

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV DOPRAVNÍHO A AUTOMOBILNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

Zkoušky jízdní dynamiky motocyklů

Motorcycle Dynamics Testing

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JINDŘICH DOLÁK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL RAMÍK

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jindřich Dolák
který/která studuje v **bakalářském studijním programu**
obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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 bakalářské práce:

Zkoušky jízdní dynamiky motocyklu

v anglickém jazyce:

Motorcycle Dynamics Testing

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Náplní práce je příprava a vyhodnocení zkoušek jízdní dynamiky motocyklu různých kategorií pro jízdní stavy brzdění a akcelerace.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte návrh a vyhodnocení jízdních zkoušek dynamiky motocyklu s následujícími kroky řešení

- teoretický rozbor jízdní dynamiky
- návrh a příprava jízdních zkoušek motocyklů různých kategorií
- zpracování výsledku zkoušek a určení výsledných parametru (brzdná dráha, brzdné zpomalení, zrychlení při akceleraci atd.)
- porovnání získaných výsledku a zhodnocení měření

Seznam odborné literatury:

- [1] VLK, F. Dynamika motorových vozidel, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2006
- [2] VLK, F. Teorie a konstrukce motocyklu 1, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2000
- [3] Motocykly na Internetu [online], 2008, poslední revize 14.10.2008. Dostupné z: <<http://www.moto.cz/is/test2/main.asp>>
- [4] VLK, F. Teorie a konstrukce motocyklu 2, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2000

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Ramík

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 20.11.2008

L.S.

prof. Ing. Václav Píšteck, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

V rámci této práce jsem provedl návrh zkoušek jízdní dynamiky motocyklů včetně vlastních testů a vyhodnocení. Toto téma jsem si vybral protože motocykly jsou mým koníčkem a samotného mě zajímalo jak takové zkoušky dopadnou. Cílem práce je získání hodnot potřebných ke srovnání dynamických parametrů motocyklů pro jízdní stavy brzdění a akcelerace.

Klíčová slova

Dynamické vlastnosti, zrychlení, brzdění, brzdové systémy, propojené brzdové systémy

Abstract

The contain of this work is to make suggestion of dynamic tests of motorbikes. I included my owns tests and results. I chose this theme because motorbikes are my hobby. I was really interested in these tests and what will the results turn out.

The main part of this theme is to get the necessary values to compare dynamic parameters of motorbikes for braking and acceleration .

Key words

Dynamic properties, akceleration, braking, braking systems, conested braking systems

Bibliografická citace

DOLÁK, J., *Zkoušky jízdní dynamiky motocyklů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. -- s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Ramík

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Zkoušky jízdní dynamiky motocyklů vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

23.5.2009

.....

Jindřich Dolák

Poděkování

Za podporu, obětavou pomoc, cenné připomínky a rady při zpracování bakalářské práce tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Ramíkovi

OBSAH

ABSTRAKT	4
Prohlášení	5
Poděkování	6
OBSAH	7
Úvod	8
1. Technika brzdových systémů motocyklů	9
1.1 Kotoučová brzda	9
1.2 Bubnová čelist'ová brzda	11
2. Propojené ovládací systémy	13
2.1 Brzdový systém Dual CBS	13
2.2 MOTO GUZZI Integral	14
3. Elektronické protiblokovací systémy	14
3.1 ABS	14
3.2 C-ABS	15
4. Praktická měření	17
5. Testované motocykly	20
5.1. Kawasaki er6-n	20
5.2. Honda CBR 900 RR Fireblade	21
5.3. Honda CBR 1100 XX Blackbird	22
5.4. Daelim S-five 50	23
5.5. KTM SX 85	24
6. Brždění	25
6.1. Brždění 70-0 km/h	25
6.2. Brždění 50-0km/h	37
6.3. KTM SX85	49
6.4. Daelim S-five 50	52
7. Zrychlení	55
8. Tabulka výsledků brždění	61
9. Tabulka výsledků zrychlení	62
Závěr	63
Seznam použitých symbolů	64
Seznam použitých zdrojů	65

Úvod

Tato práce pojednává o zkouškách dynamických parametrů motocyklů různých kategorií, jejich návrhem, realizací a vyhodnocením.

V první části je proveden teoretický rozbor jízdní dynamiky motocyklů, ve druhé části návrh a příprava jízdních zkoušek dynamiky a v poslední části vyhodnocení.

Jízdu na motocyklu a zatížení na kolech přední a zadní nápravy ovlivňuje v největší míře řidič způsobem ovládní stroje. Motocykl se liší od automobilu v mnoha bodech. Jde vlastně o naprosto nesrovnatelné stroje. Motocykl má malou hmotnost oproti užitečnému zatížení, má krátký rozvor náprav a těžiště stroje je relativně vysoko. Záleží tedy hodně na hmotnosti jezdce a na jeho schopnostech ovlivňovat tyto vlastnosti. Při velkém zrychlení jezdec přesouvá těžiště směrem vpřed aby zabránil příliš velkému zvednutí předního kola a následnému převrnutí stroje. Při brzdění jezdec reaguje naopak, přesouvá tělo směrem dozadu a napřimuje se aby využil aerodynamického odporu ke svému prospěchu. Podobně to platí i pro změnu směru, jezdec se přesouvá na sedle do stran podle toho do jaké zatáčky jede. Když jede doleva, vysedá vlevo a když jede doprava, vysedá vpravo. Toto je velmi dobře vidět při profesionálních závodech motocyklů na okruzích, kde jezdci jezdí na samé hranici fyzikálních vlastností motocyklů. Toto platí pro všechny kategorie motocyklů.

Dalšími faktory ovlivňujícími jízdní vlastnosti je vlastní konstrukce stroje a použité komponenty. Při akceleraci je nejdůležitější výkon motoru, hmotnost, poloha těžiště a schopnost zadní pneumatiky přenést všechnu sílu motoru na vozovku. Pro brzdění je třeba opět nízká hmotnost, poloha těžiště a brzdná soustava. A pro ovladatelnost motocyklu při změně směru jízdy opět hmotnost a její rozložení.



Obr 1: Ukázka extrémního brzdění

1. Technika brzdových systémů motocyklů

Konstrukce bubnových a kotoučových brzd je mimo jiné zdroje zpracována např. v elektronické encyklopedii Wikipedia.org [3].

V současné konstrukci motocyklů nacházejí uplatnění dvě základní skupiny brzd:

- Kotoučová brzda s hydraulickým ovládním
- Bubnová čelist'ová brzda s mechanickým ovládním

Bubnová brzda byla používána u všech kategorií motocyklů až do 70.let minulého století. Postupně byla nahrazována u velkoobjemových motocyklů na přední nápravě brzdou kotoučovou. V současné konstrukci motocyklů se bubnová brzda uplatňuje v kategoriích mopedy, skútry nebo maloobjemové motocykly.

Kotoučová hydraulická brzda začíná být uplatňována od 70.let zaváděním na silničních závodních motocyklech. Zprvu se kotoučová brzda používala na přední nápravě, později na obou. V dnešní době se používá ve všech kategoriích motocyklů včetně kubatury 50 ccm a skútrů.

1.1 Kotoučová brzda

Přenos brzdné síly na kotoučovou brzdu bývá nejčastěji hydraulický. Stisknutím brzdové páčky vznikne tlak v brzdovém systému. Brzdová kapalina tlačí na brzdový píst, který přitlačuje brzdové destičky kolmo na kotouč. Vzniklá třecí síla mezi kotoučem a destičkami působí proti otáčení.



Obr 2: Ukázka kotoučové brzdy [6]

Hlavní součásti kotoučové brzdy:

kotouč.

Kotouč je v drtivé většině případů kovový, ale u nejdražších sportovních automobilů může být i s příměsí keramických částic. Výhodou keramického brzdového kotouče oproti kovovému je výrazně nižší hmotnost a také se méně opotřebovává. Tyto kotouče se u motocyklů nepoužívají. Motocykl má brzdové kotouče nechráněné před proudícím vzduchem, tím se kotouče dostatečně chladí i při opakovaném brzdění. A v neposlední řadě jsou výrobní náklady těchto kotoučů příliš vysoké v porovnání s pořizovací cenou motocyklu. Brzdový kotouč je připevněn na brzděný rotor a otáčí se spolu s ním. Při brzdění se kinetická energie vozidla mění na teplo a dochází ke značnému zahřívání brzdového kotouče. Proto bývají kotouče opatřeny otvory, kterými prochází vzduch, což napomáhá chlazení. To má výhody za deště, kdy otvory pomáhají odvádět vodu (a odpařující se vodní páru) a tím zlepšují brzdny účinek.

brzdový třmen

Třmen je součástka, do které je namontován brzdový píst (bývá obvykle jeden, u sportovních motocyklů 4 nebo 6) a suvně připevněné brzdové destičky. Tato součástka je pevně připojena k vidlici.

brzdový píst

Píst je součástka zamontovaná do brzdového třmenu. Na něj je připojena tlaková hadička s brzdovou kapalinou. V případě sešlápnutí brzdového pedálu nebo stisknutí páčky vznikne v brzdovém systému (v brzdové kapalině) tlak, který přitlačí píst a s ním brzdové destičky k brzdovému kotouči.

brzdové destičky

Destičky jsou přitlačované brzdovými písty. Jsou konstruovány tak, aby při kontaktu s brzdovým kotoučem vznikalo velké tření. Během provozu dochází k většímu opotřebování těchto destiček než je tomu u brzdových kotoučů.

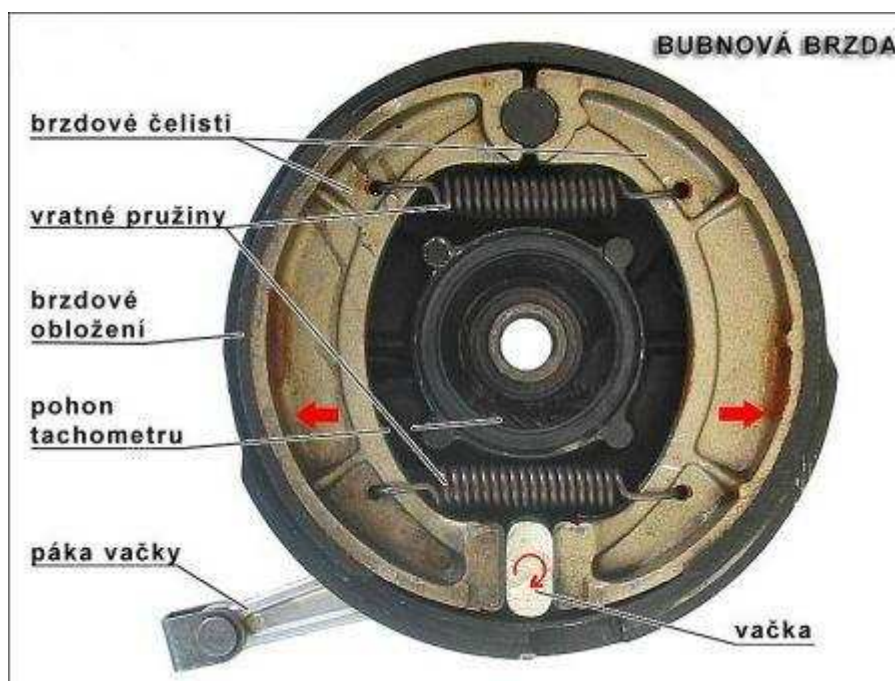
výhody a nevýhody oproti bubnovým brzdám

Kotoučové brzdy jsou oproti bubnovým brzdám výrazně lehčí, výkonnější a lépe se chladí. Na druhou stranu jsou dražší a náchylnější na poruchy vzniklé znečištěním. Pro své výhody se používají u většiny dnešních motocyklů.

1.2 Bubnová čelist'ová brzda

Bubnová brzda je brzda, u níž brzdové pakny působí na vnitřní povrch bubnu. Bubnové brzdy používané u motorových vozidel jsou třecí s vnitřními brzdovými čelistmi. Bubnová brzda se skládá z brzdového bubnu, brzdové čelisti, štítu brzdy, rozpěrného mechanismu a vratných pružin. Brzdový buben je pevně spojen s kolem motocyklu. Při brzdění jsou brzdové čelisti přitlačovány na vnitřní plochu bubnu a tím vzniká tření, čímž se přeměňuje kinetická energie na energii tepelnou stejně jako u brzdy kotoučové. Přítlačná síla může být vytvořena dvěma způsoby:

- **hydraulicky** pomocí rozpěrného válečku (provozní brzda)
- **mechanicky** pomocí rozpěrné páky (parkovací a nouzová brzda).



Obr 3: Popis bubnové brzdy [4]

brzdový buben

Buben se vyrábí z takových kovů aby měl vysokou odolnost proti otěru. Bubny musí být tvarově i tepelně stálé a musí dobře odvádět teplo vznikající při brzdění. Brzdné plochy musí být jemně a přesně opracované aby se zajistil co nejlepší styk s brzdovými čelistmi a zamezilo se vibracím při brzdění.

brzdové čelisti

Čelisti bývají vyrobeny z ocelového plechu a jsou konstruovány do tvaru půlměsíce s profilem "T" aby se při brzdění nekroutily. Na brzdových čelistech je nalepeno případně přinýtováno brzdové obložení. Brzdové obložení je kompozitní materiál vyráběný práškovou metalurgií z pilin různých kovů a pojidel.

rozpěrné zařízení

je podle konstrukce brzdy jeden nebo dva rozpěrné válečky a čep. Rozpěrný váleček může mít jeden nebo dva pístky. Sešlápnutím brzdového pedálu se tlak kapaliny přenesse na plochu pístku, ten se vysune a přitlačí brzdovou čelist k bubnu.

výhody

- Celé ústrojí brzdy je umístěno uvnitř bubnu a tak je chráněno proti nepříznivým vlivům nečistot z okolí
- Snadné spojení s parkovací brzdou
-

nevýhody

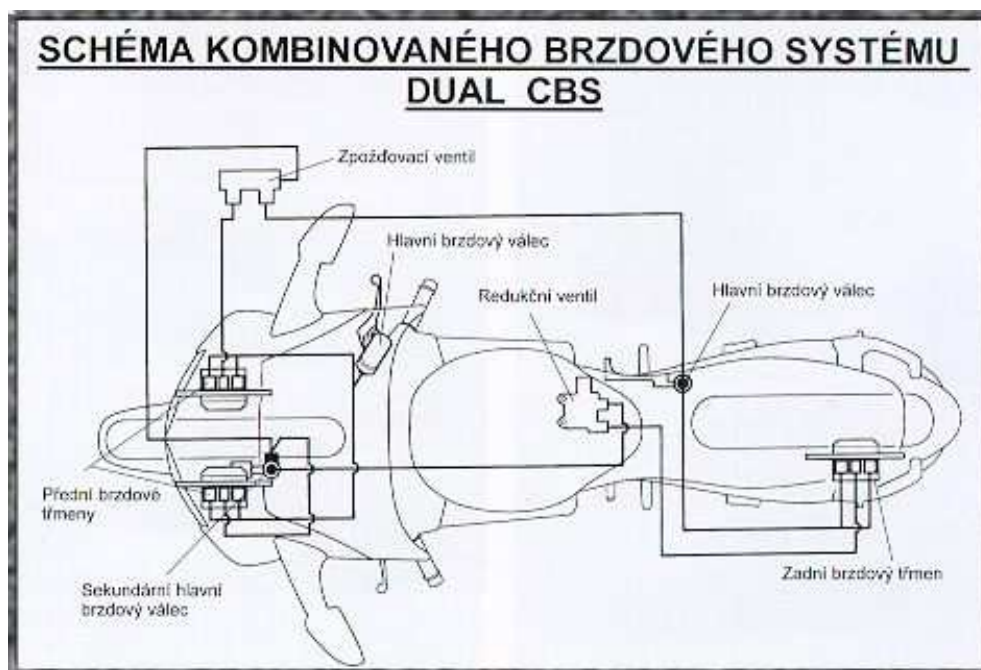
- Při zahřátí vlivem delšího brzdění klesá brzdný účinek. Při přílišném přehřátí může dojít k deformaci brzdového bubnu a nerovnoměrnosti brzdění
- Náběžná brzdová čelist je třecím momentem přitlačována k bubnu, čímž se stále zvyšuje brzdná síla a při překročení určité hranice může dojít k tzv "zakousnutí" brzdy a vyvolání smyku vozidla.
- Naopak úběžná čelist je třecím momentem ze záběru vytlačována, čímž se snižuje její brzdná síla a dochází k nerovnoměrnému opotřeбенí brzdových čelistí.

2. Propojené ovládací systémy

2.1 Brzdový systém Dual CBS

Honda vyvinula duální kombinovaný brzdový systém Dual CBS v roce 1993 a okamžitě jen nasadila na cestovně sportovní motocykly typu CBR 1000F a VFR 750. Další modely využívající tento systém jsou cestovní enduro XL 1000 Varadero a sportovní CBR 1100XX Superblackbird.

Motocykl Honda VFR 800 FI používá na každém brzdovém kotouči šestpístkové třmeny, které řídí dvojice nezávislých, a přesto propojených hydraulických okruhů (Dual CBS). Vnější pístky třmenu přední brzdy se ovládají přímo páčkou na řídítkách, zatímco střední pístky třmenu zadní brzdy je aktivován sekundárním brzdovým válcem uchyceným na levém předním kluzáku vidlice. Vnější pístky zadního třmenu a střední pístky předního třmenu jsou ovládány přímo brzdovým pedálem. Odpovídající tlak na středních pístcích zadního brzdového třmenu reguluje tříступňový redukční ventil. Systém Dual CBS je dole vybaven zpožd'ovacím ventilem umístěným mezi brzdovým válečkem nožní brzdy a středním pístkem pravého brzdového třmenu levý brzdový třmen je aktivován přímo bez zpoždění. Pravý brzdový třmen je aktivován postupně s nárůstem tlaku na pedál. Díky tomu nedochází při mírném brzdění nožním pedálem k tzv. ponořování přídě supersportu a s tím související ztrátě ovladatelnosti.



Obr 4: Schéma systému Dual-CBS

Výhody systému Dual CBS:

- Rozdělení brzdných sil na přední a zadní kolo se přibližuje optimálnímu proporcionálnímu rozdělení nezávisle na způsobu ovládní řidičem
- Zůstávají zachovány návyky z běžných motocyklů
- Ovládní systému nevyžaduje zvláštní zácvik

Firma Honda je jediný, motocyklovým výrobcem používajícím v sériové výrobě propojené ovládací systémy brzd přední a zadní nápravy. Použití systému bez elektronických prvků s pevným nastavením mechanických členů je omezeno na stroje vyšších hmotnostních kategorií.

2.2 MOTO GUZZI Integral

Firma MOTO GUZZI zavedla již v roce 1976u modelu 850T3 tzv. integrální brzdový systém.

Nožní pedál ovládá zadní kotouč a jeden kotouč dvoustranné přední brzdy. Druhý kotouč má oddělené ovládní páčkou na řídítkách. Smyslem tohoto systému je částečné brzdění předním kolem při každém použití zadní brzdy a možnost účinného využití přední brzdy samostatně ovládanou páčkou.

Ve společném okruhu není mezi přední a zadní brzdou vložen žádný regulační prvek. Rozdělení tlaku mezi přední a zadní brzdu je stále lineární.

3. Elektronické protiblokovací systémy

3.1 ABS

Tyto regulační systémy (ABS) mají za úkol vhodnou regulací hydraulického tlaku v ovládacím systému brzdy zamezit blokování kola při zachování vysoké brzdné síly na kole. Při brzdění nižší intenzitou jsou systémy mimo činnost a brzdění probíhá za stejných podmínek jako u systémů neregulovaných

Elektronické regulační systémy mají obecně tyto základní části:

- Snímače otáček kol
- Elektronické vyhodnocovací zařízení
- Modulátor hydraulického tlaku

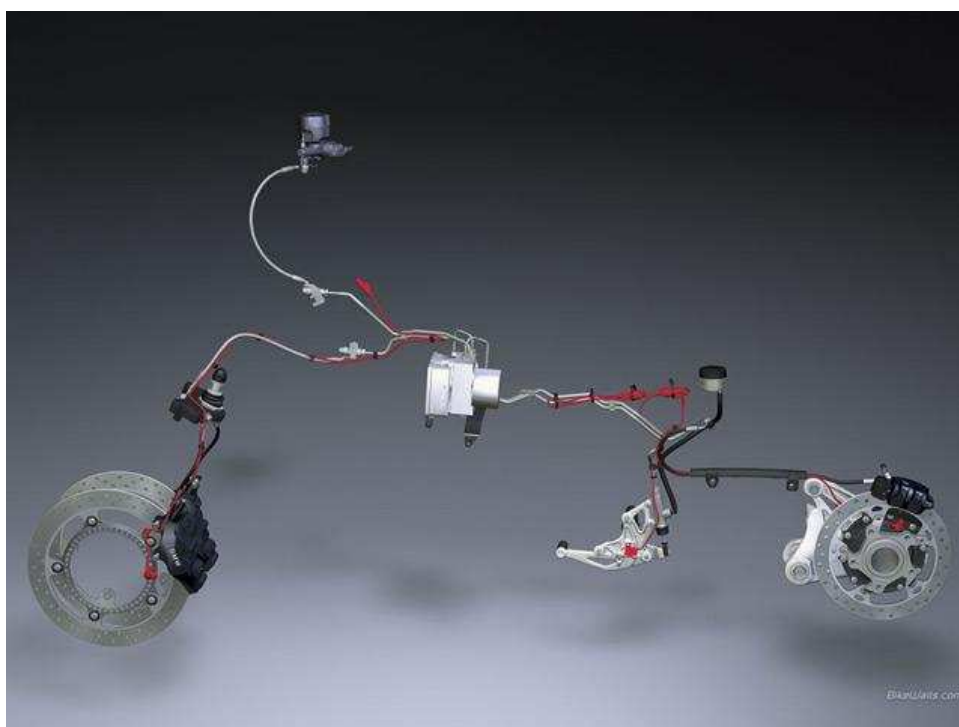
Jednotlivé systémy různých výrobců motocyklů se liší pouze konstrukcí těchto základních částí. Za dobrých podmínek brzdění (suchá, rovná asfaltová silnice, zkušený řidič) nepřináší ABS zkrácení brzdné dráhy motocyklu. Výhody ABS se projeví za zhoršených podmínek brzdění:

- Nepříznivé adhezní poměry (nízký součinitel adheze např. voda nebo písek na silnici)

- Krizové situace jízdy (i nezkušený řidič může k odvrácení střetu plnou intenzitou zmáchnout pedál brzdy)

Nevýhody systému ABS u motocyklů je:

- Vyšší hmotnost motocyklu (cca 10kg)
- Nárok na zástavbový prostor na motocyklu
- Vyšší cena motocyklu



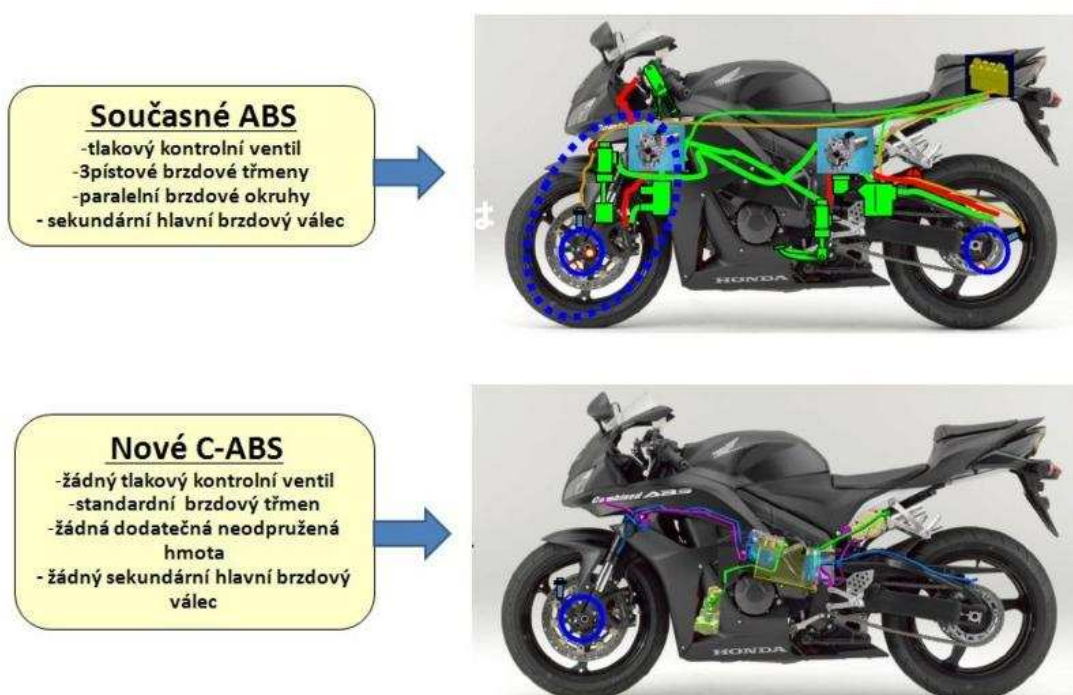
Obr 5: Brzdový systém ABS [2]

3.2 C-ABS

Zatím posledním revolučním krokem, který Honda uvedla mezi sériově vyráběnými motocykly je elektronicky řízený kombinovaný brzdový systém s ABS (C-ABS), určený pro supersportovní motocykly, který nalezneme na modelech CBR600RR a CBR1000RR Fireblade. Základní výhoda systému ABS, kterou je zabránění zablokování kol, a hlavní přínos CBS, spočívající ve snazší ovladatelnosti a vyšší stabilitě, jsou již dobře známy. U tohoto nového systému jsou uvedené vlastnosti spojeny rozšířeny o speciální prvky určené pro použití u supersportovních motocyklů. Vzhledem ke krátkému rozvoru kol mají sportovní motocykly tendenci "stavět se na přední kolo". Nový pokročilý kombinovaný brzdový systém

s elektronickou řídicí jednotkou tento jev potlačuje, čímž je dosažena vynikající stabilita a ovladatelnost, především však vynikající zpomalení za všech povětrnostních podmínek.

