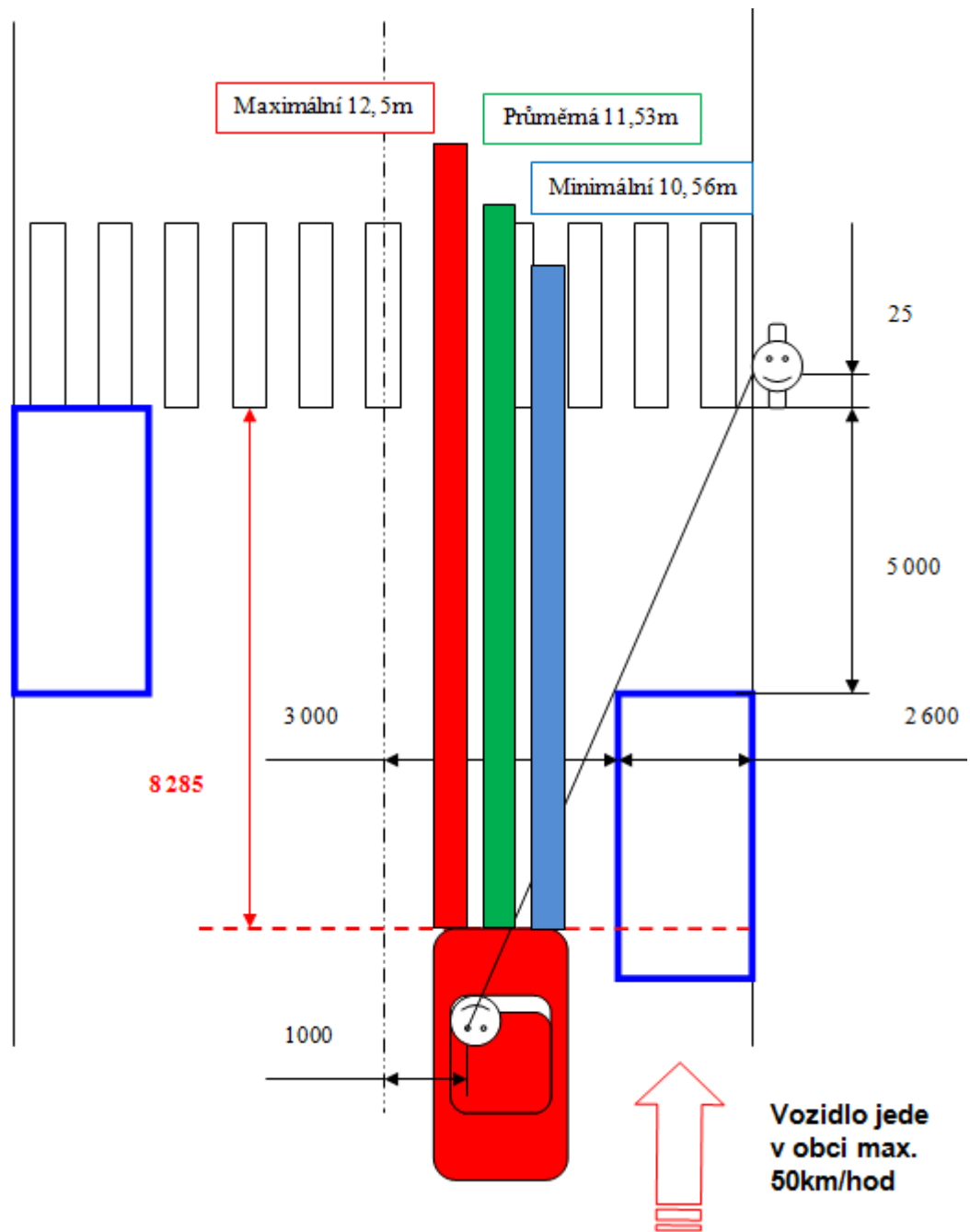
vhodným projektováním pozemních komunikací – parkování vozidel u krajnice v zapuštěných odstavných pruzích, vhodnou volbu umístění přechodů pro chodce autobusových zastávek, omezení přechodů přes vozovku s více jízdními pruhy a jiné další.

