

**Česká zemědělská univerzita v Praze**



Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy

## **Vývoj dvoudobých motokrosových motorů**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Hromádko, Ph.D.

Autor práce: Jan Přeborovský

PRAHA 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Přeborovský Jan

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Vývoj dvoudobých motokrosových motorů**

Anglický název

**Development of two-stroke motocross engines**

---

### Cíle práce

Cílem práce je vytvořit literární rešerši s vlastními komentáři zabývající se vývojem dvoudobých motokrosových motorů.

### Metodika

- prostudovat základní literaturu v oblasti dvoudobých motokrosových motorů
- kontaktovat významné organizace zabývající se danou problematikou
- provést globální literární rešerši v dané problematice
- vlastní rozbor vývoje dvoudobých motokrosových motorů
- návrh doporučení a předpokládaný další vývoj v oblasti dvoudobých motokrosových motorů

### Osnova práce

1. Úvod
2. Historie motokrosu
3. Historie dvoudobého motoru
4. Princip dvoudobého motoru
5. Vývoj dvoudobého motoru
6. Doporučení a závěr

## Rozsah textové části

30 - 40 stran formátu A4

## Klíčová slova

dvoudobý motor, motokros, přepouštěcí kanál, rozvod pístem, přeplňování motoru

---

## Doporučené zdroje informací

1. Hromádko J., Hromádko J., Hönig, V., Miler P.: Spalovací motory, Nakladatelství Grada, Praha, 2011, ISBN 978-80-247-3475-0
2. Rauscher, J.: Spalovací motory, Studijní opory, VUT FSI Brno, 2004
3. Macek, J.: Spalovací motory I, ČVUT Praha, 2007, ISBN 978-80-01-03618-1
4. Beroun, S.: Vozidlové motory. Studijní opory, TU Liberec
5. Scholz, C.: Konstrukce pístového spalovacího motoru. Skripta TU Liberec 2003, ISBN 80-7083-693-8
6. Kameš, J.: Spalovací motory. Česká zemědělská univerzita, Praha, 2002. ISBN 80-213-0895-8

---

## Vedoucí práce

Hromádko Jan, Ing., Ph.D.

## Termín zadání

listopad 2013

## Termín odevzdání

duben 2015

**doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.**

Vedoucí katedry



**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

V Praze dne 3.2.2014

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Hromádka, Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 30. 3. 2015

---

Jan Přeborovský

### **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval všem, kteří mi při tvorbě bakalářské práce pomohli. Především bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Janu Hromádkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval.

**Abstrakt:** Cílem této bakalářské práce je shrnutí celosvětového vývoje dvoudobých motokrosových motorů. V první kapitole je stručně popsána historie motokrosu jak ve světě, tak v České republice s hlavními milníky tohoto sportu. Dále jsou v kapitole popsány i další motocyklové sporty vyvinuté z motokrosu. Druhá kapitola nastiňuje historii dvoudobého motoru. Ve třetí kapitole je vysvětlen princip činnosti dvoudobého motoru a popis všech hlavních částí dvoudobého motoru a jejich funkce. Čtvrtá kapitola je rozdělena do sedmi částí, které postupně mapují vývoj dvoudobého motokrosového motoru od jeho počátku až po současný stav. Popsány jsou hlavní změny ve vývoji motorů předních značek své doby. Pátá kapitola zhodnocuje vývoj dvoudobých motokrosových motorů a navrhuje jeho další vývoj.

**Klíčová slova:** dvoudobý motor, motokros, přepouštěcí kanál, rozvod pístem, přeplňování motoru

### **Development of two-stroke motocross engines**

**Summary:** The purpose of this thesis is to summarize the development of two-stroke motorcycle engines in the World. First part is all about history of motocross both in The Czech Republic and the World. This part also includes main milestones of motocross and another sports which are developed from this sport. Second part is devoted to history of two-stroke engines. Third part explains principle of operation of two-stroke engines including description of main parts and their function. Fourth part counts seven sections. These sections are about development of two-stroke motocross engine from the very beginning to the present, description of main changes in development of these engines. Fifth part evaluates the development of two-stroke motocross engines and considers the next step in the development.

**Key words:** two-stroke engine, motocross, pass channel, divorce piston, supercharging

## Obsah

Úvod.....	1
1 Historie motokrosu.....	2
1.1 Historie motokrosu ve světě.....	2
1.2 Historie motokrosu v ČR.....	5
1.3 Další odvětví motokrosu.....	6
1.3.1 Supercross.....	6
1.3.2 Supermoto.....	6
1.3.3 Freestyle motokros.....	6
1.3.4 Sidecar-cross.....	6
1.3.5 Motoskijöring.....	7
2 Historie dvoudobého motoru.....	8
3 Princip dvoudobého motoru.....	9
3.1 Základní činnost.....	9
3.2 Části motoru.....	10
3.2.1 Píst.....	10
3.2.2 Pístní kroužky.....	11
3.2.3 Pístní čep.....	12
3.2.4 Válec.....	12
3.2.5 Hlava válce.....	14
3.2.6 Ojnice.....	14
3.2.7 Klikový hřídel.....	15
3.2.8 Rozvodové mechanismy.....	15
4 Vývoj dvoudobého motoru.....	18
4.1 Začátky vývoje terénních motocyklů.....	18
4.2 Vývoj motorů mezi léty 1950 – 1960.....	19
4.3 Vývoj motorů mezi léty 1961 – 1970.....	23

4.4	Vývoj motorů mezi léty 1971 – 1980 .....	33
4.5	Vývoj motorů mezi léty 1981 - 1990.....	35
4.6	Vývoj motorů mezi léty 1991 – 2000 .....	37
4.7	Vývoj motorů od roku 2001 po současnost.....	38
5	Doporučení a závěr.....	41
	Seznam literatury .....	43
	Seznam obrázků.....	47
	Seznam tabulek .....	47



## Úvod

Bakalářská práce se zabývá vývojem dvoudobých motokrosových motorů.

Motokros patří k jedněm z nejzajímavějších motoristických sportů. Skutečná podoba motokrosu vznikla po druhé světové válce a postupem času si získal velikou přízeň veřejnosti. Motokrosové kategorie se dělí do tří tříd dle druhu motoru, dvoudobého nebo čtyřdobého, a jeho objemu. V současné době převládají ve všech kubaturách motory čtyřdobé. Dalo by se říci, že v dnešní době se dvoudobé motokrosové motocykly vyskytují jen zřídka. Používány jsou hlavně v maloobjemových motocyklech pro začínající malé jezdce a juniory. V minulosti ovšem dvoudobé motory měly v motokrosu nad čtyřdobými obrovskou převahu.

První kapitola pojednává o historii světového a českého motokrosu, jsou popsány jednotlivé nejdůležitější milníky tohoto sportu týkající se pravidel, rozdělení jednotlivých kategorií a bodování jezdců. Dále jsou v kapitole uvedena další odvětví motokrosu, která jsou stručně popsána, a je vysvětlen princip jednotlivých disciplín.

Druhá kapitola se zaměřuje na historický vývoj dvoudobého motoru. V jakém roce byl vyroben první motor tohoto typu a který vynálezce jej zkonstruoval. Jak se motor dále vyvíjel a které osoby se o to zasloužily.

Třetí kapitola seznamuje s podrobným popisem principu činnosti dvoudobého motoru. V dalších podkapitolách jsou probrány jednotlivé části dvoudobého motoru, je vysvětlena jejich funkce v motoru, z jakých materiálů jsou vyrobeny a jejich postupný vývoj.

Ve čtvrté kapitole je řešen samotný vývoj dvoudobých motokrosových motorů. Je zmapován jejich úplný počátek, kdy se pro terénní závody používaly jen upravené běžné motocykly. Dále je jejich postupný rozvoj rozdělen do podkapitol po desetiletích, kdy docházelo k určitým experimentům a zkoušení revolučních součástí. Následně dobu, kdy se z motocyklů upravovanými z běžných motocyklů nadšenci pro tento sport stala samostatná motocyklová kategorie a továrny začaly s vývojem a výrobou nejdříve po malých sériích až po masovou sériovou výrobu, která pokračuje i v současné době. Z textu také vyplývá, jak se jednotlivé značky střídaly na vrcholu motokrosové výroby, které zanikly a které jsou naopak stále na výsluní.

# 1 Historie motokrosu

Motokros je jedním z druhů terénních motocyklových sportů, jehož závody se jezdí na uzavřených tratích. Jezdí se na speciálně konstruovaných motocyklech pro jízdu v terénu a jsou rozděleny do kubatur podle jejich výkonu. Nejčastěji se třídy dělí na MX1, MX2 a MX3. Závody mistrovství světa se jezdí na dvě rozjížděky, z toho každá trvá 35 minut plus 2 kola. Na start se může postavit maximálně 40 jezdců. Start závodu probíhá tím stylem, že jezdci stojí před startovacím zařízením a čekají, než spadne dolů. Tím je závod odstartován a zároveň začíná běžet odpočet času vymezený pro danou rozjížděku. [19]

Vývoj motokrosu v ČR byl oproti vývoji motokrosu ve světě zcela rozdílný, je tedy zapotřebí sledovat jej jednotlivě. Poslední podkapitola je věnována dalším odvětvím motokrosu.

## 1.1 Historie motokrosu ve světě

První veřejný závod byl uskutečněn ve Velké Británii v roce 1908 na vojenském cvičišti poblíž Londýna. Tento závod byl pojat, jako hon na lišku, zúčastnilo se ho 13 motocyklových jezdců a 16 jezdců na koni. Cílem celého závodu bylo dokázat, že motocykl se volnou přírodou pohybuje rychleji než kůň. To ovšem tehdy bylo vyvráceno velmi zdrcující převahou jezdců na koních, kterých závod dokončilo 13 oproti 2 motocyklistům. [1]

V dalších letech bylo ve Velké Británii a Francii pořádáno mnoho další terénních závodů, ale v tehdejší době o ně byl velmi malý zájem, jak jezdců, tak i diváků. [1]

Po druhé světové válce se již našla vhodná forma terénních závodů. Zjistilo se, že terénní závod by měl vést po nepevných površích, jak již název tohoto odvětví naznačuje. Terénem, jako je bláto, tráva či písek bez volných kamenů. Z důvodu bezpečnosti a snížení rychlosti se nesmělo využívat cest či rozbitých silnic. Spor o délku jednoho okruhu vyhráli příznivci krátkých okruhů nad dlouhými, zejména z důvodů bezpečnosti závodníků a přehlednosti.[1] Délka tratě byla ustálena na 1,5 až 3,5 km. Ohraničení trati bylo v západních zemích vytvořeno pomocí pevných plotů nebo kůlů, které byly spojeny napnutým lanem, což se sice ukázalo jako velmi zřetelné, ale také nebezpečné. [3]

Od roku 1947 se stal vrcholným podnikem Motokros národů, ve kterém závodila družstva jednotlivých států na motocyklech ve třídě do 500 cm<sup>3</sup>. V těchto závodech byly dlouhou dobu dominantní státy Velká Británie a Belgie. [1]

V roce 1952 schválila organizace FIM první mistrovství Evropy, které se skládalo z osmi Velkých cen a bylo vypsáno pro třídu do 500 cm<sup>3</sup>. Bodování jezdců je znázorněno v Tabulce 1. Jako doplňkové se jely třídy do 250cm<sup>3</sup> a do 1000cm<sup>3</sup>. [1]

**Tabulka 1 Bodování jezdců 1952**

Pořadí	1	2	3	4	5	6
Body	8	6	4	3	2	1

Zdroj [3]

Rok 1957 byl ve znamení prvního ročníku Mistrovství světa, kde se jezdci mohli utkat o titul na strojích s objemem větším než 250 cm<sup>3</sup>, ale nepřesahujícím 500cm<sup>3</sup>, čili se jednalo stále o závody tzv. pětistovek. V rámci Mistrovství světa se jel i přebor pro motocykly do 250 cm<sup>3</sup>, pod názvem „O stříbrnou medaili FIM“. Od roku 1958 již měla třída 250 vypsáné mistrovství Evropy. [3]

Postupem času se většímu zájmu a popularitě dostává třídě dvěstěpadesátek před pětistovkami, což dokazuje i počet závodů, kterých je uspořádáno 15 pro třídu do 250 cm<sup>3</sup>, oproti 10 pro kategorii do 500 cm<sup>3</sup>. Z tohoto důvodu se pro rok 1962 poprvé vypsalo mistrovství světa pro třídu 250. [3]

Věrnou kopií Motokrosu národů se pro rok 1961 stala Trofej národů, což byl závod družstev pro kategorii 250, startovalo v něm 8 týmů, ten rok to bylo o jeden více než v Motokrosu národů. [3]

Velký zájem o motokros začal být i v USA, kde na podzim roku 1968 bylo uspořádáno turné, kterého se zúčastnili nejlepší evropští závodníci. [1] Závody byly pořádány pod záminkou americké federace o přidělení závodu mistrovství světa do USA. [1]

Od roku 1970 se mistrovství světa začala zúčastňovat japonská značka Suzuki a připojila se tak k dosavadním značkám ČZ, Husqvarna, BSA, Maico a Bultaco, které doposud dominovaly. [3]

V platnost roku 1972 vstoupila novinka od FIM, byla to změna v Motokrosu národů. Pětičlenná družstva nahradila družstva čtyřčlenná a všichni jezdci jeli systémem dvou rozjížděk. Družstvu se do výsledku započítávaly tři nejlepší výsledky. Další perspektivní změnou bylo zavedení Evropského poháru třídy 125 cm<sup>3</sup> s následným přechodem do mistrovství světa v příštím roce. [3]

Sezóna 1973 obsahovala mnoho změn v pravidlech FIM. Jednou z novinek bylo nové bodování, to nevycházelo z bodování celého závodu, ale z bodování každé rozjížděky samostatně. Příděl bodů pro jezdce zůstal stejný (viz Tabulka 2). Druhou novinkou bylo zavedení hmotnostního limitu pro větší regulérnost mezi jezdci na běžně prodávaných motocyklech a jezdci na továrních strojích. Tento rok byl i vstupem značek KTM, Yamaha, Honda a Puch do seriálu závodů Mistrovství světa. [3]

**Tabulka 2 Bodování jezdců 1973**

Pořadí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Body	15	12	10	8	6	5	4	3	2	1

Zdroj [3]

Velkou technickou změnou v roce 1974 bylo zavedení hlukového omezení. Terénní motocykly byly kontrolovány statickou metodou před každým závodem a musely splňovat předepsané meze. Byl také schválen seriál patnácti závodů Poháru FIM sajdkářů. [1]

Pro rok 1975 FIM povýšila třídu 125 na úroveň mistrovství světa, dále také změny ve snížení povolené hmotnosti, které měly napomoci vývoji motocyklů. [3]

Od sezony 1977 bylo zavedeno kongresem FIM nové a zároveň velmi zajímavé rozhodnutí pro všechny disciplíny motocyklového sportu. V mistrovství světa nebo mistrovství Evropy byly v celkovém hodnocení započítány všechny dosažené výsledky. Tato změna zvýšila náročnost na jezdce i na spolehlivost techniky, zároveň však byla výhodná pro jezdce, kteří pravidelně bodovali ve všech rozjíždkách. [3]

Nejpodstatnější změnou pravidel pro rok 1979 bylo omezení počtu startujících v mistrovském závodě, ten byl stanoven na 35 jezdců. [3]

V roce 2004 byly dosavadní třídy přejmenovány. Třída MX2 byla vypsána pro dvoudobé motocykly do objemu 125cm<sup>3</sup> a čtyřdobé do obsahu 250cm<sup>3</sup>. Tzv. královská třída MX1 byla pro dvoudobé motocykly do 250cm<sup>3</sup> a čtyřdobé do 450 cm<sup>3</sup>. Bývalá třída 500 cm<sup>3</sup> byla přejmenována na MX3 a stala se třídou otevřenou, omezenou horní hranicí objemu motoru 650 cm<sup>3</sup>. [18]

V posledních letech je v Mistrovství světa používáno bodovacího systému, který je znázorněn v Tabulce 3. Toto bodování je samostatné pro každou rozjíždku a vítěz je určený nejvyšším bodovým součtem z obou rozjížděk. Je-li bodový součet u dvou jezdců shodný, počítá se lepší výsledek z druhé jízdy. [17]

