

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Technologie výroby a návrh přepouštěcích kanálů ve válci  
maloobjemového motocyklu**

Autor: **Milan Daňa**

Vedoucí práce: **Ing. Ivana Česáková**

Akademický rok 2012/13

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Milan DAŇA  
Osobní číslo: S12B0021P  
Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: Strojírenská technologie-technologie obrábění  
Název tématu: Technologie výroby a návrh přepouštěcích kanálů ve válci ma-  
loobjemového motocyklu  
Zadávající katedra: Katedra technologie obrábění

### Zásady pro vypracování:

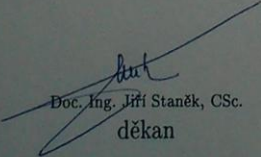
1. Úvod
2. Rozbor současného stavu
3. Konstrukční návrh
4. Návrh technologie
5. Výběr varianty
6. Závěr



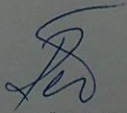
Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

STANĚK, J.-NĚMEJC, J. Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň: ZČU, 2005  
ZELENKA, A.-KRÁL, M. Projektování výrobních systémů. Praha: ČVUT, 1995  
JANDEČKA, K.-ČESÁNEK, J.-KOŽMÍN, P. Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000  
PŘÍKRYL, Z. - MUSÍLKOVÁ, R. Teorie obrábění. Praha: SNTL, 1982  
VLACH, B. Technologie obrábění a montáže. Praha: SNTL, 1990  
NĚMEJC, J. Projektování manipulace s materiálem. Plzeň: ZČU, 1998  
ZVONEČEK, F. ZÍDKOVÁ, H. Jakost styl života pro 3. tisíciletí. Plzeň: ZČU, 2003  
NENADÁL, J. a kol. Moderní systémy řízení jakosti. Ostrava: TU-VŠB, 2002

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivana Česáková  
Katedra technologie obrábění  
Konzultant bakalářské práce: Ing. Ivana Česáková  
Katedra technologie obrábění  
Datum zadání bakalářské práce: 29. října 2012  
Termín odevzdání bakalářské práce: 28. června 2013

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



  
Doc. Ing. Jan Rehoř, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. listopadu 2012

### **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne .....

.....

Podpis autora

## **Poděkování**

Tato bakalářská práce byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/35.0048 "Popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství a jeho výsledků (POPULÁR)".

Odborným konzultantem byl Ing. Miroslav Zetek, Ph.D., kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

Poděkování patří především mé vedoucí Bakalářské práce inženýrce Ivaně Česákové, která mi při vypracování Bakalářské práce věnovala mnoho času. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janu Hnátíkovi za jeho cenné rady při návrhu upínacího přípravku a při výrobě prepouštěcích kanálů. Závěrem bych chtěl poděkovat mé rodině a přítelkyni za podporu po celou dobu studia.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Daňa	Jméno Milan	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Strojírenská technologie-technologie obrábění“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Česáková	Jméno Ivana	
<b>PRACOVÍŠTĚ</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Technologie výroby a návrh přepouštěcích kanálů ve válci maloobjemového motocyklu		

<b>FAKULTA</b>	Strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEV.</b>	2013
----------------	---------	----------------	-----	------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	47	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	29	<b>GRAF. ČÁST</b>	18
---------------	----	---------------------	----	-------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Tato práce se zabývá válcem motocyklu Jawa 50 Pionýr. Na začátku práce byly zjištěny potřebné parametry válce, poté byl vytvořen 3D model motorového válce. Následně se práce zabývá konstrukčním návrhem přepouštěcích kanálů v hliníkové části válce a návrhem upínacího přípravku. Model válce obrobil v počítačové podobě v programu Catia V5R. Závěrem této práce bude samotná výroba přepouštěcích kanálů ve válci motocyklu Jawa 50.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Dvoudobý motor, Jawa 50, přepouštěcí kanály, zvyšování výkonu, modelování 3D, výroba, digitalizace, upínací přípravek.

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Daňa	Name Milan	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 „Department of Machining Technology“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Česáková	Name Ivana	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST – KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>DIPLOMA</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Production technology and a design of transfer ports in a cylinder of a small-volume motorcycle		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machining Technology	<b>SUBMITTED IN</b>	2013
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	47	<b>TEXT PART</b>	29	<b>GRAPHICAL PART</b>	18
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>This work deals with the cylinder of Jawa 50 Pioneer. First it was necessary to map the current state of the cylinder, determine the alloy from which the cylinder is made and create a 3D model of the engine cylinder. Subsequently, the work deals with the structural design of transfer channels in the aluminum part of the cylinder. From the proposals, the most suitable one is selected, which is subsequently machined in a computerized form in the program Catia V5R. For real machining of transfer channels, it is necessary to create constructional designs for clamping. The most suitable design is then selected and manufactured. The final part of this work is the production of the transfer channels in the cylinder of Jawa 50.</p>
<b>KEY WORDS</b>	<p>Two stroke engine, Jawa 50, a transfer channels, increasing performance 3D modeling, a production, a digitization, a preparation for clamping</p>

## Seznam zkratk, symbolů a jednotek

CAD	Computer Aided Design	Počítačem podporované navrhování
CAM	Computer Aided Manufacturing	Počítačem podporované obrábění
3D	Three Dimension	Třírozměrný
NC kód	Numerical Control code	Číslicový řídicí kód
TIG	Tungsten Inert Gas	Způsob svařování
EDX	Energy Dispersive X	Způsob určování chemického složení
Catia V5R	CATIA Version 5 Release	Catia Verze 5
Al	Aluminium	Hliník
Si	Silicon	Křemík
Fe	Ferrum	Železo
Mg	Magnesium	Hořčík
HÚ		Horní Úvrat'
DÚ		Dolní Úvrat'
kW	Kilowatt	Jednotka výkonu
ccm	Kubický centimetr	Jednotka objemu
μm	Mikrometr	Jednotka délky
mm	Milimetr	Jednotka délky
°	Stupeň	Jednotka úhlu
MPa	Megapascal	Jednotka tlaku



## Obsah

Seznam zkratk, symbolů a jednotek.....	0
1 Úvod .....	1
2 Rozbor současného stavu.....	2
2.1. Současný stav .....	2
2.1.1. Graf z motorové brzdy:.....	3
2.2. Analýza hliníkové slitiny .....	4
2.3. Dvoudobý motor .....	6
2.3.1. Činnost dvoudobého motoru .....	7
2.4. Druhy ovládání rozvodu sání .....	8
2.4.1. Rozvod pístem .....	8
2.4.2. Rozvod jazýčkovým ventilem .....	9
2.4.3. Rozvod rotačním šoupátkem.....	9
2.5. Vyplachování .....	11
2.5.1. Přímé vyplachování .....	12
2.5.2. Vratné vyplachování.....	13
2.6. Rozvin válce .....	16
2.6.1. Postup pro tvorbu rozvinu válce: .....	16
2.6.2. Rozvin válce 05 .....	17
2.6.3. Rozvin válce 21 .....	17
2.7. Vymodelování válce.....	18
3 Konstrukční návrh .....	23
3.1. Návrhy vstupů přepouštěcích kanálů .....	23
3.2. Čtyř kanálové provedení .....	25
3.3. Návrhy konstrukce přípravku .....	26
3.3.1. Přípravek s roztažnými kolíky .....	26
3.3.2. Přípravek s roztažným čepem .....	27
4 Návrh technologie .....	29
4.1. Výběr nástrojů .....	29
4.2. Upínač.....	30
4.2.1. Upínací zařízení.....	30
4.3. Obrobení v programu Catia V5R.....	31
4.4. Ukázka NC kódu – hrubování .....	36

4.5.	Skutečná výroba .....	37
4.6.	Digitalizace.....	40
5	Výběr varianty .....	42
5.1.	Výběr vhodnější varianty přípravku .....	42
5.2.	Výběr tvaru vstupu prepouštěcích kanálů.....	43
6	Závěr.....	44
	Citované zdroje.....	45
	Literatura .....	45
	Webové stránky.....	46
7	Přílohy.....	47
7.1.	Výkresy .....	47

# 1 Úvod

Více než před 45 lety se začal vyrábět maloobjemový motocykl Jawa 50 Pionýr v Povážských strojírnách na Slovensku v Povážské Bystrici. Původní motocykl byl zkonstruován pro běžné a každodenní použití, především aby byl dostupný pro širokou veřejnost. V letech, kdy byly pionýři v největším rozkvětu, jezdily se na těchto strojích závody do 50ccm jak v terénu, tak i na silnici. Tyto motory se používaly i do motokár a díky své jednoduché konstrukci a dostupnosti se používaly do různých zařízení, kde bylo potřeba jednoduchý pohon. V posledních letech se může pyšnit nejen velkým zájmem řidičů, kteří ho používají k běžnému provozu, ale především se na těchto naddobových strojích začaly jezdit závody zvané Fichtl cupy. Mnoho lidí se pouští do úprav motoru s cílem zvýšení výkonu a tím zlepšení konkurenceschopnosti na závodech. V dnešní době není problém si nechat válec upravit na zakázku dle libosti a všech různých požadavků, ale těmto úpravám odpovídá samozřejmě cena upraveného válce. Nebylo by dobré se pouštět do úprav válce pilníkem doma, proto aby byla dodržena přesnost a souměrnost, která je v tomto případě více než potřebná. Z tohoto důvodu bylo vybráno toto téma bakalářské práce.

Cílem této bakalářské práce je vhodná úprava přepouštěcích kanálů v hliníkovém válci pro závodní účely. Vytvořit model válce v programu Autodesk Inventor a následně vytvořit vhodné varianty přepouštěcích kanálů a vybrat tu nejlepší. Model převést do programu Catia V5R a v tomto programu vybrané kanály obrobít. Na 3D měřícím centru změřit již vyrobené přepouštěcí kanály v závodních válcích a následně je digitalizovat. Pro obrábění vytvořit návrh upínání, vybrat nejvhodnější variantu a tu vyrobit, aby mohly být vyrobeny přepouštěcí kanály v odlitku sériového válce v univerzitních dílnách.



Obr. 1 Jawa 50 Pionýr typ 23 Mustang [W1]

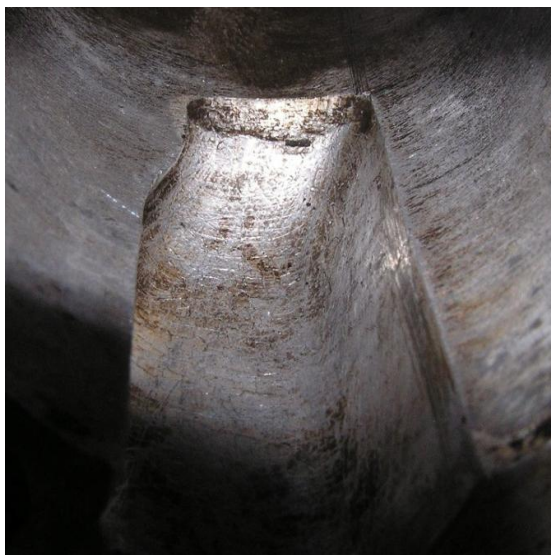
## 2 Rozbor současného stavu

### 2.1. Současný stav

Jawa 50 Pionýr je jednoválcový dvoudobý motor o zdvihovém objemu 49,9ccm s válcem umístěným na ležato. Motor disponuje třemi převodovými stupni. Výkon motoru byl na motorové brzdě naměřen 2,6 kW při 6500 otáčkách za minutu. Válec byl zkonstruován ze dvou částí - hliníkový tlakový odlitek válce a litinová vložka. [W2]

Válec je konstruován se dvěma přepouštěcími kanály, s jedním sacím a jedním výfukovým kanálem. Toto konstrukční řešení válce bylo zvoleno z důvodů nenáročnosti použití a jednoduchosti odladění. V průběhu výroby byly vyrobeny dva typy válců. Oba typy válců vypadají na pohled z vnější strany stejně, liší se pouze tvarem přepouštěcích kanálů. První typ byl osazen na motoru typu 05, jeho charakteristickým znakem je tzv. schůdek. Ten má za následek velké stlačení směsi a jiné směřování spodního úhlu výstupu z kanálu do pracovního prostoru válce. Druhý typ válce byl osazen na novodobějším provedení motoru typu 21 a 23. Tento typ přepouštěcích kanálů je charakteristický svým minimálním stlačením směsi a v podstatě neměnným tvarem kanálu. Změna je samozřejmě i v sacím kanálu, ale není tak rapidní ve tvaru, pouze v časování. Výfukový kanál prošel jak změnou tvaru, tak změnou časování.

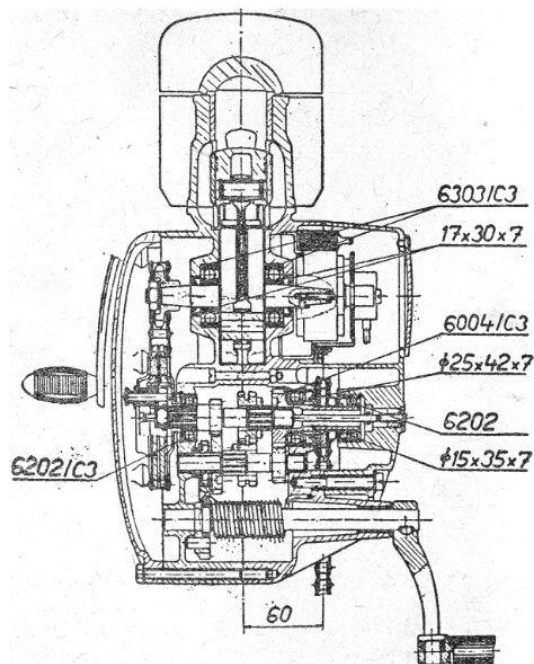
V litinové vložce jsou vyfrézována okna všech kanálů, která musí přesně navazovat na kanály v hliníkovém válci. Bohužel z výroby tomu povětšinou tak nebylo. Z toho důvodu je mezi výkonem motorů, které vyšly z Povážských strojírén, taková diference.



Obr. 2 Tvar přepouštěcího kanálu typu 05 pravý



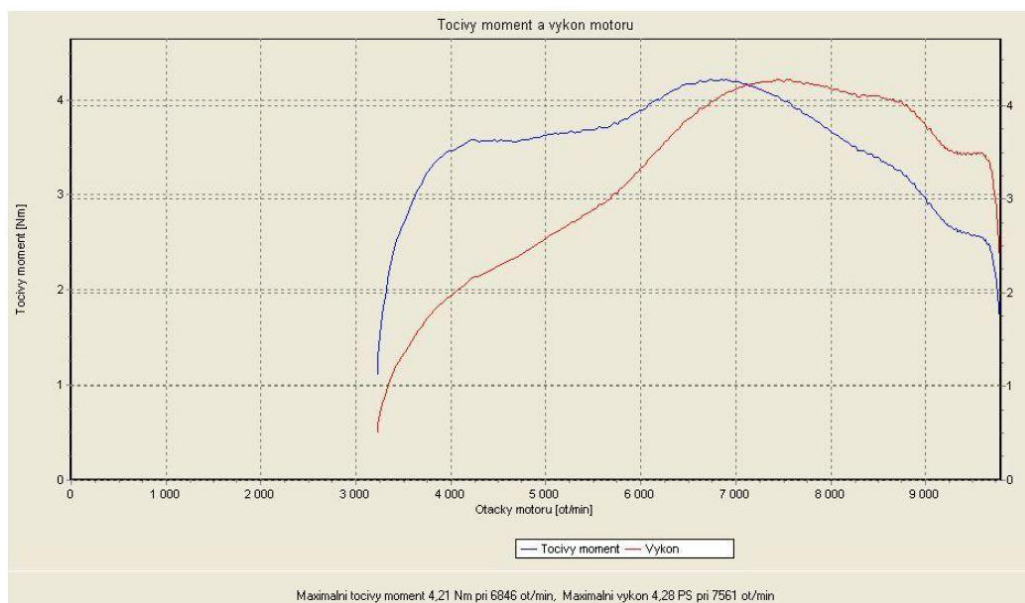
Obr. 3 Tvar přepouštěcího kanálu typu 21 levý



Obr. 4 Řez motorem JAWA 50 - typ 223.100 [W2]

### 2.1.1. Graf z motorové brzdy:

Graf z motorové brzdy byl vytvořen na základě bakalářské práce zabývající se taktéž zvyšováním výkonu u motoru Jawa 50 Pionýr. Niance ve výsledných výkonech oproti hodnotám udávaných výrobcem může být způsobena špatnou kalibrací motorové brzdy (nepřesné setrvačné momenty všech rotačních součástí, které se při měření pohybují), optimálnější nalaďení motoru, než při sériové výrobě a v neposlední řadě nepřesností při výrobě, k čemuž se práce ve svém průběhu dostane.

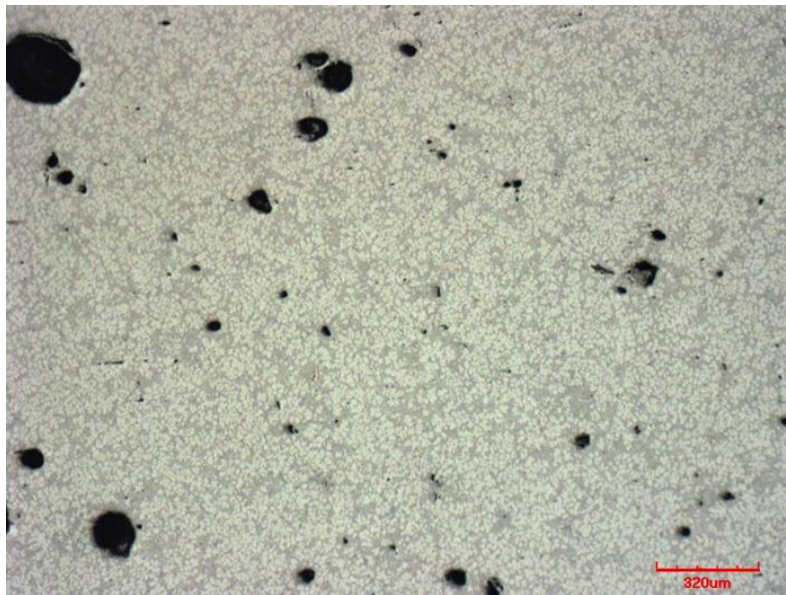


Obr. 5 Graf výkonu motoru z motorové brzdy [1]

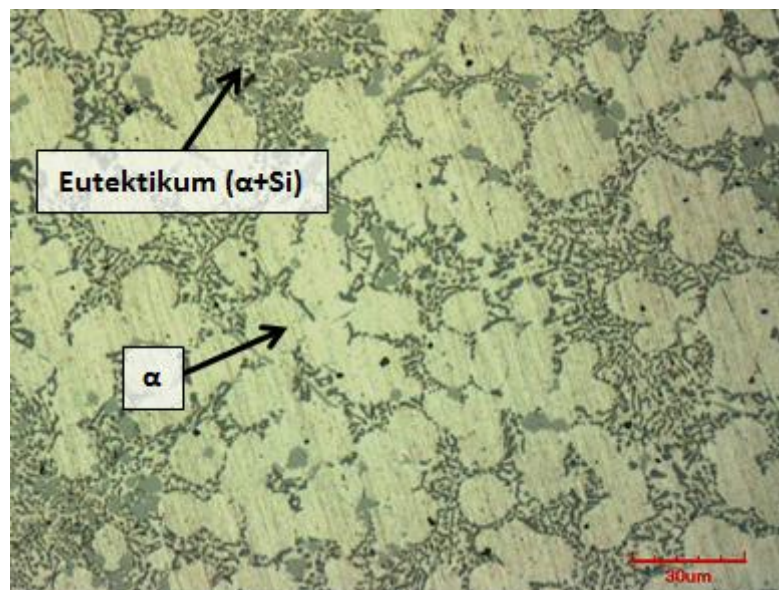


## 2.2. Analýza hliníkové slitiny

Na dodaném vzorku byla provedena metalografická analýza s cílem určit použitý materiál a jeho vlastnosti. Vzorek byl připraven jako metalografický výbrus, tj. zalit do bakelitové pryskyřice, vybroušen brusnými papíry a následně doleštěn diamantovou pastou. Po naleptání bylo provedeno metalografické hodnocení. Z makroskopického hlediska bylo patrné, že dodaný materiál je velmi porézní (Obr. 6). Přičemž velikost pórů byla v rozmezí 10 – 150  $\mu\text{m}$ . Dále byla provedena optická metalografie, na základě které byl materiál vyhodnocen jako Silumin, což je slitina Al-Si (Obr. 7). Mikrostruktura je tvořena primárními zrny tuhého roztoku  $\alpha$  obklopenými eutektikem. Z morfologie eutektika je patrné, že se jedná o modifikovanou slitinu. Modifikace se provádí za účelem zjemnění eutektika, čímž se zlepší mechanické vlastnosti.

