



# STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

## **Generální oprava dvoudobého motoru a využívání fyzikálních principů při opravě**

**AUTOR: David Prchal**  
**KRAJ: Jihomoravský**

**Kanice 2016**



# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Generální oprava dvoudobého motoru a  
využívání fyzikálních principů při opravě**

**General repair of two stroke engine and use  
of physical principles for repair**

**AUTOR**

**ŠKOLA**

**KRAJ**

**KONZULTANT**

**David Prchal**

**Gymnázium Brno, Křenová, p.o.**

**Jihomoravský**

**Mgr. Zdeněk Kadeřábek, Ph.D.**

## **Prohlášení**

V práci se nenachází žádná textová citace (vyjma části prohlášení, které je převzaté ze šablony pro SOČ) – celý text byl tvořen pouze autorem a doplňován vlastními obrázky, obrázky z Dílenské příručky, popřípadě obrázky z internetu, viz. zdroje. Autor zkušenosti a teoretické znalosti získal za několik let z desítek zdrojů, největším přínosem však byla kniha Pavla Husáka „*Upravujeme motocykl pro závod*“, proto je právě ta uvedena ve zdrojích.

Prohlašuji, že svou práci na téma Generální oprava dvoudobého motoru malého motocyklu a využívání fyzikálních principů při opravě jsem vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Zdeňka Kadeřábka, Ph.D. s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že tištěná i elektronická verze práce SOČ jsou shodné a nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

**V Kanicích dne 7. 2. 2016**

**Podpis:**

## **Poděkování**

Děkuji svému konzultantovi Mgr. Zdeňku Kadeřábkovi, Ph.D. za jeho trpělivost, pomoc a připomínky, které byly velmi užitečné.

## **Anotace**

Tématem této práce je generální oprava dvoudobého motoru z malého motocyklu Simson, poukázání na nevyhnutelnost užití fyzikálních principů při takové práci a zároveň různé úpravy motoru pro zvýšení výkonu a užité hodnoty motocyklu.

## **Klíčová slova**

motocykl; Simson; generální oprava; motor; vylepšení; správný postup

## **Annotation**

The topic of this work is general repair of two stroke engine from small motorcycle Simson, pointing to the inevitability of the use of physical principles and various performance and utility value improvements.

## **Keywords**

motorcycle; Simson; general repair; engine; two stroke; improvement; correct procedure

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| Úvod.....                                      | 1  |
| Teoretická část – Dvoudobý motor.....          | 2  |
| Výkon motoru, mazání, chlazení, životnost..... | 3  |
| Průběh pracovního cyklu motoru.....            | 5  |
| Praktická část – oprava motoru.....            | 8  |
| Co vedlo k rozhodnutí o opravě motoru?.....    | 8  |
| Odstrojení motoru.....                         | 10 |
| Rozlisování motoru.....                        | 12 |
| Úpravy karterů.....                            | 14 |
| Úpravy válce.....                              | 16 |
| Složení motoru.....                            | 19 |
| Závěr.....                                     | 22 |
| Literatura.....                                | 23 |
| Seznam obrázků.....                            | 23 |

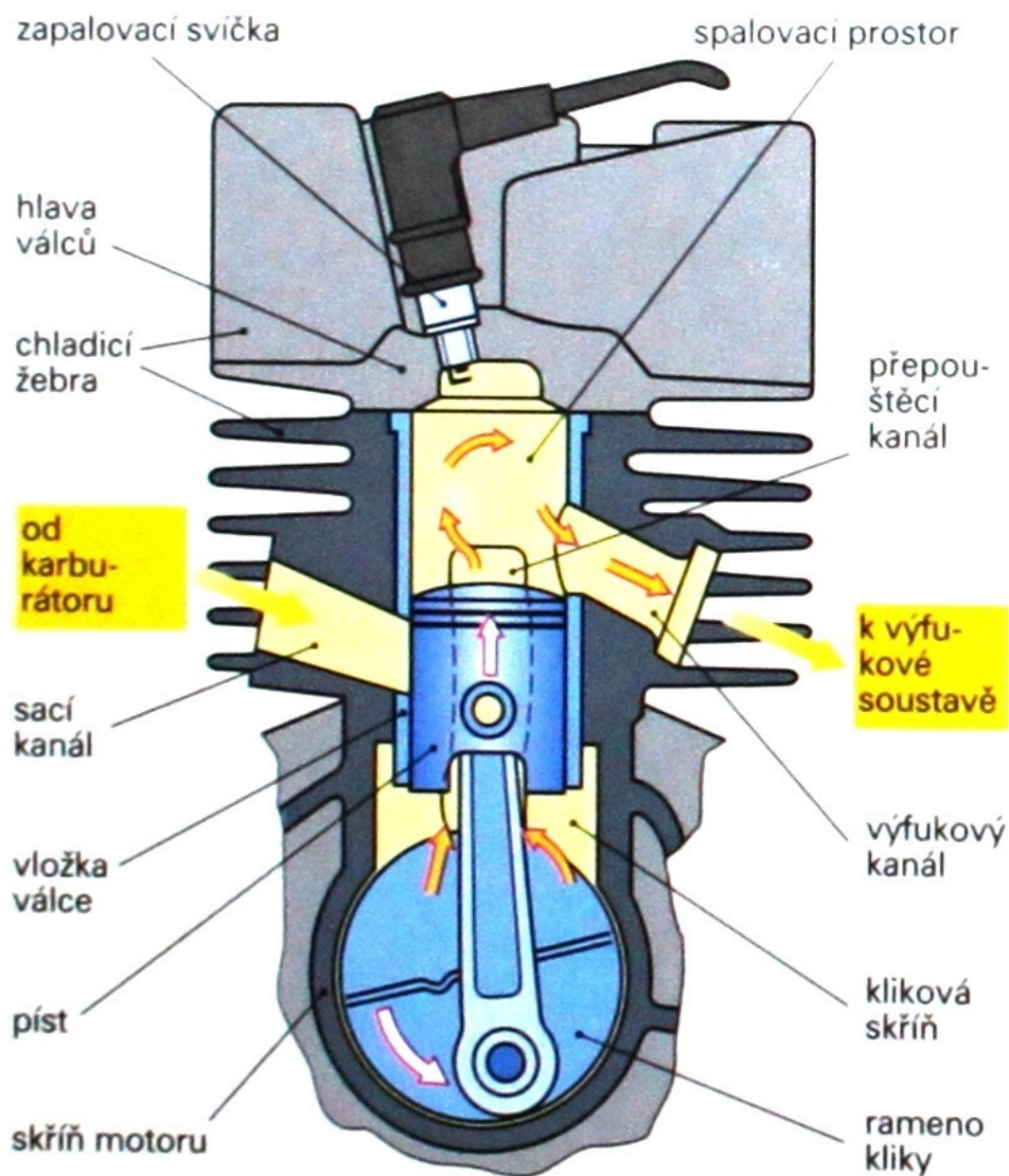
# Úvod

Za téměř 140 let existence dvoudobého motoru našel tento agregát využití ve spoustě různých dopravních prostředků a prošel dlouhým vývojem a zdokonalováním. Jedna věc však zůstala za dlouhé roky stejná – toť, že má oproti čtyřdobým motorům mnohonásobně jednodušší konstrukci. To je také důvod, proč se spousta lidí odváží provést generální opravu takového motoru doma. Bohužel, často se jedná o neodborně provedenou opravu, která vede pouze ke zprovoznění, nikoliv však ke správné funkci motoru. Ke správně provedené opravě je potřeba dostatečná znalost teorie, pečlivost a především využití několika fyzikálních principů, které jsou pro správné provedení opravy naprosto klíčové a je naprosto nevhodné je nevyužít.

Cílem práce je vytvoření návodu pro veřejnost, který má ukázat důvody, které vedly k rozhodnutí provést opravu doma, úpravu kanálů válce pro správné vyplachování, detailněji seznámit s principem funkce dvoudobého motoru a ukázat správné rozložení a složení motoru s využitím několika fyzikálních principů tak, aby nedošlo k poškození motoru a aby byla jeho funkce bezchybná.

## Teoretická část – Dvoudobý motor

Pro pochopení textu je třeba znát názvy některých součástí v motoru, ty názorně ukazuje následující obrázek, dále také základy principů funkce spalovacího motoru – tedy, že motor běží na směs paliva (benzínu) a vzduchu připravovanou karburátorem, která je sacím kanálem nasána do klikové skříně, následně přepouštěcím kanálem přepuštěna nad píst, zde je svíčkou zapálena a při pohybu pístu dolů (expanze) je novou směsí vytlačena skrz výfukový kanál. Směs ve spalovacím prostoru zapaluje elektrická jiskra ze svíčky. Na tomto obrázku lze pod pojmem „chladicí žebra“ chápat celý válec, uvnitř něj je vsazena litinová (popř. ocelová) vložka, ve které se hýbe píst. Rameno kliky (klikový hřídel) je spojen s pístem pomocí ojnice a skříň motoru se skládá ze dvou půlek nazývaných kartery.



