

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta
(Katedra jakosti a spolehlivosti strojů)

Měření výkonových parametrů jednostranných motorových vozidel
Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.
Diplomant: Bc. Kateřina Veselá

PRAHA 2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra jakosti a spol. strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Veselá Kateřina

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Měření výkonových parametrů jednostopých motorových vozidel

Anglický název

Performance parameters measuring of single-track vehicle

Cíle práce

Cílem diplomové práce je v literární rešerši popsat historický vývoj jednostopých motorových vozidel (motocyklů) se zaměřením na výkonové parametry. V praktické části budou měřeny výkonové parametry vybraného motocyklu za různých provozních parametrů.

Metodika

První část diplomové práce bude řešena literární rešerší historického vývoje motocyklů se zaměřením na výkonové parametry. V další části budou popsány metodiky měření výkonových parametrů vycházející taktéž z literární rešerše. Zvolenou metodikou měření bude v praktické části zjišťován vliv vybraných provozních parametrů na výkonové parametry zvoleného motocyklu. Finálním krokem bude svázání a odevzdání práce.

Osnova práce

1. Úvod
2. Historický vývoj jednostopých vozidel
3. Metodika měření výkonových parametrů
4. Výsledky a jejich hodnocení
5. Závěr

Rozsah textové části

40-60

Klíčová slova

výkon, točivý moment, motocykl

Doporučené zdroje informací

KADLEČEK, B.: Habilitační práce - Systém péče o spalovací motory z hlediska vlivu na životní prostředí a ekonomiku provozu. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003

PEJŠA, Ladislav a kol.: Technická diagnostika. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Praha 1995. ISBN 80-213-0249-6

STODOLA, J.: Diagnostika motorových vozidel - sylaby k přednáškám. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2003.

VLK, František.: Diagnostika motorových vozidel. 1. vydání. Nakladatelství a vydavatelství Vlk. Brno, 2001. ISBN 80-238-6573-0

Periodika a firemní literatura

Vedoucí práce

Pexa Martin, Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2010

Termín odevzdání

duben 2012

prof. Ing. Josef Pošta, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 8.2.2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Měření výkonových parametrů jednostopých motorových vozidel“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Martina Pexi, Ph.D. a použila jen literaturu a podkladové materiály, které uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Praze dne 6. 4. 2012

Kateřina Veselá

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Martinu Pexovi, Ph.D. za informace a připomínky, které mi poskytl během zpracování diplomové práce. Velké poděkování také patří katedře jakosti a spolehlivosti strojů, která mi umožnila měření na přístroji Power Tester.

V Praze dne 6. 4. 2012

Kateřina Veselá

Abstrakt: Cílem této diplomové práce bylo shromáždit literární poznatky o vývoji výkonových parametrů jednostopých motorových vozidel se zaměřením na japonské společnosti.

V kapitole první se vysvětluje provázanost točivého momentu, výkonu a otáček motoru a jejich společná závislost na sobě. Dále vznik disciplíny zabývající se testováním spalovacích motorů. Další kapitola specifikuje každou japonskou společnost zvlášť. Její vznik, vývoj motocyklů a jejich výkonových parametrů a uplatnění na trhu. Další část práce se také zabývá metodami měření výkonových parametrů a použitými přístroji. Vlastní práce usuzuje vliv paliva Natural 95 a Super Plus 98 a na výkonové parametry měřeného motocyklu Kawasaki GPZ 500 S. Výsledky práce jsou shrnuty do kapitoly závěr.

Klíčová slova: Výkon, točivý moment, motocykl

Performance parameters measuring of single-track vehicle

Summary: The aim of diploma thesis was review collected about the development of literary output parameters of two-wheeled motor vehicles with a focus on Japanese society.

The first chapter explains the consistency of torque, power and engine speed, and their common dependence on each other. Furthermore, the emergence of the discipline dealing with the testing of internal combustion engines. The next chapter specifies each Japanese company individually. Its creation, development of motorcycles and their performance parameters and application in the market. Another part of the work also deals with methods for measuring performance parameters and device used. The work considers the influence of fuel Natural 95 Plus and Super 98 and the performance parameters measured Kawasaki GPZ 500 S. The results are summarized in the conclusion chapter.

Key words: power, torque, motorcycle

Obsah

1. ÚVOD.....	1
1.1 Cíl práce.....	2
1.2 Metodika	2
2. Historický vývoj jednostopých vozidel	3
2.1 Vznik a vývoj japonských koncernů.....	4
2.1.1 Suzuki.....	5
2.1.2 Honda	12
2.1.3 Yamaha.....	18
2.1.4 Kawasaki	21
3. Metodika měření výkonových parametrů.....	25
3.1 Zatěžování motoru při měření výkonu.....	28
3.1.1 Statická metoda	29
3.1.2 Dynamická metoda.....	29
3.2 Konkrétní příklady metodiky měření výkonu motocyklu	29
3.2.1 Válcový dynamometr	30
3.2.2 Akcelerační metoda měření	32
4. Výsledky a jejich hodnocení	34
4.1 Údaje o zvoleném motocyklu.....	34
4.2 Vlastní měření	35
4.2.1 Palivo Natural 95.....	37
4.2.2 Palivo Super Plus 98.....	40
4.2.3 Porovnání měření obou benzinů	43
5. Závěr	46
Použitá literatura	48

1. ÚVOD

Určení výkonu a točivého momentu je jedna z užitečných informací při úpravách spalovacích motorů. Je nutné mít na paměti vzájemnou provázanost a spojitost točivého momentu a výkonu, mezi kterými platí vztah $P = 2 \cdot \pi \cdot M \cdot n$, kde π je Ludolfovo číslo (3,14), M je točivý moment [N·m] a n jsou otáčky [s^{-1}]. Z tohoto vztahu vyplývá, že výkon může růst i tehdy, pokud točivý moment klesá, ale rostou otáčky [33].

Výkon spalovacího motoru je tedy nesporně významným diagnostickým signálem, který se využije k souhrnné diagnóze písní skupiny, rozvodového ústrojí, palivové soustavy a popřípadě taky zapalovací soustavy, pokud se jedná o zážehový motor. Při naměření určitého výkonu se logicky ptát s jakou hospodárností a s jakými případnými vedlejšími důsledky bylo tohoto výkonu dosaženo [30].

Disciplína zabývající se testováním spalovacích motorů vznikla v důsledku potřeby zjišťovat aktuální technický stav a porovnávat jednotlivé motory mezi sebou. Nejstarší zařízení pro měření výkonu spalovacích motorů byla svou konstrukcí a funkčním principem velmi jednoduchá a bez jakýchkoliv nároků na pracoviště. Tomu také odpovídala přesnost měření. Se zvyšujícím se zájmem lidstva o ekologii, ochranu životního prostředí a obav o vyčerpání celosvětových zásob ropy se začaly také zvyšovat nároky na parametry spalovacích motorů. Cílem vývoje spalovacích motorů je snížení jejich spotřeby, minimalizování emisí, celkového dopadu na životní prostředí při co nejvyšším výkonu a účinnosti. S vývojem spalovacích motorů souvisí rovněž vývoj zařízení pro měření výkonových parametrů spalovacích motorů, protože tato zařízení jsou nezbytně nutná k přesnému ověření a kontrole. V současné době je obor testování spalovacích motorů díky vysokým požadavkům na přesnost měření velmi rozsáhlým vědním oborem, zasahujícím do mnoha vědních disciplín a jeho poznatky jsou uplatňovány především při vývoji motorů [14].

1.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je v literární rešerši popsat historický vývoj jednostopých motorových vozidel (motocyklů) japonských výrobců se zaměřením na výkonové parametry. V praktické části budou měřeny výkonové parametry vybraného motocyklu Kawasaki GPZ 500S za různých provozních podmínek (použité palivo Natural 95 a Super Plus 98).

1.2 Metodika

První část diplomové práce bude řešena literární rešerší historického vývoje motocyklů japonských značek se zaměřením na výkonové parametry. V další části budou popsány metodiky měření výkonových parametrů vycházejících taktéž z literární rešerše. Zvolenou metodikou měření bude v praktické části zjišťován vliv vybraných provozních parametrů na (Natural 95 a Super Plus 98) výkonové parametry zvoleného motocyklu Kawasaki GPZ 500 S. Finálním krokem bude svázání a odevzdání práce.

2. Historický vývoj jednostopých vozidel

Vývoj motocyklů probíhal razantně, jelikož to byla logická reakce na blízké příbuzné jízdní kolo. To podněcovalo ctižádost prvních konstruktérů motocyklu. Snahou bylo nalézt metodu, jak jednostopé vozidlo opatřit motorem. První pokus přichází z Francie, kdy kolo bylo vybaveno miniaturním motorkem na parní pohon. Tato technologie se ovšem nedala využívat v běžném provozu, protože vozidlo při případném pádu začalo rychle hořet [29].

Průlom přinesl až rok 1876, kdy byl vyvinut spalovací motor, který se dodnes označuje jako Ottův motor. O několik let později zkonstruovali Gottlieb Daimler, Wilhelm Malach a Carl Benz na této bázi benzinový motor, který byl lehčí a rychlejší než Ottovy motory. Roku 1892 doplnil Rudolf Diesel paletu motorů 19. století dieselovým motorem. Motor s rotačním pístem takzvaný Wankelův motor vznikl teprve roku 1957 [29].

V roce 1885 byl patentován “jezdecký stroj”, první motorizované jednostopé vozidlo. Jednalo se o kolo dřevěné konstrukce se dvěma podpůrnými kolečky, pohonem byl čtyřdobý motor s jedním válcem o objemu 264 kubických centimetrů a výkonu jedné koňské síly. Výraz motocykl si roku 1897 nechali opatřit ochrannou známkou Wilhelm a Heinrich Hildebrandovi spolu s Aloisem Wolfsmüllerem, jejichž firma se už dva roky zabývala sériovou výrobou motocyklů – jako první na světě [29].

V roce 1890 byl zhotoven první motocykl na světě, který odpovídal našim soudobým představám. V tomto roce Laurin s Klementem měli nápad umístit motor do spodní části rámu. Dalším milníkem úspěšné a bezpečné motorizace byl roku 1902 vynález vysokonapětového magnetického zapalování se zapalovací svíčkou Roberta Bosche, které nahradilo zapalování odrthové [29].

Předpokladem dalšího rozvoje motocyklu v jeho moderní podobu byl nejen funkční motor, ale zároveň řada dalších technických detailů jako jsou, dnes za samozřejmost požadované, brzdy, které vyplynuly z neustále narůstajících rychlostí nových vozidel. Už v roce 1904 dosáhl dvouválec výrobce Peugeot rychlosti 123 km/h, toto ale představovalo velkou zátěž pro řidiče i pro lehký podvozek. Řidič, který rukama řídil motocykl, ale také přidával plyn a čerpal pohonnou směs, zažíval nepříjemné otřesy. Pomocí se staly ochranné plechy, blatníky, které se během let zvětšovaly, širší pneumatiky a odpružení přední vidlice. Odpružení předního kola se stalo neodmyslitelné a zkoušely se nejrůznější systémy. Kolem roku 1915 se stala standardním vybavením velkých strojů kyvná vidlice Harleye-Davidsona z roku 1909, která se používá dodnes. Zároveň s odpružením předního kola bylo experimentováno i s odpružením zadního kola. Při velké rychlosti se kvůli tomu motocykl stával obtížněji ovladatelný, takže se u závodních strojů ještě dlouho nepoužíval. Roku 1935

se výrobci značky BMW podařilo zkonstruovat hydraulicky odpruženou teleskopickou vidlici, a tím i pokrokový systém, jenž se používá dodnes. Roku 1923 Max Fritz z BMW spojil zadní nápravu přímo s řízením a dodal tak motocyklu nejen větší stabilitu, ale také vhléd z našeho pohledu typický pro motocykl [29].

2.1 Vznik a vývoj japonských koncernů

Motocykly se v Japonsku vyráběly od roku 1909, kdy Miyata zkonstruoval prototypové stroje. Základy tohoto průmyslového odvětví byly však položeny až po druhé světové válce. Spoušť způsobená válkou vedla i k finančnímu chaosu. Veřejná doprava byla rozvrácená a soukromá vozidla neexistovala. Poptávka po laciné osobní dopravě vedla ke vzniku nových podniků, jako byla např. firma Honda, a již existující společnosti spatřovaly možnosti zisku v motocyklech. První stroje byly malé, snadno ovladatelné, laciné a neměly sportovní ambice. Hospodářský pokles v polovině padesátých let po válce v Koreji vyřadil mnoho výrobců z podnikání a tím vznikla tzv. “Velká čtyřka”, ke které jako největší patřily Honda, Suzuki, Yamaha a Kawasaki, která byla nejmenší a až do roku 1961 motocykly ve větším množství nevyráběla. Honda začala exportovat motocykly v roce 1959. Značky Suzuki, Yamaha a Kawasaki jej brzy následovaly. Japonské společnosti na domácím trhu tvrdě soutěžily, vyvíjely nové stroje, nové výrobní technologie a nové marketingové strategie. Kolem roku 1961 byla Honda již největším výrobcem motocyklů na světě. Japonské motocykly byly elegantní, spolehlivé a při jízdě snadno ovladatelné. I když konstrukce strojů byly novátorské, byla poskytována vysoká kvalita a trvanlivost vybavení pro západního jezdce objevem. Váčkové hřídele v hlavě válců, elektrické spouštěče, blikače a pětistupňové převodovky nebyly ničím objevným, ale japonské stroje je měly jako standardní vybavení i na stopětadvacítkách. V letech 1968 způsobila společnost Honda radikální obrat v historii. Vyvinula typ Honda CB 750, stejně rychlí jako nejlepší stroje na tehdejším trhu, ne-li rychlejší, nabízel takový stupeň promyšlenosti, která překonávala své soupeře. Obdivuhodný nástup Hondy na trh motocyklů brzy následovaly firmy Kawasaki, Suzuki a Yamaha. Déle než tři desetiletí byl japonský motocyklový průmysl nepochybně největším na světě a dodával motocykly na všechny trhy [45].

Obr. 1. Loga "Velké čtyřky"



Zdroj: [22; 25; 23; 24]

2.1.1 Suzuki

Mochio Suzuki založil tento podnik na výrobu hedvábnických stavů v roce 1909 a provozoval tuto živnost až do 2. světové války. Problémy hedvábnického průmyslu donutili firmu Suzuki v roce 1952 vyrobit a prodávat dvoudobý motor o objemu 36 cm^3 s názvem Power Free (Pohon zdarma), který byl upevňovaný na rám jízdního kola. Zlepšená verze o zdvihovém objemu 60 cm^3 Diamond Free, zesíleným rámem s teleskopickou přední vidlicí a bubnovými brzdami, následovala o rok později a v květnu 1954 oživená továrna Suzuki vyprodukovala svůj první kompletní motocykl, čtyřdobý jednoválec 90 cm^3 s názvem Colleda. Tento typ byl brzy nabízen ve více verzích, lišících se jak objemem motoru, tak pracovním způsobem. Objevily se verze 100 a 125 cm^3 s čtyřdobými i dvoudobými motory, typově označené Colleda CO [4].

V té době byl generálním ředitelem firmy Shunzo Suzuki, a rozhodl, že motocykly sehrají v budoucnosti firmy hlavní roli.

