

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

SPORTOVNÍ MOTOCYKLY

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. František Dvořák, CSc.

Autor práce: Vojtěch Fara

PRAHA 2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Fara Vojtěch

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Sportovní motocykly

Anglický název

The sport motorcycles

Cíle práce

Analýza současného stavu konstrukčního řešení sériově vyráběných motocyklů a posouzení inovačních trendů. Pro závodní motocykly uvedení odlišnosti a předpokládaný vývoj.

Metodika

Na základě shromážděných materiálů provést hodnocení z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického, environmentálního a posouzení předpokládaných vývojových trendů.

Osnova práce

1. Úvod
2. Druhy motocyklů, legislativa, dynamika jízdy
3. Koncepční řešení a konstrukční části motocyklů
4. Koncepční a konstrukční specifika závodních motocyklů
5. Vize, možnosti a očekávaný vývoj
6. Závěr

Rozsah textové části

30 stran textu včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

motocykl, sportovní motocykl, pohonná jednotka, podvozek, rám

Doporučené zdroje informací

First, J. a kol. Zkoušení automobilů a motocyklů. Praha: ČVUT, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

Svoboda, J. Teorie dopravních prostředků-vozidla silniční a terénní. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80 01 03005 9.

Vlk, F. Teorie a konstrukce motocyklů 1. Brno: Nakladatelství Vlk, 2004. ISBN 80 238 1601 7, ISBN 80 239 1601 7.

Vlk, F. Teorie a konstrukce motocyklů 2. Brno: Nakladatelství Vlk, 2004. ISBN 80 238 1601 7, ISBN 80 239 1601 7.

Vedoucí práce

Dvořák František, Ing., CSc.

Termín zadání

listopad 2012

Termín odevzdání

duben 2014

Elektronicky schváleno dne 24.1.2013

doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4.2.2013

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Františka Dvořáka, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Praze dne 30. 3. 2014

.....

Vojtěch Fara

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Františku Dvořákovi, CSc. za cenné rady a pomoc při psaní této bakalářské práce.

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce byl souhrnný popis hlavních konstrukčních prvků konvenčních motocyklů a speciálních úprav motocyklů sportovních. V úvodních kapitolách práce uvádí základní rozdělení motocyklů a jejich určení. V kapitole „Dynamika jízdy motocyklu“ jsou popsány základní výpočty a závislosti, které mají vliv na vlastní jízdu na motocyklu. Dále se pak práce v kapitole „Koncepční řešení a konstrukční části motocyklů“ zabývá vlastní konstrukcí strojů a běžným provedením stavby jednotlivých částí. V kapitole „Konstrukční specifika závodních motocyklů“ jsou uvedeny speciální úpravy závodních strojů a stručně pak důvody těchto úprav. Závěrečné kapitoly nastiňují předpokládaný vývoj a směr, kterým se motocyklové závody ubírají. Práce je doplněna rozsáhlou obrazovou přílohou, která názorně doplňuje popis provedení složitých částí pro usnadnění představy jejich konstrukce.

Klíčová slova: motocykl, sportovní motocykl, pohonná jednotka, podvozek, rám

Abstract: The aim of this bachelor thesis was to summarize and describe basic construction elements of conventional motorcycles and special modifications of sports motorcycles. Opening chapter of this thesis describes basic types of motorcycles and their specifications. The chapter "The dynamics of driving a motorcycle" describes basic calculations and relations that affect motorcycle ride as such. Further, the thesis deals with motorcycle construction parts and common types of construction parts in the chapter "Conceptual design and construction of motorcycles". The chapter "Design specifics of racing motorcycles" lists special modifications of sports motorbikes and then briefly describes reasons for those adjustments. The final chapter outlines the anticipated development and the direction the motorcycle racing heading. The thesis is accompanied by an extensive image attachment that clearly complements the description of complex parts and demonstrates their design.

Keywords: motorcycle, sports motorbike, power unit, chassis, frame

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Druhy sportovních motocyklů | 2 |
| 3 | Legislativa | 2 |
| 4 | Dynamika jízdy | 3 |
| 4.1 | Rozměry a geometrie motocyklu | 3 |
| 4.2 | Pohon motocyklu | 3 |
| 4.3 | Brzdění | 3 |
| 4.4 | Jízda do zatáčky | 3 |
| 5 | Koncepční řešení a konstrukční části motocyklů | 4 |
| 5.1 | Podvozek | 4 |
| 5.1.1 | Rám | 4 |
| 5.1.2 | Odpružení | 7 |
| 5.1.3 | Řízení | 13 |
| 5.1.4 | Brzdový systém | 13 |
| 5.1.5 | Kolo s pneumatikou | 14 |
| 5.2 | Motocyklové motory | 15 |
| 5.2.1 | Dvoudobý motor | 16 |
| 5.2.2 | Čtyřdobý motor | 17 |
| 5.2.3 | Jednoválcové motory | 18 |
| 5.2.4 | Víceválcové motory | 18 |
| 5.3 | Převody | 19 |
| 5.3.1 | Primární převod | 19 |
| 5.3.2 | Sekundární převod | 19 |
| 5.3.3 | Převodovky | 20 |
| 5.4 | Výbava motocyklu | 21 |
| 6 | Konstrukční specifika závodních motocyklů | 22 |
| 6.1 | Terénní stroje | 22 |
| 6.1.1 | Motokros | 22 |
| 6.1.2 | Soutěžní enduro | 28 |
| 6.1.3 | Dálkové rallye | 28 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 6.2 | Silniční stroje | 30 |
| 6.2.1 | Okruhové speciály | 30 |
| 6.3 | Nastavení motocyklu..... | 36 |
| 7 | Vize, možnosti a očekávaný vývoj..... | 36 |
| 8 | Závěr..... | 38 |
| 9 | Literatura a informační zdroje | 39 |

1 Úvod

Motocykl byl od počátku své existence vnímán jako stroj, který nemá být určen pouze k jednoduché přepravě osob z místa na místo. Motocykly lákaly svou rychlostí a možností úprav výkonu jednoduchými i složitějšími úpravami a byl tak nastartován souboj o to, kdo dosáhne nejvyšší rychlosti. Postupem času již nebyla cílem pouze maximální rychlost, ale obstát v konkurenci na uzavřených okruzích a to nejen dobrým časem, ale i spolehlivostí v závodech typu Mezinárodní šestidenní. S výjimkou války se tak závodní stroje neustále vyvíjí a dnes udávají směr moderními technologiemi a životním stylem s tímto sportem spojeným. Úspěch na závodním poli pak znamená dobré prodeje a silné obchodní postavení značky na trhu.

Konstrukční prvky motocyklů sice procházejí neustálým vývojem, ale základní koncepce těchto prvků zůstává nezměněna již mnoho let. Sportovní stroje pak slouží jako testovací oddělení s nejvyššími nároky a nové technologie pocházející ze závodních motocyklů se dříve či později objevují u motocyklů sériových, které se tak stávají výkonnějšími a bezpečnějšími.

Cílem této práce je shrnout dosažený stupeň vývoje v konstrukčním uspořádání a popsat obvyklé typy řešení ve stavbě motocyklových rámců, odpružení, pohonných jednotek a ostatních částí strojů. U závodních motocyklů pak uvedení specifik a odlišností od stavby motocyklů sériových. Nakonec pak vize předpokládaného vývoje motocyklového sportu a techniky.

Ke zpracování tématu byla použita kvantitativní metoda, tzv. analýza dokumentů za použití sekundárních zdrojů, tzn. nashromážděné odborné literatury a množství internetových zdrojů.

2 Druhy sportovních motocyklů

Motocykl je jednostopý dopravní prostředek poháněný spalovacím nebo elektrickým motorem. Kola jsou umístěna za sebou a pohonná jednotka (motor a převodovka) mezi nimi. Řidič sedí na motocyklu obkročmo a směr řídí řídítky. Motocykl může vézt postranní vozík, tzv. SIDE. Názvy a definice jednotlivých druhů vozidel stanovuje norma ČSN 30 0024 a Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů. Touto vyhláškou jsou podle předpisu Evropské hospodářské komise (EHK) definovány kategorie L (VLK, 2004).

Pro účely této práce budou motocykly primárně děleny dle určení, a to na **terénní** a **silniční**. Technické specifikace sportovních motocyklů pak uvádí Mezinárodní motocyklová federace FIM (Příloha č. 1).

3 Legislativa

Požadavky kladené na motorová vozidla jsou stanoveny homologačními předpisy Evropské hospodářské komise (EHK) – OSN. V České republice platí zákon „O technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích“. Podrobné požadavky na motorová vozidla uvádí vyhláška Ministerstva dopravy a spojů „O schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích“ (VLK, 2004, str. 2).

Klasifikace motocyklů je znázorněna v tab. 1 dle Vika (2004)

Tab. 1 **Klasifikace motocyklů**

| Kategorie L: Motorová vozidla s méně než čtyřmi koly (motocykly) | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Označení | Typ (provedení) | Zdvihový objem [cm ³] | Max. rychlost [km/h] |
| L ₁ | Dvoukolový | ≤ 50 | ≤ 50 |
| L ₂ | Tříkolový | ≤ 50 | ≤ 50 |
| L ₃ | Dvoukolový | > 50 | > 50 |
| L ₄ | Tříkolový (Moto + SIDE) | > 50 | > 50 |

4 Dynamika jízdy

Dynamika jízdy motocyklu a určování základních rozměrů s dynamikou spojených je rozsáhlá problematika, která je podrobněji rozpracována v příloze č. 2 této bakalářské práce. Na této straně je nastíněna základní osnova a hlavní body, kterým se příloha věnuje.

4.1 Rozměry a geometrie motocyklu

Rozměry a geometrie stavby motocyklu jsou hlavními určujícími znaky motocyklu. Rozhodující pro jízdní vlastnosti jsou poloha **těžiště**, **úhel sklonu přední vidlice**, **zavlek předního kola** a **rozvor motocyklu**.

4.2 Pohon motocyklu

Pohonná jednotka motocyklu musí překonávat jízdní odpory, které působí proti pohybu stroje. Při jízdě do svahu je to odpor stoupání a při akceleraci odpor zrychlení. Na dynamiku jízdy motocyklu má, krom jmenovitého výkonu, vliv především typ pohonné jednotky, tedy jestli je motor **dvoudobý** či **čtyřdobý**, **jednoválcový** nebo **víceválcový**.

4.3 Brzdění

Brzdění motocyklu je záměrné snižování rychlosti motocyklu. Dynamika brzdění je určována vlastním výkonem brzd, který je přímo závislý na jejich rozměrové konstrukci a počtu jednotlivých členů.

4.4 Jízda do zatáčky

Jízda motocyklu do zatáčky vyžaduje dostatečnou rychlost, ale také správný náklon, aby byla **odstředivá síla** a **tíha motocyklu** ve správné rovnováze.

5 Koncepční řešení a konstrukční části motocyklů

5.1 Podvozek

5.1.1 Rám

Rám musí držet dokonalou vazbu mezi osou hlavy řízení a osou kyvné vidlice. Na rám jsou připevněny díly odpružení, motor (někdy je sám nosnou částí) a další komponenty motocyklu jako například výfuk, palivová nádrž, sedadlo a prvky povinné i doplňkové výbavy. Konstrukce rámu přímo určuje specifikaci motocyklu a jeho jízdní vlastnosti. Konstrukce rámu sériových a sportovních motocyklů se příliš neliší, fakticky rámy sériových motocyklů vychází s menším, či větším zpožděním z motocyklů závodních.

Dle konstrukce rámu lze rozlišit dva základní typy: **otevřený a uzavřený**. Otevřený rám je konstrukčně jednodušší, má přijatelnou hmotnost a lze snáze provádět servisní úkony. Motor je v otevřeném rámu zavěšen a působí jako nosný prvek rámu. Pevnější je ale rám uzavřený, proto je využíván zejména u terénních sportovních motocyklů. Motor není nosnou částí, pouze rám vyztužuje (VLK, 2004).

5.1.1.1 Rámy terénních motocyklů

Uzavřené rámy lze dále rozdělit na **jednoduché, rozdvojené a dvojité**. Jednoduchý rám má mohutnější přední část, jejímž základem je hlava rámu, do které se ukládají ložiska řízení, a navazuje na ni jedna nosná mohutnější trubka. Zadní - lehčí část nese závěsy čepů stupaček a uložení zadní kyvné vidlice. Tento typ rámu je konstrukčně nejjednodušší a také nejlevnější (Příloha č. 4). Má však velmi malou torzní tuhost a je nutné ho vyztužovat. Rozdvojený rám je dvojitý pouze v některých jeho částech. Vždy v místě uložení kyvné vidlice a nejčastěji pod motorem. Tuhost tohoto typu rámu je výrazně vyšší, je také konstrukčně jednodušší, než rám dvojitý a je u terénních sportovních motocyklů velmi často používaný. Jednoduchá trubka je vždy pod nádrží. (Obr. 1.1) Dvojité rámy mají dvě nosné trubky ve všech částech rámu. Trubky musí být dostatečně

vzdálené, aby měl rám dostatečnou prostorovou tuhost. Výhodou tohoto typu rámu je právě jeho tuhost, nevýhodou je jeho obtížná výroba a tím roste i jeho cena. Dvojitý rám vyžaduje široký tunel v nádrži nebo je nádrž ukládána přímo mezi nosné trubky rámu (Obr. 1.2) (VLK, 2004).

Obr. 1.1 Rozdvojený rám motocyklu
Honda CR 500



Obr. 1.2 Dvojitý rám motocyklu
Kawasaki KX 250



Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.1.2 Rámy silničních motocyklů

U silničních motocyklů jsou používány zejména rámy **otevřené**. Využívají tuhosti odliktů skříně motoru nebo i celý motor jako nosný prvek. Otevřené rámy jsou všech výše uvedených typů, jen s tím rozdílem, že jsou spodní nosné trubky rozdělené. Jejich výhodou je celková hmotnost a snadnější výroba. Nevýhodou může být u některých méně sofistikovaných konstrukcí jejich menší tuhost.

V současnosti se nejvíce používají následující typy ráků: **jednotrubkové, mostové, kolébkové, páteřové a příhradové** (obr. 1.3). Ráky jsou konstruovány různými způsoby, ale převažují ráky ze svařených chrom-molybdenových trubek a ráky odlité z lehkých slitin hliníku. (Obr. 1.4) Dále pak svařováním lisovaných plechů, nebo lisováním z oceli tzv. monocoque (VLK, 2004).

Obr. 1.3 Příhradový rák motocyklu Ducati Monster 750



Zdroj: Vlastní zpracování

Červená linie (na Obr. 1.3) naznačuje, kde motor působí jako samonosný prvek ráku. Zadní kyvná vidlice je namontována přímo na skříň motoru.

Rák je základní částí motocyklu, na které závisí nejen vlastnosti motocyklu ale i bezpečnost jezdce, proto je nutné jeho konstrukci důkladně ověřovat. Pro výpočty pevnosti a tuhosti motocyklových ráků se používá například metoda konečných prvků (MKP). Dle této metody nejvyšší torzní a ohybovou tuhost vykazuje jednotrubkový rák rozdvojené koncepce (Obr. 1.1) Torzní tuhost motocyklových ráků se pohybuje v rozmezí 27 000 až 55 000 [Nm/rad], ohybová v rozmezí 150 až 300 [kN/m] (VLK, 2004).

Obr. 1.4 Mostový hliníkový rám motocyklu Aprilia RSV4 R



Zdroj: <http://burn-the-hells-highway.blogspot.cz/2010/07/2011-aprilia-rsv4-factory.html>

5.1.2 Odpružení

Odpružení motocyklu slouží k eliminaci kmitů přenášejších se na motocykl jako následek jízdy po nerovnostech vozovky. Eliminací těchto kmitů je zajišťován stálý styk pneumatiky s vozovkou a tím ovladatelnost stroje respektive bezpečnost motocyklu za všech podmínek jízdy. Úkolem odpružení motocyklu je také omezení tělesné únavy jezdce a zajištění pohodlné jízdy. Požadavky na odpružení jsou proto:

- Zajistit co největší styk kol s vozovkou a nedovolit odskakování
- Zajistit komfort jízdy a neunavovat jezdce

„Vysokého komfortu lze dosáhnout měkkým naladěním pružících a tlumících prvků. Za tohoto předpokladu ale klesá bezpečnost jízdy a to hlavně za takových podmínek, kdy nerovnosti vozovky následují v takové vzdálenosti od sebe, která vytváří určitou frekvenci kmitů, jež je shodná s frekvencí kmitů tlumících jednotek. Za takové situace dochází k rezonanci motocyklu a ztrátě kontroly.“ (ROLLINGER, 2005)

Důležitou veličinou pro pružení je tuhost pružiny, která je ovšem lineární, přímo závislá na průměru drátu vinuté pružiny a nepřímo na počtu závitů pružiny. K dosažení progresivity pružiny je využíváno několik způsobů její konstrukce (VLK, 2004):

1. Proměnlivé stoupání vinutí pružiny
2. Proměnlivý průměr drátu pružiny
3. Proměnlivý průměr drátu v kombinaci s proměnlivým průměrem pružiny
4. Kombinace více pružin s různou charakteristikou (Obr. 2.1)

Obr. 2.1 **Progresivní uložení pružin v tlumiči Makin Trax**



Zdroj: <http://www.rzrforums.net/suspension/18633-makin-trax-progressive-spring-install-2009-rzr-s.html>

Progresivní charakteristiku mají i tlumící jednotky se vzduchovým médiem. Vzhledem ke složitosti utěsnění a vysoké náročnosti na výrobu se vzduchovými tlumiči motocykly osazují pouze zřídka. V tuzemsku zejména v 70. letech řada terénních a soutěžních motocyklů ČZ a JAWA s jednotkami Marzocchi.