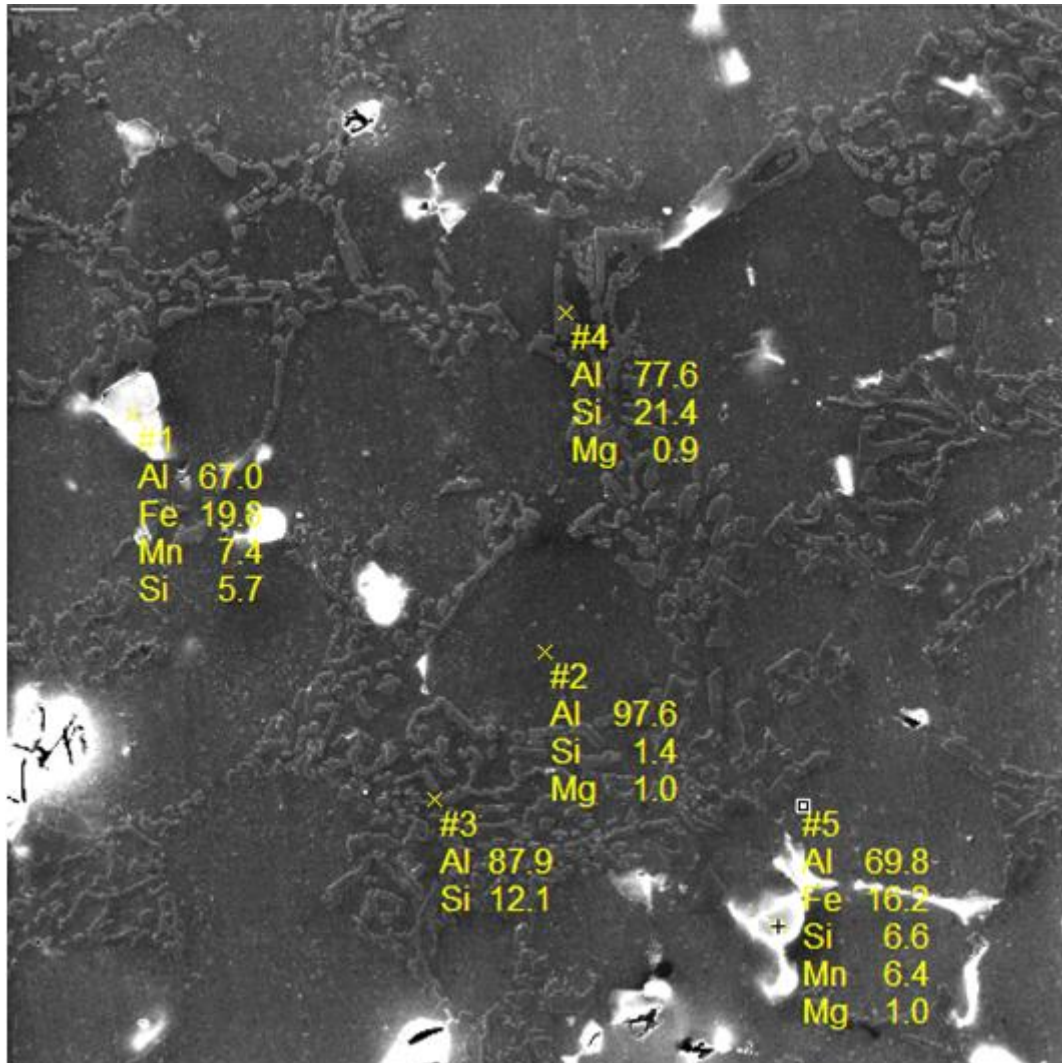


Obr. 6 Makroskopické pozorování, póry



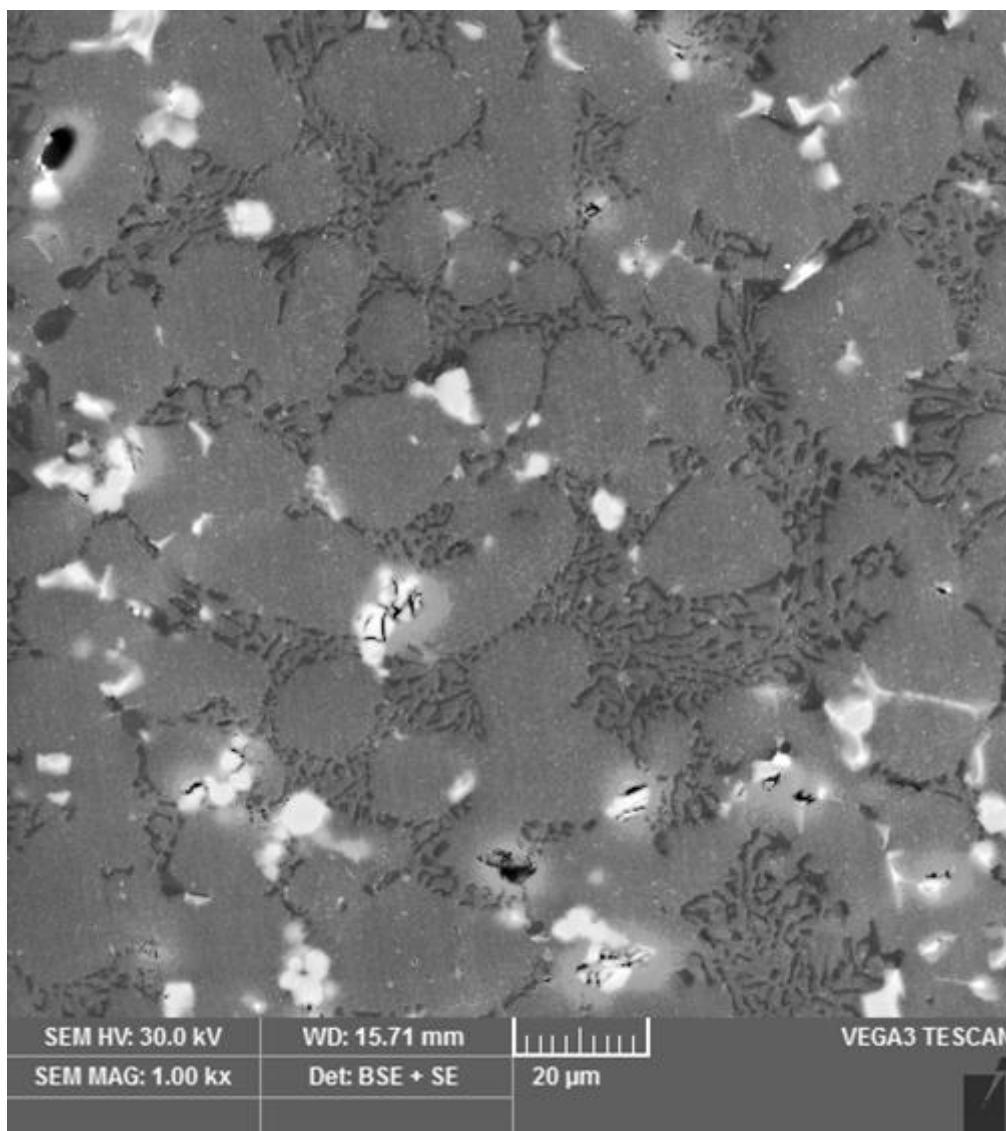
Obr. 7 Mikrostruktura slitiny pozorovaná světelným mikroskopem

Pro detailní popis hliníkové slitiny byla provedena analýza na elektronovém mikroskopu, pomocí kterého je možné dosáhnout většího zvětšení a díky detektoru EDX určit lokální chemické složení (Obr. 8). Tato analýza prokázala, že se nejedná o binární slitinu Al-Si, ale že je ve slitině přítomné malé množství manganu. Pro tyto slitiny jsou typické dobré pevnostní vlastnosti již v litém stavu a dobrá odolnost vůči korozi. Metalografické pozorování dále prokázalo velký podíl Fe vměstků, které byly patrné zejména při pozorování ve zpětně odražených elektronech. (Obr 9)



Obr. 8 Stanovení lokálního chemického složení pomocí EDX analýzy

Slitina, ze které byl válec zhotoven, byla vyhodnocena jako AL-Si-Mg podeutektoidní koncentrace. Mikrostruktura je tvořena tuhým roztokem  $\alpha$ , eutektikem a Fe vměstkami, které jsou zřejmé z Obr.8. Ty jsou výrazně tvrdší než ostatní fáze a mohou mít nepříznivý vliv na obrobitelnost, popř. na trvanlivost obráběcích nástrojů.



Obr. 9 Fe vměstky ve slitině (bílé oblasti)

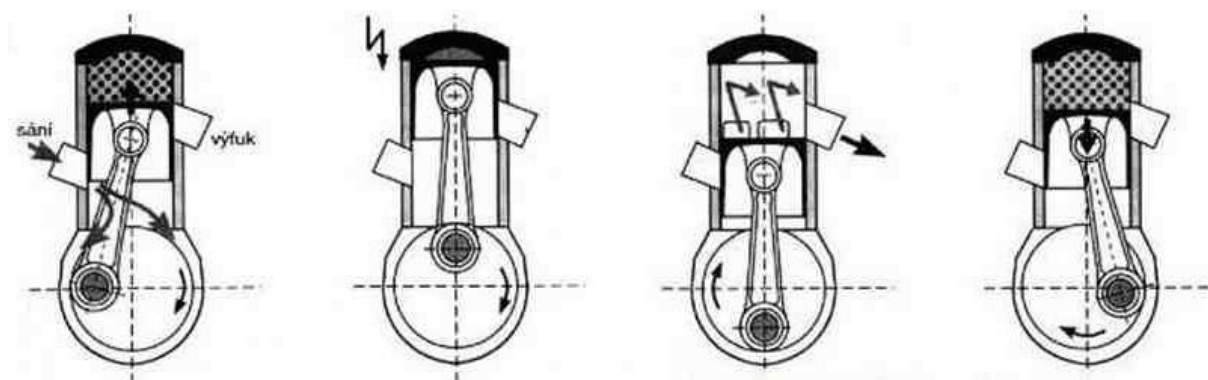
### 2.3. Dvoudobý motor

Dvoudobý spalovací motor je tepelný stroj s vnitřním spalováním, měnící energii expandujících spalin ve válci na mechanickou energii prostřednictvím vratného pohybu pístu. Přímočarý vratný posuvný pohyb pístu je prostřednictvím klikové hřídele měněn na rotační energii klikové hřídele, která přes spojku a převodovku pohání stroj, ve kterém je motor umístěn. [3]

Dvoudobý zážehový motor se takto nazývá právě kvůli své charakteristice pracovního cyklu, který probíhá ve dvou zdvích pístu při jednom otočení klikové hřídele, tj.  $360^\circ$ . Z toho vyplývá, že na jeden zdvih pístu přísluší  $180^\circ$  otočení klikové hřídele. Dvoudobý motor má 4 cykly, jež jsou sání, komprese, expanze a výfuk. Během každého zdvihu pístu probíhají dva cykly najednou, při jednom zdvihu pístu probíhá sání a komprese a na druhý zdvih připadá



expanze a výfuk. To znamená, že při porovnání dvoudobého a čtyřdobého motoru má dvoudobý motor dvojnásobný počet zdvihů. Dvoudobý motor nepotřebuje žádný přidavný mechanismus pro ovládání či řízení výplachu tj. výměny pracovního media ve válci. [3].[4]



Obr. 10 Pracovní cyklus dvoudobého zážehového motoru [2]

### 2.3.1. Činnost dvoudobého motoru [4],[5],[15]

**Sání** – sání nezačíná v okamžiku, kdy spodní hrana pístu otevře sací kanál, jak si většina lidí myslí, ale začíná ještě před otevřením sacího kanálu tím, že horní hrana pístu uzavře vyústění přepouštěcích kanálů. V tomto okamžiku vzniká v klikové skříně podtlak a pohybem pístu vzhůru tento podtlak roste až na hodnotu 0,02 - 0,04MPa. Když spodní hrana pístu otevře sací kanál, nastává nasátí pracovního media do klikové skříně. Pracovní medium je povětšinou směsí vzduchu a paliva.

**Komprese** – komprese neboli stlačování probíhá společně se sáním od té doby, kdy píst zavře výfukový kanál. V tu chvíli nastává komprese pracovního media. Pro to, aby tento cyklus mohl fungovat, je třeba dodávat energii. Energie potřebná pro tento cyklus je dodávána z kinetické energie z roztočeného klikového hřídele.

**Expanze** – expanzi neboli rozpínání zahajuje přeskočení jiskry ze zapalovací svíčky, které bývá dle nastavení předstihu (předzápalu před horní úvratí) obvykle 1,6 až 2,1mm před horní úvratí. V tu chvíli jiskra od zapalovací svíčky zažehne stlačenou pracovní směs vzduchu a paliva ve spalovacím prostoru hlavy válce. K úplnému prohoření směsi dojde až po dosažení horní úvratí. V tomto okamžiku na dno pístu působí tlak o velikosti 25 – 40MPa. Působícím tlakem se posouvá píst dolů a motor koná práci. Při posuvu pístu směrem ke spodní úvratí se uzavře sací kanál spodní hranou pístu a od tohoto okamžiku se v klikové skříně stlačuje nasátá čerstvá směs.

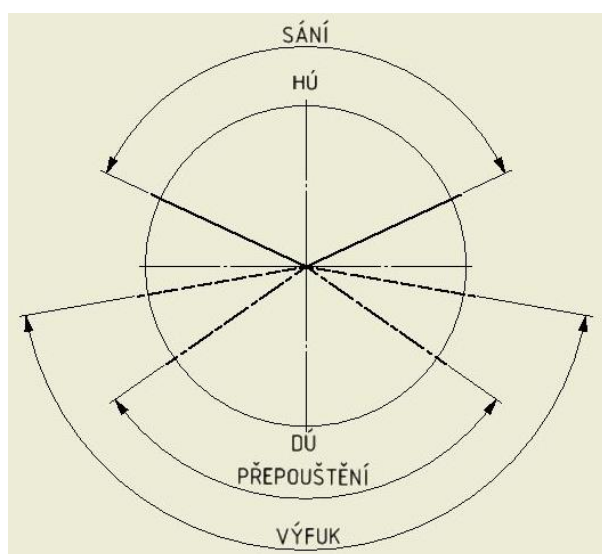
**Výfuk** – začíná, když horní hrana pístu otevře výfukový kanál, výfukové plyny odcházejí z válce do výfukového traktu. Pohybem pístu dolů se stále stlačuje nasátá čerstvá směs v klikové skříně až na hodnotu 0,03 až 0,08MPa. Když píst svou horní hranou otevře přepouštěcí kanály, stlačená čerstvá směs v klikové skříně proudí přepouštěcími kanály do pracovního prostoru válce a přitom vytlačuje zbylé výfukové plyny, které v pracovním prostoru ještě zbyly. Tvar a úhel přepouštěcích kanálů má obrovský podíl na efektivnosti vyplachování. Část čerstvé směsi unikne do výfukového traktu, ale při použití správného výfuku a vhodně zvolené rezonanční délky je zpětnou vlnou vrácena do pracovního prostoru válce.

## 2.4. Druhy ovládání rozvodu sání [5], [15]

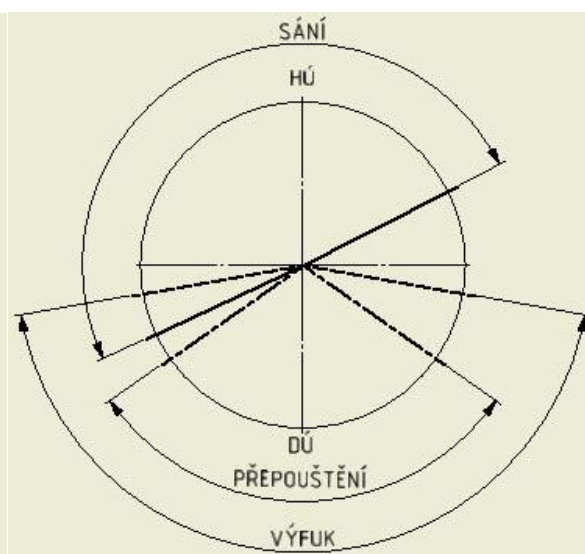
Druh ovládání rozvodu sání je zásadní pro samotnou konstrukci nejen válce a ostatních kanálů ve válci, ale i pro celkovou konstrukci motoru. Během vývoje dvoutaktních motorů se rozvod sání zásadně změnil. Nejprve byl rozvod sání symetrický, ale následně byl vyvinut nesymetrický rozvod sání.

Symetrický rozvod sání má charakteristický znak, kterým je to, že otevření a následné uzavření sacího kanálu je od horní či spodní úvrati vzdáleno o stejný úhel.

U nesymetrického rozvodu sání je již z názvu zřejmé, že otevření a uzavření sacího kanálu není symetrické. Jak je z následujících obrázků patrné, otevření a uzavření sacího kanálu není od horní či spodní úvrati vzdáleno o stejný úhel.



Obr. 11 Rozvod sání symetrický



Obr. 12 Rozvod sání nesymetrický

### 2.4.1. Rozvod pístem [5],[6]

Rozvod sání pístem je nestarší způsob, který je konstrukčně nejjednodušší. Jedná se o symetrický rozvod sání. Sací kanál musí být umístěn ve válci a není potřeba žádných dalších mechanismů, které by řídily dobu sání. K řízení sání slouží pouze samotný píst. Píst svým pohybem k horní úvrati svou spodní hranou otevře hranu sacího kanálu a při dosažení horní úvrati je otevření sacího kanálu maximální. Při zpětném pohybu pístu spodní hrana pístu uzavře spodní hranu sacího kanálu.

Velikost otevření sacího kanálu u symetrického rozvodu, kterým je samozřejmě rozvod pístem, se pohybuje v rozmezí 120° až 160°, v extrémních případech je možné sání otevřít až na 180°.

Tento způsob řízení sání se v dnešní době používá jen v malé míře a především u motorů, kde není zapotřebí dosahování vysokých výkonů, které jsou například používány v zahradní technice atd.

### 2.4.2. Rozvod jazýčkovým ventilem [14], [8]

Tento způsob rozvodu sání je v dnešní době velice populární a používá se ve většině novodobých dvoutaktních motorů. Jazýčkový ventil neboli klapka se skládá ze základní části, která je většinou ve střežovitém tvaru, a z plíšků ve tvaru jazýčku. Tyto jazýčky jsou vyrobeny z různých materiálů například z oceli, karbonu a dalších. Klapka je vložena mezi karburátor a válec. Klapka může být umístěna buď do válce, nebo do klikové skříně motoru, záleží na konstrukci motoru. Při umístění klavy do klikové skříně je nasátí směsi řízeno pouze tlakem, který působí na jazýčky klapky. Při podtlaku se jazýčky klapky otevrou a probíhá sání směsi, při změně tlaku v klikové skříně se jazýčky uzavřou a probíhá stlačení nasáté směsi. Při umístění klapky do válce se sání řídí v závislosti na pístu. Díky charakteristické schopnosti klapky při podtlaku otevřít sací kanál se dosahuje nejlepšího plnění válce, a tím se dosahuje lepších výkonových parametrů.

