



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

JÍZDNÍ DYNAMIKA MOTOCYKLŮ

DRIVING DYNAMICS OF MOTORCYCLES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. David Šplíchal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

BRNO 2017

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2016/17

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. David Šplichal

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

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

Jízdní dynamika motocyklů

v anglickém jazyce:

Driving Dynamics of Motorcycles

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

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

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 manévrů motocyklů
- vyhodnotit výsledky,
- formulovat doporučení, vlivy a specifika pro znalecké posuzování nehod a jízdy motocyklů.

Seznam odborné 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 biegłego sądowego, wydawatelství Instytutu Ekspertys sądowych, 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.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 16. 10. 2016



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Tato diplomová práce s názvem Jízdní dynamika motocyklů zachycuje vznik a vývoj motocyklů, popis druhů motocyklů, konstrukční prvky a techniku správné jízdy na motocyklu. Cílem této práce je připravit, provést a vyhodnotit experimenty zaměřené na měření brzdného zpomalení a příčného přemístění motocyklů. Před samostatným zpracováním naměřených dat je navržena teoretická metodika pro měření příčného přemístění a brzdného zpomalení. K tomu je zapotřebí množství motocyklů, zkušených jezdců, dvou kamer, měřicího přístroje a přesně rozměřených čar. Poté je provedeno a následně vyhodnoceno měření příčného přemístění a brzdného zpomalení. K výstupům této práce patří krom videí také přehled hodnot příčného zrychlení, časy příčného přemístění, nebo výstupní hodnoty podélného zpomalení dosahované při brzdění motocyklů.

Abstract

This diploma thesis called Motorcycle Race Dynamics captures the development and development of motorcycles, a description of types, design elements and the techniques of riding a motorcycle. However, the aim of this work is to organize, perform and evaluate the measurement of braking deceleration and the crossing of motorcycles. Before separate data processing, a theoretical methodology for measuring transverse displacement and braking deceleration is proposed. This requires enough motorcycles, experienced riders, two cameras, a measuring instrument and precisely dimensioned lines. The lateral displacement and braking deceleration measurements are then performed and subsequently evaluated. Output of this work include, in addition to videos, an overview of transverse displacement times, or longitudinal deceleration output values gained from braking.

Klíčová slova

Motocykl, příčné přemístění, brzdné zpomalení.

Keywords

Motorcycle, lateral displacement, deceleration.

Bibliografická citace

ŠPLÍCHAL, D. *Jízdní dynamika motocyklů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2017. 86 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

Podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Bc. Marku Semelovi, Ph.D. za obětavou pomoc a příkladné pedagogické vedení. Dále bych touto cestou rád poděkoval všem figurantům, kteří se účastnili měření, či zapůjčili svůj motocykl, za ochotu a trpělivost při měření.

OBSAH

OBSAH.....	9
1 ÚVOD.....	11
2 HISTORIE MOTOCYKLŮ.....	12
2.1 Motocykl	12
2.2 Vývoj motocyklu.....	12
3 KONSTRUKCE MOTOCYKLŮ	15
3.1 Druhy motocyklů.....	15
3.1.1 <i>Moped</i>	15
3.1.2 <i>Skútr</i>	15
3.1.3 <i>Malý motocykl</i>	16
3.1.4 <i>Enduro</i>	17
3.1.5 <i>Naked bike</i>	17
3.1.6 <i>Sportovní</i>	18
3.1.7 <i>Cruiser</i>	19
3.1.8 <i>Chopper</i>	19
3.1.9 <i>Ostatní</i>	20
3.2 Podvozek	21
3.2.1 <i>Úhel sklonu přední vidlice</i>	21
3.2.2 <i>Závlek předního kola</i>	21
3.2.3 <i>Rozvor kol</i>	22
3.2.4 <i>Těžiště</i>	22
3.2.5 <i>Rám</i>	22
3.2.6 <i>Tlumiče pérování</i>	23
3.3 Brzdový systém	25
3.3.1 <i>Bubnové brzdy</i>	26
3.3.2 <i>Kotoučové brzdy</i>	28
3.3.3 <i>Duální brzdový systém</i>	31
3.3.4 <i>Protiblokovací systém ABS</i>	32
4 OVLADATELNOST A STABILITA MOTOCYKLU.....	34
4.1 Gyroskopické momenty	34
4.2 Stabilita při přímé jízdě.....	35
4.3 Směrové vlastnosti pneumatik.....	35

5	UKÁZKY HODNOT NA VÝBĚRU TYPICKÝCH PŘEDSTAVITELŮ DRUHU MOTOCYKLŮ	37
6	TEORETICKÝ ROZBOR MĚŘENÉ PROBLEMATIKY	42
6.1	Objíždění pevné překážky	43
6.2	Průjezd slalomem	44
6.3	Výjezd z křižovatky.....	44
6.4	Vybrané disciplíny brzdění	44
7	EXPERIMENTY BRZDNÝCH ZKOUŠEK A PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ.....	46
7.1	Rozbor měřených motocyklů a jezdců	46
7.2	Výběr místa měření	57
7.3	Příčné přemístění.....	61
7.4	Brzdné zpomalení.....	63
8	VYHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH HODNOT	65
8.1	Shrnutí výsledků měření příčného přemístění.....	65
8.1.1	<i>Objíždění pevné překážky.....</i>	65
8.1.2	<i>Průjezd slalomem</i>	68
8.1.3	<i>Výjezd z křižovatky</i>	71
8.2	Shrnutí výsledků měření brzdného zpomalení	75
9	ZÁVĚR	80
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	82
	SEZNAM ZKRATEK	85
	SEZNAM PŘÍLOH	86
	PŘÍLOHY	87

1 ÚVOD

Diplomová práce s názvem Jízdní dynamika motocyklu má za úkol představit problematiku pohybu motocyklů včetně základních konstrukčních odlišností a vlivů na jízdu motocykl, zorganizovat a provést měření vybraných vyhýbacích manévruů příčného přemístění a dále brzdného zpomalení motocyklů, data vyhodnotit a učinit aplikovatelné závěry. Toto téma je důležité pro potřeby soudního inženýrství, konkrétně pro práci soudních znalců z oboru doprava, kteří řeší dopravní nehody motocyklů a nemají dostatek vstupních údajů.

Práce je rozdělena do dvou větších celků. V prvním je zaměřena na popis motocyklů od jeho historie až po současnost, poté navazuje popisem jednotlivých druhů motocyklů a popisem jejich konstrukčních rozdílů. Dále je pak v první části řešen popis jednotlivých konstrukčních provedení, které mají vliv na jízdní vlastnosti a představeno několik typických představitelů jednotlivých druhů motocyklů.

Druhá část diplomové práce je zaměřena prakticky a zabývá se samostatným měřením příčného přemístění a brzdného zpomalení. V této části je nejprve rozebrán teoretický postup měření brzdného zpomalení a představeny a rozebrány jednotlivé disciplíny příčného přemístění. Pomocí těchto metod je provedeno samotné měření, které bylo rozděleno do dvou dnů. Po oba dny se zúčastnilo 6 různých druhů motocyklů a dostatečné množství zkušených jezdců. K měření bylo dále potřeba pomoci figurantů, kteří obsluhovali kamery a přístroje potřebné k měření.

2 HISTORIE MOTOCYKLŮ

2.1 MOTOCYKL

Motocykl je jednostopé vozidlo používané jako dopravní prostředek. Kola má za sebou umístěná v rámu, mezi nimiž je spalovací, nebo elektrický motor společně s převodovkou, který motocykl pohání. Řidič na motocyklu sedí obkročmo a motocykl řídí řídítka spojenými s předním kolem. Za motocyklem je možné táhnout i malý přívěš, popřípadě mohou být vybaveny postranním vozíkem.

2.2 VÝVOJ MOTOCYKLU

První motocykl se datuje k roku 1869, kdy do rámu tehdejšího kola s pedály tzv. Velocipédu byl namontován parní stroj. Z důvodů velikosti bylo rozhodnuto, že bude parní stroj montován spíše do tříkolových vozidel. [1]

V roce 1885 Gottlieb Daimler sestavil první motocykl poháněný benzinovým motorem. Tento vynálezce chtěl pouze vyzkoušet svůj motor a dále se o výrobu motocyklů nezajímal. I tak je dodnes považován za jednoho z prvních motocyklistů na světě díky zkušebním jízdám, které na dvoukolovém stroji provedl. Dále se již zajímal pouze o čtyřkolová vozidla. [2]



Obr. č. 1.1 - První motocykl se spalovacím motorem z roku 1885 [2]

Během dalších několika let vznikaly motocykly, jako je například motocykl La Petrollete, který byl stvořen v Mnichově a benzinový spalovací motor tvořil jednu část s rámem, díky ojnicím, které přímo poháněly zadní kolo. Toto motokolo bylo licenčně vyráběno ve

Francii a vzbuzovalo velký zájem. Velký úspěch měl ale motocykl vytvořený bratry Wernery. Rusové žijící v Paříži namontovali do jízdního kola malý pomocný motorek, který umístili nad přední kolo. Kroutící moment motoru se přenášel na přední kolo pomocí řemene. Tomuto kolu dali název „La Motocyclette”. [3]

V tehdejší Rakousku – Uhersku se výrobou motocyklů zabýval např. Václav Klement. Důležitým krokem pro Václava Klementa, který se nejdříve zabýval výrobou kol, byla návštěva Paříže, kde pobral inspiraci právě u „La Motocyclette“ a začal s výrobou motorové dvoukolky společně s Václavem Laurinem. V roce 1898 zkonstruovali motor s elektromagnetickým zapalováním. Motocykl s tímto motorem, dostal název „Slávia“. [3]



Obr. č. 1.2 – Motocykl Slávia konstruován v letech 1898 [3]

Ve státě Massachusetts v Americe George M. Hendee založil v roce 1901 továrnu na výrobu motocyklů. Motocykl dostal název „Indian“ a tento motocykl se stal ikonou pro americký trh. Do Evropy se tento motocykl rozšířil až roku 1913. V souběhu s výrobou motocyklu „Indian“ byl vyráběn i motocykl značky Harley-Davidson, který sestrojili obyčejní dělníci. [4]



Obr. č. 1.3 – Motocykl Indian z roku 1901 [4]

V letech 1929 v Československu vzniká firma Jawa. Zakladatel František Janáček zakoupil licenci a výrobní zařízení motocyklu Wanderer 500 OHV a začal vyrábět motocykl Jawa 500 OHV, který se mezi Čechy stal velmi oblíbený. Díky vysoké ceně tohoto motocyklu opadl o něho zájem a firma Jawa byla nucena vyvíjet další levnější modely. Vznikly nové dvoudobé motory s nižšími zdvihovými objemy. Firma se prosadila nejen v Československu, ale v celém světě, začala se vyvážet i do Ameriky, kde byla velice populární. V roce 1932 ve Strakoně zahajuje svoji výrobu motocyklů zbrojovka ČZ. [5]



Obr. č. 1.4 – První motocykl Jawa 500 OHV [5]

V letech po válce získává motocykl celosvětovou oblibu a jeho vývoj jde dopředu převážně v Japonsku, kde vznikají tovární značky dodnes velmi oblíbené, jako je: Kawasaki, Honda, Yamaha, Suzuki. V Evropě vznikají nové značky hlavně v Německu a Itálii. V Německu je to tovární značka BMW, která se vyznačuje svojí předností motoru „boxer“ a v Itálii tovární značky Aprilie a později pak Ducati.

3 KONSTRUKCE MOTOCYKLŮ

Motocykly můžeme rozdělit do několika druhů, které se liší převážně svojí konstrukcí, váhou, velikostí, výkonem potažmo samotným zdvihovým objemem motocyklu. Každý druh motocyklu má pak svá konstrukční specifika a rozdílné jízdní vlastnosti, které úzce souvisí s ovladatelností motocyklu, a tedy i s rychlostí vykonání jízdního manévru.

3.1 DRUHY MOTOCYKLŮ

3.1.1 Moped

Moped je označení malého motocyklu, které vzniklo spojením slov motocykl a pedály. Jedná se o motocykl s maloobjemovým motorem (do objemu 50 cm³), který počítá se spoluúčastí lidské síly. Pedály jsou typické pro nastartování motoru a pro samotný rozjezd. Moped je vhodný pro jízdu v městském provozu, a pro jízdu na krátké vzdálenosti. Až na výjimky je moped jednosedadlový.

Nejčastější příklad mopedu je Babeta, popřípadě moped Korado. [6]



Obr. č. 3.1 – Moped Jawa Babeta [6]

3.1.2 Skútr

Skútr je motocykl s malými koly a převážně nízko objemovým motorem nejčastěji 50 – 125 cm³. Skútr je částečně kapotovaný s podlázkou pro nohy a nemá horní část rámu, proto se

na něm nesedí obkročmo, nýbrž snožmo, jako na židli. Skútr bývá vybaven automatickou převodovkou, proto se hodí zejména do městského provozu a na krátké přepravní vzdálenosti.

Horní třídu skútrů tvoří velké cestovní skútry se zdvihovým objemem motoru 250 až 650 cm³ a výkonem 20 až 50 koní. [7]



Obr. č. 3.2 – Skútr Peugeot 50 cm³ [8]

3.1.3 Malý motocykl

Malé motocykly tvoří přechod mezi mopedem a ostatními silničními motocykly. Typický zdvihový objem je 50 až 125 cm³. Oproti mopedu má pevné opěry pro nohy a počet míst k sezení je jedno, nebo dvě. [7]



Obr. č. 3.3 – Malý motocykl Yamaha YBR 125 cm³ [9]

3.1.4 Enduro

Tyto motocykly jsou stavěny podobně jako terénní motocykly (cross), ale jsou vybaveny všemi prvky pro provoz na silnici. Jejich specifika jsou větší přední kolo, vysoké přední i zadní tlumiče a vysoko položené sedlo. Motocykly jsou určeny pro provoz ve všech typech terénu, jsou snadno ovladatelné. Jejich motory bývají nejčastěji dvouválcové. Zdvihový objem těchto motocyklů se pohybuje v rozmezí 50 až 1200 cm³. [7]



Obr. č. 3.4 – Enduro Yamaha DT 50R [10]

3.1.5 Naked bike

Tyto motocykly, jak už název napovídá, nejsou opatřeny kapotáží, nebo mají pouze malou aerodynamickou kapotáž. Řídítka jsou umístěna výše, a proto má jezdec vzpřímenější polohu. Tento druh motocyklu je určen spíše na delší trasy pro pohodlnější jízdu a často se doporučují začátečníkům. Pohon se od jiných motocyklů příliš neliší, bývá často opatřen řadovým čtyřválcovým motorem, popřípadě řadovým, či vidlicovým dvouválcovým motorem. Často se tyto motory přejímají ze sportovních druhů motocyklu, kdy se obvykle jinak ladí. Snižuje se výkon, čímž se dosáhne vyššího kroučícího momentu a dále se „zkrátí“ jednotlivé převodové stupně. [1]



Obr. č. 3.5 – Naked bike Yamaha XJR 1300 [autor]

3.1.6 Sportovní

Sportovní motocykly jsou aerodynamicky tvarované, kapotované silné motorčky určené k dosahování vysokých rychlostí, kde silnější z nich dnes dosahují rychlostí přes 300 km/h. Silniční motocykly jsou zařazeny do tříd dle zdvihového objemu běžně od 50 do 1000 cm³.

Kapotáž motocyklu chrání jezdce před povětrnostními vlivy a při vysokých rychlostech mu umožňuje se za ní schovat. Stupačky jsou posunuty dozadu, řídítka jsou položena níže a jezdce tak konstrukce motocyklu nutí být v předklonu, kde celá váha je na rukách. Proto bývá jízda s tímto motocyklem značně nepohodlná a je určena spíše pro závodní jízdy na okruh. [7, 26]



Obr. č. 3.6 – Sportovní motocykl Yamaha R1 [10]

3.1.7 Cruiser

Tento druh je mohutný motocykl ve stylu amerických strojů ze 30. až 50. let 20. století. Rozměry kol vpředu a vzadu bývají shodné a od původních motocyklů se Cruiser designově příliš neodlišuje. Typicky bývá tento druh motocyklu vybaven vidlicovým dvouválcovým motorem se zdvihovým objemem nejčastěji od 600 do 2000 cm³. Motory bývají laděné do nízkých otáček s vysokým krouticím momentem. Jsou uzpůsobeny pro pohodlné cestování na delší trasy ve dvou. Nevýhodou tohoto druhu motocyklu je obtížná manévrovatelnost při nízkých rychlostech z důvodů velké hmotnosti. [7]



Obr. č. 3.7 – Cruiser motocykl Honda VTX 1800 [autor]

3.1.8 Chopper

Choppery jsou motocykly vycházející z cruiserů avšak s výraznými vzhledovými úpravami. Pro tento druh motocyklu je podstatnější jeho vzhled oproti jízdním vlastnostem a výkonům. Chopper je v podstatě cruiser bez nepodstatných součástí.

Stejně jako u cruiserů tak i u chopperů je motor typicky dvouválcový vidlicový s velkým zdvihovým objemem. Tento motocykl má konstrukci postavenou tak, že řídítka jsou posazena vysoko, stupačky vpředu a poloha jezdce je tak vzpřímená, spíše zakloněná, což je značně nepřírozené a má to vliv na rychlé manévrování s motocyklem. [7, 28]



Obr. č. 3.8 – Chopper Capitan america z Easy rider [1]

3.1.9 Ostatní

V kategorii ostatních druhů motocyklů zbývá zmínit motocykly, které nejsou součástí běžného silničního provozu a na veřejné silnice nemohou. Patří do nich:

Plochodrážní motocykly: Upravené motocykly pro závody na ploché 400 metrů dlouhé dráze škvárového povrchu. Konstrukce je uzpůsobená pro jízdu smykem v levotočivé zatáčce.

Cross: Tento druh motocyklu se používá na motocrossových závodech, čili v závodech v těžkém terénu.

Supersportovní motocykly: Motocykly upravené pro rychlou jízdu a závodění na okruhu.

Dragster: Specializovaný motocykl na závody ve zrychlení na čtvrt míle s pevným startem.

3.2 PODVOZEK

Základní částí motocyklu je podvozek. Ten má vliv na bezpečnost, ale též na požitek z jízdy. Podvozek má různé části, které budou nastíněny v této kapitole. Ty mají vliv na geometrii podvozku a jízdní vlastnosti.

3.2.1 Úhel sklonu přední vidlice

Přední vidlice a jejich sklon mají vliv na ovládání motocyklu. Znatelný rozdíl je mezi druhy motocyklů, jako je sportovní, anebo chopper.

Malý úhel předních vidlic zlepšuje vedení motocyklu a má výrazně lepší stabilizující účinek, zvláště při vyšších rychlostech jízdy. Naopak v malých rychlostech způsobuje špatnou manévrovatelnost. Větší úhel řízení má lepší ovladatelnost, a to zvláště pak v terénu, nebo při menších rychlostech. Úhel sklonu předních vidlic většinou nabývá hodnot 55 – 65 stupňů, silniční nebo terénní motocykly se přibližují k hodnotě 65 stupňů. Choppery mají hodnotu úhlu předních vidlic menší - 57 stupňů. [11]



Obr. č. 3.9 – Úhel sklonu přední vidlice a rozvor motocyklu [11]

3.2.2 Závlek předního kola

Všeobecně by se dalo říci, že závlek předního kola je vzdálenost středu předního kola od osy předních vidlic. Pokud je závlek kola větší, motocykl se chová lépe v přímě jízdě a vyšších jízdních rychlostech, má ovšem horší manévrovací vlastnosti. Naopak pokud je závlek

kola menší, motocykl má opačné vlastnosti, čili má lepší manévrovací schopnosti, ale zhoršené vlastnosti při vyšší rychlostech. [11]

3.2.3 Rozvor kol

Rozvor kol, by se dal popsat, jako vzdálenost středů kol od sebe. Při vysokých rychlostech nám větší rozvor kol zlepšuje jízdní vlastnosti, ale opět zhoršuje manévrovatelnost, a proto je nutné si při malých poloměrech zatáček více nadjíždět.

Rozvor kol u sériových motocyklů bývá v rozmezí hodnot 1300 mm až 1700 mm. Pro porovnání sportovní motocykly mívají rozvor okolo 1450 mm. Menší vzdálenost rozvoru mají např. skútry. [11]

3.2.4 Těžiště

Výrobci motocyklů se snaží z důvodů ovladatelnosti umístit těžiště motocyklu co nejnižše. U sériově vyráběných motocyklů se těžiště nachází nejčastěji v blízkosti palivové nádrže. Polohu těžiště ovlivňuje nejen konstrukce rámu a umístění jednotlivých částí motocyklu, ale i umístění těžkých částí motoru, jako jsou válce motoru. Vhodným příkladem je plochý dvouválcový motor typu „Boxer“.

Posunutí těžiště směrem dopředu má pozitivní vliv na kmitání předních vidlic. Zároveň má však za následek horší ovladatelnost motocyklu. Posunutí těžiště směrem vzad má za následek opačné vlastnosti. Výrobci mají tendenci umístit těžiště motocyklu tak, aby rozdělení hmotnosti na jednotlivá kola byla 50:50. [11, 27]

3.2.5 Rám

Na rám motocyklu působí síly při brzdění, akceleraci, deceleraci a při průjezdu zatáčkou, a proto je nutné, aby rám byl pevný, pružný tuhý a tyto síly mohl správně přenášet. Dle konstrukce můžeme rám rozdělit na otevřený a uzavřený. U otevřeného rámu motocyklu není motor součástí rámu a je v něm zavěšen. Výhodou tohoto rámu je jednodušší výroba, menší hmotnost a lepší dostupnost k jednotlivým částem motoru. Nevýhodou je pak větší namáhání, které je způsobené skutečností, že motor nepůsobí jako nosná část. [11]



Obr. č. 3.10 – Otevřený rám motocyklu [11]

3.2.6 Tlumiče pérování

V případě dopravní nehody je u motocyklu následek této nehody často katastrofický a oproti jiným dopravním prostředkům hrozí úmrtí řidiče. Proto je nutné zpohodlnit jízdu, aby se řidič co nejvíce vyvaroval únavě. Toho lze dosáhnout především pérováním. Kvalitní pérování zajišťuje trvalý styk kola s vozovkou. Pérováním se rozumí poměr mezi odpruženou a neodpruženou hmotou. Veškerá váha nad pružinami pérování je odpružená hmota a hmota pod pružinami pérování je neodpružená. Aby se zajistil co nejlepší styk kola s vozovkou, musí být neodpružená hmota co nejmenší. [11]

Většina motocyklů používá klasickou teleskopickou vidlici. Jejimi zásadními částmi jsou kluzák a nosná trubka, v nichž je pružící a tlumící jednotka. Tento systém má výhodu v jednoduchosti, ovšem nese i nevýhody, kdy se málo překrývá nosná trubka a kluzák, a proto jsou nosné trubky namáhány velkým ohybovým momentem, což se projevuje nejvíce při brzdění, nebo při průjezdu zatáčkou. Toto kroucení se dá zmenšit spojením kluzáků těsně nad předním kolem. Stejný typ vidlic jsou tzv. vidlice „upside-down“ což jsou vidlice v převrácené poloze, kluzák je uchycen v brýlích. Tento typ řeší většinu nevýhod klasické koncepce vidlic, vidlice se stávají tuhými a nedeformují se. [11]



Obr. č. 3.11 – Teleskopické vidlice „upside-down“ [11]

Dalším typem je vidlice kyvná, která se pohybuje na rozdíl od klasické koncepce po kružnici. Hlavní výhodou tohoto typu pérování je tuhost, ale nevýhodou oproti ostatním typům pérování je změna rozvoru, při propérování. [11]

Typ odpružení, od kterého se téměř odstoupilo, je vidlice s rejdovým čepem. Tento systém přinášel velmi dobré jízdní vlastnosti, kdy od sebe dokázal oddělit brzdné a řídicí síly. Tento systém byl velmi náročný na výrobu a též měl velkou hmotnost. [11]

Velmi úspěšnou modifikací odpružení předního kola je vidlice páková, kterou používají motocykly značky BMW pod názvem Telelever. Její hlavní výhodou je malá hmotnost, anti ponořovací efekt při brzdění, a téměř konstantní rozvor při pérování. Nevýhodou, kvůli které se hodí pouze pro cestovní enduro, je možnost zdvihu 200 mm. [11]

Za zmínění stojí též starší typy vidlic vahadlová a pružinová, které se dnes používají pouze u klasických chopperů Harley-Davidson. [11]

První pokus o odpružení zadního kola byl systém kluzákového zavěšení zadního kola. Tlumiče se u tohoto systému nepoužívaly, protože zdvihy byly příliš malé. Vzhledem k tuhosti se používalo odpružení sedadla řidiče. [11]

Hlavní změna přišla s dalším systémem odpružení zadního kola, kdy se začala používat kyvná vidlice s dvojicí tlumičů. Výhodou bylo dosažení větších zdvihů a lepší vedení zadního

kola. Nevýhoda dvojice tlumičů byla nestejnou měrnost zahřátí oleje v tlumičích, což vedlo ke kroucení zadní vidlice. [11]

System dvou tlumičů se vzhledem k jejich výše uvedené nevýhodě nahrazuje centrální odpružením zadního kola, což je jeden tlumicí prvek uložený pod sedlem. Tento systém byl později ještě vylepšen tzv. přepákováním, což vedlo ke zdokonalení pružící a tlumicí jednotky, vzhledem k zatížení. [11]



Obr. č. 3.12 – Systém centrálního odpružení zadního kola [11]

3.3 BRZDOVÝ SYSTÉM

Motocykly používají dva základní typy brzd, kde se pohyblivé části třou o části nepohyblivé. Jde o brzdy kotoučové, kde brzdové kotouče třou o brzdové destičky a brzdy bubnové, kde brzdové bubny třou o brzdové čelisti. Dnešní motocykly využívají převážně brzdy kotoučové z důvodu jejich větší účinnosti, brzdy bubnové se používají u malých motocyklů a mopedů. U brzdění motocyklu vzniká teplo z tření brzdových součástí a další část sil působí na podvozek motocyklu. Společně tyto síly namáhají a opotřebovávají součásti motocyklu. [12]

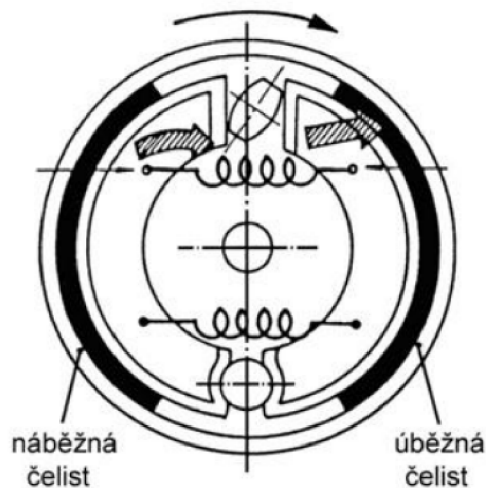
3.3.1 Bubnové brzdy

Mechanické bubnové brzdy se dnes používají málo, a jak již bylo zmíněno, používají se převážně u malých motocyklů, popřípadě terénních motocyklů a speciálů. I tak mají své výhody, protože mají uzavřenou konstrukci, jsou chráněny proti povětrnostním vlivům a vnikání nečistot. Další výhodou je to, že nemají zpožděný náběh, jako je tomu u brzd kotoučových. Proto se tyto brzdy montují spíše na zadní kolo, které se vlivem přebrzdění může dostat do smyku. [12]

Celý ovládací mechanismus bubnové brzdy je upevněn na tzv. „štitu“ bubnu, který je spojen s jednou z vidlic. Brzdový buben je součástí kola díky výpletu, čili se s kolem otáčí. Brzdové čelisti se rozevírají a tlačí na vnitřní povrch brzdového bubnu, čím vzniká brzdění. Mechanické bubnové brzdy jsou ovládány pomocí lanek, nebo táhel. Přední brzdu jezdec ovládá pákou na pravé straně řídítek a zadní brzda je ovládána nožní pákou na pravé straně motocyklu. Mezi brzdovým bubnem a obložením, které je na brzdové čelisti nalepeno nebo nanýtováno je mezera, která umožňuje volné otáčení kola. V případě brzdění, je zmáčknuta ovládací páčka nebo nožní páka, kde se skrze táhlo přenesou potřebná síla na páku na bubnu, která je přes hřídel spojená s vačkou. Ta se pootočí a tím se rozvírají brzdové čelisti, které se přitlačí na plochu brzdového bubnu. [12]