Obr. 2. Power Free



Zdroj: [35]

Vážné úmysly s motocyklovou výrobou byly potvrzeny i novým názvem firmy. V roce 1954 se přejmenovala na Suzuki Motor Co. Ltd a opustila textilní stroje. Do roku 1956 se objevil ještě model Colleda ST se 125 cm³ dvoudobým jednoválcem, následovaný v témže roce typem Colleda TT s dvouválcovým motorem 250 cm³, samozřejmě v dvoudobém provedení. O tomto motocyklu se obecně soudilo, že je to ve všech detailech pravá Suzuki. Předchozí typy nesly vždy známky jiných výrobců [5].

Obr. 3. Colleda



Zdroj: [36]

Typy, vyráběné v šedesátých letech, nepřinášely žádné zvláštnosti, vynikaly však precizností. Převážně to byly motocykly s jednoválcovými dvoudobými motory ve třídách 50, 80, 100 a 125 cm³, s rozvodem pístu nebo rotačním šoupátkem. Měly solidní výkonové parametry a dobrou životnost. V šedesátých letech byly některé stroje Suzuki dovezeny do Československa v počtu nepřevyšujícím dva kusy. Byly určeny pro výzkum a ověření parametrů. Také se podrobily funkční zkoušce a některé i dlouhodobě. Instituce, které zkoušky prováděly, se snažily vytěžit co nejvíce informací, protože šlo o mimořádnou příležitost seznámit se s cizími výrobky. Testy prováděli tři tehdejší výrobci motocyklů a ÚVMV (ústav pro výzkum motorových vozidel). Účastníci nebyli nikterak překvapeni výkonovými parametry strojů, které byly téměř srovnatelné s našimi výrobky, udivující ale bylo precizní provedení každého detailu a spolehlivost všech funkcí. Také obdivuhodný byl kultivovaný chod motoru a seriózní dokumentace výrobce, ve které se nelišily parametry deklarované se zjištěnými [5].

Velmi oblíbená byla typová řada T (Twin – dvouválec), vyráběná ve druhé polovině šedesátých let. Prvním exportním úspěchem společnosti byl T10 z roku 1963. Typ, kterým se značka Suzuki dostala na mapu prominentních motocyklových výrobců v roce 1966, byl T20 Super Six – X6 dvoudobý dvouválec 250 cm³ s rozvodem pístu, který vzbudil zájem o značku. Jméno pocházelo od šestirychlostní převodovky dvoutaktu, ještě působivější však bylo číslo udávající maximální rychlost 160 km·h⁻¹. Zcela nový motor Super Six poskytoval výkon 21 kW (29 koní) a zahrnoval vyšlechtěný mazací systém Posi-Force samostatného mazání dvoutaktu olejovým čerpadlem. Systém nazvaný Suzuki Posi Force měl pístové olejové čerpadlo, které tlačilo olej do klikového hřídele, odkud se po namazání ložisek rozstříkoval na válec a píst. Mezi další prvotřídní rysy patřil první kolébkový rám Suzuki, který umožňoval dobré ovládání ve spojení s nízkou hmotností. Skutečná nejvyšší rychlost se pohybovala mezi 144 – 160 km·h⁻¹ při 7500 min⁻¹, ale za cenu vysoké spotřeby paliva, až 8,5 l/100 km při rychlosti 110 km·h⁻¹ [4].

Také tento typ se testoval v šedesátých letech v ÚVMV a ve srovnání s našimi výrobky stejné třídy byl shledán mnohem dokonalejším. Později z něj byly odvozeny typy T350 a T500 Cobra. Ačkoliv byl jednoduchý a jeho ovládání nepatřilo mezi nejlepší, 46koňový T500 byl spolehlivý, úsporný a rychlý, s nejvyšší rychlostí 177 km·h⁻¹. Tento dvouválec se vyráběl po dalších deset let a postupně získal kotoučovou přední brzdu, elektronické zapalování, čerstvý design a označení GT500 [4; 5].

Šedesátá léta znamenala pro firmu také rozšíření sortimentu výrobků na automobily, motorové lodě, stabilní motory a další. Kult dvoudobých motorů vydržel u Suzuki přes polovinu sedmdesátých let. Pod jeho vlivem se zrodily zajímavé modely. Především to byla řada GT a zejména její dvoudobé tříválce v řadě. Označení GT 380, GT 550 a nejznámější GT 750, který byl prvním superbikovým motocyklem. Typ GT 750 byl velký vodou chlazený tříválcový dvoutakt, který se po představení roku 1971 v Británii proslavil jako Kettle (Kotlík) a v Americe jako Water Buffalo (Vodní buvol). Měkce vyladěný motor o objemu 738 cm³ poskytoval výkon 49 kW (67 koní), který umožňoval tříválci maximální rychlost 185 km·h⁻¹ a to společně se štědrým točivým momentem ve středních otáčkách. Přesto se nemohl tento typ soupeřit například s Kawasaki 750 H1, byl to model všestranný a populární [4].

Obr. 4. GT 750



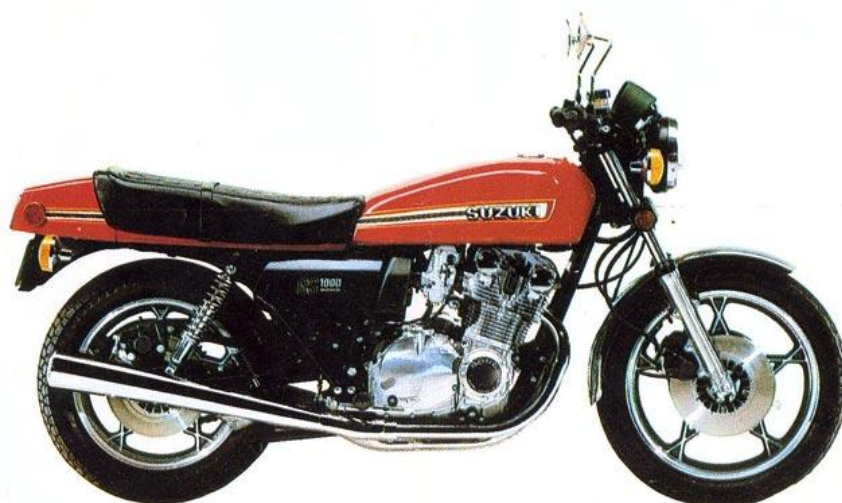
Zdroj: [37]

Sedmdesátá léta v motocyklovém průmyslu byla ve znamení závažných rozhodnutí. Základní otázka zněla: dvoutakt, čtyřtakt nebo něco jiného? Kultivovat dvoutakt, aby splnil požadavky na exhalace, znamenalo nákladný vývoj s nejistým koncem. Zvolit čtyřtakt znamenalo zvýšení výrobních nákladů a mnoho nového výrobního zařízení. Něco jiného znamená Wankel, Hybrid nebo změnu energie, a to vše s nejistotou, která vyplývala z nedostatku zkušeností. Ani Suzuki se nevyhnula tomuto rozhodování a přitom se nechovala jednoznačně a přímočaře. Dříve než se rozhodla pro čtyřtakt, pokusila se o třetí cestu a v roce 1975 představila svůj model RE 5 s vodou chlazeným jednokomorovým motorem Wankel. Objem činil 500 cm^3 a výkon 46 kW (63 koní) při 6500 min^{-1} . Zůstal ve výrobě dva roky a pak byl stažen. Bylo definitivně rozhodnuto pro čtyřtakt, prozatím ve vyšších kubaturách [7].

V roce 1976 představila Suzuki novou řadu označenou GS. Přelomovým motocyklem této řady se stal GS 1000 a to pro celý japonský trh, když byl uveden roku 1978 a převyšoval i legendární stroj Kawasaki Z1 téměř v každém ohledu. Na svět konečně přišel velký čtyřválec, jehož podvozek se vyrovnával motoru. GS byl první sériový superbike, který se ovládal skutečně dobře. Formát GS 1000 byl tradiční, úzce spjatý s GS 750 představeným o rok dříve. Vzduchem chlazený motor o objemu 997 cm^3 (vrtání x zdvih: $70 \times 64,8 \text{ mm}$) využíval dvojité vačky a osm ventilů k výkonu 64 kW (87 koní) při 8000 min^{-1} . Podvozek představoval tuhý trubkový rám, vyspělé nastavitelné tlumicí součásti, široké pneumatiky a dvojitou přední kotoučovou brzdou. Design byl čistý a příjemný, možná pro někoho usedlý.

Výkony Suzuki se samozřejmě vymykali běžným standardům, když agresivně akcelerovala a uměla jed rychlostí $216 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Poskytovaný krouticí moment v oblasti středních otáček nijak nezaostával a GS byl také pohodlný a spolehlivý. Navíc byl tento motocykl na rovině neochvějně stabilní a takový zůstával i v rychlých zatáčkách, kde většina soupeřů jen lokala jeho výfukové plyny. Jedinou vadou GS 1000 byl určitý nedostatek charismatu. I tak se ale jednalo o obrovsky působivý stroj, který zdůraznil nástup značky Suzuki jako předního výrobce superbiků [4].

Obr. 5. GS 1000



Zdroj: [38]

Na počátku osmdesátých let došlo u firmy k nebývalému nárůstu sortimentu. Suzuki nabízela kolem padesáti modelů motocyklů. Je pravda, že některé se lišily jen nepodstatně, ale přesto představovaly jiný typ. Základní řady vypadaly takto: TS, RV a GP jsou dvoudobé jednoválce do 125 cm^3 , GT jsou dvoudobé dvouválce $200 - 250 \text{ cm}^3$, DR, SR, GN a LS byly čtyřdobé jednoválce 250 až 650 cm^3 , GS a GSX byly čtyřdobé dvou nebo čtyřválce v řadě od 250 do 1100 cm^3 [5].

Roku 1980 se z 8ventilového GS 1000 vyvinul motocykl GSX 1100, který představoval ještě rychlejší a schopnější motocykl než GS 1000 s poněkud ošklivým, hranatým vzhledem. O dva roky později tento typ Suzuki upravila, čímž vznikl ohromující motocykl GSX 1100 Katana, jehož kombinace čelní masky, nízkopoložených řídítek, hrbaté nádrže a sedadlových/postranních panelů mu dodávala dokonale surový, agresivní zjev. Vzduchem chlazený čtyřválcový motor byl vyladěn, aby poskytoval výkon 82 kW

(111 koní) a umožňoval Kataně, která byla nazvaná podle ceremoniálního meče samurajských válečníků, nejvyšší rychlost více než $225 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Ovládání bylo vynikající navzdory hmotnosti 250 kg, a jelikož Suzuki nabízela rychlost za rozumnou cenu, sklídila veliký úspěch [4].

Obr. 6 GSX 1100 Katana



Zdroj: [39]

V roce 1985 měl obrovský vliv příchod GSX-R 750 na vzhled a konstrukci sportovních motocyklů. Toto byla první japonská skutečná závodní replika, až nebezpečně připomínající vytrvalostní stroje Suzuki v silničním hávu. GSX-R byl bezcitně rychlý stroj, razantně lehký a ryze prostoromyslný. Žádný jiný masově vyráběný čtyřválec se nepřiblížil jeho jedinečně agresivnímu závodnímu image. Každá součást na GSX-R byla konstruována pro vysoký výkon a nízkou hmotnost. To se týkalo i 16ventilového čtyřválcového motoru, který byl chlazený olejem, měl víko vačkového hřídele vyrobeno z lehkého magnezia a podával výkon 74 kW (100 koní) při $10\,500 \text{ min}^{-1}$. Hliníkový rám Suzuki vážil polovinu hmotnosti ocelového rámu předcházejících modelů GSX a držel silné přední vidlice o průměru 41 mm. Závodní kapotáž s dvojitými předními světlomety, budíky s lemováním z pěnové hmoty, dolů zahnutá řídítka a dozadu posunutá stupačky dotvářely celkový dojem motocyklu. Výkony předčily všechna očekávání. Akcelerační křivka byla plochá až do 7000 min^{-1} , kdy GSX-R s tlumeným jekotem z výfuku čtyři-v-jednom vystřelila vstříc rychlosti $233 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Ovládání i brzdy byly na vysoké úrovni, podpořené pozoruhodně nízkou hmotností 176 kg (bez náplní). Rok poté 1986 Suzuki představila větší verzi GSX-R 1100, která nabízela více točivého momentu ve středních otáčkách a ještě větší rychlost k nízké

hmotnosti, ovládání a závodnímu stylu menšího modelu. Jeho olejem chlazený motor o výkonu 92 kW (125 koní) umožňoval nejvyšší rychlost $249 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, plus neuvadající akceleraci při každém pootočení rukojetí řidítek, jeho odlehčený podvozek s hliníkovým rámem poskytoval ovládání nedostižitelné žádným jiným sériovým strojem. Řada GSX se vyvíjela nadále do větších rychlostí a výkonů s novějším designem [4].

Obr. 7 GSX-R 750



Zdroj: [40]

Roku 1999 továrna Suzuki přišla na trh s nejrychlejším továrním motocyklem. Výsledkem byl čtyřválec o objemu 1298 cm^3 (vrtání x zdvih: 81 x 63 mm) s názvem GSX 1300 R Hayabusa, který byl vybavený vstřikováním paliva a systémem náporového vzduchového sání, který měl výkon 127 kW (173 koní). Jeho poněkud nehezka, ale nanejvýš aerodynamická kapotáž přispěla značně k dosažení maximální rychlosti $307 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, což vytlačilo i takové motocykly jako Honda Super Blackbird z tohoto prvenství. Tento model značky Suzuki nesl jméno Hayabusa po japonském sokolu stěhovavém. Navzdory designu byla konstrukce této suzuki konvenční. Její 16ventilový motor byl zvětšenou a vylepšenou verzí motorové jednotky staršího modelu GSX-R 1100. Podvozky byly vybaveny typickým hliníkovým dvojitým nosíkovým rámem, vidlicemi upside-down a šestipístovým třmenem přední brzdy. Jízdní vlastnosti hayabusy však byly jak z jiného světa. Nejen že motor pracoval neobyčejně pružně, hladce a se silnou akcelerací i při rychlosti $240 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, ale také podvozek byl velice kvalitní – dodával jezdcovi pocit snadného řízení a současně umožňoval vynikající stabilitu i při maximálních rychlostech. Další léta továrna Suzuki vyráběla další a další neuvěřitelně rychlé superbiky, které se uplatňovali i při závodech Grand Prix [4].

Obr. 8 GSX 1300 R Hayabusa



Zdroj: [41]

2.1.2 Honda

Za počátky historie společnosti Honda je možno označit zhruba 30. léta 20. století, kdy se strojařskou a mechanickou dovedností, kterou získal díky svému otci, Soichiro Honda založil roku 1937 továrnu na výrobu pístních kroužků a začal studovat metalurgii. V roce 1946, hned po druhé světové válce, tento podnik prodal, aby založil Honda Výzkumný Technický Institut [6].

Jeho malá firma na výrobu motocyklů přežila poválečné ekonomické problémy v Japonsku, začala si vytvářet dobré jméno a díky partnerství s inženýry a výbornými prodejci začala svou úspěšnou historii. První motory Honda byly výrazným krokem k rozvoji japonského poválečného motorismu všech vrstev obyvatelstva. Tyto motory byly malé, jednoduché, málo výkonné dvouválce Mikuni, obrázek 9 [7].