Obr. 1: Řez válcem dvoudobého motoru.

Jak již bylo zmíněno v úvodu, dvoudobý motor je na světě téměř 140 let a za dobu své existence došlo k obrovskému vývoji, nutno však podotknout, že základní princip motoru je od začátku stejný. V této práci se zabýváme motorem, který má rozvod směsi prováděný pístem. Další častý typ rozvodu je přes píst a sací membránu, zbytek rozvodů (např. rotačním šoupátkem) byl spíše experimentální a v běžném provozu se příliš neosvědčil.

Dvoudobý motor, obzvláště pak s nejjednodušším rozvodem pomocí pístu, má oproti čtyřdobému velké množství výhod. Jednodušší konstrukce zajišťuje, že je motor méně náročný na výrobu, čehož využívaly především socialistické motoristické závody – Jawa, ČZ, východoněmecký koncern IFA (Trabant, MZ a zde probíraný Simson) v době, kdy tehdejší režim volal po rychlé, levné a účelné motorizaci obyvatel. Jednoduchost výroby však není jedinná výhoda, kterou snažší konstrukce nabízí. Motor je lehčí, menší a má méně pohyblivých částí, hlava válce neobsahuje žádná ložiska, ventily ani vačkové hřídele – vše je řízeno pouze pohybem pístu a je zde tak mnohem méně součástí, které by se mohly porouchat, případná oprava motoru je tedy mnohem levnější a odpadá i častá a složitá údržba – výměny oleje, seřizování ventilů, výměny rozvodového řetězu, nic takového uživatel dvoudobého motoru nezná. To však bohužel neznamená, že dvoudobý motor má větší životnost, je tomu spíše naopak.

## **Výkon motoru, mazání, chlazení, životnost**

První věc pro to, abychom se mohli bavit o životnosti, je znát rozdíl v mazání a chlazení motorů. Dvoudobé motory jsou bezpodmínečně vždy mazány přímo olejem v palivové směsi. To znamená, že olej je nalit přímo k benzínu do nádrže, anebo je speciálním čerpadlem (tzv. oilmasterem) dávkován do karburátoru a rozstříkovan do palivové směsi – toto řešení pomocí oilmasteru však není úplně dokonalé a vzhledem k častému selhávání většina znalých uživatelů přidává olej přímo do nádrže k benzínu. Díky tomu odpadá povinnost měnit motorový olej, vždy se u dvoudobého motoru mění pouze olej v převodovce, který je od spalovacího prostoru úplně oddělen a nemá pro mazání motoru žádný význam, je zde pouze kvůli převodovce a spojce. Dalším faktorem je chlazení. Zde je nutné říct, že zhruba 50% chlazení zařizuje přímo palivová směs – studená směs při vstupu do válce ochlazuje důležitá místa a píst. Zbytek chlazení lze podobně jako u čtyřdobých motorů rozdělit na dva typy – chlazení vzduchem a chlazení kapalinou (tzv. vodník). Vzduchem chlazený motor bývá chlazen hůře, válec motoru musí mít velkou chladicí plochu, tzv. žebrování, které zajišťuje odvod tepla. Problém může nastat za vysokých teplot, při stání v koloně a v podobných situacích. Vzduchem chlazený motor mívá většinou menší životnost, přesnost výroby je menší – je zavedena potřebná tolerance, protože větší teploty znamenají větší tepelnou roztažnost, díky tomu má motor o něco menší výkon a vyšší emise. Oproti tomu, vodní chlazení drží konstantní provozní teplotu, zvládá motor dobře chladit i při stání na slunci a umožňuje tak přesnější výrobu – tedy větší výkon, menší emise a větší životnost.

Jak to tedy je s tou životností? Životnost u dvoudobého motoru závisí na mnoha a mnoha faktorech. Můžete najít 30 let starou a především vzduchem chlazenou MZ 251 ETZ, která má najeto 80 000 km na původním válci pouze se základní údržbou, a zároveň lze najít vodou chlazenou Kawasaki KX250, která je po pár set kilometrech zralá na kompletní generální opravu motoru. Nabízí se otázka, proč? Co je zodpovědné za tak obrovský rozdíl mezi výdrží dvou motorů a jak je možné, že motor s vodním chlazením má menší životnost než motor vzduchem chlazený?



Odpověď nabídnou tato čísla:

**MZ 251 ETZ**

Objem válce: 243 ccm

15,3 kW (21 k) při 5500 otáčkách za minutu

27,4 Nm při 5200 otáčkách za minutu

**Kawasaki KX250**

Objem válce: 249 ccm

43 kW (58,5 k) při 9000 otáčkách za minutu

50,5 Nm při 8000 otáčkách za minutu

*Motorkáři.cz [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z:*

<http://www.motorkari.cz/motokatalog/kawasaki/kawasaki-kx-250.html>

<http://www.motorkari.cz/motokatalog/mz/mz-etz-251.html>

Z těchto údajů zjistíme, že motor v KX250 o téměř stejném objemu má trojnásobný výkon a téměř dvojnásobný točivý moment. A v tom spočívá onen rozdíl a zároveň výhoda dvoudobého motoru. Lze navrhnout motor, který bude svým výkonem i chováním připomínat spíše motor čtyřdobý – bude mít rozumnou spotřebu, lineární průběh výkonu, dobrou životnost a uživatele ničím příliš nepřekvapí, pořád však bude platit to, že má oproti čtyřdobému motoru menší účinnost. A oproti tomu, je možné navrhnout i přesně opačný motor, který bude mít onu typickou, naprosto nenapodobitelnou dvoudobou charakteristiku. V praxi to znamená, že motor bude mít malou životnost, ale na zvolenou kubaturu extrémní výkon, větší spotřebu a úzkou výkonovou špičku. Projev takového motoru je tedy omezen do určitých otáček, ve kterých je ale opravdu velký. Kupříkladu v nízkých otáčkách motor bude mít jen velmi málo výkonu, pak bude výkon mírně narůstat a najednou se motor dostane do optimálních otáček, výkon extrémně stoupne a motocykl se v tu chvíli začíná chovat nepředvídatelně (hnané kolo hrabe, motocykl se staví na zadní kolo). Takový motor se obvykle označuje jako „ostrý dvoutakt.“ Zkrátka výkon dvoudobého motoru může být vyhnán až na hranice materiálůvých možností, ale pak tomu odpovídá i životnost a spotřeba – proto mají takovéto motory využití především pro závody a soutěže, pro běžné stroje je typičtější úspornější a šetrnější konstrukce, výjimku tvoří většina Italských motocyklů, které měly často motor typický spíše pro závodní stroje a vysloužily si tak pověst nespolehlivých a poruchových motocyklů, ačkoli se často jednalo o motocykly stavěné z nejlepších možných součástek. Pověst „Italek“ však byla nenapravitelně poškozena a dnes jsou na trhu ojeté stroje velmi levné. To jsou důvody, proč i přes svou pochybnou spolehlivost mají dnes tyto motocykly velkou oblibu u mladých zákazníků.

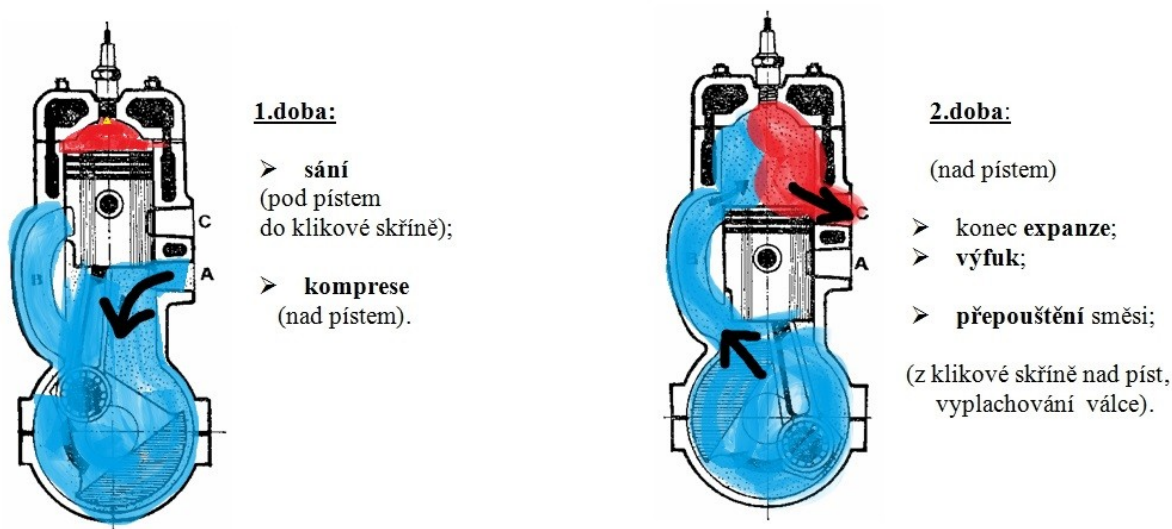


*Obr. 2: Cagiva Mito 125 Evo – Stará Italská Cagiva nabízí sedmirychlostní převodovku, 22 kW a maximální rychlost 170 km/h při bazarové ceně okolo 30 000 Kč, navíc lze často řídit od 16 let a je tak vyhledávaným strojem mladých řidičů i přes pověstnou nespolehlivost.*

