



# 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

## VYBRANÉ JÍZDNÍ MANÉVRY MOTOCYKLISTŮ

SELECTED DRIVING MANOEUVRES OF MOTORCYCLISTS

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Bc. Luděk Kriegsmann**

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**doc. Ing. Bc. Marek Semela,  
Ph.D.**

**BRNO 2022**

## Zadání diplomové práce

Student:	<b>Bc. Luděk Kriegsmann</b>
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2021/22
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:

### Vybrané jízdní manévry motocyklistů

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce je teoreticky představit konstrukci a odlišnosti koncepce a brzdových soustav motocyklů, zvláštnosti a specifika jízdy, provést měření akceleračních, brzdných a vybraných vyhybacích manévru s cílem popsat základní technické odlišnosti a vlivy na měřitelné hodnoty, vyhodnotit měření a na základě měření formulovat doporučení pro znalecké posuzování pohybu motocyklů.

(Téma je vhodné pro motocyklistu, případně osobu schopnou organizace experimentu s motorkáři.)

#### Cíle diplomové práce:

- teoreticky připravit problematiku a popsat specifika jízdy na motocyklu, resp. různých typech motocyklů,
- popsat podrobně jednotlivé skupiny motocyklů a zejména podstatné odlišnosti
- připravit a realizovat komplexní měření vybraných jízdních manévru motocyklů
- vyhodnotit výsledky,
- formulovat doporučení, vlivy a specifika pro znalecké posuzování nehod a jízdy motocyklů.

#### Seznam literatury:

BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1997. ISBN 80-7204-057-X. s. 719

BURG, H., MOSER A. Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion – Unfallaufnahme – Fahrdynamik – Simulation, 1. vydání 2007, Vieweg, ISBN 978-3-8348-0172-2. s. 952.

HUGEMANN, W. a rozsáhlý autorský tým. Unfall-rekonstruktion, dva svazky, 1. vydání, 2007. ISBN 3-00-019419-3. s. 1238.

KOLEKTIV AUTORŮ. Wypadki drogowe – Vademecum biegetego sadowego, vydavatelství Instytutu Ekspertys sadowych, Krakov 2010. ISBN 83-87425-32-X. s. 1094.

RIVERS, Robert W. Evidence in traffic crash investigation and reconstruction. Springfield : Charles C Thomas Publisher, 2006. str. 295. 1. vydání. ISBN 978-0-398-07644-8.

JANÍČEK, Přemysl. Systémové pojetí vybraných oborů pro techniky - hledání souvislostí. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. str. 1234. Sv. 1+2, 1. vydání. ISBN 978-80-7204-554-9.

RÁBEK, Vlastimil. Vybrané postupy analýzy dopravních nehod. Žilina, EDIS - vydavatelství Žilinské univerzity, 2009. str. 217. VPRA-SCP-2009-06-02.

Související právní předpisy, případně další podklady předložené vedoucím práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

---

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

---

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

## **Abstrakt**

Celá diplomová práce je koncipována na dvě části. První část je zaměřena na teoretický popis konstrukce motocyklů. Zejména se teoretická část zabývá popisem typů motocyklů, typů rámců, typů odpružení a popisem brzdových systémů užívaných na motocyklech. V teoretické části jsou řešeny také hlavní parametry motocyklu, které ovlivňují ovladatelnost a stabilitu motocyklu při jízdě. V poslední teoretické části je řešena technika jízda na motocyklu. Druhá část je zaměřena přímo na provedení experimentu. Experiment sestává celkem z měření pěti disciplín a to měření zrychlení, měření brzdného zpomalení pomocí brzd, měření zpomalení motorem, měření výjezdu z křižovatky a měření příčného přemístění. Měření se zúčastnilo osm motocyklů. Hlavními výstupy z měření jsou časové údaje, hodnoty zpomalení a příčného zrychlení.

## **Abstract**

The entire diploma thesis is designed into two parts. The first part is focused on the theoretical description of the construction of motorcycles. In particular, the theoretical part deals with the description of the types of motorcycles, types of frames, types of suspension and the description of braking systems used on motorcycles. In the theoretical part, the main parameters of the motorcycle are also addressed, which affect the handling and stability of the motorcycle while riding. The last theoretical part deals with the technique of riding a motorcycle. The second part is focused directly on the execution of the experiment. The experiment consists of measuring five disciplines, namely measuring acceleration, measuring braking deceleration using brakes, measuring deceleration by the engine, measuring exit from an intersection and measuring lateral displacement. Eight motorcycles took part in the measurement. The main outputs from the measurements are time data, deceleration and lateral acceleration values.

## **Klíčová slova**

Motocykl, brzdné zpomalení, zrychlení, příčné přemístění, zpomalení motorem

## **Keywords**

Motorcycle, braking deceleration, acceleration, lateral displacement, engine deceleration

### ***Bibliografická citace***

KRIEGSMANN, Luděk. *Vybrané jízdní manévry motocyklistů*. Brno, 2022. 92s. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135639>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Marek Semela.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Vybrané jízdny manévry motocyklistů“ 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 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 .....

.....

Podpis autora

### ***Poděkování***

Tímto děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Bc. Marku Semelovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval všem, kteří se zúčastnili experimentálního měření.

# OBSAH

## OBSAH

1	ÚVOD.....	16
2	MOTOCYKL.....	17
2.1	Kategorie motocyklů dle zákona.....	17
3	KONSTRUKCE MOTOCYKLŮ.....	18
3.1	Typy motocyklů.....	18
3.1.1	Skútr.....	18
3.1.2	Moped.....	19
3.1.3	Enduro a Kross.....	19
3.1.4	Silniční sportovní.....	20
3.1.5	Naháč.....	20
3.1.6	Cestovní a Turistické.....	21
3.1.7	Chopper a Cruiser.....	21
3.2	Podvozek.....	22
3.2.1	Rám.....	22
3.2.2	Odpružení a tlumení.....	25
3.2.3	Úhel sklonu přední vidlice.....	27
3.2.4	Závlek předního kola.....	28
3.2.5	Rozvor kol.....	28
3.2.6	Pneumatiky.....	29
3.3	Brzdové systémy.....	31
3.3.1	Bubnové brzdy.....	31
3.3.2	Kotoučové brzdy.....	33
3.4	E-motocykly.....	36
4	OVLADATELNOST A STABILITA MOTOCYKLU.....	37
4.1	Těžiště.....	37
4.2	Gyroskopické síly (momenty).....	38
4.3	Stabilita při přímé jízdě.....	38
4.4	Směrová stabilita pneumatiky.....	38
5	ASISTENČNÍ SYSTÉMY MOTOCYKLU.....	39
5.1	ABS (anti lock braking system).....	39
5.2	CBS (combined braking system).....	40
5.3	MSC (motorcycle stability control).....	41

6	TECHNIKA JÍZDY NA MOTOCYKLU .....	42
6.1	Zatáčení .....	42
6.1.1	<i>Counter Steering</i> .....	42
6.1.2	<i>Body Steering</i> .....	43
6.2	Zrychlování (Akcelerace) .....	43
6.3	Brzdění .....	43
6.4	Průjezd zatáčkou .....	44
6.5	Objíždění překážky .....	45
6.6	Posed .....	46
7	EXPERIMENT .....	47
7.1	Teoretický rozbor experimentu .....	47
7.1.1	<i>Akcelerace</i> .....	47
7.1.2	<i>Brzdění pomocí brzd</i> .....	47
7.1.3	<i>Brzdění pomocí motoru</i> .....	48
7.1.4	<i>Výjezd z křižovatky</i> .....	49
7.1.5	<i>Příčné přemístění</i> .....	50
7.1.6	<i>Poznátky z předešlých měření a prací</i> .....	51
7.2	Místo provedení experimentu .....	54
7.3	Měřicí přístroje .....	55
7.4	Parametry měřených vozidel .....	57
7.5	Podmínky a příprava měření .....	62
7.6	Zpracování a vyhodnocení dat .....	66
7.6.1	<i>Zpracování a vyhodnocení akcelerace z 0 na 90 km/h</i> .....	66
7.6.2	<i>Zpracování a vyhodnocení akcelerace z 20 na 60 km/h</i> .....	68
7.6.3	<i>Zpracování a vyhodnocení brzdění pomocí brzd</i> .....	71
7.6.4	<i>Zpracování a vyhodnocení brzdění pomocí motoru</i> .....	77
7.6.5	<i>Zpracování a vyhodnocení výjezdu z křižovatky</i> .....	81
7.6.6	<i>Zpracování a vyhodnocení příčného přemístění</i> .....	84
8	DISKUZE .....	90
9	ZÁVĚRY .....	91

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

SEZNAM TABULEK

SEZNAM GRAFŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM PŘÍLOH

# 1 ÚVOD

V dnešní době se ve světě využívají pro dopravu všelijaké dopravní prostředky. Jednou z velmi rozšířených skupin dopravních prostředků je skupina motocyklů. Motocykly se využívají jako prostředky pro dopravu osob z bodu A do bodu B, pro podnikání a pro další věci. Motocykly se stávají velice používaným dopravním prostředkem například pro dovážku jídla ve městech.

Tím, že jsou motocykly tak rozšířené, jsou velice často motocyklisté účastníky dopravních nehod. Pro řešení dopravních nehod s motocyklisty je velice málo vstupních údajů. Z tohoto důvodu je důležité specifikovat konstrukční odlišnosti motocyklů, možnosti manévrování na motocyklech a vlivy ovlivňující jízdu na motocyklech.

Tato diplomová práce je rozdělena na dvě části (teoretickou a experimentální). První část se zabývá teoretickým popisem odlišností různých typů motocyklu, jejich konstrukce, ovladatelnosti, stabilitou, asistenčními systémy a samotnou technikou jízdy na motocyklu. Část konstrukce je zaměřena především na podvozek (rámy, odpružení, pneumatiky atd.) a brzdové systémy užívané na motocyklech. V části ovladatelnost a stabilita motocyklu je řešena stabilita motocyklu a vlivy, které stabilitu ovlivňují u různých typů motocyklů. V části asistenčních systémů jsou popsány funkce jednotlivých asistenčních systémů, které se používají na motocyklech a ovlivňují stabilitu, ovladatelnost a samotné brzdění při různých situacích. Část technika jízdy na motocyklu popisuje princip jednotlivých úkonů při řízení motocyklu. Experimentální část práce se zabývá přímo provedením experimentu. Při experimentu jsou provedeny akcelerační a brzdové zkoušky. Dále jsou v experimentální části provedeny manévry jako výjezd z křižovatky a příčné přemístění motocyklů. Experimentální část popisuje průběh, způsob provedení těchto zkoušek, podmínky a jejich vyhodnocení.

## 2 MOTOCYKL

Motocykl je dvoukolé jednostopé vozidlo, které pro pohon používá spalovací motor. Motocykl je tvořen několika funkčními skupinami. Funkčními skupinami jsou: podvozek, hnací soustava a převodové ústrojí. Základem motocyklů je ocelový rám, na kterém je připevněn motor, převodovka, palivová nádrž, sedlo a další součásti. Jak přední, tak zadní kolo je odpruženo a vybaveno tlumiči. Motor je spojený s převodovkou, která pomocí řetězu pohání zadní kolo. Malé motocykly užívají ve většině případů dvoudobé vzduchem chlazené zážehové motory. Větší motocykly využívají čtyřdobé zážehové motory. [1], [2]

### 2.1 KATEGORIE MOTOCYKLŮ DLE ZÁKONA

Kategorie motocyklů dle zákona jsou řešena v platné vyhlášce č. 341/2014 Sb. Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. V této vyhlášce jsou jednostopá dvoukolá vozidla zařazena do kategorie L. [3]

Přesněji se kategorií vozidel L zabývá nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 168/2013. Kategorie L je dělena dále do těchto kategorií:

- „L1e – Lehké dvoukolové motorové vozidlo
  - L1e – A – Motokolo
  - L1e – B – Dvoukolový moped
- L2e – Tříkolový moped
  - L2e – P – Tříkolový moped určený k přepravě osob
  - L2e – U – Užitkový tříkolový moped
- L3e – Dvoukolový motocykl
  - L3e – A1 – Motocykl s nízkým výkonem
  - L3e – A2 – motocykl se středním výkonem
  - L3e – A3 – Motocykl s vysokým výkonem
- L4e – Dvoukolový motocykl s postranním vozíkem
- L5e – Motorová tříkolka
  - L5e – A – Tříkolka
  - L5e – B – Komerční tříkolka
- L6e – Lehká čtyřkolka
  - L6e – A – Lehká silniční čtyřkolka
  - L6e – B – lehký quadrimobil
- L7e – Těžká čtyřkolka“ [4]

## 3 KONSTRUKCE MOTOCYKLŮ

Jak již bylo popsáno v **kapitole č. 2** motocykl se skládá z podvozku, hnací soustavy a převodového ústrojí. Motocykl se dá považovat za tuhý, protože odpružení je jednoduchý prostorový mechanismus. Tento mechanismus se skládá ze čtyř částí. [5]

- 1) Přední část (vidlice, hlava řízení a řídítka)
- 2) Zadní část (rám, sedlo, nádrž a hnací ústrojí motor s převodovkou)
- 3) Přední kolo
- 4) Zadní kolo

Toto jsou také hlavní specifika, kterými se jednotlivé motocykly rozlišují. Motocykly se dají dělit nejen dle zákona, ale také dle typu. Každý typ motocyklu má specifické konstrukční řešení a jízdní vlastnosti.

### 3.1 TYPY MOTOCYKLŮ

#### 3.1.1 Skútr

Jedná se o jednostopé vozidlo, na kterém je možné přepravovat jednu nebo dvě osoby. Řidič na tomto motocyklu nesedí klasicky obkročmo, ale s nohama u sebe. Tento dopravní prostředek bývá vybaven ochranou dopravovaných osob zespodu a zepředu. Skútry jsou osazeny motory s objemem od 50 až 650 cm<sup>3</sup>. Využívají se zde samočinné převodovky a odstředivé spojky. Použitý rám u tohoto motocyklu je většinou trubkový. Motocykl se vyznačuje menším průměrem kol. Sekundární pohon je zajištěn řetězem nebo řemenem. [2], [6]

Tyto motocykly se využívají zejména ve městech. v dnešní době jsou hodně využívány pro přepravu jídel z restaurace k zákazníkovi. Příklad motocyklu skútr je vidět na **obr. 1**.



Obr. 1 Příklad skútru MAXIMUS – I 125 4 T [7]

### 3.1.2 Moped

Jedná se o motocykl, který je vybaven šlapadly a užívá se pro přepravu jedné osoby. Objem motoru nebývá vyšší jak 50 cm<sup>3</sup> a nejvyšší dosažitelná rychlost je 50 km/h. Pomocí šlapadel se motocykl startuje a zastavuje. Ke šlapadlům je připojena zadní brzda, která se aktivuje opačným směrem otáčení šlapadel než při startu. Tento typ motorek má o něco pevnější rám než jízdní kolo. Typickým zástupcem je Babetta. Příklad motocyklu Babetta je na **obr. 1**. [2]



Obr. 2 Jawa Babetta 210 [8]

### 3.1.3 Enduro a Kross

V případě motocyklu typu enduro a kross se jedná o terénní sportovní motocykl. Využívají se ve všech typech terénů. Na delší trasy určitě tento typ motorky není vhodný. Tyto typy motocyklů užívají především jednoválcové motory (dvoudobé i čtyřdobé). Objem motoru je od 125 cm<sup>3</sup> do 700 cm<sup>3</sup>. Příklad motocyklu enduro je na **obr. 3**. [2], [9]



Obr. 3 Beta RR 2 T 300 Enduro [10]

### 3.1.4 Silniční sportovní

Tento typ motorek už dle názvu je konstruován pro vysoké rychlosti s vysokým výkonem. Tyto atributy však není možné v běžném provozu využít. Tyto motocykly mají velmi dobré jízdní vlastnosti. U těchto motorek je posed výš než řídítka motocyklu. Stupačky jsou posunuty za úroveň předního kraje sedla. Tento typ motorek určitě není komfortní pro vysoké lidi. Vysoký řidič často dostává křeče do třísel díky stylu posedu na motocyklu. Příklad silničního motocyklu je na **obr. 4.** [9]



*Obr. 4 Silniční motocykl BMW R1250 RS [11]*

### 3.1.5 Naháč

Tento typ motocyklu je velice žádaný. Pro tento typ motocyklu je specifická vysoká hmotnost s měkkým podvozkem. Tyto motocykly většinou nejsou vybaveny čelním sklem a kapotáží. Objem motocyklu se pohybuje od 125 cm<sup>3</sup> do 1000 cm<sup>3</sup>. Jedná se o motocykl pro každou příležitost vyjetí. Dá se říci, že je to kompromis mezi cestovním motocyklem a sportovním silničním motocyklem. Typickým zástupcem těchto motocyklů je Honda CB 600 F Hornet, který je na **obr. 5.** [9], [12]



*Obr. 5 Honda CB 600 F Hornet [13]*

### 3.1.6 Cestovní a Turistické

Jak už vyplývá z názvu, tyto motocykly jsou velice oblíbené na dlouhé cesty. Tyto motocykly jsou využívány jak na silnici, tak i do mírného terénu. Nevýhodou je vysoká hmotnost v kombinaci s velikostí motorky. Tento typ motocyklu je velice pohodlný a řidič se v sedle cítí komfortně. Vysoký řidič se zde bude cítit bezpečně, ale řidič nižšího vzrůstu bude mít problémy. Cestovní motocykly jsou vysoké a nižší řidiči budou mít problém dostat na zem nohy při zastavení. Velmi rozšířeným a vyhledávaným typem těchto motorek jsou cestovní endura. Typický zástupce této skupiny je Honda CRF 1000 L Africa TWIN, která je na **obr. 4.** [2], [9]



Obr. 6 Honda CRF 1000 L Africa TWIN [14]

### 3.1.7 Chopper a Cruiser

Tento typ motorek využívá motory o vysokém objemu. Motocykly jsou charakteristické nízko položeným sedadlem a vysokými řídítky. Jednoznačně další typický parametr je dlouhý rozvor a řídítka skloněná směrem k palivové nádrži. U těchto motorek není zatíženo přední kolo tolik jako u jiných typů což má vliv na brzdění. Díky velkému rozvoru a nízkému podvozku se projíždí zatáčkou ve velkém oblouku. Při jízdě na tomto typu motorky vzniká velký odpor vzduchu. Nevýhoda je, že jsou velice namáhány řidičovi záda, které zachytávají veškeré otřesy. Typický zástupce Chopperů a Cruiserů je Harley Davidson, který je na **obr. 7.** [2], [9], [12]



Obr. 7 Harley Davidson Road King [15]

## 3.2 PODVOZEK

Podvozek motocyklu má pět hlavních částí. Hlavními částmi podvozku motocyklu jsou rám, odpružení, řízení, brzdový systém a kolo s pneumatikou. [16]

### 3.2.1 Rám

Rám je nosná část motocyklu, která přenáší zatížení zejména při jízdách manévrech (průjezd zatáčkou a brzdění). Rám motocyklu nese motor a drží hlavu řízení. Z horní strany je k rámu přichycena palivová nádrž a občas i sedlo. Vidlice zadního kola bývá přichycena k zadní části rámu. Vyskytuje se několik typů rámu, které se používají pro různé typy motocyklů. Obecně se dají rámy dělit na otevřené a uzavřené. [16], [17]

Většina rámu je vytvořena z ocelových trubek, které jsou rovinné a tvarované. Jednotlivé trubky rámu jsou k sobě pevně spojeny svařením do nerozebíratelného spoje. Výhodou trubkových rámu je nízká hmotnost, vysoká pevnost a dostatečná tuhost. [16], [17], [18]

- 1) **Páteřní rám** – Tento typ rámu je jeden z neekonomičtější, protože je zde použito velice malé množství oceli. Rám nemá tak vysokou pevnost ani torzní tuhost, ale přesto je velice využíván. Páteřní rám využívají endura a naháče. Tento rám je na **obr. 8**. [18] [19]



Obr. 8 Páteřní rám [19]

- 2) **Jednoduchý kolébkový rám** – Konstrukce tohoto rámu je velice jednoduchá a připomíná rám jízdního kola. Je vyrobený z ocelových trubek a má jednu hlavní trubku, která vede dolů pod motorem a další trubky s menším průměrem. Tento typ je používán na endurech a kross motocyklech. Tento typ rámu je vidět na **obr. 9**. [18], [19], [20]



Obr. 9 Jednoduchý kolébkový rám [20]

- 3) **Dvojitý kolébkový rám** – Také se mu říká rám s dvojitou spodní trubkou. Tento rám tedy má dvě trubky, které směřují dolů a podpírají motor. Tento typ rámu lépe zvládá síly při velkém náklonu a prudkém brzdění než jedno-trubkový rám. Tento rám se používá například na motocyklu Suzuki TS50ER. Rám je vidět na **obr. 10**. [18], [19], [20]



Obr. 10 Dvojitý kolébkový rám [20]

- 4) **Obvodový rám** – Jedná se o nejvíce používaný typ rámu u sportovních motocyklů. Tento rám je také znám pod názvem Twin-Spar. Tuhost je výrazně lepší, protože hlava řízení je připojena ke kynnému rameni na co nejkratší vzdálenosti. Tento rám je vyroben z hliníku. Rám je na **obr. 11**. [18], [19], [20]



Obr. 11 Obvodový rám [20]

- 5) **Mřížový rám** – Tento rám spojuje hlavu řízení přímo s čepem kyvné vidlice. Trubky jsou svařeny v trojúhelníkové konstrukci. U tohoto provedení je motor připevněný pod rámem. Samotný rám je velice pevný. Jednou z výhod je menší hmotnost oproti kolébkovému rámu. Tento typ rámu využívají výrobci při výrobě naháčů a silničních motorek. Tento rám je vidět na **obr. 12**. [18], [19], [20]



*Obr. 12 Mřížový rám [20]*

- 6) **Monokok** – Tento rám se používá u extrémně výkonných motocyklů, které vyžadují kostru z jednodolitě vysoce pevné oceli. Tento rám se používá převážně pro hyperbiky nebo pro motocykly s vysokým výkonem. Tyto motocykly vyžadují vysokou torzní tuhost a lehkou konstrukci. Tento typ rámu je použit na motocyklu Ninja ZX-14. Monokok je na **obr. 13**. [18], [19], [20]



*Obr. 13 Monokok motocyklu [20]*

### 3.2.2 Odpružení a tlumení

Pro stabilitu a dobré vedení motocyklu je důležitý stálý styk kola s vozovkou. Je nutné zabezpečit dobrý poměr mezi neodpruženou a odpruženou hmotou. Odpružení motocyklu využívá kombinaci pružin a tlumičů k izolaci jezdce a podvozku od nedokonalostí vozovky. Základní odpružení funguje poměrně dobře v poměrně velkém rozsahu. U lepšího odpružení je možnost nastavení hmotnosti jezdce a typu jízdy. Nejběžnějším odpružením na motocyklech jsou pružiny a hydraulické tlumiče. [21], [22]

Pro odpružení přední části motocyklu se používá odpružená přední vidlice. Ve většině případů se používá klasická teleskopická vidlice viz. **obr. 14**. Hlavní částí je kluzák a nosná trubka, ve které je nainstalována pružící a tlumící jednotka. Tento typ je značně jednoduchý, ale hraje zde roli velké namáhání ohybovým momentem při brzdění nebo při průjezdu zatáčkou. [21], [22]

- **Vidlice typu „upside – down“** jedná se o obrácený systém teleskopické vidlice. Tzn. Nosná trubka s kluzákem jsou umístěny naopak. Tento typ má vyšší tuhost a brání zkrutu ve vidlicovém můstku. Tento typ vidlice je vidět na **obr. 14**. [21], [22], [23]
- **Vahadlová vidlice** je jedním ze starších typů vidlic, který se používal například na motocyklech Jawa atd... [21], [22]
- **Pružinová vidlice** je obměněná vahadlová vidlice. Tento typ vidlice se používá na choprech. [21], [22]
- **Kyvná vidlice** se pohybuje po kružnici místo po přímce. Výhodou je vysoká tuhost, ale dochází při jejím užití ke změně rozvoru při propérování. [21], [22]
- **Páková vidlice** se využívá na cestovních endurech. Tento typ nemění rozvor kol a je velice odolný namáhání. [21], [22]



Obr. 14 Teleskopická vidlice (vlevo) a vidlice „upside-down“ (vpravo) [24]

Pro odpružení zadního kola se používalo tzv. kluzákové zavěšení kola. V tomto případě se jedná o velice tuhý systém, který vlastně ani nepružil. Další modifikací se došlo ke kyvné vidlici se dvěma tlumiči. Při tomto užití se dosahuje větších zdvihů a lepšího vedení zadního kola. Tento typ je na **obr. 15**. [21], [22]

Odpružení centrální jednotkou nebo také známe jako systém Cantilever stojí na principu uchycení kola ve dvouramenné vidlici a odpružení jediným tlumičem. Tlumič je uložen skoro ve vodorovné poloze. Je zde větší propružení a tlumič eliminuje kroutící moment na vidlici. Je zde vyšší stabilita v zatáčkách. Používá se jak u silničních, tak enduro motocyklů. Jízdní výkon a pocit komfortu je lepší s odpružením jedním tlumičem než při použití dvou tlumičů. Tento typ odpružení je vidět na **obr. 15**, [21], [22], [25]

Další modifikací odpružení zadního kola je přepákování. V tomto případě je účinnost tlumičí a pružící jednotky závislá na zatížení. Tento systém se užívá u terénních, cestovních a silničních motocyklů. Existuje několik modifikací tohoto odpružení. Zejména se jedná o motocykly z Japonska. [16], [21], [22]

- **Uni Trak** (Kawasaki) – pro odpružení zadní vidlice je užit centrální tlumič, který je uchycen skoro v kolmé poloze. [16]
- **Pro Link** (Honda) – je to systém dvou pák s centrálním tlumičem, který je uchycen šikmo uprostřed rámu. [16]
- **Mono Cross** (Yamaha) – tlumič působí na zadní vidlici přes pákový držák a je skoro v kolmé poloze. [16]
- **Full Floater** (Suzuki) – konstrukce je podobná jako u Uni traku. [16]
- **Mono Power Drive** (Gilera) – obdoba předešlých konstrukcí. [16]



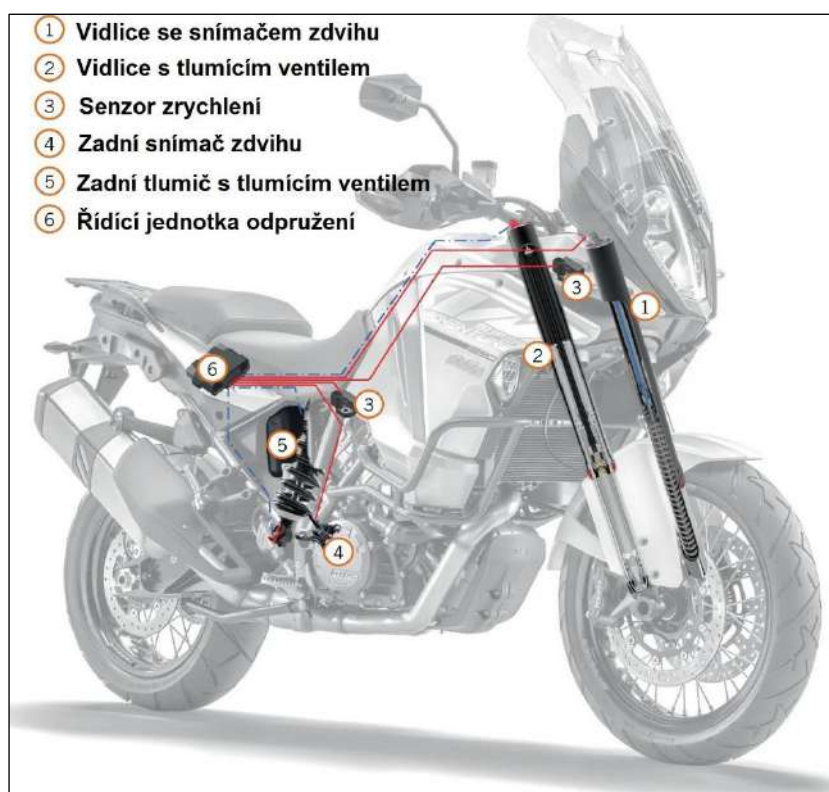
Obr. 15 Odpružení zadní vidlice motocyklu [25]

I na motocyklech se využívá z velké části elektronika. A proto jsou vyvíjeny elektronické podvozky pro motocykly. Existují dva typy těchto podvozků, které se používají na motocyklech. [27]

- „Elektronicky ovládané tlumiče
- Semi – aktivní podvozky“ [27]

U elektronicky ovládaných tlumičů je možnost si vybrat z předpětí pružiny a tlumení. Nebo je zde možnost vybrat si rovnou jízdní režim (offroad, road, sport). [27]

Semi – aktivní podvozky jsou používány ve všech lepších modelech motocyklů. Jezdec si vybírá základní schéma tlumení nikoli přesné nastavení tlumiče. První motocykl, který užívá semi – aktivní podvozek byla Ducati Multistrada 1200. KTM je další výrobce, který používá semi – aktivní podvozky. Tento typ je používán na motocyklech zejména KTM 1290 Super Adventure a KTM 1290 Super Duke GT. Schéma semi – aktivního podvozku použitého na motocyklech KTM je na **obr. 16**. [26], [27]



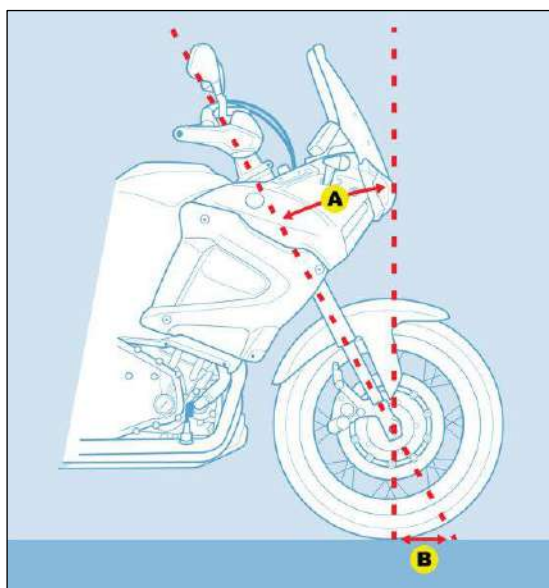
Obr. 16 Schéma semi – aktivního podvozku KTM 1290 Super Adventure [26]

### 3.2.3 Úhel sklonu přední vidlice

Jedná se o úhel, který je definován mezi prodlouženou osou hlavy řízení a kolmicí na rovinu vozovky. Tento úhel je vyznačen na **obr. 17**. Tento parametr ovlivňuje stabilizační účinek na přední vidlici. Čím je tento úhel větší, tím je větší stabilizační účinek. Při větším úhlu větší setrvačný moment snižuje kmitání řídítek a zlepšuje vedení kola při přímočaré jízdě při vyšších rychlostech. Menší úhel sklonu je lepší pro ovladatelnost stroje při nízkých rychlostech. Tento úhel je např. u silničních a terénních motocyklů v rozmezí 25-31°. Hodnoty přesahující toto rozmezí jsou typické pro Cruisery a Choppery. [2], [17], [21], [28], [29]

### 3.2.4 Závlek předního kola

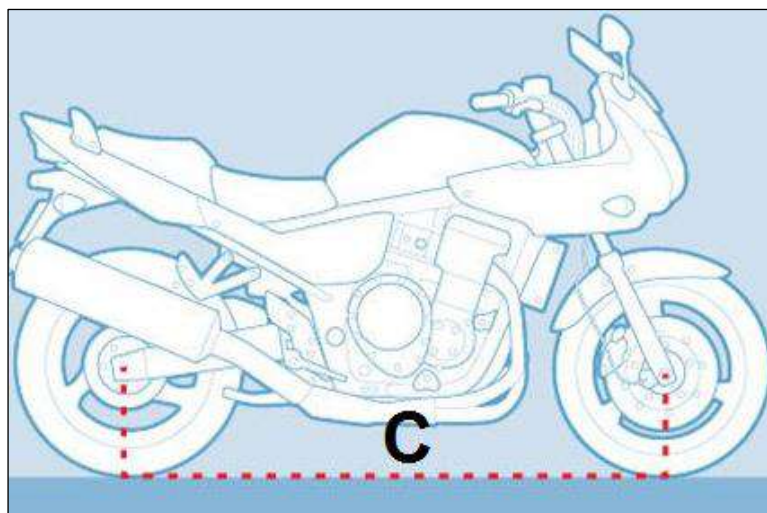
Tento parametr je také označován jako stopa nebo předsunutí. Jedná se o vzdálenost mezi dvěma body. První bod je kontaktní bod mezi vozovkou a pneumatikou. Druhý bod je průsečík mezi osou hlavy řízení a rovinou vozovky. Tento parametr je vyznačen na **obr. 17**. Závlek předního kola úzce souvisí s úhlem sklonu přední vidlice. Větší předsunutí má větší stabilitu při vysoké rychlosti. Toto ale neplatí pouze pro velký sklon přední vidlice. Například u Chopperů je požadována velká stabilita, a proto je závlek větší. Toto má ale pak vliv na ovladatelnost. U silničních motocyklů je to naopak. [2], [17], [21], [28], [29]



Obr. 17 Úhel sklonu přední vidlice (A) a závlek předního kola (B) [29]

### 3.2.5 Rozvor kol

Rozvor kol je vzdálenost mezi osou předního kola a osou zadního kola. Čím větší je rozvor, tím je větší směrová stabilita motocyklu. V případě Chopperů a Cruiserů se dbá na vysokou stabilitu, a proto také tyto motocykly mají velký rozvor kol. Větší rozvor zabezpečuje lepší stabilitu, ale zároveň tím vzniká kmitání při vyšších rychlostech. Dalším problémem při velkém rozvoru je průjezd ostřejších zatáček. Motocykly s malým rozvorem mají naopak velmi dobrou ovladatelnost (manévrovatelnost) a chování při průjezdu zatáčkou. S menším rozvorem je menší stabilita při přímé jízdě a motocykl může při vyšších rychlostech zakolísat. Typicky se malý rozvor používá u silničních motocyklů. Zakreslený rozvor kol je na **obr. 18**. [2], [17], [21], [28]



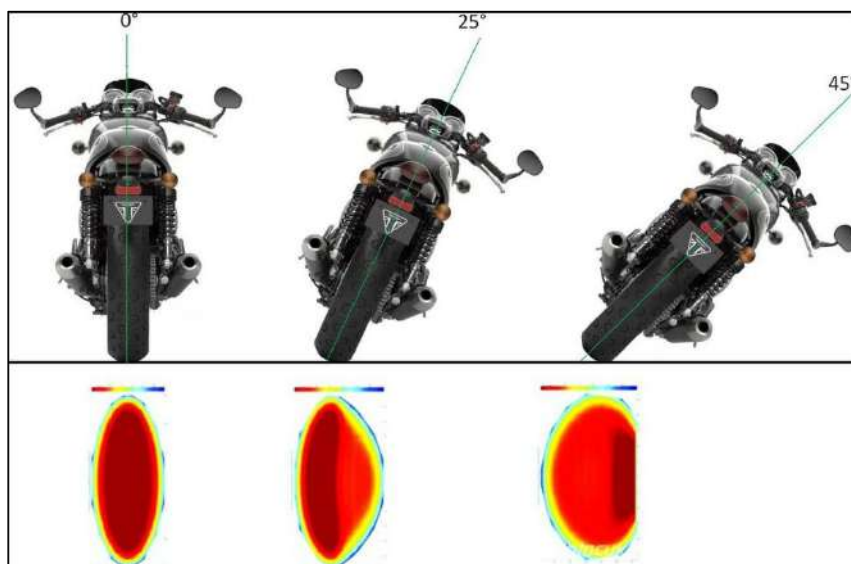
Obr. 18 Rozvor kol motocyklu [29]

### 3.2.6 Pneumatiky

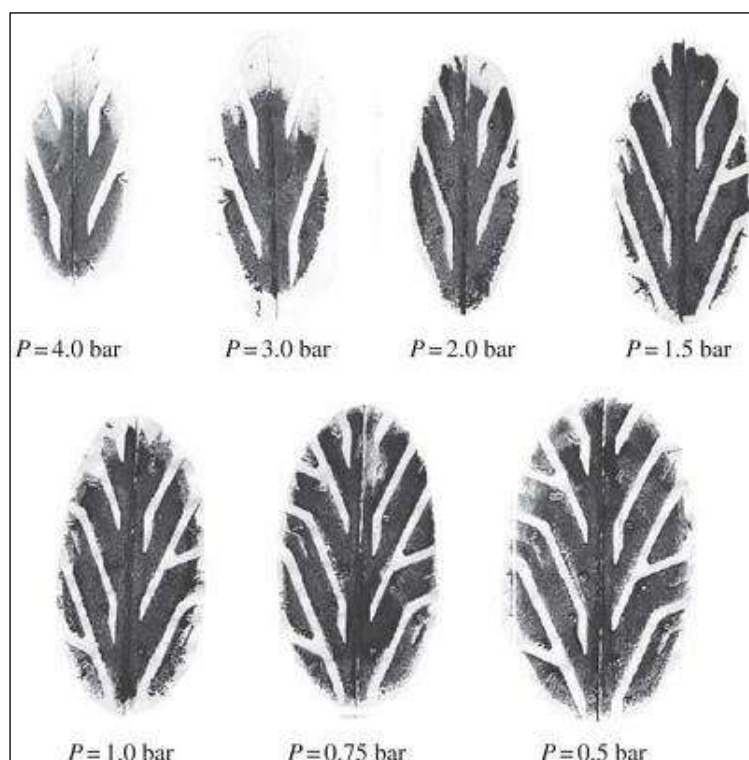
Pneumatika je jedna z nejdůležitějších součástí motocyklu. Základní charakteristikou pneumatiky je její deformovatelnost, která umožňuje zachování kontaktu mezi kolem a vozovkou při přejezdu nerovností a překážek. Kontaktní plocha vzniká, když se spodní část pneumatiky zploští a vytvoří eliptický vzor. Pneumatika zlepšuje komfort jízdy, ale i přilnavost. Přilnavost je charakteristická vlastnost při přenosu hnacích a brzdících sil na zem. Výkon motocyklu je tedy do určité míry ovlivněn vlastnostmi pneumatik. Kontaktní plochu a trakci ovlivňuje několik faktorů. Jedná se zejména o tlak v pneumatikách, ten určuje, jak moc se pneumatika zploští při kontaktu s vozovkou. [5], [28]

Široké a měkké pneumatiky s nízkým tlakem vzduchu vytvářejí větší kontaktní plochu a větší tření než úzké, tvrdé pneumatiky s vysokým tlakem vzduchu. Při snížení tlaku vzduchu v pneumatikách se snižuje jejich nosnost a zvyšuje se vnitřní tření pneumatiky. Tím se způsobí navýšení teploty pneumatiky. Je nutné tedy pneumatiky foukat na předepsanou hodnotu výrobcem. [28]

Profil pneumatiky určuje, jaká je přilnavost ve specifických úhlech náklonu. Kontaktní plocha se vlivem náklonu zvětšuje viz. **obr. 19**. Tudíž neplatí tvrzení, že největší kontaktní plocha je při kolmo stojící pneumatice na vozovce. Další poznatek byl zjištěn při provedeném testování pneumatik. Při testu se testovala velikost kontaktní plochy v závislosti na huštění pneumatiky. Zjištěný poznatek je, že při huštění 4 bary je velikost kontaktní plochy pneumatiky téměř poloviční než při tlaku 0,5 baru. Správné huštění pneumatik tedy ovlivňuje velikost kontaktní plochy a tím i jízdní vlastnosti motocyklu. Tento poznatek je patrný na **obr. 20**. [28], [37], [66]



Obr. 19 Velikost kontaktní plochy pneumatiky v závislosti na náklonu motocyklu [37]



Obr. 20 Vliv huštění pneumatiky na velikost kontaktní plochy [66]

### 3.3 BRZDOVÉ SYSTÉMY

Motocyklové brzdy slouží jako prvek pro ovládání a zastavení motocyklu. Brzdy motocyklu se skládají z pohyblivých a nepohyblivých částí. Motocykly využívají dvou typů brzd. [16]

#### Základní typy brzd:

- Bubnová čelistová brzda s mechanickým ovládním
- Kotoučová brzda s hydraulickým ovládním

Pohyblivé části u brzdou jsou brzdové destičky (kotoučové brzdy) nebo brzdové čelisti (bubnové brzdy). Nepohyblivé části jsou brzdový kotouč (kotoučové brzdy) anebo brzdový buben (bubnové brzdy). U většiny motocyklů jsou zadní brzdy a přední brzdy ovládný zvlášť. To znamená, že rozdělení brzdné síly na jednotlivá kola záleží na řidiči. Při brždění se přední kolo zatěžuje a zadní kolo odlehčuje. [16], [17]

Moderní brzdy mají velký brzdny účinek, který je podmíněný některými dalšími podmínkami.

- „Rychlost jízdy
- Stav a kvalita pneumatik
- Hmotnost motocyklu, jezdce, spolujezdce a zavazadel
- Stav vozovky a povětrnostní podmínky “ [16]

Při brždění část sil způsobuje vznik tepla, které zahřívá brzdne části. Další část sil působí na podvozek a tím se opotřebovávají a namáhají součásti motocyklu. Pro správný a dobrý brzdny účinek je nejlepší možností velký rozchod kol, nízko položené těžiště, větší šířka kol a větší zatížení motocyklu. [16]

#### 3.3.1 Bubnové brzdy

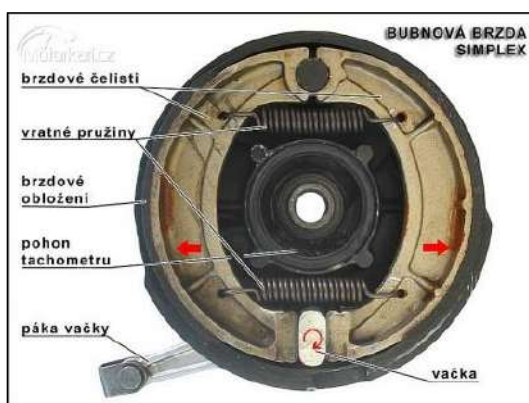
Bubnová brzda se v minulosti používala u většiny motocyklů jak na předním kole, tak na zadním kole. Následně došlo ke změně a na předním kole se začaly využívat kotoučové brzdy. V současnosti se bubnová brzda využívá u motocyklů a skútrů s objemem do 125 cm<sup>3</sup>, a to na zadním kole. Tyto brzdy mají několik výhod. Jejich konstrukce je uzavřená, což zamezuje proniknutí nečistot do systému. Zadní kola se při prudkém brždění často zablokují. U kotoučových brzd je nepatrné zpoždění, a proto jezdec mačká brzdu silněji a může dojít k přebrždění a ke smyku kol. Tento jev se u bubnových brzd nevyskytuje, a proto se bubnové brzdy montují na zadní kola. Tento typ brzd je stále možné vidět na motocyklech typu Cross, Enduro, Chopperů. [16], [17], [30]

Bubnová brzda má dvě půlkruhové brzdové čelisti, které jsou umístěny v bubnu, který je součástí náboje kola. Brzdové čelisti se rozevírají a působí tlakem na brzdový buben. Tlakem vzniká tření a tím se

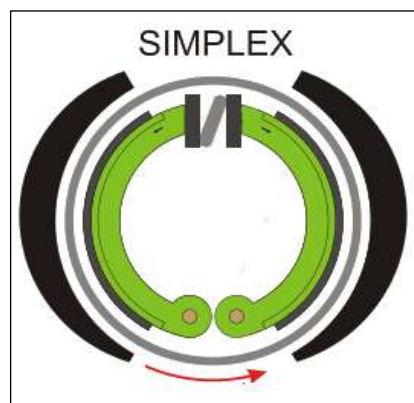
kolo zpomaluje. Na motocyklech se rozlišují dva druhy bubnových brzd. Jedná se o jednočinnou bubnovou brzdou (tzv. simplex) a dvojčinnou bubnovou brzdou (tzv. duplex). [16], [31]

- **Jednočinná bubnová brzda (simplex)**

Ovládání bubnových brzd na motocyklech je výhradně pomocí lanek. Tudiž se jedná o mechanické ovládání. Jednočinná bubnová brzda viz. **obr. 21** je velice jednoduchá z pohledu konstrukce. Používá se zejména u lehčích motocyklů. U těchto brzd se rozlišuje náběžná a úběžná brzdová čelist. Náběžná čelist je čelist, která se přitlačuje předním koncem proti směru otáčení. Tyto brzdy vyvozují poměrně malou brzdovou sílu. Mezi čelistmi a povrchem bubnu je mezera, aby se mohlo kolo volně otáčet. Při zmáčknutí brzdy dojde k přenosu pohybu přes táhlo na páku spojenou s hřídelem, na které je vačka. Vačka se pootočí a roztáhne brzdové čelisti od sebe, čímž dojde ke kontaktu obložení čelistí a bubnu. Tímto vznikne tření a následný brzdový efekt. Na **obr. 22** jsou vidět černé půlměsíce, které znázorňují graf tlaku čelistí na buben. [16], [17], [31], [32]



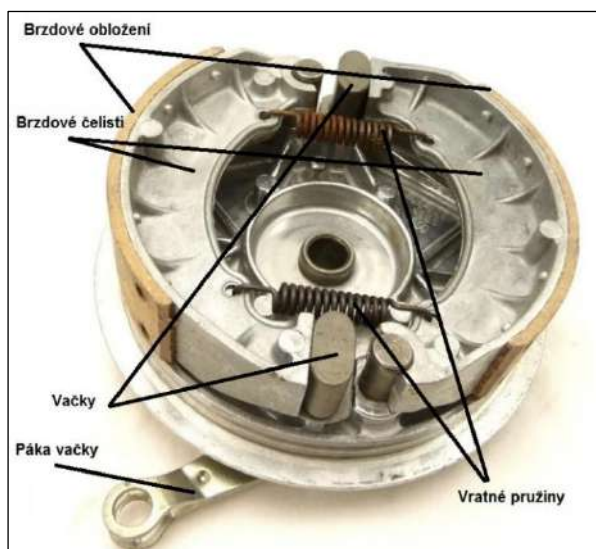
Obr. 21 Jednočinná bubnová brzda [32]



Obr. 22 Jednočinná bubnová brzda tlak čelistí na buben [33]

- **Dvojčinná bubnová brzda (duplex)**

Dvojčinné bubnové brzdy viz. **obr. 23** byly někdy používány na předních kolech. V tomto případě jsou brzdové čelisti přitlačovány na povrch bubnu pomocí dvou otočných vaček. Čelisti se roztahují na obou koncích, a proto mohou na brzdový buben tlačit větší plochou. U bubnových brzd je účinek stejný u obou smyslů otáčení kola. U brzd duplex se při otáčení na druhou stranu stávají obě brzdové čelisti úběžnými a tím klesá brzdový účinek. [16], [17], [31], [32]



Obr. 23 Dvojčinná bubnová brzda Jawa [34]

### 3.3.2 Kotoučové brzdy

Kotoučové brzdy se na motocyklech vyskytují v dnešní době ve velké míře a zcela zastiňují brzdy bubnové. U některých motocyklů se kotoučová brzda vyskytuje pouze na předním kole, ale většinou je použita na obou kolech. Otáčející se část je brzdný kotouč, na který jsou přitlačovány desky s třecím obložím neboli brzdové destičky. [16], [17]

Hlavní součástí kotoučové brzdy je brzdý kotouč. Brzdý kotouč je připevněn na náboji kola. Je mnoho druhů provedení brzdých kotoučů. Například jsou kotouče hladké, s drážkami, s otvory anebo jejich kombinace pro odvod vody při jízdě a lepší chlazení. Typy kotoučů jsou vidět na **obr. 24**.



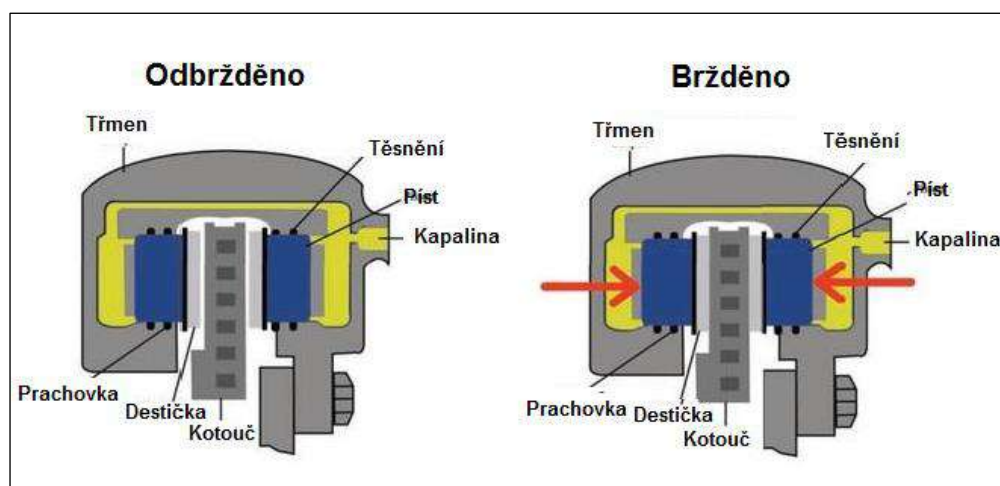
Obr. 24 Typy brzdových kotoučů [35]

Na stranách kotouče jsou umístěny brzdové destičky. Tyto destičky jsou umístěny v brzdovém třmenu, který je pevně spojen vidlicí. Brzdové destičky se přitlačují ke kotouči až šesti pístky. Kotoučové brzdy bývají ovládány hydraulicky. Hlavním médiem je brzdová kapalina. Kapalina je tlačena z hlavního brzdového válce, který je umístěný na řídítkách pro přední brzdu, přes brzdové hadičky do brzdového třmenu. Nádržka pro zadní brzdu je oddělená a je připevněna k rámu nebo nad hlavním válcem nožní brzdy. [16], [17], [32]

U motocyklů bývají použity jednokotoučové nebo dvoukotoučové brzdy. Podle způsobu ovládání se dělí kotoučové brzdy na:

- **Brzdy s pevným brzdovým třmenem**

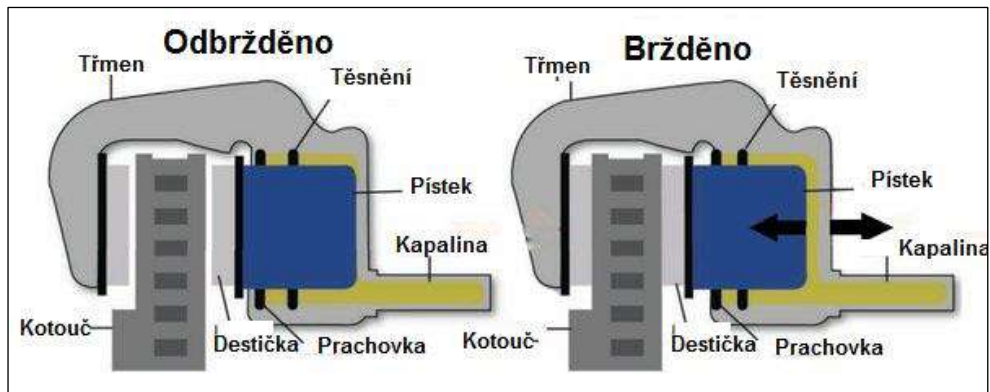
Tento typ brzd má pevný nepohyblivý brzdový třmen. Využívá dvou až šesti pístků, které jsou umístěny po obou stranách. Při užití brzd pístky přitlačí brzdové destičky ke kotouči. U předního kola je třmen přichycen k přední vidlici a u zadního kola je třmen přichycen ke speciálnímu štítu. Jedná se o velmi účinné brzdy. Tento typ je vidět na **obr. 25**. [16],[36]



Obr. 25 kotoučová brzda s pevným třmenem [36]

- **Brzdy s plovoucím brzdovým třmenem**

Tento typ brzd má umístěné pístky pouze na jedné straně třmenu. Těleso třmenu je pohyblivé ve směru osy pístků. Používají se dva nebo jeden pístek. Pístky přitlačují jednu brzdovou destičku a třmen se posunuje po vodících čepech a tím přitahuje druhou destičku do kontaktu s kotoučem. Držák třmenu je uchycen k přední vidlici, zadní nebo k rámu. Tento typ je oproti pevnému třmenu levnější a lehčí. Nevýhodou tohoto typu jsou vodící čepy. Pokud nejsou dostatečně namazány nebo jsou znečištěny nebudou brzdy fungovat na 100 %. Tento typ je vidět na **obr. 26**. [16],[36]



Obr. 26 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem [36]

- **Brzdy s výkyvným brzdovým třmenem**

Destička je umístěna jen na jedné straně třmenu. Třmen se vychyluje do stran. Na druhé straně je destička uchycena v držáku s vratnou pružinou a kolíkem. Brzdový třmen je z jediného kusu. Při zmáčknutí brzdy vyjede pístek z brzdového třmenu. Tím se přitlačí jedna destička do kontaktu přitom vznikne moment, který celým třmenem pootočí okolo uloženého čepu a tím se přitlačí do kontaktu druhá destička. [16]

- **Brzdy s otočným brzdovým třmenem**

Většinou se používá jen jeden brzdový pístek. Brzdový pístek je umístěn na jedné straně a ten působí na vnější brzdovou destičku. Třmen se natáčí do stran okolo svislého čepu. Výkyv je omezený aretačním šroubem. [16], [17]

- **Kotoučová brzda s plovoucím brzdovým kotoučem**

Jedná se o brzdu, která je používána zejména na závodních motocyklech. Plovoucí kotouč znamená, že brzdový kotouč se může posouvat do stran po ose kole. Jedná se o velmi malé posunutí. Tento typ se používá především ve spojení s pevným brzdovým třmenem. [16]

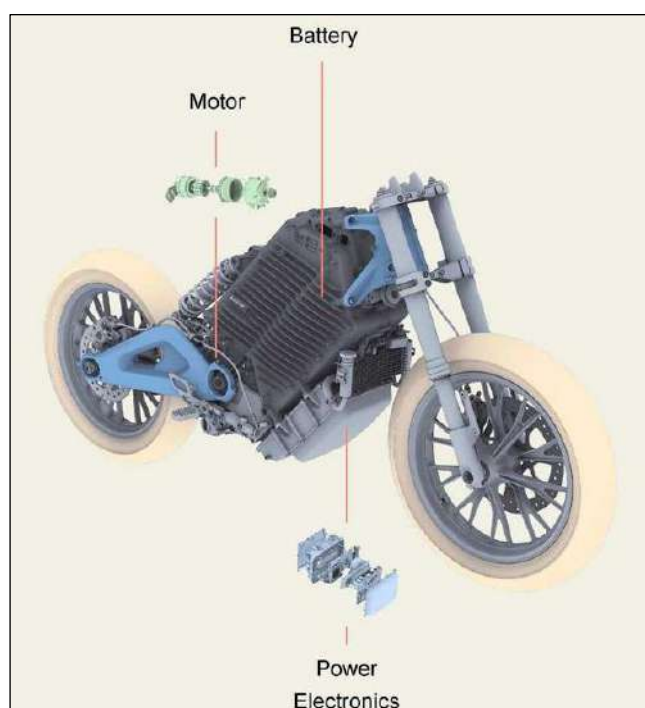
U sériových motocyklů se objevují radiálně uchycené brzdové třmeny. Radiálně namontované třmeny poskytují lepší vyrovnání třmenu a kotouče. Tento typ uchycení poskytuje větší brzdovou sílu a lepší pocit při brzdění. Tento typ uchycení umožňuje změnu velikosti brzdového kotouče. [36]

Axiálně uchycené třmeny jsou uchyceny pomocí šroubů, které směřují kolmo na brzdový kotouč. Tento typ neumožňuje změnu velikosti brzdového kotouče. [36]

### 3.4 E-MOTOCYKLY

Celosvětově začínají být rozšířené elektro vozidla. Je tomu tak i u motocyklů. Největší množství elektro motocyklů přichází z východu a tím pádem hlavně z Číny. Pozadu však nezůstávají ani tradiční výrobci motocyklů jako například Harley Davidson. Elektro motocykly najdeme ve všech konfiguracích od skútru až po silniční motocykly.