**Tabulka 3 Bodování jezdců v současnosti**

Pořadí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Body	25	22	20	18	16	15	14	13	12	11
Pořadí	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Body	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Zdroj [17]

## 1.2 Historie motokrosu v ČR

V České republice terénní závody velice zaostávaly za světovým vývojem. [1] Před druhou světovou válkou se pořádaly jízdy krajinou, při které jezdci startovali v časových intervalech, a vítězil závodník s nejnižším časem. [2]

Zatímco se v zahraničí jezdil Motokros národů, se u nás hledali první odvážlivci, kteří by se chopili pořádání prvních závodů. První závod se uskutečnil ve Strakonících, poté, již opravdový motokrosový závod ve Stříbře roku 1948 pod názvem „Terén svatého Petra“ a prvním terénním závodem, který proběhl za hojné účasti jak jezdců, tak diváků se uskutečnil 7. a 8. dubna 1951 v Praze pod názvem „Terénní závod v Šárce“. [1]

Oproti západním zemím se na našem území zprvu jezdilo na dvoudobých motocyklech ve třídách 150 až 350 cm<sup>3</sup>, třída 500 cm<sup>3</sup> u nás do roku 1955 neexistovala. [3]

Od roku 1958 velmi vzrostl zájem o mistrovství Evropy kategorie 250 cm<sup>3</sup>, kterého se zúčastnili tovární jezdci Jawy, mezi nimiž byl Jaromír Čížek, který s velkou převahou vybojoval titul mistra Evropy. [3]

V roce 1963 se poprvé zúčastnil náš tým třetího ročníku Trofeje národů, po bojovném výkonu skončil na třetím místě z 12 startujících států. [3] V následujícím roce naši závodníci dokonce svůj výsledek dokázali zlepšit na místo druhé v konkurenci 10 zemí. [1]

Počátkem roku 1964 byly zavedeny dvě novinky. První z nich byl mezinárodní zimní motokros. Druhá novinka byl předsezónní zájezd do jižních částí Sovětského svazu, kde se závodníci poměřovali s domácími jezdci. Později byla ještě zimní příprava rozšířena o soustředění v Itálii. [3]

Čeští závodníci se dočkali prvního startu na Motokrosu národů až v roce 1969 a obsadili zasloužené čtvrté místo. [1]

V roce 1974 získal Jaroslav Falta titul mistra světa třídy 250cm<sup>3</sup>. Ovšem po protestu FIM udělila Faltovi trestnou minutu za předčasný start do poslední rozjížděky závěrečného závodu MS. Vinou trestu nedosáhl Falta na požadovaný počet bodů pro prvenství v mistrovství světa a skončil tak celkově druhý. [1]

Motokros národů byl přidělen pro rok 1975 do ČSSR. Pořádání bylo svěřeno Automotoklubu Sedlčany. Naši jezdci ve složení Velký, Baborovský, Churavý a Nováček v tomto pro český motokros nejslavnějším závodě zvítězili s dvoubodovým náskokem před družstvem Belgie.[1]

## **1.3 Další odvětví motokrosu**

Motokros je jednou z variant motocyklových sportů v terénu, mezi následující patří supercross, supermoto, freestyle motokros, sidecar-cross a motoskiöring.

### **1.3.1 Supercross**

Supercross je svým pojetím velice blízký motokrosu. Jezdí se na velmi technických, uměle vytvořených tratích s množstvím zatáček a skoků většinou na stadionech určených pro baseball a americký fotbal. Je velice oblíbený především ve Spojených státech amerických. Motocykly se používají stejné jako v motokrosu. [21]

### **1.3.2 Supermoto**

Supermoto je motocyklová disciplína odvozená z motokrosu, silničních závodů a ploché dráhy. Jedná se o poměrně mladou disciplínu. Závodní motocykl vychází z motokrosového motocyklu a je upraven podle řádů FIM. Závod se jezdí na tratích z části asfaltových a z části na nezpevněných površích. V současné době se seriál Mistrovství světa jezdí ve třídách S1 a S2. [20]

### **1.3.3 Freestyle motokros**

Freestyle motokros se vyvinul ze supercrossu. Jedná se o adrenalinový sport, kdy jezdec na motorce ve vzduchu dělá různé triky, za které je následně hodnocen rozhodčími. Při soutěžní jízdě může využívat různé délky skoků. Motocykly jsou shodné jako na motocross, ale jezdci si je upravují dle své potřeby. Tento druh sportu se nejčastěji provozuje na sportovních stadionech. [22]

### **1.3.4 Sidecar-cross**

Sidecar-cross je vlastně závodění na motocyklech s postranním vozíkem. Nejedná se o běžný motokrosový motocykl, ke kterému by někdo připevnil vozík, ale o speciál určený přímo pro tento druh sportu. Rám motocyklu je svařen z chrom-molybdenových trubek a do něj je umístěn dvoudobý nebo čtyřdobý motor. Na sidecar-crossovém motocyklu jedou dva jezdci. Řidič sedí za řídítky a spolujezdec vyvažuje motocykl v zatáčkách a při skocích. Posádka musí být sladěna, aby společně dobře ovládali svůj stroj. Tento sport je fyzicky velmi náročný, především pro spolujezdce. Závod se uskutečňuje na totožných tratích jako motokros. V závodech Mistrovství světa se jezdí 2 rozjížděky na 30 minut plus 2 kola. Na start se smí postavit maximálně 30 posádek, prvních 15 do první řady a druhých 15 do druhé řady. [3]

### **1.3.5 Motoskijöring**

Motoskijöring je sport, kdy jezdec za svým motokrosovým motocyklem táhne na laně lyžaře. Závody se pořádají na uzavřených, uměle vytvořených tratích ze sněhu. Tento sport má počátky ve skandinávských zemích. [23]

## 2 Historie dvoudobého motoru

První dvoudobý plynový spalovací motor zkonstruoval v roce 1879 německý vynálezce a konstruktér Karl Benz. [4]

Dalším vynálezcem, který pracoval na sestrojení dvoudobého motoru, byl skot Dugalk Clerk, tomu se povedlo získat patent v roce 1881. [14]

Britský inženýr Joseph Day si nechal v roce 1891 patentovat dvoudobý motor. V této podobě se s ním setkáváme nejčastěji, tedy s vyplachováním pomocí směsi, která je stlačena v klikové skříní. [15]

Dvoudobé motory malých i velkých výkonů se začaly používat koncem devatenáctého století u motorových vozidel. Před první světovou válkou byl dvoudobý motor použit v motocyklech anglické firmy Scott. Ten sestrojil anglický konstruktér Alfred Angus Scott. [11]

Větší uplatnění dvoudobého motoru přišlo až po první světové válce, především zásluhou společnosti DKW. Nejvíce byl rozšířen v motocyklovém průmyslu. Z důvodu lepší cenové dostupnosti pro širší lidové vrstvy. Uplatnění našel taktéž u malých a levných automobilů. [11]

Na našem území se dvoudobý motor začal uplatňovat v automobilech od dvacátých do osmdesátých let dvacátého století, hlavními výrobci byly Aero a Zbrojovka Brno. [11]

Na Frankfurtském autosalonu byl roku 1951 představen první dvoudobý motor s přímým vstříkáváním benzínu, od společnosti Bosch, byl zabudován do automobilu Gutbrod. [24]

Dalším vývojovým pokrokem byla rezonanční komora, která upravovala výfuk a měla velký vliv na průběh výkonu. Tuto úpravu provedl roku 1953 německý konstruktér Walter Kaaden, jenž pracoval na vývoji motocyklů v továrně IFA. [16]

V současné době je dvoudobých zážehových motorů používáno především v zemědělském a lesnickém oboru (sekačky, motorové pily), v motocyklech s malým objemem a jako závěsné motory u lodí a člunů. [13]



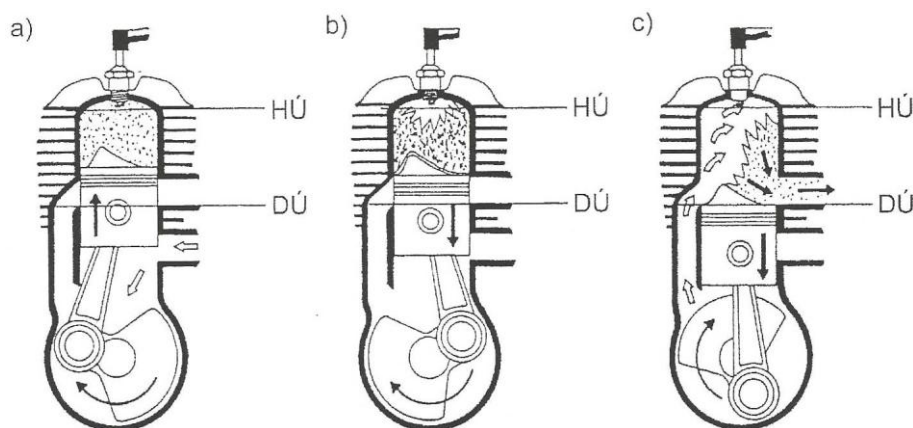
### 3 Princip dvoudobého motoru

V této kapitole je vysvětlena základní činnost dvoudobého motoru a detailně popsány části, ze kterých se dvoudobý motor skládá.

#### 3.1 Základní činnost

Charakteristické pro dvoudobé motory je, že pracovní oběh motoru (sání, komprese, expanze, výfuk) proběhne při dvou zdvích pístu, tedy v průběhu jedné otáčky klikového hřídele. [6]

Obrázek 1 Schéma pracovního cyklu



Zdroj [6]

Činnost postupu pochodů dvoudobého motoru probíhá následovně. Při pohybu pístu z dolní úvratě směrem vzhůru se v klikové skříně motoru vytváří podtlak. Při otevření sacího systému proudí do klikové skříně směs vzduchu a pohonné látky (benzinu), která je vhodně zpracovaná v karburátoru nebo vstřikovacím zařízení. Proudění dále pokračuje i po dosažení horní úvratě a vlivem setrvačnosti plynového sloupce v sacím systému i na počátku pohybu pístu směrem dolů, kdy dochází v klikové skříně ke stlačování směsi (viz Obrázek 1a). [5]

Pohybem pístu se ve správném okamžiku otevřou přepouštěcí kanály a stlačená směs začne z klikové skříně proudit přepouštěcím systémem do pracovního válce motoru. Tento děj probíhá neustále kolem dolní úvratě. [5]

Vniklá směs, která přes přepouštěcí kanály pronikla do pracovního prostoru válce, nejdříve vypláchne zbytky spálené směsi a zplodiny hoření, které ve válci vznikly z předešlého cyklu hoření. Se spálenými plyny přitom do výfuku unikne i část nové nespálené směsi (viz Obrázek 1c). [5]

Za tohoto pochodu proběhne píst dolní úvratí. Při pohybu pístu vzhůru nejdříve uzavře horní hrana přepouštěcí kanály, což ukončí přepouštění směsi. Následující pokračování

pohybu uzavře horní hrana pístu i výfukové kanály, čímž se ukončí výfuk. Směs, která zůstala po uzavření výfukového kanálu ve válci, je dále stlačována pístem směrem nahoru, tato fáze je nazývána kompresí. Stlačená směs v prostoru pracovního válce motoru je těsně před doběhem pístu do horní úvratě zapálena jiskrou zapalovací svíčky, umístěné v hlavě motoru. Zapálená směs v blízkosti horní úvratě rychle prohoří, změní se na horké spaliny a ve spalovacím prostoru prudce stoupne tlak. Ten působí na dno pístu a přinutí píst k pohybu dolů. Píst při pohybu dolů přebere tlakovou energii stlačených plynů, změní ji na energii mechanickou a předá ji klikovému hřídeli přes ojnici. Tato fáze se nazývá expanze (viz Obrázek 1b)). [5]

Z horní úvratě dolů se píst vrací expanzivním pohybem a jako první otevře výfukový kanál. Tím začíná výfuk a válec se začne vyprazdňovat od spálených plynů, které již odevzdaly svou energii. Jako druhé se otevřou po určitém časovém úseku prepouštěcí kanály, kterými začne proudit nad píst čerstvá směs z klikové skříně a celý pracovní cyklus se znovu opakuje. [5]

## **3.2 Části motoru**

Základní části dvoudobého motoru jsou: píst, pístní kroužky, pístní čep, válec, hlava válce, ojnice, klikový hřídel a rozvodové mechanismy.

### **3.2.1 Píst**

Píst je tlakovou silou a setrvačnými silami namáhán mechanicky. Zároveň je namáhán spolu s pístními kroužky i tepelně od vysokých teplot spalin ve spalovacím prostoru motoru. [4]

Nejvíce namáhanou částí je bezesporu dno pístu a horní můstek, jelikož jsou přímo v dění expanze a působí na ně vysoká teplota spalin [4]

Je tedy nutné teplo odvádět z pístu do stěn válce, to se děje za pomoci styku pístních kroužků s vnitřním povrchem válce. [5]

Materiál pro výrobu pístu je nejčastěji hliníková slitina. Je nutné, aby materiál byl schopný snášet značný otěr a měl schopnost udržet si v mikroporézních vrstvách dostatečné množství mazacího oleje. Píst je možno zpevnit kováním a dosáhneme tím i příznivějšího rozložení vláken materiálu ve směru působení mechanických sil. [5]

Kvůli rozdílné tepelné roztažnosti pístu a válce motoru musí být píst ve válci uložen s určitou vůlí. Tato vůle by měla být co nejmenší, aby se předešlo průniku spalin do klikové skříně a snížil se hluk motoru. Jelikož na dno pístu a okolí pístních kroužků působí vyšší

teplota než na ostatní části pístu, má tato část větší roztažnost než spodní část pístu. To platí i pro část, kde jsou nálitky pro pístní čep, kde vlivem větší tloušťky materiálu dochází také k větší roztažnosti materiálu. Všechny tyto okolnosti musíme při výrobě vzít v úvahu a píst za studena natvarovat tak, aby při ohřátí v pístu měl kruhový tvar. [4]

**Obrázek 2 Píst dvoudobého motoru**



**Zdroj:** [25]

### **3.2.2 Pístní kroužky**

Pístní kroužky jsou uloženy v pístu v přesně obrobených drážkách a ke stěně válce jsou přitlačovány vlastním předpětím. [7]

Používají se pro utěsnění spalovacího prostoru a odvod tepla z pístu do stěn válce. [4]

Výrobní materiál je nejčastěji ocel nebo litina s následnými povrchovými úpravami, například pochromováním. [5]

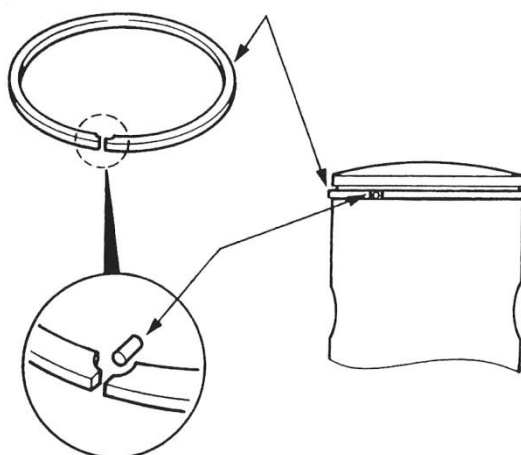
Pístní kroužky se dělí na dva typy podle principu činnosti. První z nich je těsnicí pístní kroužek a druhý typ je stírací pístní kroužek, který se používá pouze u čtyřdobých motorů. Funkce těsnicího kroužku je zajištění těsnosti spalovacího prostoru proti úniku spalin do klikové skříně motoru. Další neméně důležitou funkcí je odvod tepla z pístu do stěny válce. Stírací pístní kroužky brání vniknutí oleje nad píst a zároveň zajišťují vytvoření vhodné mazací vrstvy mezi pístem a válcem. [4]

Dále musí být pístní kroužek vybaven zámkem, do kterého u dvoudobých motorů zapadá do kolíku. Tím se zabrání pootočení kroužku, aby nedošlo ke kontaktu zámku s kanálem. Je-li na pístu více kroužků, natáčejí se tak, aby zámkové prvky neležely pod sebou. Montáž a demontáž pístních kroužků se provádí speciálními kleštěmi. [4]

U závodních motorů se většinou používají jeden nebo dva pístní kroužky. U dvoudobých motokrosových motorů se nejvíce osvědčilo použití dvou pístních kroužků. Jeden pístní

kroužek se neosvědčil z důvodu nízkého utěsnění spalovacího prostoru v nízkých otáčkách. [7]

Obrázek 3 Pístní kroužek se zámkem



Zdroj: [11]

### 3.2.3 Pístní čep

Pístní čep je spojovací součástka mezi pístem a horním okem ojnice. [7]

Toto spojení působí na pístní čep silovými účinky, které přenáší. Dále je únavově namáhán silami proměnného směru i velikosti od tlaku plynů a setrvačných hmotností pístu a pístních kroužků. [4]

Materiálem pro výrobu pístních čepů je cementační ocel, která je na povrchu zpevněna cementováním a kalením. Dalším materiálem je nitridační ocel, která se na povrchu zpevňuje nitridováním. Závěrečnou fází výroby pístního čepu je přesné broušení. [1]

Čep pístu je do pístu možné nasunout tlakem ruky. Po ohřátí pístu a zchlazení čepu je možno zasunout čep do pístu zcela volně. [1]

Uložení pístního čepu do ojnice prošlo velkým vývojem. Nejvíce se osvědčilo uložení pomocí jehlové klece. U tohoto řešení je nutné cementovat a přesně vybrousit oko ojnice. Výhodou uložení je malá radiální vůle, což zapříčinilo tichost chodu. Axiální jistění pístního čepu je uskutečněno za pomoci drátové pojistky. [1]

### 3.2.4 Válec

Válec dvoudobých motokrosových motorů prošel velkou evolucí, jak v řešení chlazení tak i uspořádání kanálů a spalovacího prostoru. [1]

Nejpoužívanějším materiálem pro výrobu válců je hliníková slitina, u té se však nepodařilo dosáhnout požadované tvrdosti a funkčnosti plochy uvnitř válce pro chod pístu.

