

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULA STROJNÍ**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní zaměření: Diagnostika a servis silničních vozidel

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Diagnostické metody určení závad jednostopých dopravních prostředků

Autor: **Jakub KRÁL**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Josef FORMÁNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub KRÁL**
Osobní číslo: **S10B0308P**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Diagnostika a servis silničních vozidel**
Název tématu: **Diagnostické metody určení závad jednostopých dopravních prostředků**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Cílem je provést komplexní rozbor možných závad u jednostopého vozidla jako celku. Dále provést rozbor vybraných oblastí sávyhodnocením závažnosti závady s ohledem na bezpečnost provozu. Výsledné řešení je ve zhodnocení a určení kritických míst jednostopého vozidla.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Vypracování rešerše včetně komplexního rozboru závad.
2. Zjištění kritických míst na jednostopém vozidle.
3. Vypracování rozboru vybraných oblastí sávyhodnocením závažnosti závad.
4. Zhodnocení a určení kritických hodnot pro bezpečnost provozu.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

MOTEJL, V., HOREJŠ, K. *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů.* Brno: Littera, 2004

VLK, F. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.* Brno: Vlk, 2005

KREIDL, M., ŠMÍD, R. *Technická diagnostika - senzory. metody, analýza signálu.* Praha: Ben, 2006

Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.**

Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jan Kutlwašer**

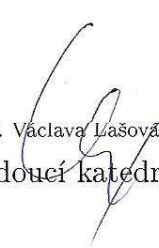
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **24. září 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **28. června 2013**


Doc. Ing. Jiri Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 24. září 2012

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Josefu Formánkovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Král	Jméno Jakub	
STUDIJNÍ OBOR	B2341 „Diagnostika a servis silničních vozidel“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	Jméno Josef	
PRACOVIŠTĚ	ZČU – FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Diagnostické metody určení závad jednostopých dopravních prostředků		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM		TEXTOVÁ ČÁST		GRAFICKÁ ČÁST	
---------------	--	---------------------	--	----------------------	--

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Hlavním cílem této bakalářské práce je zpracování základních diagnostických metod používaných u jednostopých dopravních prostředků, stanovení kritických míst a na závěr určení kritických hodnot. Je zde krátce zmíněna i historie jednostopých dopravních prostředků.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p>	<p style="text-align: center;">Motocykl, rám, vidlice, kyvná vidlice, brzdy</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Král	Name Jakub	
FIELD OF STUDY			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	Name Josef	
INSTITUTION			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Diagnostical Methods for Identifying Failures of Single Track Transport Vehicles		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Road Vehicles Diagnostic and Service	SUBMITTED IN	2013
----------------	------------------------	-------------------	--------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY		TEXT PART		GRAPHICAL PART	
----------------	--	------------------	--	-----------------------	--

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The main aim of my Bachelor's thesis is to look into some basic diagnostic methods used for single-track transport vehicles. Apart from that, the thesis seeks to define the critical points. In conclusion some critical values are presented. The history of single-track transport vehicles is briefly mentioned in the thesis as well.
KEY WORDS	Motorcycle, frame, fork, swinging arm, breaks

Obsah

1	Úvod	11
2	Historie jednostopých dopravních vozidel	11
2.1	Jednostopá vozidla	11
2.2	Dopravní prostředky na dvou kolech	11
2.3	Zdroj energie	12
2.4	Motor s vnitřním spalováním	13
2.5	Parní motocykl	14
3	Konstrukce, diagnostika a rozdělení motocyklu	15
3.1	Rám	16
3.1.1	Funkce rámu	16
3.1.2	Části rámu	16
3.1.3	Nejběžnější konstrukční provedení rámu	17
3.1.4	Kritická místa z hlediska závad na rámu	19
3.1.5	Diagnostická metoda zjištění nesouososti rámu porovnáním zarovnaní kol	20
3.1.6	Moderní způsob kontroly rámu – m.a.x. system	22
3.2	Podvozek	27
3.2.1	Funkce podvozku	27
3.2.2	Kontrola uložení držáků vidlic v krku řízení	27
3.2.3	Kontrola uchycení předních teleskopických vidlic	31
	f.e.in gauge – diagnostické měřidlo předních vidlic	31
3.2.4	Typy teleskopických vidlic	32
3.2.5	Kontrola teleskopických vidlic	34
3.2.6	Kontrola funkce vidlic	36
3.2.7	Kontrola přímosti vidlic po nehodě	36
3.2.8	Konstrukční provedení vedení zadního kola	37
3.2.9	Kontrola a nastavení osy zadního kola u kyvné vidlice s dvěma rameny	39
3.2.10	Kontrola opotřebení řetězu pomocí kalibru a řetězových kol	42
3.3	Brzdy	43
3.3.1	Konstrukce brzd	43
3.3.2	Kontrola funkce brzd	45
3.3.3	Kontrola nastavení ovládní brzd	49
3.4	Motor	50
3.4.1	Konstrukce motocyklového motoru	50

4	Závěr.....	51
5	Použitá literatura	52
5.1	Knižní publikace.....	52
5.2	Ostatní technické publikace.....	52
5.3	Publikace na internetu	52

Seznam obrázků

Obrázek 2-1	Roverův bicykl [4].....	12
Obrázek 2-2	Prototyp bicyklu firmy bratři Copelandové [4].....	13
Obrázek 2-3	Ottův 4-dobý spalovací motor [4]	13
Obrázek 2-4	Daimlerův první motocykl [4].....	14
Obrázek 3-1	Honda CB 400 four [10].....	15
Obrázek 3-2	Kolébkový rám [11]	18
Obrázek 3-3	Rám typu deltabox [12].....	18
Obrázek 3-4	Trubkový příhradový rám [13].....	19
Obrázek 3-5	Boční pohled na měřený motocykl [10]	21
Obrázek 3-6	Horní pohled na měřený motocykl.....	21
Obrázek 3-7	Ukázka měřeného motocyklu [16]	22
Obrázek 3-8	Ukázka měřeného motocyklu [16]	22
Obrázek 3-9	Schématické znázornění ustavení měřicího zařízení [16]	23
Obrázek 3-10	Znázornění funkce m.a.x. systému [16]	24
Obrázek 3-11	Ukázka protokolu měření [16]	25
Obrázek 3-12	Uložení držáků vidlic v krku řízení v rámu.....	27
Obrázek 3-13	Postup vymezení vůle uložení krku řízení [17].....	28
Obrázek 3-14	Utažení matice krku řízení [16].....	28
Obrázek 3-15	Postup montáže krku řízení [16]	29
Obrázek 3-16	Měření tuhosti zatáčení [16].....	30
Obrázek 3-17	F.e.in gauge [18].....	31
Obrázek 3-18	Ukázka měření s F.e.in gauge [17].....	31
Obrázek 3-19	Rozstřel součástí teleskopické vidlice [20]	32
Obrázek 3-20	Znázornění funkce teleskopického tlumiče [21]	33
Obrázek 3-21	Vidlice Upside-down [22]	33

Obrázek 3-22 Použití systému Telever německým výrobcem BMW [23]	34
Obrázek 3-23 Poškozená vidlice od kamínků a rzi [23]	35
Obrázek 3-24 Prosakující vidlice [25]	35
Obrázek 3-25 Kontrola funkce vidlic [16]	36
Obrázek 3-26 Kontrola přímosti trubek vidlic	37
Obrázek 3-27 Kyvná vidlice s dvěma rameny [25].....	37
Obrázek 3-28 Kyvná vidlice s jedním ramenem [26]	38
Obrázek 3-29 Kyvná vidlice Paralever [27].....	38
Obrázek 3-30 Systém Pro-link [28]	39
Obrázek 3-31 Kontrola řetězu [16]	40
Obrázek 3-32 Seřízení polohy osy kola [16].....	40
Obrázek 3-33 Boční opotřebení kola [30].....	41
Obrázek 3-34 Boční opotřebení kola [30].....	41
Obrázek 3-35 Řetězový kalibr [29].....	42
Obrázek 3-36 Použití řetězového kalibru [29]	42
Obrázek 3-37 Konstrukce brzdové brzdy [31].....	43
Obrázek 3-38 Konstrukce brzdového třmenu[31].....	44
Obrázek 3-39 Kotoučová brzda s pevným brzdovým třmenem a plovoucím kotoučem [31]	45
Obrázek 3-40 Kotoučová brzda s pevným obvodovým kotoučem a šestipístovým brzdovým třmenem [31]	45
Obrázek 3-41 Oddělená zásobní nádobka brzdové kapaliny [33].....	46
Obrázek 3-42 Kontrolní otvor hladiny brzdové kapaliny na brzdovém válci se sdruženou zásobní nádobkou [34]	46
Obrázek 3-43 Olej prosakující na brzdový kotouč [32].....	46
Obrázek 3-44 Porovnání použité a nové brzdové destičky [35]	47
Obrázek 3-45 Kontrola brzdového kotouče na motocyklu BMW[36].....	48
Obrázek 3-46 Motocykl posazený na stojanech [37]	48
Obrázek 3-47 Nastavení vůle brzdové páky	49
Obrázek 3-48 Čtyřválcový řadový motor [38].....	50

1 Úvod

Cílem této práce je seznámit čtenáře s problematikou, funkcí a diagnostickými metodami oprav jednostopých dopravních prostředků.

Jednostopé dopravní prostředky poháněné od parního motoru přes mnoho typů spalovacích motorů prošly za svou dobu více jak 120-ti leté historie dlouhým vývojem. Od prvního motocyklu zkonstruovaného ze dřeva a poháněného parním motorem, přes historické motocykly s prvními spalovacími dvoutaktními i čtyřtaktními motory po dnešní moderní stroje konstruované z lehkých slitin, doslova „nadupané“ elektronikou a používající výkonné motory. Postupným vývojem motocyklů se začaly tyto stroje rozlišovat a stejně tak, jako třeba automobily se dnes dělí do několika základních skupin a díky tomu se i konstrukčně zásadně liší. Hlavním motorem pro vývoj bylo vždy zdokonalování ovladatelnosti a chování motocyklů, honba za vysokými výkony, ale i snaha sestavit motocykly s co nejnižšími nároky na údržbu a specializovanost mechanika, s dlouhou životností a s možností provozu ve ztížených podmínkách. Rychlý vývoj motocyklů byl také dán soutěživostí nadšených motocyklistů a velkým množstvím soutěžních odvětví motocyklových závodů a snahou dosahování například i rychlostních rekordů. V poslední době je konstruování nových motorů dáno také emisními limity, jejichž snižování se nevyhnulo ani motocyklům, neúprosně tlačí obsah škodlivin v jejich emisích dolů a nutí konstruktéry stále zdokonalovat pohonné jednotky.

2 Historie jednostopých dopravních vozidel

2.1 Jednostopá vozidla

Jednostopé vozidlo, neboli motocykl, je perfektní spojení dvou kol a motoru. Lidé stavějí, zdokonalují a řídí motocykly už více než sto let. První motocykl byl sestaven roku 1885 Gottliebem Daimlerem a konstrukce motocyklů se postupem jejich vývoje měnila.

Za tu dobu se vyvinuly z Daimlerova stroje vyrobeného ze dřeva, mosazi a oceli ve výkonné a komplikované motocykly současnosti.

Motocykly jsou více než jen kov, z něhož jsou vyrobeny. Je to jejich vůně na závodních drahách, je to ubíhající scénérie krajiny při turistice, hřmot výkonných dvouválců, či jekot čtyřválců řítících se klopenými oblouky. Je to pocit hlubokého uspokojení, když jste po opravě dotáhli všechny šroubky a opět vyrazili vpřed. Motocykly mohou být čímkoliv si přejete. A navíc, motocykly, to je koníček.

2.2 Dopravní prostředky na dvou kolech

Jednostopá vozidla o dvou kolech se objevila na konci 18. století. Neměla žádné řízení a jezdec je poháněl tím, že se odrážel nohama od země. Když bylo roku 1817 přední kolo opatřeno řízením, stalo se toto vozidlo, kterému se říkalo „koníček“, velmi populárním ve vyšších společenských vrstvách – ovšem spíš jako hračka, než jako dopravní prostředek. Skotský kovář Kirkpatrick MacMillan vynalezl bicykl s pedály a klikami, jimiž se pohánělo

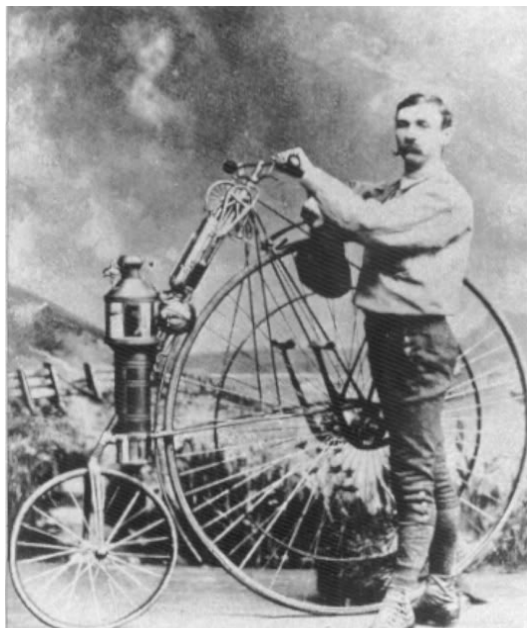
zadní kolo. Roku 1842 ujel na tomto vozidle 140 mil (225km). MacMillanův stroj byl zřejmě první bicykl, kde se použily pedály, ale skutečná výroba bicyklů začala ve Francii až o dvě desetiletí později. Pierre Michaux připojil pedály k přednímu kolu a později zvětšil jeho průměr, aby se usnadnilo řízení a zvýšila rychlost. Následovala řada zdokonalení jeho kola, která zvětšovala praktickou použitelnost bicyklu. Když se pak roku 1885 objevil Roverův bezpečnostní bicykl, vzniklo tím uspořádání, které bylo přímou inspirací pro budoucí motocyklový podvozek.



Obrázek 2-1 Roverův bicykl [4]

2.3 Zdroj energie

V 18. století byl vynalezen parní stroj a prvním „vozidlem bez koní“ se stal Cugnotův parní vůz z roku 1770. Poměr hmotnosti a výkonu byl u parních strojů velmi nevýhodný a navíc parní kotol byl značně objemný. Pára byla ideální pouze pro stacionární motory a železniční lokomotivy. Pro komerční účely se však vyráběly i malé parní motory a tak roku 1869 francouzský stavitel bicyklů Michaux a inženýr Louis -Guillaume Perreaux upevnili malý parní stroj do svého „kostitřasu“. Stroj podnikl zkušební jízdu z Paříže do St. Germain, dlouhou asi 10mil (16km). Jeho tvůrci pak usoudili, že se parní pohon více hodí na tříkolku a v projektu nepokračovali. V Americe v téměř téže době sestrojil parou poháněné dvoukolové vozidlo Sylvester Roper. Americká firma bratři Copelandové postavila roku 1884 prototyp parou poháněného bicyklu nazvaného „Penny Farting“ („čtvrťák“), komerčně však vyráběla motorové tříkolky. Hledaly se jiné možnosti pohonu. Tak vznikla „Cynophere“ - tříkolka se zadními koly v podobě klece. V kolech běhali psi, a tak je poháněli. Jiný vynález používal pro pohon hodinový stroj – ten se však bohužel po každých stech metrech musel natahovat. Roku 1897 postavil Humber tandem, který měl elektrický pohon. Ani ten se však nedal použít pro enormní hmotnost akumulátorů.