Například Harley Davidson se chystá pustit do světa motocykl Arrow, který bude mít integrovanou strukturální baterii. Tato baterie bude nosným prvkem místo rámu u klasických motocyklů. Takže k baterii bude připevněno zadní a přední odpružení. Baterie je navržena tak, aby byla kompatibilní s chlazením vzduchem nebo kapalinou. Tento motocykl je vidět na **obr. 27**. [37]



*Obr. 27 Harley Davidson typ ARROW [37]*

Dalším motocyklem, který se chystá do prodeje je E-motorcycle T2. Hlavní rám u tohoto motocyklu je svařovaný z trubek o průměru 40 mm. Pomocný rám je z tlakově litého hliníku. Zadní vidlice je také vyrobena z litého hliníku. Baterie bude upevněna v rámu jako byl u klasických motocyklů upevněný motor. [38]

Další motocykly například SONDORS má tzv. exo-rám odlitý, Tento rám má vysokou pevnost a úzký profil. Užitá baterie má 4000 Wh. Dojezd má motocykl okolo 130 km. Některé motocykly užívají motoru umístěného v zadním kole. [39]

## 4 OVLADATELNOST A STABILITA MOTOCYKLU

Ve velké míře pro jízdu na motocyklu platí stejná pravidla jako při jízdě na kole. Motocykl je jednostopé vozidlo, které se v klidu neudrží samo v rovnováze. Pokud se začne pohybovat dopředu, už při malé rychlosti udrží rovnováhu. Při malých rychlostech závisí rovnováha především na umění jezdce, geometrii podvozku a poloze těžiště. [2], [17]

### 4.1 TĚŽIŠTĚ

Těžiště se dá popsat jako bod, ve kterém se dá motocykl podepřít tak aby byl dokonale vyvážen. Síly, které působí na motocykl, mají působíště v těžišti motocyklu. Podélná poloha těžiště ovlivňuje silové působení na jednotlivá kola. Pokud těžiště bude vzadu, odlehčí se přední kolo a bude lepší ovladatelnost, ale bude vznikat kmitání řídítek. Nízko položené těžiště má vliv na dobrou stabilitu při nízkých rychlostech. Naopak vysoké těžiště má lepší stabilitu při vysokých rychlostech. Motocykl má své vlastní těžiště, a i řidič se spolujezdcem mají svá vlastní těžiště. Je tedy nutné brát v potaz obojí. Výrobci se snaží těžiště motocyklu umístit co nejnižše pro lepší ovladatelnost. Běžná výška těžiště motocyklu se pohybuje okolo 50 cm. Těžiště je umístěno nejčastěji kousek před středem rozvoru, což umožňuje rozložení hmotnosti na přední a zadní nápravu v poměru 52/48. Motocykly jsou konstruovány tak, aby těžiště bylo v optimální poloze. Pokud by těžiště bylo příliš ve předu docházelo by při brzdění ke zvednutí zadního kola. Například cestovní motocykly a choppery mají těžiště co nejnižše. Oproti tomu Silniční motocykl mají těžiště poměrně vysoko. Příklad těžišť je na **obr. 28**. [17], [41], [42], [44]



Obr. 28 Příklad umístění těžiště motocyklů [43]

## 4.2 GYROSKOPICKÉ SÍLY (MOMENTY)

Gyroskop je vlastně zjednodušeně řečeno rychle rotující kolo. Gyroskop má velmi vysokou osovou stabilitu. Gyroskop se snadno pohybuje ve směru své osy, ale klade určitý odpor při snaze naklopit jej do určitého směru. [2]

Kola motocyklu fungují tedy jako gyroskopy. Rotující kola (gyroskopy) generují stabilizační sílu, která je silnější při vyšších rychlostech. Tzn. Kola a pneumatiky poskytují velkou stabilitu, která pomáhá motocyklu zůstat ve svislé poloze a směřovat v přímém směru. Naopak při nižších rychlostech kola neposkytují téměř žádnou gyroskopickou stabilitu. To je tedy jeden z důvodů, proč je těžké udržet rovnováhu při jízdě pomalou rychlostí. Pokud se předním kolem zatočí doleva, gyroskopický moment se snaží naklonit doprava. Tento jev je nazýván gyroskopická precese. [2], [5], [17], [41]

## 4.3 STABILITA PŘI PŘÍMÉ JÍZDĚ

Pro ovladatelnost motocyklu je důležité zajistit stabilitu motocyklu. Stabilitou se tedy rozumí příčná a podélná rovnováha motocyklu. Motocykl při jízdě vyšší rychlostí vlivem gyroskopických momentů má samo stabilizační účinek. Dále je tento jev ovlivněn geometrií tzn. Rozvorem, sklonem přední vidlice a závlekm předního kola viz. **kapitola 3**. [2], [17]

## 4.4 SMĚROVÁ STABILITA PNEUMATIKY

Rovina kola je stejná s podélnou osou stykové plochy pneumatiky a vozovky, pokud na kolo nepůsobí boční síla. Pneumatika se dotýká vozovky plochou, které se říká stopa. [2],

Pokud bude v ose otáčení působit tzn. boční síla, vznikne ve stopě reakční boční síla. Tato reakční síla se nazývá boční vodící síla kola. Následně dojde k deformaci pneumatiky a osa stopy se vychýlí k podélné rovině kola o hodnotu závislou na boční síle a boční tuhosti pneumatiky. Pokud se kolo bude otáčet. Části na povrchu pneumatiky budou v kontaktu s vozovkou bočně vysunuty proti elementům, které jsou už ve styku s vozovkou. Osa stopy tím bude vychýlena o úhel  $\alpha$ . [2], [17]

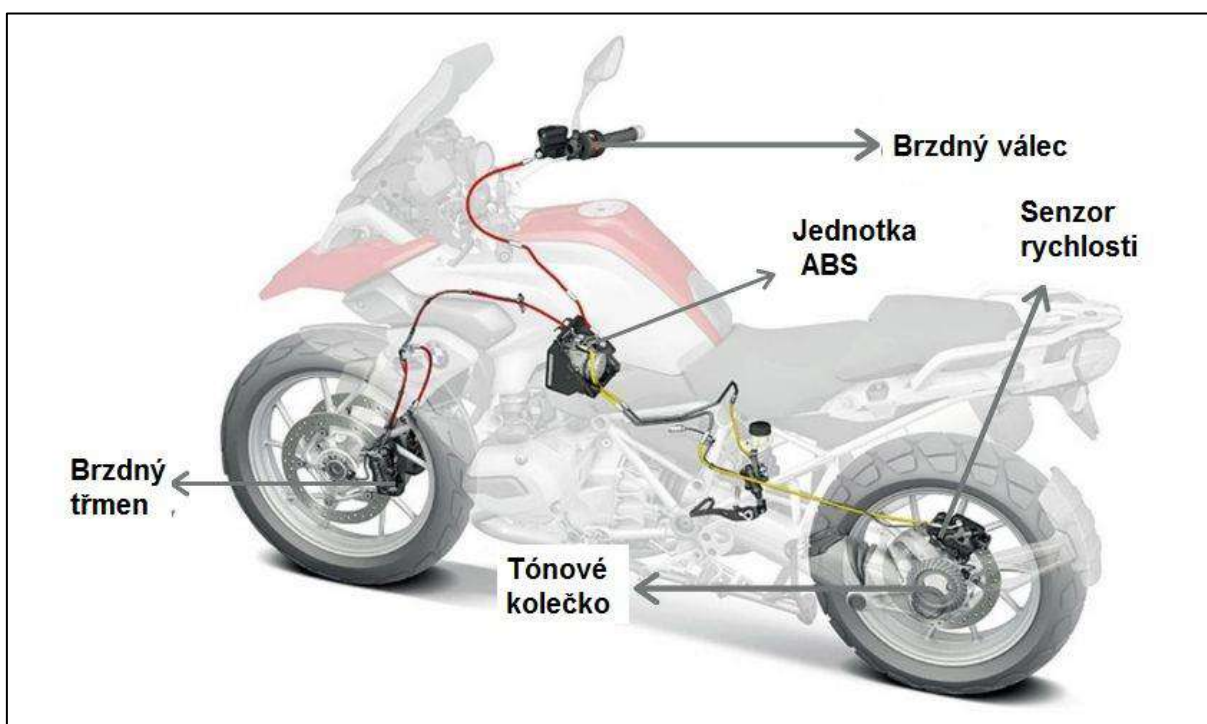
Další faktory, které ovlivňují zásadně jízdní stabilitu motocyklu, jsou viz. **kapitola 3**.: Hlava řízení, závlek předního kola, sklon přední vidlice, rozvor kol tlumení a pérování a řidič (posed, výška, postava atd...).

## 5 ASISTENČNÍ SYSTÉMY MOTOCYKLU

Asistenční systémy mají velký vliv na bezpečnost provozu, jelikož mají charakter prevence. V určitých nebezpečných situacích přejímají určitou část kontroly nad motocyklem, nebo napomáhají jezdcům řešit nebezpečné situace. Motocykly využívající asistenční systémy se lépe ovládají a zároveň jsou bezpečnější. [45]

### 5.1 ABS (ANTI LOCK BRAKING SYSTEM)

U klasických brzdových soustav řidič motocyklu určuje silou velikost brzdné síly a tím i velikost brzdových momentů. V situacích, kdy řidič prudce brzdí, může dojít k zablokování kol a následné ztrátě směrové stability. Užitím protiblokovacího systému se zvyšuje aktivní bezpečnost. Systém ABS zabraňuje blokování kol při brzdění. ABS využívá snímače rychlosti na jednom nebo obou kolech, které registrují rychlost otáčení. Jestliže hrozí zablokování kola, jednotka ABS sníží brzdný tlak vyvíjený řidičem a řídí rychlost kola i zpomalení motocyklu. Systém ABS tak udržuje jízdní stabilitu na různých površích. Schéma ABS je na **obr. 29**. [45], [46], [47], [48]



Obr. 29 Schéma systému ABS [49]

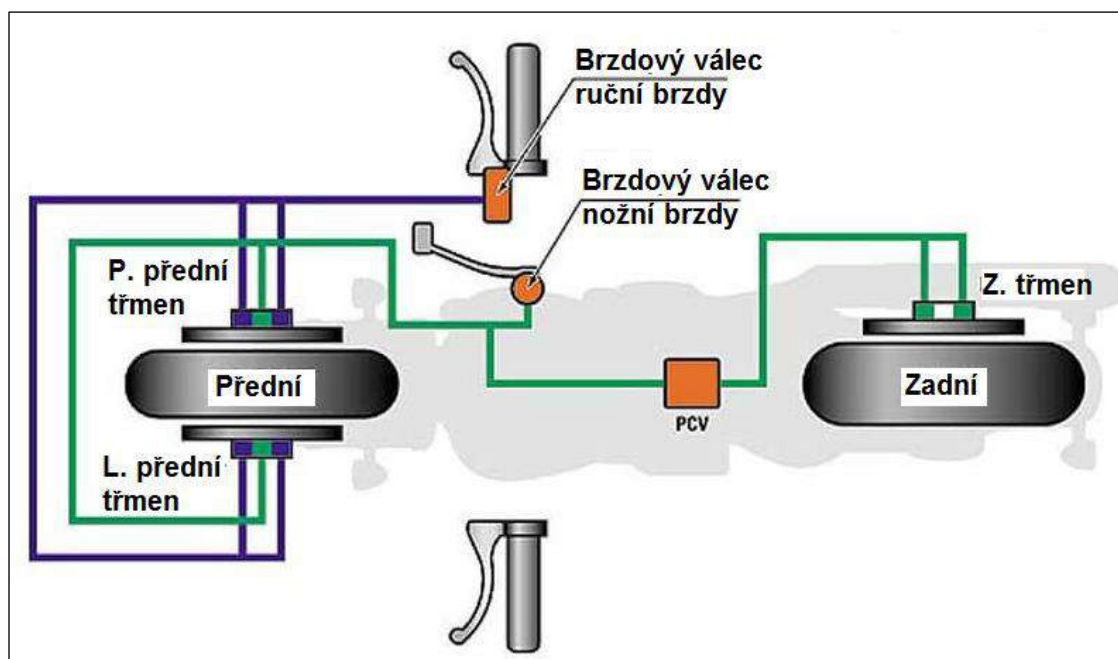
## 5.2 CBS (COMBINED BRAKING SYSTEM)

CBS znamená kombinovaný brzdový systém. Tento systém propojuje přední a zadní brzdový systém motocyklu. Řidiči stačí použít jedinou ovládací páku brzdného systému a současně se aktivují brzdy na předním a zadním kole. Díky tomuto systému je možné předcházet nehodám, které byly způsobeny tím, že řidič použil pouze přední brzdu nebo pouze zadní brzdu. Závislost brzdné dráhy na použití přední, zadní a obou brzd je na **obr. 30**. [50], [51]



Obr. 30 Závislost brzdné dráhy na použití přední, zadní a obou brzd [43]

Při využití systému CBS lze brzdit s vyšším brzdným zpomalením než u nezávislých brzdných systémů. Tento systém může být spojen se systémem ABS. Tento systém napomáhá k udržení rovnováhy motocyklu při brzdění a napomáhá ke zkrácení brzdné dráhy. Každý výrobce si určuje, která ovládací páka ovládá brzdy na obou kolech a která na jednom kole. Schéma kombinovaného brzdného systému je na **obr. 31**. Na tomto obrázku je pro ovládání obou brzd zvolen pedál nožní brzdy. Dalším vylepšením systému CBS je systém Dual CBS. Tento systém ovládá přední a zadní brzdy současně kteroukoliv ovládací pákou. [50], [51], [53]



Obr. 31 Schéma kombinovaného brzdového systému CBS [46]

### 5.3 MSC (MOTORCYCLE STABILITY CONTROL)

MSC je systém řídicí stabilitu motocyklu, který podporuje řidiče při brzdění, akceleraci, při jízdě na rovině a v zatáčkách. Systém MSC využívá klasické senzory jako ostatní systémy. Senzory rychlosti kol měří rychlost otáčení předního a zadního kola. Inerciální měřicí jednotka měří zrychlení a úhlovou rychlost motocyklu. Navíc tento systém má senzor náklonu. Systém vyhodnocuje aktuální náklon motocyklu, který se měří kolmo k zemi. V systému jsou přednastaveny algoritmy, díky kterým systém optimálně rozděljuje brzdovou sílu na přední a zadní kolo. S tímto systémem lze brzdit efektivně i v zatáčkách. Brzdění v zatáčkách však závisí na úhlu náklonu. Systém MSC má několik funkcí. [45], [47], [52]

Díky funkci kontroly trakce v zatáčkách se vyhne řidič skluzu a ztrátě rovnováhy. Systém MSC vypočítá úhel náklonu a prokluz kol v závislosti na podmínkách povrchu, dynamickém pohybu a maximálním zrychlení. Nakonec ovládá brzdy a točivý moment motoru tak, aby bylo dosaženo maximálního zrychlení a stability motocyklu. [47]

Rozdíl při brzdění v zatáčce s užitím klasického systému ABS a systému MSC je vidět na **obr. 32**. Při průjezdu zatáčkou s brzděním bez ABS dojde ke skluzu, následné ztrátě stability a k pádu. Při užití systému ABS je při průjezdu zatáčkou dosaženo menšího naklonění a je tak tedy i průjezdový oblouk větší než při užití systému MSC.



Obr. 32 Rozdíl při průjezdu zatáčkou s užitím bez ABS, s ABS a s MSC [54]

## 6 TECHNIKA JÍZDY NA MOTOCYKLU

Stabilita motocyklu při jízdě a různých manévrech je udržována vstupem jezdce do řízení a interakcí těla řidiče se sedadlem, nádrží, stupačkami a řídítky. [57]

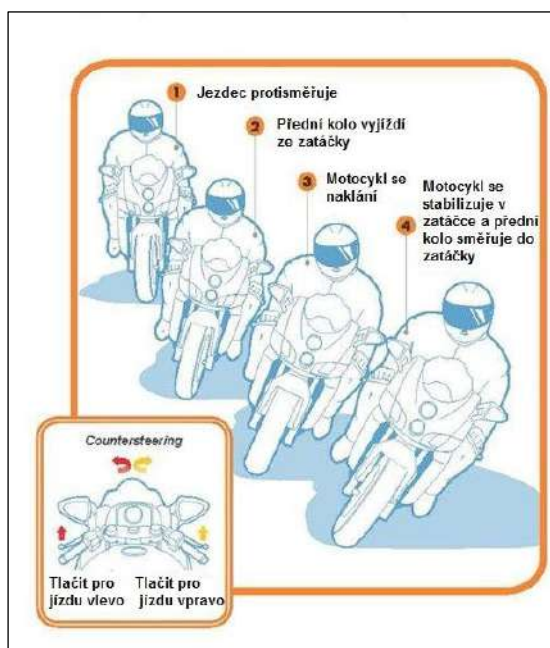
Síly, které působí na jednostopé vozidlo při přímé jízdě, jsou stejné jako síly působící na vozidla vícestopá. Jsou to zejména tyto síly: tíha vozidla, jízdní odpory (odpor vzduchu, odpor stoupání, odpor valení, odpor setrvačnosti), hnací síla (brzdná síla) a setrvačná síla. [17]

### 6.1 ZATÁČENÍ

Motocykly, jakožto jednostopá vozidla, postrádají statickou rovnováhu a při zatáčení se musí řidič s motocyklem naklánět. Řízení motocyklu je díky tomuto velice složitý proces oproti řízení vícestopého vozidla. Velký vliv na zatáčení má úhel sklonu přední vidlice a závlek předního kola. Tyto dva parametry jsou vzájemně propojené. Rozeznávají se dva styly zatáčení a to tzv. Counter Steering (proti směrování) a Body Steering (řízení tělem). [28], [56], [59]

#### 6.1.1 Counter Steering

Při tomto stylu zatáčení je vyvíjen tlak dopředný na vnitřní stranu řídítek. Vnitřní strana řídítek je strana řídítek, která je na stejné straně jako strana, na kterou se zatáčí. Tento jev je velice matoucí, protože se předním kolem otáčí na opačnou stranu, než se chce jet. Tím, že se otočí kolem do protisměru se chce motorka převrátit na stranu kam se chce zatáčet. Toto je způsobeno odstředivou silou. Princip tohoto stylu je pro lepší pochopení vysvětlen na **obr. 33**. [28], [57], [59]



Obr. 33 Princip zatáčení metodou Counter Steering (Proti směrování) [58]

Proti směřování je tedy první krok, který způsobí naklánění motocyklu. Kontaktní plocha předního kola posune svou polohu do strany, tím se způsobí, že se kolo nakloní směrem k zatáčce. Po naklonění kola do zatáčky se přední část vycentruje a zatočí se mírně směrem k zatáčce. [41]

### 6.1.2 Body Steering

Dalším stylem zatáčení je tzv. Body Steering neboli zatáčení tělem. Tímto stylem se ovlivňuje úhel náklonu motocyklu a tím i směr, kterým má motocykl jet. Principem je vyvinutí tlaku na motorku skrze části těla řidiče. Tlak je tedy vyvíjen skrz zadek, kolena, ruce a nohy řidiče. Přesunutím váhy doleva, se zajistí zatočení motocyklu doleva. Naopak přesunutím váhy doprava, se zajistí zatočení motocyklu doprava. [41]

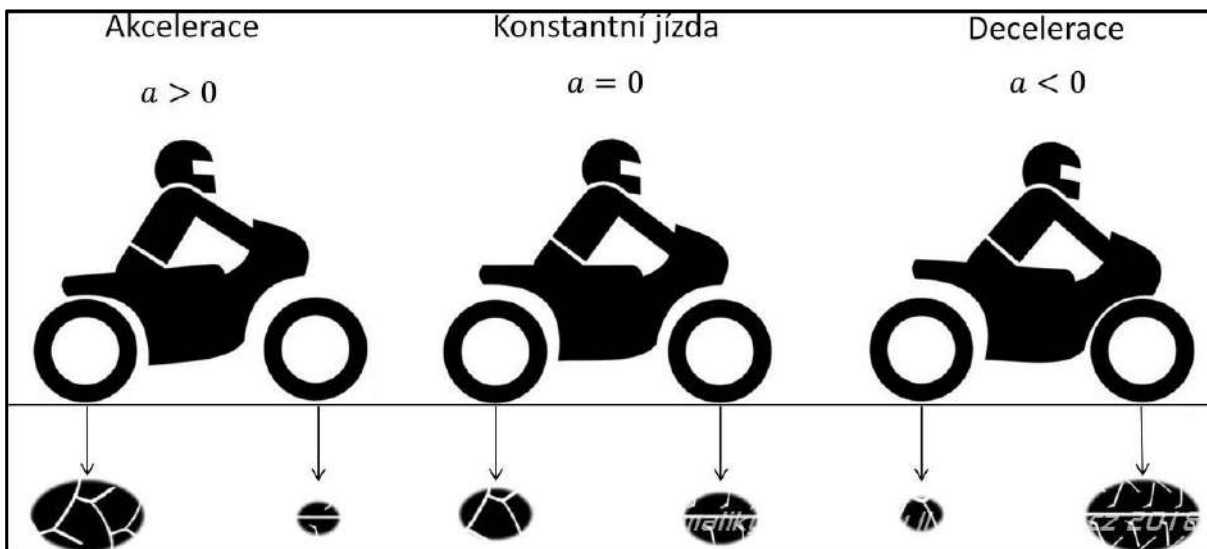
## 6.2 ZRYCHLOVÁNÍ (AKCELERACE)

Přidáním plynu pro zrychlení se vytvoří hnací síla, která využívá zadní pneumatiku k zajištění pohybu vpřed. Hnací síla působící v těžišti přesunuje hmotnost do zadní části motocyklu, tím se zvyšuje zatížení zadní pneumatiky a snižuje zatížení přední pneumatiky. Tento jev je patrný na **obr. 34**. Při obvyklé jízdě je motocykl vyvážen v poměru 50/50 celkové hmotnosti na přední a zadní pneumatiku. Při velmi vysokém přidání plynu (akceleraci) může nastat špatné vyvážení hmotnosti a zadní pneumatika tím ponese 100 % hmotnosti motocyklu. Tímto zatížením dojde ke zvednutí přední pneumatiky z vozovky. [30]

## 6.3 BRZDĚNÍ

Brzdné síly mohou být vytvořeny dvěma způsoby. První způsob je užití brzd motocyklu a druhý způsob je ubrání plynu (brzdění motorem). Brzdné síly působí stejně jako u akcelerace v těžišti, ale opačným směrem, než je pohyb vozidla. Při brzdění je více zatížená přední pneumatika než zadní. Na základě tohoto má přední pneumatika k dispozici větší trakci pro brzdění než zadní pneumatika. Tento jev je vidět na **obr. 34**. Velký přenos hmotnosti ze zadní na přední pneumatiku se stane kritický například v zatáčkách. Nejlepší metodou, jak brzdit, je použít obě brzdy najednou. U modernějších motocyklů toto zabezpečuje systém CBS. [30]

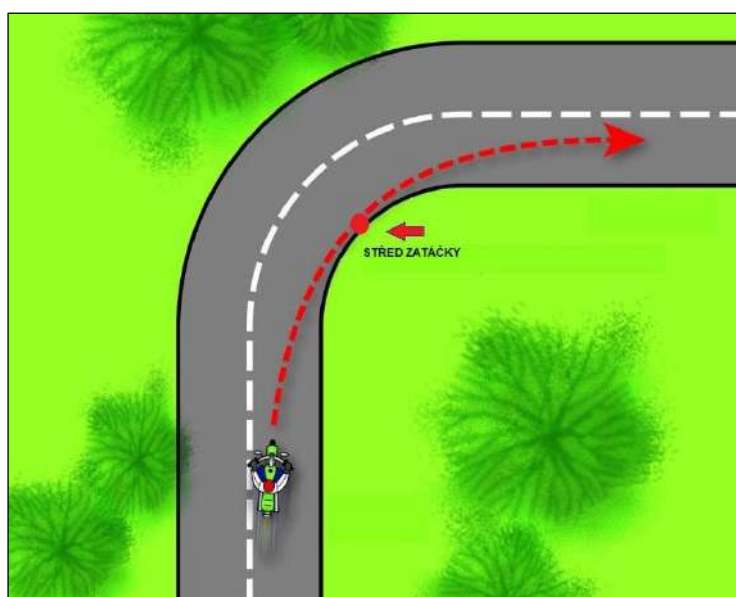
Při brzdění hraje velkou roli rozvor a poloha těžiště. Čím delší je rozvor, tím je kratší brzdná dráha. Principem je, že při brzdění je zatížené více přední kolo. Díky většímu rozvoru je větší páka a tím větší moment, který odolává odlehčení zadního kola. Obdobně je to s polohou těžiště. Nižší těžiště znamená kratší brzdnou dráhu. Nižší těžiště ztěžuje přenesení váhy při brzdění ze zadní pneumatiky na přední. Hmotnost řidiče, spolujezdce a věcí tedy na brzdnou dráhu nemá vliv, ale jejich pozice už vliv na brzdění má. [30], [41], [59], [60]



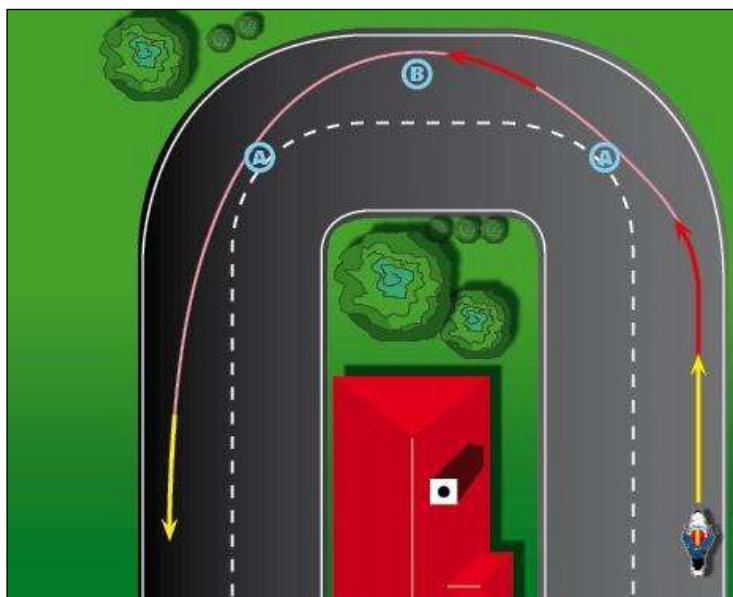
Obr. 34 Zatížení pneumatik/velikost stopy při akceleraci, konstantní jízdě a brzdění [68]

## 6.4 PRŮJEZD ZATÁČKOU

Důležitým aspektem při průjezdu zatáčkou je linie jízdy. Správným výběrem linie průjezdu zatáčky se dá snížit působení boční síly na pneumatice. Pokud je k dispozici při průjezdu zatáčkou celý jízdná pruh, je dobré využít celou šířku pruhu viz. **obr. 34**. Do zatáčky najíždět z vnější strany zatáčky, je nutné sledovat dráhu jízdy. Dráha by měla řidiče s vozidlem zavést do vnitřku (středu zatáčky) a na výjezdu by mělo být vozidlo opět na vnější straně. Příklad správné volby dráhy (linie) a projetí 180° zatáčky se dvěma vrcholy je na **obr. 35**. Průjezd této zatáčky je obdobný jako u předchozího příkladu. Rozdíl je v tom, že se princip z předešlého příkladu opakuje 2krát po sobě. [30], [59]



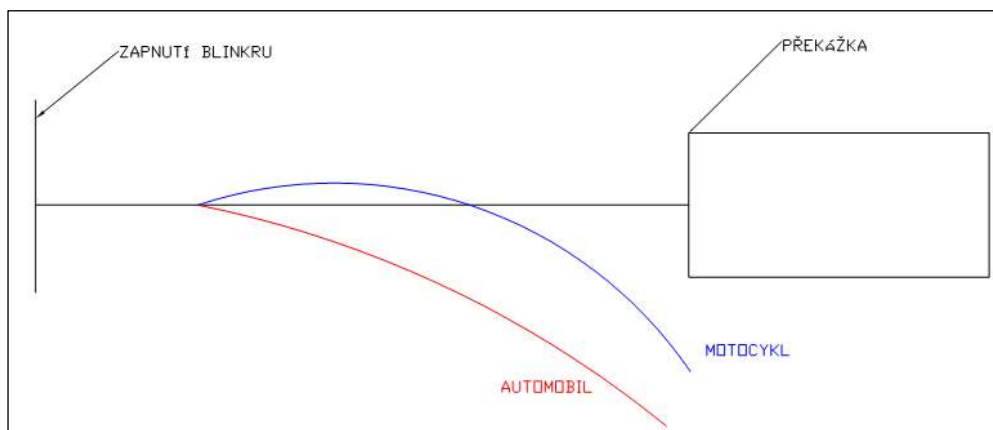
Obr. 35 Průjezd zatáčkou s konstantním rádiusem [61]



Obr. 36 Průjezd 180° zatáčky se dvěma vrcholy [62]

## 6.5 OBJÍŽDĚNÍ PŘEKÁŽKY

Motocykl není tak široký jako obyčejné osobní vozidlo. Tudíž by měla stačit menší boční vzdálenost při objíždění překážky. Aby toto platilo musel by se motocykl pohybovat doleva a doprava na menší podélné vzdálenosti než automobil. Dle testu, který byl proveden v různých rychlostech, s různými motocykly a různými jezdci, je patrné, že motocykl potřebuje větší vzdálenost pro vyhnutí než automobil. Motocykl nezatočí tak rychle jako automobil. Výsledek tohoto testu je patrný na **obr. 36**. [63]

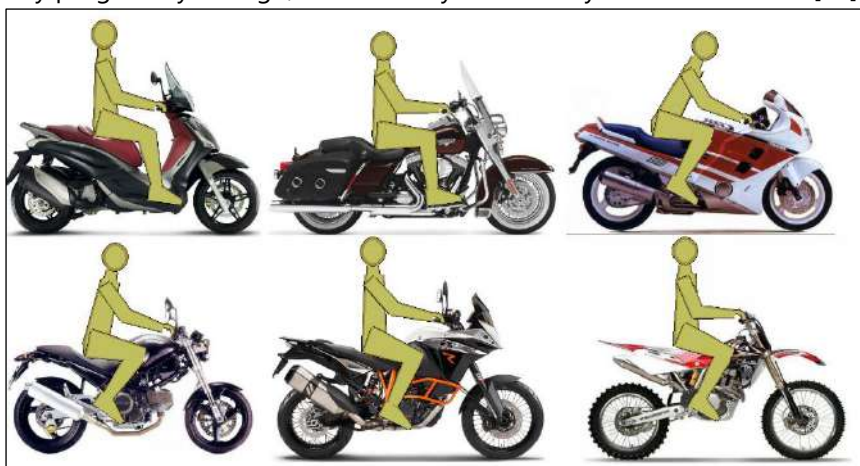


Obr. 37 Objížděná dráha při objíždění překážky motocyklem a automobilem [63]

Na **obr. 36** je patrné jak se cesta (dráha) motocyklu odchyľuje doleva od testovací dráhy. Tento jev vzniká, protože řidič motocyklu využil k zatáčení tzv. Counter Steeringu. [63]

## 6.6 POSED

Na každém typu motocyklu je posed pasažerů jiný. Posed je jinak pohodlný pro pasažéry vyššího vzrůstu a pro pasažéry nižšího vzrůstu. Jak už bylo popsáno v předešlých podkapitolách, posed má značný vliv při zatáčení, brzdění, akceleraci a má i vliv na polohu těžiště jako celku (motocykl plus pasažeri). Příklady posedů na různých typech motocyklů je vidět na **obr. 37**. Pro toto vyobrazení byl použit internetový program cycle-ergo, ve kterém byla zadána výška řidiče 185 cm. [28]



Obr. 38 Příklady posedů na různých typech motocyklů [64]

## 7 EXPERIMENT

### 7.1 TEORETICKÝ ROZBOR EXPERIMENTU

Jedná se o experiment, který byl proveden s motocyklisty na různých typech motocyklů. Pro měření byly specifikovány přesné úkony/manévry, které motocyklisté museli provést. Tyto úkony/manévry jsou blíže teoreticky popsány v dalších podkapitolách.

#### 7.1.1 Akcelerace

Úkon akcelerace je rozdělený do dvou částí.

1. Akcelerace z 0 km/h do 90 km/h s postupným řazením rychlostních stupňů
2. Akcelerace z 20 km/h do 60 km/h na druhý rychlostní stupeň

Principem první části je rozjezd motocyklu z nulové rychlosti do požadované rychlosti 90 km/h s postupným řazením rychlostních stupňů. Druhá část je koncipovaná tak, že se motocykl rozjede na rychlost 20 km/h. Při dosažení rychlosti 20 km/h bude mít zařazený druhý rychlostní stupeň a na tento rychlostní stupeň dosáhne rychlosti požadované tzn. 60 km/h.

Výstupem měření je hodnota zrychlení motocyklu a čas potřebný k dosažení rychlosti.

#### 7.1.2 Brzdění pomocí brzd

Úkon brzdění je proveden z určité rychlosti s následným brzděním až do zastavení. Pro potřeby tohoto úkonu byla stanovena výchozí (počáteční) rychlost na tachometrových 60 km/h.

Principem je rozjetí se na požadovanou počáteční rychlost 60 km/h a následné brzdění s maximálním účinkem až do zastavení motocyklu.

Celý úkon/manévr brzdění je dále rozdělen do tří kategorií.

1. Brzdění pomocí pouze přední brzdy
2. Brzdění pomocí pouze zadní brzdy
3. Brzdění pomocí obou brzd zároveň

Výstupem tohoto měření je zjištění brzdného zpomalení v závislosti na užití jednotlivých brzd a obou brzd současně. Jednotlivé výsledky budou zpracovány v podobě MFDD středně plně vyvinutého zpomalení. Toto zpomalení bude vypočteno na základě **vzorce 1**.

$$MFDD = \frac{Vb^2 - Ve^2}{25,92 (Se - Sb)} \quad (1)$$

Kde:  $Vb$  – 80 % z původní rychlosti vozidla [km/h]

$Ve$  – 10 % z původní rychlosti vozidla [km/h]

$Se$  – Vzdálenost ujetá mezi původní rychlostí a rychlostí  $Ve$  [m]

$Sb$  – Vzdálenost ujetá mezi původní rychlostí a rychlostí  $Vb$  [m] [72]

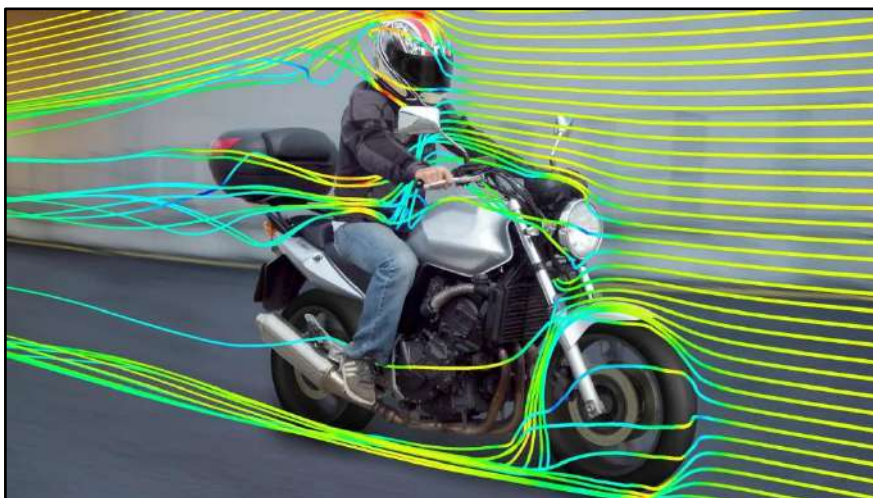
### 7.1.3 Brzdění pomocí motoru

Úkon brzdění motorem je proveden z určité rychlosti na druhý, třetí a čtvrtý rychlostní stupeň. Na čtvrtý rychlostní stupeň se měří zpomalení z 90 km/h na 60 km/h. Při třetím rychlostním stupni je toto rozmezí stejné jako u čtvrtého rychlostního stupně. V případě druhého rychlostního stupně se jedná o zpomalení z 60 km/h na 20 km/h. Principem měření je dosažení požadované rychlosti na požadovaný rychlostní stupeň a dále následuje po dosažení rychlosti přerušení dodávky paliva. Čímž dochází k tzv. brzdění pomocí motoru.

Výstupem tohoto měření je zjištění dosažitelného brzdného zpomalení pomocí brzdění motorem na druhý, třetí a čtvrtý rychlostní stupeň.

Celkově je toto měření ovlivněno tzv. jízdními odpory. Mezi jízdní odpory patří odpor valivý, odpor vzdušný, odpor zrychlení a odpor stoupání. [73]

Odpor valivý  $O_f$  vzniká deformací pneumatiky a vozovky. Odpor vzdušný  $O_v$  je odpor, který vzniká při jízdě vozidla tím, že vzduch proudí kolem vozidla a část prochází mezi vozovkou a spodní částí vozidla. Za všemi vozidly je víření a tím nastává vzdušný odpor. Vzdušný odpor je patrný na **obr. 38**. [73]



Obr. 38 Vzdušný odpor při jízdě na motocyklu [74]

Odpor stoupání  $O_s$  vzniká při jízdě do svahu a působí proti směru jízdy vozidla, ale pokud vozidlo pojedje ze stoupání dolů, bude odpor působit ve směru jízdy vozidla. [73]

V neposlední řadě je zde odpor zrychlení  $O_z$ . Tento odpor vzniká při změně rychlosti vozidla. Pokud vozidlo zrychluje, působí tento odpor proti směru jízdy a při zpomalování je to naopak. [73]

#### 7.1.4 Výjezd z křižovatky

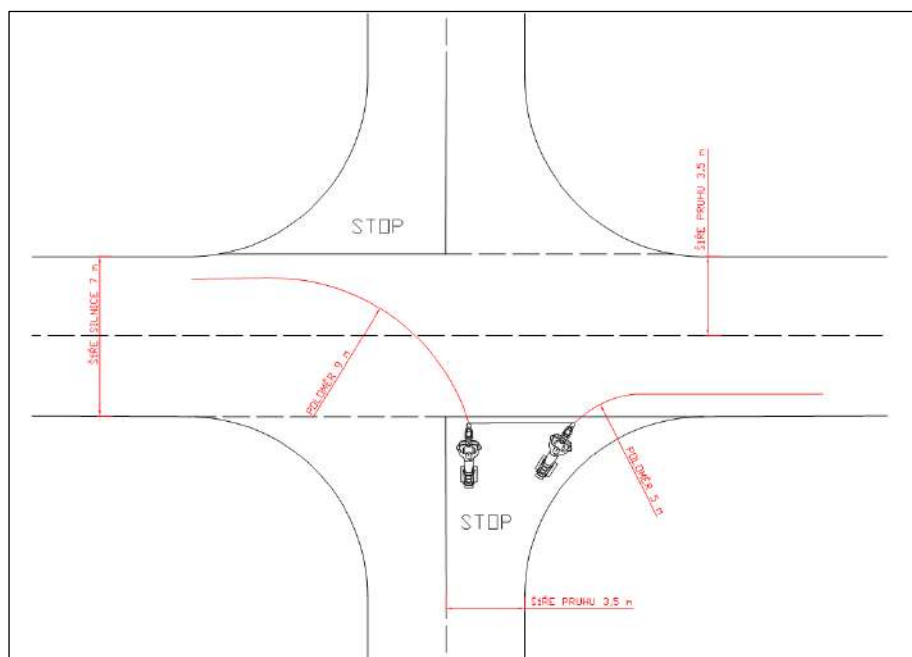
Jedná se o úkon/manévr, při kterém účastníci experimentu musí simulovat výjezd z křižovatky. Výjezd z křižovatky byl směrem vlevo a vpravo. Pro simulaci tohoto úkonu byly použity rozměry a uspořádání křižovatky mezi vesnicemi Věžnice a Kamenice na Vysočině. Jedná se o křižovatku tvaru X se stopkou viz. **obr. 38**, která se nachází na silnici č. 602. Jedná se o křižovatku s velmi častými dopravními nehodami. Na **obr. 39** jsou zakresleny parametry křižovatky s poloměry výjezdů motocyklu vlevo a vpravo.



Obr. 39 Křižovatka na silnici č. 602 [65]

Časové okno je specifikováno začátkem a koncem úkonu. Jako začátek úkonu je stanoven rozjezd motocyklu z nulové rychlosti. Konec je stanovený jako zařazení do příslušného jízdního pruhu (přímá jízda) v závislosti na výjezdu vpravo nebo vlevo.

Výstupem měření je zjištění časového okna, které je potřebné pro výjezd z křižovatky a následné zařazení do příslušného jízdního pruhu.



Obr. 39 Parametry křižovatky a poloměrů výjezdu motocyklu [vlastní]

### 7.1.5 Příčné přemístění

Úkon objíždění je specifikován jako vyhýbání se pevné překážce. Pevnou překážku tvořilo vozidlo Ford Transit nebo vozidlo Škoda Octavia. Vyhýbný manévř je rozdělen na dva druhy.

1. Vyhýbací manévř jedním obloukem viz. **obr. 40**
2. Vyhýbací manévř dvěma oblouky viz. **obr. 41**

Principem tohoto úkonu je rozjezd motocyklu na rychlost 50 km/h. S následným vyhnutím se vozidlu jedním obloukem a následné brzdění. Při druhé variantě se motocykl pohybuje stejnými stanovenými rychlostmi, ale rozdíl je ve vyhnutí se dvěma oblouky. Celý úkon tedy spočívá ve vyhnutí se vozidlu, objetí vozidla a pokračování v přímém směru jízdy jako před manévřem.

Samotný vyhýbný manévř je velice odlišný od manévřu provedeného osobním vozidlem. Odlišný je zejména v tom, že motocykl potřebuje větší podélnou vzdálenost pro provedení manévřu viz. **kapitola 6.5**. Na základě tohoto se dají jednotlivé úkony při provádění objíždění překážky dvěma oblouky rozdělit do tří časových úseků. První časový úsek  $t_1$  je čas potřebný k natočení předního kola do směru přemístění. Druhý časový úsek  $t_2$  je čas pro samotné provedení příčného přemístění a je vypočten dle **vzorce 2**. Třetí časový úsek  $t_3$  je čas potřebný ke srovnání motocyklu do přímého směru jízdy a počítá se od okamžiku, kdy je přední kolo již namířeno do přímého směru po provedení příčného přemístění. [75]

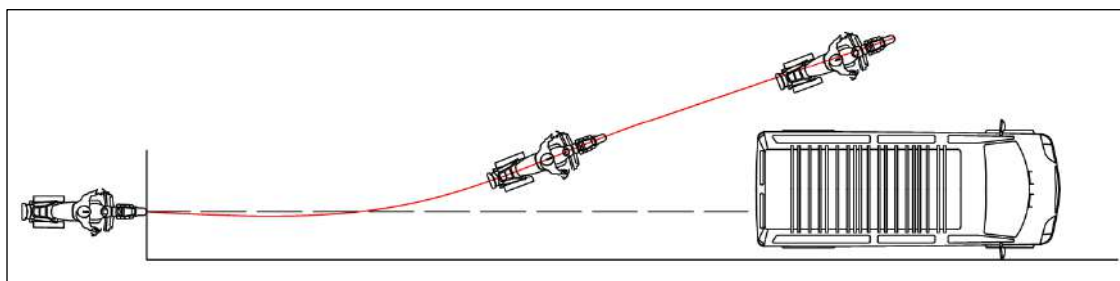
$$t_2 = 2 \sqrt{\frac{y}{4 \cdot a_y}} \quad (2)$$

Kde:  $y$  – hodnota příčné vzdálenosti přemístění [m]

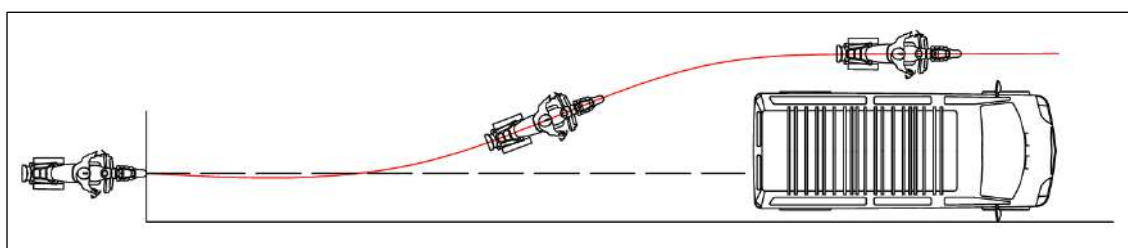
$a_y$  – hodnota příčného zrychlení [m]

[75]

Výstupem tohoto měření je tedy zjištění hodnoty příčného zrychlení a celkový čas pro jednotlivé manévry.