## Průběh pracovního cyklu motoru

U dvoudobého motoru se fáze cyklů prolínají a nelze tak popsat jednotlivé fáze jako u motoru čtyřdobého. Celý cyklus začíná fází, kdy motor nasává čerstvou směs. Píst se pohybuje z dolní úvratí směrem vzhůru a stlačuje směs nasátou předchozím cyklem. V klikové skříni vzniká podtlak, protože sací kanál je „zavřený“, prochází přes něj píst a neumožňuje tak proudění paliva. Ve chvíli, kdy píst přejede nad sací kanál, kanál se otevře a podtlakem dochází k nasání čerstvé směsi do klikové skříně. Přepouštěcí i výfukový kanál jsou uzavřeny pístem. Dojde ke stlačení směsi z předchozího cyklu, jiskra na svíčce zapálí v přesnou dobu těsně před horní úvratí směs a dojde k expanzi – píst překoná horní úvrat' a začíná se pohybovat směrem dolů a koná tak práci. Otevírá se výfukový a přepouštěcí kanál. Pohyb pístu dolů ke klikové skříni vytlačuje čerstvou směs, která je v klikové skříni, přes přepouštěcí kanál znovu nad píst. Tato čerstvá směs vytlačuje starou, spálenou směs pryč ze spalovacího prostoru. Píst se znova pohybuje nahoru, uzavírá výfukový i přepouštěcí kanál, sací kanál se znova otevírá a dochází opět k nasání čerstvé směsi do klikové skříně motoru.

Vzhledem k tomu, že čerstvá směs ze spalovacího prostoru vytlačuje směs spálenou, i část čerstvé směsi pochopitelně unikne do výfuku (proto splodiny běžícího dvoudobého motoru charakteristicky zapáchají po nespáleném benzínu), což vede ke zvyšování spotřeby. Z tohoto důvodu se navrhuje speciální kuželový výfuk, kde dojde k tzv. vratnému vyplachování – čerstvá směs se odráží v kuželu a část z ní se vrací zpět do válce výfukem ještě před uzavřením výfukového kanálu. Celkově je výfuk u dvoudobého motoru naprosto klíčová součást, která určuje až 80% výkonu motoru! Konstrukce výfuku vychází ze spousty věcí, z určených otáček, rozsahu, z velikosti a časování kanálů, z objemu motoru a podobně.



Obr. 3: Ilustrace pracovního cyklu. Modrá = čerstvá směs, červená = hořící (poté spálená) směs.

Na výkon a celkové chování motoru má kromě počtu kanálů a výfuku vliv také tzv. časování. Jednoduše řečeno se jedná o umístění kanálů v závislosti na úhlu otočení klikového hřídele. V tuto chvíli se trochu podrobněji podíváme na motocykl Simson. Dvě nejvýznamnější varianty se lišily objemem motoru a právě časováním. Největší vliv na výkon zde má změna objemu, můžeme si však velmi dobře všimnout, jak drobné změny v časování válce ovlivnily otáčky, při kterých motocykl dosahuje maximálního výkonu a točivého momentu.

#### Simson S51 (motor typ M541):

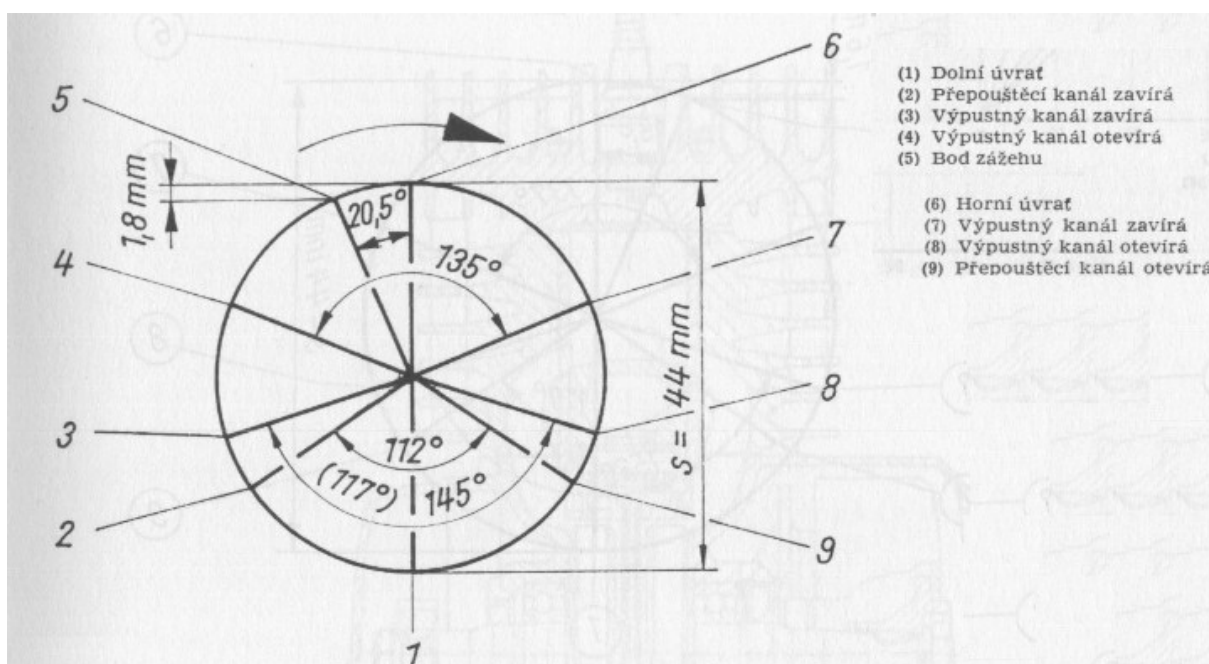
Počet válců: 1

Objem: 49,8 ccm

Výkon: 2,72 kW (3,7 k) při 5500 otáčkách za minutu

Točivý moment: 5,0 Nm při 4800 otáčkách za minutu

Maximální rychlost: 60 km/h



Obr. 4: Rozvodový diagram motoru M541.

**Simson S70 (motor typ M741):**

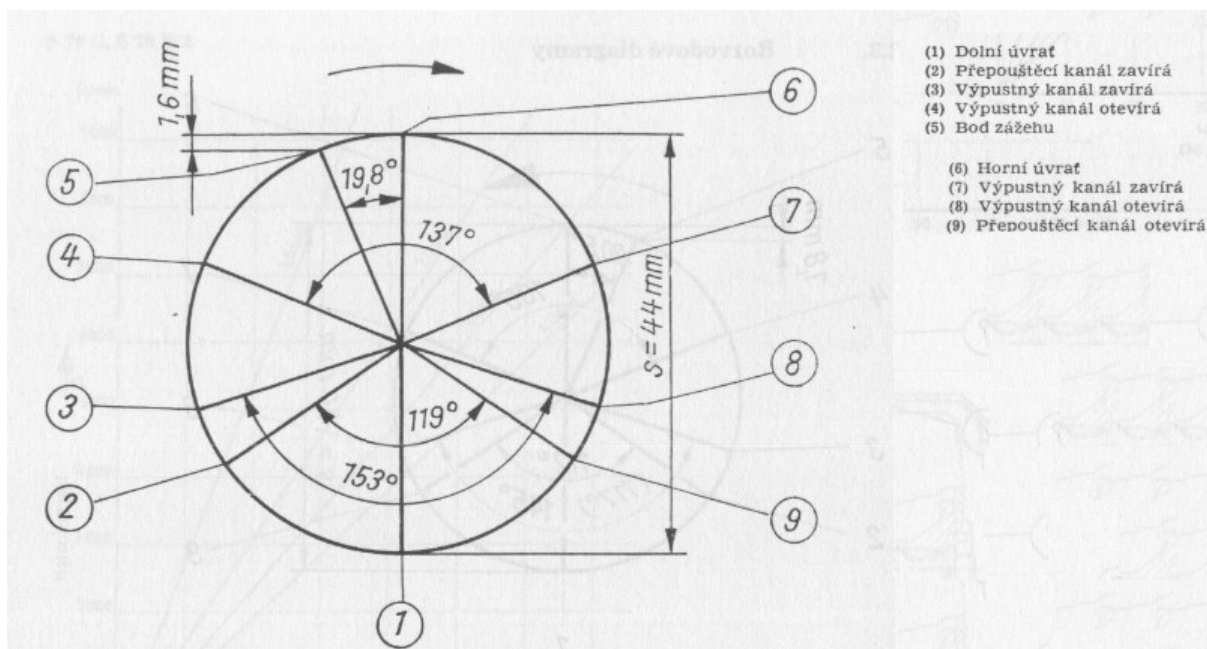
Počet válců: 1

Objem: 70 ccm

Výkon: 4,1 kW (5,6 k) při 6000 otáčkách za minutu

Točivý moment: 6,7 Nm při 6500 otáčkách za minutu

Maximální rychlost: 75 km/h



Obr. 5: Rozvodový diagram motoru M741.