Obrázek 2-2 Prototyp bicyklu firmy bratři Copelandové [4]

2.4 Motor s vnitřním spalováním

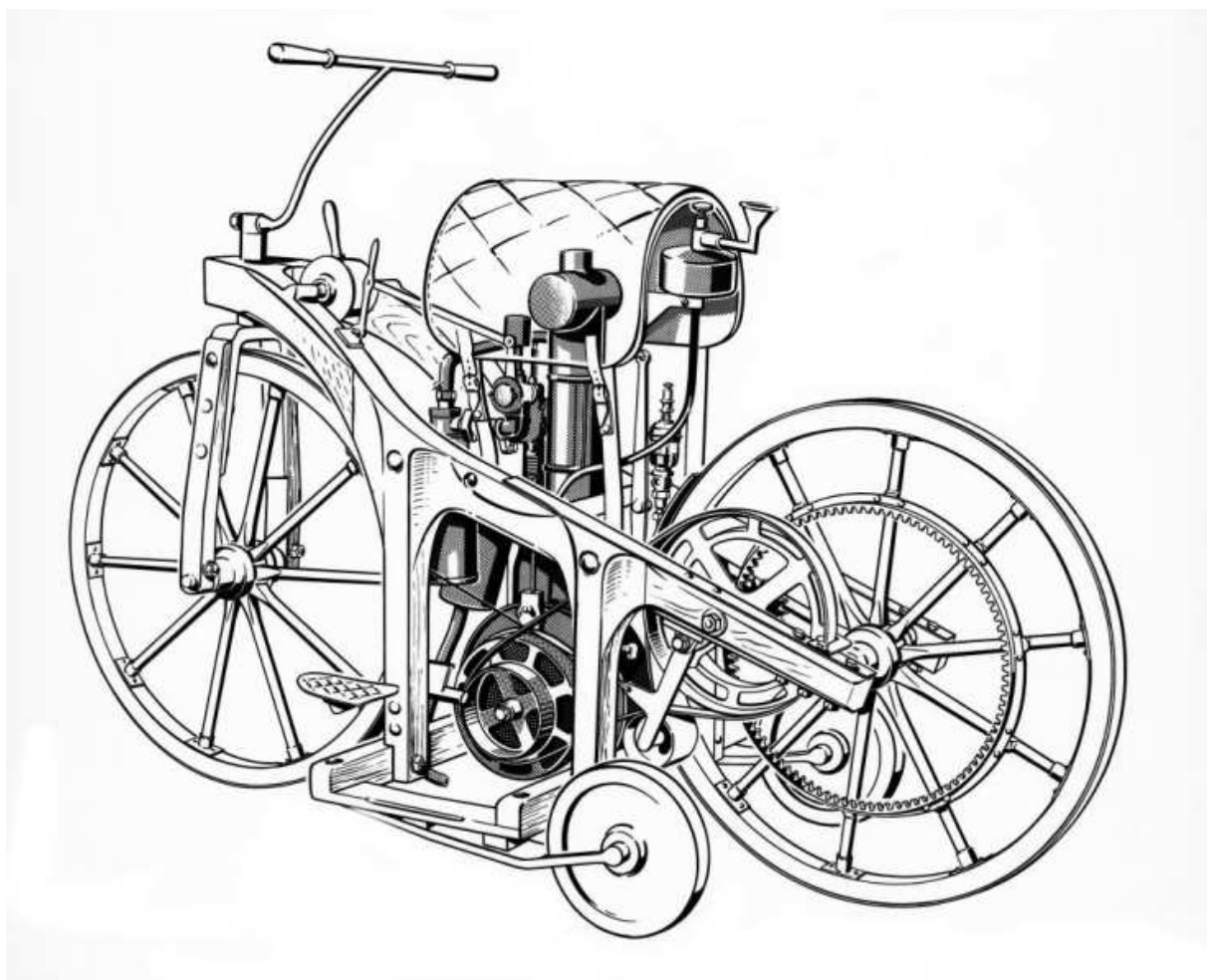
Parní stroj realizoval myšlenku přeměnit tlak plynu (páry) v rotační pohyb využitím válce a pístu, ojnice a klikového hřídele. Dalším logickým krokem byla myšlenka nahradit tlak páry kontrolovanou explozí. V roce 1876, kdy si dr. Nicholaus Otto dal patentovat princip čtyřdobého motoru, byla koncepce motoru s vnitřním spalováním už hotovou věcí. V Drážďanech dokonce postavili vůz s tímto pohonem, avšak byl velmi nepraktický. Benzínové motory s vnitřním spalováním byly zatím všechno jiné než reálné pohonné jednotky, ale potenciál už byl na světě. Zapalovací systém byl velice primitivní. Obvykle se užívala kovová trubička vložená shora do válce. Vnější konec byl zataven a rozžhavoval se do červena plamenem. Když píst stlačil obsah válce, část směsi byla zatlačena až k rozžhavenému konci trubičky a od něj vzplanula. Karburátory byly ještě primitivnější. Směs paliva se vzduchem se získávala tak, že se do palivové nádrže vháněl vzduch a benzín se odpařoval. Tato směs se nasávala do válce.



Obrázek 2-3 Ottův 4-dobý spalovací motor [4]

2.5 Parní motocykl

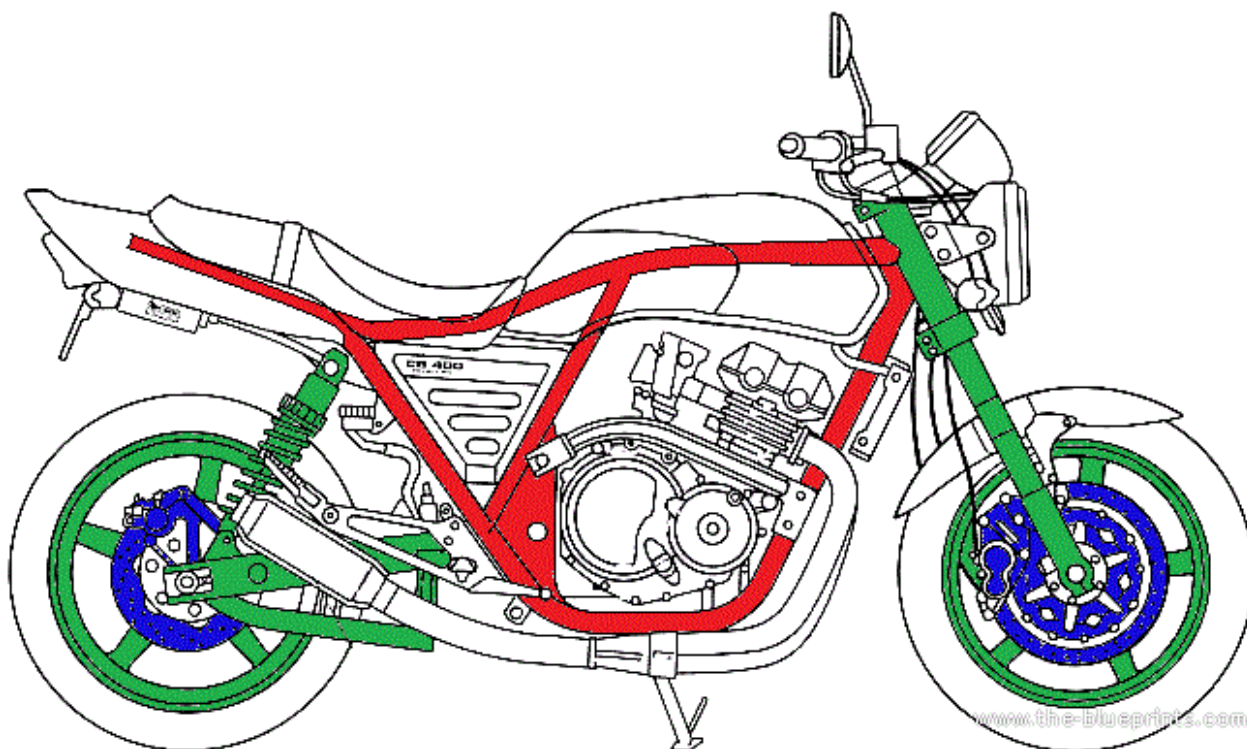
Jak již bylo zmíněno, první motocykl byl sestaven roku 1885 Gottliebem Daimlerem. Daimler byl do roku 1883 asistentem dr. Otta, ale odešel od něj s úmyslem sestavit vlastní motor s vnitřním spalováním. Ten následně zabudoval do stroje s dřevěným rámem, který byl sice čtyřkolový, ale historie však dvě malá stabilizační kolečka pomíjí a prohlašuje tento stroj za první motocykl. Motor byl umístěn uprostřed stroje vertikálně a přenos točivého momentu na zadní kolo byl kombinovaný přes řemenici na předlokový hřídel a dále ozubeným kolem na zadní kolo. Ovládání zadní brzdy bylo uskutečněno otočnou rukojetí na řídítkách. Ovládání ventilů motoru bylo pouze u výfukového mechanické a sací otevíralo sání pístu. Motor byl chlazený vzduchem, o přípravu směsi se staral povrchový karburátor a o její zapálení rozžhavená trubička. Motor měl 700 otáček za minutu. Daimlerův syn Paul ujel 10. listopadu 1885 šest mil (9,5km) z Cannstattu do Untertürkheimu a zpět a stal se tak prvním motocyklistou na světě. Ke značnému zdokonalení motoru došlo, když Daimlerův asistent Maybach vynalezl rozprašovací karburátor. Citováno z [4]



Obrázek 2-4 Daimlerův první motocykl [4]

3 Konstrukce, diagnostika a rozdělení motocyklu

V této kapitole bude motocykl systematicky rozdělen do jednotlivých konstrukčních celků. Vzhledem k charakteru práce bude každá kapitola obsahovat jak popis, tak vybrané diagnostické metody. Vždy bude popsána funkce, potom některé běžné typy konstrukčního řešení a dále budou stanovená kritická místa z hlediska závad a k nim vždy metody pro jejich určení. Za závady se považují problémy způsobené jak běžným opotřebením, tak například nehodou nebo nevhodným zacházením. Tato práce se bude nejvíce zabývat technickými částmi jednostopých vozidel, které jsou pro ně nejtypičtějšími, nebo nejsou v daném provedení použity u jiných vozidel a zároveň těm, které jsou důležité z hlediska bezpečnosti. Proto bude největší pozornost věnována rámu, podvozku a brzdám.



Obrázek 3-1 Honda CB 400 four [10]

- ▲ **Rám**
- ▲ **Podvozek** - vedení kol, pružení a tlumení, pohon
- ▲ **Brzdy** – hydraulický okruh, brzdový třmen a kotouč
- ▲ **Motor a ostatní vybavení** – ovládací, komfortní, bezpečnostní, aerodynamické a ostatní prvky

3.1 Rám

3.1.1 Funkce rámu

Na úvod bude ujasněna funkce rámu a důležité parametry. Rám je popisován jako první, protože je nejdůležitějším prvkem motocyklu, který spojuje všechny další části dohromady a také je velmi významnou součástí z hlediska ovladatelnosti motocyklu, jeho stability a jízdních vlastností. Pro úplnost bude popsáno, které další prvky jsou s rámem spojeny.

V přední části je v rámu uloženo vedení předního kola. Toto uložení je nazývané krk řízení a slouží k pohyblivému spojení předního kola a jeho vedení (více v kapitole podvozek) s rámem a slouží k řízení. Druhým klíčovým místem je uložení vedení zadního kola v zadní části rámu. Pohyblivé spojení kyvné vidlice umožňuje odpružení a tlumení rázů od zadního kola. K rámu je připevněn ještě motor. Motoru a tuhosti jeho skříně je stále častěji využíváno také ke zvýšení tuhosti rámu a někdy bývá samotný motor využit i jako náhrada části rámu motocyklu. Dalšími částmi spojenými s rámem jsou kapotáž, palivová nádrž, sedadlo a mnoho dalších, méně významných částí z hlediska funkce rámu.

Hlavním úkolem rámu je tuhá vazba mezi krkem řízení a uložením vedení zadního kola - kyvné vidlice. Všeobecně známá definice tuhosti říká, že její velikost závisí na síle, která je zapotřebí pro jednotku deformace. Protože neexistuje materiál, který by se silou nedeformoval, není možné zajistit dokonale tuhoun vazbu mezi krkem řízení a uložením kyvné vidlice u motocyklu. Dostatečnou tuhost je možné zajistit použitím vhodného materiálu a typu konstrukce. Rám by měl být navržený tak, aby odolával silám vyvolávaným jízdu motocyklu při akceleraci, průjezdu zatáček, brzdění, jízdě v terénu, reakcí motoru a podobně. Proto vzniklo mnoho typů konstrukcí při použití různých materiálů, ale nejrozšířenější zůstaly jen ty, které obstály. Tato nejběžnější konstrukční provedení jsou popsána v této práci. Základní požadavky rámu jsou:

- ♣ nízká hmotnost
- ♣ tuhost v krutu,
- ♣ vysoká nosnost,
- ♣ uchycení motoru bez vibrací,
- ♣ design ladící s motocyklem.

3.1.2 Části rámu

Hlava řízení

Její osa je shodná s osou otáčení přední vidlice a je osazena kuličkovými nebo kuželíkovými ložisky. Úhel jejího sklonu má zásadní vliv na délku stopy předního kola, a tudíž na ovladatelnost celé motorky.

Uložení zadního tlumiče

Zadní centrální tlumič se většinou upevňuje na příčný nosník nad čepem zadní kyvné vidlice. Motocykly se dvěma tlumiči je mají upevněné k podsedlovému rámu.

Podsedlový rám

Pomocný rám, který drží sedlo, výfukový systém, části kapotáže, elektrické rozvody a další drobné součástky. U některých motocyklů je podsedlový rám v jednom celku s hlavním rámem.

Hlavní rám

Dvojice lisovaných nebo svařovaných nosníků, které spojují hlavu řízení s čepem kyvné vidlice. U této části rámu se klade největší důraz na tuhost (což nám mimo jiné zajišťuje to, aby motocykl jel tam, kam chceme, a rám se nekroutil).

Upevňovací body motoru

Pevné a tuhé nálitky na rámu pro spojení motoru s rámem.

Odlévané části rámu

Aby byl rám co nejtěžší a nejjednodušší na výrobu, jsou krom lisovaných částí použity i části odlévané, které jsou spolu svařeny.

Osa zadní kyvné vidlice

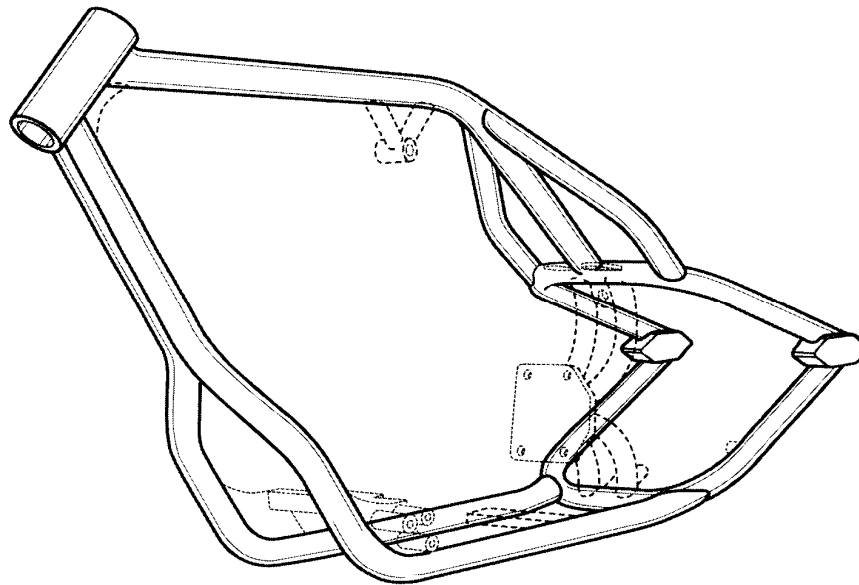
Horizontální uložení zadní kyvné vidlice je dalším prvkem ovlivňujícím chování motocyklu. Čím je osa blíže středu motocyklu a vidlice delší, tím je motocykl stabilnější. Ložiska jsou použita pouze mezi čepem a kyvnou vidlicí, čep a hlavní rám jsou pevně sešroubovány. Citováno z [14].

3.1.3 Nejběžnější konstrukční provedení rámu

Protože tato práce není zaměřená na detailní popis konstrukčních řešení, budou zde tato řešení popsána spíše všeobecně a dále se práce bude zaměřovat na diagnostiku kritických míst.