Standardní ABS pracuje na bázi hydrauliky, zatímco u nového systému je vše řízeno elektronicky. Tlakové ventily, které v případě potřeby sníží tlak, vyvíjený na brzdové obložení, nejsou u nového systému ovládány hydraulicky, ale přes elektronickou řídicí jednotku, která vyhodnocuje a analyzuje veškerá data související s jízdou a aktivací brzdového systému. Výsledkem je nejen výraznější brzdový účinek, ale díky elektronickému řešení zde také odpadá celá řada komponentů, které již nejsou zapotřebí.



Obrázek 6

4. Praktická měření

Měření, která byla v rámci této práce provedena a vyhodnocena, byla provedena na sériových motocyklech bez jakýchkoli úprav. Pouze motocykl Honda CBR 929 RR byl osazen laděným výfukem značky Arrow. Tuto úpravu však lze považovat za zanedbatelnou. Tento výfuk nehraje velkou roli v hmotnosti ani nepřináší citelný výkon, aby tato úprava nějak výrazně ovlivnila naměřené hodnoty. Skupina měřených motocyklů dále obsahovala stroj Honda CBR 1100 XX vybavený systémem DUAL-CBS, dva motocykly Kawasaki er6-n a jeden skútr zastupující dnes velmi populární kategorii. Mezi motocykly Kawasaki byl rozdíl pouze ve výkonu motoru. Jeden motocykl dosahoval plných 53KW oproti tomu měl druhý motocykl výkon omezený na 25 KW.

Testovací jezdec nebyl žádný závodní jezdec, který je schopen z motocyklu dostat maximální hodnoty. Jezdcem byl průměrný řidič. Nešlo nám o to dostat z motocyklu maximum ale chtěli jsme zjistit brzdné a akcelerační vlastnosti motocyklů v rukou průměrného jezdce, protože právě takoví si tyto motocykly kupují.

Měřili jsme brzdění z relativně nízkých rychlostí, konkrétně z 50 a 70 km·h⁻¹. Toto jsou rychlosti kterými se motocykl pohybuje ve městě respektive na okresních komunikacích. Zrychlení jsme měřili do rychlosti 35, 50, 75 a 100 km·h⁻¹. Dosažení těchto rychlostí bylo pro testované motocykly, s výjimkou skútru, otázkou několika málo vteřin. Všechny motocykly byly vybaveny kotoučovými brzdami s dostatečným výkonem pro účinné opakované zastavení bez projevů tzv. vadnutí.

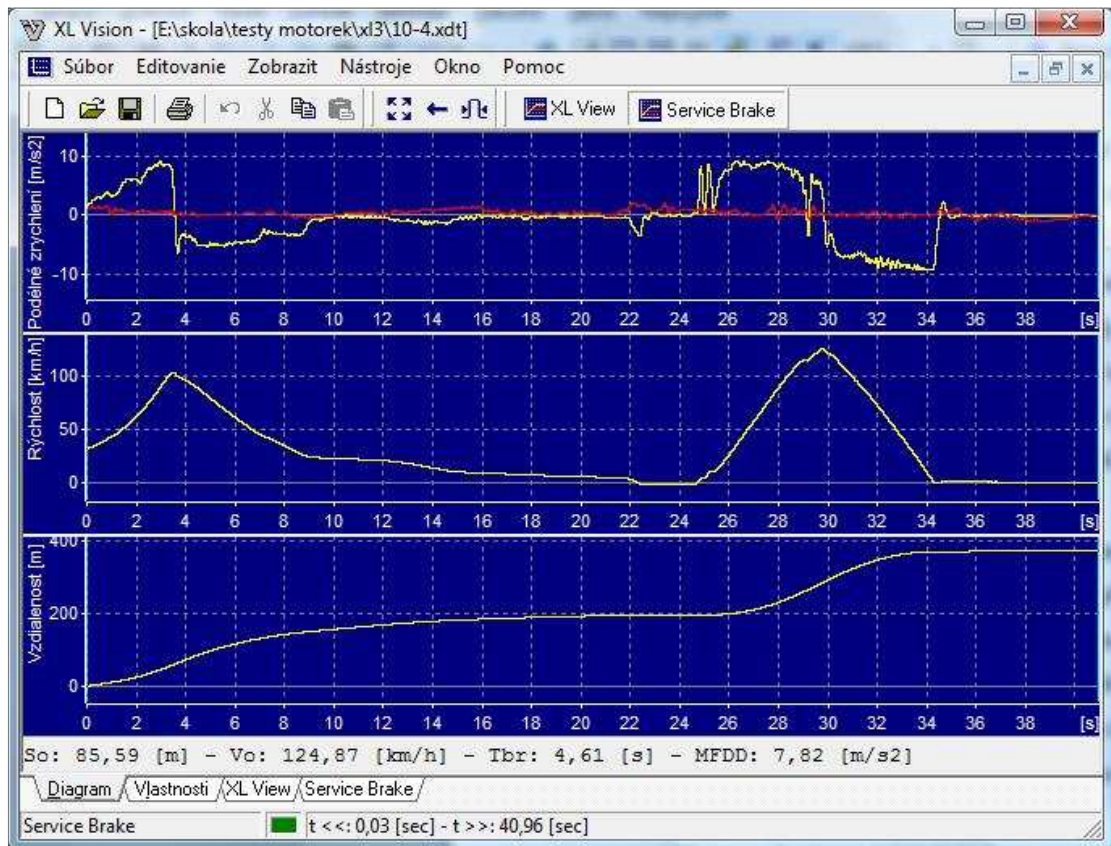
Testovací dráha měla souvislý povrch bez prasklin, děr a bez změny drsnosti povrchu. Drsnost povrchu je zobrazena na obrázku níže. Sklon vozovky, 2,5°, byl zohledněn při nastavení měřicího přístroje.



Obr 7: Drsnost povrchu testovací dráhy

Pro měření jsme používali zařízení zvané XL-meter. Toto zařízení zaznamenává hodnotu zrychlení každých 0,005s a je schopno předat získané hodnoty do počítače. Vyhodnocení zaznamenaných dat se provádí pomocí programu XLVision. Tento program v plné verzi vytvoří požadované grafy pro zrychlení, rychlost a dráhu v závislosti na čase. Dále má mnoho funkcí na vyhodnocení času zrychlení nebo zpomalení a potřebné dráhy. Pracovní prostředí XLVision a grafy které vytvořil můžete vidět na obrázku. Tento program

ovšem není volně dostupný v plné verzi. Pro jsem pro vytvoření potřebných grafů použil program Microsoft Excel.



Obr 8: Pracovní prostředí programu XLVision

Umístění přístroje XL meter na motocykly se provádí pomocí přísavky.



Obr 9: Daelim S-five



Obr 10: KTM 85 SX



Obr 11: Honda CBR 1100 XX



Obr 12: Kawasaki er6-n



Obr 13: Honda CBR 929 RR

Každou z měřených disciplín budeme měřit pro každý motocykl třikrát.

5. Testované motocykly

5.1. Kawasaki er6-n

Hmotnost: 174 kg

Typ rámu: trubkový

Materiál rámu: ocel

Motor, pohonná soustava motocyklu

Druh motoru: řadový

Takt motoru: čtyřdobý

Chlazení: kapalinou

Sekundární převod: řetěz

Rozvod: 2x OHC (2x vačkový hřídel v hlavě válce)

Startér: elektrický spouštěč

Zdvihový objem: 649.0 ccm

Počet válců: 2

Počet ventilů: 8

Počet rychlostních stupňů (manuál): 6

Jízdní výkon motocyklu

Točivý moment: 66.0 Nm při 7000 otáčkách

Výkon motoru: 53.0 kW / 72.0 koní při 8500 otáčkách

Max. rychlost: 200 km/h

Zrychlení z 0 na 100 km/h: 3.9 s

Ostatní vlastnosti a parametry

Brzdy přední: dvojité kotoučové

Brzdy zadní: kotoučové

Průměr kotoučů u předních brzd: 300 mm

Průměr kotoučů u zadních brzd: 220 mm

Sériový rozměr pneu vpředu: 120/70 - 17

Sériový rozměr pneu vzadu: 160/60 - 17



Obr 14: Ilustrační foto

5.2. Honda CBR 900 RR Fireblade

Hmotnost: 170 kg

Typ rámu: dvojitý páteřový

Materiál rámu: hliníková slitina

Motor, pohonná soustava motocyklu

Druh motoru: řadový

Takt motoru: čtyřdobý

Chlazení: kapalinou

Sekundární převod: řetěz

Rozvod: 2x OHC (2x vačkový hřídel v hlavě válce)

Startér: elektrický spouštěč

Objem: 929 ccm

Výkon: 112 kW / 152 koní při 11000 otáčkách

Krouticí moment: 103 Nm při 9000 otáčkách

Počet válců: 4

Počet ventilů: 16

Počet rychlostí 6

Max. rychlost: 285 km/h

Sekundární převod řetěz

Pneu přední: 120/70-ZR 17

Pneu zadní: 190/50-ZR 17

Průměr kotoučů u předních brzd: 330 mm

Průměr kotoučů u zadních brzd: 220 mm



Obr 15: Ilustrační foto

5.3. Honda CBR 1100 XX Blackbird

Hmotnost: 223 kg

Typ rámu: dvojitý páteřový

Materiál rámu: hliníková slitina

Motor, pohonná soustava motocyklu

Druh motoru: řadový

Takt motoru: čtyřdobý

Chlazení: kapalinou

Sekundární převod: řetěz

Rozvod: 2x OHC (2x vačkový hřídel v hlavě válce)

Startér: elektrický spouštěč

Zdvihový objem: 1137.0 ccm

Počet válců: 4

Počet ventilů: 16

Počet rychlostních stupňů (manuál): 6

Jízdní výkon motocyklu

Točivý moment: 119.0 Nm při 7250 otáčkách

Výkon motoru: 112.0 kW / 152.0 koní při 10000 otáčkách

Max. rychlost: 290 km/h

Zrychlení z 0 na 100 km/h: 3.0 s

Ostatní vlastnosti a parametry

Brzdy přední: dvojité kotoučové

Brzdy zadní: kotoučové

Průměr kotoučů u předních brzd: 310 mm

Průměr kotoučů u zadních brzd: 256 mm

Sériový rozměr pneu vpředu: 120/70 - 17

Sériový rozměr pneu vzadu: 180/55 - 17



Obr 16: Ilustrační foto

5.4. Daelim S-five 50

Hmotnost: 87 kg

Typ rámu: dvojitý páteřový

Materiál rámu: ocel

Motor, pohonná soustava motocyklu

Druh motoru: řadový

Takt motoru: dvoudobý

Chlazení: vzduchem

Sekundární převod: přímý

Rozvod: membrána

Příprava směsi: karburátor

Startér: elektrický/nožní spouštěč

Zdvihový objem: 49.5 ccm

Počet válců: 1

Počet rychlostních stupňů (automat): 1

Jízdní výkon motocyklu

Výkon motoru: 2.5 kW / 3.2 koní při 6000 otáčkách

Max. rychlost: 50 km/h

Ostatní vlastnosti a parametry

Brzdy přední: kotoučová

Brzdy zadní: bubnová

Sériový rozměr pneu vpředu: 120/70 - 12

Sériový rozměr pneu vzadu: 130/70 - 12



Obr 17: Ilustrační foto

5.5. KTM SX 85

Hmotnost: 68 kg

Typ rámu: Centrální trubkový

Materiál rámu: hliníková slitina

Motor, pohonná soustava motocyklu

Takt motoru: dvoudobý

Chlazení: kapalinou

Sekundární převod: řetěz

Startér: Startovací páka

Zdvihový objem: 84,9 ccm

Počet válců: 1

Počet ventilů: 0

Počet rychlostních stupňů (manuál): 6

Jízdní výkon motocyklu

Točivý moment:

Výkon motoru:

Max. rychlost: podle zpřevodování

Zrychlení z 0 na 100 km/h: podle zpřevodování

Ostatní vlastnosti a parametry

Brzdy přední: kotoučové

Brzdy zadní: kotoučové

Sériový rozměr pneu vpředu: 70/100×19

Sériový rozměr pneu vzadu: 90/100×16

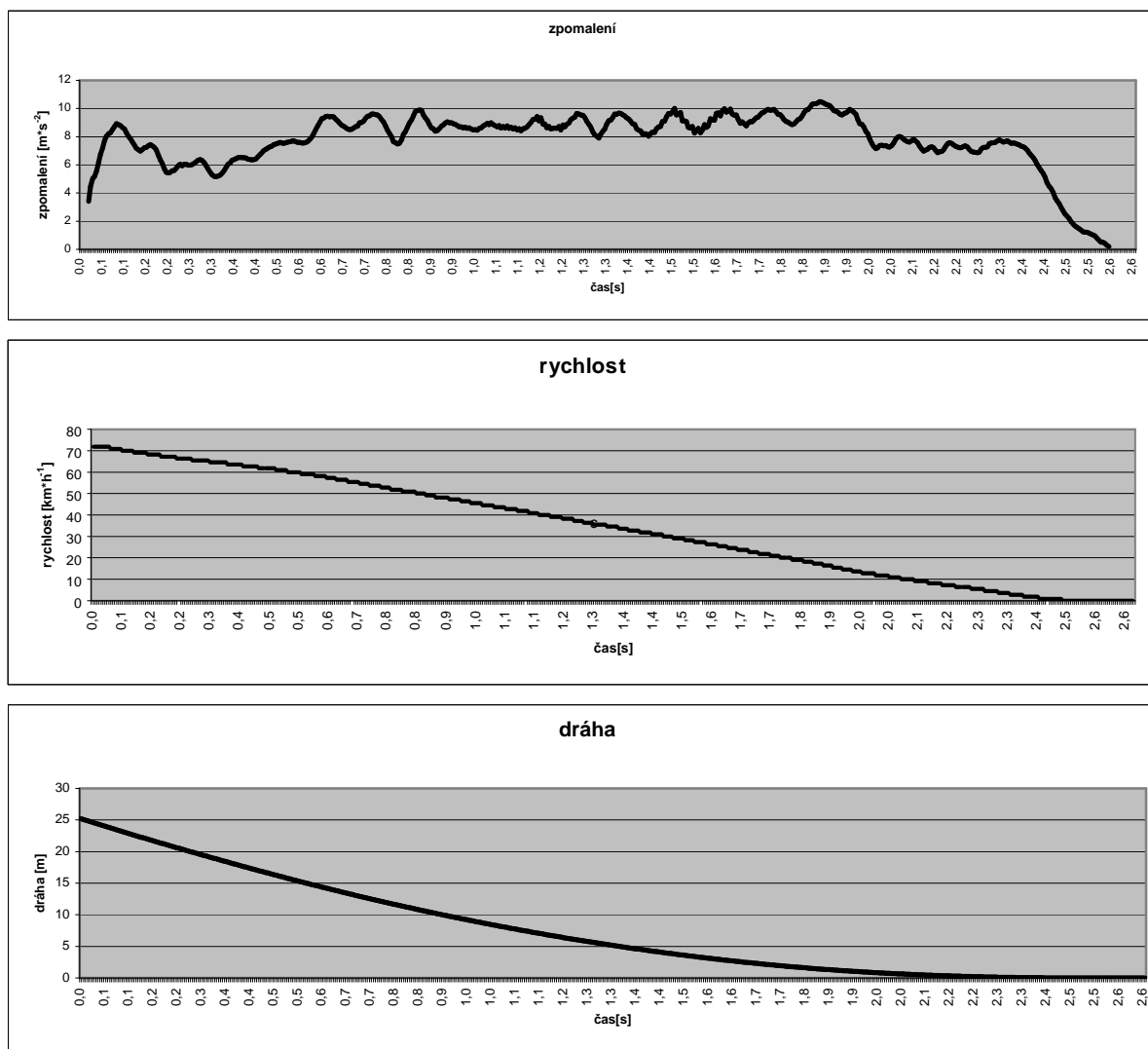


Obr 18: Ilustrační foto

6. Brždění

6.1. Brždění 70-0 km/h

Brždění pouze přední brzdou
Motocykl Kawasaki ER-6n

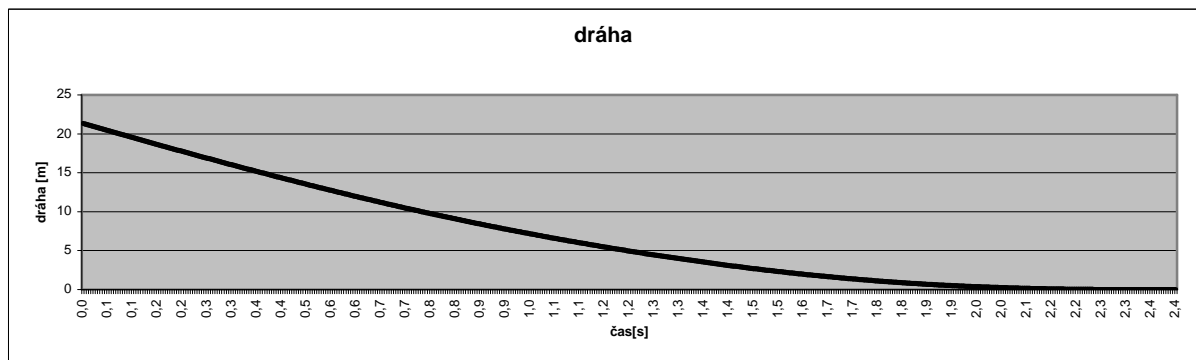
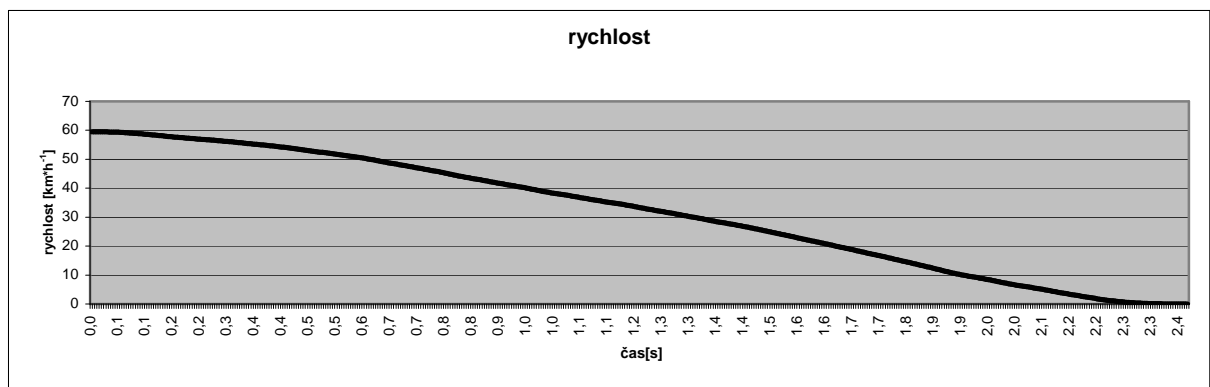
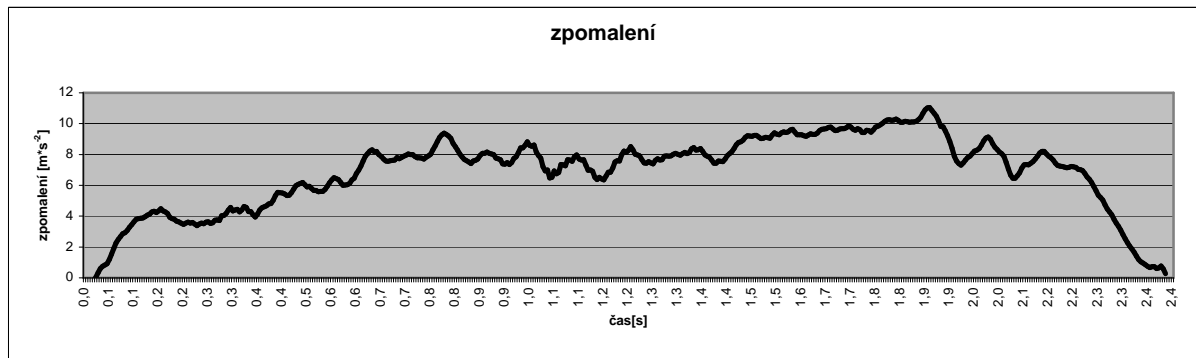


Počáteční rychlost: 73,1 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: $7,82\text{m/s}^2$
Brzdná dráha: 25,5 m



Obr 19

Motocykl Kawasaki ER-6n 25kW

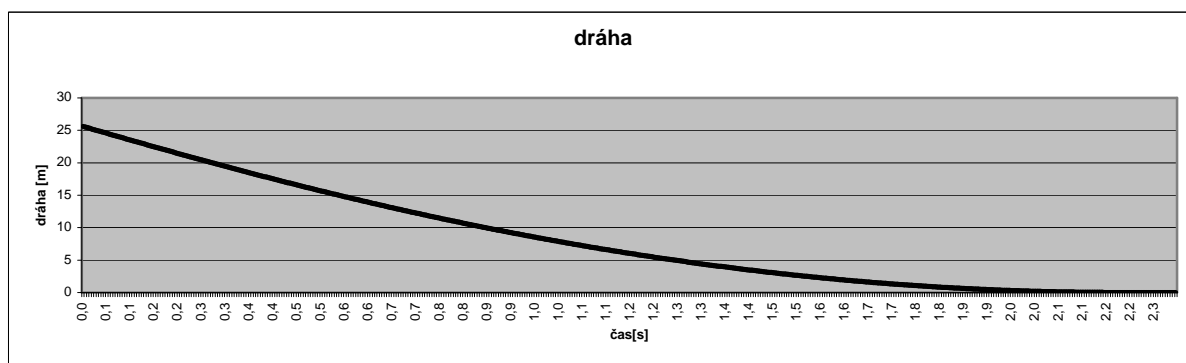
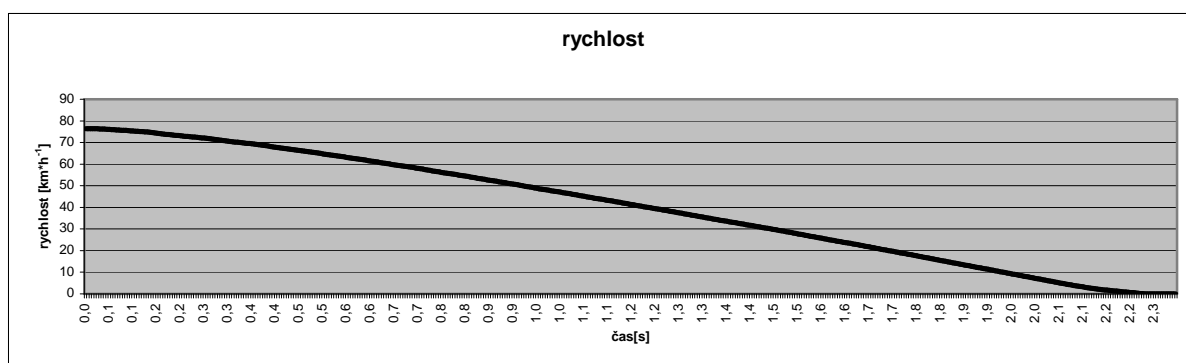
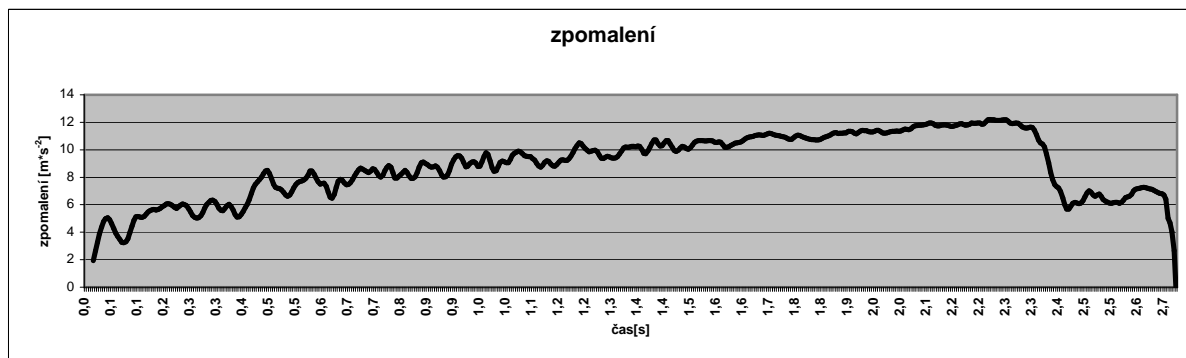