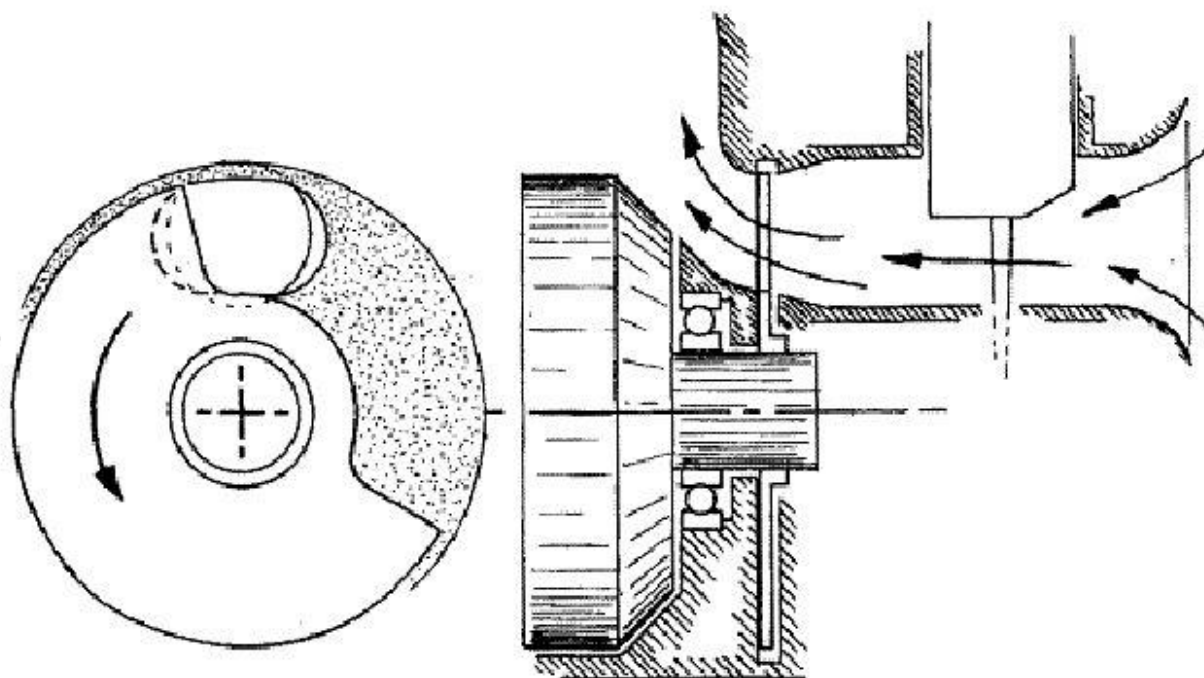
Nevýhodou jazýčkových ventilů jsou ztráty při proudění skrz tento ventil. Další nevýhodou je rozkmitání jazýčků při vysokých otáčkách motoru. Při rozkmitání jazýčků ztrácí klapka svou schopnost úplného uzavření sacího kanálu při změně tlaku ve válci a tím dochází k částečnému úniku nasáté čerstvé směsi.



Obr. 13 Membránové sání – klapa [W5]

### 2.4.3. Rozvod rotačním šoupátkem

V případě rozvodu rotačním šoupátkem se jedná o nesymetrický způsob sání. Používá se především pro motocyklové motory určené na silniční závody z důvodu konstrukčního řešení. Karburátor je umístěn z boku karteru motoru a směs proudí přímo do klikové skříně. [6]



Obr. 14 Schéma funkce rotačního šoupátka [6]

Disk rotačního šoupátka je nasazen na čepu klikového hřídele, který je ve většině případů drážkovaný, aby byla zajištěna přesná poloha disku a klikového hřídele. Disk je umístěn uvnitř klikové skříně a otáčením klikového hřídele se otvírá a zavírá sací kanál, který je umístěn z boku karteru. Dobu otevření sání určuje výřez v kotoučovém disku, jak je vidět na Obr. 14. Při stlačování pístu, díky kterému dochází k vytvoření přetlaku, se disk přitlačí na stěnu klikového prostoru, kde je výstup sacího kanálu, a při vytvoření podtlaku se disk od stěny karteru nepatrně odtáhne, ale časování sání se tímto neovlivní.[5], [6]

Rotační disky jsou v dnešní době hlavně z oteruvzdorných a lehkých materiálů, kvůli otěru o stěnu karteru. Hmotnost disku je velmi důležitý faktor pro vyvážení klikového hřídele. Při použití nevhodného materiálu, který by byl těžší, než by bylo zapotřebí, by vznikl nevyvážek díky nesymetrickému tvaru disku a při roztočení klikového hřídele by vznikaly nevhodné vibrace. Materiál, který se dnes hojně používá, je nazýván karbon.[3]

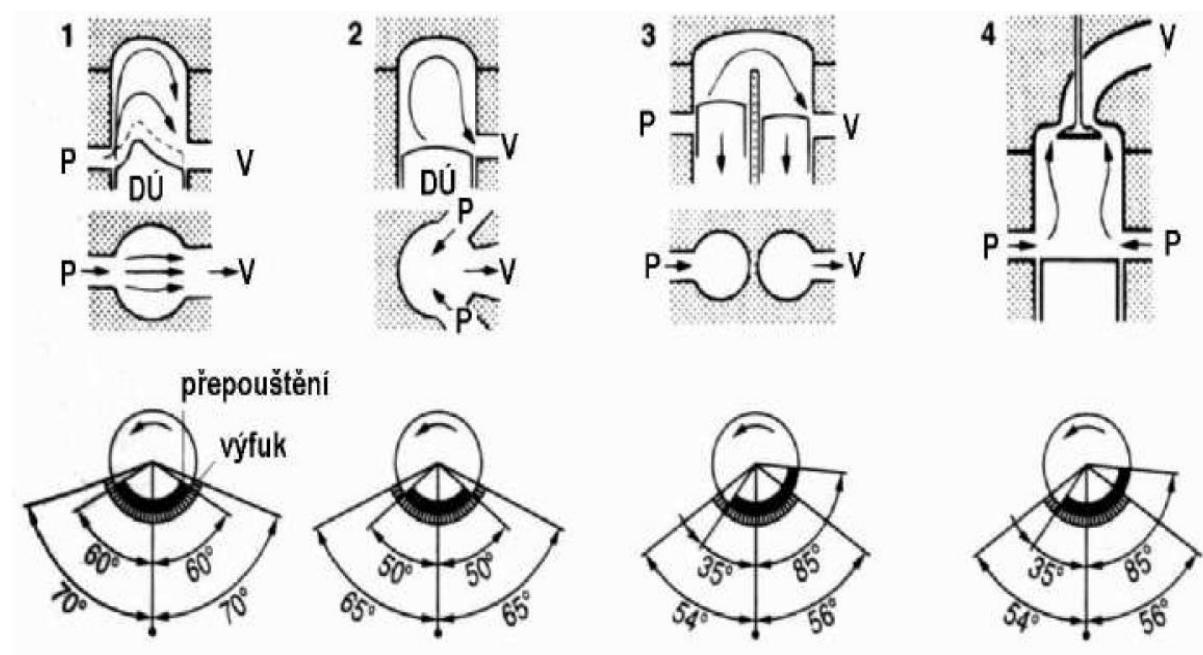


Obr. 15 Karbonový disk rotačního šoupátka [W4]

Jeden z hlavních důvodů, proč se tento typ sání používá je ten, že změna časování sání je velice jednoduchá. Změna je uskutečněna výměnou rotačního disku a díky tomu je možno snadno docílit ideálního časování sání. Dalším důležitým parametrem je velice krátká délka sacího potrubí, a to je důvodem minimálních ztrát v sání. [3]

## 2.5. Vyplachování

Vyplachování je složitý a mnohdy podceňovaný děj, který má radikální vliv na výkonové parametry. Některé z faktorů, jež jsou nadměrně důležité pro správné vyplachování, jsou celistvost, souměrnost a vhodné nasměrování vyplachovacích proudů. U dvoudobých motorů je k řízení vyplachování ve většině případů použita horní hrana pístu. Přepouštění zastává v dvoutaktním motoru  $100^\circ$  až  $130^\circ$  natočení kliky, což je v poměru k sání či výfuku rychlý děj. Před otevřením přepouštěcích kanálů píst nejdříve svou horní hranou otevře okno výfuku a tím ve válci poklesne tlak. Následně mohou být otevřeny přepouštěcí kanály a poté může nastat přepouštění čerstvé směsi z prostoru klikové skříně. Během rozvoje spalovacích motorů bylo vyvinuto mnoho způsobů vyplachování, ale v praxi se uchytilo pouze několik. Způsoby vyplachování jsou vidět na Obr. 16. Přímé, vratné, souproude vyplachování. [2], [3], [4]



Obr. 16 Způsoby vyplachování [2]

V následující stati budou popsány pouze způsoby vyplachování používané pro dvoutaktní motory:

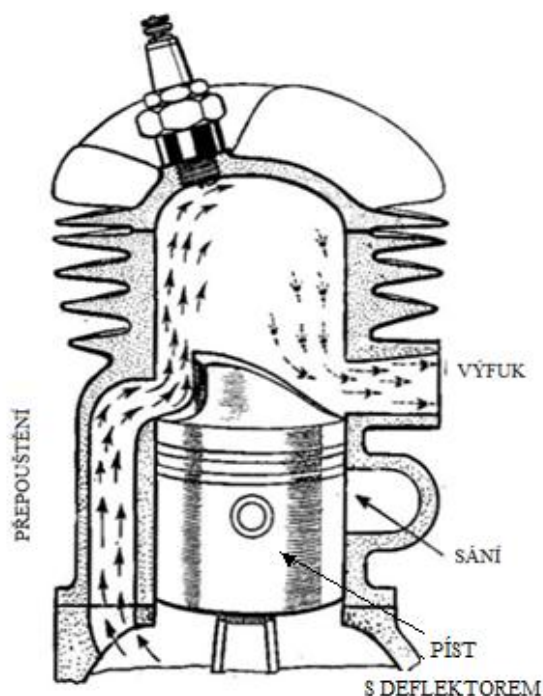
- přímé vyplachování
- vratné vyplachování

### 2.5.1. Přímé vyplachování

Jedná se o nejstarší způsob přepouštění, které bylo použito u dvoutaktního motoru. Tento způsob vyplachování se využíval především u motorů, které byly vyrobeny před druhou světovou válkou. Název příčné vyplachování vznikl proto, že přepouštěcí kanál je přímo naproti výfukovému. K nasměrování čerstvé směsi slouží píst, který má na svém dně tvarovou plochu tzv. deflektor. Deflektor by měl být větší nežli je výfukový kanál, aby zajistil, že čerstvá směs nepůjde rovnou do výfuku, ale bude nasměrována do spalovacího prostoru v hlavě. Nevýhodou tohoto způsobu vyplachování je nízká účinnost z důvodu úniku čerstvé směsi do výfuku přes deflektor. Spalovací prostor musí mít negativní tvar deflektoru a tato skutečnost nedovoluje zvýšení stupně komprese. Velkou nevýhodou je zvýšené opotřebení na jedné straně válce nesouměrným rozložením hmotnosti pístu kvůli deflektoru. [3].[2]

Na Obr. 17 je zřejmý princip tohoto způsobu vyplachování.

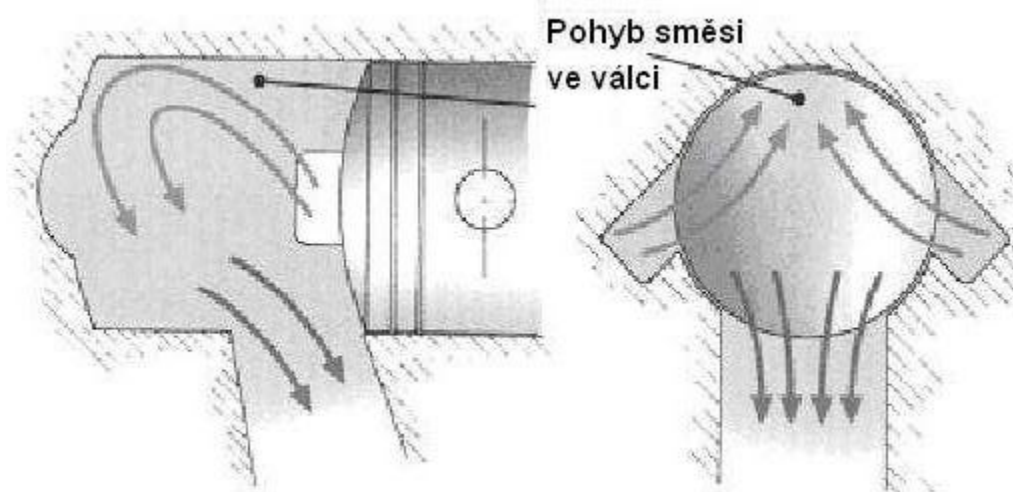




Obr. 17 Přímé vyplachování píst s deflektorem [W6]

### 2.5.2. Vratné vyplachování

Tento způsob vyplachování je nejúčinnější, který byl do dnešní doby vynalezen. Pojmenování vratné vyplachování bylo odvozeno od pohybu směsi ve válci. Čerstvá směs vystupuje z přepouštěcích kanálů pod určitým úhlem a následně směs pokračuje v pohybu ke spalovacímu prostoru, při tomto pohybu vytlačuje spaliny do výfuku. Když se čerstvá směs dostane do spalovacího prostoru, tak se zde vykoná vratný pohyb a směs směřuje zpět k výfukovému kanálu a při tom část směsi unikne do výfukového systému. Většinu čerstvé směsi, která unikla do výfuku, vrátí rezonanční vlna z výfuku zpět do pracovního prostoru válce při předpokladu použití vhodného výfuku. [3],[4], [13]



Obr. 18 Pohyb směsi ve válci [13]

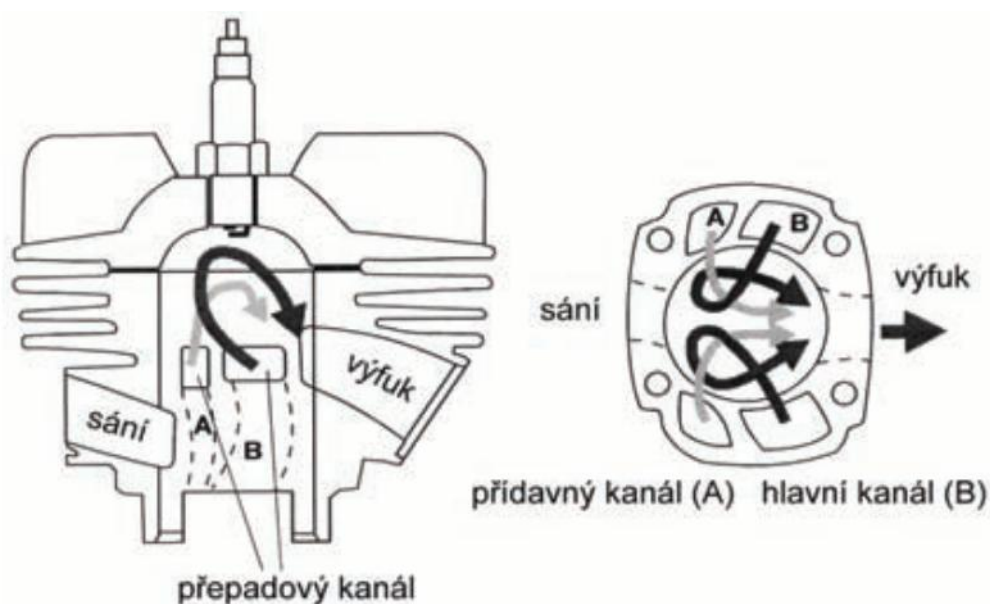
Při vratném vyplachování není potřeba žádných přídavných mechanismů, jimiž jsou například vačky, vahadla a ventily při vyplachování sou proudím, které se používá ve 4 – taktních motorech. Vratné vyplachování je taktěž jednodušší než přímé, které potřebuje pro svou správnou funkci již zmíněný deflektor na dně pístu. Píst pro tento způsob má rovné nebo půlkulaté dno, jak je vidět na Obr. 19. [3]



Obr. 19 Použitý závodní píst s půlkulovým dnem

Nejjednodušší provedení pro vratné vyplachování bylo vynalezeno dvoukanalové, které se uchytilo a používá se i v dnešní době, díky své jednoduchosti dodržení geometrie a především symetričnosti pravého a levého přepouštěcího kanálu. Dvoukanalové provedení je vidět na Obr. 18. Postupem času bylo přepouštěcích kanálů stále více, každý výrobce dnešních dvoutaktních motorů si vyvinul svůj nevhodnější počet kanálů a i jejich rozmístění. [2], [8]

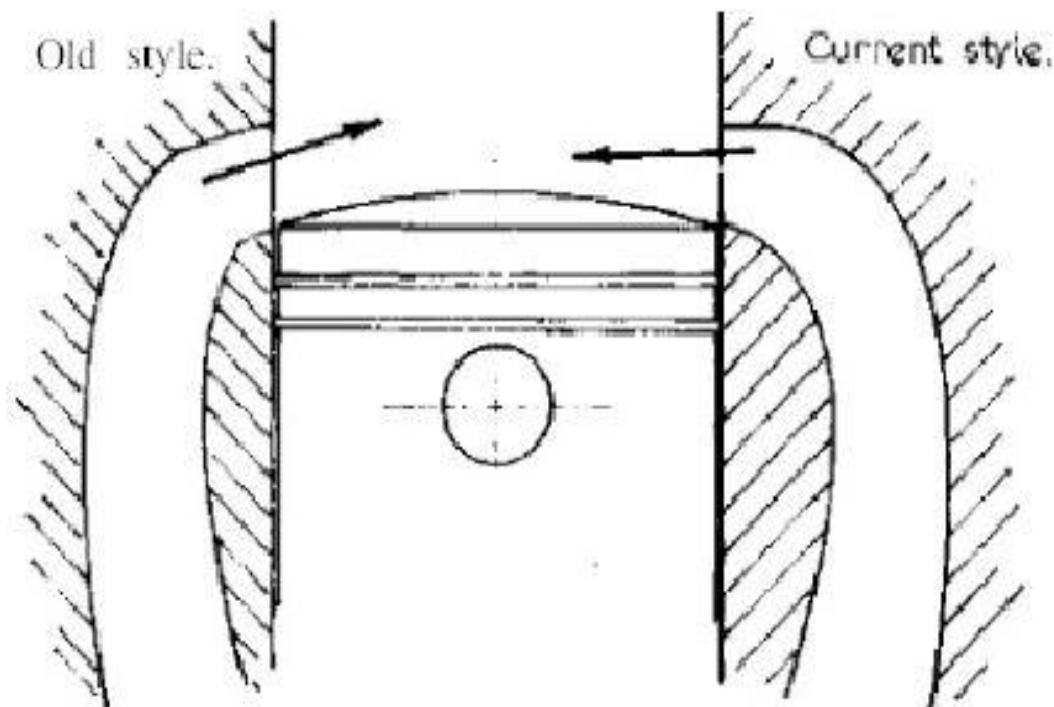
Na Obr. 20 je vyobrazen princip a rozmístění přepouštěcích kanálů firmy Yamaha.



Obr. 20 Princip čtyř - kanalového vyplachování Yamaha.[2]



Velmi důležitý parametr pro správné vratné vyplachování je hlavní výstupní úhel přepouštěcích kanálů. Nejprve byl tento úhel směřován co nejvíce na spalovací prostor, z důvodu, aby čerstvá směs co nejméně unikala do výfuku. Postupem času se pohled na věc rapidně změnil a hlavní úhel přepouštěcích kanálů byl nasměrován kolmo na píst, čehož se v dnešní době využívá nejvíce. Na Obr. 21 je vidět zřejmý rozdíl v trendu směřování přepouštěcích kanálů. [6]

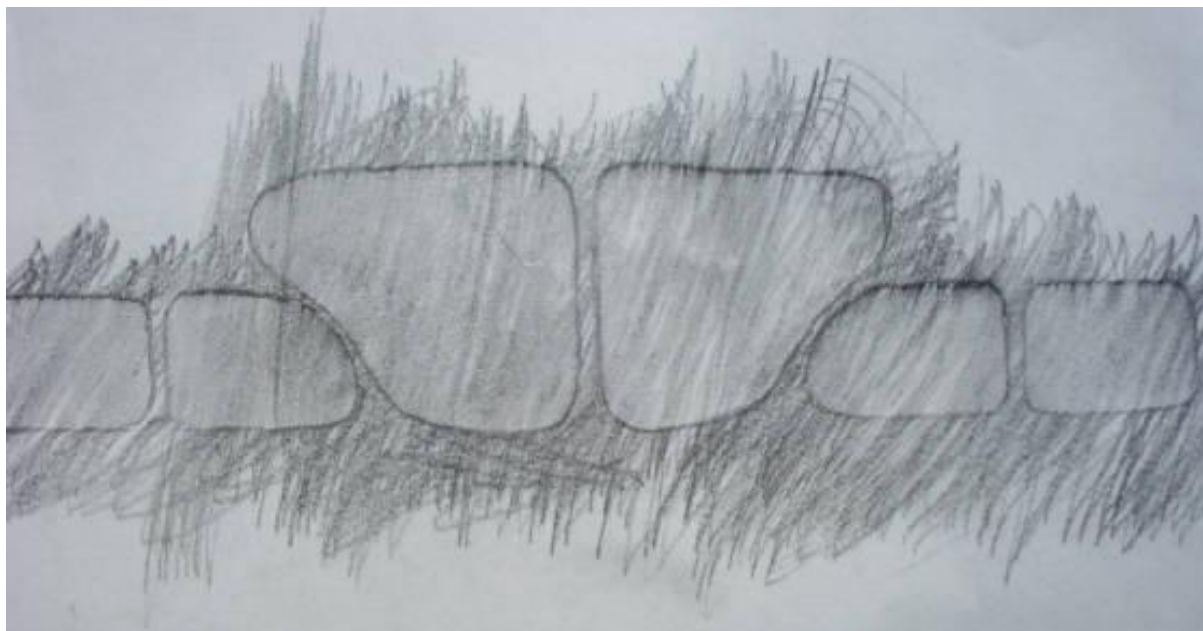


Obr. 21 Směrování úhlů přepouštěcích kanálů [6]

Vhodným rozmístěním a zlepšením parametrů výplachu bylo dosaženo vyšších otáček, a tím znatelně narostl výkon motoru oproti jiným způsobům vyplachování, přičemž měrná spotřeba paliva rapidně klesla.