- Zajistit vzájemnou **informovanost chodců a řidičů o své přítomnosti** v silničním provozu. Toto lze provést různými technickými prostředky, které budou v dostatečné vzdálenosti od přechodů indikovat řidičům chodce na přechodu a opačně.
- Snížit **rychlost vozidel** před přechodem pro chodce, kde není možno zajistit vhodné výhledové poměry nebo s dostatečným předstihem informovat účastníky silničního provozu. Toto je možno zajistit zpomalovacími jízdními pruhy, instalace semaforů, vhodné dopravní značení obytných zón a dalšími vhodnými způsoby pro danou lokalitu, kde se bezpečnost chodců řeší.
- Masivní **informační kampaní** o dané problematice a ohleduplném chování účastníků silničního provozu k sobě navzájem.



**Obrázek 11.** Zakreslení maximální, minimální a průměrné brzdné dráhy z počáteční rychlosti 50km/h – automobil/motocykl





**Obrázek 13.** Kolizní situace se zakreslenou maximální, minimální a průměrnou dráhou ujetou za dobu reakce řidiče automobilu z výchozí rychlosti 50km/h.

## **Seznam použité literatury:**

- [1] *Ambitious Road Safety Targets Needed for 2020* [online]. Brusel (Belgie), [cit. 2010-01-10]. Dostupné na www: <<http://www.etsc.eu/documents.php?did=1>>.
- [2] *Policie České Republiky* [online]. [cit. 2010-02-14] Dostupné na WWW: <<http://www.policie.cz/web-informacni-servis-statistiky.aspx>>
- [3] *IRTAD Road Safety 2009* [online]. [cit. 2010-01-10]. Dostupné na WWW: <<http://internationaltransportforum.org/irtad/pdf/09IrtadReportFin.pdf>>
- [4] *Národní strategie bezpečnosti silničního provozu* [online]. Analytická část, 2008, [cit. 2010-03-16]. Dostupné na WWW: <[http://www.ibesip.cz/files/=1510/III\\_Revize+a+aktualizace+NSBSP+2008-2010.doc](http://www.ibesip.cz/files/=1510/III_Revize+a+aktualizace+NSBSP+2008-2010.doc)>
- [5] *Zákon č. 361/2000 Sb.* [online]. [cit. 2010-03-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/C33E38FC-A12A-46B8-9E89-841136D385FE/0/MicrosoftWord361.pdf>>

## **Seznam obrázků:**

**Obrázek 1.** *Kolizní situace*

**Obrázek 2.** *Přechod pro chodce před Okresním soudem v Náchodě*

**Obrázek 3.** *Přechod pro chodce ulice Raisova v Náchodě*

**Obrázek 4.** *Přechod pro chodce ulice Tepenská v Náchodě*

**Obrázek 5.** *Přestupek řidiče motocyklu – překročení povolené rychlosti v obci*

**Obrázek 6.** *Návrh experimentu*

**Obrázek 7.** *Zkušební dráha pro jízdní zkoušku v koridoru*

**Obrázek 8.** *Jízdní zkouška bez reakční doby – motocykl*

**Obrázek 9.** *Jízdní zkouška v koridoru – řidič 1/motocykl*

**Obrázek 10.** *Maximální rychlosti motocyklu a automobilu pro zastavení*

**Obrázek 11.** *Zakreslení maximální, minimální a průměrné brzdné dráhy z počáteční rychlosti 50km/h – automobil/motocykl*

**Obrázek 12.** *Kolizní situace se zakreslenou maximální, minimální a průměrnou dráhou ujetou za dobu reakce řidiče motocyklu z výchozí rychlosti 50km/h.*