▲ Kolébkový rám z ocelových trubek

Tento typ rámu je nejklassičtější ze zmíněných. Krom snadné výroby nevyniká žádnými zvláštními vlastnostmi. Tuhost vazby je dostatečná pro použití u maloobjemových motocyklů. Nejméně nákladný na výrobu.



Obrázek 3-2 Kolébkový rám [11]

▲ Hliníkový profilový rám (Deltabox)

Většina moderních sportovních motocyklů používá hliníkový rám, v němž procházejí dva nosníky od hlavy řízení, pokračují okolo motoru nebo nad ním a končí u čepu zadní kyvné vidlice. Tyto rámy nabízejí dobrý kompromis výrobních nákladů, hmotnosti, tuhosti a nízké technologické náročnosti výroby. Jsou vytvořeny kombinací odlévaných a lisovaných hliníkových dílů – hlavní nosníky, hlava řízení, upevňovací body motoru, uložení kyvné vidlice a různé lisované nebo svařované spojovací nosníky, které mají za úkol zvýšit tuhost rámu. [14]



Obrázek 3-3 Rám typu deltabox [12]

▲ Příhradový z ocelových trubek

Příhradové rámy z ocelových trubek vynikají skvělou tuhostí bez přílišného navýšení hmotnosti (jak by se nám mohlo při představě slov ocel a hliník zdát). Proti této koncepci hovoří větší pracnost výroby a vyšší cena. [14]



Obrázek 3-4 Trubkový příhradový rám [13]

3.1.4 Kritická místa z hlediska závad na rámu

▲ Hlava řízení

Jak bylo výše zmíněno, hlava je velice důležitou částí rámu. Úhel jejího sklonu měřený vůči svislici má zásadní vliv na ovladatelnost motocyklu. Tento úhel je měřen v rovině svislé a rovnoběžné se směrem jízdy. Také je důležité, aby osa hlavy řízení neměla výchylku do strany vůči směru jízdy a procházela rovinou středu motocyklu. Osa hlavy řízení je osou, okolo které se otáčí přední vidlice a přední kolo při zatáčení. Toto otáčení je umožněno uložením spodního a vrchního držáku vidlic v rámu v kuličkových nebo kuželíkových ložiskách. Možné negativní dopady nehody na tvar rámu:

1. **Změna úhlu hlavy řízení** – může být způsobena nárazem přední částí motocyklu do překážky, pokud je náraz tak silný, že dojde k deformaci rámu, často to vede také k poškození dalších částí, jako jsou vidlice, kolo a držáky vidlic. Teleskopické vidlice působí jako páka, vytvářející ohybové a kroutivé momenty deformující rám. Existuje několik diagnostických metod jak zjistit deformaci rámu. Zkušený jezdec pozná při první jízdě, že není něco v pořádku s ovladatelností motocyklu.
2. **Vzájemná poloha hlavy řízení a uložení kyvné vidlice** – je také narušena změnou úhlu hlavy řízení. Může ale také dojít k deformaci rámu silou působící od uložení kyvné vidlice v důsledku silného nárazu zadní části motocyklu o pevnou překážku jako třeba silnice, strom nebo svodidla. V takovém případě kyvná vidlice působí jako páka, která vytváří ohybové a kroutivé momenty deformující rám, stejně jako přední teleskopické vidlice.

3. **Rozvor kol** – k jeho změně dojde již zmíněnou změnou úhlu hlavy řízení a deformacemi rámu. Je spíše kontrolní veličinou, která by ale nikdy neměla být opomenuta při měření rámu a hlavně při kontrolním měření rámu po jeho případné opravě.

Kromě toho, že může dojít k deformaci rámu v místě krku řízení, je toto místo také kritickým místem z důvodu možnosti poškození uložení řízení. Tímto problémem se bude práce zabývat v kapitole podvozek. [14]

3.1.5 Diagnostická metoda zjištění nesouososti rámu porovnáním zarovnání kol

K této kontrolní a informativní metodě není zapotřebí speciální vybavení a lze provést v každé průměrné dílně s průměrnou šikovností mechanika. Popis metody bude uváděn formou návodu, aby bylo dobře patrné provedení.

Důležité předpoklady:

1. Kola motocyklu jsou rovná bez poškození.
2. Osa zadního kola je kolmá ke kyvné vidlici (rovnoměrně dopnutý řetěz).
3. Vidlice a jejich držáky jsou rovné a bez deformací.

Kroky:

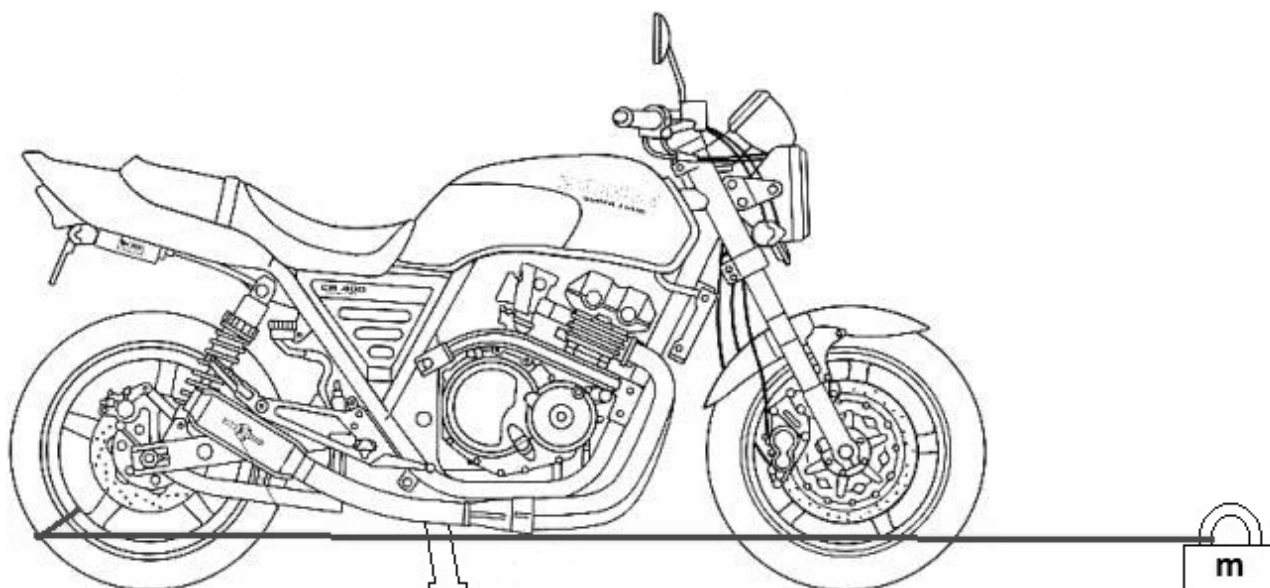
Motocykl umístěte na rovnou zem a postavte ho na centrální stojan. Pokud ho nemá, použijte kolébkový stojan pod ramena zadní kyvné vidlice.

Zařaďte rychlostní stupeň, aby se zabránilo otáčení zadního kola.

Přední kolo stojící na zemi srovnejte do přímého směru.

Vezměte provázek a uvažte ho k zadní části zadního kola okolo pneumatiky. Volný konec uvažte ve vzdálenosti asi metr před motocyklem k závaží. Místo závaží se dá jednoduše použít láhev s vodou sloužící jako závaží. Pak závažím posunujte po zemi tak, aby byl provázek napnutý a zároveň se sotva dotkl předního okraje zadní pneumatiky. Nesmí se dotknout ničeho jiného. Prostor, kterým prochází, musí být volný!

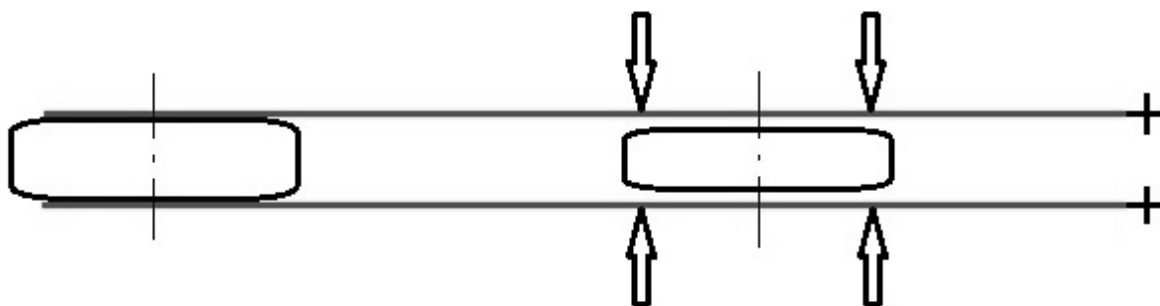
Stejně by měl být napnutý provázek mezi zadní částí zadního kola a závažím i z druhé strany motocyklu. Provázky by měly být uvázány k zadní pneumatice i k závaží ve stejné výšce. Výška by měla být zvolena tak, aby provázku nebránilo nic v cestě a při bočním pohledu provázky opticky „protínaly“ pneumatiky motocyklu dostatečně vysoko. Jak je znázorněno na obrázku. Tímto jsou vytvořena „pravítka“ umístěná po obou stranách motocyklu. Obě tato pravítka jsou vzájemně rovnoběžná.



Obrázek 3-5 Boční pohled na měřený motocykl [10]

Popis měření:

Nastavení provázků je hotové a další postup se bude týkat předního kola. To by mělo být srovnáno do přímého směru a nacházet se mezi provázky uprostřed. Budeme měřit 4 hlavní vzdálenosti. Vzdálenost přední a zadní části přední pneumatiky od provázků na levé a pravé straně. V případě, že rám motocyklu je bez deformace a nastavení mechanismu napínání řetězu sekundárního převodu je správně a rovnoměrně nastavené, jsou tyto vzdálenosti stejné. Pokud tyto vzdálenosti stejné nejsou, provedeme kontrolu nastavení dopnutí řetězu a rovnoměrnosti dopnutí na obou stranách osy kola. Znovu nastavíme provázky a měření opakujeme. Pokud vyloučíme chybu v napnutí řetězu a rozměry se nebudou shodovat a jsou splněny předpoklady, je pravděpodobná deformace rámu. Vzhledem k charakteru měření je kritický rozdíl více než 1mm. Při nejistotě je vhodné nechat rám zkontrolovat odbornou metodou, například tou popisovanou v této práci. [15]



Obrázek 3-6 Horní pohled na měřený motocykl

3.1.6 Moderní způsob kontroly rámu – m.a.x. systém

Takto se nazývá jedno z nejmodernějších zařízení pro měření rámu motocyklu. Tento systém používají některé české firmy, ale princip na jakém funguje, byl přeložen pouze ze zahraničních webových stránek z propagačního materiálu od výrobce. Osobně jsem se nesetkal se žádným způsobem měření rámu, i když se léta v opravárenství motocyklů pohybuji. Firmy, se kterými spolupracujeme, si své postupy střeží a nesdílejí je.



Obrázek 3-8 Ukázka měřeného motocyklu [16]



Obrázek 3-7 Ukázka měřeného motocyklu [16]

Základ systému

M.a.x. systém je nový opticko-elektronický systém sloužící k měření motocyklových rámu. Je řízený mikroprocesorem. Jeho základní částí je měřicí konzole, ve které jsou umístěny dvě měřicí kamery. Tato konzole je vystředěna v ose kyvné vidlice. K předním vidlicím je připevněna zaměřovací jednotka. Ta je zároveň osvětlována infračervenými paprsky a sledována měřicími kamerami. Dále je na konzole umístěn zaměřovací laser pro podsedlový rám nebo kyvnou vidlici. Tento systém je spojený přes rozhraní USB se stolním počítačem nebo notebookem. V něm je nainstalovaný program, který je součástí systému. Obsahuje data výrobců motocyklů a správu provedených měření. Také obsahuje podrobný postup pro obsluhu systému, a proto již není zapotřebí žádný jiný manuál nebo příručka.

Měření rámu primárně znamená stanovení vzájemného vztahu dvou os - osy hlavy řízení k ose kyvné vidlice. Principem měření je mapování poloh bodů na zaměřovací jednotce ustavené na předních vidlicích, řídítkách nebo horním držáku vidlic. Dva body na zaměřovací jednotce opisují část kružnice okolo osy hlavy řízení, když je otáčeno řídítky. Hlavní je, aby zaměřovací jednotka byla umístěna na části rotující okolo osy hlavy řízení při zatáčení. Ke zjištění polohy dochází podobně, jako když satelity mapují zemský povrch. Pohyb bodů osvětlených infračerveným světlem je mapován kamerami na konzole při otočení řídítky na jednu a na druhou stranu. Tento pohyb stačí k tomu, aby počítač vyhodnotil záznam z kamer a převedl je na hodnoty geometrie rámu. Měřicí kamery určují polohu levého a pravého terče a vypočítávají vzdálenost. Několik měření z rozdílných pozic řídítek dodávají data pro

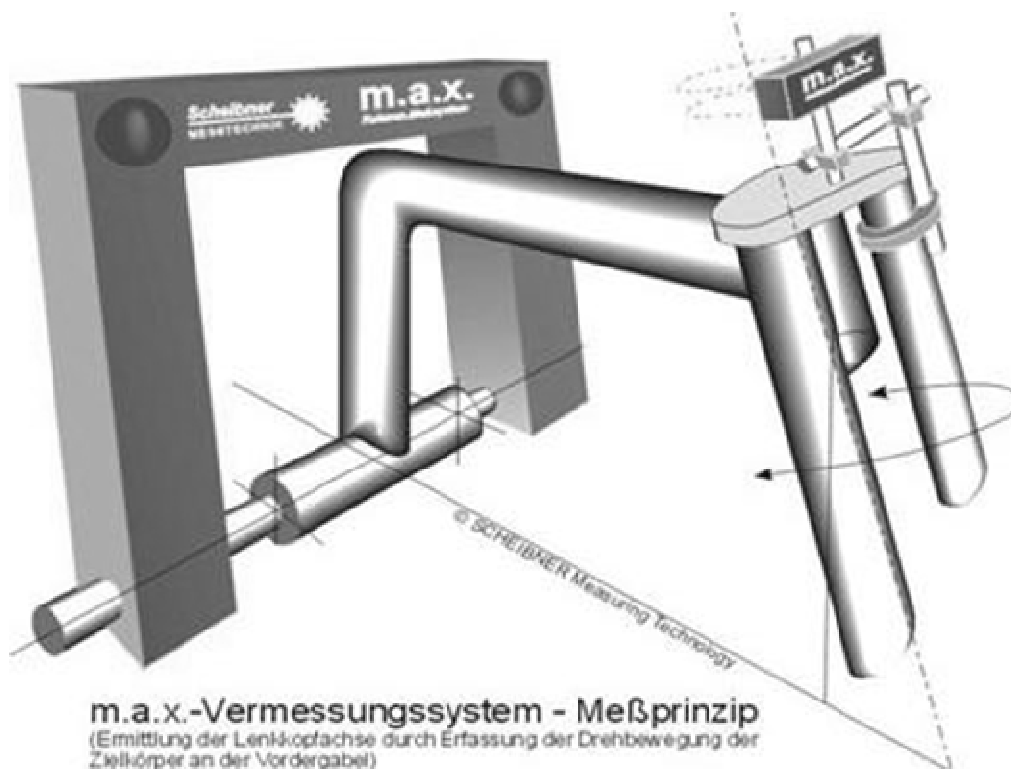
zpracování počítačem, který pak umí určit polohu osy hlavy řízení vůči ose kyvné vidlice. To znamená, že odpadá nutnost demontáže všech komponentů nejen v přední části motocyklu, ale i v zadní. Dodatečný laser v zadní části konzole umožňuje měření podsedlového rámu a kyvné vidlice. Pozice laseru, rovnoběžná s osou kyvné vidlice, je automaticky určována její dráhou po integrovaném potenciometru. Laser přizpůsobený pro drobné práce je zahrnutý v systému. A měření s ním se provádí manuálně, přičemž hodnoty se odečítají elektronicky rovnou do počítače. Obrazovka zobrazuje jednoduše srozumitelné instrukce pro dokončení postupu měření. Konečná dokumentace měření ho dělá jednoduchým pro srovnání výsledků s referenčními daty.