Počáteční rychlost: 59,4 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 6,91 m/s²
Brzdná dráha: 22 m



Obr 20

Motocykl Honda CBR 929 RR Fire Blade

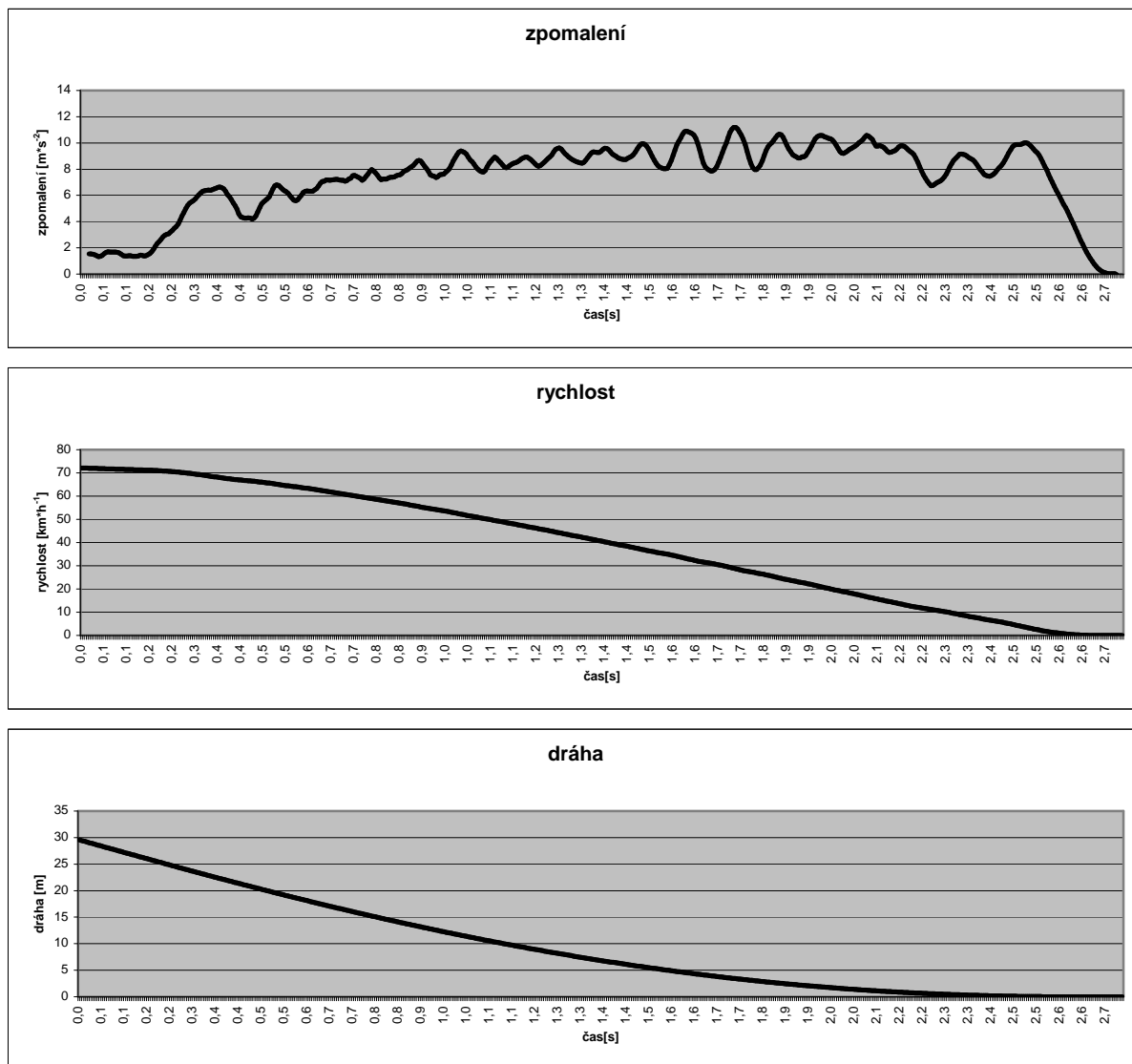


Počáteční rychlost: 76,4 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 9,48 m/s²
Brzdná dráha: 26 m



Obr 21: Extrémní brzdění

Motocykl Honda CBR 1100 XX Super Black Bird

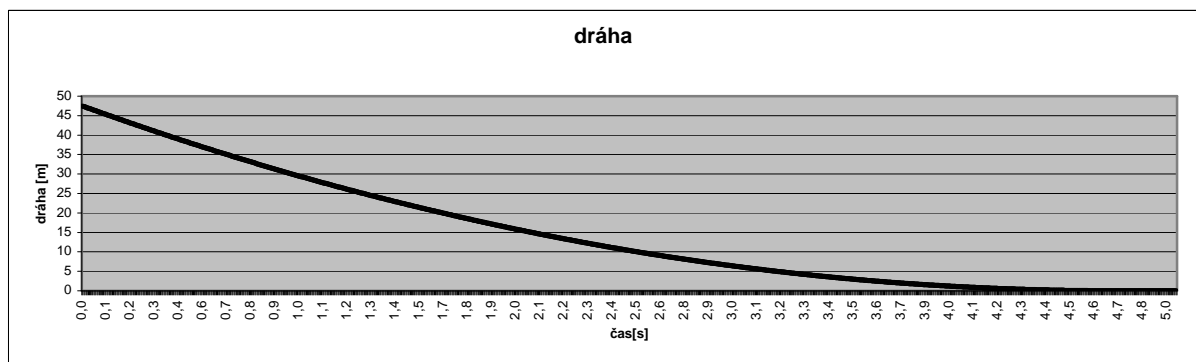
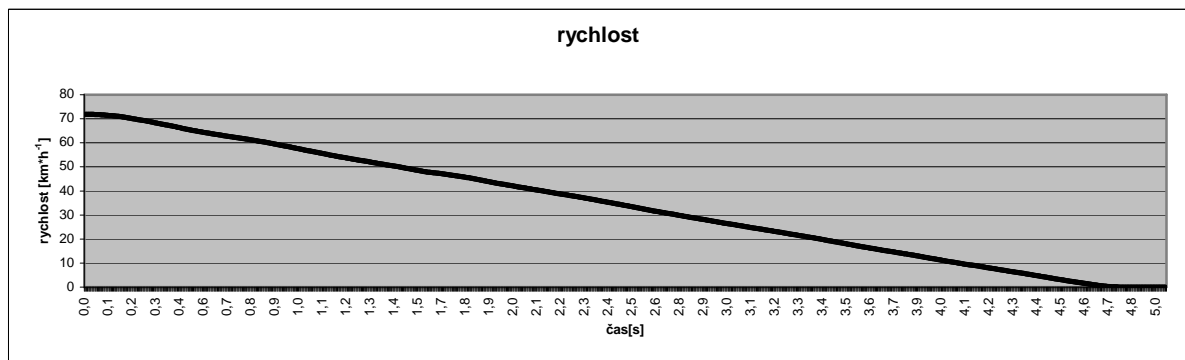
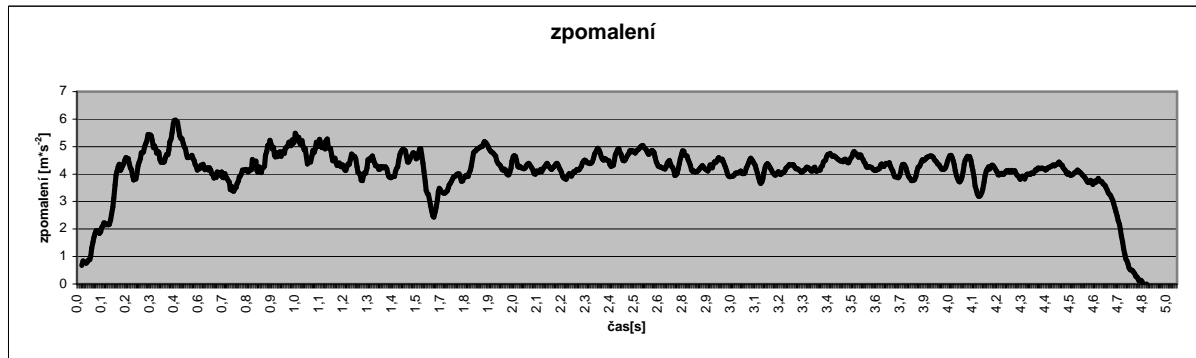


Počáteční rychlost: 71,1 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 7,29 m/s²
Brzdná dráha: 29 m



Obr 22

Brždění pouze zadní brzdou
Motocykl Kawasaki ER6-n

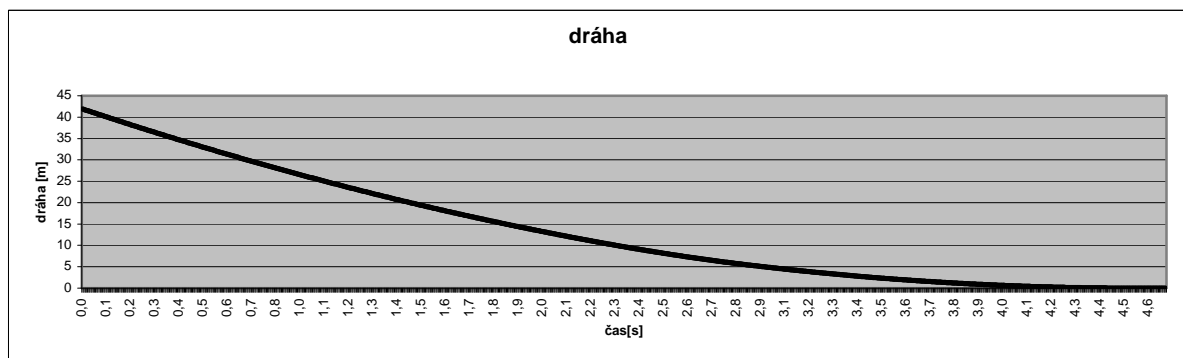
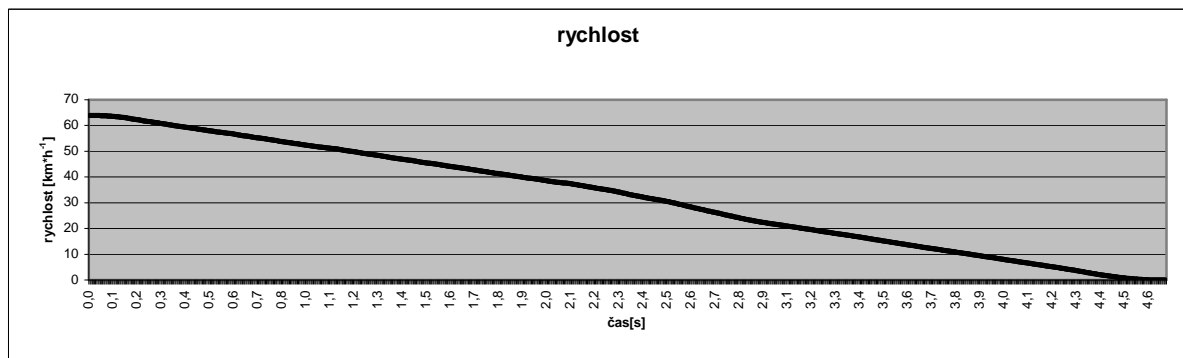
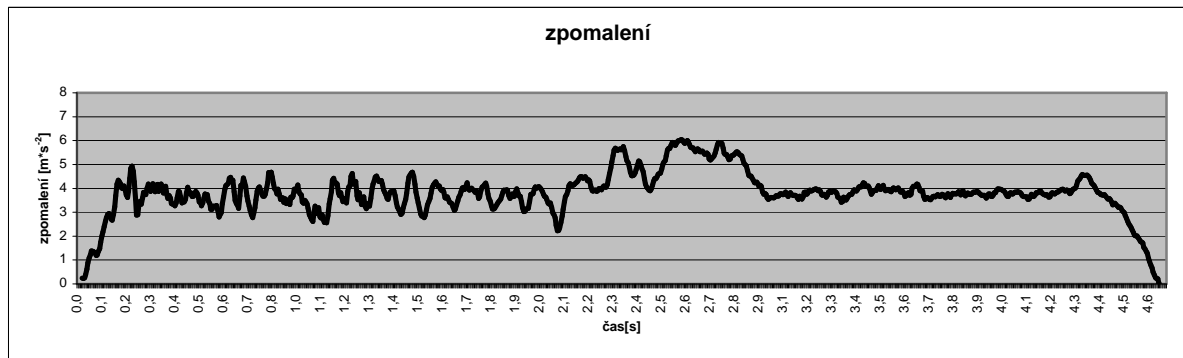


Počáteční rychlost: 71,9 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 4,13 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
Brzdná dráha: 47 m



Obr 23

Motocykl Kawasaki ER6-n 25kW

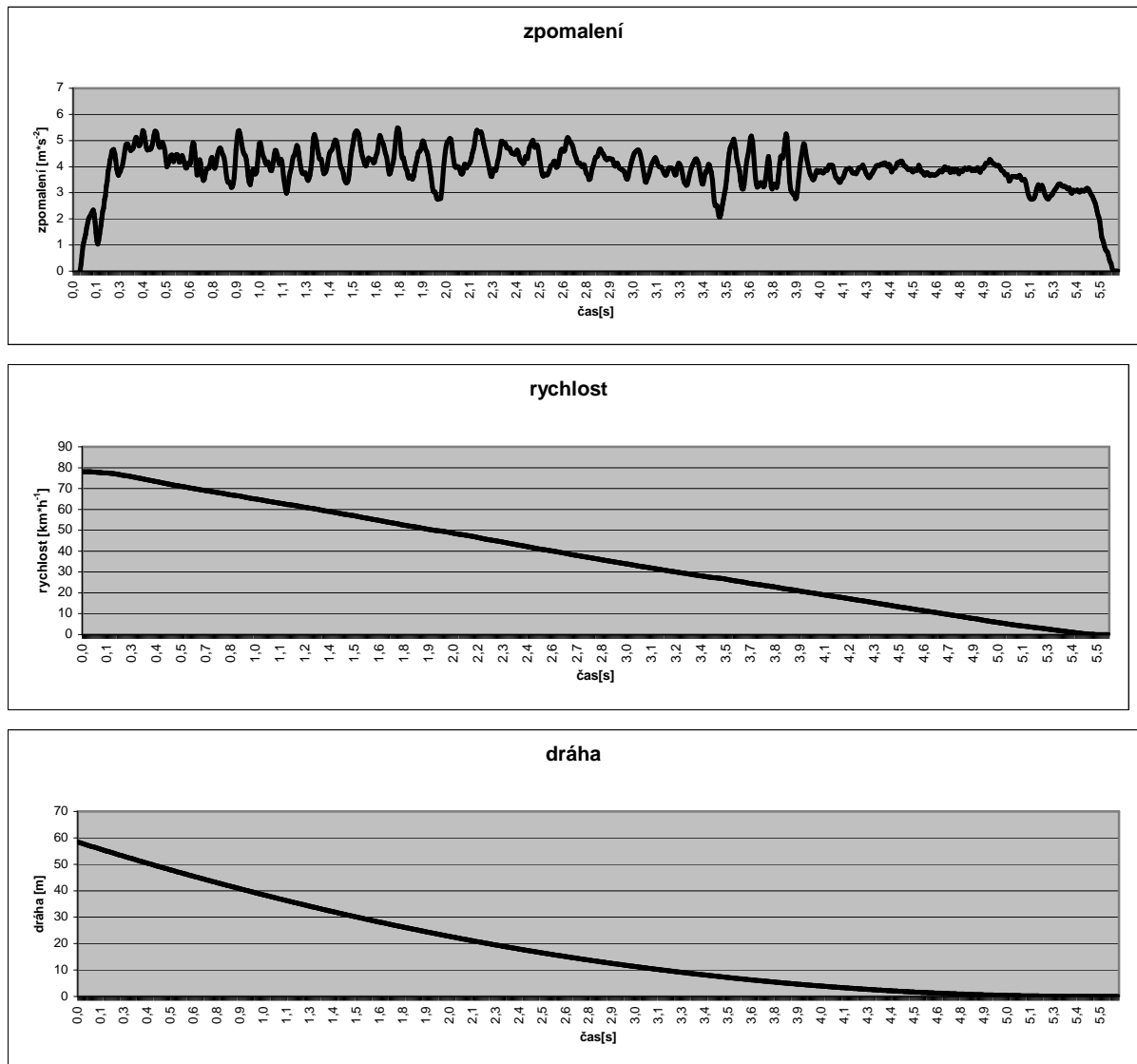


Počáteční rychlost: 63,9 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: $3,82\text{m/s}^2$
Brzdná dráha: 42 m



Obr 24

Motocykl Honda CBR 929 RR Fire Blade

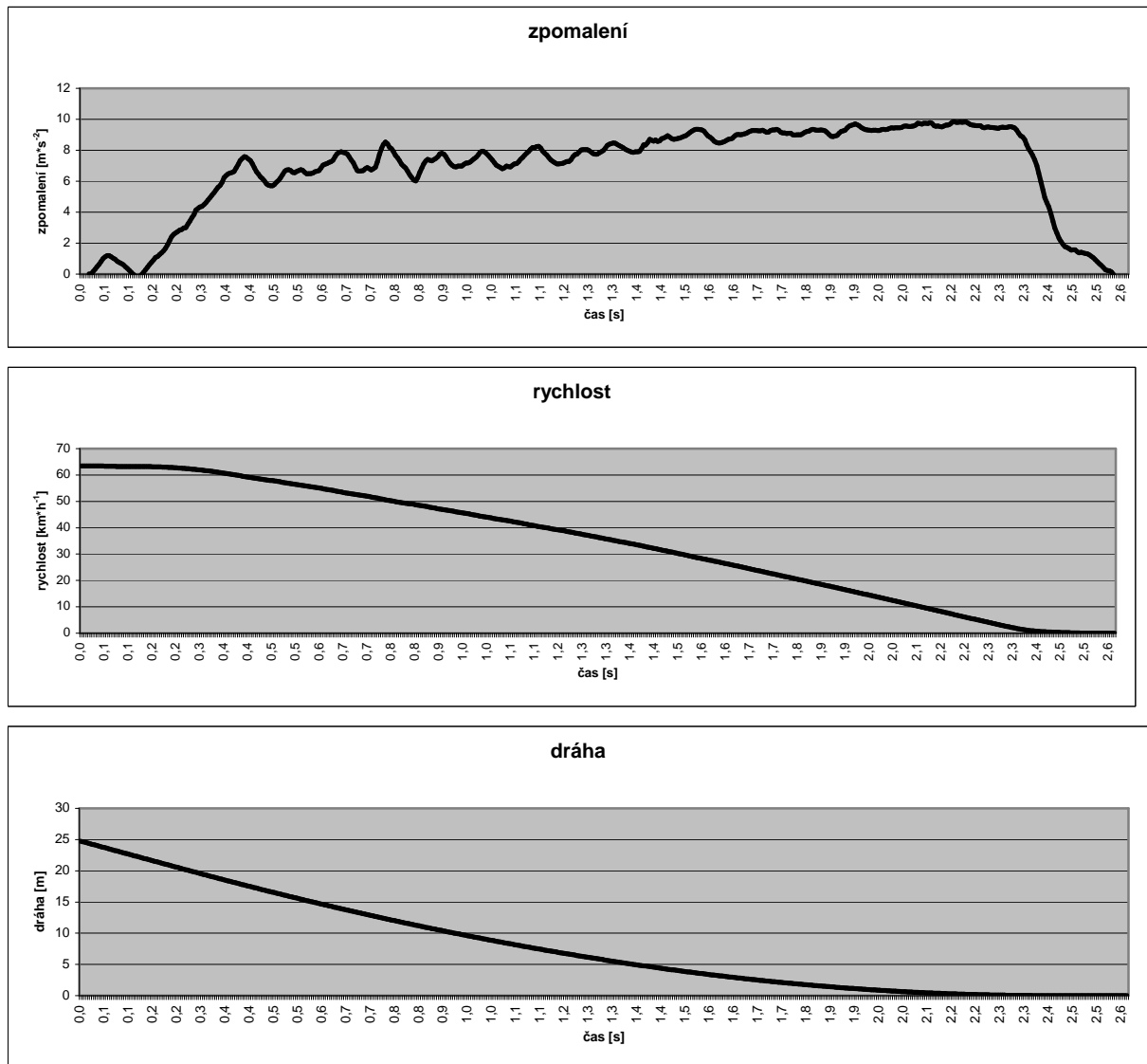


Počáteční rychlost: 78,0 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 3,90 m/s²
Brzdná dráha: 59 m



Obr 25

Motocykl Honda CBR 1100 XX Super Black Bird

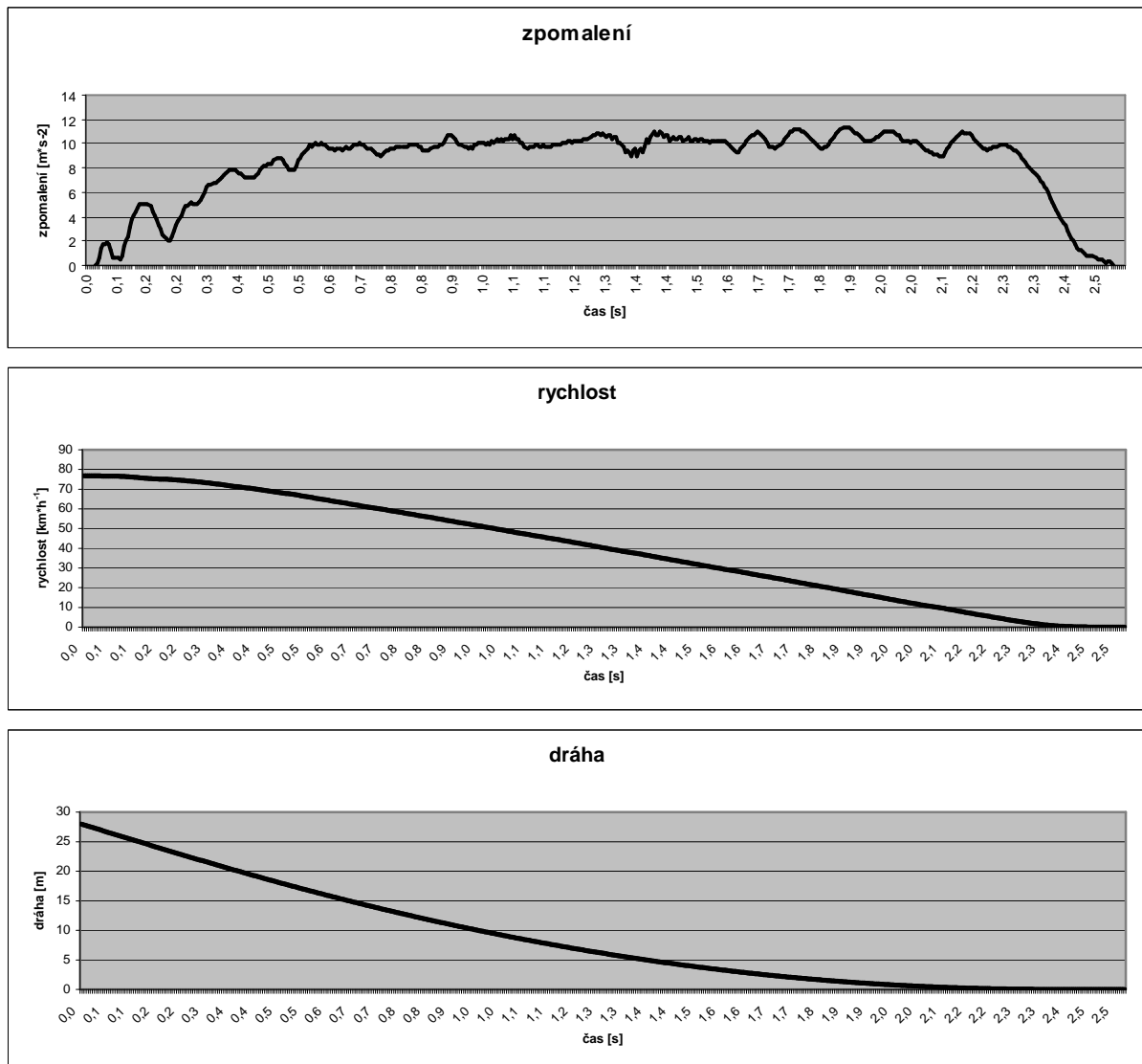


Počáteční rychlost: 63,5 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 6,94 m/s²
Brzdná dráha: 25 m