Používají se tři metody pro vytvoření vyhovujících podmínek pro vnitřek válce. Každá z metod má své klady i zápory. První z metod je zalisovaná vložka, druhá je zalitá vložka a třetí chromovaná plocha. [1]

Považuji za nutné podotknout, že nejstarší používaný typ válce byl celý vyroben z šedé litiny, ale od jeho používání se už v minulosti upustilo z důvodu vysoké hmotnosti a nízké tepelné vodivosti litiny. [7]

Zalisovaná litinová nebo ocelová vložka s přesně obrobeným povrchem se s přesahem nasadí do ohřátého válce a po vychladnutí a tepelném vyrovnání se funkční plocha přesně vybrousí. Jednou z výhod tohoto způsobu je jednoduchost a druhou pak výměna vložky, po které je možné opět dostat původní vrtání válce. Nevýhodou je špatný odvod tepla z válce do chladících žeborů z důvodu nedokonalého spojení vložky a válce. [1]

Zalitá vložka se vyrábí speciálními postupy, které jsou chráněny patenty. Dobrá funkčnost této metody je jen za předpokladu, že nastane difúzní spojení povrchové vrstvy a s pláštěm válce. Při smršťování hliníku se na žádném místě nesmí vytvořit vzduchová bublinka mezi vložkou a pláštěm válce. Výhoda dobrého provedení této metody se projeví ve zlepšení odvodu tepla než je u nalisované vložky. Nevýhodou jsou vysoké výrobní náklady. [1]

Chromovaná funkční plocha je hmotnostně i tepelně nejideálnější. Postupem vývoje chromování bylo možné ve válci elektrolyticky vytvořit požadovanou vrstvičku. Výhodou je dodržení přesnosti, úspora hmotnosti a lepší tepelná vodivost oproti dvěma předcházejícím metodám. Nevýhodou je nemožnost dodatečné úpravy. [1]

Postupem času se ukázalo, že ještě lepších výsledků než chromované válce, dosahují válce typu Nikasil. Stejně jako u chromovaných válců se vrstva vytvoří elektrolyticky a je tvořena tvrdými sloučeninami niklu s křemíkem. [1]

Chlazení válce je uskutečněno vzduchem nebo kapalinou. Chlazení válce vzduchem se uskutečňuje vnějším žebrováním válce. Žebra nemohou být příliš hustá, aby se v terénu nezanášela nečistotami a aby se chladící vzduch dostal až ke kořenu žeborů. Ideální povrch žeborů je hladký, další úprava např. lakováním jen zhoršuje přestup tepla ze žeborů do vzduchu. Pro víceválcové motory nebylo chlazení vzduchem dostačující, proto se uchýlilo ke kapalinovému chlazení, které se následně začalo používat i u jednoválcových motorů. Chlazení vodou je výrobně dražší i složitější, ale jeho účinnost je podstatně vyšší a spolehlivější a zaručuje stabilitu teploty. [5]

### 3.2.5 Hlava válce

Materiál pro výrobu hlavy válce je slitina lehkých kovů. Žebrování u vzduchem chlazených hlav prošlo stejně jako u válce velkým vývojem, kdy bylo používáno několik druhů, např. vodorovné nebo vějířové žebrování. Modernějším řešením chlazení hlavy válce, jak již bylo naznačeno u chlazení válce, je chlazení kapalinou, které lépe odvádí teplo. [1]

Hlava válce nám zajišťuje vhodný tvar spalovacího prostoru a zajišťuje tak nejlepší podmínky pro konečnou fázi spálení směsi paliva a vypláchnutí spálené směsi paliva. Slouží také k upevnění zapalovací svíčky nebo vstřikovacího systému. [4]

### 3.2.6 Ojnice

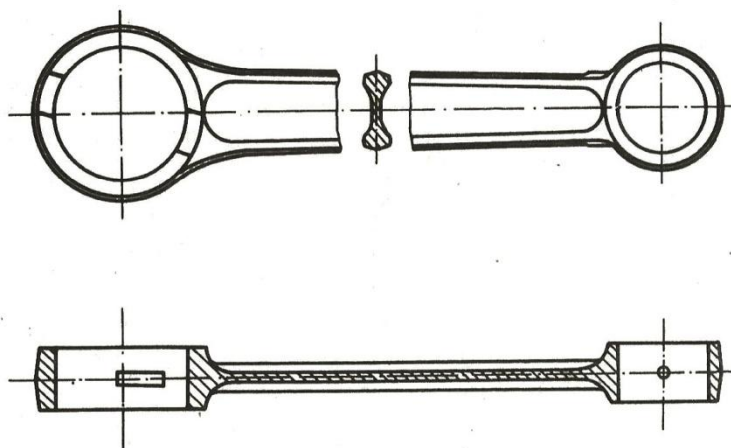
Tato součást zajišťuje přenos sil mezi klikovým hřídelem a pístem. Skládá se z horního ojničního oka pro píst, dříku a dolního ojničního oka pro klikový hřídel. Z velké části mají dvoudobé motory ojnice z jednoho kusu a dělený je klikový hřídel, na který je ojnice nasazena před jeho slisováním. Ojnice dvoudobého motoru je namáhána na tlak a únavově. Požadavky kladené na konstrukci jsou jejich nízká hmotnost, vysoká tuhost horního i spodního ojničního oka. Proto se k výrobě používají velmi kvalitní materiály, jako jsou chromniklové oceli, cementační oceli a různé lehké slitiny (dural, titan). Profil ojnice je ve tvaru písmene I. [4]

Výroba ojnice je prováděna zápusťkovým kovááním, nebo práškovou metalurgií, u nich je docíleno menších rozměrů a lepších mechanických vlastností než u kovaných ojnic. [4]

Kvalitně vyrobená ojnice patří k technologicky nejsložitějším dílům v motoru. Základem musí být přesný polotovár, který se po opracování dále tepelně zpracovává. Cementuje se pouze horní a dolní oko ojnice. Po dokončení tepelného zpracování, je ojnice ještě kalena. Poté dochází k broušení celého povrchu, aby došlo k odstranění povrchových prasklinek, musí se také dbát na dodržení přesných rozměrů vnitřků ok ojnice. [1]

Uložení ojnice v horním ojničním čepu je na pístním čepu přes jehlové ložisko, horní oko musí být vrtané, aby bylo možné ložisko mazat. Axiální uložení je s vůlí mezi horním ojničním okem a nálitky pístu, jelikož přesné vedení zajišťuje dolní ojniční oko. Dolní ojniční oko je uloženo taktéž na jehlovém ložisku, které je nasazeno na ojniční čep a je zajištěno dvěma axiálními bronzovými podložkami proti axiální síle. Mazání zajišťují dvě radiální drážky, které získávají olej z rozptýlené směsi v klikové skříni. [4]

Obrázek 4 Ojnice dvoudobého motoru



Zdroj: [7]

### 3.2.7 Klikový hřídel

Klikový hřídel spolu s ojnicí zajišťuje kinematický převod přímočarého vratného pohybu pístu na pohyb rotační. Svoji konstrukcí z části zabezpečuje vyvážení setrvačných sil a momentů rotačních a posuvných hmot za pomoci protizávaží. [4]

Je jednou z nejvíce namáhaných částí motoru. Síly, které na klikový hřídel působí, jsou prostorové soustavy sil od tlaku plynů na písty a setrvačné síly. Dále silové účinky časově proměnné, které vyvolávají v hřídeli pružné kmity a namáhají ho na tah, tlak, krut a ohyb. [6]

Z důvodu ohybového a krutícího zatěžování musí být konstrukce dostatečně tuhá, vůči působícím silovým účinkům pevná, musí vykazovat vysokou odolnost proti opotřebení a dlouhou životnost za cyklického zatěžování. [4]

Dvoudobý klikový hřídel bývá nejčastěji skládaný. Složen je slisováním dvou ramen na ojniční čep. Před slisováním se na ojniční čep uloží ojnice na jehlových ložiscích a axiální bronzové podložky. Po uložení všech součástí je klikový hřídel slisován v jeden celek. [4]

Materiálem pro výrobu ojničních čepů, případně kompletního celku klikového hřídele je cementační ocel, která je povrchově tepelně upravována pro dosažení tvrdého povrchu a pevného houževnatého jádra. [5]

### 3.2.8 Rozvodové mechanismy

U dvoudobých spalovacích motorů je rozvod řešen systémem kanálů ve válci a skříni motoru. Ty buď odkrývá nebo překrývá horní a dolní hrana pístu. Fáze sání směsi paliva se vzduchem a fáze výfuku spalin probíhá současně ve spalovacím prostoru motoru. [6]

Časování dvoudobého motoru je na rozdíl od čtyřdobého motoru pevně dáno konstrukcí válce s pístem. Chceme-li změnit časování motoru, musí se vyměnit nebo předělat válec.

Z důvodu současného sání a výfuku se vyskytuje symetrické sání, což znamená, že otevření sacího, prepouštěcího a výfukového kanálu nastává ve stejný okamžik, a to před dosažením horní úvratě pístu a následné uzavření všech kanálů těsně po dosažení horní úvratě. [6]

Dvoudobý motor má dva druhy vyplachování. První z nich je příčné vyplachování, které se v současnosti již nepoužívá, a druhé je vratné vyplachování, kdy proud čerstvé směsi usměrňují vhodně tvarované prepouštěcí kanály. Dochází tak k menšímu úniku čerstvé směsi do výfukového kanálu než u příčného vyplachování. [6]

Nejzásadnější vliv na optimální vyplachování i plnění válce mají prepouštěcí kanály, a proto se jejich výrobě, úpravě a vývoji věnovalo nejvíce času a pozornosti. Na motory se dvěma prepouštěcími kanály má velký význam dodržení symetrie. Při prepouštění třemi kanály se musel zmenšit průměr dosavadních dvou kanálů, aby směs proudila i třetím kanálem. Ne vždy tento systém vyplachování přinesl zvýšení výkonu motoru, které bylo očekáváno. Ale i přesto má výhody oproti dvoukanálovému v lepším mazání a chlazení motoru. Systémem se čtyřmi prepouštěcími kanály bylo dosaženo velmi účinného vypláchnutí, jeho nevýhodou ale byla složitá výroba a přesné sladění kanálů. [1]

Sací kanál je vedený částí válce a je krátký, což je výhodné. Jeho tvar je dán plynulým přechodem z obdélníkového okénka ústícího do válce až do kruhového tvaru difuzoru. [1]

Výfukový kanál ovlivňuje umístění horní hrany výfukového okénka ve válci a horní hrany pístu, se kterou určují okamžik otevření výfukového kanálu. Horní hrana výfukového kanálu musí ležet vždy nad horními hranami okének prepouštěcích kanálů. [1]

Rozvod jazýčkovými ventily je systém, který se skládá z pryžové membrány a dvou až osmi jazýčků vyrobených z plechu, laminátu či jiných plastických hmot. Ty uzavírají kanál a otevírají ho při sacím zdvihu pístu. Tato membrána se při stlačení směsi ve válci uzavře a zabraňuje tak zpětnému proudění nasáté směsi paliva a zlepšuje plnění válce. Tento systém zajišťuje při nízkých otáčkách dostatečný točivý moment a výkon při středních a nízkých otáčkách. Dále se systém nechá vylepšit použitím hlavní membrány s přídatným prepouštěcím kanálem nebo systémem YEIS pro motocykly Yamaha a pro motocykly značky KTM a Suzuki tzv. systémem power read. [6]

Nejčastějším typem systému rozvodu šoupátkem bylo segmentové rotační šoupátko. Pro závodní motory bylo zhotovováno z broušené a leštěné tvrdé ocelové planžety. Připevněno bylo na klikové hřídeli a otáčelo se buď přímo kolem klikové hřídele v klikové skříně, nebo ve zvláštním prostoru vedle klikové skříně. Tvar šoupátka umožňoval otevírání a zavírání



vstupního otvoru sání. Sací kanál většinou ústí do spodní části jednoho z přepouštěcích kanálů v klikové skříni. [1]

## 4 Vývoj dvoudobého motoru

### 4.1 Začátky vývoje terénních motocyklů

Na první terénní závody motocyklů jezdci neměli možnost startovat na speciálních motocyklech pro tento typ závodu jako je tomu v současnosti. Využívali tedy klasických cestovních nebo silničních motocyklů, které si většinou sami upravovali. Mnoho jezdců při úpravách vycházelo ze zkušeností ze silničních závodů, které v tu dobu byly již zaběhlé. Při závodech je jednou z nejdůležitějších věcí výkon motoru, z toho vyplývá, že největší pozornost se věnovala právě úpravám motoru. [3]

Osvědčené bylo zvýšení kompresního poměru snížením hlavy válce. Tím bylo dosaženo vyšší hodnoty maximálního výkonu, nevýhodou naproti tomu ovšem byl tvrdší chod a přehřívání motoru, protože žebra litinových válců nedokázala v terénu dostatečně odvádět vzniklé teplo. Při příliš velkém zvýšení kompresního poměru docházelo v motoru k přehřátí a následnému zadření nebo jiné poruše vlivem detonací. [1]

Další úpravou byla výměna stávajícího karburátoru za karburátor s větším difuzorem. Tato změna, podobně jako úprava kompresního poměru, nebyla pro terénní stroje příliš prospěšná a nepřinesla žádaný výsledek. Jelikož při zvětšení průměru difuzoru se výkon zvýší, ale pouze při plném otevření šoupátka a při vysokých otáčkách. Při chodu motoru v nízkých otáčkách a přechodu při náhlém otevření šoupátka, což je pro terénní závody charakteristické, se tyto schopnosti se zvětšeným karburátorem značně zhoršují. [3]

V tu dobu zřejmě nejlepším vylepšením motoru byla úprava kanálů ve válci dvoudobého motoru, která zlepšovala nejen výkon, ale i točivý moment, což se kladně projevovalo při průjezdu těžkými terény. Tyto úpravy si ovšem vyžadovaly zkušeného mechanika. [3]

Úprava výfukového potrubí dvoudobého motocyklu vyjmutím tlumiče ze sériového výfuku nebo nahrazením vlastnoručně vyrobeným výfukem, jak se později ukázalo, nebyla vůbec příznivá pro výkonové charakteristiky motoru. Spíše naopak, docházelo k poklesu. [1]

Jezdci po několika závodech zjistili, že na úpravu motocyklu se bude muset jít jinou cestou než u silničních motocyklů. Ukázalo se, že výkon motoru není to nejhlavnější a pozornost si zaslouží spíše rám motocyklu a jeho odlehčení. [1]