Ustavení konzole

M.a.x. systém umožňuje měření motocyklových rámu velice jednoduše. Při usazování konzoly uživatel dokonce nemusí odstraňovat téměř žádné části motocyklu, pouze u některých modelů je nutné odstranit sedadlo. Konzole je vybavena středícími trny, pomocí kterých se vystředí do osy kyvné vidlice. Tím je zřejmá poloha této osy a vůči ní a může být měřena poloha osy hlavy řízení.

Ustavení zaměřovací jednotky

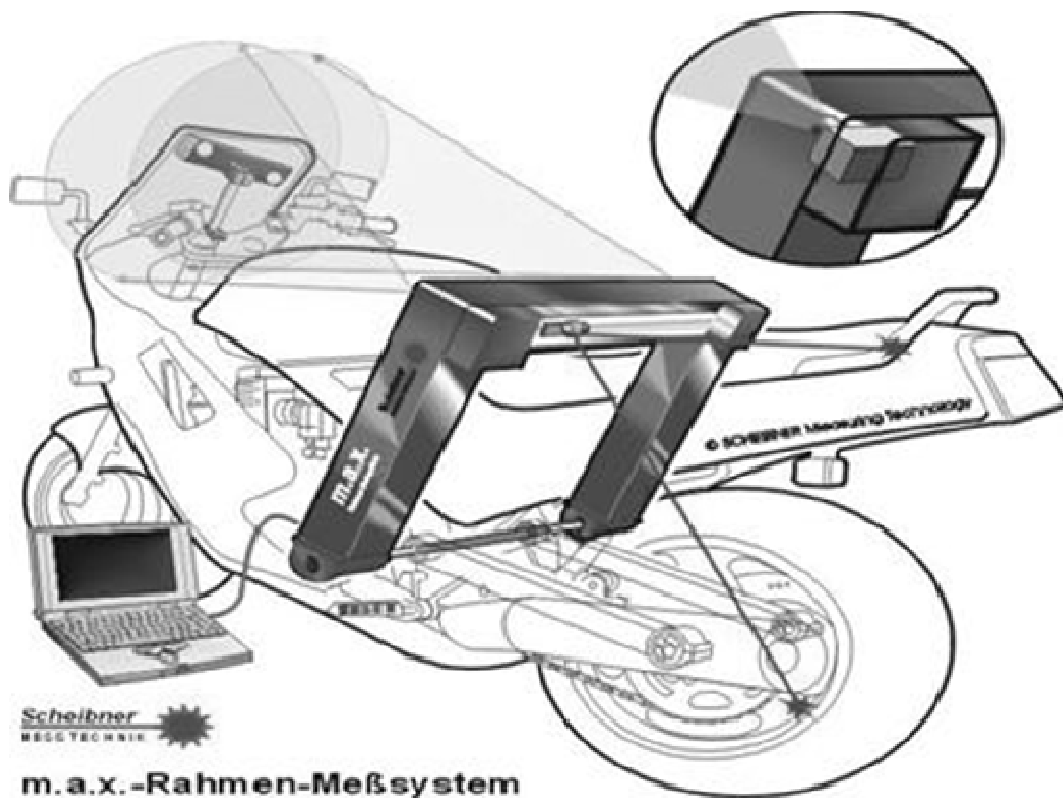
Zaměřovací jednotka musí být připevněna k řídítkům, držáku vidlic nebo vidlicím. Je nutné, aby při zatáčení řídítka rotovala kolem osy krku řízení. Připevněna je pomocí gumiček dodávaných výrobcem.



Obrázek 3-9 Schematické znázornění ustavení měřícího zařízení [16]

Základní kroky měření:

- Montáž konzole pomocí středících trnů k ose kyvné vidlice.
- Připevnění zaměřovací jednotky k předním vidlicím.
- Připojení PC, výběr modelu motocyklu ze zahrnutého seznamu výrobců, načtení základních dat.
- Následování instrukcí na obrazovce počítače a jednou zatočit doleva a jednou doprava jako součást postupu měření.
- Zaměření laseru v zadní části konzoly na body kyvné vidlice.
- Porovnání výsledků s daty od výrobců je zobrazeno na obrazovce.




Obrázek 3-10 Znárodnění funkce m.a.x. systému [16]

Inovační technologie – slova výrobce

M.a.x. systém je bezpečnou inovací vyráběnou Scheibner Measuring Technology. Měření rámu a podvozku je nezbytný proces k detekci jakéhokoliv druhu deformace rámu nebo podvozku. M.a.x. systém byl konstruován k dosažení měření s dostatečnou přesností, na kterou se může uživatel spolehnout. Opravárství a konstrukce motocyklů hledící do budoucnosti motocyklové diagnostiky a oprav nepotřebují již hledat dále. Tento systém je jediný systém, který je schopen měření atypických podvozků (jako BMW RI 100, Yamaha GTS1000). Pro jejich zákazníky to znamená důvěřovat a mít na paměti, že po nehodě nebo při koupi ojetého motocyklu je nutné provést kontrolu rámu. Když jsou zapotřebí přesné výsledky rychle, je m.a.x. systém vhodným nástrojem.

m.a.x. systém – výsledek měření

Scheibner Meßtechnik • m.a.x.-Rahmenmeßsystem


Kunde H.Mustermann

Fahrzeug KAWASAKI ZX9R ZX900C FIN: ZX900C 000000 km: 35.309

Ergebnis Der Rahmen wird als maßhaltig bewertet: ja nein

Erläuterungen:
 beispielhaftes Musterprotokoll

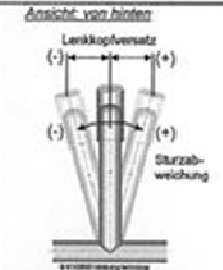
Messung vom: 02.11.98

Hauptrahmen	Sollwert	Meßwert	Abweichg.	empf.Tol.	ok?	Symmetriekon.(mm):
Sturz (°)	0,00	0,12	0,12	+/- 0,30	ja	0,0
Rahmenwinkel (°)	87,88	87,78	-0,20	+/- 0,40	ja	
Rahmenlänge (mm)	720,5	719,3	-1,2	+/- 5,0	ja	
Lenkkopfversatz (mm)	0,0	1,3	1,3	+/- 4,0	ja	Messg. Lenkkopfvers. 1,2

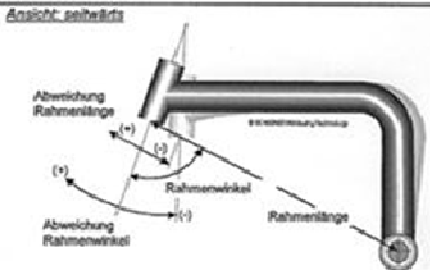
Rahmenheck:	Sollwert	Meßwert	Abweichg.	empf.Tol.	ok?	Messg. Heckvers.
Heckversatz (mm)	0,0	3,0	3,0	+/- 4,0	ja	3,0

Schwinge:	Sollwert	Meßwert	Abweichg.	empf.Tol.	ok?	Messg. H. radvers.
Hinteradversatz(mm):	0,0	-1,5	-1,5	+/- 10,0	ja	-1,5
Verdrehung (°):	0,00	0,07	0,07	+/- 0,40	ja	
Schiefstellung (°):	0,00	0,08	0,08	+/- 0,40	ja	

Ansicht von hinten



Ansicht seitwärts



Unterschrift:

Obrázek 3-11 Ukázka protokolu měření [16]

Parametry:

- Rozměry: 860 x 700 x 200 mm
- Celková hmotnost: 32 kg

Opticko-elektronická měřidla:

- 2 měřicí kamery
- automatické řízení a detekce zaměřovací jednotky
- zdroj infračerveného záření pro osvětlené terče

Přesnost měření:

- přesnost naměřených úhlů: 0.01°
- přesnost naměřených rozměrů: 0.1 mm

Laserové měření podsedlového rámu a kyvné vidlice:

- nastavitelné lasery zjišťují pozici automaticky
- výstupní výkon laseru: $< 1 \text{ mW}$
- přesnost integrovaného potenciometru: 0.25 mm

Standardní vybavení (dodávané se systémem):

- program pro správu dat a protokol zahrnující kompletní data od výrobců
- univerzální montážní set pro rychlé uchycení zaměřovací jednotky k hornímu držáku vidlic
- přepravní obal

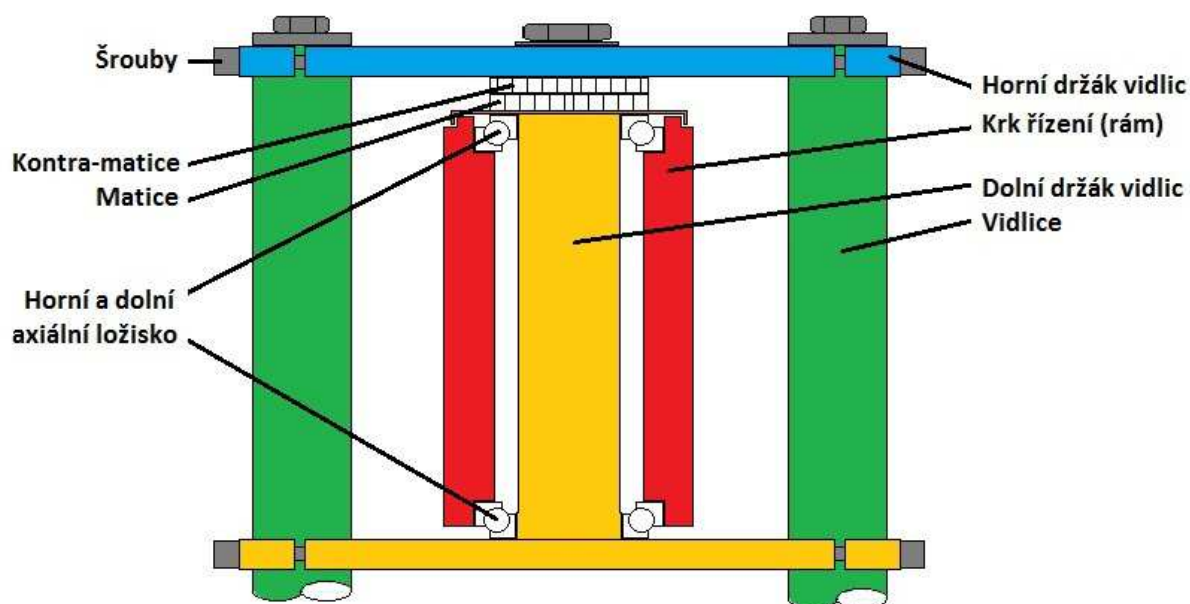
3.2 Podvozek

3.2.1 Funkce podvozku

Do této kapitoly jsou zahrnuty části motocyklu, které spojují přední kolo a rám – vedení předního kola a zadní kolo a rám – vedení zadního kola. Vedení předního kola jsou teleskopické vidlice a držáky vidlic a jejich uložení v krku řízení. Vedení zadního kola jsou kyvná vidlice, tlumící jednotky nebo centrální tlumič a jeho uložení. Vedení kol přenáší brzdné a akcelerační síly na rám a zajišťuje stabilitu a komfort jízdy. Kola a pneumatiky používané na motocyklech jsou specifické a jsou používány pouze u jednostranných vozidel.

3.2.2 Kontrola uložení držáků vidlic v krku řízení

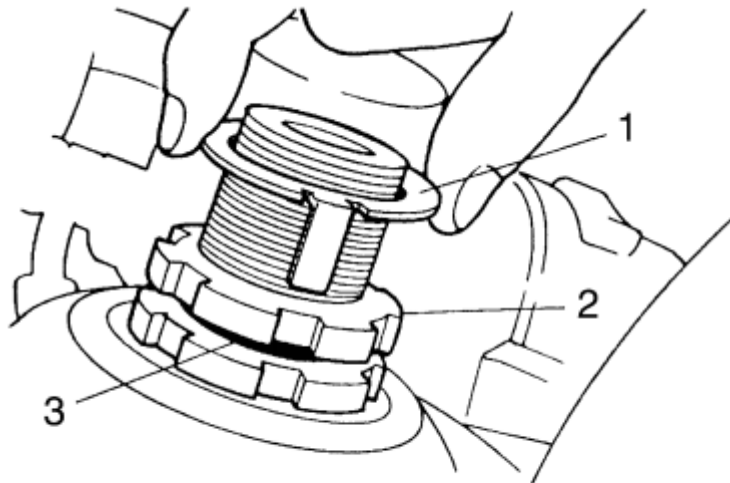
Držáky vidlic jsou znázorněny na obrázku 3-12, modře horní držák a žlutě dolní držák. Červeně je řez krkem řízení v rámu. Trubka řízení, která je součástí dolního držáku vidlic, prochází skrze krk řízení a je uložena dvěma axiálními ložisky proti sobě.



Obrázek 3-12 Uložení držáků vidlic v krku řízení v rámu

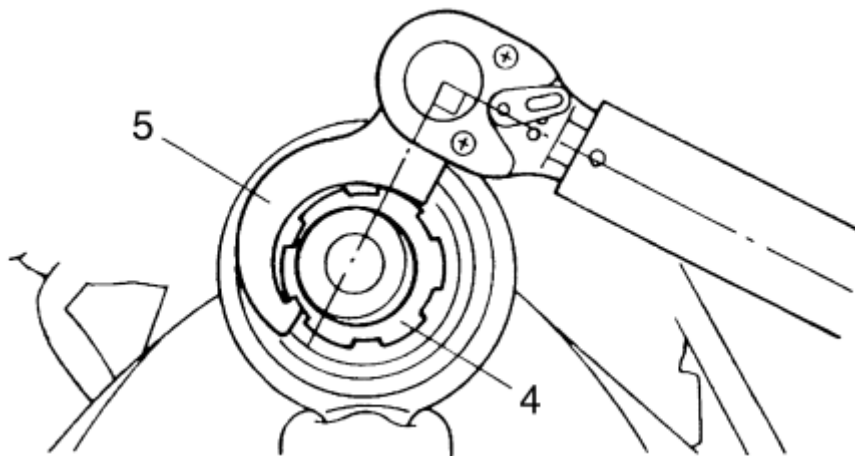
Kontrola a přizpůsobení uložení krku řízení

1. Motocykl je postaven na rovné ploše a podložen tak, aby přední kolo bylo ve vzduchu a motocykl nemohl spadnout.
2. Vidlice se uchopí za spodní konec a lehce se s nimi zatřese. Pokud je citelná vůle je nutné tuto vůli vymežit.
3. Odstraní se horní držák vidlic a vymezí se vůle:
 - a) Odstraní se aretační podložka (1), povolí se vrchní matice (2) a odstraní se gumová podložka (3).



Obrázek 3-13 Postup vymezení vůle uložení krku řízení [9]

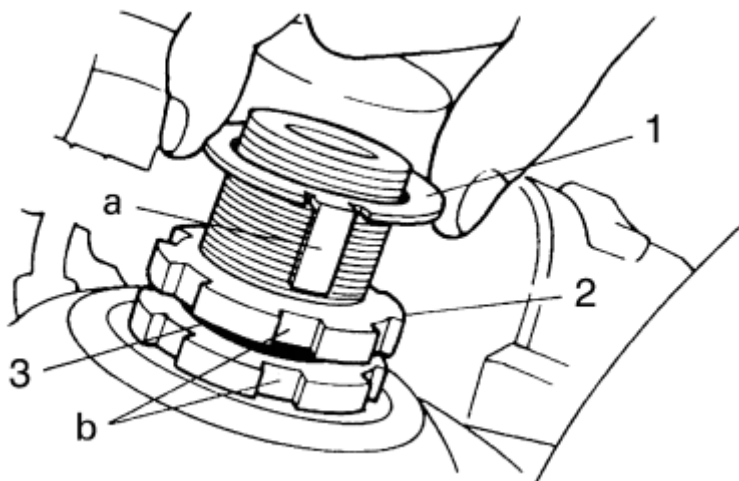
- b) Povolí se spodní matice (4) o jednu otáčku a pak utáhne na daný moment pomocí momentového klíče zobrazeného na obrázku 3-14. Příklad momentu 52 Nm (Yamaha FZ1 Fazer 2006)



Obrázek 3-14 Utažení matice krku řízení [9]

- c) Povolí se matice (4) aby se otáčela na závitě volně a dotáhne se na konečný moment daný výrobcem. Příklad momentu 18 Nm (Yamaha FZ1 Fazer 2006)
- d) Zkontrolují se ložiska proti zadrhávání způsobenému otláčením valivých tělísek do kroužků ložisek. Vidlicemi se otáčí po celé dráze pohybu v obou směrech. Pokud je citelné zadrhávání, ložiska musí být vyměněna.