Kvalitní odpružení znamená co možná nejvyšší poměr mezi odpruženou a neodpruženou hmotou, způsob zavěšení předního a zadního kola a účinnost tlumení. Neodpruženou hmotou se rozumí vše uložené pod pérováním (včetně brzd či např. kluzáků vidlic) a odpruženou hmotu tvoří zbývající části motocyklu. Z tohoto hlediska se jako nejvýhodnější jeví velkoobjemové těžší cestovní stroje (ROLLINGER, 2005).

Tlumení je důležitou součástí odpružení. Při přejetí nerovnosti je pružícímu systému dodána energie, která by teoreticky zapříčinila neustálý harmonický kmit

motocyklu nebo odskok kola od vozovky. Těmto nechtěným jevům lze bránit tlumením odpružení. Účelem tlumení tedy je:

- Zajištění vysoké bezpečnosti
- Zvýšení jízdního pohodlí

Vlastní tlumení probíhá díky náplni vidlice olejem, který je nuceně (stlačováním vidlice) přepouštěn mezi několika komorami vidlice přes přepouštěcí ventily (Příloha č. 5). Dochází tak vlastně ke škrcení průtoku oleje, které je závislé na rychlosti pohybu pístu ve vidlici. Tím je tlumená prudce reagující vinutá pružina. Otvory přepouštěcích ventilů jsou přitom konstruovány tak, aby byl „útlum“ snadnější, než „odskok“. U moderních vidlic jsou obě charakteristiky nastavitelné. U nenastavitelných tlumičů lze do jisté míry měnit charakteristiku tlumení viskozitou použitého oleje (VLK, 2004).

5.1.2.1 Zavěšení předního kola

Zavěšení předního kola je nejčastěji řešeno teleskopickou vidlicí, která je klasického uspořádání nebo koncepce typu UPSIDE – DOWN. Vidlice **terénních** a **silničních** strojů mají principiálně shodnou konstrukci, hlavním rozdílem je délka zdvihu, kterou má terénní motocykl, kvůli schopnosti pracovat v těžkém terénu, výrazně delší. Vidlice silničního motocyklu nepřekonává velké terénní nerovnosti, ale musí být dostatečně tuhá a zároveň se motocykl nesmí příliš ponořovat při brzdění, proto je její zdvih kratší.

Výhodou **klasické vidlice** je její jednoduchost. Mezi nedostatky patří malé překrytí vidlice kluzákem. Za jízdy je vidlice namáhána velkým ohybovým momentem od brzdění a při zatáčení. Tyto vlivy jsou eliminovány robustnější konstrukcí či stabilizátorem nad předním kolem, tím se ale zvětšují neodpružené hmoty (Obr. 2.2).

UPSIDE – DOWN (také USD) vidlice (Obr. 2.3) řeší téměř všechny nedostatky klasické vidlice, kromě propružení při brzdění. Kluzák více překrývá nosnou trubku, vidlice se tím stává tužší, nedeformuje se a má příznivější poměr odpružených a neodpružených hmot. Postupem času se používá častěji a klasickou vidlici nahrazuje.

Obr. 2.2 Teleskopická vidlice Sachs
motocyklu ZRX 1100



Obr. 2.3 Vidlice USD Showa motocyklu
Ducati Monster 750



Zdroj: Vlastní zpracování

Zcela odlišný systém pérování má vidlice **kyvná** (Příloha č. 6). Přední kolo se totiž nepohybuje přímočaře, ale po kružnici. Nejčastěji se používá u terénních motocyklů typu SIDECAR díky její tuhosti. Nevýhodou je však velká změna rozvoru při propružení. (ROLLINGER, 2005).

Velmi rozšířená modifikace předního odpružení je páková vidlice, tzv. **Telerever** (Příloha č. 7). Systém vyvinutý a používaný značkou BMW je hybrid teleskopické a kyvné vidlice. Kluzáky jsou uchyceny k podélnému rameni a horní část vidlice je přes kulový čep spojena s můstkem v přední části rámu. Největší část sil se přenáší na spodní kulový čep, teleskopická vidlice slouží spíše jako vedení celého systému. Odpružení zajišťuje centrální tlumič, díky kterému je přenos síly od kola na rám centrálního charakteru, což se příznivě projevuje na chování motocyklu. Toto uspořádání je velmi tuhé a díky podélnému rameni má protiponořovací efekt a nemění rozvor stroje při brzdění – stabilizační účinek. Navíc má tento systém příznivý poměr odpružených a neodpružených hmot. (VLK, 2004)

Z méně používaných konstrukcí lze zmínit zavěšení **vidlice s rejdovým čepem** (Příloha č. 8), které vykazuje pozoruhodné vlastnosti, protože od sebe dokáže separovat řídící a brzdící síly. Kvůli své hmotnosti a náročnosti na výrobu se objevuje jen velmi zřídka u strojů Bimota Tesi. **Vahadlovou a pružinovou** vidlici, které byly typickým uspořádáním 30. let a dnes se používají u chopperů typu Harley-Davidson (ROLLINGER, 2005).

5.1.2.2 Zavěšení zadního kola

Zadní kolo je k rámu připevněno pomocí kyvné vidlice a tlumících jednotek za pomoci pákových systémů. Základem je hřídel (někdy i dva čepy) uložená v zadní části rámu, kolem které se otáčí kyvná vidlice odpružená jednou, či dvěma tlumícími jednotkami. V současné době se nejvíce používají tyto druhy kyvných vidlic: konvenční dvouramenná, konzolová, s pákovým mechanismem a centrální tlumící jednotkou, jednoramenná. U **silničních** motocyklů jsou používány všechny druhy, u strojů **terénních** je používána výhradně klasická dvouramenná vidlice s centrální tlumící jednotkou.

Konvenční dvouramenná vidlice je historicky nejstarší a nejjednodušší provedení. Ramena jsou odpružena dvěma šikmo uchycenými tlumiči na boky rámu. Výhodou je jednoduchá konstrukce. Nevýhodou je nedostatečná stabilita vidlice (tuhost) a v některých případech nesouměrně se ohřívající tlumící jednotky (spolu s různým opotřebením) způsobovaly kroucení vidlice. Tomu se předcházelo skříňovým nebo příhradovým (Obr. 2.4) provedením „kývačky“ (VLK, 2004).

Konzolová vidlice (Cantilever) přinesla první použití centrální tlumící jednotky (Yamaha). Tlumič odpružení je uložen téměř vodorovně (Příloha č. 9). Toto uložení přináší mnohem vyšší zdvih pérování. Díky centrálnímu uložení tlumiče odpadá nebezpečí kroucení vidlice vlivem opotřebením dvou tlumičů, nebo nesprávným stranovým nastavením (VLK, 2004).

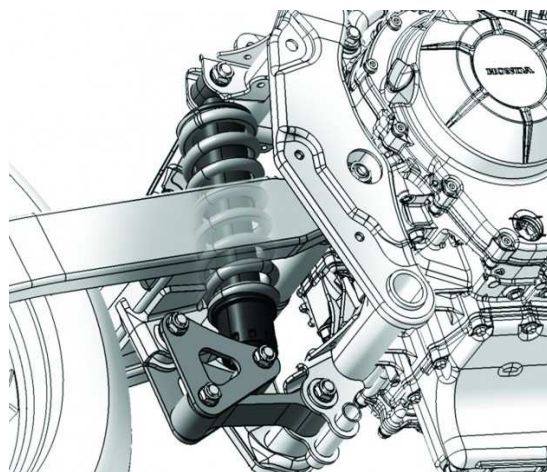
Kyvná vidlice s pákovým mechanismem a centrální tlumící jednotkou je používána nejčastěji. Kyvná vidlice je v základní koncepci relativně snadná na konstrukci

a výrobu, pákový převod potom dodává systému potřebnou progresivitu. Systém byl vyvinut pro závodní terénní motocykly a rozšířil se do sériové výroby a následně i do silničních strojů.

Obr. 2.4 Trojúhelníková příhradová konstrukce kývačky Kawasaki ZRX



Obr. 2.5 Pákový mechanismus s centrální tlumicí jednotkou Honda



Zdroj obr. 2.4: Vlastní zpracování

Zdroj obr. 2.5: <http://rideapart.com/2013/05/rideapart-review-2013-honda-cbr500r/>

Každý z hlavních japonských výrobců vyvinul svůj systém pákového převodu: Honda – **Pro Link** (Obr. 2.5), Kawasaki – **Uni Track**, Yamaha – **Mono Cross** (dříve Cantilever), Suzuki – **Full Floater**. Vlastní systém modifikovala Gilera – **Mono Power Drive** a Maico - **Zeta Link**. Výrobce KTM použil centrální pružící jednotku na kyvné vidlici i bez použití přepákování tzv. **PDS**. U tohoto systému odpadá nutná údržba táhel, nemá ale potřebnou progresivitu, proto od tohoto systému nakonec KTM upouští. Ostatní systémy jsou zobrazeny v Příloze č. 10 až 12 (VLK, 2004).

Jednoramenná kyvná vidlice (Příloha č. 13). Konstrukce vidlice musí být velmi silná a tuhá, aby byla schopna přenášet všechny vlivy působící na zadní kolo. Na pohled se může jevit jako nestabilní, ale je vždy minimálně stejně pevná, jako odpovídající vidlice klasická. Vidlice je odpružena jednou tlumicí jednotkou připevněnou k zadní části rámu. Někdy je vidlicí veden hřídel pro pohon zadního kola (kardan). Výhodou jednoramenné vidlice je nižší hmotnost, snadnější montáž a demontáž zadního kola a líbivý design.

Nevýhodou je vysoká technologická náročnost a tudíž i cena vidlice. Montována je proto hlavně na exkluzivní a drahé stroje značek Ducati, BMW, MV Agusta apod. (VLK, 2004).

5.1.3 Řízení

Řízení motocyklu musí umožňovat bezpečné projíždění zatáček a udržování přímého směru s minimálním zpětným působením sil do řídítek. V současnosti mají motocykly řízení uloženo v hlavě rámu pomocí valivých kuželíkových ložisek. Sklon uložení řízení přímo určuje úhel sklonu přední vidlice. Řízení se někdy doplňuje tlumičem rozkmitu řídítek (Obr. 3.1), který zabraňuje samovolnému rozkmitání řídítek a následné havárii (VLK, 2004).

Obr. 3.1 Tlumič řízení motocyklu Kawasaki ZX – 10R



Zdroj: <http://www.motorkari.cz/clanky/moto-novinky/kawasaki/kawasaki-zx-10r-ninja-2013-dostane-elektronicky-tlumic-rizeni-22005.html>

5.1.4 Brzdový systém

Brzdy motocyklů fungují na principu tření brzdového obložení (nepohyblivá část) a brzdového kotouče (pohyblivá část). U motocyklů jsou brzdy bubnové nebo **kotoučové**. U moderních strojů se již vyskytují bubnové velmi zřídka, u sportovních motocyklů bubnové brzdy své uplatnění ztratily už před lety. Ovládání takových brzd je potom kapalinové, pomocí páky na řídítkách nebo pedálu na pravé straně motocyklu.

Terénní stroje používají kvůli celkové hmotnosti výhradně jeden kotouč, který je vzhledem ke způsobu a prostředí použití ocelový. Někdy má kotouč nekruhový vnější tvar kvůli odvodu bahna z brzdového třmenu, brzdíč díky nízké celkové hmotnosti stroje má pouze dva pístky (ROLLINGER, 2005).

Přední brzda **silničního** motocyklu je dvoukotoučová, s kotoučem ocelovým, karbonovým nebo ze spékané oceli. Mají kruhový vnější tvar a velký průměr (více než 300 mm). Speciálně karbonový kotouč je používán pouze za sucha kvůli provozní teplotě (400° – 600°C, někdy až 1200°C), aby byl brzdný účinek co nejvyšší. Brzdíč je osazen zpravidla čtyřmi pístky (RŮŽIČKA B., 2001).

5.1.5 Kolo s pneumatikou

Kolo s pneumatikou je spojovací článek motocyklu s povrchem vozovky, nebo terénní stopou. Krom přenosu sil, které vznikají zatáčením, brzděním a zrychlováním musí poskytovat dostatečnou trakci a v neposlední řadě fungují jako první článek odpružení motocyklu. Pneumatiky se liší nejen vzorem a hloubkou dezénu, ale i směsí, ze které je pneumatika vyrobena a také konstrukcí kostry – **diagonální, semiradiální, radiální**. Ráfky pak mohou být **lité** nebo **drátěné**.

Diagonální pneumatiky se používají u **terénních** motocyklů a to hlavně díky jejich odolnosti proti proražení. Montovány jsou v kombinaci s duší a na **drátěné kolo** (obr. 4.1). Tento komplet je dostatečně odolný a umožňuje i relativně snadnou výměnu pláště či proražené duše za jinou. Toho se využívá při soutěžích Enduro. Konstrukce umožňuje i využití náplně pneumatiky Mousse (Příloha č. 14), která vyplní vnitřní prostor pneumatiky namísto konvenční duše a kolo je tak odolné vůči proražení (VLK, 2004).

Radiální pneumatiky díky své konstrukci (pásky kolmo na směr jízdy) snižují odstředivou sílu a méně zahřívají bočnice, díky tomu je možné je použít ve vyšších rychlostech. Mají také lepší přilnavost k vozovce a nižší hmotnost (poměr odpružených a neodpružených hmot). Radiální pneumatiky se proto používají pro **silniční** sportovní

motocykly, které mívají převážně **litá kola** (obr. 4.2) a montovány jsou **bez duše** (VLK, 2004).

Obr. 4.1 **Drátěné kolo terénní**
Hondy CR 500



Obr. 4.2 **Lité kolo silniční**
Ducati Monster 750



5.2 Motocyklové motory

Motor je srdcem každého motocyklu. Je to mechanický stroj převádějící tepelnou energii získanou spalováním směsi paliva (**benzínu**) se vzduchem na mechanickou práci. Převod energie na práci zajišťuje klikový mechanismus, který je principiálně v každém motocyklovém motoru stejný. Kde ale můžeme nalézt zásadní rozdíly je pracovní cyklus a ventilový rozvod. Rozlišujeme motory **dvoudobé** a **čtyřdobé**. Čtyřdobé potom s rozvodem SV, OHV, **OHC** a **Desmodromické**. Zvláštní skupinou je potom Wankelův motor s rotačním pístem. Co mají motocyklové motory společné je zapálení směsi, které je výhradně zážehové, zapalovací svíčkou. Chlazení motorů moderních sportovních strojů je výhradně kapalinové. Problematika motocyklových motorů je velmi rozsáhlá, v této práci proto bude nastíněna pouze základní terminologie a několik nejrozšířenějších konstrukčních řešení.

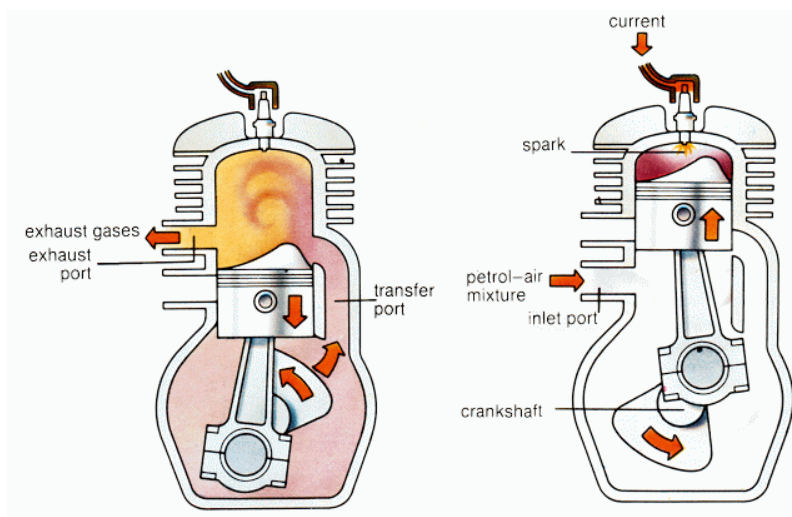
5.2.1 Dvoudobý motor

Dvoudobý motor (dále „dvoutakt“) pracuje na dva pracovní takty. Prvním je **sání a komprese**, druhým **expanze a výfuk**. Je konstrukčně jednodušší, lehčí a je snazší jeho údržba. Mají vyšší měrný výkon (dva pracovní cykly na jednu otáčku), ale nižší účinnost, která je daná zkrácením komprese a expanze (aby byla umožněna výměna plynů ve válci). Moderní dvoutakty jsou vodou chlazené, mazání je zajišťováno olejem rozptýleným v palivu, který se přidává přímo do nádrže nebo je přiváděn odděleným čerpadlem do karburátoru, kde je přisáván směsí do sacího kanálu (VLK, 2004).