**Obrázek 13.** *Kolizní situace se zakreslenou maximální, minimální a průměrnou dráhou ujetou za dobu reakce řidiče automobilu z výchozí rychlosti 50km/h.*



## **Seznam grafů:**

- Graf 1.** *Vývoj nehod v letech 2000-2009*
- Graf 2.** *Vývoj počtu lehce zraněných v letech 2000-2009*
- Graf 3.** *Vývoj počtu těžce zraněných v letech 2000-2009*
- Graf 4.** *Vývoj počtu usmrcených osob v letech 2000-2009*
- Graf 5.** *Vývoj počtu usmrcených osob v obci a mimo obec v letech 2000-2009*
- Graf 6.** *Počet usmrcených osob na 100 000 obyvatel v 2008*
- Graf 7.** *Nehody zaviněné chodci – rozdělení na skupiny*
- Graf 8.** *Vývoj nehod chodců na přechodech a jejich druhy zranění 2000-2009*
- Graf 9.** *Vývoj usmrcených/nezraněných chodců na přechodech 2000-2009*
- Graf 10.** *Zkušební provoz - červenec 2009 – překročení povolené rychlosti*
- Graf 11.** *Měření rychlosti - listopad 2009*
- Graf 12.** *Jízdní zkouška bez reakční doby – automobil, brzdná dráha*
- Graf 13.** *Jízdní zkouška bez reakční doby – automobil, průměrné brzdné zpomalení*
- Graf 14.** *Jízdní zkouška bez reakční doby – motocykl, brzdná dráha*
- Graf 15.** *Jízdní zkouška bez reakční doby – motocykl, průměrné brzdné zpomalení*
- Graf 16.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru motocykl/automobil – varianta 1*
- Graf 17.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru motocykl/automobil – varianta 3*
- Graf 18.** *Porovnání průměrné brzdné dráhy automobil/motocykl*
- Graf 19.** *Porovnání průměrného brzdného zpomalení motocykl/automobil*
- Graf 20.** *Závislost výchozí rychlost/čas do zastavení vozidla*
- Graf 21.** *Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 1*
- Graf 22.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 1, upravená výchozí rychlost*
- Graf 23.** *Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 2*
- Graf 24.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 2, upravená výchozí rychlost*
- Graf 25.** *Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 3*
- Graf 26.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 3, upravená výchozí rychlost*
- Graf 27.** *Reakční doba všechny varianty – automobil*
- Graf 28.** *Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 1*

- Graf 29.** *Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 2*
- Graf 30.** *Průměrná reakční doba všechny varianty*
- Graf 31.** *Porovnání ujeté dráhy za průměrnou reakční dobu motocykl/automobil*
- Graf 32.** *Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení automobil – všechny varianty*
- Graf 33.** *Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení motocykl – všechny varianty*
- Graf 34.** *Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení automobil/motocykl – všechny varianty*
- Graf 35.** *Porovnání průměrného brzdného zpomalení při měření mimo koridor a jízdní zkoušce v koridoru – automobil/motocykl*
- Graf 36.** *Porovnání průměrné brzdné dráhy při měření mimo koridor a jízdní zkoušce v koridoru – automobil/motocykl*

### **Seznam tabulek:**

- Tabulka 1.** *Základní ukazatele nehodovosti v České republice 2000-2009*
- Tabulka 2.** *Vývoj počtu usmrcených osob v obci a mimo obec v letech 2000-2009*
- Tabulka 3.** *Nehody zaviněné řidiči motorových vozidel na přechodech 2000-2009*
- Tabulka 4.** *Pravděpodobnost usmrcení chodce při střetu s automobilem*
- Tabulka 5.** *Data jízdní zkouška bez reakční doby – automobil*
- Tabulka 6.** *Data jízdní zkouška bez reakční doby – motocykl*
- Tabulka 7.** *Jízdní zkouška v koridoru – automobil*
- Tabulka 8.** *Jízdní zkouška v koridoru – motocykl/řidič 1*
- Tabulka 9.** *Jízdní zkouška v koridoru – motocykl/řidič 2*
- Tabulka 10.** *Porovnání motocykl/automobil – varianta 1*
- Tabulka 11.** *Porovnání motocykl/automobil – varianta 2*
- Tabulka 12.** *Porovnání motocykl/automobil – varianta 3*
- Tabulka 13.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 1, upravená výchozí rychlost*
- Tabulka 14.** *Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 1*
- Tabulka 15.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 2, upravená výchozí rychlost*
- Tabulka 16.** *Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 2*
- Tabulka 17.** *Porovnání jízdní zkouška v koridoru automobil/motocykl – varianta 3, upravená výchozí rychlost*