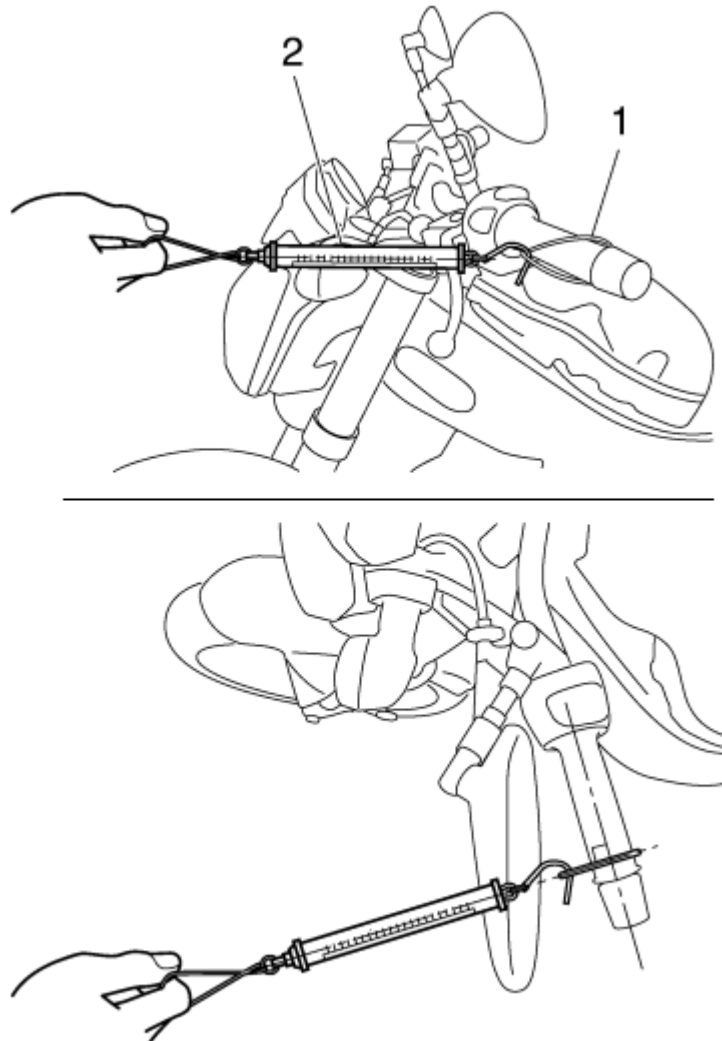
- e) Nad spodní maticí krku řízení je vložena gumová podložka (3) a horní matice (2) se dotáhne k spodní matici. Spodní matice je držena tak, aby horní byla dotahována k ní a drážky v matici (b) byly ve stejné pozici, jak je vidět na obrázku 3-15.
- f) Na matice se nasadí aretační podložka (1) tak, aby správně zapadla do drážek v maticích.



Obrázek 3-15 Postup montáže krku řízení [9]

4. Nyní může být vrácen vrchní držák vidlic.
5. Nyní bude provedené měření tuhosti zatáčení.
- a) Přední kolo je položeno na podlaze běžným způsobem a motocykl podložen tak, aby stál rovně.
- b) Na konec řídítek se namontuje plastové poutko (1) navlečením na rukojeti.
- c) Zahákne se pružinový siloměr (2) do plastových poutek.
- d) Siloměrem se táhne za řídítka ve směru kolmém k řídítku a ze siloměru se odečte hodnota ve chvíli, kdy se řídítka začnou pohybovat.
Příklad tolerance hodnot je 200-500 g (Yamaha FZ1 Fazer 2006)
- e) Měření opakujeme na opačném konci řídítek.
- f) Pokud naměřená hodnota neodpovídá povolenému rozsahu, demontuje se horní držák vidlic a matice se povolí nebo utáhnou.
- g) Držák vidlic se opět namontuje a opakuje se měření tuhosti zatáčení.

- h) Tento postup se opakuje, dokud naměřená hodnota není v tolerovaném rozsahu.
- i) Na konec se opět zkontroluje vůle uchopením za konce vidlic, jak je popsáno výše a otáčením vidlic se zkontroluje zadrhávání. Pokud nelze dosáhnout tolerance tuhosti bez vzniku vůle, je nutné ložiska vyčistit a namazat, nebo vyměnit. Tento postup se opakuje, dokud není vše v pořádku a volnost chodu i lehkost otáčení odpovídají toleranci a vymezení vůle. [9]



Obrázek 3-16 Měření tuhosti zatáčení [9]

3.2.3 Kontrola uchycení předních teleskopických vidlic

Vidlice jsou staženy v otvorech v držácích vidlic, jak je patrné z obrázku 3-12. Tyto držáky musí zajistit rovnoběžnost vidlic. Tato rovnoběžnost může být porušena při zkřížení, kdy se horní a dolní držák pootočí proti sobě a dojde k malé deformaci. Pro kontrolu rovnoběžnosti vidlic existuje pomůcka – měřidlo f.e.in gauge od výrobce Scheibner Measuring Technology.

f.e.in gauge – diagnostické měřidlo předních vidlic

Nástroj pro měření rovnoběžnosti předních vidlic se skládá z desky vyrobené z lehké a pevné hliníkové slitiny. Ta je přesně zbroušena z jedné strany do roviny a k ní je připevněn v přesně dané poloze číselníkový úchylkoměr s přesností 0,01mm. Pro měření není nutné demontovat z motocyklu žádné části, pouze pokud by bránili k přístupu k vidlicím. Motocykl může být postaven na centrálním stojanu, nebo podložen kolébkovým stojanem za zadní kyvnou vidlici, ale není to nutné.

Postup měření:

- Slitinovou desku přiložíme k vidlicím.
- Kolébavým pohybem s ní pohybujeme kolem úhlopříčky a změříme velikost výkyvu odečtením minimální hodnoty od maximální na úchylkoměru, který se dotýká vidlice.
- Rozsah zadáme do počítače a software nám vyhodnotí odchylku rovnoběžnosti vidlic. Provedeme porovnání s tolerancí dle výrobce, jež je obsažena v databázi a je součástí programu. [19]



Obrázek 3-18 Ukázka měření s F.e.in gauge [17]

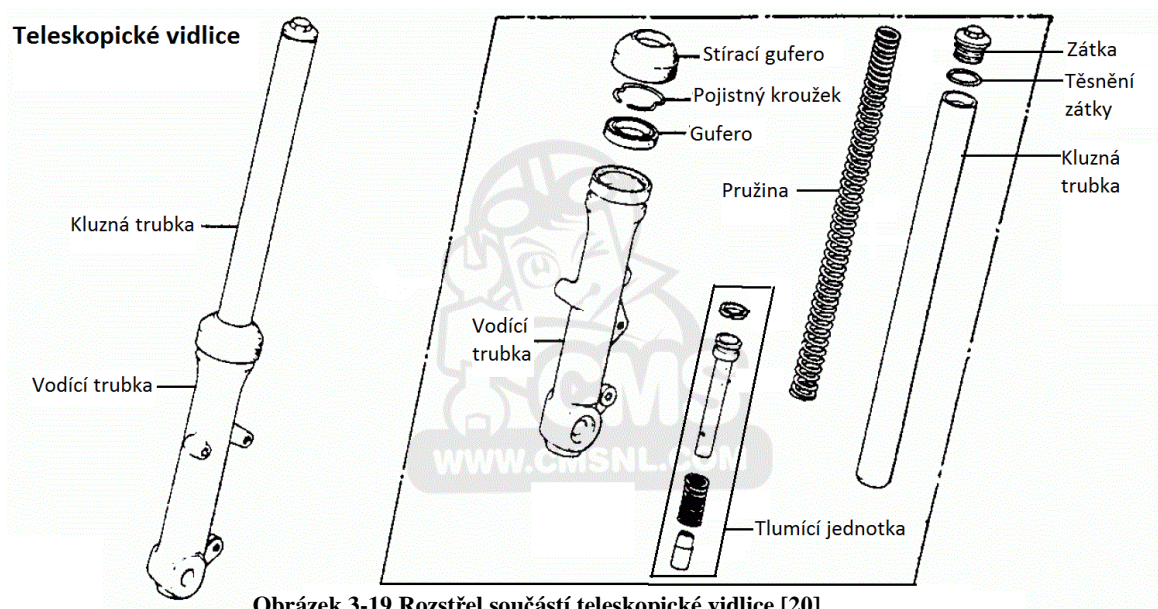


Obrázek 3-17 F.e.in gauge [18]

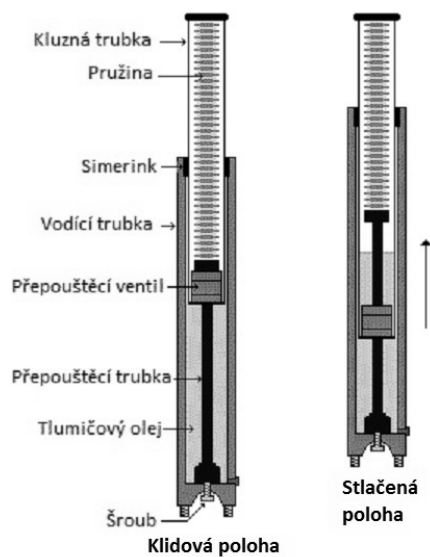
3.2.4 Typy teleskopických vidlic

▲ Teleskopické vidlice

Teleskopické vidlice jsou sevřeny v držácích vidlic a ve spodní části je sevřená osa kola. Toto uspořádání dodává této vidlici vysokou tuhost. Dvě teleskopicky do sebe klouzající trubky (vodící trubka a kluzná trubka) jsou odpruženy integrovanou pružinou. Malá pružina nebo pryžová pružina nad tlumicí tyčí, omezuje roztahování. Vzduchový polštář nad pístem je při stlačení vidlic stlačen a nastane progresivní identifikace pružení. Hydraulická jednotka tlumiče se nachází ve spodní části vidlice. Při stlačení vidlice se olej tlumiče vytěsni a proudí ventily v pružící jednotce. Ty mají ve fázi stlačení malý tlumicí účinek a tím je kolo lehce a bez nárazů odpruženo. Při roztahení pružného elementu musí olej natéci nazpět. To je ale ztíženo ventily, které jsou v opačném směru proudění oleje uzavřeny a olej proudí jen přepouštěcími kanálky, čímž je fáze tažení těžší a je dosaženo jemného tlumení a dobrých reakcí. [1]



Obrázek 3-19 Rozstřel součástí teleskopické vidlice [20]



Obrázek 3-20 Znáznornění funkce teleskopického tlumiče [21]

⤴ Obrácené teleskopické vidlice – Upside-down

U tohoto druhu konstrukce je princip přesně obrácený. Stabilnější vnější trubka je provedena jako vodící trubka. Kluzná trubka, na které je upevněná osa kola, se u tohoto provedení zasouvá. U motocyklů se používá často a má vysokou pevnost v ohybu a tuhost. Utěsnění trubek tlumiče je nákladnější. [1]



Obrázek 3-21 Vidlice Upside-down [22]

⤴ Systém Telever

U tohoto systému je držák vidlic nahoře uložen v kulovém kloubu v rámu. Otočně uložené podélné výkyvné rameno přebírá vedení kola. Je odpruženo pružící centrální jednotkou. Výhodou jsou jemné reakce, kvůli nízkému tření a vysoká stabilita jízdy při stlačení pružiny díky zvětšení závleku kola. Tento systém je nákladnější a vhodný pro těžší cestovní motocykly. [1]



Obrázek 3-22 Použití systému Telever německým výrobcem BMW [23]

3.2.5 Kontrola teleskopických vidlic

Nejčastější problém, který se vyskytuje u teleskopických vidlic, je netěsnost. Ta se projeví tvořením olejových kroužků na kluzných trubkách a v případě delšího užívání může olej stékat na části brzd a kolo a zhoršit funkci brzd.

Kontrola vidlic proti poškození povrchu se provede vizuálně pohledem a hmatem. Na kluzné trubce musí být povrch hladký bez poškození povrchové vrstvy, bez poškrábání, zrenutí nebo jiného poškození. Na obrázku 3-23 je ukázka poškozených kluzných trubek od odletujících kamínků a rzi. Olej může prosakovat, i když jsou kluzné trubky v pořádku, a to přes opotřebené těsnění. Na obrázku 3-24 je detail vidlice s prosakujícím těsněním tvořícím typické olejové kroužky.



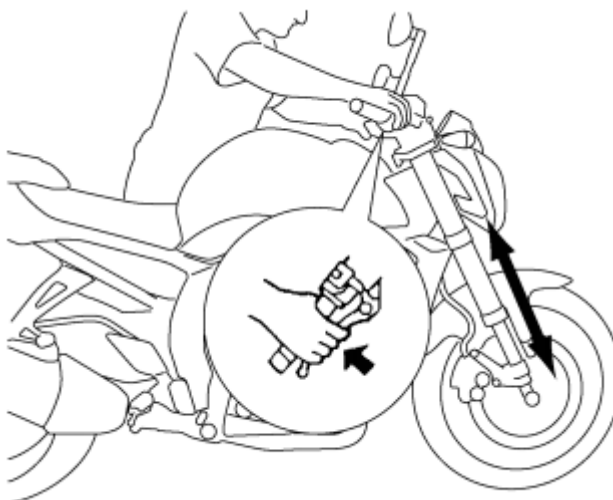
Obrázek 3-23 Poškozená vidlice od kamínků a rzi [23]



Obrázek 3-24 Prosakující vidlice [25]

3.2.6 Kontrola funkce vidlic

1. Motocykl je postaven na zemi v přímé poloze a zabrzdí se přední brzda.
2. Motocykl je držen za řídítka a zkouší se funkce tlumení silným tlačáním dolů a po chvíli puštění. Sleduje se, jestli se vidlice vracejí jemně a tlumeně. Pokud je pohyb rychlý a netlumený, vidlice se musejí zkontrolovat.



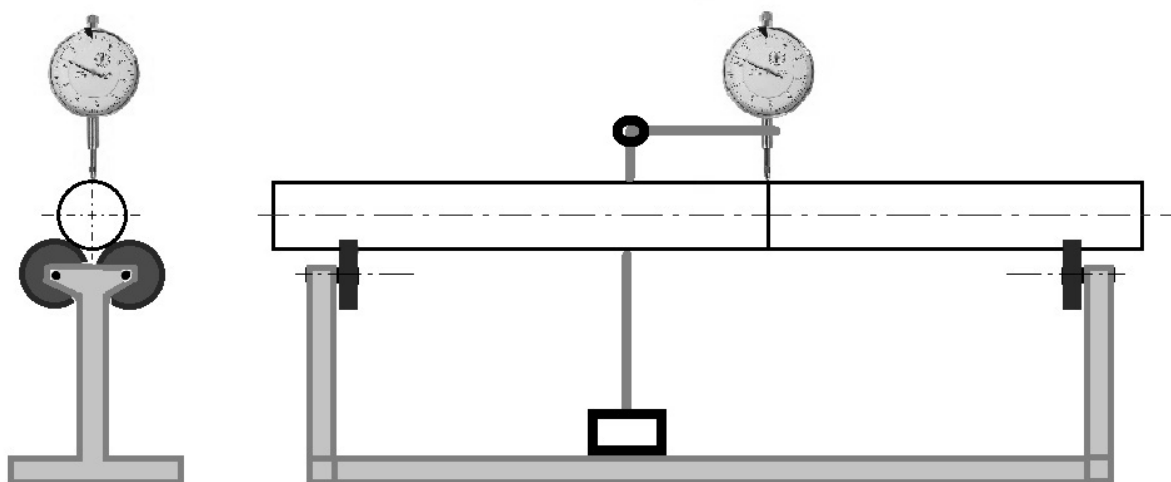
Obrázek 3-25 Kontrola funkce vidlic [9]

3.2.7 Kontrola přímosti vidlic po nehodě

Při nárazu působí na vidlice silný ohybový moment v místě uložení ve spodním držáku vidlic. Někdy dojde k ohybu trubek viditelnému okem při zkoumání, ale trubky by se vždy měly zkontrolovat. Jedná se o kontrolu kluzných trubek pouze u klasických teleskopických vidlic.