Obr. 40 Vyhýbací manévr jedním obloukem [vlastní]



Obr. 41 Vyhýbací manévr dvěma oblouky [vlastní]

### 7.1.6 Poznanky z předešlých měření a prací

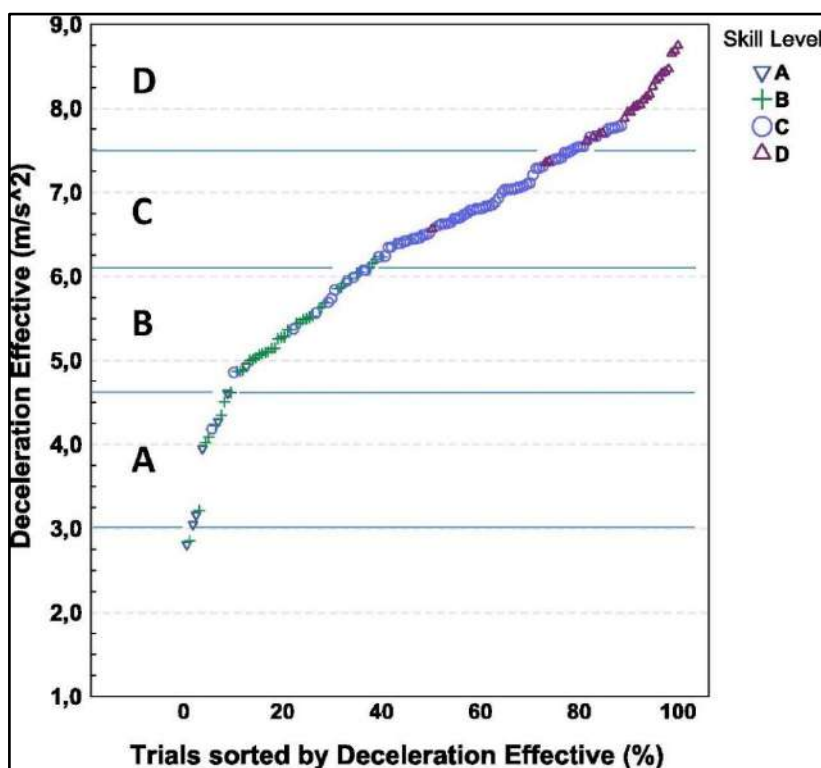
Na obdobné téma byla zpracována diplomová práce Ing. Davidem Šplíchalem. Z prostudování této diplomové práce bylo zjištěno několik poznatků, kterých bylo využito k tomu, aby aktuální měření dosáhlo přesnějších a realističtějších výsledků. Zejména se jedná o to, že před experimentem nebyla zaznamenána hloubka dezénu u jednotlivých pneumatik a také huštění jednotlivých pneumatik motocyklů. Tyto parametry by mohly mít vliv na naměřené údaje. Dále bylo v této práci užito k záznamu pouze dvou kamer, a to jedné stacionární a druhé dynamické připevněné na blatníku motocyklu. Při příčném přemístění motocyklů by se dosáhlo větší přesnosti při odečtu hodnot, pokud by bylo užito více kamer z více úhlů pohledu. Dále bylo užito kamer, které měly snímkovací frekvenci 29 snímků za sekundu. Opět by došlo k přesnějšímu vyhodnocení, pokud by se jako dynamická kamera užila kamera s vyšší snímkovací frekvencí. Toto by mělo minimálně vliv na data času výjezdu z křižovatky. V poslední řadě došlo k jistému zkreslení dat z příčného přemístění tím, že motocyklisté byli omezeni na prostoru pomocí kuželů (pet lahví). Tímto omezením byli motocyklisté nuceni k užití vymezeného prostoru k vyhýbacímu manévru. V reálné situaci by mohlo dojít k tomu, že by tento vymezený prostor nebyl dostačující pro bezpečný odstup motocyklu od objížděné překážky. [67]

Dá se předpokládat, že hodnoty efektivního dosaženého zpomalení u motocyklu, jsou různé dle zkušeností a dovedností jezdců. Tímto tvrzením je myšleno, že vyježděnější a zkušenější jezdec by měl

dosahovat většího brzdného zpomalení, než například jezdec nevyježděný a čerstvě po získání řídičského oprávnění. V roce 2019 bylo na Univerzitě ve Florencii provedeno měření se třinácti zkušebními jezdci. Tito jezdci byly zatříděni do čtyř skupin (Začátečník, Středně pokročilý, Pokročilý a Expert) podle zkušeností. Jednalo se zejména tedy o začátečníka s minimem zkušeností, pokročilého jezdce, vyježděného jezdce a do skupiny expert byli zahrnuti závodníci a instruktoři autoškol. V celkovém výsledku bylo zjištěno, že zkušenosti jezdce mají opravdu veliký vliv na hodnotu efektivního dosažitelného zpomalení. V **tabulce 1** je zanesen počet jezdců dané kategorie, počet pokusů a efektivní zpomalení, kterého bylo dosaženo. Na **obr. 45** je vidět graf dosažených efektivních hodnot zpomalení při jednotlivých pokusech. [69]

Tabulka 1 Tabulka dosaženého efektivního zpomalení dle zkušeností jezdce [69]

Dovednostní úroveň	Počet pokusů	Počet jezdců	Průměrné efektivní Zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
A - Začátečník	7	1	3,83
B - Středně pokročilý	47	4	5,28
C - Pokročilý	78	6	6,79
D - Expert	25	2	8,03



Obr. 40 Graf dosaženého efektivního zpomalení při jednotlivých pokusech testu [69]

Na základě tohoto měření je jasné, že začátečník nemůže dosáhnout takového brzdného zpomalení i na sebe lepším motocyklu jako vyježděný a zkušený jezdec. [69]

Další měření, bylo prováděno za účasti Ústavu soudního inženýrství, a to v Prostějově v roce 2011. Při tomto měření bylo měřeno zrychlení jednotlivých motocyklů z 0–100 km/h a brzdné zpomalení. Z výsledků tohoto měření je patrné to, co už zde zaznělo. Patrné je tedy, že dosažitelné brzdné zpomalení je z velké míry ovlivněno zkušenostmi samotných jezdců. V **tabulce 2** je vidět, že se výsledky při jednotlivých brzděních na motocyklech nedostaly ve většině případů pod 7 m/s<sup>2</sup>. Ve směs se tohoto měření účastnili motocyklisté vyježdění s několikaletou praxí a měření probíhalo v říjnu, tudíž i měření nebylo ovlivněno například počátkem sezony, kdy motocyklisté nejsou ještě zcela připraveni okamžitě dosahovat těch nejlepších výsledků. [70]

*Tabulka 2 Tabulka naměřených hodnot při měření v Prostějově [70]*

Motocykl	Praxe	0-100 km/h	Průměrné Zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Yamaha YZF R6	8 roků	3,7 s	8,4
Kawasaki Z 1000	11 roků	3,42 s	8,28
Kawasaki Z 750	5,5 roku	3,7 s	5,33
Suzuki GSX – R1000 K5	4 roky	3,6 s	9,3
Honda CB 600 Hornet	4 roky	3,95 s	6,95
Suzuki GSX-R 600	8 roků	4,18 s	9,23

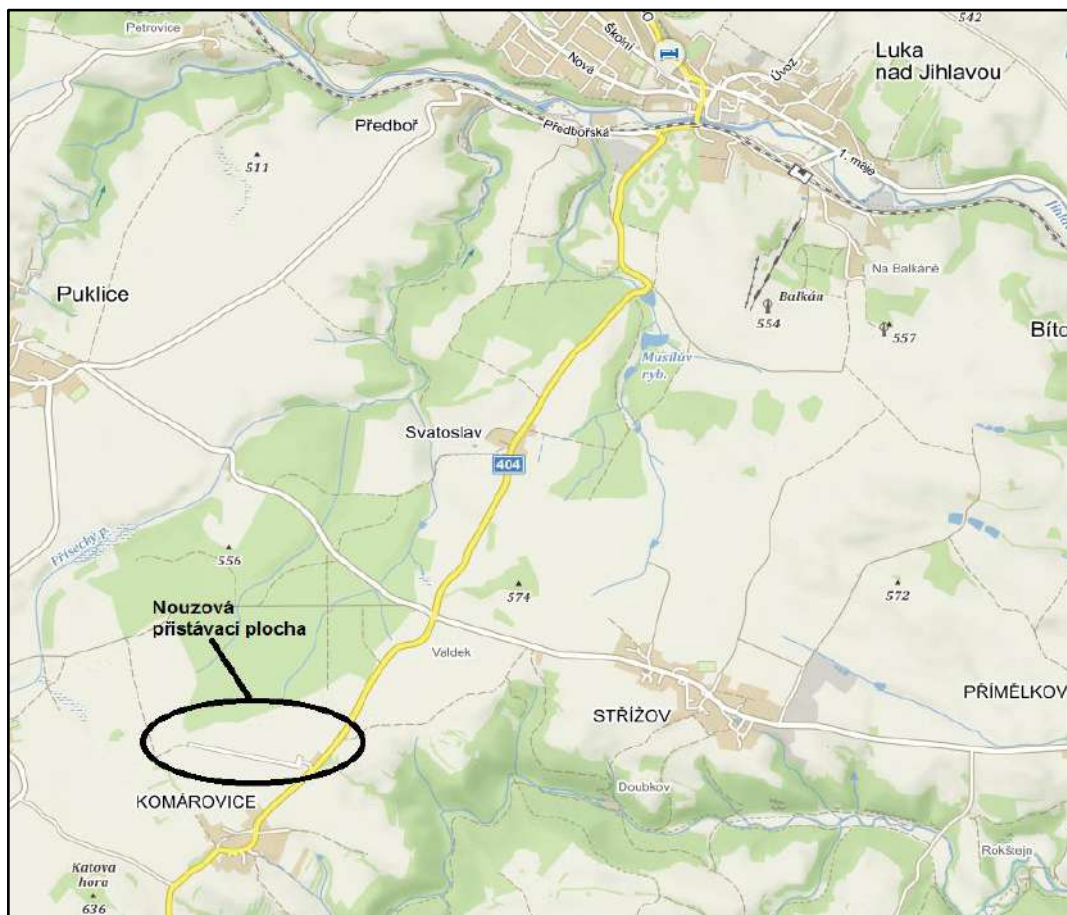
V **tabulce 2** se objevují i hodnoty při brzdění, které jsou pod 7 m/s<sup>2</sup>. Tyto hodnoty jsou způsobeny malými zkušenostmi na daném motocyklu. Například průměrná hodnota 5,33 m/s<sup>2</sup> je způsobena tím, že řidič má pouze půl roční zkušenosti s jízdou na silnici. A 3,5 roku má zkušenosti s motokrosem. Je tedy patrné, že se motocykl chová úplně jinak na silnici než v terénu a musí se ke správnému ovládní motocyklu dopracovat. [70]

Další téma, zpracovával Ing. Radoslav Vašica ve své Diplomové práci. Tato práce je zaměřená na měření brzdného zpomalení při užití motoru motocyklu. Ve zhodnocení práce jsou uvedeny minimální a maximální hodnoty průměrného zpomalení motorem. Celkově se minimální hodnoty pohybují od 0,3 m/s<sup>2</sup> až po 0,6 m/s<sup>2</sup>. Oproti tomu maximální hodnoty se pohybují v rozmezí od 0,8 m/s<sup>2</sup> do 1,3 m/s<sup>2</sup>. Průběžné výsledky při jednotlivých měření při užití daného rychlostního stupně jsou dále použitelné. Nicméně konečné výsledné porovnání není nijak vypovídající. [71]

## 7.2 MÍSTO PROVEDENÍ EXPERIMENTU

Experiment byl proveden na nouzové přistávací ploše. Přistávací plocha se nachází v blízkosti vesnice Komárovice přibližně 5,5 km od Luk nad Jihlavou na Vysočině viz. **obr. 42**, kde je znázorněna poloha přistávací plochy v mapě. Na **obr. 43** je pohled na přistávací plochu z letadla.

GPS souřadnice přistávací plochy: 49.3398658N, 15.6713381E



Obr. 42 Znárodnění polohy nouzové přistávací plochy v mapě [65]

Jedná se o 590 m dlouhou a 18 m širokou dráhu. Na začátku přistávací plochy je odstavňá plocha 60 m dlouhá a 25 m široká. Jedná se tedy o dostáující prostor pro provedení experimentu.



Obr. 43 Přistávací plocha u Komárovic [65]

Letištní plocha se k účelům měření použila na základě povolení, které vystavil Útvar policejního vzdělávání a služební přípravy Jihlava. Toto povolení je v **příloze č. 1**. Na **obr. 44** je pohled na letištní plochu a na **obr. 45** je vidět živičný povrch plochy.



Obr. 44 Pohled na letištní plochu [vlastní]



Obr. 45 Živičný povrch letiště [vlastní]

### 7.3 MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE

Pro zaznamenání experimentu bylo užito čtyř kamer a jednoho fotoaparátu. Jednotlivé údaje o těchto zařízeních jsou v **tabulce č. 3** a jsou vidět na **obr. 41** až **obr. 43**.

Užité měřicí přístroje pro zaznamenávání měření jsou v **tabulce č. 4** stejně tak jako měřicí přístroje a pomůcky užité k přípravě měřicí dráhy, rastru a měření dat z pneumatik. A jsou na **obr. 44** až **obr. 49**.

Tabulka 3 Použitá záznamová zařízení [vlastní]

Záznamové zařízení	Rozlišení videa	Snímkovací frekvence	Počet užitých kusů
Vantop Moment 4U	1080 Full HD	60 snímků za 1 sekundu	2 ks
Niceboy VEGA	1080 Full HD	30 snímků za 1 sekundu	2 ks
Nikon Coolpix B500	1080 Full HD	60 snímků za 1 sekundu	1 ks



Obr. 41 Záznamová kamera Vantop [vlastní]



Obr. 42 Záznamová kamera Niceboy [vlastní]



Obr. 43 Fotoaparát Nikon Coolpix B500 [vlastní]

Tabulka 4 Použitá měřicí zařízení [vlastní]

Měřidlo	Rozsah měření	Přesnost měření	Číslo měřidla
Svinovací metr	0 až 5 m	1 mm	-
Měřicí pásmo	0 až 20 m	2 mm	-
Posuvné měřítko	0 až 200 mm	0,05 mm	1-0160- 1413
Měřič tlaku celokovový	0,5 až 7,5 bar	0,1 bar	-
VBOX MOTORSPORT	Rychlost: 0 až 1 800 km/h Zrychlení: 0 až 4 G	Rychlost: 0,1 km/h Zrychlení: 0,5 %	SAP: 001000310840-0000
Performance Box Touch	Rychlost: 0 až 1 800 km/h Zrychlení: 0 až 4 G	Rychlost: 0,1 km/h Zrychlení: 1 %	SAP: 001000310883-0000



Obr. 44 Svinovací metr [vlastní]



Obr. 45 Měřicí pásmo [vlastní]



Obr. 46 Posuvné měřítko [vlastní]



Obr. 47 Měřič tlaku celokovový [vlastní]



Obr. 48 VBOX MOTORSPORT [vlastní]



Obr. 49 Performance Box Touch [vlastní]

## 7.4 PARAMETRY MĚŘENÝCH VOZIDEL

Parametry jednotlivých měřených vozidel jsou zpracovány v **tabulkách č. 5** až v **tabulce č. 9**. V těchto tabulkách jsou popsány parametry vozidel, které mají vliv na měřené veličiny. Hodnoty hloubky dezénu na pneumatikách byly změřeny před experimentem pomocí posuvného měřítka. Hodnoty tlaku v pneumatikách byly zjištěny opět před měřením pomocí celokovového měřiče tlaku.



Obr. 50 Škoda Octavia 1.6 MPI, 75 kW [vlastní]



Obr. 51 Yamaha TDM 900 [vlastní]

Tabulka 5 Parametry vozidla Škoda Octavia 1.6 MPI a parametry motocyklu Yamaha TDM 900 [vlastní]

Vozidlo	Škoda Octavia, 1.6 MPI, 75kW	Yamaha TDM 900
Pohotovostní hmotnost [kg]	1 205	221
Úhel hlavy řízení [°]		64,5
Rozvor [mm]	2 512	1 485
Typ rámu		Páteřový
Přední brzdy	Kotoučové s jedno pístovými plovoucími třmeny	Dvou kotoučové s čtyřpístkovým třmenem
Zadní brzdy	Bubnové se dvěma čelistmi	Jedno kotoučové
Rozměr přední pneumatiky	195/65 R15 Zimní	120/70 ZR 17
Rozměr zadní pneumatiky	195/65 R15 Zimní	160/60 ZR 17
Hloubka dezénu přední pneumatiky [mm]	7	2,3
Hloubka dezénu zadní pneumatiky [mm]	7,4	0,9
Tlak v přední pneumatice [bar]	2,3	2,4
Tlak v zadní pneumatice [bar]	2,4	2,8
Měřeno dne	9. 4. 2022	9. 4. 2022



Obr. 52 Honda CBR 125 [vlastní]



Obr. 53 Ducati Multistrada 1000 S DS [vlastní]

Tabulka 6 Parametry motocyklů Honda CBR 125 a Ducati Multistrada 1000 S DS [vlastní]

Vozidlo	Honda CBR 125	Ducati Multistrada 1000 S DS
Pohotovostní hmotnost [kg]	137	205
Úhel hlavy řízení [°]	55	66
Rozvor [mm]	1 294	1 462
Typ rámu	Diamond	Trubkový
Přední brzdy	Jedno kotoučové s dvoupístkovým třmenem	Dvou kotoučové s čtyřpístkovým třmenem
Zadní brzdy	Jedno kotoučová jedno pístková	Jedno kotoučové
Rozměr přední pneumatiky	80/90 ZR 17	120/70 ZR 17
Rozměr zadní pneumatiky	100/80 ZR 17	180/55 ZR 17
Hloubka dezénu přední pneumatiky [mm]	3,2	3,1
Hloubka dezénu zadní pneumatiky [mm]	2,6	2,8
Tlak v přední pneumatice [bar]	2	2,5
Tlak v zadní pneumatice [bar]	2	2,7
Měřeno dne	16. 4. 2022	16. 4. 2022



Obr. 54 Aprilia Tuono V4 1100 RR [vlastní]



Obr. 55 KTM EXC 350 F [vlastní]

Tabulka 7 Parametry motocyklů Aprilia Tuono V4 1100 RR a KTM EXC 350 F [vlastní]

Vozidlo	Aprilia Tuono V4 1100 RR	KTM EXC 350 F
Pohotovostní hmotnost [kg]	205	104
Úhel hlavy řízení [°]	65,3	63,5
Rozvor [mm]	1 445	1 482
Typ rámu	Dvojitý páteřový	Trubkový
Přední brzdy	Dvou kotoučové s ABS (čtyřpístkový třmen)	Jedno kotoučové s dvoupístkovým třmenem
Zadní brzdy	Jedno kotoučové s ABS	Jedno kotoučové s jednopístkovým třmenem
Rozměr přední pneumatiky	120/70 ZR 17	90/90-21 Terénní
Rozměr zadní pneumatiky	190/55 ZR 17	140/80-18 Terénní
Hloubka dezénu přední pneumatiky [mm]	4	9
Hloubka dezénu zadní pneumatiky [mm]	3,2	8
Tlak v přední pneumatice [bar]	2,2	1,3
Tlak v zadní pneumatice [bar]	2,5	1,5
Měřeno dne	16. 4. 2022	16. 4. 2022



Obr. 56 Honda XR 650 R [vlastní]



Obr. 57 KTM EXC 500 [vlastní]

Tabulka 8 Parametry motocyklů Honda XR 650 R a KTM EXC 500 [vlastní]

Vozidlo	Honda XR 650 R	KTM EXC 500
Pohotovostní hmotnost [kg]	142	111,5
Úhel hlavy řízení [°]	62,47	63,5
Rozvor [mm]	1 485	1 482
Typ rámu	Dvojitý kolébkový	Trubkový
Přední brzdy	Jedno kotoučová s dvoupístkovým třmenem	Jedno kotoučová s dvoupístkovým třmenem
Zadní brzdy	Jedno kotoučová s jednopístkovým třmenem	Jedno kotoučová s jednopístkovým třmenem
Rozměr přední pneumatiky	120/70 ZR 17	80/100 ZR 21
Rozměr zadní pneumatiky	150/60 ZR 17	140/80 ZR18
Hloubka dezénu přední pneumatiky [mm]	2,8	3
Hloubka dezénu zadní pneumatiky [mm]	4	2,7
Tlak v přední pneumatice [bar]	2	2
Tlak v zadní pneumatice [bar]	2	2
Měřeno dne	23. 4. 2022	24. 4. 2022



Obr. 58 Suzuki DL 1000 V-Strom [vlastní]

Tabulka 9 Parametry motocyklu Suzuki DL 1000 V-Strom [vlastní]

Vozidlo	Suzuki DL 1000 V-Strom
Pohotovostní hmotnost [kg]	228
Úhel hlavy řízení [°]	64,3
Rozvor [mm]	1 555
Typ rámu	Páteřový
Přední brzdy	Dvou kotoučové s ABS a CBS (čtyř pístové třmeny)
Zadní brzdy	Jedno kotoučová s ABS bez CBS (s dvoupístovým třmenem)
Rozměr přední pneumatiky	110/80 ZR 19
Rozměr zadní pneumatiky	150/70 ZR 17
Hloubka dezénu přední pneumatiky [mm]	4,8
Hloubka dezénu zadní pneumatiky [mm]	5
Tlak v přední pneumatice [bar]	2,9
Tlak v zadní pneumatice [bar]	2,4
Měřeno dne	23. 4. 2022

## 7.5 PODMÍNKY A PŘÍPRAVA MĚŘENÍ

Měření probíhalo celkem ve čtyřech dnech. Jednotlivé teplotní a povětrnostní podmínky v jednotlivých dnech jsou zpracovány v **tabulce 10**. Na **obr. 59** je vidět stav mokré vozovky ze dne 16.4.2022.

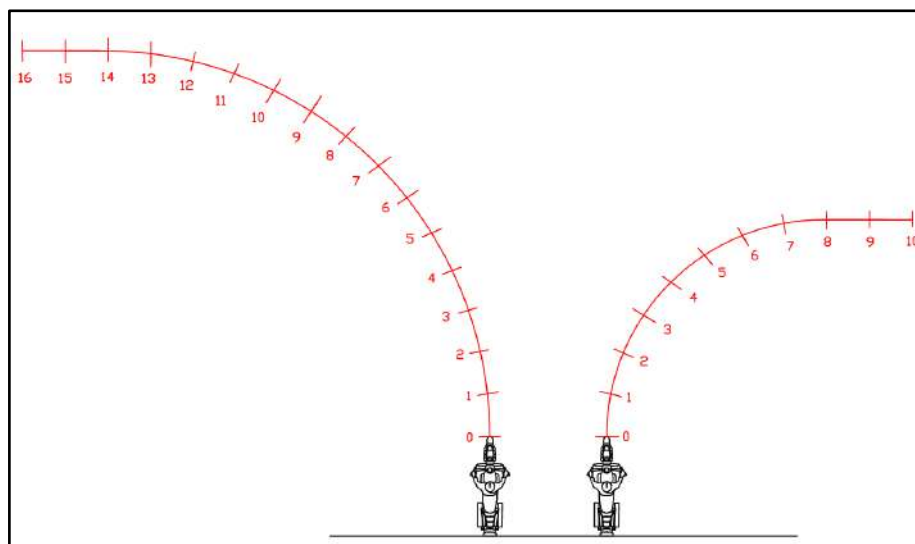
*Tabulka 10 Teplotní a povětrnostní podmínky při měření [vlastní]*

Datum měření	Teplota [°C]	Směr větru	Rychlost větru [km/h]	Tlak [hPa]	Stav počasí
09.04.2022	2	SZ	28,8	1012,3	Zataženo (mrholení)
16.04.2022	6	SZ	21,6	1030	Zataženo (déšť a mokrá vozovka)
23.04.2022	12	V	7,2	1007	Polojasno
24.04.2022	9	JV	14,4	1003	Polojasno



*Obr. 59 Mokrý vozovka ze dne 16.4.2022 [vlastní]*

Samotná příprava měření spočívala v přesném rozměření drah pro jednotlivé úkony měření. V první řadě bylo nutné rozměřit dráhy pro výjezdy z křižovatek. Při výjezdu z křižovatky vlevo byl poloměr 9 m. V případě výjezdu z křižovatky vpravo byl poloměr 5 m. Pomocí značkovacího spreje oranžové barvy byl vykreslen rastr příčně přes letiště. Následně na jednotlivých křivkách byly vyznačeny ve vzdálenosti jednoho metru od sebe zájmové body. Při výjezdu vlevo bylo vytyčeno 16 bodů a při výjezdu vpravo bylo vytyčeno 10 bodů. Na **obr. 60** jsou vidět přímo vykreslené dráhy pro lepší pochopení. Na **obr. 61** je vidět dráha pro výjezd z křižovatky přímo z měřicí plochy.

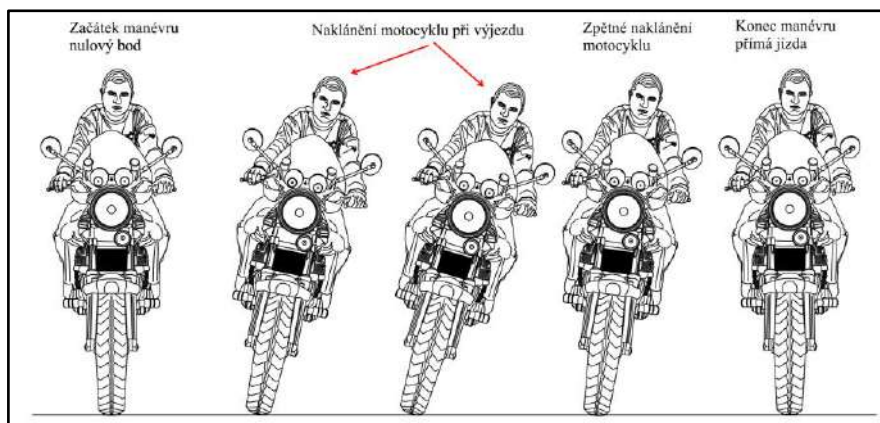


Obr. 60 Vykreslení dráhy výjezdu z křižovatky s jednotlivými zájmovými body [vlastní]



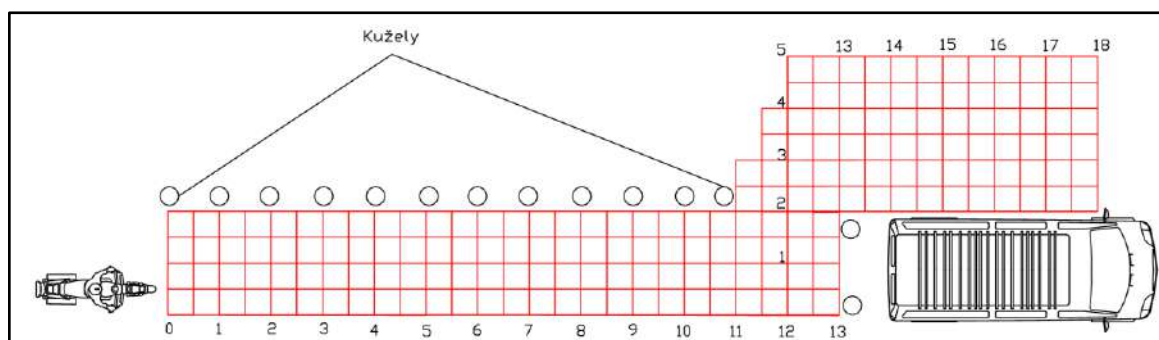
Obr. 61 Vykreslení dráhy výjezdu z křižovatky z místa měření [vlastní]

Celé rozměření dráhy je koncipováno tak, že motocykl vyjede z nulového bodu v přímém směru a následně dochází k postupnému naklánění při výjezdu z křižovatky. Dráha na konci obsahuje 2 až 3 m rovné dráhy, kde dojde k narovnání motocyklu opět do přímé polohy. Jakmile motocykl dosáhne přímé polohy, tím je myšleno koncového bodu dráhy, měření končí. Celý postup této myšlenky je patrný na **obr. 62**. Veškeré rozměřování bylo pomocí měřicího pásma a svinovacího metru.



Obr. 62 Postup myšlenky měření výjezdu z křižovatky [vlastní]

Další příprava dráhy spočívala v přípravě dráhy pro měření příčného přemístění. V určitém místě letiště bylo na okraj vozovky umístěno vozidlo, které simulovalo překážku v jízdě. Na vozovku byl následně nakreslen přesně rozměřený rastr po 0,5 metrech. Celá dráha byla ohraničena kužely v podobě pet lahví napuštěných vodou pro lepší stabilitu. Samotné kužely a vozidlo navozují omezení pro motocyklistu. Hlavní myšlenkou omezení je navození potřebného efektu např. náhlého zabrzdění vozidla jedoucího před motocyklem a tím získání dat ze skoro reálné situace. Na **obr. 63** je vidět rozkreslení rastru a na **obr. 64 a 65** je vidět pohled na dráhu z místa měření.



Obr. 65 Rozkreslený rastr pro měření příčného přemístění [vlastní]



Obr. 63 Pohled na dráhu příčné přemístění [vlastní]



Obr. 64 Pohled na dráhu příčné přemístění [vlastní]

V neposlední řadě spočívala příprava v rozmístění kamer. Při výjezdu z křižovatky a měření příčného přemístění byla užita jedna kamera, která mířila na přední kolo, tak aby bylo vidět na vozovku a na nakreslený rastr. Tato kamera byla umístěna buď na plexisklo nebo na předním blatníku. Příklad umístění této kamery je na **obr. 66**. Další kamera při výjezdu z křižovatky byla statická umístěná na stativu. V případě příčného přemístění byla užita jedna kamera tedy mířící na přední kolo, jak už bylo popsáno, dále kamera na stativu a dvě kamery umístěné na a za vozidlem viz. **obr. 68**.

Jako poslední věc přípravy bylo řešeno umístění měřicího zařízení. Měřicí zařízení bylo umístěno na řídkách pomocí přípravku. Ve většině případů bylo zařízení užito s externí anténou, jelikož bylo při měření značně zataženo a tímto se zlepšil signál. Externí anténa byla umístěna na nádrž motocyklu a na podélné ose vozidla. Příklad umístění je vidět na **obr. 67**.



Obr. 66 Umístění kamery na motocyklu [vlastní]



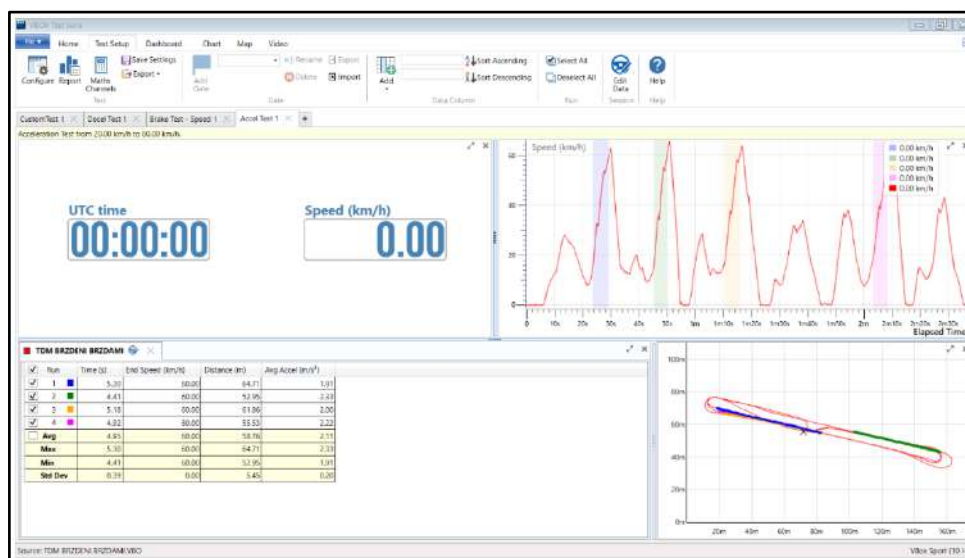
Obr. 67 Umístění měřicího zařízení [vlastní]



Obr. 68 Umístění kamer na a za odstaveným vozidlem [vlastní]

## 7.6 ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ DAT

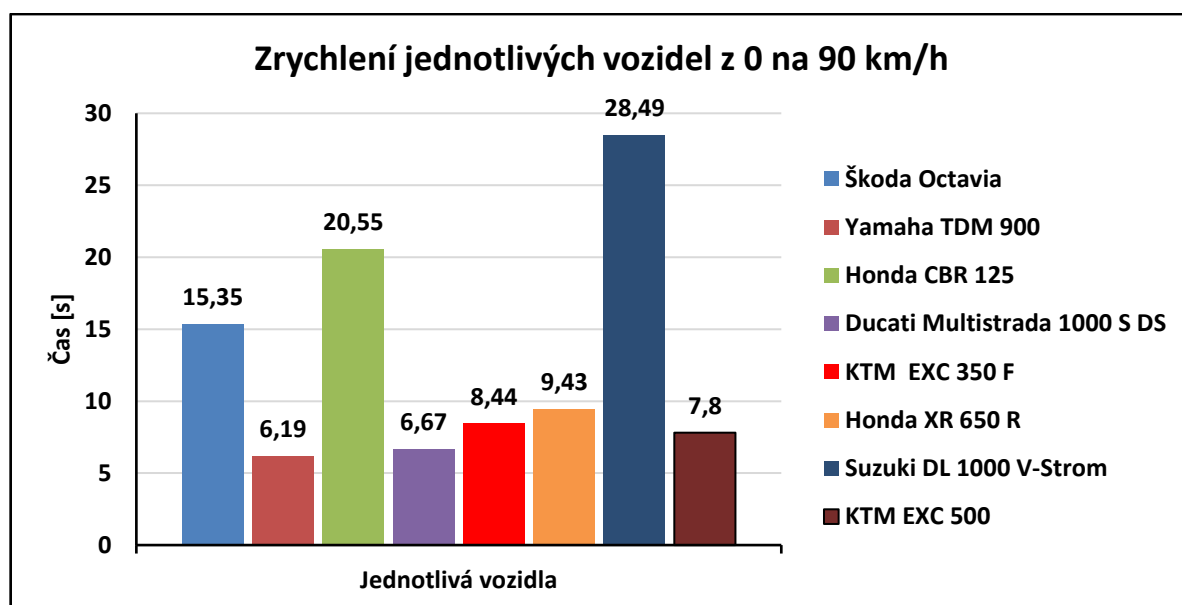
Data, která byla naměřena pomocí měřícího zařízení Racelogic, se zpracovávala v programu VBox Test Suite. V tomto programu byla data načtena, částečně zpracována a následně byly vygenerována ve formátu CSV pro další zpracování v softwaru Excel. Na **obr. 69** je vidět rozhraní daného programu VBox Test Suite.



Obr. 69 Rozhraní programu VBox Test Suite [vlastní]

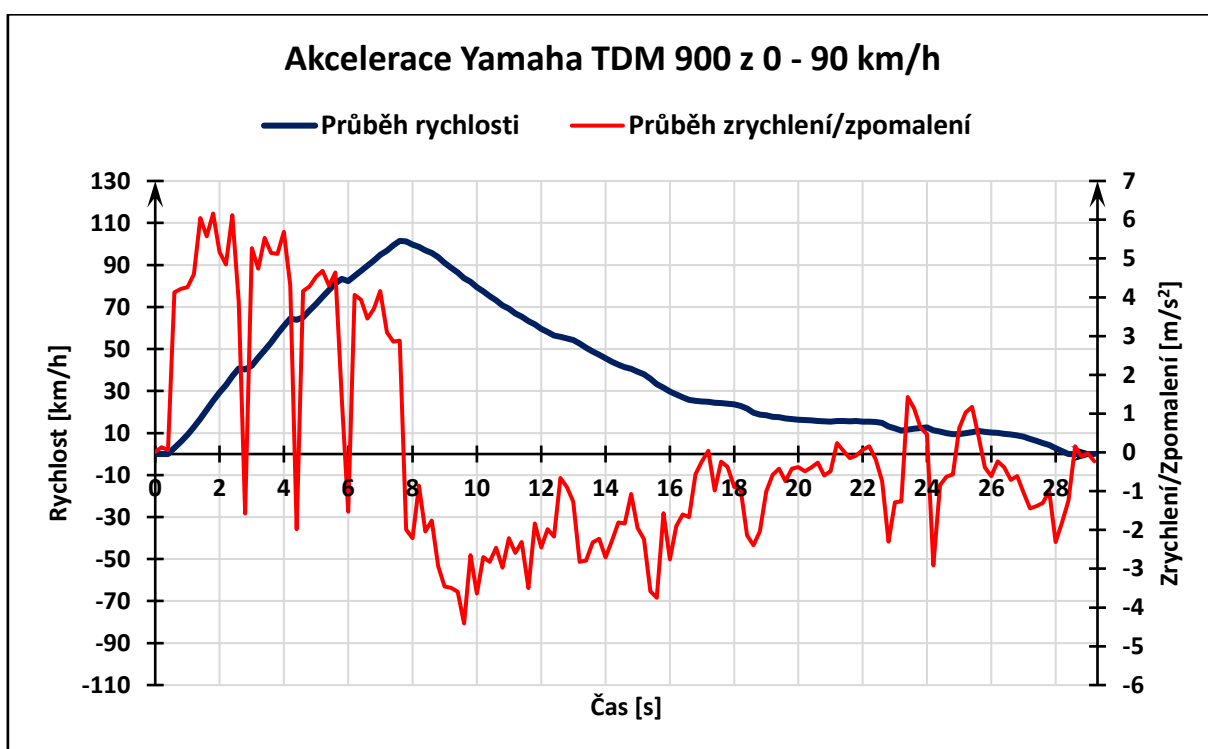
### 7.6.1 Zpracování a vyhodnocení akcelerace z 0 na 90 km/h

Jak bylo popsáno v kapitole 7.1.1 jedná se o akceleraci vozidel z nulové rychlosti do rychlosti 90 km/h s postupným řazením jednotlivých rychlostních stupňů. Výstupu z tohoto měření je tedy čas potřebný na dosažení konečné rychlosti. V **grafu 1** jsou vyhodnocené celkové výsledky tohoto měření.



Graf 1 Výsledné vyhodnocení zrychlení z 0 na 90 km/h [vlastní]

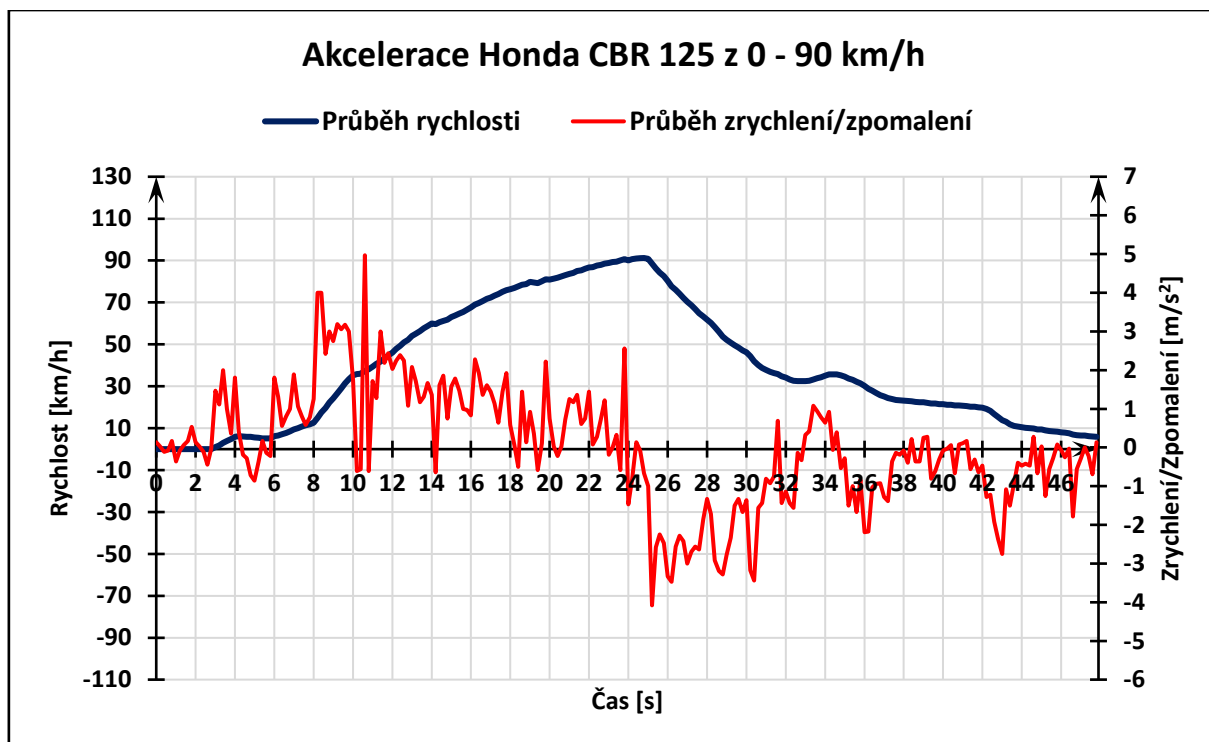
V **grafu 1** je možné vidět hodnoty nejen pro motocykly, ale i pro osobní vozidlo Škoda Octavia. Toto vozidlo bylo vzato do většiny měření jako srovnávací vzorek zastupující osobní vozidla. Celkově jednotlivé výsledky tohoto měření závisí na zkušenostech daného jezdce a na stylu řízení. Například motocykl Suzuki DL 1000 V- Strom dosáhl požadované rychlosti 90 km/h až po 28,49 sekundách. Tuto hodnotu ovlivnili zejména zkušenosti jezdce, které nebyly nikterak vysoké. Dále ovlivnil tuto hodnotu styl jízdy, který byl spíše defenzivní a musíme brát v potaz i to, že to byla první jízda na začátku sezóny. Celkově však nebyl vůbec využit potenciál tohoto motocyklu k požadovanému měření. Pokud by se jednalo o vyježděnějšího motocyklistu byl by čas minimálně poloviční. Vzájemně se mohou porovnat hodnoty například u motocyklu Yamaha TDM 900 a Ducati Multistrada 1000 S DS. Tyto motocykly jsou podobné technické koncepce a tedy není ani nikterak velký rozdíl ve výsledcích. Yamaha dosáhla 90 km/h za 6,19 sekundy a Ducati dosáhla konečné rychlosti během 6,67 sekund. Obdobně se dají porovnat hodnoty motocyklů Honda XR 650 R a KTM EXC 500. Opět se jedná o velice konstrukčně podobné motocykly a hodnoty se liší v závislosti na tom, jak moc daný řidič byl ochoten zrychlit. V **grafu 2** je možné vidět průběh zrychlení/zpomalení motocyklu a průběh rychlosti u motocyklu Yamaha TDM 900.



Graf 2 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci motocyklu Yamaha TDM 900 [vlastní]

V **grafu 2** je přímo vidět v závislosti na čase, jak byla daná rychlost 90 km/h dosažena a v jakém čase byly řazeny jednotlivé rychlostní stupně. Na **grafu 3** je vidět průběh akcelerace motocyklu Honda CBR 125. Tento motocykl není vzájemně porovnatelný s žádným motocyklem, který se účastnil měření. Tento motocykl dosáhl opět poměrně vysoké hodnoty a to 20,55 s. Je to zapříčiněno z velké části nízkým

výkonem motocyklu a nutností překonávat vysoký vzdušný odpor. V den měření foukal vítr o rychlosti 21,6 km/h. Oproti tomu motocykl Yamaha TDM překonávala ještě daleko větší vzdušný odpor, ale je to vzájemně neporovnatelné, jelikož Yamaha TDM má cca osminásobný výkon oproti motocyklu Honda CBR 125.



Graf 3 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci motocyklu Honda CBR 125 [vlastní]

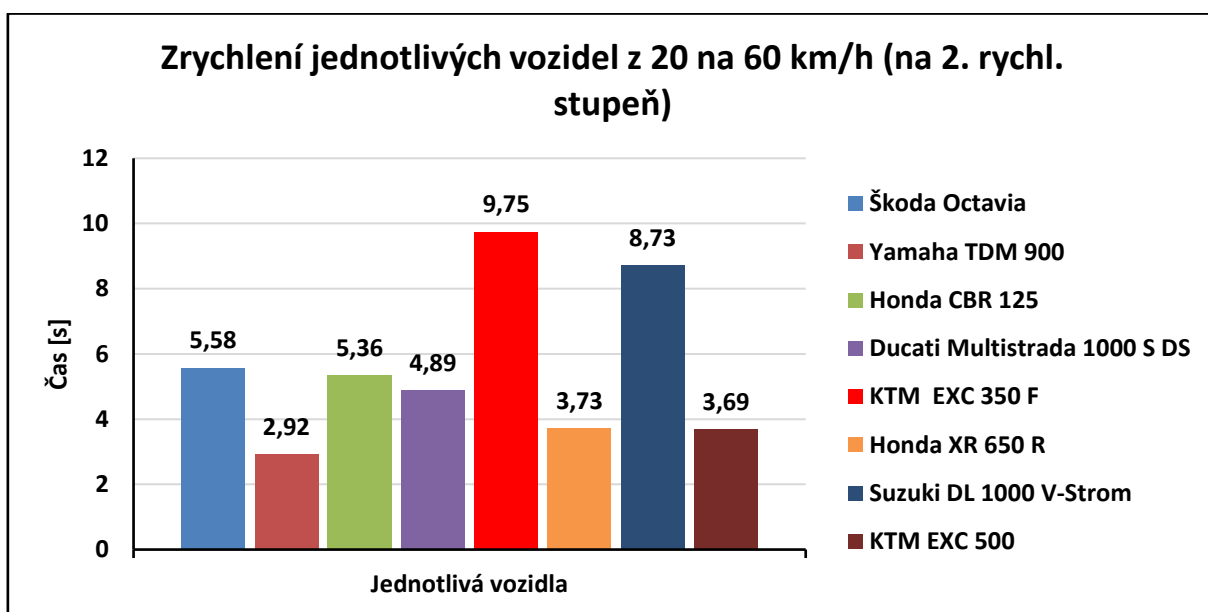
Veškeré ostatní průběhy akcelerace měřených vozidel z 0 do 90 km/h jsou v **příloze č. 2**.

### 7.6.2 Zpracování a vyhodnocení akcelerace z 20 na 60 km/h

Jedná se o měření akcelerace z rychlosti 20 km/h na rychlost 60 km/h, přičemž musí motocykl akcelerovat na 2. rychlostní stupeň. Výstupem tohoto měření je opět jako u měření akcelerace z 0 na 90 km/h čas. Jedná se o čas potřebný k dosažení rychlosti 60 km/h. Motocyklista se rozjel, zařadil druhý rychlostní stupeň a akceleroval až do rychlosti 60 km/h. Druhý rychlostní stupeň musel být zařazen před dosažením rychlosti 20 km/h. Výsledná celková data byla zpracována do sloupcového grafu viz. **graf 4**.

V **grafu 4** jsou vidět již velice solidní a vzájemně podobné výsledky. Opět se můžou porovnat výsledky motocyklů Honda XR 650 R a KTM EXC 500. Z výsledků je patrné, že dosáhly oba motocykly a motocyklisté zcela srovnatelného výsledku. V případě Honda XR 650 R akcelerace trvala 3,73 sekundy a v případě motocyklu KTM EXC 500 to trvalo 3,69 sekundy. Obojí je dále ovlivněno nejen podobnou konstrukcí motocyklů, ale i srovnatelnými zkušenostmi jezdců. V obou případech se jedná o vyježděné jezdce s 9 ti letou zkušeností na motocyklech jak v terénu, tak i na silnici. Jejich zkušenosti jsou doprovázeny i aktivní účastí na motokrossových závodech. Z výsledků je i patrné, že akcelerace

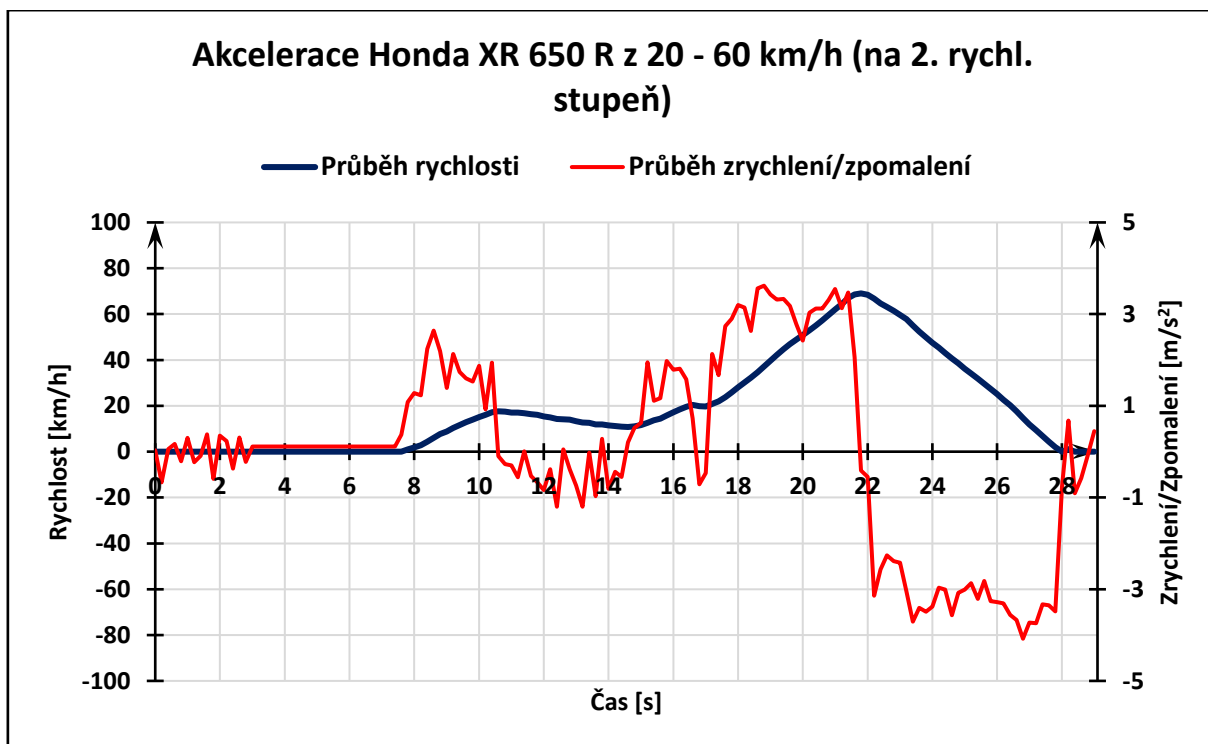
motocyklů je ve všech případech až na výjimky nižší případně srovnatelná s vozidlem Škoda Octavia. Není však možné brát v potaz, že se jedná o stejně srovnatelnou hodnotu u všech motocyklů a osobních vozidel. Například pokud by bylo užito jiné vozidlo, dosahovalo by jiných výsledků v závislosti na výkonu a objemu motoru a převodovém poměru. Dále stojí za povšimnutí, že motocykl Honda CBR 125 má obdobné hodnoty jako motocykl Ducati Multistrada 1000 S DS. Oproti akceleraci z 0 na 90 km/h, kde se jednalo o jeden z nejhorších výsledků, si zde vede velice dobře a motocykl dosáhl hodnoty 5,36 sekundy.



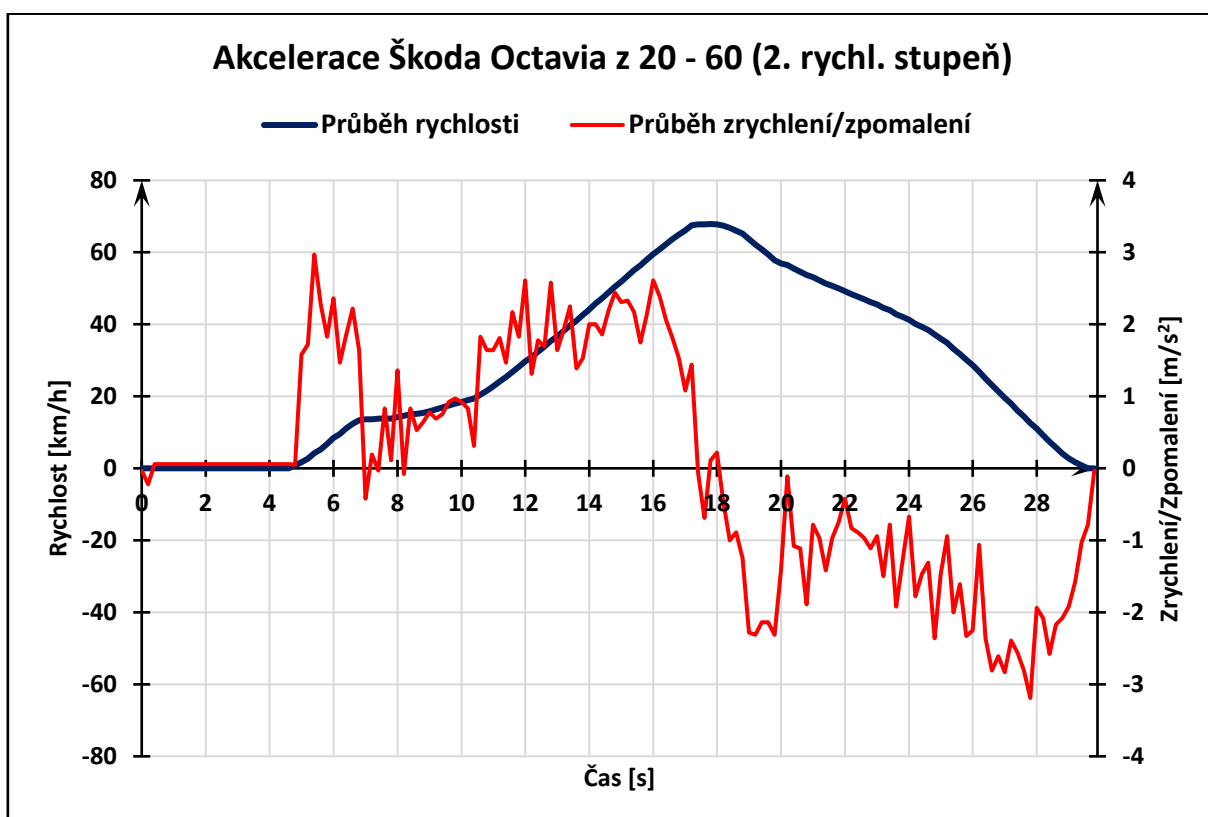
Graf 4 Výsledné vyhodnocení zrychlení vozidel z 20 km/h na 60 km/h [vlastní]

V **grafu 5** je možné vidět příklad průběhu akcelerace z 20 km/h na 60 km/h u motocyklu Honda XR 650 R. Na grafu je vidět, že v čase cca 11 sekundu došlo k zařazení druhého rychlostního stupně a následné akcelerace na druhý rychlostní stupeň. V **grafu 6** je vidět průběh akcelerace u vozidla Škoda Octavia. Opět je zde zřetelně vidět zařazení druhého rychlostního stupně zhruba v sedmé sekundě. Celkově výsledky mohl ovlivnit převodový poměr daného vozidla, jelikož u některých vozidel se jednalo o příliš malou rychlost pro zařazení druhého rychlostního stupně. V důsledku tohoto se prodloužil čas pro dosažení požadované rychlosti.

Ostatní průběhy akcelerace z 20 km/h na 60 km/h jsou zpracovány v **příloze č. 3**.



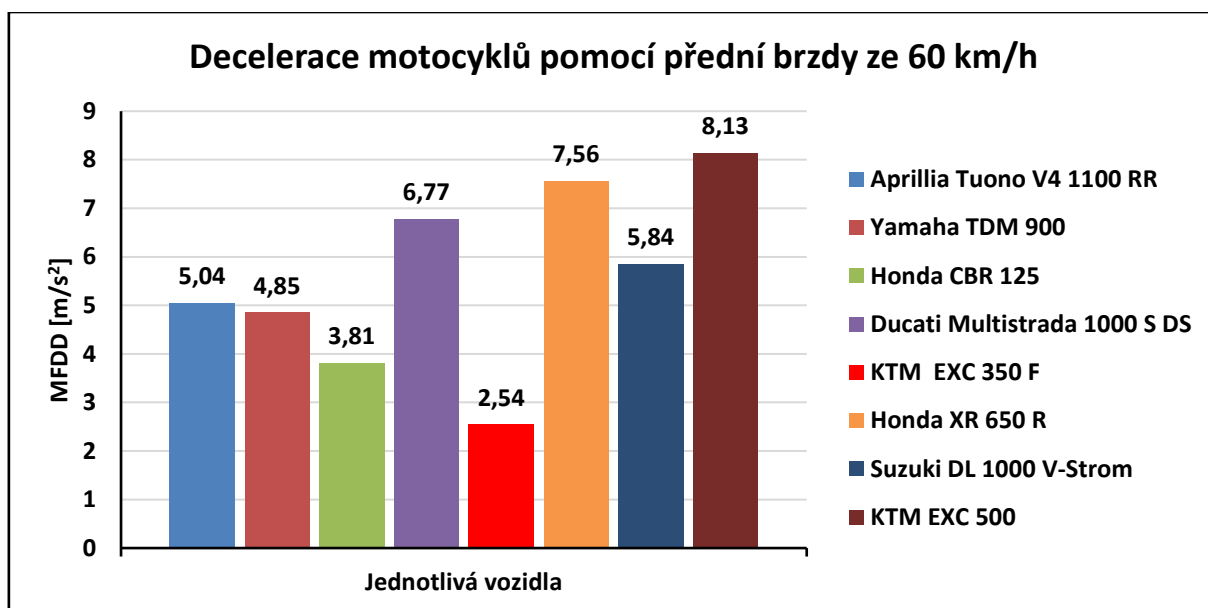
Graf 5 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci motocyklu Hodna XR 650 R z 20 na 60 km/h [vlastní]



Graf 6 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci Škoda Octavia z 20 na 60 km/h [vlastní]

### 7.6.3 Zpracování a vyhodnocení brzdění pomocí brzd

Před samotným měřením byly provedeny jízdy, které měly za účel zahřátí pneumatik vozidel, brzdového ústrojí a provozních kapalin na provozní teploty, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. Celý proces měření spočíval v rozjezdu motocyklu/osobního vozidla na 60 km/h a následné vymáčknutí spojky se současným brzděním pomocí předních, zadních a obouh brzd. Celkové výsledky byly zpracovány jako středně plně dosáhnuté zpomalení MFDD. Tyto výsledky byly ověřeny početně na základě **vzorce 1**. V **grafu 7** je celkové vyhodnocení brzdění pomocí předních brzd.