**Tabulka 18.** *Reakční doba řidiče automobil/motocykl – varianta 3*

**Tabulka 19.** *Reakční doba všechny varianty – automobil*

**Tabulka 20.** *Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 1*

**Tabulka 21.** *Reakční doba všechny varianty – motocykl/řidič 2*

**Tabulka 22.** *Vyhodnocení průměrného brzdného zpomalení – všechny varianty*

**Tabulka 23.** *Průměrná dráha brzdění při jízdě zkoušce v koridoru –  
automobil/motocykl*

### **Seznam příloh:**

**Příloha 1.** *Seznam materiálního zabezpečení*

**Příloha 2.** *Záznam jízdě zkoušky bez reakční doby – automobil*

**Příloha 3.** *Záznam jízdě zkoušky bez reakční doby – motocykl*

**Příloha 4.** *Záznam jízdě zkoušky v koridoru – řidič 1/motocykl*

**Příloha 5.** *Záznam jízdě zkoušky v koridoru – řidič 2/motocykl*

**Příloha 6.** *Záznam jízdě zkoušky v koridoru – automobil*

**Příloha 7.** *Příprava zkušebních vozidel – značkovací zařízení*

**Příloha 8.** *Záběry z praktické realizace jízdě zkoušek*

**Příloha 9.** *Záběry z praktické realizace jízdě zkoušek*

## **PŘÍLOHY**

<b>SEZNAM MATERIÁLNÍHO ZABEZPEČENÍ</b>				
<b>POŘ. ČÍSLO</b>	<b>NÁZEV</b>	<b>POČET KUSŮ</b>	<b>VLASTNÍK ZAŘÍZENÍ</b>	<b>KONTAKTNÍ OSOBA</b>
1.	Směrová deska	22	Dopravní značení Náchod	p. Matyska P.
2.	Signální svítlna EKO	22	Dopravní značení Náchod	p. Matyska P.
3.	Světelný spínač	1	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
4.	Kabeláž k světelné bráně	1	Dopravní značení Náchod	p. Matyska P.
5.	Akumulátor	2	Dopravní značení Náchod	p. Matyska P.
6.	Roznětky		Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
7.	Držák na roznětky – moto	1	p. Jedlička K.	
8.	Držák na roznětky- Auto	1	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
9.	Kabeláž značkovací zařízení-moto	1	p. Jedlička K.	
10.	Kabeláž značkovací zařízení-auto	1	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
11.	Radar pro měření rychlosti	1	Městská policie Náchod	p. Miroslav Horák
12.	Zkušební vozidlo - automobil	1	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
13.	Zkušební vozidlo - motocykl	1	p. Jedlička K.	
14.	Doprava vozidla a materiálu		Auto Benau	p. Beneš D.
15.	Doprava materiálu a motocyklu		p. Jedlička K.	
16.	Notebook Dell	1	p. Jedlička K.	
17.	Fotoaparát	2	p. Jedlička K Doc. Tesař M.	
18.	Převodník 12/220V	1	p. Jedlička K.	
19.	Značkovací zařízení	1	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
20.	Videokamera	1	Univerzita Pardubice	Ing. Ševčík I.
21.	Křídý	Sada	p. Jedlička K.	
22.	Nářadí	Sada	p. Jedlička K.	
23.	Tužky	5	p. Jedlička K.	
24.	Záznamy jízd	Sady	p. Jedlička K.	
25.	Tvrdé desky	1	p. Jedlička K.	
26.	Kanystř + benzín	1	p. Jedlička K.	
27.	Vysílačky	4	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.
28.	Zařízení pro měření vzdálenosti - kolečko	1	Univerzita Pardubice	Doc. Tesař M.