Postup kontroly vidlic:

1. Dříve než budou vidlice demontovány, označíme si místo uložení ve spodním držáku vidlic na vidlicích. Pokud jsou vidlice ohnuté, je to právě v tomto místě.
2. Vidlice demontujeme a dále demontujeme kluzné trubky.
3. Trubky volně položíme na stojan složený ze dvou párů kladek umožňujících volné otáčení trubkou.
4. Ve vyznačeném místě umístíme hrot úchylkoměru uchyceného v držáku na magnetické podložce připevněné k rámu stojanu.
5. Trubkou pomalu otáčíme a v místě kde nám úchylkoměr ukáže nejmenší hodnotu, ho nastavíme na nulu a otáčíme dál, až se dostaneme do místa maximálního vychýlení ručičky úchylkoměru.



Obrázek 3-26 Kontrola přímosti trubek vidlic

Limitní hodnota výchylky je 0,2mm. Tato hodnota je převzatá od jednoho z největších japonských výrobců motocyklů Honda. [2]

3.2.8 Konstrukční provedení vedení zadního kola

Kyvná vidlice se dvěma rameny

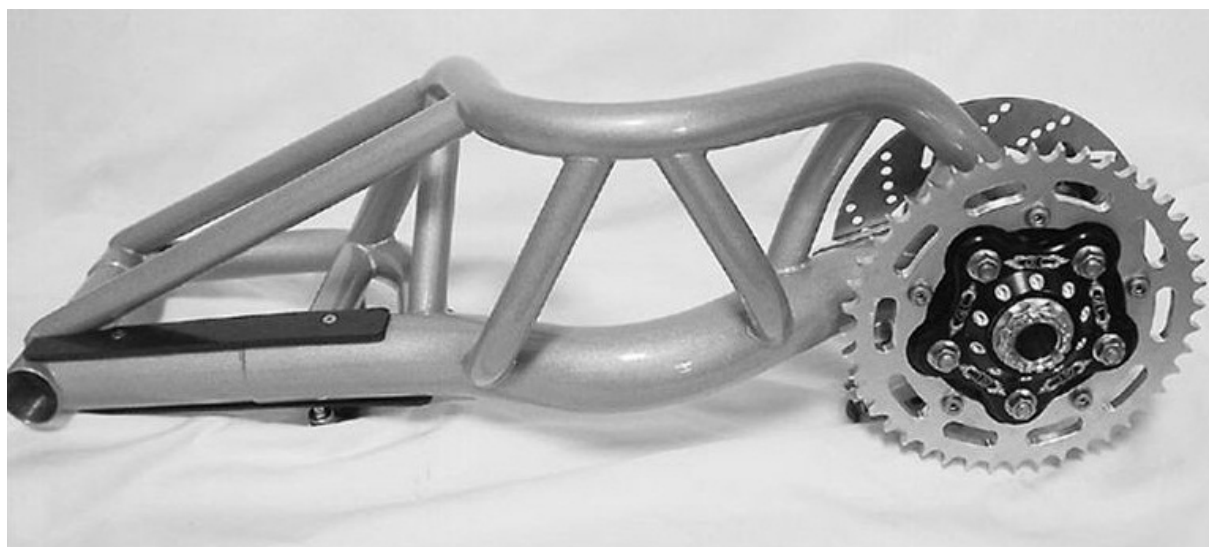
Konstrukce této vidlice může být provedena jako svařovaná trubková konstrukce z ocelových trubek, nebo dnes většinou z hliníku v konstrukci skříňových profilů. Je uložena v rámu přes otočnou osu a nese centrálně na příčné výztuži pružící jednotku a v zadní části kolo. Jiný způsob tlumení je, že na konci ramen mohou být uloženy dvě pružící jednotky. Tato konstrukce má vysokou tuhost, demontáž kola je ale náročnější ve srovnání s kyvnou vidlicí s jedním ramenem.[1]



Obrázek 3-27 Kyvná vidlice s dvěma rameny [25]

Kyvná vidlice s jedním ramenem

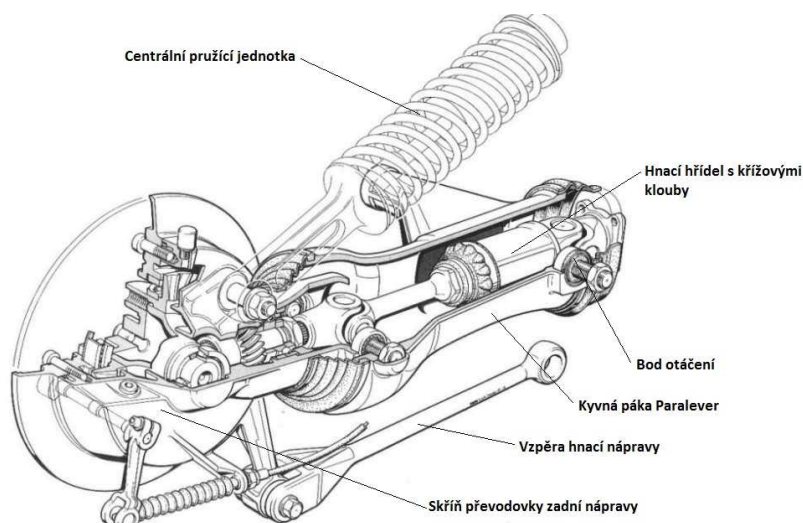
Asymetricky provedená kyvná vidlice může být trubkový svařenec, nebo s hliníkovou skříňovou konstrukcí a je otočně uložena v rámu, nebo na motoru a přes centrální pružící jednotku. Kolo je upevněno jedním centrálním šroubovým spojením. Proto lze výměnu kola provést snadněji. [1]



Obrázek 3-28 Kyvná vidlice s jedním ramenem [26]

Systém Paralever

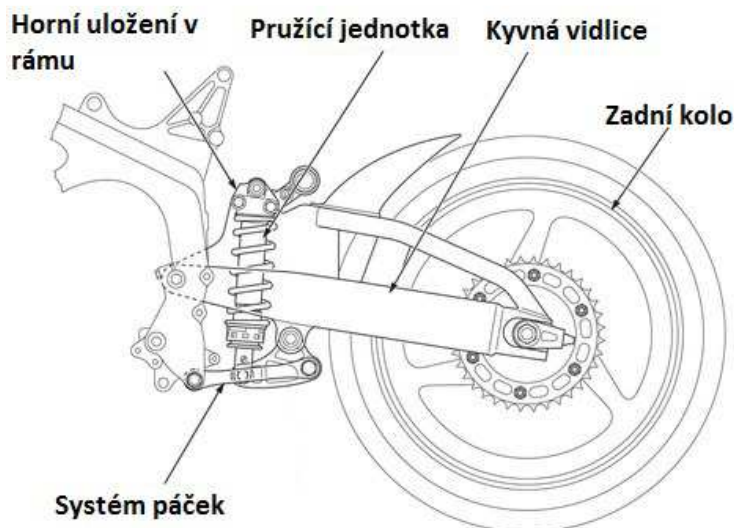
Skládá se z kyvné vidlice s jedním ramenem a vzpěry hnací nápravy. Kyvná vidlice vede kolo a vzpěra hnací nápravy pozitivně ovlivňuje chování pružení při změně zatížení. Je zabráněno velkým vychylujícím momentům. U centrální pružící jednotky lze plynule nastavit charakteristiku pružiny a tlumení.[1]



Obrázek 3-29 Kyvná vidlice Paralever [27]

Systém Pro-link

Kyvná vidlice tohoto odpružení je uložena v rámu. Pružící jednotka ji podpírá centrálně přes systém páček. Zapruží-li kolo nahoru, na uložení pružící jednotky to znamená menší dráhu pružení. Při dalším posunu kola nahoru charakteristika pružení progresivně roste a síla potřebná pro stlačení pružící jednotky se zvětšuje.



Obrázek 3-30 Systém Pro-link [28]

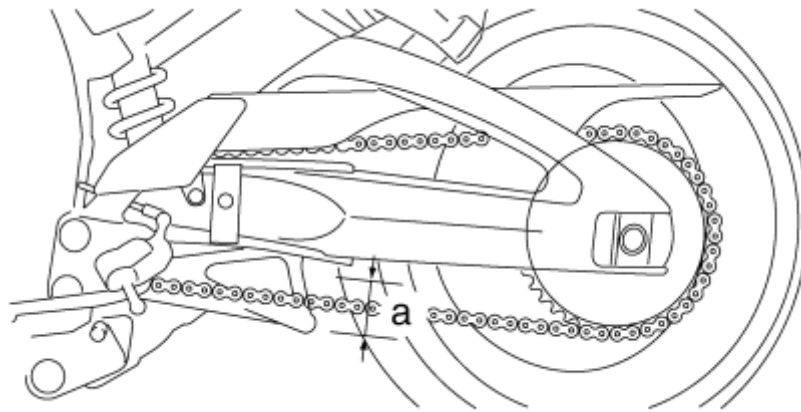
3.2.9 Kontrola a nastavení osy zadního kola u kyvné vidlice s dvěma rameny

Posuvem osy kola v drážkách kyvné vidlice pomocí šroubových napínáků se nastavuje průvěs hnacího řetězu. Kontrola by se měla provádět pravidelně při mazání řetězu speciálním přílnavým mazivem každých 500km.

Hnací řetěz, který je příliš utažený bude přetěžovat uložení pastorku v motoru, řetěz samotný a další důležité komponenty. Zatímco při příliš uvolněném řetězu může dojít k poškození kyvné vidlice otíráním, nebo způsobit nehodu zablokováním kola nebo přetržením řetězu. Proto by každý uživatel motocyklu měl udržovat řetěz ve specifickém limitu daném výrobcem motocyklu.

Postup:

1. Motocykl je postaven na rovné ploše, podepřený tak aby nespádl a zadní kolo se nedotýkalo podlahy.
2. Zadním kolem se několikrát otočí a najde se pozice, při které je řetěz nejvíce napnutý.
3. Zkontroluje se velikost průvěsu řetězu vhodným měřicím nástrojem. Jedná se o velikost (a) na obrázku 3-31.



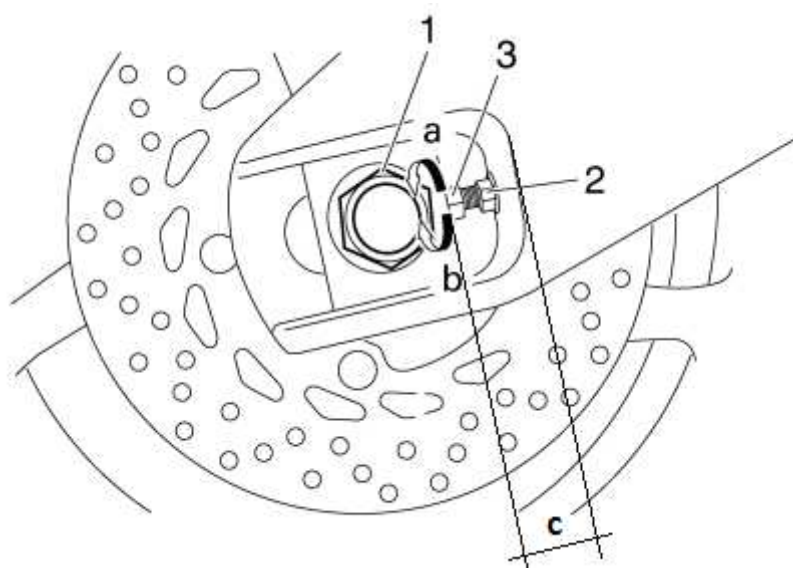
Obrázek 3-31 Kontrola řetězu [9]

4. Pokud se hodnota nepohybuje v toleranci dané výrobcem, která je obvykle od 20mm do 40mm je nutné provést seřízení.

Příklad hodnoty pro Yamahu FZ1 Fazer 2006: 25-35mm

- a) Povolí se osa kola (1).
- b) Povolí se obě zajišťovací matice (2).
- c) Otáčením přizpůsobovacími šrouby (3) ve směru (a) pro utahování nebo (b) pro povolení řetězu až do dosažení požadovaného průvěsu.

Pro správnou polohu kola musí být obě strany nastaveny stejně. Kontrola se provede porovnáním rozměrů (c) na obou stranách osy.



Obrázek 3-32 Seřízení polohy osy kola [9]

Pokud není vzdálenost (c) stejná z obou stran, dojde k nerovnoběžnosti osy kola a osy pastorku na motoru. Řetěz nabíhá křivě a poškozuje sebe a řetězová kola. Na obrázku je vidět poškozená rozeta cestovního motocyklu. Velmi patrné boční opotřebení svědčí o závažném problému s geometrií motocyklu. Řetěz nabíhal extrémně šikmo z důvodu špatného seřízení osy zadního kola nebo zkroucením některých nosných částí podvozku. Toto není použitelná rozeta a svědčí o naprostém nezájmu uživatele o motocykl. [30]



Obrázek 3-33 Boční opotřebení kola [30]



Obrázek 3-34 Boční opotřebení kola [30]

3.2.10 Kontrola opotřebení řetězu pomocí kalibru a řetězových kol

Řetězový kalibr



Obrázek 3-35 Řetězový kalibr [29]

Důvodem zavedení měrek pro kontrolu opotřebení řetězů je možnost průběžné kontroly prodloužení řetězů. Každý řetěz má dáno dovolené provozní prodloužení lišící se dle určení řetězu v provozu. Při překročení tohoto dovoleného prodloužení hrozí výrazné poškození součástí převodů, jejichž cena je mnohonásobně vyšší než cena řetězu.