## 2.6. Rozvin válce

Rozvin válce se používá pro zjištění časování kanálů, dále k určení tvaru výstupních okének do válce a k určení velikosti plochy kanálů. Tento způsob není nejpřesnější pro určování časování přepouštěcích i ostatních kanálů ve vložce válce, ale je velice jednoduchým a účinným nástrojem, který je možné použít pro jakýkoliv dvoutaktní motocyklový válec, ať s vložkou či bez vložky. Ovšem přesnější použití tohoto nástroje je při zjišťování tvaru výstupních oken ve vložce válce, ale hlavní důvod, proč se tento nástroj hojně využívá, je velice snadné odečtení rozvinuté plochy všech kanálů ve vložce válce.



Obr. 22 Část rozvinu válce Honda RS 125R rok výroby 1992 [W3]

### 2.6.1. Postup pro tvorbu rozvinu válce:

Nejprve je změřen vnitřní průměr litinové vložky a poté dle vztahu pro obvod válce je spočtena délka rozvinu.

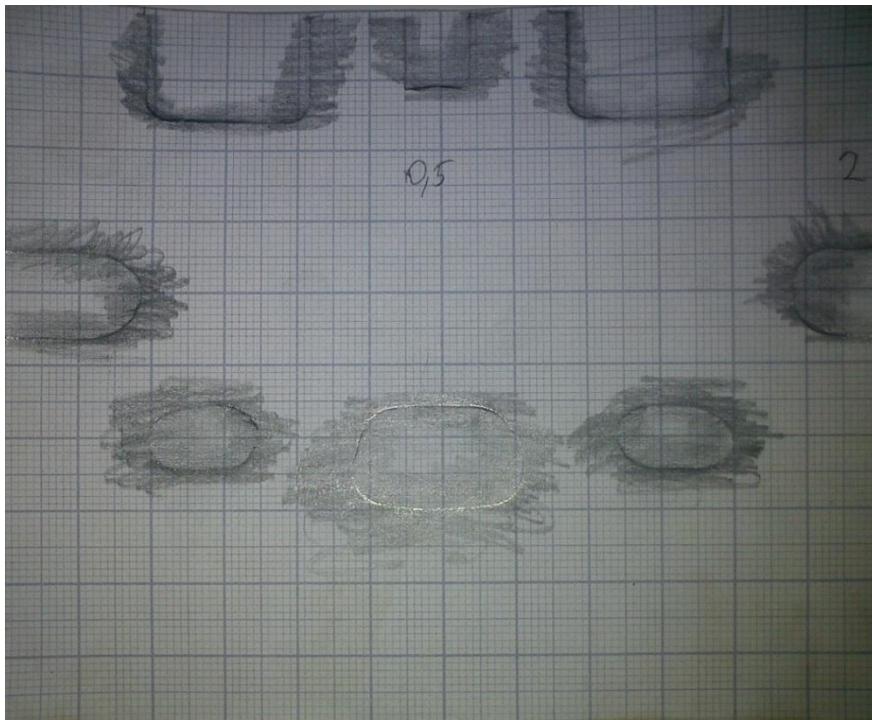
$$O = \pi * d$$

$$O = \pi * 38,00$$

$$O = 119,38mm$$

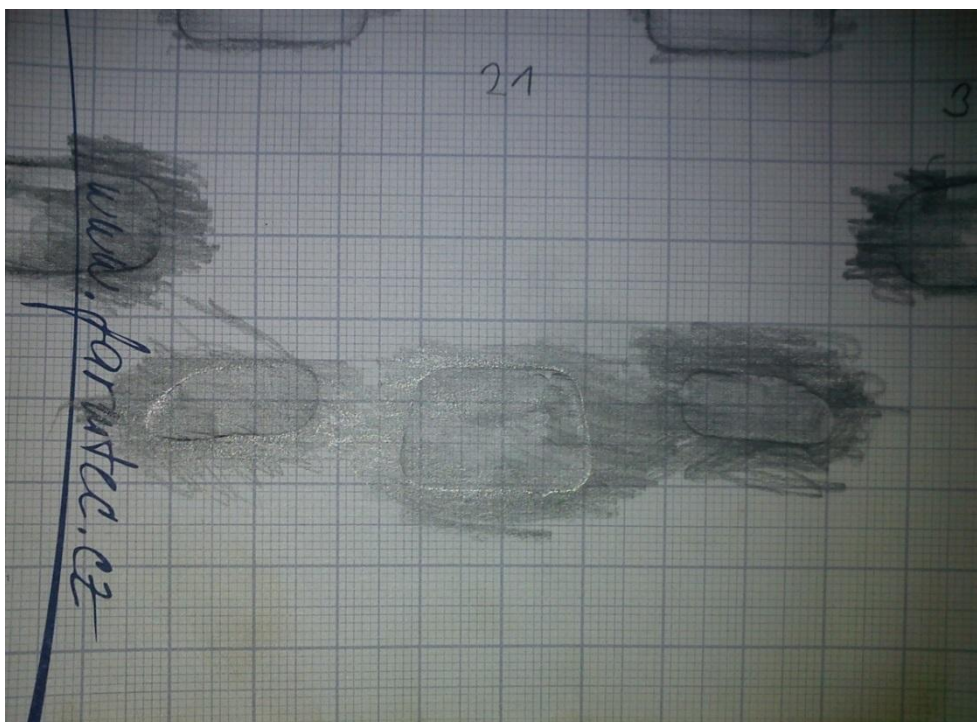
Následně je z milimetrového papíru vystřižený obdélník s jednou stranou dle spočteného obvodu a s druhou stranou odpovídající výšce válce. V tomto případě je výška vložky válce 100mm. Nyní je milimetrový papír stočen do válce potiskem dovnitř a vložen do vložky válce. Oba konce milimetrového papíru jsou slepeny lepicí páskou a ta se nechá přečnivat přes milimetrový papír a tímto přečnívajícím koncem se zajistí poloha přilepením na válec. Dělicí rovina papíru se nejčastěji dává přes sání, které většinou není předmětem zkoumání. Následně je měkkou tužkou č. 1 jemně přejížděno přes kanály do té doby, než jsou všechny hrany kanálů obkresleny na milimetrový papír. Když jsou všechny hrany kanálů dostatečně obkresleny, je izolepa odstraněna z válce. Následně je milimetrový papír vytažen z vložky válce a poté je odstraněna lepicí páska. Nyní se milimetrový papír s obkreslenými kanály rozloží a rozvin je hotový. Nyní je možno změřit z rozvinutého válce plochu kanálů a přibližný tvar.

### 2.6.2. Rozvin válce 05



Obr. 23 Rozvinutý válec jawa 05

### 2.6.3. Rozvin válce 21



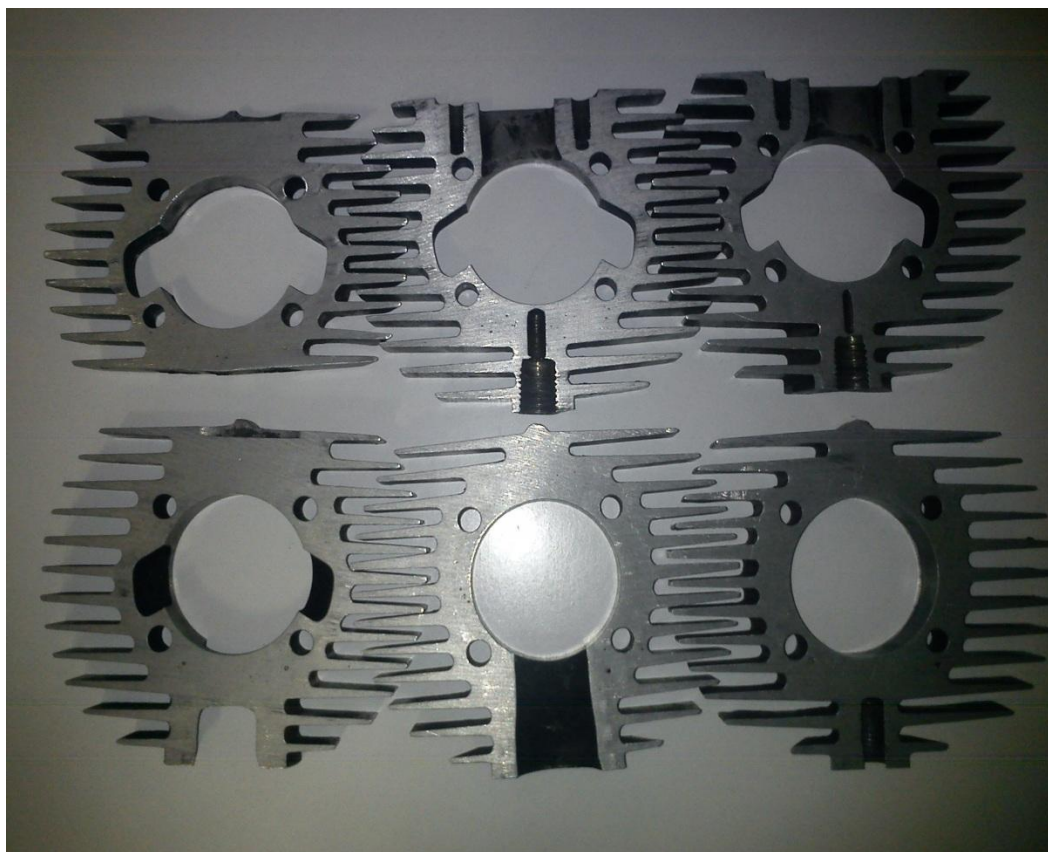
Obr. 24 Rozvinutý válec jawa 21

Při porovnání obou zmiňovaných typů válců jak 05, tak 21 je zřejmé, že pro další úpravu přepouštěcích kanálů je vhodnější válec typu 05, díky svým menším přepouštěcím oknům v litině vložce válce, ale i kvůli velkému zúžení přepouštěcích kanálů, jak již bylo zmíněno ve statí 1.1. Současný stav. U tohoto typu válce je více materiálu na odebrání, díky jeho velkému zúžení a schůdku u výstupu z přepouštěcích kanálů. Proto je tento typ válce vhodnější pro zkostruování nového tvaru přepouštěcích kanálů, oproti typu válce 21, kde by byly nové přepouštěcí kanály více limitovány původním tvarem a velikostí.

## 2.7. Vymodelování válce

Pro následnou výrobu nových přepouštěcích kanálů bylo potřeba udělat 3D model obalu válce a poté do tohoto tělesa vymodelovat sériový tvar přepouštěcích kanálů pro další práci.

Nejprve bylo zapotřebí s určitou přesností změřit tvar celého obalu válce. Neboť je to velice tvarově složité těleso, nebylo možné pomocí běžně dostupných přístrojů tento celek změřit. Bylo rozhodnuto, že se starý lehce poškozený válec nechá nařezat na plátky o stejné tloušťce a tyto plátky se poté jednoduše změří pomocí digitálního posuvného měřítka a dalších běžně dostupných měřících přístrojů. Poškození válce, který byl vybrán pro rozřezání, je zřejmé na druhém a třetím plátku na Obr. 26. Šlo o stržení závitů u výfuku. Tyto stržené závity se někdo snažil opravit zvětšením díry a vyříznutím většího závitu, který byl následně taktéž stržen.



Obr. 25 Nařezaný válec na plátky

Pro správné odečítání polohy na skutečném nerozřezaném válci, když bylo měření prováděno na nařezaných plátcích, bylo potřeba počítat s prořezem pilového plátku, který byl 1,2mm.



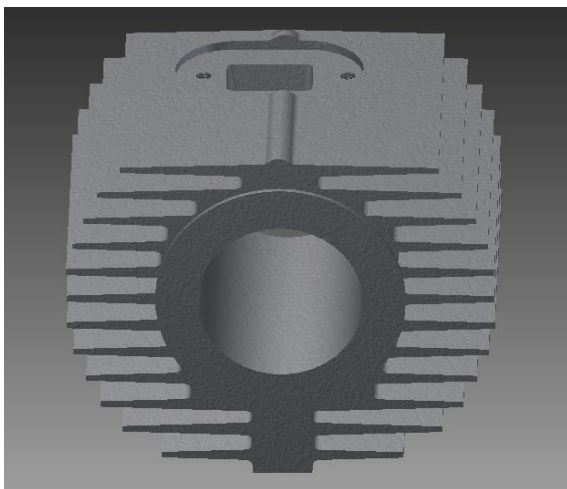
Pro vymodelování byl zvolen program Inventor Professional 2011 od firmy Autodesk, který se v nynější době dostává do popředí mezi takové programy jako jsou Catia V5R, Pro engineer, Solidworks a NX, které patří mezi špičku v programech pro 3D modelování.

Nejprve bylo proměřeno žebrování válce a poté bylo vymodelováno, od tohoto žebrování se odvíjelo celé modelování válce. I přes rozřezání válce na plátky a oměřování rozměrů z plátků, nebylo možné změřit všechny rozměry naprosto přesně, ale tyto rozměry nemají nijak významný vliv na funkci.

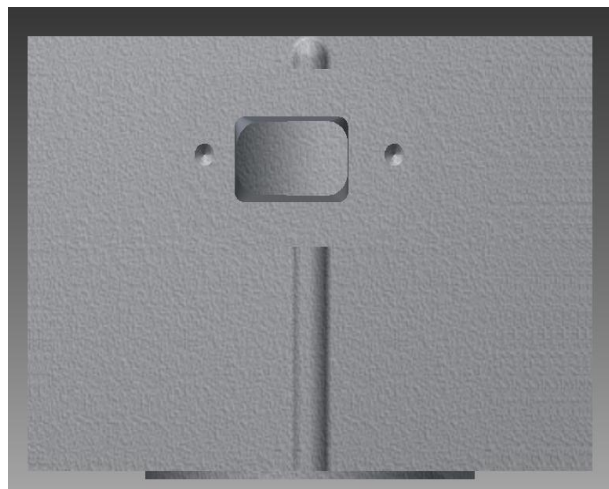


*Obr. 26 Modelování – žebra*

Nyní se modelování zameřilo především na horní stranu válce, kde se nachází dosedací plocha pro karburátor a sací kanál.



*Obr. 27 Modelování - sací kanál*



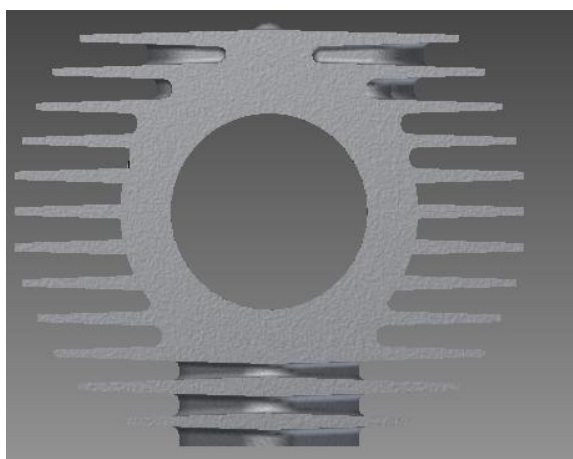
*Obr. 28 Modelování - sací kanál z horní strany*

Jak již bylo výše uvedeno, některé rozměry nebylo možné změřit přesně, ale pouze informativně. Nejlépe to demonstruje velký náletek mezi prvním a druhým žebrem a mezi druhým a třetím žebrem u sacího kanálu. Tento náletek je tvarově velice rozmanitý a především není osově symetrický, což byl zásadní problém pro změření.

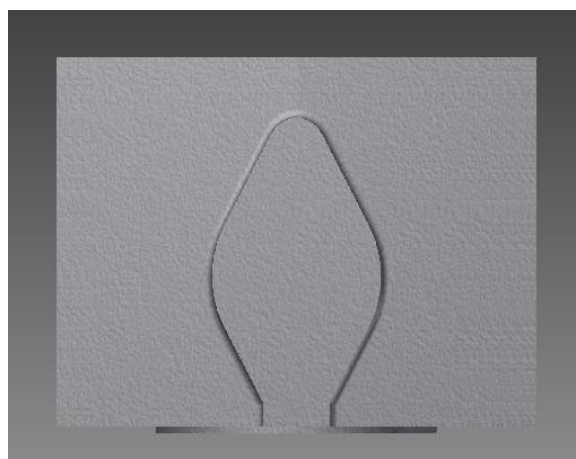


*Obr. 29 Modelování - sací kanál náletek*

Modelování se přesunulo na opačnou stranu válce, kde se nachází výfukový kanál. Modelování bylo symetrické podle osy válce, takže nenastal stejný problém jako při modelování sacího kanálu.



*Obr. 30 Modelování - výfukový kanál*



*Obr. 31 Modelování - výfukový kanál ze spodní strany*

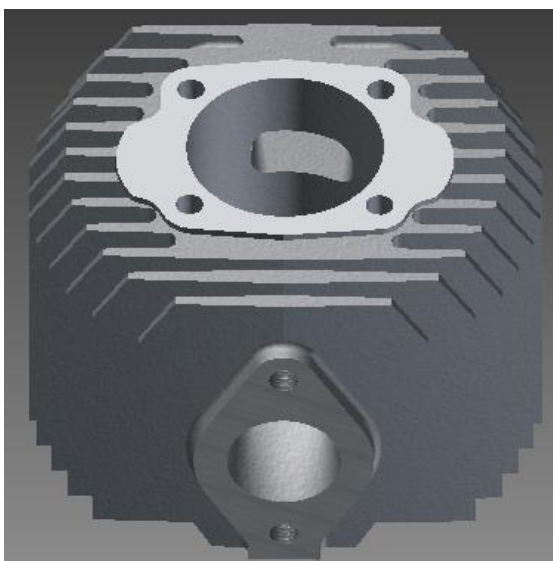
Na obr. 32 je modře vyznačen tvar výfukového kanálu, který byl vytvořen pomocí funkce šablonování, která propojuje náčrty v různých vzdálenostech a tvar je z těchto náčrtů vytažen podél řídicí trajektorie. Tato funkce je velmi náročná na to, aby řídicí trajektorie procházela všemi náčrty. Když tomu tak není, tak buď napíše chybovou hlášku, nebo vytvoří nesmyslnou

tvarovou plochu. Na tomto obrázku v pravé horní části je také dobře vidět náletek sacího kanálu.