## Praktická část – oprava motoru

### Co vedlo k rozhodnutí o opravě motoru?

Nyní, když jsme seznámeni s funkcí dvoudobého motoru se nabízí otázka, proč takovou opravu motoru vůbec provádět. V drtivé většině ostatních případů se jedná o celkové opotřebení motoru v důsledku nevhodné údržby majitele – například použití špatného oleje vede k rychlejšímu vydírání válce a nedostačujícímu mazání ložisek klikového hřídele, což vede k jejich rychlejšímu poškození. To však nebyl tento případ. Motor, kterému se věnujeme, prošel již dříve generální opravou provedenou v servise před 5600 najetými kilometry. Byl tedy čerstvě zajetý a ve skvělé kondici. Co tedy vedlo k nutnosti další opravy? U motoru bylo po 5000 km preventivně vyměněno jehlové ložisko pístního čepu za značkové KOYO Japonské výroby. Toto nové ložisko bylo pravděpodobně z důvodu dlouhodobějšího vystavení vyšším teplotám poškozeno. Ani válec tohoto motoru totiž nebyl zcela seriový, jednalo se o válec o objemu 60 ccm v tříkanálovém provedení s membránou v sání, navíc byla palivová směs trochu chudší a hořela tak vyšší teplotou. Roli zde mohla hrát i výrobní vada ložiska, což nevyloučil ani dodavatel ložiska – jednalo se o ložisko nejvyšší jakosti které mělo takové zatížení vydržet. Došlo tedy k defektu ložiska za jízdy, což se projevilo okamžitým zablokováním motoru i zadního kola. Bylo třeba motocykl odvézt a začít zjišťovat rozsah závad. Po sundání hlavy válce byly nalezeny první stopy po poškození. Některá z jehliček ložiska se pravděpodobně dostala přes přepouštěcí kanál do spalovacího prostoru, kde způsobila poškození dna pístu i spalovací prostor hlavy válce.



Obr. 6: Poškozená hlava válce se svíčkou. Barva izolátoru svíčky dokazuje chudší palivovou směs.



Obr. 7: Válec se zaseknutým pístem, který má z vrchu posekané dno.

Brzy se objevil první problém. Píst byl ve válci zaseknutý tak, že válec nešel z motoru sejmout. Zde pomohlo až využití páky, kdy se uchytila matice na klikovém hřídeli ráčnou s vhodným ořechem, a tlačení na ráčnu docházelo k otáčení klikového hřídele a vytahování pístu z válce. Po prohlédnutí válce a klikové skříně bylo jisté, že je třeba motor rozebrat celý. Jehličky z ložiska se vysypaly do motoru a klec ložiska se doslova rozdrtila na kovový prach, který byl po celé klikové skříně i ve spodním ložisku klikového hřídele. Několik jehliček se ve válci vzpříčilo proti kanálům a tyto jehličky právě zajistily totální destrukci pístu i válce, dokonce byl vylomen kus litinové vložky válce.



*Obr. 8: Poškození válce. Uprostřed přepouštěcí kanál a dlouhá rýha až ke spodnímu okraji válce, napravo sací kanál s třetím přepouštěcím kanálem – mezi nimi byla původně vložka, kterou jehlička z ložiska vylomila.*



*Obr. 9: Poškození pístu – rozdrčená strana pístu a pístních kroužků.*

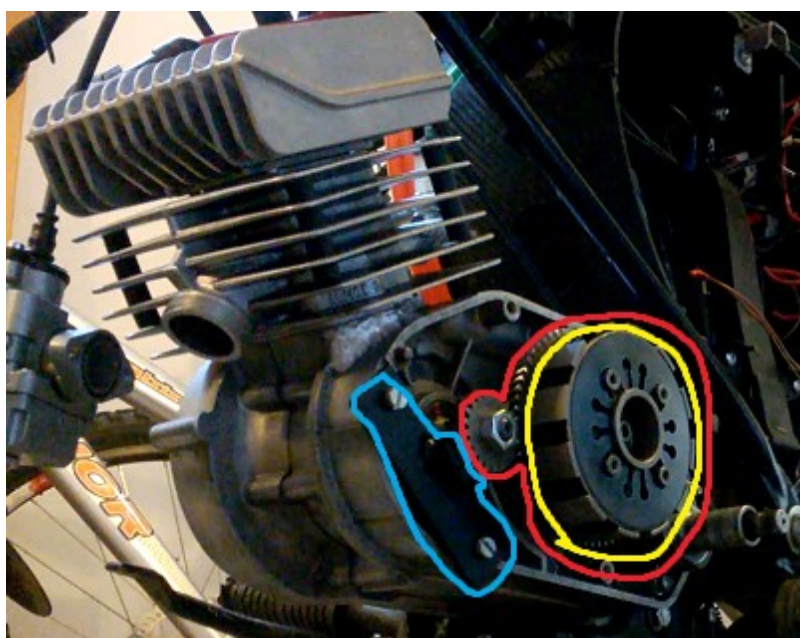


*Obr. 10: Poškození pístu – prasklina v oku pístního čepu.*

## Odstrojení motoru

Prvním krokem po sejmutí horní části motoru bylo rozebrat „spodek“ motoru. Spodní část motoru se skládá ze dvou půlek (karterů), mezi kterými je uložena převodovka a klikový hřídel, samozřejmě přes ložiska a gufera. Z pravé strany (ve směru jízdy motocyklu) je pod hliníkovým víkem umístěno řetězové kolečko s náhonem tachometru na výstupní hřídeli a na klikové hřídeli alternátor – stator s cívkami je přišroubován ke karteru a rotor (tzv. magneto) je nasazena na kuželu klikové hřídele. Z levé strany je pod hliníkovým víkem umístěn primární převod a spojka, náhon otáčkoměru, mechanismus řazení a mechanismus startování.

Začíná se vypuštěním převodového oleje a sejmutím levého víka. Zde je třeba nejprve sundat primární převod se spojkou. Využije se speciálního přípravku, který se přišroubuje ke karteru, zajistí se tak ozubené soukolí proti pootočení a může se povolit malé ozubené kolo, velké ozubené kolo i spojka. Následuje odmontování startovacího mechanismu i mechanismu řazení. Vzhledem k množství drobných dílů především u startovacího a řadícího mechanismu je třeba si všechny díly pečlivě uložit a popsat podle toho, kam patří.



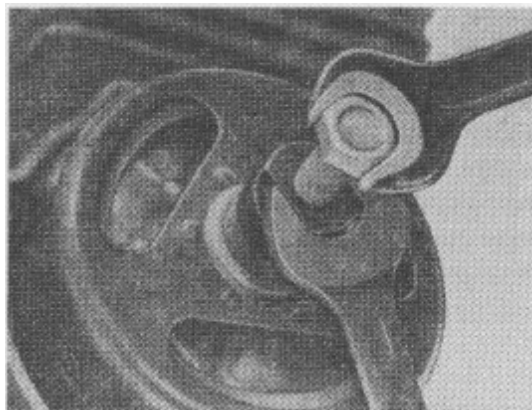
Obr. 11: Motor se sejmutým víkem (na fotografii je již motor po přestavbě, usazen v rámu a válec je opět nasazen). Žlutá barva značí spojkou, červená celý primární převod a modrá přípravek zajišťující soukolí proti otočení při povolování.

Z druhé strany motoru se opět sundá víko. Přípravek zajišťující na straně spojky motor proti pootočení se mechává našroubovaný. Povolí se matice na rotoru alternátoru a matice řetězového kolečka. Rotor alternátoru však nelze sundat z kuželu klikového hřídele jen tak rukou, je k němu zapotřebí speciální přípravek.



*Obr. 12: Přípravek na stažení rotoru.*

Přípravek využívá metrických závitů, které umožní vyvinutí velké síly na správné místo. Uvnitř rotoru je vnitřní závit, do toho se zašroubuje celý přípravek. Následně se přípravek uchytí klíčem a dotahuje se šroub uvnitř přípravku. Ten tlačí na klikový hřídel a rotor tak nenásilně odtahuje od klikového hřídele. Celý postup lze vidět na obrázku z dílenské příručky.