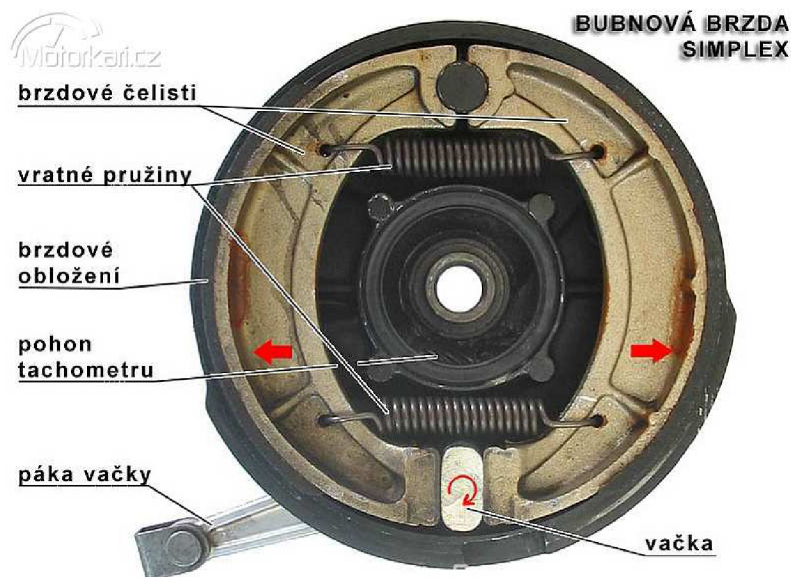
Jednočinné bubnové brzdy SIMPLEX

Výhodou tohoto systému bubnových brzd je jednoduchost, nevýhodou je malá brzdná síla. Proto se tyto brzdy používají zejména u malých, lehkých motocyklů. U bubnových brzd Simplex rozlišujeme jednotlivé čelisti na náběžnou a úběžnou. Proti směru otáčení bubnu je náběžná čelist. Ta je na brzdový buben přitlačována předním koncem. Jednočinné brzdové čelisti se od sebe rozvírají na jedné straně, a na druhé straně se pootáčí okolo společného čepu. Tím se dá říct, že mají jen jednu náběžnou brzdovou plochu. [12]



Obr. č. 3.13 – Jednočinná bubnová brzda SIMPLEX [12]

Brzdové čelisti brzdí při otočení brzdového čepu, který je ovládán pákou. Tím se brzdové čelisti přitlačí na plochu brzdového bubnu a navozují třecí účinek. Po povolení ovládací páky vratné pružiny stahují brzdové čelisti zpět. [12]



Obr. č. 3.14 – Jednočinná bubnová brzda SIMPLEX [13]

Dvojčinné bubnové brzdy DUPLEX

Dvojčinné bubnové brzdy se používají u větších motocyklů, chopperů a výjimečně i u motorek na předním kole, díky větší brzdné síle oproti jednočinným bubnovým brzdám. Tento

system funguje na principu dvou otočných vaček, které se roztahují na vnitřní povrch brzdového bubnu. Díky dvěma vačkám, která je každá na jedné straně jsou čelisti roztahovány na obou koncích a tím vzniká větší třecí plocha na brzdovém bubnu. [12]

3.3.2 Kotoučové brzdy

U toho to brzdového systému se kotouč otáčí společně s kolem a boky tj. plochy kotouče tvoří třecí část. Brzdový kotouč je upevněn v náboji kola. Pomocí ovládacího zařízení jsou pak při brzdění přitlačovány brzdové desky s obložením na třecí plochy kotouče. Rozeznáváme více druhů kotoučů, a to hladké nebo drážkované. Drážky nebo otvory v kotouči slouží za deště k odvodu vody. Brzdový třmen obepíná brzdový kotouč, v němž jsou umístěny brzdové segmenty s obložením. Brzdové segmenty jsou složeny z nalepeného třecího obložení na kovové destičce, a v brzdovém třmenu jsou tyto segmenty dva, z každé strany kotouče jeden. V případě brzdění jsou brzdové segmenty přitlačovány na brzdový kotouč hydraulickými pístky ve třmenu, kterých může být 1 až 6. [12]



Obr. č. 3.15 – Čtyřpístkový brzdový třmen [13]

Kotoučové brzdy mohou být ovládány buď lankem, nebo hydraulicky, pomocí brzdové kapaliny. Dnes se používá spíše hydraulické ovládání kotoučových brzd. Na pravé straně řídicí páčky přední brzdy bývá nádobka, která slouží jako zásobní a zároveň vyrovnávací nádržka na brzdovou kapalinu a s ní bývá hlavní brzdový válec. Z nádržky je přes hlavní brzdový válec tlačena brzdová kapalina do pracovního brzdového válce, nebo již přímo do brzdového třmenu.

Jako vedení pro brzdovou kapalinu slouží brzdové hadičky a potrubí, dimenzované na vysoký tlak. Zásobní nádržka s hlavním brzdovým válcem pro zadní brzdu bývá oddělena od zásobní nádržky a hlavního brzdového válce pro přední brzdu. Bývá umístěna často pod sedlem na rámu motocyklu, nebo nad hlavním válcem nožní brzdy. Přední brzda je u motocyklu účinnější, a proto je silněji dimenzován hlavní brzdový válec pro přední brzdu. [12]

Brzdová kapalina je nestlačitelná, a proto se v brzdovém systému chová jako pevné těleso. Stlačením ovládací páky se píst zatlačí do hlavního brzdového válce, který zatlačí brzdovou kapalinu hydraulickým systémem do pracovního válce, nebo přímo do brzdového třmenu. V brzdovém třmenu jsou pak vytlačovány brzdové pístky, které tlačí na brzdový segment a ten je přitlačován k brzdovému kotouči, čímž vzniká tření. Všechny části, které jsou v brzdovém systému pohyblivé, jsou z důvodu ochrany před nečistotami opatřeny pryžovými manžetami. [12]

Vytlačení brzdové kapaliny vznikl podtlak, který při uvolnění ovládací páky brzdového systému vysaje zpět z brzdového třmenu brzdovou kapalinu. Po-té se uvolní brzdové pístky a brzdové segmenty se mohou vrátit zpět, brzda pak přestává brzdit. [12]

Výhodou kotoučových brzd je převážně jejich velká odolnost proti tepelnému zatížení. Díky proudícímu vzduchu se kotouče rychle chladí, a proto mohou brzdové destičky tlačit na brzdový kotouč velkou silou a stále mají velký brzdný účinek. Další výhodou je malá tepelná roztažnost jednotlivých materiálů.

Nevýhodou je, že všechny části kotoučových brzd jsou vystaveny nečistotám, vodě, mastnotě a jiným vnějším vlivům. [12]



Obr. č. 3.16 – Kotoučová brzda [13]

Kotoučová brzda s pevným brzdovým třmenem

U tohoto typu brzdového systému je brzdový třmen nepohyblivý (pevný). Ve třmenu je 2 až 6 pístků, které tlačí na dvě, popřípadě více brzdových destiček, uložených po obou stranách brzdového třmenu. Brzdový třmen je uchycen k vidlici a při brzdění se nepohybuje. Tento brzdový třmen má pak výhodu jednodušší údržby a opravy. Tento brzdový systém se využívá dnes pro většinou motocyklů včetně těžkých motocyklů a je na špičce v oblasti moderních brzd. Brzdový třmen zadního kola je uchycen ke štítu, který je upevněn k zadní vidlici a k ose kola. Tyto brzdy jsou velmi účinné a v porovnání s jinými brzdovými třmeny, jsou prostorově malé. Po zmáčknutí ovládací páky brzdového systému se tlak přenáší hydraulickou kapalinou až do třmenu, kde se vytlačují pístky ven. Brzdná síla se rozděluje tak, aby tlačila brzdové destičky stejně z obou stran na brzdový kotouč, tím vzniká minimální ohybový moment. Brzdové destičky se vracejí po uvolnění ovládací páky díky sacímu účinku vznikajícímu při poklesu tlaku v hydraulické kapalině a dále díky zkrutným těsnícím kroužkům na jednotlivých pístcích. [12]

Kotoučová brzda s plovoucím brzdovým třmenem

Plovoucí třmen je pohyblivý ve směru osy pístků, přičemž má pouze jeden nebo dva pístky a ty jsou umístěny pouze z jedné strany. Brzdové pístky přitlačují pouze jednu brzdovou destičku, druhá brzdová destička je přitahována působením reakční síly plovoucího třmenu, který se pohybuje po vodících čepech. Při brzdění se tedy pohybují nejen brzdové pístky a brzdové destičky, ale i celý brzdový třmen. Držák brzdového třmenu je uchycen k vidlici předního nebo zadního kola, popřípadě k rámu motocyklu. Vodící kluzné čepy, po kterých se pohybuje plovoucí třmen, musí být opatřeny manžetami proti nečistotám. Tento brzdový systém je oproti předchozímu lehčí, levnější a prostorově ještě úspornější. [12]

Kotoučová brzda s výkyvným brzdovým třmenem

Tento brzdový systém má pouze jeden brzdový pístek a jednu brzdovou destičku na jedné straně třmenu. Druhá brzdová destička je společně s vratnou pružinou uložena na druhé straně třmenu ve speciálně tvarovaném držáku s kolíkem. Třmen je uchycen tak, aby se mohl pootáčet okolo horizontální osy. Brzdový třmen je z jednoho masivního dílu, který je integrován do spodní části (kluzáku) teleskopické vidlice. Brzdový třmen, který je uchycen otočně na

excentrickém čepu pracuje na podobném principu jako otočný brzdový třmen. Při brzdění vyjede brzdový pístek ze třmenu a vytlačí destičku. Ta se opře o brzdový kotouč a celý třmen se pootočí o několik stupňů okolo excentricky uloženého čepu, čímž se přitlačí na brzdový kotouč i protilehlá brzdová destička. Návrat brzdového třmenu po odbrzdění obstarává kromě sacího účinku hlavně vratná pružina. Nevýhodou tohoto systému je, že kvůli kyvnému brzdovému kotouči dosedají na kotouč šikmo brzdové destičky, tím je jejich opotřebení nestejněměrné. Tento systém se využívá pouze u předního kola. [12]

Kotoučová brzda s otočným brzdovým třmenem

Tento systém má pouze jeden brzdový pístek, který je umístěn jen na jedné straně brzdového třmenu. Na druhé straně třmenu je umístěna druhá brzdová destička. Brzdový třmen se může otáčet do stran díky svislému čepu. Brzdový třmen má výkyv omezen aretačním šroubem a vratnou pružinou. Tento systém se používá pouze na předních kolech a může se použít i u zdvojených brzdových kotoučů. Systém je podobný jako u brzd s výkyvným brzdovým třmenem. U brzdění se vysune pístek, který vytlačí brzdovou destičku. Tím se třmen otočí okolo svislého čepu a vznikne reakční moment, ten otočí rameno o několik stupňů a přitlačí na brzdový kotouč druhou brzdovou destičku. [12]

Kotoučová brzda s plovoucím brzdovým kotoučem

Brzdový kotouč u tohoto systému brzd je proveden tak, aby se mohl lehce posouvat do stran v ose kola. Díky tomu odpadá problém s vystředěním kotouče při přimáčknutí brzdových destiček. Nejčastěji se plovoucí brzdový kotouč používá v kombinaci s pevným brzdovým třmenem. Další výhody jsou zrychlení brzdného účinku a skutečnost, že odpadá nebezpečí zakřivení brzdného kotouče při brzdění. [12]

3.3.3 Duální brzdový systém

Označován někdy jako CBS (centrální brzdový systém) je rozdělen do dvou okruhů, a to přední a zadní brzdový okruh. Přední brzdový okruh je složen z hlavního brzdového válce přední brzdy, vedení a třmenu přední brzdy. Systém brzdění rozděluje brzdný tlak optimálně, mezi přední a zadní brzdu a tím snižuje riziko zablokování. Systém funguje na principu více

brzdových pístků ve třmenu. Při sešlápnutí nožního brzdového pedálu se vysunují vnější pístky na zadním brzdovém třmenu a střední pístek na předním brzdovém třmenu. Vnější pístky ve třmenu přední brzdy jsou ovládaný přímo ovládací pákou brzdy na řídítkách. Prostřední brzdový pístek zadního třmenu je ovládán skrze regulační ventil. Zpoždovací ventil funguje pro pravý brzdový třmen, který je aktivován postupně s nárůstem tlaku na pedál, čímž nedochází k zablokování zadního kola. Levý brzdový třmen se aktivuje vždy, bez regulace tlaku, při sešlápnutí nožního brzdového pedálu. [14, 15]



Obr. č. 3.17 – Duální brzdový systém [14]

3.3.4 Protiblokovací systém ABS

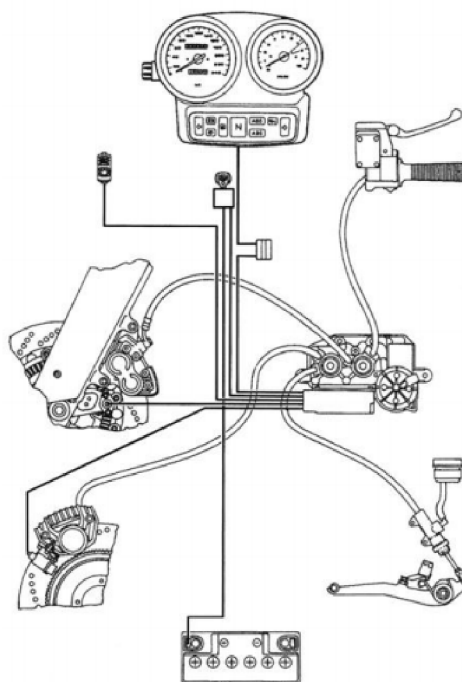
Při brzdění v kritických situacích, a to zejména na kluzké vozovce může dojít k zablokování kola a tím ke ztrátě směrové stability. Aby se zvýšila aktivní bezpečnost a předešlo se těmto situacím, je do některých motocyklů montováno ABS (anti-lock brake systém) což znamená protiblokovací systém. [12]

V případě, že ABS rozezná blokování kola, sníží odděleně tlak v brzdovém systému pro přední a zadní kolo. ABS má svou řídicí jednotku, která trvale snímá rychlost otáčení kol, z čehož vypočítá referenční rychlost a s tou následně porovnává otáčky kol. Tato řídicí jednotka porovnává neustále zrychlení, zpomalení a hlavně skluz kola. V případě, že dojde ke snížení rychlosti jednoho z kol pod stanovenou hodnotu, oproti referenční rychlosti (počátku blokování

kola a ztráty adheze), řídicí jednotka systému ABS sníží tlak v brzdovém systému a po roztočení kola tlak zvýší na původní hodnotu. Tento princip systém ABS opakuje několikrát za sekundu, a to buď do vyrovnaní směrové stability a řidičem puštěné páčky brzdy, nebo snížením rychlosti na minimální, což bývá 4 km/hod, kdy se systém ABS odpojí. Tímto principem se brzdění přibližuje k hranici adheze. [12, 28]

„Na protiblokovací systém ABS jsou kladeny tyto požadavky:

- *během regulovaného brzdění musí být zachována říditelnost a stabilita vozidla,*
- *regulace musí pracovat v celém rychlostním rozsahu vozidla,*
- *regulační soustava musí optimálně využít přilnavosti kol k vozovce, přičemž říditelnost má přednost před zkrácením brzdné dráhy,*
- *regulace brzdění se musí velmi rychle přizpůsobit změnám přilnavosti vozovky,*
- *také při brzdění na nerovné (vlnité) vozovce musí být vozidlo ovladatelné při libovolně prudkém brzdění; regulace brzdění musí rozeznat aquaplaning a vhodně na něj reagovat,*
- *je-li rozeznána závada funkce ABS, musí dojít k vypnutí protiblokovacího soustavy a řidič musí být o závadě informován (kontrolka ABS),*
- *při poruše ABS musí být zachována plná funkčnost základní brzdové soustavy bez ABS.“ [12, s. 544]*



Obr. č. 3.18 – Schéma ABS motocyklu BMW 1100 RS [12]

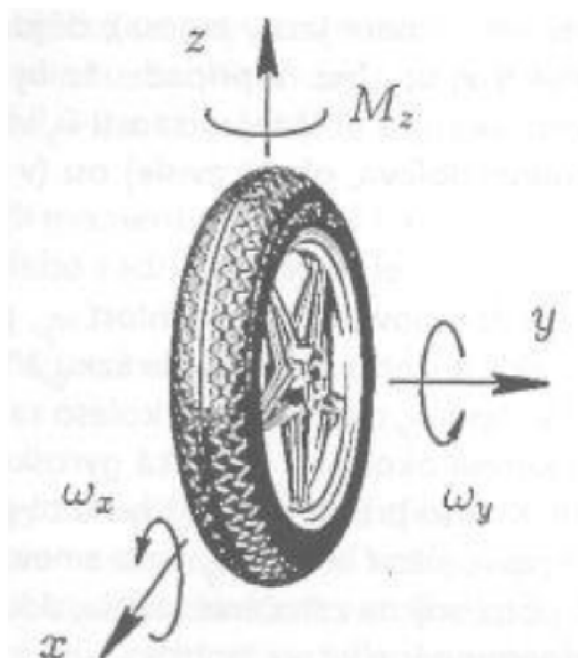
4 OVLADATELNOST A STABILITA MOTOCYKLU

Motocykl je jednostopé vozidlo, které nemá možnost se samo sebe udržet v rovnováze při stání na místě a musí být opřen. Díky vnějším silám se dokáže motocykl udržet v rovnováze při jízdě, a to i při velmi malých jízdnicích rychlostech. V rychlostech, kde se ještě neprojevují gyroskopické momenty, závisí rovnováha motocyklu převážně na poloze těžiště, geometrii podvozku, hmotnosti motocyklu a také na umění jezdce. Umění jezdce pro držení stability motocyklu odpadá při vyšších rychlostech, kde největší roli hraje gyroskopický moment kol. [12]

4.1 GYROSKOPICKÉ MOMENTY

Gyroskopický moment se dá vysvětlit na principu rychle se rotujícího kola (gyroskopu), který má velkou osovou stabilitu, tzn. zachovává si rovinu své rotace. Dalo by se říci, že ve směru své osy se lehce pohybuje, naopak při naklápění do určitého směru, klade odpor.

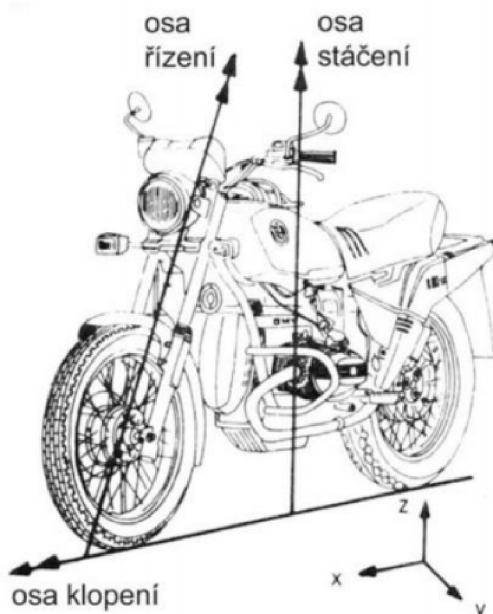
Smysl gyroskopického momentu u motocyklů je v tom, že naklopí-li se říditka doleva, má gyroskopický moment, naklápět motocykl doprava. Klopí-li se motocykl vlevo, jsou gyroskopickým momentem říditka natáčena také doleva. [12]



Obr. č. 4.1 – Vznik gyroskopického momentu [16]

4.2 STABILITA PŘI PŘÍMÉ JÍZDĚ

Stabilitu motocyklu je nutno zachovávat z důvodů ovladatelnosti motocyklu. Stabilitou rozumíme zachovávání rovnováhy motocyklu okolo podélné a příčné osy, která je dosažena zkorigováním pohybu těla řidiče a pohybu řídítek. Díky zákonům mechaniky se stabilita mění v závislosti na rychlosti motocyklu, tzn., jedoucí motocykl získává stabilitu samočinně, respektive se spouští proces, při kterém nabývají účinky gyroskopických momentů od kol, a to převážně od kola předního. V případě nestability se motocykl stabilizuje dle potřeby několika způsoby: akcelerací, natočením řízení pomocí řídítek, pohybem jezdce na motocyklu. Stabilitu motocyklu kromě geometrie dále ovlivňuje také hmotnost motocyklu a hmotnost jezdce, tuhost konstrukce motocyklu, mechanismus řízení, aerodynamická působení (vztlaky, boční vítr) a dále boční sklon vozovky. [12]



Obr. č. 4.2 – Osy pohybů motocyklu při jeho řízení [12]

4.3 SMĚROVÉ VLASTNOSTI PNEUMATIK

Jestliže na kolo nepůsobí nijaká síla z boku (boční síla) jsou střední rovina kola s podélnou osou stykové plochy pneumatiky a vozovky totožné. Stopa je plocha, kde se dotýká pneumatika vozovky. Pokud v ose kola bude působit boční síla, ve stopě vzniká vodorovná boční reakce, která se jinak nazývá boční silou kola. Dochází k pružné deformaci pneumatiky v bočním směru a osa stopy se vzhledem k podélné rovině kola vychýlí o hodnotu, která závisí

na velikosti boční tuhosti pneumatiky a velikosti boční síly. Pokud se kolo začne otáčet, pneumatika a jednotlivé elementy na povrchu přicházejí do styku s vozovkou bočně vysunuty proti elementům, které ve styku s vozovkou již jsou a stopa, respektive osa stopy se tím vychýlí o úhel směrové úchylky α . [12]

5 UKÁZKY HODNOT NA VÝBĚRU TYPICKÝCH PŘEDSTAVITELŮ DRUHU MOTOCYKLŮ

Tato kapitola je zaměřená na ukázce jednotlivých hodnot z předešlých kapitol, které jsou aplikovány na typických představitelích jednotlivých druhů motocyklů. Hodnoty jsou pro přehlednost srovnány v tabulkách u daných představitelů.

Skútr

Druh motocyklu:	SKÚTR		
Typický představitel:	Kentoya SLIDE		
Obrázek:	Rozměry:	1850 x 730 x 1090 mm	
	Motor:	vzduchem chlazený, čtyřdobý jednoválec, objem 124,4 ccm	
	Rozvor kol:	1310 mm	
	Výška těžiště:	0,36 m	
	Pneumatiky:	Přední:	120/90-10
		Zadní:	130/90-10
	Přední vidlice/zdvih:	teleskopické 90 mm	
	Úhel sklonu přední vidlice:	78°	
	Převodový poměr 3. r.s.:	-	
	Převodovka	automatická s variátorem	
	Výkon:	5,4 kW při 8 000 ot/min	
	Točivý moment:	7,5 Nm při 6 000 ot/min	
	Brzdy:	Přední:	jednokotoučová 150 mm
		Zadní:	bubnová
	Hmotnost:	103 kg	
Rám:	z ocelových trubek		


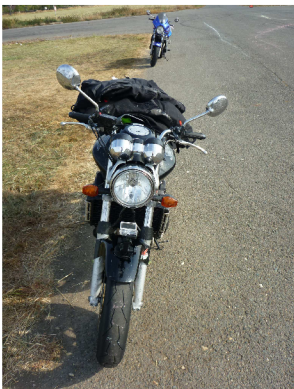
Malý motocykl

Druh motocyklu:	MALÝ MOTOCYKL	
Typický představitel:	Honda XL 125V Varadero	
Obrázek:	Rozměry:	2140 x 830 x 1255 mm
	Motor:	kapalinou chlazený, čtyřdobý 90° dvouválec do V, SOHC, objem 125 ccm
	Rozvor kol:	1450 mm
	Výška těžiště:	0,51 m
	Pneumatiky:	Přední: 110/90-18 Zadní: 130/80-17
	Přední vidlice/zdvih:	teleskopické 35/150 mm
	Úhel sklonu přední vidlice:	61°
	Převodový poměr 3. r.s.:	30/21
	Převodovka:	pětistupňová
	Výkon:	11 kW při 11 000 ot/min
	Točivý moment:	10,7 Nm při 9 500 ot/min
	Brzdy:	Přední: kotoučová, dvoupístková 276 mm Zadní: kotoučová, jednopístková 220 mm
	Hmotnost:	149 kg
	Rám:	dvojitý kolébkový

Enduro

Druh motocyklu:	ENDURO	
Typický představitel:	Honda XL 650V Transalp	
Obrázek:	Rozměry:	2257 x 922 x 1318 mm
	Motor:	kapalinou chlazený, čtyřdobý dvouválec do V, SOHC, objem 599 ccm
	Rozvor kol:	1501 mm
	Výška těžiště:	0,52 m
	Pneumatiky:	Přední: 90/90-21 Zadní: 120/90-17
	Přední vidlice/zdvih:	teleskopické 41mm, závlek 200 mm
	Úhel sklonu přední vidlice:	64°
	Převodový poměr 3. r.s.:	28/21
	Převodovka:	pětistupňová
	Výkon:	40 kW při 7500 ot/min
	Točivý moment:	56 Nm při 5500 ot/min
	Brzdy:	Přední: dva kotouče 256 mm Zadní: jeden kotouč 220 mm
	Hmotnost:	191 kg
	Rám:	dvojitý kolébkový

Naked motocykl

Druh motocyklu:	NAKED	
Typický představitel:	Honda Hornet 900F	
Obrázek:	Rozměry:	2125 x 750 x 1085 mm
	Motor:	kapalinou chlazený, čtyřdobý řadový čtyřválec DOHC, objem 919 ccm
	Rozvor kol:	1460 mm
	Výška těžiště:	0,50 m
	Pneumatiky:	Přední: 120/70-17 Zadní: 180/55-17
	Přední vidlice/zdvih:	teleskopické 43/120 mm
	Úhel sklonu přední vidlice:	65°
	Převodový poměr 3. r.s.:	24/15
	Převodovka:	šestistupňová
	Výkon:	81 kW při 9000 ot/min
	Točivý moment:	92 Nm při 6500 ot/min
	Brzdy:	Přední: dva kotouče 296 mm Zadní: jeden kotouč 240 mm
	Hmotnost:	194 kg
	Rám:	páteřový


Sportovní motocykl

Druh motocyklu:	SPORTOVNÍ	
Typický představitel:	Yamaha YZF R6	
Obrázek:	Rozměry:	2075 x 690 x 1105 mm
	Motor:	kapalinou chlazený, čtyřdobý řadový čtyřválec, DOHC, objem 600 ccm
	Rozvor kol:	1380 mm
	Výška těžiště:	0,41 m
	Pneumatiky:	Přední: 120/60-ZR17 Zadní: 180/55-ZR17
	Přední vidlice/zdvih:	teleskopické seřiditelné 130 mm
	Úhel sklonu přední vidlice:	66°
	Převodový poměr 3. r.s.:	30/18
	Převodovka:	šestistupňová
	Výkon:	88,2 kW při 13 000 ot/min
	Točivý moment:	68,1 Nm při 11 500 ot/min
	Brzdy:	Přední: dva kotouče, čtyři pístky, 295 mm Zadní: jeden kotouč 220 mm
	Hmotnost:	167,5 kg
	Rám:	páteřový

Cruiser

Druh motocyklu:	CRUISER		
Typický představitel:	Honda VTX 1800		
Obrázek:	Rozměry:	2456 x 932 x 1128 mm	
	Motor:	kapalinou chlazený vidlicový dvouválec SOHC, objem 1795 ccm	
	Rozvor kol:	1715 mm	
	Výška těžiště:	0,49 m	
	Pneumatiky:	Přední:	130/70-18
		Zadní:	180/70-16
	Přední vidlice/zdvih:	obrácená teleskopická 45/130 mm	
	Úhel sklonu přední vidlice:	58°	
	Převodový poměr 3. r.s.:	34/20	
	Převodovka:	pětistupňová	
	Výkon:	78,9 kW při 5000 ot/min	
	Točivý moment:	163 Nm při 3000 ot/min	
	Brzdy:	Přední:	CBS: dva kotouče 296 mm
		Zadní:	jeden kotouč 316 mm
	Hmotnost:	320 kg	
Rám:	uzavřený dvojité kolébkový		

Chopper

Druh motocyklu:	CHOPPER		
Typický představitel:	Harley-Davidson Dyna Wide Glide		
Obrázek:	Rozměry:	2250 x 725 x 1280 mm	
	Motor:	vzduchem chlazený, čtyřdobý dvouválec do V, objem 1584 ccm	
	Rozvor kol:	1730 mm	
	Výška těžiště:	0,46 m	
	Pneumatiky:	Přední:	130/90-21
		Zadní:	160/70-17
	Přední vidlice/zdvih:	teleskopické 127 mm	
	Úhel sklonu přední vidlice:	56°	
	Převodový poměr 3. r.s.:	1,711/1	
	Převodovka:	šestistupňová	
	Výkon:	58,4 kW při 5 020 ot/min	
	Točivý moment:	123 Nm při 3 125 ot/min	
	Brzdy:	Přední:	kotoučová, dvoupístková 300 mm
		Zadní:	kotoučová, jednopístková 292 mm
	Hmotnost:	295 kg	
Rám:	kolébkový z ocelových trubek		

[11, 17, 18, 19, 20]

Z hodnot vyplývajících z tabulek se dá říci, že chopper, nebo cruiser mají delší rozvor zhruba o 20 cm, těžiště níže a mají menší úhel sklonu přední vidlice přibližně o 10° oproti naked bike. Naopak naked bike, nebo enduro má nepatrně výše těžiště a větší rozvor oproti sportovním motocyklům. Samostatnou kapitolou jsou skútry a mopedy, které mají malý rozvor kol a velmi nízko těžiště díky nízko postaveným pohonným jednotkám. Kategorie skútrů má potom úhel sklonu předních vidlic mnohem větší než jiné druhy motocyklů.