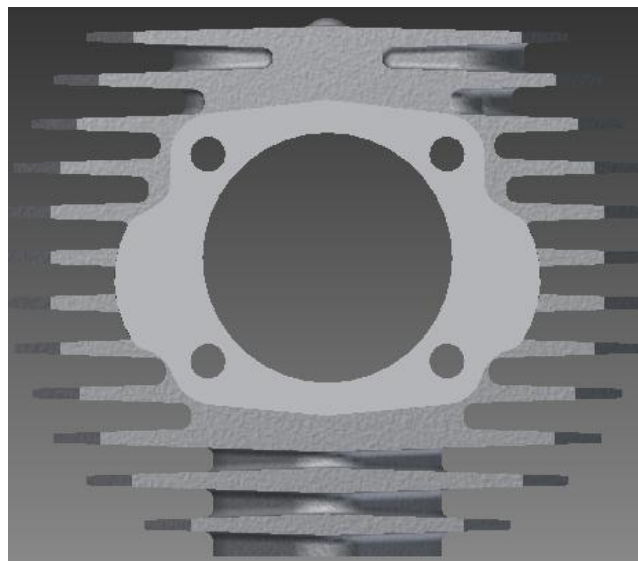


Obr. 32 Modelování - Výfukový kanál šablonování

Jako další operace byla modelována dosedací plocha válce na kartery motoru. Tato plocha má svůj obrys dosti složitý a měření nebylo vůbec jednoduché. Rádiusy, které na tomto obrysu jsou, byly změřeny rádiusovými měrkami, ale některé z nich nebyly úplně přesně dle měřky, ale to na funkci nemá vliv (zda má rádius hodnotu 2,5 nebo 2,8mm). Poté byly vytvořeny ve válci díry pro svorníky.

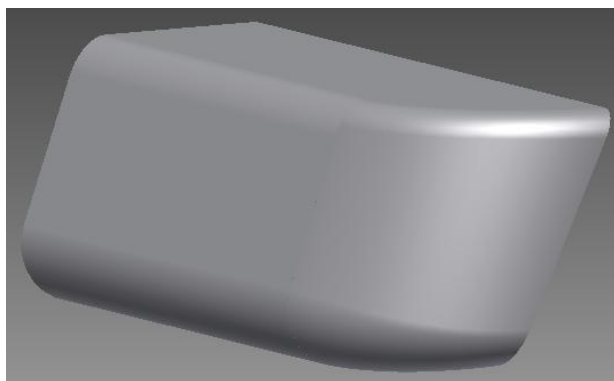


Obr. 33 Dosedací plocha 1

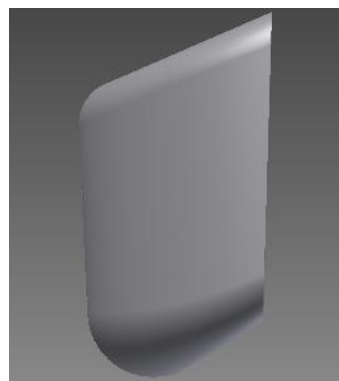


Obr. 34 Dosedací plocha

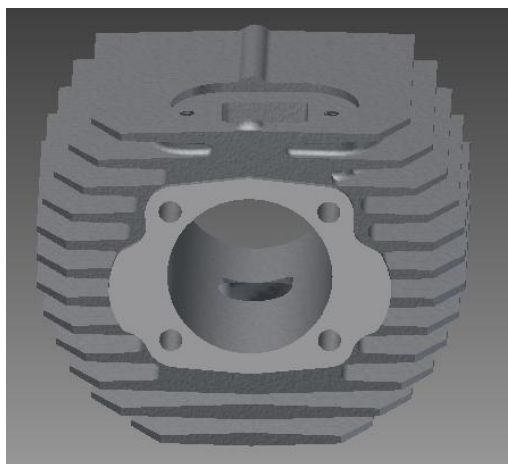
Pro modelování přepouštěcích kanálů byla zvolena jiná taktika, protože ve stavu, kdy by se do tohoto modelu měly modelovat přepouštěcí kanály, je už model velice složitý a práce s ním je náročná na hardware. Proto byly přepouštěcí kanály vytvořeny jako negativ a následně pomocí funkce odvodit byly z tělesa válce vyříznuty. Pomocí funkce odvodit byl vložen negativ kanálů do modelu tělesa válce a následně pomocí funkce kombinovat se těleso válce označilo jako základní a přepouštěcí kanály jako řezný nástroj a byl zvolen rozdíl těchto těles. Následně byl tvar přepouštěcích kanálů vyříznut v tělese válce.



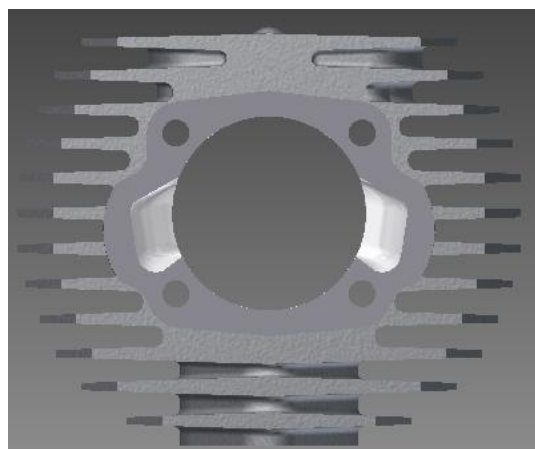
Obr. 35 Přepouštěcí kanál natočený



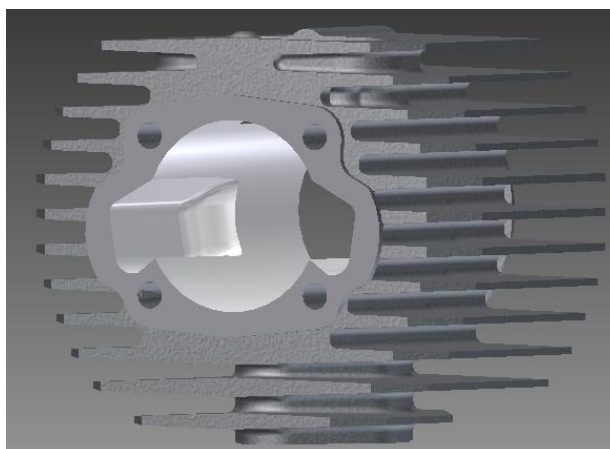
Obr. 36 Přepouštěcí kanál z čela



Obr. 37 Těleso válce bez přepouštěcích kanálů



Obr. 38 Válec s přepouštěcími kanály



Obr. 39 Válec s přepouštěcími kanály natočen



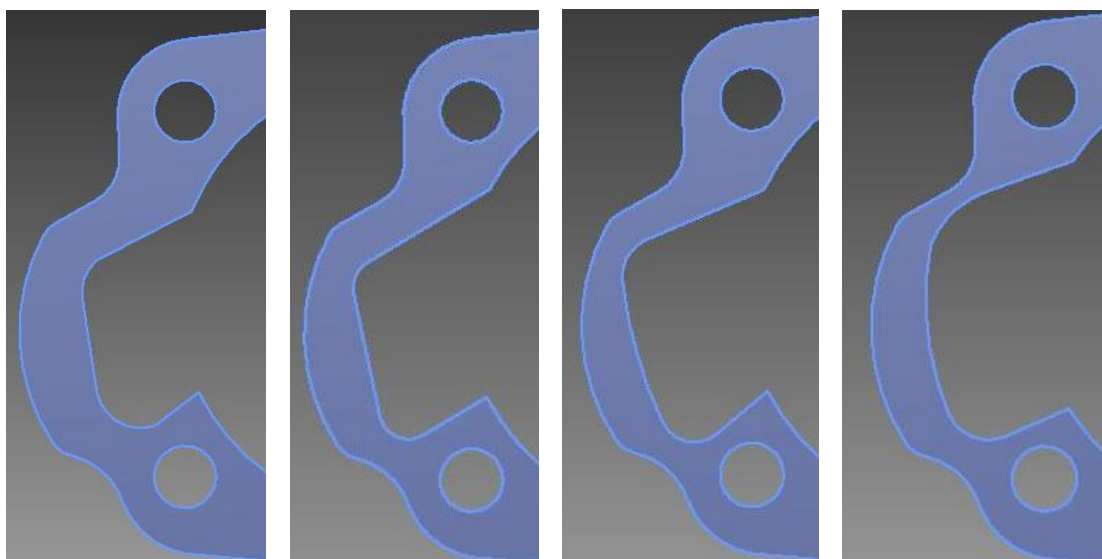
### 3 Konstrukční návrh

#### 3.1. Návrhy vstupů přepouštěcích kanálů

Při návrhu tvaru přepouštěcích kanálů bylo zapotřebí vycházet z toho, že tvar stávajících přepouštěcích kanálů, které jsou v tělese válce z výroby předlity, toto je třeba uvažovat jako výchozí polotovár pro nový návrh přepouštěcích kanálů. V dnešní době internetu se inspirace pro tvorbu přepouštěcích kanálů hledá velmi jednoduše, ale většina přepouštěcích kanálů, které se na internetu objevují, jsou z motocyklů sloužících pro běžný provoz. Při pohledu do novodobých závodních válců je zřejmé, že takovéto tvary by bylo velice těžké implementovat do tohoto odlitku.

Některé znaky z novodobých přepouštěcích kanálů nebude velký problém využít i v tomto velmi omezeném případě. Nejvíce limitující parametr tohoto válce je rozteč děr pro svorníky, avšak ani nálitek na stěně přepouštěcích kanálů není nijak závratně velký. Při výrobě tohoto válce nikoho zřejmě nepadlo, že se na tomto motocyklu budou jezdit závody a už vůbec ne, že by někdo tento válec chtěl upravovat po více jak 45 letech od výroby prvního kusu.

Nejprve bylo navrženo několik vstupních tvarů přepouštěcích kanálů. Každý jednotlivý tvar nově navržených přepouštěcích kanálů byl vytvořen s přihlédnutím na to, že následný tvar přepouštěcího kanálu bude mít zužující se charakter, i když většina dnešních novodobých válců má rozšiřující tvar přepouštěcích kanálů, jak je zřejmé z Obr. 21 v sekci vratné vyplachování. Následně bylo přihlédnuto při konstrukci těchto vstupů na to, aby každý vstup měl rozdílný tvar a tím byla v návrhu obsažena co největší rozmanitost tvarů.



Obr. 40 Sériový vstup

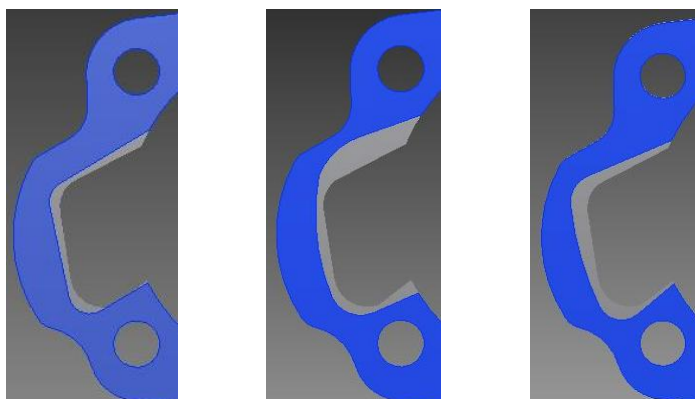
Oobr. 41 Vstup 1

Obr. 42 Vstup 2

Obr. 43 Vstup 3

Následně po vytvoření vstupů přepouštěcích kanálů byla provedena konfrontace navržených vstupů se vstupem sériovým. Modrou barvou jsou vyznačeny nově navržené vstupní tvary a šedou barvou má sériový tvar vstupu přepouštěcích kanálů. Tyto dva tvary byly vloženy do sestavy a pomocí vazeb se nastavily přes sebe, aby bylo jasně vidět, zda nově navržený tvar v sobě obsahuje celý sériový tvar vstupu přepouštěcího kanálu, nebo se tyto tvary protínají. Po konfrontaci nově navržených tvarů vstupů přepouštěcích kanálů bylo zřejmé, zda nově navržený tvar je vhodný pro odlitek sériového válce. Z tohoto malého testu vyšlo, že všechny

navržené varianty vstupů přepouštěcích kanálů prošly tímto testem, jak je vidět na Obr. 44, 45, 46.



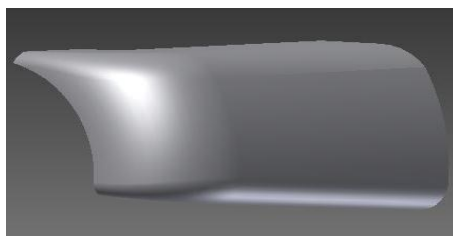
*Obr. 44 Konfrontace 1*

*Obr. 45 Konfrontace 2*

*Obr. 46 Konfrontace 3*

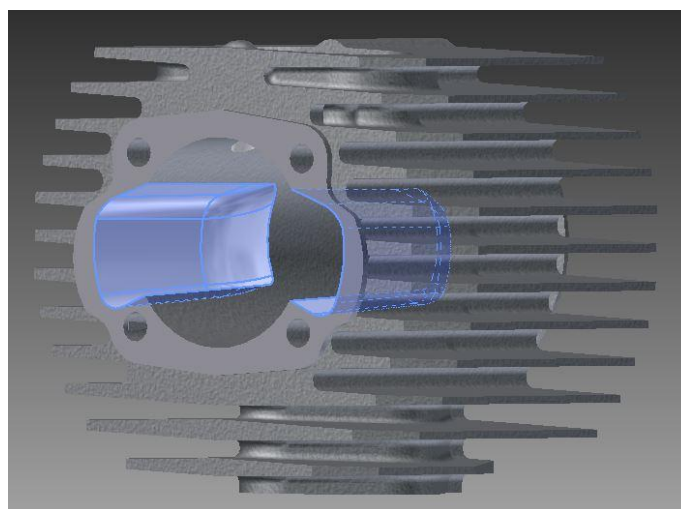
Výběr nejvhodnějšího vstupu přepouštěcího kanálu je zpracován v oddílu 5.2 Výběr nejvhodnějšího tvaru vstupu.

Pro další pokračování v modelování přepouštěcích kanálů byl vybrán a lehce upraven, dle doporučení, tvar, který je vidět na Obr. 44, ještě před upravením. Tento tvar byl vytažen pod úhlem, aby byl dodržen poměr vstupního průřezu kanálu k výstupnímu průřezu 0,6. Tento tvar byl vytažen do hloubky 37mm a poté byl vytvořen výstupní rádius přepouštěcího kanálu, který byl vytvořen o velikosti 15mm. Následně byl tento přepouštěcí kanál pomocí zrcadlení překopírován, jak je vidět na Obr. 48.



*Obr. 47 Přepouštěcí kanál upravený - natočen*

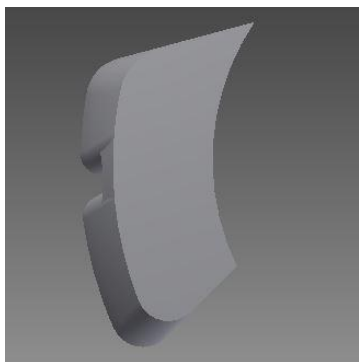
Vytvoření tělesa válce bylo vytvořeno stejným způsobem jako v sekci 1.7 Modelování válce.



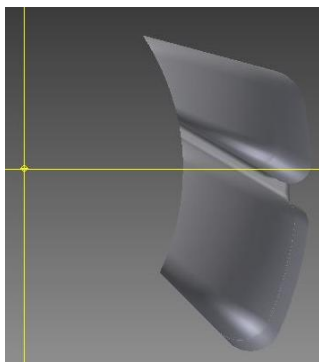
*Obr. 48 Upravený válec*

### 3.2. Čtyř kanálové provedení

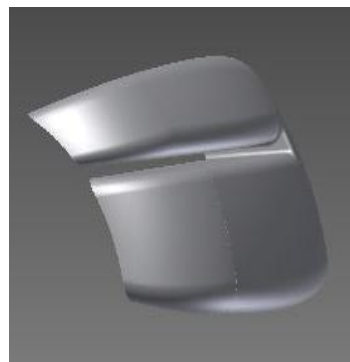
Pro zvýšení účinnosti vyplachování bylo navrženo čtyř kanálové provedení přepouštěcích kanálů. Tento způsob vyplachování zapříčinil zvýšení objemu přepouštěné směsi, ale především měl za následek dva oddělené proudy vstupující do pracovního prostoru válce, které mohou být nasměrovány pod jinými úhly. Tímto může být docíleno vhodnějšího vyplachování, ale vždy to tak není. Při špatném nasměrování proudů směsi může být vyplachování horší než při použití dvou kanálového provedení. Z důvodu špatně zvolené polohy svorníků válce, kdy nebyla předpokládána možnost další úpravy tohoto válce, je čtyř kanálové provedení velice omezené. Díky tomuto omezení byla potřeba vytvořit vhodný tvar přepouštěcích kanálů, který by byl možný vytvořit do originálního odlitku. Po konzultaci s odborníky z praxe bylo doporučeno vytvořit přepouštěcí kanály bez ohledu na stávající sériové, které jsou ve válci předlity. Stávající kanály se zavaří metodou TIG a frézování kanálů bude začínat do tělesa válce bez přepouštěcích kanálů. Tento předpoklad hodně ovlivnil konstrukci kanálů. Bylo částečně použito směřování směsi z novodobých válců, které slouží pro závodní účely. Mezi hlavní charakteristické znaky novodobých válců patří rozšiřující se přepouštěcí kanály, které jsou ve tvaru na sebe navazujících rádiusů, jak je vidět na Obr. 51. Spodní úhel výstupu do pracovního prostoru válce byl konstruován nad osu válce, jak je vidět na Obr. 50. Výstupní úhel, jenž je vidět na obr. 3 u pravého kanálu, je opravdu velmi důležitý, proto byl po konzultaci zvolen úhel spodního kanálu  $5^\circ$  a horního kanálu  $12^\circ$ .



Obr. 49 4K zespoda



Obr. 50 4K zepředu



Obr. 51 4K z boku



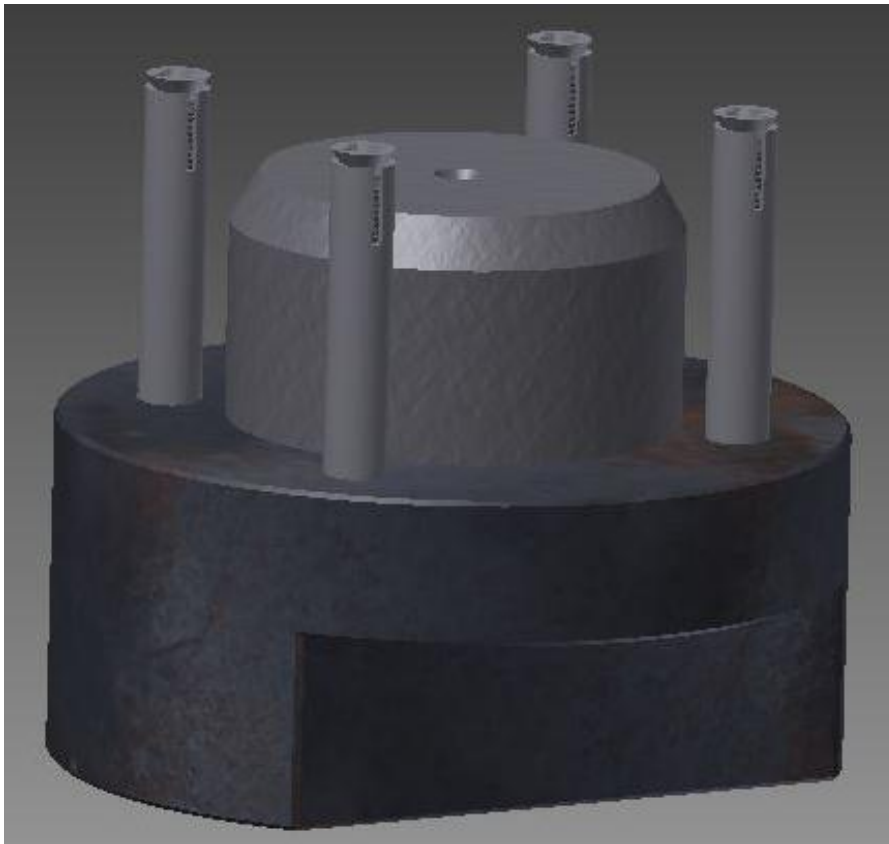
Obr. 52 Čtyř kanálové provedení

### 3.3. Návrhy konstrukce přípravku

Při konstrukci upínacího přípravku bylo především dbáno na jednoduchost výroby a snadné upínání a vyjímání válce z přípravku, bylo přihlédnuto k tuhosti upnutí. Přípravek byl konstruován s přihlédnutím na dostupnost polotovarů pro jeho výrobu a také cenu použitých materiálů a technologií výroby. Byly vytvořeny dvě varianty upínacího přípravku.