Graf 7 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí přední brzdy [vlastní]

Celkově jsou všechny výsledné hodnoty ovlivňovány nejvíce zkušenostmi motocyklistů, počasím, stavem vozovky a z části užitým typem pneumatik. Z výsledků se dají odvodit určité zkušenosti jezdců, které mají návaznost na získané hodnoty. Motocyklisté se dají rozdělit do čtyř skupin zkušeností, tak jak je popsáno v **kapitole 7.1.6**. Vzájemně porovnatelné hodnoty jsou mezi motocykly Honda XR 650 R, KTM EXC 500 a KTM EXC 350 F. U těchto motocyklů jsou užity stejně konstrukčně uspořádané brzdové systémy, zkušenosti jezdců jsou opět totožné a konstrukce motocyklů je také totožná. Zároveň je porovnáním těchto motocyklů možné vyvrátit omyl, že váha ovlivňuje brzdění. Všechny tyto popsané motocykly mají obdobnou nebo zcela stejnou váhu. Samozřejmě, že i jezdců váží podobně. KTM EXC 350 F dosáhlo MFDD = 2,54 m/s<sup>2</sup>, Honda XR 650 R dosáhla MFDD = 7,56 m/s<sup>2</sup> a KTM EXC 500 dosáhlo MFDD = 8,13 m/s<sup>2</sup>. Váha tedy nehraje roli v dosažení daného brzdového zpomalení, ale zpomalení závisí na účinnosti brzdového systému. Mezi motocykly KTM EXC 500 a Honda XR 650 R není až tak patrný rozdíl v naměřených hodnotách. Delším a opakovaným měřením těchto motocyklů by se dospělo k tomu, že dosahují srovnatelného brzdového zpomalení. Pokud se však podíváme na nízký výsledek u motocyklu KTM EXC 350 F, mohlo by se zdát, že to co je popsáno výše neplatí. Jediný rozdíl mezi těmito motocykly

je v užití typu pneumatik. Jinak je vše totožné. Typy pneumatik na těchto motocyklech jsou vidět na **obr. 70 až 72**. U motocyklů KTM EXC 500 a Honda XR 650 R je použit stejný typ pneumatik. Tyto tři motocykly se řadí do skupiny Enduro a klasicky používají shodný typ pneumatik a to terénní pneumatiky. V posledním desetiletí se však na tyto motocykly obouvají pneumatiky silniční a vzniká tak tzv. Motard. U motocyklu KTM EXC 350 F jsou užitý klasické terénní pneumatiky a toto obutí ovlivnilo konečné výsledky při měření. U motardu vzniká při užití silničních pneumatik daleko větší styčná plocha pneumatiky s vozovkou, než je tomu u terénních pneumatik. Na základě tohoto byly naměřeny velice malé hodnoty brzdného zpomalení u motocyklu s terénními pneumatikami.

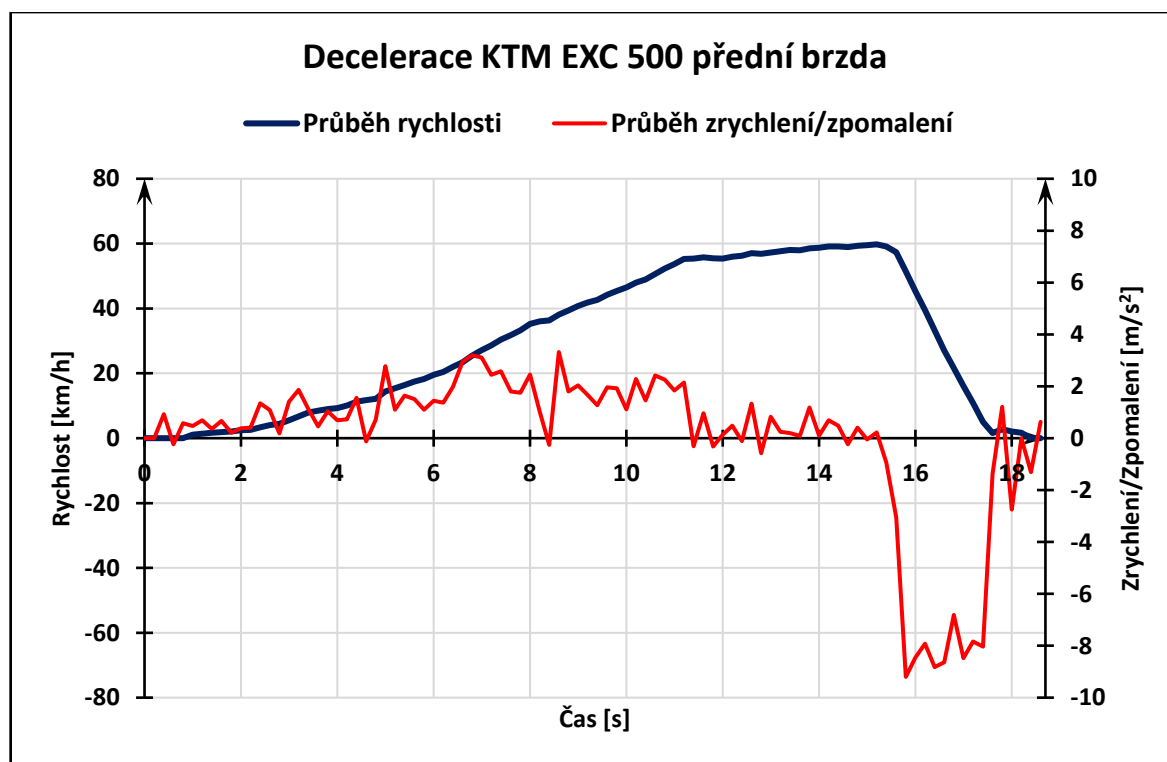


Obr. 70 Pneumatika KTM EXC 500 [vlastní]

Obr. 71 Pneumatika Honda XR 650 R [vlastní]

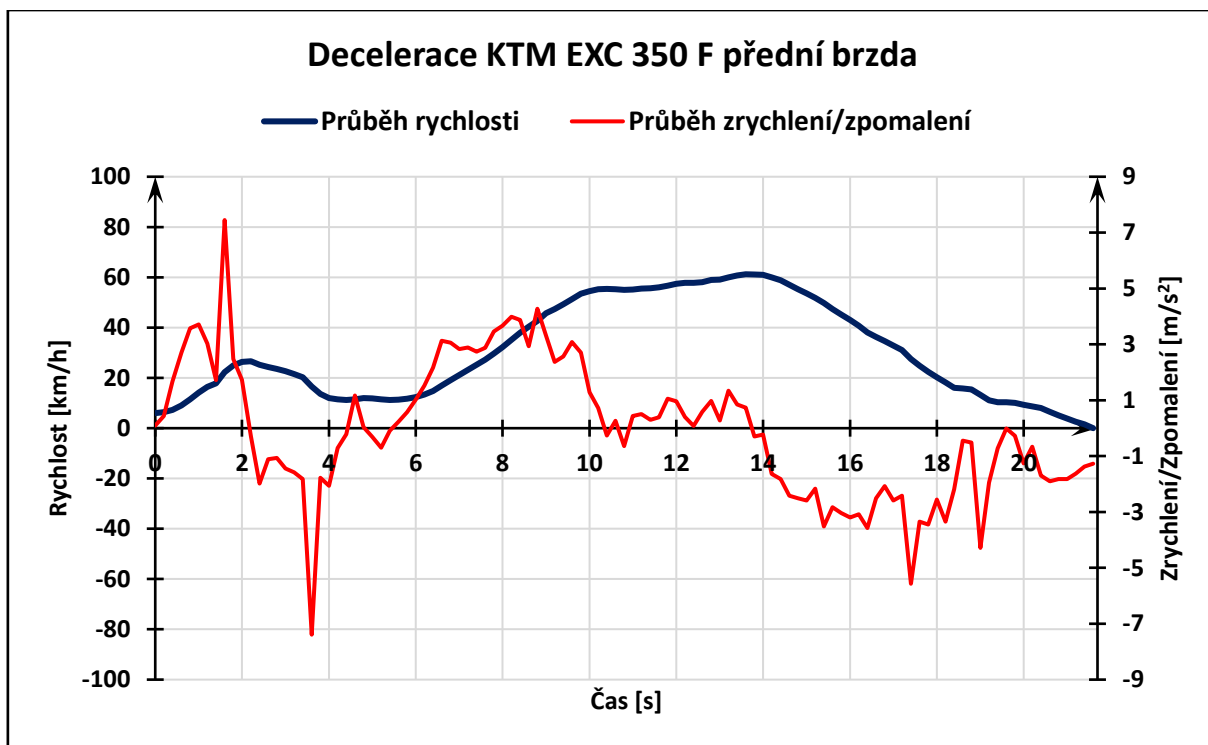
Obr. 72 Pneumatika KTM EXC 350 F [vlastní]

V **grafu 8** je zaznamenaný průběh brzdění při užití přední brzdy u motocyklu KTM EXC 500.



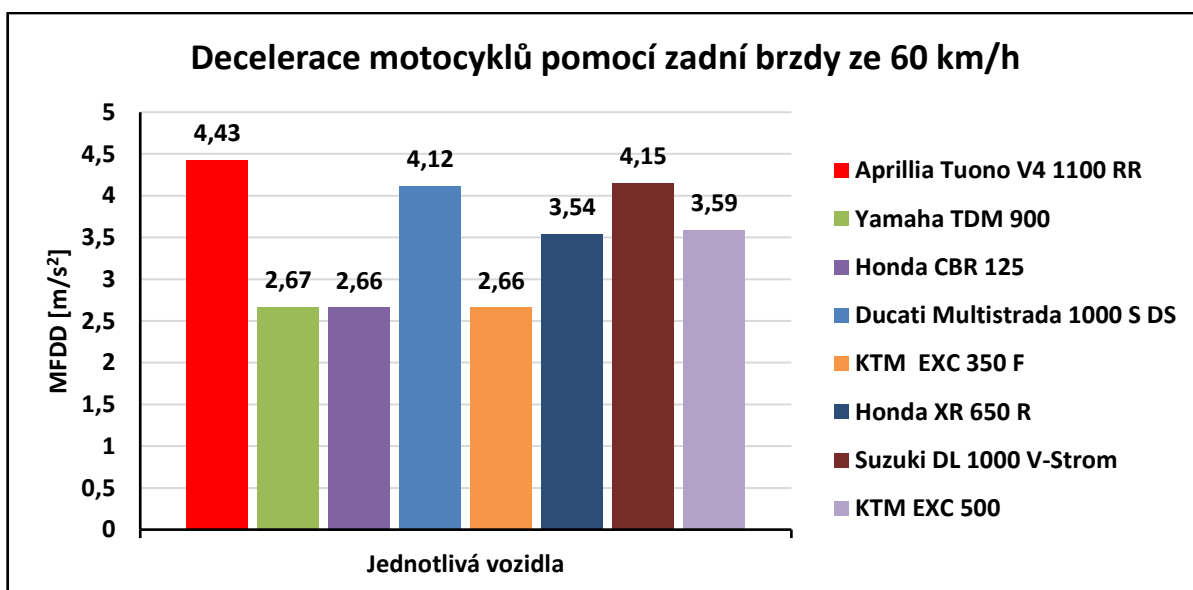
Graf 8 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění přední brzdou KTM EXC 500 [vlastní]

V **grafu 8** je vidět, že bylo dosaženo velice vysokých hodnot brzdného zpomalení, které dosahovalo až  $9 \text{ m/s}^2$ . V **grafu 9** je vidět průběh brzdného zpomalení při užití přední brzdy u motocyklu KTM EXC 350 F. V tomto grafu je vidět, že místy bylo dosaženo maximálního brzdného zpomalení zhruba  $5 \text{ m/s}^2$ .



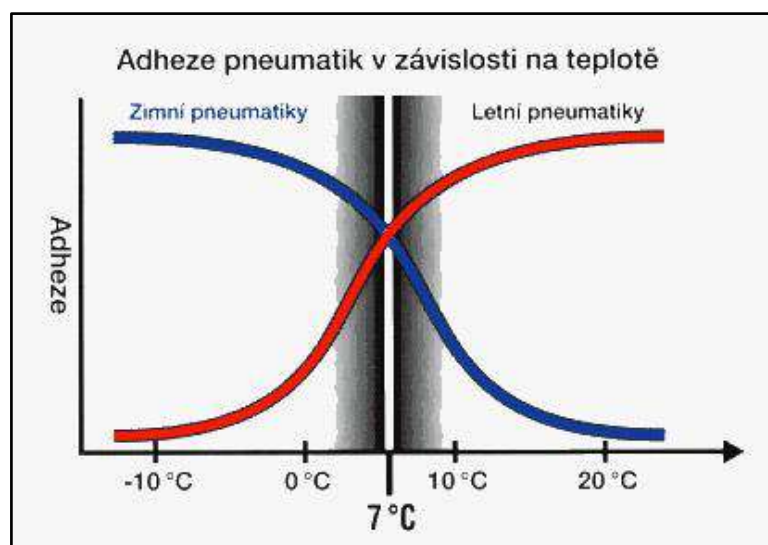
Graf 9 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění přední brzdou KTM EXC 350 F [vlastní]

Dalším způsobem brzdění motocyklu bylo brzdění užitím pouze zadní brzdy. Celkové vyhodnocení brzdění motocyklu pouze zadní brzdou je vidět v **grafu 10**.



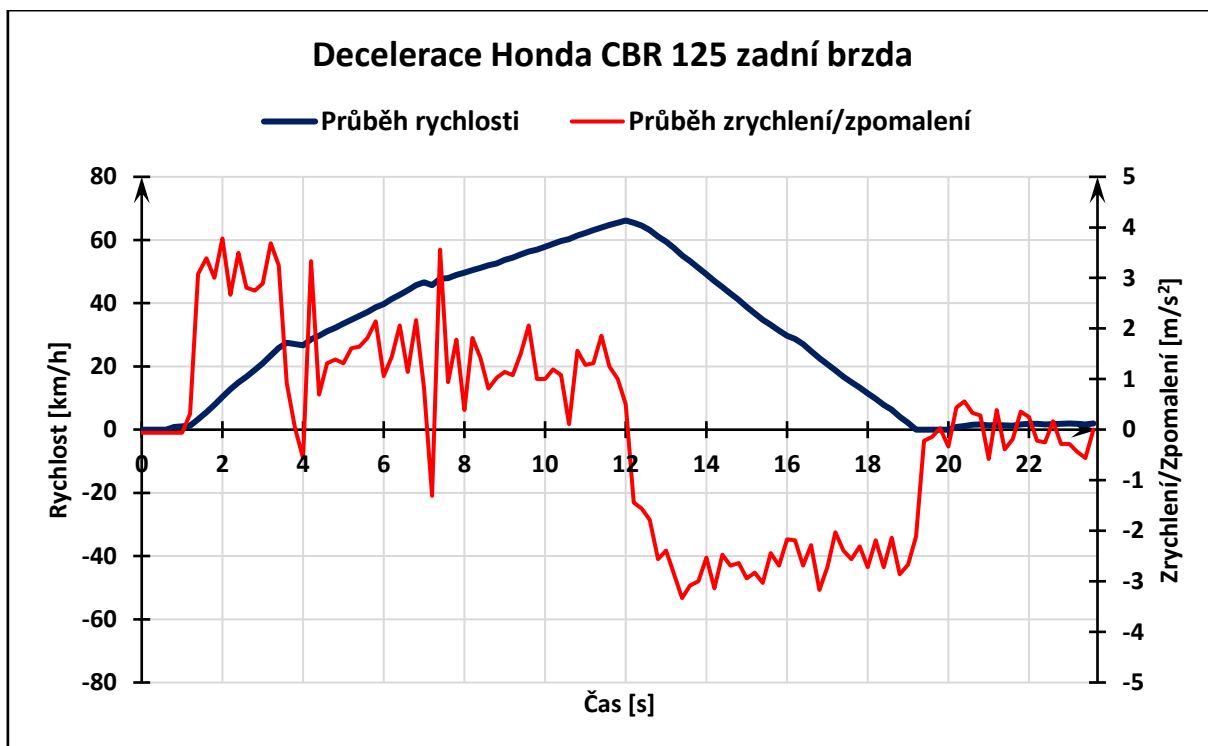
Graf 10 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí zadní brzdy [vlastní]

V **grafu 10** je vidět, že maximálního brzdného účinku zadní brzdou dosáhl motocykl Aprillia Tuono V4 1100 RR. Tento motocykl dosáhl MFDD = 4,43 m/s<sup>2</sup>. Tento motocykl je vybaven systémem ABS stejně tak jako motocykl Suzuki DL 1000 V-Storm. Motocykl Suzuki je dále vybaven propojením přední a zadní brzdy. V tomto případě jsou u tohoto motocyklu ovládány obě brzdy pákou přední brzdy a proto nebyly při měření zpomalení zadní brzdou vidět větší hodnoty. Díky systému ABS tyto motocykly dosáhly přibližně srovnatelných hodnot brzdného zpomalení. U ostatních motocyklů nebylo dosaženo tak vysokých hodnot, jelikož bylo zřetelně vidět, že došlo k zablokování zadního kola při brzdění a řidiči tento problém řešili uvolněním brzdového pedálu, aby nedošlo ke ztrátě stability. Oproti tomu motocykl Honda CBR 125 dosáhl totožné hodnoty MFDD = 2,66 m/s<sup>2</sup> jako motocykl KTM EXC 350 F. u motocyklu KTM bylo dosaženo nízké hodnoty z důvodu užití terénních pneumatik. Motocykl Honda CBR 125 dosáhl nízké hodnoty z důvodu mokré vozovky a tím pádem byl snížen součinitel adheze. U mokrého asfaltu se součinitel adheze pohybuje od 0,3 do 0,5 a u suchého asfaltu od 0,7 do 0,9. u motocyklu Yamaha TDM 900 bylo naměřeno brzdné zpomalení MFDD = 2,67 m/s<sup>2</sup>. Takto malá hodnota brzdného zpomalení byla ovlivněna nejen malými zkušenostmi řidiče, začátkem sezóny, ale i teplotou. Při měření motocyklu Yamaha byly pouze 2 °C. Viz. **obr. 73** klesá s teplotou adheze pneumatik. Největší rozdíl je mezi teplotou 0 °C a teplotou 10 °C. Nad 10 °C je více méně hodnota neměnná a pod 0 °C motocyklisté na silnicích nejezdí.



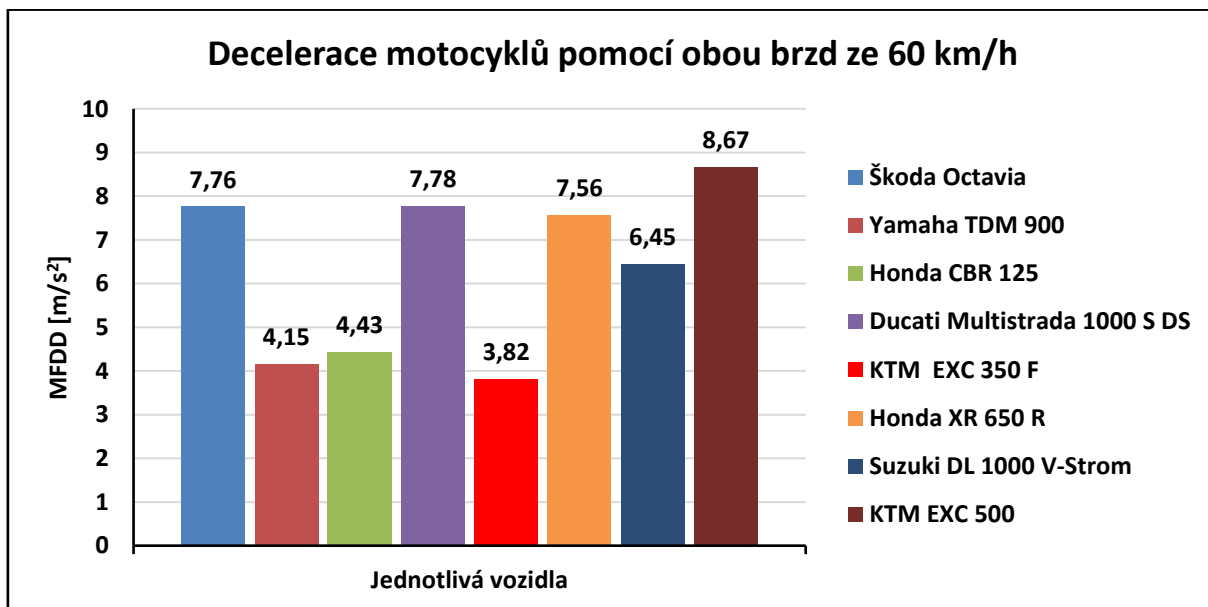
Obr. 73 Adheze pneumatik v závislosti na teplotě [75]

V **grafu 11** je vidět příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění zadní brzdou u motocyklu Honda CBR 125.



Graf 11 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění zadní brzdou Honda CBR 125 [vlastní]

V posledním měření bylo měřeno brzdné zpomalení vozidel při užití obou brzd současně. V **grafu 12** je celkové vyhodnocení brzdného zpomalení při užití Obou brzd současně.



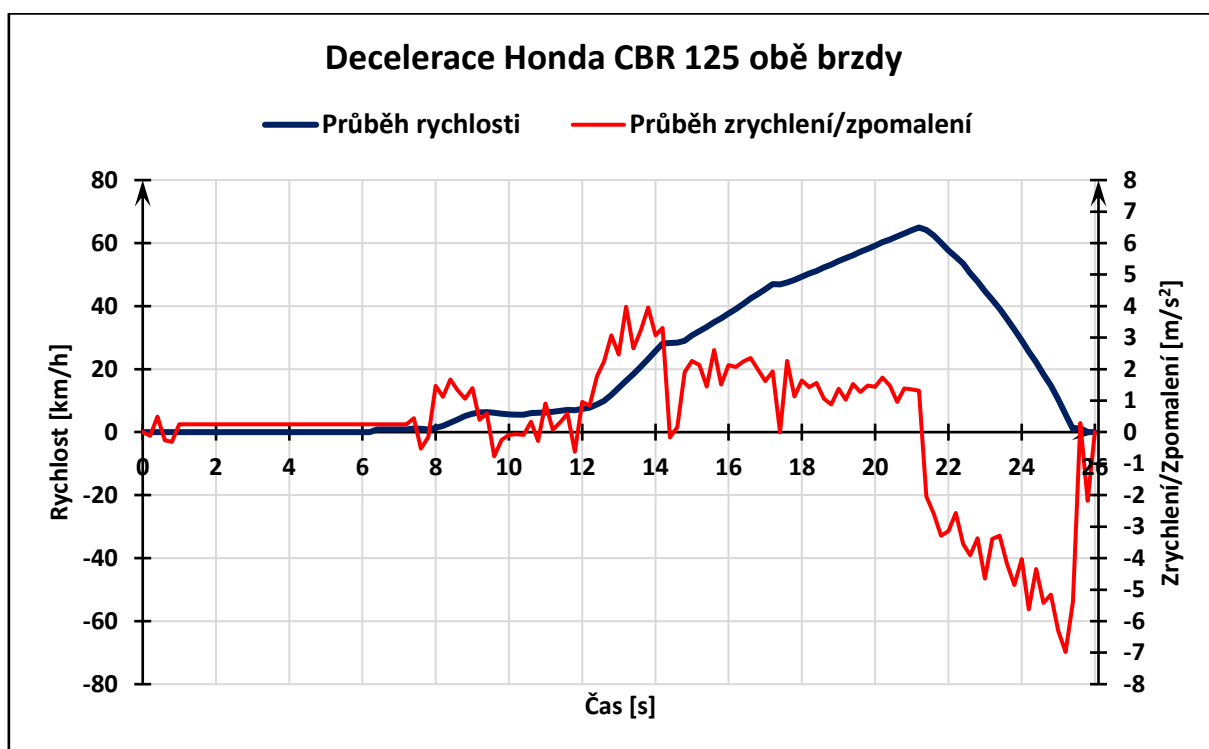
Graf 12 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí obou brzd [vlastní]

Dle tohoto grafu je vidět, že motocykly Ducati Multistrada, KTM EXC 500 a Honda XR 650 R dosáhly stejně vysokých hodnot jako osobní vozidlo Škoda Octavia. Hodnoty, které přesahují  $MFDD = 7 \text{ m/s}^2$  jsou vypovídající o zkušenostech řidičů motocyklů. Dle **kapitoly 7.1.6** se dají tito řidiči zatřídit do

skupiny pokročilý a řidič přesahující hodnotu MFDD = 8 m/s<sup>2</sup> se zařídí do skupiny expert. U ostatních motocyklů jako KTM EXC 350 F bylo dosaženo opět nízké hodnoty a to díky terénním pneumatikám, jak už bylo popsáno. U motocyklu Honda CBR 125 ovlivnilo hodnotu brzdného zpomalení již zmíněná mokrá vozovka. U motocyklu Yamaha TDM 900 to bylo naopak zapříčiněno zmíněnou nízkou teplotou.

Celkově však při užití obou brzd současně bylo dosaženo u většiny motocyklů většího brzdného zpomalení, než při užití jednotlivých brzd. Tímto měřením bylo potvrzena teorie z kapitoly 5.2, kde bylo zmíněno, že největšího brzdného zpomalení a nejkratší dráhy je dosaženo při užití obou brzd současně. Naopak nejmenšího brzdného zpomalení je dosaženo při užití pouze zadních brzd.

V grafu 13 je možné vidět příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění s užitím obou brzd současně.

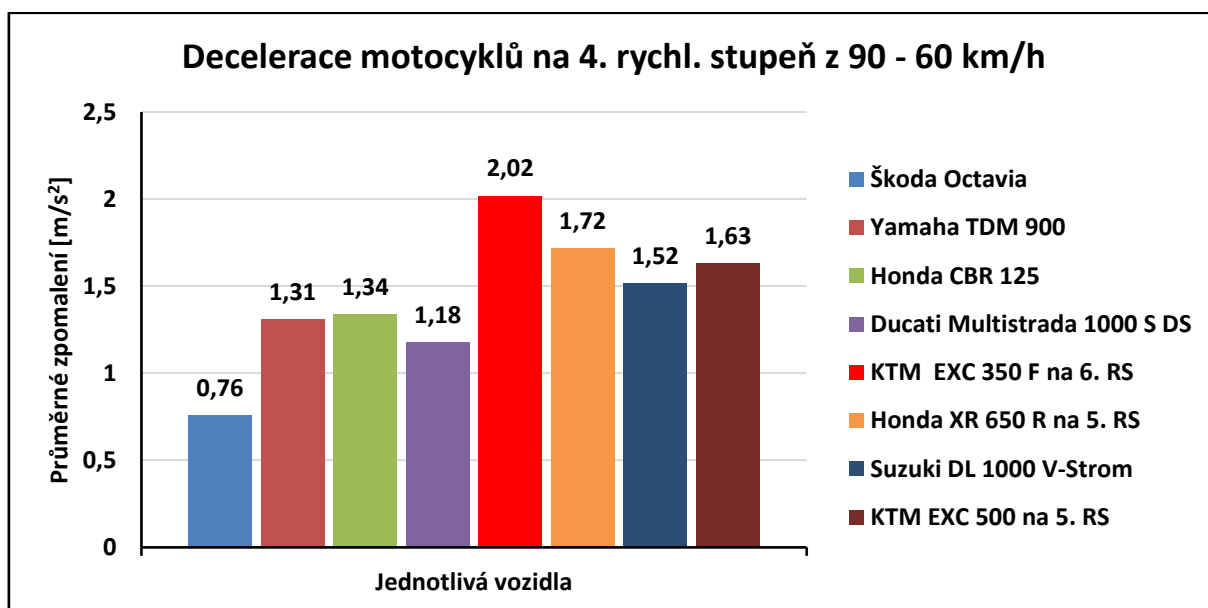


Graf 13 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění obou brzd Honda CBR 125 [vlastní]

Veškeré ostatní průběhy rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění od ostatních motocyklů jsou zpracovány v příloze č. 4.

## 7.6.4 Zpracování a vyhodnocení brzdění pomocí motoru

V tomto případě se jedná o měření brzdného zpomalení pomocí motoru vozidla. Toto měření spočívá v rozjetí se na požadovanou rychlost na požadovaný rychlostní stupeň a následné přerušení dodávky paliva (uvolněním například pedálu). Toto měření proběhlo při různých rychlostech a různých zařazených rychlostních stupních. Nejprve se provádělo měření při zařazeném 4. rychlostním stupni a to z rychlosti 90 km/h na 60 km/h. V **grafu 14** je vyhodnocení tohoto měření.

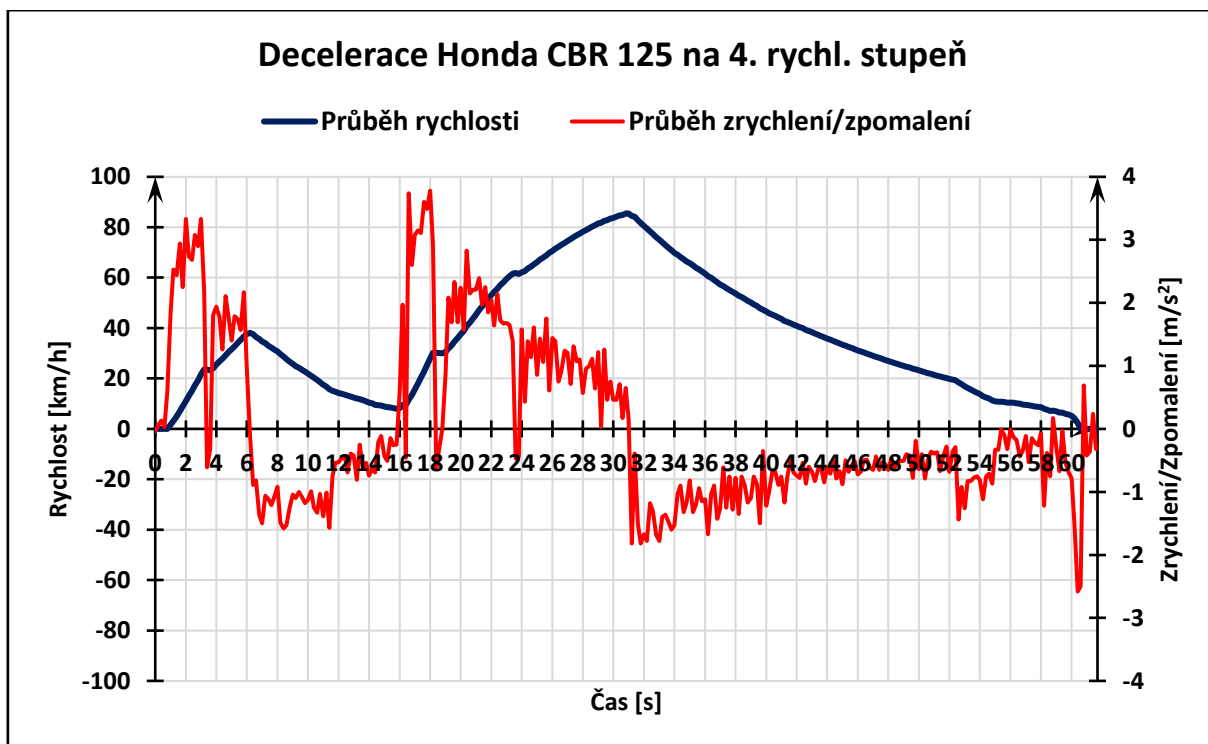


Graf 14 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí motoru na 4. rychl. stupeň [vlastní]

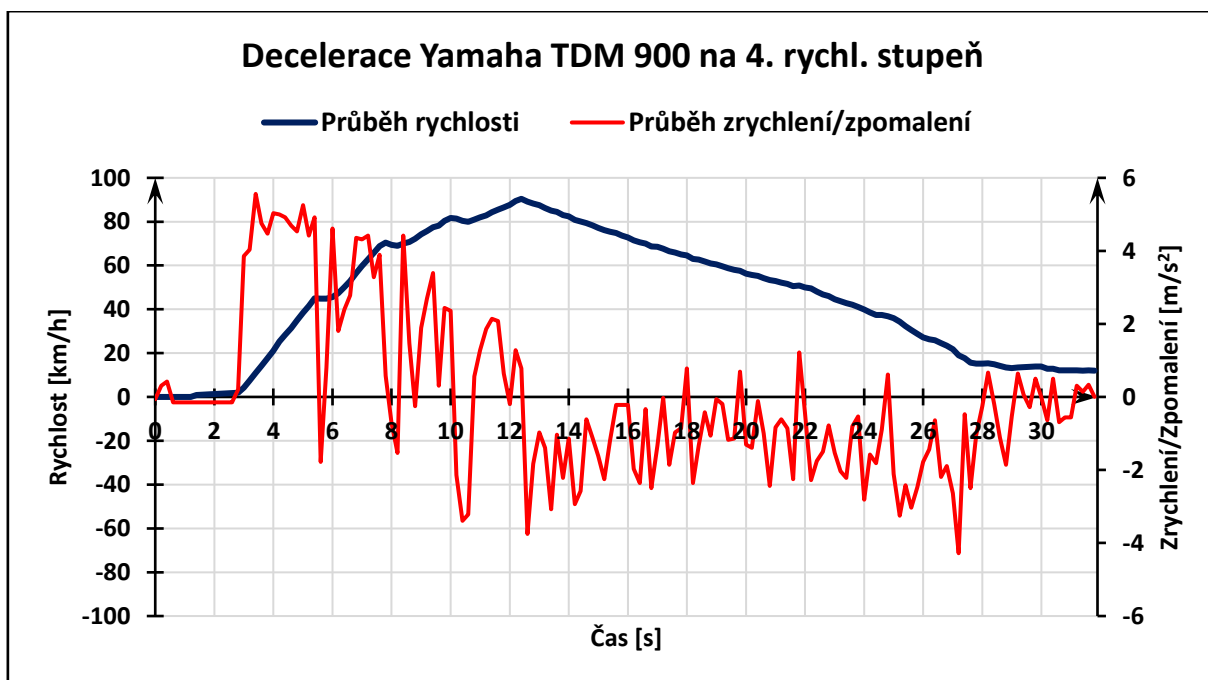
V legendě grafu je u některých motocyklů vidět napsaný jiný rychlostní stupeň než čtvrtý. Z důvodů převodových poměrů u některých motocyklů muselo být měření provedeno například na 5. rychl. stupeň nebo i na 6. rychl. stupeň. Například u motocyklu KTM EXC 350 F byl užit 6. rychl. stupeň, jelikož motocykl má krátkou sekvenci řazení a na 4. rychl. stupeň by nebyl schopen dosáhnout požadované rychlosti. Toto měření je celkově ovlivněno jízdními odpory viz. **kapitola 7.1.3**.

Měření probíhalo v několika dnech a největší vliv na měřené hodnoty měl tedy vzdušný odpor. Odpor stoupání je zanedbatelný, jelikož měření bylo provedeno na rovinném úseku letiště. Nejvíce ovlivněná vozidla vzdušným odporem byla Škoda Octavia, Yamaha TDM 900, KTM EXC 350 F, Honda CBR 125 a Ducati Multistrada 1000 S DS. Při měření těchto motocyklů foukal vítr přesně proti pohybu vozidel při měření a to rychlostí převyšující 20 km/h viz. **tabulka 10**.

V **grafech 15 a 16** je vidět průběh rychlosti a zpomalení/zrychlení vozidel při brzdění pomocí motoru na 4. rychl. stupeň.



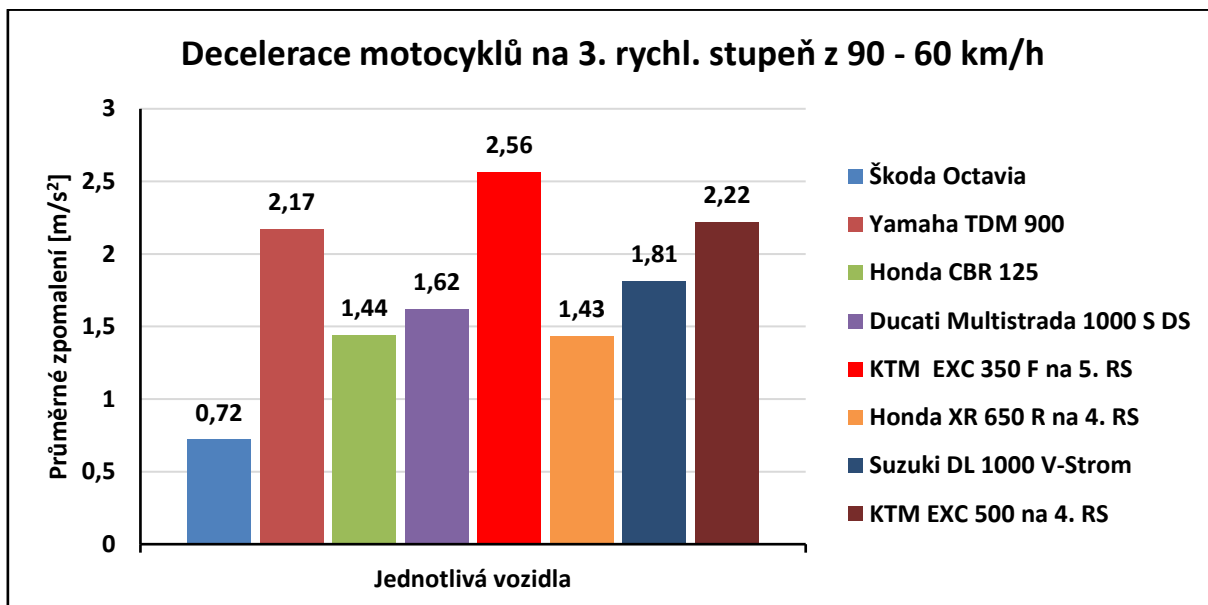
Graf 15 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 4. rychl. stupeň Honda CBR 125 [vlastní]



Graf 16 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 4. rychl. stupeň Yamaha TDM 900 [vlastní]

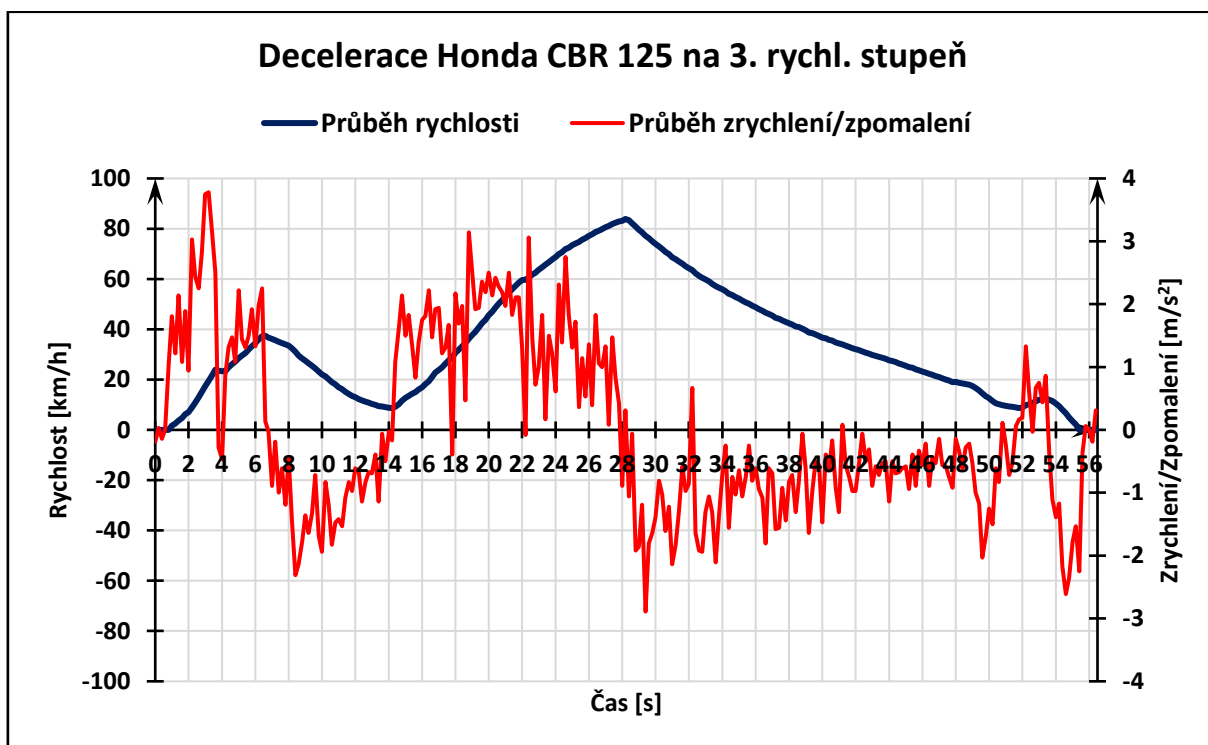
Na **grafech 15 a 16** je jasně patrná závislost mezi brzdným zpomalením motocyklu pomocí motoru a otáčkami motoru. S klesající rychlostí klesají otáčky motoru a tím i brzdný účinek motoru. Celkově dle výsledků se dá říci, že motocyklu typu Enduro jsou jinak zpřevodovány a dosahují nejvyšších hodnot průměrného brzdného zpomalení oproti ostatním typům měřených vozidel/motocyklů.

Další měření bylo provedeno na 3. rychl. stupeň a to z rychlosti 90 km/h na 60 km/h. Výsledné vyhodnocení je vidět v **grafu 17**.



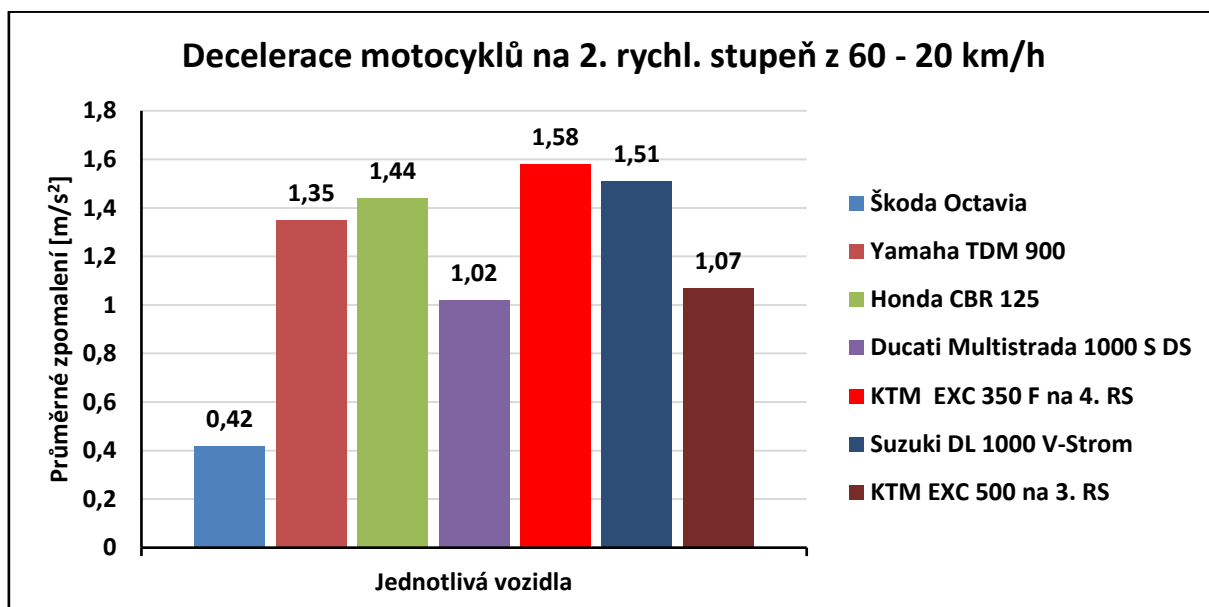
Graf 17 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí motoru na 3. rychl. stupeň [vlastní]

Z **grafu 17** je patrné, že motocykl KTM EXC 350 F stále dosahuje vysokých hodnot průměrného brzdného zpomalení pomocí motoru, které převyšují 2,56 m/s<sup>2</sup>. V **grafu 18** je vidět průběh rychlosti a zpomalení/zrychlení vozidel při brzdění pomocí motoru na 3. rychl. stupeň.



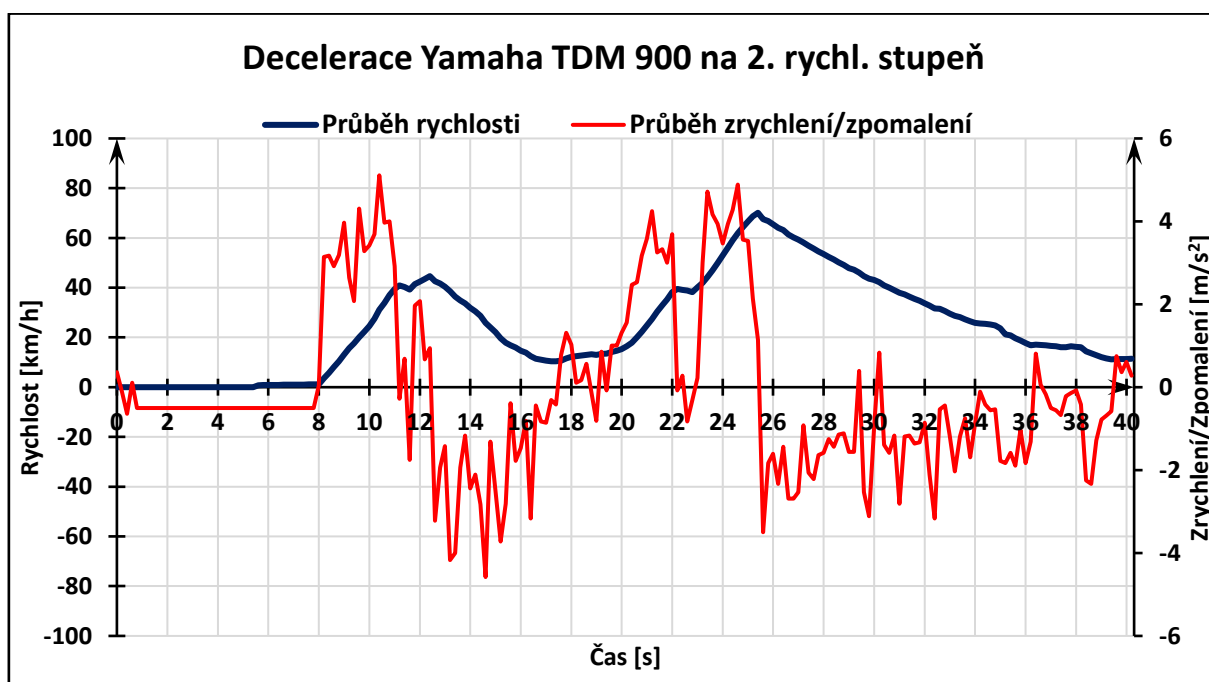
Graf 18 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 3. rychl. stupeň Honda CBR 125 [vlastní]

Při posledním měření bylo měřeno průměrné brzdné zpomalení pomocí motoru na 2. rychl. stupeň a to z rychlosti 60 km/h na 20 km/h. Výsledné vyhodnocení je vidět v **grafu 19**.



Graf 19 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí motoru na 2. rychl. stupeň [vlastní]

V **grafu 20** je vidět průběh rychlosti a zpomalení/zrychlení vozidel při brzdění pomocí motoru na 2. rychl. stupeň.



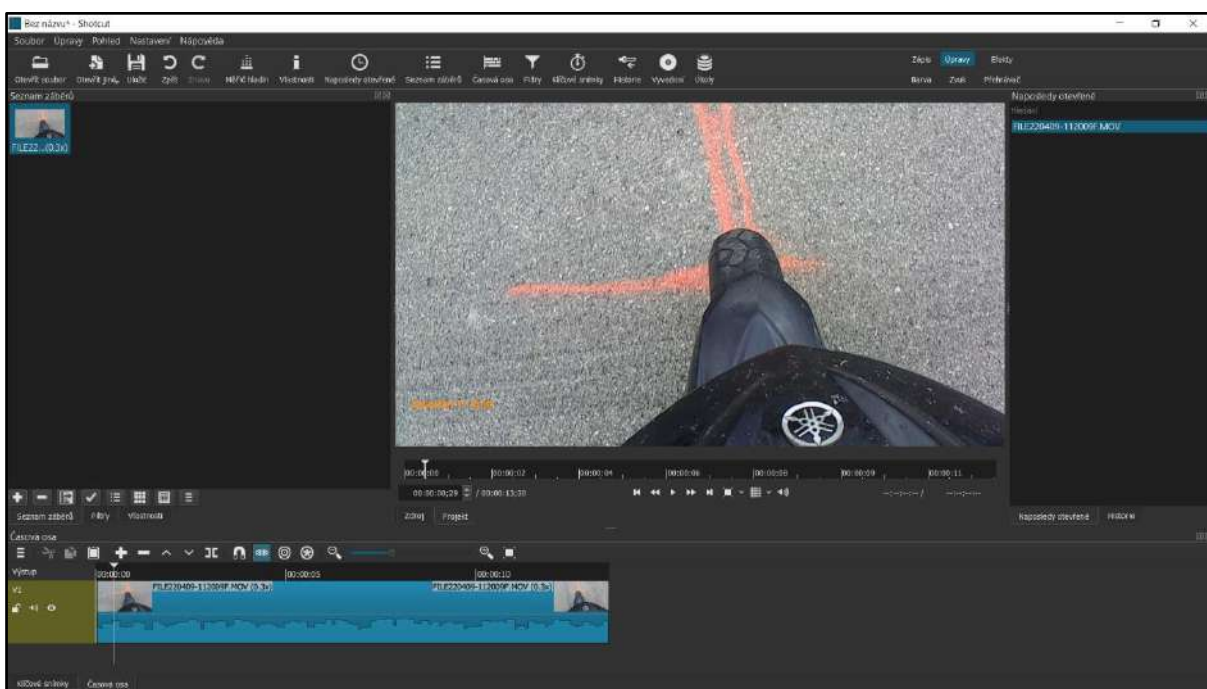
Graf 20 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 2. rychl. stupeň Yamaha TDM 900 [vlastní]

Veškeré ostatní průběhy rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění pomocí motoru na různé rychlostní stupně jsou zpracovány v **příloze č. 5**. Celkově jsou tyto výsledky použitelné při odvracení

střetů motocyklistů například s vozidly. Je však nutné brát v potaz to, že měření probíhalo za určitých povětrnostních podmínek a ty nemusí být zrovna srovnatelné s podmínkami při dopravní nehodě. Dále je nutné brát v potaz i to, že měření probíhalo na rovinném úseku a bylo by nutné vzít v potaz například stoupání či klesání atd...