Výplach a tedy cyklus motoru je řízen horní a dolní hranou pístu, které jako šoupátko otevírají a zavírají sací, přepouštěcí a výfukový kanál (Obr. 5.1). Spodní dno pístu funguje jako dmychadlo směsi v klikové skříní a vytlačuje ji přepouštěcím kanálem do spalovacího prostoru nad píst, kde je směs zažehnuta svíčkou. Čerstvá směs při tom ze spalovacího prostoru vytlačuje směs spálenou do výfukového kanálu (VLK, 2004).

Ke zvýšení výkonu, rozšíření oblasti použitelných otáček a snížení spotřeby paliva se potom používají různé úpravy výfukových systémů, přepouštěcích kanálů a membrán sání. (VLK, 2004).

Obr. 5.1 Pracovní schéma dvoudobého motoru



Zdroj: <http://beamerguide.blogspot.cz/2010/09/working-of-two-stroke-engine.html>

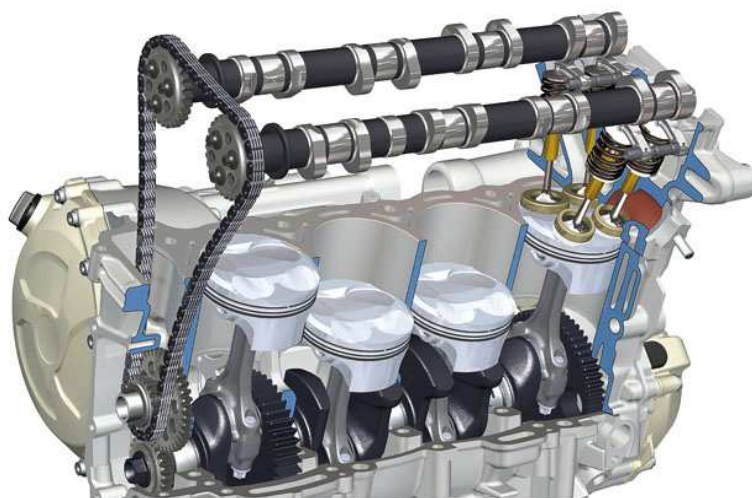
5.2.2 Čtyřdobý motor

Pracovní cykly čtyřdobého motoru (dále „čtyřtakt“) jsou rozděleny do dvou zdvihů a vyplachování spalovacího prostoru je potom řízeno ventilovým rozvodem. Kvůli ventilovému rozvodu je čtyřdobý motor těžší a konstrukčně složitější, má však vyšší účinnost a díky řízení rozvodu je možná dokonalejší regulace spalovacího procesu, tím zvyšování výkonu, snižování spotřeby paliva a snižování škodlivých emisí. Výhodou čtyřtaktu je také jeho kultivovanější chod, který zvyšuje komfort jízdy a jezdci „odpouští“ chyby při řízení stroje (VLK, 2004).

Rozvody SV (Side Valve) a OHV (Over Head Valve) jsou již konstrukčně zastaralé a jejich použití u moderních strojů je spíše vzácné. Schematické zobrazení nalezneme v příloze č. 15 a příloze 16.

Nejrozšířenějším řešením ventilového rozvodu je systém **OHC** (Over Head Camshaft) (Příloha č. 17) a **DOHC** (Double Over Head Camshaft) (Obr. 5.2) a to zejména kvůli jeho tuhosti i ve vysokých otáčkách. Vačkový hřídel (jeden nebo dva) je spolu s ventily umístěn nad pístem v hlavě motoru a je poháněn od klikového hřídele **rozvodovým řetězem, řemenem** nebo někdy **ozubenými koly**. Počet ventilů v hlavě je potom 2, 3, 4 a 5. (Příloha č. 18 a 19). Hlava se třemi ventily je pro nerovnoměrné plnění používána vzácně.

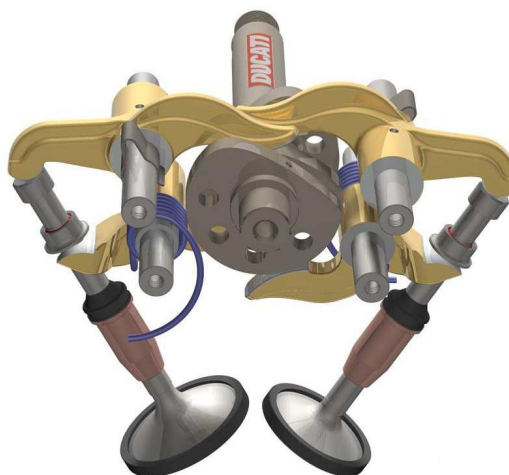
Obr. 5.2 Ventilový rozvod DOHC motocyklu BMW S 1000RR



Zdroj: <http://www.webbikeworld.com/BMW-motorcycles/s-1000-rr-motorcycle.htm>

Desmodromický tzv. nucený rozvod je specialitou italského výrobce Ducati (Obr. 5.3). Nuceným rozvodem se mechanicky ovládá otevírání i zavírání ventilu (u ostatních rozvodů je ventil uzavírán pomocí pružin), tím se „obejde“ výkonnostní hranice daná klasickou ventilovou pružinou, která při vysokých otáčkách nestíhá zavírat ventil (VLK, 2004).

Obr. 5.3 **Desmodromický rozvod motoru Ducati**



Zdroj: http://2.bp.blogspot.com/-14VxwRo0Q_0/TmvFXbjVEKI/AAAAAAAAArw/jp7zG6r6fQs/s1600/bluming-ducaticidesmo5large.jpg

5.2.3 Jednoválcové motory

Jednoválcové motory jsou konstrukčně jednodušší stroje. Snazší je jejich seřizování, údržba i opravy. Mají nízkou hmotnost, což je také důvod, proč se používají v **terénních** strojích, lehčích silničních motocyklech a skútrech. (VLK, 2004)

5.2.4 Víceválcové motory

Motory s více válci byly konstruovány zejména kvůli větším výkonům, kultivovanějšímu chodu a delší životnosti. S více válci lze také dosáhnout většího zdvihového objemu a vysokých výkonů. K dosažení vysokých výkonů je třeba dosáhnout vysoké otáčky. Ty jsou ale podmíněny nízkou hmotností rotujících částí. Díky lehčím

částem mají tyto motory delší životnost a nemají tak vysoké nároky na údržbu. Rozdělení zdvihového objemu do více spalovacích prostorů má za následek snížení pracovního tlaku spalin, tím je i nižší specifické zatížení motoru. (VLK, 2004)

U sportovních motocyklů se vyskytují 2, 3, 4 a dříve i 5 válcové motory. Uspořádání válců přitom může být do V, L nebo řadové.

Řadové motory mají rovnoměrný, klidný chod a dávají vysoké výkony. Jejich výkonové maximum je ale až ve velmi vysokých otáčkách a jejich potenciál je tak obtížně využitelný. Motory do **V** nebo do **L** (V s úhlem vyklopení 90°) nemají sice tak vysokou výkonovou špičku jako motory řadové stejného objemu, ale dávají dobrý výkon již od nízkých otáček a stávají se tak využitelnější.

5.3 Převody

5.3.1 Primární převod

Primární pohon převádí díky různě velkým ozubeným kolům výkon a otáčky motoru z klikového hřídele do převodovky a následně sekundárním převodem na zadní kolo. Historicky se používaly převody pomocí **ozubeného řetězu**, **řemene** a nyní **ozubenými koly**. Převod řemenem a řetězem byl sice jednodušší, pružnější a také lehčí, ale nebyl schopen přenášet vysoké výkony moderních sportovních motocyklů a je nutná jejich údržba nebo výměna. Tyto jsou tedy vybaveny převodem ozubenými koly (Příloha č. 20) (ROLLINGER, 2005).

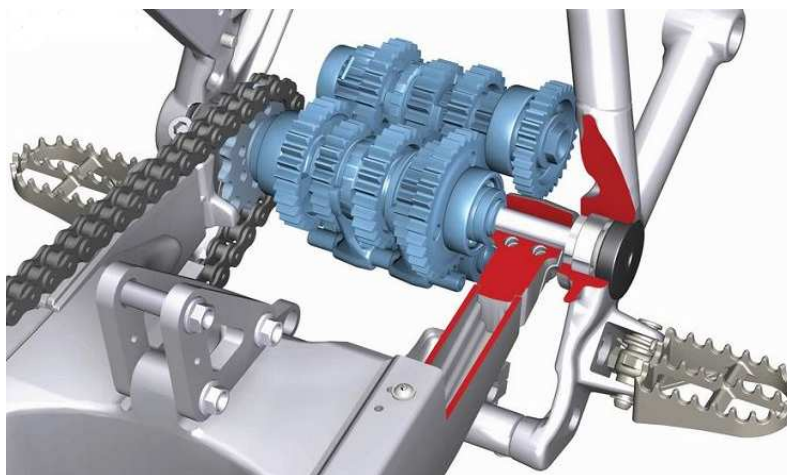
5.3.2 Sekundární převod

Přenos momentu z převodovky na zadní kolo je zajištěn pomocí sekundárního převodu. Moment je přenášen pouzdrovým (válečkovým) řetězem, kloubovým hřídelem nebo ozubeným řemenem. Řemen je nejméně častou variantou pro sportovní stroje. Kloubovým hřídelem bývají nejčastěji vybaveny motocykly s podélně uloženým motorem

(Příloha č. 21). Převod pouzdrovým řetězem se stal nejpoužívanějším díky spolehlivosti, jednoduchosti a snadné výměně. Pouzdra jsou chráněna těsnícími elementy – kroužky mezi deskami článků řetězu, proto O nebo X kroužkový řetěz (Příloha č. 22).

Při montáži a následném napínání řetězu je třeba brát zřetel na to, že při propružení zadního kola se mění osová vzdálenost mezi osou zadního kola a pastorku výstupního hřídele z motoru. Řetěz tedy musí být napínán s vůlí. Tento problém se snažil eliminovat výrobce BMW umístěním řetězového kolečka do osy otáčení kyvné vidlice u soutěžního stroje G450X (Obr. 6.1), toto řešení však nepřineslo nijak velkou výhodu, naopak výměna pastorku, který se mění u sportovního motocyklu i několikrát za sezonu vyžadovala demontáž motoru z rámu.

Obr. 6.1 Pastorek sekundárního převodu s převodovkou motocyklu BMW G450X

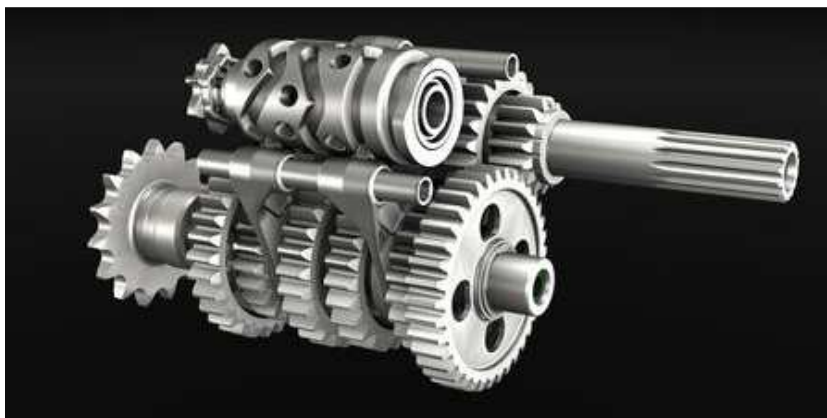


Zdroj: <http://www.motorcycle.com/gallery/gallery.php/v/main/reviews/Review-82229-2009-BMW-G450X-Review/buchannan-bmw-g450x-static-bmw-g450x-1851.jpg.html>

5.3.3 Převodovky

Převodovky motocyklů jsou řešeny jako **dvouhřídelové**, výjimečně tříhřídelové, bez synchronizace s **přímými zuby**. Řazení probíhá přesouváním ozubených kol na hnací hřídeli (spojené se spojkovým košem) do záběru se spoluzabírajícím kolem na předlohové hřídeli (výstupní hřídel). Přesun kol je prováděn řadicími vidličkami, které se posouvají díky řadicí kulise, se kterou otáčí řadicí páka (Obr. 6.2). Kulisa přesouvá ozubená kola tak, aby při zařazení páru kol do záběru zároveň vyřadila pár předchozí (ROLLINGER, 2005).

Obr. 6.2 Převodovka s řadicí kulisou a vidličkami motocyklu Ducati 1199 Panigale



Zdroj: http://www.motorcycle.com/gallery/gallery.php/v/main/reviews/ducati-1199-panigale-superquadro-engine/SQ_CAD_gearbox_07.jpg.html?g2_GALLERYSID=TMP_SESSION_ID_DI_NOISSES_PMT

5.4 Výbava motocyklu

Výbava motocyklu je základně dělitelná na povinnou a doplňkovou. **Povinná výbava** motocyklu je předepsaná technickými požadavky pro provoz na pozemních komunikacích. Tato výbava zahrnuje homologované díly jako osvětlení, ukazatele změny směru jízdy, zrcátka apod. a je stejná pro všechny druhy motocyklů.

Doplňková výbava obsahuje řadu originálních či neoriginálních prvků výbavy motocyklu, které dělají jízdu bezpečnější, pohodlnější, umožňují vézt náklad nebo napomáhají právě bezpečné a přitom rychlé sportovní jízdě na motocyklu. Sportovní výbava se liší podle druhu motocyklu a jeho určení. Patří sem například roadbook a přídatné nádrže pro dálkové rallye, kontrola trakce a „powershift“ silničních motocyklů nebo tlumiče řízení a mousse výplně pneumatik terénních strojů.

Nejdůležitější prvky doplňkové výbavy sportovních motocyklů budou podrobněji rozebrány v kapitole **Konstrukční specifika závodních motocyklů**.

6 Konstrukční specifika závodních motocyklů

Závodní motocykl se na první pohled jeví jako sériově vyráběný motocykl osazený špičkovými komponenty a zbavený prvků povinné výbavy. Ve skutečnosti jde ale vývoj motocyklů v opačném pořadí. Konstrukční prvky výrobci vyvíjí a inovační trendy testují právě v motocyklových soutěžích, kde jsou stroje vystavovány extrémnímu zatížení. Teprve když se inovace osvědčí v takto extrémních podmínkách, zvažuje se jeho sériová produkce. Konstrukční řešení závodních motocyklů se proto ve velké míře shoduje s konstrukcí sériových motocyklů, v následujících kapitolách se tedy práce věnuje především specialitám v konstrukci závodních strojů.

6.1 Terénní stroje

6.1.1 Motokros

Obr. 7.1 Terénní speciál KTM 125 SX



Motocykl specifikace motokros postrádá úplně povinnou výbavu – jsou určeny pro uzavřené okruhy. Stroje disponují dvoutaktními i čtyřtaktními jednoválcovými velmi výkonnými motory. Mají vysoké zdvihy pérování, jsou lehké a vynikají dobrou ovladatelností v náročném terénu i ve vysokých rychlostech. Motocykly jsou konstruovány tak, aby i po vážnějším pádu mohl jezdec (pokud je toho schopen) pokračovat v závodě.

6.1.1.1 Podvozky závodních terénních strojů

Na správném nastavení pérování motokrosových i soutěžních strojů je přímo závislý výsledek závodu. Výrobci tlumících jednotek testují různé způsoby zefektivnění tlumení a odpružení kol tak, aby bylo co nejvíce progresivní a zároveň tuhé při dopadu z velkých skoků. S revolučním řešením **přední vidlice** poprvé přišla Kawasaki, kdy jedna trubice přední vidlice plní funkci pružící a druhá tlumí (Obr. 7.2). Tento způsob umožňuje snížit tření mezi pružinou a vnitřní stěnou trubky, plynulejší tlumení a efektivnější nastavení předpětí pružiny. Pro zlepšení výkonu vidlice je trubka kluzáku povrchově upravena nitridem titanu kvůli maximálnímu snížení tření. Vidlice Kayaba motocyklů Honda naproti tomu opustila od konvenčních pružin úplně a místo nich je ve vidlici plynová patrona (Příloha č. 23). Kolo motocyklu pak lépe kopíruje terén a odpružení se snáze přizpůsobuje jezdcí (PODUŠKA, 2011).