Obr. 9 motor Mikuni



Zdroj: [2]

Soichiro Honda vstoupil do světa motocyklů jako velký novátor a osobnost, která předvedla evropské konkurenci, že se má čeho obávat. Roku 1948 byl založen podnik Honda Motor Company a už o dvacet let později se mohla chlubit ziskem šestnácti titulů mistra světa. Japonský trh si podmanil už po dvou letech. Takových úspěchů dosáhl díky neustálým technickým inovacím, jako byl první motocykl se čtyřtákním motorem OHV (Overhead Camshaft) v roce 1951. Po několika letech následovaly úspěšné modely Dream a roku 1968 čtyřválec CB 750 Four, první velkosériový čtyřválcový motocykl na světě. Pro Hondu to znamenalo vstup na světový motocyklový trh [29].

V roce 1946, společně se založením institutu Honda Technical Institute, se Soichiro Honda začal zabývat tajným projektem, který se ve společnosti nazýval „Plán M“. Soichiro se rozhodl přepracovat bývalé armádní motory a to tak, že mohly být připevněny k obyčejným jízdním kolům jakožto zdroj pomocné síly. „Plán M“ v podstatě obnášel vytvoření základního motocyklu určeného pro širokou veřejnost, který se snadno ovládal, měl dlouhou životnost a dostatečnou sílu [8].

V roce 1949 Honda a jeho 20 zaměstnanců vyrobili svůj první kompletní motocykl. Šlo o řadu z plánu M, a byl to model D o objemu 98 cm^3 neboli „Dream“ (Sen), obrázek 10. Prodeje byly dobré, pokrok rychlý a v roce 1953 Honda vyvinula mnohem vyspělejší Model J Benly, jehož poháněl čtyřtákní jednoválcový motor o objemu 90 cm^3 [4].

Obr. 10 Dream



Zdroj: [9]

Prvními Hondami, jež se prosadily na exportních trzích, byly dvěstěpadesátka CB 72 a CB 77 o objemu 305 cm³ (vrtání x zdvih: 60 x 54 mm) vyvinutá na počátku 60. let. Jednalo se o vzduchem chlazený 4ventilový paralelní dvouválec s rozvodem SOHC (Single Overhead Cam), který měl výkon 21 kW (28,5 koní) při 9000 min⁻¹, hmotnost 159 kg a nejvyšší rychlost 152 km·h⁻¹. Tento model se vyráběl i ve sportovní verzi C77, což byl čtyřdobý rovnoběžný dvouválec používající 18stupňového klikového hřídele s písty stoupajícími a klesajícími střídavě, obrázek 11. Rám nahradila ocelová trubková konstrukce s teleskopickými vidlicemi, dvojitými tlumiči a účinnými předními a zadními bubnovými brzdami. Nejvyšší možná rychlost byla 152 km·h⁻¹ [4].

Obr. 11 Honda C77



Zdroj: [15]

Motocykl, který dokázal, že Honda se stala vedoucí silou v motocyklovém světě, byl roku 1965 model CB 450. Do té doby se firma spokojila jen s výrobou maloobjemových motocyklů. Typ CB 450 byl pružný, pohodlný a měkce vyladěný s nejvyšší rychlostí kolem $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, disponoval paralelním dvouválcovým motorem o objemu 445 cm^3 , s výkonem 33 kW (45 koní). Tento model byl signálem, že Honda útočí na trh velkých motocyklů [4].

Moderní motocyklovou éru přivezla Honda CB 750, obrázek 12, která při svém uvedení na trh v roce 1969 nabízela novou úroveň výkonů a vyspělosti. Model CB 750 byl prvním masově vyráběným čtyřdobým motocyklem, což byl fakt umocněný působivými rozvětvenými chromovanými výfuky, elektrickým startérem, kotoučovou přední brzdou a pětirychlostní převodovkou. CB 750 byl dominantní motocykl na počátku 70. let, který se proslavil jako první superbike a značně ovlivnil stroje, které následovaly. Největším dominantou CB 750 byl její čtyřválcový motor o zdvihovém objemu 736 cm^3 (vrtání x zdvih: $61 \times 63 \text{ mm}$), který byl pružný, spolehlivý a podával úctihodný výkon 49 kW (67 koní) při 8000 min^{-1} . Ačkoliv čtyřkomorový motor měl rozvod SOHC, konstrukce se dvěma ventily na válec, jeho vývoj lze označit za výsledek zkušeností získaných v 60. letech se závodními vysokootáčkovými čtyřválcí s dvojitými vačkovými hřídeli. CB 750 byl velký a dosti těžký stroj vážil 218 kg s vysokými řídítky, zamýšlený jako všestranný motocykl. Jezdil maximální rychlostí až $201 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, ovládal se vcelku dobře a po celém světě jej bylo prodáno obrovské množství. Tento model Hondu inspiroval k výrobě několika menších čtyřválců a také sám prošel řadou inovací v dalších letech [4].

Obr. 12 Honda CB 750



Zdroj: [1]

Roku 1975 přišel od společnosti Honda motocykl GL 1000 Gold Wing, který vyvolal extrémní reakce. Tento mnohem víc než jen motocykl, velký a luxusní wing, si získal během dvou desetiletí výroby kult příznivců, kterým se nemůže pochlubit žádný jiný model. Po většinu této doby nabízel nikým jiným nedosaženou úroveň pohodlí a respektu. Přesto byl wing, který je populární zejména v Americe, vyráběný ve státě Ohio od roku 1980, pro některé motocyklisty mírně obtloustlý, předražený a vyumělkovaný. Původní model byl nekapotovaný a honosil se přídomek největší a nejtěžší motocykl na světě. Gold Wing byl pozoruhodný svým vodou chlazeným plochým čtyřválcovým motorem vyznačujícím se hřídelovým pohonem, dvojitými předními kotoučovými brzdami palivovou nádrží umístěnou pod sedlem. Motocykl typu GL měl výkon 59 kW (80 koní) umožňující nejvyšší rychlost 193 km·h⁻¹ a ostrou akceleraci navzdory své hmotnosti 260 kg. Jeho pružnost a pohodlí si rychle získaly mnoho příznivců zejména mezi Američany středního věku. Mnozí jezdci osazovali své motocykly různými doplňky, čímž Hondu přiměli roku 1980 vyrobit celokapotovaný model [4].

V roce 1978 se také v továrně Honda zrodil ohromující šestiválec CBX 1000, aby demonstroval schopnost továrny stavět výkonné, na základě poznatků získaných ze závodních tratí, vyvinuté motocykly. Srdcem motocyklu byl vzduchem chlazený motor o objemu 1047 cm³ (vrtání x zdvih: 64,5 x 53,4 mm) obsahující dvojitě vačkové hřídele a 24 ventilů. Výkon 77 kW (105 koní) při 9000 min⁻¹ zajistil, že se CBX stal nejsilnějším sériovým motocyklem na silnici roku 1978. Jeho rychlost 217 km·h⁻¹ se opírala o pozoruhodně hladký chod a špičkové technické provedení dokonce i podle vysokých standardů Hondy. Motocykl CBX 1000 v sobě nesl stopy vývoje inspirovaných proslulými závodními víceválcovými motocykly Honda z poloviny 60. let, obrázek 13. Stroj měl skvělé šasi založené na novátorském použití lehkých materiálů. Tento typ byl a je přelomový stroj, protože kombinuje styl, technologii a výkon způsobem předtím ani potom u japonských motocyklů nevídaným. Ironií ale bylo, že sklídl prodejní neúspěch a na trhu se udržel jen krátkou dobu [3].

Obr. 13 Honda CBX 1000



Zdroj: [16]

Při pohledu zpět to celé vypadá jednoduše, ale když roku 1992 uvedla Honda na trh motocykl pod názvem CBR 900 RR více známý jako FireBlade („ohnivá čepel“), vypadalo to neuvěřitelně. Uložení silného neklasifikovaného čtyřválcového motoru do podvozku tak malého a lehkého, že by se hodil pro motocykl střední hmotnosti, například šestistovku. Výsledek se rovnal dynamitu a rázem se motocykl CBR 900 RR stal „nejnadupanějším“, nejcitlivějším strojem při řízení a neúčinnějším při brzdění ze všech velkokapacitních sportovních strojů, obrázek 14. Úkol, který na sebe továrna vzala, nebyl vůbec snadný. Obtížné bylo vytvořit tak silný a přitom kompaktní a spolehlivý motor, ale ještě těžší bylo vměstnat jej do ultralehkého šasi tak, aby výsledný stroj byl čilý a stabilní zároveň. Hondě se toto podařilo a legenda jménem FireBlade byla na světě a začala nová éra vysokovýkonných jednostopých vozidel. Motor CBR se opíral o konvenční technologii kapalinou chlazeného řadového čtyřválcového motoru se šestnácti ventily a dvěma vačkovými hřídeli. S objemem 893 cm³ (vrtání x zdvih: 70 x 58 mm) byl tento motor fyzicky jen o malinko větší než motor šestistovkových modelů. Byl také velmi lehký i bez použití drahého titanu. Na jeho designu nebylo nic radikálního, nikomu předtím se však nepodařilo dát dohromady tak rafinovaný a kompaktní celek, který dosahoval maximálního výkonu 91 kW (124 koní) při 10 000 min⁻¹. Totéž platilo i o šasi, které přidalo jen pár dalších triků ke známému prostorovému uspořádání rámu ze slitinových profilů, takže vznikl stroj, který svou hmotností 185 kg patřil do střední hmotnostní třídy. Silná konvenční vidlice držela šestnáctipalcové přední kolo a třmeny přední brzdy se čtyřmi pístky doléhaly na děrované kotouče. Geometrie řízení byla na tu dobu

pozoruhodná, měla totiž blíž k závodním strojům pro Velkou cenu než k silničním rivalům Hodny. Model se ale svým výkonem skutečně podobal jednoúčelovým závodním strojům. Výkon motoru kombinovala okamžitou odezvu na rukojeť plynu, minimální vibrace a odpovídající točivý moment v nízkých otáčkách. Kolem 6000 min⁻¹ se výkonová křivka rychle vzepjala a v 9000 min⁻¹ se stroj dostal do špičkového tahu. S novým nástupem energie až do maxima 11 000 min⁻¹. Maximální rychlost stroje byla až 260 km·h⁻¹ [3].

Obr. 14 CBR 900 RR FireBlade



Zdroj: [12]

2.1.3 Yamaha

Yamaha Corporation je mezinárodní společnost vzniklá v Japonsku, která působí v širokém spektru produktů a služeb. Hlavně především v oblasti hudebních nástrojů, motorek, sportovních potřeb a elektroniky. Jako logo značky si zvolila tři zkřížené ladičky.

Torakusu Yamaha roku 1897 založil firmu Nippon Gakki, která se rozrostla v jednoho z největších výrobců hudebních nástrojů na světě. V roce 1955 vzniká Hammamatsu Yamaha motor company Ltd. a výrobní program se rozšiřuje o motocykly. [11].

Prvním motocyklem byl stopětadvacítkový dvoudobý jednoválec YA-1, neboli Red Dragonfly (Rudý létající drak). Roku 1957 vznikl dvouválec YD-1 a Yamaha si začala budovat pověst značky vyrábějící rychlé, lehké a spolehlivé dvoutakty, z nichž mnohé nosily na nádrži firemní logo ladicích vidlic [4].

Úspěch modelu YDS 250 cm³ 60. let vedla ke vzniku prvního dvouválce o objemu 350 cm³, motocykl YR1. Roku 1970 uvedla Honda úhledný motocykl YR5, obrázek 15, jehož

vzduchem chlazený paralelní dvouválcový motor s jazýčkovými ventily poskytoval výkon 26 kW (36 koní) při 7000 min⁻¹, což stačilo na rozjetí lehké Yamahy na rychlost 152 km·h⁻¹. Ovládání a brzdy byly dobré, spolehlivost vynikající, cena konkurenceschopná a typ motocyklu YR5 se stal velmi populární. Tento model měl i pozoruhodné následovníky, například šestirychlostní RD 350 z roku 1974, dále hranatý s maximální rychlostí 160 km·h⁻¹, model RD 400 z roku 1976, poté vodou chlazený motocykl RD 350LC s jednoduchým zadním tlumičem vyrobeným v roce 1981 a legendární model z roku 1983 motocykl YPVS neboli Power Valve (Mohutný ventil), jehož mohutný výfukový ventil zlepšil výkon středních otáček a dopomohl motoru k udávanému výkonu 39 kW (53 koní), což bylo o polovinu více, než na kolik se zmoohl motocykl YR5 [4].

Obr. 15 Yamaha YR5



Zdroj [17]

Další typ společnosti Yamaha, který také psal historii, posunu výkonových parametrů byl stroj FZR 1000 z roku 1987. Jeho hnacím ústrojím byl vodou chlazený motor o objemu 989 cm³ s dopředu nakloněnou konstrukcí válců a 20ventilovým rozvodem DOHC (Dopuble Overhead Cam). Stroj se pyšnil výkonem 92 kW (125 koní), který se vyrovnal proslulému stroji konkurence Suzuki GSX-R 1000. Podvozek motocyklu FZR 1000 byl založený na pevném dvojitým nosníkovém rámu z hliníku Deltabox. Mezi další součástky patřily i silné vidlice o průměru 41 mm, 17palcové přední kolo a nízko profilové radiální pneumatiky. Motor byl více než působivý, od nízkých otáček pružně ženoucí motocykl vstříc nejvyšší rychlosti 257 km·h⁻¹, kdy se jen jezdec krčil za účinnou kapotáží s dvojitými světlomety.

Ovládání a brzdy byly také vynikající a Yamaha si okamžitě získala popularitu. Tento stroj prodělal do budoucna četné inovace, které ale zachovali jeho britký styl. Zejména v roce 1989, kdy Yamaha zvětšila objem motoru na 1002 cm^3 (vrtání x zdvih: 75,5 x 56 mm) a přidala elektronicky ovládaný výfukový ventil, jehož zkrácený název zapříčinil, že motocykl byl univerzálně známý jako model EXUP, obrázek 16. Tento systém zvýšil také užitečný výkon v rozsahu středních otáček. Špičkový výkon ale také vzrostl a to na 103 kW (140 koní) při $10\,000 \text{ min}^{-1}$ [4].