6 TEORETICKÝ ROZBOR MĚŘENÉ PROBLEMATIKY

Měření příčného přemístění probíhalo v několika disciplínách. Cílem bylo provést vybrané jízdni zkoušky, viz níže. Pro všechny disciplíny měření příčného přemístění byl namalován rastr křídou na asfaltovou plochu po 0,5 metrech. Ten byl vyměřen pomocí kolového délkoměru (obr. č. 6.1) a metru. Pro snímání rastru na asfaltové ploše sloužily dvě kamery. Jedna kamera jako statická, kterou vždy obsluhoval pomocník a druhá kamera dynamická, která byla na jednotlivých motocyklech připevněna pomocí přísavky na předním blatníku motocyklu. Obě kamery byly GoPro Hero 4 (obr. č. 6.2). K zaznamenávání a vyhodnocování dat příčného zrychlení a brzděného zpomalení byl použit přístroj VBOX Sport od firmy Racelogic (obr. č. 6.3). Ten byl připevněn k nádrži, nebo na sedadlo spolujezdce.



Obr. č. 6.1 – Kolový délkoměr [autor]



Obr. č. 6.2 – Kamera GoPro Hero 4 [22]



Obr. č. 6.3 – Měřicí přístroj VBOX motorsport [23]

6.1 OBJÍZDĚNÍ PEVNÉ PŘEKÁŽKY

První disciplínou bylo objíždění pevné překážky, kterou byl dodávkový automobil Mercedes Vito. Měření probíhalo na rovném asfaltovém úseku, na němž byl pomocí křídly nakreslen rastr po 0,5 metrech. Jezdec má dostatečnou rozjezdovou vzdálenost, aby mohl dosáhnout požadované rychlosti 50 km/hod, pro kterou je měřeno příčné přemístění. Jezdec v rychlosti přijíždí po vyznačené dráze za automobilem, který v konstantní rychlosti 50 km/hod předjíždí dvěma oblouky a dále pokračuje rovně v nové trase.

K zaznamenávání byl použit měřicí přístroj VBOX Performance, který byl připevněn k nádrži motocyklu, nebo na sedadlo spolujezdce. Dále pak k zaznamenávání byly použity dvě kamery, jedna statická, kterou obsluhoval pomocník a druhá dynamická, připevněna k přednímu blatníku motocyklu.

Vyhodnocení měření:

Příčné přemístění motocyklů se velmi liší od dvoustopých vozidel, ale i jízdních kol. Příčné přemístění u motocyklů se dá rozdělit na tři fáze. První fáze je časový okamžik mírného natočení řídicích pák na stranu opačnou směru přemístění. Doba této fáze se pohybuje v rozmezí $t = 0,7 - 1$ s. Další fází je samostatný manévr a třetí fází je časový okamžik od doby, kdy přední kolo je už příčně přemístěno, po okamžik srovnání motocyklu do příčného směru, přičemž doba této fáze se pohybuje v rozmezí $t = 0,9 - 1,2$ s. [25]

Pro příčné přemístění motocyklů dvěma oblouky a výpočet druhé fáze, tj. samotného vyhýbacího manévru byl stanoven samostatný vztah (6.2), který je popsán níže. Vyhýbací manévr motocyklu se skládá ze tří fází:

$$t = t_1 + t_2 + t_3, \quad t_1 = 0,7 - 1,0 \text{ s}, \quad t_3 = 0,9 - 1,2 \text{ s}, \quad (6.1)$$

$$t_2 = 2 * \sqrt{\frac{y}{4*a}} \quad (6.2)$$

y – příčné přemístění [m]

a_y – příčné zrychlení [m/s^2] [25]

6.2 PRŮJEZD SLALOMEM

Druhou disciplínou bylo projíždění slalomem, kde se měří čas potřebný k projetí čtyřech oblouků a návratem do původní trasy. Měření probíhá na rovném asfaltovém úseku, na němž je pomocí křídly nakreslen rastr po 1 metru. Jezdec má dostatečnou rozjezdovou vzdálenost, aby mohl dosáhnout požadované rychlosti 50 km/hod, pro kterou je měřeno příčné přemístění. Jezdec v rychlosti přijíždí po vyznačené dráze a v dané rychlosti projíždí slalom, kde se měří celkový čas mezi jednotlivými fázemi příčného přemístění. Jezdec se s motocyklem vrací do původní dráhy.

K zaznamenávání byl použit měřicí přístroj VBOX Performance, který byl připevněn k nádrži motocyklu, nebo na sedadlo spolujezdce. Dále pak k zaznamenávání byly použity dvě kamery, jedna statická, kterou obsluhoval pomocník a druhá dynamická, připevněna k přednímu blatníku motocyklu.

6.3 VÝJEZD Z KŘÍŽOVATKY

Třetí disciplínou byl výjezd z křižovatky doleva a následně i doprava. Obě měření byla prováděna rozjezdem z místa, přičemž všichni jezdci měli vyznačenou danou dráhu, které se měli co nejlépe držet. Cílem tohoto měření bylo změřit čas od rozjezdu po zařazení do přímého směru.

K zaznamenávání byl použit měřicí přístroj VBOX Sport Performance meter, který byl připevněn k nádrži motocyklu, nebo na sedadlo spolujezdce. Dále pak k zaznamenávání byly použity dvě kamery, jedna statická, kterou obsluhoval pomocník a druhá dynamická, připevněna k přednímu blatníku motocyklu.

6.4 VYBRANÉ DISCIPLÍNY BRZDĚNÍ

Čtvrtou disciplínou bylo měření brzdného zpomalení. U první části motorek dne 29. 9. 2016 bylo měřeno brzdné zpomalení s použitím obou brzd motocyklu, u druhé části motorek dne 1. 10. 2016 byly brzdy motocyklu měřeny každá zvlášť a nakonec dohromady. Nejdříve se měřilo brzdné zpomalení pouze s brzdou přední, následně se měřilo brzdné zpomalení pouze s brzdou zadní a nakonec byly použity obě brzdy najednou. Měření probíhalo na rovném

asfaltovém úseku, kde se jezdec vždy s daným motocyklem rozjel na rychlost 50 km/hod a z této pak maximálním možným účinkem zabrzdil až do zastavení.

K zaznamenávání byl použit měřicí přístroj VBOX Sport Performance meter, který byl připevněn k nádrži motocyklu, nebo na sedadlo spolujezdce. Dále pak k zaznamenávání byly použity dvě kamery, jedna statická, kterou obsluhoval pomocník a druhá dynamická, připevněna k přednímu blatníku motocyklu.

7 EXPERIMENTY BRZDNÝCH ZKOUŠEK A PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ

7.1 ROZBOR MĚŘENÝCH MOTOCYKLŮ A JEZDCŮ

Měření probíhalo ve dvou dnech, kdy v prvním dnu 29. 9. 2016 se měřilo 6 motocyklů různých značek nedaleko České Třebové a druhé měření probíhalo dne 1. 10. 2016 mezi Kobylicemi a Králíky u Nového Bydžova na opuštěném letišti.

První den měření 29. 9. 2016

Motocykl 1:

Výrobce a typ motocyklu: Suzuki Intruder 800

Druh motocyklu: Chopper

Hmotnost: 215 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová, zadní bubnová

Typ rámu: dvojitý kolébkový

Pneumatiky: přední 80/90 R21, zadní 140/90 R15



Obr. č. 7.1 – Suzuki Intruder 800 [autor]

Jezdec:

Jméno: Zdeněk

Výška: 170 cm

Hmotnost: 68 kg

Věk: 58 let

Motocykl 2:

Výrobce a typ motocyklu: Honda CBR 500F

Druh motocyklu: Silniční

Hmotnost: 190 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (dvoupístková), zadní kotoučová

Typ rámu: trubkový

Pneumatiky: přední 120/70 ZR17 , zadní 160/60 ZR17



Obr. č. 7.2 – Honda CBR 500F [autor]

Jezdec:

Jméno: David

Výška: 187 cm

Hmotnost: 100 kg

Věk: 25 let

Motocykl 3:

Výrobce a typ motocyklu: Honda ČZ 180

Druh motocyklu: Silniční

Hmotnost: 128 kg

Brzdy: přední jednokotoučové (jednopístkové), zadní bubnová

Typ rámu: trubkový

Pneumatiky: přední 2,75/18 , zadní 3,25/18



Obr. č. 7.3 - Honda ČZ 180 [autor]

Jezdec:

Jméno: David

Výška: 187 cm

Hmotnost: 100 kg

Věk: 25 let

Motocykl 4:

Výrobce a typ motocyklu: Honda CBF 250

Druh motocyklu: Silniční / malý motocykl

Hmotnost: 190 kg

Brzdy: přední jednokotoučová (dvoupístková), zadní kotoučová

Typ rámu: trubkový

Pneumatiky: přední 100/80 R17 , zadní 130/70 R17



Obr. č. 7.4 – Honda CBF 250 [autor]

Jezdec:

Jméno: David

Výška: 187 cm

Hmotnost: 100 kg

Věk: 25 let

Motocykl 5:

Výrobce a typ motocyklu: Yamaha Fazer 1000

Druh motocyklu: Silniční

Hmotnost: 220 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (čtyřpístková), zadní kotoučová

Typ rámu: dvojité kolébkový

Pneumatiky: přední 120/70 ZR17 , zadní 180/55 ZR17



Obr. č. 7.5 – Yamaha Fazer 1000 [autor]

Jezdec:

Jméno: Martin

Výška: 185 cm

Hmotnost: 105 kg

Věk: 42 let

Motocykl 6:

Výrobce a typ motocyklu: Yamaha XJR 1300

Druh motocyklu: Naked

Hmotnost: 224 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (čtyřpístková), zadní kotoučová

Typ rámu: dvojité kolébkový

Pneumatiky: přední 120/70 ZR17 , zadní 180/55 ZR17



Obr. č. 7.6 – Yamaha XJR 1300 [autor]

Jezdec:

Jméno: Jan

Výška: 175 cm

Hmotnost: 110 kg

Věk: 29 let

Druhý den měření 1. 10. 2016

Motocykl 7:

Výrobce a typ motocyklu: Honda VTX 1800

Druh motocyklu: Cruiser

Hmotnost: 320 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (třípístková), zadní kotoučová

Typ rámu: trubkový

Pneumatiky: přední 130/70 R18 , zadní 180/70 R16



Obr. č. 7.7 – Honda VTX 1800 [autor]

Jezdec:

Jméno: Lukáš

Výška: 190 cm

Hmotnost: 120 kg

Věk: 31 let

Motocykl 8:

Výrobce a typ motocyklu: Suzuki Bandit 600

Druh motocyklu: Naked

Hmotnost: 196 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (dvoupístková), zadní kotoučová

Typ rámu: dvojitý kolébkový

Pneumatiky: přední 110/70 R17 , zadní 150/70 R17



Obr. č. 7.8 – Suzuki Bandit 600 [autor]

Jezdec:

Jméno: Radek

Výška: 180 cm

Hmotnost: 90 kg

Věk: 32 let

Motocykl 9:

Výrobce a typ motocyklu: Yamaha FZ1-N 1000

Druh motocyklu: Naked

Hmotnost: 199kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (čtyřpístková), zadní kotoučová

Typ rámu: páteřový

Pneumatiky: přední 120/70 ZR17 , zadní 190/50 ZR17



Obr. č. 7.9 – Yamaha FZ1-N 1000 [autor]

Jezdec:

Jméno: Martin 2

Výška: 186 cm

Hmotnost: 85 kg

Věk: 32 let

Motocykl 10:

Výrobce a typ motocyklu: Honda CB 900F Hornet

Druh motocyklu: Naked

Hmotnost: 194 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (čtyřpístková), zadní kotoučová

Typ rámu: páteřový

Pneumatiky: přední 120/70 R17, zadní 180/55 R17



Obr. č. 7.10 – Honda CB 900F Hornet [autor]

Jezdec:

Jméno: Martin 3

Výška: 180 cm

Hmotnost: 120 kg

Věk: 33 let

Motocykl 11:

Výrobce a typ motocyklu: Kawasaki Z 1000

Druh motocyklu: Naked

Hmotnost: 198 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (čtyřpístková), zadní kotoučová

Typ rámu: trubkový páteřový

Pneumatiky: přední 120/70 ZR17 , zadní 190/50 ZR17



Obr. č. 7.11 – Kawasaki Z 1000 [autor]

Jezdec:

Jméno: Lukáš

Výška: 190 cm

Hmotnost: 120 kg

Věk: 31 let

Motocykl 12:

Výrobce a typ motocyklu: Kawasaki Versys 650

Druh motocyklu: Enduro

Hmotnost: 181 kg

Brzdy: přední dvoukotoučová (dvoupístková), zadní kotoučová

Typ rámu: trubkový

Pneumatiky: přední 120/70 R17 , zadní 160/60 R17



Obr. č. 7.12 – Kawasaki Versys 650 [autor]

Jezdec:

Jméno: Lukáš

Výška: 190 cm

Hmotnost: 120 kg

Věk: 31 let

7.2 VÝBĚR MÍSTA MĚŘENÍ

Pro měření bylo potřeba vybrat asfaltových zpevněných ploch, které splňují požadavky minimálního provozu a dostatečných rozměrů pro vybrané disciplíny příčného přemístění a brzděného zpomalení. Pro tyto požadavky byly vybrány místa popsané níže.

Měření probíhalo ve dvou dnech, kdy v prvním dnu 29. 9. 2016 se měřilo 6 motocyklů různých značek nedaleko České Třebové a druhé měření probíhalo dne 1. 10. 2016 mezi Kobylicemi a Králíky u Nového Bydžova na opuštěném letišti.

První den probíhalo měření u zásobovacího skladu ČD u České Třebové na zpevněné asfaltové ploše, která částečně slouží jako parkoviště pro zaměstnance zásobovacího skladu. Nicméně plocha má dostatečné rozměry, aby měření nemohlo omezit, nebo ohrozit bezpečnost provozu.

Pro měření byly ideální klimatické podmínky, sucho a teplota přibližně 25°C. Hrubost asfaltového povrchu viz. Obr. č. 7.13.



Obr. č. 7.13 – Asfaltový povrch na zpevněné ploše u České Třebové [autor]



Obr. č. 7.14 – Asfaltová plocha u zásobovacího skladu ČD u Č. Třebové [21]



Obr. č. 7.15 – Pohled na měřicí dráhu 1. dne 29. 9. 2016 [autor]

Druhý den probíhalo měření na nevyužitém letišti mezi obcemi Kobylice a Králíky u Nového Bydžova. Tato plocha slouží ke spojení mezi zmíněnými obcemi, nicméně je zde průjezd zakázán, proto zde byl minimální provoz a téměř ideální podmínky pro měření. Při měření druhý den, byly ideální klimatické podmínky, sucho a teplota přibližně 24°C. Hrubost asfaltového povrchu viz. Obr. č. 7.16.



Obr. č. 7.16 – Asfaltový povrch na zpevněné ploše mezi obcemi Kobylice a Králíky [autor]



Obr. č. 7.17 – Opuštěné letiště mezi obcemi Kobylice a Králíky [21]



Obr. č. 7.18 – Pohled na měřicí dráhu 2. dne 1. 10. 2016 [autor]

7.3 PŘÍČNÉ PŘEMÍSTĚNÍ

Měření příčného přemístění probíhalo čtyřmi disciplínami, kterých se účastnili všichni jezdci ve dvou dnech. Měření probíhalo stejné dny jako měření brzdného zpomalení a to dne 29. 9. 2016 kdy se měřilo prvních 6 motocyklů a dne 1. 10. 2016 kdy se měřilo dalších 6 motocyklů. Měření probíhalo oba dva dny stejně.

První disciplínou bylo objetí pevné překážky dvěma oblouky a to tak, že jezdec se rozjel na přibližně požadovanou rychlost 50 km/hod a ve vyznačené dráze objel pevnou překážku dvěma oblouky a pokračoval dál v nové trase.



Obr. č. 7.19 – Jezdec Martin 2 provádí objetí pevné překážky [autor]

Druhou disciplínou příčného přemístění byl průjezd slalomem, který probíhal podobně jako objíždění pevné překážky. Jezdec se s motocyklem rozjel na přibližně požadovanou rychlost 50 km/h a po vyznačené trase mezi kuželi provedl průjezd slalomem. Manévr spočíval ve vyhnutí se překážce čtyřmi oblouky a pokračování ve stejné trase.



Obr. č. 7.20 – Jezdec Martin provádí průjezd slalomem [autor]

Třetí a čtvrtou disciplínou byl výjezd z křižovatky doprava a doleva. Obě měření byla prováděna rozjezdem z místa, přičemž všichni jezdci měli vyznačenou dráhu, které se měli co nejlépe držet. Cílem tohoto měření je změřit čas výjezdu z křižovatky a měření příčného přemístění.



Obr. č. 7.21 – Jezdec David provádí výjezd z křižovatky vpravo [autor]



Obr. č. 7.22 – Jezdec David provádí výjezd z křižovatky vlevo [autor]

7.4 BRZDNÉ ZPOMALENÍ

Brzdné zpomalení probíhalo měřením ve více dnech. Dne 29. 9. 2016 probíhalo měření prvních šesti motocyklů, u kterých bylo měřeno brzdné zpomalení oběma brzdami najednou. S každým motocyklem byly provedeny dvě měření z důvodů výběru lepších z hodnot. Měření probíhalo tak, že jezdec se s motocyklem rozjel na rychlost přibližně 50 km/h s rozmezím plus, mínus 5 km/h. Po dosažení rychlosti začal jezdec intenzivně brzdit až do úplného zastavení.



Obr. č. 7.23 – Jezdec David provádí brzdění oběma brzdami na motocyklu Honda CBF 250 (vlevo) [autor]

Obr. č. 7.24 – Jezdec Lukáš provádí brzdění přední brzdou na motocyklu Kawasaki Versys (vpravo) [autor]



Obr. č. 7.25 – Jezdec Martin 2 provádí brzdění zadní brzdou na motocyklu Yamaha FZ1 – N (vlevo) [autor]

Obr. č. 7.26 – Jezdec Lukáš provádí brzdění přední brzdou na motocyklu Kawasaki Z 1000 (vpravo) [autor]

Druhý den měření 1. 10. 2016 bylo k dispozici šest motocyklů, u kterých byly stejným způsobem, jako první den, měřeny brzdné zpomalení. U těchto šesti motocyklů byly zkoušeny nejdříve přední brzdy, poté zadní brzdy a nakonec obě brzdy najednou. U všech měření byly provedeny dva pokusy. Měření probíhalo rozjezdem na přibližně 50 km/h a po dosažení této rychlosti, jezdci začali intenzivně brzdit.

8 VYHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH HODNOT

8.1 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ

8.1.1 Objíždění pevné překážky

Tímto měřením bylo zjišťováno příčné zrychlení u jednotlivých motocyklů a průběh času od začátku manévru po srovnání do přímého směru.

Hodnoty z přístroje VBOX Sport Performance Meter byly načteny v programu Driftbox ve kterém byly upraveny a dále exportovány do softwaru Microsoft Excel. Videozáznamy z kamer byly pomocí programu VirtualDub rozděleny do jednotlivých snímkových sekvencí, z důvodu přesného zpracování jednotlivých časových úseků. Pro následné výpočty vzorce z německé literatury, bylo y (příčné přemístění) odečteno z rastru nakresleného křídou na asfaltové ploše. Hodnota y se pohybuje s rozmezí 2,8 – 3,2 m. Hodnota podélné vzdálenosti je přibližně 15 metrů.



Obr. č. 8.1 – Schéma příčného přemístění – objíždění pevné překážky

Čas druhé fáze příčného přemístění byl vypočítán pomocí vzorce z německé literatury $t_2 = 2 * \sqrt{\frac{y}{4*a}}$ (8.1). Zároveň časy jednotlivých fází byly zpracovány ze snímků videa porovnány s časem druhé fáze vypočítané pomocí německé literatury. Pro výpočet bylo nutné znát příčné zrychlení, které bylo porovnáno jak z dat měřenými pomocí přístroje VBOX Sport

Performance Meter, tak vyjádřením ze vzorce z německé literatury $a_y = \frac{y}{t_2^2}$ (8.2). Druhá fáze a příčné zrychlení vypočítané a odečtené z dat VBOX Sport Performance Meter se takřka neliší.



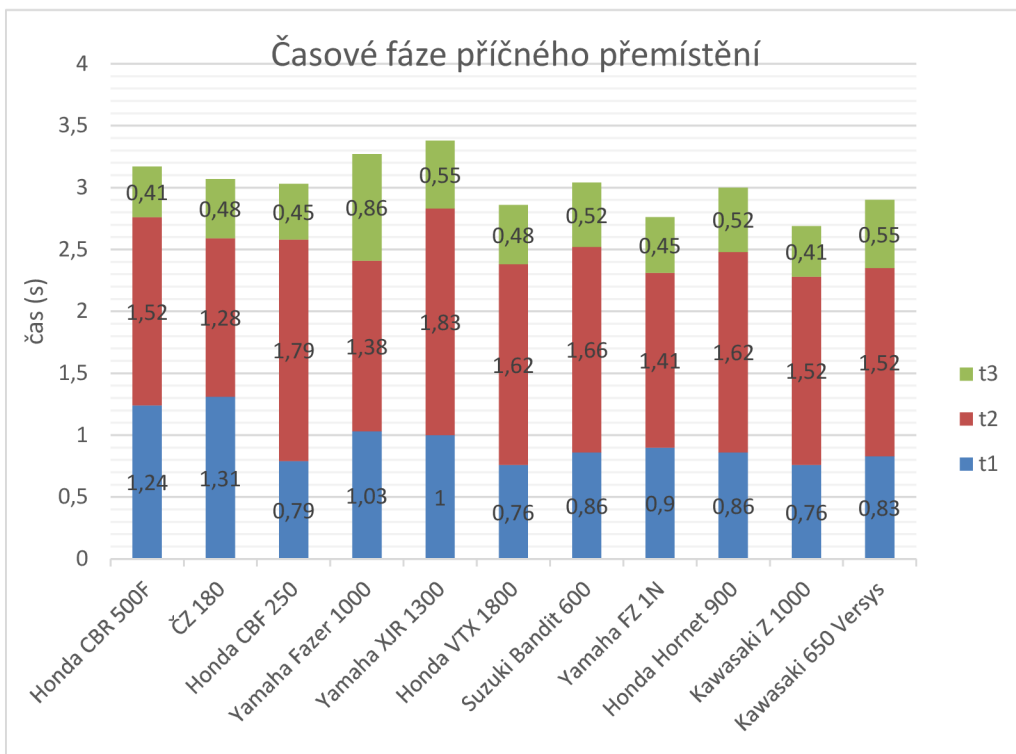
Obr. č. 8.2 - Začátek manévru příčného přemístění t_1 (vlevo) [autor]

Obr. č. 8.3 - Příčné přemístění, rozhraní mezi fázemi t_1 a t_2 (vpravo) [autor]

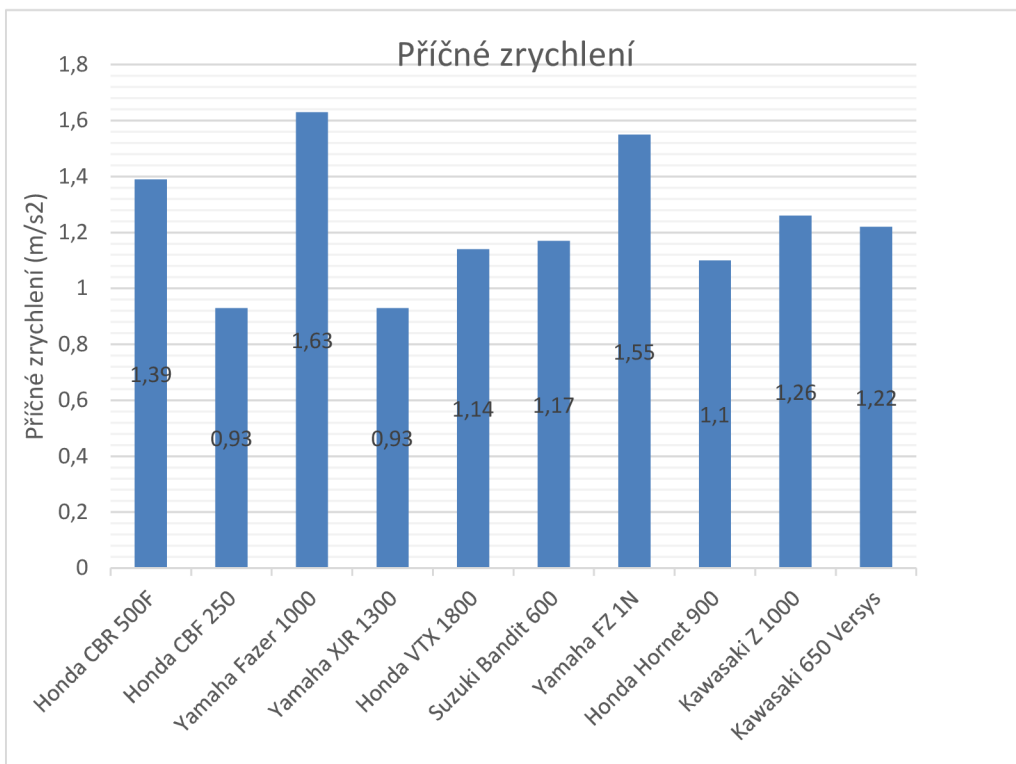


Obr. č. 8.4 - Příčné přemístění, rozhraní mezi fázemi t_2 a t_3 [autor]

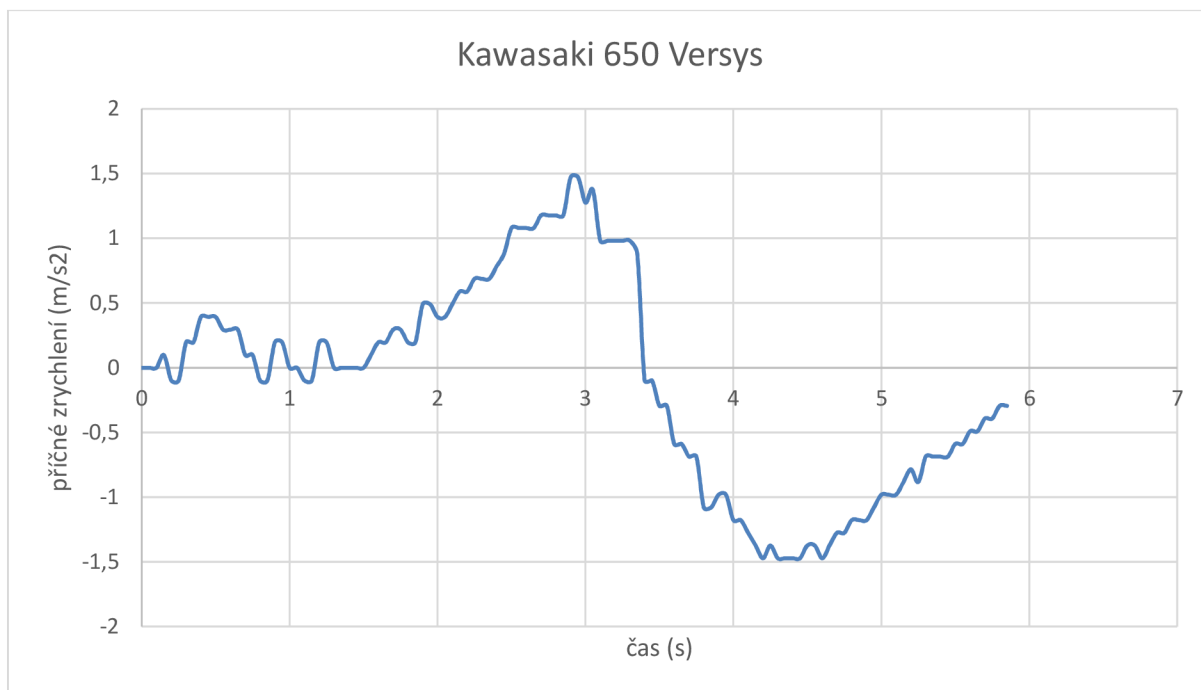
V následujícím grafu č 8.1 je porovnání všech měřených motocyklů a hodnoty jednotlivých fází příčného přemístění dvěma oblouky. V grafu 8.2 je srovnání jednotlivých příčných zrychlení pro daný motocykl a jako ukázkový graf příčného zrychlení je znázorněn graf 8.3 příčné zrychlení v závislosti na čase. Ostatní grafy příčného zrychlení jednotlivých motocyklů jsou v příloze A. Z grafů je patrné, že hodnoty se liší minimálně, a to je způsobeno konstrukcí motocyklu a zároveň zkušenostmi jezdců.