Obr. 7.2 Řez přední vidlicí stroje Kawasaki KX 250f



Zdroj: <http://www.kawasaki.cz/Product/Features/340D059C884>

Odpružení **kyvné vidlice** zadního kola pomocí přepákování prochází neustálým vývojem. Mění se především rozměry a způsoby uložení táhel, čímž se dosahuje např. větších zdvihů a tím následného jemnějšího vyladění pérování s cílem zlepšení trakce a eliminace efektu „přidřepnutí“ při akceleraci. Centrální pružící jednotka (Příloha č. 24) tlumí i pruží. Její konstrukce je s oddělenou vyrovnávací nádržkou oleje. Uvnitř nádržky je zásoba oleje, membrána a náplň dusíku, který slouží k zabránění pění oleje kavitací. Útlum jednotky je nastavován seřizováním průchodu oleje mezi tělesem tlumiče a nádržkou. Tvrdost předpětím pružiny pomocí matice.

6.1.1.2 Motory závodních terénních strojů

6.1.1.2.1 Dvoudobé motory závodních terénních strojů

Od konvenčních dvoutaktů se motory motokrosových strojů odlišují především vysokým výkonem. Ten je zvýšen pomocí několika konstrukčních úprav.

Výfuková přívěra (Příloha č. 25) jsou mechanické přídavné ventily vložené do výfukového kanálu. Tyto ventily při nízkých otáčkách (cca do 6000 ot/min) otevírají kanál do rezonanční komory, která má za úkol usměrnit tok výfukových plynů a tím omezit únik čerstvé, nasávané směsi výfukovým kanálem ven. Při vysokých otáčkách se uzavře rezonanční komora, naopak se otevřou přídavné výfukové kanály a vyplachování motoru je rychlejší. Podobně jako u ostatních řešení každý výrobce vyvíjí svůj systém. (KIPS – Kawasaki, HPP – Honda, YVPS – Yamaha atd.)

Tvarování výfuku (Příloha č. 26) je další součástí rezonančních prvků, které ovlivňují tok výfukových plynů a tím zvyšují účinnost motoru a efektivnost výplachu. V rozšířené části výfuku plyny rezonují a mají snahu se od stěn odrážet zpět do motoru. Tím je dosaženo správného odporu průtoku plynů a při vysokých otáčkách tak motor neztrácí výkon tím, že by čerstvá směs unikala nespálená do výfuku. Tvarovaný výfuk je poznávacím znakem dvoudobých strojů a dodává jim i charakteristický agresivní zvuk.

Klapky sání (Příloha č. 27) jsou namontovány mezi karburátorem a sacím kanálem. Pracují jako zpětný ventil a znemožňují tak směsi vrátit se zpět do karburátoru.

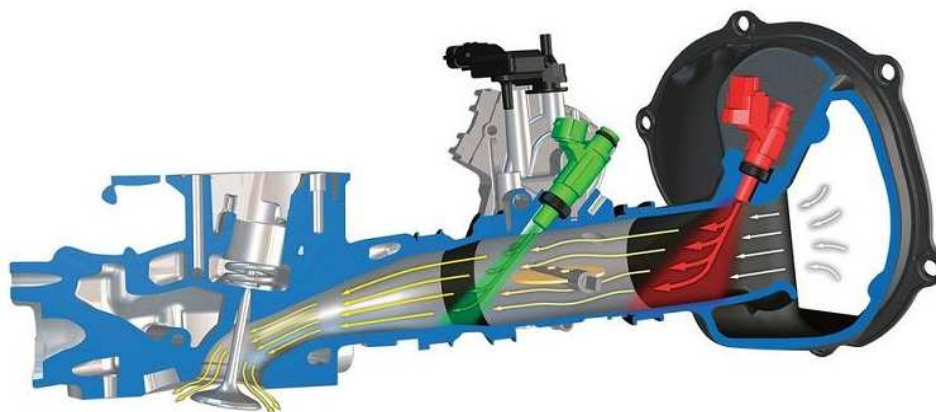
Povrchová úprava válce (Příloha č. 28) a **píst**. Válec je namáhán extrémním zatížením v podobě tření, vysokých teplot a tlaku. Na povrch válce je proto nanesena disperzním pokovováním vrstva Niklu spolu s inertním materiálem, karbidem křemíku (SiC), čímž vzniká velmi tenká vrstva tvrdého a dobře kluzivého povrchu (NIKASIL). Ve válci pak dochází k menšímu opotřebení a lépe odvádí teplo. Motor tedy snáší velmi vysoké otáčky a dosahuje velkých výkonů. Píst dvoudobého motoru je tlakově odlitý do kokily nebo kovaný. Materiál je slitina hliníku a křemíku. Povrch pístu bývá potažen tenkou vrstvou grafitu nebo olova pro snížení tření a snazší záběh pístu ve válci.

6.1.1.2.2 Čtyřdobé motory závodních terénních strojů

V současné produkci závodních motocyklů jsou čtyřdobé motory jasným číslem jedna. Na rozdíl od dvoutaktních strojů, kde se konstrukce mezi objemovými třídami příliš neliší a vývoj spíše stagnuje, u čtyřtaktů je tomu naopak. Každou sezonu výrobci odhalují nová řešení v konstrukci svých pohonných jednotek. Technologicky dokonalejší jsou stroje prestižní třídy MXGP, motory motocyklů ostatních tříd bývají o sezonu zpožděny.

Vstřikování paliva je již standardem i ve světě terénních strojů. Elektronické dávkování umožňuje přesně a efektivně tvořit směs, umožňuje měnit palivové mapy a např. Kawasaki nabízí jezdcům i „pomocník“ startu. Vstřikování je řízeno elektronickou řídicí jednotkou, která má od výrobce nastavený okamžik a dobu vstřiku. Ne vždy je ale terén v takovém stavu, aby byl nezbytně nutný plný výkon motoru a jeho agresivní reakce. Pomocí ovládacího zařízení (Power Tuner – Příloha č. 29) lze toto časování změnit a změnit tak charakteristiku projevu motoru. Díky čidlům umístěným na motocyklu je také řídicí jednotka schopna přizpůsobit vstřikování např. teplotě vzduchu a nadmořské výšce. Nastavení palivové mapy pomůže i při používání tzv. **laděného výfuku** (Příloha č. 30). Ten má odlišný odpor vůči spalinám a směs je proto nutno nastavit bohatší. Dříve bylo nutné přetiskovat karburátor. Pomocník startu **Launch Control Mode** nastaví (stiskem tlačítka na řídítkách) řídicí jednotku tak, aby impulsy zapalování spolu se vstřikem byly pomalejší a zadní kolo tak má lepší „grip“. Systém se automaticky deaktivuje při zařazení třetího stupně. Nejnovější inovací u terénních strojů je systém **dvojitých vstřiků** (Obr. 7.3). Spodní vstřik má na starosti plynulou a okamžitou reakci na otočení rukojeti plynu, horní pak podporuje výkon motoru. Čím vyšší jsou otáčky, tím více práce odvádí horní vstřik. Díky své vzdálenosti od ústí motoru má směs i více času na promíchání (PODUŠKA, 2011; NOVOTNÝ, 2009).

Obr. 7.3 Dvojité vstříky motocyklu Kawasaki KX 250F



Zdroj: <http://www.motorkari.cz/clanky/moto-novinky/kawasaki/kawasaki-cross-modely-2012-18564.html>

Konstrukce motoru je principem stejná u většiny terénních motocyklů, každý výrobce má ale několik vlastních úprav, kterými se od konkurence odlišuje. Uvedeny jsou specifika několika z nich.

Yamaha – otočený motor (Obr. č. 7.4). Revoluční uspořádání motoru spočívá v umístění sacího kanálu směrem dopředu a výfuku dozadu. Díky tomu Yamaha dosáhla centralizace hmoty a napřímění sacího kanálu. Směs se pak lépe mísí a její průtok překonává menší odpory.

Obr. 7.4 Motor motocyklu Yamaha YZ 450F



Zdroj: http://www.motorcyclistonline.com/newsandupdates/122_0912_drawing_the_line/

Honda – UNICAM (Příloha č. 31). Honda u motokrosových motocyklů sází na jeden vačkový hřídel, který ovládá sací ventily přímo přes hrníčkové zdvihátko a ventily výfukové pomocí vahadel. Tento systém zmenšuje počet rotujících součástí a hmotnost motoru.

KTM – Podobně jako u Hondy, má motor KTM pouze jeden vačkový hřídel, navíc jsou všechny modely vybaveny elektrickým startérem.

Husaberg – V minulosti tento výrobce vyvinul motor s „ležatým“ válcem (Příloha č. 3). Účelem tohoto uspořádání bylo přiblížit rotující klikový hřídel co nejlíže celkovému těžišti motocyklu. Řešení ale nakonec nepřineslo oslnivý úspěch.

V tab. 2 jsou uvedeny výkonové charakteristiky terénních závodních motocyklů. Hodnoty jsou pouze přibližné, přesné parametry továrních speciálů nejsou k dispozici.

Tab. 2 **Výkonové charakteristiky motokrosových závodních speciálů**

| Třída | Jmenovitý výkon [kW] | Poměr výkon/hmotnost [kW/kg] | Litrový výkon [kW/cm ³] |
|-------|-------------------------|---------------------------------|--|
| MXGP | 50 | 0,5 | 111 |
| MX 2 | 35 | 0,34 | 140 |

Zdroj: www.motocykl-online.cz

6.1.1.3 Spojky závodních terénních strojů

Spojky závodních terénních motocyklů jsou výhradně vícelamelové v olejové lázni. Ovládané jsou mechanicky lankem nebo hydraulicky. Pro nejvyšší výkony někteří jezdci volí spojky specializovaných výrobců (např. Hinson), které mají více přítlačných pružin s vyšší tvrdostí. (Obr. 7.5)

Obr. 7.5 Závodní spojka Hinson pro nejvyšší výkony



Zdroj: <http://www.btosports.com/p/HINSONCOMPLETE>

6.1.2 Soutěžní enduro

Motocykly kategorie soutěžní enduro (Příloha č. 32) vychází konstrukčně ze strojů pro motokros. Inovace jsou ovšem zdrženy o jednu až dvě sezony. Pohonné jednotky mají jemněji časovanou vačku, palivovou mapu určenou pro jízdu v těžkém terénu a měkčí odpružení. Zadní kolo má 18 palců místo standardních 19“ u krosových motocyklů. Vzhledem k jejich určení jsou vybaveny povinnou výbavou pro provoz na pozemních komunikacích, protože přejezdové části některých etap nejsou odděleny od provozu.

6.1.3 Dálkové rallye

Stroje pro dálkové rallye jsou naprostými speciály (Obr. 7.6). Geometrie podvozku je podobná motocyklům pro motokros, rámy jsou ale pevnější konstrukce (např. příhradové). Pohonné jednotky vychází z motokrosových speciálů, jsou ale upraveny a nastaveny pro větší výdrž a spolehlivost. Některé stroje (KTM) mají oddělené náplně oleje

v převodovce a motoru. Převodovky mají delší stupně a stroj tak může dosahovat vysokých rychlostí. Dále je motocykl vybaven konzolou pro připevnění navigačních systémů a přídatnými nádržemi. Nechybí ani výbava pro provoz na pozemních komunikacích kvůli přejezdům mezi etapami.

Obr. 7.6 Motocykl pro dálkové rallye KTM 450 Rally



Zdroj: <http://www.bike.se/bildspel/bildspel-nya-ktm-450-rally>

6.2 Silniční stroje

6.2.1 Okruhové speciály

Obr. 8.1 Okruhový speciál Honda CBR 1000RR specifikace SBK



Zdroj: <http://bikeduc.blogspot.cz/search/label/Leon%20Haslam>

Silniční závodní motocykly jsou naprostými speciály, které využívají nejmodernější technologie pro zvýšení výkonu a tím dosažení maximální rychlosti s co nejnižší mírou rizika. Paradoxem těchto strojů je, že závody se nikdy nekonají na pozemních komunikacích za provozu, výbava pro provoz na komunikacích je tedy nežádoucí nejen kvůli hmotnosti, ale i kvůli bezpečnosti.

6.2.1.1 Podvozky závodních silničních strojů

Odpružení závodních strojů na silnici je velmi důležitým prvkem ovlivňujícím výkon brzdění i akcelerace stroje. Přední vidlice musí dostatečně progresivně reagovat na případné nerovnosti povrchu dráhy, zároveň se ale nesmí příliš „ponožovat“ při prudkém brzdění a musí poskytovat dobrou zpětnou vazbu pilotovi. Zadní odpružení potom ovlivňuje přilnavost kola zejména při akceleraci ze zatáček a při prudkém dobrzdění, kdy má kolo tendence „poskakovat“.

Přední vidlice strojů WSBK využívají technologii **TTX** (Twin Tube Technology). Toto řešení přináší extrémně rychlou odezvu jak při útlumu, tak při kompresi. Díky pozitivnímu tlakovému vyvážení odpadá i riziko kavitace v důsledku extrémního namáhání tlumičů. Komprese a odskok tlumiče lze nastavovat zvlášť a jejich funkce je naprosto nezávislá. Vidlice jsou plněny dusíkem a mají oddělenou nádržku oleje (Obr. 8.2).

Na **zadní odpružení** jsou kladeny podobné nároky jako na přední vidlici. Centrální jednotka závodních speciálů je také plně nastavitelná ve velkém rozsahu a napomáhá tak ke zlepšení trakce zadního kola. I zde je využívána technologie TTX. (Příloha č. 33)

Naprostou specialitou potom je **elektronické nastavování podvozku**, kde je možno elektrickým pohonem kompletně nastavit chování celého podvozku nejen podle požadavků pilota, ale podvozek je sám schopen reagovat i na jízdní styl jezdce. Tento systém je použit například u stroje Ducati 1199 Panigale (Příloha č. 34) (COPE, 2012).

Obr. 8.2 Přední vidlice Öhlins FGR pro motocykly WSBK s technologií TTX



Zdroj: <http://www.halbich.cz/alpha/multimedia/show/ohlins-77.jpg>

6.2.1.2 Motory závodních silničních strojů

Motory silničních sportovních motocyklů jsou již po zrušení třídy do 125 ccm v MS výhradně čtyřdobé. Výkony motorů motocyklů nejsilnějších kubatur dosahují přes 180 [kW] a otáčky se přibližují až 15 tis. [ot/min].

Pístní skupina a rozvod jsou pohybující se části motoru a jejich hmotnost tak přímo ovlivňuje vlastnosti agregátu a jeho „ochotu“ přecházet do vysokých otáček. Zároveň je nutné zajistit co možná nejmenší tření mezi plochami. Písty jsou podobně jako u terénních motocyklů kovány nebo tlakově odlity do kokily kvůli dosažení nižší hmotnosti, a to ze slitiny hliníku a křemíku, u silničních strojů bývají povrchově upraveny vrstvou molybdenu pro snížení tření. Povrch ventilů a zdvihátek je kvůli eliminaci tření nitridován. **Ventily** nejvýkonnějších strojů MotoGP jsou zavírány pneumaticky, čímž se nejen snižuje hmotnost, ale lze tak dosáhnout vyšších otáček, protože tak nevzniká otáčkový limit daný charakteristikou vinuté pružiny. (Příloha č. 35)

„**Big-Bang**“ motor stroje **Yamaha YZF – R1** je revoluční ve světě supersportovních motocyklů sériové výroby. Tento systém je převzat ze závodních strojů specifikace MotoGP a hlavním specifíkem tohoto systému je pootočení ramen klikového hřídele o 90° (Obr. 8.3) místo obvyklého plochého uspořádání kliky, tedy pootočení o 180°. To umožňuje odlišné časování zapalování a výkon tak rovnoměrněji rozložit, a tím výkon motoru podávat v přijatelnější podobě. Yamaha je zároveň prvním výrobcem, který tento systém po dlouhodobém testování v MotoGP použil u sériového sportovního stroje. Charakter motoru připomíná spíše motor s válci do V, než řadový čtyřválec. (MYSLIVEČEK, 2009)

Obr. 8.3 Klikový hřídel motoru „Big-Bang“ motocyklu Yamaha YZF – R1



Zdroj: <http://www.motorkari.cz/clanky/redakcni-testy/yamaha/yamaha-ymzf-r1-13642.html>

Ze **vstřikování** u silničních motocyklů plynou stejné výhody jako u strojů terénních. Možnost správného časování vstřiku a volba palivových map je u dnešních supersportů standardem. Dvojité vstřikování pracuje ale s mírnými odlišnostmi. U silničních strojů se totiž horní vstřik připojuje až ve vysokých otáčkách a podporuje maximální výkon oproti nepřetržitě aktivnímu hornímu vstřiku u terénních strojů.

V tab. 3 jsou uvedeny výkonové charakteristiky závodních silničních motocyklů. Uváděné hodnoty jsou pouze přibližné, přesné hodnoty továrních speciálů nejsou k dispozici.

Tab. 3 **Výkonové charakteristiky silničních závodních strojů**

| Třída | Jmenovitý výkon [kW] | Poměr výkon/hmotnost [kW/kg] | Litrový výkon [kW/cm ³] |
|--------|----------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| MotoGP | 185 | 1,17 | 187 |
| Moto 2 | 110 | 0,81 | 183 |
| Moto 3 | 37 | 0,44 | 148 |

Zdroj: www.motogp.com

6.2.1.2.1 Elektronika závodních silničních strojů

Elektronika hraje u motorů silničních strojů daleko větší roli, než je tomu u motocyklů terénních. Každý výrobce vyvíjí vlastní elektronické systémy, které plní obdobnou funkci.