Obr. 16 FZR 1000 EXUP



Zdroj: [18]

Dalším výkonovým překvapením Yamahy byl bezpochyby stroj YZF-R1, obrázek 17, z roku 1998 a to říkají všechny tři důležitá čísla, čtyřválcový motor měl výkon 110 kW (150 koní), stroj vážil pouze 176 kg a měl ultrakrátký rozvor 1 395 mm. To z tohoto modelu činilo nejsilnější, nejlehčí a nekompaktnější velkoobjemový sportovní motocykl, jaký byl kdy zkonstruován. Základním uspořádáním tohoto motocyklu byla pro Yamahu obvyklá kombinace čtyřválcového motoru s dvaceti ventily a zdvojeného hliníkového rámu. Tým návrhářů ale posunul šestistupňovou převodovku výš než normálně za kapalinou chlazené válce, čímž se motor o objemu 998 cm^3 (vrtání x zdvih: 74 x 58 mm) stal kompaktnějším. Toto zase umožnilo, že motocykl byl velmi krátký, přičemž měl vzadu dlouhé kyvné rameno, jaké se užívalo u strojů pro Velkou cenu kvůli zlepšení stability. Nový motor R1 také přispěl díky inovačnímu řešení k tomu, aby byl použit v rámu jako nosný prvek. Válce a kliková skříň byly z jednoho kusu, což posílilo tuhost jinak konvenčního uspořádání. Toto znamenalo,

že rám Deltabox II modelu R1 nemusel být tak silný a zčásti to vysvětluje, proč tento stroj vážil méně než většina sportovních šestistovek. Stroj měl nízká, úzká řídítka, vysoké stupačky, tuhé sedlo a nejmenší ochranný štít což nabílo dojem lehkosti, závodivosti a účelovosti motocyklu. A tokový byl i motor se skvěle široce rozvrženým točivým momentem, takže v kterémkoli bodu škály otáček po otevření plynu vyrazil motocykl R1 jako blesk. Ani úžasná akcelerace až do maxima $11\,750\text{ min}^{-1}$, ani maximální rychlost $274\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ však nebyly tím, co činilo Yamahu tak zvláštní. To čím tento typ bodoval, byla jeho flexibilita, zaručující, že lehká a mocná akcelerace bude k dispozici při jakýchkoli otáčkách. Motocykl R1 byl zkrátka stroj, s nímž se snadno dalo jet velmi rychle. Tento typ v budoucnu procházel inovacemi, například vylepšeným tlumením, karburátory byly nahrazeny vstřikováním paliva a karoserie byla upravena, přičemž si tento stroj uchoval svůj původní výraz i charakteristické vlastnosti do dnes [3].

Obr. 17 Yamaha YZF-R1



Zdroj: [42]

2.1.4 Kawasaki

Začátek výroby motocyklů se datuje jako u ostatních japonských značek do období krátce po druhé světové válce. Na rozdíl od konkurence se Kawasaki nikdy nesnažila ovládnout trh s maloobjemovými spotřebními motocykly a soustředila se především na velké sportovní stroje [25].

Motocyklová divize tvoří relativně malou část společnosti Kawasaki Heavy Industries, která vyrábí vlaky, lodě a letadla. Kawasaki se začala zajímat o motocykly v 50. letech, kdy

letecká divize hledala uplatnění i v civilní výrobě a zájem přerostl v konkrétní činy, když se průmyslový gigant snažil zvýšit své povědomí o značce [4].

Roku 1960 postavila Kawasaki svůj první kompletní motocykl, dvoudobou stopětadvacítku a ovládla Meguro, nejstaršího japonského motocyklového výrobce [4].

Kawasaki vkročila na trh velkých motocyklů roku 1966 se svým motocyklem W1, dvouválcem o objemu 650 cm³. V Japonsku se stroj prodával dobře, ale na americkém trhu selhal. Kawasaki tedy roku 1969 uvedla pětistovku s názvem H1, první ze tříválců, které měli firmě zajistit zaslouženou dobrou pověst svým vysokým výkonem. Stroj se pyšnil maximálním výkonem 44 kW (60 koní) při 7500 min⁻¹. Vzduchem chlazeným dvoudobým motorem a hmotností 174 kg získal motocykl H1 nepřekonatelný poměr hmotnosti a výkonu. Motocykl dobře vypadal a dokázal jet rychlostí 192 km·h⁻¹ a poskytoval ovládání, díky kterému byl život o něco napínavější. Kombinací podvyživeného rámu, dozadu posunuté těžiště a příkrého výkonového nástupu při 6000 min⁻¹ zavinila, že slova jako „wheelie“ (strojka) a „tankslapper“ (kopanec) obohatily slovník motocyklistů [4].

Poté v roce 1973 tato firma uvedla stroj Kawasaki Z1, obrázek 18, který vládl třídě superbiků po více než desetiletí svým spojením výkonného neporuchového motoru, slušivého vzhledu a konkurenceschopné ceny. Tento čtyřválec o objemu 903 cm³ (vrtání x zdvih: 66 x 66 mm) se svou maximální rychlostí 210 km·h⁻¹ byl o 15 km·h⁻¹ rychlejší než jeho největší rival konkurence. Nebylo pochyb o tom, že motor motocyklu Z1 se dvěma vačkovými hřídeli v hlavách válců, osmi ventily a nastavitelnými vodítky a podložkami bude značně více vpředu než konkurence. Motor Kawasaki byl se svým výkonem 60 kW (82 koní) při 8500 min⁻¹ silnější a měl také podstatně větší krouticí moment v nízkých otáčkách než ostatní modely rivalů. Motor seděl téměř svisle v dvojitým trubkovém kolébkovém rámu, jehož přední vidlice držela devatenáctipalcové kolo s jednoduchou kotoučovou brzdou [3].

Obr. 18 Kawasaki Z1



Zdroj: [13]

Jedním z vynikajících motocyklů 80. let byl bezesporu motocykl Kawasaki GPZ 900 R, obrázek 19, první vodou chlazený čtyřválec, který byl představen roku 1984 s maximální rychlostí $240 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a svědčil o tom, že začala nová éra. Byl to motocykl o objemu 908 cm^3 (vrtání x zdvih: $72,5 \times 55 \text{ mm}$) známý pod názvem Ninja. Stroj měl 16ventilový motor, vyvažovací hřídel, na konci klikového hřídele primární řetěz pohánějící vačkové hřídele a alternátor nad šestistupňovou převodovkou. Byl to malý, lehký a silný stroj s maximálním výkonem 83 kW (113 koní) při 9500 min^{-1} . Uspořádání rámu tohoto motocyklu se nazýval „kosočtverečným“, ale ve skutečnosti to však bylo ocelové páteřové uspořádání, které používalo motor jako nosný prvek a obešlo se bez konvenčních spodních trubek. Zadní podrám čtvercového průřezu byl hliníkový stejně jako kyvné rameno skříňového průřezu a velké slitinové závěsy stupaček, na nichž spočívalo. Předními vidlicemi byly jednotky o průřezu 38 mm obsahující „protiponořovací“ systém, který při hlubším stlačení zvyšoval tlak v tlumičích. Zadní zavěšení tvořila jednoramenná pružicí jednotka Kawasaki Uni-Trak, jejíž tlumič plněný vzduchem měl stavitelné tlumení kmitů. Přední kolo bylo podle současného stylu šestnáctipalcové. Tento stroj tedy zahájil dynastii kapalinou chlazených 16ventilových čtyřválců Kawasaki, která pokračuje dodnes [3].

Obr. 19 Kawasaki GPZ 900 R



Zdroj: [19]

V náročném motocyklovém odvětví v 90. letech se Kawasaki podařil nevídaný kousek, když představila v roce 1990 superbike pod názvem ZZ-R 1100, obrázek 20, jehož výkon 107 kW (145 koňi) a pohonná jednotka poskytovala motocyklu nejvyšší rychlost $280 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a jednoduše odrovnala konkurenci. Jednalo se o vodou chlazený motor o objemu 1052 cm^3 (vrtání x zdvih: 76 x 58 mm), který byl i po pěti letech stále nejrychlejším sériovým motocyklem na světě. Velké ventily a odlehčené písty zvyšovaly výkon, avšak skutečný nárůst zajišťoval náporový vzduchový nasávací systém ZZ-R, založený na technologii ze závodů formule 1, který přiváděl studený vzduch z otvoru v hlavě kapotáže do tlakové vzduchové komory. Čím rychleji kawasaki jela, tím lépe se jí „dýchalo“. V roce 2002 byl nahrazen silnějším motorem [4].

Obr. 20 Kawasaki ZZ-R 1100



Zdroj:[26]

3. Metodika měření výkonových parametrů

Výkonové parametry motoru jsou jednou z nejdůležitějších charakteristik motoru. Nejčastěji udávané výkonové parametry jak u prodejců motocyklu, tak od výrobců jsou výkon motoru a jeho točivý moment. Tyto výkonové parametry spolu úzce souvisí a jsou podrobně rozepsány v následujícím textu.

Výkon je skalární veličina, obecně definovaná jako množství práce vykonané za jednotku času. Při měření výkonu motoru pomocí dynamometru výkon přímo neměříme, ale měříme jiné veličiny, ze kterých výkon následně počítáme. Výkon spalovacího motoru je ovlivňován značným počtem faktorů, a to zejména vlastním konstrukčním řešením motoru, použitým palivem a vlastnostmi vzduchu, který se společně s palivem zúčastňuje spalovacího procesu. Mimo maximální hodnoty výkonu motoru je velmi důležitý i jeho průběh, který je závislý na měnících se otáčkách. To samé platí i pro točivý moment. Závislost výkonu a točivého momentu motoru na jeho otáčkách je vyjádřena výkonovou, respektive momentovou charakteristikou motoru, rovnice 1 [14].

$$P = M_t \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M_t \quad (1)$$

kde:	M_t	točivý moment motoru [N·m]
	ω	úhlová rychlost [rad·s ⁻¹]
	n	otáčky motoru [s ⁻¹]
	P	Výkon [W]

Točivým momentem se rozumí otáčkový účinek síly působící na páku. To znamená součin působící síly a délky ramene páky, jak je znázorněno v rovnici 2. U klikového hřídele působí síla na otočně uložené rameno neboli kliku. Točivý moment je pak výsledkem působení síly na otočnou kliku a závisí na velikosti působící síly a délce ramena kliky. Čím je větší působící síla, tím je větší i točivý moment. To samé platí o délce ramena kliky, čím delší je rameno, tím větší je točivý moment [28].

$$M_t = F \cdot R \quad (2)$$

nebo

$$M_t = \varepsilon \cdot I \quad (3)$$

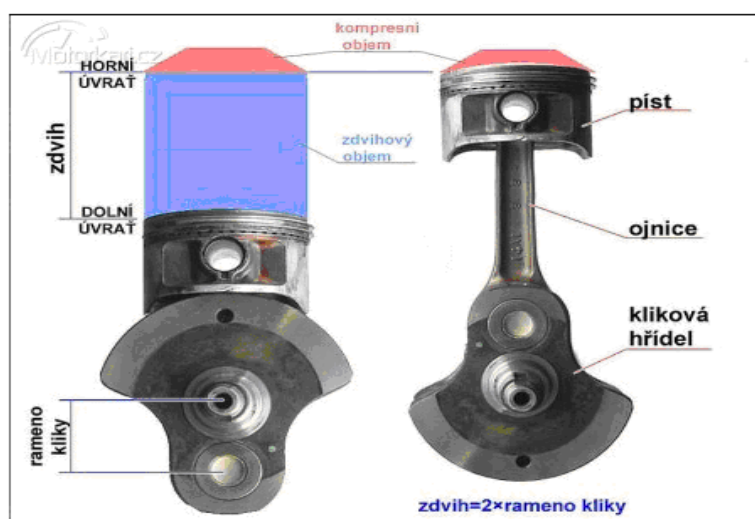
kde:	F	síla působící na dynamometru [N]
	R	vzdálenost osy rotace rotoru dynamometru od působišťe síly F [m]
	I	moment setrvačnosti motoru [kg·m ²]
	ε	úhlové zrychlení [rad·s ⁻²]

Síla, která otáčí motorem, pochází z tlaku vznikajícího hořením palivové směsi ve válcích. Tento tlak působí na písty a přes ojnice se přenáší na klikový hřídel. Točivý moment u spalovacího motoru je tedy tím větší, čím větší je pracovní tlak ve válci a čím větší je zdvih pístu. Zdvih pístu pak na druhou stranu zase závisí na délce kliky klikového hřídele.

Velikost tlaku vznikajícího při hoření ve válci závisí na stupni plnění válce čerstvou palivovou směsí. Každé zlepšení, ale i zhoršení v těchto oblastech má vliv na velikost točivého momentu.

Všechny motory jsou konstruovány za stejným účelem. Ventilový rozvod sportovního čtyřdobého motoru je vyladěn tak, aby motor měl největší výkon při vysokých otáčkách (6000 – 13 000 min⁻¹), u cestovního motoru se maximální výkon vyladuje v oblasti otáček 3000 – 6000 min⁻¹. V této souvislosti je spojen také tvar vaček vačkového hřídele nebo vliv počtu a průměru ventilů. Tímhle vším je u každého motoru dán rozsah otáček odpovídajících maximálnímu výkonu a tím i točivému momentu. Sportovní motory mají křivku točivého momentu a výkonu posunutou do vyšších otáček a proto jsou nuceni více řadit. Cestovní motocykly oproti tomu mají motory konstruované tak, aby dosahovaly maximálního točivého momentu již při středních otáčkách. Výkon při vysokých otáčkách neroste už tak rychle jako u sportovních motorů. Průběh výkonu spalovacího motoru zpravidla není nikdy přímka, ale vždy křivka. S poklesem výkonu pak dochází i k poklesu točivého momentu. Proto spolu výkon a točivý moment úzce souvisí. Podle typu motoru se dá přibližně počítat s hodnotou točivého momentu ve výši 10 % zdvihového objemu motocyklu uvedeného v cm³ [28].

Obr. 21 Klikový mechanismus

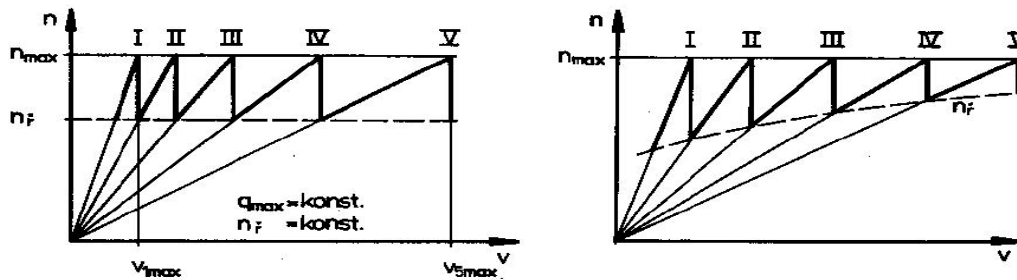


Zdroj:[32]

Při měření výkonu motoru, se musí změřit výstupní síla na zadním kole motocyklu (v továrnách se výkon často měří na klikovém hřídeli) při různých otáčkách. Měřením se dostane mnoho bodů, ze kterých se sestrojí diagram, neboli křivka výkonu, ze kterého se může vysledovat průběh výkonu podle otáček. Podle nejvyššího bodu křivky se může určit, za jakých otáček podává motor maximální výkon. Druhou možností použití naměřených bodů je sestrojení diagramu točivého momentu v závislosti také na otáčkách. Tato křivka vyjadřuje velikost síly působící na klikový hřídel v závislosti na otáčkách. Méně často se také používá třetí křivka znázorňující průběh otáček motoru v závislosti na zařazeném rychlostním stupni, a to pro každý rychlostní stupeň zvlášť. Jedná se o takzvaný pilový diagram, obrázek 22.