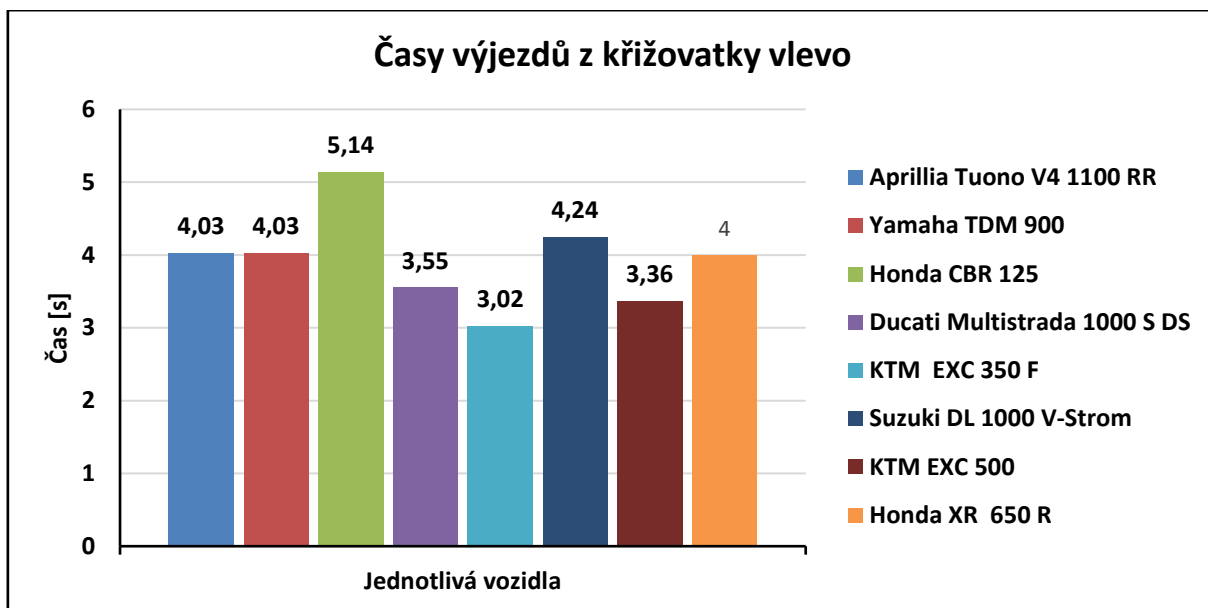
### 7.6.5 Zpracování a vyhodnocení výjezdu z křižovatky

Tímto měřením byl zjišťován čas potřebný k výjezdu z křižovatky vlevo a vpravo. Pro výjezd vlevo byl určen poloměr 9 m a vpravo 5m. Celé vyznačené dráhy byly rozkouskovány do zájmových bodů po jednom metru. Při výjezdu vlevo bylo 16 zájmových bodů a při výjezdu vpravo bylo 10 zájmových bodů. Hlavním podkladem pro vyhodnocení tohoto měření byly záznamy z kamery upevněné na blatníku motocyklu a nebo na plexisklu. Kamera mířila na přední kolo tak, aby byly vidět v záběru jednotlivé zájmové body viz. **kapitola 7.5** . Veškeré video záznamy byly zpracovány v programu Shotcut. Video byla zpomaleno na hodnotu 0,3x z důvodu přesnějšího odečítání dat a hodnot času z videozáznamu. Na **obr. 74** je vidět rozhraní programu Shotcut. V tomto programu bylo video sestříháno tak, aby počátek videa začínal při rozjezdu z nulového bodu. Následně byly postupným přehráváním zjištěny časové hodnoty, které odpovídají daným zájmovým bodům rozmístěným po jednom metru od sebe viz. **obr. 60**.

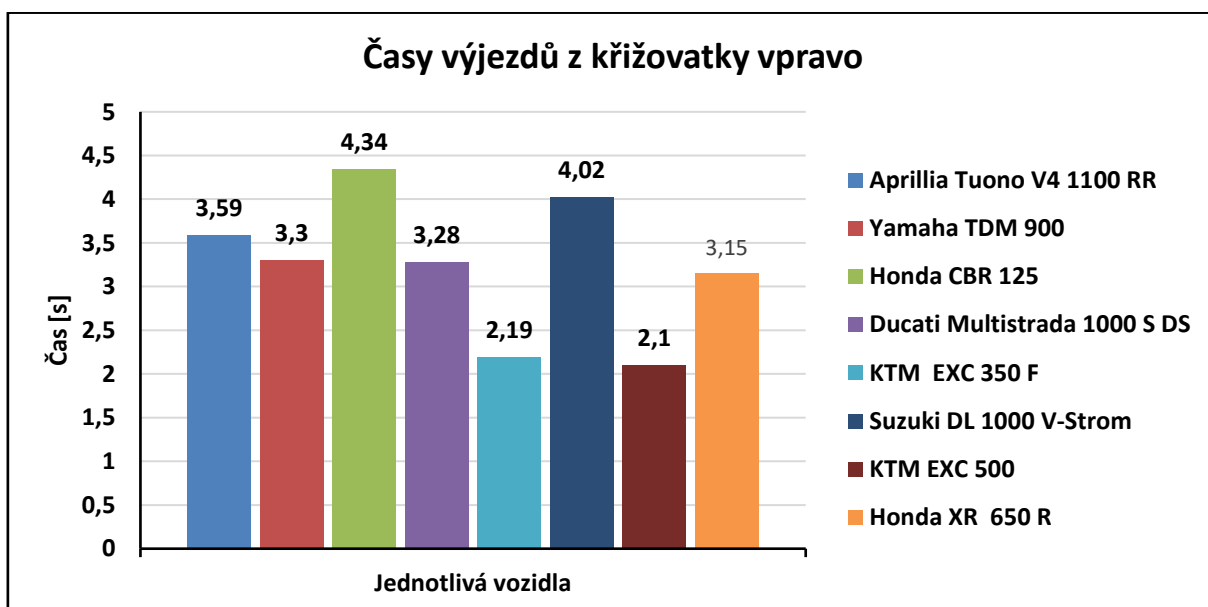


Obr. 74 Rozhraní programu Shotcut [vlastní]

Celkové vyhodnocení výjezdů z křižovatky vpravo a vlevo jsou v **grafech 21 a 22**. Kvůli velikosti jsou tabulky časů výjezdů z křižovatky zpracovány v **příloze č. 6**.



Graf 21 Výsledné vyhodnocení výjezdu motocyklů z křižovatky vlevo [vlastní]



Graf 22 Výsledné vyhodnocení výjezdu motocyklů z křižovatky vpravo [vlastní]

Při výjezdu z křižovatky vlevo dle **grafu 21** jsou patrné shodné výsledky u většiny motocyklů a motocyklistů. Tyto výsledky se pohybují od 3,5 s do 4,3 s. Největší naměřenou hodnotu měl motocyklista na motocyklu Honda CBR 125, což bylo způsobeno problémem se stabilitou v nízkých rychlostech v návaznosti na jeho nízké zkušenosti. Je velice dobře, že se v autoškolách zaměřují na jízdu, při které musí motocyklista jet rychlostí chůze a tím se naučí motocykl ovládat při nízkých rychlostech. Tento motocyklista tímto výcvikem neprošel, jelikož získal řidičské oprávnění v době, kdy se toto v autoškolě nevyučovalo. Přeci jen platí, že motocykl při vyšších rychlostech má samo stabilizující účinek.

Obdobně jsou na tom výsledky z výjezdu z křižovatky vpravo. Obdobně se hodnoty u většiny pohybovaly ve stejné škále a to od 3 s do 4 s. Výjimku opět tvořil motocykl Honda CBR 125, což bylo zapříčiněno stejným problémem jako u výjezdu vlevo.

Za zmínku stojí i to, že motocykly typu Enduro měly nižší hodnoty než ostatní motocykly. To bylo ovlivněno většími zkušenostmi řidičů, ale také tím, že tyto motocykly jsou při nižší rychlostech lépe manévrovatelné. Například při výjezdu motocyklu KTM EXC 350 F bylo dosaženo hodnot vlevo 3,02 sekundy a vpravo 2,19 sekundy. Obdobně na tom byl motocykl KTM EXC 500, který dosáhl hodnot vlevo 3,36 sekundy a vpravo 2,10 sekundy. Na **obr. 75** je vidět příklad řešení výjezdu z křižovatky vlevo a to tak, že jsou udělány snímky v zájmových bodech a k nim přidělen čas.



Obr. 75 Sekvence snímků v zájmových bodech při výjezdu z křižovatky vlevo Yamaha TDM 900 [vlastní]

### 7.6.6 Zpracování a vyhodnocení příčného přemístění

Měření příčného přemístění bylo koncipováno do dvou disciplín. V první disciplíně bylo nutné se vyhnout překážce jedním obloukem a následně zabrzdit. Většina motocyklistů se však překážce vyhlá dvěma oblouky a následně zabrzdila v přímém směru jízdy tak jako by chtěli pokračovat v jízdě. Tudíž tato disciplína byla vyhodnocena obdobně jako disciplína druhá. První disciplína se od druhé liší pouze v tom, že motocyklisté se vyhnou překážce dvěma oblouky a pokračují v jízdě. Požadovaná počáteční rychlost při vjezdu na rastr byla 50 km/h. Vyhodnocení údajů byla na základě dat z videozáznamů pomocí programu Shotcut a pomocí dat naměřených měřicím zařízením VBOX. V **tabulce 11** jsou zpracovány hodnoty příčného přemístění s následným brzděním.

Tabulka 11 Naměřené hodnoty příčného přemístění s následným brzděním [vlastní]

Motocykl	$V_0$ [km/h]	$V_1$ [km/h]	$a_y$ [m/s <sup>2</sup> ]	$y$ [m]	$t_1$ [s]	$t_2$ [s]	$t$ [s]
<b>Yamaha TDM 900</b>	50	44	0,82	1,5	0,29	1,35	<b>2,92</b>
<b>Honda CBR 125</b>	42	39	1,73	2,5	0,21	1,2	<b>2,37</b>
<b>Ducati Multistrada 1000 S DS</b>	53	47	2,16	2,8	0,28	1,13	<b>2,31</b>
<b>Aprillia Tuono V4 1100 RR</b>	43	42	1,24	2	0,57	1,27	<b>2,7</b>
<b>KTM EXC 350 F</b>	48	45	1,38	2	0,24	1,2	<b>2,25</b>
<b>Honda XR 650 R</b>	55	52	1,83	1,8	0,2	0,99	<b>2,19</b>
<b>Suzuki DL 1000 V-Strom</b>	46	31	1,31	0,8	0,74	0,78	<b>2,26</b>
<b>KTM EXC 500</b>	56	46	2,55	1	0,32	0,62	<b>2,16</b>

V tabulce je několik hodnot, které znamenají toto:

$V_0$  - Rychlost při najetí na rastr v bodě 0,

$V_1$  – Rychlost na počátku manévru příčného přemístění a na hranici časů  $t_1/t_2$ ,

$a_y$  – Hodnota příčného zrychlení,

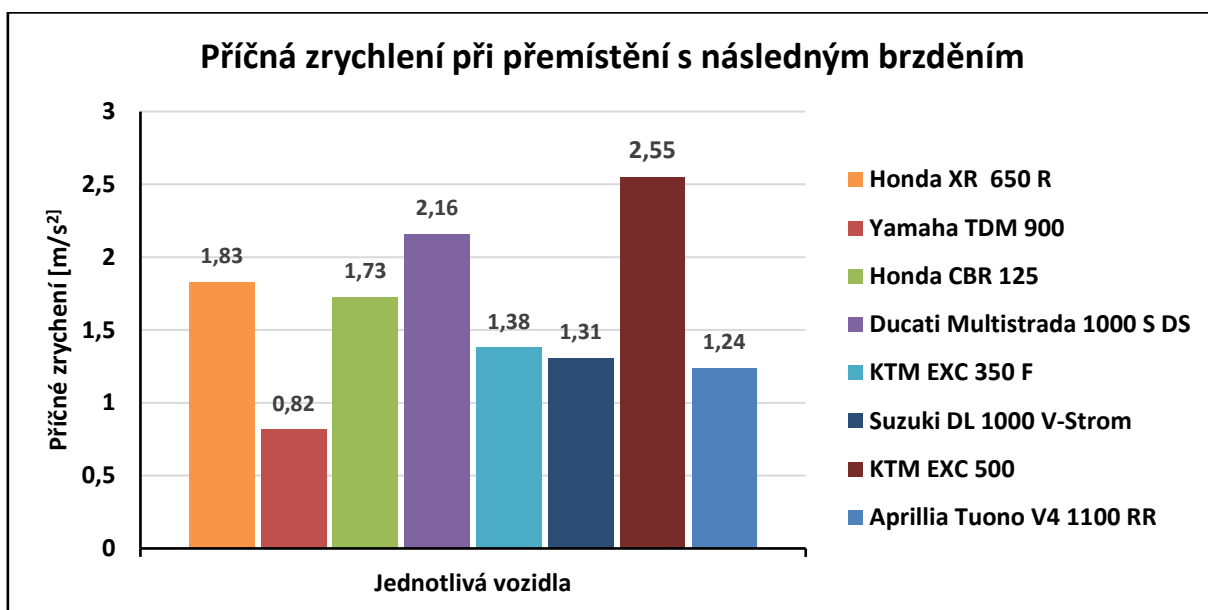
$y$  – Hodnota příčné vzdálenosti při provedení manévru,

$t_1$  – Časový údaj od počátku rastru až po natočení kola do směru přemístění,

$t_2$  – Časový údaj potřebný pro samotný manévr přemístění, který byl vypočten dle **vzorce 2**,

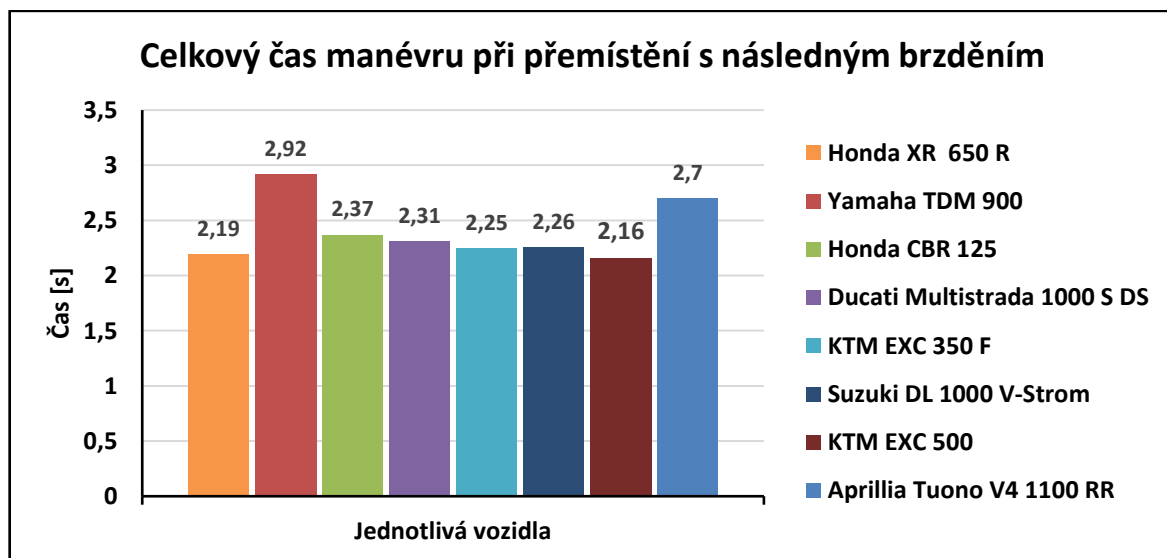
$t$  - Celkové časové okno potřebné pro provedení celého manévru

V **grafu 23** je vidět celkové srovnání příčných zrychlení při přemístění s následným brzděním.



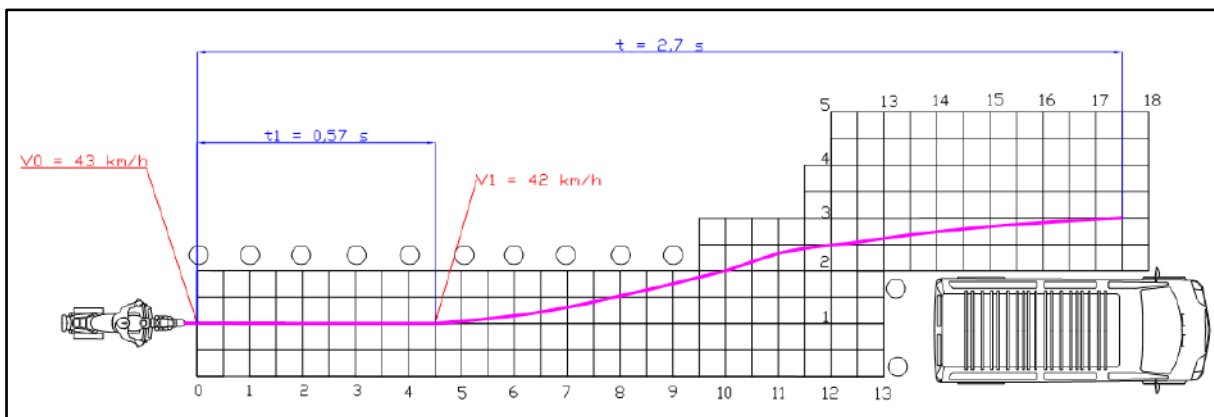
Graf 23 Hodnoty příčných zrychlení při přemístění s následným brzděním [vlastní]

Dle **grafu 23** je patrná odlišnost v příčných přemístění u jednotlivých motocyklů. Tyto hodnoty mohly být ovlivněny samotným nakláněním motocyklu při provádění manévru. Taktéž závisí na rychlostech, kterými se daný motocykl pohyboval. Hodnoty příčné vzdálenosti  $y$  v **tabulce 11** jsou vzájemně neporovnatelné, jelikož každý motocykl při vjezdu na rastr si držel jinou počáteční stopu. Aby byly hodnoty příčné vzdálenosti porovnatelné, musely by motocykly na začátku rastru najíždět ve stejném bodě. Celkově se hodnoty pohybovaly od 0,8 m do 2,8 m v návaznosti na to, z jakého místa byl veden počátek příčného přemístění. Celý manévr byl proveden na podélné vzdálenosti 16 – 18 metrů v závislosti na rychlostech a intenzitě brzdění. V **grafu 24** je porovnání celkových časů manévru s následným brzděním.



Graf 24 Porovnání celkových časů manévru příčného přemístění s následným brzděním [vlastní]

V **grafu 24** jsou vidět celkově vyrovnané hodnoty pohybující se okolo cca 2,2 sekund. Motocykl KTM EXC 350 F má celkový čas  $t = 2,7$  s. To je způsobeno v návaznosti na užití terénní pneumatiky u tohoto motocyklu, čímž je zde menší styčná plocha mezi vozovkou a pneumatikou při brzdění než u ostatních motocyklů. Na **obr. 76** je vidět příklad provedení příčného přemístění s následným brzděním s vyznačením dráhy jízdy, rychlostí a časů.



Obr. 76 Příklad provedení manévru příčného přemístění s brzděním Aprilia Tuono V4 1100 RR [vlastní]

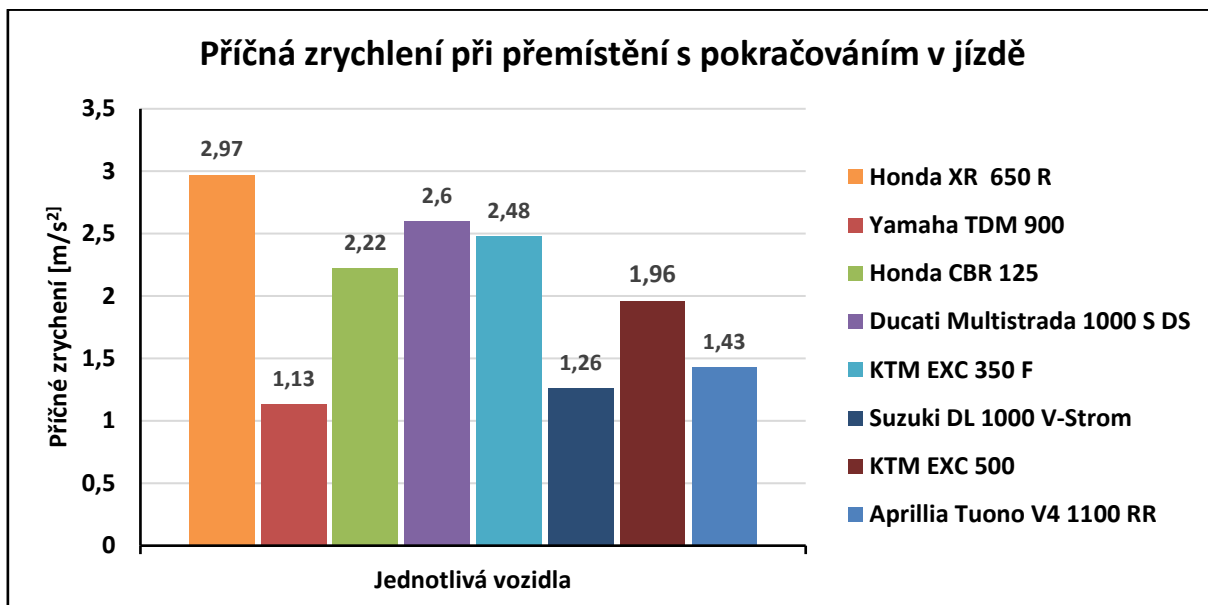
Hodnoty z druhé disciplíny jsou zpracovány v **tabulce 12**. Hodnoty jsou označeny shodně jako v předešlém případě a přibyly zde hodnoty  $V_2$  a  $t_3$ . Hodnota  $V_2$  je rychlost na konci celého manévru a hodnota  $t_3$  je časový úsek, za který se motocykl srovná do přímého směru jízdy.

Tabulka 12 Naměřené hodnoty příčného přemístění dvěma oblouky s pokračováním v jízdě [vlastní]

Motocykl	$V_0$ [km/h]	$V_1$ [km/h]	$V_2$ [km/h]	$a_y$ [m/s <sup>2</sup> ]	y [m]	$t_1$ [s]	$t_2$ [s]	$t_3$ [s]	t [s]
Yamaha TDM 900	54	52	57	1,13	1,5	0,24	1,15	0,69	<b>2,08</b>
Honda CBR 125	43	45	50	2,22	2,5	0,13	1,06	0,79	<b>1,98</b>
Ducati Multistrada 1000 S DS	55	52	55	2,6	2,8	0,21	1,03	0,53	<b>1,77</b>
Aprilia Tuono V4 1100 RR	43	43	41	1,43	2,3	0,17	1,26	0,42	<b>1,85</b>
KTM EXC 350 F	46	45	42	2,48	2,8	0,18	1,06	0,54	<b>1,78</b>
Honda XR 650 R	53	53,7	58	2,97	2,8	0,18	0,97	0,13	<b>1,28</b>
Suzuki DL 1000 V-Strom	46	41	32	1,26	1,1	0,29	0,93	0,82	<b>2,04</b>
KTM EXC 500	52	49	45	1,96	1,5	0,3	0,87	0,28	<b>1,45</b>

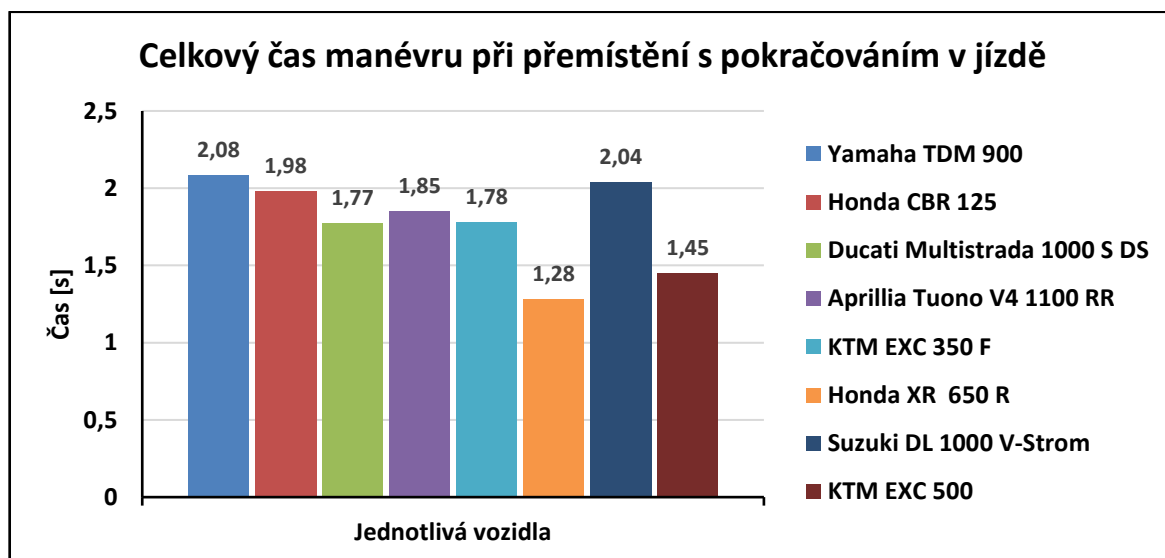
Opětovně hodnoty příčné vzdálenosti nejsou jako v předchozím případě vzájemně porovnatelné. A to z důvodu jiných nájezdových míst na rastr u jednotlivých motocyklů. Někdo například

najel na rastr v místě x,y [0;0] někdo naopak zase v bodě [0;1]. U každého z motocyklů bylo toto místo jiné. Hodnoty příčných zrychlení při tomto manévru jsou zpracovány v **grafu 25**



Graf 25 Hodnoty příčných zrychlení při přemístění s pokračováním v jízdě [vlastní]

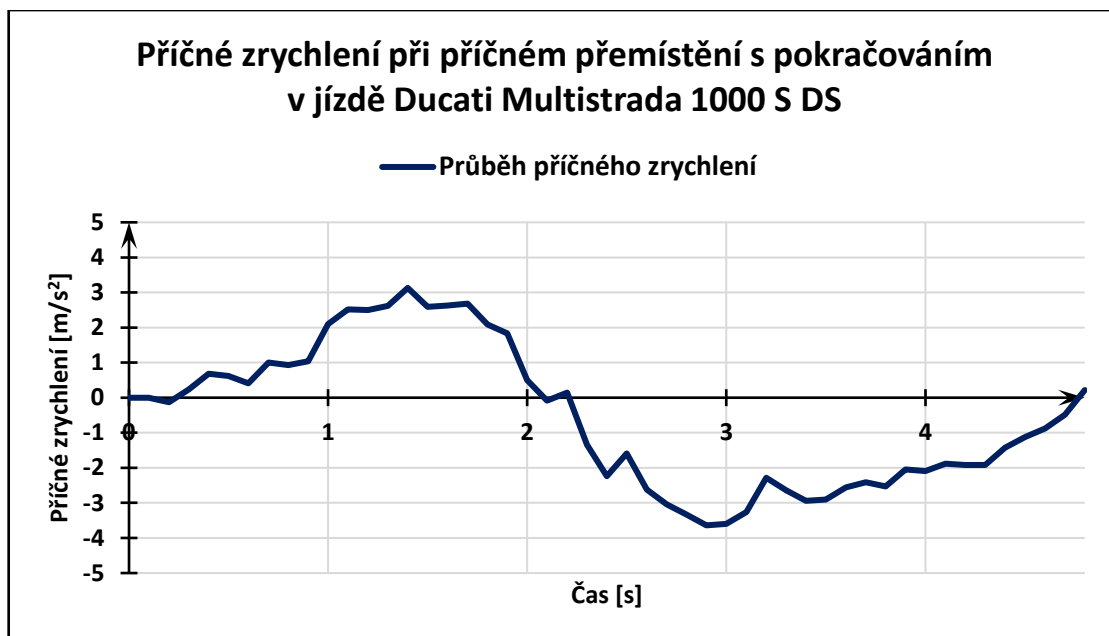
Hodnoty příčných zrychlení jsou u většiny motocyklů poměrně vysoké a je to tím, že v celém průběhu manévru docházelo ke stále akceleraci a nikoliv například k tzv. „ubrání plynu“ a deceleraci. V **grafu 26** je porovnání celkových časů pro provedení manévru s pokračováním v jízdě.



Graf 26 Porovnání celkových časů manévru příčného přemístění s pokračováním v jízdě [vlastní]

Dle naměřených hodnot se jednalo o velice rychlý manévru u všech motocyklů, který trval do 2,1 sekundy. Opět vyčnívají motocykly typu Enduro. Například Honda XR 650 R dosáhla hodnoty 1,28 s a motocykl KTM EXC 500 1,45 s. Tyto hodnoty jsou velmi nízké z důvodu zkušeností motocyklistů a dobré ovladatelnosti motocyklu typu Enduro. V **tabulce 12** stojí za zmínku taktéž hodnota  $t_1$ . Tyto hodnoty

jsou velice nízké a pohybují se do 0,3 sekundy. Je to způsobené tím, že většina motocyklistů užívala k zatáčení tzv. „Body steering“ a tím pádem jsou zde menší hodnoty, než pokud by užívali protisměrování. V **grafu 27** je vidět příklad průběhu příčného zrychlení u motocyklu Ducati Multistrada 1000 S DS. Počátek času je vsazen do místa, kde je začátek manévru příčného přemístění.



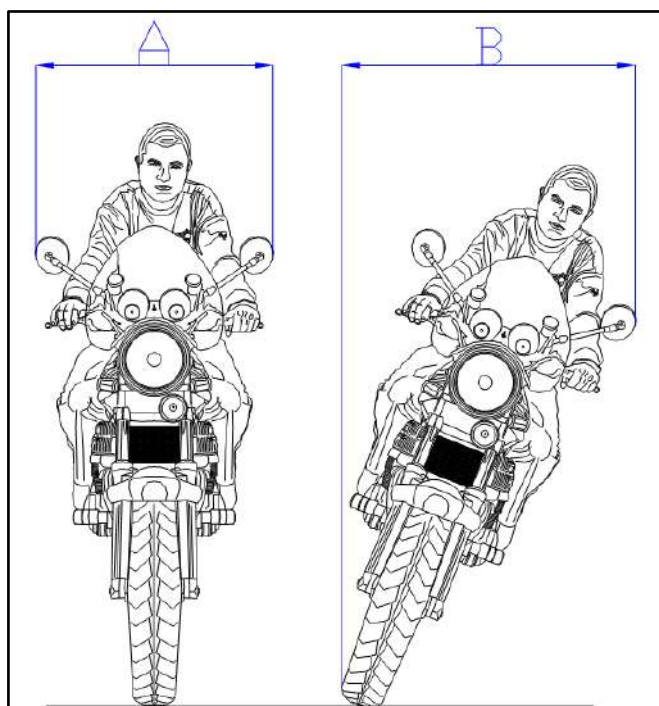
*Graf 27 Průběh příčného zrychlení při manévru s pokračováním v jízdě Ducati Multistrada 1100 S DS [vlastní]*

Touto problematikou se opět již zabývají v autoškole, kde motocyklisté musí provést i u závěrečné zkoušky výhybný manévř při minimální rychlosti 50 km/h. Je to velice dobře a to zejména proto, že si řidiči osvojí částečné návyky už v autoškole a tím se zvýší bezpečnost jak motocyklistů tak i ostatních účastníků provozu na pozemních komunikacích. Na **obr. 77** je vidět sekvence snímků kde je prováděn manévř příčného přemístění motocyklem KTM EXC 350 F.



*Obr. 77 Sekvence snímků při manévru s následným pokračováním v jízdě KTM EXC 350 F [vlastní]*

Z tohoto měření vychází také důležité zjištění a to takové, že motocykl nemá při své jízdě pořád stejný jízdní koridor jako osobní vozidlo. Při přímé jízdě má motocykl s motocyklistou jinou šířku než při průjezdu zatáčkou například. Toto je vysvětleno na **obr. 78**.



Obr. 78 Šířka koridoru motocyklu při přímé jízdě A a při průjezdu zatáčkou B [vlastní]

## 8 DISKUZE

Z výsledků experimentu vychází poznatek, že největším činitelem jsou zkušenosti motocyklisty. Například pokud se jedná o brzdění pomocí brzd, ukazuje se, že zkušenosti mají velice značný vliv na dosažené brzdné zpomalení. Z výsledků a z jiných zdrojů je zcela jasné, že začátečník nedosáhne na stejném motocyklu takového brzdného zpomalení pomocí brzd, jako zkušený jezdec s několikaletou praxí. Z tohoto poznatku vyvstává otázka, jak posuzovat při analýze nehod s motocyklisty jejich zkušenosti. Pokud se bude rozhodovat na základě doby držení příslušného řidičského oprávnění, nedosáhne se žádného průkazného výsledku. Jelikož je obecně známo, že řidiči jsou vlastníci řidičského oprávnění, ale s vozidlem jezdili pouze v autoškole. Druhou možností by byla doba vlastnictví vozidla dle registru vozidel. V tomto případě nastává podobný problém jako u řidičského oprávnění. V registru vozidel může být napsaný majitel, ale tento majitel je pouze vlastníkem a na motocyklu jezdí někdo úplně jiný. Tím pádem tento údaj je také bezvýznamný při posuzování zkušeností. Jako nejpřesnější údaj je možné brát v potaz to, zda se daný řidič účastní silničních nebo motokrossových závodů. Z výsledků měření vycházejí nejvyšší hodnoty při brzdění právě u závodníku. Jedinou další možností jak přesněji určit hodnoty v návaznosti na zkušenosti je provedení dalších měření s různě zkušenými řidiči.

Pro znaleckou činnost je dále důležité zjištění, že motocykl s motocyklistou mají různou šířku jízdního koridoru v závislosti na náklonu. Tento fakt je tedy důležité brát v potaz při řešení například odvrácení střetu s motocyklistou.

Pro další měření je důležité se vyvarovat chybě při měření příčného přemístění. Je nutné jasně stanovit stejné místo nájezdu do rastru pro všechny účastníky měření, aby bylo možné vzájemně porovnat hodnoty příčné vzdálenosti a i ostatní naměřené hodnoty. Dále by bylo vhodné provést brzdné měření s různými motocykly, ale tak, aby každý řidič řídil všechny motocykly. Tímto by se mohly porovnat hodnoty brzdného zpomalení daného typu motocyklu v závislosti na zkušenostech jezdce.

## 9 ZÁVĚRY

Diplomová práce řeší problematiku jízdnicích manévru u motocyklistů. Výstupem práce bylo provedení několika měření. Celkem bylo testováno 8 motocyklů a pro srovnání s osobními vozidly bylo testováno vozidlo Škoda Octavia. Měření probíhalo celkem ve čtyřech dnech a to znamená, že účastníci měli při měření odlišné podmínky.

V první řadě se jednalo o měření akcelerace z nulové rychlosti do rychlosti 90 km/h kde výstupem z měření byl čas. Časové hodnoty u tohoto měření se pohybovaly od 6 s do 29 s v návaznosti na styl řízení a zkušenosti jednotlivých jezdců. Při dalším měření bylo provedeno měření akcelerace z 20 km/h na 60 km/h při zařazeném druhém rychlostním stupni. V tomto měření se naměřené hodnoty pohybovaly od 2,9 s do 9,8 s. Na naměřené hodnoty v obou akceleračních měření měl největší vliv objem a výkon vozidel.

Dále bylo provedeno měření brzdného zpomalení v závislosti na užití přední, zadní a obou brzd současně. Celkové výsledky byly vyjádřeny jako MFDD (střední plné brzdné zpomalení) [ $m/s^2$ ]. Při tomto měření mají největší vliv zkušenosti řidičů. Dále na naměřené hodnoty má vliv typ užitých pneumatik a podmínky za kterých bylo měření prováděno. Při užití přední brzdy byly naměřeny hodnoty v rozsahu 2,5 až 8,2  $m/s^2$ . Při užití zadní brzdy byly naměřeny hodnoty v rozsahu 2,66 – 4,33  $m/s^2$ . Při užití obou brzd současně pak byly naměřeny hodnoty v rozsahu od 3,8 do 8,67  $m/s^2$ . V návaznosti na naměřené hodnoty tímto měřením bylo ověřeno tvrzení, že při využití obou brzd současně je dosaženo největšího brzdného zpomalení. Dále následuje zpomalení pomocí přední brzdy a nejmenší hodnoty jsou dosaženy užitím pouze zadní brzdy.

Při dalším měření bylo měřeno zpomalení pomocí motoru při zařazeném čtvrtém, třetím a druhém rychlostním stupni. U některých motocyklů bylo měření provedeno na vyšší rychlostní stupně z důvodu dosažení požadované rychlosti. Z naměřených údajů tedy vyplývá, že s klesajícími otáčkami motoru klesá i zpomalení motorem. Měření zpomalení pomocí motoru bylo v několika případech ovlivněno silným větrem a tím pádem velkým vzdušným odporem. Při měření na 4. RS bylo dosaženo hodnot v rozsahu od 0,76 až 2,02  $m/s^2$  při měření zpomalení na 3. RS bylo dosahováno 0,72 – 2,56  $m/s^2$  a při měření na 2. RS bylo dosahováno hodnot od 0,42 do 1,58  $m/s^2$ .

Dalším výstupem práce je měření výjezdu z křižovatky, kde výstupem je zjištěný čas. Toto měření bylo vyhodnoceno na základě videozáznamů. Při výjezdu z křižovatky o poloměru 9 m bylo dosaženo poměrně vyrovnaných hodnot a to od 3 do 5,14 s. Při výjezdu z křižovatky vpravo o poloměru 5 m bylo dosaženo hodnot 2,1 – 4,34 s. Nejnižší čas při měření měly motocykly typu Enduro.

Posledním výstupem z práce je měření příčného přemístění s následným brzděním a měření příčného přemístění dvěma oblouky s pokračováním v jízdě. Obě tato měření byla zpracována na

základě videozáznamů a dat naměřených pomocí VBOX Performance od firmy Racelogic. Při měření v obou měřeních bylo dosahováno hodnot příčné vzdálenosti  $y$  v rozsahu od 0,8 do 2,8 m. Při měření příčného přemístění s následným brzděním bylo dosaženo celkového času v rozmezí od 2,16 do 2,92 s. Při provedení měření příčného přemístění dvěma oblouky s následným pokračováním v jízdě bylo dosaženo celkového času v rozmezí 1,28 – 2,08 s.

Hlavní poznatek vyplývající z práce je, že všechny měření jsou ovlivněna z velké části zkušenostmi samotných motocyklistů.

Naměřená data jsou na přiloženém CD. Naměřená data a videozáznamy jsou přístupné na [https://uloz.to/tamhle/AAUP4k0ONPka/name/Nahrano-22-5-2022-v-14-47-02?fbclid=IwAR2G5zqdcPOxEheWrymw19PWK-sWNccijjYgwsct9-K48-Rwgl8GzLH\\_JDE&view=gallery&sort=exif\\_date#!ZJExLmR2ZJZ1AzlyL2WxMTZ0ZmExLzSeHR5GEwHgGz83JzD5Lj==](https://uloz.to/tamhle/AAUP4k0ONPka/name/Nahrano-22-5-2022-v-14-47-02?fbclid=IwAR2G5zqdcPOxEheWrymw19PWK-sWNccijjYgwsct9-K48-Rwgl8GzLH_JDE&view=gallery&sort=exif_date#!ZJExLmR2ZJZ1AzlyL2WxMTZ0ZmExLzSeHR5GEwHgGz83JzD5Lj==).

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KLUMPAR, Vaclav. Svět v pohybu: VELKÁ ENCYKLOPEDIE DOPRAVY. Praha: Euromedia Group, 2002. ISBN 80-242-0768-0.
- [2] VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů. díl 1. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2004, 355 s. : il. ISBN 80-239-1601-7.
- [3] ČESKO. Vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 12. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>
- [4] EUR-Lex - 32013R0168 - EN - EUR-Lex. EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32013R0168>
- [5] COSSALTER, Vittore. Motorcycle dynamics. 2nd English ed. S.l: Lulu], 2006, xii, 360 s. : il. ISBN 978-1-4303-0861-4.
- [6] Wikipedia: Skútr [online]. 15.10.2020 [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Sk%C3%BAt\\_r](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sk%C3%BAt_r)
- [7] SKÚTR MAXIMUS-i 125 4T Euro 5 | KENTOYA.cz. Autorizovaný distributor skútrů a motorek Kentoya | KENTOYA.cz [online]. Copyright © 2021 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.kentoya.cz/skuttr-maximus-i-125-4t-euro-5/produkt?barva=cervena>
- [8] Jawa Babetta, Babeta 210 po RENOVACI, jako nová ! | Aukro. Aukro.cz - největší online bazar s aukcemi [online]. Copyright © 2003 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://aukro.cz/jawa-babetta-babeta-210-po-renovaci-jako-nova-6960514040>
- [9] BESIP - Typy motorek. BESIP - Úvod [online]. Copyright © 2021 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/tematicke-stranky/cestujeme-na-motorce/typy-motorek>
- [10] Beta RR 2T 300 MY 2022 | Enduro - ROCKWAY. Rockway.cz - oblečení, doplňky a vybavení na motorku | Rockway.cz [online]. Dostupné z: <https://www.rockway.cz/beta-rr-2t-300-my-2022-enduro/>
- [11] Motosvět - Motorky a motorkáři - Nový sportovní cesták BMW R1250 RS - všeho víc. Motosvět - Motorky a motorkáři | Motosvět.cz - motorkáři a motorky na internetu [online]. Copyright © 2016 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.motosvet.cz/novinky/531-novy-sportovni-cestak-bmw-r1250-rs-vseho-vic.html>

- [12] 12 Different Types of Motorcycles (Guide). LemonBin Vehicle Guides - [online]. Copyright © 2021 by LemonBin Vehicle Guides [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://lemonbin.com/types-of-motorcycles/>
- [13] Honda Hornet 600-900 rabljeni i novi dijelovi. Njuskalo.hr oglasnik [online]. Dostupné z: <https://www.njuskalo.hr/moto-dijelovi-ostali/honda-hornet-600-900-rabljeni-dijelovi-oglas-11378103>
- [14] Honda CRF 1000 L Africa Twin DCT - PRONÁJEM. RentDream.cz - Pronájem luxusních vozů, motorek, lodí a dalšího luxusu. [online]. Dostupné z: [https://www.rentdream.cz/HONDA-CRF-1000-L-Africa-Twin-MAN-d543\\_16378450.htm?tab=description](https://www.rentdream.cz/HONDA-CRF-1000-L-Africa-Twin-MAN-d543_16378450.htm?tab=description)
- [15] Motocykl Road King 2021 | Harley-Davidson Česká Republika/Slovensko. [online]. Copyright © [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.harley-davidson.com/cz/cs/motorcycles/road-king.html>
- [16] VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů. díl 2. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2004, 661 s. : il. ISBN 80-239-1601-7.
- [17] KASANICKÝ, Gustáv a Pavol KOHÚT. Analýza nehod jednostopových vozidiel. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, 448 s. ISBN 80-7100-598-3.
- [18] Motorcycle Frame: Types, Design & Construction - CarBikeTech. CarBikeTech - Be Autological [online]. Copyright © Copyrights Reserved CarBikeTech 2021 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://carbiketech.com/motorcycle-frame/>
- [19] Motorcycle Frame Technology. Diseno-art.com | Only Amazing Vehicles [online]. Dostupné z: [http://www.diseno-art.com/encyclopedia/archive/motorcycle\\_frames.html](http://www.diseno-art.com/encyclopedia/archive/motorcycle_frames.html)
- [20] Decoding Different Types Of Motorcycle Chassis. Gaadify : Handpicked News And Specs Of Indian Automotive Space. [online]. Copyright © [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.gaadify.com/pages/different-types-of-motorcycle-chassis.html>
- [21] Technika motocyklu - 8. část - podvozek | Motorkáři.cz. Motorkáři.cz - internet v jedné stopě | Motorkáři.cz [online]. Copyright © 2001 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-8.-cast-podvozek-3456.html>
- [22] How Do Motorcycle Suspension Systems Work?. Universal Technical Institute [online]. Copyright © 2021 Universal Technical Institute, Inc. All rights reserved. [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.uti.edu/blog/motorcycle/motorcycle-suspension-systems>

- [23] Vidlice typu upside-down – technologie zblízka | BMW Motorrad. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © BMW Czech Republic 2021 [cit. 12.12.2021]. Dostupné z: <https://www.bmw-motorrad.cz/cs/engineering/detail/suspension/usd-fork.html#/section-jeste-vice-technologie-zblizka>
- [24] KUDR, Jan. Podvozky závodních motocyklů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 40 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing Václav Píštěk, DrSc.
- [25] What you should know about your motorbike's suspension – Zedling Suspension. Zedling Suspension – The Specialist Advantage [online]. Copyright ©2021 Zedling Suspension [cit. 13.12.2021]. Dostupné z: <https://www.zedlingsuspension.com/know-motorbikes-suspension/>
- [26] HERZ, Christopher a Stefan HAIST. Semi-Active Suspension in Motorcycles. Auto Tech Review [online]. New Delhi: Springer India, 2016, 5(8), 44-47 [cit. 2021-12-13]. ISSN 2250-3390. Dostupné z: doi:10.1365/s40112-016-1184-x
- [27] Tlumiče motocyklu | Motorkáři.cz. Motorkáři.cz - internet v jedné stopě | Motorkáři.cz [online]. Copyright © 2001 [cit. 13.12.2021]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/tlumice-motocyklu-40525.html>
- [28] PARKS, Lee. Total control: high performance street riding techniques. St. Paul: Motorbooks, 2003, 159 s. : il. ; 27 cm. ISBN 978-0-7603-1403-6.
- [29] Understanding Motorcycle Rake and Trail, Motorcycle Tips | Cycle World. Motorcycle Reviews, Motorcycle Gear, Videos & News | Cycle World [online]. Copyright © [cit. 13.12.2021]. Dostupné z: <https://www.cycleworld.com/2015/05/22/cycle-world-tips-and-tricks-understanding-motorcycle-rake-and-trail/>
- [30] The Motorcycle Safety Foundation's guide to motorcycling excellence: skills, knowledge, and strategies for riding right. 2nd ed. Center Conway: Whitehorse Press, 2005, 192 s. : il. (některé barev.) ; 27 cm. ISBN 1-884313-47-7.
- [31] Types of Motorcycle Brake and Their Working Process | SAGMart. SAGMart | More you Explore, More you Find [online]. Copyright © 2012 [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <http://www.blog.sagmart.com/types-motorcycle-brake-working-process/>
- [32] Technika motocyklu - 3. část - brzdy | Motorkáři.cz. Motorkáři.cz - internet v jedné stopě | Motorkáři.cz [online]. Copyright © 2001 [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-3.-cast-brzdy-3259.html>
- [33] Bicycle Drum Brakes. Sheldon Brown-Bicycle Technical Information [online]. Copyright © 2018 [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <https://www.sheldonbrown.com/drum-brakes.html>

- [34] Jawa / CZ duplex front brake plate cplt. (472 51 260) | frame parts | obsoletebikeparts.com. Home | obsoletebikeparts.com [online]. Copyright © 2011 [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <https://www.obsoletebikeparts.com/a-30253547/frame-parts/jawa-cz-duplex-front-brake-plate-cplt-472-51-260/#description>
- [35] Types of Disk Brakes - Advantages & Disadvantages (Part 1). BikeAdvice.in | New Bikes, Latest News, Launches, Upcoming, Spy Pics, Reviews [online]. Copyright © All content copyright BikeAdvice.in. [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <https://bikeadvice.in/disk-brake-brake-discrotor-part-1/>
- [36] Motorcycle braking system explained[online]. Copyright © [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <https://www.topspeed.com/motorcycles/guides/motorcycle-braking-systems-explained-ar186949.html>
- [37] Electric Motorcycle Reviews And Models | Cycle World. Motorcycle Reviews, Motorcycle Gear, Videos & News | Cycle World [online]. Copyright © [cit. 08.01.2022]. Dostupné z: <https://www.cycleworld.com/electric-motorcycles/>
- [38] X Mobility Motors: E-MOTORCYCLE T2. X-mmotors [online]. 2022, 2022 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://x-mmotors.com/pages/t2>
- [39] SONDORS: SONDORS METACYCLE. SONDORS [online]. 2022, 2022 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://sondorsx.com/pages/metacycle>
- [40] JANOŮŠEK, Marek, Jiří JEVICKÝ a Martin HAKL. Vliv fyziky na konstrukci pneumatik. Motorkáři [online]. 30.05.2018 [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/vliv-fyziky-na-konstrukci-pneumatik-39207.html>
- [41] HOUGH, David L. More proficient motorcycling: mastering the ride. Irvine: BowTie Press, 2003, 256 s. : il. ; 28 cm. ISBN 1-931993-03-3.
- [42] Donida, F. & Ferretti, Gianni & Savaresi, Sergio & Schiavo, F. & Tanelli, Mara. (2006). Motorcycle dynamics library in Modelica. [cit. 2022-01-06].
- [43] Honda Global | Electronically Controlled Combined ABS - Picture Book. Honda Global | Honda Motor Co.,Ltd. [online]. Dostupné z: <https://global.honda/innovation/technology/motorcycle/eCBS-picturebook.html>
- [44] Where to Put the Major Masses on Motorcycles | Cycle World. Motorcycle Reviews, Motorcycle Gear, Videos & News | Cycle World [online]. Copyright © [cit. 01.01.2022]. Dostupné z: <https://www.cycleworld.com/story/blogs/ask-kevin/how-motorcycles-carry-their-weight/>

- [45] BESIP - Úvod [online]. Copyright © [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Besip/media/Besip/data/web/soubory/motocyklista/besip-systemy-nr.pdf>
- [46] Anti Lock Braking System (ABS) And Combi Brake System (CBS) - The Difference | BikeDekho. BikeDekho - New Bikes & Scooters, Bike Prices, Buy & Sell Used Bikes [online]. Dostupné z: <https://www.bikedekho.com/news/difference-between-anti-lock-braking-system-abs-and-combi-brake-system-cbs>
- [47] BLOCK, Wilko Gordon, S.N PRASHANTH a Brad HEILER. Motorcycle Stability Control - The Next Generation of Motorcycle Safety and Riding Dynamics. SAE International journal of engines [online]. Warrendale: SAE International, 2016, 9(1), 491-498 [cit. 2022-01-06]. ISSN 1946-3936.
- [48] Motorcycle ABS . Document Moved [online]. Copyright © 2021 Robert Bosch GmbH. All rights reserved. [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/driving-safety/antilock-braking-system-2w/>
- [49] Motorcycle ABS: How does it Work and Why You Must Have It?. Reviews|Nepal [online]. Copyright © 2019 Reviews. All Rights Reserved. [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://reviews.com.np/article/motorcycle-abs>
- [50] LIN, Yuan-ting, Chyuan-yow TSENG, Jao-hwa KUANG a Yeong-maw HWANG. A Design Method for a Variable Combined Brake System for Motorcycles Applying the Adaptive Control Method. Machines (Basel) [online]. MDPI, 2021, 9(2), 31 [cit. 2022-01-06]. ISSN 2075-1702. Dostupné z: doi:10.3390/machines9020031
- [51] Ciepka, Piotr. (2016). Effect of ABS and CBS on motorcycle braking deceleration on a wet road surface. Problems of Forensic Sciences. [cit. 2022-01-06].
- [52] Motorcycle stability control (MSC). Document Moved [online]. Copyright © 2021 Robert Bosch GmbH. All rights reserved. [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/driving-safety/motorcycle-stability-control/>
- [53] SEINIGER, Patrick, Kai SCHRÖTER a Jost GAIL. Perspectives for motorcycle stability control systems. Accident analysis and prevention [online]. OXFORD: Elsevier, 2012, 44(1), 74-81 [cit. 2022-01-06]. ISSN 0001-4575. Dostupné z: doi:10.1016/j.aap.2010.11.018
- [54] VIDEO: KTM's ABS and MSC systems explained | MoreBikes. More Motorcycle News, More Kit, More Events - Everything Biker! | MoreBikes [online]. Copyright ©Mortons Media Group Ltd. [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://www.morebikes.co.uk/news/43711/video-ktms-abs-msc-systems-explained/>

- [55] Motorcycle Stability Control (MSC): How does it help while riding a bike? - CarBikeTech. CarBikeTech - Be Autological [online]. Copyright © Copyrights Reserved CarBikeTech 2021 [cit. 06.01.2022]. Dostupné z: <https://carbiketech.com/motorcycle-stability-control-msc/>
- [56] GARMAN, Christina MR., Sarah S. SHARPE, Todd A. FRANK a Graeme F. FOWLER. Motorcycle Rider Kinematics during Low and High Speed Turning Maneuvers [online]. In: . 2018-04-03, s. - [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: doi:10.4271/2018-01-0536
- [57] GALLI, J. Ronald a Bradley W CARROLL. The Four-Ball Gyro and Motorcycle Countersteering. The Physics teacher [online]. COLLEGE PK: AMER ASSN PHYSICS TEACHERS, 2017, 55(4), 238-239 [cit. 2022-01-08]. ISSN 0031-921X. Dostupné z: doi:10.1119/1.4978726
- [58] How to Countersteer on a Motorcycle Correctly | Cycle World. Motorcycle Reviews, Motorcycle Gear, Videos & News | Cycle World [online]. Copyright © [cit. 08.01.2022]. Dostupné z: <https://www.cycleworld.com/2013/10/25/know-how-to-countersteer-correctly/>
- [59] IENATSCH, Nick. Sport riding techniques: how to develop real world skills for speed, safety, and confidence on the street and track. Phoenix: David Bull Publishing, 2003, 127 s. : barev. il. ; 28 cm. ISBN 1-893618-07-2.
- [60] HOUGH, David L. Street strategies: a survival guide for motorcyclists. Irvine: BowTie Press, 2001, 156 s. : il. ; 24 cm. ISBN 1-889540-69-2.
- [61] Motorcycle Riding Tips - What Are Apexes & How Do They Apply on Common Tread . Aftermarket Motorcycle Parts | Motorcycle Accessories | JPCycles.com [online]. Copyright © 2022 J [cit. 08.01.2022]. Dostupné z: <https://www.jpcycles.com/common-tread/moto-101/riding-tips-from-the-performance-coach-what-are-apexes-and-how-do-they-apply-to-the-average-rider>
- [62] Jak jezdit: Naučte se ideální stopu v zatáčkách - MOTOHOUSE. Motohouse - MOTOHOUSE [online]. Copyright © 2009 [cit. 08.01.2022]. Dostupné z: <https://motohouse.cz/jak-jezdit-naucte-se-idealni-stopu-v-zatackach/>
- [63] FRICKE, Lynn B. Traffic crash reconstruction. 2nd ed. Evanston: Northwestern University Center for Public Safety, 2010, viii, 824 s. : ill. ISBN 0-912642-03-3.
- [64] Motorcycle Ergonomics. Motorcycle Ergonomics [online]. [cit. 08.01.2022]. Dostupné z: <http://cycle-ergo.com/>
- [65] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. [cit. 08.01.2022]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.5924000&y=49.4031000&z=11>