**Příloha 1.** *Seznam materiálního zabezpečení*

**ZÁZNAM – JÍZDNÍ ZKOUŠKA BEZ REAKČNÍ DOBY  
AUTOMOBIL**

POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST	BRZDNÁ DRÁHA	POZN.
1.	50		
2.	50		
3.	50		
4.	50		
5.	50		
6.	50		

**Příloha 2.** *Záznam jízdní zkoušky bez reakční doby - automobil*

**ZÁZNAM – JÍZDNÍ ZKOUŠKA BEZ REAKČNÍ DOBY  
MOTOCYKL**

POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST	BRZDNÁ DRÁHA	POZN.
1.	50		
2.	50		
3.	50		
4.	50		
5.	50		
6.	50		

**Příloha 3.** *Záznam jízdní zkoušky bez reakční doby - motocykl*

**ZÁZNAM – BRZDNÁ ZKOUŠKA JÍZDA V KORIDORU  
ŘIDIČ 1/MOTOCYKL**

POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST	DRÁHA REAKCE/DRÁHA BRŽDĚNÍ	POZN. umístění světél signálu a spínače
1.			000000000000 → 000000000000
2.			000000000000 → 000000000000
3.			000000000000 → 000000000000
4.			000000000000 → 000000000000
5.			000000000000 → 000000000000
6.			000000000000 → 000000000000