Poté co závodníci po mnoha problémech s úpravami silničních a cestovních motocyklů zjistili, že nejvhodnější variantou pro úpravu na terénní stroj bude soutěžní motocykl určený pro Mezinárodní šestidenní soutěže. Tento motocykl nepotřebuje pro jízdu v terénu žádné úpravy a je možné na něm absolvovat závod bez sebemenších problémů. Nevýhodami těchto

motocyklů byla jejich malá výroba, vysoká cena a v naší zemi navíc ještě těžká dostupnost. [1]

První úspěšné terénní motocykly tedy vycházely ze soutěžních motocyklů, ať už upravované samotnými jezdci ve svých dílnách, nebo přímo v továrně. [1]

Konstruktéři u terénních motocyklů nebyli svázáni mnoha předpisy, především hlukovými. Na rozdíl od soutěžních motocyklů tak mohli používat otevřené výfukové potrubí, kterým se zvýšil výkon, zlepšily se parametry motoru a snížila se provozní teplota. Výkon se zvyšoval nejen výfukem, ale také zvětšováním maximálních otáček, což bylo někdy na úkor spolehlivosti. Zvýšení otáček se provádělo jemným zvětšením kompresního poměru, úpravou časování a změnou vstupních a výstupních průřezů. [1]

Největší změnou a hlavním úkolem konstruktérů byla při přestavbě soutěžního motocyklu na terénní převodovka, kdy bylo zapotřebí změnit převodové stupně. Řetězový primární převod spolu s řetězem dostatečně vyhovoval i pro terénní závodní zatížení a nebylo zapotřebí ho nijak upravovat, stejně tomu tak bylo i u spojky, která byla dostatečně dimenzována. Jak již bylo uvedeno, největších změn se dostalo samotné převodovce. Převodovka soutěžních strojů nevyhovovala svým odstupňováním strojům terénním. U soutěžního stroje byl první stupeň volen tak, aby při těžkých strmých výjezdech byl jezdec schopen vedle motocyklu běžet při jeho tlačení, zároveň na třetí stupeň musel motocykl dosahovat nejvyšší rychlosti po rovinách. Soutěžní motocykly byly vybaveny třemi, maximálně čtyřmi převodovými stupni. Toto uspořádání převodu terénnímu motocyklu vůbec nevyhovovalo z toho důvodu, že na tratích oproti soutěžním závodům nebyly žádné strmé a kamenité výjezdy a dlouhé pasáže tratě, kde by bylo dosahováno maximální rychlosti. Byla tedy vyráběna úplně nová převodová kola, která neměla tak velké rozpětí mezi sousedními převody. To terénním závodům vyhovovalo mnohem více. Dále bylo zapotřebí převodovku ještě zesílit. Byla totiž namáhána mnohem více než na soutěžním motocyklu, především vlivem namáhání po dopadu ze skoků, kterých se na terénní trati vyskytuje velké množství. Právě tato změna byla nejkritičtější v celé přestavbě, jelikož zesílení převodovky znamenalo i zvětšení rozměrů oproti soutěžní převodovce a špatně se umísťovala do původních odlitků převodové skříně. Konečné řešení bylo většinou kompromisem, z toho důvodu byla převodovka nejporuchovější částí motoru po několik let. [3]

## **4.2 Vývoj motorů mezi léty 1950 – 1960**

V zahraničí se v těchto letech využívalo převážně čtyřdobých motorů britské a belgické výroby, které měly stejnou základní koncepci. [1]

Dvoudobé motocykly byly na počátku této éry spíše českou záležitostí. Jezdci na počátku závodění na dvoudobých motocyklech upravovali soutěžní motocykly ČZ s motory o obsahu 125 a 150 cm<sup>3</sup>. Hlavními výhodami těchto motocyklů byly jejich nízká hmotnost, malé rozměry motoru a magnetoelektrické zapalování. Výkon motoru byl zvyšován zvětšováním kanálů v litinovém válci, navýšením kompresního poměru a úpravami ve výfukovém a sacím potrubí. Nevýhodou těchto motorů byla pouze třístupňová převodovka. Dalšími upravovanými motocykly byly Jawa 175, Jawa 250 a dvouválcová Jawa 350, které měly oproti motocyklům ČZ rozměrnější a těžší motory, další nevýhodou bylo dynamobateriové zapalování. U dvouválcové Jawy 350 nastávaly problémy s chlazením, proto byly některé tovární motocykly osazeny hliníkovými válci se zalisovanými vložkami. Velice se laborovalo s akumulátory, které byly potřebné pro spouštění motoru, kde bylo vyzkoušeno mnoho možností. Nakonec se jako nejlepší ukázalo umístění malého akumulátoru za přední číselníkovou tabulku. Princip dvouválcové třístapadesátky byl velice zajímavý, kliková hřídel motoru byla upravena tak, že se oba písty pohybovaly neustále vedle sebe a zapalování v obou válcích probíhalo současně. Tímto se dvouválec měnil prakticky v jednoválec se dvěma písty. Nevýhodou byl tvrdý chod a zvýšené namáhání součástí, ale rozhodovala příznivější záběrová charakteristika, kterou motor v tomto provedení dosahoval. [3]

Pro rok 1952 byly vyrobeny nové čtyřstupňové motory ČZ 150. Ty byly díky čtyřstupňové převodovce lépe zpřevodovány, než tomu bylo u třístupňové převodovky, a mezi rychlostními stupni již nebyl tak velký převodový skok. [1]

Velmi úspěšným motocyklem na mezinárodních závodech bylo od roku 1957 Maico 250. Jednalo se o motocykl s jednoválcovým dvoudobým motorem s vrtáním 67 mm a zdvihem 70 mm. U volně prodejných motocyklů se uvádí nejvyšší výkon 16 kW při 6000 otáčkách za minutu při kompresním poměru 9:1. Nejvyššího točivého momentu 23 Nm dosahovalo Maico při 5000 otáčkách za minutu. Bylo však velmi pravděpodobné, že tovární motocykly dosahovaly o něco vyšších parametrů. Velmi dobrý průběh přechodů při rychlé akceleraci zajišťoval karburátor s difuzorem o průměru 26 mm. Motocykl byl vybaven čtyřstupňovou převodovkou s velice dobrým a pro jezdce příznivým rozpětím, kdy i v nejprudších stoupáních nemusel motocykl tlačit. [1]

Od roku 1957 byly vyráběny nové britské dvoudobé motory Villiers o objemu 250 cm<sup>3</sup>, které do tohoto roku byly vyráběny pouze o objemech 150 cm<sup>3</sup>, 175 cm<sup>3</sup> a 200 cm<sup>3</sup>. Tyto motory byly používány u motocyklů Dot, Greeves, Francis-Barnet. [1]

Dvoudobá Jawa 250 vycházela z koncepce sériového motocyklu, nazývaného „kývačka“, a stále byla velmi podobná soutěžnímu motocyklu. [8]

Pro rok 1958 byla Jawa 250 stále odvozována z cestovního typu motocyklu. Pro sestavování motocyklu bylo použito velké množství sériových dílů a další díly byly upravovány. Pro tovární jezdce byly vyrobeny v malosériové výrobě jednoválcové dvoudobé motory v bloku s převodovkou. Skutečný objem motoru byl při vrtání válce 65 mm a zdvihu pístu 75 mm  $248,5 \text{ cm}^3$ . Válec motoru byl zhotoven z litiny a oproti sériovému motoru byl rozdíl jen ve zvětšených kanálech. Píst byl vyroben z odlitku a byl poměrně dlouhý, ve válci byl utěsněn třemi litinovými pístními kroužky. V motoru byl umístěn robustní klikový hřídel uložený v kuličkových ložiscích na obou stranách. Pístní čep byl uložen v bronzovém pouzdře horního ojnicního oka a ojnicní ložisko tvořilo válečkové ložisko bez klece. Karburátor s průměrem difuzoru o průměru 28 mm byl chráněn hliníkovým krytem. Zcela sériové bylo dynamobateriové zapalování. Maximální výkon motoru byl 13 kW při 5000 otáčkách za minutu a kompresní poměr byl 10:1. Na levé straně motoru pod víkem byl uložen v olejové lázni primární převod dvojitým řetězem a vícelamelová spojka. Úpravou prošla čtyřstupňová tříhřídelová převodovka odvozena od cestovního motocyklu. Výhodou převodovky bylo, že všechna kola se řadila do dorazových poloh a do sebe zapadaly pouze čelní zuby. Řazení byla zcela sériová, vybavená vačkou, která společně s rolničkou automaticky vypínala spojku před každým zařazením rychlostního stupně. Tento systém chránil převodovku a sekundární převod od poruch, ač se z počátku jezdci příliš nelíbil z důvodu tvrdého chodu řadicí páky. Ve svém období byl tento stroj považován za jeden z nejlepších na světě. Pro mistra Evropy z roku 1958 Čížka, byl však připraven speciální krátkozdvihový motor s vrtáním válce o průměru 70 mm a zdvihem 64,5 mm a o maximálním výkonu 18 kW. [8]

Jawa 250 byla pro rok 1959 vybavena novým motorem, pro který byl základem krátkozdvihový motor Čížka z roku 1958. Motorová skříň byla vyrobena odléváním do pískových forem dle dřevěného modelu. Převodovka byla vybavena šestidrážkovými hřídeli. [1]

Zcela novou koncepcí při stavbě terénních motocyklů přinesla roku 1959 dvoudobá Husqvarna 250, u které bylo použito nejkvalitnějších materiálů a díly byly dimenzovány na co nejmenší hmotnost. Husqvarna byla vybavena na pohled velmi malým jednoválcovým dvoudobým motorem v monoblokovém uspořádání a třístupňovou převodovkou. Válec motoru byl vyroben z lehkých slitin se zalisovanou litinovou vložkou s odnímatelnou vnější stěnou přepouštěcích kanálů, tím bylo dosaženo snadné a přesné výroby tvaru kanálů a jejich

následnou kontrolu. Zcela sériově bylo magnetoelektrické setrvačnickové zapalování, stejně tak i zapalovací cívka. [1]

Německé motocykly Maico 250 byly v roce 1959 spíše na ústupu z důvodu malé tovární podpory. U všech dvoudobých jednoválcových motorů byl pouze jeden výfukový kanál, ačkoli bylo vidět zkoušení několika druhů válců s různým žebrováním. [1]

Dalším německým zástupcem byl motocykl značky DKW 250. Jednoválcový dvoudobý motor se vyznačoval tím, že měl velké radiální žebrování, které bylo přerušované na hlavě motoru a zasahovalo až do nádrže. Z důvodu namontování a demontování svíčky musela mít nádrž vybrání. Zapalování bylo bateriové s přerušovačem a malým akumulátorem. [1]

V roce 1959 se v Mistrovství světa pětistovek mezi čtyřdobými motocykly měl prosadit maďarský stroj s dvoudobým dvouválcovým motorem značky Pannonia. Dvouválcový motor byl paralelní, motorová skříň nebyla vyrobena z odlitku, nýbrž vyfrézována z duralového bloku. Motocykl se ovšem neprosadil, a tak třída pětistovek nadále zůstávala doménou čtyřdobých motocyklů. [3]

Jawa 250 se i v roce 1960 držela osvědčeného dvoudobého jednoválce. Hliníkový válec měl ocelolitinovou vložku. V hlavě válce byly umístěny dvě svíčky, které mohly zapalovat současně, nebo bylo možno zapínat je střídavě vypínačem pod hlavou řízení. Oproti předchozímu typu vzrostl kompresní poměr na 11,3:1 a také maximální výkon na 17 kW při 5250 otáčkách za minutu. Na pravé straně motoru bylo uloženo dynamo, které zásobovalo proudem dynamobateriové zapalování se dvěma cívkami. Na pravé straně bylo řetězové kolečko primárního převodu. Levá strana byla osazena řetězovým kolečkem primárního převodu s dvojitým řetězem a spojkou s ferodovými lamelami, které prodlužovaly její životnost. Převodovka byla i nadále vybavena čtyřmi rychlostními stupni s automatickým vypínáním spojky. Průměr difuzoru karburátoru se zvětšil na 30 mm a dále byl doplněn o kuželový tlumič sání s čisticí vložkou. Plnění motoru bylo symetrické. [8]

Strakonická ČZ pro rok 1960 ustoupila od svého čtyřdobého motocyklu ČZ 250 OHC, který se nijak zvlášť neprosazoval, proto se konstruktéři vydali cestou dvoudobých motorů. Koncepce nového motoru ČZ 250 byla ovlivněna hlavně požadavkem jednoduché výroby. Hlavním požadavkem bylo zachování roztečí otvorů pro ložiska klikové hřídele a obě hřídele převodovky, které byly na sériovém motocyklu ČZ 125. Odlitky skříně motoru byly pak snadno obrobitelné na jednoúčelovém stroji. Klikový hřídel motoru byl uložen ve dvou kuličkových ložiskách na straně primárního převodu a ve dvouřadém kuličkovém ložisku na straně zapalování. První motory byly vybaveny dvouřadými naklápěcími ložisky, ta byla

následně nahrazena odolnějšími ložisky s kosoúhlým stykem. Průměr klikového hřídele byl celkem malý, pouhých 106 mm. Lehká a krátká ojnice byla na ojnicím čepu uložena na válečcích bez klece. Válec motoru byl zhotoven z litiny a hlava válce z neželezných kovů, obě součástky měly malé žebrování a na boku motoru byla přerušována kvůli zmenšení tepelné deformace. V hlavě válce byla umístěna jedna zapalovací svíčka. Setrvačnickové zapalování bylo velmi podobné se soutěžním motocyklem a bez akumulátoru. Pod setrvačnickem byl umístěn přerušovač a budící cívka. Karburátor byl vybaven difuzorem o průměru 28 mm. Vrtání motoru mělo průměr 70 mm a zdvih 64 mm, jednalo se tedy o krátkozdvihový motor. Motor měl výkon mezi 17 až 18 kW. Průběh výkonu se lišil použitím tlumičů výfuku. Téměř sériový výfuk umožňoval motoru dobré záběrové vlastnosti při nízkých otáčkách. Druhý typ výfuku umožňoval vytáčení motoru do vysokých otáček a maximálního výkonu se dosahovalo při 6250 otáčkách za minutu. Primární převod byl tvořen ozubenými koly s vloženým mezikolem na levé straně motoru. Primární převod vydával velmi nepříjemný ječivý zvuk vlivem krátkého trvání záběru ozubeného kola na klikovém hřídeli a mezikola a z poměrně malé tuhosti uložení mezikola. Nicméně fungoval bez poruch, což bylo rozhodující. Na levé straně byla pod víkem uložena vícelamelová spojka s ferodovými a ocelovými lamelami. Čtyřstupňová dvouhřídelová převodovka byla nejslabší částí motoru, ovládána byla pouze jednou vidlicí, která na jednom hřídeli přesouvala dvojkolo a na druhé hřídeli dvě ozubená kola. Princip řazení jednotlivých převodových stupňů byl v zařazování ozubených kol na řadící ozuby hřídelí, ty byly velmi namáhané a vlivem velkých tlaků se otláčovaly, což vedlo k vypadávání zařazeného rychlostního stupně. [1]

### **4.3 Vývoj motorů mezi léty 1961 – 1970**

V roce 1961 byl jezdcí Hameršmídem a Chárou za pomoci pracovníků Jawy postaven dvoudobý jednoválcový motocykl pro třídu pětistovek. Jednalo se o motocykl Jawa 350 v terénní nebo soutěžní verzi, který byl upraven. Úprava byla provedena ve zvětšení průměru vrtání motoru na 81 mm a zdvihu motoru na 80 mm, tím se objem válce zvětšil na 410 cm<sup>3</sup>. Jízdní vlastnosti motocyklu byly velmi dobré, ovšem převodovka a spojka, které se dobře uplatnily na terénních Jawách 250 a 350, nebyly pro tento motor vyhovující. S postupem času byla spojka uzavřena do speciálního krytu, který se otáčel zároveň se spojkovým bubnem. Požadovaný točivý moment tak suchá spojka stačila přenést, ale úpravy pro zesílení převodovky nebylo možno uskutečnit. [1]

U motocyklu Jawa 250 byl pro rok 1961 použit osvědčený motor z roku 1960 a úpravy byly provedeny jen na šasi motocyklu. [8]

Stejně tomu tak bylo i u motocyklu ČZ 250, kde zůstal motor taktéž beze změn a úpravy byly prováděny na šasi, kolech a brzdách. [1]