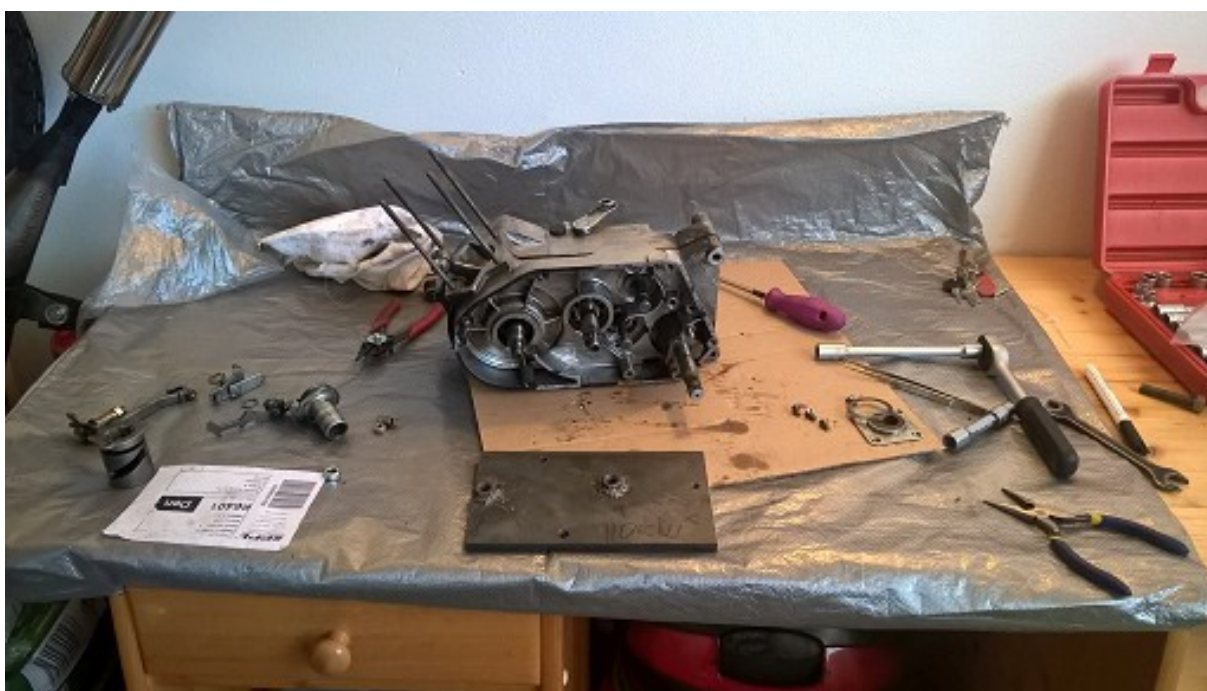
*Obr. 13: Stahování rotoru.*

Po stažení rotoru už stačí pouze odšroubovat stator s cívkami a sundat řetězové kolečko. V tuto chvíli je pravá strana motoru „prázdná“. Posledním krokem této části je povolit šrouby, které nám drží obě dvě půlky motoru u sebe. Z výroby se jedná o šrouby na plochý šroubovák, ze zkušeností však vím, že je dobré šrouby vyměnit za vysokopevnostní imbusové, nehrozí tzv. „stržení hlavičky.“



## Rozlisování motoru

Motor je odstrojen a lze tak začít pracovat na oddělení dvou půlek motoru od sebe. Nutno říci, že tyto dvě půlky jsou do sebe zalisované, a proto je nutné použít speciální, avšak velmi jednoduchý přípravek. Najdou se i lidé, kteří půlí motor šroubováky, páčidly, dokonce i sekerou – to se sice někdy může povést, ale často to vede k poškození dosedacích ploch mezi oběma půlkami a motor poté netěsní, převodový olej vytéká a do klikové skříně se nasává „falešný vzduch.“ Přípravek lze snadno vyrobit – je zapotřebí kovová deska s rozměry alespoň 200x120x5 mm, do které se vyvrtá pět děr a na dvě z nich se přivaří běžné metrické matky velikosti alespoň M10, ještě vhodnější je M12. Popřípadě lze přípravek zakoupit, avšak za vcelku vysokou částku okolo 1500 Kč, proto je výroba přípravku finančně mnohem méně náročná.



Obr. 14: Celý motor na stole, před ním stahovák – bez šroubů.

Tento přípravek funguje vcelku jednoduše. Tři šrouby M6 se přišroubují k pravé půlce motoru. Dva velké šrouby M12 se zašroubují do navařených matic. Tyto šrouby se při dotažení opřou o klikový hřídel a o výstupní hřídel a tlačí na něj. Rovnoměrným dotahováním obou šroubů začneme pravou půlku motoru odtahovat od hřídelí a levé půlky a dojde tak k rozlisování motoru.

V pravé půlce motoru nám tak zůstala pouze gufera a ložiska. Ta můžeme po vyndání segerových pojistek klidně opatrně vytlouci kladivem a např. dřevěným topůrkem, znova už je potřebovat nebudeme. V levé půlce však zůstala převodovka a klikový hřídel. Převodovku lze opatrně vyklepnout, stejně jako ložiska na druhé straně, klikový hřídel však pro jeho velkou citlivost na otřesy z boku musíme vytáhnout za pomoci tepelné roztažnosti – ložisko nahřejeme horkovzdušnou pistolí, hřídel rychle zchladíme mrazícím sprejem a volně jej vytáhneme. Pak už zbývá jen zopakovat postup z druhé strany – vyklepnout ložiska a stará gufera. Máme zde tak úplně rozebraný motor. Je vhodné bloky motoru dobře očistit a umýt od pilin, zbytků oleje a podobně.



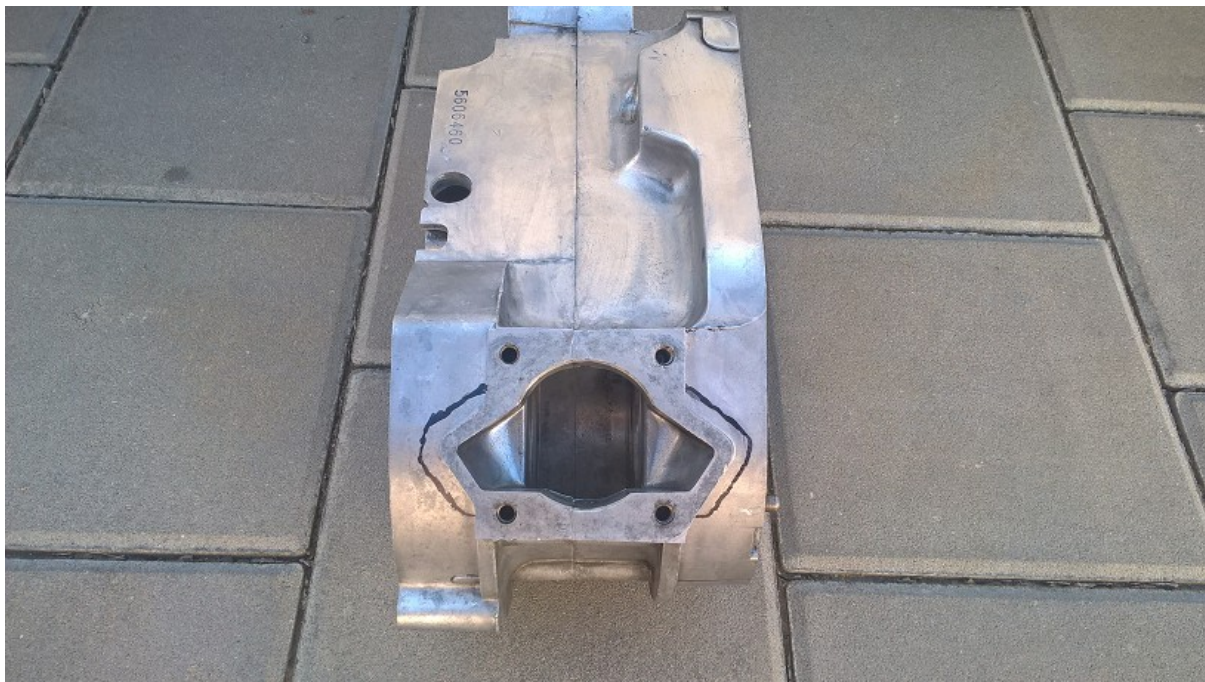
Obr. 15: Půlky motoru po rozlisování. Vpravo nahoře klikový hřídel, na kterém ještě zůstalo jedno z ložisek.



Obr. 16: Pečlivě uložené díly motoru. Vlevo dole převodovka, vpravo dole stará ložiska – je vhodné si je schovat, ještě nám pomohou při montáži jako distanční kroužky pro dotažení klikového hřídele.

## Úpravy karterů

Vzhledem k tomu, že se počítalo s použitím většího válce (85 ccm), bylo třeba upravit kartery motocyklu. Větší válec má větší vnější průměr vložky, proto byla současná díra v karterech velikostně nedostačující. Navíc, celý válec má i větší přepouštěcí kanály (do šířky) a původní náběhy ke kanálům z karteru bylo třeba rozšířit, ovšem natolik, že by došlo k „probroušení skrz,“ proto bylo rozhodnuto o rozšíření náběhů navařením hliníku v jejich okolí. Další místo, kde se navařovalo, bylo z venku náběhů, aby při frézování otvoru v karterech na větší válec nedošlo k profrézování skrz.