NÁVOD K POUŽITÍ:

- 1/ měrku zaklesneme dle obrázku 3-36 do napnutého řetězu
- 2/ necháme volně zapadnout měřící konec mezi válečky
- 3/ zjistíme, na kterém zubu zůstane měrka zachycena
- 4/ vyhodnotíme počet zapadlých zubů, propadne-li přes 4 zub, vyměníme řetěz, protože hrozí poškození převodu. Každý zub stanoví opotřebení řetězu o 25% větší než zub předchozí. [29]



Obrázek 3-36 Použití řetězového kalibru [29]

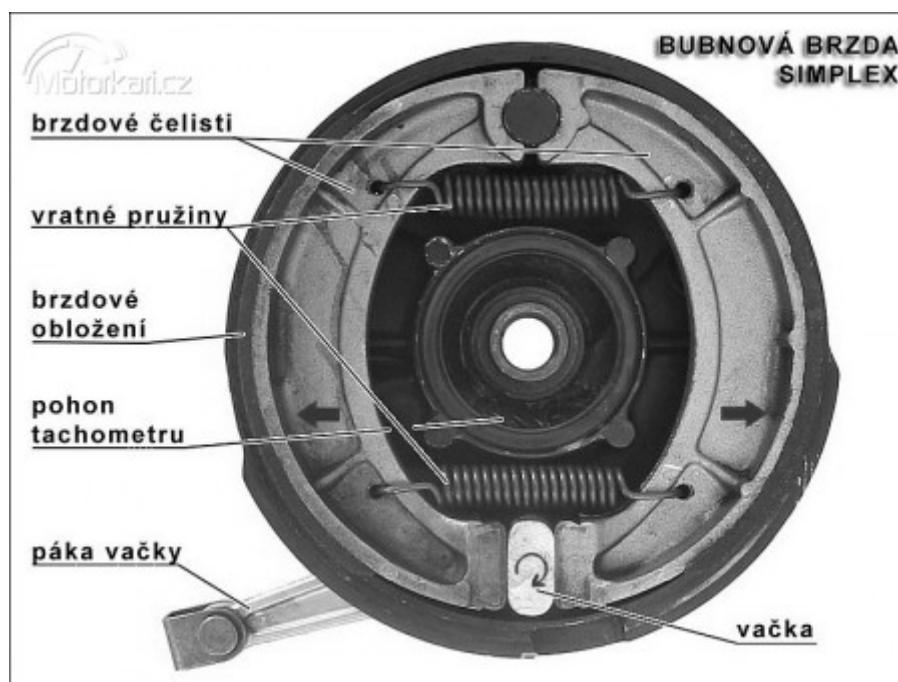
3.3 Brzdy

Dnes se u motocyklů a malých motocyklů používají na předních i zadních kolech převážně kotoučové brzdy. Ručně je ovládaná přední brzda a nožně zadní. [1] Od začátku používání dopravních prostředků bylo nutné regulovat rychlost brzdami. Princip třecí síly, což je energeticky neefektivní způsob snižování rychlosti přetrvává až do dnešní doby. Každý pohybující se předmět má vlivem své hmotnosti a rychlosti pohybovou energii, kterou při brzdění přetváříme na teplo, které se nijak nevyužívá a je nutné ho odvádět do okolí. [31]

3.3.1 Konstrukce brzd

Bubnové brzdy

Na výrobu méně náročné jsou brzdy bubnové, a proto se jich užívalo u levnějších motocyklů, nebo v případech, kdy jsou brzdové vlastnosti dostačující. Bubnová brzda je dutý válec umístěný ve středu kola, na který z vnitřní strany působí brzdové čelisti. U motocyklů se tyto brzdy používají pouze u zadního kola a ovládají se mechanicky. Síla na čelist je tedy přenesena lankem nebo táhlem, které působí přes páku na vačku. Při natáčení vačky se roztahují čelisti od sebe a svou vnější plochou s nalepeným, nebo nýtovaným obložením působí na buben. Při povolení síly jsou čelisti vráceny pružinou do původní polohy. Nevýhodou je nízká účinnost a špatné chlazení. [31]



Obrázek 3-37 Konstrukce brzdové brzdy [31]

Kotoučové brzdy

Jsou ovládány hydraulicky a jedná se o soustavu dvou pístů propojených tlakovou hadicí naplněnou kapalinou. Pístek menších rozměrů ovládáme pákou nebo pedálem a nachází se v hlavním válci. Druhý konec soustavy obsahuje druhý píst působící na brzdové destičky a nachází se v brzdovém třmenu. Čím větší bude píst na straně destiček, tím bude větší brzdná síla při stejné síle na páčce. Vzhledem k tomu, že jeden veliký píst na brzdovém třmenu je problematický, většina brzdových třmenů je vícepístových. Písty jsou buď z jedné strany třmenu a takový třmen je uložen v plovoucím sedle, čímž je umožněn axiální posuv, nebo jsou písty proti sobě a jsou dnes nejčastěji 4 pístové nebo 6 pístové. Více malých pístků vytvoří oproti jednomu velkému lepší rozložení sil na destičku při stejné ploše. Destičky působí na ocelový kotouč, jehož průměr určuje velikost brzdného momentu. Kotouče mohou být pevné nebo plovoucí. U nich je vnější část, na kterou působí brzdové destičky, spojena přes sadu nýtů s vnitřní částí, která je přišroubována ke kolu a tím je umožněn vzájemný axiální posuv. Se šťastným řešením přišel v sériové výrobě Buell, který má upevněn kotouč na vnějším obvodu ráfku, čímž je dosaženo velkého průměru a přenosu sil nejkratší cestou k pneumatice. Konstrukcí hlavního válce je docíleno doplňování kapaliny do okruhu při opotřebení brzdových destiček ze zásobní nádoby. Celý hydraulický systém nesmí obsahovat vzduch, a proto na vrchních místech třmenů jsou odvzdušňovací šrouby.



Obrázek 3-38 Konstrukce brzdového třmenu[31]



Obrázek 3-39 Kotoučová brzda s pevným brzdovým třmenem a plovoucím kotoučem [31]



Obrázek 3-40 Kotoučová brzda s pevným obvodovým kotoučem a šestipístovým brzdovým třmenem [31]

3.3.2 kontrola funkce brzd

Diagnostické metody pro zjištění funkce a kontrolu brzd jsou jednodušší než třeba kontrola rámu. Dají se jednoduše zkontrolovat při zkušební jízdě a jednoduše se zjistí jejich funkce jejich použitím. Pokud brzdy dostatečně brzdí, jsou v pořádku. Přesto je vhodné provést kontrolu brzd, jelikož jsou významným bezpečnostním prvkem motocyklu.

1. **Kontrola funkčnosti** – jak již bylo zmíněno, kontroluje se dostatečnost brzdného účinku, zvukové emise při brzdění a případně projevy chvění nebo vibrací. Zvuk připomínající tření kovu o kov nasvědčuje nadměrnému opotřebenění brzdových destiček. Vibrace nebo chvění upozorňují na poškození brzdových kotoučů.

- 2. Kontrola množství a stavu brzdové kapaliny, těsnost okruhu** – ke kontrole množství brzdové kapaliny slouží rysky na nádobce, nebo kontrolní okénko na nádobce, která je součástí brzdového válce. Pokud není známo, jak stará je brzdová kapalina, je vhodné provést výměnu a dále každý rok, jak předepisují výrobci motocyklů. Celý brzdový systém od brzdového válce přes hadice k brzdovým třmenům by měl být pohledem zkontrolován, jestli někde není netěsnost a nedochází k úniku brzdové kapaliny.



Obrázek 3-41 Oddělená zásobní nádobka brzdové kapaliny [33]



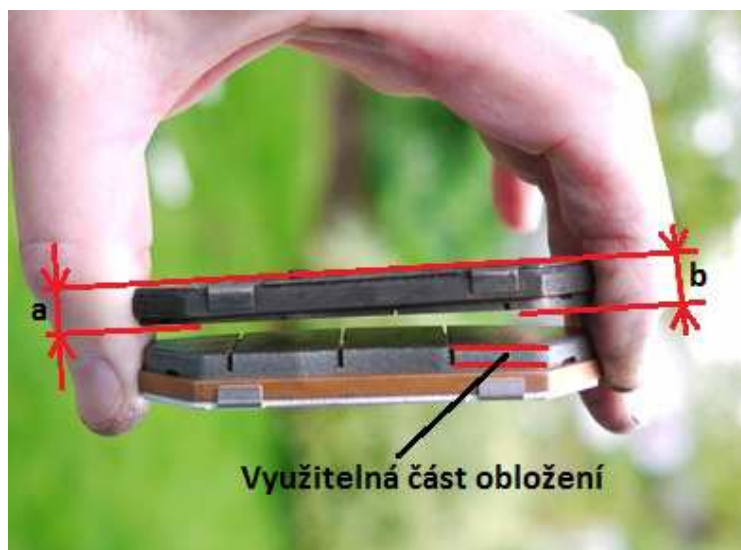
Obrázek 3-42 Kontrolní otvor hladiny brzdové kapaliny na brzdovém válci se sdruženou zásobní nádobkou [34]

- 3. Kontrola těsnosti předních teleskopických vidlic** – pokud dojde k netěsnosti předních teleskopických vidlic, s největší pravděpodobností bude unikající olej stékat na brzdový třmen nebo kotouč a podstatně sníží součinitel tření mezi brzdovými destičkami a brzdovým kotoučem. Při jízdě se závada projevuje slabým brzdovým účinkem i při silně stisknuté brzdové páčce.



Obrázek 3-43 Olej prosakující na brzdový kotouč [32]

4. **Kontrola stavu destiček** - jedná se o ocelovou destičku s nalepeným třecím obložením. Pokud dojde k nadměrnému opotřebení třecího obložení, může dojít ke tření nosné desky o kotouč. Tento stav doprovází nepříjemné zvuky a hrozí riziko poškození kotouče ale i brzdového třmenu, zhoršeného brzdného účinku, nebo zablokování kola. Kontrolu provedeme prohlídkou, při které není nutné demontovat brzdové třmeny, pokud je dobře vidět na destičky z obou stran. Destičky musí být opotřebené rovnoměrně a mění se, když není patrná kontrolní drážka. Na obrázku 3-44 je vidět použitá nerovnoměrně opotřebená destička a nová destička s drážkami pro odvod vody a nečistot současně sloužícím pro indikaci opotřebení. Může se stát, že některé destičky tyto drážky nemají a potom měníme destičky, pokud při kontrole zbývá méně než 1mm [6]. Kritickou hodnotou pro výměnu destiček je tedy tloušťka obložení 1mm.

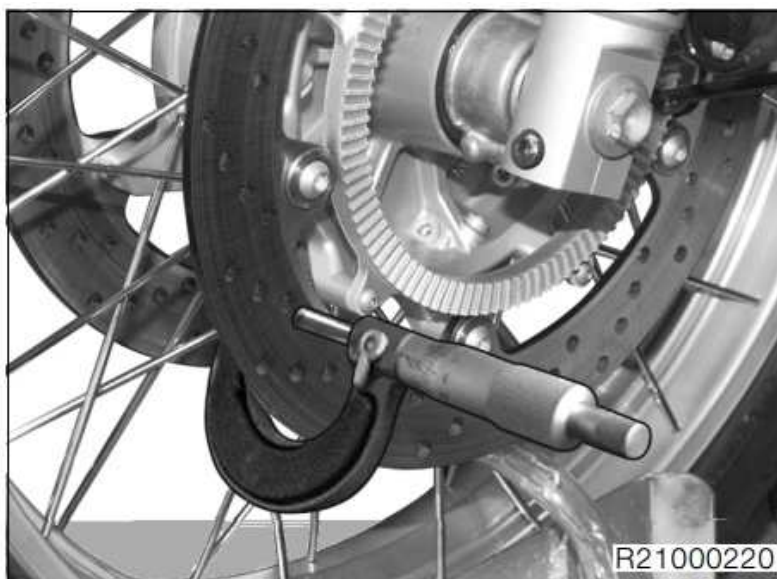


Obrázek 3-44 Porovnání použité a nové brzdové destičky [35]

5. **Kontrola brzdového kotouče** – brzdový kotouč také podléhá opotřebení, i když vydrží několik brzdových destiček. Proto je dobré provést jeho kontrolu pomocí třmenového mikrometru. Šířka kotouče se měří v nejvíce opotřebované části v místě styku s destičkami přibližně uprostřed. Minimální tloušťka je obvykle vyražená na kotouči a přípustné opotřebení bývá okolo 10%.

Na příklad motocykl BMW GS 1150 má 5mm silné kotouče a mezní hodnota je 4,5mm[6]. Kritická hodnota opotřebení kotoučů je tedy okolo 10%.

Brzdový kotouč může také být zvlněný nebo ohnutý. Za jízdy se takto poškozený kotouč projevuje vibracemi při brzdění, pulzací brzdové páky, nebo změnami brzdného účinku při konstantní síle brzdění.



Obrázek 3-45 Kontrola brzdového kotouče na motocyklu BMW[36]

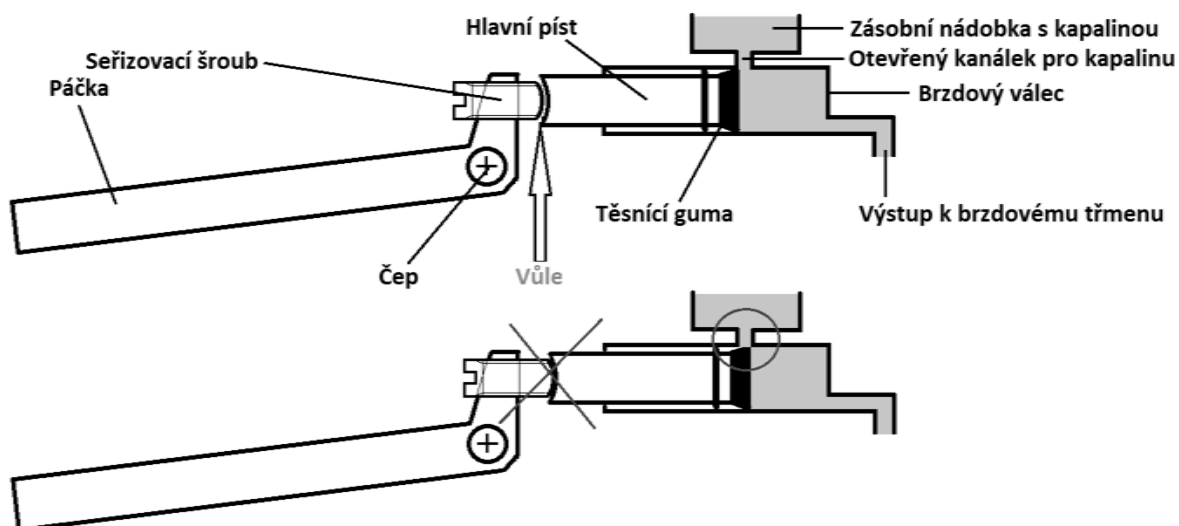
6. **Kontrola volnosti otáčení kol** – tato kontrola by se měla provádět po jízdě, aby brzdové části byly dobře sesazené. Pokud některá brzda při jízdě přibrzdí, dochází k nadměrnému opotřebení a zahřívání brzdových částí. Motocykl je postaven na stojanu tak, aby se kontrolované kolo nedotýkalo země. Otáčíme kontrolovaným kolem, mělo by se točit volně a destičky by se měli dotýkat kotouče velmi lehce a být slyšet jemné klouzání destiček po kotouči, bez zdatelného přibrzdování. Tento zvuk by se neměl měnit a neměl by znít střídavě. Jak bylo řečeno, kotouč by mohl být ohnutý nebo zvlněný. U zadního kola je důležité, aby byl dobře nastavený průvės řetězu a aby byl dobře namazaný. Pokud některé kolo přibrzdí, je nutné zkontrolovat písty v brzdovém třmenu, jestli se volně pohybují, popřípadě vodící axiální čepy u třmenů na plovoucím sedle. Vše nejlépe vyčistit a pohyblivé části namazat. Pozor na přebytečné mazivo, aby se nedostalo na brzdové destičky nebo kotouč.



Obrázek 3-46 Motocykl posazený na stojanech [37]

3.3.3 Kontrola nastavení ovládní brzd

Mezi ovládací pákou brzd a brzdovým válcem se často nachází seřizovací šroub, nebo u zadní brzdy táhlo. Táhlo musí být seřízeno tak, aby nedošlo k přibrzdování kola. Pomocí seřizovacího šroubu může být nastavena vůle mezi pákou a pístkem brzdového válce. Pokud by byl pístek i v klidové poloze stlačený, může být zavřen kanálek spojující tlakový okruh brzdového systému s vyrovnávací nádobkou. Při brzdění pak dochází k zahřátí brzdové kapaliny a nárůstu tlaku, který při klidové poloze páky nemůže být uvolněn do vyrovnávací nádržky. Vlivem tlaku působícího na pístky v brzdovém třemenu dochází k samovolnému přibrzdění, které se dalším zahříváním brzdové kapaliny stupňuje a stává se velmi nebezpečným. Platí pravidlo, že páka v uvolněné poloze nesmí na pístek tlačit. Z toho důvodu není stanovena velikost vůle. Pokud řidič chce, aby páka zabírala co nejdříve, vůle se může zmenšit maximálně tak, že se šroub pístu v uvolněné poloze dotkne, ale nestlačí ho. Pokud je požadováno, aby páka zabírala později, může se vůle zvětšit k dorazu šroubu, který je stanovený výrobcem. Na obrázku 3-47 je ukázka správně a špatně nastavené vůle a řez brzdovým válcem. Pokud má brzdová páka dlouhý chod a vůle je již zmenšená na minimum, je nutné zkontrolovat odvzdušnění brzdového systému a pokud se stále řidiči zdá chod páky „měkký“ dají se obstarat opletené hadice, které se méně deformují působením tlaku brzdové kapaliny uvnitř.