Větší plocha pístu lépe přenáší tlak spalín a u čtyřdobých motorů lze díky dostatku místa zabudovat do válce až pět ventilů. Při vývoji sportovně laděných strojů volí konstruktéři pokaždé nejvhodnější kombinaci vrtání a zdvihu. Výsledkem mohou být motory s poměrně velkým zdvihem a s velkým zdvihovým objemem, u kterých lze dosáhnout dostatečného točivého momentu, aniž by se písty ve válcích musely při vysokých otáčkách pohybovat příliš velkou rychlostí. V jiném případě je spojeno použití čtyřventilové techniky s krátkým zdvihem pístu. V tomto případě lze dosáhnout dobrého plnění motoru i při vysokých otáčkách a optimalizovat tak průběh točivého momentu [28].

Obr. 22 Pilový diagram geometrického a progresivního odstupňování převodovky



Zdroj: [44]

3.1 Zatěžování motoru při měření výkonu

K měření výkonových parametrů spalovacích motorů, výkonu a točivého momentu v závislosti na otáčkách, se využívá celá řada metod. Jednotné metody měření mají různé požadavky na jejich provedení a s tím souvisí také rozdílná přesnost. Z hlediska zatížení, lze rozdělit tyto metody na stacionární a dynamické jak je vidět v tabulce 1 [31].

Tab. 1 Metody měření výkonových parametrů

Metoda	Uložení motoru	Měření výkonu	Měřicí zařízení	
Statická <ul style="list-style-type: none"> • zjišťuje momentální hodnoty výkonu a momentu v určitých předem stanovených bodech, • založena na měření síly působící na určitém rameni při brzdění válce, • brzdňný moment je vytvářen elektromotorem brzdy a motor je brzděním udržován v konstantních otáčkách 	Zkušební stanoviště	Klikový hřídel	Absorpční dynamometry: - elektromagnetické vířivé brzdy - hydraulické brzdy - mechanické frikční brzdy - vzduchové brzdy - tandemové brzdy Univerzální dynamometry: - elektrodynamické motorgenerátory, - torzní dynamometry	
	Ve vozidle (v místě instalace)	Obvod hnacích kol		Klikový hřídel
		Vývodový hřídel		
Dynamická <ul style="list-style-type: none"> • vykresluje křivky výkonu a momentu v závislosti na otáčkách, • při měření výkonu klade zařízení brzdy odpor roztáčejícím se součástem, • zadává se přesná hodnota momentu setrvačnosti motoru 	Ve vozidle	Obvodu hnacích kol	Měření úhlového zrychlení setrvačných hmot	
		Klikový hřídel	Měření úhlového zrychlení klikového hřídele samotného motoru (volná akcelarace)	
		Přepočet výkonu na klikový hřídel	Měření přímočarého zrychlení celého vozidla	

Zdroj: [31; 43]

3.1.1 Statická metoda

Měření je založeno na působení síly na určitém rameni (točivém momentu) při brzdění na zkušební stanovišti či na válci. Hodnoty k samotnému motoru jsou dopočtené. Brzdný moment je vytvářen dynamometrem (vířivá brzda). Motor je brzděním udržován v konstantních otáčkách. Tato metoda je přesnější a dochází při ní k lepšímu prohřevu motoru. Při použití statické metody se zjišťují hodnoty výkonu a točivého momentu v určitých předem stanovených otáčkách motoru [43].

3.1.2 Dynamická metoda

Dynamická metoda slouží pro zjištění křivky výkonu a točivého momentu v závislosti na otáčkách. Výhodou je časová nenáročnost, která zapříčiňuje, že motor není oproti statické zkoušce tak tepelně a mechanicky zatěžován.

Dynamická měření:

- a) na samotném motoru = jedná se o přesnější měření, jelikož odpadají ztráty v převodech. Není zde dosaženo takového uspořádání dílů jako na motocyklu, což výsledek může zkreslovat (sání, zahřátí dílů)
- b) na válci = jedná se o rychlejší a pohodlnější způsob, kdy se výkon měří na hnaném kole vozidla (u motocyklu se jedná jen o jedno kolo). Válec klade odpor jakémukoliv zrychlení (roztáčení, brzdění) [34].

Obě měření vycházejí ze vztahu, který je znázorněn v rovnici 3.

Při tomto měření výkonu klade zařízení brzdy odpor roztáčejiím se součástí. Zkušební zařízení brzdy má již od výrobce přesně stanovené momenty setrvačnosti. Co ale není známo je moment setrvačnosti motoru nebo celé soustavy (motor, převodové ústrojí, kolo). Tato hodnota se musí zadat do programu počítače co nejpřesněji. Přesně je možné tuto hodnotu zjistit laboratorním měřením za pomoci doběhové zkoušky. Další způsob je měřením ztrát v převodech. Při opakovaném měření stejného motoru je důležité, aby se do programu počítače zadala stejná hodnota jako při předchozím měření, jinak by docházelo k nelogickým výsledkům. Jestliže tato hodnota není přesně známa, je celé měření nepřesné a zkouška má pak spíše jen informativní nebo porovnávací charakter [43].

3.2 Konkrétní příklady metodiky měření výkonu motocyklu

Velkou řadu problémů s chodem motoru nelze řešit jinak než díky dynamometru. Kolem měření na dynamometru existuje několik mýtů a ojedinele jsou tomuto zařízení přisuzovány až nadpozemské síly. Stejně jako obsluha osciloskopu při diagnostice

elektronických zařízení, tak i nastavení podmínek při měření výkonu na dynamometru, vyžadují dobré znalosti problematiky pro předcházení chybných měření. Pro snadnější měření jsou rozšířenější dynamometry válcové, které měří hodnoty točivého momentu a výkonu na zadním kole motocyklu. Dynamometry motorové se používají v menším měřítku, protože je zde nutné vyjmout motor z motocyklu a pečlivě jej k dynamometru připevnit. Výhodou je však lepší přenos síly na měřicí zařízení a přesnost měření. Dalším způsobem měření výkonových parametrů je pomocí akcelerační metody. [21].

3.2.1 Válcový dynamometr

Válcový dynamometr slouží k měření výkonu motoru, aniž by se musel motor demontovat. To je z časových a ekonomických hledisek při diagnostice velice výhodné. Naměřený výkon motoru je ovlivněn odporem převodového ústrojí, rotační hmotou kola a dalšími zařízeními, které jsou k motoru připojeny [43].

Motor přenáší svůj výkon přes převodová ústrojí přímo na poháněné kolo motocyklu. Vlivem tření mezi kolem a válci se válce roztáčí. Tyto válce mají přesně definovaný moment setrvačnosti. K jednomu z válců je připojeno zařízení, které otáčejícímu se kolu klade odpor. Tento odpor může být vyvozován vířivou, hydraulickou, anebo elektrickou brzdou s regulovatelným účinkem. Daný brzdový moment válce vyvolá stejně velký reakční moment na hnacím kole, ale s opačným smyslem [43].

Válcový dynamometr je z hlediska konstrukce zcela jednoduché zařízení, které vyžaduje pouze tuhý rám pro přesně vyvážený válec, na kterém je posazeno zadní kolo motocyklu. Válec je lepší mít těžší, hmotnosti se pohybují od 140 kg až do 800 kg, přičemž hmotnost kolem 200 kg je nejrozšířenější. Válec je vybaven inkrementálním snímačem polohy, který určuje otáčení válce. Obvyklé je například 40 impulsů na otáčku. Dynamická zkouška využívá pouze setrvačných hmotností jak samotného válce tak nepřímo i momentů setrvačnosti jednotlivých rotujících dílů motocyklu (převodovka, spojka, zadní kolo) pro zatížení motoru. Při dynamické zkoušce je třeba znát moment setrvačnosti motoru a průběžně je měřeno úhlové zrychlení válce. Součin těchto dvou veličin udává výsledný točivý moment na válci. Jedinou měřenou veličinou při dynamické zkoušce je tedy úhlové zrychlení válce. Vzhledem k přenosu síly z motoru na válec přes dvě kritická místa s možností prokluzu (spojka, pneumatika-válec) mohou být výsledky zkresleny. V případě začátku skluzu (nemusí být 100%) je válec, urychlován méně než by bylo v případě funkčního spojení. Základní vlastností převodu je změna točivého momentu a proto je vhodné pro snížení rizika skluzu pneumatiky používat nejvyšší možný rychlostní stupeň. Dochází tak ale zákonitě k vyšším

otáčkám válce při maximálních otáčkách motoru, což vyžaduje jeho přesné vyvážení, protože jinak by se dynamometr mohl rozkmitat a výrazně přetížit uložení válce nebo odnést neukotvený dynamometr ze svého místa. Důležité je tedy mít přehled v průběhu celé zkoušky o skluzu kola. Celkový převod je dán i poměrem otáček motoru ku otáčkám válce. Stačí tedy měřit otáčky motoru (ze zapalování nebo vstřikování) a schopný software vypočítá převodový poměr v průběhu celé zkoušky [21].

Proč válcový dynamometr a jeho využití:

- Pomáhá k detekci závad. Při provádění akcelerační zkoušky se snadno může stát, že se odhalí (často hlavně díky analýze výfukových plynů) nějaká porucha v motoru nebo v jeho příslušenství - nefunkční čidlo, rozhozené časování ventilů, vadná svíčka, chybná funkce přívěry, průchodností sání a stavu jazýčkových ventilů.
- Hlavní použití dynamometru je ve využití pro změnu vlastnosti motoru. Na začátku je určitý profil pro daný typ motocyklu a s ním se pracuje po celou dobu měření. Potom se porovnává v určitých změnách například na straně sání nebo výfuku a doplní se o znalost hodnot z analyzátoru výfukových plynů, čímž se dá určit, jakým způsobem se změna projevila.
- Po usazení na stolicí a po kalibraci, následuje první zkouška, která se skládá obvykle ze dvou až třech po sobě následujících akcelerací pod plným plynem. Zakončení tvoří doběhová zkouška pro změření pasivních odporů (guma, řetěz, převody). Motocykl se již ze stolice nesundává, aby se neměnila jeho poloha vůči akceleračnímu válci.
- Porovnáním jednotlivých průběhů točivého momentu změřených po sobě následujícími akceleracemi ukáže, jak motor reaguje. Různé manipulace v tryskách, nastavení jehly, ladění karburátoru, výfuků, využitím lambda hodnot a jiným se dá optimalizovat výkon motoru.
- Veškeré zjištěné parametry z různých čidel eviduje mikropočítač. Vlastní vyhodnocení se potom realizuje v počítači, který s použitím grafů znázorňuje křivku točivého momentu a výkonu, podle kterých se určí závada, zásahy či požadované zvětšení výkonu úpravami na motocyklu [20].

Před vlastní měření výkonu motocyklu by se měli překontrolovat všechny provozní náplně (stav oleje v motoru a převodovce, stav chladicí kapaliny – jde-li

o kapalinové chlazení) a nahuštění obou pneumatik. Motor by měl být před měřením zahřátý na provozní teplotu a při měření by se měl chladit silným ventilátorem.

Podle evropských norem se výkon uváděný v dokladech k motocyklu měří na klikovém hřídeli. Aby se tento výkon mohl porovnat s hodnotami naměřenými na zadním kole motocyklu, musí se výkon zadního kola povýšit. Proto se k naměřenému výkonu přičte 8 %, jde-li o dobře namazaný řetěz nebo 9 %, jde-li o náhon kardanem, v této hodnotě je již zahrnuto procento pro převodovku [28].

Obr. 23 Válcový dynamometr



Zdroj: [27]

3.2.2 Akcelerační metoda měření

Princip zjišťování výkonových parametrů spalovacích motorů akcelerační metodou je založen na měření úhlového zrychlení ε [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$] klikového hřídele, které je přímo úměrné točivému momentu M_t [$\text{N}\cdot\text{m}$]. Při známém konstantním momentu setrvačnosti I [$\text{kg}\cdot\text{m}^2$] a s klikovým hřídelem zároveň se pohybujících hmot motoru, včetně neodpojitelného příslušenství, lze použít vztahy, které vycházejí z druhého Newtonova zákona platného obecně pro rotující tělesa kolem stálé osy, rovnice 1, 3 [30]

Jádrem přesnosti akcelerační metody měření výkonových parametrů jsou vztahy vyjadřující úhlové zrychlení klikového hřídele. Na základě praktických zkušeností lze tvrdit, že touto metodou měřených momentů setrvačnosti a korigovaných statisticky významným počtem měřených motorů stejné typové řady, lze dosáhnout relativní přesnosti cca $\pm 1\%$, tedy téměř srovnatelné s výše uvedeným způsobem měření [30].

Měření touto metodou je výhodné, z hlediska rychlosti a nenáročnosti na vybavenost zkušebního prostoru. Při tomto způsobu měření není hlavní znát absolutní hodnotu změřených veličin, ale spíše odchylku od normálního průběhu nebo předchozího měření. Proto je možné se spolehnout na měření touto nepřímou metodou [10].

Přístroj na měření momentové křivky akcelerační metodou vznikl z nároků měřit některé veličiny spalovacího motoru bez nároku na demontování motoru nebo nákupu nákladných měřicích zařízení. Lze měřit výkon spalovacího motoru, ale i těsnost motoru (kompresní tlaky), kdy se měří úhlové zrychlení při částečném otevření škrticí klapky a mnoho dalších provozních veličin motoru. V dnešní době se tento přístroj již nepoužívá, byl nahrazen moderním autodiagnostickým systémem, který po připojení na příslušný počítač vše vypíše [10].

Výhodou této metody jsou zaručenost vysoké opakovatelnosti měření a měření prováděné bez demontáže motoru a dalších významných technických zásahů. Významnou výhodou je neomezený rozsah výkonově různých strojů, které jsou stejně přesně měřeny jediným přístrojem a také nízké pořizovací náklady [31].

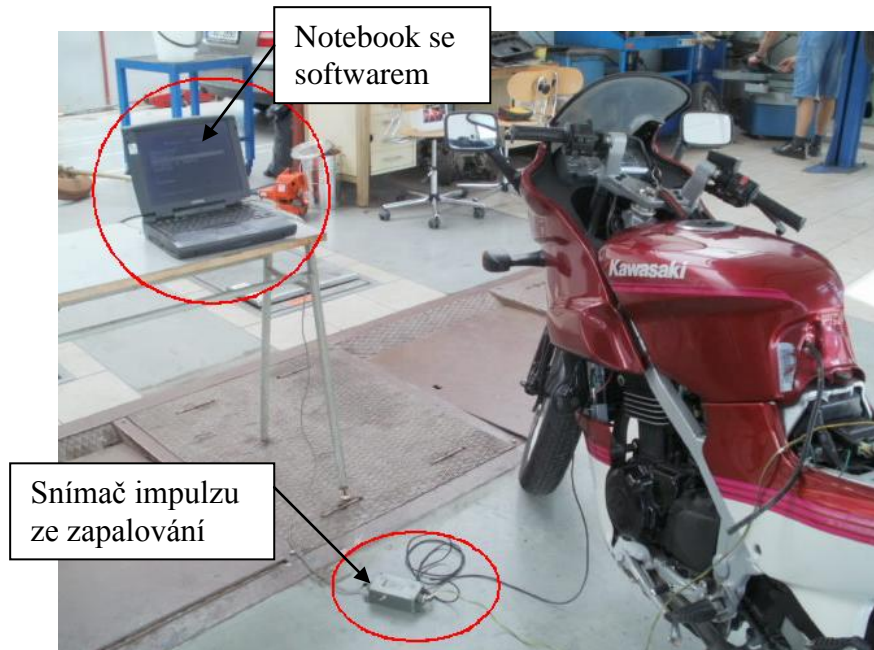
Nevýhody spočívají v nutnosti znát moment setrvačnosti částí motoru (eventuálně se musí vycházet z přepočítávacích tabulek), problémy vznikají při měření přeplňovaných motorů, u proměnlivého nastavování vačky dochází k fázovému posunu a stabilizaci vnitřních teplot motoru [10].