Graf. č. 8.1 – Hodnoty jednotlivých časových fází příčného přemístění pro daný motocykl



Graf. č. 8.2 – Hodnoty příčného zrychlení pro daný motocykl vypočítané vyjádřením ze vztahu (8.2)

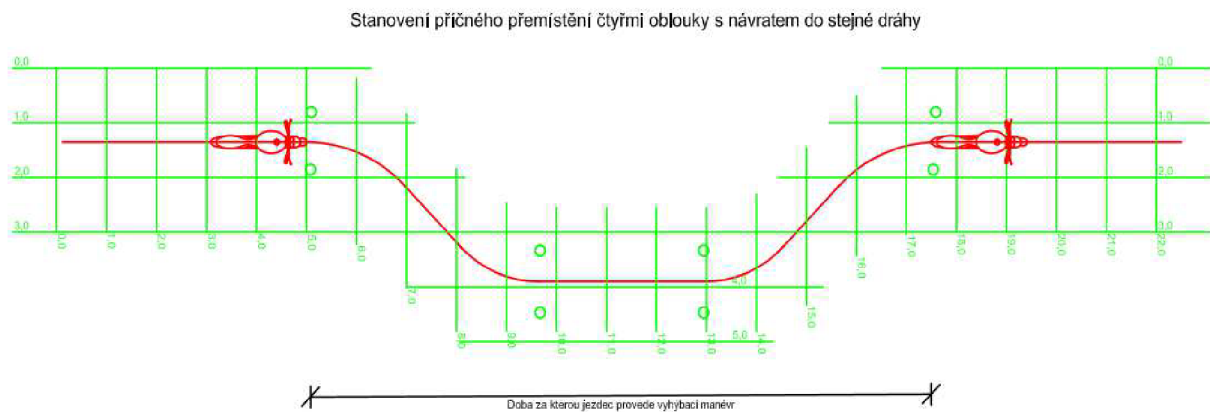


Graf. č. 8.3 – Graf příčného zrychlení v závislosti na čase

Pro větší názornost průběhu příčného zrychlení slouží ukázkový graf č 8.3. Tento graf je vyčten z dat měřicího přístroje VBOX Sport Performance Meter a můžeme ho porovnat s hodnotou v grafu č. 8.2 která je vypočítána vyjádřením ze vzorce z německé literatury viz kapitola 6.1. Po odmyšlení vrcholových nepřesností měřeného příčného zrychlení je vidět, že příčné zrychlení odpovídá hodnotám vypočítaným z dat odečtených z videa. Grafy příčného zrychlení ostatních motocyklů jsou v příloze A.

8.1.2 Průjezd slalomem

Toto měření se zajímá o objetí překážky s návratem do původní trasy a proto v tomto měření je výsledkem celkový čas potřebný k celému manévru od prvního natočení řídicích kontra až po vrácení se do původního směru a srovnání motocyklu do přímého směru. Celkový čas je závislý na dosažené rychlosti motocyklů.



Obr. č. 8.5 – Schéma příčného přemístění – průjezd slalomem

Videa byla rozdělena na sekvence jednotlivými snímky, se kterými se dále vyhodnocoval celkový čas na průjezd manévru příčného přemístění. Kamera točila rychlosti 29 snímků/1 sekundu, čímž i video bylo rozděleno do 29 snímků za každou sekundu videa. Pro ukázkou byl vybrán motocykl Kawasaki 650 Versys. Začátek manévru je na snímku 59 (*Obr. č. 8.6 - Začátek manévru příčného přemístění*), poloviny vyhybacího manévru motocykl dosáhl na snímku 109 (*Obr. č. 8.7 - polovina manévru příčného přemístění*) a jako konec byl vybrán snímek 155 (*obr. č. 8.8 - konec manévru příčného přemístění*). Vzdálenost příčného přemístění je přibližně 3 metry a podélná vzdálenost ke zvládnutí manévru je okolo 25 metrů.



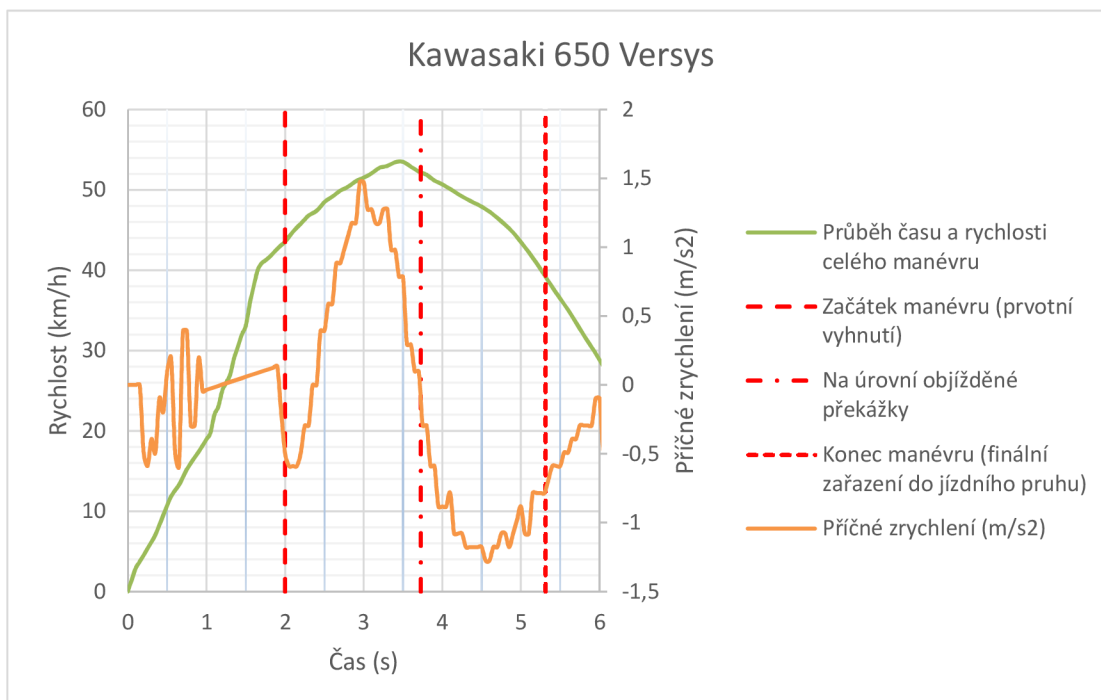
Obr. č. 8.6 - Začátek manévru příčného přemístění (vlevo) [autor]

Obr. č. 8.7 - Polovina manévru příčného přemístění (vpravo) [autor]



obr. č. 8.8 - Konec manévru příčného přemístění [autor]

Jako ukázkový graf pro toto měření je graf č. 8.4, kde je znázorněna křivka závislosti času na rychlosti. Dále jsou v grafu znázorněny svislé pomocné čáry pro upřesnění začátku, poloviny a konce vyhýbacího manévru. Ty jsou odečteny ze snímkových sekvencí videa. A pro lepší znázornění a kontrolu je v grafu znázorněna křivka příčného přemístění odečtena z přístroje VBOX Sport Performance Meter. Ostatní grafy motocyklů jsou znázorněny v příloze B. U některých grafů je průběh opačný, což je způsobeno otočením měřicího přístroje Vbox při prováděném měření a tedy jinou orientací os.



Graf. č. 8.4 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Kawasaki 650 Versys

Výsledné časy manévrů pro jednotlivé motocykly jsou srovnány v tabulce č. 8.1.2. Dále jsou v tabulce uvedeny časy v místech, kde na grafu jsou vyznačeny svislé pomocné červené

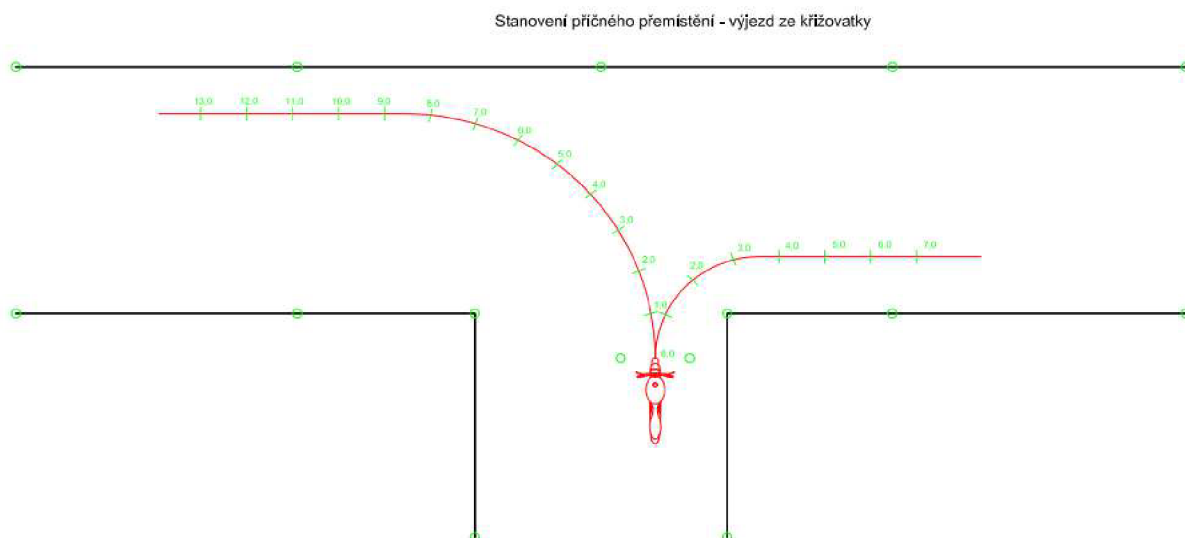
čáry, a to na začátku vyhýbacího manévru, uprostřed mezi dvou oblouky a na konci vyhýbacího manévru. Pro stejné body jsou v tabulce rozepsány rychlosti v km/h.

Tab. č. 8.1 – Tabulka hodnot příčného přemístění průjezdu slalomem

Motocykl	Celkový čas [s]	čas na začátek manévru [s]	čas mezi dvou-oblouky [s]	čas na konci manévru [s]	rychlost na začátek manévru [km/h]	rychlost mezi dvou-oblouky [km/h]	rychlost na konci manévru [km/h]
Honda CBR 500F	3,28	5	1,93	8,28	49	46,5	36,8
ČZ 180	2,72	7,34	9	9,95	40,2	47,8	44,5
Honda CBF 250	2,93	4,31	6,07	7,24	36,8	45,2	47,6
Yamaha Fazer 1000	2,86	2,31	3,9	5,17	37	52	45
Yamaha XJR 1300	3,44	4,14	5,83	7,59	43	37,1	31,5
Honda VTX 1800	3,72	4,62	6,62	8,34	44,5	45,3	32
Suzuki Bandit 600	3,13	3,52	5,24	6,66	52	43,7	32,7
Yamaha FZ 1N	3,1	1,76	3,45	4,86	34	52	44
Honda Hornet 900	3,62	1,86	3,79	5,48	33,8	41	43,1
Kawasaki Z 1000	2,93	1,52	3,34	4,45	37	48,7	46
Kawasaki 650 Versys	3,31	2	3,72	5,31	43,6	52,3	45,2

8.1.3 Výjezd z křižovatky

Toto měření se zabývá rychlostí výjezdu z křižovatky, respektive časem potřebným do zařazení se do přímého směru v případě výjezdu z kolmé křižovatky. Motocykl se rozjíždí z místa. Poloměry oblouků jsou: levý – 6 metrů a pravý – 3 metry.



Obr. č. 8.9 – Schéma příčného přemístění – výjezd z křižovatky vpravo, vlevo

Měření probíhalo tak, že každý jezdec se s motocyklem postavil tak, aby přední kolo bylo na nule, po té se plynule rozjížděl po vyznačené trase doprava. Tuto disciplínu pak projížděl znovu s výjezdem doleva. Na vyznačené trase byly vyznačené úseky, vždy po jednom metru. Jezdec se vždy s motocyklem srovnal do přímého směru.

Vyhodnocením je celkový čas, který je potřeba pro výjezd z křižovatky doprava a doleva. Toto je vyobrazeno ve dvou tabulkách, tab. č. 8.2 - průběh času při výjezdu z křižovatky doprava, a tab. č. 8.3 - průběh času při výjezdu z křižovatky doleva. Pro lepší představu jsou v tabulkách rozepsány časy po každém ujetém metru dráze a potom celkový čas potřebný k výjezdu z křižovatky a zařazení se do přímého směru.

Tab. č. 8.2 - Průběh času při výjezdu z křižovatky doprava

Druh motocyklu	ČAS [s]										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA
Suzuki Intruder 800	0,63	0,38	0,32	0,30	0,30	0,25	0,30	0,22	0,18	0,15	3,03
Honda CBR 500F	0,97	0,38	0,34	0,24	0,21	0,21	0,21	0,21	0,17	0,17	3,10
ČZ 180	0,79	0,34	0,28	0,21	0,21	0,21	0,17	0,17	0,17	0,17	2,72
Honda CBF 250	0,86	0,34	0,24	0,24	0,21	0,21	0,21	0,17	0,17	0,17	2,83
Yamaha Fazer 1000	0,59	0,31	0,28	0,24	0,24	0,24	0,21	0,17	0,17	0,17	2,62
Yamaha XJR 1300	0,72	0,38	0,32	0,28	0,27	0,32	0,22	0,22	0,20	0,20	3,12
Honda VTX 1800	0,55	0,38	0,34	0,31	0,24	0,21	0,17	0,14	0,14	0,14	2,62
Suzuki Bandit 600	0,77	0,38	0,33	0,23	0,25	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18	2,92
Yamaha FZ 1N	0,62	0,31	0,28	0,21	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	2,24
Honda Hornet 900	0,45	0,32	0,28	0,22	0,22	0,20	0,18	0,15	0,15	0,15	2,32
Kawasaki Z 1000	0,77	0,37	0,25	0,23	0,23	0,20	0,18	0,15	0,15	0,13	2,67
Kawasaki 650 Versys	0,72	0,35	0,27	0,25	0,22	0,18	0,18	0,17	0,15	0,15	2,63



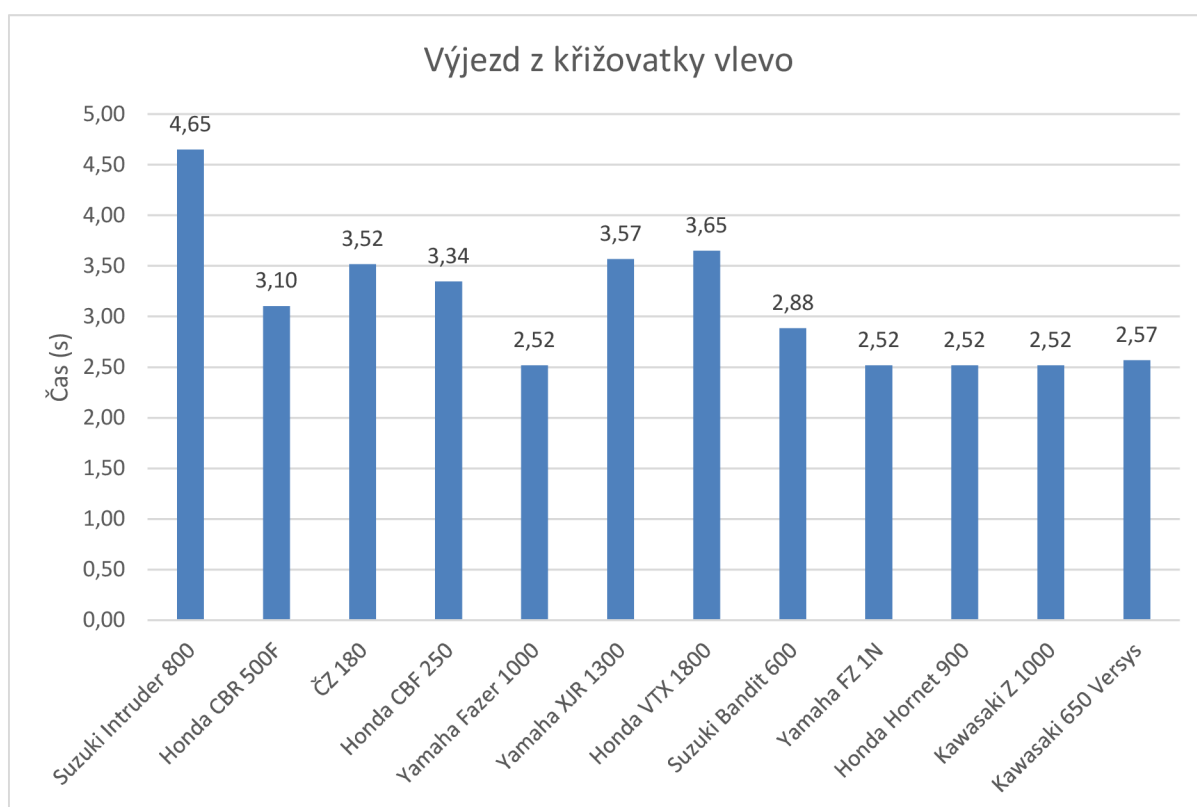
Graf. č. 8.5 – Čas potřebný k výjezdu z křižovatky vpravo, pro jednotlivé motocykly



Obr. č. 8.10 – Sekvence snímků po jednom metru při výjezdu z křižovatky vpravo u motocyklu Honda Hornet 900

Tab. č. 8.3 - Průběh času při výjezdu z křižovatky doleva

Druh motocyklu	ČAS [s]												SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Suzuki Intruder 800	1,12	0,53	0,38	0,38	0,40	0,35	0,42	0,22	0,20	0,22	0,22	0,22	4,65
Honda CBR 500F	0,59	0,34	0,24	0,24	0,28	0,24	0,21	0,21	0,21	0,17	0,21	0,17	3,10
ČZ 180	1,14	0,52	0,34	0,28	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14	0,10	3,52
Honda CBF 250	1,14	0,31	0,24	0,21	0,21	0,24	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	3,34
Yamaha Fazer 1000	0,55	0,28	0,24	0,21	0,21	0,21	0,17	0,14	0,10	0,14	0,14	0,14	2,52
Yamaha XJR 1300	0,83	0,43	0,33	0,27	0,25	0,23	0,22	0,23	0,22	0,18	0,18	0,18	3,57
Honda VTX 1800	0,88	0,43	0,32	0,28	0,28	0,23	0,20	0,25	0,18	0,20	0,20	0,18	3,65
Suzuki Bandit 600	0,72	0,30	0,30	0,23	0,18	0,20	0,18	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	2,88
Yamaha FZ 1N	0,62	0,31	0,28	0,24	0,21	0,17	0,14	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	2,52
Honda Hornet 900	0,55	0,33	0,23	0,22	0,18	0,17	0,17	0,15	0,13	0,13	0,12	0,13	2,52
Kawasaki Z 1000	0,62	0,30	0,25	0,22	0,18	0,17	0,15	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	2,52
Kawasaki 650 Versys	0,63	0,30	0,25	0,20	0,17	0,17	0,15	0,13	0,15	0,15	0,12	0,15	2,57



Graf. č. 8.6 – Čas potřebný k výjezdu z křižovatky vlevo, pro jednotlivé motocykly



Obr. č. 8.11 – Sekvence snímků po jednom metru při výjezdu z křižovatky vlevo u motocyklu Kawasaki Z 1000

8.2 SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ BRZDNÉHO ZPOMALENÍ

Hodnoty z přístroje VBOX motorsport byly načteny v softwaru Driftbox ze kterého byly exportovány do softwaru Excel, ve kterém byly dále zpracovávány. Z hodnot podélného zpomalení bylo vypočítáno střední plné brzdné zpomalení MFDD pomocí vzorce:

$$\text{MFDD} = \frac{v_B^2 - v_A^2}{25,92 (S_B - S_A)} \quad (8.1)$$

kde:

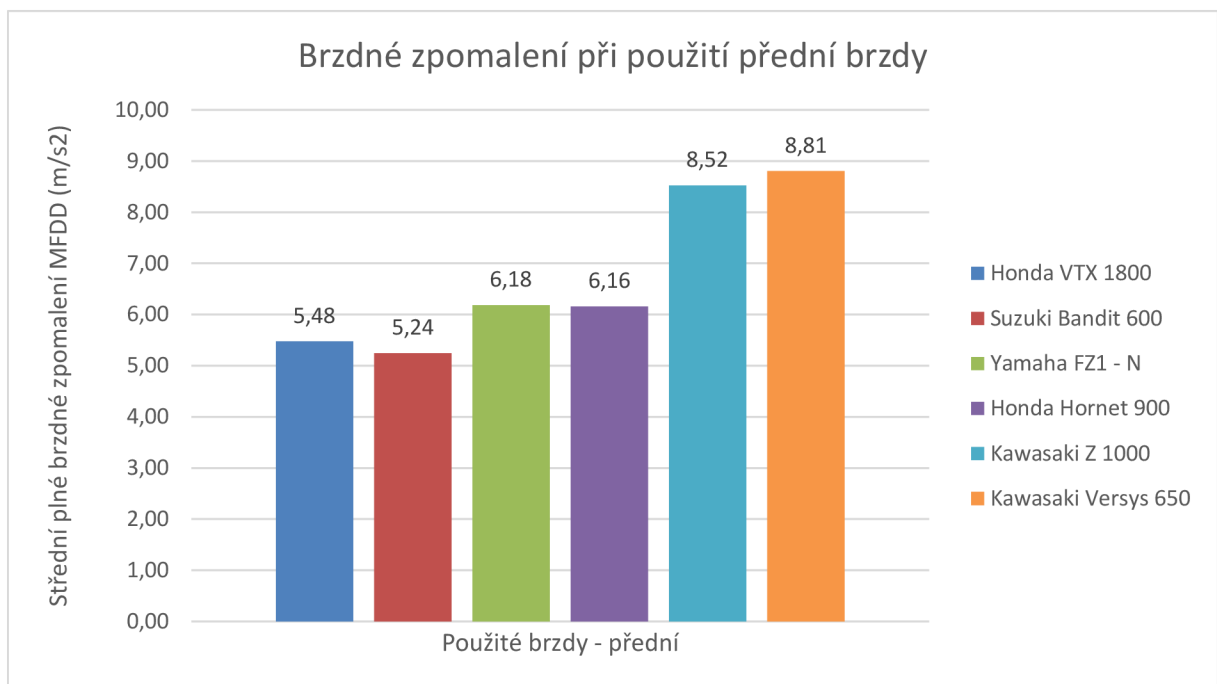
$$v_B = 0,8 v$$

$$v_A = 0,1 v$$

$S_B - S_A$ je vzdálenost projetá při brzdění z rychlosti v_B o rychlosti v_A

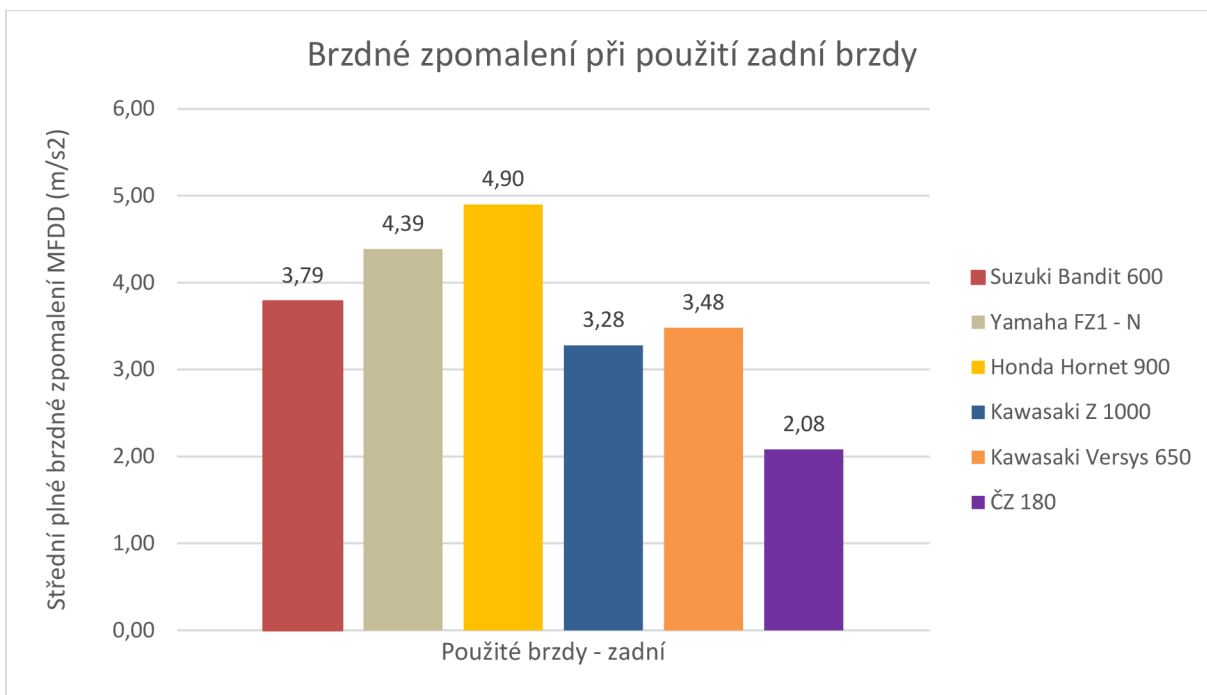
[24]

Následující graf č. 8.5 znázorňuje dosažené hodnoty středního plného brzdného zpomalení MFDD za použití přední brzdy. První čtyři motocykly se od sebe příliš neliší a hodnoty dosaženého středního plného zpomalení se pohybují kolem 6 m/s². Další dva motocykly značky Kawasaki Z 1000 a Kawasaki Versys 650 s hodnotou kolem 8,5 m/s². Hodnoty se liší také z důvodu rozdílné účinnosti brzd, provedením brzd a celkovou hmotností motocyklu. V grafu č. 8.5 jsou měřeny motocykly z druhého dne měření 1. 10. 2016.