- [66] COSSALTER, V, A DORIA, E GIOLO, L TARABORRELLI a M MASSARO. Identification of the characteristics of motorcycle and scooter tyres in the presence of large variations in inflation pressure. *Vehicle system dynamics* [online]. ABINGDON: Taylor & Francis, 2014, 52(10), 1333-1354 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0042-3114. Dostupné z: doi:10.1080/00423114.2014.940981
- [67] ŠPLÍČHAL, David. Jízdní dynamika motocyklů [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2017 [cit. 2022-04-22]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/66112/final-thesis.pdf?sequence=7&isAllowed=y>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Marek Semela.
- [68] Vliv fyziky na konstrukci pneumatik | Motorkáři.cz. Motorkáři.cz - internet v jedné stopě | Motorkáři.cz [online]. Copyright © 2001 [cit. 22.04.2022]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/vliv-fyziky-na-konstrukci-pneumatik-39207.html>
- [69] HUERTAS-LEYVA, Pedro, Marilee NUGENT, Giovanni SAVINO, Marco PIERINI, Niccolò BALDANZINI a Simon ROSALIE. Emergency braking performance of motorcycle riders: skill identification in a real-life perception-action task designed for training purposes. *Transportation research. Part F, Traffic psychology and behaviour* [online]. Elsevier, 2019, 63, 93-107 [cit. 2022-04-22]. ISSN 1369-8478. Dostupné z: doi:10.1016/j.trf.2019.03.019
- [70] SEDLÁK, Robert. Zrychlení/zpomalení motocyklů a automobilů. Brno, 2011.
- [71] VAŠICA, Radoslav. Měření spomalení motocyklů při brzdění motorem. Brno, 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Albert Bradáč
- [72] What is MFDD? - RACELOGIC Support Centre. Home - RACELOGIC Support Centre [online]. Copyright © Copyright 2022 RACELOGIC Support Centre [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: [https://en.racelogic.support/VBOX\\_Automotive/Product\\_Info/VBOX\\_Data\\_Loggers/VBOX\\_Touch/Knowledge\\_Base/What\\_is\\_MFDD%3F](https://en.racelogic.support/VBOX_Automotive/Product_Info/VBOX_Data_Loggers/VBOX_Touch/Knowledge_Base/What_is_MFDD%3F)
- [73] BEJČKOVÁ, Jana. Měření zpomalení osobních automobilů při brzdění motorem. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Albert Bradáč.
- [74] Motorcycle Aerodynamics - Canada Moto Guide. Home - Canada Moto Guide [online]. Copyright © 1996 [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: <https://canadamotoguide.com/2016/05/04/motorcycle-aerodynamics/>
- [75] Pneuservis Autosklo PM Brno. Pneuservis Autosklo PM Brno [online]. Copyright © 2008 [cit. 18.05.2022]. Dostupné z: [http://www.autosklopm.cz/tr\\_rady\\_o\\_pneu.php](http://www.autosklopm.cz/tr_rady_o_pneu.php)
- [76] BURG, Heinz a Andreas MOSER. Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme, Fahrdynamik, Simulation. 2., aktualisierte Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2009, xliii, 1032 s. : il., grafy. ISBN 978-3-8348-0546-1

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Tabulka dosaženého efektivního zpomalení dle zkušeností jezdce [69].....	52
Tabulka 2 Tabulka naměřených hodnot při měření v Prostějově [70] .....	53
Tabulka 3 Použitá záznamová zařízení [vlastní] .....	55
Tabulka 4 Použitá měřicí zařízení [vlastní].....	56
Tabulka 5 Parametry vozidla Škoda Octavia 1.6 MPI a parametry motocyklu Yamaha TDM 900 [vlastní] .....	57
Tabulka 6 Parametry motocyklů Honda CBR 125 a Ducati Multistrada 1000 S DS [vlastní] .....	58
Tabulka 7 Parametry motocyklů Aprilia Tuono V4 1100 RR a KTM EXC 350 F [vlastní].....	59
Tabulka 8 Parametry motocyklů Honda XR 650 R a KTM EXC 500 [vlastní] .....	60
Tabulka 9 Parametry motocyklu Suzuki DL 1000 V-Strom [vlastní] .....	61
Tabulka 10 Teplotní a povětrnostní podmínky při měření [vlastní] .....	62
Tabulka 11 Naměřené hodnoty příčného přemístění s následným brzděním [vlastní].....	84
Tabulka 12 Naměřené hodnoty příčného přemístění dvěma oblouky s pokračováním v jízdě [vlastní]..	86

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Výsledné vyhodnocení zrychlení z 0 na 90 km/h [vlastní].....	66
Graf 2 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci motocyklu Yamaha TDM 900 [vlastní] .....	67
Graf 3 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci motocyklu Honda CBR 125 .....	68
Graf 4 Výsledné vyhodnocení zrychlení vozidel z 20 km/h na 60 km/h [vlastní].....	69
Graf 5 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci motocyklu Honda XR 650 R z 20 na 60 km/h [vlastní].....	70
Graf 6 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při akceleraci Škoda Octavia z 20 na 60 km/h [vlastní] .....	70
Graf 7 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí přední brzdy [vlastní].....	71
Graf 8 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění přední brzdou KTM EXC 500 [vlastní] .....	72
Graf 9 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění přední brzdou KTM EXC 350 F .....	73
Graf 10 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí zadní brzdy [vlastní].....	73
Graf 11 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění zadní brzdou Honda CBR 125 .....	75
Graf 12 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí obou brzd [vlastní] .....	75
Graf 13 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění obou brzd Honda CBR 125 .....	76
Graf 14 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí motoru na 4. rychl. stupeň [vlastní].....	77
Graf 15 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 4. rychl. stupeň Honda CBR 125 [vlastní] .....	78
Graf 16 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 4. rychl. stupeň Yamaha TDM 900 [vlastní].....	78
Graf 17 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí motoru na 3. rychl. stupeň [vlastní].....	79
Graf 18 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 3. rychl. stupeň Honda CBR 125 [vlastní] .....	79
Graf 19 Výsledné vyhodnocení zpomalení vozidel pomocí motoru na 2. rychl. stupeň [vlastní].....	80
Graf 20 Příklad průběhu rychlosti a zrychlení/zpomalení při brzdění motorem na 2. rychl. stupeň Yamaha TDM 900 [vlastní].....	80
Graf 21 Výsledné vyhodnocení výjezdu motocyklů z křižovatky vlevo [vlastní].....	82
Graf 22 Výsledné vyhodnocení výjezdu motocyklů z křižovatky vpravo [vlastní].....	82
Graf 23 Hodnoty příčných zrychlení při přemístění s následným brzděním [vlastní].....	85
Graf 24 Porovnání celkových časů manévru příčného přemístění s následným brzděním [vlastní].....	85
Graf 25 Hodnoty příčných zrychlení při přemístění s pokračováním v jízdě [vlastní] .....	87
Graf 26 Porovnání celkových časů manévru příčného přemístění s pokračováním v jízdě [vlastní] .....	87
Graf 27 Průběh příčného zrychlení při manévru s pokračováním v jízdě Ducati Multistrada 1100 S DS 88	

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Příklad skútru MAXIMUS – I 125 4 T [7] .....	18
Obr. 2 Jawa Babetta 210 [8] .....	19
Obr. 3 Betta RR 2 T 300 Enduro [10] .....	19
Obr. 4 Silniční motocykl BMW R1250 RS [11].....	20
Obr. 5 Honda CB 600 F Hornet [13].....	20
Obr. 6 Honda CRF 1000 L Africa TWIN [14].....	21
Obr. 7 Harley Davidson Road King [15] .....	21
Obr. 8 Pátevní rám [19] .....	22
Obr. 9 Jednoduchý kolébkový rám [20] .....	23
Obr. 10 Dvojitý kolébkový rám [20].....	23
Obr. 11 Obvodový rám [20] .....	23
Obr. 12 Mřížový rám [20] .....	24
Obr. 13 Monokok motocyklu [20] .....	24
Obr. 14 Teleskopická vidlice (vlevo) a vidlice „upside-down“ (vpravo) [24] .....	25
Obr. 15 Odpružení zadní vidlice motocyklu [25].....	26
Obr. 16 Schéma semi – aktivního podvozku KTM 1290 Super Adventure [26].....	27
Obr. 17 Úhel sklonu přední vidlice (A) a závlek předního kola (B) [29] .....	28
Obr. 18 Rozvor kol motocyklu [29] .....	29
Obr. 19 Velikost kontaktní plochy pneumatiky v závislosti na náklonu motocyklu [37] .....	30
Obr. 20 Vliv huštění pneumatiky na velikost kontaktní plochy [66].....	30
Obr. 21 Jednočinná bubnová brzda [32] .....	32
Obr. 22 Jednočinná bubnová brzda tlak čelistí na buben [33].....	32
Obr. 23 Dvojčinná bubnová brzda Jawa [34] .....	33
Obr. 24 Typy brzdových kotoučů [35].....	33
Obr. 25 kotoučová brzda s pevným třmenem [36].....	34
Obr. 26 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem [36] .....	35
Obr. 27 Harley Davidson typ ARROW [37].....	36
Obr. 28 Příklad umístění těžiště motocyklů [43] .....	37
Obr. 29 Schéma systému ABS [49] .....	39
Obr. 30 Závislost brzdné dráhy na použití přední, zadní a obou brzd [43] .....	40
Obr. 31 Schéma kombinovaného brzdového systému CBS [46].....	40
Obr. 32 Rozdíl při průjezdu zatáčkou s užitím bez ABS, s ABS a s MSC [54] .....	41
Obr. 33 Princip zatáčení metodou Counter Steering (Proti směrování) [58].....	42
Obr. 34 Zatížení pneumatik/velikost stopy při akceleraci, konstantní jízdě a brzdění [68] .....	44

Obr. 35 Průjezd zatáčkou s konstantním rádiusem [61].....	44
Obr. 36 Průjezd 180° zatáčky se dvěma vrcholy [62].....	45
Obr. 37 Objízdna dráha při objíždění překážky motocyklem a automobilem [63].....	45
Obr. 38 Příklady posedů na různých typech motocyklů [64].....	46
Obr. 39 Křižovatka na silnici č. 602 [65].....	49
Obr. 40 Graf dosaženého efektivního zpomalení při jednotlivých pokusech testu [69].....	52
Obr. 41 Záznamová kamera Vantop [vlastní].....	55
Obr. 42 Záznamová kamera Niceboy [vlastní].....	55
Obr. 43 Fotoaparát Nikon Coolpix B500 [vlastní].....	55
Obr. 44 Svinovací metr [vlastní].....	56
Obr. 45 Měřicí pásmo [vlastní].....	56
Obr. 46 Posuvné měřítko [vlastní].....	56
Obr. 47 Měřič tlaku celokovový [vlastní].....	56
Obr. 48 VBOX MOTORSPORT [vlastní].....	56
Obr. 49 Performance Box Touch [vlastní].....	56
Obr. 50 Škoda Octavia 1.6 MPI, 75 kW [vlastní].....	57
Obr. 51 Yamaha TDM 900 [vlastní].....	57
Obr. 52 Honda CBR 125 [vlastní].....	58
Obr. 53 Ducati Multistrada 1000 S DS [vlastní].....	58
Obr. 54 Aprilia Tuono V4 1100 RR [vlastní].....	59
Obr. 55 KTM EXC 350 F [vlastní].....	59
Obr. 56 Honda XR 650 R [vlastní].....	60
Obr. 57 KTM EXC 500 [vlastní].....	60
Obr. 58 Suzuki DL 1000 V-Strom [vlastní].....	61
Obr. 59 Mokrý vozovka ze dne 16.4.2022 [vlastní].....	62
Obr. 60 Vykreslení dráhy výjezdu z křižovatky s jednotlivými zájmovými body [vlastní].....	63
Obr. 61 Vykreslení dráhy výjezdu z křižovatky z místa měření [vlastní].....	63
Obr. 62 Postup myšlenky měření výjezdu z křižovatky [vlastní].....	64
Obr. 63 Pohled na dráhu příčné přemístění [vlastní].....	64
Obr. 64 Pohled na dráhu příčné přemístění [vlastní].....	64
Obr. 65 Rozkreslený rastr pro měření příčného přemístění [vlastní].....	64
Obr. 66 Umístění kamery na motocyklu [vlastní].....	65
Obr. 67 Umístění měřicího zařízení [vlastní].....	65
Obr. 68 Umístění kamer na a za odstaveným vozidlem [vlastní].....	65
Obr. 69 Rozhraní programu VBOX Test Suite [vlastní].....	66
Obr. 70 Pneumaika KTM EXC 500 [vlastní].....	72

Obr. 71 Pneumatika Honda XR 650 R [vlastní] .....	72
Obr. 72 Pneumatika KTM EXC 350 F [vlastní].....	72
Obr. 73 Adheze pneumatik v závislosti na teplotě [75] .....	74
Obr. 74 Rozhraní programu Shotcut [vlastní] .....	81
Obr. 75 Sekvence snímků v zájmových bodech při výjezdu z křižovatky vlevo Yamaha TDM 900 [vlastní] .....	83
Obr. 76 Příklad provedení manévru příčného přemístění s brzděním Aprillia Tuono V4 1100 RR [vlastní] .....	86
Obr. 77 Sekvence snímků při manévru s následným pokračováním v jízdě KTM EXC 350 F [vlastní].....	88
Obr. 78 Šířka koridoru motocyklu při přímé jízdě A a při průjezdu zatáčkou B [vlastní].....	89

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1:	Povolení k užití letištní plochy
Příloha č. 2:	Grafy akcelerace z 0 na 90 km/h
Příloha č. 3:	Grafy akcelerace z 20 na 60 km/h
Příloha č. 4:	Grafy decelerace při užití přední, zadní a obou brzd
Příloha č. 5:	Grafy decelerace pomocí motoru na 4., 3. a 2. rychl. stupeň
Příloha č. 6:	Tabulky zpracovaných časových údajů při výjezdu z křižovatky



Pomáhat a chránit

ÚTVAR POLICEJNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ A SLUŽEBNÍ PŘÍPRAVY

Vzdělávací zařízení Jihlava



Č. j.: UPVSP-1565-2/ČJ-2022-9103KR

Jihlava 4. dubna 2022

e-mailem: [191683@vutbr.cz](mailto:191683@vutbr.cz)Bc. Luděk Kriegsmann  
tel: 776 550 628**Žádost o poskytnutí výcvikového areálu Komárovice - sdělení**

K Vaší žádosti o poskytnutí prostor výcvikového areálu Komárovice (letištní plocha) vzdělávacího zařízení Jihlava, Útvaru policejního vzdělávání a služební přípravy (dále jen „vzdělávací zařízení Jihlava“), za účelem měření jízdních vlastností motocyklů do Vaší diplomové práce, Vám sděluji, že Vašemu požadavku, vyhovuji.

Umožníme Vám využít Vámi požadované termíny a to 9. 4. 2022 a 16. 4. 2022 po celý den.

Využití výcvikového areálu Komárovice (dále jen „areál“) Vám je umožněno za podmínky, že Vámi organizovaná akce není komerčního charakteru. V průběhu akce nesmí dojít k poškození živých nátěrových a okolních travnatých ploch areálu; po akci musí být plocha areálu uvedena do původního stavu. Vzdělávací zařízení Jihlava nenes odpovědnost za případná zranění a vznik škod v souvislosti s konáním akce; v případě vzniku škody na majetku vzdělávacího zařízení Jihlava bude tato vymáhána. Organizátor akce nese odpovědnost za to, aby v jejím průběhu nebyly porušeny právní předpisy, zejména např. z oblasti ekologie a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Pro příjezd k areálu je nutno užít pouze živou příjezdovou komunikaci a k parkování a jízdě vozidel pak pouze živé plochy areálu.

Vzdělávací zařízení Jihlava si vymíňuje pro případ porušení podmínek využití areálu nebo právních předpisů možnost okamžitého zrušení akce.

V současné době je areál Komárovice přístupný z pozemní komunikace. Začátek a konec akce oznamte prosím pracovníkovi ostrahy vzdělávacího zařízení Jihlava, Tolstého 1557/14, Jihlava, na telefonní číslo: 607 971 753 nebo 974 267 211.

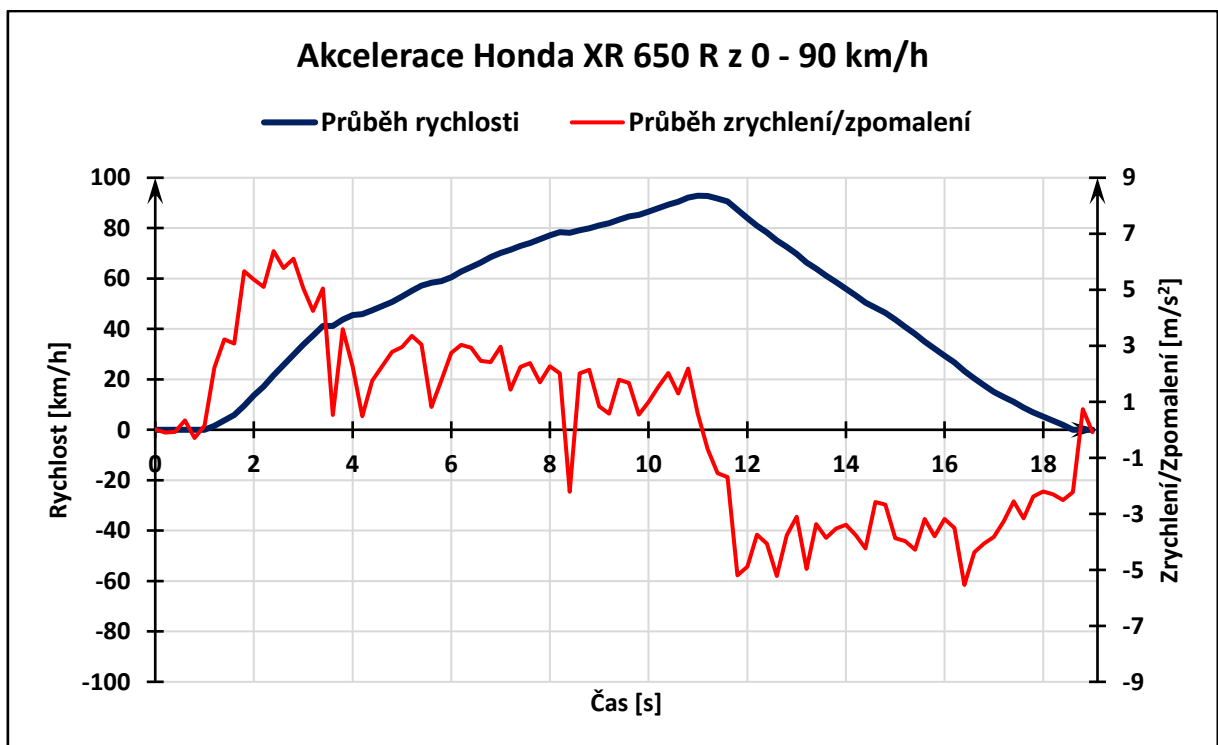
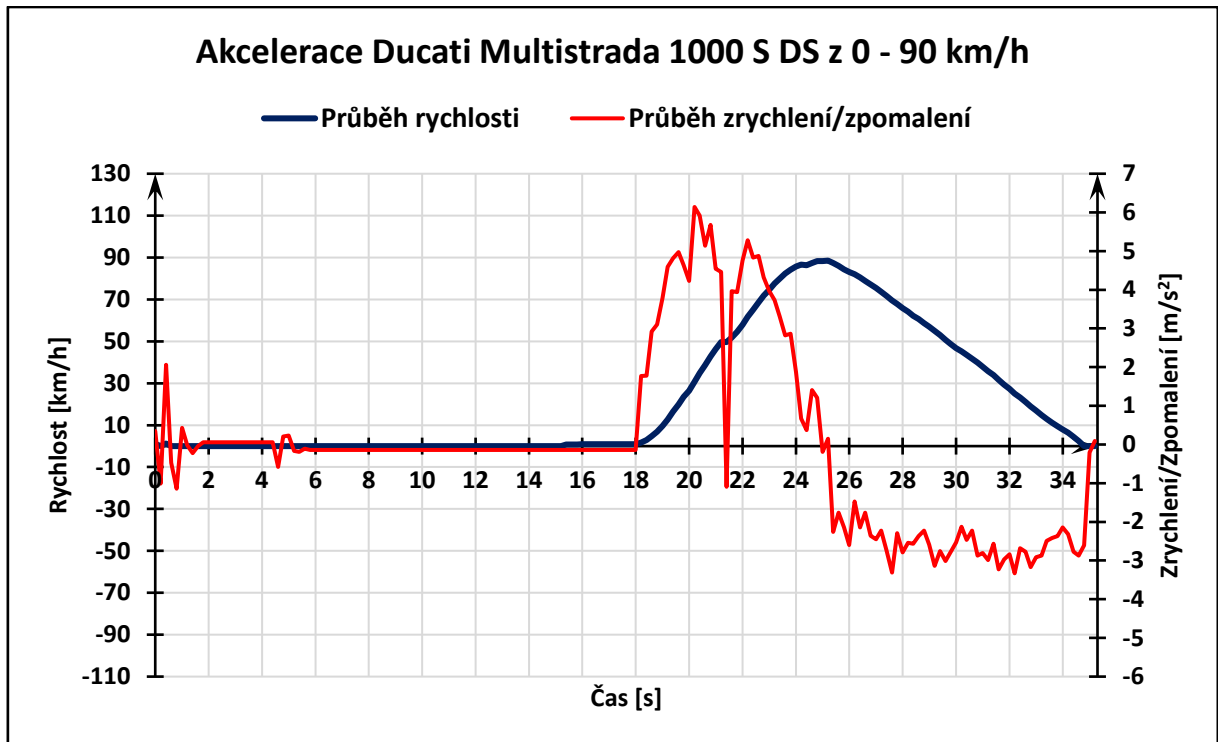
V případě potřeby řešení dalších organizačních záležitostí kontaktujte, prosím, kpt. Mgr. Pavla Kratochvíla, vrchní komisař kanceláře ředitele, tel. 605268344.

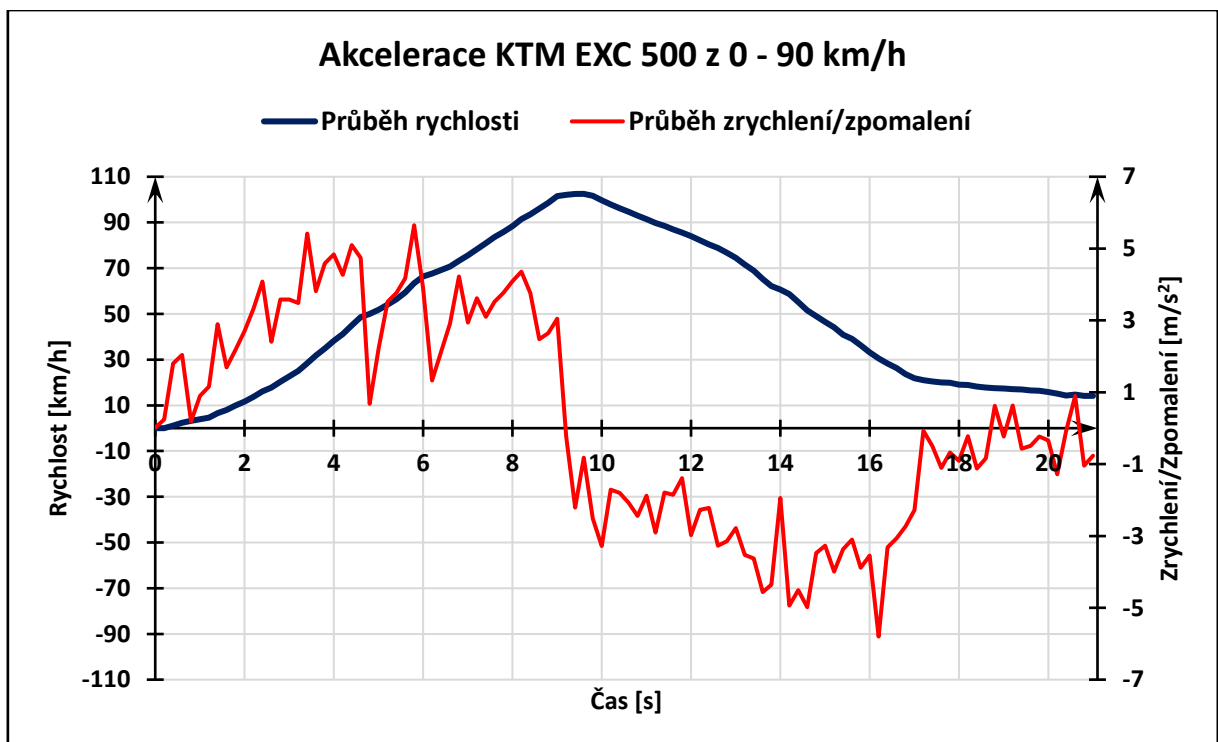
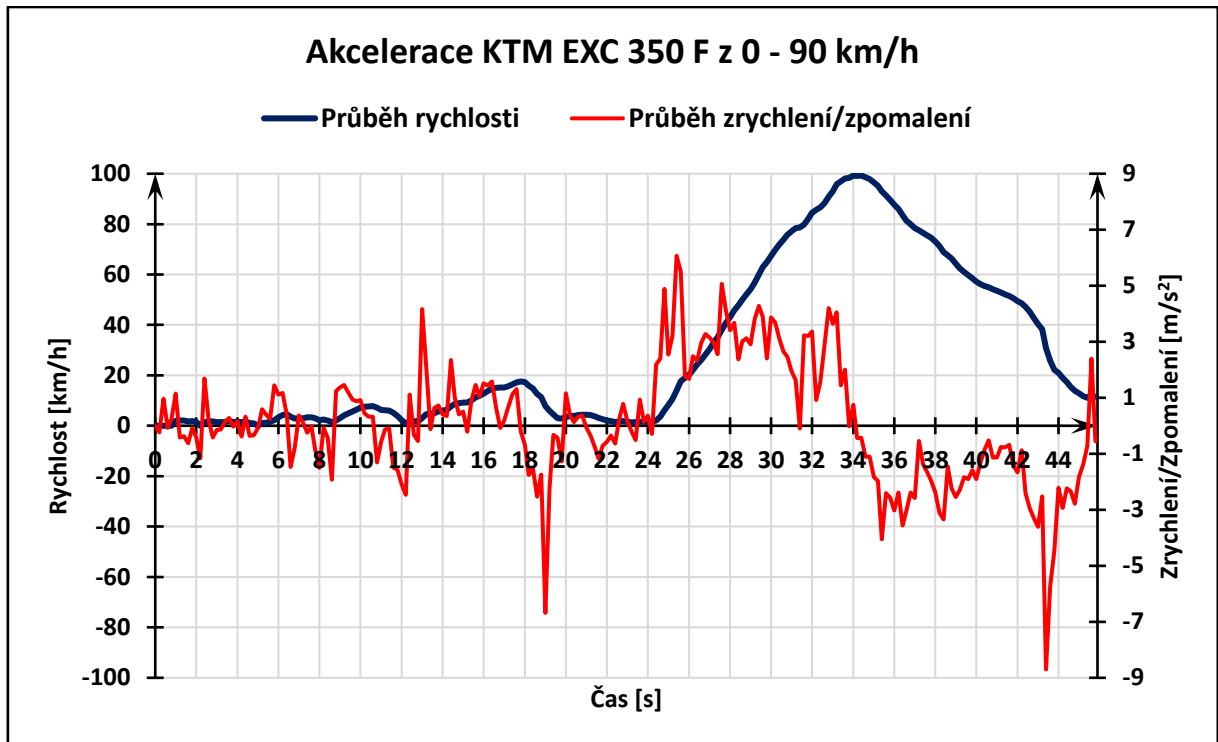
Vyřizuje.:  
*kpt. Mgr. Pavel Kratochvíl*

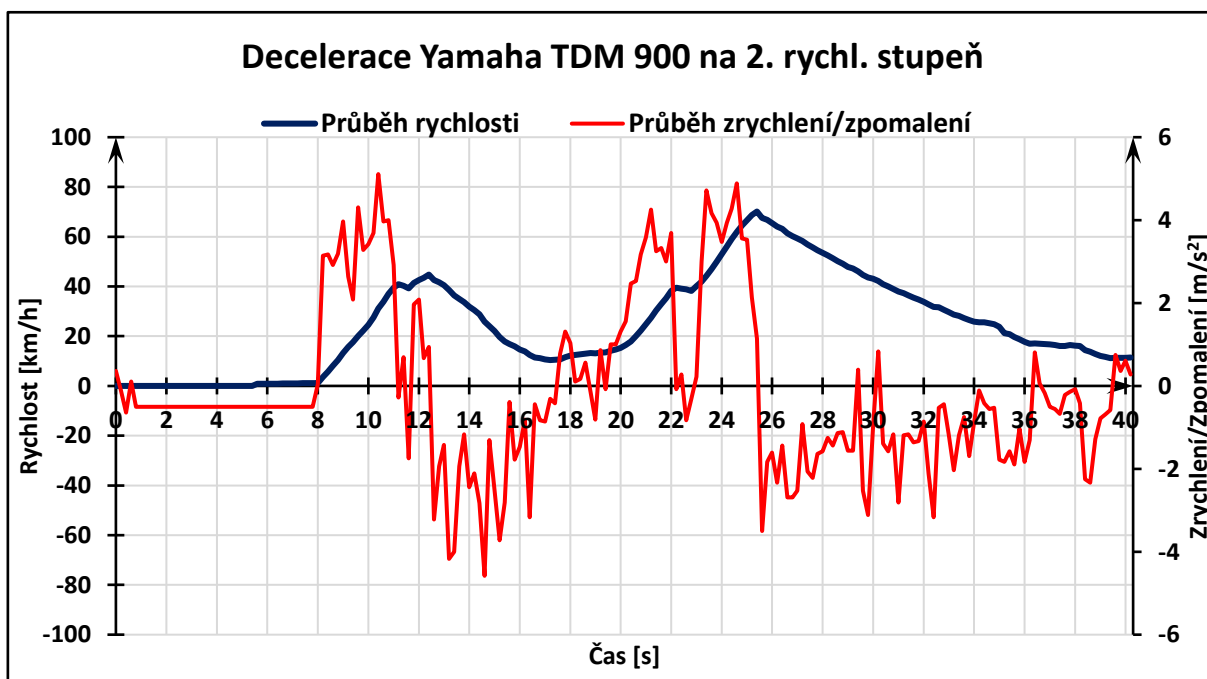
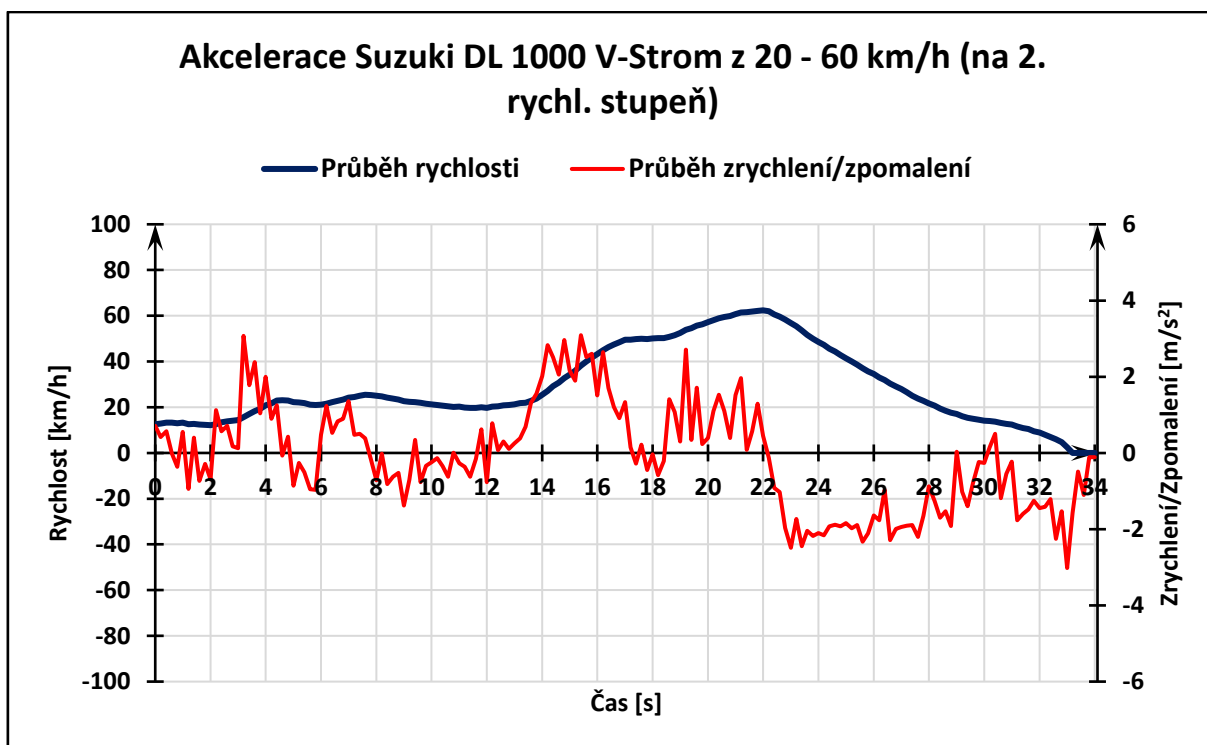
S pozdravem

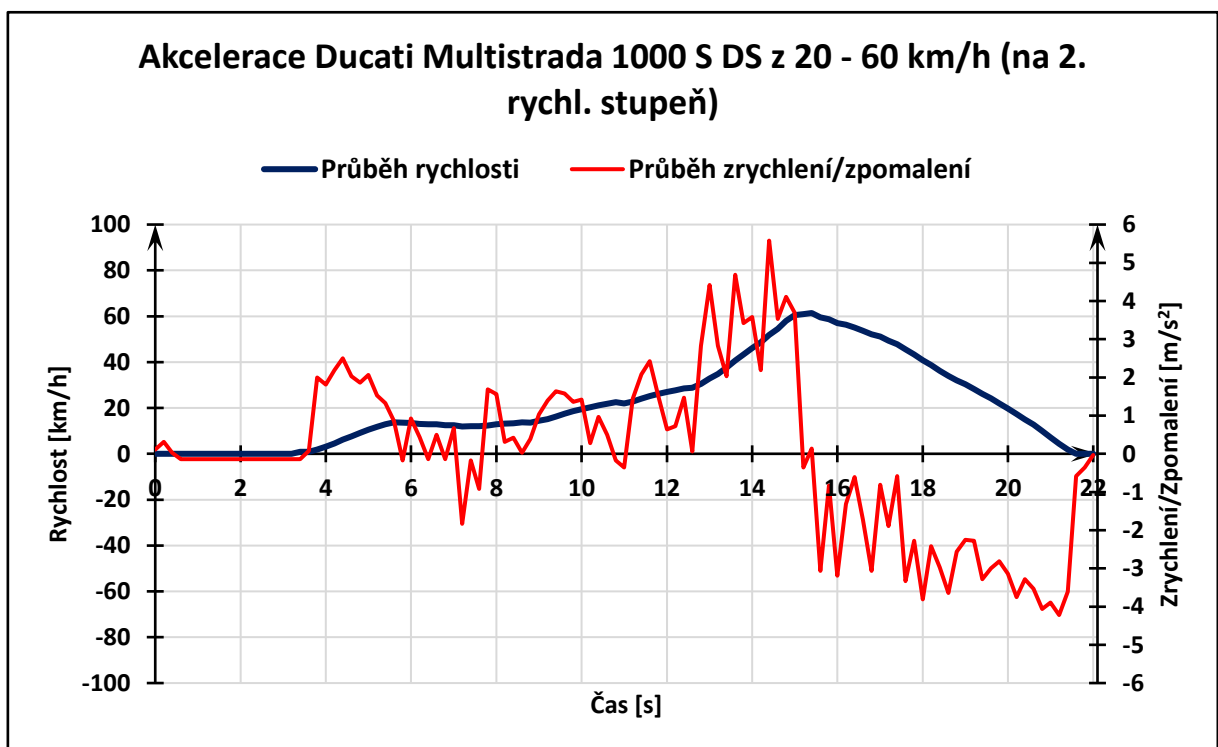
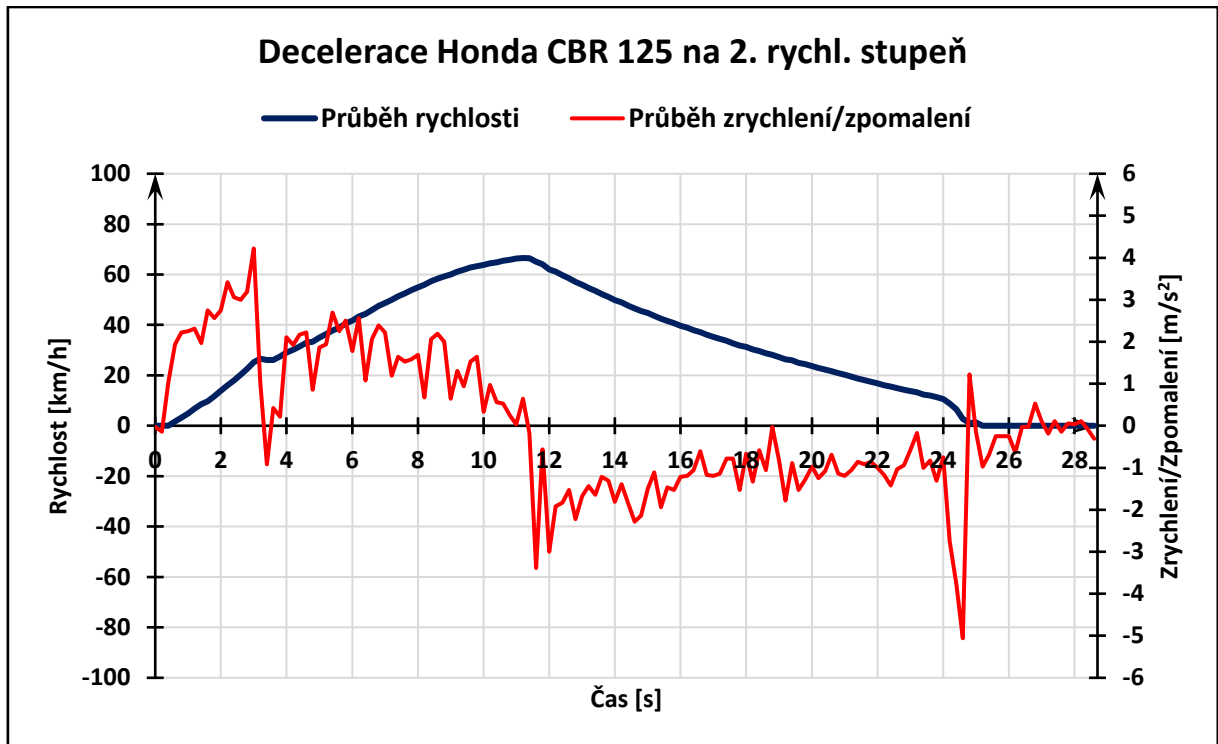
plk. Mgr. Bc. Martin Souček  
ředitel

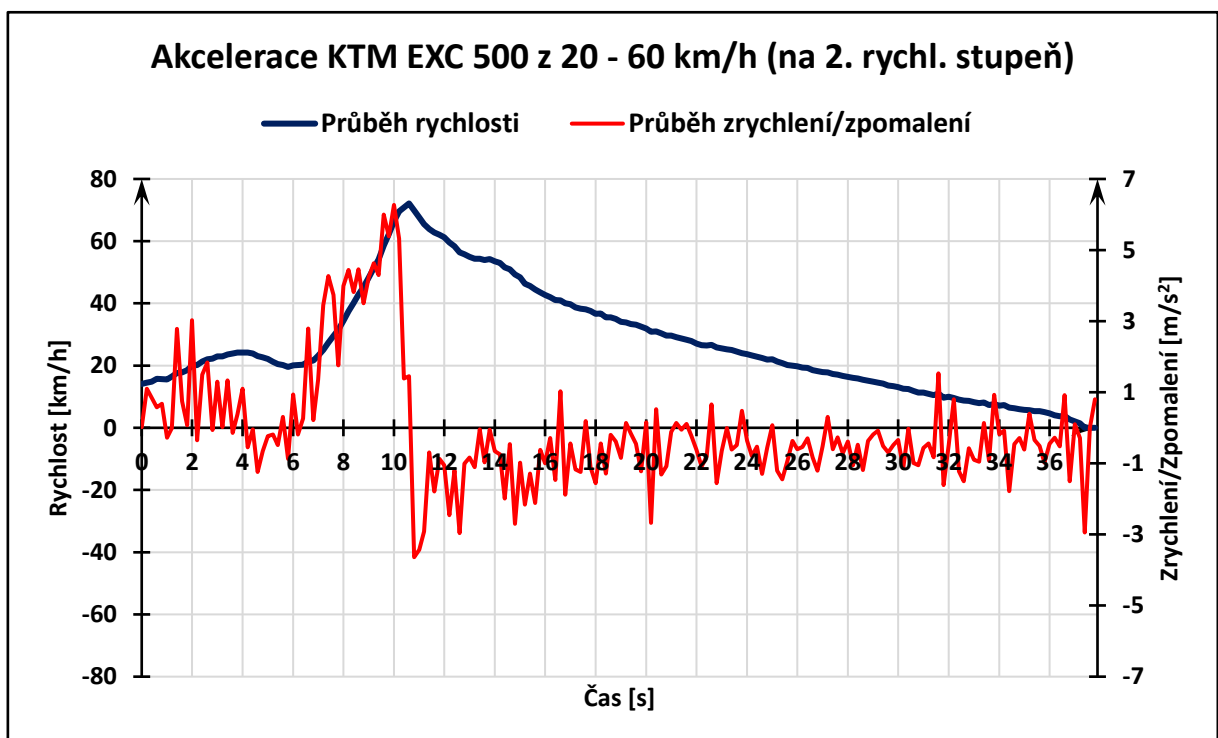
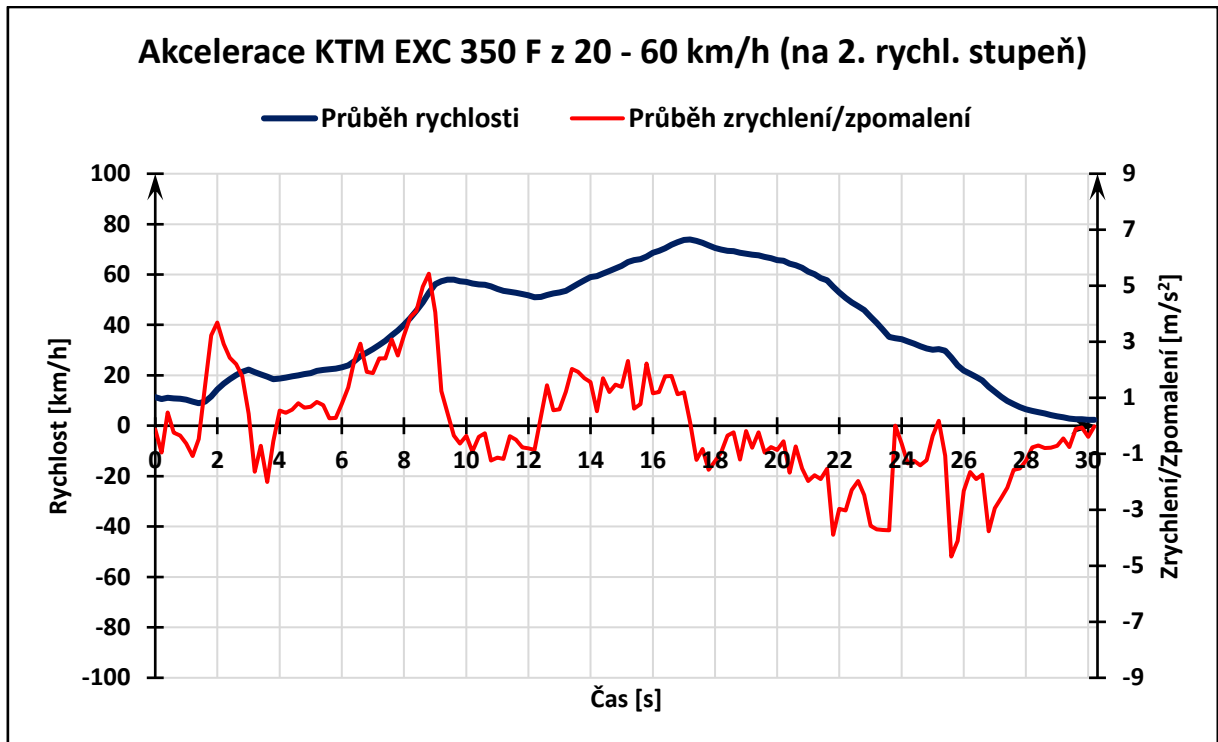
z r. plk. Mgr. Lenka Trojánková  
vedoucí kanceláře ředitele  
*schváleno elektronicky*

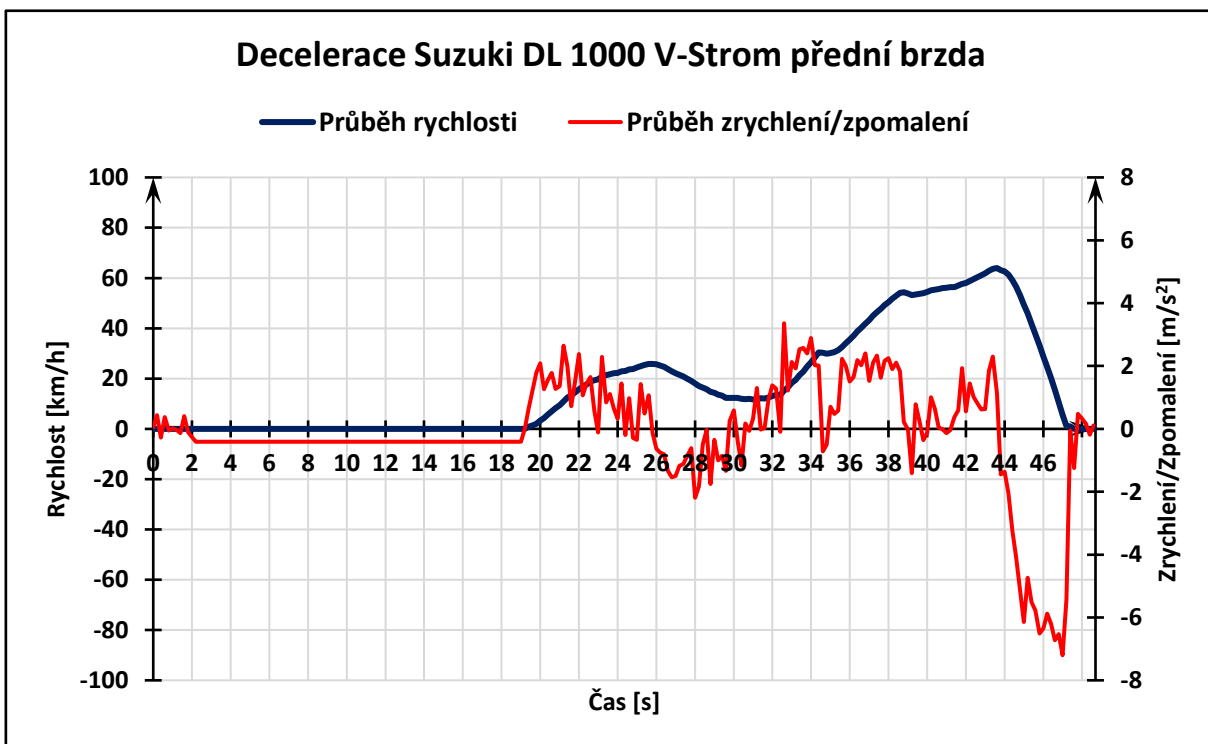
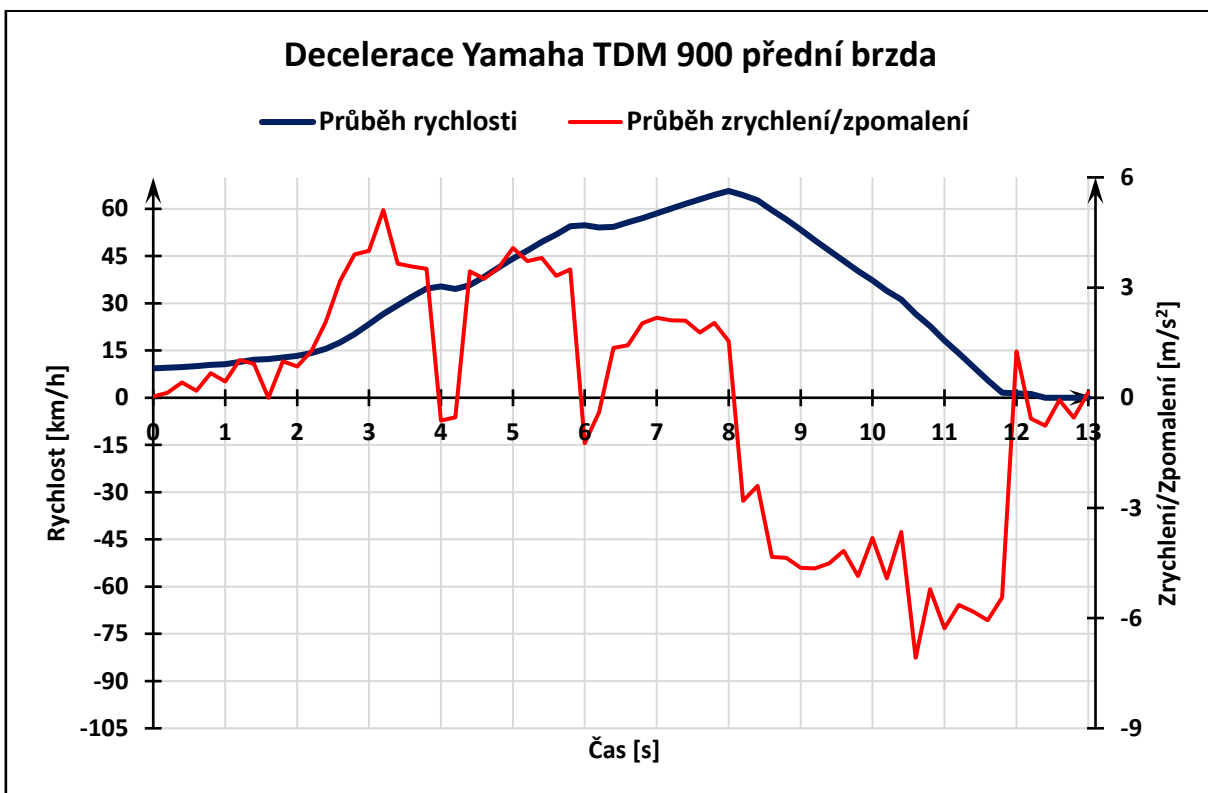