Pro rok 1962 bylo vyrobeno v továrně ČZM několik továrních motocyklů ČZ 250 pro jezdce ČZM a další zahraniční jezdce. Při konstrukci se vycházelo z předchozího typu motocyklu ČZ 250 Vlastimila Válka a ze zkušeností a změn, které sám jezdec zkoušel. Základní koncepce motoru se všemi délkovými rozteči mezi osou klikové hřídele a osami hřídelí převodovky a řazení zůstaly stejné, nadále se shodovaly i s díly soutěžních motocyklů. Před samotnými zkouškami motorů na brzdě se zjišťovaly skutečné provozní otáčky přímo na motocyklu v terénu. Na motocykl byl připevněn otáčkoměr, který jezdec sledoval při projíždění tratě. Výsledky této zkoušky ukázaly, že má význam sledovat výkonovou křivku při jízdě motocyklu v terénu až od hodnoty 3000 otáček za minutu do hodnot nejvyšších otáček. Prokázalo se totiž, že jezdec motor přetáčí o 1000 až 1500 otáček za minutu nad maximální otáčky odpovídající maximálnímu výkonu motoru. Značnou nevýhodou byla výroba válce, kdy se nepodařilo dosáhnout požadovaných výkonových parametrů s použitím válce vyrobeného použitím jednovýfukového odlitku litiny, která probíhala přímo v továrně ČZM, kde se odlévaly do skořepinových forem válce pro sériové cestovní motocykly ČZ 250. Odlitky dvouvýfukových válců pro soutěžní a terénní motocykly se v té době odlévaly s velkými obtížemi v Českých Budějovicích. Všechny válce byly zkoušeny na brzdě a pro každý zvlášť se doupravovaly kanály. Píst vyrobený z výkovku byl utěsněn ve válci dvěma pístními kroužky. Z hliníkového odlitku byla zhotovena hlava válce, ve které byly umístěny dvě zapalovací svíčky. Jedna z nich zapalovala a druhá byla záložní pro případ poruchy. Aby bylo splněno přání soutěžních a především terénních jezdců, byl zvětšen moment setrvačnosti. Původní duralový výkovek setrvačnicku, ve kterém byly vestavěny permanentní magnety, byl nahrazen těžším bronzovým výkovkem. Dále došlo ke zpevnění klikového hřídele, na který byl setrvačnick nasazen a také nýtů připevňujících setrvačnick k ocelovému náboji s vačkou. Rekonstrukcí prošel i primární převod a spojka, kdy došlo ke snížení hluku dříve používaného primárního převodu. U spojky s ferodovými a ocelovými lamelami, které se brodily v oleji, byl zvětšen její průměr. Úplně nový byl systém vypínání spojky s ozubeným pastorkem a hřebínkem. Páka ovládaná lankem lanovodu byla nasazena na hřídeli s pastorkem, který zabíral do ozubení posuvného hřebene uloženého ve víku spojky. Konec hřebene tvořil jeden kroužek axiálního vypínacího kuličkového ložiska, druhý kroužek byl přinýtován k přítlačné lamelle spojky. Poslední změnou byla převodovka. Změnilo se její rozpětí, což se uskutečnilo změnou počtu zubů na rychlostních stupních. Ovšem zpevnění čtyřstupňové převodovky



s jednou řadicí vidlicí a při daných roztečích neřešitelné. Nové převodovky byly do motoru dodány až v průběhu roku 1962. Nová převodovka je stejně jako předchozí dvouhřídelová, ale ovládána byla dvěma vidlicemi. Systém nové převodovky umožňoval značné rozšíření všech převodových kol. Z původního řadicího ústrojí byl zachován pouze automat, od něhož je krátkou ojnicí posouvána řadicí kulisa a do jejích drážek zapadají čepy řadicích vidlic. Krátkozdvihový motor měl průměr vrtání 70 mm a zdvih 64 mm a objem válce tak byl 246,3 cm<sup>3</sup>. Maximální výkon 18,5 kW byl dosahován při 5900 otáčkách za minutu, kompresní poměr motoru 10,8:1 a zapalování bylo setrvačnickové magnetoelektrické. [9]

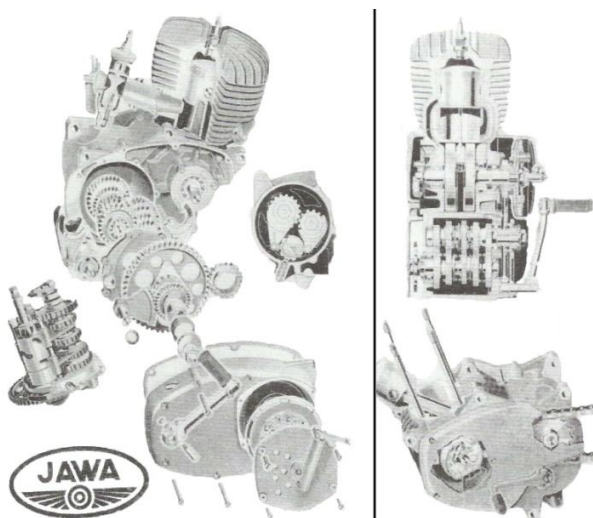
V sezóně 1962 konkuroval ČZ ve třídě 250 pouze dvoudobý motocykl Husqvarna, který vynikal dobrou výkonovou křivkou, nízkou hmotností a výkonem kolem 16 až 17 kW. Oproti nižšímu výkonu než u konkurenčních strojů vynikal motor příznivými přechody při prudkém přidání plynu z nízkých otáček na vysoké. Malé rozměry motoru zůstaly zachovány, ale všechny jeho komponenty byly nalakovány černou barvou, což mělo sloužit k lepšímu vyzařování tepla. Převodovka již nebyla tří, ale čtyřstupňová, ale nastávaly problémy s její pevností. [1]

Ke špičkovým motocyklům už zdaleka nepatřily stroje Maico, které byly využívány jen proto, že nebyl dostatek kvalitních motocyklů pro všechny jezdce. [1]

Rok 1963 přinesl u ČZ 250 opět velké změny v oblasti motoru, předchozí model byl velice zdařilý, ale i přesto se pracovalo na dalším vývoji. Skříň motoru byla odlita z hořčíkové slitiny, stejně tak i obě víka. Změněn byl i tvar odlitků, kde se odstoupilo od vzhledu motoru. Důležitější stránkou bylo zmenšení zbytečných prostorů a hlavně snížení hmotnosti, avšak při dosažení dostačující pevnosti. Snaha o co největší zmenšení se dotkla i klikového hřídele, kdy byl nahrazen velký bronzový setrvačnick s vestavěnými magnety novým duralovým o malém průměru 106 mm. Umístěn byl taktéž na pravé straně klikového hřídele, na levé pak byla spojka. Docílilo se tedy snahy snížit hmotnost motoru a zachovat moment setrvačnosti klikového hřídele. Výhodami spojky na klikovém hřídeli bylo zmenšení točivého momentu, to vedlo i ke snížení počtu lamel, síly tlačné pružiny a průměru celé spojky. Třecí lamely vyrobené z feroda byly ve spojce umístěny čtyři. Systém vypínání spojky se u předchozího modelu osvědčil, a byl tedy použit i zde. Protože byl počet lamel i síla přitlačné pružiny menší, vypínala se spojka na klikovém hřídeli lépe než u běžného provedení na hnacím hřídeli převodovky. Problémy se vyskytly při rychlém řazení, kdy bylo zapotřebí v krátkém okamžiku hnací hřídel s velkým převodovým kolem a hnanými částmi spojky zpomalit nebo zrychlit. Moment setrvačnosti zde byl větší než u běžného provedení, z toho vycházelo

i zvýšené namáhání celého převodového systému a převodovky. Při řazení pod plným plynem a zařazení bez vypnutí spojky docházelo k extrémně velkým rázům a momentálnímu prokluzu spojky. Tento prokluz chránil součásti převodovky před poničením. Po určité době se ukázalo, že spojka umístěná na klikovém hřídeli byla na momentální prokluz méně citlivá a přispívala k podstatně vyššímu namáhání převodovky než spojka na hřídeli převodovky, tak byly spojky u většiny motoru vyměněny právě za starší provedení. Na převodovce a systému řazení převodů nedošlo k žádné změně oproti předchozímu provedení. Úplně nové bylo zapalování uložené na pravé straně klikového hřídele s kotevní deskou připevněnou v pravém víku motoru. Na té byly připevněny pouze přerušovač a budicí cívka. Kondenzátor se zapalovací cívkou se nacházel pod nádrží. Píst na rozdíl od válce prošel poměrně velkou změnou, pro jeho vyšší pevnost byl vyroben z duralového výkovku a utěsněn byl dvěma pístními kroužky. Kompresní prostor měl půlkulatý tvar a antidetonační štěrbinu, dále do něho zasahovaly dvě svíčky, kdy opět zapalovala pouze jedna a druhá sloužila jako rezervní pro případ poruchy. [9]

Obrázek 5 Skříň motocyklu Jawa 250 z jednoho odlitku



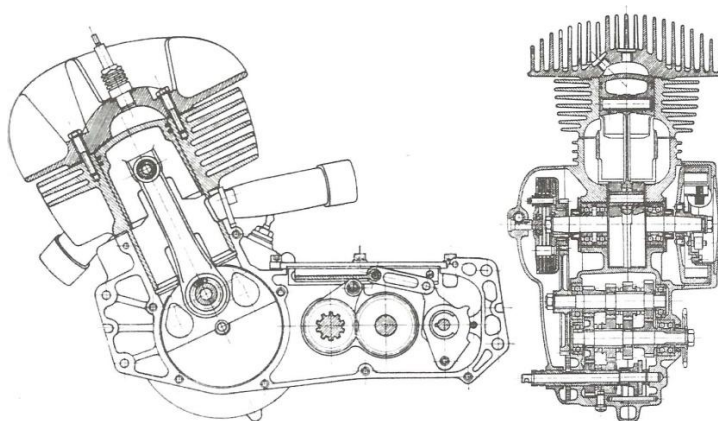
Zdroj: [1]

Pro sezonu 1963 připravil Národní podnik Jawa se sídlem v Libni zcela nový terénní motocykl Jawa 250 s dvoudobým jednoválcovým motorem (viz Obrázek 5). Motor byl krátkozdvihový s vrtáním o průměru 70 mm a zdvihem 64 mm a dosahoval maximálního výkonu 20 kW při 6500 otáčkách za minutu. Nejzajímavější na celém motoru byla jeho skříň, která byla vytvořena z jednoho odlitku. Na jeho levou stranu byl umístěn klikový hřídel na jehlovém ložisku v klikové skříni, kterou uzavíral hliníkový kryt. Při vkládání klikového hřídele s víkem do motoru procházela ojnice vybráním v odlitku skříně. Vkládání i vyjmutí bylo možné bez vyndání motoru z rámu. Taktéž tomu bylo i u převodovky s celým řadicím

ústrojím, které bylo i s víkem vloženo do skříně z pravé strany. Z odlitku lehkých slitin byl vyroben válec, který v sobě měl zalisovanou nerezistovou vložku. Píst byl poměrně krátký, vyrobený z odlitku kokily a ve válci utěsněn dvěma pístními kroužky. Pro zvětšení momentu setrvačnosti byla suchá spojka uložena na klikovou hřídel a utěsněna od primárního převodu, aby do ní nevnikal olej. Spojka měla pouze jednu lamelu. Primární převod byl řešen ozubenými koly s přímým ozubením. Dvouhřídelová pětistupňová převodovka měla volně otočná všechna ozubená kola, která byla uložena na válečkových ložiscích bez klece. Od úspěšného závodního čtyřdobého dvouválce Jawa byl odvozen systém řazení, který fungoval na principu otočného bubínku s vestavěným řadicím automatem. Novinkou byl zdroj pro zapalování, stříbrozinkový akumulátor, jenž byl oproti běžným oloveným akumulátorům lehčí a odolnější. Zapalování tedy bylo bateriové, bez dynama s přerušovačem a kondenzátorem umístěných na levé straně klikové hřídele. [1]

ČZM Strakonice uvedly v 1964 malosériovou výrobu motocyklů ČZ 250, ta byla určena převážně pro vývoz. Konstrukci motoru se dostalo jen nepatrných změn, jelikož předchozí model byl osvědčený a dobře fungoval. Výkon vzrostl z 18,5 kW na 19 kW při 5900 otáčkách za minutu, kompresní poměr klesl z 10,8:1 na 10,5:1. Úplná změna se odehrála v převodovém ústrojí, kdy byla vyrobena zcela nová čtyřstupňová převodovka. Hřídele převodovky byly shodné a měly desetidrážkové ozubení. Aby byly odstraněny mazací drážky na povrchu hřídelů, byla volná ozubená kola převodovky uložena na klecových jehlových ložiscích. Pevná kola byla nalisována na hřídel s velkým přesahem. Zmodernizovaným automatem stále stejné konstrukce bylo ovládáno řadicí ústrojí, kdy byla ojnicí ovládána řadicí kulisa. v řadicí kulise byl posuvně uložen aretační čípek a pružinou byl přitlačován do aretačních otvorů ve vodící liště kulisy. Řez celým motorem je znázorněn na obrázku (viz Obrázek 6).[1]

**Obrázek 6** Řez motorem ČZ 250 z roku 1964



**Zdroj:** [1]

Na Jawě 250, stejně jako u ČZ, došlo jen k nepatrným změnám a úpravám. Osvědčenou techniku z minulého roku nebylo třeba nijak měnit, spíše vyvíjet a zdokonalovat stávající součásti. Ty základní, což byl válec, klikový hřídel a píst zůstaly beze změn, byl nahrazen pouze horní pístní kroužek, kdy se místo litinového dal chromovaný ocelový kroužek. Postupem času byl nahrazen i spodní kroužek. Tím se zlepšila životnost, protože litinové kroužky při vysokém počtu otáček byly ve válci s velkými kanály extrémně namáhány a docházelo k praskání. Spojka zůstala stejná, byla pouze upravena přidáním druhé lamely a nový byl i materiál, vyráběly se z diafriktu. Ten byl odolný proti vysokým teplotám, ke kterým u suché spojky docházelo. V převodovce byla nová pevnější hnaná hřídel a ozubení kol mělo příznivější tvar a nižší zuby. Nahrazeno bylo bateriové zapalování za magnetoelektrické. [1]

Švédská Husqvarna pro rok 1964 neudělala na motocyklu žádné změny a nastoupila do seriálu Mistrovství světa s motocyklem z roku 1963. [1]

Naopak ve Velké Británii byl pro rok 1964 postaven kompletně nový motocykl Greeves 250 s názvem Challenger. Na jeho vývoji se podílel mistr světa Bickers. Spekulovalo se, že je motocykl okopírovaný od Huqvarny. Co však bylo podstatné, motocykl už nevyužíval motoru značky Villiers, ale vlastní s převodovkou Albion, která byla čtyřstupňová. [3]

Rok 1964 byl vstupem dvoudobého jednoválcového motocyklu ČZ 360. Motocykl byl velmi podobný již zmiňované ČZ 250, ale v rámu stroje byl namontován mohutnější motor. Skříň motoru byla vytvořena z elektronových odlitků, v níž byla na třech kuličkových ložiskách uložena kliková hřídel. Dvouvýfukový válec oproti dvěstěpadesátce byl vyroben z lehkých slitin kovů se zalisovanou litinovou vložkou a s žebry do tvaru čtverce. Jeho průměr vrtání byl 80 mm a zdvih 72 mm, jednalo se tedy o krátkozdvihový motor o objemu 363 cm<sup>3</sup>. Maximální výkon byl 22 kW při 5500 otáčkách za minutu. Hlava válce byla přišroubována pěti svorníky a do antidetonační štěrbině z ní vedly dvě zapalovací svíčky. Ostatní díly byly totožné s dvěstěpadesátkou. [9]

Pro rok 1965 se na Jawě 250 zrekonstruoval motor, došlo k nahrazení lehkými elektronovými odlitky za hliníkové, jinak byla koncepce téměř beze změn. Nový válec a píst se lišily pouze větším žebrováním a ve spojce byly nahrazeny původní lamely za ferodové. Dále bylo na horním ojničném oku nahrazeno bronzové ložisko za ložisko jehlové s klecí. Ani to se ale neukázalo jako správný krok a ještě v průběhu roku bylo nahrazeno za jehlové bez klece. [1]