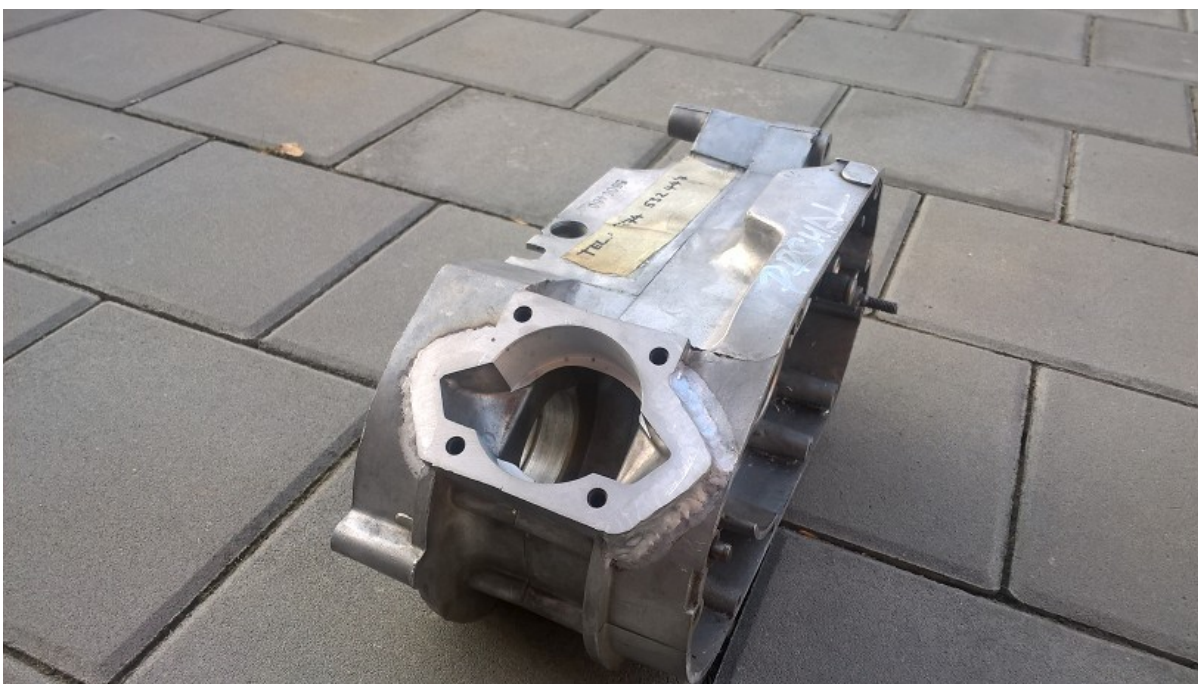
Obr. 17: Nákres fixou ukazuje, jakým způsobem má být hliníková dosedací plocha rozšířena.



Obr. 18: Navařena dosedací plocha.



Obr. 19: Navaření náběhů z venku.



Obr. 20: Kartery motocyklu po přefrézování na větší průměr a po zabroušení dosedací plochy do roviny.

## Úpravy válce

Poté, co dorazil objednaný válec o obsahu 85 ccm, bylo zjištěno jeho tragické zpracování. Problém byly hliníkové nálitky v místě, kde kanál vchází do vložky válce, v sacím hrdle a ve výfukovém kanálu. Další komplikací byl naražený závit pro výfuk, který bylo třeba částečně odbrousit. Největší problém však byl, že vložka byla křivě nalisována do válce – tedy přepouštěcí kanály ve vložce a přepouštěcí kanály v hliníku válce nelícovaly a zmenšila se tak jejich velikost. Navíc zde tak vznikl nebezpečný schodek, který způsobuje turbulence směsi (směs nemůže být dobře přepuštěna) a mění úhel vstupu směsi do spalovacího prostoru, což se může negativně projevit na výkonu i spotřebě.

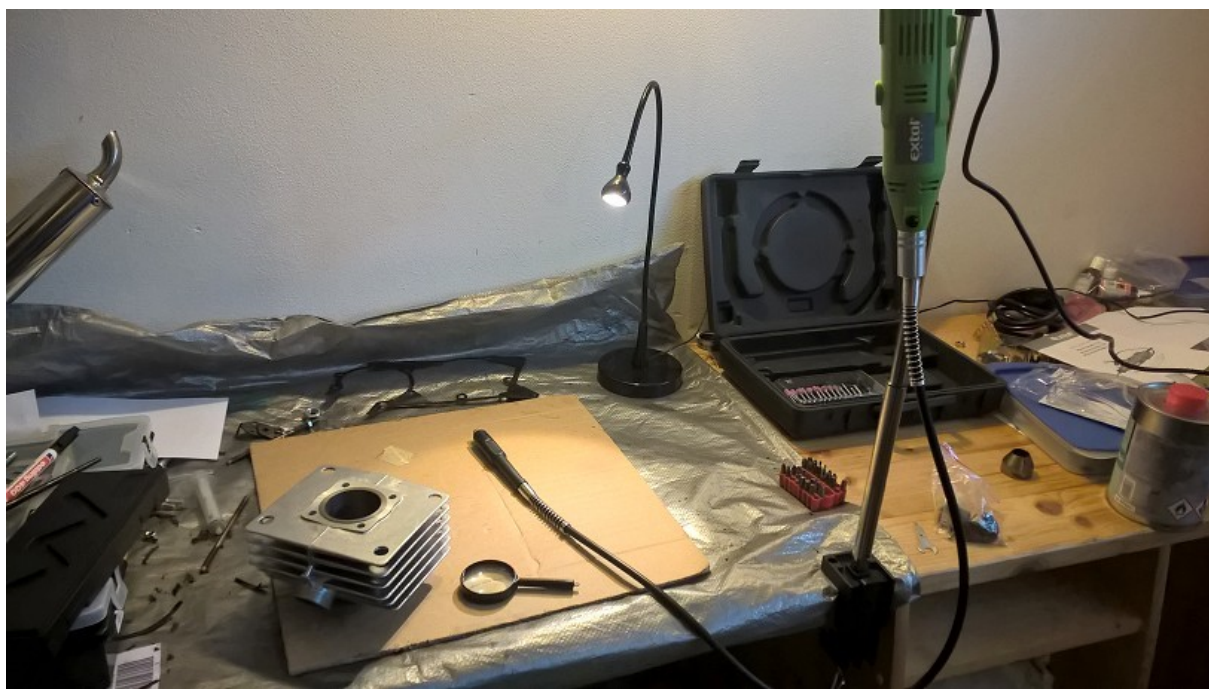


Obr. 21: Nálitek na sacím kanále.

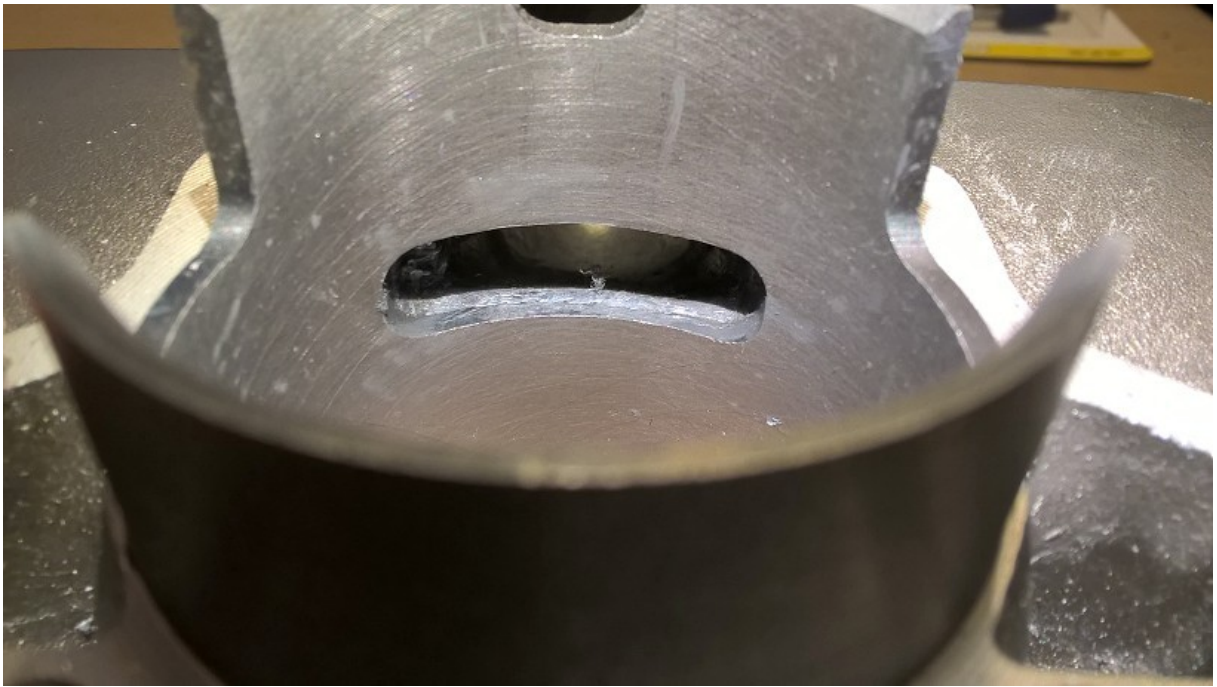


Obr. 22: Nálitek na výfukovém kanále. Lze si všimnout nalevo a napravo dole přepouštěcích kanálů, při detailnějším prohlédnutí lze vidět že hliníkový válec je „níž“ než hrana vložky a vzniká zde tak schod.