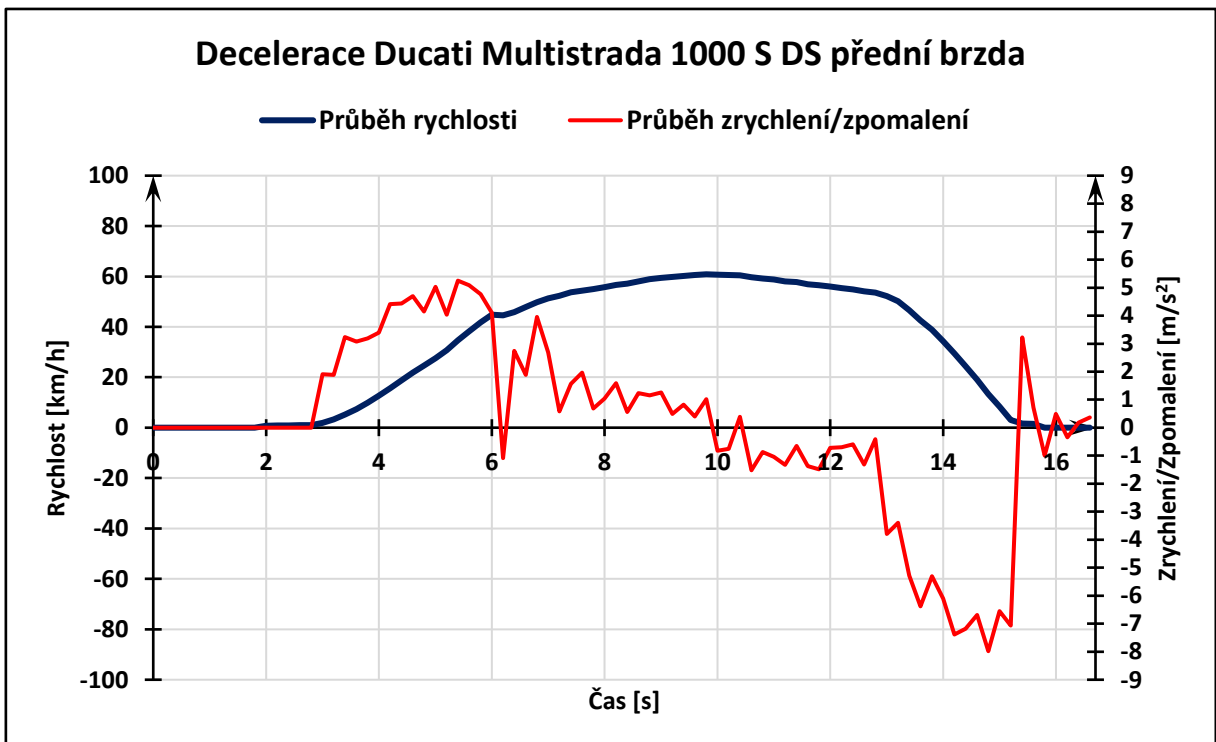
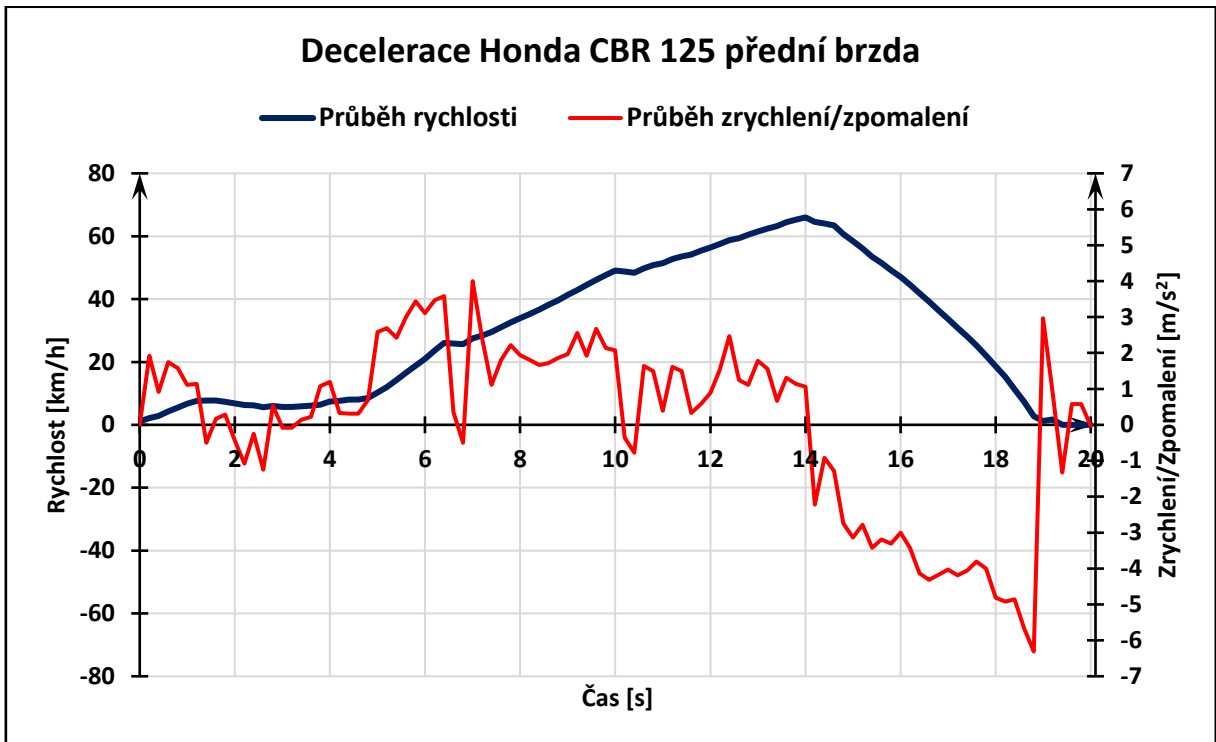


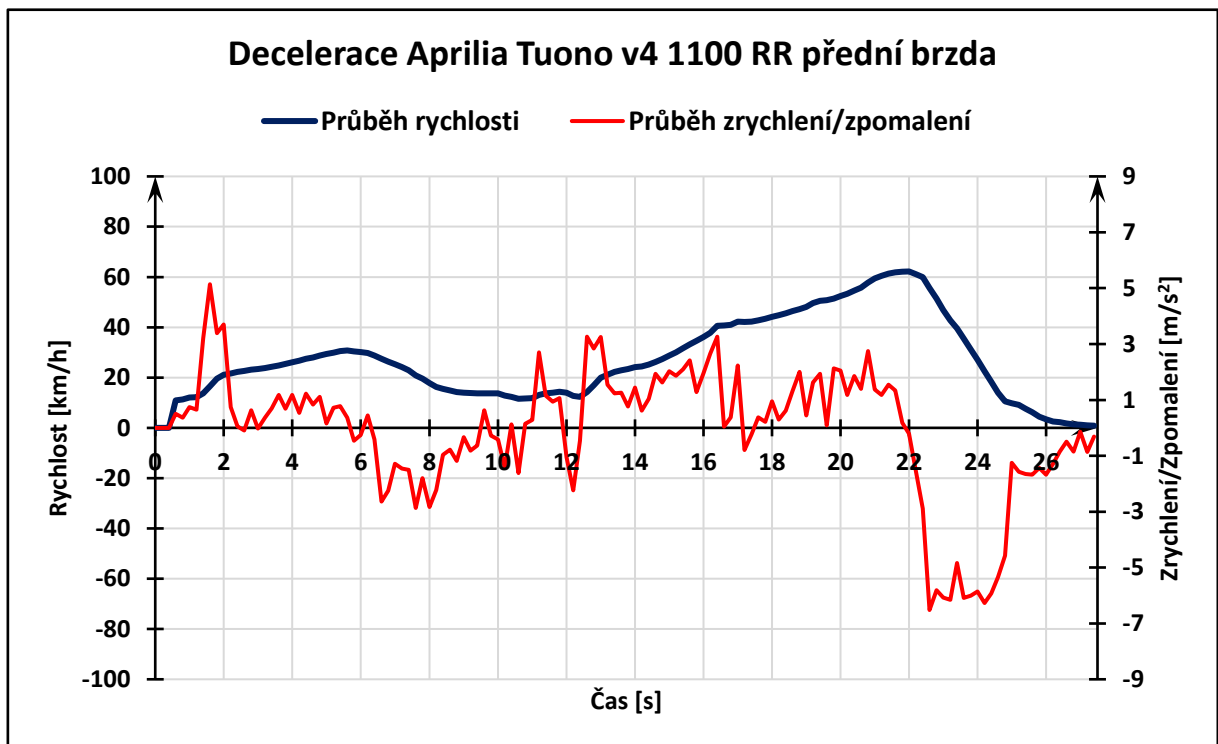
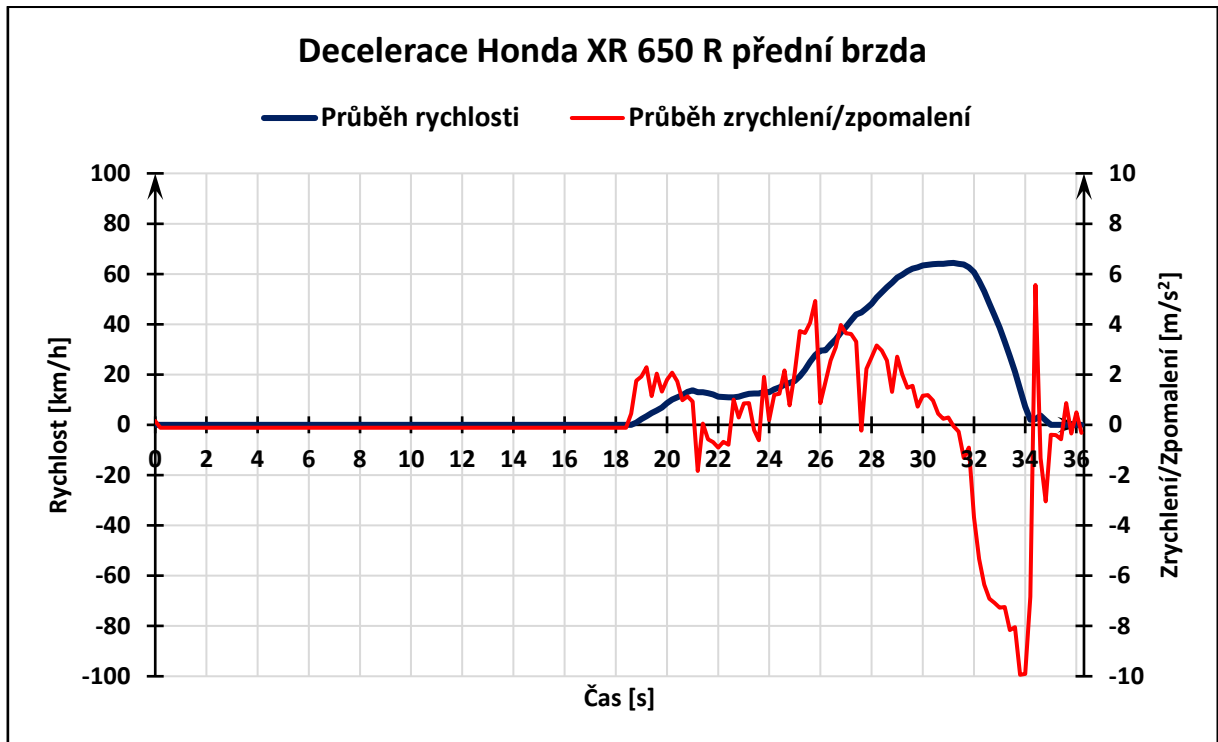


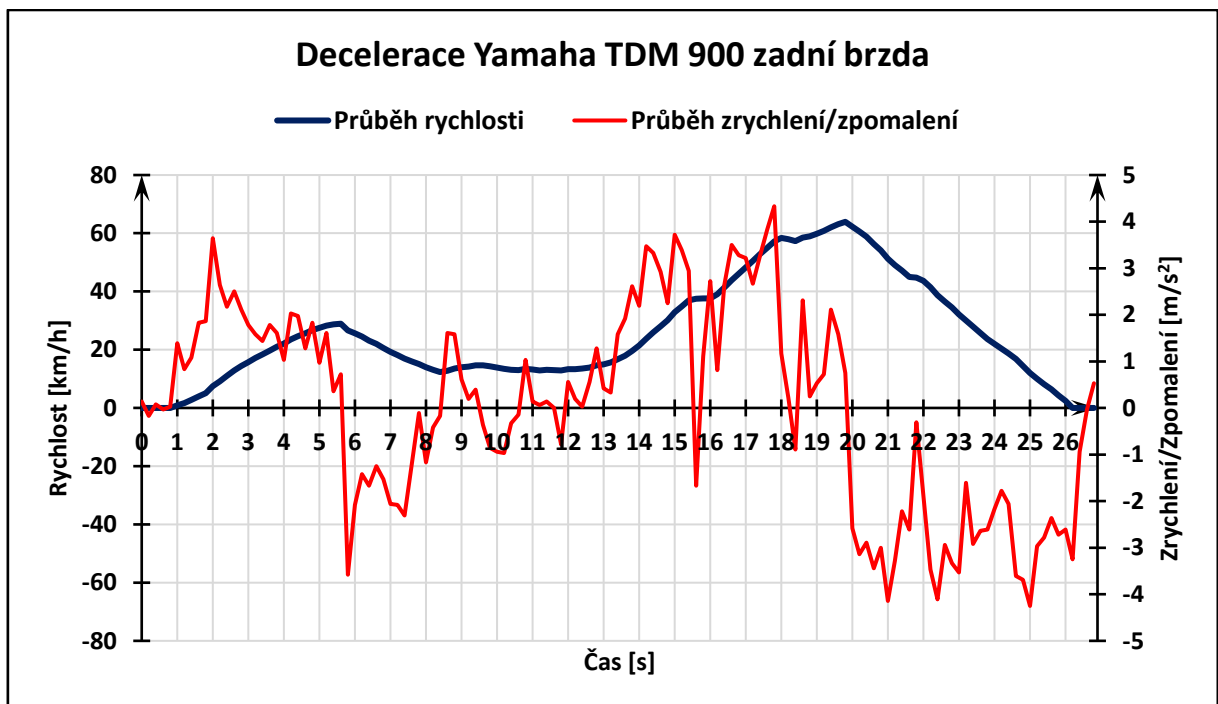
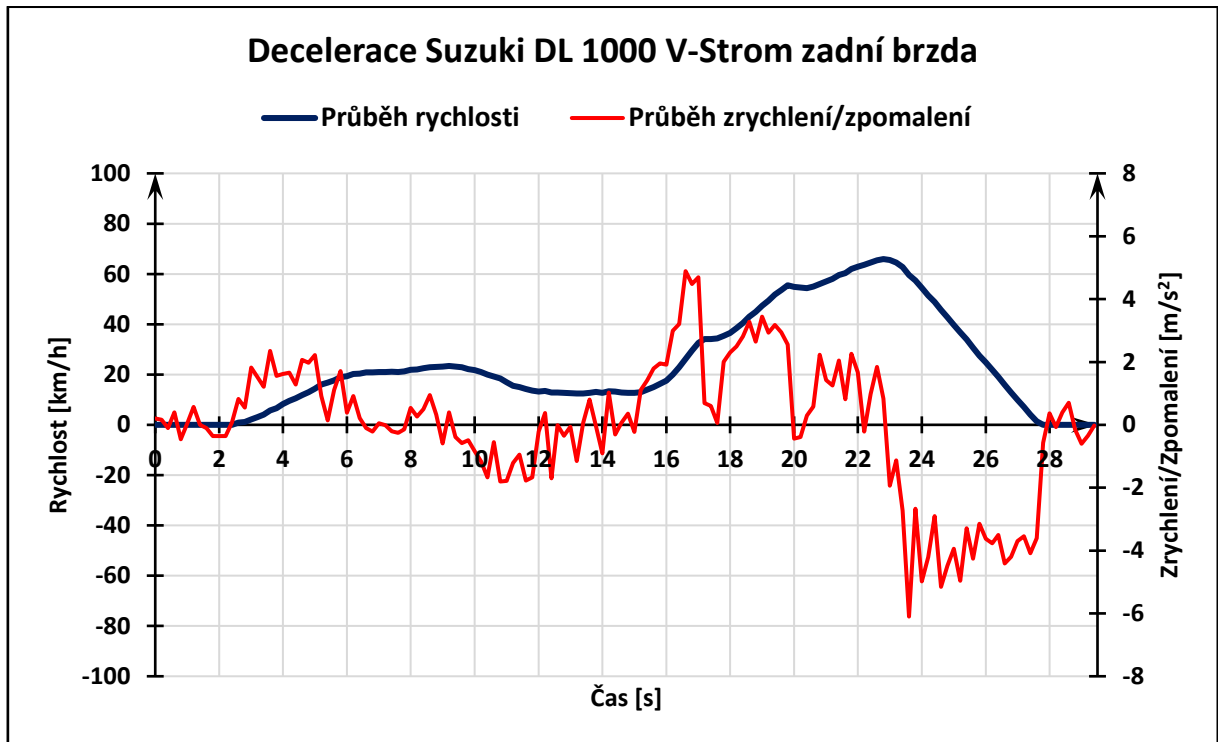


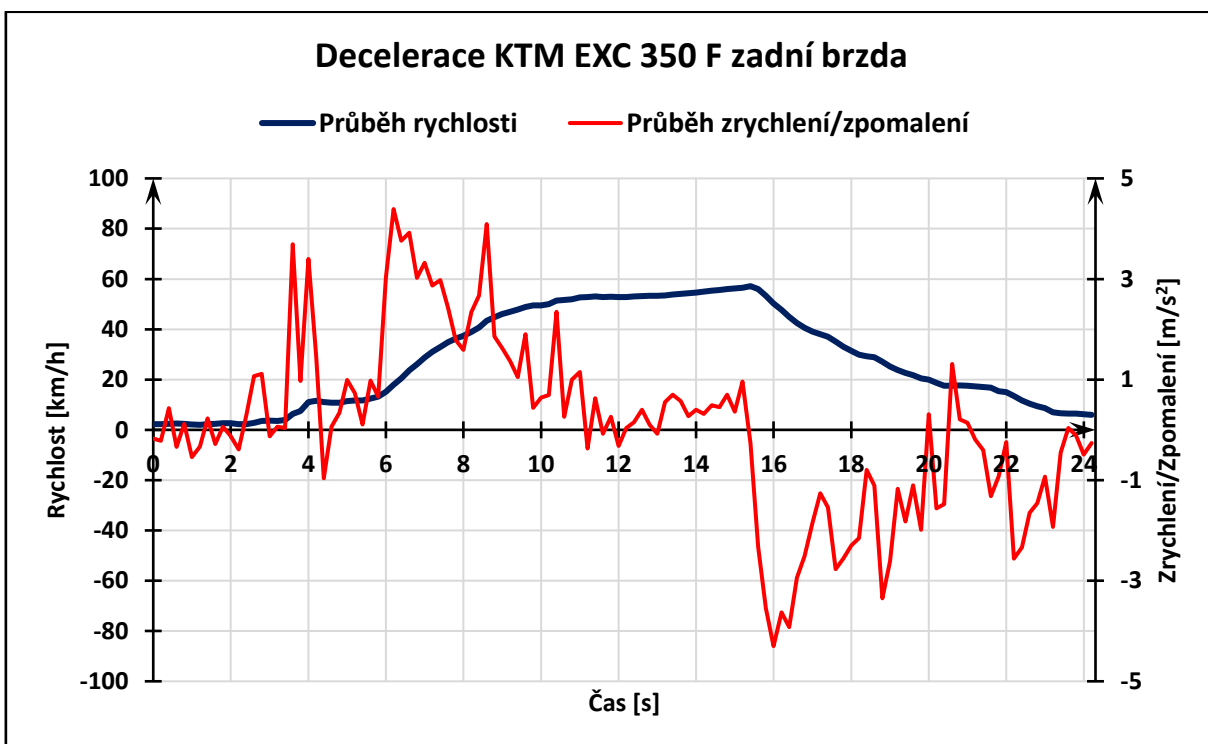
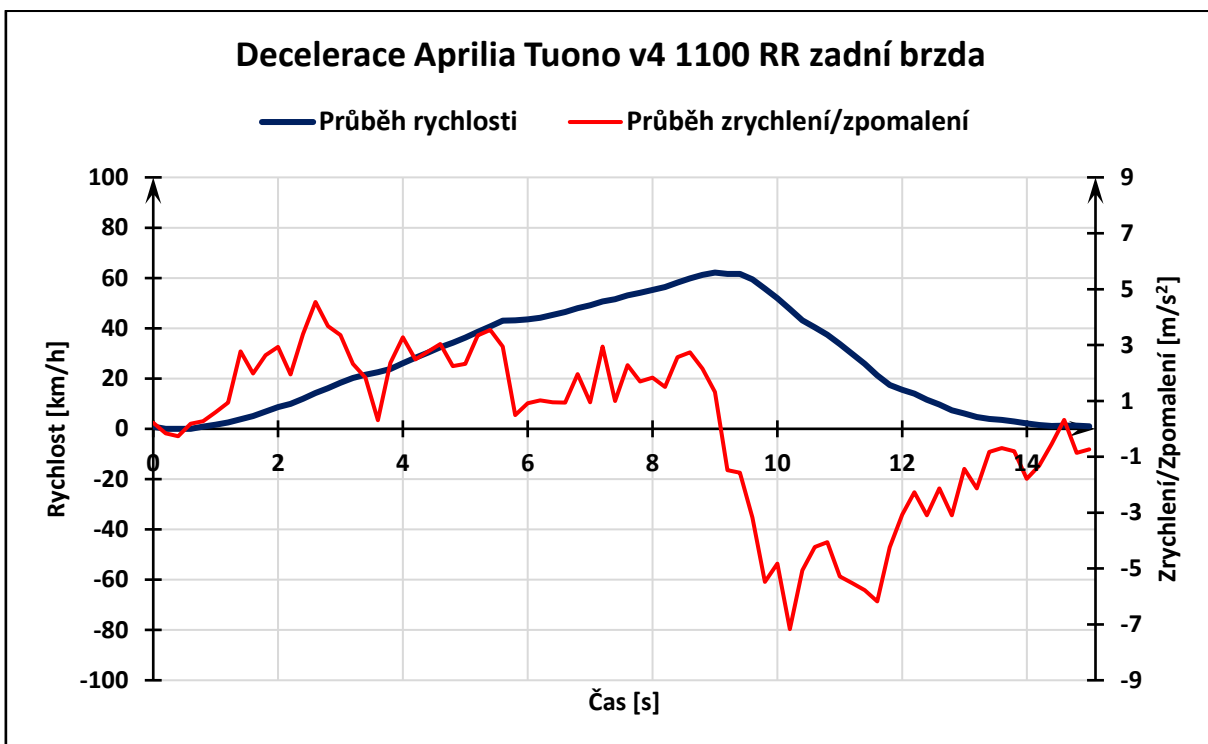


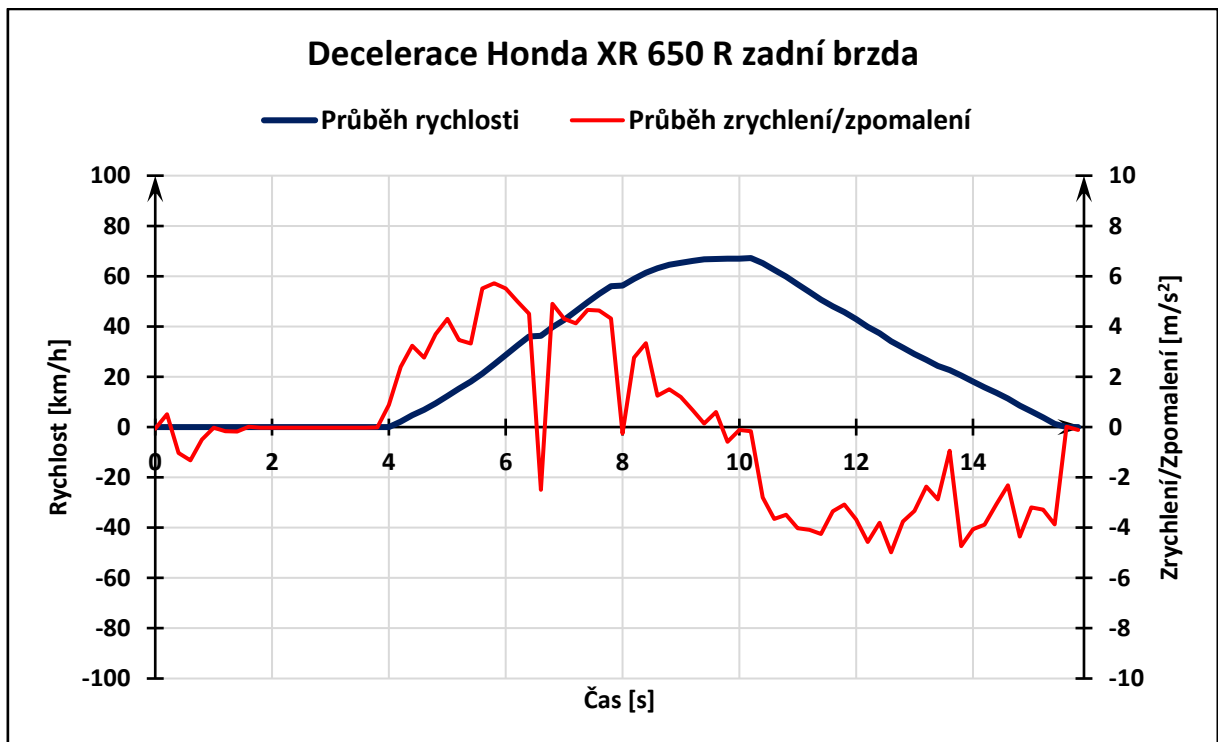
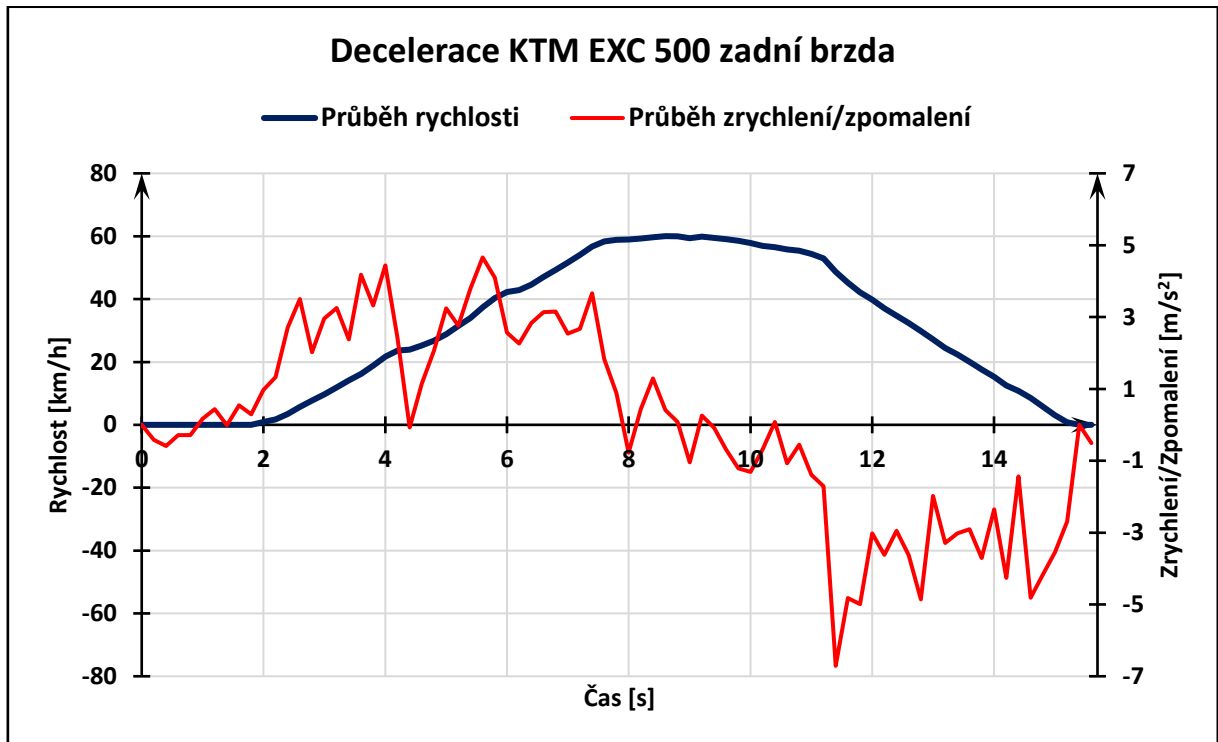


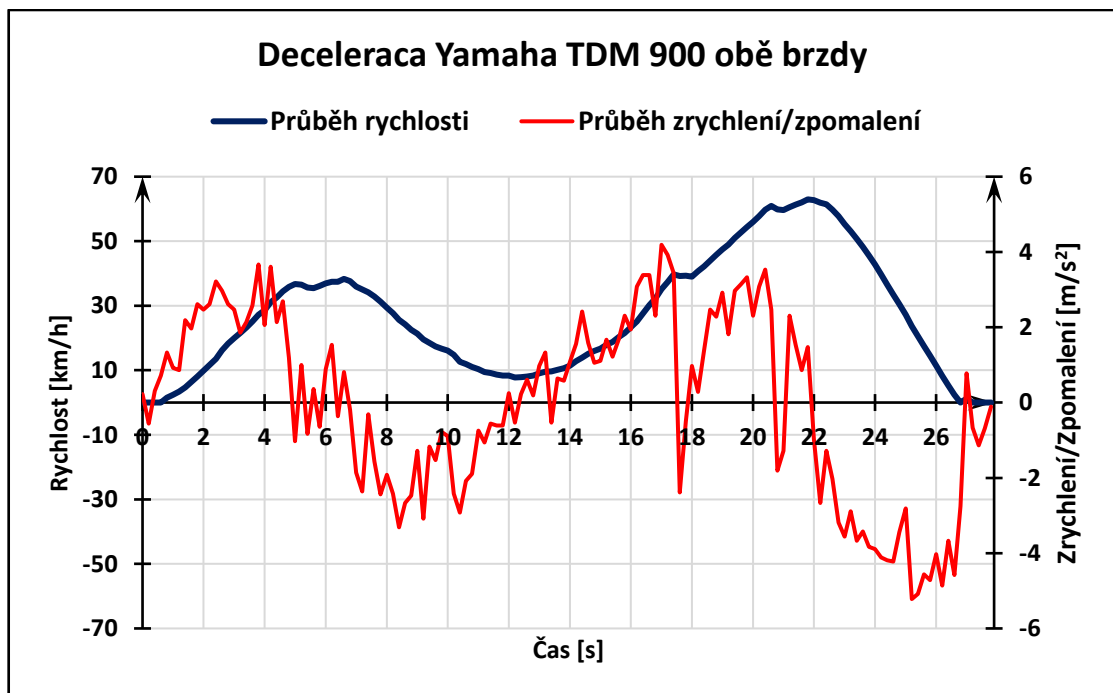
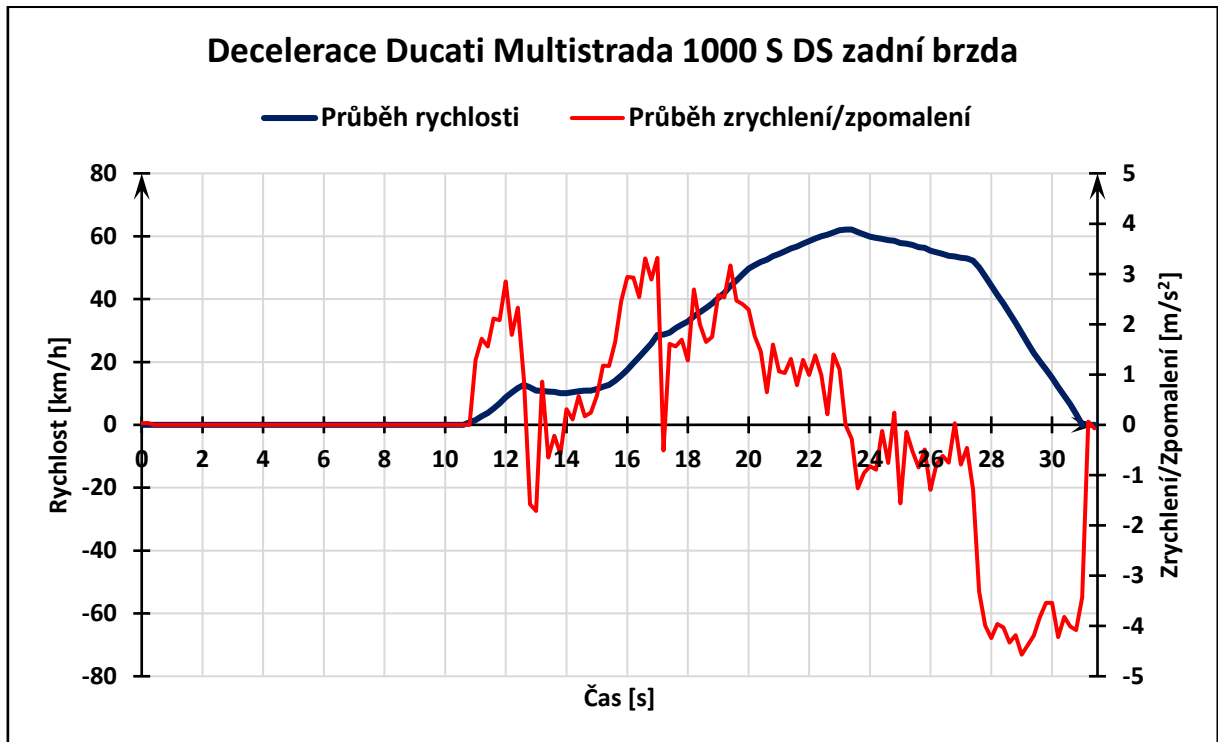


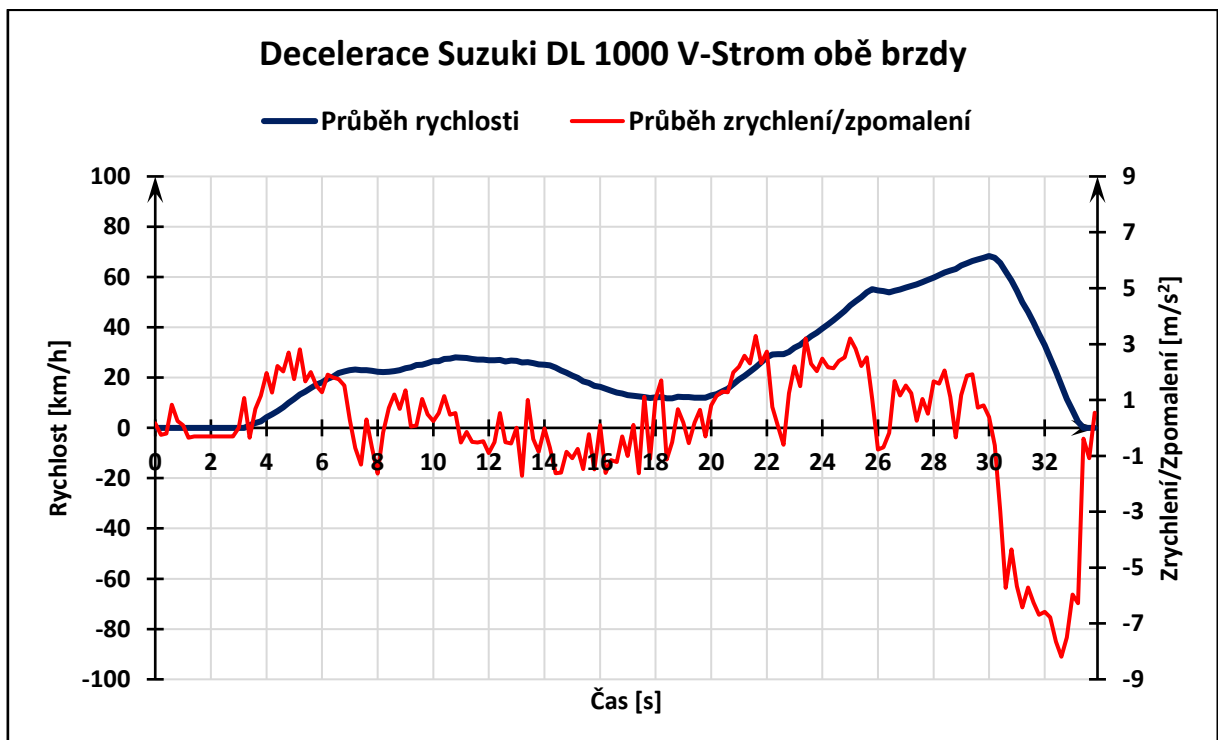
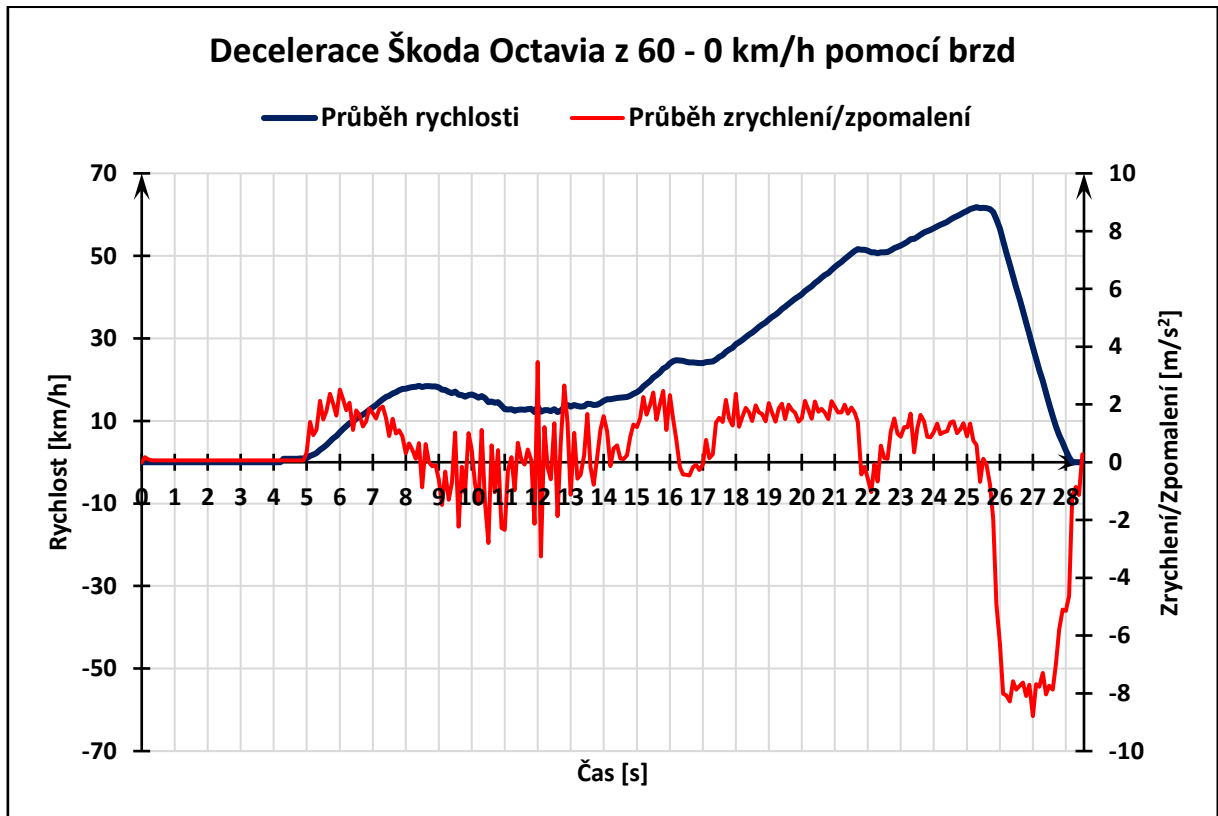


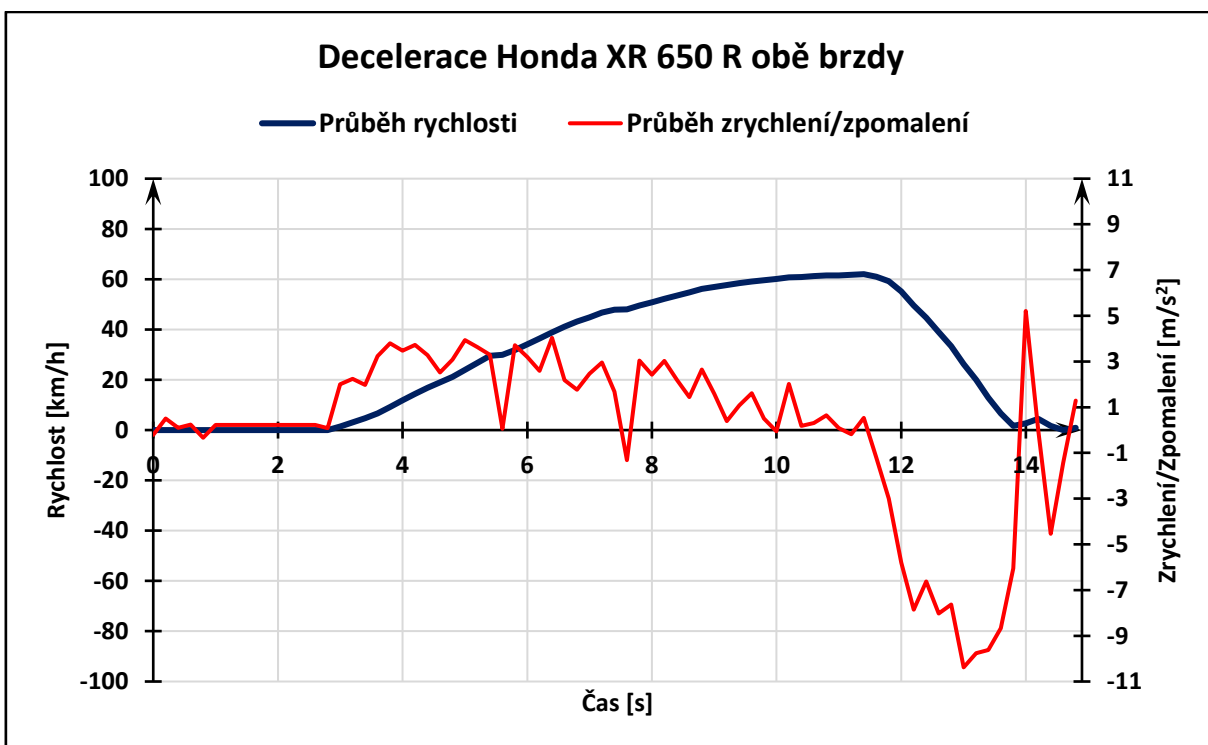
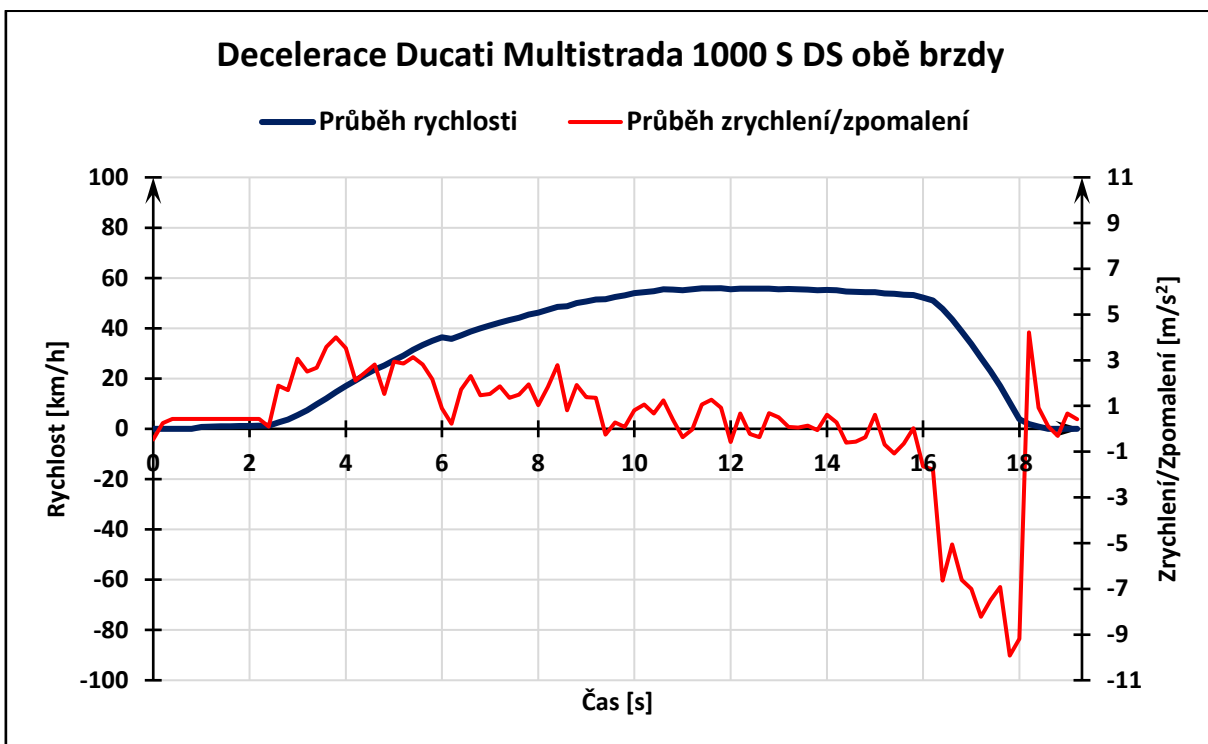


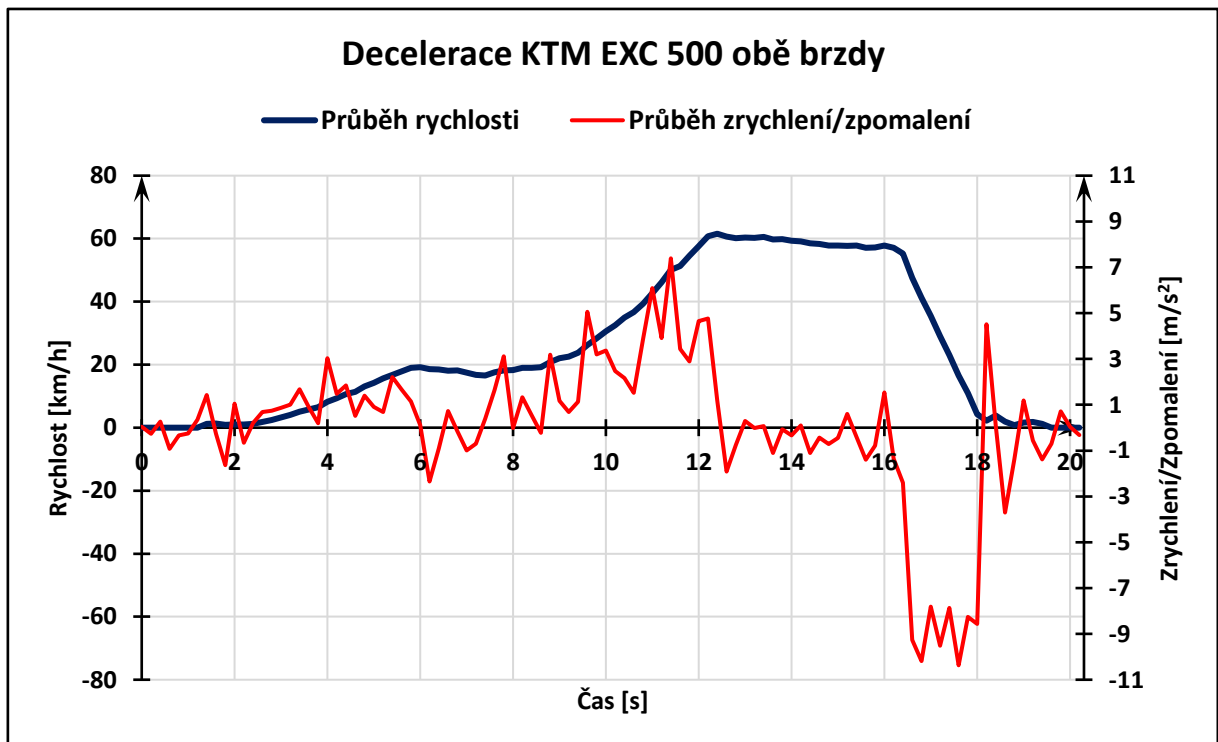
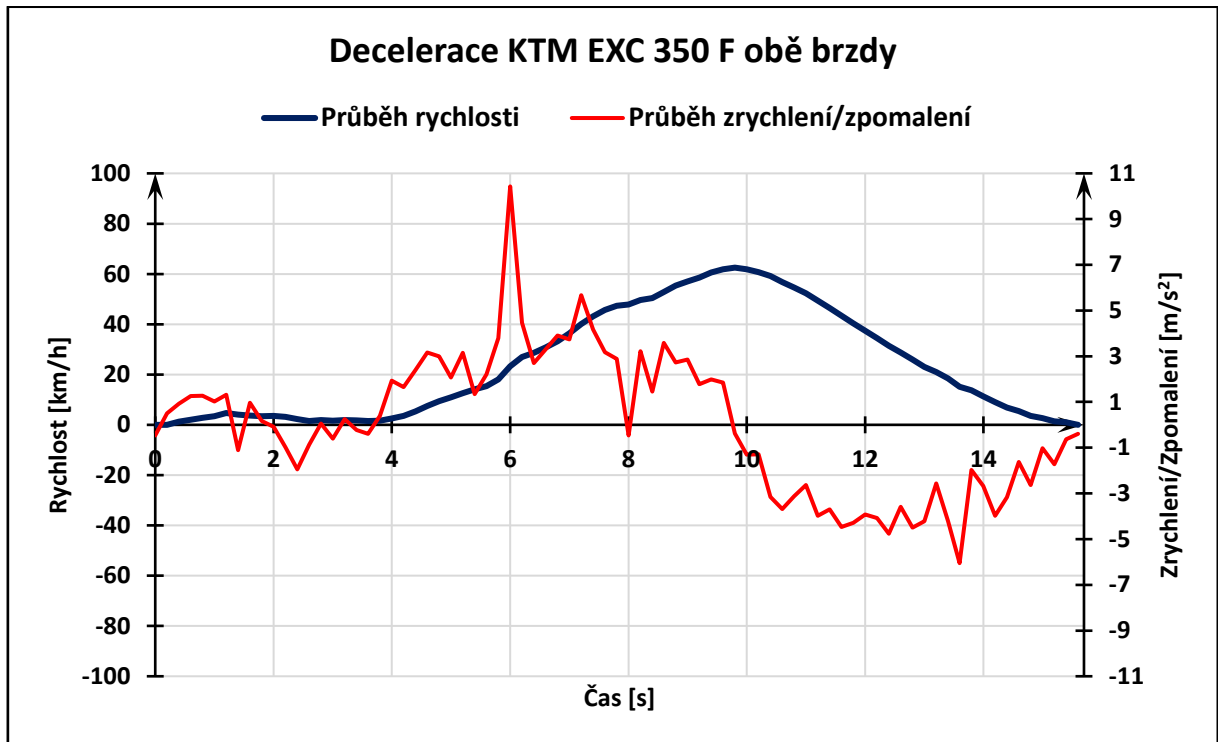