Na základě provedených rozborů a důkazů očekávané přesnosti při měření výkonových parametrů akcelerační metodou je tedy konstatování, že tato metoda je ve srovnání s klasickými metodami rovnocenná a že její zpochybňování je vědecky neopodstatněné [30].

4. Výsledky a jejich hodnocení

Při měření výkonových parametrů bylo použito zařízení Power Tester napojené na notebook, (přístroj katedry jakosti a spolehlivosti strojů České zemědělské univerzity v Praze). Princip měření výkonových parametrů tímto přístrojem je založen na dynamické, akcelerační metodě.

Obr. 24 Power Tester



4.1 Údaje o zvoleném motocyklu

Zvoleným motocyklem byla Kawasaki typu EX500A, (výrobce vozidla Kawasaki Heavy Industries Ltd., Japonsko). Data o zvoleném motocyklu jsou zaznamenány v tabulce č. 2.

Tab. 2 Údaje o zvoleném motocyklu

Název modelu	Kawasaki GPZ 500 S	Druh motoru	Čtyřdobý dvouválec
Kategorie vozidla	LC	Počet rychlostí	6 manuál
Zdvihový objem	498 cm ³	Max. výkon	43 kW při 10 000 otáčkách
Nejvyšší rychlost	196 km/h	Provozní hmotnost	226 kg
Počet náprav	2 – 1	Poháněná náprava	zadní
Celkem najeto	34 376 km	Rok výroby	1990

4.2 Vlastní měření

Před samotným měřením se demontovalo sedadlo motocyklu, aby se napojily dva konektory na akumulátor a bylo možno napájet přístroj Power Tester z akumulátoru motocyklu a třetí na cívku motoru.

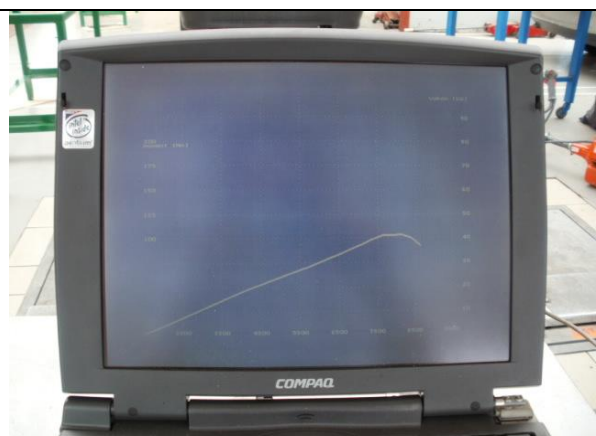
Poté se zadaly údaje o motocyklu, moment setrvačnosti I a rozsah otáček, do příslušného počítače pro přesnost měření a započalo se s pokusem. Moment setrvačnosti I se volil podle tabulek, jelikož jeho velikost nebyla pro porovnání dvou druhů paliva podstatná.

Na převodovém ústrojí byl zařazen neutrální stupeň, nastartoval se motor, který měl provozní teplotu, a bylo nutné rychle přestavit plyn, aby došlo k akceleraci motoru s plnou dávkou paliva až do maximálních otáček. Tento pokus se opakoval třikrát pro každý typ paliva zvlášť (Natural 95 a Super Plus 98), aby se omezila chyba měření. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 3, 4 a v grafech točivého momentu a výkonu motoru.

Obr. 24 Ukázky z měření



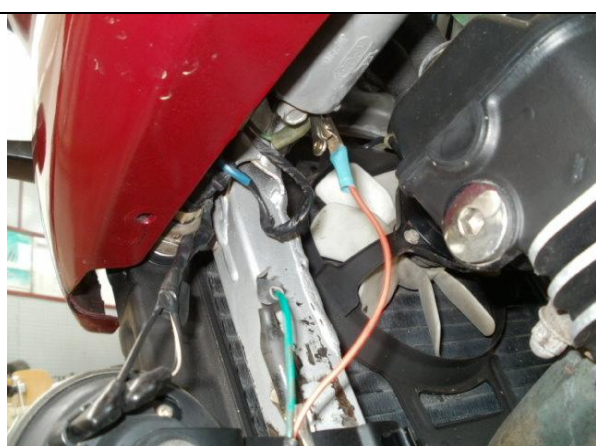
a) menu příslušného softwaru



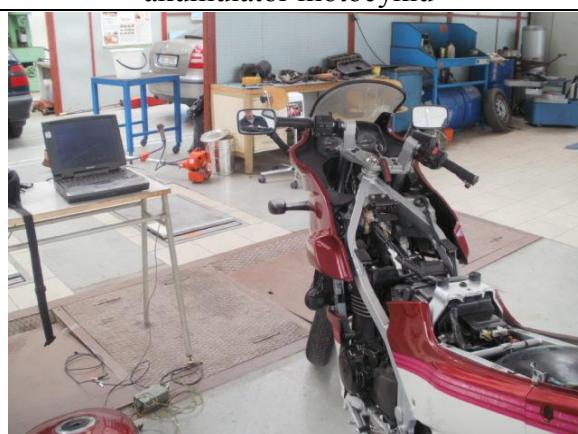
b) průběh výkonových parametrů



c) zapojení snímače impulzů na akumulátor motocyklu



d) zapojení snímače impulzů na cívku motocyklu



e) pohled na celkové zapojení 1



f) pohled na celkové zapojení 2

Na obrázku 24a je zobrazen notebook s vyhodnocujícím softwarem, na obr. 24b je zobrazen příklad křivky pro danou veličinu, kterou software zpracoval. Na obr. 24c je detailní zapojení snímače impulzů na akumulátoru měřeného motocyklu a na obr. 24d pokračování

zapojení snímače na cívku motocyklu. Obrázky 24e, f ukazují celkové zapojení snímače s příslušným softwarem a měřeným motocyklem.

4.2.1 Palivo Natural 95

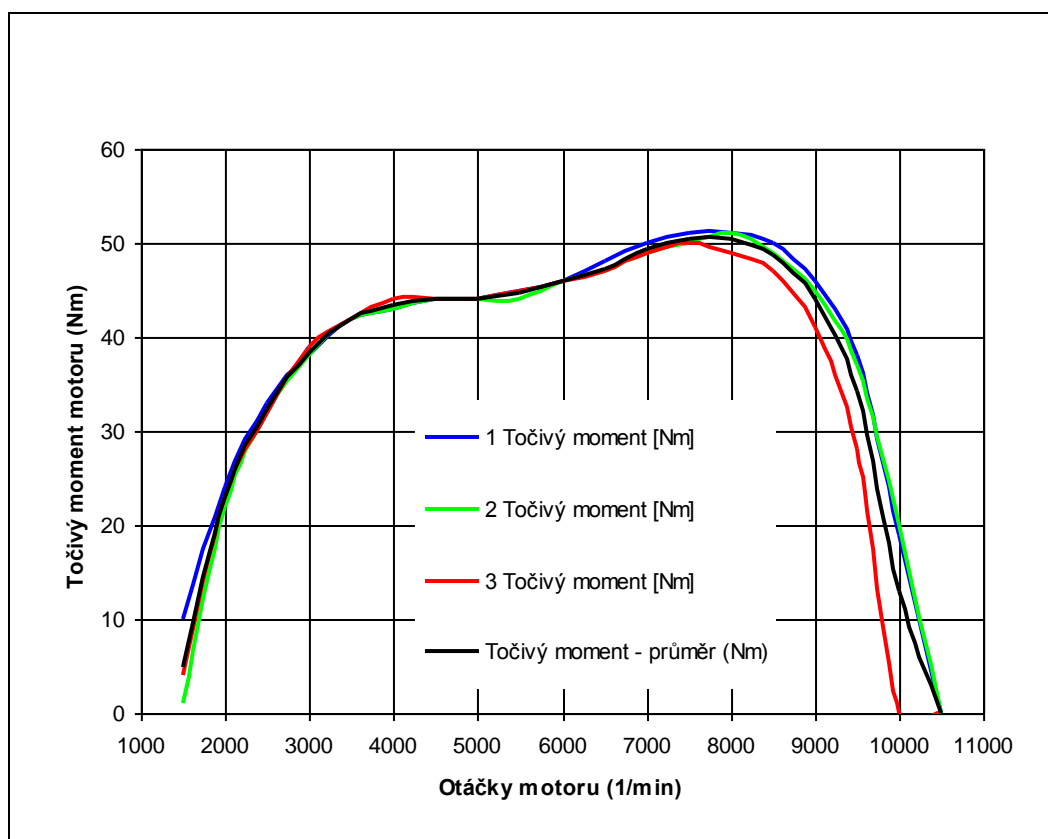
Nádrž motocyklu se naplnila palivem Natural 95. Měření bylo 3x opakováno, aby se omezila chyba měření. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 3, kde jsou zobrazeny otáčky motoru, točivý moment a výkon motoru.

Tab. 3 Naměřené hodnoty – Natural 95

Natural 95								
Měření 1			Měření 2			Měření 3		
Otáčky [min ⁻¹]	Výkon [kW]	Moment [N·m]	Otáčky [min ⁻¹]	Výkon [kW]	Moment [N·m]	Otáčky [min ⁻¹]	Výkon [kW]	Moment [N·m]
1500	2	10	1500	0	1	1500	1	4
2000	5	24	2000	5	22	2000	5	23
2500	9	33	2500	8	32	2500	9	32
3000	12	38	3000	12	38	3000	12	39
3500	15	42	3500	15	42	3500	16	42
4000	16	43	4000	18	43	4000	18	44
4500	21	44	4500	21	44	4500	21	44
5000	23	44	5000	23	44	5000	23	44
5500	26	45	5500	26	44	5500	26	45
6000	29	46	6000	29	46	6000	29	46
6500	33	48	6500	32	47	6500	32	47
7000	36	50	7000	36	49	7000	36	49
7500	40	51	7500	40	50	7500	39	50
8000	43	51	8000	42	51	8000	41	49
8500	44	50	8500	44	49	8500	42	47
9000	43	46	9000	42	45	9000	38	41
9500	38	38	9500	36	37	9500	28	28
10000	20	19	10000	21	20	10000	0	0
10500	0	0	10500	0	0	10500	0	0
Maximální hodnota	44	51	Maximální hodnota	44	51	Maximální hodnota	42	50

Z dat v tabulce č. 3 byly stanoveny průměrné hodnoty pro maximální výkon 43,33 kW a maximální točivý moment 50,67 N·m, které se také použijí pro porovnání obou paliv. Z dat v tabulce č. 3 byly sestrojeny grafy závislosti točivého momentu na otáčkách, obrázek 25, a závislost výkonu na otáčkách motoru, obrázek 26.

Obr. 25 Diagram točivého momentu závislý na otáčkách motoru pro Natural 95

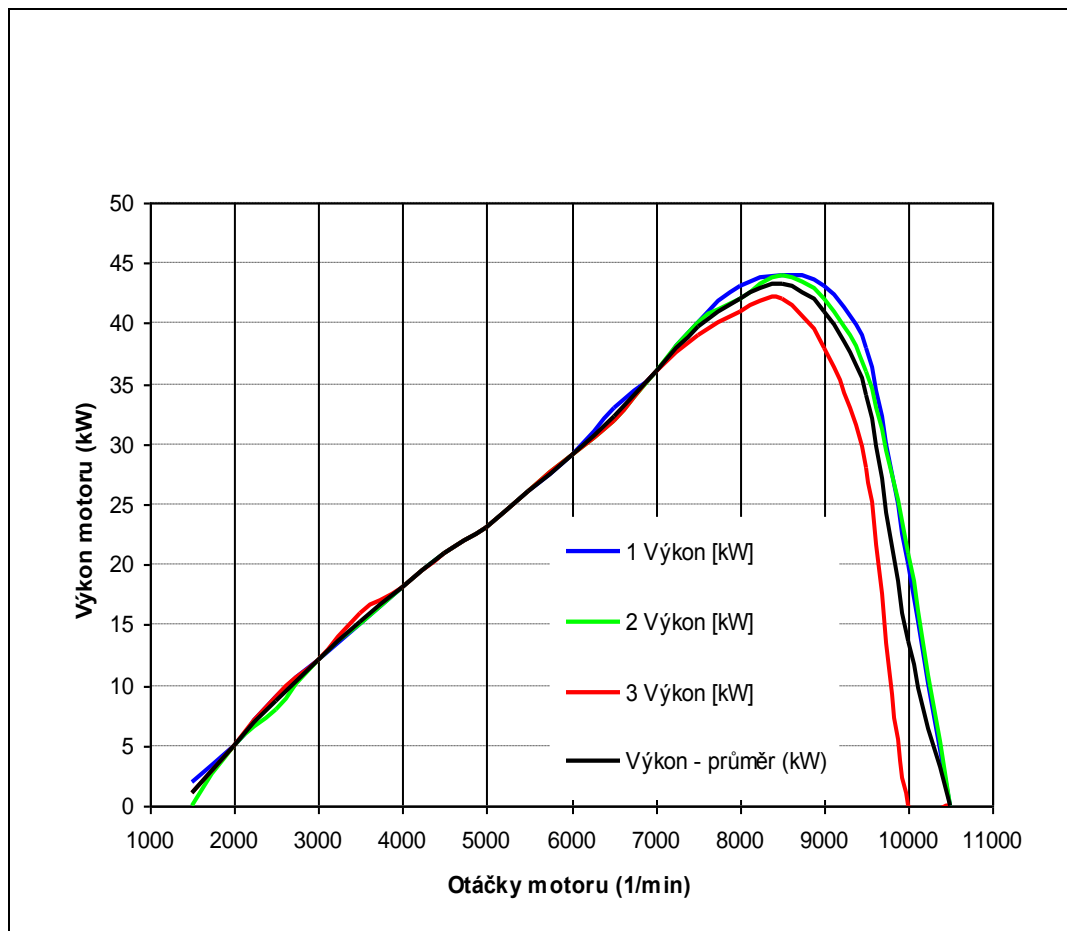


Z obrázku 25 je patrné, že motor měřeného motocyklu Kawasaki GPZ 500 S má průměrnou maximální hodnotu točivého momentu 50,1 N·m v rozmezí otáček 7500 – 8000 min⁻¹. Tato hodnota říká, kdy motor začne mít nejvyšší objemovou účinnost a začne nejvíce akcelarovat. Při dalším zvýšení otáček motoru i točivého momentu, velikost zrychlení postupně klesá. Ideální křivkou točivého momentu je plynulé stoupání od volnoběžných otáček a lehce zakřivená dosahuje svého maxima v blízkosti otáček největšího výkonu motoru.

Při prvním a druhém měření byla naměřena maximální hodnota točivého momentu 51 N·m při 8000 min⁻¹. Při třetím měření došlo k poklesu o 1 N·m na hodnotu 50 N·m při 7500 min⁻¹. Na křivkách v obrázku 25 je vidět plynulé stoupání od volnoběžných otáček až do 4000 min⁻¹, dále je točivý moment „konstantní“ až do 5000 min⁻¹, poté křivka opět plynule stoupá až do svého maxima.