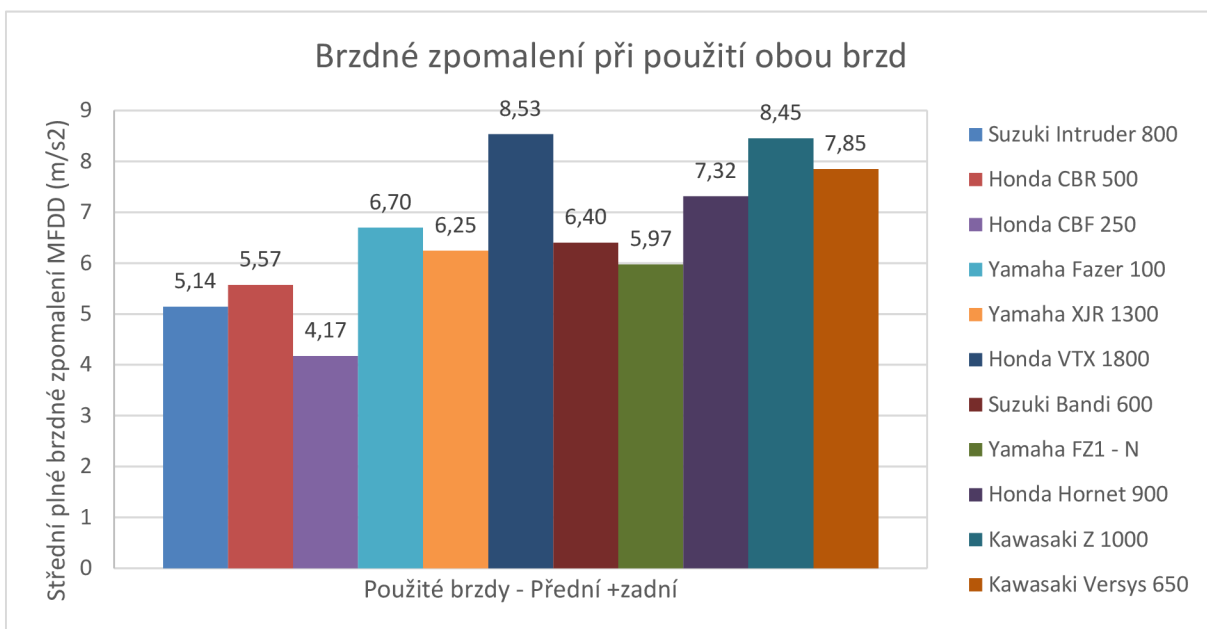
Graf. č. 8.7 – Hodnoty středního plného brzdného zpomalení MFDD za použití přední brzdy

Následující graf č. 8.6 znázorňuje dosažené hodnoty středního plného brzdného zpomalení MFDD za použití pouze zadní brzdy. Motocykl ČZ 180 s bubnovou zadní brzdou má velice malou hodnotu středního plného brzdného zpomalení. Hodnoty se liší také z důvodu rozdílné účinnosti brzd, provedením brzd a celkovou hmotností motocyklu.



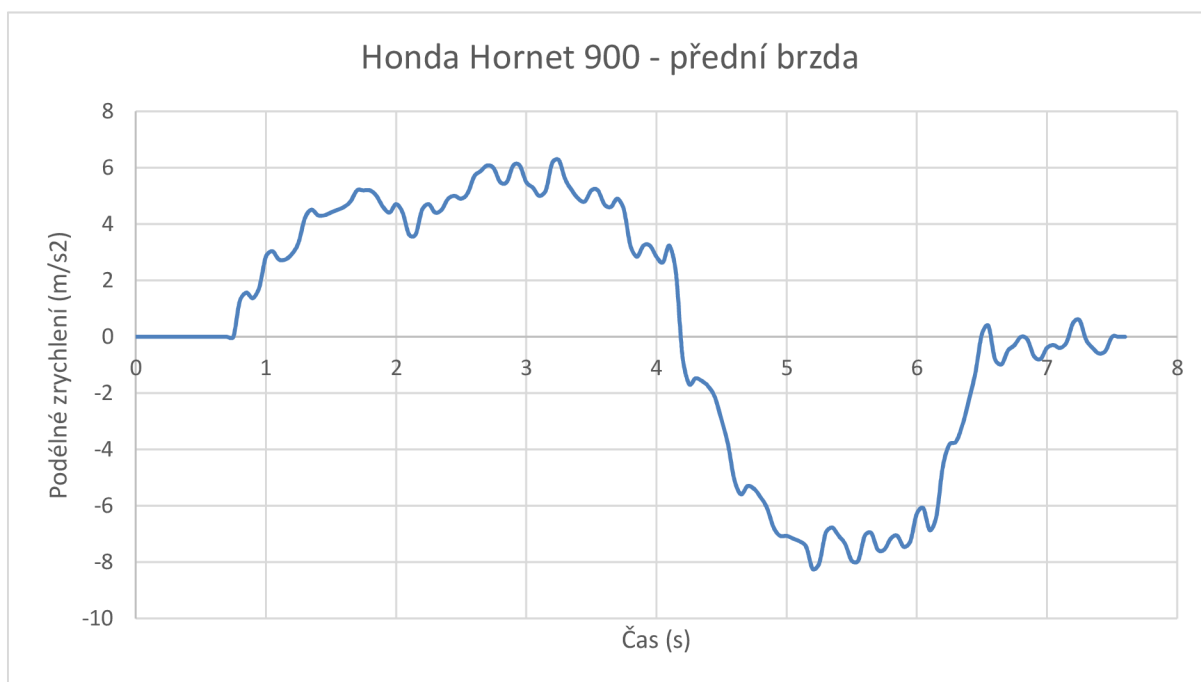
Graf. č. 8.8 – Hodnoty středního plného brzdného zpomalení MFDD za použití zadní brzdy

Graf č. 8.7 znázorňuje dosažené hodnoty středního plného brzdného zpomalení MFDD za použití obou brzd. Největší naměřenou hodnotu 8,53 m/s² má motocykl Honda VTX 1800 s CBS (centrálním brzdovým systémem). Hodnoty se liší z důvodu rozdílné účinnosti brzd, provedením brzd a celkovou hmotností motocyklu.

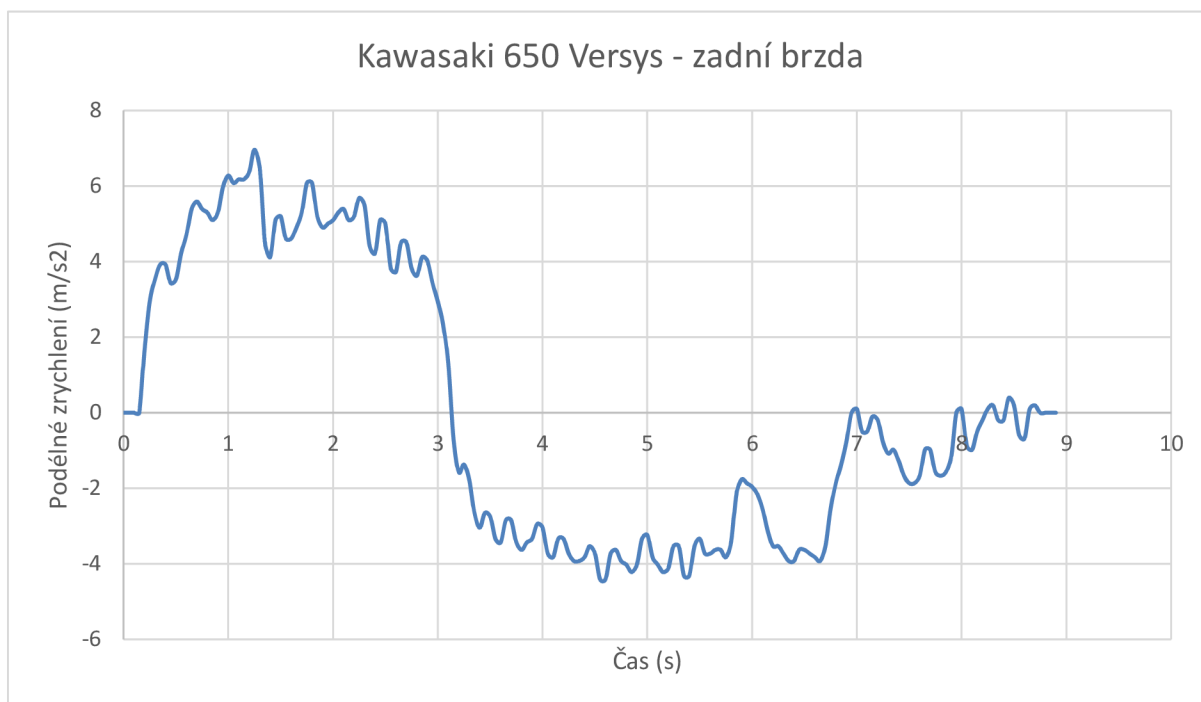


Graf. č. 8.9 – Hodnoty středního plného brzdného zpomalení MFDD za použití obou brzd

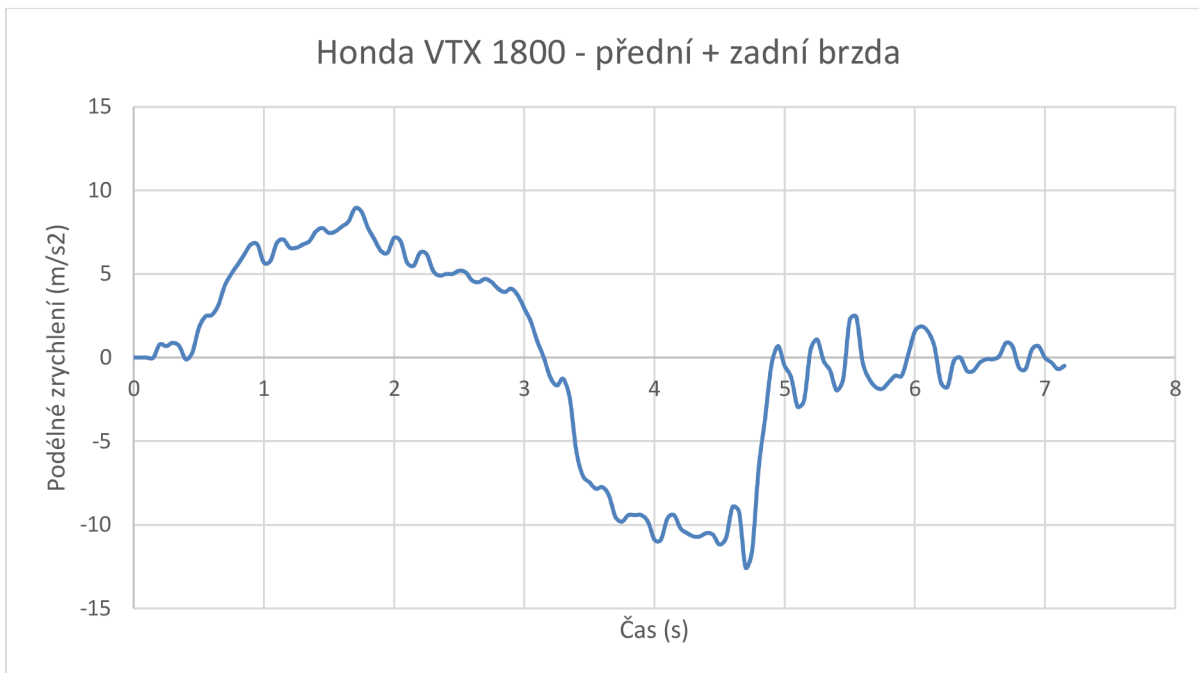
Pro větší názornost průběhu zrychlení a následného brzdného zpomalení slouží ukázkové grafy zástupců motocyklů pro jednotlivé brzdy (grafy č. 8.8, 8.9, 8.10). Grafy brzdného zpomalení ostatních motocyklů jsou v příloze C.



Graf. č. 8.10 – Podélné zrychlení u motocyklu Honda Hornet 900 za použití přední brzdy



Graf. č. 8.11 – Podélné zrychlení u motocyklu Kawasaki Versys 650 za použití zadní brzdy



Graf. č. 8.12 – Podélné zrychlení u motocyklu Honda VTX 1800 za použití obou brzd

9 ZÁVĚR

Úkolem této práce bylo provést měření příčného přemístění a dále brzdného zpomalení. Měřením příčného přemístění bylo potvrzena dosud platná publikovaná teorie, která uvádí dobu příčného přemístění v rozmezí 2,8 – 3,4 s. Hodnoty naměřené v této diplomové práci při provádění příčného přemístění – objíždění pevné překážky byly v rozmezí 2,7 – 3,4 s. Nicméně největší rozdíly mezi jednotlivými měřeními vychází v časových úsecích první a třetí fáze. Druhá fáze příčného přemístění má téměř shodné hodnoty s německou literaturou a můžu tak doporučit dosazovat hodnoty do vztahu: $t_2 = 2 * \sqrt{\frac{y}{4+a}}$, který je v [25] uváděn, jako vztah pro výpočet příčného přemístění motocyklů a je to vztah pro určení druhé fáze. Pro hodnotu příčného zrychlení můžeme tedy doporučit rozmezí 0,93 – 1,63 m/s². Toto naměřené rozmezí je způsobeno různými konstrukcemi motocyklů a rozdílnými zkušenostmi jezdců.

U měření příčného přemístění průjezdu slalomem byl naměřen celkový čas v rozmezí hodnot 2,72 – 3,72 s. Měření bylo vyhodnoceno pomocí videa a pro kontrolu slouží data načtená z přístroje VBOX Sport Performance Meter. Hodnoty se příliš neliší až na drobné odchylky způsobené nepřesností odečítání časových snímků ze sekvencí videa.

Jako součást měření příčného přemístění byl nad rámec změřen i čas potřebný pro výjezd z kolmé křižovatky doprava i doleva. Přičemž motocykl se vždy rozjížděl z předem určeného místa před hranicí křižovatky, kde musel zastavit. Hodnoty pro výjezd doprava jsou v rozmezí 2,24 – 3,12 s a pro výjezd doleva 2,52 – 3,65 s. Všechny hodnoty jsou měřeny při rozjezdu v klidu, jako v běžném provozu. Hodnoty jsou odčteny po jednotlivých metrech ze sekvencí videa.

Při měření brzdných zkoušek bylo dosaženo hodnot MFDD (střední plné brzdné zpomalení) při použití pouze přední brzdy 5,48 – 8,81 m/s², při použití pouze zadní brzdy 2,08 – 4,9 m/s² a při použití přední i zadní brzdy hodnot 4,17 – 8,53 m/s². Minimální hodnoty mohou být způsobeny horším technickým stavem brzd, nebo menšími zkušenostmi jezdců. Všechny tyto hodnoty jsou měřeny přístrojem VBOX Sport Performance Meter, který měří podélný zpomalení a přepočtem ze vzorce docházíme k hodnotám MFDD.

Veškerá rozmezí hodnot v diplomové práci jsou způsobena nesourodostí jednotlivých druhů motocyklů, jejich jinými technickými parametry a dále různými zkušenostmi jednotlivých řidičů. Pro měření diplomové práce byly vybrány různorodé druhy motocyklu, stejně tak řidiči různých zkušeností. Přesnost celého měření je závislá na vyhodnocování při

zpracování videa v programu, čímž odpadají chyby měření vlivem lidského faktoru. První den měření tj. dne 29. 9. 2016 bylo ovlivněno měření přístrojem Vbox nadměrným množstvím elektrického vedení a tedy zhoršeným příjmem, protože přístroj Vbox funguje na principu GPS.

Výstupem této práce je pak krom zpracovaných dat, také videa a naměřená data z přístroje Vbox, která jsou součástí na DVD. Z důvodů velikosti jsou na DVD pouze videa natáčená statickou kamerou.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Motocykl. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Motocykl>
- [2] *Gottlieb Daimler* [online]. 2012 [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/automotive/gottlieb-daimler>
- [3] *Slávia CCR* [online]. [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <http://www.ntm.cz/heslar/SlaviaCCR>
- [4] *Indian moto: Historie v letech 1901-1920* [online]. 2013 [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <http://www.indianmoto.cz/>
- [5] *Historie Jawa a ČZ* [online]. 2016 [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <http://www.motovisky.cz/historie-JAWA-a-CZ.html>
- [6] *Druhy motocyklů* [online]. [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://mamotorka.web.cz/druhymot.htm>
- [7] *Druhy motocyklů* [online]. 2012 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://motorky.7x.cz/rubriky/motorky/druhy-motocyklu>
- [8] *Skútry do 50 ccm: Kisbee 50RS* [online]. [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: http://www.peugeot-scooter.cz/modely_skutry-do-50ccm
- [9] *Motocykl AM* [online]. 2013 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: http://www.autoskolaprofihavirov.cz/?page_id=55
- [10] *Yamaha* [online]. 2016 [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://www.yamaha-pemm.cz/produkty/dve-kola/motocykly/motocykly-50-ccm/dt50r-enduro>
- [11] ROLLINGER, Mirek. *Technika motocyklu: Podvozek* [online]. 8. část. 2006 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-8.-cast-podvozek-3456.html>
- [12] VLK, František. *Teorie a konstrukce motocyklů*. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1601-7. Dostupné také z: <http://kramerius.mzk.cz/search/handle/uuid:0ae86d30-3c55-11e6-a5c5-005056827e51>

- [13] ROLLINGER, Mirek. Technika motocyklu - 3. část - brzdy. In: Motorkáři [online]. 22.9.2005. 2005 [cit. 2016-12-05]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-nato/technika-motocyklu-3.-cast-brzdy-3259.html>
- [14] Brzdový systém dual CBS. Moto Mohelnice [online]. [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <http://www.motomohelnice.cz/cbs.htm>
- [15] *Duální brzdový systém CBS* [online]. 2014 [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <http://www.hondavfr.eu/index.php/clanky/26/207-odvzdusneni-spojky-dual-cbs>
- [16] KASANICKÝ, Gustáv. Analýza nehod jednostopých vozidel. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2000, 450 s. ISBN 80-710-0598-3.
- [17] [Http://www.motorkari.cz/motokatalog/?act=katalog-motocyklu](http://www.motorkari.cz/motokatalog/?act=katalog-motocyklu): Katalog motocyklů [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz>
- [18] Katalog motocyklů. [Http://motocykly.katalog-motocyklu.cz/](http://motocykly.katalog-motocyklu.cz/) [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://motocykly.katalog-motocyklu.cz/>
- [19] [Http://www.gearingcommander.com/](http://www.gearingcommander.com/) [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.gearingcommander.com/>
- [20] Lesní mistři: srovnávací test. [Http://www.suzuki.cz/moto/clanky/v-strom-650-cestovni-endura-stredni-tridy-motocykl-2012.pdf](http://www.suzuki.cz/moto/clanky/v-strom-650-cestovni-endura-stredni-tridy-motocykl-2012.pdf) [online]. časopis Motocykl, 2012 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.suzuki.cz/moto/clanky/v-strom-650-cestovni-endura-stredni-tridy-motocykl-2012.pdf>
- [21] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. 2001, 2017 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: www.mapy.cz
- [22] GoPro Hero 4. *Amazon* [online]. 2014 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: <https://www.amazon.com/GoPro-CHDX-401-HERO4-BLACK/dp/B00NIYNUF2>
- [23] VBOX motorsport. *Racelogic* [online]. USA, 2017 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: <http://www.racelogic.co.uk/usastore/products.php?product=VBOX-Sport>
- [24] *Soudní inženýrství: časopis pro soudní znaleství v technických a ekonomických oborech*. Brno: CERM, 2017, **27 - 2016(3)**.
- [25] BURG, Hrsg. Heinz. Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme, Fahrdynamik, Simulation ; mit 145 Tabellen. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg. ISBN 978-383-4801-722.

- [26] Sportbikes. *Motorcycle.com* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.motorcycle.com/categories/sportbikes>
- [27] Dean od BMW Motorcycle Web Sites [online]. [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://bmwdean.com/>
- [28] Mororcycle USA. Motorcycle News and Motorcycles - Motorcycle USA [online]. 1996, 2017 [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://www.motorcycle-usa.com>

SEZNAM ZKRATEK

ABS – Anti – lock brake systém

CBS – Centrální brzdový systém

MFFD – Střední plné brzdné zpomalení

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Příčné přemístění dvěma oblouky

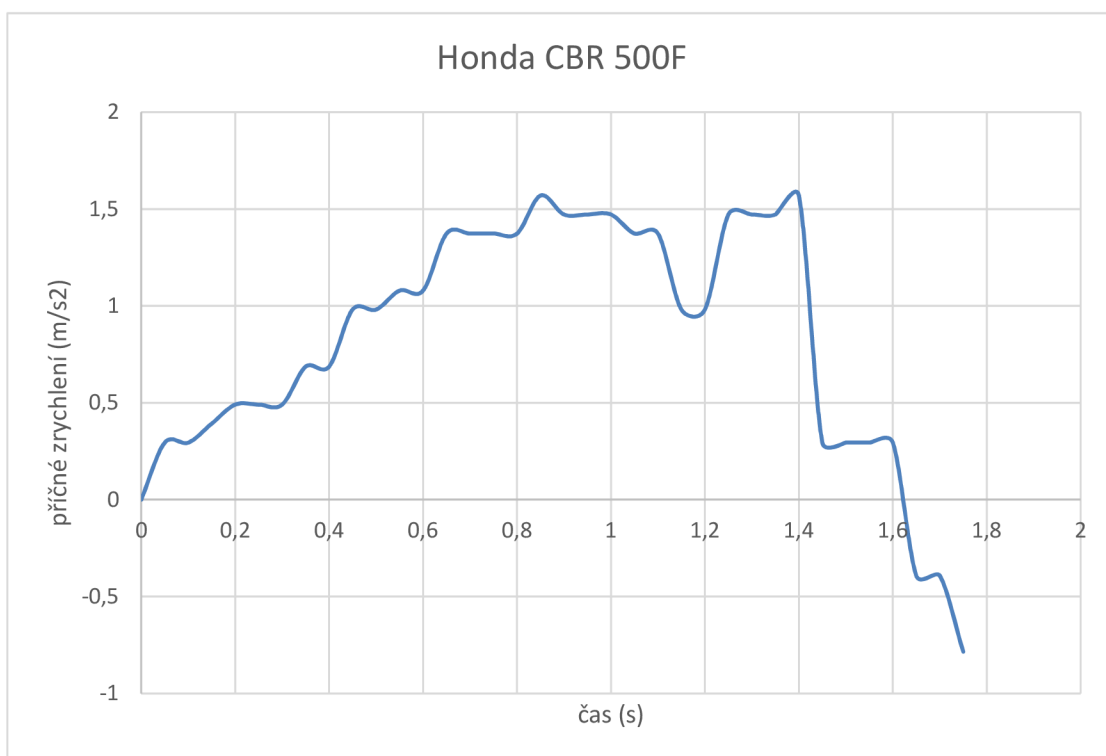
Příloha B Příčné přemístění čtyřmi oblouky

Příloha C Brzdné zpomalení motocyklů

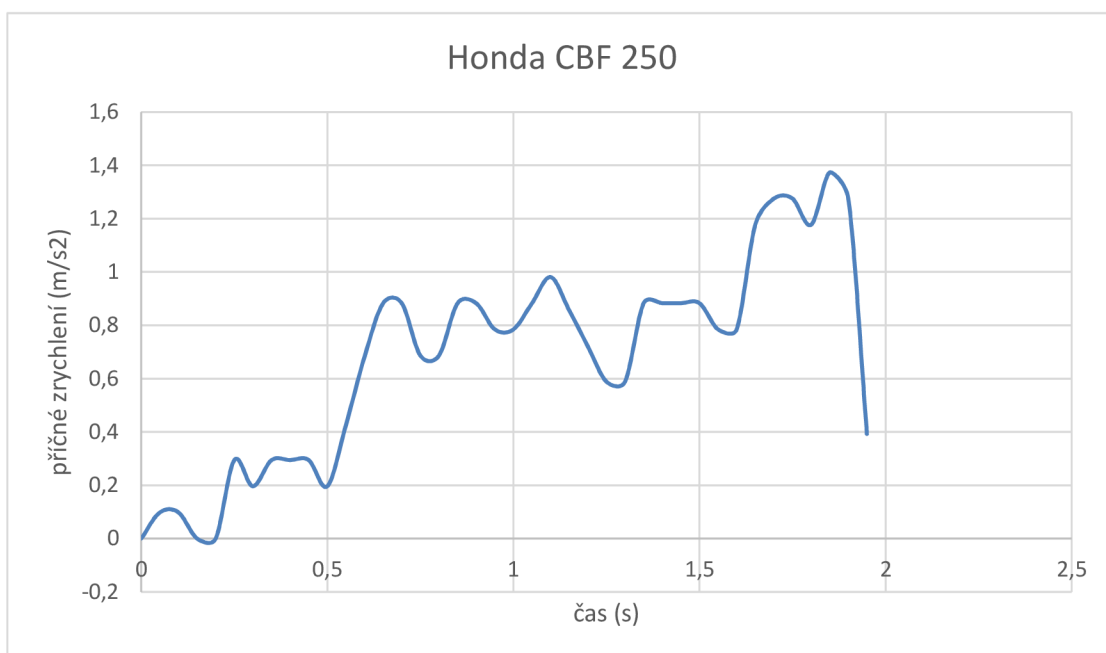
Příloha D DVD zpracovaných videí a měření