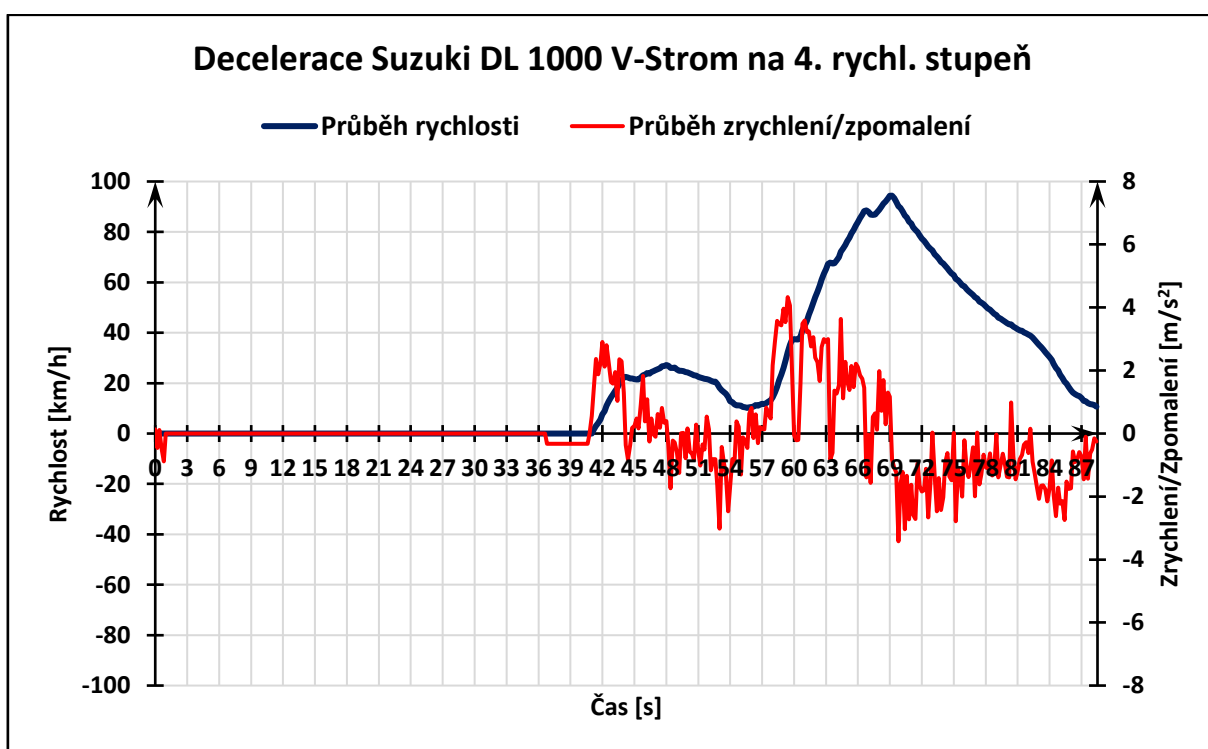
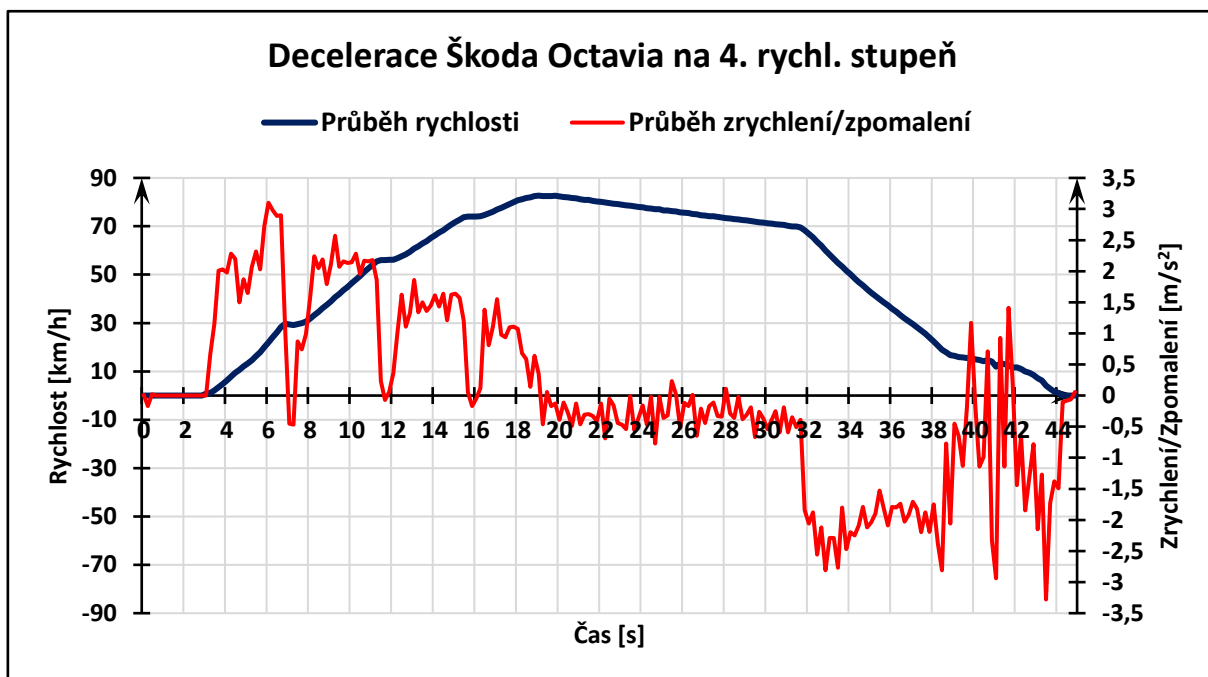


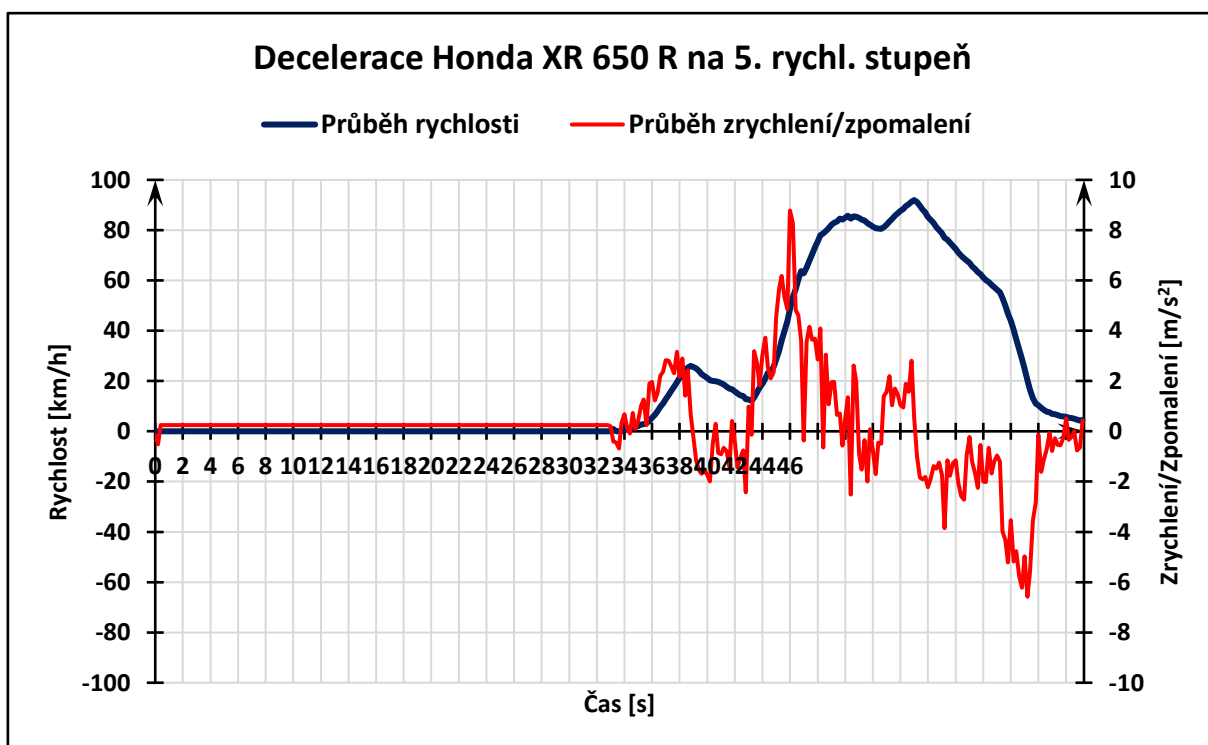
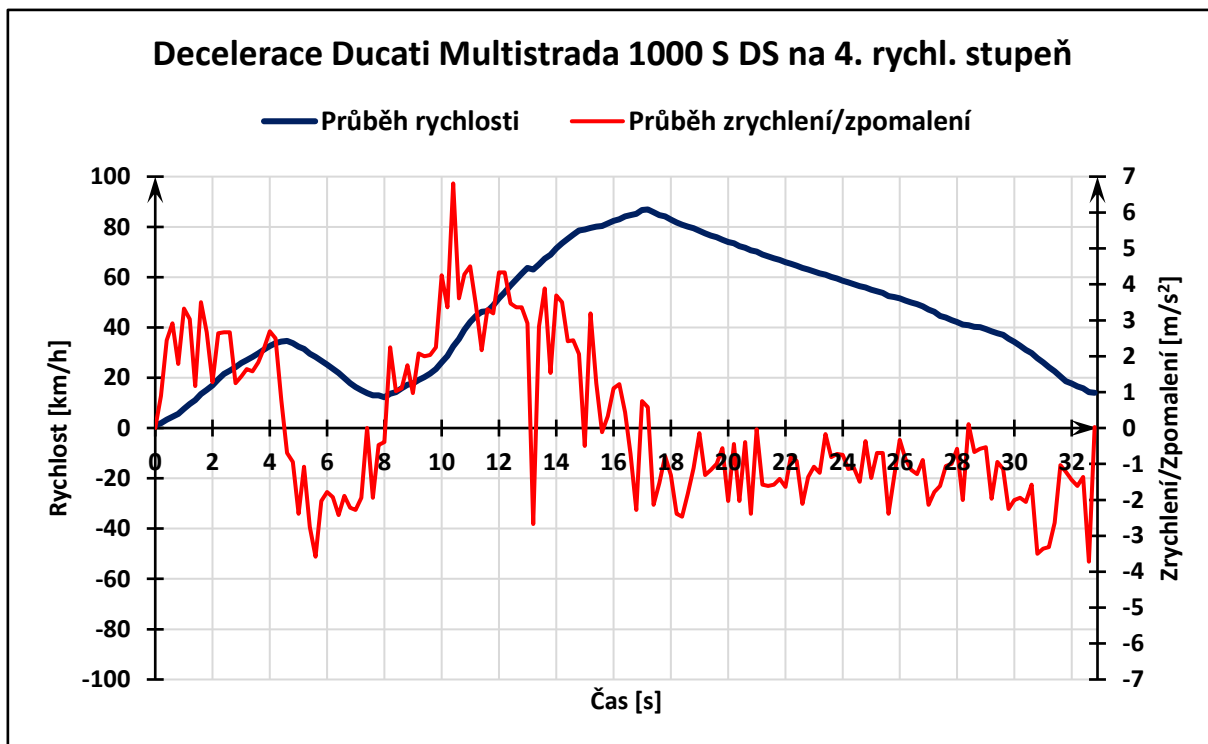


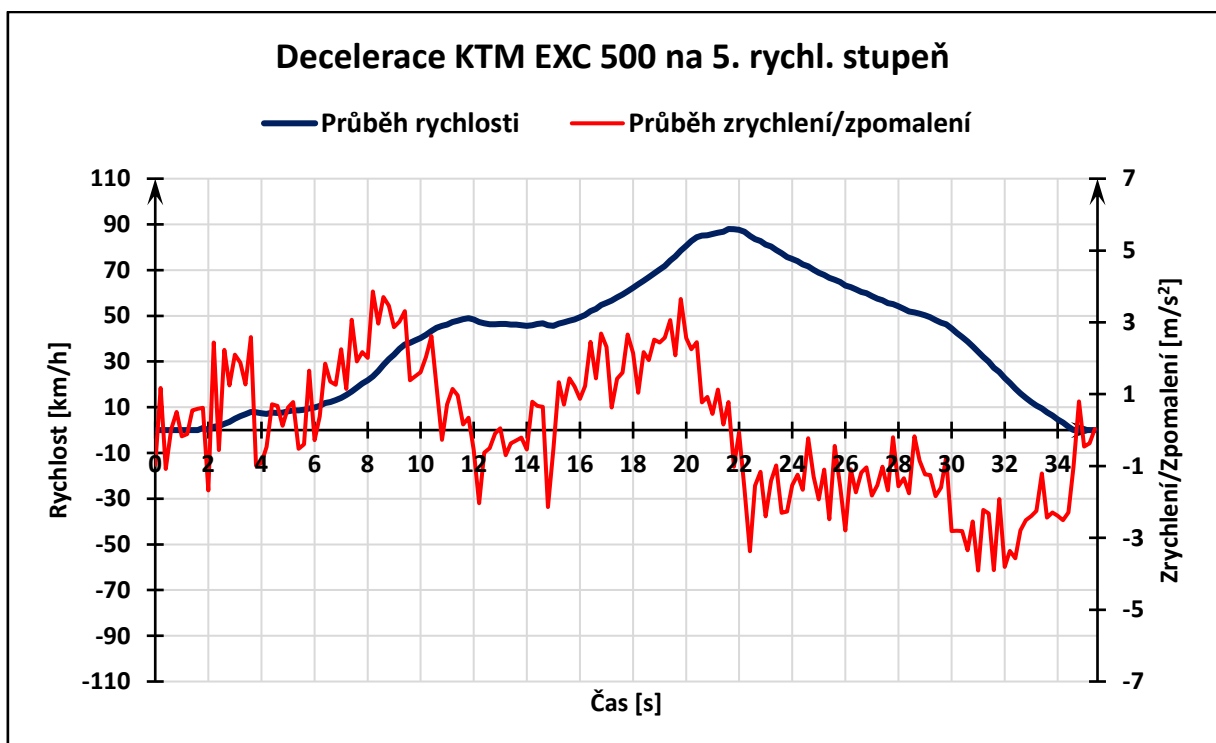
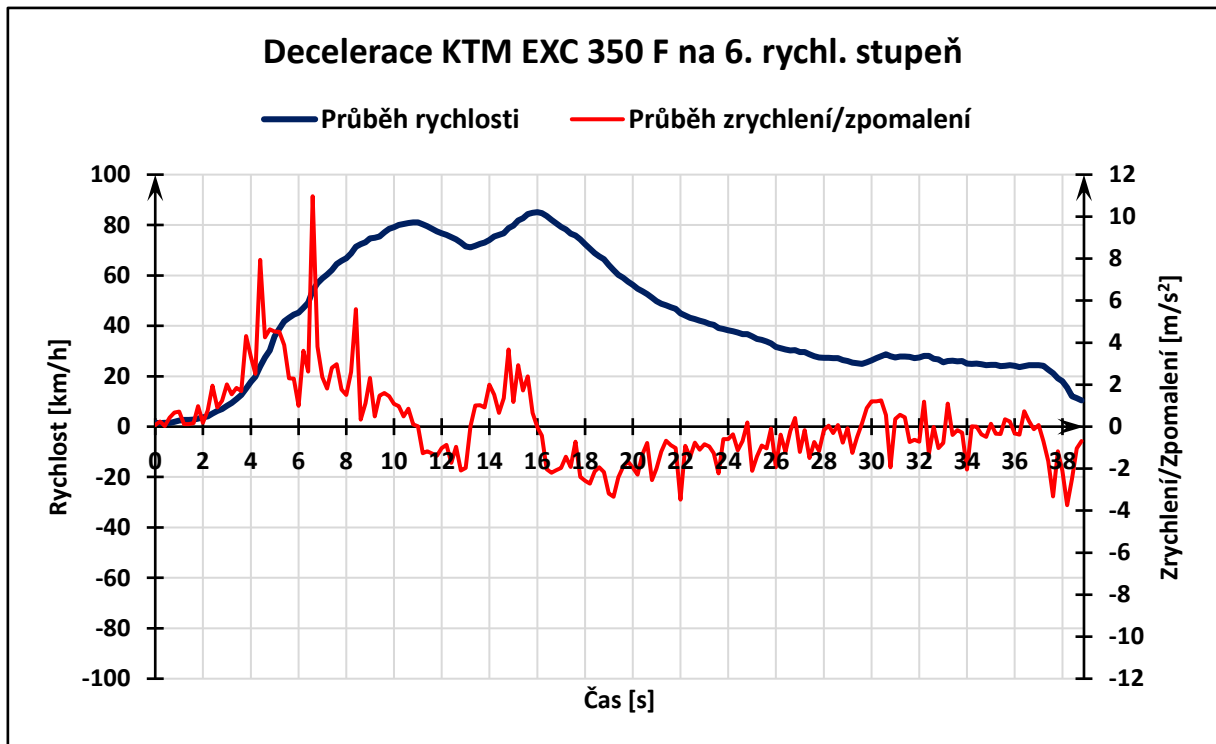


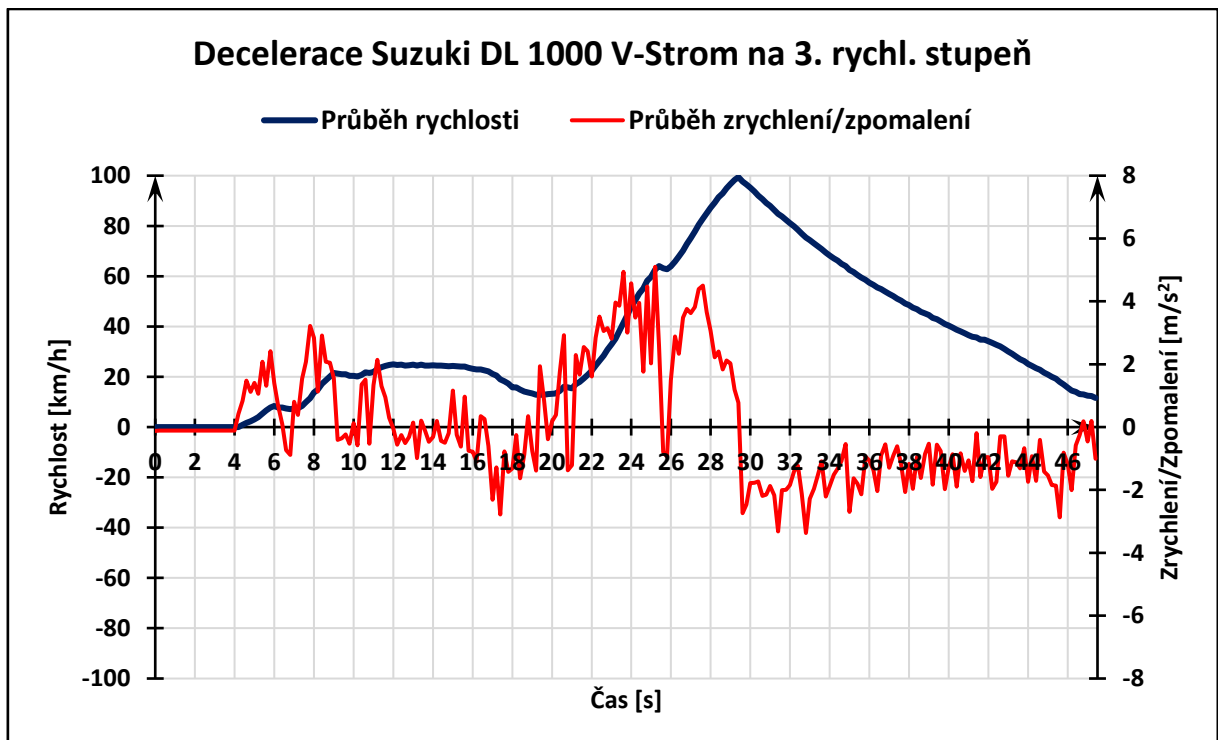
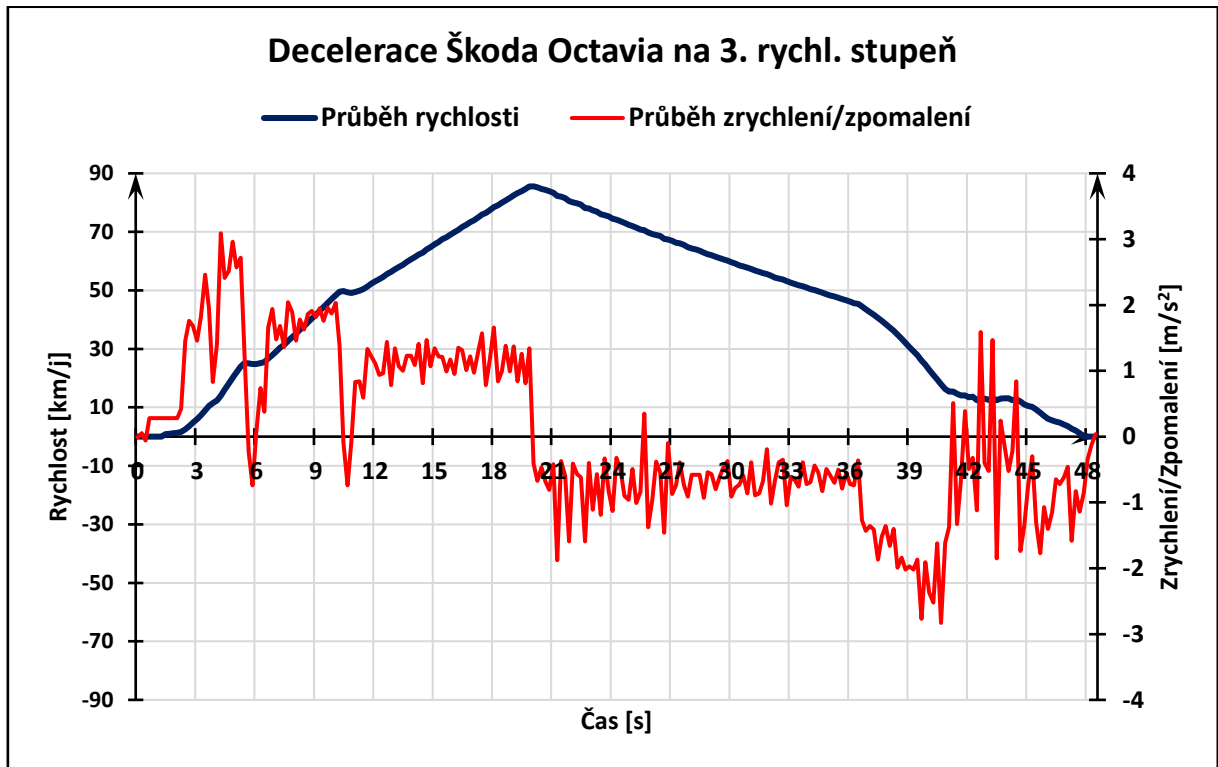


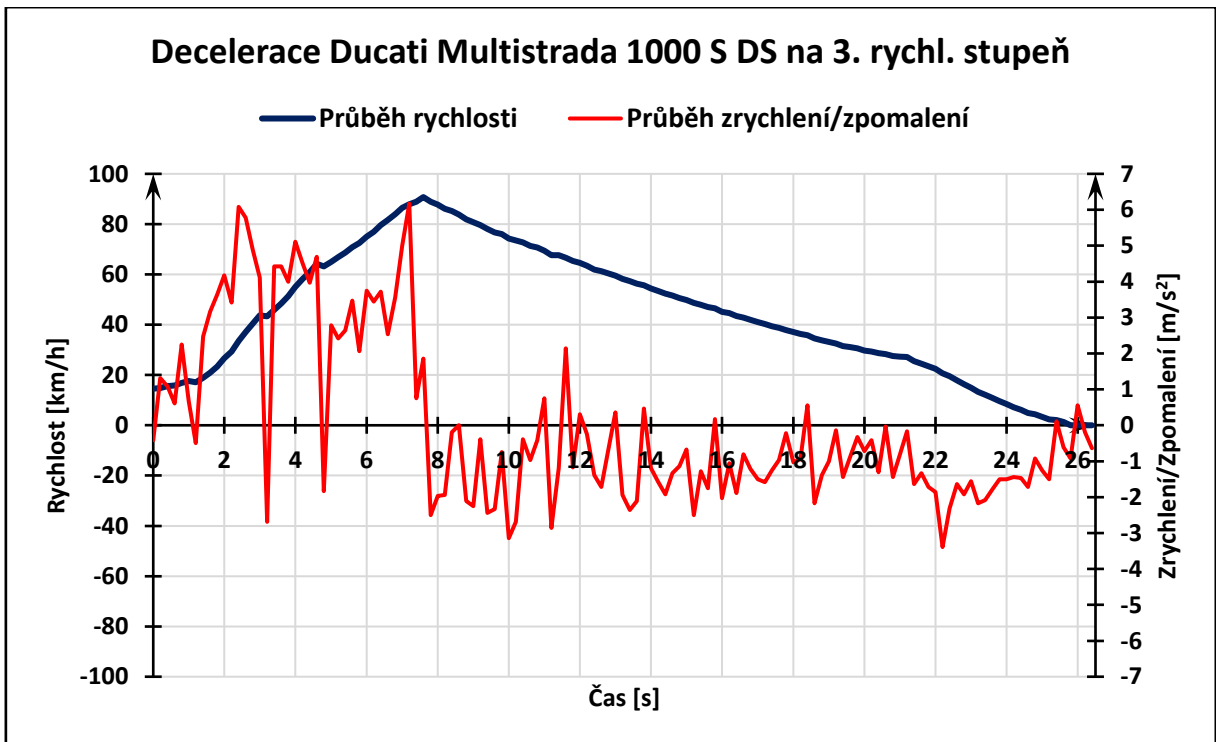
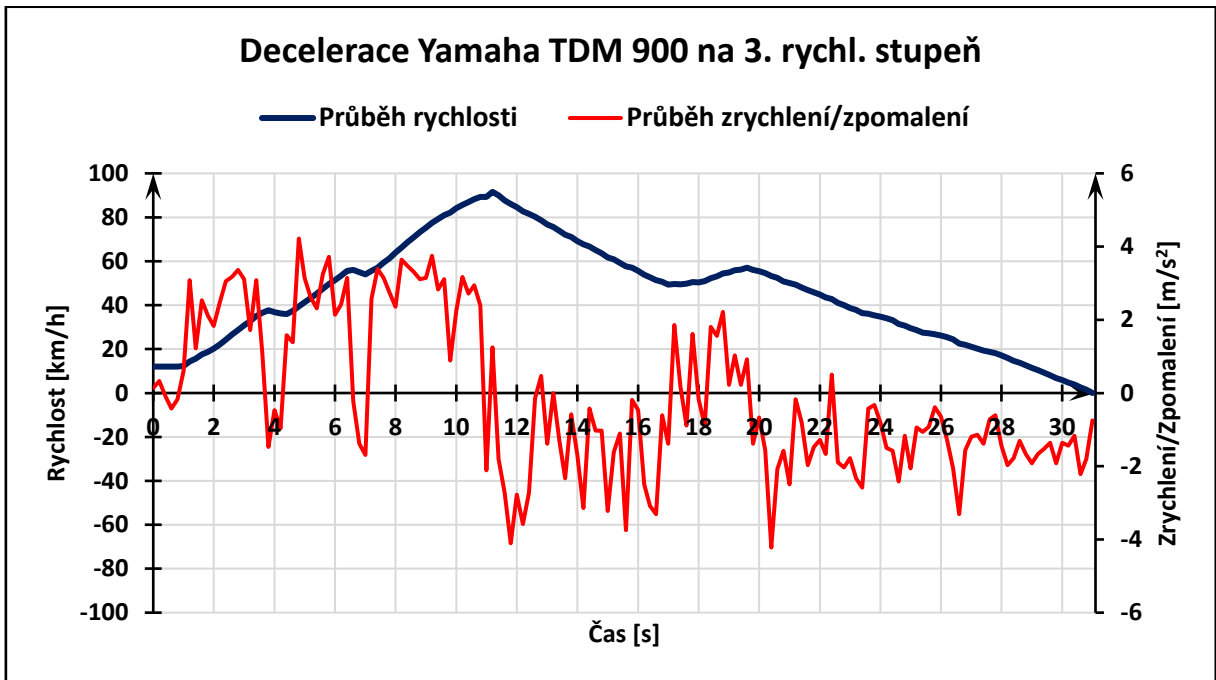


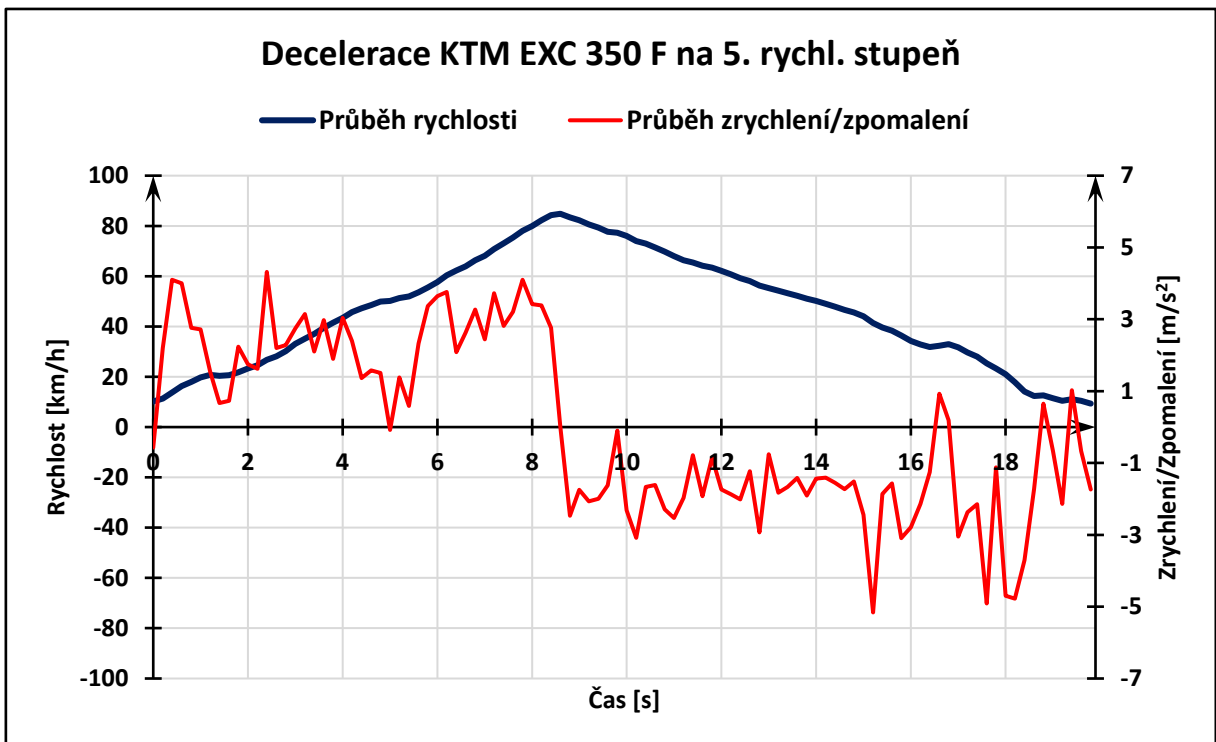
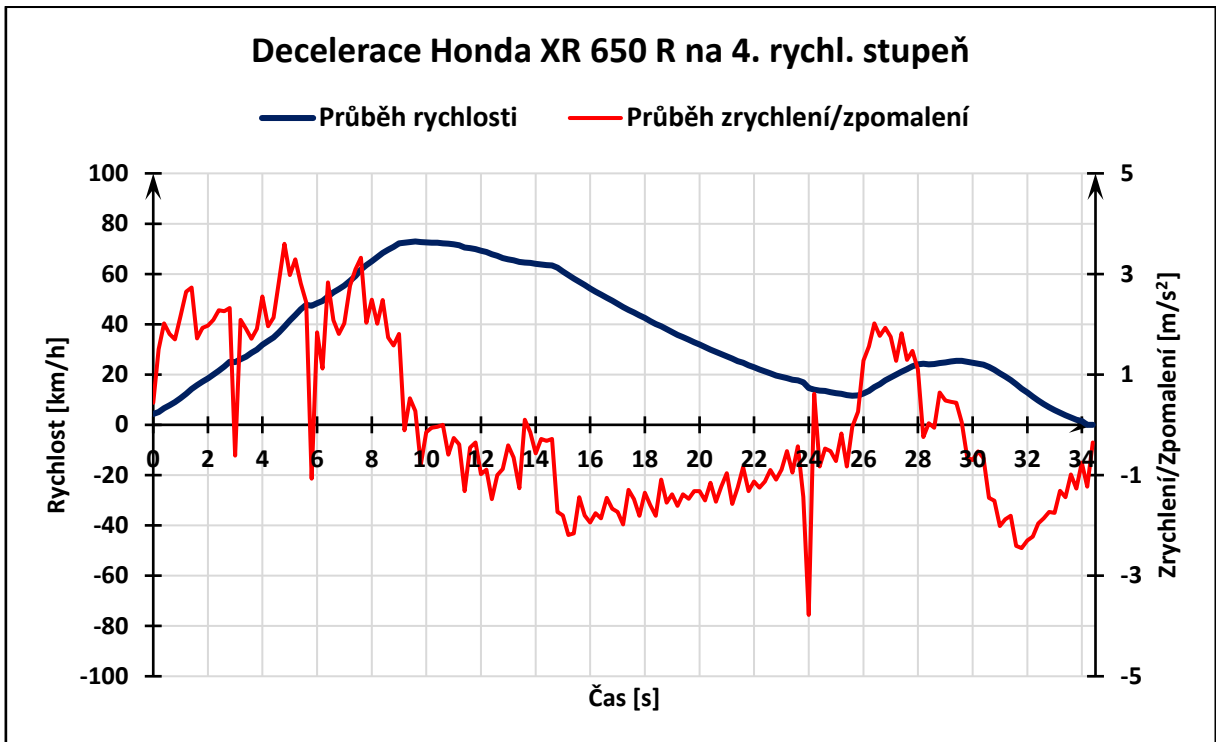


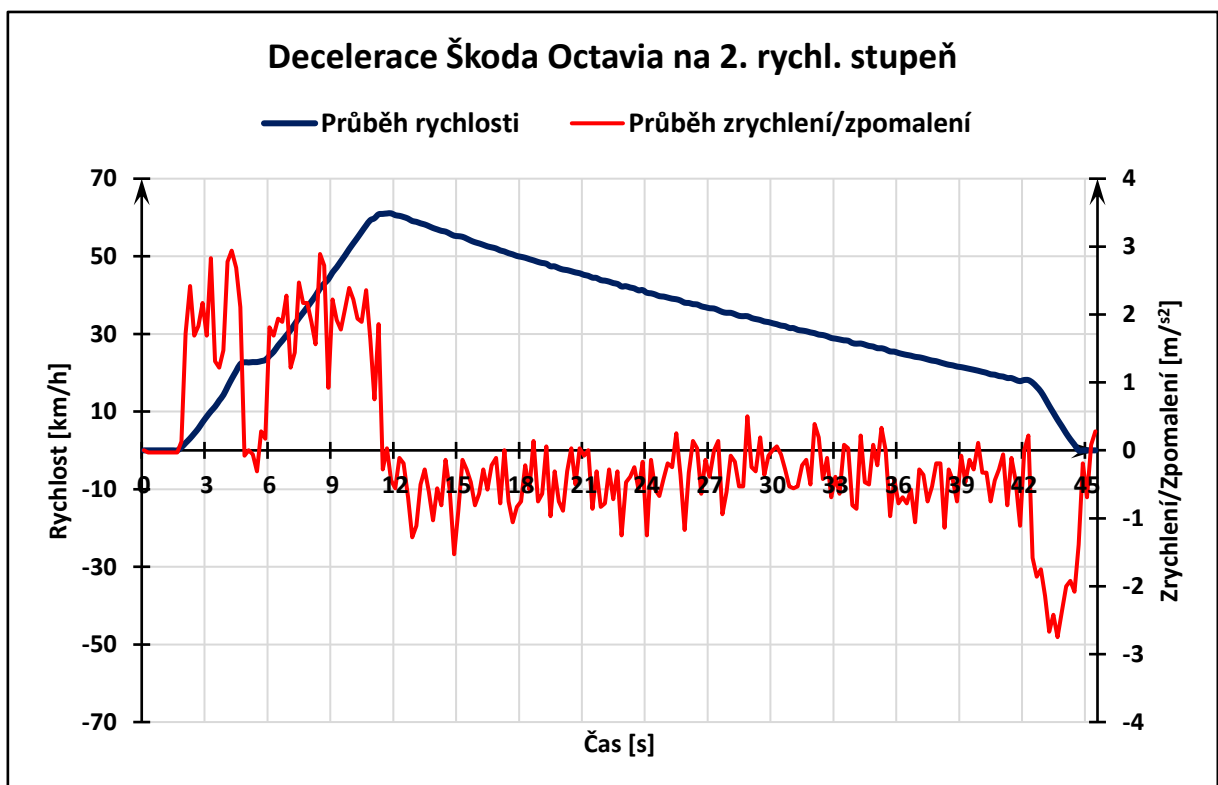
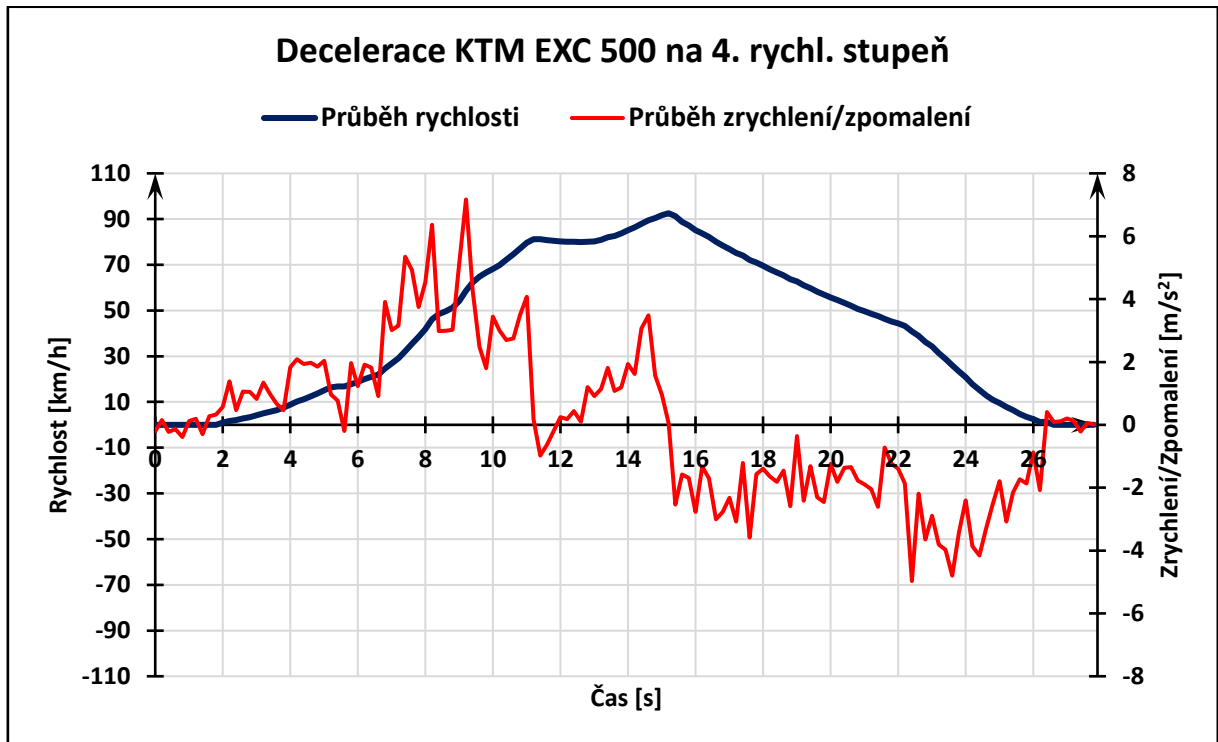


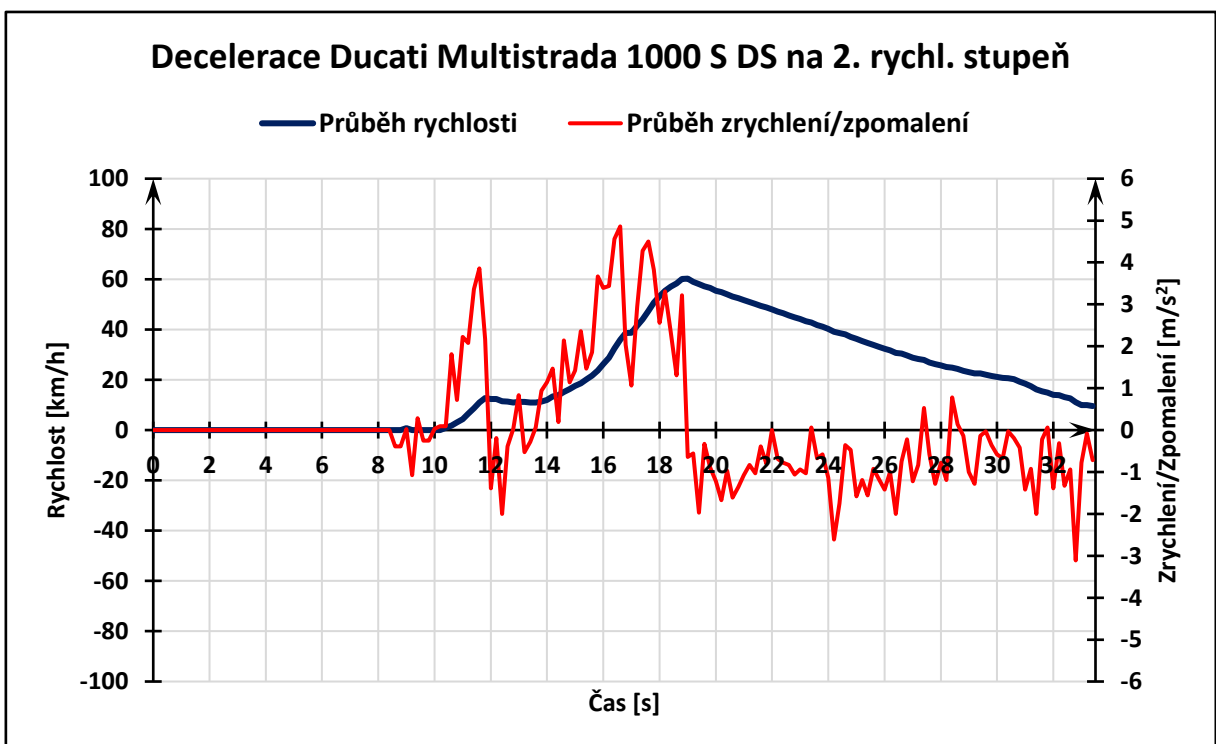
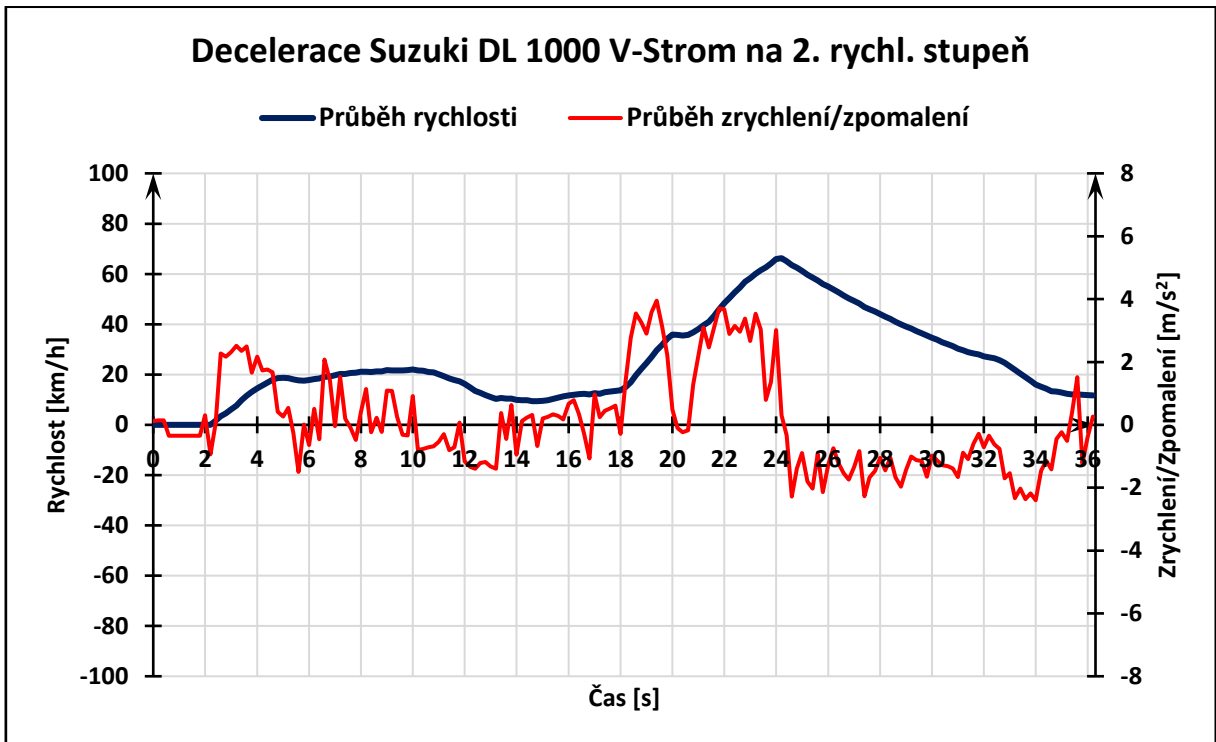


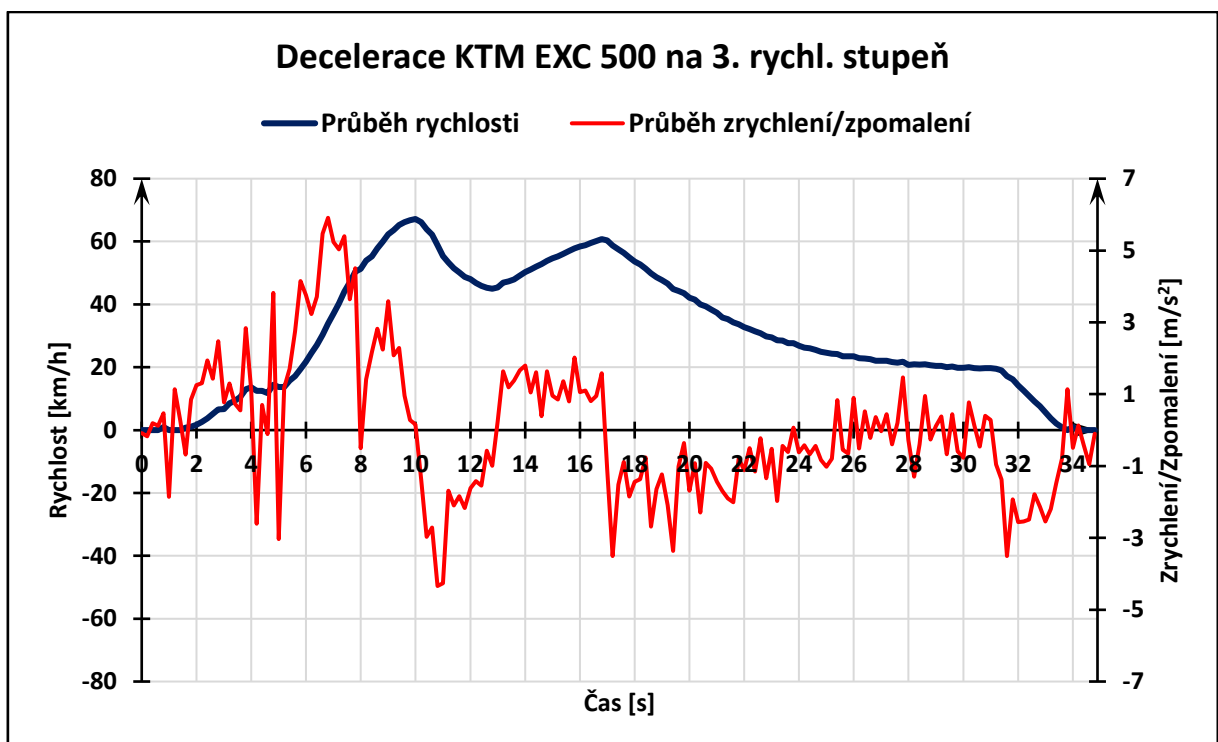
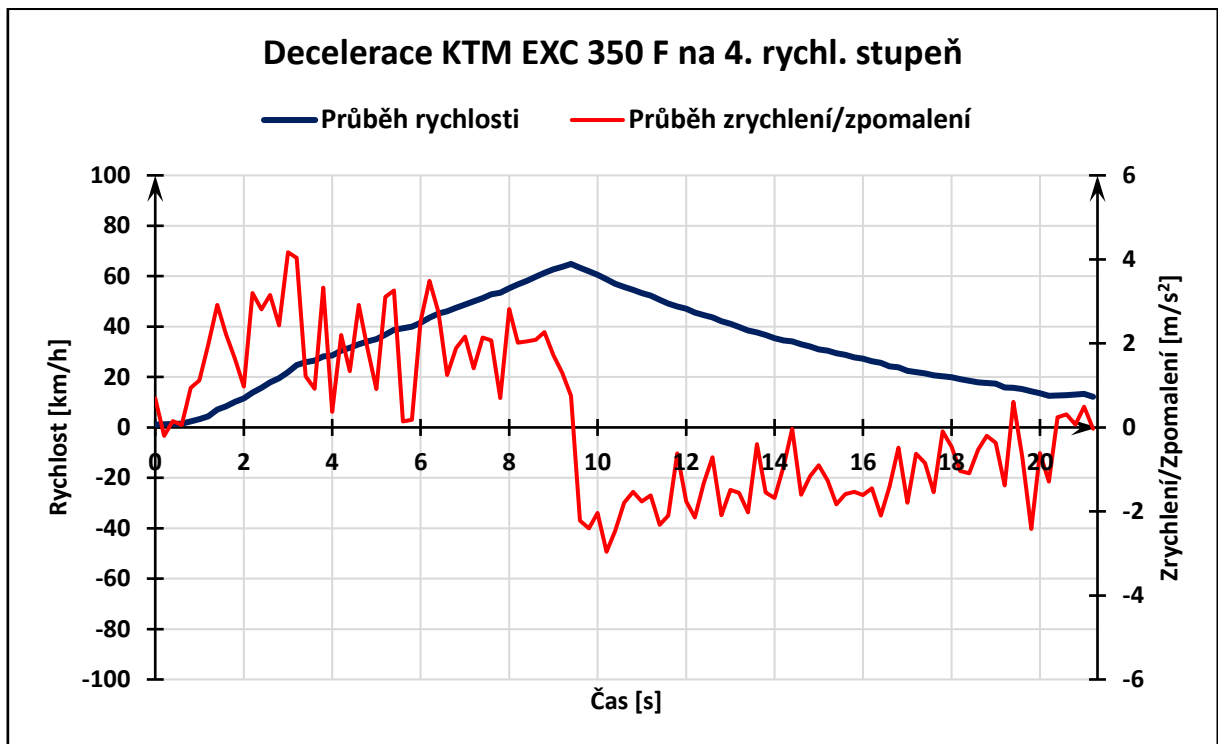












## Příloha č. 6 Tabulky zpracovaných časových údajů při výjezdu z křižovatky 1/1

Tabulka hodnot výjezdu z křižovatky vlevo

		Čas [s]																
Vzdálenost [m]																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Motocykl	Yamaha TDM 900	0,00	0,39	1,00	1,16	1,31	1,46	2,00	2,13	2,26	2,38	2,51	3,05	3,18	3,30	3,42	3,53	4,03
	Honda CBR 125	0,00	0,53	1,22	1,45	2,04	2,22	2,40	2,57	3,13	3,31	3,48	4,04	4,19	4,35	4,49	5,02	5,14
	Ducati Multistrada 1000 S DS	0,00	0,49	1,12	1,31	1,48	2,01	2,14	2,26	2,37	2,48	2,57	3,07	3,17	3,27	3,37	3,46	3,55
	Aprillia Tuono V4 1100 RR	0,00	0,52	1,23	1,45	2,03	2,17	2,29	2,41	2,52	3,02	3,11	3,21	3,29	3,38	3,48	3,55	4,03
	KTM EXC 350 F	0,00	0,42	0,58	1,14	1,24	1,35	1,45	1,54	2,03	2,11	2,18	2,26	2,33	2,41	2,48	2,54	3,02
	Honda XR 650 R	0,00	0,47	1,11	1,31	1,48	2,02	2,16	2,28	2,40	2,52	3,02	3,13	3,23	3,32	3,42	3,50	4,00
	Suzuki DL 1000 V-Strom	0,00	0,50	1,19	1,42	2,00	2,17	2,32	2,46	3,00	3,12	3,24	3,35	3,45	3,56	4,06	4,15	4,24
	KTM EXC 500	0,00	0,39	1,00	1,20	1,35	1,49	2,01	2,12	2,23	2,33	2,43	2,52	3,01	3,10	3,19	3,28	3,36

Tabulka hodnot výjezdu z křižovatky vpravo

		Čas [s]										
Vzdálenost [m]												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Motocykl	Yamaha TDM 900	0,00	0,56	1,24	1,46	2,04	2,21	2,36	2,52	3,06	3,18	3,30
	Honda CBR 125	0,00	1,02	1,34	2,02	2,26	2,48	3,13	3,34	3,54	4,14	4,34
	Ducati Multistrada 1000 S DS	0,00	1,16	1,39	1,59	2,14	2,29	2,43	2,55	3,06	3,17	3,28
	Aprillia Tuono V4 1100 RR	0,00	1,28	1,58	2,21	2,39	2,54	3,08	3,20	3,32	3,42	3,59
	KTM EXC 350 F	0,00	0,31	0,49	1,05	1,18	1,30	1,41	1,51	2,01	2,10	2,19
	Honda XR 650 R	0,00	0,39	1,08	1,31	1,50	2,06	2,22	2,36	2,50	3,03	3,15
	Suzuki DL 1000 V-Strom	0,00	1,26	1,55	2,17	2,36	2,52	3,08	3,26	3,41	3,52	4,02
	KTM EXC 500	0,00	0,30	0,45	1,02	1,15	1,27	1,36	1,46	1,54	2,03	2,10