Kontrola trakce TC (Traction Control) přizpůsobuje impuls zapalování a vstřikování na základě sběru dat o rychlostech předního a zadního kola, otáčkách motoru a pootočení rukojetě akcelérátoru. Na zadní kolo potom posílá přesně takový výkon, aby prokluz kola byl maximálně 8% (experimentálně zjištěná hodnota) a pilot zároveň nedostal přetáčivý smyk, jehož následkem může být tzv. High-Sider (COPE, 2012).

Motorová brzda EBC (Engine Brake Control) je elektronický systém umožňující nastavit intenzitu brzdění motorem. Tento systém v sériové verzi poprvé představila Ducati u modelu Panigale. Nastavit je možno ze tří úrovní intenzity brzdění (COPE, 2012).

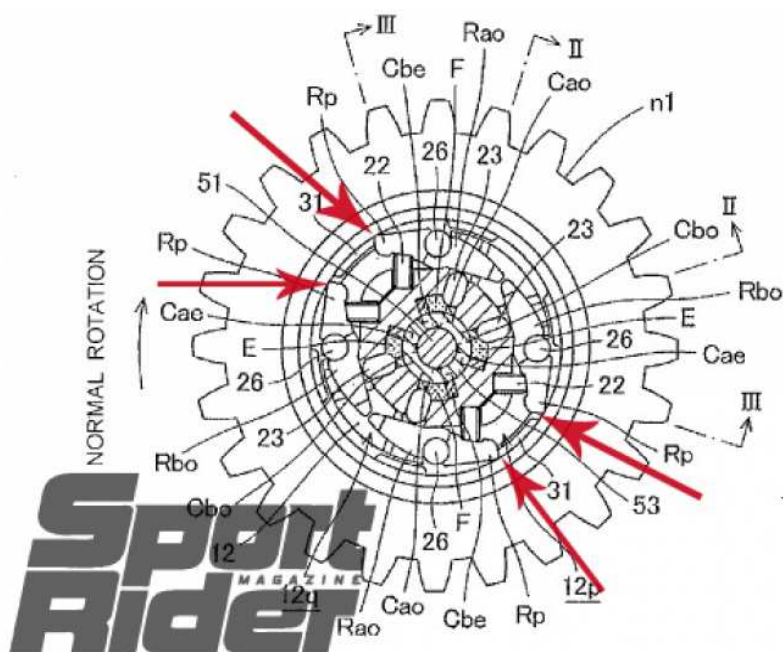
Rychlo řazení QS (Quick Shifter) umožňuje přeřadit rychlost bez ubrání plynu a stisku spojky. Systém při řazení na okamžik vyřadí impulzy zapalování, tím je na velmi krátkou dobu přerušen krouticí moment motoru a převodovka tak může zařadit další rychlostní stupeň. Výhodou je, že lze řadit při akceleraci i v zatáčce bez rozhození rovnováhy motocyklu a v neposlední řadě i rychlost přeřazení je mnohem vyšší (COPE, 2012).

Elektronický plyn RbW (Ride by Wire) nahrazuje klasické ovládání plynu lankem. Snímána je poloha rukojetě a elektronický signál je posílán do řídicí jednotky, která signál zpracovává a reguluje vstřikovače (COPE, 2012).

6.2.1.3 Převodovka a spojka závodních silničních strojů

Převodovky sportovních strojů jsou zubové bez synchronizace. Řazení probíhá pomocí konvenčního řadicího mechanismu. Výjimku tvoří motocykly specifikace MotoGP, kde tovární speciály Honda (Obr. 8.4) používají velmi složitý mechanismus řazení, který umožňuje zařadit vyšší rychlostní stupeň bez vypnutí zapalování Quick Shifterem. *„Namísto použití nálitků pro spojování ozubených kol s předlohovým hřídelem používá Honda přesouvání několika **stavěcích tyček**, které se pohybují uvnitř samotného předlohového hřídele. Stavěcí tyčky ovládají výkyvné západky uvnitř jednotlivých převodových kol, které spojí ozubená kola s předlohovým hřídelem, když se mění převodový stupeň. Západky a otvory vyfrézované do vnitřní části ozubených kol jsou **navrženy tak**, že při přeřazování na vyšší rychlostní stupeň se **předchozí rychlost současně vyřadí**. To znamená, že není nutné přerušovat přívod síly, která je stále přenášena a není potřeba ani žádné činnosti se spojkou.“* (MILER, 2010)

Obr. 8.4 Schéma stavítek předloňového hřídele víceúrovňové převodovky Honda



Zdroj: <http://www.superbike-online.cz/magazin/honda-rc212v-motogp-tajemstvi-prevodovky-odhaleno/obrazek/3>

Spojky závodních speciálů jsou vícelamelové ovládané hydraulicky. Na rozdíl od terénních motocyklů jsou buď v olejové lázni, nebo také suché s otevřeným víkem kvůli chlazení. Sportovní motocykly mají tzv. antihoppingovou spojku (Obr. 8.5), která napomáhá eliminovat poskakování zadního kola při prudkém brzdění prokluzem spojkového unašeče.

Obr. 8.5 Anithoppingová úprava spojky motocyklu Kawasaki Ninja ZX-6R



Zdroj: <http://www.kawasaki.cz/Product/Features/340D4C16331>

6.3 Nastavení motocyklu

Závodní stroje jsou upravovány na míru každému jezdcí. Každý pilot si může zvolit geometrii motocyklu např. polohou stupaček, řídítek nebo tvarováním některých součástí. (Příloha č. 36 a 37) Motocykl se tak stává plnohodnotným sportovním nářadím, které je naladěno potřebám, jízdnímu stylu a tělesné stavbě závodníka. Na nastavení motocyklu přímo závisí výsledek závodu a o jeho správné naladění se stará tým mechaniků, kteří motocykl na každý závod připravují. Neméně důležitým aspektem jsou potom pneumatiky, které se volí dle povahy dráhy a povětrnostních podmínek. Špatná volba pneumatik může i při dokonalém nastavení motocyklu rozhodnout o neúspěchu v závodě.

7 Vize, možnosti a očekávaný vývoj

Sportovní motocykly se neustále vyvíjejí a upravují se jejich konstrukční řešení. Používají se nové, **lehčí a pevnější materiály**, kterými se docílí snížení hmotnosti i o gramy mezi modely jednotlivých sezon. Tento vývoj je určován do jisté míry sportovními regulami vydávanými mezinárodní motocyklovou federací FIM. Ta totiž přímo vydává technické podmínky pro závodní stroje, jejichž technologie se následně promítají do sériově vyráběných sportovních strojů. Na druhou stranu je snaha připravit kvalitní a bezpečné stroje pro začínající závodníky a to i za přijatelnou cenu. Někteří výrobci, např. KTM, nabízejí úpravu kitem běžného stroje na ryzí závodní speciál, nebo odkup rovnou závodního speciálu se servisním týmem pro závody. Lze tedy očekávat, že do motorsportu se tak se vzrůstajícími možnostmi a postupem času budou přihlašovat i další týmy, které by bez těchto podmínek nemohly do souboje o body zasáhnout.

Dalším aspektem, který se do motorsportu promítá, je ekologie. Emisní a hlukové normy se týkají i motocyklového sportu. Limity těchto norem byly jedním z důvodů postupného rušení závodních tříd dvoudobých motocyklů a tím se spustil intenzivní vývoj čtyřdobých strojů. V závodech série Tourist Trophy se ale na startu objevují i **motocykly poháněné elektromotorem** a další projekty s označením „E“ se dostaly i do sériové výroby (Obr. 9.1). Můžeme tedy předpokládat, že tudy povede cesta budoucnosti. Dnešní

technologie umožňují zatím vyrobit pouze baterie značné hmotnosti a s omezenou kapacitou, které se tak stávají hlavním omezujícím faktorem při vývoji závodních strojů. Další nevýhodou je prozatím pořizovací cena stroje, která může být až několikrát vyšší, než podobně výkonný stroj se spalovacím motorem. Elektropohon je tak zatím doménou lehčích motocyklů a skútrů.

Obr. 9.1 Terénní motocykl poháněný elektromotorem KTM Freeride E



Zdroj: <http://www.motoblog.it/galleria/ktm-freeride-e-01>

8 Závěr

Sportovní motocykly všech druhů jsou špičkovými stroji, které využívají nejmodernějších technologií k dosažení maximálních výkonů a bezpečnosti při jejich provozu. Historicky byl motocykl koncipován jako lehký a levný dopravní prostředek, ze kterého se konstrukčními úpravami stavěl závodní stroj. Dnešní sportovní motocykly se naopak dostaly do popředí vývoje a z jejich otestovaných inovací přechází prvky do sériové výroby konvenčních motocyklů.

První kapitoly práce rámcově obsahují koncepční řešení konstrukce sériových motocyklů, podrobný popis jednotlivých stěžejních částí a základní princip jejich funkce. To je důležité pro pochopení základní stavby strojů, která je shodná se závodními speciály. Z těchto znalostí pak vychází kapitoly další

Kapitoly popisující konstrukční specifika sportovních strojů jsou rozděleny na dvě části. První část se týká závodních motocyklů určených do terénu. Tyto stroje se vyznačují obratností, nízkou hmotností, vysokými zdvihy pérování, výkonným jednoválcovým motorem a také odolností dílů při pádu motocyklu. Druhá část je věnována silničním okruhovým speciálům, které vynikají velmi výkonnými motory, brzdami a nejmodernější elektronikou, která pomáhá dělat tyto „superbiky“ ovladatelné i při rychlostech přesahující třístokilometrovou hranici.

Za dobu své existence se sportovní motocykly staly trendem a životním stylem. Proto jsou kladeny i na tyto stroje vysoké nároky spojené s moderní dobou, tedy požadavky týkající se ekologie. Každý závodní okruh má své hlukové a emisní limity a výrobci jsou povinni je dodržovat. Jednou z cest vývoje nových strojů tedy může být sportovní stroj s elektropohonem.

Tématem navazující diplomové práce by se mohlo stát podrobné zkoumání konstrukce odpružení závodních strojů ve spolupráci s firmou Motopoint, se kterou jsem navázal kontakt při psaní bakalářské práce. Praktickou částí by bylo testování vlivu nastavení odpružení nejen na jízdní vlastnosti, ale i na opotřebení různých částí motocyklu, jako jsou ložiska, pneumatiky atp.

9 Literatura a informační zdroje

VLK, František. *Teorie a konstrukce motocyklů*. 1. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2004. ISBN 80-239-1601-7.

ROLLINGER, Miroslav. *Motorkáři.cz: Technika motocyklu - 3. část - brzdy*. [online]. 2005 [cit. 2014-01-24]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-3.-cast-brzdy-3259.html>

ROLLINGER, Miroslav. *Motorkáři.cz: Technika motocyklu - 6. část - motor* [online]. 2005 [cit. 2014-01-24]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-6.-cast-motor-3354.html>

ROLLINGER, Miroslav. *Motorkáři.cz: Technika motocyklu - 10. část - převody* [online]. 2005 [cit. 2014-01-24]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-10.-cast-prevody-3498.html>

ROLLINGER, Miroslav. *Motorkáři.cz: Technika motocyklu - 8. část - podvozek* [online]. 2005 [cit. 2014-01-24]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-8.-cast-podvozek-3456.html>

RŮŽIČKA, Miroslav. *Jízda směrovým obloukem*. Česká zemědělská univerzita, 2013 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <https://moodle.czu.cz/course/view.php?id=1416>

KOLIČ, Vojtěch. *Technika motocyklových rámců*. *Motohouse.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://www.motohouse.cz/technika-motocyklovych-ramu>

PODUŠKA, Petr. *Kawasaki cross modely 2012*. *Motorkáři.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/moto-novinky/kawasaki/kawasaki-cross-modely-2012-18564.html>

RŮŽIČKA, Bronislav. *Autorevue.cz: Karbonové brzdy - krok k dokonalosti* [online]. 2001 [cit. 2014-01-08]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/karbonove-brzdy--krok-k-dokonalosti_2

MYSLIVEČEK, Tomáš. Yamaha YZF – R1. *Motorkáři.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/redakcni-testy/yamaha/yamaha-yzf-r1-13642.html>

MILER, Jakub. Honda RC212V MotoGP: Tajemství převodovky odhaleno *Superbike-online.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.superbike-online.cz/magazin/honda-rc212v-motogp-tajemstvi-prevodovky-odhaleno/>

COPE, Ben. *Visor Down: Electronically speaking: Ducati 1199 Panigale* [online]. 2012 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.visordown.com/features/electronically-speaking-ducatti-1199-panigale/20069.html>

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/6540002_fr.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/6510007_eng_.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-11-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/2013_Motocross_Tech_rules.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/6530001_eng.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/6550004_eng.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/6510002_eng.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/2013_Sidecar_World_Championship_code.pdf

FIM. *Fédération Internationale de Motocyclisme* [online]. © 2012 [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: http://www.fim-live.com/fileadmin/alfresco/6510004_eng.pdf

Přílohy

Příloha č. 1 **Dělení sportovních motocyklů dle Mezinárodní motocyklové federace FIM.**

I. Terénní motocykly

Terénní sportovní motocykl (soutěžní enduro) – kategorie L₃ je určen pro sportovní účely. Na motocyklech je namontována kompletní výbava a jsou způsobilé pro provoz na pozemních komunikacích. Motocykly jsou děleny do kategorií E1, E2 a E3, Cross country a speciály pro dálkové rallye.

E1 – motocykl s dvoudobým motorem a objemem 100 – 144 ccm nebo se čtyřdobým motorem o objemu 175 – 250 ccm.

E2 – motocykl s dvoudobým motorem a objemem 175 – 250 ccm nebo se čtyřdobým motorem o objemu 290 – 450 ccm.

E3 – motocykl s dvoudobým motorem a objemem 290 – 500 ccm nebo se čtyřdobým motorem o objemu 475 – 650 ccm.

Cross country – motocykly obdobných kubatur jako kategorie E, pro závody Cross country nejsou povinně vybaveny pro provoz na pozemních komunikacích (závod na uzavřeném okruhu), zpravidla mají zvětšený objem nádrže.

Dálkové rallye – motocykl speciální konstrukce koncipován na vysokou spolehlivost (Dakar, Moroco, Baja atp.). Maximální zdvihový objem 450 ccm. Hlavní odlišností od klasických soutěžních motocyklů jsou přídatné nádrže, delší zdvihy pérování a konzole pro namontování navigačních systémů.

Motokrosově speciály jsou motocykly určeny pro závody výhradně na uzavřených okruzích. Nemusí proto splňovat předpisy pro provoz na pozemních komunikacích. Motocykly jsou řazeny do kategorií dle objemových tříd:

65 ccm – Motocykly poháněné dvoudobým motorem o zdvihovém objemu 65 ccm (závodníci ve věku 10 až 12 let).

85 ccm – Motocykly poháněné dvoudobým motorem o zdvihovém objemu 85 ccm, nebo čtyřdobým motorem o objemu do 150 ccm (závodníci ve věku 11 až 14 let – motocykly se čtyřdobými motory se nemohou účastnit juniorského MS).

125 ccm – Motocykly poháněné dvoudobým motorem o zdvih. objemu 125 ccm (závodníci ve věku 13 až 17 let pro juniorské mistrovství světa).

MX 2 – Stroje poháněné čtyřdobými motory o objemu 175 až 250 ccm a dvoudobými motory o zdvihovém obejmu 100 až 125 ccm (závodníci v mistrovství světa pouze do 23 let).

MXGP – Stroje poháněné čtyřdobými motory o zdvihovém objemu 290 až 450 ccm a dvoudobými motory o objemu 175 až 250 ccm.

MX 3 – Stroje poháněné čtyřdobými motory o zdvihovém objemu 475 až 650 ccm a dvoudobými motory o objemu 290 až 500 ccm. V této třídě mohou startovat i motocykly specifikace MX 1 a MX 2. V mistrovství České republiky jsou třídy MX 1 a MX 3 sloučeny a nahrazeny třídou OPEN. V MS třída zrušena.

SIDECAR – Speciální motocykly se třemi koly (jedno vpředu, dvě vzadu – kolo motocyklu a vozíku) s poháněnou zadní nápravou (2 hnací kola) a dvěma jezdci. Poháněné dvoudobými motory o objemu 350 – 750 ccm a čtyřdobými motory do zdvih. objemu 1000 ccm. Motory jedno i dvou válcové.

Trial motocykly – motocykly navrhovány s požadavkem především na vysokou ovladatelnost a dobré jízdní vlastnosti ve velmi členitém terénu. Mají velký úhel natočení předního kola a konstrukce rámu je přizpůsobena pro co možná nejvolnější pohyb jezdce na stroji. Poháněné jsou zpravidla dvoudobými motory o zdvih. objemu 80 – 300 ccm, nebo čtyřdobými o zdvihovém objemu 250 – 300 ccm.