Na ČZ 250 konstruktéři zkoušeli nové hliníkové válce s vložkou opatřené pouze jedním výfukovým kanálem. Po zkouškách se ale tato změna neosvědčila především tvrdším průběhem točivého momentu a horšími jízdními vlastnostmi. [1]

Husqvarna nadále nevyvíjela svůj zastaralý motocykl a za motocykly Jawa a ČZ zaostávala. [1]

Motocykly Greeves byly vybaveny novým výfukovým systémem a měly tak lepší hodnotu maximálního výkonu, ale ani to, stejně jako u Husqvarny, na motocykly Jawa a ČZ nestačilo. [1]

Do třídy dvěstěpadesátek vstoupily nadějně motocykly Bultaco, Montesa a Ossa vybaveny jednoválcovými dvoudobými motory, které měly výkonné motory, oproti tomu neměly ještě dost zkušeností se šasim. [1]

ČZ 360 pro třídu pětistovek zůstala téměř stejná, drobné změny byly provedeny na pístu a pístních kroužcích. [9]

Nově v roce 1965 vstoupila do třídy pětistovek Jawa se svým motocyklem Jawa 360, z velké části odvozena od Jawy 250. Krátkozdvihový dvoudobý jednoválcový motor měl vrtání v průmětu 80 mm a zdvih 72 mm, což dalo objem 362 cm<sup>3</sup>. Výkon motoru byl 23,5 kW při 6500 otáčkách za minutu. [8]

Na rok 1966 se velmi pečlivě připravila Husqvarna. Ta po několika letech začala pracovat na vývoji svého motocyklu Husqvarna 250, který se svými vlastnostmi velmi přibližoval motocyklům ČZ. Pro zvýšení výkonu motoru byl zaveden úplně nový systém vyplachování využitím třech přepouštěcích kanálů. Původní dva přepouštěcí kanály byly zmenšeny a doplněny pomocným třetím. Směs proudila z klikového prostoru přes malé okénko v pístu pod pístními kroužky právě do krátkého třetího kanálu. Systém vyplachování třemi přepouštěcími kanály umožnil dosažení vyšší objemové účinnosti při plnění pracovního prostoru válce a snížení teploty pístu. Zavedením tří přepouštěcích kanálů znamenalo změnu i na sacím kanálu, jehož vyústění do válce se muselo rozdělit. Nové byly i pístní kroužky ve tvaru L. Válce motoru byly odlity z hliníku a měly tvrdě chromovaný pracovní prostor. Převodovka byla čtyřstupňová s vestavěným tlumičem rázů na klikovém hřídeli. [1]

V tomtéž roce nechtěla pozadu zůstat ani ČZ a u modelu ČZ 250 také začala vyvíjet tříkanálový systém přepouštění, inovované zapalování, kde se současně zapalovaly dvě svíčky. To vše bylo zabudováno do jednovýfukového hliníkového motoru se zalisovanou vložkou válce. Ostatní komponenty byly využity z dvouvýfukové ČZ 250. [9]

Motocykl ČZ 360 pro třídu pětistovek byl vylepšen podobně jako u slabšího motocyklu. Nový jednovýfukový válec odlitý z lehkých slitin se zalisovanou vložkou nahradil původní dvouvýfukový, avšak rozměry vrtání i zdvihu byly zachovány. Maximální výkon motoru byl navýšen z 23,5 na 26 kW zvýšením počtu otáček. [9]

Jawa na své dvěstěpadesátce udělala také menší úpravy, ale na konci roku 1966 vývoj tohoto motocyklu zastavila, převážně z důvodu jen jednoho továrního jezdce v této třídě. [1]

V tomtéž roce přišla Jawa se strojem Jawa 400, kdy byl předělán celý motor z loňské Jawy 360. Jednalo se o jednoválcový dvoudobý motocykl. Na motoru bylo třeba zvýšit objem pro zvýšení výkonu a také průběh točivého momentu, vrtání motoru zůstalo stejné, ale zvýšil se jeho zdvih. Toto rozhodnutí vyústilo k vytvoření nové motorové skříně, válce s pístem i klikovým hřídelem. Koncepce jednodítkové skříně s uzavíracími víky se zachovala a byla vyrobena z elektronu, stejně tak i všechny ostatní komponenty kromě válce a hlavy válce. Z levé strany byl umístěn klikový hřídel v jehlové kleci a na pravé straně byl připevněn v dvouřadém kuličkovém ložisku s kosoúhlým stykem, její průměr byl 140 mm. Ojnice zůstala uložena beze změn, tedy v jehlových ložiskách s klecí v dolním oku na jehlových ložiskách bez klece v oku horním. Jednovýfukový válec byl vyroben z hliníku se zalisovanou nerezistovou vložkou a s přepážkou ve výfukovém kanálu. Hliníkový píst byl ve válci utěsněn dvěma pochromovanými ocelovými kroužky. Magnetoelektrické zapalování a karburátor Jikov 2932 SZ byl shodný s třistašedesátkou. Spojka byla suchá, čtyřlamelová s lamelami z třetího feroda. Umístěna byla na pravé straně, její vypínání bylo řešeno tradičním pastorkem a hřebínkem se speciálním vypínacím ložiskem. Pětistupňová převodovka zůstala stejná z loňského modelu, jen ozubení kol bylo zesíleno a zmenšil se počet zubů, vlivem většího modulu. [1]

Rok 1967 nepřinesl u motocyklu ČZ 250 žádné novinky, vývoj motocyklů se v továrně začínal více soustředit na třídu pětistovek. Na novou sezonu byl připraven nový motocykl ČZ 400, tomu ještě předcházela ČZ 380, ale z té se rychle přešlo na zmíněnou čtyřstovku. Motor byl upraven z ČZ 360 a vzorem mu byl i motor Jawy 400. Průměr vrtání motoru a zdvih měly shodný rozměr 80 mm, jednalo se tedy o čtvercový motor. Veškeré příslušenství motoru i celá převodovka s řadicím ústrojím byla použita z jednovýfukové ČZ 360. [9]

Motor Jawy 400 byl v roce 1967 beze změn, výkon i spolehlivost byly na vysoké úrovni a nebylo třeba něco měnit. Změny se odehrály na příslušenství motoru, a to hlavně v novém karburátoru Jikov ST, který měl průměr difuzoru 34 mm. Ten motoru zvýšil již tak dostatečně

velký výkon, zlepšil chod motoru při nízkých otáčkách a přechod z nízkých otáček na maximální při prudké akceleraci. [1]

Ve třídě pětistovek se chtěly začít uplatňovat i španělské stroje Bultaco s Montesou, hlavní nevýhodou obou továren bylo, že neměly dostatečně kvalitního jezdce, aby ukázal potenciál motocyklů. Bultaco mělo motocykl označovaný jako El Bandido 360 a byl to motocykl přestavěný z dvěstěpadesátky. Dvoudobý jednoválcový krátkozdvihový motor měl průměr vrtání 85 mm a zdvih 64 mm, objem motoru byl 363cm<sup>3</sup>. Maximální výkon motoru byl 32 kW při 7500 otáčkách za minutu. Válec byl vyroben ze šedé litiny, píst byl dodáván firmou Mahle a ve válci byl těsněn jedním pístním kroužkem tvaru L a jedním klasickým. Difuzor karburátoru měl průměr 32 mm, zapalování bylo vysokonapěťové kondenzátorové. Primární převod byl řešen ozubenými koly se šikmými zuby na vícelamelovou spojku v olejové lázni. Převodovka byla čtyřstupňová. [1]

Cappra 360 od Montesy měla jednoválcový dvoudobý motocykl s vrtáním motoru o průměru 78 mm a zdvihu 73,5 mm o objemu 351,2 cm<sup>3</sup>. Motor dával maximální výkon 28 kW při 6500 otáčkách za minutu. Válec byl vyroben ze slitiny lehkých kovů s odstředivě litou zalisovanou vložkou. Karburátor měl průměr difuzoru 32 mm a zapalování bylo magnetoelektrické setrvačnickové. Primární převod byl ozubenými koly s přímými zuby v olejové lázni společně s vícelamelovou spojkou na hřídeli převodovky. Převodovka byla stejně jako u Bultaca čtyřstupňová. [1]

Velmi kvalitním motocyklem byla ve třídě pětistovek Husqvarna 360, motocykl byl tradičně upraven ze slabší Husqvarny 250, ale přestavba byla vedena s co nejmenšími úpravami motoru, aby byla zachována jeho koncepce. Dvoudobý motocykl byl na trati velmi rychlý a na pískových a tvrdých tratích téměř neporazitelný. [1]

Dalším švédským reprezentantem v té samé třídě byla značka Lindström, ta pro svůj motocykl využívala motorovou skříň Husqvarny, ale válec, hlavu válce a převodovku se třemi rychlostními stupni měla vlastní výroby. [1]

Pro rok 1968 se udělalo na motocyklech ČZ několik změn. Byl navýšen výkon motoru, nové bylo uložení ojnice na jehlové kleci a karburátor Jikov ST. Bezkontaktní zapalování od společnosti Femsa nahradilo dosavadní setrvačnickové magnetoelektrické zapalování, které umožňovalo zapalování obou svíček naráz. [1]

Husqvarna v tomto roce upravila svoje motocykly pro třídu pětistovek zvětšením objemu v podobném duchu jako Jawa s ČZ. U Husqvarny 360 byl navýšen objem motoru na 400 cm<sup>3</sup>.

Vrtání motoru bylo 81,5 mm a zdvih 76 mm. Karburátor Bing měl průměr difuzoru 32 mm a maximální výkon motoru byl 29 kW při 6500 otáčkách za minutu. [1]

Do seriálu Mistrovství světa se vrátila německá značka Maico a to se svými motocykly Maico 250 a Maico 360. Dvěšestpadesátka měla dlouhozdvihový jednoválcový motor s průměrem vrtání 67 mm a zdvihem 70 mm. Třistašedesátka krátkozdvihový jednoválec vrtaný na 77 mm a zdvih 76 mm. [1]

Jawa přichystala úplně nový motor pro motocykl Jawa 500, ale stejné koncepce jako byl u motocyklu Jawa 400. Jednalo se o zvětšení objemu motoru, přesněji na hodnotu 486 cm<sup>3</sup>. Bylo nutné vytvořit novou skříň motoru, odlitou z elektronu. Do skříně se z levé strany vkládal klikový hřídel a z pravé strany čtyřstupňová převodovka s řazením. Válec z lehkých slitin a vlisovanou nerezistovou vložkou měl vrtání 88 mm a zdvih 80 mm. v hliníkové hlavě byly umístěny dvě svíčky a dekompresor, pro snadnější startování. Motor dával maximální výkon 32,5 kW. [1]

Na motocyklech pro třídu dvěšestpadesátek se v roce 1969 neuskutečnily žádné převratné změny. Výrobci předních světových značek se zaměřovali spíše na vývoj motocyklů pro třídu pětistovek, avšak i u nich se v tomto roce neuskutečnila žádná závratná novinka. [1]

Rok 1970 by se dal nazvat japonskou invazí do seriálu Mistrovství světa. Japonská továrna Suzuki postavila velké množství strojů pro obě objemové třídy. Suzuki 250 typ RH 70 byl jednoválcový dvoudobý motocykl. Průměr vrtání válce motoru 70 mm a zdvih 64 mm dával skutečný objem válce 246 cm<sup>3</sup>. Primární převod motoru byl ozubenými koly s přímým ozubením a společně se spojkou v olejové lázni umístěn na pravé straně motoru. Převodovka měla pět rychlostních stupňů. Maximální výkon motoru byl 22 kW při 7000 otáčkách za minutu. [26]

Suzuki 370 typ RN byla vyvinuta ze slabší dvěšestpadesátky, ale na rozdíl od ní nepatřila ve své třídě mezi nejlepší motocykly. Maximální výkon 29 kW motor dával při 6500 otáčkách za minutu. [1]

U ČZ 250 se povedlo zlepšit průběh výkonové křivky a celkové odlehčení. ČZ 400 byly osvědčené a nebylo třeba žádných radikálních změn. [9]

Na Jawě 420 se podstatně změnil motor. Byl zaveden nový systém čtyř přepouštěcích kanálů. Tato změna podstatně zvýšila výkon motocyklu. [1]

Největší technickou novinkou u Husqvarny byly pětistupňové převodovky, ale to jen u některých továrních motocyklů. [1]



#### 4.4 Vývoj motorů mezi léty 1971 – 1980

Suzuki připravila pro rok 1971 motocykl Suzuki 400. Průměr vrtání motoru 82 mm a zdvih 75 mm dávaly maximální výkon 29 kW při 6500 otáčkách za minutu. Tato verze byla ovšem jen pro prodej. Tovární motocykl měl objem motoru pouze 363 cm<sup>3</sup> především proto, že japonská konstruktéři dbali hlavně na nízkou hmotnost a napomáhali tomu komponenty vyrobenými z titanu. Jinak měly motocykly obou tříd nezměněnou koncepci. [1]

Yamaha vstoupila do této sezony převážně s cílem otestovat připravené motocykly. Byly připraveny typy Yamaha 250 a 351, obsadila tedy obě kategorie. V motocyklech byl zabudován jednoválcový dvoudobý motor s plněním samočinným jazýčkovým ventilem, ten v sacím hrdle zabraňoval zpětnému úniku nasátých plynů do karburátoru. Motor měl primární převod ozubenými koly a spojku uloženou v oleji. Převodovka byla čtyřstupňová. [27]

Husqvarna představila nový motor o objemu 460 cm<sup>3</sup>, průběh sezony ale ukázal, že motocykl s tímto motorem není konkurenceschopný. ČZ i nadále zůstávalo u stejné techniky. Jawa testovala nový válec a hlavu vyrobenou z hořčíkové slitiny, která výrazně snížila váhu těchto komponentů. [1]

Rok 1972 přinesl snižování hmotností u všech výrobců, většinou poddimenzováním dílů, to mělo za následek častější výměnu komponentů a i občasné poruchy zapříčiněné touto změnou. Všechny značky také přešly na pětistupňové převodovky. Ustálilo se i uložení spojky na hnacím hřídeli převodovky. [1]

Snad jedinou novinkou tohoto roku udělala Yamaha se svým novým jazýčkovým automatickým sacím ventilem. [1]

V tomto roce vstoupila do seriálu Mistrovství světa největší světová továrna motocyklů Honda, s motocyklem Honda 250 o výkonu 22 kW při 7500 otáčkách za minutu. [28]

Sezóna 1973 nepřinesla v technickém vývoji motorů žádné revoluční změny, jednalo se spíše o drobnosti, např. zkoušení rozvodu jazýčkovým membránovým ventilem u ČZ. Pro lepší představu jsou uvedeny základní parametry nejlepších motocyklů v Tabulce 3. [3]

**Tabulka 4 Porovnání motocyklů**

typ motocyklu	ČZ 250	Yamaha 250	Kawasaki 250	Suzuki 250	Honda 250
motor	dvoudobý jednoválcový vzduchem chlazený				
vrtání x zdvih [mm]	70 x 64	70 x 64	69,5 x 64,9	70 x 64	70 x 64,4
objem [cm <sup>3</sup> ]	246	246	246	246	248
max. výkon	25/6800	30/7000	32/7500	31/6000	24/7500
počet převodů	5	5	5	5	5

**Zdroj [3]**

V roce 1974 došlo k rozšíření jazýčkových ventilů, kromě Yamahy, která tento systém používala, i na stroje značky Husqvarna a ČZ. K jiným podstatným změnám na motoru nedošlo, vývoj se soustředil spíše na odpružení podvozků. [1]

Roku 1975 bylo schváleno mistrovství světa pro motocykly do objemu motoru 125 cm<sup>3</sup>. Mezi nejlepší motocykly se řadila Suzuki. Motor měl průměr vrtání 56 mm a zdvih 50 mm, převodovka byla pětistupňová a motocykl dosahoval nejvyššího výkonu 17 kW při 10500 otáčkách za minutu. [29]

V ČZM vznikl pro kategorii stopětadvacítek úplně nový motocykl ČZ 125 s označením 511. Motor byl jednoválcový dvoudobý o průměru vrtání 55 mm a zdvihu 52 mm. Veškeré odlitky motoru byly z hliníku, píst ve válci utěsňoval pouze jeden ocelový pístní kroužek. Primární převod zajišťovala ozubená kola, spojka byla uložena v olejové lázni. Zcela nová převodovka měla šest rychlostních stupňů, řazení bylo prováděno otočným válečkem vybaveným blokovacím zařízením. Při 9200 otáčkách za minutu dával motor maximální výkon 19,5 kW. [1]