Obr 26

Brždění oběma brzdami
Motocykl Kawasaki ER6-n

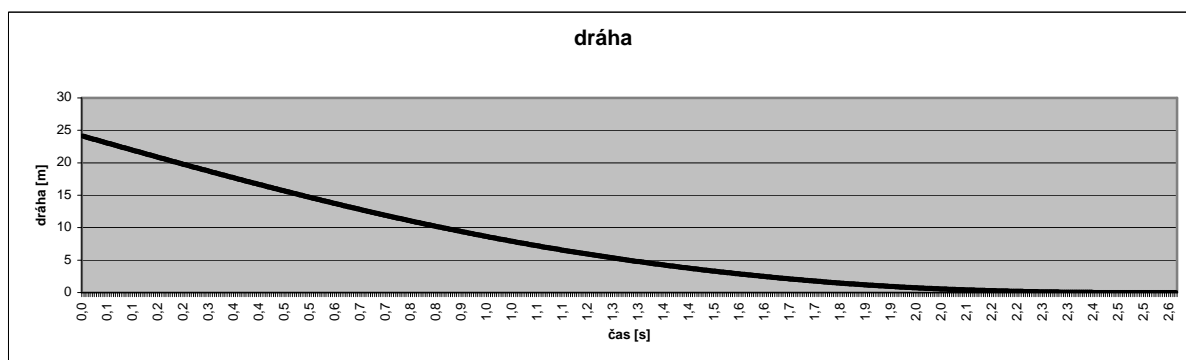
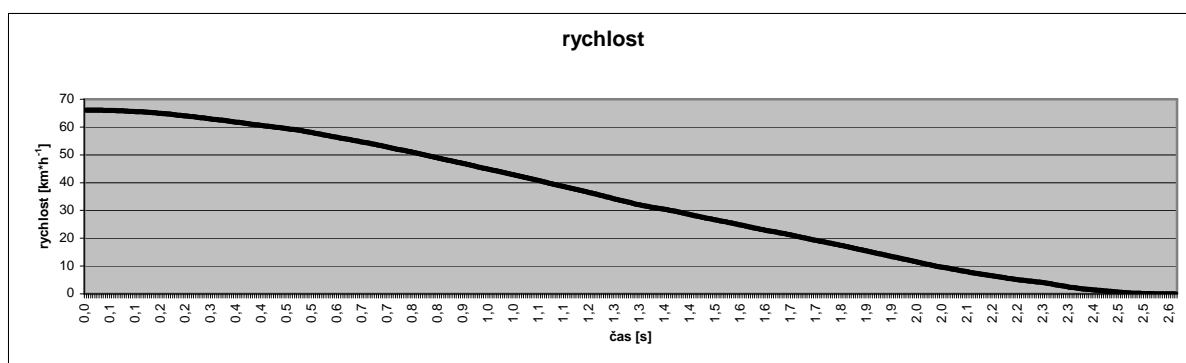
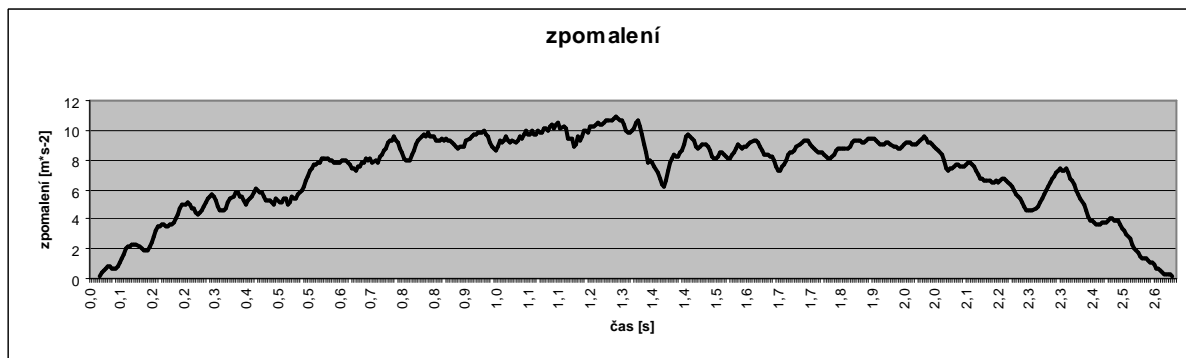


Počáteční rychlost: 75,4 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 8,69 m/s^2
Brzdná dráha: 28 m



Obr 27

Motocykl Kawasaki ER6-n 25kW

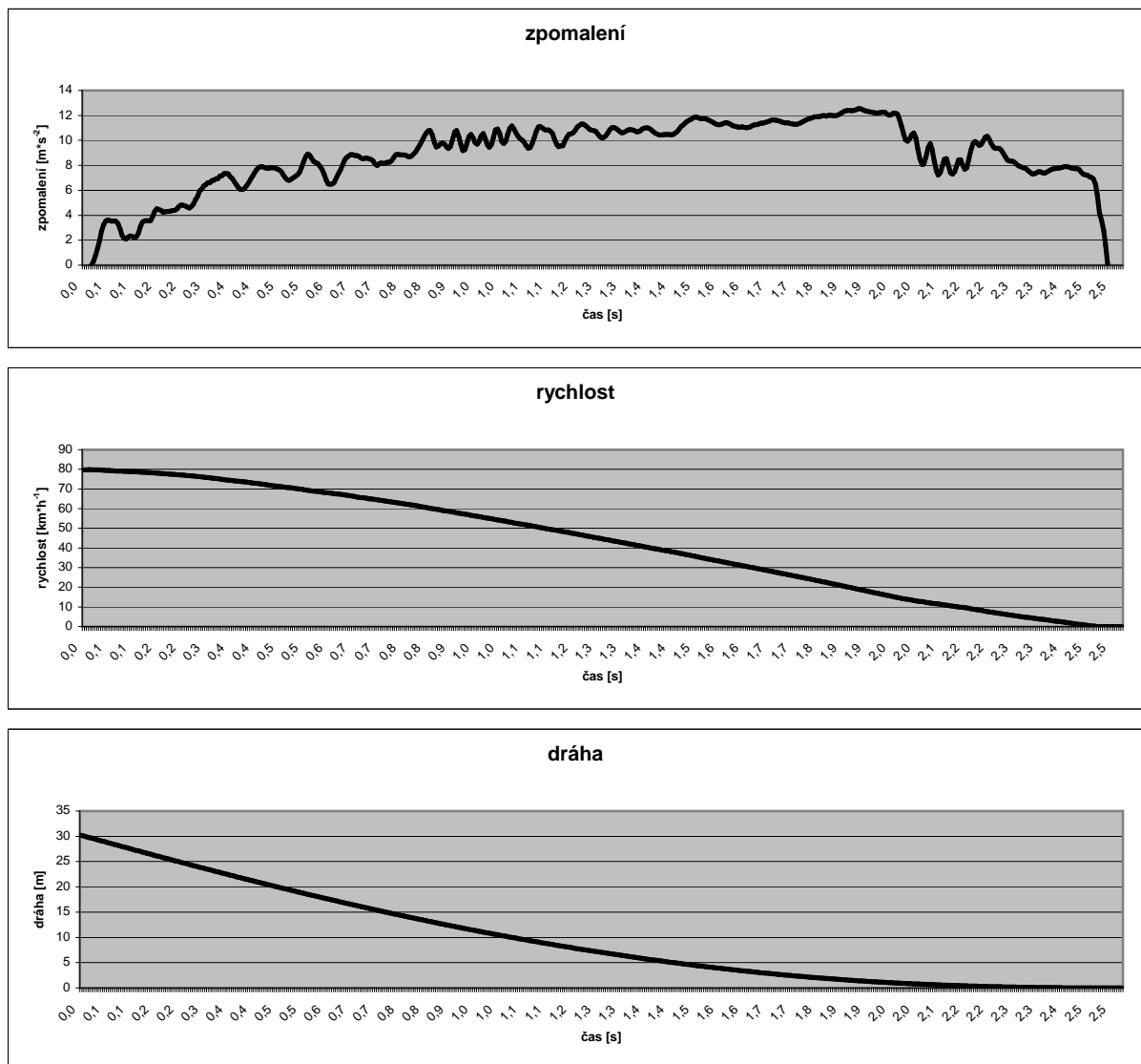


Počáteční rychlost: 66,1 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 7,15 m/s²
Brzdná dráha: 24 m



Obr 28

Motocykl Honda CBR 929 RR Fire Blade

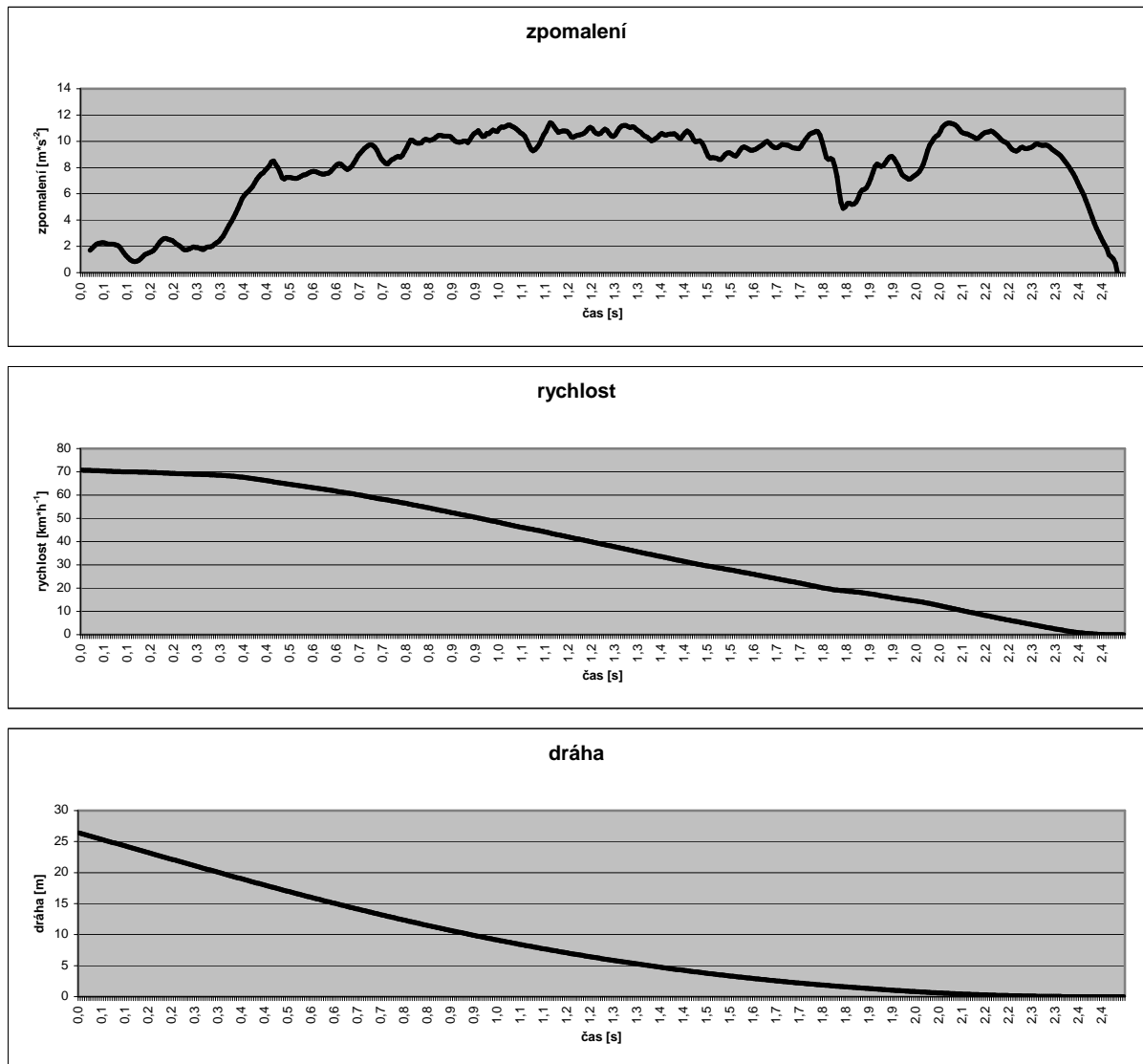


Počáteční rychlost: 79,9 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 8,91 m/s^2
Brzdná dráha: 30 m



Obr 29

Motocykl Honda CBR 1100 XX Super Black Bird



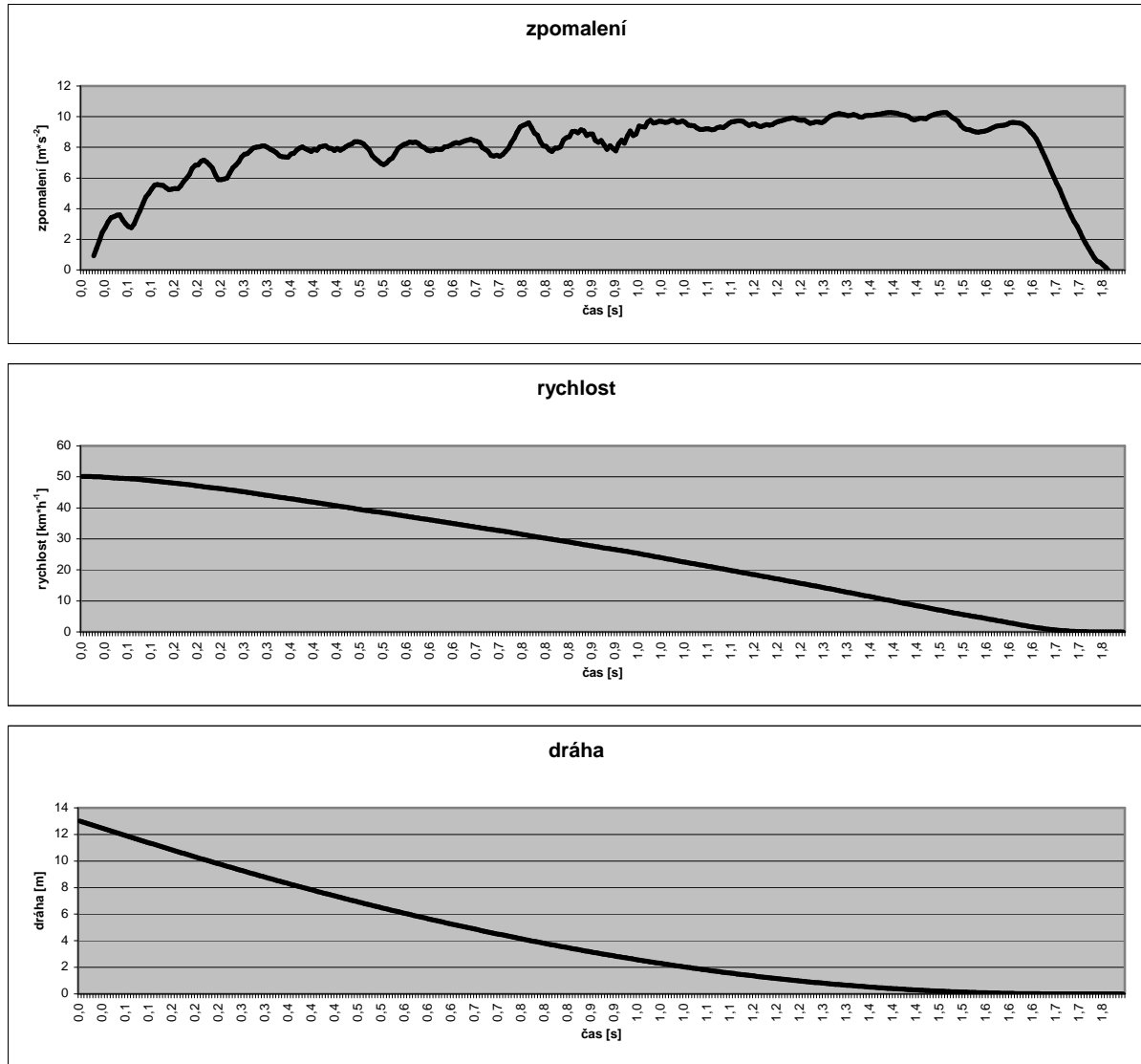
Počáteční rychlost: 69,6 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 8,09 m/s^2
Brzdná dráha: 26 m



Obr 30

6.2. Brzdění 50-0km/h

pouze přední brzdou
Kawasaki er6-n

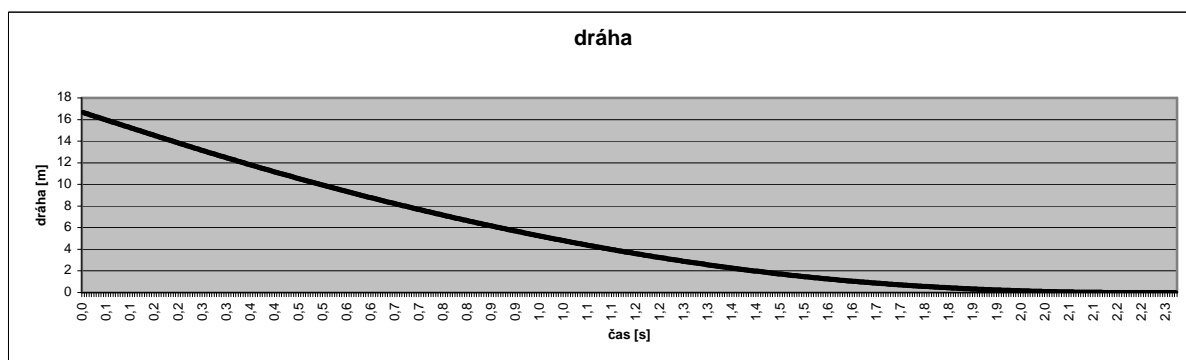
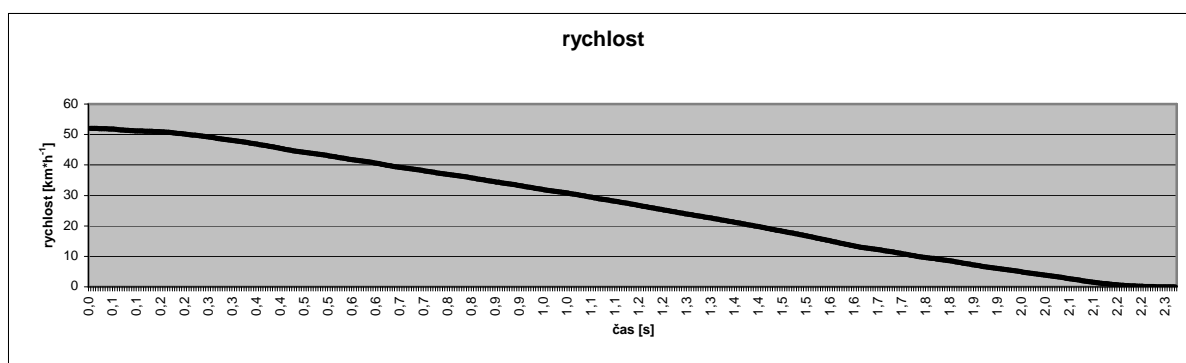
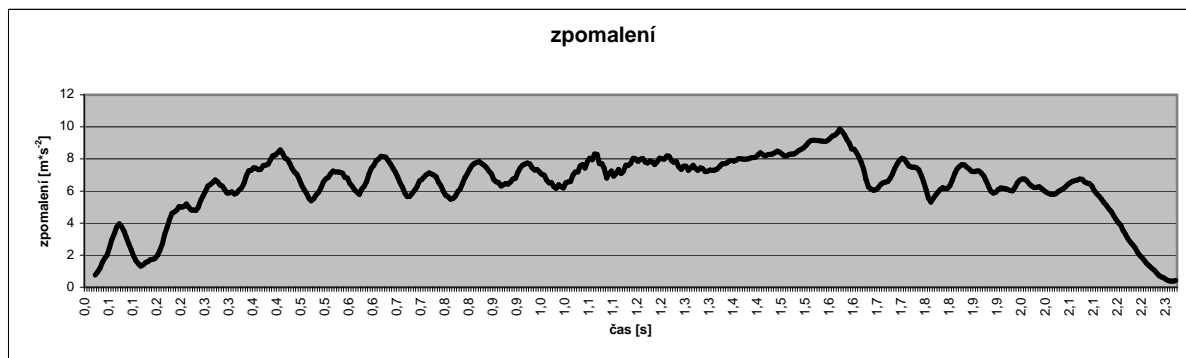


Počáteční rychlost: 50,1 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 7,96 m/s^2
Brzdná dráha: 13 m



Obr 31

Kawasaki er6-n 25kW

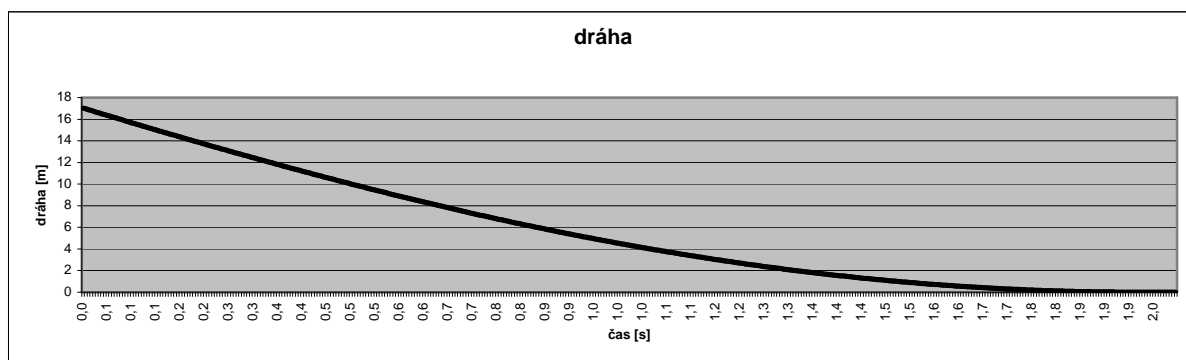
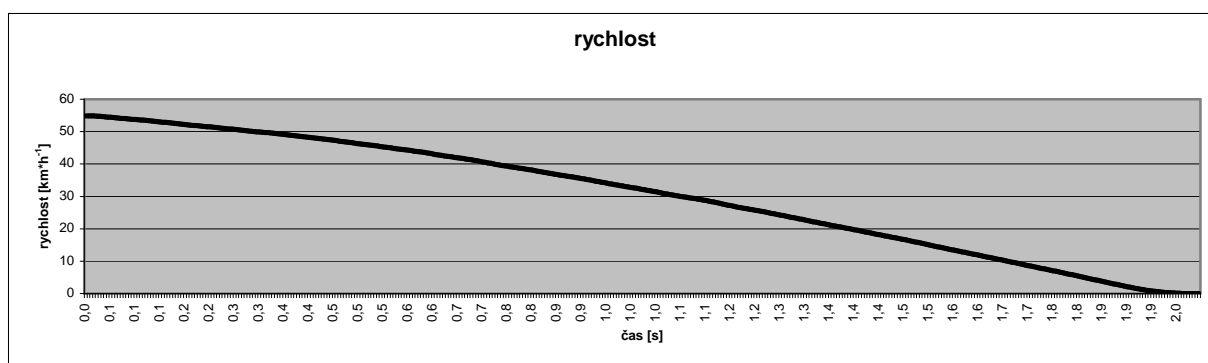
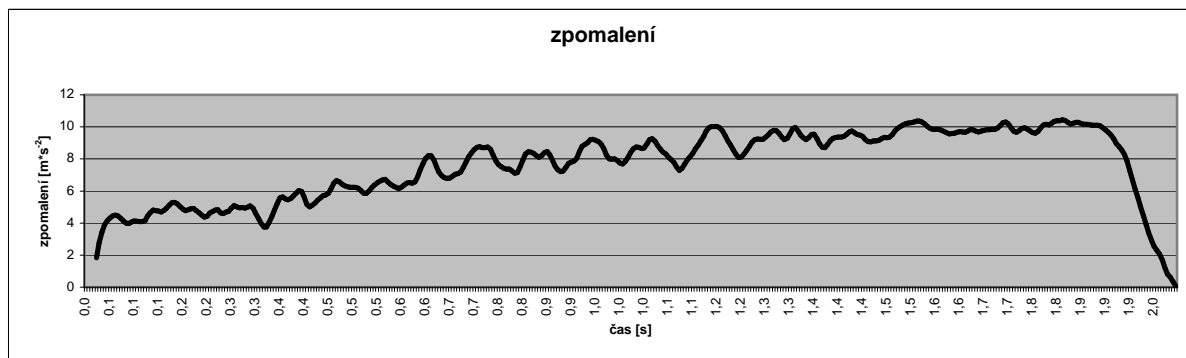