Bylo rozhodnuto o tom, že je nutné tyto chyby ve válci napravit. K tomu posloužila minivrtáčka s bowdenem a brusnými nástroji. S její pomocí se šlo dostat, byť často velmi komplikovaně, k plochám, které potřebovaly opravit. Přístup opravdu nebyl snadný, například hrana na výfukovém kanálu se musela odbrušovat skrz kanál. Výfukový kanál byl nakonec celý vyleštěn, aby se na něm neusazovaly karbonové úsady. Sací hrdlo bylo zbaveno nepříjemných nálitků. Nejkomplikovanější byly přepouštěcí kanály, kde se musel celý schodek odbrousit tak, aby nedošlo k narušení úhlu vstupu do válce – jednalo se tedy o velmi zdoluhavé a velmi přesné broušení litinové vložky. Tím došlo k zvětšení kanálů a k mírné změně časování.



*Obr. 23: Pracovní plocha. Lupa, lampička na přisvětlení, minivrtáčka s bowdenem a samotný válec.*



Obr. 24: Sací kanál po zabroušení.

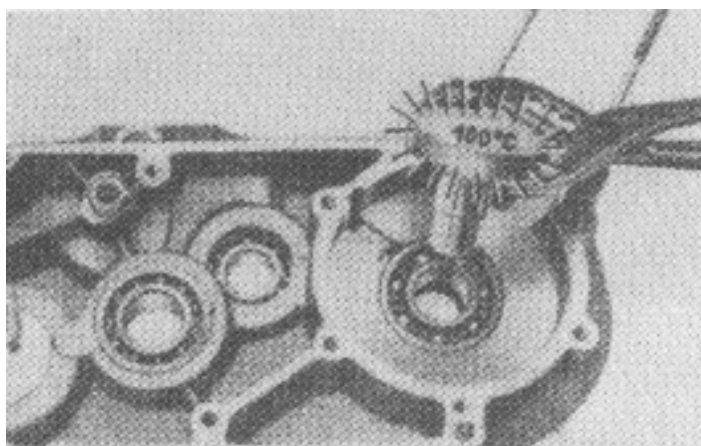


Obr. 25: Přepouštěcí kanál po slícování, v pravo výfukový kanál po zabroušení.

## Složení motoru

Ve chvíli kdy, jsou válec i bloky motoru připraveny, může začít skládání motoru. Začíná se od levé půlky motoru. Tato půlka se ohřeje na vařiči anebo v troubě na minimálně 100°C, vhodnější je však o něco více – okolo 130°C a ložiska, která do motoru patří se naopak dají do mrazáku, aby jejich teplota co nejvíce klesla. Využívá se zde teplotní roztažnosti, která je u hliníku navíc větší než u oceli. Hliníkový blok se tedy roztáhne, ložisko se stáhne a lze volně vložit, stačí ho pouze zlehka doklepnout na doraz například přes dřevěné topůrko tak, aby nedošlo k jeho poškození. Tímto způsobem vložíme všechna ložiska z levé půlky motoru. Po vyrovnání teplot se ložisko lehce roztáhne a blok motoru se naopak stáhne, tím se ložisko v bloku zalisuje.

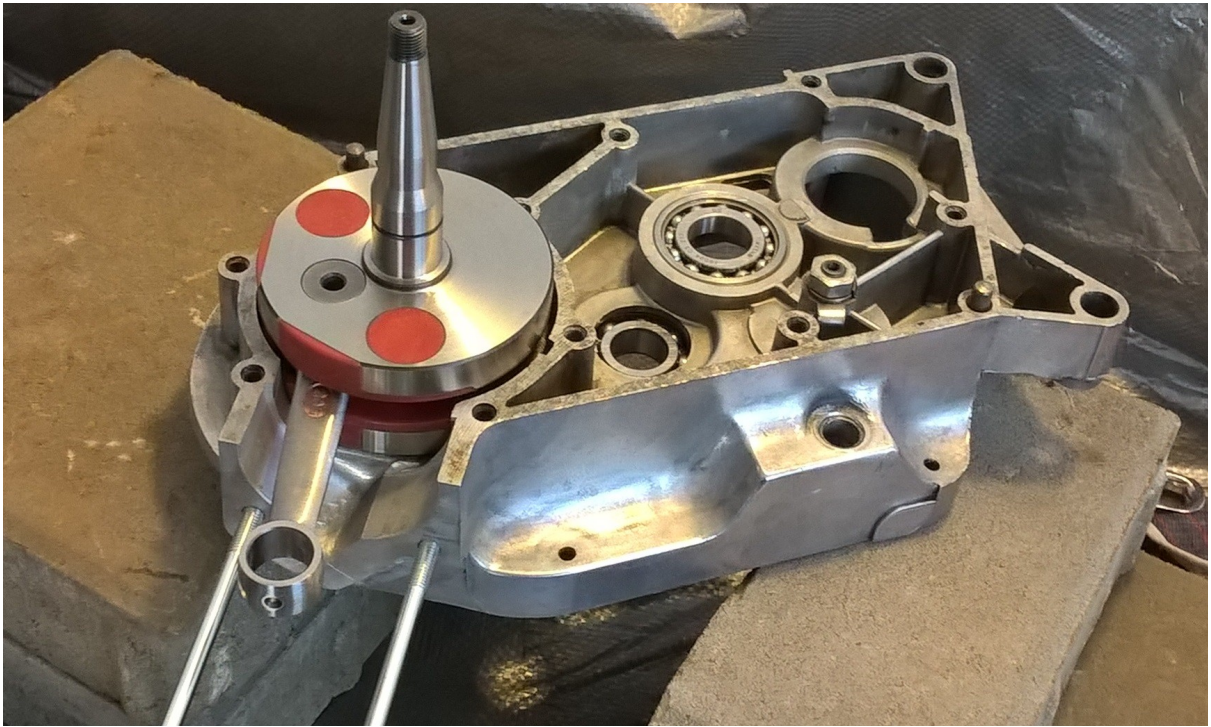
Dalším krokem je vložení klikového hřídele a převodovky. Vzhledem k většímu výkonu nového válce byla použita nová pětirychlostní převodovka (originál je čtyřrychlostní) a bylo třeba koupit nový klikový hřídel, kvůli jinému vyvážení většího a těžšího pístu. Klikový hřídel i převodovku dáme do mrazáku na ochlazení. Ze šroubu, podložky a matky vyrobíme jednoduchý přípravek, který nahřejeme buď v troubě, anebo třeba horkovzdušnou pistolí a tento přípravek nám ohřeje vnitřní kroužek ložiska. Jak celý postup vypadá je zřejmé z Obrázku 26.



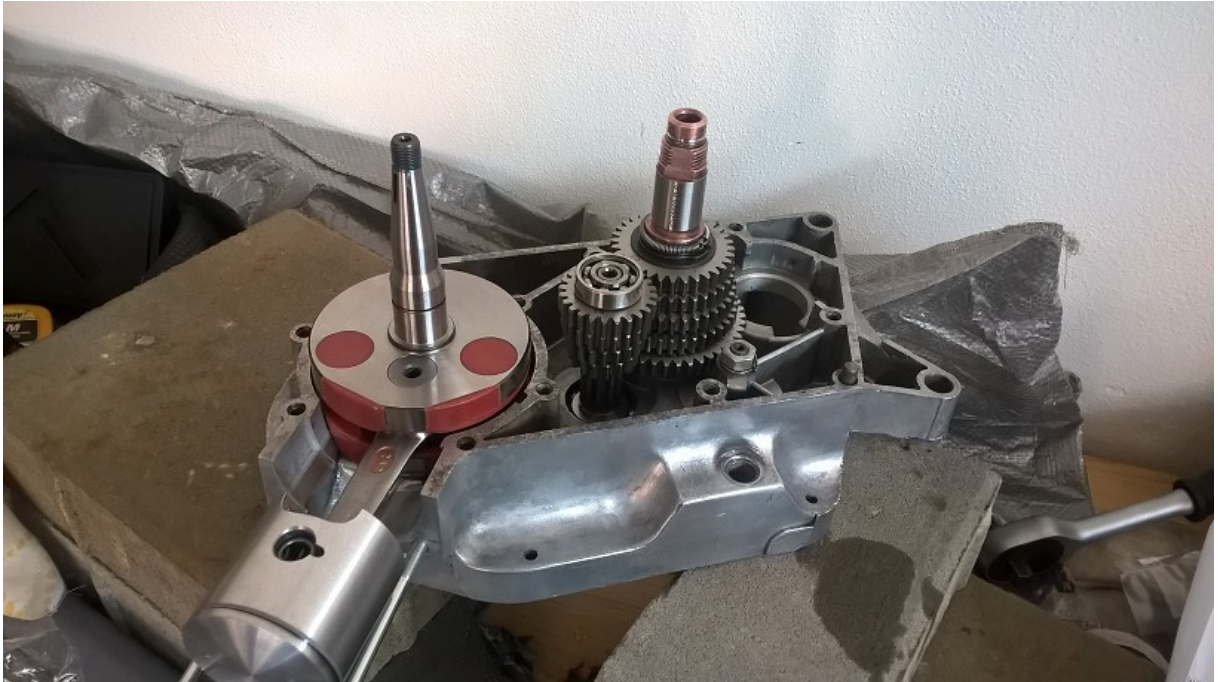
Obr. 26: Nahřívání ložisek.