Poměrně málo změn na motoru bylo v roce 1975 ve třídě dvěstěpadesátek. Byla snaha přejít od válců s nalisovanými vložkami na válce chromované, to se podařilo pouze u Suzuki.[1] Vlivem zavádění šoupátkových ventilů se u motocyklů snižovaly otáčky, ale výkon zůstával na stejné hodnotě, nebo se zvyšoval. [3]

Ve třídě pětistovek měly všechny motocykly stále stejnou koncepci dvoudobého jednoválcového motoru chlazeného vzduchem. [1]

Rok 1976 opět nepřinesl žádné převratné novinky ve třídě pětistovek ani dvěstěpadesátek. U motocyklů nebyl zvyšován výkon, velká péče se u motoru věnovala zlepšení průběhu výkonové křivky. [1]

Naopak u třídy stopěťadvacítek docházelo k velkému pokroku ve vývoji, napomáhala tomu i rivalita mezi velkým počtem značek obsazující startovní pole v této třídě. Jednalo se převážně o japonské motocykly Kawasaki, Honda, Suzuki a Yamaha dále ale i ČZ, Puch, Zündapp a KTM. [1]

Motocykl Suzuki RM 125 měl novou převodovku se šesti převody a byl zvýšen výkon motoru na 19,5 kW. Vrtání i zdvih zůstaly na stejných rozměrech. [30]

Honda CR 125 měla jednoválcový dvoudobý vzduchem chlazený motor s vrtáním válce 56 mm a zdvihem 50 mm, což dávalo skutečný objem motoru 123,1 cm<sup>3</sup>. Spojka byla lamelová mokrá a převodovka měla šest rychlostních stupňů. Karburátor Keihin s průměrem difuzoru 30 mm. [31]

Yamaha představila motocykl YZ 125 X, který měl stejně jako ostatní motocykly této kubatury dvoudobý jednoválcový vzduchem chlazený motor o vrtání 56 mm a zdvihu 50 mm. Stejně jako konkurenční japonské motocykly měl šestistupňovou převodovku a spojkou uloženou v oleji. Lišil se pouze v karburátoru, který byl značky Mikuni o průměru difuzoru 34 mm. [31]

U Suzuki 125 byl v roce 1977 nový čtvercový motor o hodnotě vrtání a zdvihu 54 mm, výkon motoru vzrostl na 19,5 kW při 10750 otáčkách za minutu. [30]

Pro kategorii do 500 cm<sup>3</sup> vyrobila Suzuki na rok 1978 stroj s označením RM 400, motor byl čtvercový s vrtáním a zdvihem na hodnotě 80 mm, vzduchem chlazený jednoválec. Oproti staršímu modelu vzrostl výkon na 31,4 kW při 6500 otáčkách za minutu. Převodovka měla pět rychlostních stupňů. [32]

#### **4.5 Vývoj motorů mezi léty 1981 - 1990**

V roce 1981 představila Yamaha na modelu YZ 125 svůj první kapalinou chlazený jednoválcový dvoudobý motor. Tato změna, jak se posléze ukázalo, byla velmi pokroková, vzhledem k délce životnosti součástí motoru, u kterých nedocházelo k vysokým teplotám a přehřívání, jako u vzduchem chlazených motorů. Zejména pístní kroužky měly delší dobu životnosti. Vzhledem k celkovému snížení teploty byl lepší i celkový chod motoru, hlavně při náhlé akceleraci. Ve výkonu motoru nebyl mezi kapalinovým a vzduchovým systémem chlazení žádný rozdíl, oba dosahovaly maximálního výkonu 24 kW. Průměr vrtání motoru

měl hodnotu 56 mm a zdvih 50 mm. Převodovka byla vybavena šesti rychlostními stupni. [33]

V tomtéž roce byla pro třídu pětistovek nová Suzuki RM 465, ta měla oproti předešlé RM 400 větším objem motoru a to  $464 \text{ cm}^3$ , při vrtání motoru 86 mm a zdvihu 80 mm. Jinak byl motor stále jednoválcový a chlazený vzduchem, taktéž převodovka měla pět rychlostních stupňů. [34]

Rok 1981 přinesl zcela nový motor od Hondy pro motocykl CR 250, byl to kapalinou chlazený dlouhozdvihový jednoválec. Vrtání mělo průměr 66 mm a zdvih 72 mm, objem motoru tak byl  $246 \text{ cm}^3$ . Převodovka měla stále pět rychlostních stupňů. [35]

Také motocykl CR 125 od Hondy měl zcela nový kapalinou chlazený motor s vrtáním válce 55,5 mm a zdvihem 50,7 mm. Převodovka měla stále šest rychlostních stupňů. [36]

Pro rok 1982 uvedla Suzuki nový motocykl pro třídu dvěstěpadesátek s označením RM 250 Z, který měl poprvé motor chlazený vodou. Vrtání a zdvih motoru byly v poměru 70/64 mm, což dávalo objem motoru  $246 \text{ cm}^3$ . Výkon motoru byl 25 kW při 8000 otáčkách za minutu. Motor měl nový karburátor Mikuni Flat-side s průměrem difuzoru 38 mm. [37]

Ve stejném roce byl motocykl KTM MX250 vybaven kapalinou chlazeným motorem o průměru vrtání válce 71 mm a zdvihu 62 mm. Karburátor byl značky Bing a měl průměr difuzoru 38 mm, převodovka byla vybavena 5 rychlostními stupni. [38]

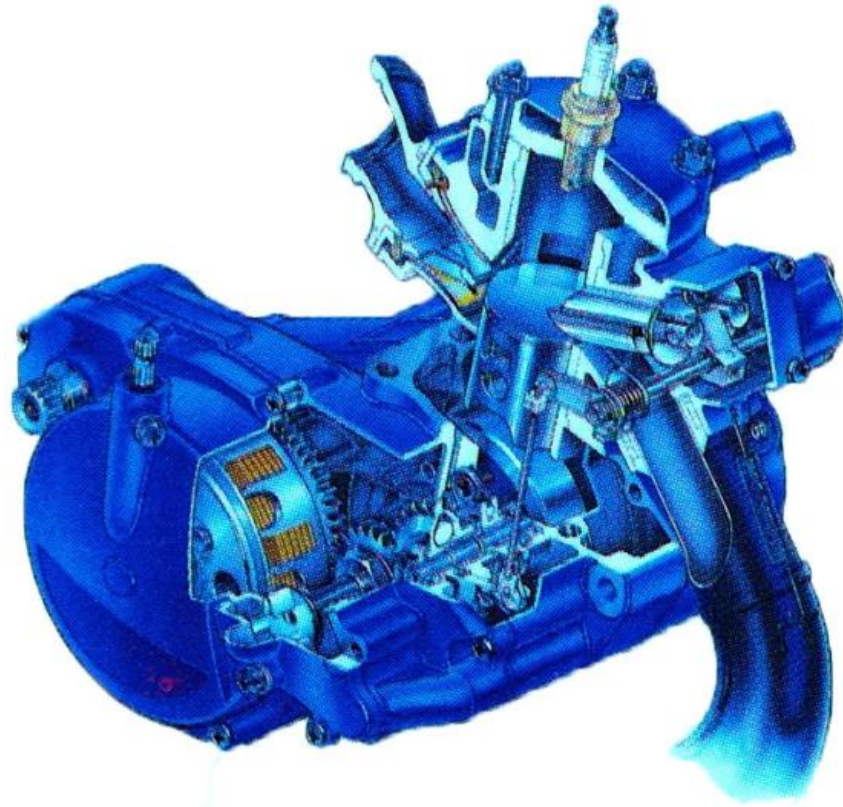
V roce 1984 zavedla Honda u modelu CR 250 a CR 125 systém ATAC, což je automatická regulace točivého momentu pomocí přepážky u výfukového kanálu, jeho pomocí se dociluje vyššího výkonu při nízkých otáčkách. Motoru se zvýšil výkon na 36 kW u CR 250 a na 23 kW u CR 125. Byl použit nový karburátor s průměrem difuzoru 36 mm. V roce 1986 byla pak do válce vložena Nikasilová vložka. [35]

Nový motocykl Suzuki RM 500 byl postaven na sezonu 1983, motor byl jednoválcový, vzduchem chlazený o průměru vrtání 88,5 a zdvihu 80 mm, což dávalo objem motoru  $492 \text{ cm}^3$ . [30]

Do roku 1986 byl motor Suzuki RM 250 bez velkých změn v konstrukci. Změna nastala právě v tomto roce, kdy se změnil poměr mezi vrtáním a zdvihem válce na 67 ku 70 mm a jednalo se tak už o dlouhozdvihový motor. Převodovka měla pět rychlostních stupňů. [39]

Na sezonu 1988 byl postaven nový motor pro Suzuki RM 250, viz Obrázek 7. Ten byl vybaven systémem AETC, tedy automatickým systémem otevírání a zavírání sání a výfuku řízeným otáčkami motoru, což motoru zvyšovalo výkon. Nový byl také karburátor Mikuni s průměrem difuzoru 38 mm a převodovka. [40]

Obrázek 7 Motor Suzuki RM 250 z roku 1988



Zdroj:[40]

Na sezonu roku 1990 Honda představila nový motor u typu CR 125 s jiným vrtáním a zdvihem válce v poměru 54 x 50 mm. Objem motoru vzrostl z původních 123 cm<sup>3</sup> na 124,8 cm<sup>3</sup>. [36]

Tento rok byla vyrobena také KTM 500 MX, jak již z názvu vyplývá, pro kategorii pětistovek. Motor byl jednoválcový, kapalinou chlazený o průměru vrtání 89 mm a zdvihu 80 mm. Maximální výkon 47,4 kW dával motor při 5900 otáčkách za minutu. [41]

Kawasaki KX 250 z roku 1990 patřil k velmi výkonným motocyklům své doby. Motor byl kapalinou chlazený jednoválec s vrtáním motoru 64,7 mm a zdvihem 70 mm. Maximální výkon 38,3 kW při 8000 otáčkách za minutu patřil k nejvyšším v kategorii. [42]

#### 4.6 Vývoj motorů mezi léty 1991 - 2000

Rok 1991 byl pro ČZ rok snahy vrátit se na vrchol motokrosu, který zažívala v šedesátých a sedmdesátých letech. Byl vyroben motocykl pro třídu stopětdvacítek s označením ČZ 125 typ 519. Jeho motor byl první kapalinou chlazený jednoválec o objemu 124,7 cm<sup>3</sup>. Vrtání válce bylo na hodnotě 55 mm a zdvih na 52,5 mm. Motor dával maximální výkon 24,6 kW. Převodovka byla šestistupňová. [10]

V roce 1992 se u Hondy CR 125 snížil počet rychlostí převodovky ze šesti na pět stupňů. Motor dával maximální výkon 25 kW. [43]

Pro rok 1995 měla Suzuki RM 250 motor o vrtání válce 67 a zdvihu 70,8 mm, karburátor byl značky Keihin o průměru difuzoru 38 mm. Motor dával maximální výkon 37,5 kW při 8000 otáčkách za minutu. Převodovka byla vybavena pěti rychlostními stupni. [44]

Kawasaki představila na rok 1998 motocykl KX 125 s jednoválcovým, kapalinou chlazeným motorem o průměru vrtání válce 56 mm a zdvihem 50,6 mm, skutečný objem motoru tak byl 124 cm<sup>3</sup>. Motor dával maximální výkon 28 kW při 11500 otáčkách za minutu. Karburátor Keihin měl průměr difuzoru 38 mm, zapalování digitální CDI a převodovka se šesti rychlostními stupni s mokrou lamelovou spojkou. [45]

KTM měla roku 1999 na motocyklu SX 250 kapalinou chlazený jednoválcový motor o objemu 249 cm<sup>3</sup>, při vrtání motoru 55,4 a zdvihu 72 mm. Převodovka byla pětistupňová a spojka mokrá, v olejové lázni s hydraulickým ovládním. Karburátor měl průměr difuzoru 36 mm. [46]

Pro třídu pětistovek byl připraven motocykl SX 380, taktéž jako u SX 250 s kapalinou chlazeným jednoválcovým motorem o výkonu 48 kW. Jeho objem byl 368 cm<sup>3</sup>, při vrtání motoru 78 mm a zdvihu 77 mm. Motor byl vybaven převodovkou o pěti rychlostních stupních. [47]

Do roku 2000 vstoupila Kawasaki s modelem KX 125 s mnoha změnami na motoru. Hlavní rozdíl byl především ve vrtání válce, které se zmenšilo na 54 mm a ve zdvihu, který se naopak zvýšil na 54,5 mm. Objem zůstal na hodnotě 124 cm<sup>3</sup>. Rozvod motoru byl membránou a maximální výkon motoru zůstal na hodnotě na 28 kW při 11500 otáčkách za minutu. Převodovka měla i nadále stejný počet šesti rychlostních stupňů. [48]

V tomtéž roce Kawasaki představila i svůj větší typ KX 250, taktéž s většími změnami na motoru. Zvýšilo se vrtání na hodnotu 66,4 mm i zdvih na 72 mm. Výkon motoru byl 39 kW při 8000 otáčkách za minutu. [49]

#### **4.7 Vývoj motorů od roku 2001 po současnost**

Pro rok 2001 Kawasaki připravila pro model KX 125 zcela nový válec, hlavu válce, píst a klikovou skříň. Těmito změnami se docílilo zlepšení reakce motoru na náhlou akceleraci při nízkých otáčkách. [50]

V roce 2003 postavila Honda nový motor pro motocykl Honda CR 250. Byl jednoválcový, vodou chlazený o vrtání motoru 66,4 mm a zdvihu 72 mm. Válec motoru měl Nikasilovou vložku a zaveden byl nový elektronický systém RC valve, který pracoval

podobně jako systém ATAC, jež byl u starších modelů. Ale tento byl již řízen malým počítačem, který sledoval otáčky motoru a nastavoval výfuk pomocí servomotorku. Karburátor byl značky Mikuni TMX o průměru difuzoru 38 mm a dále vybaven systémem TPS, což je senzor polohy škrticí klapky. Motor o výkonu 43 kW při 8000 otáčkách byl stejný až do roku 2007, kdy byla ukončena jeho výroba. [35]

Tentýž rok byl zaveden u modelu CR 125 stejně jako u větší CR 250 systém RC valve a karburátor Mikuni TMX. Od roku 2005 byl v karburátoru i systém TPS. Maximální výkon motoru dával 31 kW při 10500 otáčkách za minutu. V roce 2007 byla taktéž ukončena jeho výroba a další vývoj. [51]

Rakouská značka KTM přichystala motocykl SX 125 s jednoválcovým dvoudobým kapalinou chlazeným motorem o průměru vrtání 45 mm a zdvihu 40,8 mm o objemu 124,8 cm<sup>3</sup>. Motor byl vybaven pětistupňovou převodovkou. Rok 2004 přinesl změnu na motoru ve vrtání na průměr 54 mm a zdvihu na 54,5 mm, tyto hodnoty zůstaly zachovány až do současnosti. V roce 2007 dostal motor novou převodovku o šesti rychlostních stupních a nové digitální magnetické zapalování Kokusan CDI.[52] V tomto stavu, až na několik drobných úprav, je motocykl vyráběn do současné doby. KTM je jedna z mála značek, která se v současné době stále zabývá vývojem a výrobou dvoutaktních motocyklů, ač jsou na tento druh motoru kladeny vysoké ekologické nároky. [53]

Yamaha je se svým modelem YZ 125 společně s KTM jedním z mála výrobců motocyklů této třídy a také dvoutaktních motocyklů. YZ 125 má pro současný rok jednoválcový, kapalinou chlazený dvoudobý motor s průměrem vrtání válce 54 mm a zdvihem 54,5 mm, to dává skutečný objem 124 cm<sup>3</sup>. Systém Reed valve zlepšuje výkonovou křivku motoru, což má za následek i výbornou akceleraci. Karburátor je značky Mikuni TMX 38 s průměrem difuzoru 38 mm. Digitální zapalovací systém CDI sleduje otáčky motoru a přesně časuje jiskry, aby motor mohl dosáhnout co nejvyššího výkonu. Převodovka má šest rychlostních stupňů s lamelovou mokrou spojkou. [54]