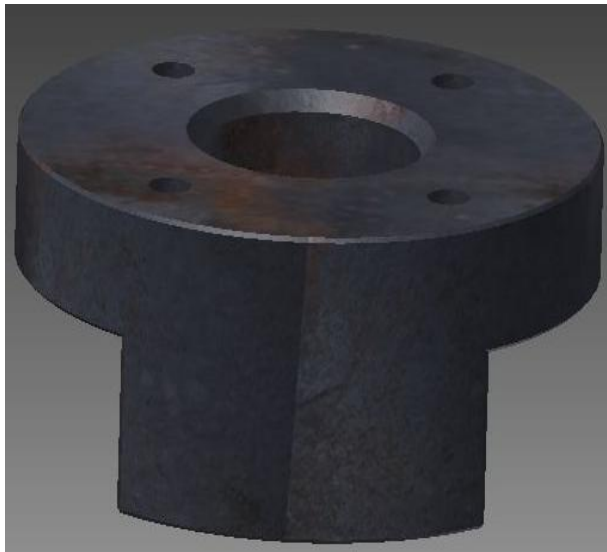
#### 3.3.1. Přípravek s roztažnými kolíky

První přípravek je konstruován s upínáním realizovaným pomocí rozpínacích kolíků. Upínací přípravek se skládá z 10 dílů: základní části, středícího čepu, čtyř rozpínacích kolíků a čtyř zápusných šroubů M4x20.



Obr. 53 Upínací přípravek

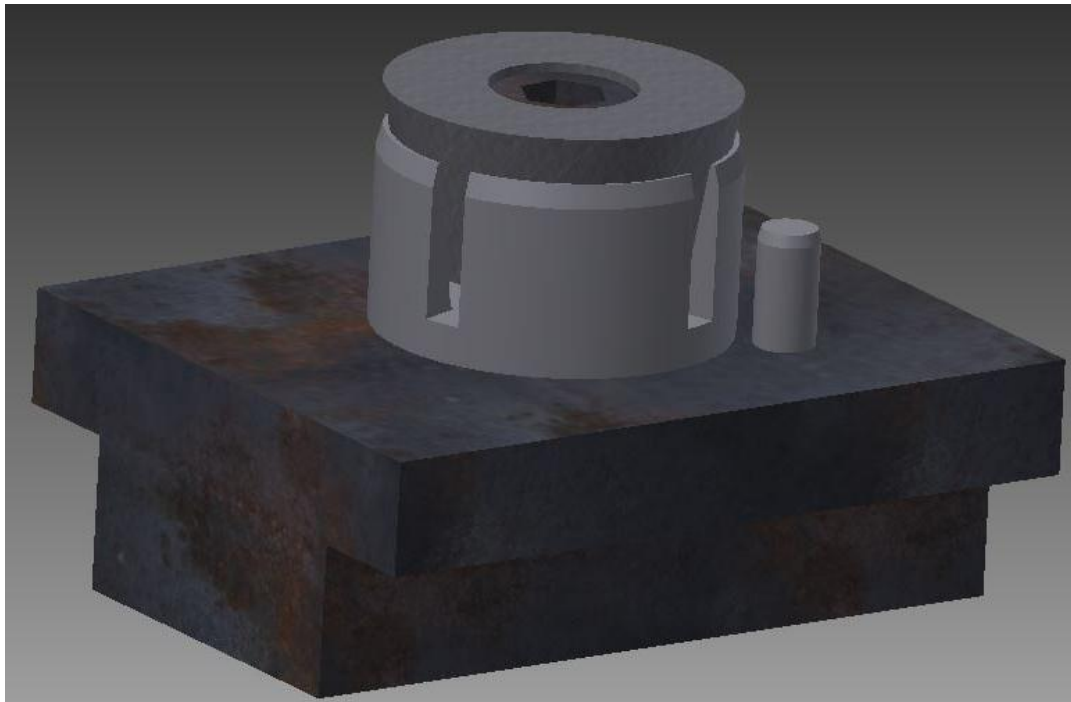
Základní část je realizována z válcového polotovaru, z důvodů snadnější dostupnosti materiálu. V základní části je vyvrtáno 5 otvorů, z nichž jeden slouží pro nalisování středícího čepu a zbylé jsou určeny pro rozpínací kolíky. Zajištění polohy je realizováno středícím čepem, který bude přesně broušený podle díry válce, která slouží pro nalisování litinové vložky. Rozpínací kolíky jsou do základní části nalisovány. V kolících je závit M4 do hloubky 25mm. Z horní strany je kolík rozříznut do hloubky 8mm. Šrouby M4x20 mají upravenou hlavu šroubu, aby šroubek prošel dírou pro svorníky ve válci. Při nasazení válce do přípravku jsou rozpínací kolíky s nedotaženými šrouby v dírách pro svorníky. Pro vyvození upínací síly je třeba šrouby utáhnout, tím se roztáhnou rozříznuté části kolíků a válec je pevně upevněn v přípravku. Přípravek bude upnut do svěráku frézky za vyfrézované drážky ve válcové základní části přípravku.

*Obr. 54 Upínací kolík**Obr. 55 Upínací deska**Obr. 56 Středící čep**Obr. 57 Upnutý válec v přípravku*

### 3.3.2. Přípravek s roztažným čepem

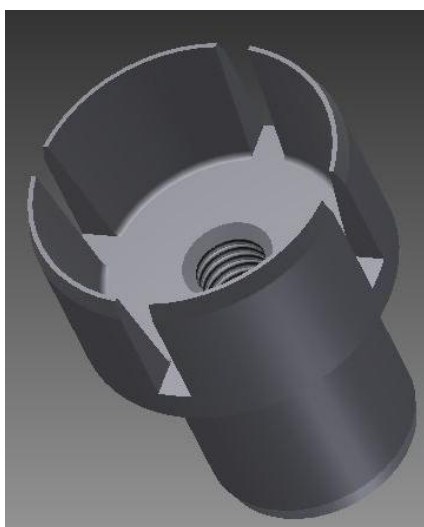
Druhý přípravek byl konstruován s jiným upínacím elementem, než bylo použito v prvním případě. Přípravek se skládá ze základní desky, kolíku 8x50mm, rozpěrného elementu, vlačovacího kuželu a šroubu M12x40.



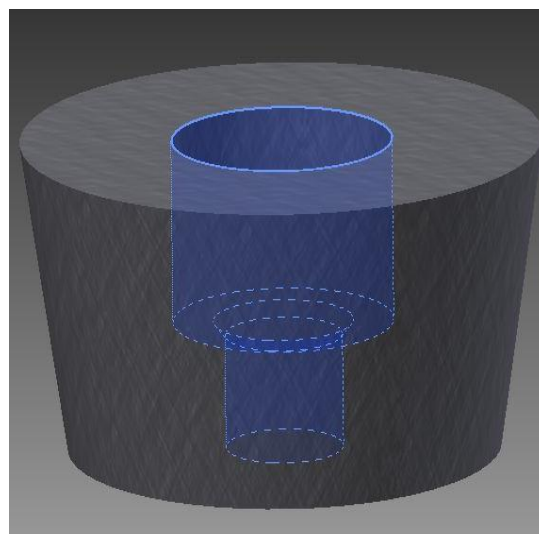


Obr. 58 Upínací přípravek 2

V základní desce jsou dvě díry a vyfrézované osazení, které slouží k upnutí přípravku do čelistí svěráku frézky. První díra slouží pro nalisování středícího kolíku, který má zajistit polohu. Při využití tohoto středění je zapotřebí vyvrtat a následně vystružit část jedné díry pro svorníky na velikost 8mm z původních 6,5mm. Druhá díra o průměru 30mm slouží pro nalisování upínacího elementu, ve kterém je průchozí díra se závitem M12, a horní část, která slouží k upínání, je rozříznutá do kříže a uvnitř je vytvořen kužel. Další částí přípravku je vtláčovací kužel, který je provrtán a do kuželu je vložen šroub M12x40, který se vloží do upínacího elementu. Upínací síla je vyvozena utahováním šroubu, který vtláčuje kužel do upínacího elementu, jenž se roztahuje.



Obr. 59 Upínací element



Obr. 60 Rozpínací kužel

## 4 Návrh technologie

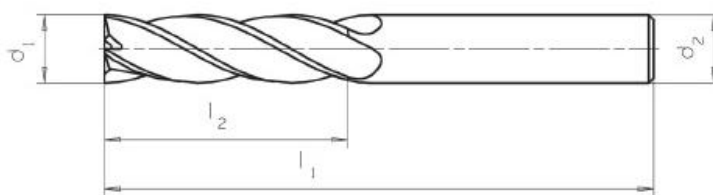
### 4.1. Výběr nástrojů

Na obrobení vymodelovaných přepouštěcích kanálů bylo navrženo hrubování dvěma nástroji a pro dokončení byl zvolen další nástroj. Díky spolupráci Západočeské univerzity v Plzni s místní strojírenskou firmou Hofmeister, byly nástroje vybírány hlavně z katalogů tohoto výrobce. Při výběru bylo především dbáno na obráběný materiál, kterým je hliníková slitina Al-Si-Mg, která je velice měkká a dobře obrobitelná, proto byly požadavky na nástroj velice malé. Jediné hledisko, které velmi zúžilo škálu nástrojů, bylo to, že obráběná hloubka kanálu je necelých 50mm, proto musela být vybrána na dokončovací operaci a následně použita prodloužená fréza.

Pro první hrubovací operaci byla zvolena fréza se 4 zuby a průměrem 20mm od firmy Hofmaister. Katalogové číslo SEH022816

Pro druhou a poslední hrubovací operaci byla zvolena fréza průměru 12mm se 4 zuby a úhlem sklonu šroubovice 30°. Katalogové číslo SEH022816.

d1 h10 (mm)	l1 (mm)	l2 (mm)	d2 h6 (mm)
12,0	150	45	12
14,0	150	45	14
16,0	150	65	16
18,0	150	65	18
20,0	150	65	20

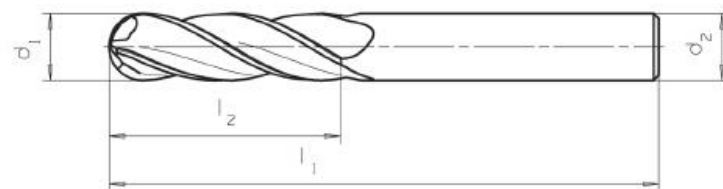


zuby do středu

Obr. 61 Fréza 20mm a 12mm [12]

Na poslední a tím i dokončovací operaci byla zvolena VHM stopková fréza rádiusová bez povlaku, taktéž se 4 zuby a úhel stoupání šroubovice 30°. Katalogové číslo SEHO22845

d1 h10 (mm)	l1 (mm)	l2 (mm)	d2 h6 (mm)
8,0	100	40	8
10,0	100	40	10
12,0	150	45	12
16,0	150	65	16



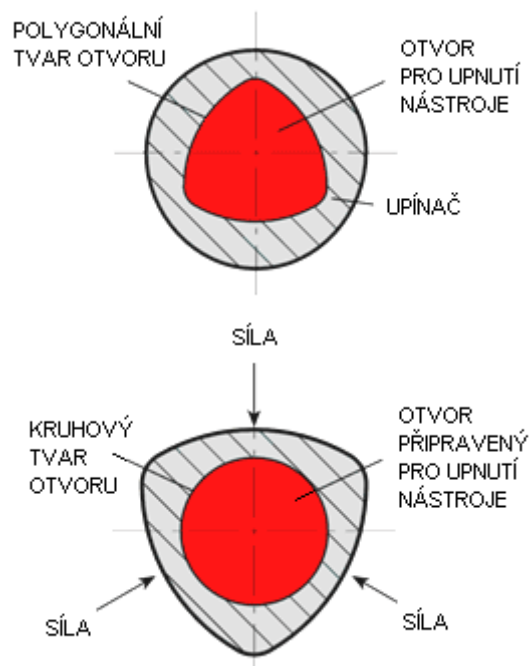
zuby do středu

Obr. 62 Fréza rádiusová 8mm [12]

## 4.2. Upínač

Pro pevné a přesné upnutí byly všechny 3 frézy postupně upínány do upínače TRIBOS –S. Na obr. 63 je zřejmý princip upnutí v tomto upínači.

„Deformace upínačů značky TRIBOS probíhá pouze do meze úměrnosti, tj. do meze, kdy se materiál po odlehčení zatěžujícími silami vrátí do původního stavu. V materiálu nevznikají žádné dočasné ani trvalé molekulární změny“. [11]



Obr. 63 Upínač TRIBOS – S [10]

### 4.2.1. Upínací zařízení

Pro tento způsob upnutí je zkonstruován speciální přístroj pro upínání nástrojů do upínače. Toto zařízení funguje na principu mechanického stlačení hydraulické kapaliny. Do přístroje se vloží redukční vložka a do té vložky se zasune patřičná část upínače. Poté se pákou napumpuje patřičný tlak, který je závislý na druhu a velikosti upínače. Po napumpování dostatečného tlaku se upínač deformuje do kruhového tvaru a nyní je možné vložit požadovaný nástroj v upínací kleštině do upínače, nakonec se pomocí prepouštěcího ventilu odpustí tlak a tím dojde k upnutí nástroje. [10]

- Popis částí přístroje:
- 1) Upínací část pro upínač
  - 2) Ukazatel tlaku
  - 3) Vypouštěcí ventil
  - 4) Páka pro vyvození tlaku
  - 5) Ergonomický rám zařízení



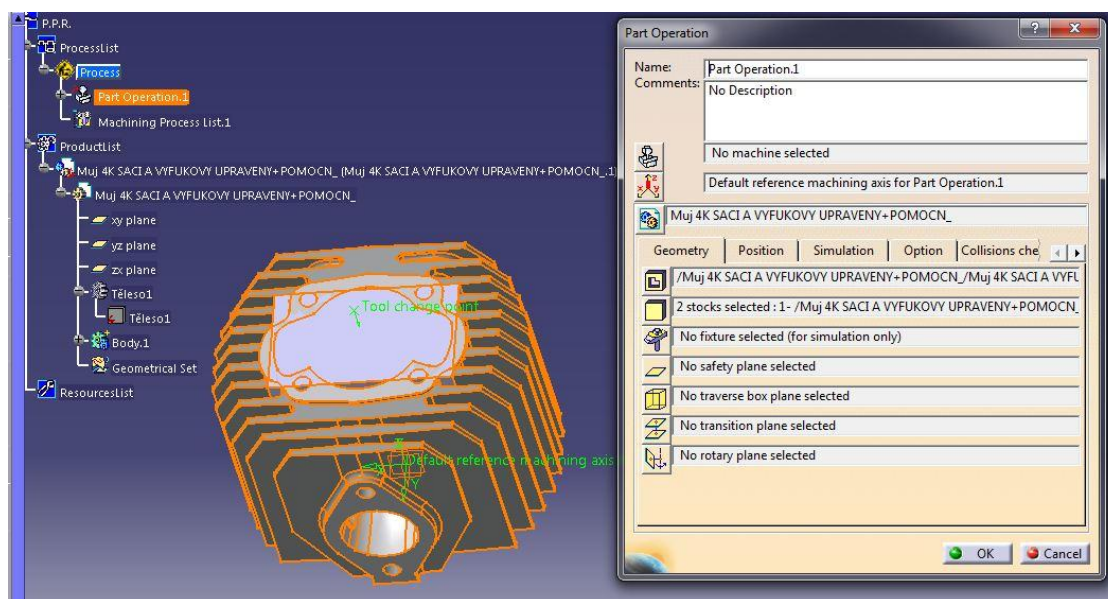


Obr. 64 Upínací zařízení pro upínač TRIBOS [11]

### 4.3. Obrobení v programu Catia V5R

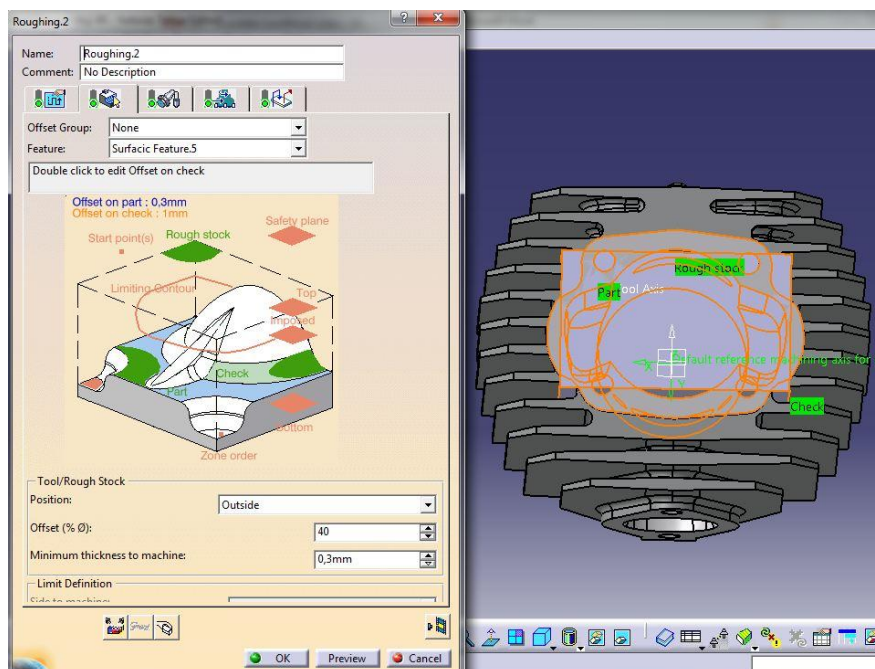
Nejprve bylo zapotřebí převést model vytvořený v programu Inventor Professional 2011 od firmy Autodesk do programu Catia V5R, pro toto převedení je potřeba při ukládání souboru zvolit exportovat soubor pro Catia V5R. Po převedení a otevření modelu v Catii se chová jako mrtvý model. Mrtvý model znamená, že model neobsahuje data, jak byl tento model vytvořen a nelze ho upravovat, chová se jako jedno těleso.

Nyní bylo možné začít s obráběním v módu Catie Machining – Advanced machining. V tomto módu Catie je možné třísové obrábění. Nejprve bylo potřeba vytvořit polotovaz pro obrábění, kterým byl samotný obal válce, který byl bez sériových prepouštěcích kanálů. Poté bylo potřeba nastavit souřadný systém a další potřebné věci, jako je polotovaz, výsledný tvar, upínací prvky, bezpečnou rovinu a další možnosti, jak lze vidět na Obr. 66.