PŘILOHY

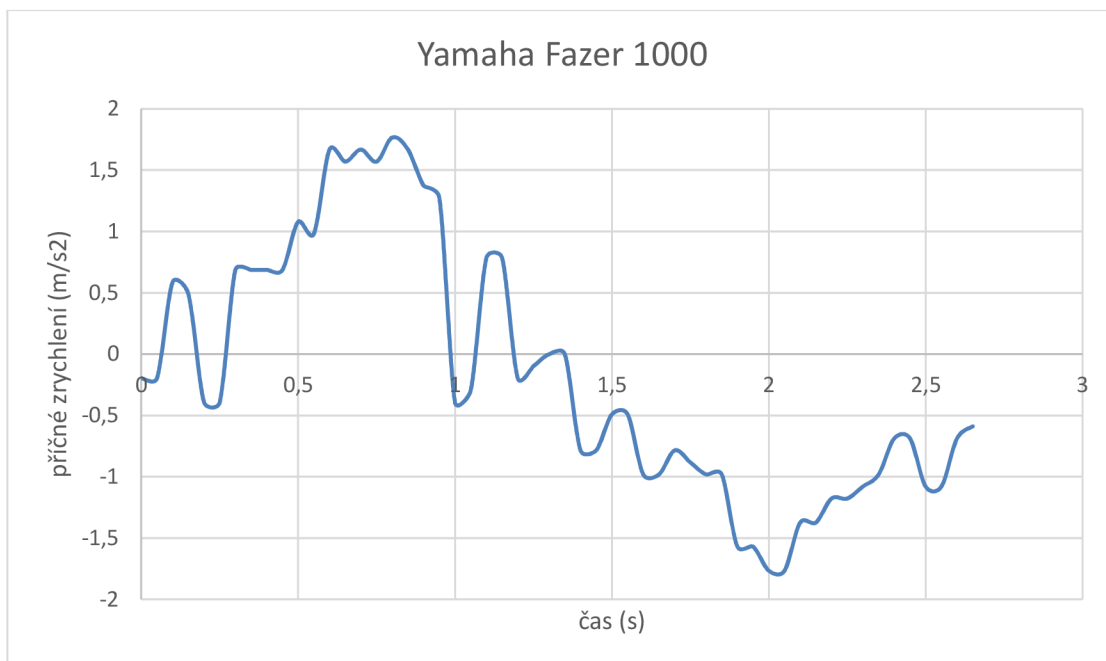
Příloha A



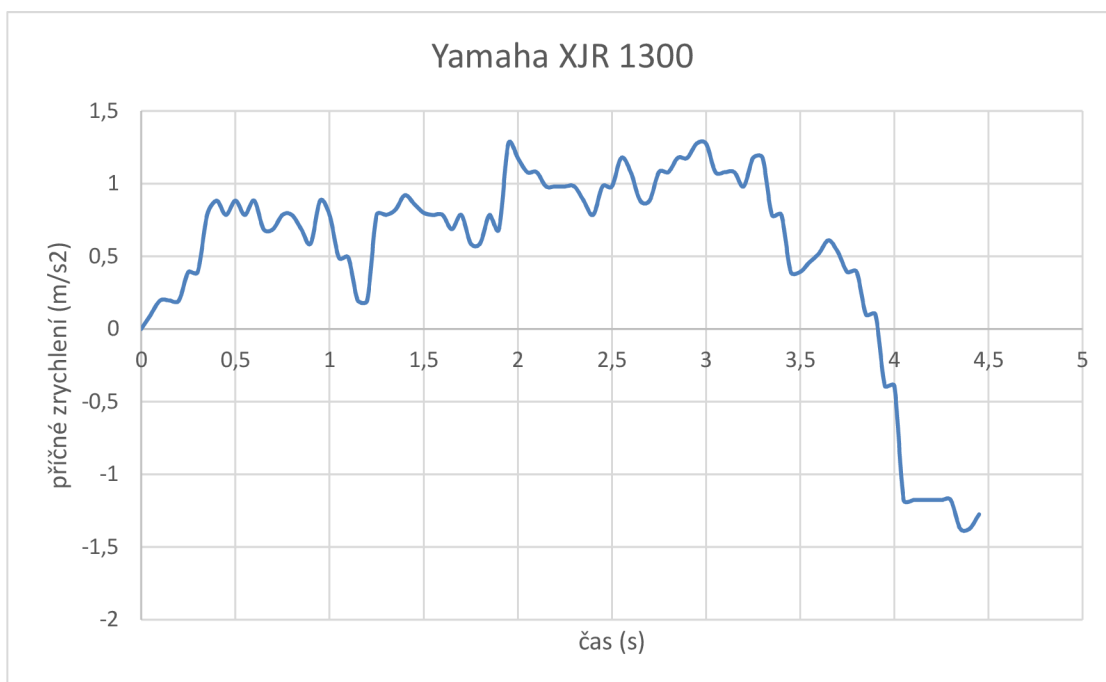
Graf č. A.1 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Honda CBR 500F



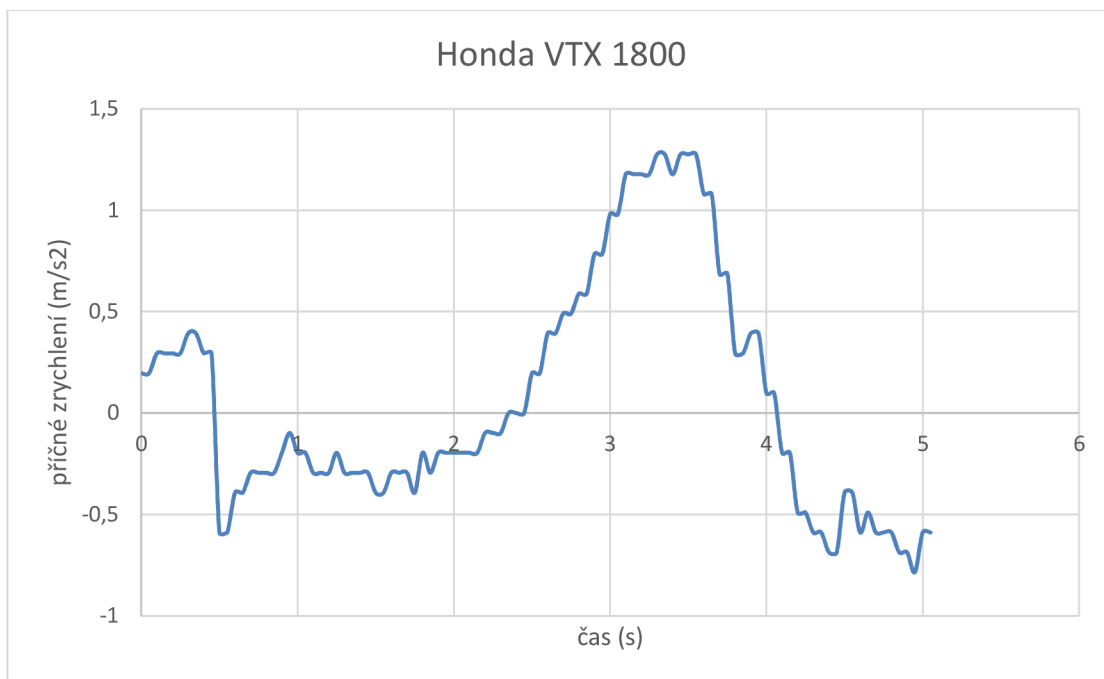
Graf č. A.2 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Honda CBF 250



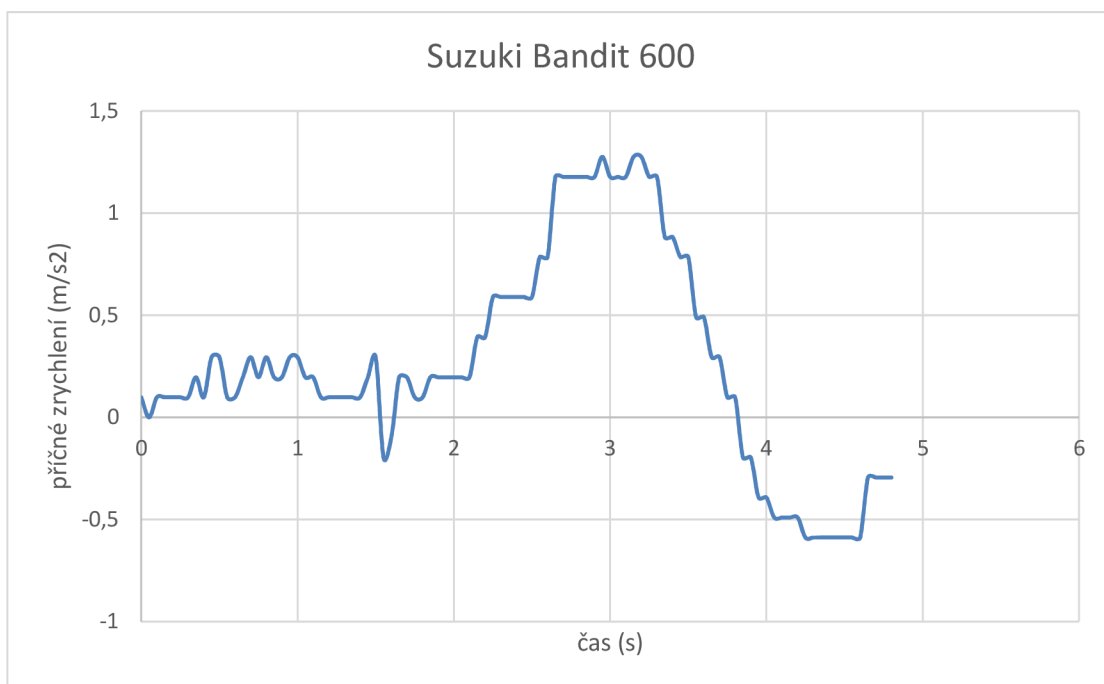
Graf č. A.3 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Yamaha Fazer 1000



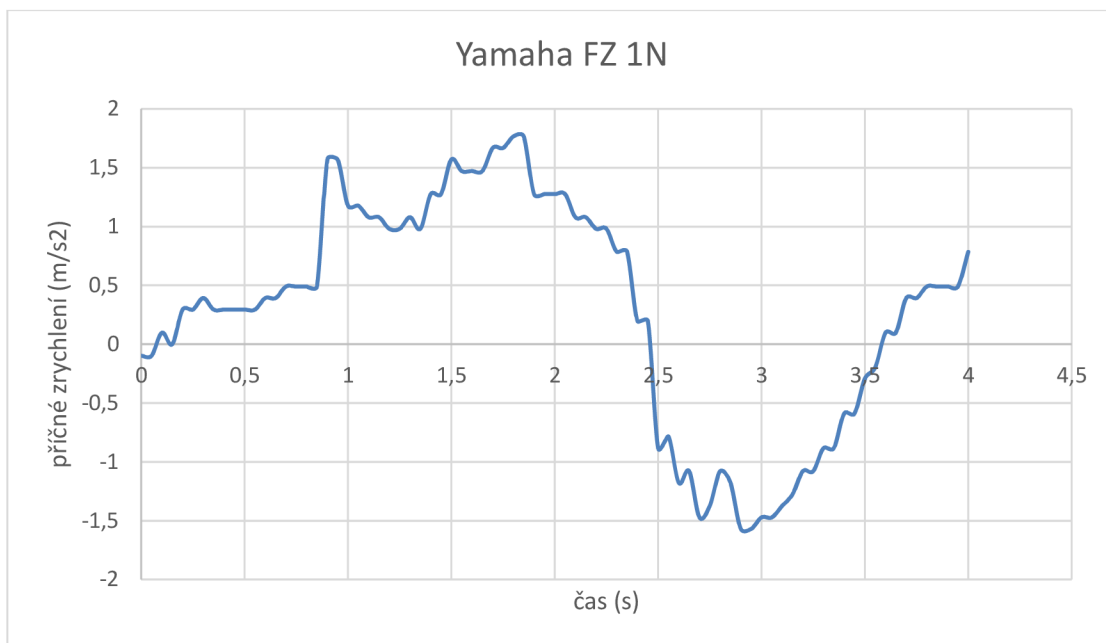
Graf č. A.4 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Yamaha XJR 1300



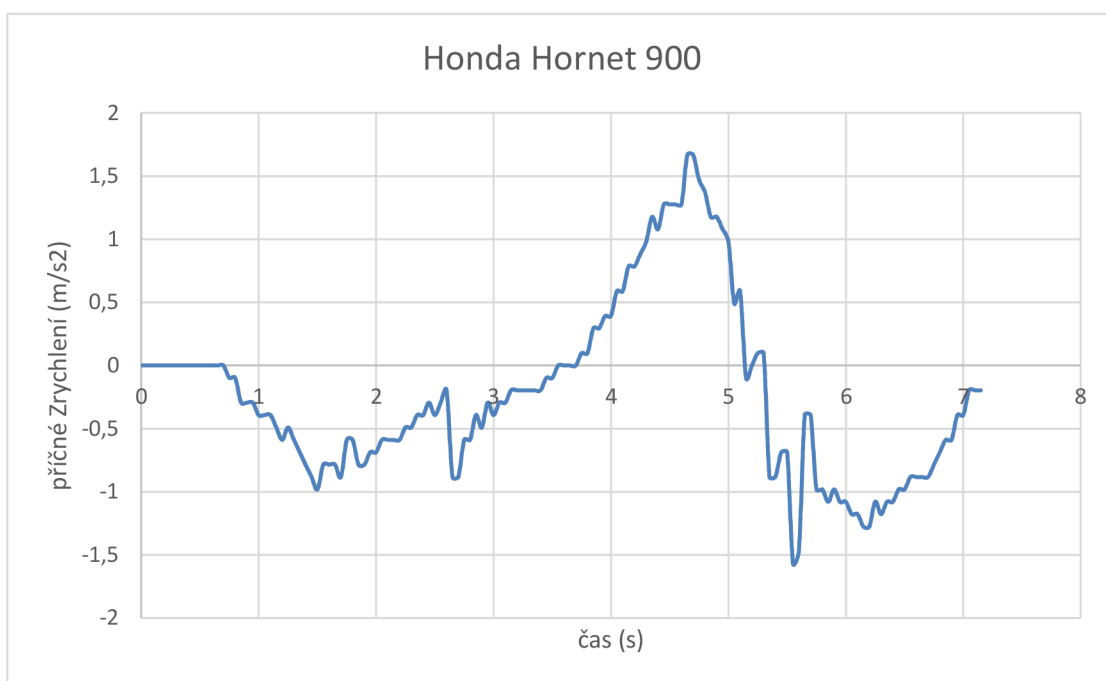
Graf č. A.5 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Honda VTX 1800



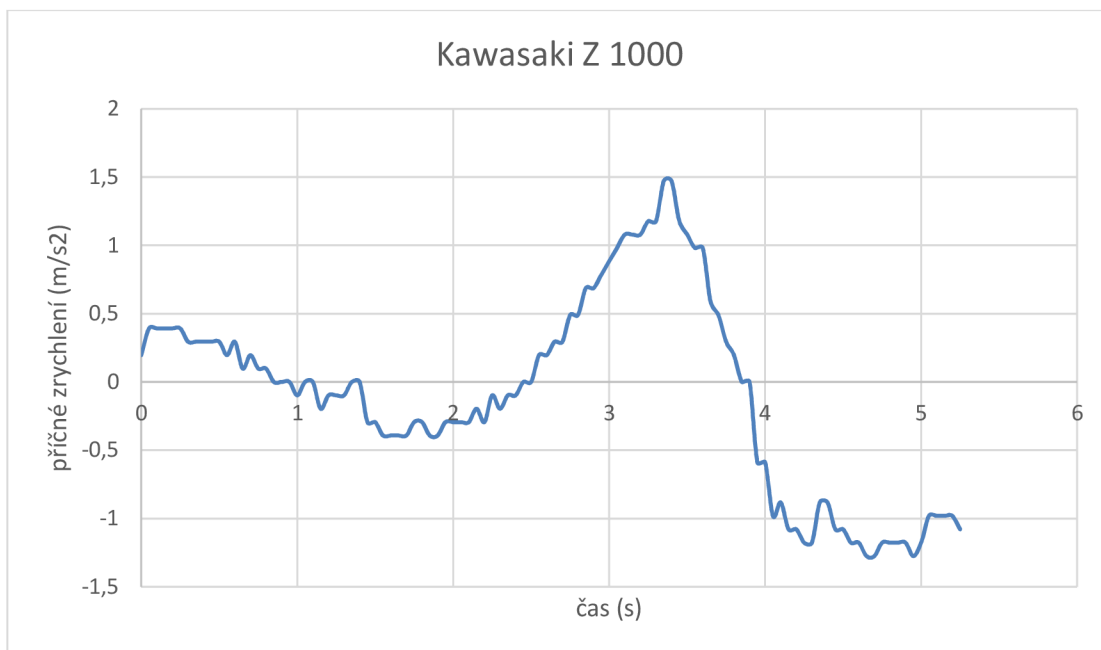
Graf č. A.6 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Suzuki Bandit 600



Graf č. A.7 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Yamaha FZ 1N

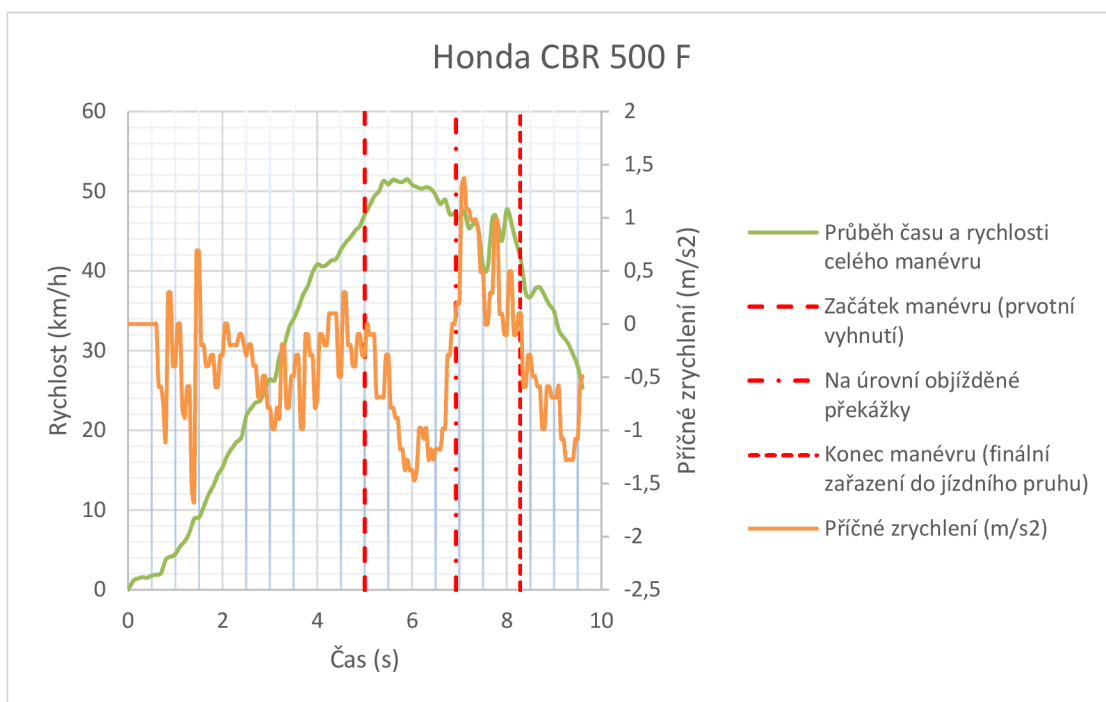


Graf č. A.8 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Honda Hornet 900

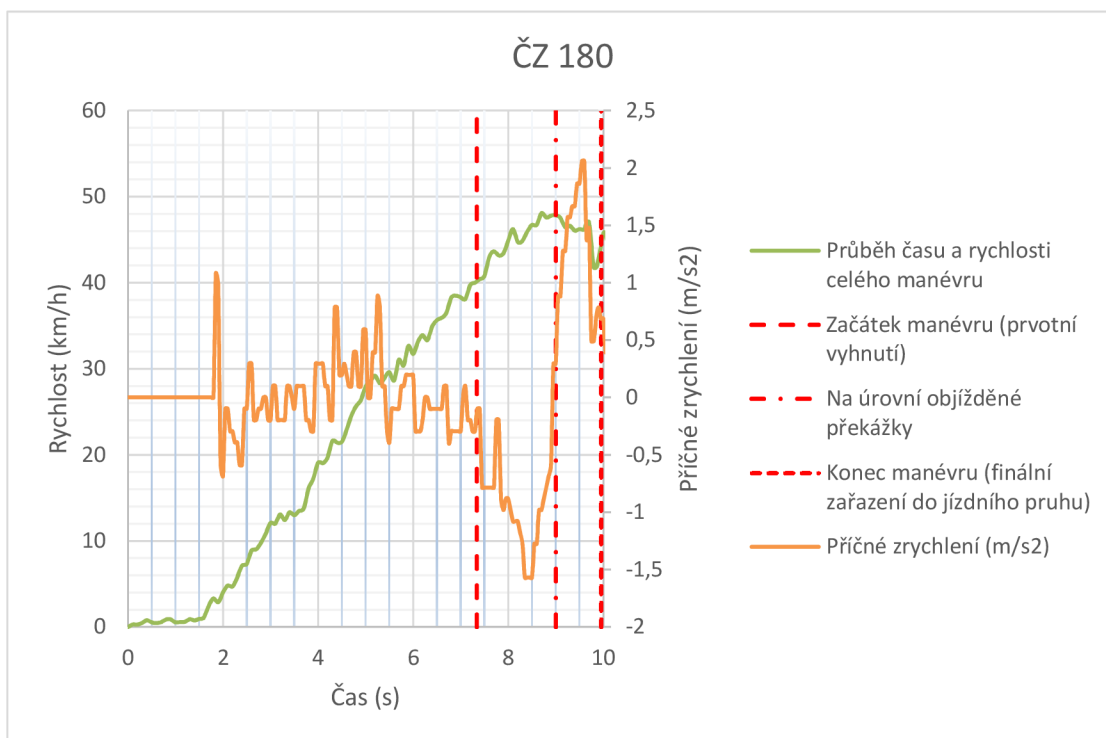


Graf č. A.9 – Příčné zrychlení v závislosti na čase u motocyklu Kawasaki Z 1000

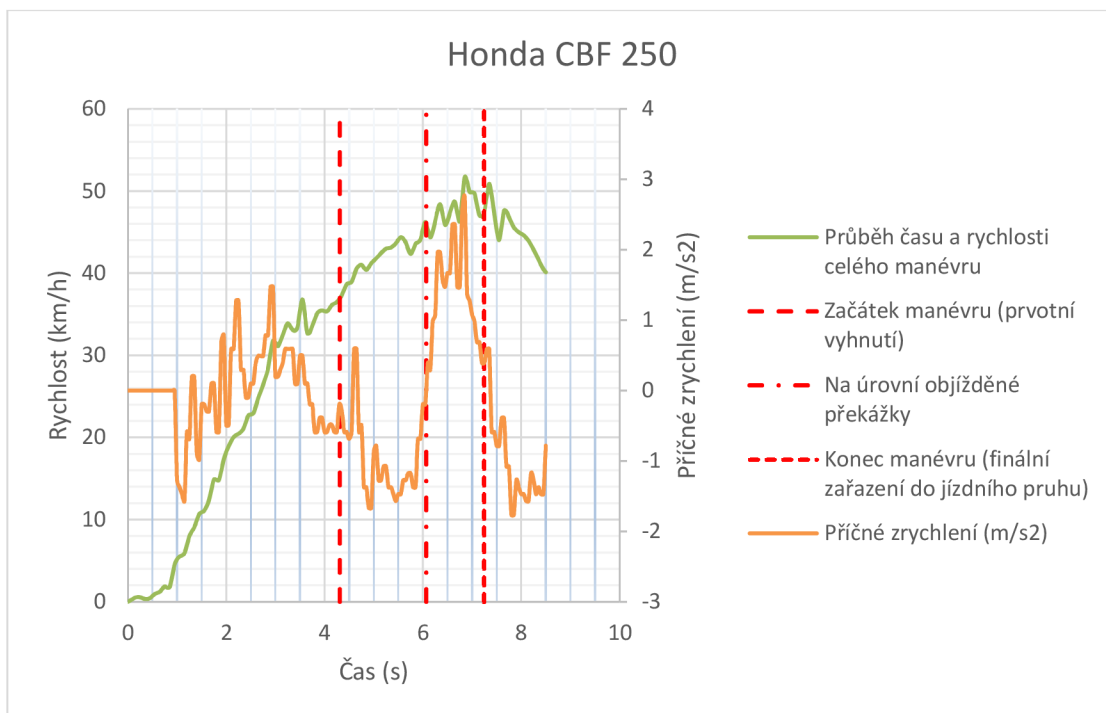
Příloha B



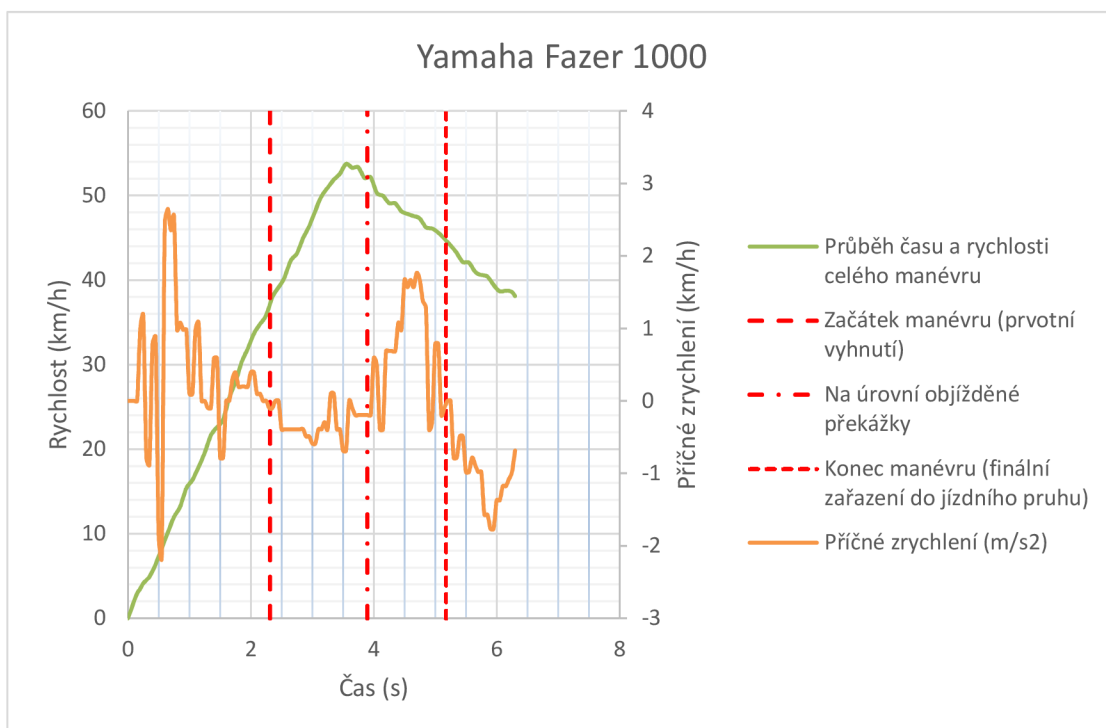
Graf č. B.1 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Honda CBR 500 F



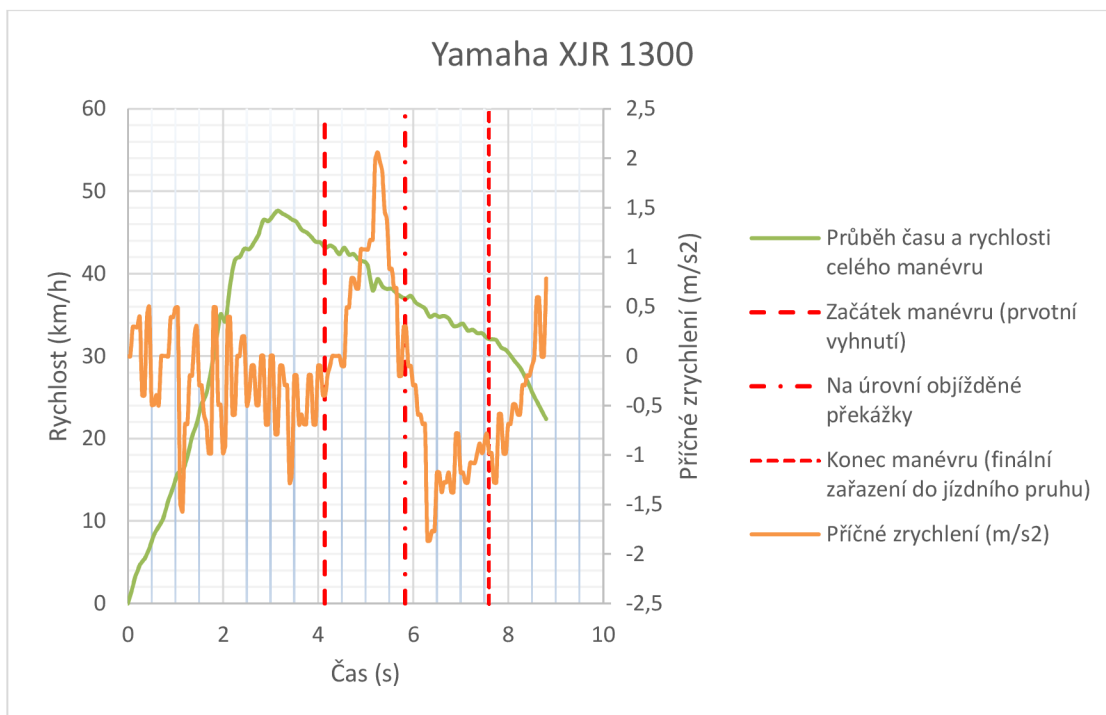
Graf č. B.2 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem ČZ 180