Na obrázku 26 jsou znázorněny diagramy výkonu motocyklu v závislosti na otáčkách motoru, které s točivým momentem úzce souvisí.

Obr. 26 Diagram výkonu motoru závislý na otáčkách pro Natural 95



Z obrázku č. 26 je zřejmé, že je dosaženo průměrné maximální hodnoty výkonu 43,3 kW při 8500 min⁻¹. Tato hodnota říká, kdy motocykl udělá za nejkratší dobu nejvíce práce. Při prvním a druhém měření se dosáhlo maximálního výkonu 44 kW při 8500 min⁻¹. To je způsobeno nepřesně stanovenou hodnotou momentu setrvačnosti motoru, která je vyšší než skutečná, což však nebrání objektivnímu posouzení vlivu zvoleného paliva na výkonové parametry motoru motocyklu. Ve třetím měření se maximální výkon vyšplhal na hodnotu 42 kW také při 8500 min⁻¹.

4.2.2 Palivo Super Plus 98

Palivo Super plus 98 má vyšší oktanové číslo než klasické palivo Natural 95 a obsahuje další příměsi a látky (aditiva), které snižují opotřebení, mají čistící efekt a zvyšují výkon motoru. Výhody více oktanového paliva mají pocítit majitelé sportovně laděných motocyklů, jako je tomu i u měřeného motocyklu Kawasaki GPZ 500 S.

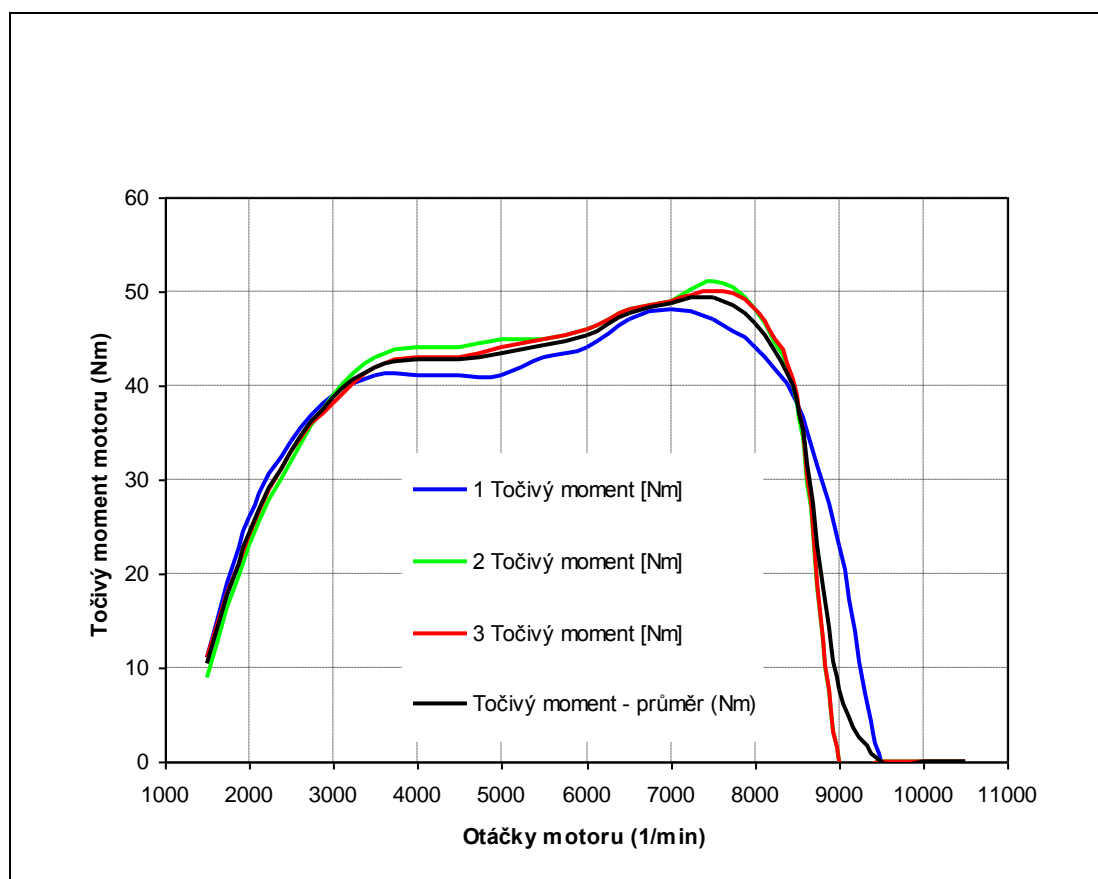
Z nádrže motocyklu se vypustilo předchozí palivo Natural 95 a nádrž se poté naplnila palivem Super Plus 98. Měření se opět opakovalo 3x pro omezení chyby měření. V tabulce č. 4 jsou znázorněny naměřené hodnoty pro otáčky motoru, výkon a točivý moment.

Tab. 4 Naměřené hodnoty – Super Plus 98

Super Plus 98								
Měření 1			Měření 2			Měření 3		
Otáčky [min ⁻¹]	Výkon [kW]	Moment [N·m]	Otáčky [min ⁻¹]	Výkon [kW]	Moment [N·m]	Otáčky [min ⁻¹]	Výkon [kW]	Moment [N·m]
1500	2	11	1500	1	9	1500	2	11
2000	6	26	2000	5	23	2000	5	24
2500	9	34	2500	9	32	2500	9	33
3000	12	39	3000	12	39	3000	12	38
3500	15	41	3500	16	43	3500	15	42
4000	17	41	4000	19	44	4000	18	43
4500	19	41	4500	21	44	4500	20	43
5000	21	41	5000	23	45	5000	23	44
5500	25	43	5500	26	45	5500	26	45
6000	28	44	6000	29	46	6000	29	46
6500	32	47	6500	32	48	6500	32	48
7000	35	48	7000	36	49	7000	36	49
7500	37	47	7500	40	51	7500	40	50
8000	37	44	8000	40	48	8000	40	48
8500	34	38	8500	34	38	8500	34	39
9000	22	23	9000	0	0	9000	0	0
9500	0	0	9500	0	0	9500	0	0
10000	0	0	10000	0	0	10000	0	0
10500	0	0	10500	0	0	10500	0	0
Maximální hodnota	37	48	Maximální hodnota	40	51	Maximální hodnota	40	50

Z tabulky č. 4 byly stanoveny průměrné hodnoty pro výkon 39 kW při 8000 min⁻¹ a točivý moment 49,67 N·m při 7333 min⁻¹, které se také použijí pro srovnání výkonových parametrů v provozu u obou paliv pro měřený motocykl. Na obrázku 27 je vidět jak se změnila křivka závislosti točivého momentu na otáčkách a na obrázku 28 změna křivky výkonu závislého na otáčkách po záměně benzínu psaného v technickém průkazu motocyklu na benzin používaný pro závodní účely.

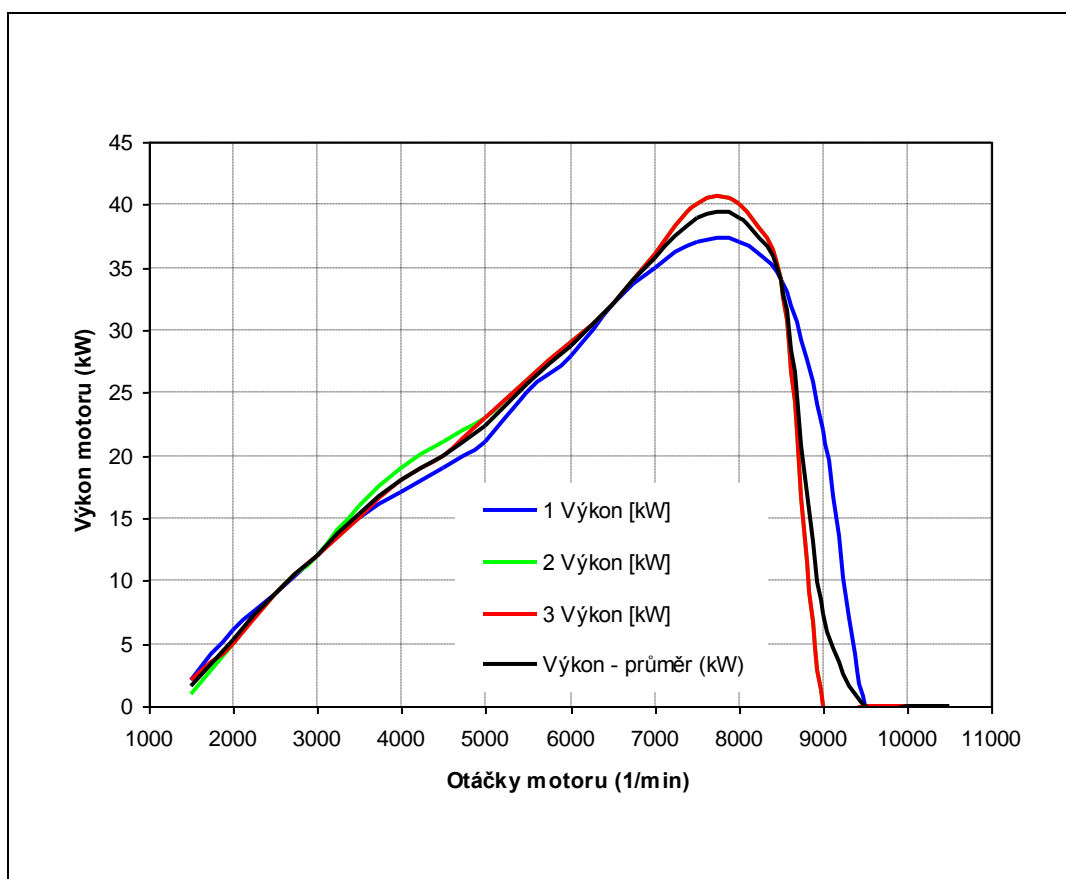
Obr. 27 Diagram točivého momentu závislý na otáčkách motoru pro Super Plus 98



Na obrázku 27 je vidět malý pokles průměrné hodnoty točivého momentu oproti předchozímu benzínu Natural 95. Nejvyšší hodnota točivého momentu byla při druhém měření 51 N·m při 7500 min⁻¹ a v tomto místě má motor největší zrychlení. Tato hodnota se shoduje s předchozím palivem Natural 95. Třetí měření ukázalo hodnotu 50 N·m při 7500 min⁻¹, taktéž shodnou s předchozím benzinem Natural 95.

Pokles byl zaznamenán v prvním měření a to o 3 N·m, točivý moment byl naměřen na 48 N·m při 7000 min⁻¹. Průměrná hodnota točivého momentu pro palivo Super Plus 98 poklesla na 49,7 N·m při 7500 min⁻¹.

Obr. 28 Diagram výkonu motoru závislý na otáčkách pro Super Plus 98



Z průběhu výkonu motoru na obrázku 28 je patrné, že po změně benzínu došlo k poklesu maximálního výkonu v každém měření i průměrné maximální hodnotě.

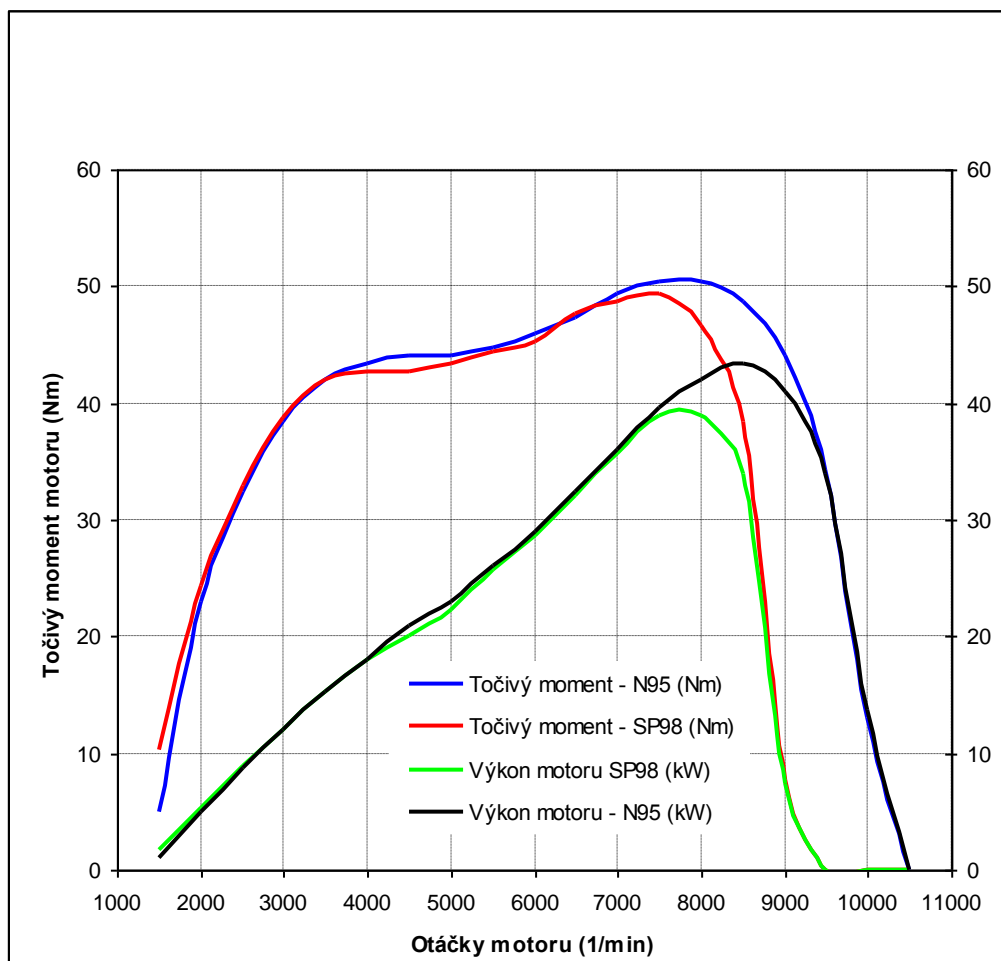
Při prvním měření byl naměřen maximální výkon 37 kW při 8000 min⁻¹. Pokles byl zaznamenán oproti předchozímu palivu o 7 kW. Druhá hodnota měření maximálního výkonu ukázala 40 kW také při 8000 min⁻¹, ale opět byl znám pokles o 4 kW. Při tomto druhém měření byl dosažen maximální výkon motoru pro palivo Super Plus 98. Tento maximální výkon se naměřil i při třetím měření 40 kW při 8000 min⁻¹. U tohoto výkonu došlo rovněž k poklesu o 4 kW.

Průměrná hodnota maximálního výkonu byla 39 kW při 7800 min⁻¹. Došlo k poklesu oproti předchozímu palivu Natural 95 a to o 4,3 kW.

4.2.3 Porovnání měření obou benzinů

Při porovnání paliva Natural 95 a Super Plus 98, je na první pohled zřejmé, že doporučené palivo Natural 95 v technickém průkazu motocyklu dosahuje vyššího maximálního výkonu a točivého momentu než je tomu u sportovního paliva Super Plus 98, který má výkon podle prodejců navýšit.