Počáteční rychlost: 52,0 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 6,39 m/s^2
Brzdná dráha: 17 m



Obr 32

Honda CBR 929 RR

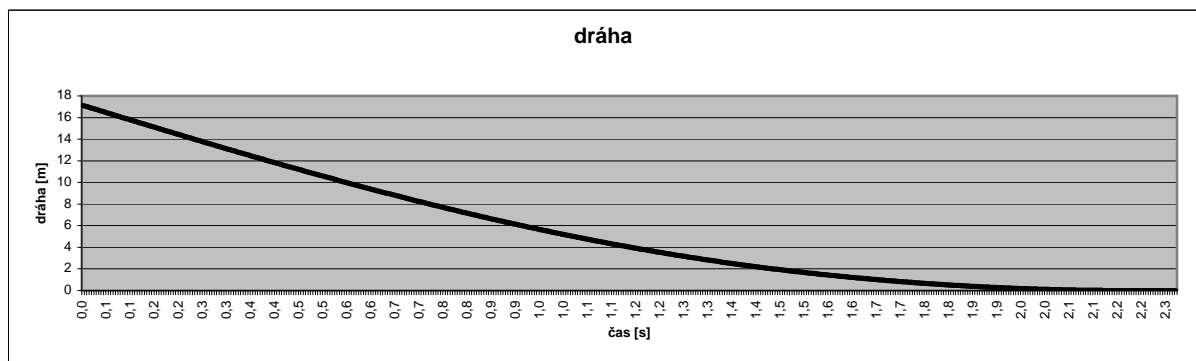
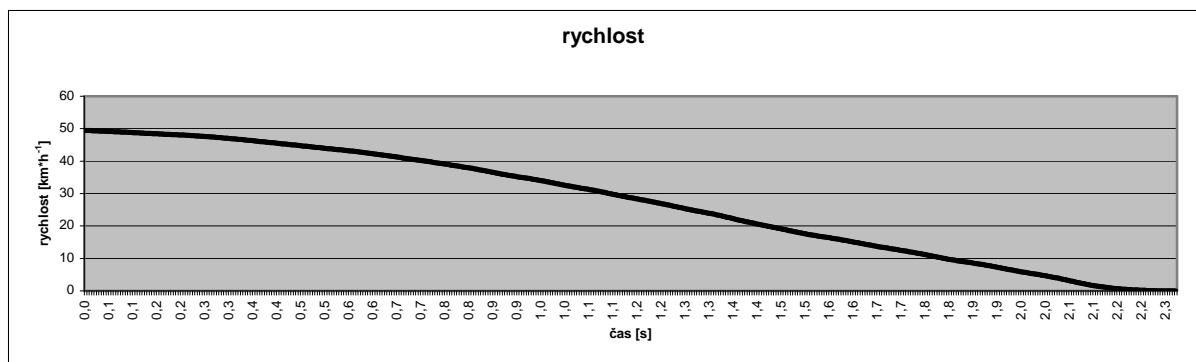
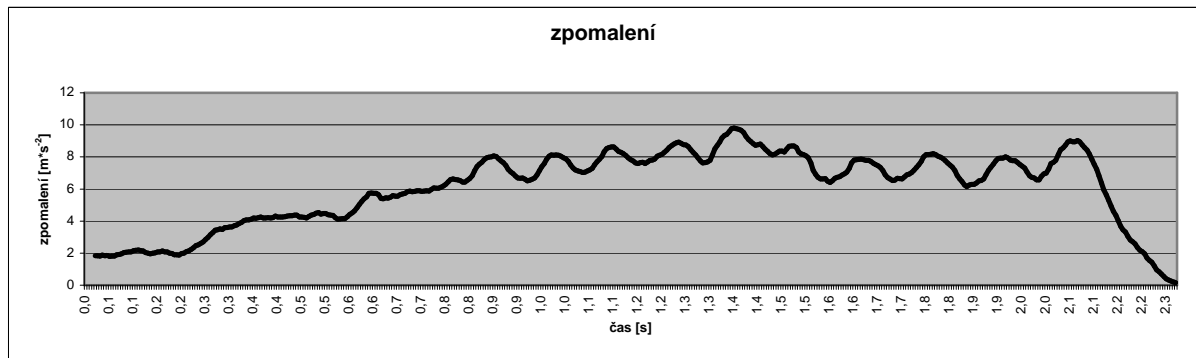


Počáteční rychlost: 56,4 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 8,66 m/s^2
Brzdná dráha: 17 m



Obr 33

Honda CBR 1100 XX

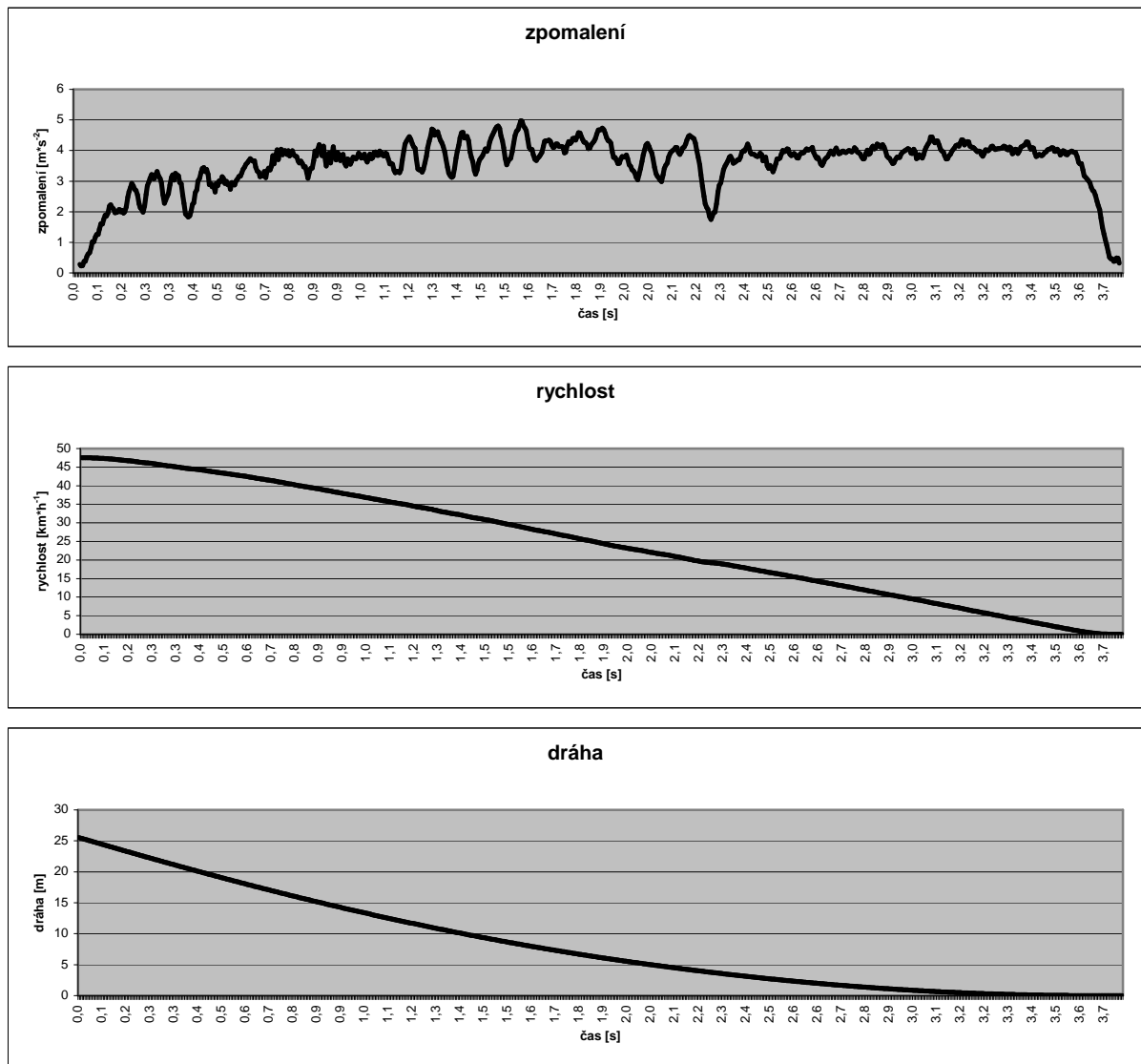


Počáteční rychlost: 48,6 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 6,24 m/s^2
Brzdná dráha: 17 m



Obr 34

pouze zadní brzdou
Kawasaki er6-n

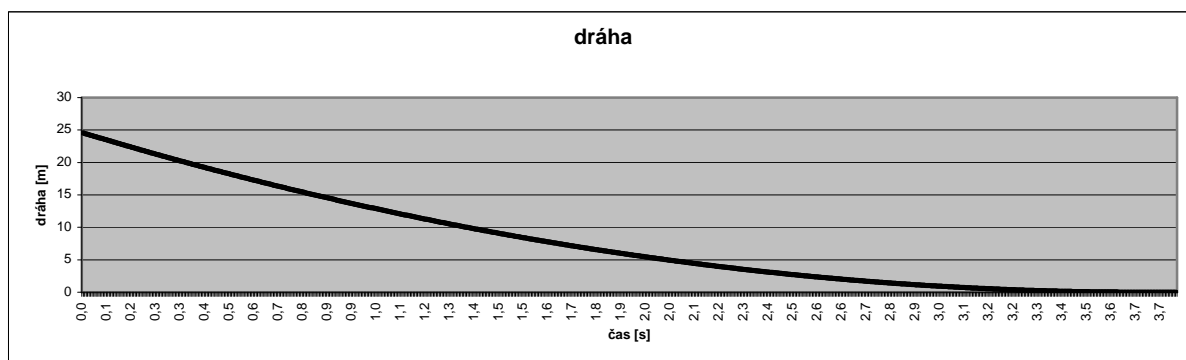
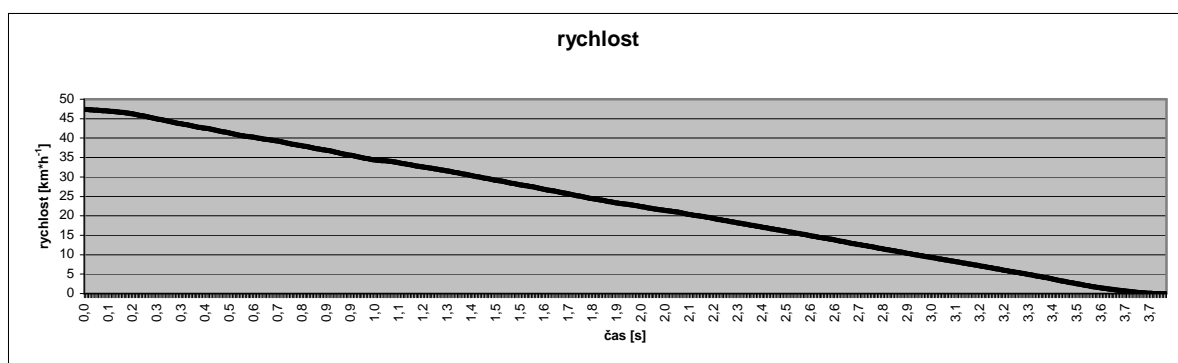
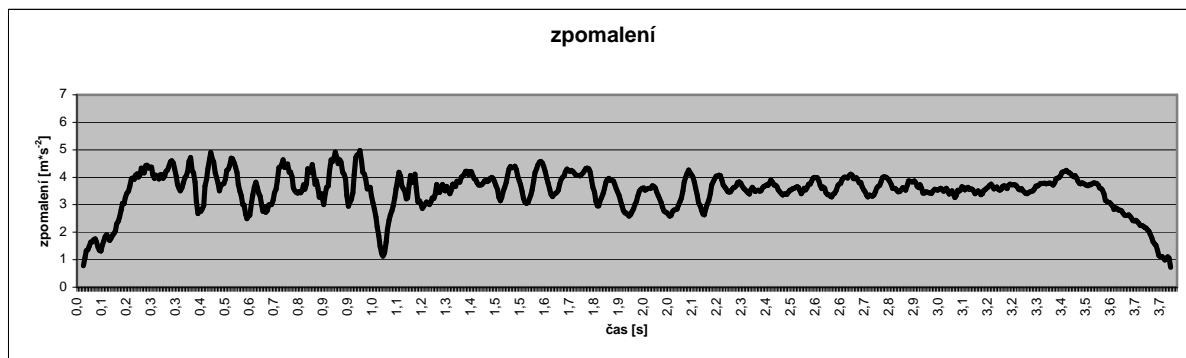


Počáteční rychlost: 47,6 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 3,70 m/s²
Brzdná dráha: 25 m



Obr 35

Kawasaki er6-n 25kW

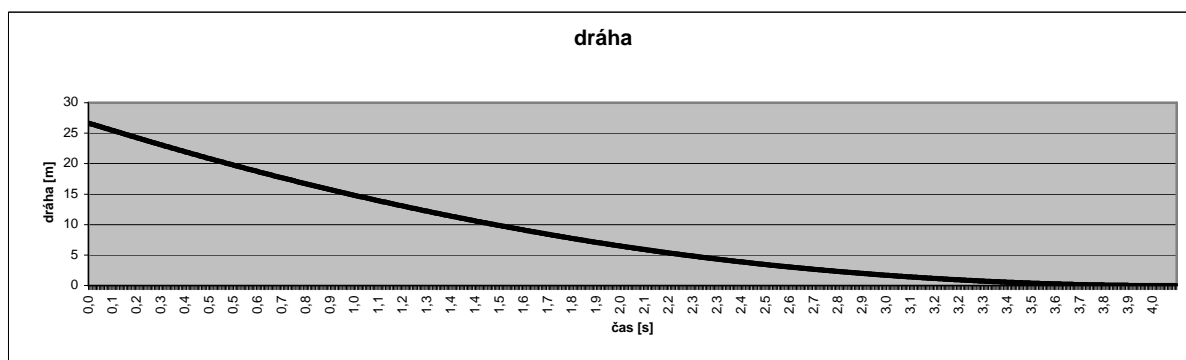
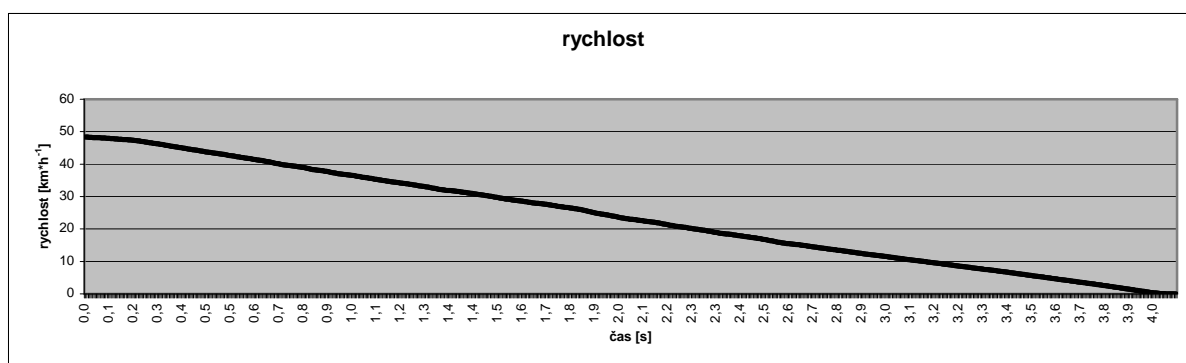
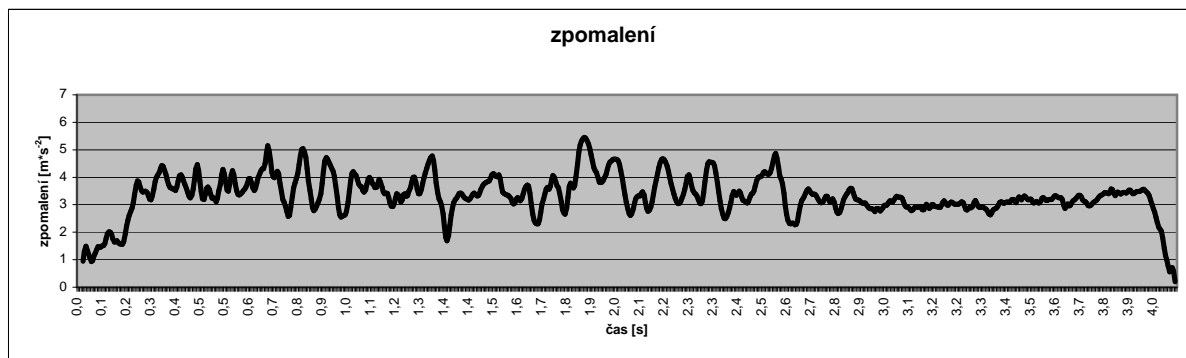


Počáteční rychlost: 47,3 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 3,50 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
Brzdná dráha: 25 m



Obr 36

Honda CBR 929 RR

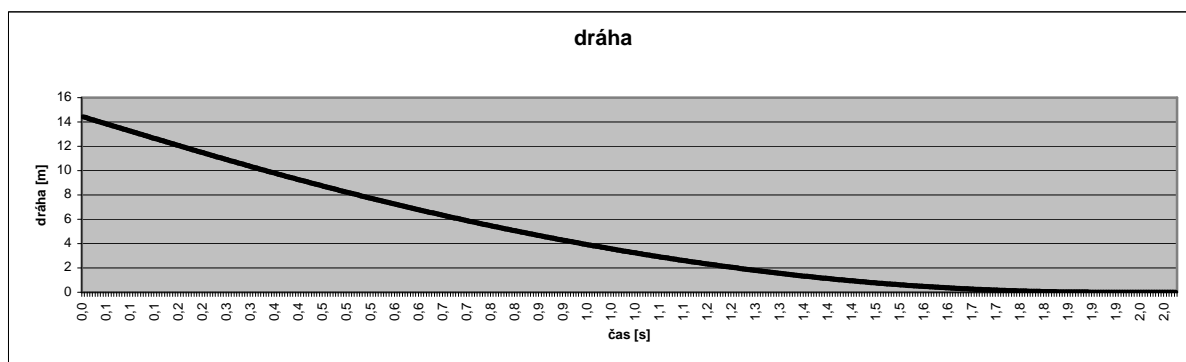
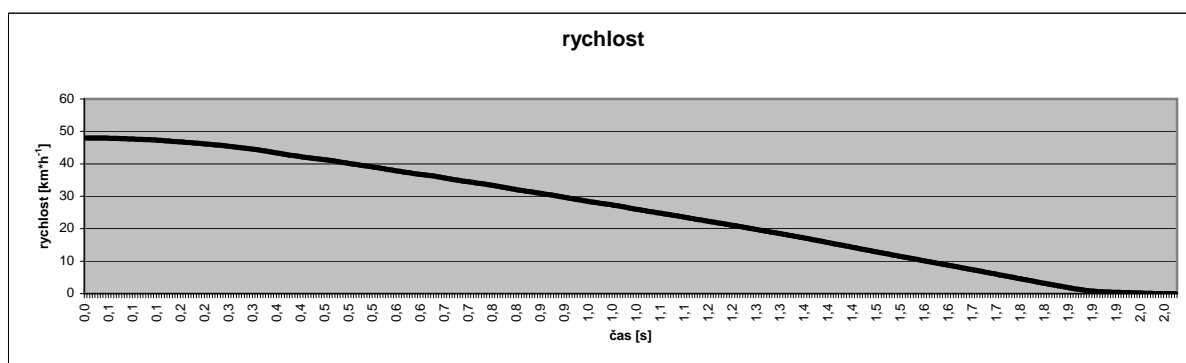
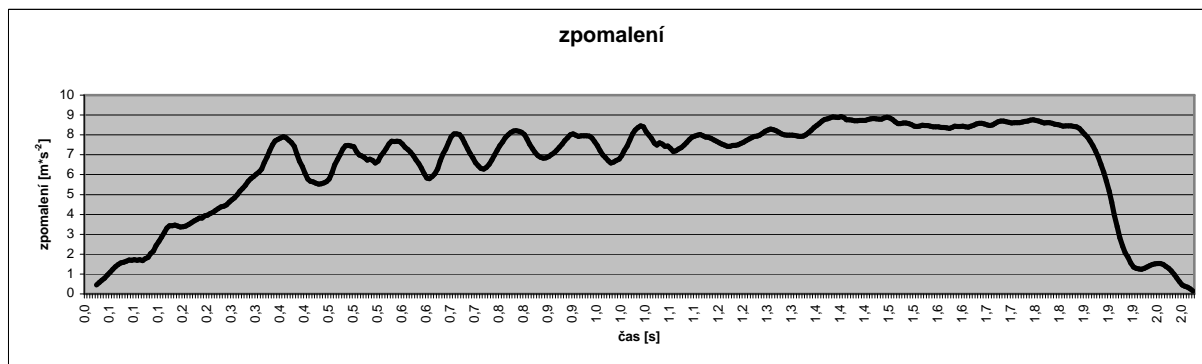


Počáteční rychlost: 47,1 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 3,37 m/s^2
Brzdná dráha: 27 m



Obr 37: Opořebení zadní pneumatiky po testech

Honda CBR 1100 XX

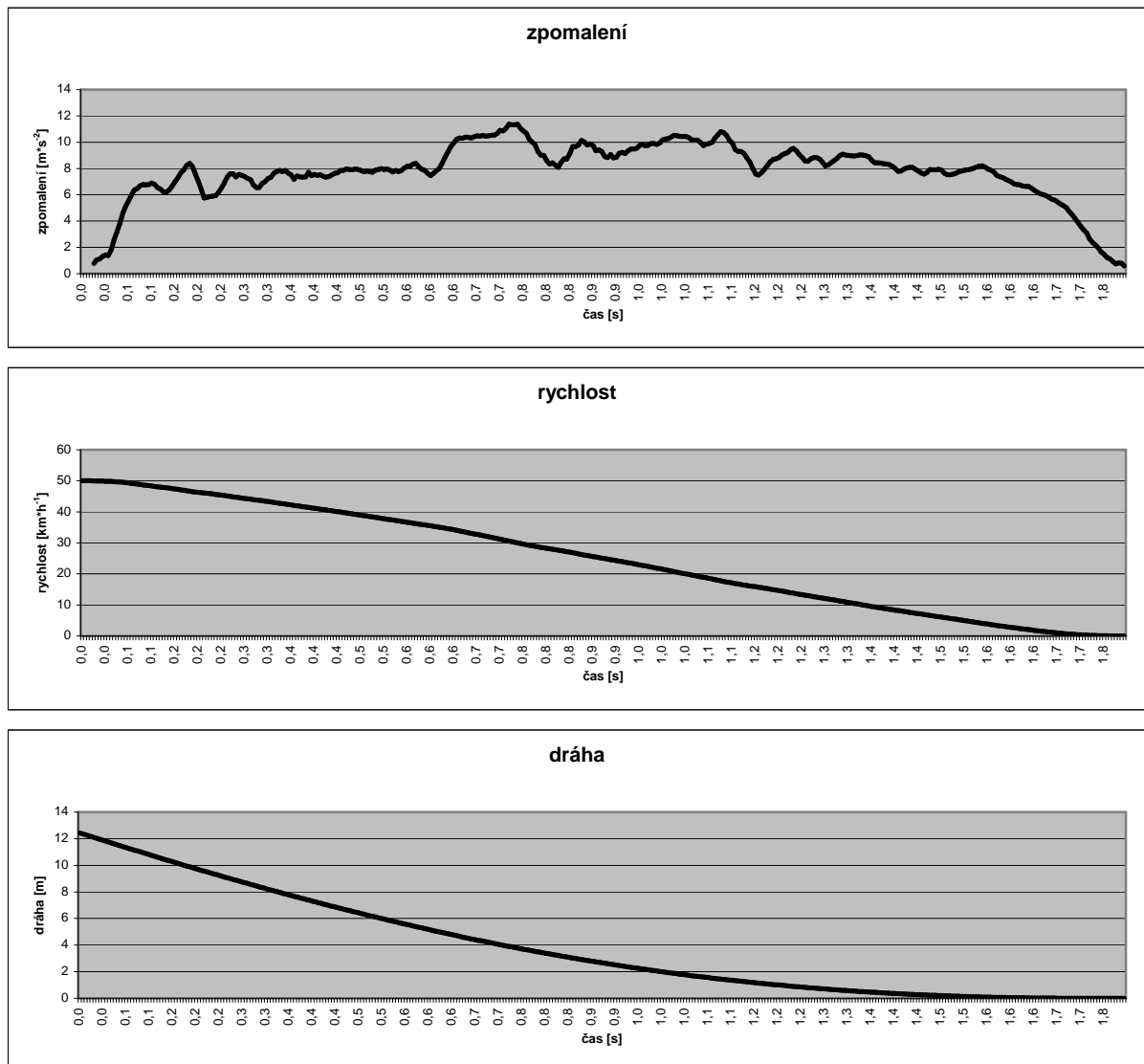


Počáteční rychlost: 49,0 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 6,57 m/s²
Brzdná dráha: 15 m