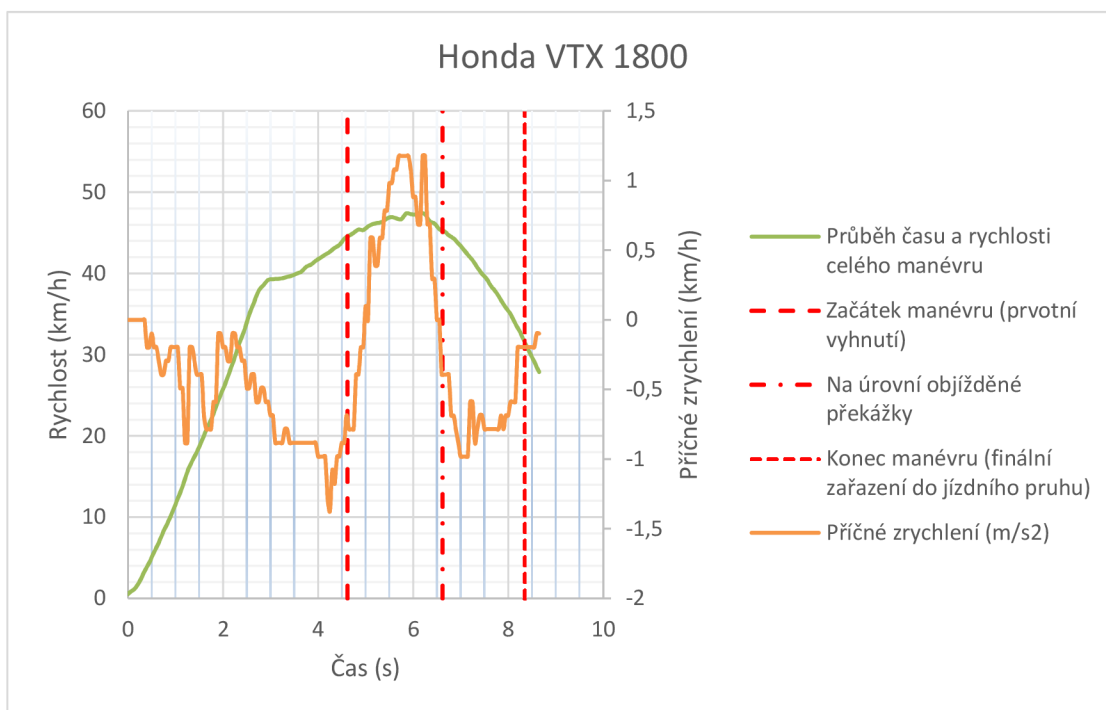
Graf č. B.3 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Honda CBF 250



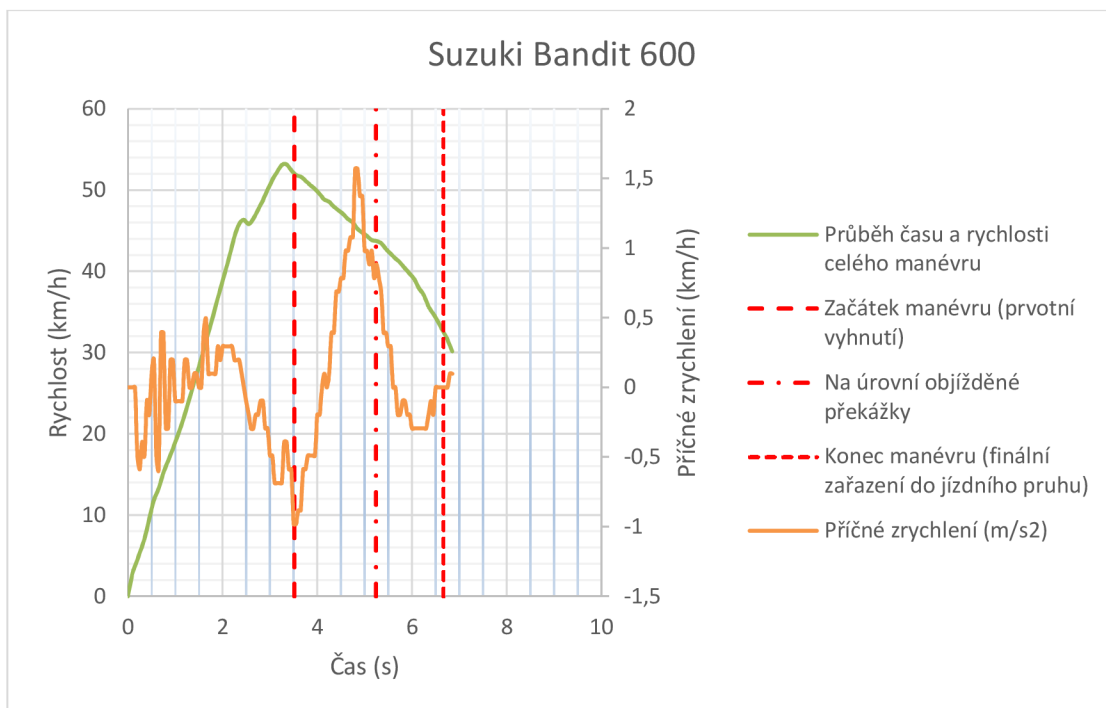
Graf č. B.4 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Yamaha Fazer 1000



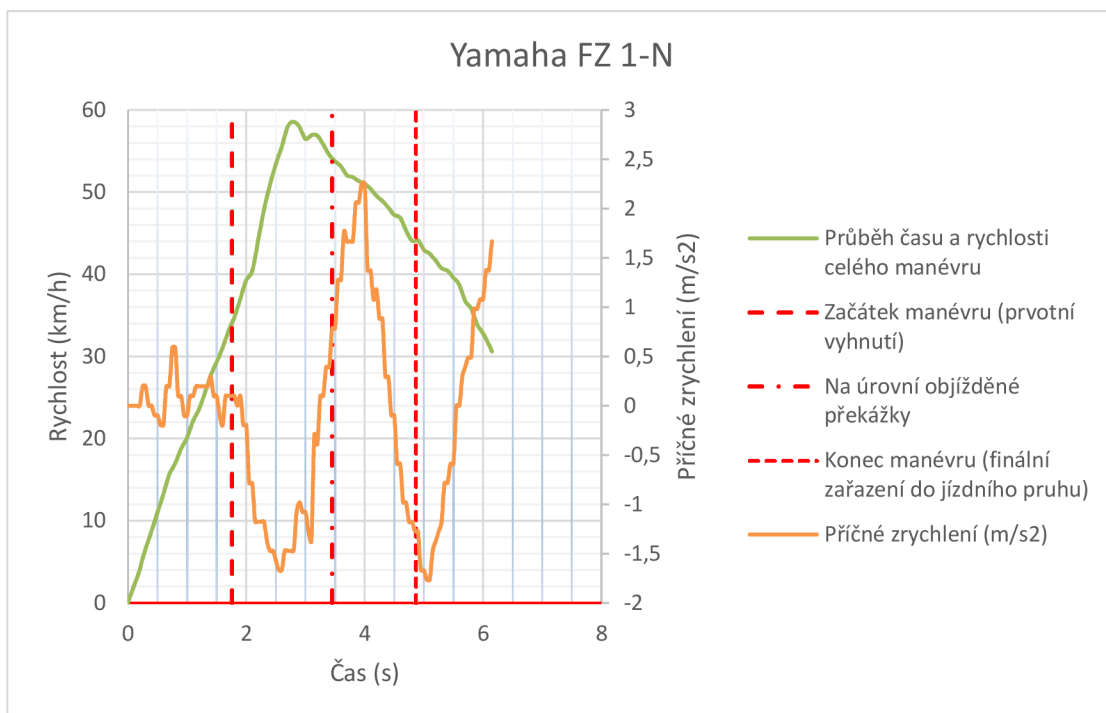
Graf č. B.5 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Yamaha XJR 1300



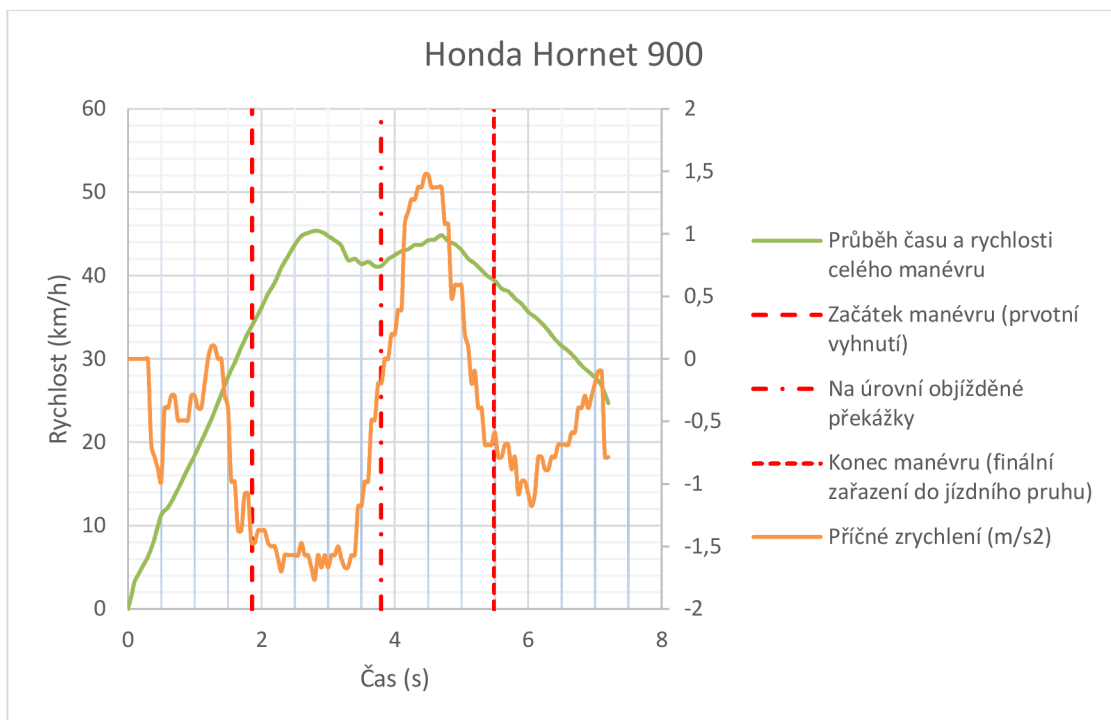
Graf č. B.6 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Honda VTX 1800



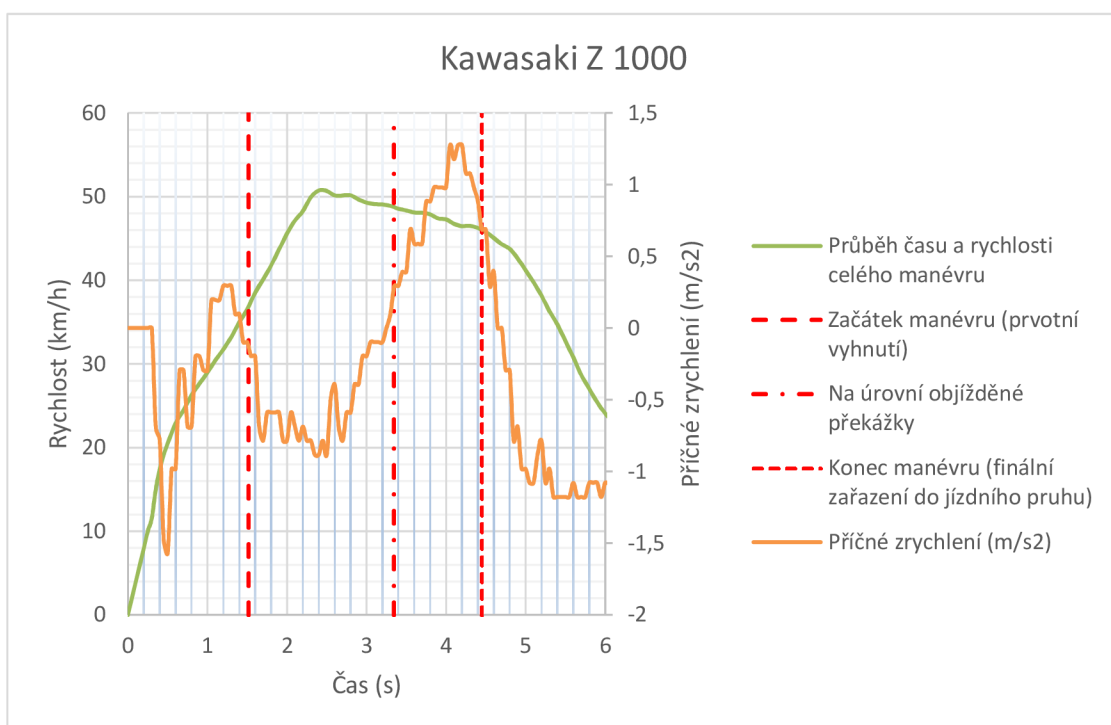
Graf č. B.7 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Suzuki Bandit 600



Graf č. B.8 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Yamaha FZ 1 - N

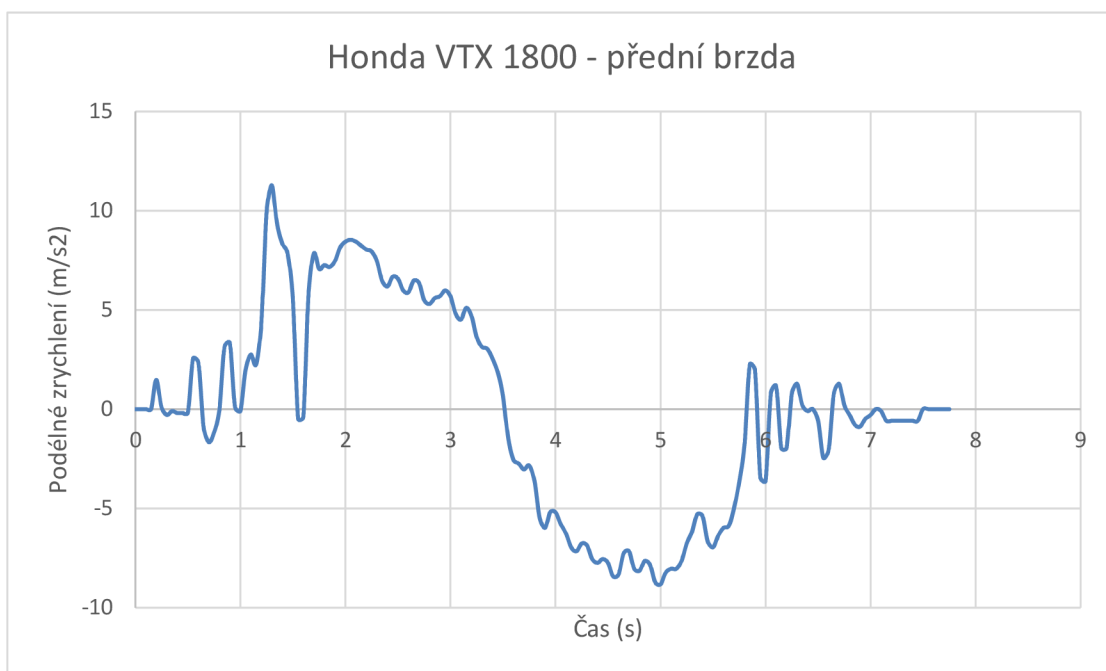


Graf č. B.9 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Honda Hornet 900

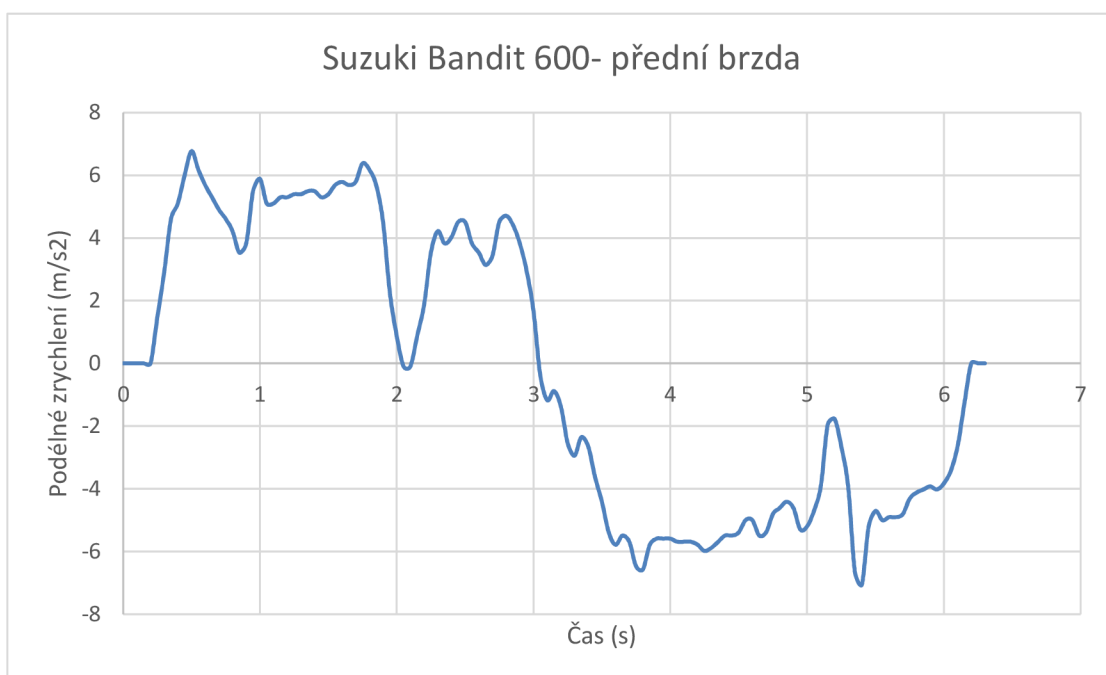


Graf č. B.10 – Průběh času a rychlosti při průjezdu slalomem Kawasaki Z 1000

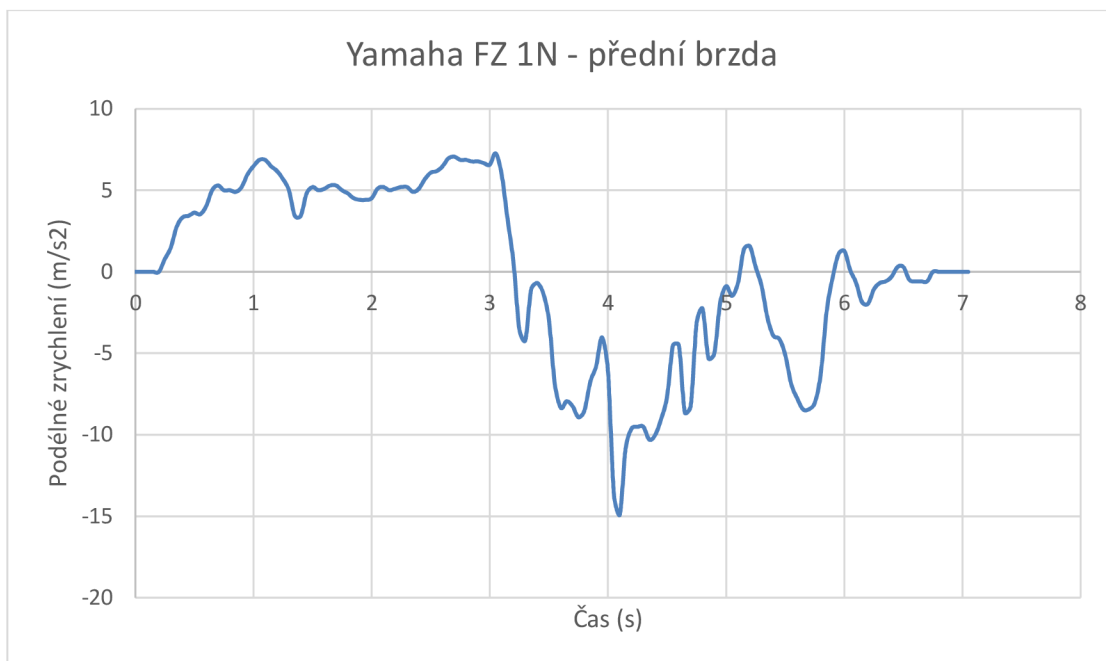
Příloha C



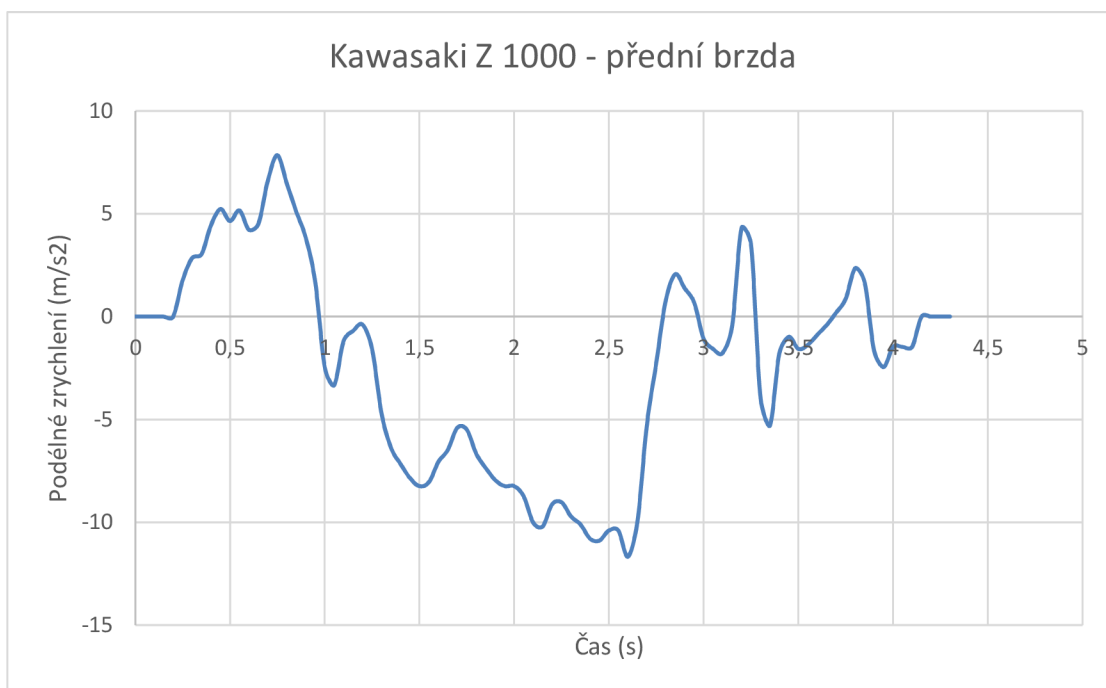
Graf. č. C.1 – Podélné zrychlení u motocyklu Honda VTX 1800 za použití přední brzdy



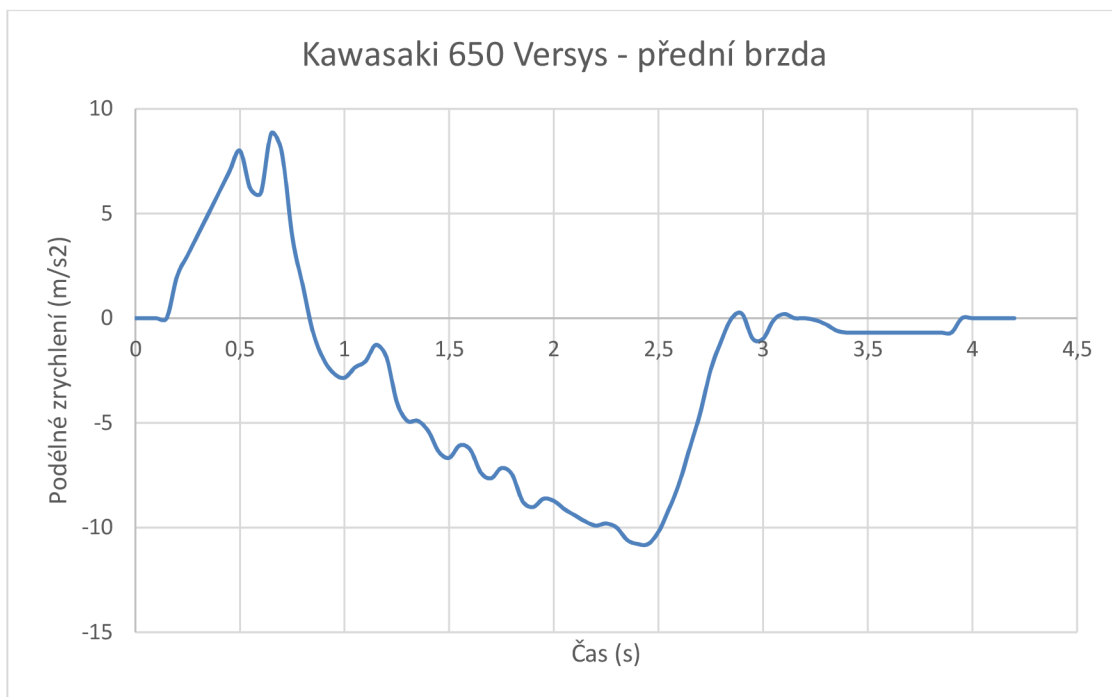
Graf. č. C.2 – Podélné zrychlení u motocyklu Suzuki Bandit 600 za použití přední brzdy



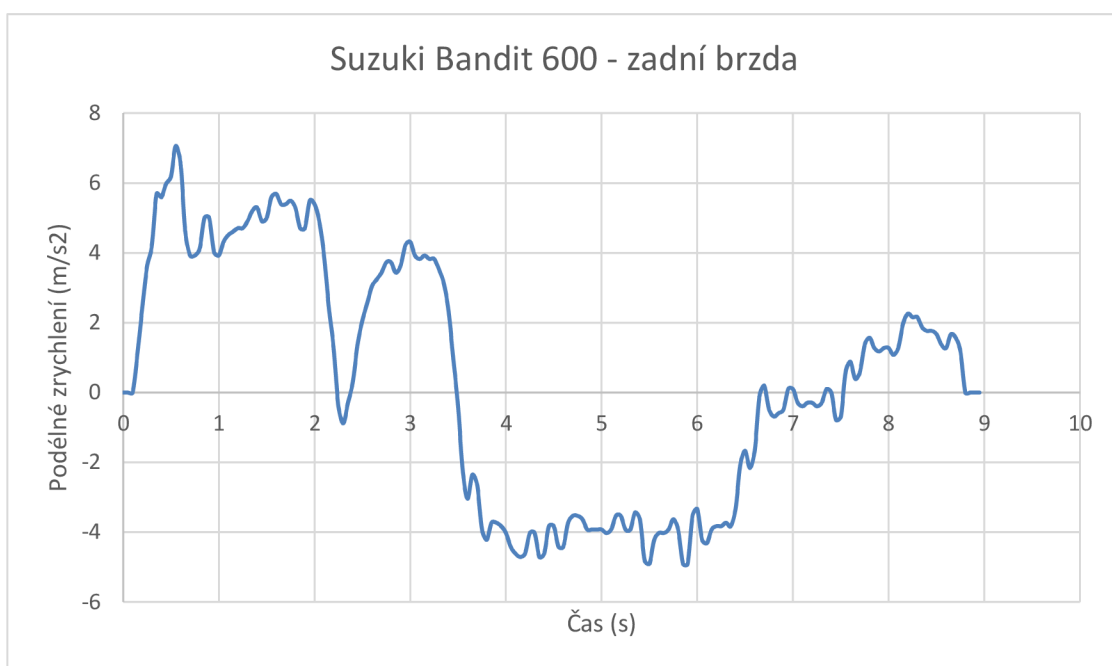
Graf. č. C.3 – Podélné zrychlení u motocyklu Yamaha FZ 1N za použití přední brzdy