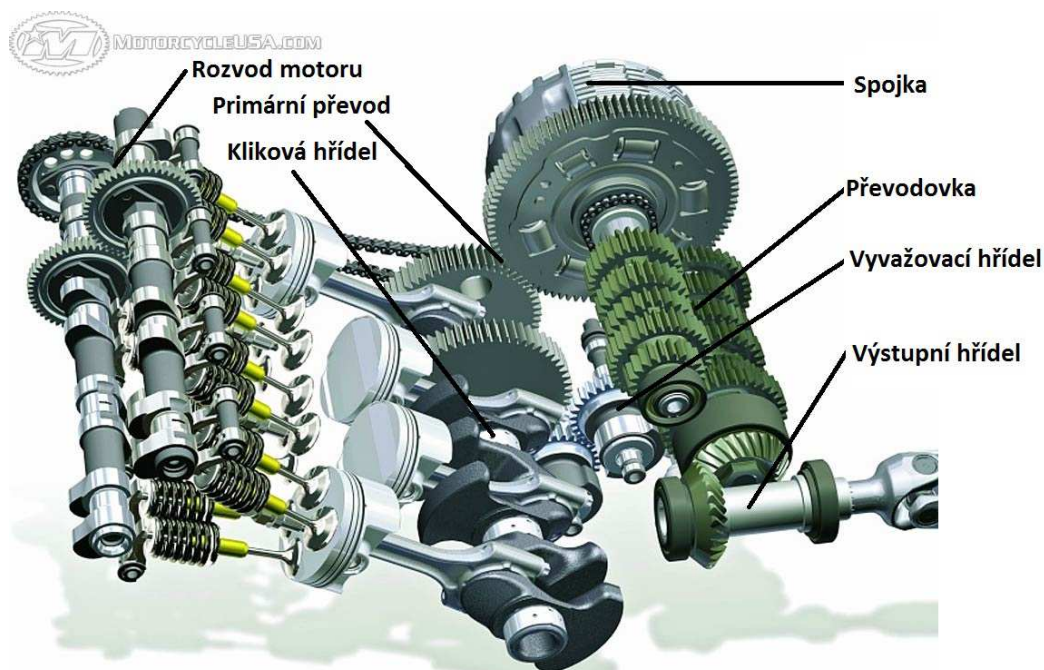
Obrázek 3-47 Nastavení vůle brzdové páky

3.4 Motor

Spalovací motory používané v jednostopých dopravních prostředcích se principem neliší od jiných spalovacích motorů. Tato práce se zabývá a vyzdvihuje konstrukční řešení a s ním spojené diagnostické metody používané zejména nebo pouze u jednostopých vozidel. Proto se práce zabývala hlavně rámem nebo třeba podvozkem. Diagnostické metody pro hledání a určování závad na motocyklovém motoru jsou stejné jako u jiného spalovacího motoru, a proto tomuto tématu, které je samo o sobě rozsáhlé, nebude věnována taková pozornost.

3.4.1 Konstrukce motocyklového motoru

Zásadní konstrukční rozdílnost motoru jednostopých vozidel od motorů jiných vozidel, je ve spojení motoru samotného, spojky a převodového ústrojí do jedné skříně často i s jednou olejovou náplní. Spojka nacházející se v této olejové lázni, je tvořena sadou několika lamel o menším průměru než lamela například v automobilové spojce. Pro menší zdvihové objemy asi do 500cm³ se používají většinou jedno- nebo dvouválcové čtyřdobé, ale i dvoudobé motory. U motorů s větším zdvihovým objemem jsou běžné víceválcové čtyřdobé motory se 2, 3 nebo 4 válci. Používané obvyklé konstrukční uspořádání válců je řadové se sklonem do V. Rozvod motoru neboli vazba mezi klikovou a vačkovou hřídelí u čtyřdobého motoru OHC je nejčastěji řešen rozvodovým řetízkem, ale je možné se setkat také s ozubenými koly (Honda VFR 800), řemeny (Ducati) nebo královskou hřídelí (Yamaha MT01). Rozvod OHV se již nepoužívá nebo jen výjimečně. Na obrázku 3-48 je ukázané uspořádání motoru motocyklu do kompaktního celku. Motor je čtyřválcový, plnění a výplach válců je zabezpečuje celkem 16 ventilů. Vačkový hřídel je poháněn řetízkem. Z klikové hřídele je krouticí moment přenášen přes primární ozubený převod na unašec spojky. Ze spojky dále na předlokový hřídel převodovky. Pomocí natočení řadící kulisy řadícím mechanismem je dále krouticí moment přenášen přes vybraný převod na výstupní hřídel a dále sekundární převod na kolo motocyklu.



Obrázek 3-48 Čtyřválcový řadový motor [38]

4 Závěr

Tato práce se zabývá diagnostickými metodami určenými pro hledání závad na jednostopých dopravních prostředcích a těmito prostředky jsou motocykly. Práce je sestavena do třech hlavních částí. V počátku se práce zabývá historií jednostopých vozidel a je zde například popis prvního motorového jednostopého dopravního prostředku – prvního motocyklu, ale také je poukázáno na jména vynálezců tohoto motocyklu, nebo prvního motoru s vnitřním spalováním.

Druhá a třetí část jsou spojeny a vzájemně se prolínají. Motocykl je rozdělen na hlavní konstrukční celky, přičemž největší pozornost je věnovaná částem, které dělají motocykl motocyklem a jsou pro něj typické. Druhá část se tedy zabývá konstrukcí a běžnými konstrukčními řešeními a dále se práce věnuje kritickým místům a metodám zjištění závad na těchto místech. Popisu těchto diagnostických metod se věnuje část třetí. Motocykl byl rozdělen na čtyři základní celky. Jsou to rám, podvozek, brzdy a motor. Z pohledu diagnostiky se práce věnuje pouze prvním třem celkům a motor je pouze popsán a jsou vyzdvihnuta typická konstrukční řešení pro motocyklové motory.

Pro kontrolu rámu se práce zabývá diagnostickou metodou s použitím provázků a výsledkem této metody je srovnání rozdílnosti naměřených rozměrů. Kritickou hodnotou tohoto měření je rozdíl více než 1mm. [15] Dalším způsobem diagnostiky rámu popsaným v práci je m.a.x. systém. Výsledek měření je zpracován a prezentován počítačem. Kritická hodnota nebyla zjištěna a výrobce systému si ji uchoval v tajnosti. Pokud systém vyhodnotí kritickou deformaci rámu, je možné nechat rám profesionálně srovnat odborníky. Samotný rám se ustaví do speciální rovnací stoličky. Ta obvykle využívá hydraulických motorů a pák pro rovnání rámu. Kdy ještě je vhodné a bezpečné rám srovnat a kdy už ne, je na zkušenostech odborníků, kteří si své „know how“ pečlivě střeží.

Další popsanou metodou pro kontrolu podvozku je metoda kontroly řízení zakládající se na otáčení řídky pomocí siloměru. Kritickou hodnotou je síla 500g. Při kontrole uložení vidlic v držácích s použitím měřidla f.e.in gauge kritickou hodnotu vyhodnotí software a výrobcem nebyla sdělena. Pokud je zjištěna nepřijatelná odchylka, je možné pokusit se uvolnit pnutí ve zkřížených vidlicích. Povolnění objímek stahujících vidlice na spodním držáku vidlic, šroubu stahující horní držák vidlic ke spodnímu a osu kola. Tímto může dojít k uvolnění a samovolnému srovnání. Při kontrole těsnosti vidlice je jakýkoliv průsak oleje na kluznou trubku nebezpečný a je nutné vyměnit těsnění. Při kontrole přímosti trubek vidlic je kritickou hodnotou výchylka ručičky úchylkoměru o 0,2mm.

Dále se práce zabývá také brzdami a při diagnostice brzd je kritickou hodnotou správné funkce dostatečný brzdový účinek, dokonalá těsnost hydraulického okruhu a klidný průběh brzdění. Pro výměnu brzdových destiček je minimální tloušťka zbývajících obložení 1mm a pro kotouč je přípustný úbytek tloušťky 10%.

Jízda a bezpečnost jízdy závisí na zkušenostech a chování jezdce pouze za předpokladu, že motocykl je v bezvadném stavu a nevykazuje žádnou závadu. Zejména musí být v perfektním technickém stavu kritické části motocyklu, jimiž se tato práce zabývá. U těchto kritických míst je důležitá preventivní kontrola v předepsaných intervalech a správná diagnostika kritických součástí.

5 Použitá literatura

5.1 Knižní publikace

- [1] GSCHEIDLE, R. (2002). *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles.
- [2] HONDA MOTOR CO., L. (1998). *Honda VFR800FI Service manual*. Kikuchi-gun: Interceptor.
- [3] JANNECK, U. U. (2005). *Motocykl*. Berlin: KOPP.
- [4] KRIEDL, M., & ŠMÍD, R. (2006). *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*. Praha: Ben.
- [5] MOTEJLI, V., & HOREJŠ, K. (2004). *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů*. Brno: Littera.
- [6] MOTORRAD, B. (2000). *Repair Manual BMW R 1150 GS*. München: © BMW Motorrad.
- [7] VLK, F. (2005). *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. Brno.
- [8] WILSON, H. (1994). *Velká kniha motocyklů*. Praha: OTTOVO nakladatelství s.r.o.
- [9] YAMAHA MOTOR CO., L. (2005). *Service Manual Yamaha FZ1-N, FZ1-S*. Yamaha Motor Co., Ltd.

5.2 Ostatní technické publikace

5.3 Publikace na internetu

- [10] Honda CB 400 four, [online]. 2012 [cit. 2012-10-11]. Dostupné z: http://www.the-blueprints.com/blueprints/motorcycles/honda-motor/8701/view/honda_cb400_super_four/
- [11] Kolébkový rám, [online]. 2012 [cit. 2012-26-11]. Dostupné z: <http://www.freepatentsonline.com/D510546.html>
- [12] Rám deltabox, [online]. 2012 [cit. 2012-26-11]. Dostupné z: <http://www.citybikerblog.com/images/frame8.jpg>
- [13] Trubkový rám, [online]. 2012 [cit.2012-26-11]. Dostupné z: <http://i42.photobucket.com/albums/e344/Motowheelscom/Frames/DucatiMonster-frame-alloy.jpg>
- [14] Technika motocyklových rámců, [online]. 2012 [cit. 2012-28-11]. Dostupné z: <http://www.motohouse.cz/technika-motocyklovych-ramu>
- [15] Motorcycle Frame Misalignment - Ways You can Check it Yourself, [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.framestraightsystem.com/Motorcycle%20Frame%20Check.htm>
- [16] M.a.x. systém, [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: http://www.tri-sphere.co.uk/images/Scheinber/Max_2.jpg

- [17] F.e.in gauge [online]. 2012 [cit. 2012-10-12]. Dostupné z: http://sphotos-c.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc7/305748_238832389487209_1422927_n.jpg
- [18] F.e.in gauge, [online]. 2012 [cit. 2012-14-12]. Dostupné z: http://sphotos-g.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc7/298233_238832412820540_6082442_n.jpg
- [19] F.e.in gauge, [online]. 2012 [cit. 2012-14-12]. Dostupné z: <http://www.tri-sphere.co.uk/Motorcycle%20Systems/ScheibnerFeinGauge.htm>
- [20] Fork, [online]. 2012 [cit. 2012-17-12]. Dostupné z: http://images.cmsnl.com/img/partslists/front-fork-cb125s-81-us_bighu0109f3a06_ed72.gif
- [21] Fork, [online]. 2012 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z <http://1.bp.blogspot.com/-IRG8sDKgLIH/T3yCNCrS8PI/AAAAAAAAAJPk/KsH-MTXUxOw/s400/Bicycle-Shocks-Fork-01.gif>
- [22] Upside down, [online]. 2012 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: <http://blog.motorcycle.com/wp-content/uploads/2012/06/062812-2013-suzuki-rm-z450-sff-fork-02.jpg>
- [22] Systém Telever, [online]. 2012 [cit. 2013-08-03]. Dostupné z: <http://bmwdean.com/telelever.jpg>
- [23] Poškozená vidlice, [online]. 2012 [cit. 2013-08-03]. Dostupné z: http://img.photobucket.com/albums/v246/super_jo/forks_b4-3.jpg
- [24] Poškozená vidlice, [online]. 2012 [cit. 2013-08-03]. Dostupné z: <http://www.hayabusa.org/forum/attachments/general-bike-related-topics/149379d1247413430-fork-oil-leak.jpg>
- [25] Dvouramenná kyvná vidlice, [online]. 2012 [cit. 2013-08-03]. Dostupné z: http://img.diytrade.com/cdimg/1049580/11177664/0/1258940213/alloy_swing_arm.jpg
- [26] Jednoramenná kyvná vidlice, [online]. 2012 [cit. 2013-08-03]. Dostupné z: http://image.superstreetbike.com/f/images/9115386++w779/0711_sbkp_18_z+performance_goods+greggs_swingarm.jpg
- [27] System Paralever, [online]. 2012 [cit. 2013-08-03]. Dostupné z: <http://www.bmbikes.co.uk/photos/mechanicalphotos/R100GS%20paralever.jpg>
- [28] Systém Pro-link, [online]. 2012 [cit. 2013-20-04]. Dostupné z: <http://www.bikervoodoo.com/wp-content/uploads/2010/08/HondaProLink.jpg>
- [29] Řetězové kalibry, [online]. 2012 [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.retezy.info/doplanky/kalibry.html>
- [30] Poškozené kolo, [online]. 2012 [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://czretezy.cz/technicka-podpora/montaz-serizeni/>
- [31] Motocyklová technika - brzdy, [online]. 2012 [cit. 2013-07-06]. Dostupné z: <http://czretezy.cz/technicka-podpora/montaz-serizeni/>

- [32] Prosakující vidlice [online]. 2012 [cit. 2013-07-06]. Dostupné z: <http://www.sportbikes.net/forums/attachments/help-me-fix/187141d1240967854-leaking-fork-now-what-pics-leaking-forks-april-2009-002.jpg>
- [33] Nádobka brzdové kapaliny [online]. 2012 [cit. 2013-07-06]. Dostupné z: http://image.superstreetbike.com/f/howtos/1201_sbkp_1998_yamaha_r1_project_bike/35295491++w779/1201-sbkp-07-z+1998-yamaha-r1-project-bike+oil-and-brake-fluid.jpg
- [34] Kontrolní otvor hladiny brzdové kapaliny [online]. 2012 [cit. 2013-07-06]. Dostupné z: http://image.superstreetbike.com/f/howtos/1201_sbkp_1998_yamaha_r1_project_bike/35295491++w779/1201-sbkp-07-z+1998-yamaha-r1-project-bike+oil-and-brake-fluid.jpg
- [35] Brzdové destičky [online]. 2012 [cit. 2013-07-06]. Dostupné z: http://photos4.meetupstatic.com/photos/event/d/7/b/6/600_53515222.jpeg
- [36] Servisní manuál BMW GS1150 [online]. 2012 [cit. 2013-07-06]. Dostupné z: http://www.motorkari.cz/upload/files/manualy/1979_bmw_r1150_gs_repair_manual.pdf
- [37] Motocykl na stojanech [online]. 2012 [cit. 2013-09-06]. Dostupné z: <http://www.apriliaforum.com/forums/attachment.php?attachmentid=141399&d=1306245871&thumb=1>
- [38] Řez motorem [online]. 2012 [cit. 2013-14-06]. Dostupné z: <http://images.motorcycle-usa.com/PhotoGalleries/drivetrain.jpg>