Obr 38

obě brzdy
Kawasaki er6-n

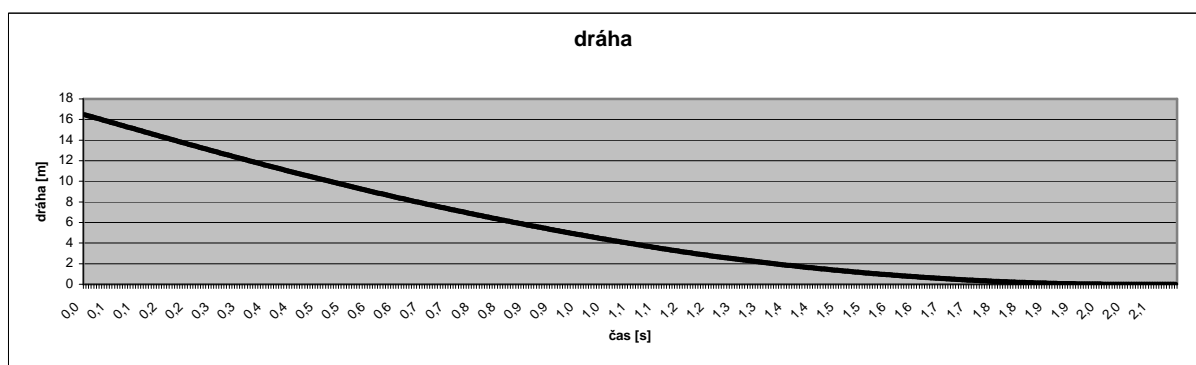
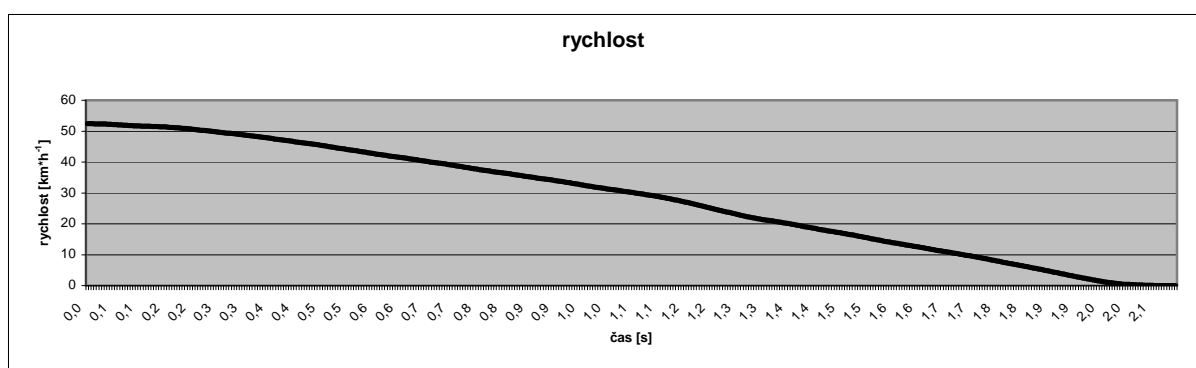
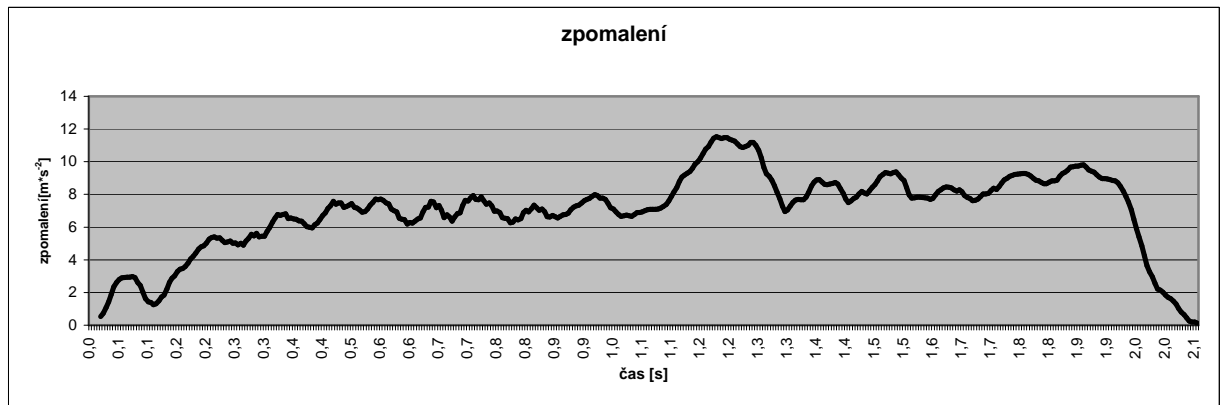


Počáteční rychlost: 50,7 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 8,19 m/s²
Brzdná dráha: 13 m



Obr 39

Kawasaki er6-n 25kW

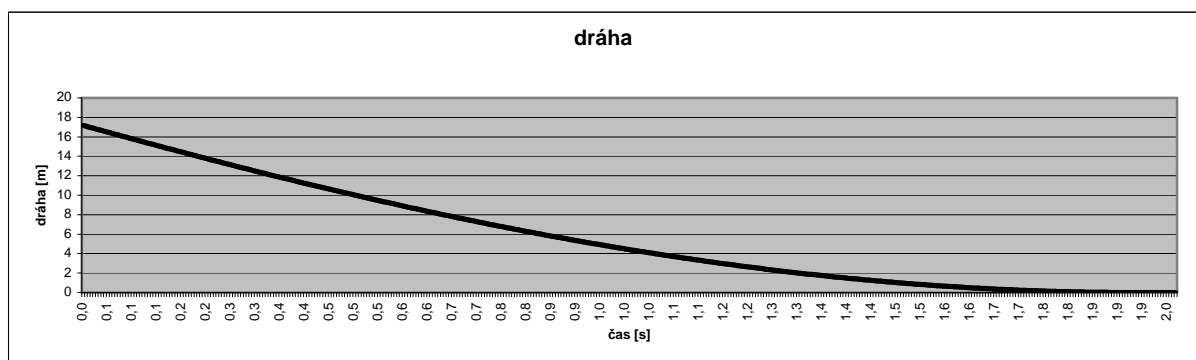
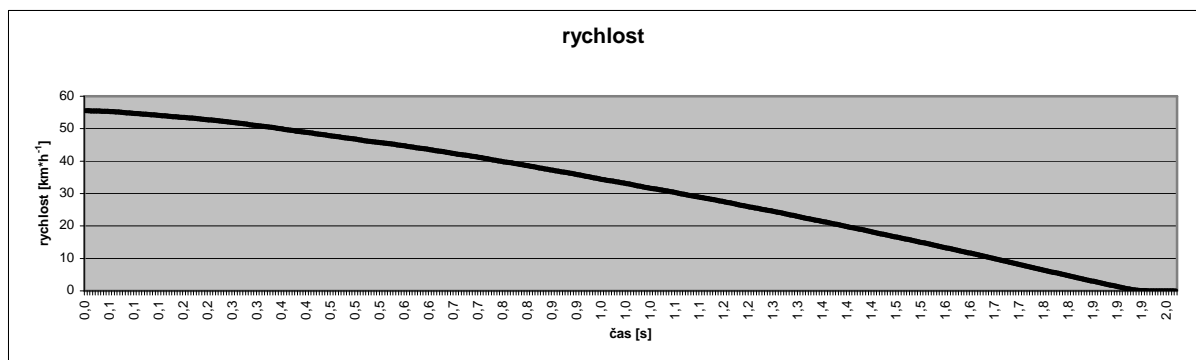
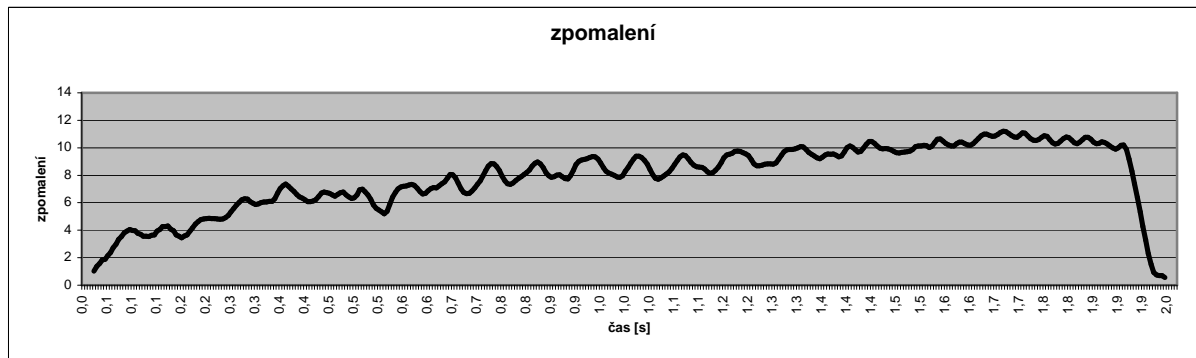


Počáteční rychlost: 51,5 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 7,09 m/s²
Brzdná dráha: 17 m



Obr 40

Honda CBR 929 RR

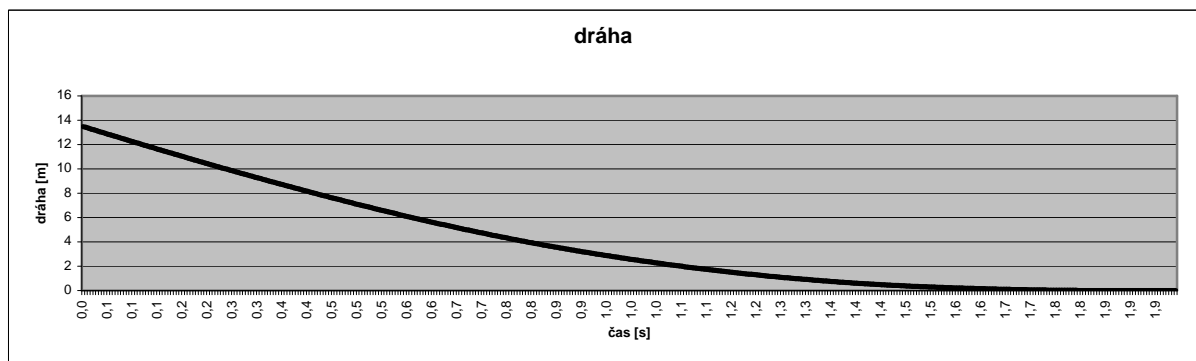
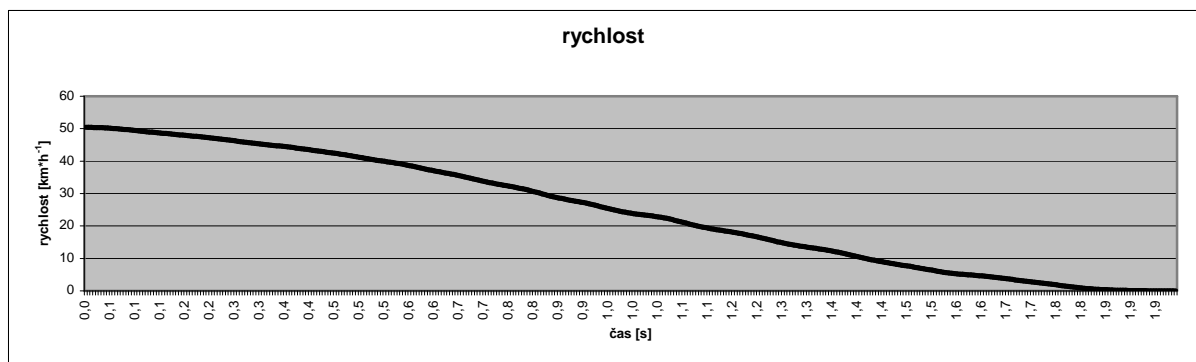
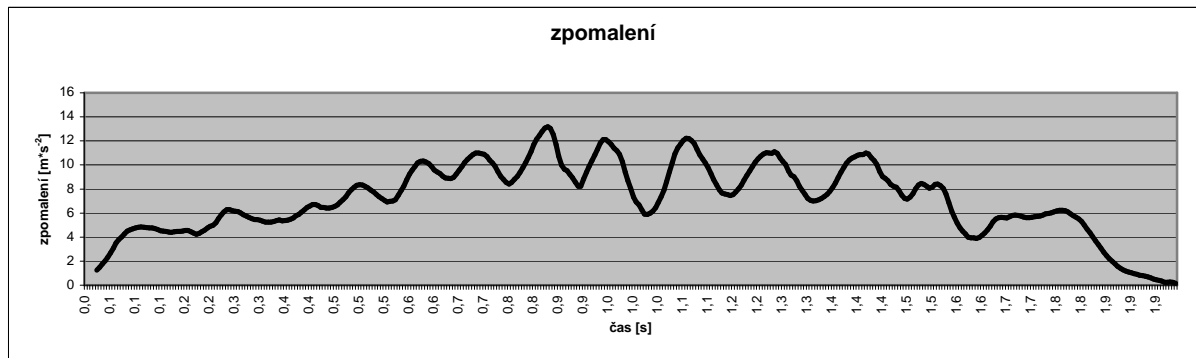


Počáteční rychlost: 55,5 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 7,87 m/s²
Brzdná dráha: 17 m



Obr 41

Honda CBR 1100 XX



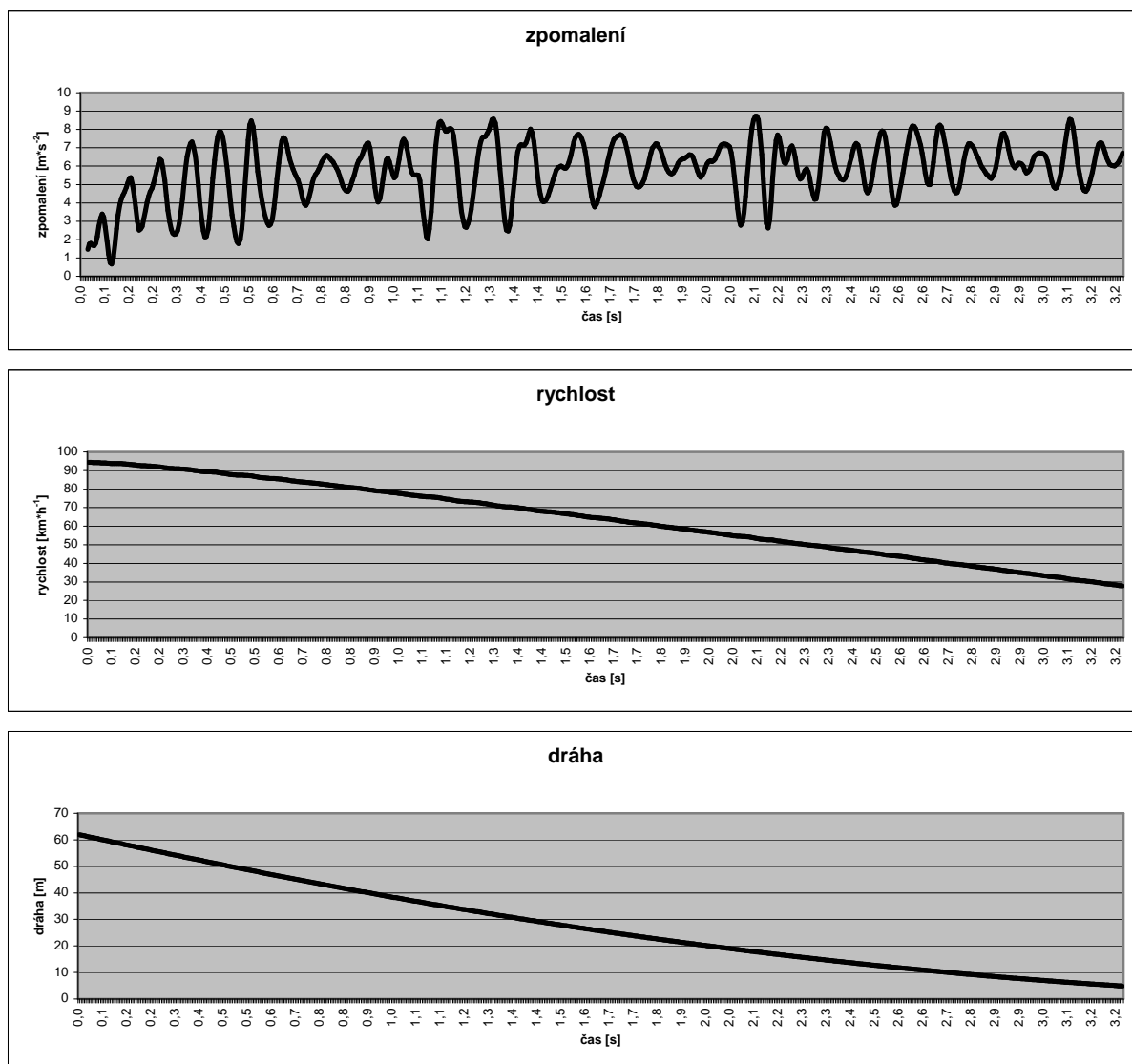
Počáteční rychlost: 50,4 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 7,18 m / s^2
Brzdná dráha: 14 m



Obr 42

6.3. KTM SX85

Přední brzda

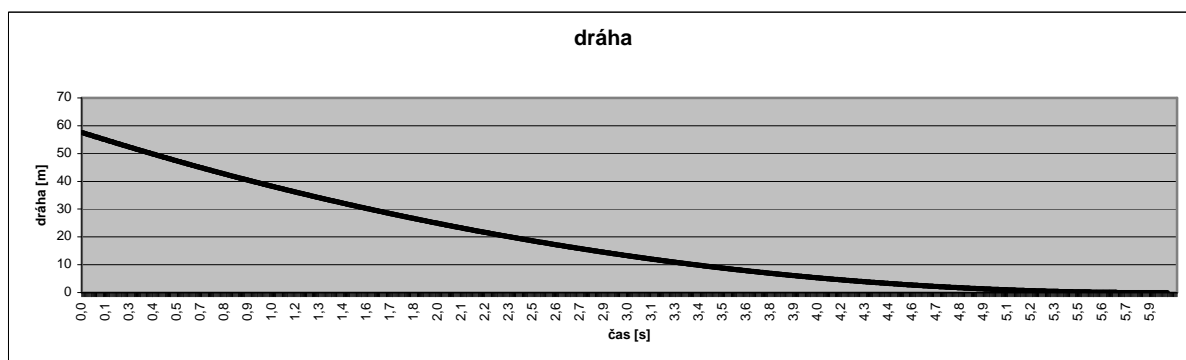
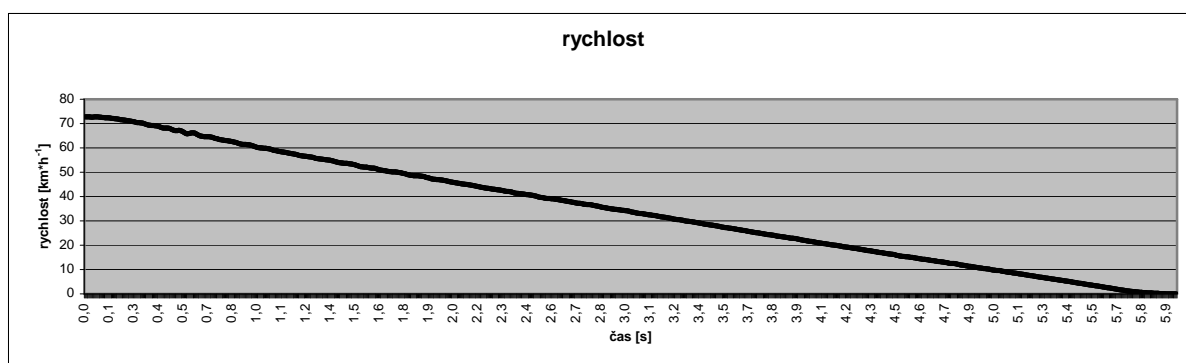
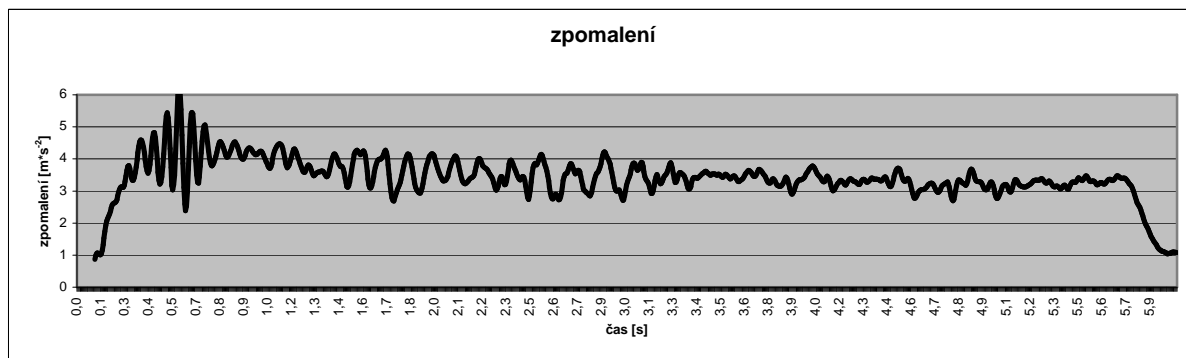


Počáteční rychlost: 94,4 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 5,60 m/s²
Brzdná dráha: 62 m