Plochodrážní motocykly – Závodní speciály určené výhradně pro provoz na uzavřených okruzích (oválech). Konstrukce strojů je přizpůsobena výhradně zatáčení doleva. Tyto motocykly postrádají veškerou výbavu pro provoz mimo tyto okruhy. Nemají brzdy a dle typu oválu jsou jedno, či dvou rychlostní. Pro tyto stroje jsou vyráběny asymetrické pneumatiky speciální konstrukce s hlubokým dezénem nebo se pneumatiky dodatečně opatřují ocelovými hroty pro ledovou plochou dráhu. Motory těchto strojů jsou jednoválcové, čtyřdobé a výhradně plněné směsí vzduchu a metanolu (metanol umožňuje použít vyšší kompresní poměr) pomocí karburátoru. Motory mají zdvihové objemy do 500 ccm.

II. Silniční motocykly

Silniční závodní motocykl je speciální motocykl určený pro provoz po uzavřených silničních okruzích. Motocykly se třídí do kategorií dle objemových tříd a úrovně soutěže.

- **Moto GP** – prototypy sportovních motocyklů účastníci se Velkých cen mistrovství světa. Konstruovány pro maximální výkon a bezpečnost.

Objemové třídy:

Moto 3 – motocykly s jednoválcovým čtyřdobým motorem o objemu maximálně 250 ccm.

Moto 2 – motocykly s maximálně čtyřválcovými motory o objemu maximálně 600 ccm.

MotoGP – motocykly s maximálně čtyřválcovými motory o objemu maximálně 1000 ccm.

- **Superbike (SBK)** – motocykl svou konstrukcí vycházející ze sériově vyráběného motocyklu, schváleného pro provoz po pozemních komunikacích. Motocykl je upraven pro maximální výkon a bezpečnost při

jízdě po okruhu (demontovaná světla, stupačky spolujezdce, zrcátka, RZ, systémy elektronicky ovládaného plynu, kontrola trakce apod.).

Objemové třídy:

Superstock 600 – motocykly se čtyřdobým motorem o objemech motorů max. 600, 675 a 750 ccm pro 4, 3 a 2 – válcové motory.

Superstock 1000 – motocykly se čtyřdobým motorem o objemech motorů max. 1000 ccm pro 3 a 4 válcové motory a 1200 ccm pro 2 – válcové motory.

Supersport – motocykly se čtyřdobým motorem o objemech motorů max. 600, 675 a 750 ccm pro 4, 3 a 2 – válcové motory s vyšší povolenou technologickou modifikací závodního speciálu (elektronika, řazení atp.).

Superbike – motocykly se čtyřdobým motorem o objemech motorů max. 1000 ccm pro 3 a 4 válcové motory a 1200 ccm pro 2 – válcové motory s vyšší povolenou technologickou modifikací závodního speciálu (elektronika, řazení atp.).

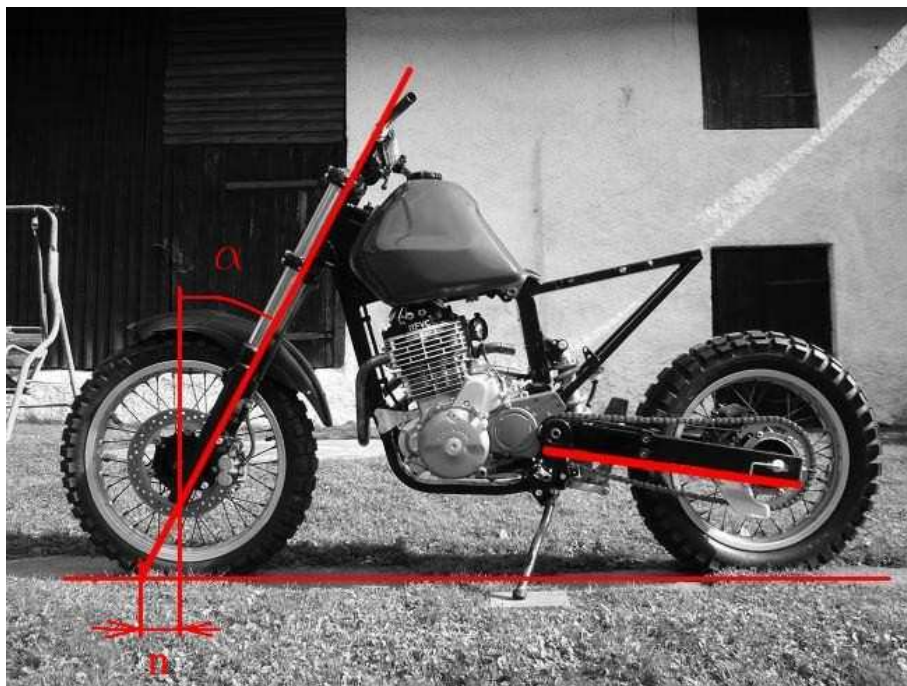
- **World Endurance (WEC)** – motocykl speciální konstrukce vycházející z motocyklu sériové výroby. Vysoké nároky na výkon, bezpečnost a výdrž. Nutná snadná výměna kol, doplňování paliva a menší servisní úkony (účastní se vytrvalostních závodů série Le Mans) Některé mají výbavu pro provoz za tmy.
- **SIDECAR** – Speciální motocykly se třemi koly (jedno vpředu, dvě vzadu – kolo motocyklu a vozíku) s poháněnou zadní nápravou (2 hnací kola) a dvěma jezdci. Poháněné čtyřdobými čtyřválcovými motory o objemu 750 – 1000 ccm.

Příloha č. 2 Dynamika jízdy motocyklu

I. Rozměry a geometrie motocyklu

Ovladatelnost motocyklu určují hlavní měrou jeho rozměry udávající i geometrii řízení. Rozhodující jsou především údaje znázorněné na obr. I. a obr. III.

Obr. I. Definice základních rozměrů podvozku motocyklu



Nejdůležitější parametry jsou:

- 1) úhel sklonu přední vidlice (α)
- 2) styčný bod kola se zemí
- 3) průsečík osy (sloupku) řízení se zemí
- 4) závlek (stopa) předního kola (n)
- 5) rozvor kol (l – obr. III)
- 6) poloha těžiště (vzdálenost od přední nápravy l_p a od zadní nápravy l_z – obr. IV)
- 7) rozdělení zatížení (přední kolo m_p – obr. IV)
- 8) rozdělení zatížení (zadní kolo m_z – obr. IV).

II. Úhel sklonu přední vidlice (osy řízení)

Úhel sklonu osy řízení svírá přední vidlice s rovinou vozovky. Menší úhel sklonu vidlice znamená, že je kolo více předsunuto dopředu. To eliminuje kmitání řídítek při jízdě přímo a v souladu se závlekiem předního kola zlepšuje vedení ve vysokých rychlostech. Úhel sklonu vidlice (na obr. I. úhel α) je úhel mezi osou řízení a svislou osou. Tento úhel bývá 26° až 29° (VLK, 2004).

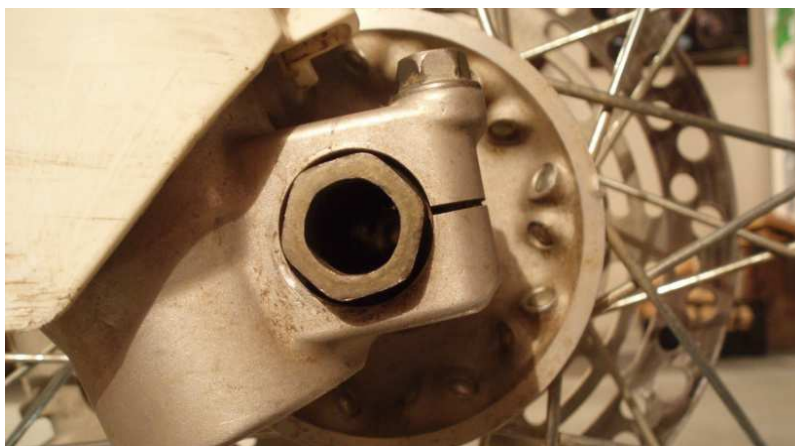
III. Styčný bod kola se zemí a průsečík osy řízení se zemí

Styčný bod kola se zemí je bod, kterým prochází kolmice na rovinu vozovky protínající osu předního kola. Průsečík osy řízení je bod, kterým prochází prodloužená osa otáčení řídítek motocyklu a protíná rovinu vozovky.

IV. Závlek předního kola

Závlek předního kola je vzdálenost mezi styčným bodem kola se zemí a průsečíkem osy řízení se zemí (na obr. I. rozměr n). Závlek předního kola lze konstrukčně měnit předsunutím vlastní osy kola (obr. II). Větším závlekiem předního kola je dosaženo lepší jízdní stability ve vyšších rychlostech, spolu s menším úhlem sklonu vidlice i v nízkých rychlostech jízdy. (VLK, 2004)

Obr. II. Předsunutá osa předního kola



V. Rozvor kol

Rozvor kol (vzdálenost mezi osou předního a zadního kola, na obr. 1.3 rozměr l) je základní rozměr, z něhož přímo vychází celkové rozměry motocyklu. Je závislý na vnějších rozměrech motoru s převodovou skříní – někdy je blok motoru s převodovkou přímo součástí nosné části rámu. Rozvor je také závislý na výkonu motoru. Obvyklé rozměry dle Vlka (2004) jsou uvedeny v tab. I.

Tab. I. Obvyklé rozměry rozvorů motocyklu dle výkonu motoru

| Zdvihový objem motoru | Rozměry rozvoru |
|-----------------------|-----------------|
| < 125 ccm | 1270 – 1400 mm |
| 125 – 500 ccm | 1400 – 1460 mm |
| > 500 ccm | 1460 a více |

Obr. III. Rozvor motocyklu



Větší rozvor motocyklu napomáhá k lepšímu vedení motocyklu za vyšších rychlostí a jeho stabilitě např. na přímých nerovných úsecích. S větším rozvorem se ale zvětšují celkové rozměry motocyklu, tím i jeho hmotnost a namáhání rámu motocyklu. Snižuje se

také obratnost motocyklu a jeho schopnost projíždět zatáčky s malým poloměrem. Tento nedostatek lze vyřešit zmenšením závleku kola – předsunutím osy kola (VLK, 2004).

VI. Poloha těžiště

Těžiště se určuje ve směru vertikálním i horizontálním. Pro jízdu je ale důležitější poloha těžiště celku, tedy motocyklu s jezdcem. Ovlivnit polohu celkového těžiště je možno umístěním stupaček motocyklu, délkou zadní kyvné vidlice, konstrukcí vlastního bloku motoru spolu s převodovkou (Příloha č. 3) nebo umístěním palivové nádrže na stroji atp.

Posun těžiště dopředu potlačuje sklon k rozkmitání přední vidlice ve vysokých rychlostech, ale snižuje se tak ovladatelnost stroje. Nízko umístěné těžiště pozitivně ovlivňuje ovladatelnost a stabilitu motocyklu v nižších rychlostech, výše položené těžiště naopak zlepšuje jízdní vlastnosti ve vyšších rychlostech a umožňuje projíždět zatáčky agresivněji, způsobuje však vratkost stroje při nižších rychlostech (VLK, 2004).

VII. Určení polohy těžiště motocyklu

Při zjišťování délkové polohy těžiště měříme zatížení předního a zadního kola ve vodorovné poloze tak, že součet zatížení přední (m_p) a zadní (m_z) nápravy je roven celkové hmotnosti (m) motocyklu. (VLK, 2004)

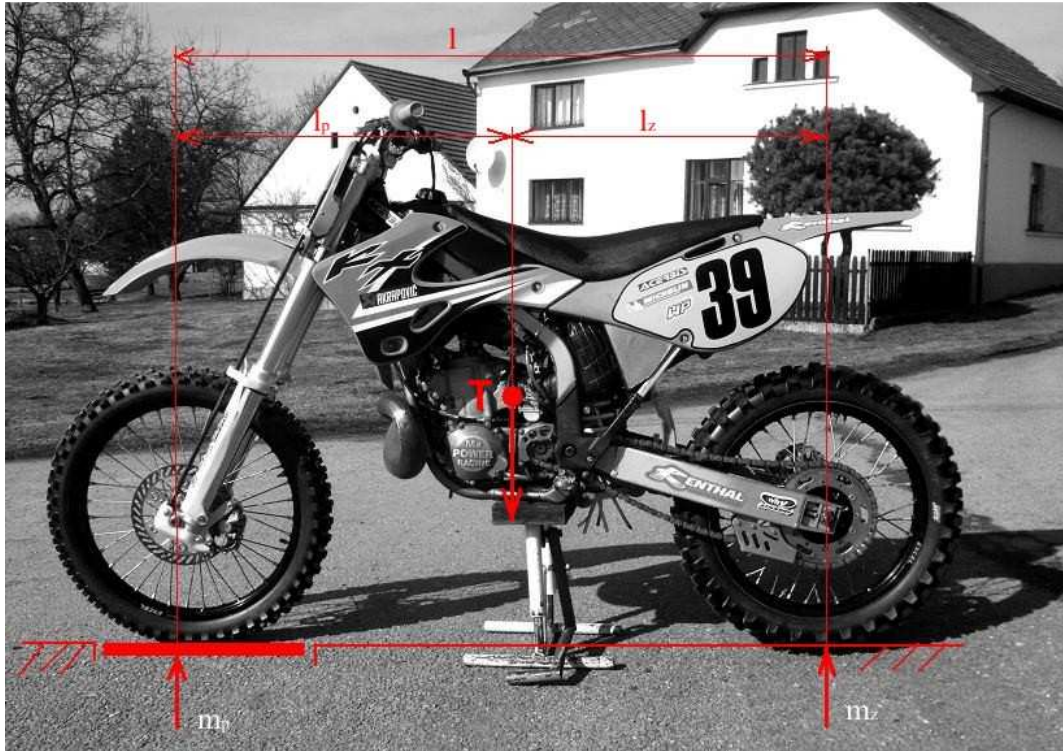
Z obr. 1.4 plyne vztah pro vodorovnou vzdálenost těžiště od předního kola

$$l_p = \frac{m_z}{m} \cdot l,$$

celková hmotnost motocyklu je tedy

$$m = m_p + m_z .$$

Obr. IV. Zjištění polohy těžiště v podélném směru



Vertikální poloha těžiště se určuje při zvednutém zadním kole do určité výšky H (obr. V.), tím se motocykl nakloní o úhel ν . Měří se hmotnost připadající na přední kolo m_p a po zdvihnutí zadního kola se měří zvýšená hmotnost m_{p1} , tím lze vypočítat přírůstek hmotnosti Δm_{p1} podle vztahu

$$m_{p1} = m_p + \Delta m_{p1},$$

dále pak podle výrazu

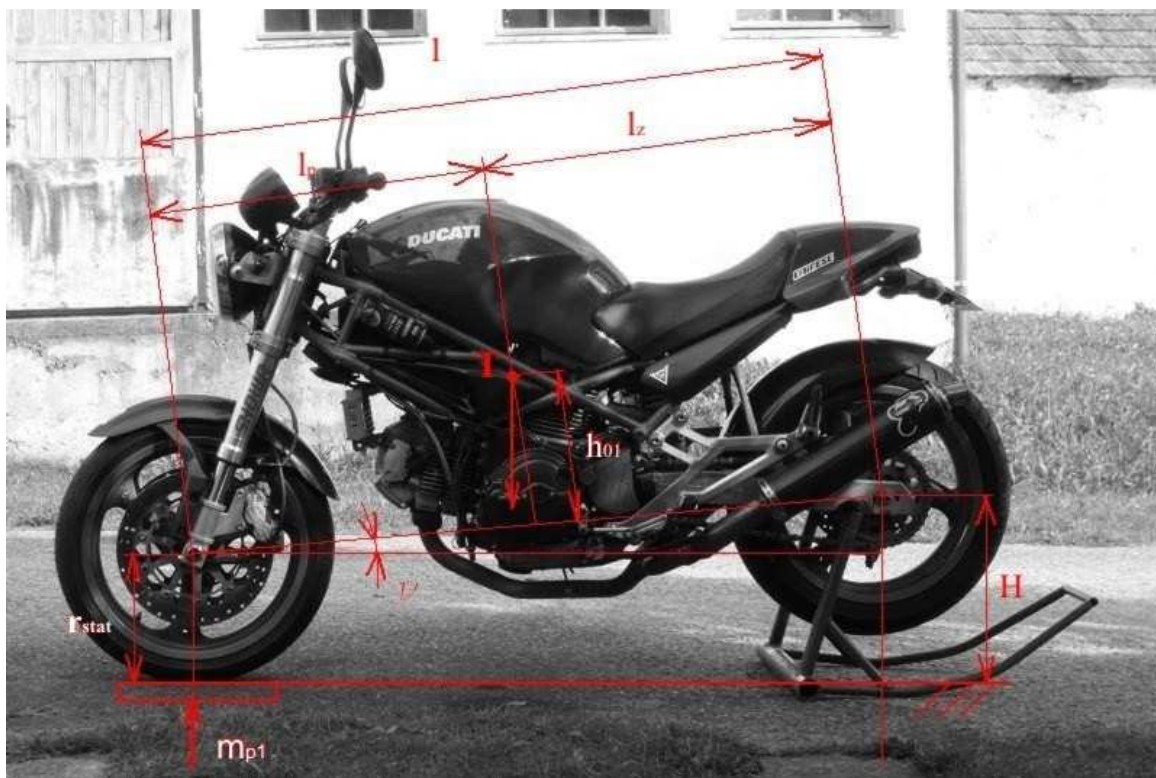
$$h_{01} = \frac{\Delta m_{p1}}{m} \cdot \frac{l}{\operatorname{tg} \nu}$$

je možné vypočítat kolmou vzdálenost h_{01} od spojnice středů předního a zadního kola. Výška těžiště se určí z výrazu

$$h = h_{01} + r_{stat},$$

kde r_{stat} je výška středu kola od podložky (pro přední a zadní kolo předpokládáme stejnou hodnotu). (VLK, 2004)

Obr. V. Zjištění polohy těžiště ve svislém směru



VIII. Pohon motocyklu:

a) Spalovacím motorem

Pro motocykly jsou používány zážehové motory plněné karburátorem nebo v poslední době zejména vstříkovacím systémem. Sportovní stroje před rokem 2000 téměř výhradně poháněly dvoudobé motory, a to hlavně kvůli jejich vysokému výkonu a nízké hmotnosti. Kvůli stále přísnějším ekologickým nařízením týkajících se emisí a hluku i v motorsportu výrobci začali vyvíjet čtyřdobé motory a jim upravovat i dynamiku celých strojů.