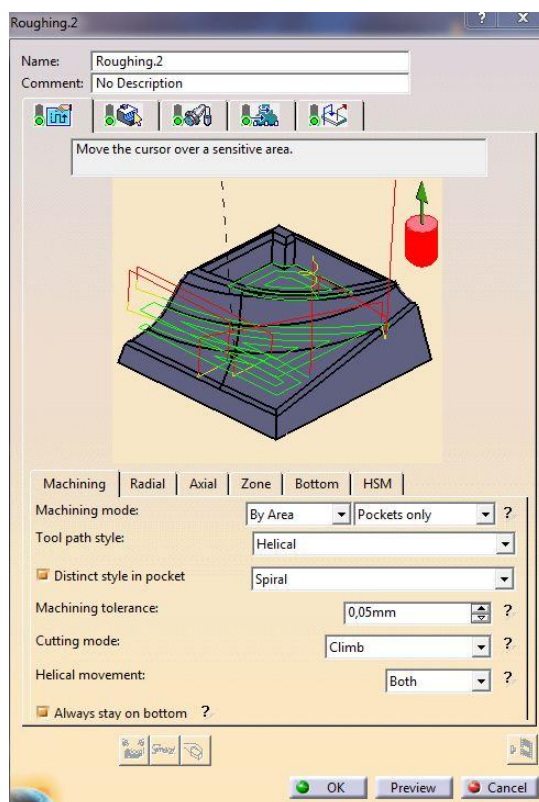


Obr. 65 Obrábění Catia

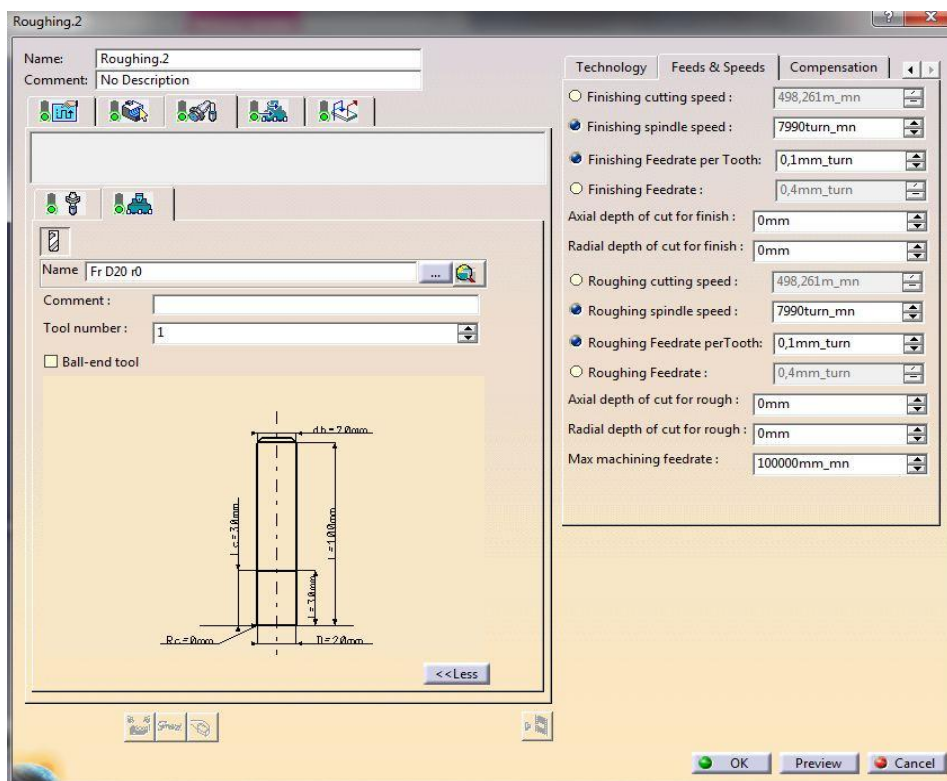
Po nastavení Part operation bylo přistoupeno k samotnému obrábění. Nejprve byly vytvořeny dvě hrubování pomocí funkce Roughing, nejprve frézou průměru 20mm a poté frézou 12mm. Nastavení polotovaru a dalších aspektů pro toto obrábění je vidět na Obr. 66. Nastavení způsobů frézování a tvoření drah je vidět na Obr. 67. Řezné podmínky pro nástroj průměru 20mm jsou na Obr. 68, pro frézu průměru 12mm byly zvoleny shodné řezné podmínky.



Obr. 66 Nastavení hrubování

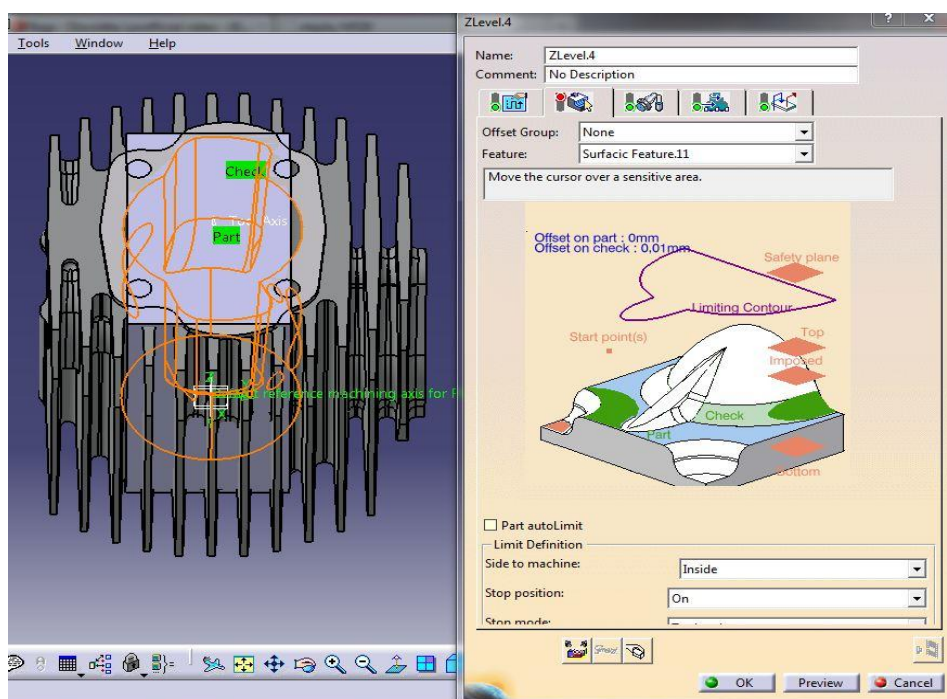


Obr. 67 Nastavení hrubování 1



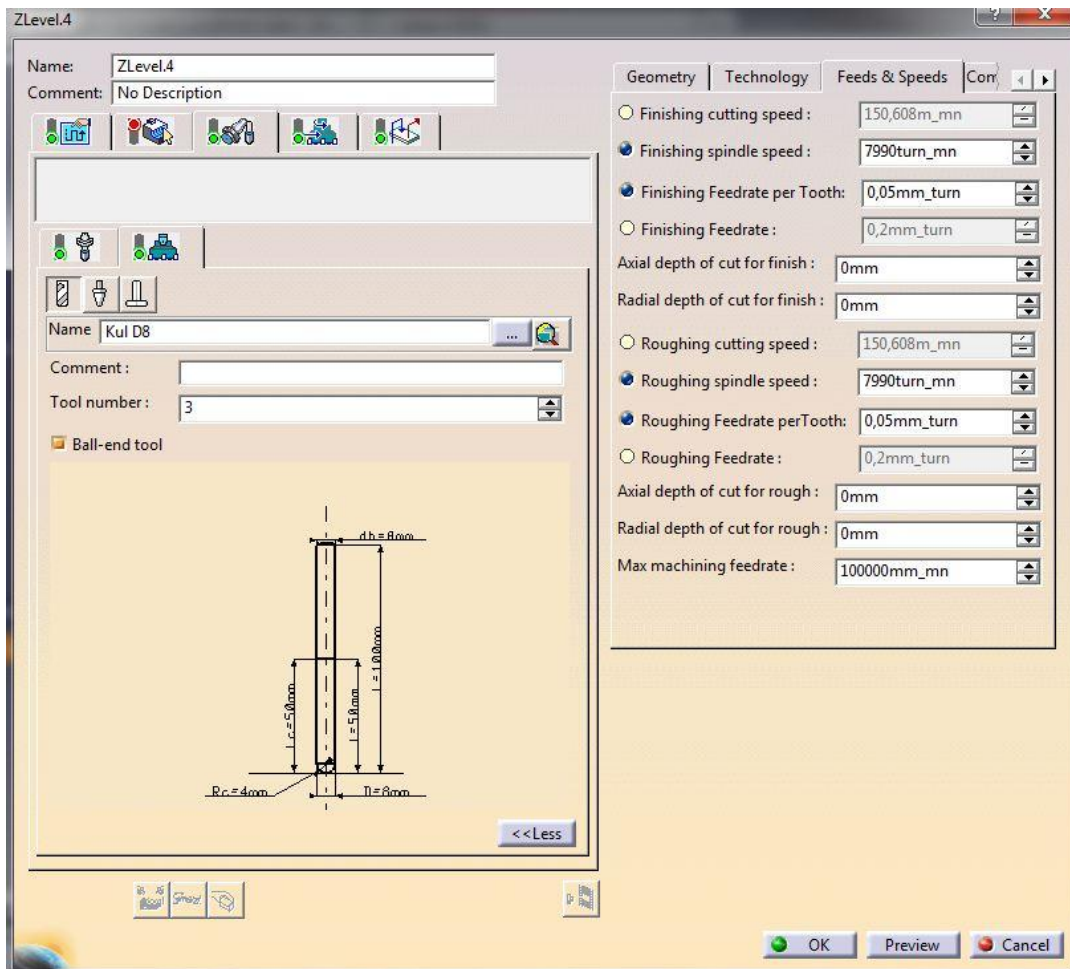
Obr. 68 Nastavení řezných podmínek

Na dokončení byla zvolena funkce ZLevel, která je na takovýto složitý tvar nevhodnější. Jako polotovary pro obrábění pomocí funkce ZLevel si automaticky program Catia načte předchozí obrábění a tvar, jaký byl tímto obráběním vytvořen. Na Obr. 69 jsou vidět vytvořené dráhy nástroje, tyto dráhy jsou velice hustě na sobě, proto splývají a tvoří ekvidistantní negativ kanálu.

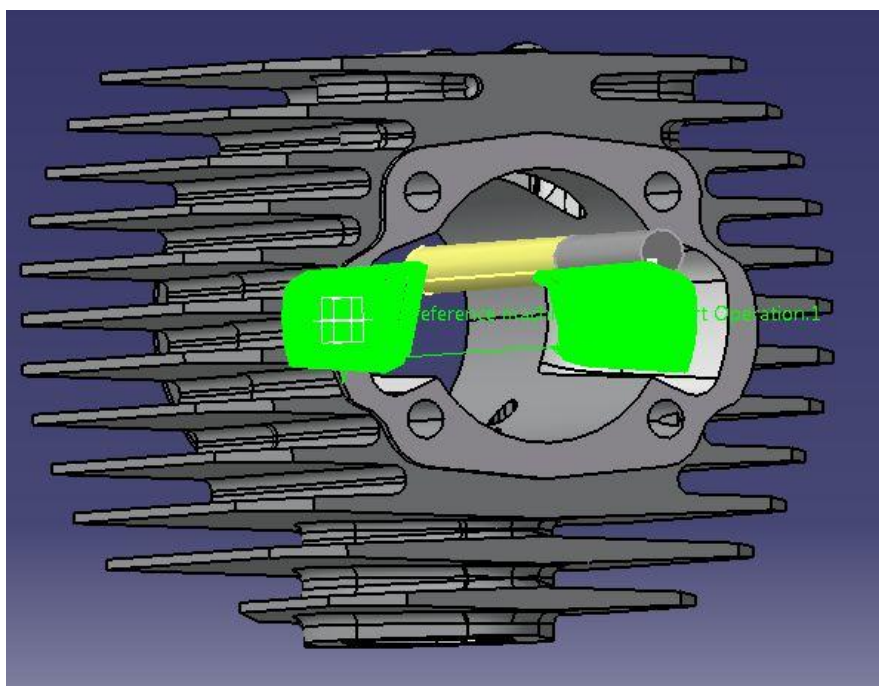


Obr. 69 Nastavení ZLevel



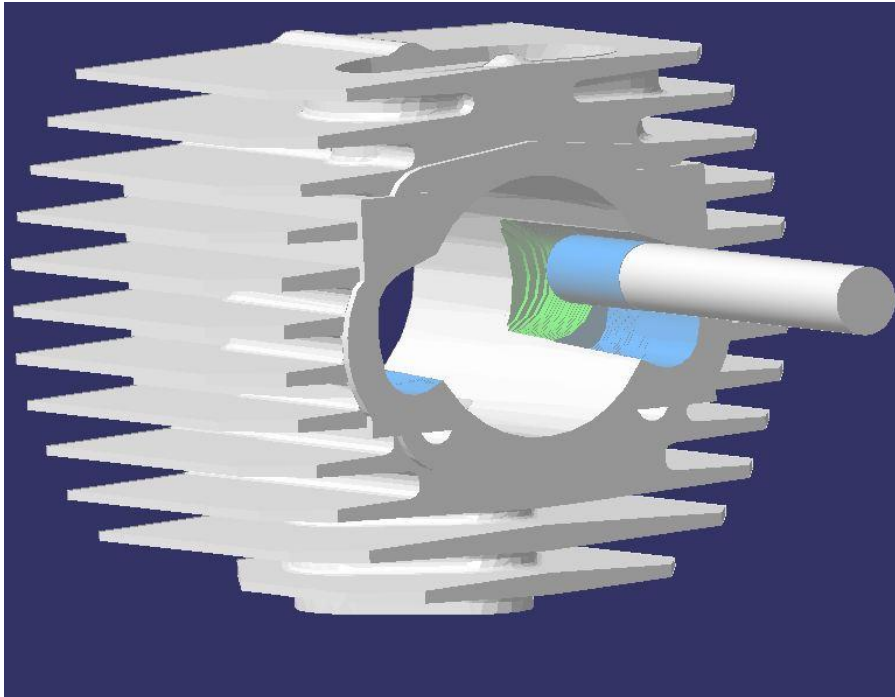


Obr. 70 Nastavení řezných podmínek fréza kulová průměr 8mm

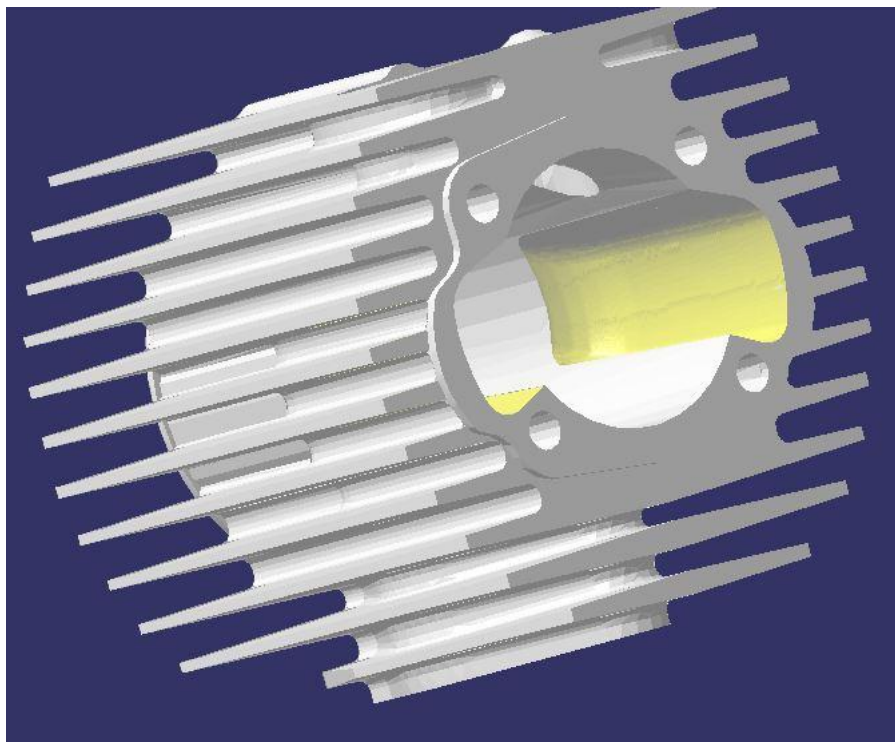


Obr. 71 Dráhy ZLevel

Podobně jako je tomu u většiny CAM programů, tak i v tomto modulu je simulace obrábění. V simulaci je možné si ověřit, zda je obrábění nastaveno správně a tvar bude vyroben tak, jak má a zda nedojde v některé části programu ke kolizi. Pokud simulace proběhne bez jakýchkoli problémů, tak je předpoklad, že skutečné obrábění by mělo být taktéž bez problémů, ale simulace nemusí odhalit všechny chyby a nedostatky obrábění. Po úspěšné simulaci přichází na řadu vygenerování NC kódu pro řídicí systém Heidenhain.



*Obr. 72 Obrábění frézou průměru 12mm*



*Obr. 73 Dokončovací operace*



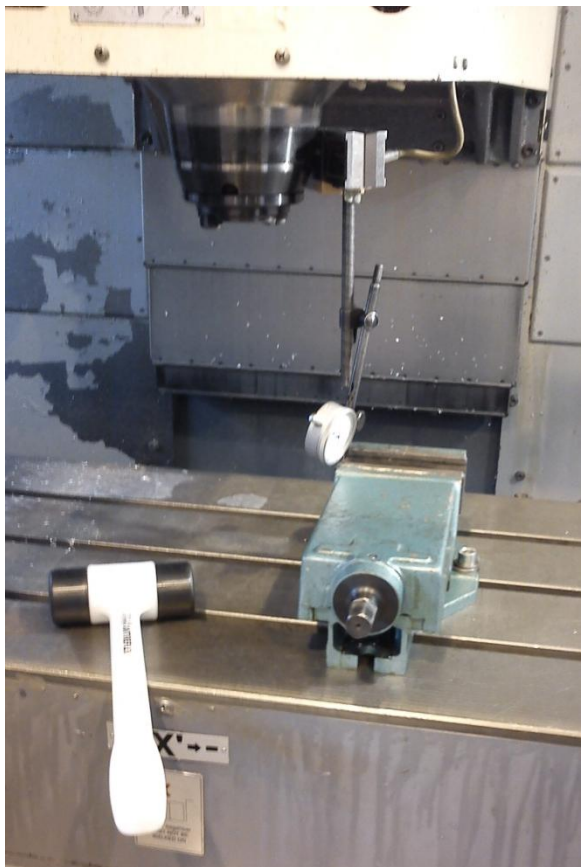
#### 4.4. Ukázka NC kódu – hrubování

Pomocí post procesoru, který je součástí programu Catia V5R, jsou vygenerovány dráhy nástroje. Podle těchto drah se nástroj pohybuje při skutečném obrábění.

```
0 BEGIN PGM Dana_1 MM
1 ; HALA
2 ; 20.5.2013 15:4:43
3 BLK FORM 0.1 Z X-22.736 Y-4.464 Z34.
4 BLK FORM 0.2 X22.748 Y4.404 Z84.1
5 ; FR D20 R0
6 ; NASTROJ=FR D20 R0
7 ; PRUMER= 20.000000
8 ; ZAOBLENI= 0.000000
9 ; FR D20 R0
10 ; PROGRAM NA KONEC NASTROJE
11 FN 0: Q1 = 2000 ; POSUV NAJEZDOVY - 100 PROCENT
12 FN 0: Q2 = 3196 ; POSUV PRACOVNI - 100 PROCENT
13 FN 0: Q3 = 3000 ; POSUV ODJEZDOVY - 100 PROCENT
14 TOOL CALL 1 Z S7990
15 M21
16 L Z450 FMAX M91
17 PLANE RESET TURN FMAX
18 L X0. Y0. FMAX
19 M26
20 ; ROUGHING.2
21 M21
22 M3
23 L X3.808 Y1.656 Z84.1 FMAX
24 L Z84. FMAX
25 M8
26 L Z81. FQ1
27 L X11.716 Y-4.464
28 L X13.248 Y-3.206 FQ2
29 L X14.795 Y-2.344
30 L X14.898 Y-2.287
31 L X22.565 Y0.489
32 L X22.728 Y0.555
33 L X22.748 Y1.411
34 L X21.9 Y1.226
35 L X19.561 Y0.993
36 L X17.69 Y1.157
37 L X16.319 Y1.537
38 L X16.209 Y1.562
39 L X16.177 Y1.576
40 L X15.689 Y1.711
41 L X14.814 Y2.124
42 L X14.196 Y2.416
43 L X12.946 Y3.246
44 L X11.865 Y4.194
45 L Z84. FQ3
46 L X3.808 Y1.656 FMAX
47 L Z83. FMAX
48 L Z80. FQ1
49 L X11.716 Y-4.464
50 L X13.248 Y-3.206 FQ2
51 L X14.795 Y-2.344
```

#### 4.5. Skutečná výroba

K výrobě byla využita frézka MCV 750, kterou disponuje halová laboratoř katedry obrábění. Nejprve bylo zapotřebí vyuhlovat čelisti strojního svěráku, aby byly rovnoběžné s osou x stroje. Na vyuhlování svěráku byl použit magnetický stojánek s úchylkoměrem, který byl upnut na plochu vřetena stroje. Postup vyuhlování byl následující: dotek úchylkoměru byl nastaven tak, aby se dotýkal čelistí svěráku na jedné straně čelisti a přejetím svěrákem bylo zjištěno, o jakou hodnotu je svěrák natočen, pomocí umělohmotné paličky byl svěrák poklepnut, aby se tato hodnota výchylky zmenšila. Tento postup se opakoval do té doby, než byl svěrák vyuhlován v setině milimetru.