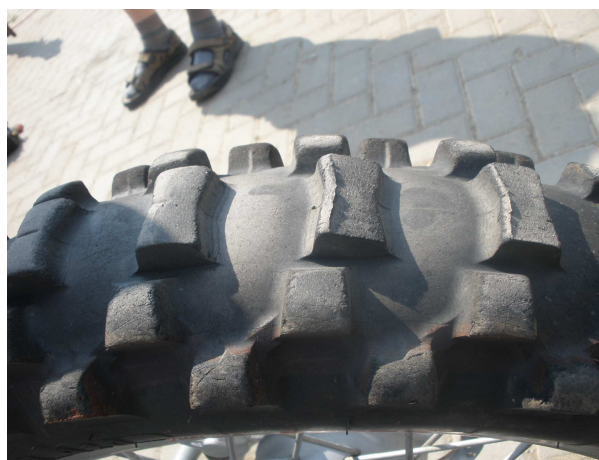


Obr 43

Zadní brzda

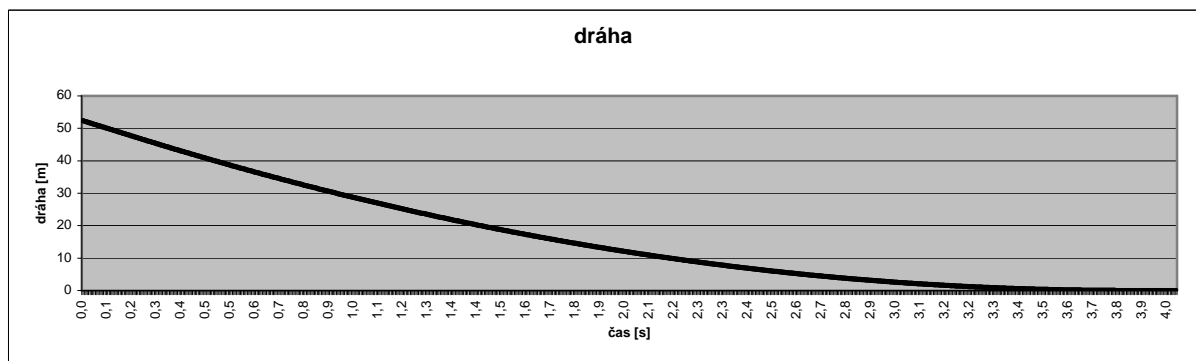
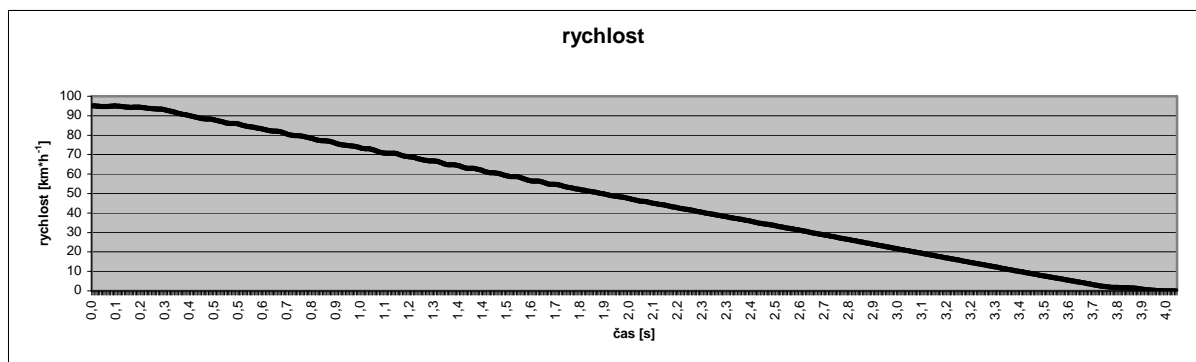
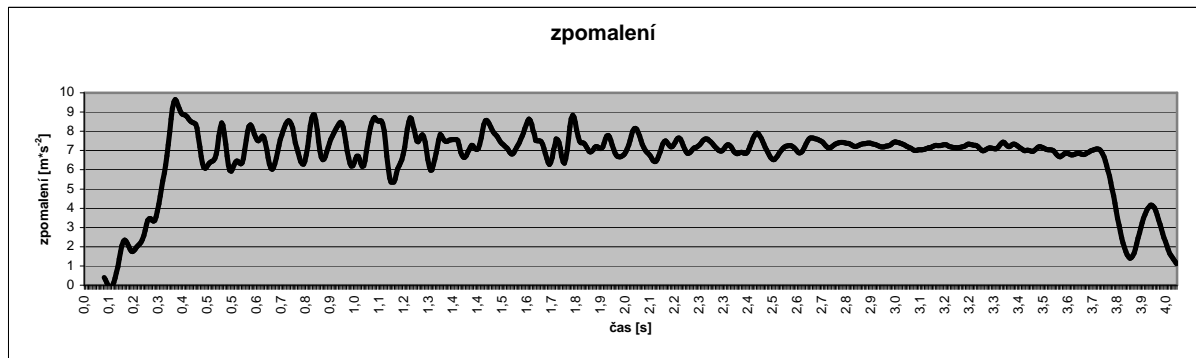


Počáteční rychlost: 72,8 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 3,40 m/s^2
Brzdná dráha: 57 m



Obr 44

Obě brzdy



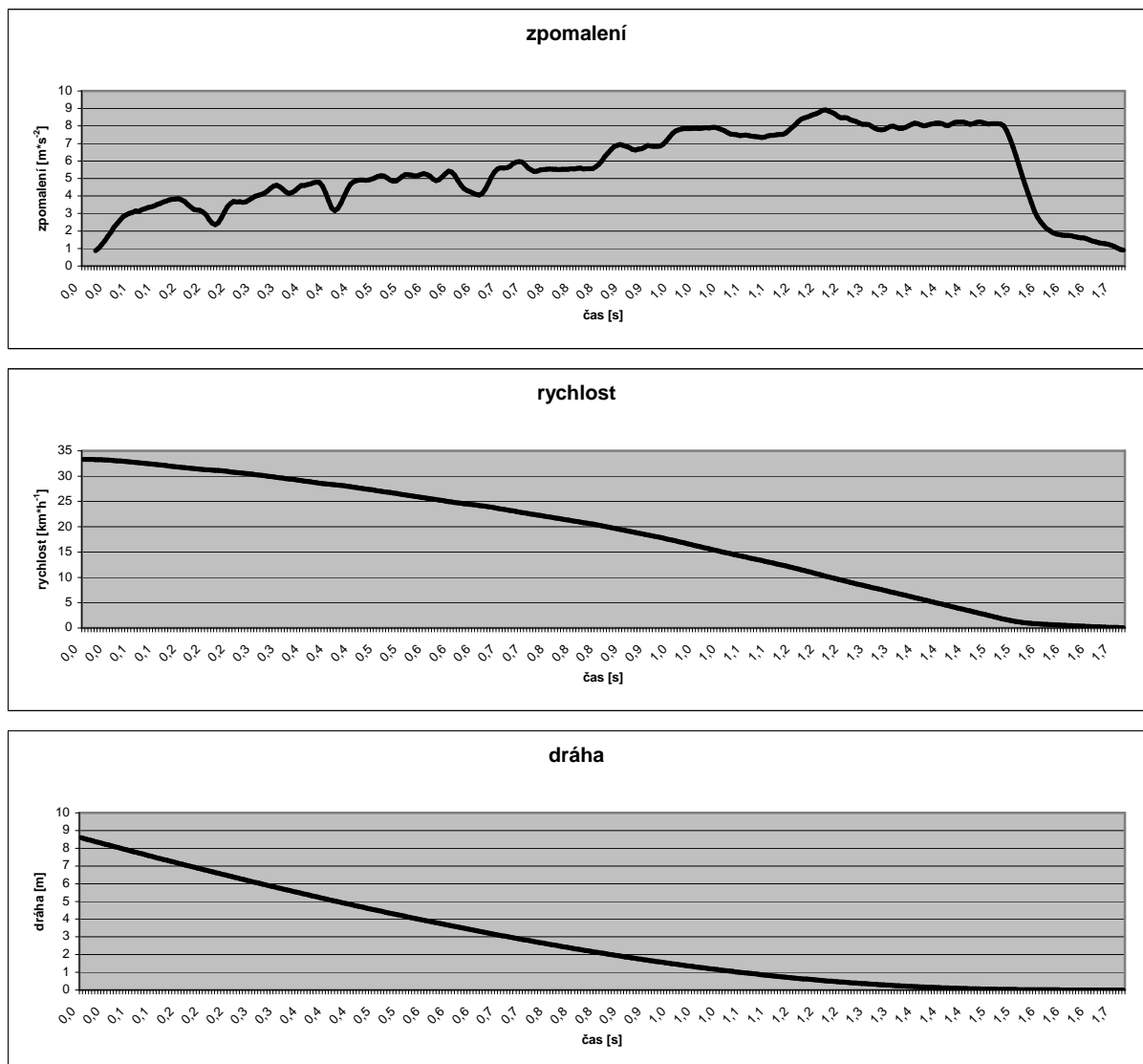
Počáteční rychlost: 95,1 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 6,65 m/s^2
Brzdná dráha: 52 m



Obr 45

6.4. Daelim S-five 50

Přední brzda

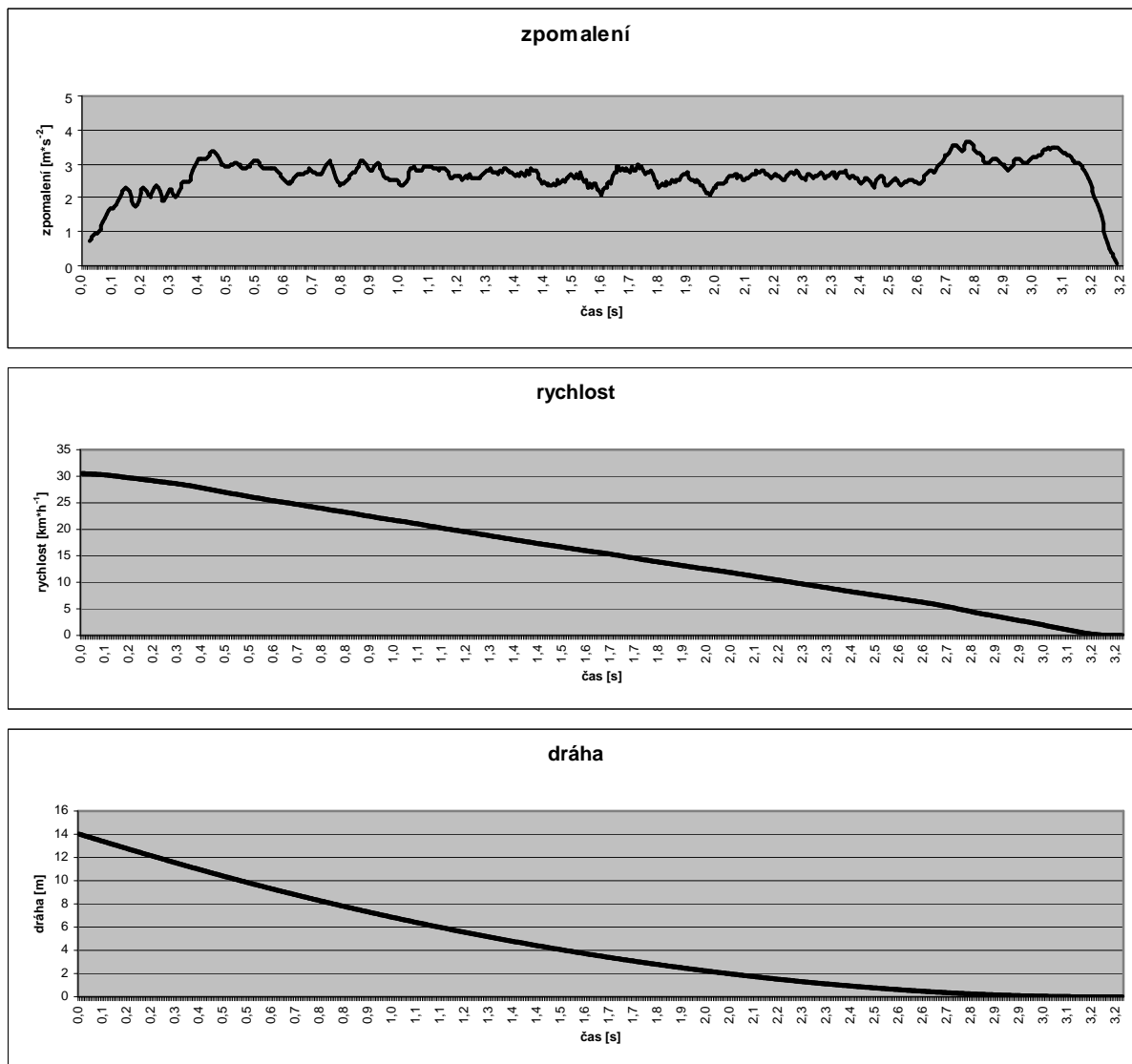


Počáteční rychlost: 33,3 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 5,29 m/s²
Brzdná dráha: 8,5 m



Obr 46

Zadní brzda

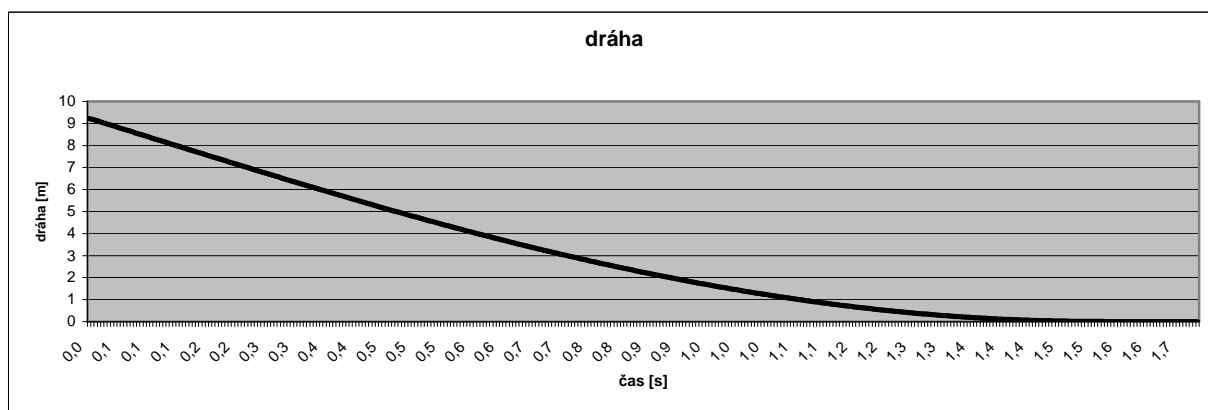
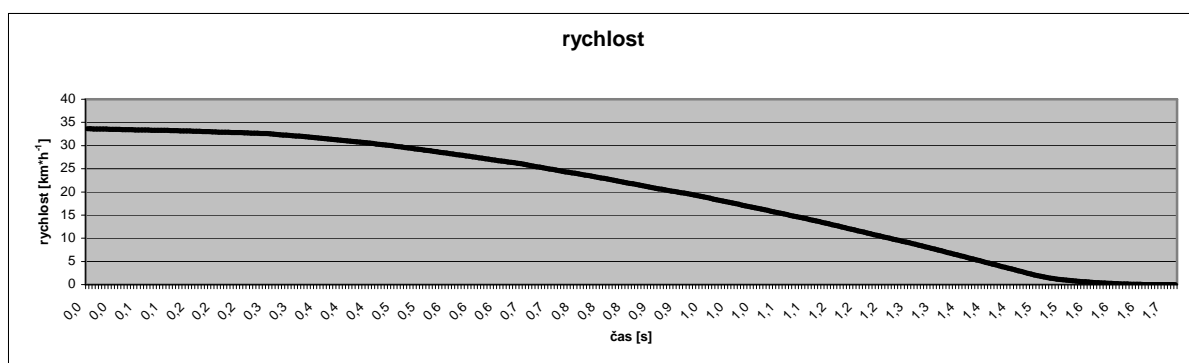
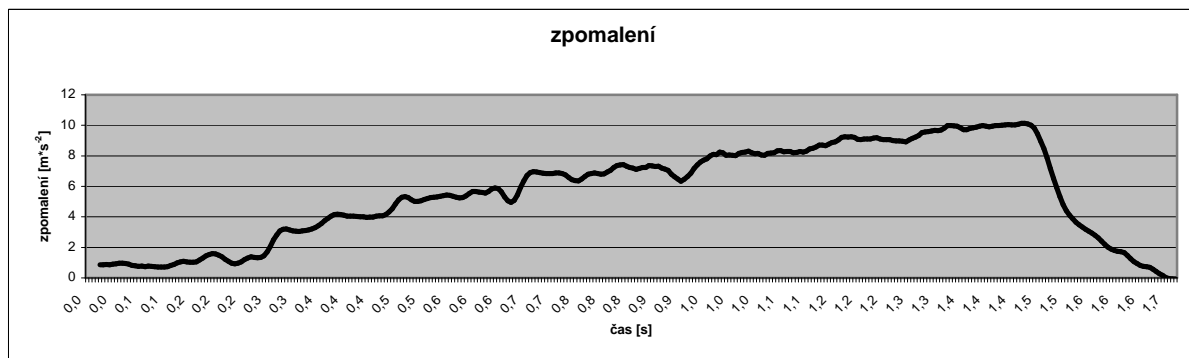


Počáteční rychlost: 30,5 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 2,64 m/s²
Brzdná dráha: 14 m



Obr 47

Obě brzdy



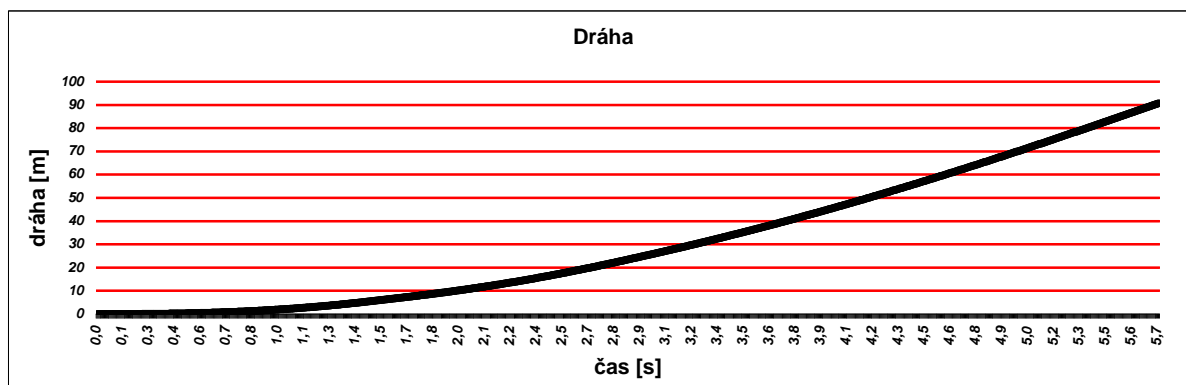
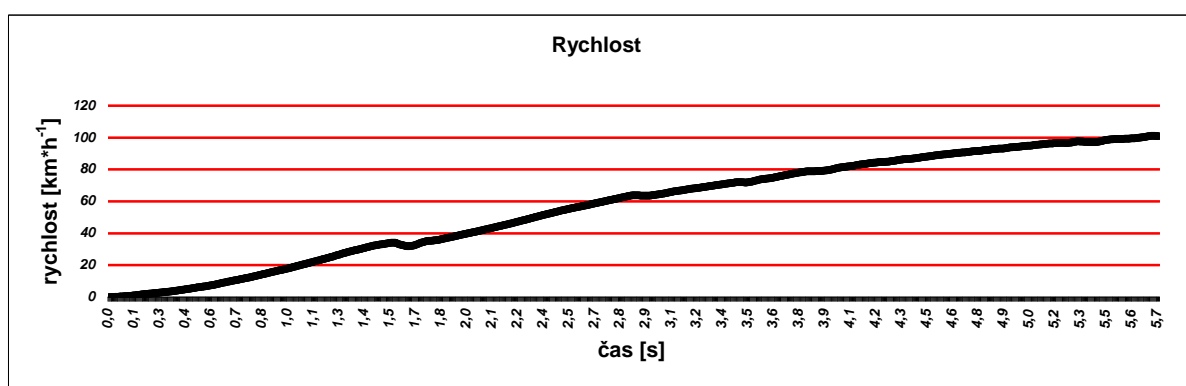
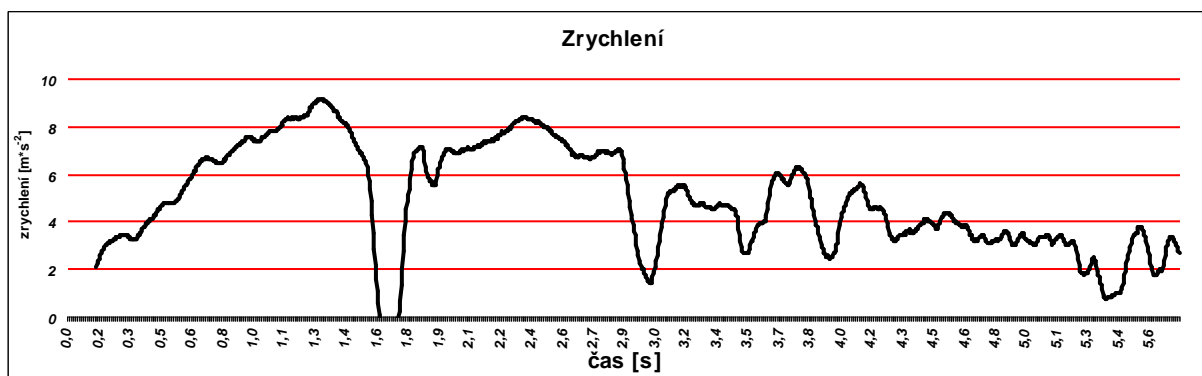
Počáteční rychlost: 33,6 km/h
Průměrná hodnota zpomalení: 5,63 m/s^2
Brzdná dráha: 9 m



Obr 48

7. Zrychlení

Kawasaki er6-n

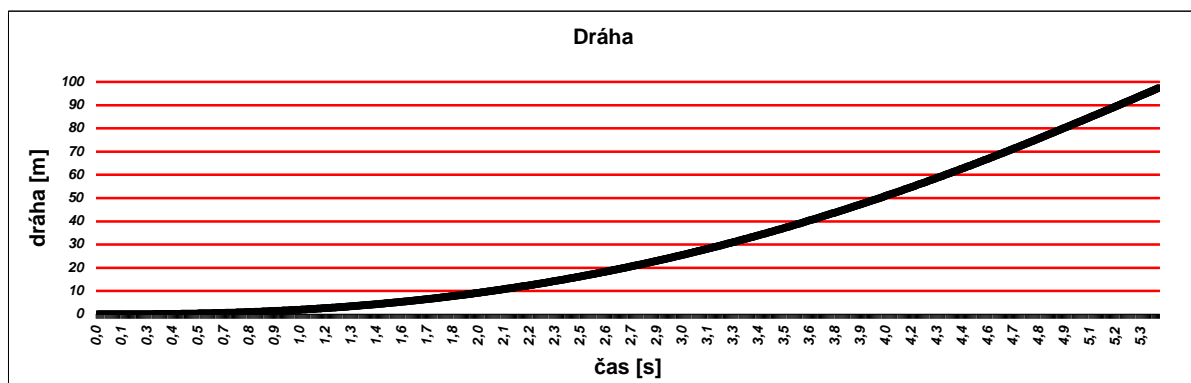
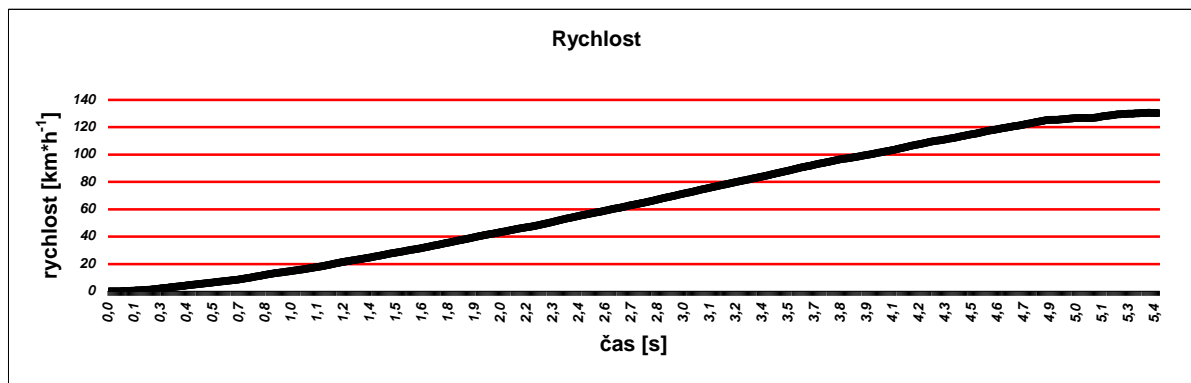
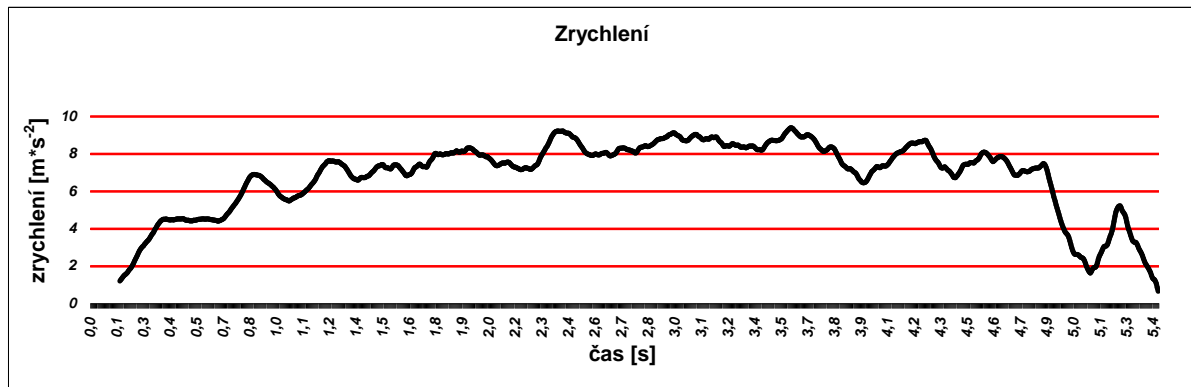


zrychlení 0-50km/h za 2,3s
zrychlení 0-75km/h za 3,6s
zrychlení 0-100km/h za 5,6s