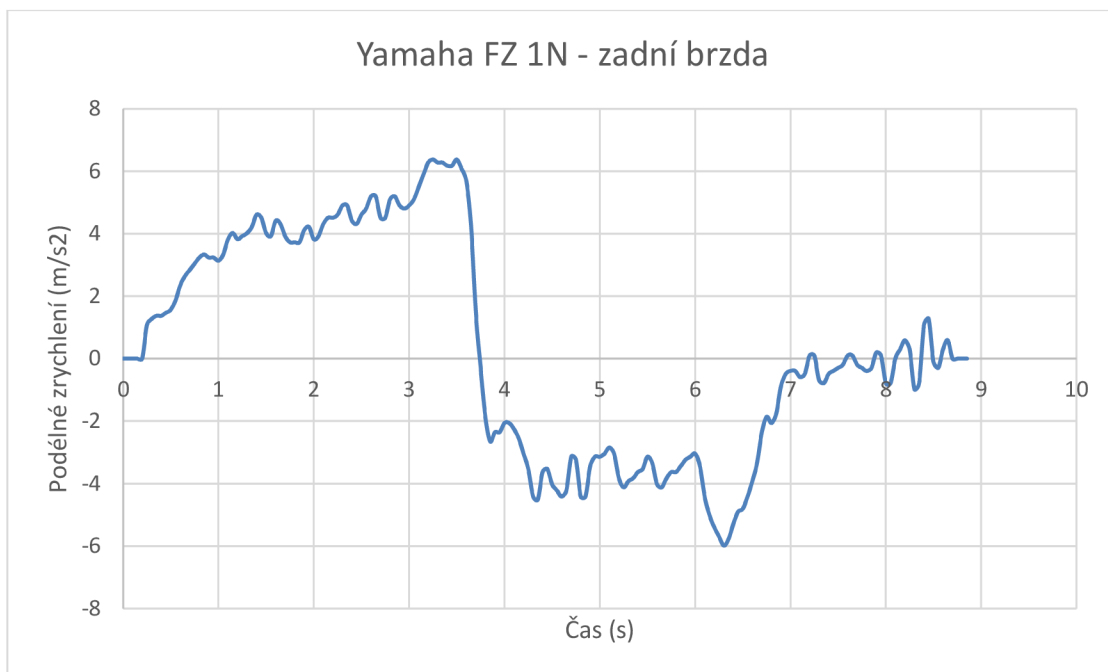
Graf. č. C.4 – Podélné zrychlení u motocyklu Kawasaki Z 1000 za použití přední brzdy



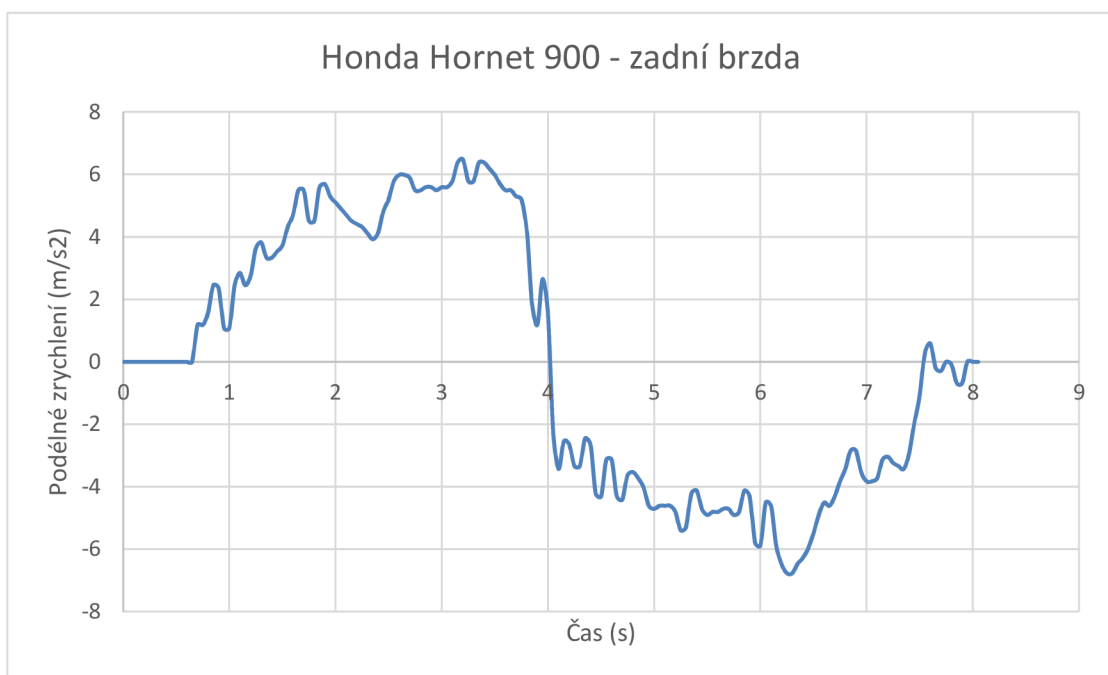
Graf. č. C.5 – Podélné zrychlení u motocyklu Kawasaki 650 Versys za použití přední brzdy



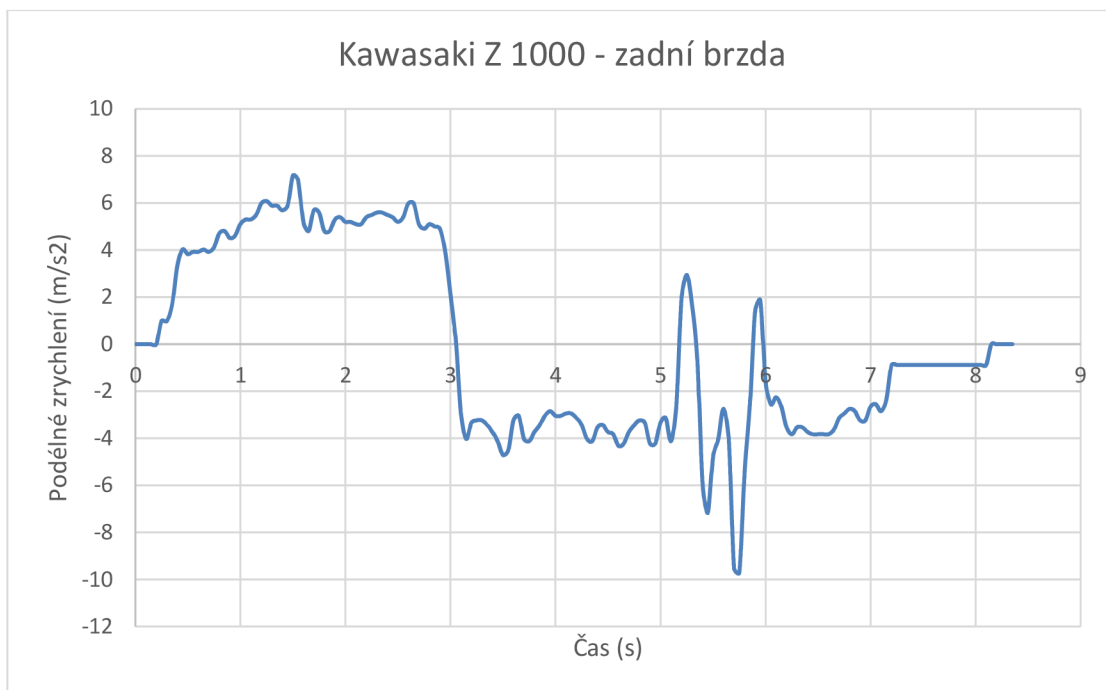
Graf. č. C.6 – Podélné zrychlení u motocyklu Suzuki Bandit 600 za použití zadní brzdy



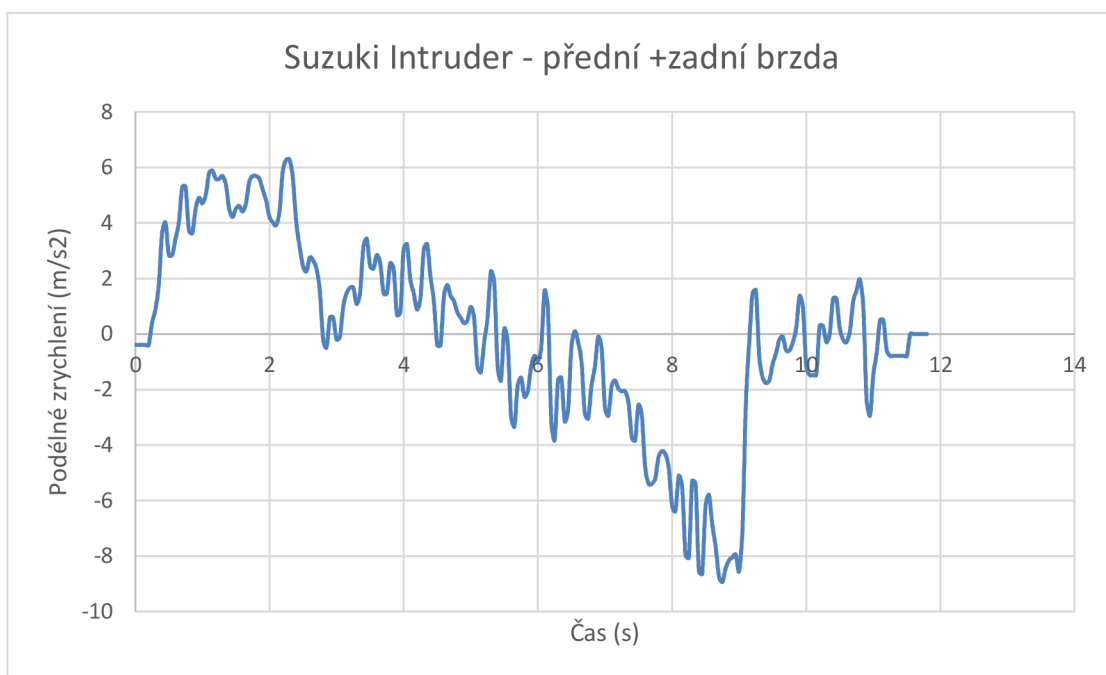
Graf. č. C.7 – Podélné zrychlení u motocyklu Yamaha FZ 1N za použití zadní brzdy



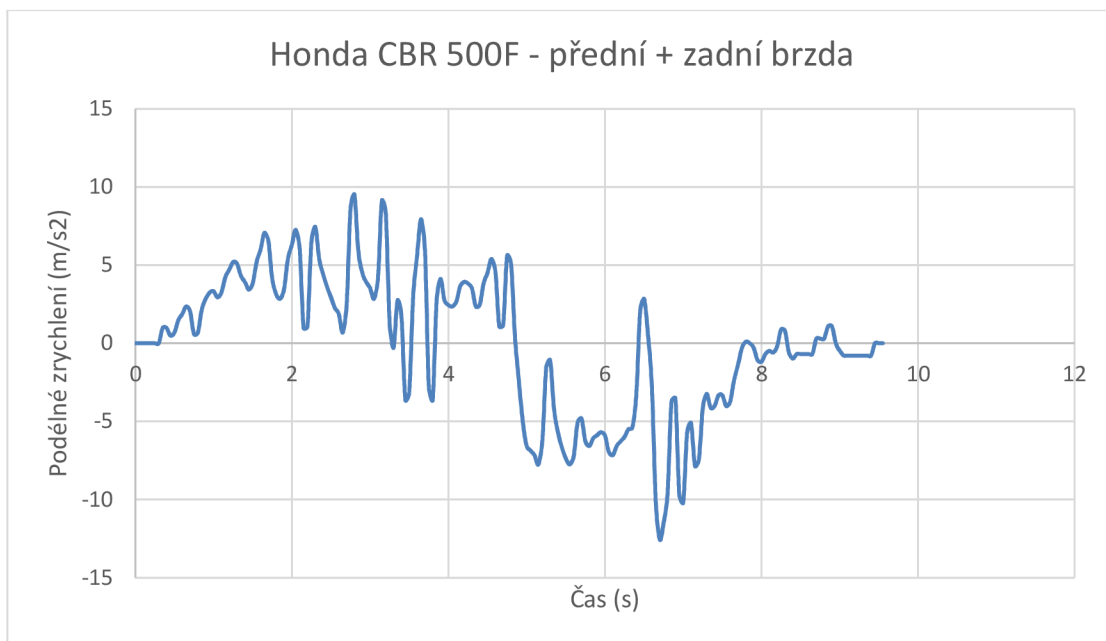
Graf. č. C.8 – Podélné zrychlení u motocyklu Honda Hornet 900 za použití zadní brzdy



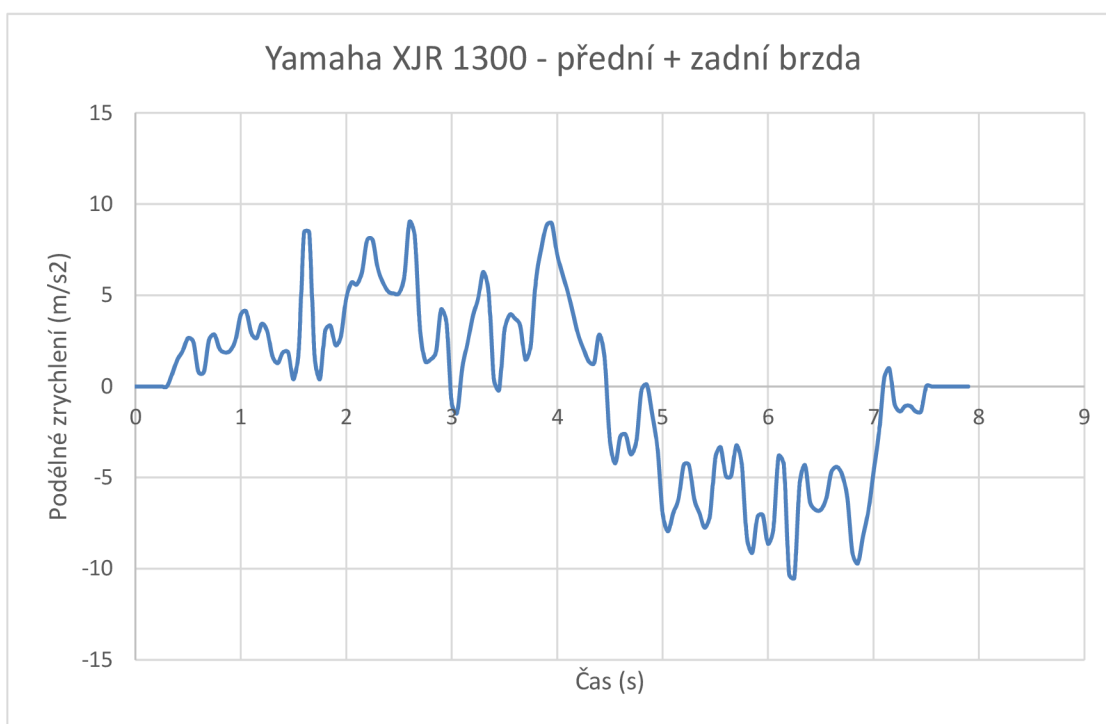
Graf. č. C.9 – Podélné zrychlení u motocyklu Kawasaki Z 1000 za použití zadní brzdy



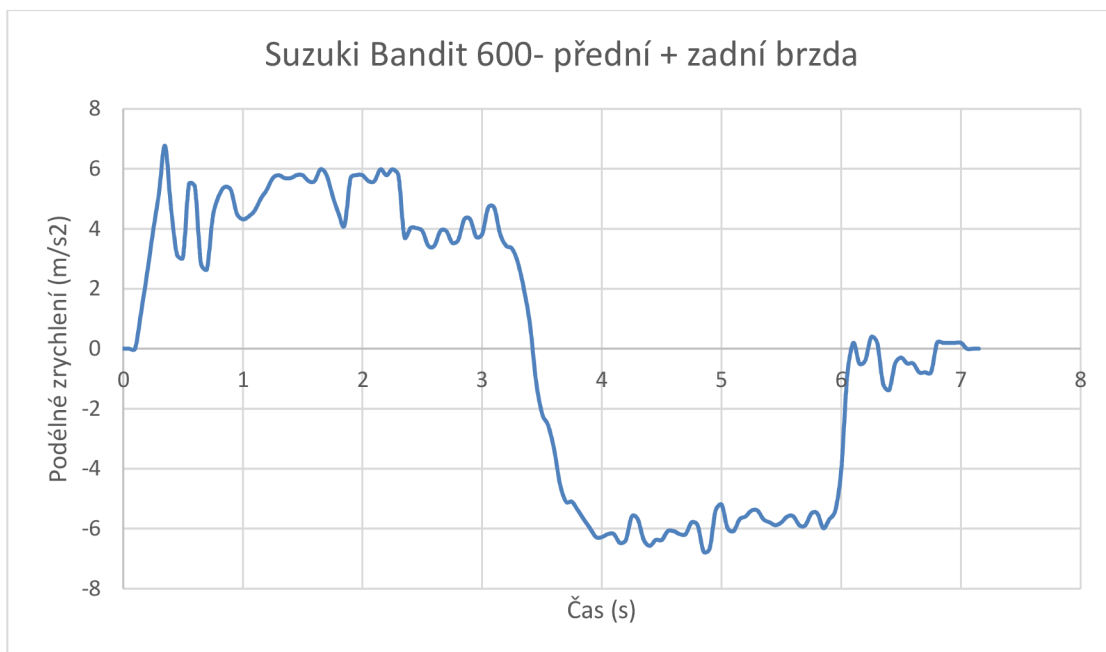
Graf. č. C.10 – Podélné zrychlení u motocyklu Suzuki Intruder 800 za použití obou brzd



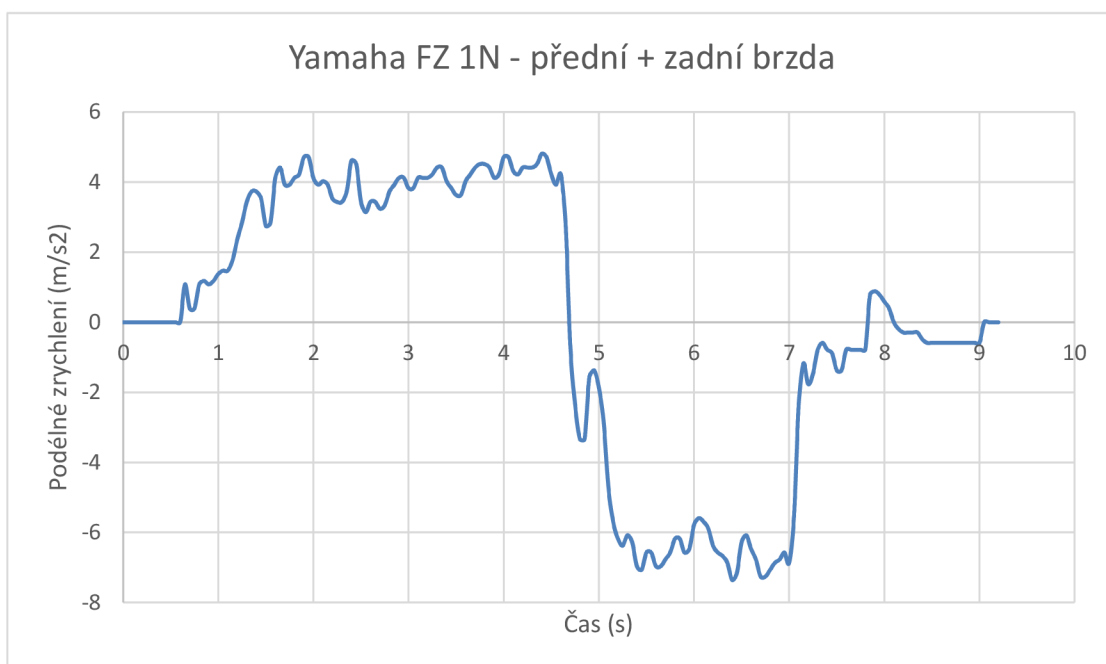
Graf. č. C.11 – Podélné zrychlení u motocyklu Honda CBR 500F za použití obou brzd



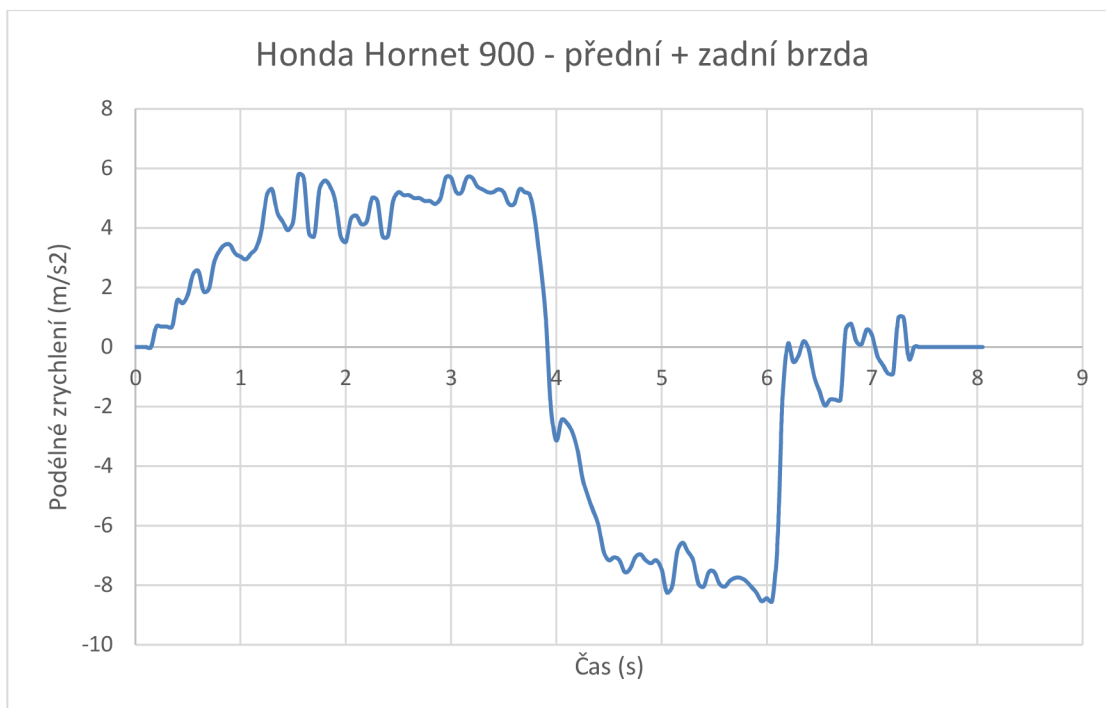
Graf. č. C.12 – Podélné zrychlení u motocyklu Yamaha XJR 1300 za použití obou brzd



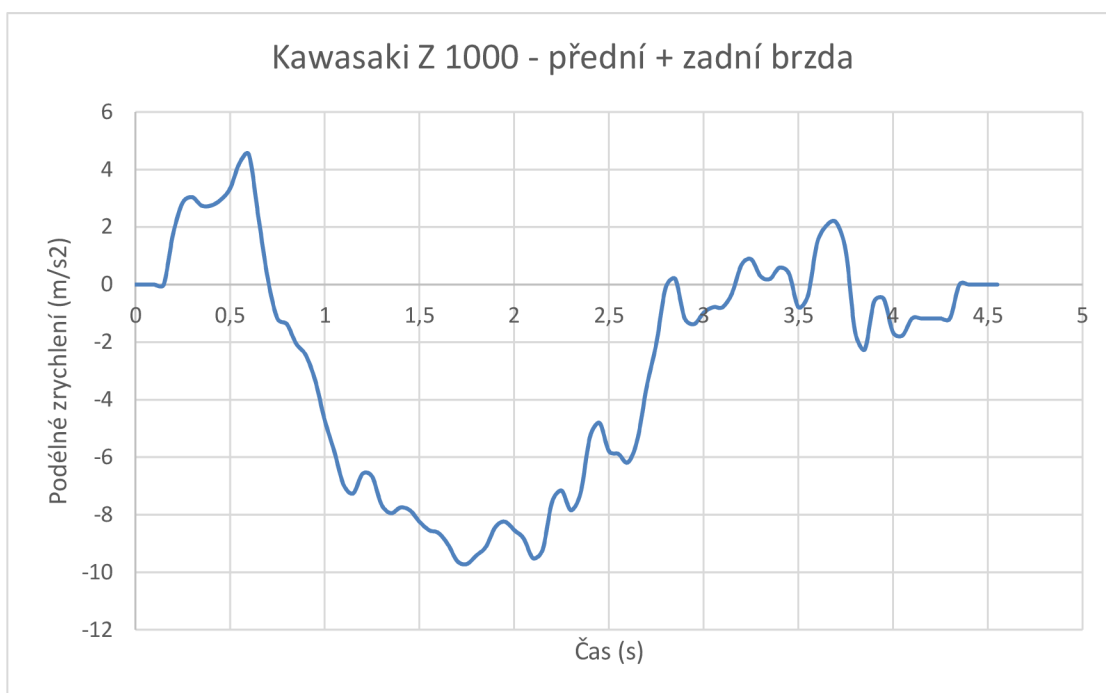
Graf. č. C.13 – Podélné zrychlení u motocyklu Suzuki Bandit 600 za použití obou brzd



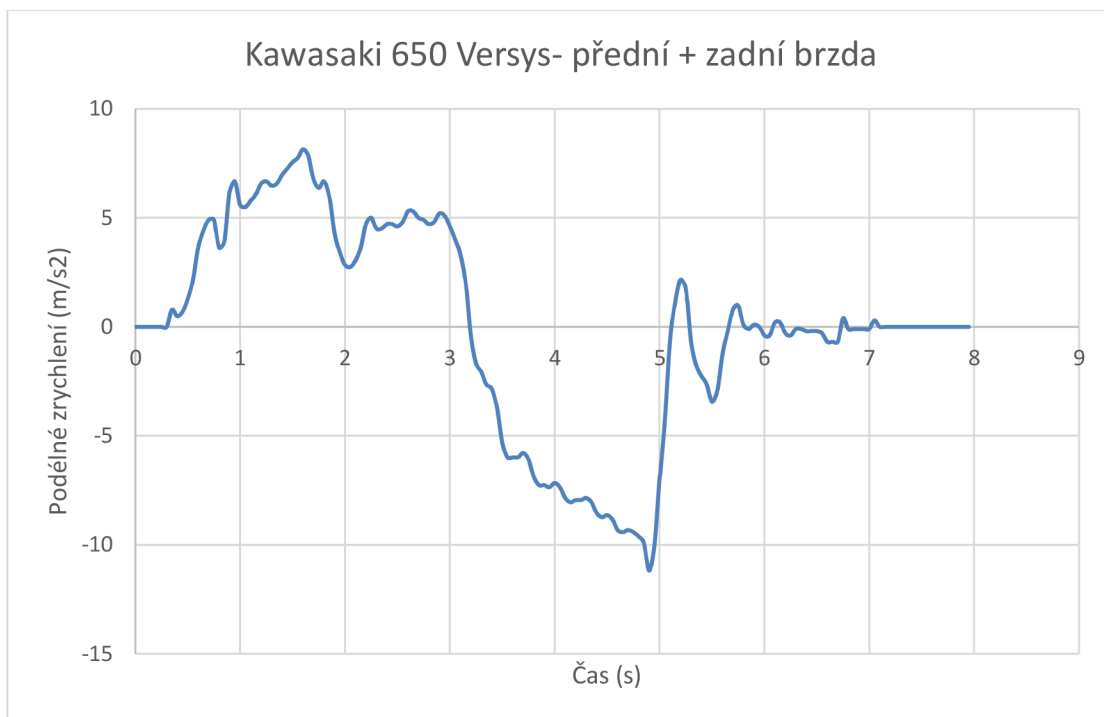
Graf. č. C.14 – Podélné zrychlení u motocyklu Yamaha FZ 1N za použití obou brzd



Graf. č. C.15 – Podélné zrychlení u motocyklu Honda Hornet 900 za použití obou brzd



Graf. č. C.16 – Podélné zrychlení u motocyklu Kawasaki Z 1000 za použití obou brzd



Graf. č. C.17 – Podélné zrychlení u motocyklu Kawasaki 650 Versys za použití obou brzd