Dochází zde ke stejnému jevu jako předtím. Vnitřní kroužek ložiska se ohřeje, tím se roztáhne. Klikový hřídel i převodovka se lehce stáhnou a to nakonec způsobí to, že vše jde do ložisek snadno a bez násilí vložit.





Obr. 27: Ložiska v motoru a klikový hřídel na svém místě.



Obr. 28: Nalisovaná převodovka a nasazený píst. Vzhledem k předchozím zkušenostem bylo ložisko na pístní čep použito speciální teflonové, které je několikanásobně pevnější než ocelové, přitom je pružné, je dostatečně tepelně odolné a jeho maximální otáčky jsou 30 000 ot./min.

Další postup už je velmi jednoduchý. Stačí volně vložit kolečko startovací páky a lze se začít připravovat na zalisování motoru. Nahřejí se poslední dvě ložiska, klikový hřídel a výstupní hřídel z převodovky se schladí mrazícím sprejem a ložiska se na hřídele volně nasadí. Po vyrovnání teplot dáme nahřát druhou půlku motoru. Na dosedací plochy položíme těsnění a ložiska, která jsme nasadili, zchladíme mrazícím sprejem. Nyní stačí přiložit nahřátou půlku motoru, doklepnout ji gumovou palicí a sešroubovat obě půlky motoru k sobě.

Po dotažení obvykle nastane zásadní problém – klikovým hřídelem a převodovkou téměř nejde otočit. Řešení je jednoduché – u převodovky stačí gumovou palicí párkrát silně udeřit z pravé strany motoru, převodovka si dosedne a jde s ní snadno otáčet. U klikového hřídele tento postup funguje pouze částečně, je třeba klikový hřídel dotáhnout více k levé půlce motoru. To lze udělat tak, že se vezmou stará ložiska, nasadí se na vystupující část klikového hřídele (vnitřní kroužek je větší a tak jdou volně nasadit) a opřou se o blok motoru. Přes ně se dá podložka velikosti 12 a matice na klikový hřídel. Tu dotahujeme a vtahujeme tak klikový hřídel více do levé půlky motoru. Jakmile je ojnice ve středu díry pro nasazení válce (a klika je tedy vystředěna), může se matice povolit a klikový hřídel se bude lehce otáčet. Tato činnost je pro výsledný efekt velmi důležitá, pokud se neprovede, motor ztrácí výkon a dojde k velmi rychlému opotřebení ložisek.

Zbývá už jen kompletace motoru. Je nutné nasadit nová gufera, ideálně z materiálu VITON. Je třeba vždy naolejovat jejich vnitřní stranu, aby nedošlo k jejich poškození. Jakmile jsou gufera namístě, lze namontovat mechanismus řazení a startovací páky. Po namontování přípravku na zajištění kliky proti otočení lze namontovat i primární převod se spojkou a stator s rotorem. Válec s pístem už se nasadí velmi jednoduše bez jakýchkoliv komplikací, pouze je nutno hlavu válce utahovat tzv. do kříže, tedy šrouby uhlopříčně proti sobě a maximálním momentem 8 Nm. Zbývá nasadit boční kryty motoru a jejich těsnění – a motor je hotov!

Poslední činnost, která uživatele čeká, je seřídít pomocí seřizovací matice řazení – pokud tak doteď neučinil a nasadit motor do rámu.



Obr. 29: Motocykl s již namontovaným a kompletním motorem.

## Závěr

Celá oprava motoru je pochopitelně činnost náročná na preciznost, čas a také finance. Spousta lidí by si řekla, že se jedná o mechanickou práci, kde je zapotřebí trocha síly, ale opak je pravdou – práce je velmi přesná a citlivá. Veškeré tolerance v motoru se pohybují v řádu setin milimetru a tak není správné provedení opravy možné, pokud uživatel – opravář - nepochopí motor a nedodrží zásady uvedené v této práci. Pokud se však bude těmito zásadami řídit, jedná o v zásadě jednoduchou věc. Nejdůležitější je při opravě nikam nespěchat, vše pečlivě promyslet a snažit se chápat, jak co funguje a jaký dopad na funkci mohou mít různé věci, pokud se nepromyslí a nedořeší (například špatné otáčení klikového hřídele v důsledku špatného uložení).

Konkrétně tento motor prošel procesem záběhu – v tom byla nastavena palivově bohatší směs, aby docházelo k lepšímu mazání. Již při prvním nastartování bylo zřejmé, že vše bylo provedeno správně. Motor po nasátí směsi do válce (tedy „prošlápnutí“ bez zapalování) chytl hned na první šlápnutí se zaplým zapalováním. Po seřízení volnoběžných otáček byl příjemným překvapením kultivovaný zvuk motoru a minimální vibrace – především ty jsou důkazem toho, že klikový hřídel je správně usazen a také vyvážen. Chvilí trvalo, než si správně „sedla“ nová převodovka, která se předtím musela obtížně seřídit, ale po několika set kilometrech již bylo vše v pořádku. Od sestavení má motor najeto přes 1500 km a to bez jediného problému.

Bohužel, neměl jsem možnost změřit výkonové parametry na motorové brzdě, ale celkové jízdní vlastnosti stroje se oproti seriovému stroji či oproti tříkanálovému válci o objemu 60 ccm nesrovnatelně zlepšily. Výkon je rovnoměrně rozložen, motor má slušný zátah již od nízkých otáček a největšího výkonu dosahuje okolo 6500 – 7000 otáček. Maximální rychlost stroje po rovném úseku je 87 km/h při cca 7700 otáčkách, v kopcích je pak třeba podřadit na nižší rychlostní stupeň, kde motocykl většinou udrží 75 km/h, což lze označit za cestovní rychlost.

Drobné zklamání přinesla spotřeba nového motoru. Při opravdu klidné jízdě se pohybuje okolo 3,2 – 3,5 litrů na sto kilometrů, pokud se však agresivnější jízdou vyžene ručička otáčkoměru přes sedm tisíc otáček a udržují se vyšší rychlosti (například na komunikacích vyšších tříd), motor si bezostyšně vezme i přes 4,5 litrů na sto kilometrů, což je vzhledem k jeho objemu opravdu hodně. Tuto nepříjemnou vlastnost by mohl vyřešit laděný výfuk s kuželem pro ideální vracení nespálené směsi, bylo by však třeba jej správně navrhnout (vypočítat), vytočit z plechu jednotlivé kusy a ty následně posvařovat, pokusy výfuk dopravit a nechat jej povrchově upravit, což je v mých podmínkách technologicky nemožné, vzhledem ke zdlouhavosti celého procesu ladění.

Ve výsledku oprava účel splnila – nyní mám spolehlivý a na danou kategorii i výkonný motor, který je vcelku vzácný – moc jiných motorů Simson M541 s objemem větším, než 70 ccm v České republice není. A co se týče vyšší spotřeby, spotřeba s vyšším výkonem vzrůst také musela a k dvoudobému motoru zkrátka patří.

# Literatura

HUSÁK, Pavel. *Upravujeme motocykl pro závod*. 1972. Praha: SNTL.

IFA-KOMBINAT FÜR ZWEIRADFAHRZEUGE, SUHL. *Dílenská příručka pro motocykly SIMSON typových řad S51, S70 a SR50, SR80*.

JCMM, Roman BERÁNEK a Jaroslav PÁRAL. *Šablona SOČ* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://www.jcmm.cz/data/sablona\\_pro\\_sockare.docx](http://www.jcmm.cz/data/sablona_pro_sockare.docx)

## Seznam obrázků

*Popis motoru* [online]. In: . [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://uwp3d.cz/drtic/wp-content/uploads/2014/07/Dvoudob%C3%BD-z%C3%A1%C5%BEEhov%C3%BD-motor-.jpg>

*Cagiva Mito 125 Evo* [online]. In: . [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://www.raresportbikesforsale.com/wp-content/uploads/2012/08/mito-right-600x450.jpg>

*Pracovní cyklus - upraven autorem* [online]. In: . [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/160/images/pics/157.jpg>

*Stahovák magneta* [online]. In: . [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://www.sim-ba.sk/media/eshop/images/item602/DSC01049.jpg>

IFA-KOMBINAT FÜR ZWEIRADFAHRZEUGE, SUHL. *Dílenská příručka pro motocykly SIMSON typových řad S51, S70 a SR50, SR80* – obrazy č. 12, 13, 30 a 59

JCMM, Roman BERÁNEK a Jaroslav PÁRAL. *Šablona SOČ* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://www.jcmm.cz/data/sablona\\_pro\\_sockare.docx](http://www.jcmm.cz/data/sablona_pro_sockare.docx) – logo SOČ