Dvoudobá YZ 250 má hodnoty vrtání válce 66,4 mm a zdvih 72 mm, objem motoru je tak 249 cm<sup>3</sup>. Stejně jako YZ 125 je motor vybaven systémem Reed valve a digitálním zapalováním CDI. Karburátor Keihin PWK s průměrem difuzoru 38 mm s napájecím proudem a se snímačem polohy škrticí klapky (TPS) zajišťuje přesné směřování směsi benzínu a vzduchu a velice přesnou reakci při prudké akceleraci. Převodovka je pětistupňová s lamelovou mokrou spojkou. [54]

Rok 2010 byl poslední, kdy byl vyroben motocykl Kawasaki KX 125, v té době měl motor stále vrtání motoru na hodnotě 54 mm a zdvih 54,5 mm. Zvýšil se pouze výkon motoru z 28 kW na 29,9 kW při 12500 otáčkách za minutu. [55]

Ukončení výroby taktéž platilo i pro motocykl KX 250 stejné značky, který měl v posledním roce svého působení tyto hodnoty. Jednalo se o jednoválcový, vzduchem chlazený motor o průměru vrtání válce 66,4 mm a zdvihu 72 mm. Maximální výkon dosahoval hodnoty 42,8 kW při 9000 otáčkách za minutu. Převodovka měla 5 rychlostních stupňů, zapalování digitální CDI a karburátor průměr difuzoru 38 mm. [55]

Další značkou, která vyráběla dvoudobé motocykly, je Husqvarna. Ta připravila pro rok 2015 dvě modelové řady, slabší TC 125 a silnější TC 250. Stopětadvacítká má jednoválcový dvoudobý, kapalinou chlazený motor s vrtáním o průměru 54 mm a zdvihem 54,5 mm. Systém Power valve zajišťuje maximální otevření škrticí klapky, což napomáhá zlepšení maximálního výkonu a točivého momentu. Převodovka má šest rychlostních stupňů, lamelová spojka je mokrá a hydraulicky ovládaná. [56]



## 5 Doporučení a závěr

V práci je nastíněn vývoj dvoudobých motokrosových motorů po druhé světové válce, kdy postupně vznikala a vyvíjel se motocyklový sport zvaný motokros. Zpočátku se tento sport vyvíjel především ve Velké Británii a Belgii. Až postupem času získával na popularitě, jak z pohledů závodníků, kdy se do zápolení o vítězství v závodech začínali zapojovat i jezdci z jiných zemí, tak i z pohledu sledovanosti diváků tohoto velice zajímavého sportu. Od roku 1947 se už mohli jezdci z celé Evropy zúčastnit prvního mezinárodního závodu, nazvaného Motokros národů. Tomuto závodu se postupem času dostávalo velké popularity a tak bylo na rok 1952 organizací FIM vypsáno několik závodů Mistrovství Evropy. Především z důvodů neopadající oblíbenosti a popularity bylo Mistrovství Evropy přeměněno v roce 1957 na mistrovství světa, které trvá až do současnosti.

Na počátcích vývoje motokrosu převládaly závodům těžké čtyřdobé motocykly o objemu motoru do 500 cm<sup>3</sup>. Revoluce dvoudobých motorů přišla s kategorií motocyklů do objemu 250 cm<sup>3</sup>, který byly pro tuto kategorii daleko lehčí a svým chováním i ovladatelnější při samotné jízdě. Velkou zásluhu na této změně nese značka ČZ, která po dlouhou dobu tuto kategorii opanovala a postupem času se začala prosazovat s dvoudobými motory i v kategorii do 500cm<sup>3</sup>, ze které se postupně čtyřdobé motocykly začaly vytrácet. Spolu s motocykly ČZ byly na vrcholné úrovni motocykly Husqvarna a Jawa, taktéž s dvoudobými motory. Od sedmdesátých let dvacátého století iniciativu ve vývoji dvoudobých motorů začínaly postupně přebírat japonské motocykly Suzuki, Honda, Yamaha a Kawasaki. S určitým odstupem času se k silné japonské čtveřici přidala i rakouská značka KTM. Všechny tyto značky patří ve světovém motokrosu a vývoji motorů k absolutní špičce. Podstatnou a výraznou změnou, která se ve vývoji motorů stala, je ta, že v současné době jde především o vývoj čtyřdobých motorů.

Dvoudobé motocykly začaly ze světa motokrosu postupně ustupovat na přelomu tisíciletí, kdy došlo ke změně pravidel objemových tříd a ekologických nároků, které jasně vyplývají pro čtyřdobé motory. V současné době nenajdeme v žádné kategorii mistrovství světa žádný motocykl s dvoudobým motorem. Jako hlavní důvod jsou a budou vysoké nároky a náklady na splňování zmíněných ekologických předpisů. Dvoudobé motocykly využívají stroje pro začínající mladé jezdce v kategorii 50 cm<sup>3</sup>, kde je největším výrobcem KTM a následně v juniorských třídách 65 cm<sup>3</sup>, 85 cm<sup>3</sup> a 125 cm<sup>3</sup>, kde je také jedním z největších výrobců KTM. Dalším odvětvím motokrosu, kde se ještě hojně využívá dvoudobých motocyklů, je sidecar-cross. S největší pravděpodobností budou právě tyto kategorie motokrosového sportu

v budoucnu využívat dvoudobých motorů. Je dosti nereálné, že se dvoudobé motory vrátí do prestižních kategorií Mistrovství světa.

## Seznam literatury

### Literatura

- [1] HUSÁK, Pavel. Terénní motocykly. 1. vydání. Brno: CPress, 2012. 304 s.  
ISBN 978-80-264-0124-7
- [2] LAHNER, J. – STRAKA, M. Motocykly z Divišova. 1. vydání. Praha: Moto Public, 2011. 208 s. ISBN 978-80-904221-6-2
- [3] HUSÁK, Pavel. Velká kniha motokrosu. 1. vydání. Praha: Naše vojsko, 1980. 336 s.
- [4] HROMÁDKO, Jan et. al. Spalovací motory. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 296 s. ISBN 978-80-247-3475-0
- [5] HUSÁK, Pavel. Sportovní úpravy dvoudobých motocyklů. 1. vydání. Brno: CPress 2011. 160 s. ISBN 978-80-251-2575-5
- [6] VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů 1,2. 1. vydání. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2004. 679 s.  
ISBN 80-239-1601-7
- [7] HUSÁK, Pavel. Motocykly s dvoudobým motorem. 1. vydání. Praha: SNTL, 1978. 324 s. DT 621. 434. 13:629. 118. 6
- [8] GOMOLA, Miroslav. Motocykly Jawa. 4. vydání. Brno: AGM CZ, s.r.o., 2005. 340 s.  
ISBN 80-85991-35-7
- [9] GOMOLA, Miroslav. Motocykly ČZ aneb Strakonická historie. 1. vydání. Brno: AGM-Gomola, 2003. 344 s. ISBN 80-85991-13-6
- [10] KONTÍK, Oldřich. Motocykly ČZ 1969-1993.
- [11] VYKOUKAL, Rudolf. Dvoudobé motory vozidlové. 1. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1957. 344 s. DT 621.432.4
- [12] Jak na to? Enduro a motokros. 1. vydání. České Budějovice: KOPP, 2008. 189 s.  
ISBN 978-80-7232-362-3
- [13] RAUSCHER, Jaroslav. Spalovací motory, Studijní opory. Brno: VUT FSI Brno, 2004. 235 s.
- [14] HEYWOOD, John B. Internal Combustion engine fundamentals. New York: McGraw-Hill, 1988. 930 s. ISBN 0-07-028637-X
- [15] BLAIR, Gordon B. Design and simulation of two-stroke engines. Warrendale: Society of automotive engineers, 1996. 623 s. ISBN 1-56091-685-0

- [16] WALKER, Mick. Mick Walker's German Racing Motorcycles. Gateshead: Redline books, 2000. 260 s. ISBN 0-9531311-2-2
- [17] FEDERACE MOTOCYKLOVÉHO SPORTU AČR. Ročenka 2014. Praha, 2014

#### Internet

- [18] FIM [online]. 2012, [cit. 2014-10-31]. Dostupné z: <http://www.fim-live.com/en/sport/vintage/vintage-news-detail/article/1275383389-history-of-individual-motocross-world-championships/>
- [19] CzechMX [online]. 2014, [cit. 2014-12-30]. Dostupné z: <http://czechmx.cz/o-motokrosu.html>
- [20] Supermoto.cz [online]. 2014, [cit. 2014-12-30]. Dostupné z: <http://supermoto.cz/o-supermotu.html>
- [21] Motosport.com [online]. 2015, [cit. 2015-01-16] Dostupné z: <http://www.motosport.com/blog/the-difference-between-motocross-supercross-enduro-and-trials>
- [22] Freestyle motocross.com [online]. 2015, [cit. 2015-01-16] Dostupné z: <http://www.freestyle-motocross.net/>
- [23] AUTOKLUB ČESKÉ REPUBLIKY [online]. 2015, [cit. 2015-01-16] Dostupné z: <http://www.autoklub.cz/dokument/448-vzorova-zu-pro-mmcr-v-motoskijoringu.html>
- [24] Journal of Bosch history. Supplement 2 [online]. [cit. 2015-03-5] Dostupné z: [http://www.bosch.com/content2/publication\\_forms/en/downloads/Sonderheft\\_2\\_auto motive\\_en.pdf](http://www.bosch.com/content2/publication_forms/en/downloads/Sonderheft_2_auto motive_en.pdf)
- [25] Parts depot [online]. [cit. 2015-03-5] Dostupné z: <http://www.partsdepot.cz/originalnidily/motorky/KTM/2013/250+SX+MOTOR/410797/>
- [26] Mxworksbike [online]. Publikováno 24. 1. 2014 [cit. 2015-02-17] Dostupné z: <http://www.mxworksbike.com/index.php/1972-suzuki-rh72>
- [27] Mxworksbike [online]. Publikováno 28. 1. 2014 [cit. 2015-02-17] Dostupné z: <http://www.mxworksbike.com/index.php/1971-yz250>
- [28] Mxworksbike [online]. Publikováno 26. 4. 2014 [cit. 2015-02-17] Dostupné z: <http://www.mxworksbike.com/index.php/history/events/108-honda-335c>
- [29] Jonesmxcollection [online]. [cit. 2015-02-17] Dostupné z: <http://www.jonesmxcollection.com/UserContent/MotoLibraryPdfs/1975-YZ-RM-125-Shootout-Cycle-III-Sept-1975.pdf>

- [30] Suzukicycles [online]. [cit 2015-02-19] Dostupné z: [http://www.suzukicycles.org/RM-RMX-series/index.html?RM125\\_1975-1980.shtml~isoraami](http://www.suzukicycles.org/RM-RMX-series/index.html?RM125_1975-1980.shtml~isoraami)
- [31] Cycle guide [online]. [cit. 2015-02-22] Dostupné z: <http://www.jonesmxcollection.com/UserContent/MotoLibraryPdfs/1976-cr-yz-rm-shootout-cycle-guide-jul1976.pdf>
- [32] Bikes.cz [online]. [cit. 2015-02-22] Dostupné z: <http://www.bikes.cz/1978/suzuki-rm-400-c>
- [33] WATSON, Tim. Motorcycle history [online]. Publikováno 2. 11. 2013 [cit. 2015-02-22] Dostupné z: <https://rideapart.com/articles/motorcycle-history-yamaha-yz125-first-water-cooled-mx-bike>
- [34] Bikes.cz [online]. [cit. 2015-02-22] Dostupné z: <http://www.bikes.cz/1981/suzuki-rm-465>
- [35] Honda Motorcycle Elsinore CR250R [online]. [cit. 2015-02-26] Dostupné z: <http://www.motorera.com/honda/h0250/cr250r.htm#y-2007>
- [36] Honda Motorcycle CR125R [online]. [cit. 2015-02-26] Dostupné z: <http://www.motorera.com/honda/h0125/cr125r.htm>
- [37] Suzuki rm250 specs [online]. [cit. 2015-02-27] Dostupné z: <http://fullfloater.com/vintage-motocross-articles/suzuki-rm-model-specifications/1982-suzuki-rm250/>
- [38] Georgia off road.com [online]. [cit. 2015-02-27] Dostupné z: <http://georgiaoffroad.com/dirtbike.php?modelid=913>
- [39] 1986 Suzuki RM 80/125/250 brochure [online]. [cit. 2015-02-27] Dostupné z: <http://fullfloater.com/vintage-motocross-articles/suzuki-rm-model-specifications/1986-suzuki-rm125-rm250-brochure/>
- [40] Classic steel 1988 Suzuki RM 250 [online]. [cit. 2015-02-27] Dostupné z: <http://www.pulpmx.com/stories/look-back-old-moto-mags/gps-classic-steel/classic-steel-79-1988-suzuki-rm-250>
- [41] KTM 500 MX 1990 [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z: [http://www.bikez.com/motorcycles/ktm\\_500\\_mx\\_1990.php](http://www.bikez.com/motorcycles/ktm_500_mx_1990.php)
- [42] Kawasaki KX 250 [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z: <http://www.bikes.cz/1990/kawasaki-kx-250>
- [43] Honda CR 125 1992 [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z: [http://www.bikez.com/motorcycles/honda\\_cr\\_125\\_1992.php](http://www.bikez.com/motorcycles/honda_cr_125_1992.php)

- [44] 1995 Suzuki RM – RMX brochure [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z:  
<http://fullfloater.com/vintage-motocross-articles/suzuki-rm-model-specifications/1995-suzuki-rm-rmx-brochure/>
- [45] Kawasaki KX 125 1998 [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z:  
<http://www.mbike.com/kawasaki/kx125/1998>
- [46] KTM 250 SX [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z: <http://www.bikes.cz/1999/ktm-250-sx>
- [47] KTM 380 SX [online]. [cit. 2015-03-04] Dostupné z: <http://www.bikes.cz/1999/ktm-380-sx>
- [48] Kawasaki KX 125 [online]. [cit. 2015-03-04] Dostupné z:  
<http://www.bikes.cz/2000/kawasaki-kx-125>
- [49] Kawasaki KX 250 [online]. [cit. 2015-03-04] Dostupné z:  
<http://www.bikes.cz/2000/kawasaki-kx-250>
- [50] Kawasaki KX 125 1991 [online]. [cit. 2015-03-04] Dostupné z:  
<http://www.mbike.com/kawasaki/kx125/2001>
- [51] Honda CR 125R [online]. [cit. 2015-03-04] Dostupné z: <http://honda.katalog-motocyklu.cz/motocykl/honda-c-r125-r>
- [52] KTM 125 SX [online]. [cit. 2015-03-01] Dostupné z:  
[http://www.bikez.com/motorcycles/ktm\\_125\\_sx\\_2003.php](http://www.bikez.com/motorcycles/ktm_125_sx_2003.php)
- [53] Vintage KTM motorcycles [online]. [cit 2015-03-05] Dostupné z:  
<http://www.vintagemx.net/ktm-motorcycles/>
- [54] Yamaha motorsports [online]. [cit. 2015-03-05] Dostupné z:  
<http://www.yamahamotorsports.com/sport/models/yz125>
- [55] Kawasaki KX 125, 250 [online]. [cit. 2015-03-08] Dostupné z:  
<http://www.mbike.com/kawasaki/kx125/2010>
- [56] Husqvarna motorcycles [online]. [cit. 2015-03-08] Dostupné z: <http://www.husqvarna-motorcycles.com/motocross/tc-125.html>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma pracovního cyklu .....	9
Obrázek 2 Píst dvoudobého motoru.....	11
Obrázek 3 Pístní kroužek se zámkem .....	12
Obrázek 4 Ojnice dvoudobého motoru .....	15
Obrázek 5 Skříň motocyklu Jawa 250 z jednoho odlitku .....	26
Obrázek 6 Řez motorem ČZ 250 z roku 1964.....	27
Obrázek 7 Motor Suzuki RM 250 z roku 1988 .....	37

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Bodování jezdců 1952 .....	3
Tabulka 2 Bodování jezdců 1973 .....	4
Tabulka 3 Bodování jezdců v současnosti .....	4
Tabulka 4 Porovnání motocyklů.....	34