Obr 49

Honda CBR 929 RR

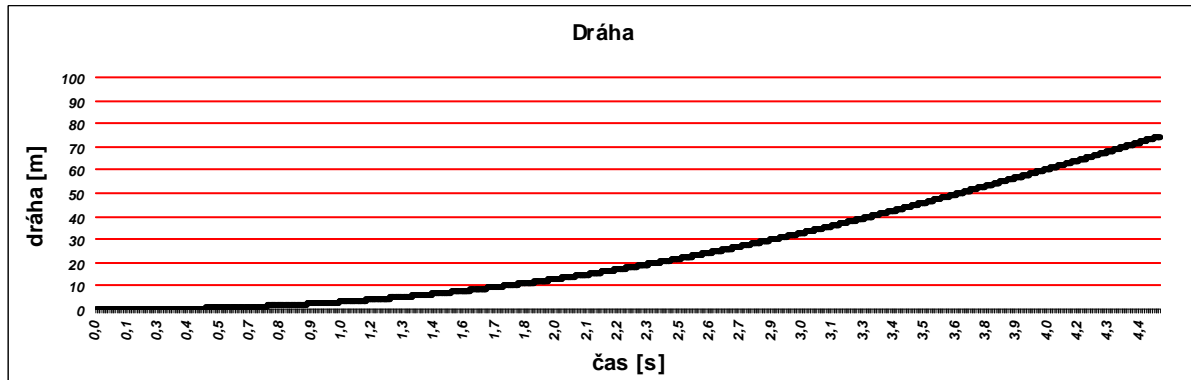
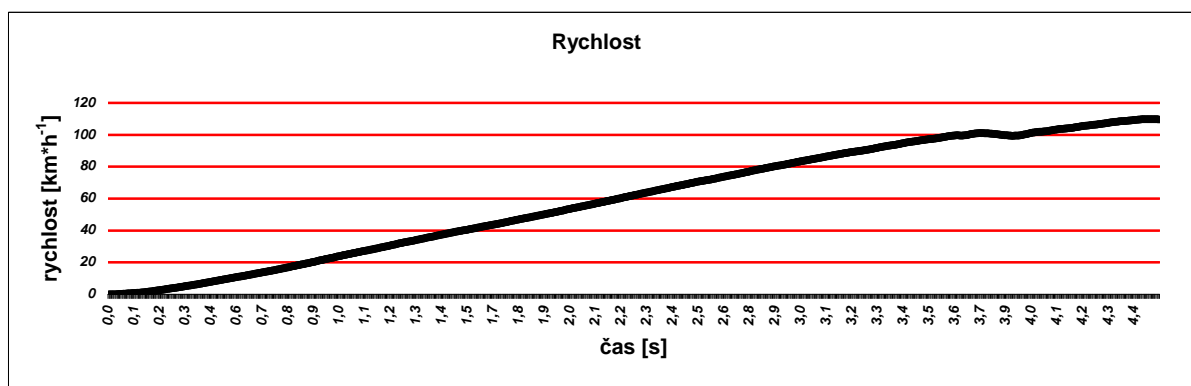
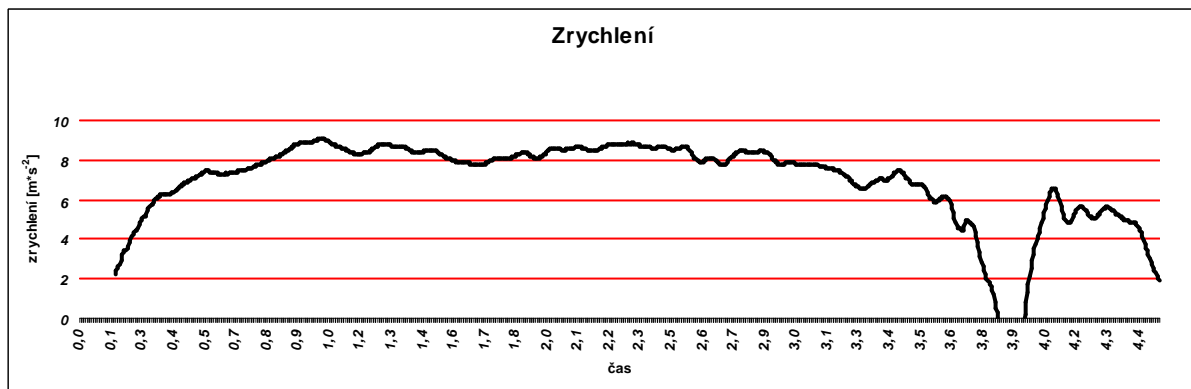


zrychlení 0-50km/h za 2,3s
zrychlení 0-75km/h za 3,0s
zrychlení 0-100km/h za 3,9s



Obr 50

Honda CBR 1100 XX

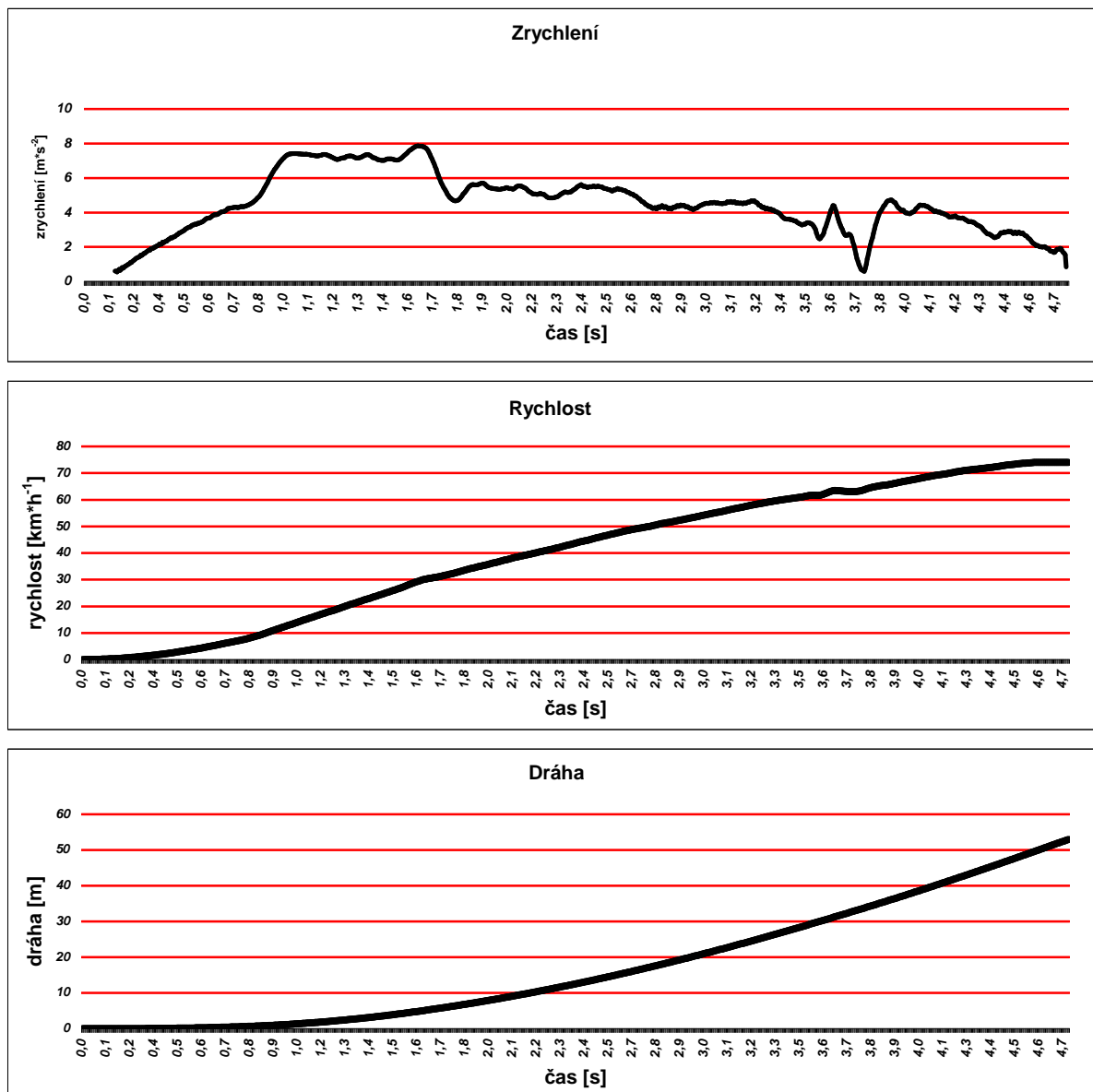


zrychlení 0-50km/h za 1,9s
zrychlení 0-75km/h za 2,7s
zrychlení 0-100km/h za 3,7s



Obr 51

Kawasaki er6-n 25kW

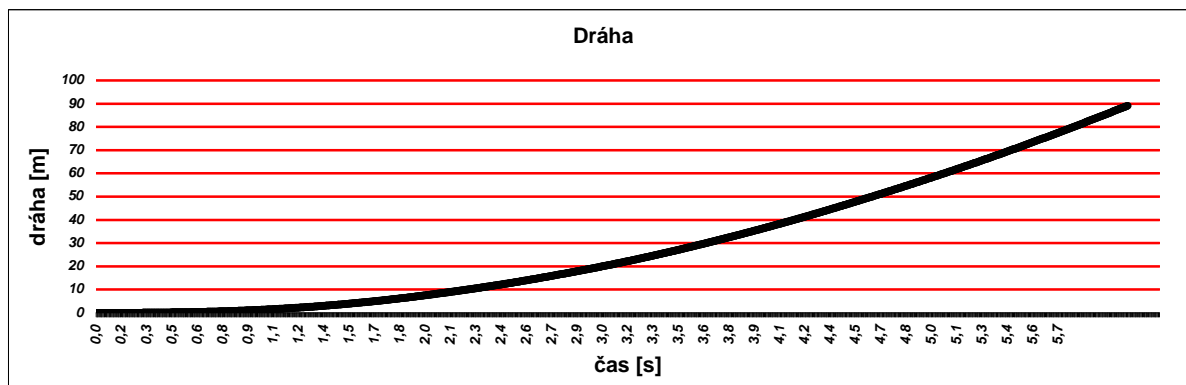
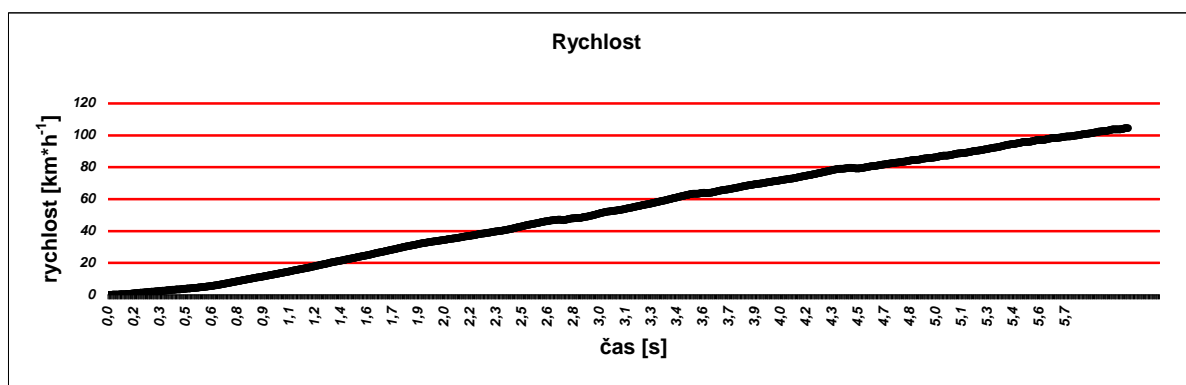
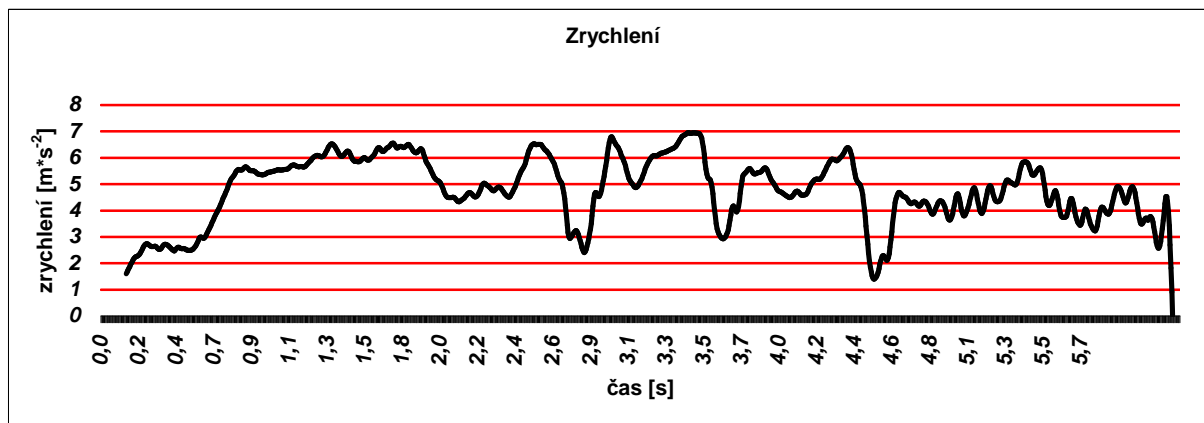


zrychlení 0-50km/h za 2,7s
zrychlení 0-75km/h za 4,6s



Obr 52

KTM SX 85

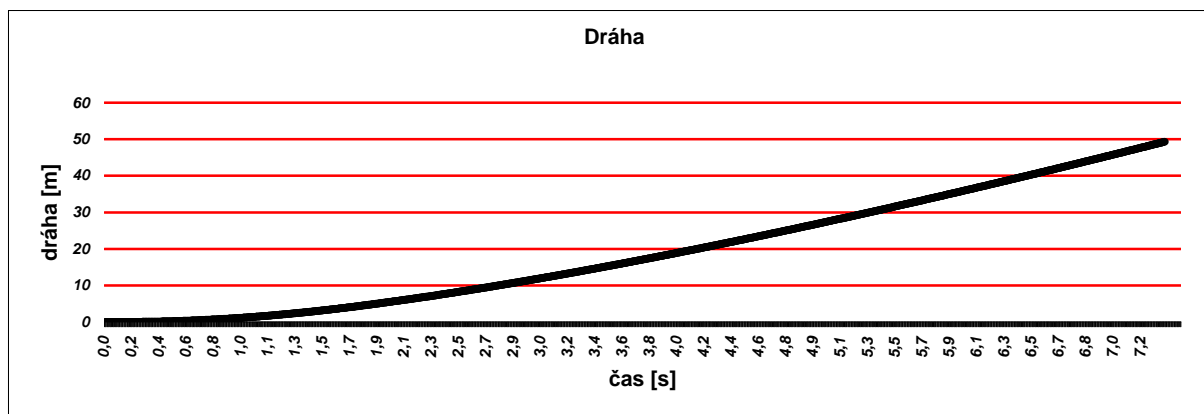
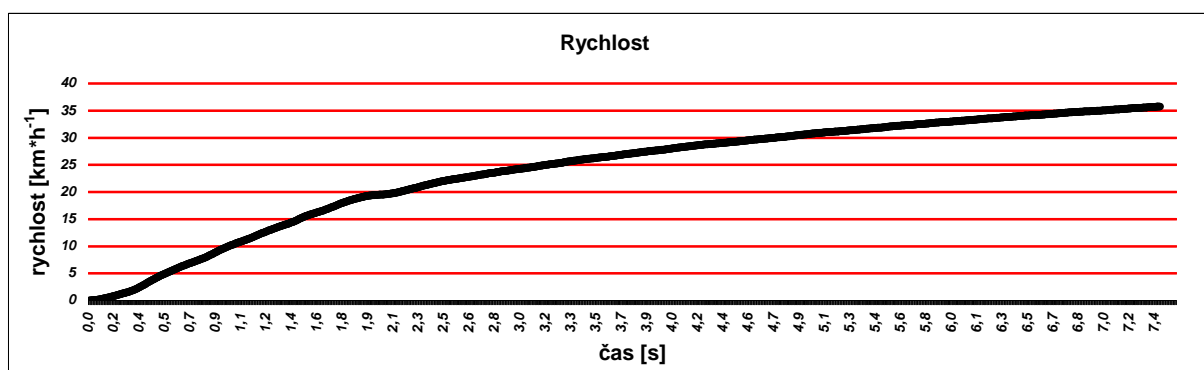
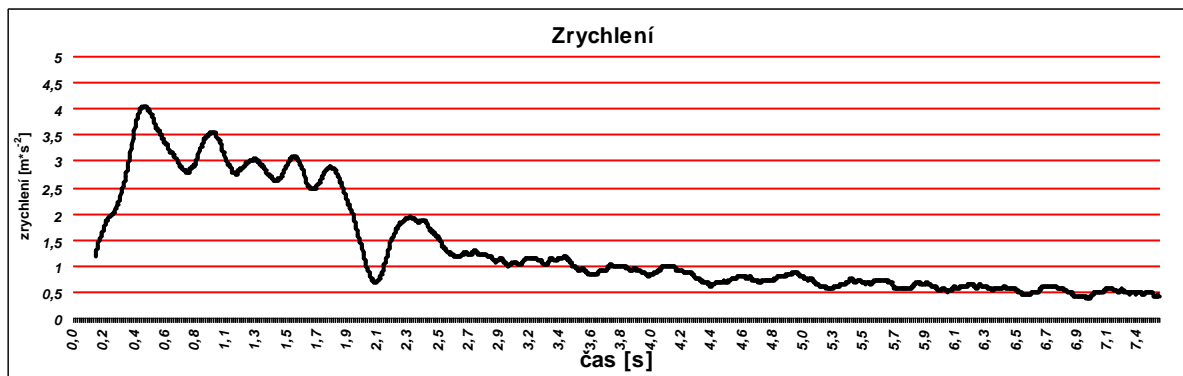


zrychlení 0-50km/h za 2,9s
zrychlení 0-75km/h za 4,2s
zrychlení 0-100km/h za 5,8s



Obr 53

Daelim S-five 50



zrychlení 0-30km/h za 4,7s



Obr 54

9. Tabulka výsledků zrychlení

Výsledné hodnoty			v_f	t	a_p	a_g
			[km·h ⁻¹]	[s]	[m·s ⁻²]	[g]
Motocykl						
Kawasaki er6-n 25	rozsah rychlostí		0-75km·h ⁻¹			
	číslo měření	1	75	5,75	3,62	0,37
		2	75	5,63	3,70	0,38
		3	75	5,69	3,66	0,37
	průměrná hodnota		75,00	5,69	3,66	0,37
Kawasaki er6-n	rozsah rychlostí		0-100km·h ⁻¹			
	číslo měření	1	100	5,65	4,92	0,50
		2	100	5,75	4,83	0,49
		3	100	5,67	4,90	0,50
	průměrná hodnota		100,00	5,69	4,88	0,50
Honda CBR 929	rozsah rychlostí		0-100km·h ⁻¹			
	číslo měření	1	100	4,75	5,85	0,60
		2	100	4,09	6,79	0,69
		3	100	3,93	7,07	0,72
	průměrná hodnota		100,00	4,26	6,57	0,67
Honda CBR 1100	rozsah rychlostí		0-100km·h ⁻¹			
	číslo měření	1	100	4,17	6,66	0,68
		2	100	3,82	7,27	0,74
		3	100	3,69	7,53	0,77
	průměrná hodnota		100,00	3,89	7,15	0,73
Skutr	rozsah rychlostí		0-30km·h ⁻¹			
	číslo měření	1	35	6,98	1,39	0,14
		2	35	7,09	1,37	0,14
		3	35	6,89	1,41	0,14
	průměrná hodnota		35,00	6,99	1,39	0,14
KTM SX 85	rozsah rychlostí		0-100km·h ⁻¹			
	číslo měření	1	100	5,81	4,78	0,49
		2	100	5,93	4,68	0,48
		3	100	5,75	4,83	0,49
	průměrná hodnota		100,00	5,83	4,77	0,49

Závěr

Pro provádění testy byly vybrány motocykly různých kategorií. Všechny zkoušky probíhaly v jeden den, tedy za stejného počasí, a na stejném povrchu.

Testy ukázaly, že při brzdění přední brzdou, dosáhl nejlepších výsledků supersportovní motocykl Honda CBR 929 RR. S hodnotou průměrného zpomalení $8,96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ když při jedné jízdě dokonce dosáhl $9,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, tato hodnota je již velmi blízká hodnotě gravitačního zrychlení $1g$, a v průběhu brzdění atakoval hranici $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ čímž hranici $1g$ překročil.

Při brzdění zadní brzdou dosahoval ve srovnání s předběžnými odhady neuvěřitelných hodnot druhý motocykl značky Honda, tedy model CBR 1100 XX. Motocykl byl vybaven systémem propojení přední a zadní brzdové soustavy, a díky tomu byl i přes svoji vysokou hmotnost, okolo 300kg s jezdcem, schopen generovat průměrné zpomalení $6,66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. V jedné ze tří jízd překročil při brzdění dokonce hodnotu $9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a to za použití pouze nožní brzdy. Při použití přední brzdy a obou brzd systém dual-CBS také vylepšuje hodnoty zpomalení a tím se motocykl dokázal držet v průběhu všech testů výsledků svých mnohem lehčích konkurentů.

Oba motocykly značky Kawasaki se svými hodnotami při brzdění přední brzdou pohybovali na úrovni motocyklu Honda CBR 1100 XX. V testu brzdění zadní brzdou dosahoval hodnot podobných hodnotám supersportu Honda CBR 929 RR.

U srovnání brzdění přední, zadní nebo oběma brzdami vyšlo nejlépe použití obou brzd s téměř stejnými výsledky jako při použití brzdy přední. Brzdění zadní brzdou se ukázalo jako velmi neefektivní. Zkušený jezdec používá zadní brzdu spíše ke korigování chování stroje při extrémním brzdění.

Překvapením testu může pro někoho být skútr Daelim. Skútr nedokázal v brzdění překonat ani závodní motokrosový motocykl KTM SX 85. Motocykl KTM byl přitom vybaven závodními terénními pneumatikami.

Pokud by bylo snahou sestavit pořadí testovaných motocyklů při zkouškách zrychlení, testy zrychlení ukázaly jako nejlepší motocykl Honda CBR 1100 XX, který již při třetím testu dosáhl nejlepšího času hodnotou $3,69\text{s}$. Jako druhý skončil stroj Honda CBR 929 RR s hodnotou $3,93\text{s}$. Motocykl KTM překvapivě držel do rychlosti $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ krok se strojem Kawasaki s výkonem plných 53kW . V čase, který stačil těmto dvěma motocyklům k dosažení hranice $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, motocykl Kawasaki s omezeným výkonem na 25kW zrychlil na pouhých $75 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Skútr potřeboval dlouhých 7s k pokoření $35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. U nejrychlejších třech motocyklů byla každá další jízda rychlejší než předchozí. Dá se tedy předpokládat že po dostatečném tréninku by náš testovací jezdec dosáhl ještě mnohem lepších časů.

Závěrem práce lze tedy říci že supersportovní Honda CBR 929 RR a sportovně cestovní Honda CBR 1100 XX jsou mnohem bezpečnější než testovaný skútr Daelim. S „velkými“ motocykly je větší šance odvrátit krizovou situaci ať už prudkým brzděním nebo využitím jeho výkonu ke zrychlení.

Seznam použitých symbolů

v_0	počáteční rychlost
t	čas
a_p	průměrné zpomalení
a_g	zrychlení v násobcích grav. zrychlení
s	dráha
v_1	konečná rychlost

Seznam použitých zdrojů

- [1] – Motorkáři.cz [online]. 2009, [cit. 2009-20-04]. Dostupné z: <<http://www.motorkari.cz>>
- [2] – Gudangmoge [online]. 2009, [cit. 2009-20-04]. Dostupné z: <<http://www.gudangmoge.com>>
- [3] – Motorcyclespecs 2009 [online], [cit. 199-12-05]. Dostupné z:<<http://www.motorcyclespecs.co.za>>
- [4] – Wikipedia [online] 2009, [cit. 199-12-05]. Dostupné z:<<http://www.Wikipedia.org>>
- [5] – Honda [online] 2009, [cit. 199-12-05]. Dostupné z:<<http://www.honda.cz>>
- [6] – KTM [online] 2009, [cit. 199-12-05]. Dostupné z:<<http://www.ktm.cz>>