**Příloha 4.** Záznam jízdní zkoušky v koridoru – řidič 1/motocykl



**ZÁZNAM – BRZDNÁ ZKOUŠKA JÍZDA V KORIDORU  
ŘIDIČ 2/MOTOCYKL**

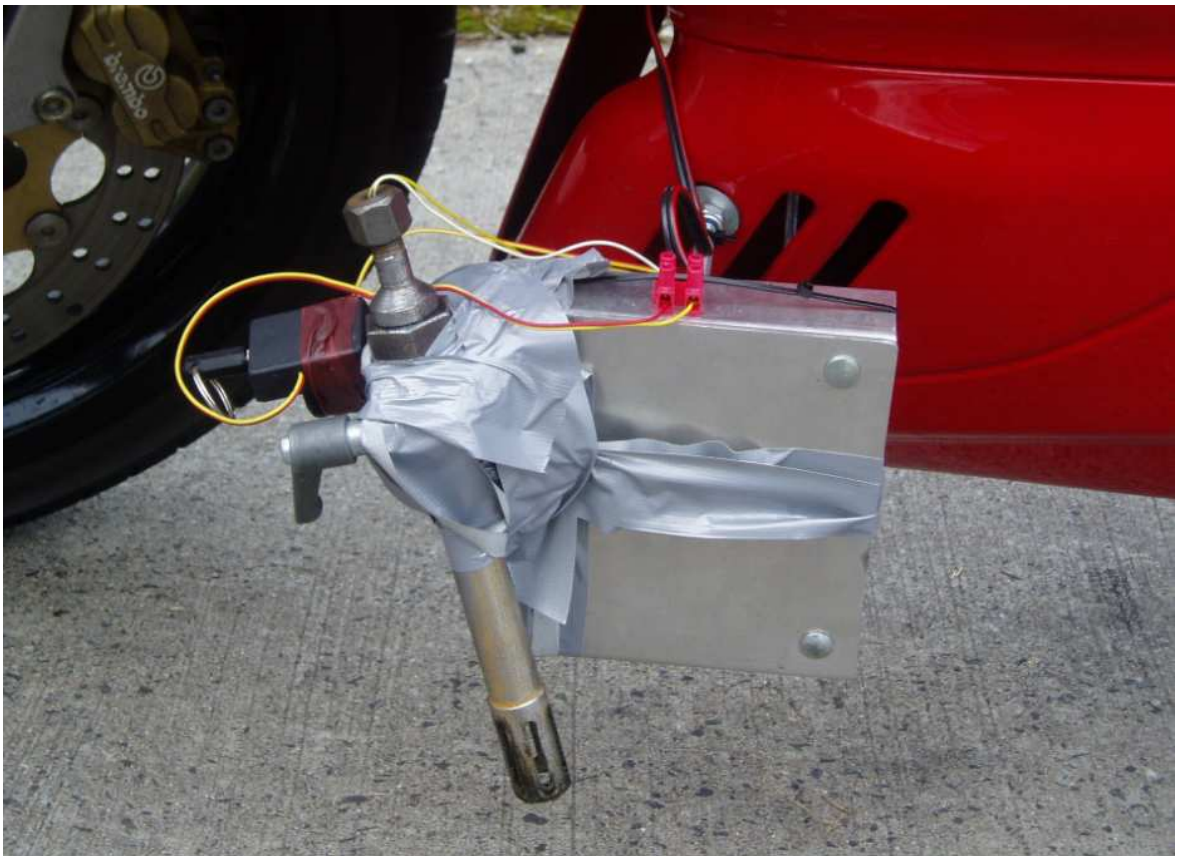
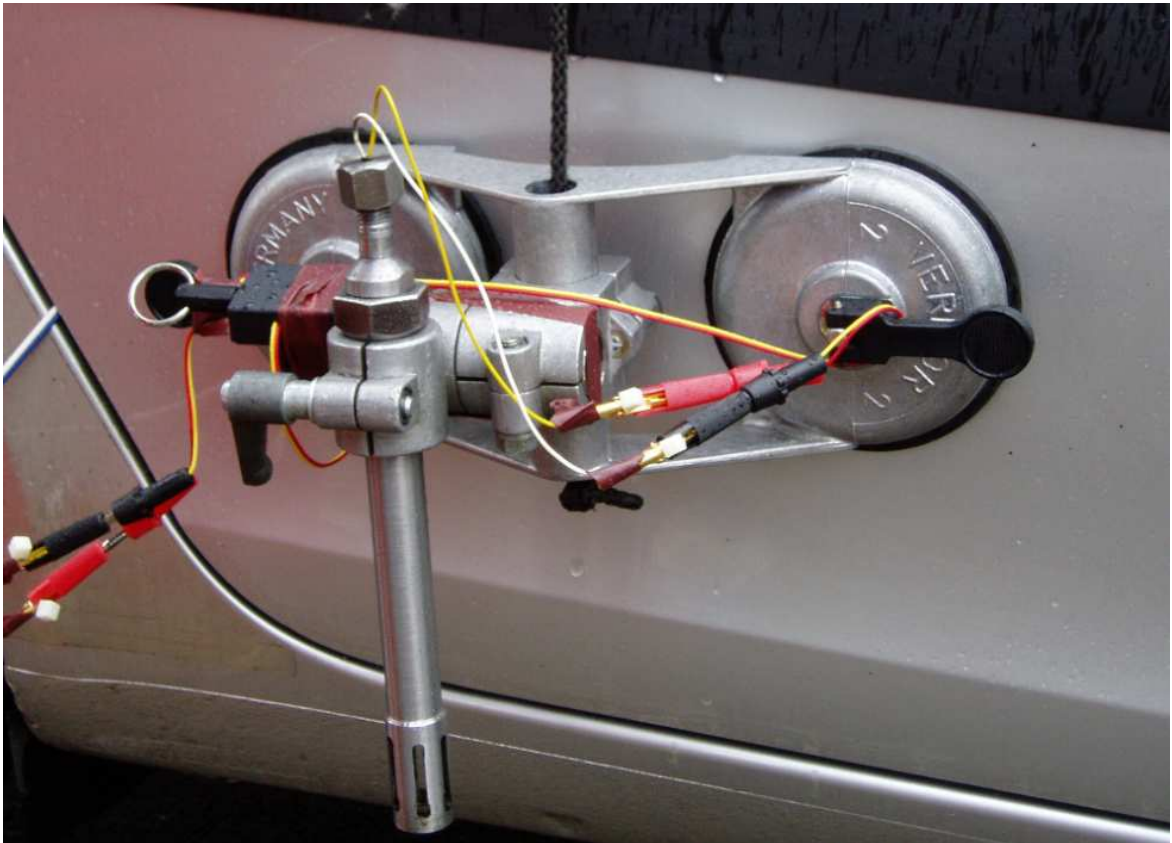
POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST	DRÁHA REAKCE/DRÁHA BRŽDĚNÍ	POZN. umístění světel signálu a spínače
1.			000000000000 → 000000000000
2.			000000000000 → 000000000000
3.			000000000000 → 000000000000
4.			000000000000 → 000000000000
5.			000000000000 → 000000000000
6.			000000000000 → 000000000000