Motocykly poháněné **dvoudobým motorem** se vyznačují především obratností, ovladatelností a dobrou průchodností těžkým terénem. Naproti tomu výkon motoru je podáván (zejména u nízkých zdvihových objemů) nerovnoměrně, výkon je soustředěn do oblastí vysokých otáček a jsou tím kladeny vysoké nároky na jezdce a jeho schopnosti. V současné době jsou právě proto využívány zejména při enduro soutěžích za nepříznivého

počasí a při trialu. V závodech mistrovství světa v motokrosu a silničních motocyklů již „dvoutakty“ nemají své místo. (VLK, 2004)

Pro motocykly se **čtyřdobým motorem** je charakteristické široké spektrum použitelných otáček a plynulost chodu. Nepříznivým jevem je jistá „těžkopádnost“ stroje. Motocykl však dovoluje jezdcovi více jezdeckých chyb a jízda je méně únavná. Plnění je obstaráváno hlavně vstřikovacím systémem s proměnnými palivovými mapami pro úpravu charakteru motoru dle terénu. (ROLLINGER, 2005)

b) Elektromotorem

Moderní trend proniká i do motorsportu a elektromotocykly se konstruují stále častěji. Výhodou elektromotoru je především plynulé dávkování výkonu – nemá převodové stupně. Nevýhodou je dojezd stroje, hmotnost, vnější rozměry motoru a jeho baterií a zatím stále nižší výkon proti motocyklům se spalovacím motorem. Lze však předpokládat, že s progresivním vývojem technologií budou elektromotocykly stále konkurenceschopnější.

IX. Brzdění motocyklu

Brzdění motocyklu probíhá pomocí kotoučových brzd s kapalinovým ovládním. Brzdové kotouče jsou vyráběné z oceli, karbonu nebo spěkané oceli. Brzdný účinek je závislý na konstrukci brzdové soustavy. Zadní brzda je zpravidla konstruována s jedním kotoučem a maximálně dvěma pístky, přední pak jedno či dvou kotoučová. Konstrukce brzdě a počet pístků je odlišný od sportovního účelu motocyklu.

Silové poměry na brzděném kole vychází z předpokladu, že celkový brzdný výkon motocyklu spočívá na předním kole (Obr. VI.).

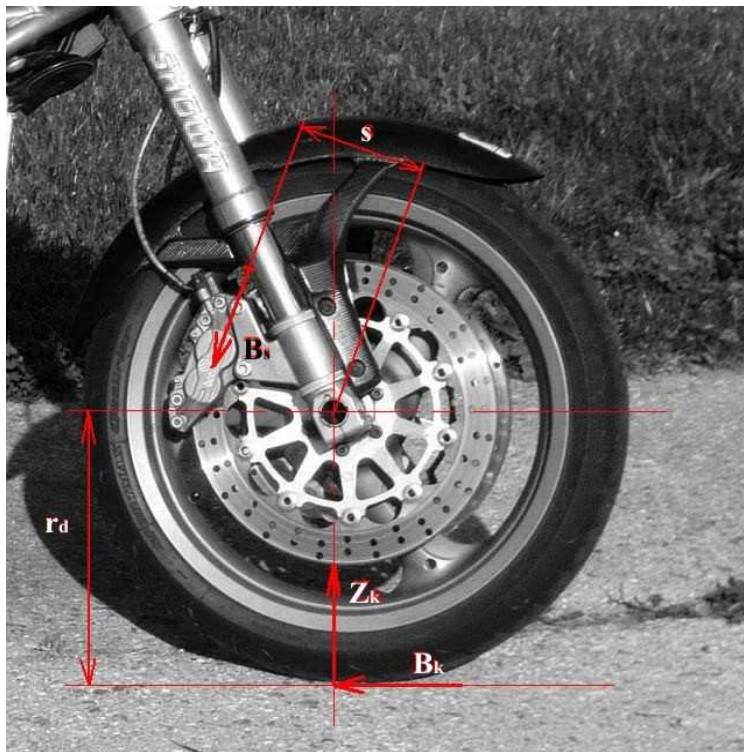
Z rovnováhy

$$B_s \cdot s = B_k \cdot r_d$$

je patrný vliv průměru kotouče na celkový výkon brzd. Maximální brzdná síla působící na kolo závisí na součiniteli přilnavosti μ při styku pneumatiky s vozovkou,

$$B_k = \mu \cdot Z_k \cdot$$

Obr. VI. Silové poměry působící na brzděném kole



s – střední poloměr kotouče
 r_d – poloměr brzděného kola
 B_s – brzdná síla od třmenu
 B_k – brzdná síla na kole
 Z_k – zatížení brzděného kola

Síla působící na brzdový pístek je závislá na celkové tuhosti brzdového systému, tzn. tlakové vedení brzdové kapaliny, uložení brzdové páčky a vlastní konstrukce brzdového třmenu. Posilovač brzd u motocyklů není používán, tlak ve vedení brzdové kapaliny je tedy přímo závislý na síle stisku brzdové páky. (VLK, 2004)

X. Jízda motocyklu do zatáčky

„Pohybuje-li se těžiště motocyklu po zakřivené dráze, pak vzniká dostředivé zrychlení“ (VLK, 2004, s. 118)

Pro jízdu po neklopené kruhové dráze platí vztah pro dostředivé zrychlení

$$a_d = \frac{v^2}{R}$$

kde v je okamžitá rychlost a R je poloměr křivosti zatáčení motocyklu při ustáleném (kvazistatickém) stavu.

Rovnováha motocyklu v zatáčce nastává, když výslednice odstředivé síly a tíhy motocyklu s jezdcem (působíště sil je v těžišti) prochází mezi stykovými body předního a zadního kola s jízdni dráhou. Odstředivá síla je závislá na poloměru zatáčky, tíhy stroje s jezdcem a rychlosti v zatáčce (Obr. VII.)

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

kde m je hmotnost, v rychlost motocyklu a R poloměr zatáčení. Aby bylo možné zatáčku bezpečně projet, je nutné naklopení o úhel γ , pro nějž platí

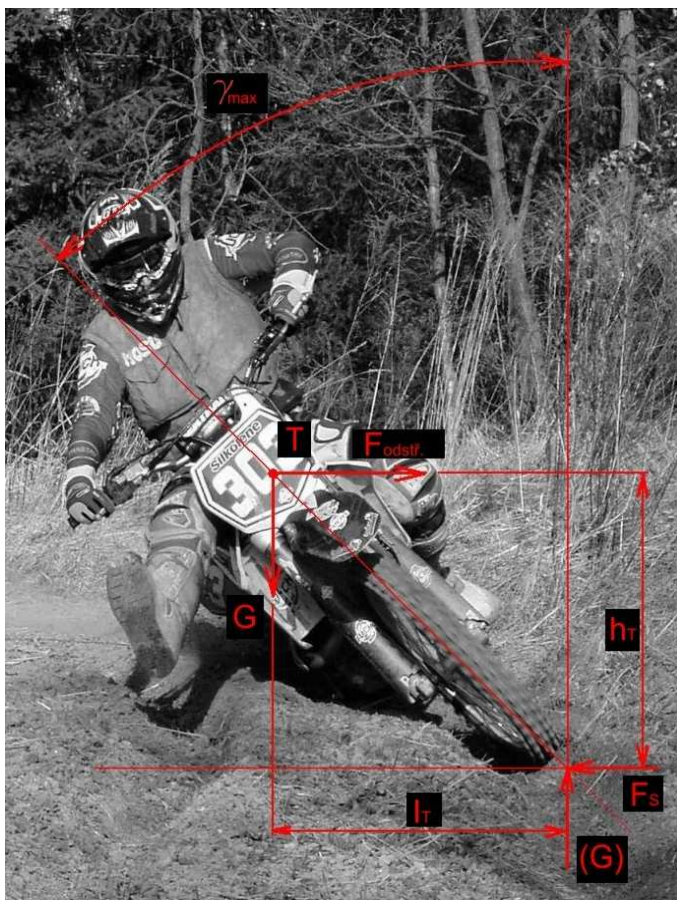
$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} = \frac{F_{\max}}{G} = \frac{F_{adh}}{G} = \frac{G \cdot \mu_y}{G} = \mu_y,$$

kde μ_y je součinitel boční adheze pneumatiky. Dále platí, že

$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} = \mu_y = \frac{m \cdot v^2}{R \cdot m \cdot g} = \frac{v_{\max}^2}{R \cdot g},$$

tím dostáváme vztah pro maximální rychlost v zatáčce

$$v_{\max} = \sqrt{R \cdot g \cdot \operatorname{tg} \gamma_{\max}} = v_{\max} = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu_y}.$$



Obr. VII. **Rovnováha motocyklu v zatáčce**

Rovnováha sil a momentů přijíždě v zatáčce ustálenou rychlostí:

$F_{\text{odstř.}}$ – odstředivá síla

G – tíha motocyklu s jezdcem

F_s – výsledná boční vodící síla předního a zadního kola

h_T – výška těžiště T

l_T – vzdálenost těžiště T motocyklu naklopeného o úhel γ od přímky styku kol s vozovkou

Zdroje: Obrázky použité v příloze č. 2 jsou vlastním zpracováním autora práce.

Příloha č. 3 Čtyřdobý motor motocyklu Husaberg FE



Zdroj: <http://www.motorkari.cz/clanky/clanky-reportaze/husabergy-2010-aneb-2-3-5-14674.html?kid=11692>

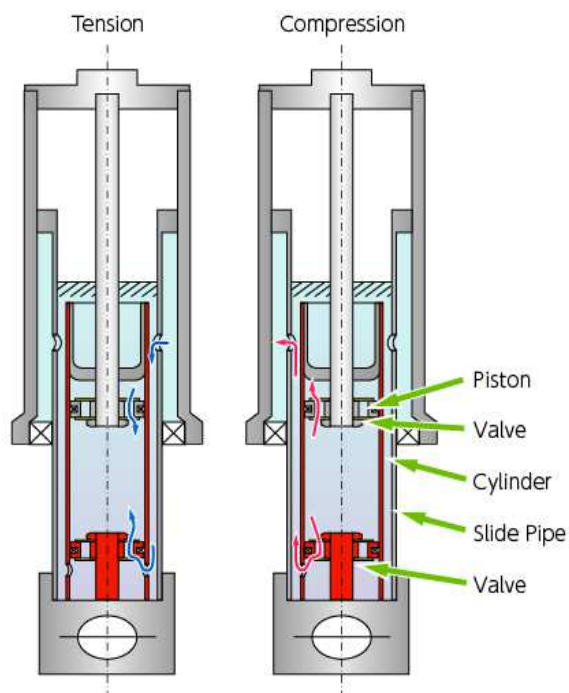
Toto uspořádání motoru posouvá rotující části blíže k celkovému těžišti motocyklu a tím ovlivňuje chování stroje při jízdě.

Příloha č. 4 Jednoduchý rám motocyklu Honda SLR 650



Zdroj: vlastní zdroj

Příloha č. 5 Řez teleskopickou vidlicí



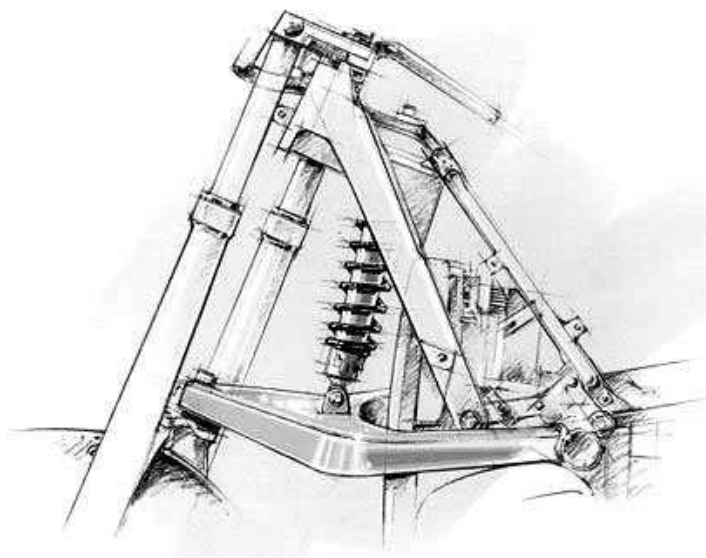
Zdroj: http://www.showa1.com/en/product/motorcycle/detail_shock_absorber_f_touritsu.html?width=500&height=510

Příloha č. 6 Přední kyvná vidlice motocyklu Honda CR 125 – koncept



Zdroj: <http://motorcyclephotooftheday.com/tag/vintage-mx/>

Příloha č. 7 **Přední odpružení typu Telerever**



Zdroj: http://www.motor-forum.nl/forum/list_messages/30974/Wie-weet-hoe-de-telelever-werkt-1.html

Příloha č. 8 **Vidlice s rejevým čepem motocyklu Bimota Tesi 3D EVO**



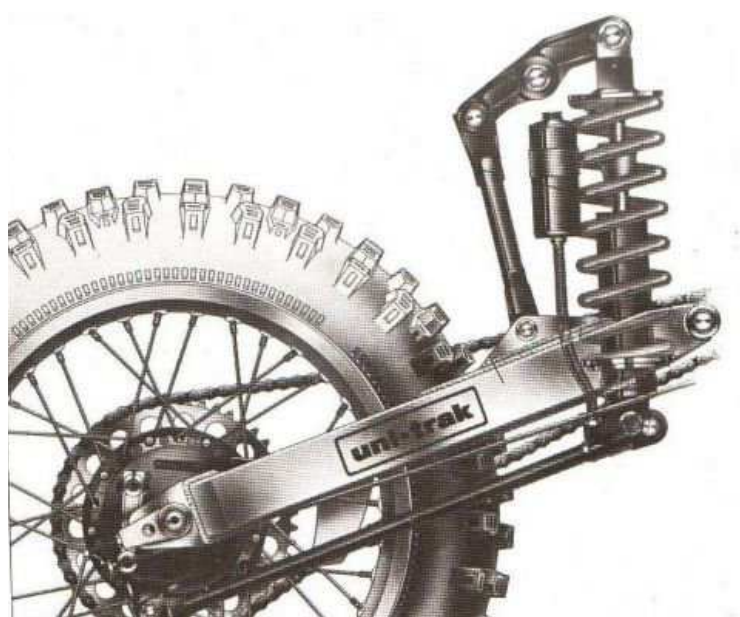
Zdroj: <http://www.2013reviews.com/bimota-tesi-3d-evo/><http://www.2013reviews.com/bimota-tesi-3d-evo/>

Příloha č. 9 Odpružení zadního kola typu Cantilever motocyklu Yamaha YZ 250



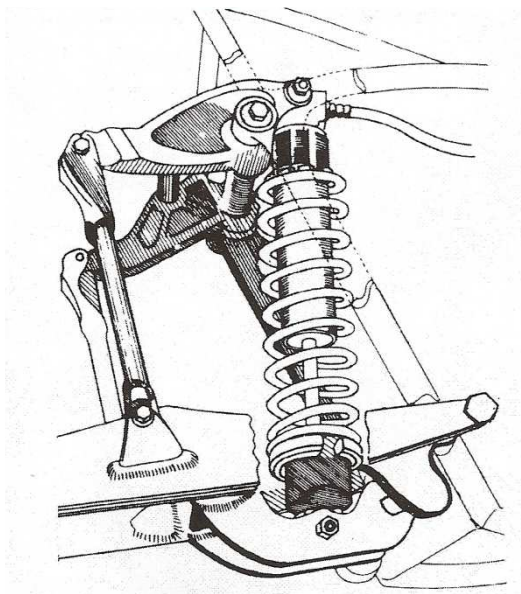
Zdroj: <http://forum.b92.net/topic/62132-motocikli/page-21>