Obr. 29 Porovnání křivek výkonu a točivého momentu pro oba benziny



Na obrázku č. 29 jsou vidět průběhy křivek točivého momentu a výkonu motoru pro Natural 95 a Super Plus 98, o kterých se může tvrdit, že mají stejný tvar. Odlišnost křivek je pouze v dosažení maxima točivého momentu a výkonu motoru při různě vysokých otáčkách motoru. Tento rozdíl nabízí několik vysvětlení, a to chyba řidiče, opotřebení součástí, jelikož motocykl je z roku 1990 a všechny součásti jsou stále původní, nedostatečné chlazení při průběhu měření a tedy tím způsobené zhoršení nasávání paliva při prudké akceleraci plynu nebo opravdu rozdíl v palivu. Doporučené palivo v technickém průkazu tedy dosahuje

většího maximálního výkonu než je tomu u sportovního paliva Super Plus 98, který má výkon podle prodejců navýšit. Cílem práce bylo porovnat rozdíly výkonových parametrů pro dvě rozdílná paliva Natural 95 a Super Plus 98. Měřením a následným vyhodnocením se prokázalo, že Natural 95 a Super Plus 98 mají průběhy křivek pro točivý moment a výkon motoru stejný tvar.

Jsou tedy podrobně rozebírány rozdíly průběhů křivek, jak u točivého momentu, tak u výkonu motoru postupně po 500 min⁻¹ v rozsahu otáček motoru 3000 – 7000 min⁻¹, jak je patrné v tabulce č. 5.

Tab. 5 Postupné vyjádření rozdílu výkonu motoru a točivého momentu od 3000 – 7000 min⁻¹

Otáčky motoru [min ⁻¹]	Rozdíly točivého momentu při stoupajících otáčkách pro Natural 95 a Super Plus 98		Rozdíly výkonu motoru při stoupajících otáčkách pro Natural 95 a Super Plus 98	
	[N·m]	[%]	[kW]	[%]
3000	-0,3	-0,9	0	0
3500	0	0	0	0
4000	0,7	1,5	0	0
4500	1,3	3,0	1	4,8
5000	0,7	1,5	0,7	2,9
5500	0,3	0,7	0,3	1,3
6000	0,7	1,4	0,3	1,5
6500	-0,3	-0,7	0,3	1,0
7000	0,7	1,4	0,3	0,9

Z tabulky č. 5 jsou patrné rozdíly paliva Natural 95 a Super Plus 98 a to nejvíce v procentuálním vyjádření. Hned při otáčkách 3000 min⁻¹ se palivo Super Plus 98 vyhouplilo nad křivku točivého momentu motoru Natural 95. Křivky výkonu motoru se v rozsahu otáček 3000 – 4000 min⁻¹ překrývají. V otáčkách 4000 min⁻¹ se točivý moment Natural 95 převýšil nad palivo Super Plus 98 o 1,5 %. Nejvyšší rozdíl nastal, jak u točivého momentu, tak u výkonu motoru při 4500 min⁻¹. Točivý moment Natural 95 stoupl o 3,0 % nad křivku točivého momentu Super Plus 98. Podobný skok je u výkonu motoru a to o 4,8 %, kde palivo Natural 95 převyšuje křivku výkonu motoru na palivo Super Plus 98. V dalším rozsahu otáček

se rozdíly opět snižují, u výkonu motoru je stále křivka Natural 95 nad křivkou výkonu Super Plus 98. U točivého momentu dojde při 6500 min^{-1} opět k přehození křivek a Super Plus 98 je o 0,7 % nad křivkou točivého momentu Natural 95.

5. Závěr

Cílem práce bylo shromáždění literárních poznatků o vývoji výkonových parametrů jednostopých vozidel se zaměřením na japonské společnosti. Tomuto vývoji je věnována celá kapitola, kde jsou rozepsány jednotlivě japonské společnosti, zvláště se svými prvními motocykly a jejich výkonovými parametry až po současné motocykly. V kapitole je také u každé firmy zvláště vyzdvihnuta motocykl (doplněno o fotografie), který se svým provedením a výkonovými parametry zapsal do historie společnosti.

Dále jsou podrobněji rozepsány metody měření výkonových parametrů točivého momentu a výkonu motoru motocyklu. Mezi nejpoužívanější metody měření patří především měření na válcovém dynamometru a akcelerační metoda měření. Rozdílná pro použití těchto metod je především cena a rychlost měření.

Ve vlastní části práce jsou porovnány dva druhy paliva a výkonové parametry motocyklu Kawasaki GPZ 500 S a to pro Natural 95 a sportovní palivo Super Plus 98. V tabulkách č. 3, 4 jsou rozebrány opakované měření pro každé palivo zvláště a vygenerovány maximální hodnoty, jak pro výkon, tak pro točivý moment. Tyto průběhy jsou vyneseny v grafech na obrázku č. 25, 26, 27, 28, 29. Vlastní porovnání je provedeno tak, že jsou hodnoty zprůměrovány a vyneseny do grafu v obrázku č. 29. Při použití výrobcem deklarovaného paliva Natural 95 se dosáhlo maximální hodnoty výkonu 43,3 kW při 8500 min⁻¹. Naměřená hodnota odpovídá hodnotě uvedené v technickém průkazu motocyklu 43 kW při 10 000 min⁻¹. Za to při použití sportovního paliva Super Plus 98, který je určený pro zvýšení výkonu motoru, se maximální průměrný výkon propadl od uvedeného v technickém průkazu o 4 kW na 39 kW při necelých 8000 min⁻¹. Proti tabulkovým hodnotám bylo dosaženo maximálního výkonu motoru při nižších otáčkách, což může být způsobeno zhoršeným technickým stavem, problémem s plněním vzduchu, nejpravděpodobněji se ale jedná o chybu řidiče, který uvolnil akcelerační pedál, dříve než bylo dosaženo předepsaných otáček motoru. Proto není pro porovnání obou paliv využito maximálních hodnot výkonových parametrů, ale porovnání je zaměřeno na odchylku průběhu výkonových parametrů v závislosti na otáčkách motoru. Porovnány byly výkonové parametry v rozsahu otáček motoru 3000 až 7000 min⁻¹ (krok byl zvolen 500 otáček motoru). Největšího rozdílu 4,8 % u výkonu motoru a 3,0 % u točivého momentu bylo dosaženo při otáčkách motoru 4500 min⁻¹ a to ve prospěch paliva Natural 95. Ostatní hodnoty se pohybovaly výrazně níže a nevybočovaly z používané přesnosti měření. Celkově lze říci, že se výkonové parametry motocyklu ve vyhodnocovaném rozsahu otáček významně neliší a lze konstatovat totožný efekt paliva Natural 95 a paliva Super plus 98.

Z ekonomického ale i výkonového hlediska bylo prokázáno, že sportovní palivo ne vždy vyplní očekávání jezdce a výkon motocyklu se zvýší. I když se mezi motocyklovou veřejností vylepšená paliva doporučují a jezdci tento efekt potvrzují, měřením se prokázalo, že jejich pocit ze zvýšení výkonu motoru pomocí vylepšeného paliva je zpravidla jen subjektivní. Motocykl je z továrny seřízen na příslušný typ paliva, který se doporučuje dodržovat pro optimální chod motoru motocyklu. U používání sportovního paliva Super Plus 98 do motoru motocyklu seřízeného pro palivo Natural 95 je rozdíl pro jezdce především finanční. Z dlouhodobého hlediska je možné vzít v úvahu aditiva, která jsou ve sportovním palivu obsažena a tím jejich vliv na čistotu motoru a tím i na jeho delší životnost.

Použitá literatura

- [1] BIKER M.: *1969 – 1978 Honda CB750 Review* [online], vystaveno 7. 7. 2007 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.topspeed.com/motorcycles/motorcycle-reviews/honda/1969-1978-honda-cb750-ar40344.html>>
- [2] BRITISH CYCLE: *692 Series – Mikuni Carbs & Parts* [online], vystaveno 2010 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z http://www.britcycle.com/products/692/692_series.htm
- [3] BROWN R. *Motocykly snů*. Ottovo nakladatelství s. r. o., Praha, 2002. 96s. ISBN 80-7181-971-9
- [4] BROWN R. *Motocykly encyklopedie od A do Z*. Nakladatelství Svojtka & Co., s. r. o., Praha, 2011. 160s. ISBN 978-80-256-0743-5
- [5] FIRST J., SUPERMOTO: *Od bavlny k motocyklům* [online], vystaveno 20. 7. 2007 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.automotorevue.cz/moto/historie/od-bavlny-k-motocyklum.html>>
- [6] COPYRIGHT HONDA: *Historie, jiskra mění se v plamen* [online], vystaveno 2011 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://moto.honda.cz/o-honde/historie.html>>
- [7] COPYRIGHT HONDA: *Historie, společnost* [online], vystaveno 2011 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://auto.honda.cz/o-honde/historie.html>>
- [8] COPYRIGHT HONDA: *Chronologie motocyklů* [online], vystaveno 2011 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://moto.honda.cz/o-honde/chronologie-motocyklu.html>>
- [9] DREAM GARAGE: *1949 Honda Dream* [online], vystaveno 2012 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.dreamgarage.com/motorcycles/featured/1949-honda-dream>>
- [10] FIALA M.: *Výkonové parametry spalovacích motorů*. Česká zemědělská univerzita v Praze, technická fakulta, katedra vozidel a pozemní dopravy. Bakalářská práce, 2007. 42s.
- [11] GASTOR TROY: *Yamaha* [online], vystaveno 2009 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.yamaha.kx.cz/>>
- [12] HONDA MOTORCYCLE: *92 Honda CBR 900 RR Fereblade Motorcycle* [online], vystaveno 2010 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.honda-cbr1000rr.info/tag/honda-cbr-900rr>>
- [13] KAWASAKIZ1.COM: *Kawasaki Z1* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.kawasakiz1.com/Kawasaki-Z1.html>>
- [14] MATAJSZ P. *Zařízení a pracoviště pro měření výkonu motoru*. Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství, ústav automobilního a dopravního inženýrství. Bakalářská práce, 2011. 46s.
- [15] MCS: *Honda C77 Superhawk* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.motorcyclespecs.co.za/model/Honda/honda_cb75_dream.htm>

- [16] MCS: *Honda CBX1000* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.motorcyclespecs.co.za/model/Honda/honda_cbx1000%2079.htm>
- [17] MCS: *Yamaha YR5* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.motorcyclespecs.co.za/model/yamaha/yamaha_yr5%2070.htm>
- [18] MCS: *Yamaha FZR 1000 EXUP* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.motorcyclespecs.co.za/model/yamaha/yamaha_fzr1000_89.htm>
- [19] MCS: *Kawasaki GPz900R Ninja* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.motorcyclespecs.co.za/model/kawasaki/kawasaki_gpz900r_86.htm>
- [20] MOTOBRZDA: *Využití* [online] [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <http://www.scpmoto.cz/motobrzda/motobrzda_index.htm>
- [21] MOTOCOMTEST: *Principy měření pro pokročilejší* [online], vystaveno 2004 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motocom.cz/mereni2.htm>>
- [22] MOTORKÁŘI.CZ: *Historie značky Honda* [online], vystaveno 2011 – 2012 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/moto-znacka-historie/?znacka=honda>>
- [23] MOTORKÁŘI.CZ: *Historie značky Yamaha* [online], vystaveno 2011 – 2012 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/moto-znacka-historie/?znacka=yamaha>>
- [24] MOTORKÁŘI.CZ: *Historie značky Suzuki* [online], vystaveno 2011 – 2012 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/moto-znacka-historie/?znacka=suzuki>>
- [25] MOTORKÁŘI. CZ.: *Historie značky Kawasaki* [online], vystaveno 2011 – 2012 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/moto-znacka-historie/?znacka=Kawasaki>>
- [26] MOTOR OCCASION: *Kawasaki ZZ-R 100* [online], vystaveno 2005 – 2012 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motoroccasion.nl/paginas/motoren-zoeken/historie-motormerken/geschiedenis-kawasaki.html>>
- [27] MOTO RACING GARAGE: *O nás* [online], vystaveno 2010 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.m-r-g.cz/>>
- [28] NEPOMUCK B. L. *Technická rukověť motocyklisty 5. rozšířené vydání*. Nakladatelství Kopp České Budějovice, 2009. 508s. ISBN 978-80-7232-354-8
- [29] NEUMANN, GÖBEL. *333 motocyklů*. Knižní klub, Praha, 2008. 159s. ISBN 978-80-242-2265-3
- [30] PEJŠA L. *Technická diagnostika*. Skripta, technická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze, 1995. 155s. ISBN 80-213-0249-6
- [31] PEXA M. *Možnosti uplatnění dynamických měření při diagnostice motorových vozidel*. Česká zemědělská univerzita v Praze, technická fakulta, katedra jakosti a spolehlivosti strojů. Disertační práce, 2005. 35s.

- [32] ROLLINEK M.: *Technika motocyklu – 5. část – motor* [online], vystaveno 3. 11. 2005 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-5.-cast-motor-3339.html>>
- [33] ROLLINGER M.: *Technika motocyklu – 13. část – Výkon a krouticí moment* [online], vystaveno 7. 8. 2006 [cit. 21. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-13.-cast-vykon-a-kroutici-moment-3636.html>>
- [34] ROLLINGER M.: *Zvyšování výkonu, měření* [online], vystaveno 7. 8. 2006 [cit. 26. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-13.-cast-vykon-a-kroutici-moment-3636.html?kid=1117>>
- [35] SUZUKI MOTORCYCLE HISTORY: *From looms to cyclemotors* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.suzukicycles.org/history/history_01-loom-cyclemoto.shtml>
- [36] SUZUKI MOTORCYCLE HISTORY: *Colleda COX* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.globalsuzuki.com/motorcycle/history/products/products_1950s.html>
- [37] SUZUKI HISTORY: *Suzuki GT 750 model history* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.suzukicycles.org/GT-series/GT750.shtml>>
- [38] SUZUKI HISTORY: *Suzuki 1978* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.suzukicycles.org/GS-series/GS1000.shtml>>
- [39] SUZUKI HISTORY: *Suzuki GSX1100S* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.suzukicycles.org/GSX-series/GSX1100S_Katana_a.shtml>
- [40] SUZUKI HISTORY: *Suzuki GSX-R750* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <http://www.suzukicycles.org/GSX-R-series/GSX-R750_a.shtml>
- [41] SUZUKI HISTORY: *Suzuki GSX1300 Hayabusa model history* [online] [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.suzukicycles.org/GSX-R-series/GSX1300R-Hayabusa.shtml>>
- [42] TAMIYA AMERICA: *Yamaha YZF-R1* [online], vystavemp 1992 – 2012 [cit. 20. 3. 2012] Dostupné z <<http://www.tamiyausa.com/product/item.php?product-id=14073>>
- [43] TRPÍK P. *Způsoby a metody měření výkonu pístových spalovacích motorů*. Univerzita Pardubice, dopravní fakulta Jana Pernera. Bakalářská práce, 2009. 40s.
- [44] VLK, F. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. Nakladatelství Vlk, Brno 2001. 576s. ISBN 80-238-6573-0
- [45] WILSON H. *Velká kniha o motocyklech*. Nakladatelství Gemini, spol. s r. o., Praha, 1994.192s. ISBN 80-85820-22-6