**Příloha 5. Záznam jízdní zkoušky v koridoru – řidič 2/motocykl**

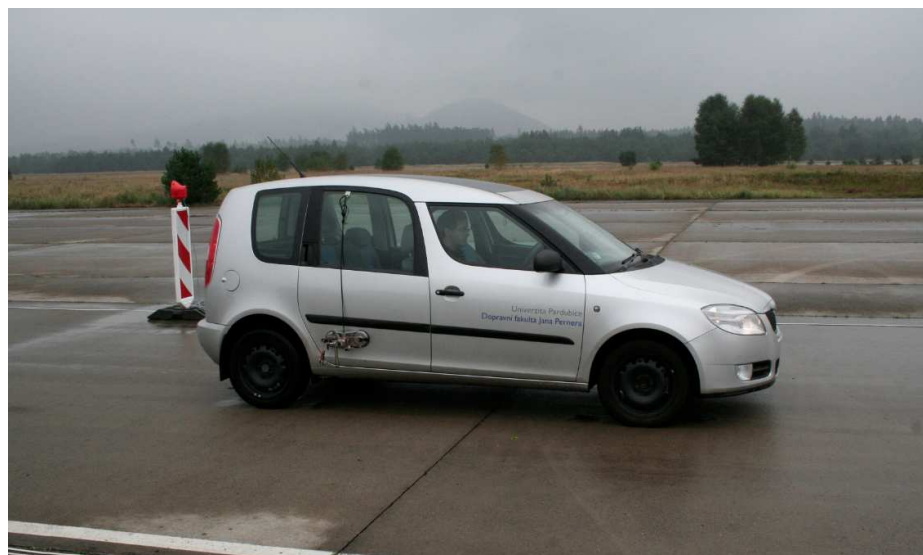
**ZÁZNAM – BRZDNÁ ZKOUŠKA JÍZDA V KORIDORU  
AUTOMOBIL**

POKUS Č.	POČÁTEČNÍ RYCHLOST	DRÁHA REAKCE/DRÁHA BRŽDĚNÍ	POZN. umístění světél signálu a spínače
1.			O O O O O O O O O O O O → O O O O O O O O O O O O
2.			O O O O O O O O O O O O → O O O O O O O O O O O O
3.			O O O O O O O O O O O O → O O O O O O O O O O O O
4.			O O O O O O O O O O O O → O O O O O O O O O O O O
5.			O O O O O O O O O O O O → O O O O O O O O O O O O
6.			O O O O O O O O O O O O → O O O O O O O O O O O O

**Příloha 6.** Záznam jízdní zkoušky v koridoru – automobil



**Příloha 7.** Příprava zkušebních vozidel – upevnění značkovacího zařízení



**Příloha 8.** Záběry z praktické realizace jízdních zkoušek



**Příloha 9.** Záběry z praktické realizace jízdních zkoušek