Příloha č. 10 Systém odpružení Kawasaki – Uni Track



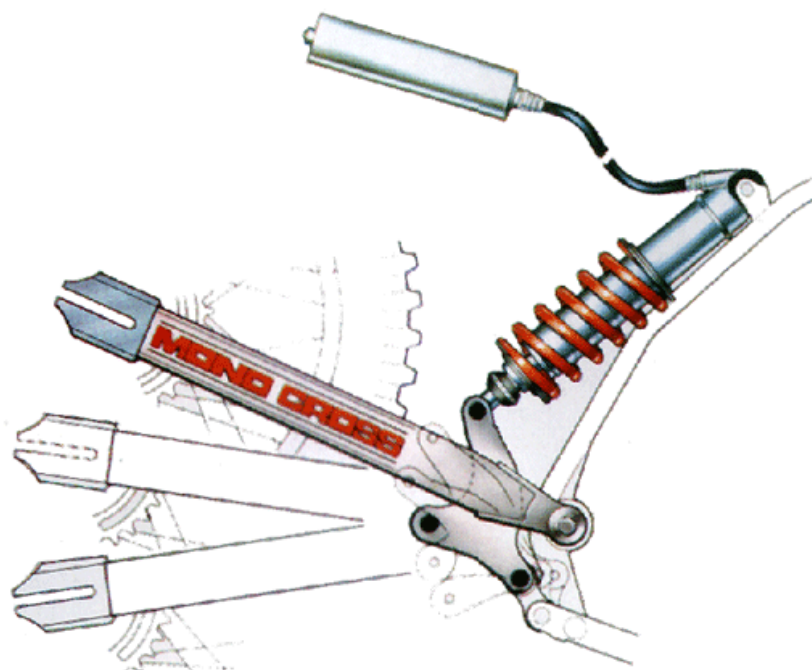
Zdroj: <http://terrakruda.forumfree.it/?t=56813783&st=60>

Příloha č. 11 Systém odpružení Suzuki – Full Floater



Zdroj: <http://www.xs650.com/forum/showthread.php?t=13426>

Příloha č. 12 Systém odpružení Yamaha – Monocross



Zdroj: http://www.rallye-tenere.net/Stamb_tt_600.htm

Příloha č. 13 Jednoramenná kyvná vidlice



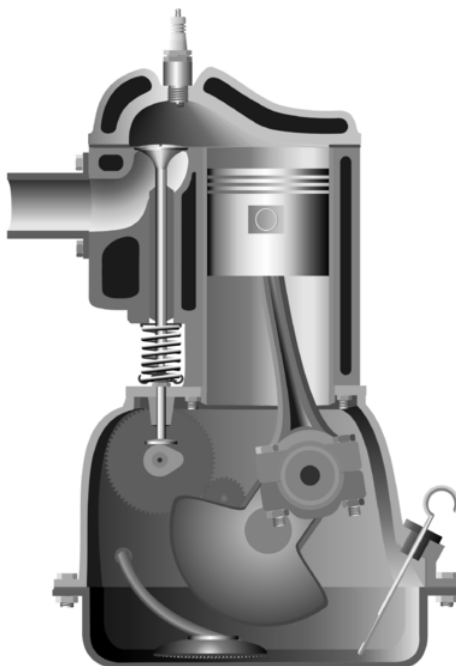
Zdroj: <http://www.autoblog.com/photos/2014-ducatti-1199-panigale-r/#photo-149448>

Příloha č. 14 Výplň pneumatiky Mousse firmy Michelin



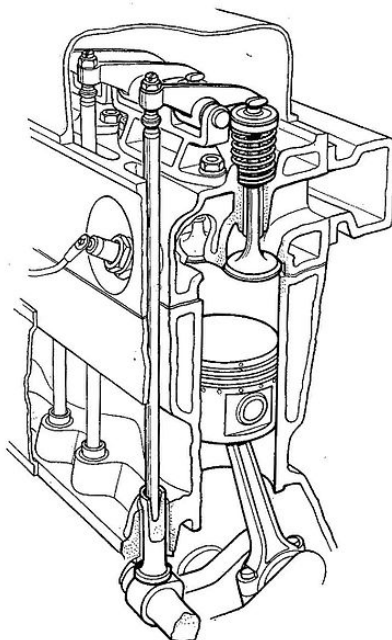
Zdroj: <http://www.dirtbikebitz.com/michelin-bib-mousses-front-p-4200.html>

Příloha č. 15: **Ventilový rozvod SV (side valves)**



Zdroj: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Side_valve_engine_with_Ricardo%27s_turbulent_head_02.png

Příloha č. 16 **Rozvod OHV (over head valve)**



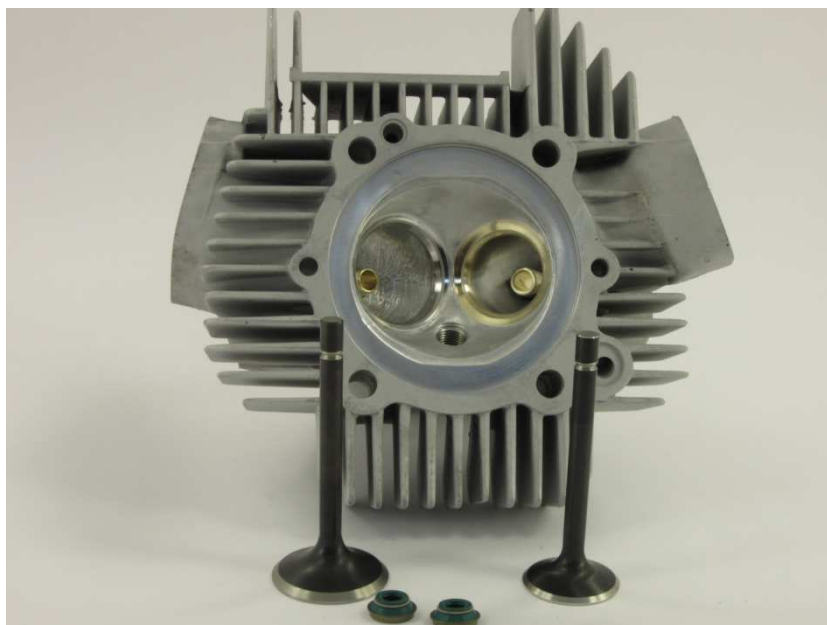
Zdroj: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:OHV_engine,_section_%28Autocar_Handbook,_13th_ed,_1935%29.jpg

Příloha č. 17 **Vačkový rozvod typu OHC motocyklu Honda SLR 650**



Zdroj: vlastní zdroj

Příloha č. 18 **Dvouventilová hlava motoru Ducati 750**



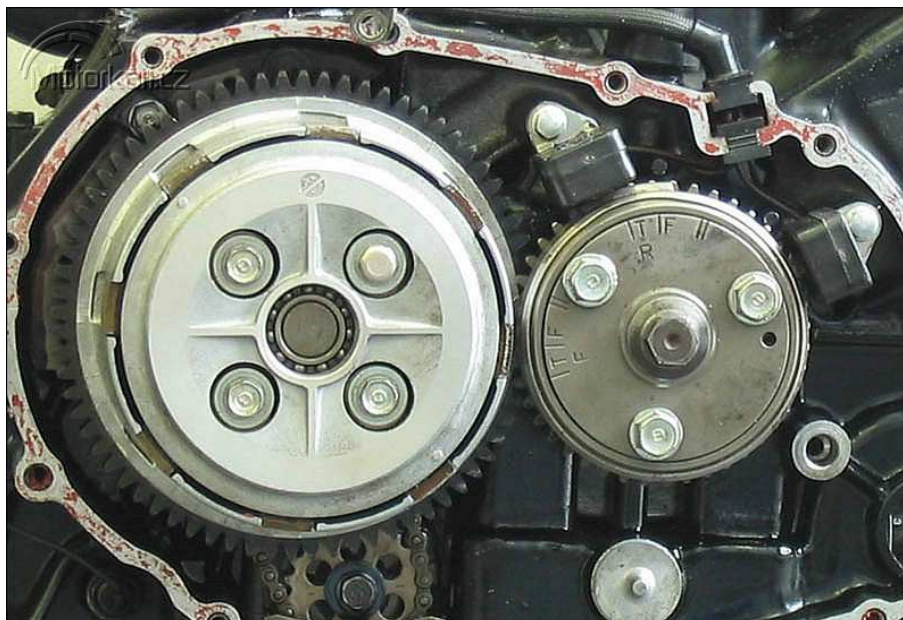
Zdroj: http://jprecision.com/wp-content/uploads/2012/09/IMG_0411.jpg

Příloha č. 19 Čtyř a pětiventilová hlava motoru Yamaha YZ 450f



Zdroj: <http://www.vitalmx.com/photos/features/First-Look-2010-Yamaha-YZ450F,3816/2010-Yamaha-YZ450F-cylinder-head-piston-09-10,20684/GuyB,64>

Příloha č. 20 Primární převod ozubenými koly motocyklu



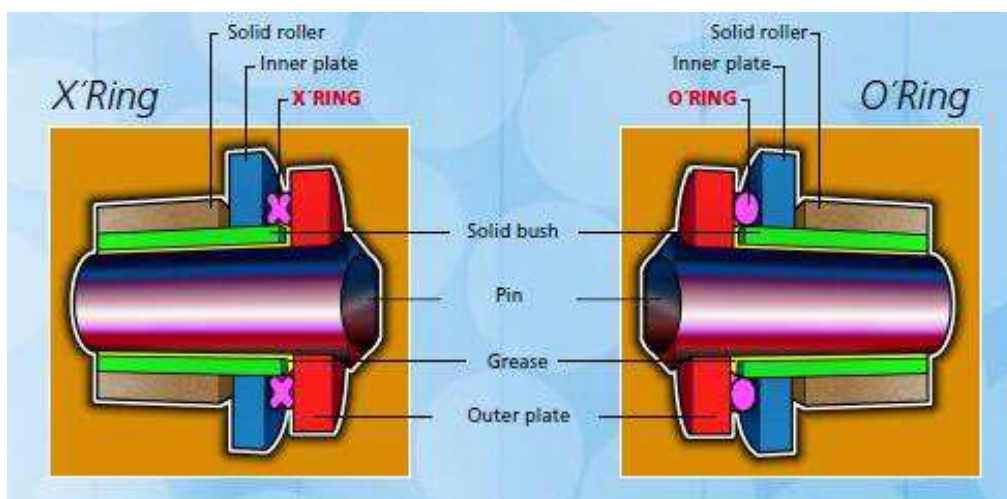
Zdroj: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-10.-cast-prevody-3498.html>

Příloha č. 21 Kloubový hřídel sekundárního převodu motocyklu BMW K1200R



Zdroj: http://www.bmw-motorrad.com/com/en/index.html?content=http://www.bmw-motorrad.com/com/en/technology_new/item_paralever.html¬rack=1

Příloha č. 22 Rozdíl mezi X a O – kroužkovým řetězem



Zdroj: <http://www.thumpertalk.com/topic/371187-x-ring-chain-vs-o-ring-chain/>

Příloha č. 23 **Pružinová a vzduchová vidlice Kayaba motocyklů Honda**



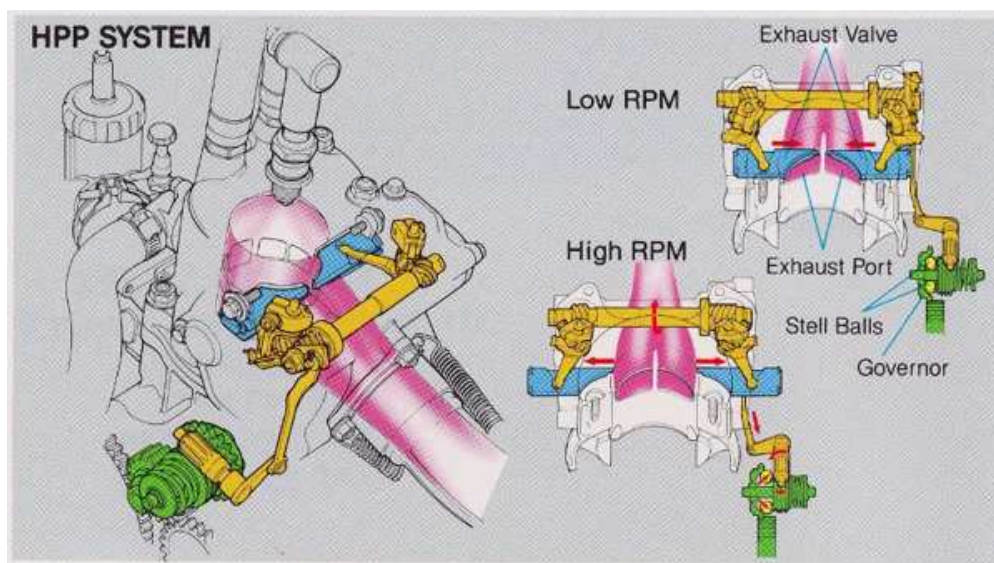
Zdroj: <http://www.superbike-online.cz/magazin/mx-novinky-od-hondy-crf450r-a-crf250r/obrazek/2>

Příloha č. 24 **Plně nastavitelná centrální tlumící jednotka Öhlins TTX**



Zdroj: <http://www.halbich.cz/ohlins/produkty/mx-a-enduro/zadni-tlumice-5/tlumice-1/>

Příloha č. 25 Výfuková přívěra typu HPP stroje Honda CR 125



Zdroj: <http://www.pulpmx.com/stories/look-back-old-moto-mags/gps-classic-steel/gps-classic-steel-vol21-1990-cr125>

Modře zbarvené díly jsou vlastní ventily přívěry, žlutě jsou značeny ovládací členy a zeleně odstředivý mechanismus otevírání ventilu.

Příloha č. 26 Rezonanční komora výfuku dvoutaktního stroje CR 500



Zdroj: vlastní zdroj

Příloha č. 27 **Klapky sání V-Force3 stroje KTM 250 SX**



Zdroj: <http://www.shopciscos.com/pages/VFORCE3.html>

Příloha č. 28 **Povrch NIKASIL na stěně válce dvoudobého motoru**



Zdroj: <http://www.madmanengineering.com/cylinderrepair.htm>

Příloha č. 29 Měníč palivových map YZ Power Tuner



Zdroj: <http://www.motosport.com/dirtbike/GYTR-POWER-TUNER>

Příloha č. 30 Laděný výfuk Akrapovič



Zdroj: http://forum.motorcycle-usa.com/attach.aspx/16464/Kawasaki_2009_KX450R_Akrapovic.JPG

Příloha č. 31 **Hlava typu UNICAM stroje Honda CRF 450R**



Zdroj: http://www.cyclechaos.com/wiki/File:Honda_Unicam.jpg

Příloha č. 32 **Soutěžní enduro KTM EXC 300**



Zdroj: <http://www.totalmotorcycle.com/motorcycles/2013models/2013-KTM-300EXC-SixDays.htm>

Příloha č. 33 **Zadní tlumič TTX36 MKII pro motocykly WSBK**



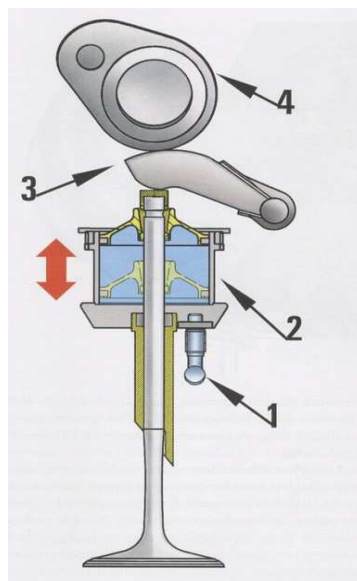
Zdroj: <http://www.halbich.cz/ohlins/novinky/ttx-36-mk-ii-zadni-tlumeric/>

Příloha č. 34 **Elektronicky nastavitelná tlumičí jednotka stroje Ducati 1199 Panigale**



Zdroj: http://www.motorcycle.com/gallery/gallery.php?g2_view=largephotos.Largephotos&g2_itemId=324643

Příloha č. 35 **Schéma pneumaticky zavíraných ventilů**



- 1) Připojení tlaku vzduchu
- 2) Zásobník tlaku vzduchu
- 3) Kolébkové zdvihátko ventilu
- 4) Vačkový hřídel

Zdroj: <http://bbs.legacycentral.org/viewtopic.php?f=20&t=51229>

Příloha č. 36 **Rozměrově rozdílná řídítka Renthal terénních strojů**



Zdroj: <http://mxsportstore.de/store/twinnwall/226-renthal-twinnwall-997-rc.html>

Příloha č. 37 Polohovatelné stupačky motocyklu Kawasaki KX450F



Zdroj: <http://www.kawasaki.cz/KX450F/Features>