Obr. 74 Vyuhlování svěráku



Obr. 75 Nastavení nulového bodu

Po vyuhlování následovalo upnutí přípravku do vyuhlovaného svěráku a nastavení nulového bodu. Nulový bod byl při obrábění v Catii nastaven do středu přípravku v ose x y a v ose z na dosedací plochu přípravku s obrobkem. Při nastavování nulového bodu byla použita dotyková sonda. Nastavení nuly v ose x a y bylo provedeno tak, že dotykem sondy se na válcové ploše přípravku najelo na nulu na sondě při dotknutí se plochy. V této poloze se nastavila nula na stroji v ose x a poté ve stejné hodnotě v ose y a z, bylo najeto na nulu sondy z druhé strany přípravku. Tímto byla zjištěna hodnota, která byla vydělena dvěma a tento výsledek se zapsal do polohy ve stroji v ose x. Tento postup byl zopakován pro osu y. Pro nastavení nuly v ose z bylo najeto dotykovou sondou na nulu na dosedací ploše pro válec a v této poloze byla zapsána nulová hodnota do polohy ve stroji v ose z. Nyní byl sesouhlasen souřadnicový systém stroje se souřadným systémem obrobku.

Pro upnutí tělesa válce do pracovního prostoru frézky MCV 750, na které byly všechny operace při výrobě nového tvaru přepouštěcích kanálů realizovány, bylo použito navrhnutého přípravku. Díky zkušenosti obsluhy stroje bylo rozhodnuto, že pro bezpečnost upnutí by bylo vhodné přidat ještě jeden upínací prvek. Tento upínací prvek je vidět na Obr. 76 na pravé straně a toto upínání bylo vytvořeno z dílů, které jsou součástí stavebnicové upínací soustavy. Použitými díly jsou šroub s podložkou a maticí, broušená podložka upínací schody a upínka.

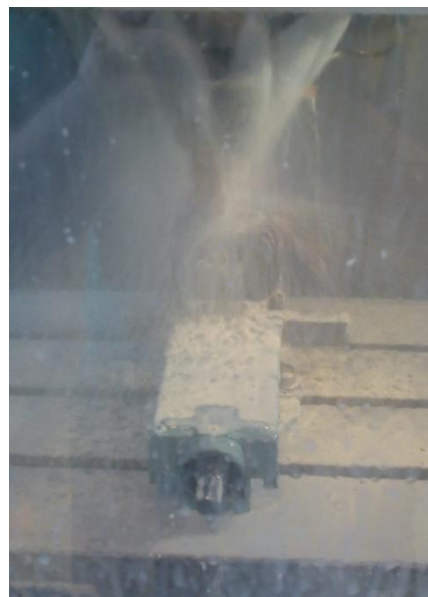


*Obr. 76 Upnutí na stroji*

V tomto stavu byl válec připraven na obrábění, proto bylo přistoupeno k samotnému procesu obrábění.



*Obr. 77 Uvnitř stroje*

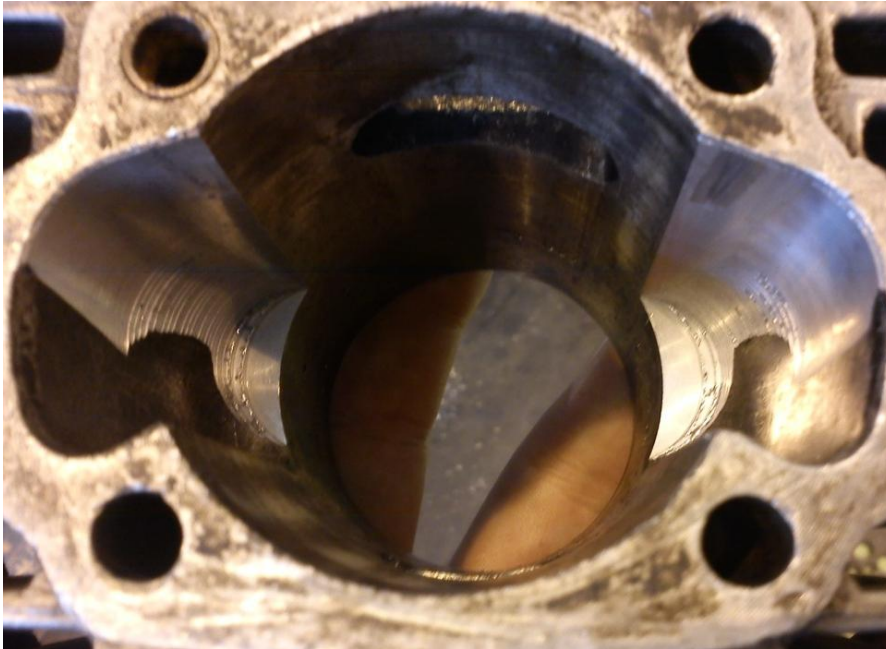


*Obr. 78 Obrábění - chlazení*

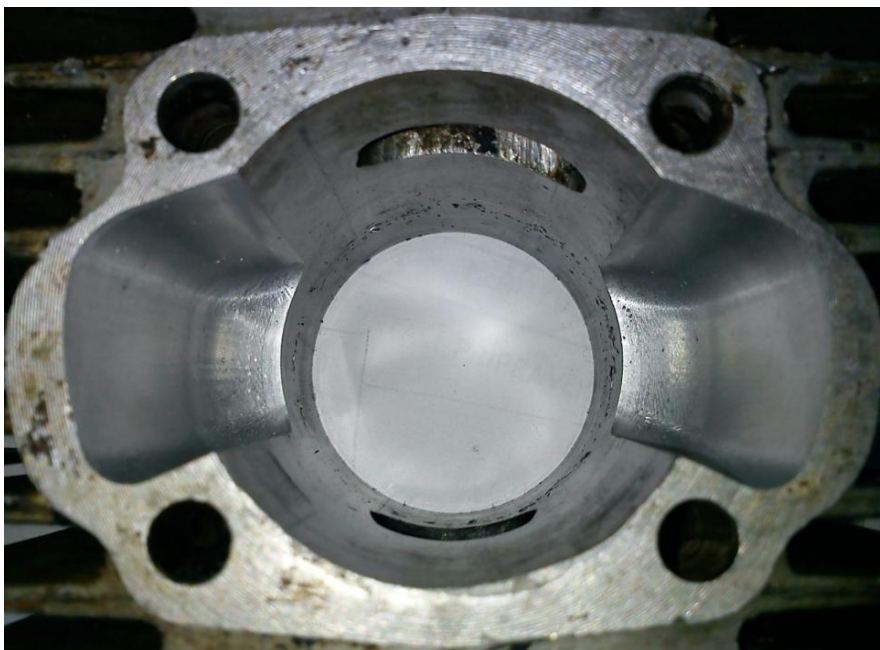


Nejprve byl spuštěn program hrubování frézou průměru 20mm. K chlazení a odvodu třísek z místa řezu bylo použito chladicí kapaliny, která je směsí vody a oleje tzv. hydrol. Během obrábění nebylo vidět, jak tento řezný proces probíhá, jak je vidět na Obr. 78.

Po obrobení frézou průměru 20mm byla první hrubovací operace dokončena a po této operaci následovala druhá hrubovací operace, na kterou byla použita fréza průměru 12mm. Po obrobení frézou průměru 12mm, byl obrobek tvar přepouštěcího kanálu z větší části hotov a na poslední operaci bylo odebráno pouze malé množství materiálu, proto pro dokončení byla použita kulová fréza průměru 8mm.



*Obr. 79 Hrubování 1*



*Obr. 80 Výsledný tvar přepouštěcích kanálů*

## 4.6. Digitalizace

„Digitalizace zahrnuje nasnímání prostorových souřadnic objektu, zpracování naměřených dat a jejich převod na plošnou nebo objemovou interpretaci v podobě digitálního modelu objektu, s nímž lze dále pracovat v CAD/CAM systému. Digitalizace je disciplínou z oboru reverzního inženýrství. Klasický proces výroby strojních součástí začíná konstrukcí například CAD modelu, poté následuje navržení technologie pro NC obráběcí centrum a vyrobení požadované součásti. Reverzní inženýrství (Reverse Engineering) naproti tomu zahrnuje procesy, při nichž dochází k vytvoření technické dokumentace z již vytvořeného fyzického objektu. Postup kroků je otočen vůči klasické výrobě a obrábění na NC stroji je nahrazeno digitalizací objektu.“ [7]

Pro další práci bylo potřeba zdigitalizovat tvar přepouštěcích kanálů jak sériově vyrobených, tak i nově vyrobených pro závodní účely.

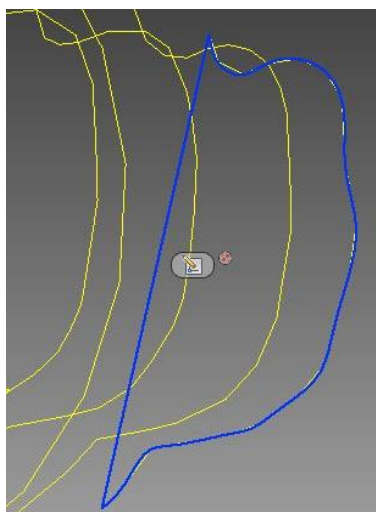


Obr. 81 3D měřící zařízení [W7]



Obr. 82 Měření

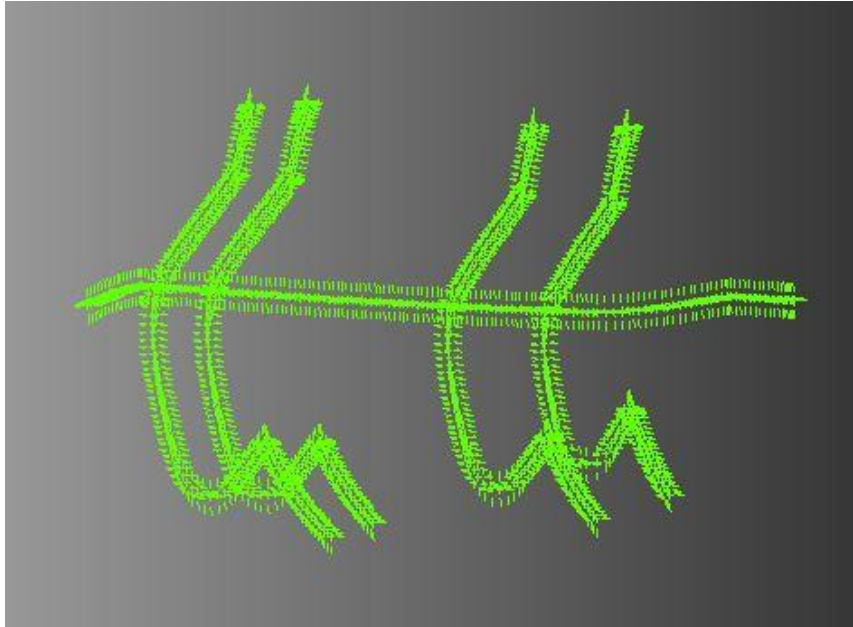
Nejprve bylo provedeno zkušební měření přepouštěcích kanálů a dráhy byly generovány pomocí křivek, bohužel při měření došlo ke změření několika bodů, které nekorespondují s měřeným tvarem, tímto došlo k deformaci výsledných křivek, jak je vidět na Obr. 83.



Obr. 83 Nedostatky křivek

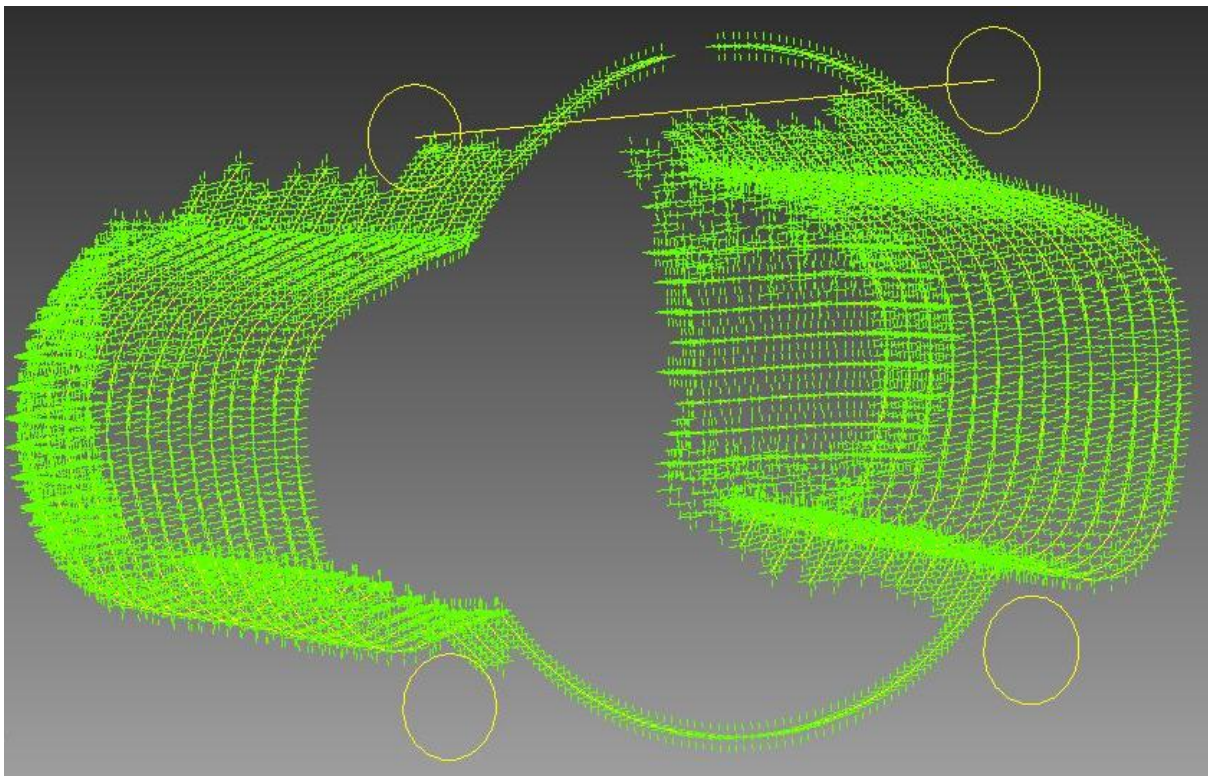


Po tomto zjištění bylo dohodnuto, že se měření provede ve formě bodů a v počítačové podobě se poté vytvoří křivky pouze z těch bodů, které budou správně naměřené, což je pro tento případ výhodnější. Body mají větší vypovídající hodnotu, protože chyba v měření bude odstraněna nevybráním špatně změřených bodů.



Obr. 84 3D měření bodů

Po vyzkoušení změření pomocí bodů na v pár řezech bylo provedeno důkladné měření upravených přepouštěcích kanálů.



Obr. 85 Důkladné měření

## 5 Výběr varianty

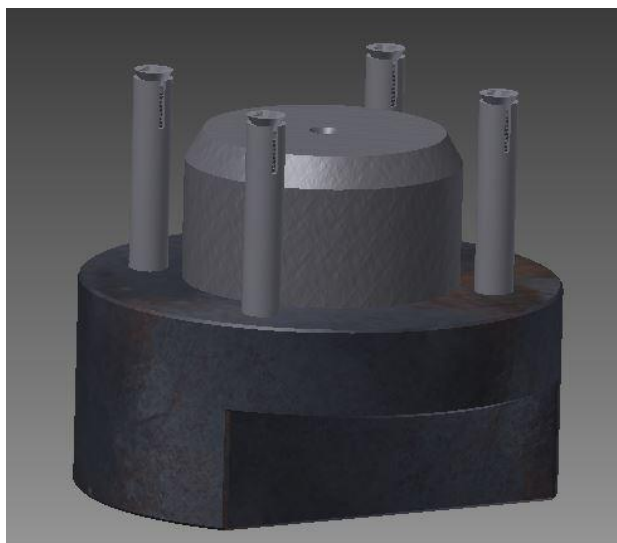
### 5.1. Výběr vhodnější varianty přípravku

Dle rozhodovací tabulky je zřejmé, která varianta je vhodnější při daných kritériích. Při výběru kritérií bylo především přihlédnuto na aspekty, které jsou zásadní pro náročnost výroby, tuhost upnutí, opakovatelnost, přesnost a celkovou funkčnost přípravku.

Výběr vhodnější varianty přípravku			
Kritéria	Přípravek č. 1	Přípravek č. 2	Ideální přípravek
Vyráběné součásti	3	5	5
Náročnost výroby	4	3	5
Hmotnost	4	3	5
Tuhost upnutí	4	5	5
Počet součástí	2	4	5
Úprava válce pro upnutí	5	2	5
Dostupnost polotovarů	5	3	5
Možnost dalšího využití	5	2	5
<b>Součet</b>	29	22	35
<b>Celkové zhodnocení</b>	0,828571429	0,628571429	1

Tabulka 1 Výběr přípravku

Rozhodovací tabulka jasně ukázala, že přípravek číslo 1, tj. přípravek s roztažnými kolíky, je pro tento případ výhodnější i přes jeho velký počet vyráběných součástí.



Obr. 86 Vybraný přípravek

## 5.2. Výběr tvaru vstupu přepouštěcích kanálů

Při výběru nejvhodnější varianty vstupního tvaru přepouštěcích kanálů bylo zapotřebí zvážit, zda hodnocení jednotlivých tvarů bude pomocí rozhodovací tabulky s určitými důležitými parametry, nebo výběr vhodnějšího tvaru bude realizován s pomocí zkušeností úpravců maloobjemových dvoutaktních motorů.

Po konzultaci s úpravci bylo jasné, že více jak 20-ti leté zkušenosti s úpravami motorů není možné předčit za pomoci rozhodovací tabulky. Shodou okolností oba navštívení úpravci taktéž začínali na motoru Jawa 50 Pionýr, proto k tomuto motoru mají oba velice blízko a rádi se podíleli na výběru optimálního tvaru. Oba nezávisle na sobě označili jako nejvhodnější tvar 3 z Obr. 43. Následně byla doporučena ještě drobná modifikace tvaru a to tím, že spodní úhel vstupu směřoval pod osu válce, což není úplně vhodné a tento úhel byl dle doporučení zvednut tak, aby směřoval nad osu válce. Změna úhlu je vidět na následujících dvou obrázcích 87 a 88.



Obr. 87 Navržený vstupní tvar



Obr. 88 Upravený vstupní tvar

Po úpravě spodního úhlu byl shledán vstupní tvar přepouštěcích kanálů jako vhodný pro pokračování v modelování celého přepouštěcího kanálu a následné výrobě.

## 6 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit vhodný tvar přepouštěcích kanálů ve válci Jawa 50 Pionýr. Při návrhu přepouštěcích kanálů bylo dbáno na to, aby se tvar přepouštěcích kanálů svým tvarem vměstnal do hliníkového odlitku válce.

Při návrhu vhodného tvaru přepouštěcích kanálů bylo spolupracováno s odborníky z praxe a tento fakt práci obohatil o mnoho poznatků, které by bez této spolupráce zůstaly neodhaleny.

Pro skutečnou výrobu přepouštěcích kanálů byl využit navrhnutý upínací přípravek, ke kterému byla kvůli bezpečnosti přidána upínka se šroubem. Po obrobení přepouštěcích kanálů byla zřetelně vidět pórovitost odlitku, což jen potvrdilo tvrzení z analýzy materiálu, že dodaný vzorek materiálu byl velice porézni.

Digitalizování přepouštěcích kanálů, jak obou typů sériových, tak i přepouštěcích kanálů, které se používají pro závodní účely, bylo provedeno ve spolupráci s firmou Hofmeister. Naměřené výsledky potvrdily, že při výrobě přepouštěcích kanálů nebyla dodržena souměrnost vyráběných přepouštěcích kanálů pro závodní účely. Při výrobě nových přepouštěcích kanálů na CNC stroji byla souměrnost dodržena, tak by nově vyrobený válec měl mít předpoklad větších výkonových parametrů při stejném časování.

Všechny cíle, které byly na začátku této práce stanoveny, byly splněny v celém rozsahu. Vyrobený válec bude použit na motor určený pro závodní účely, ale až po vyrobení okýnek přepouštěcích kanálů ve vložce válce. Poté bude výkon válce změřen na motorové brzdě v laboratořích Pardubické univerzity ve spolupráci s Bc. Vojtěchem Štumrem, kde by se mělo předpokládané zvýšení výkonu potvrdit.

## Citované zdroje

### Literatura

- [1] ŠTUMR, Vojtěch. *Optimalizace výkonových parametrů dvoutaktního motoru* Pardubice 2010 Dostupné z: [http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/39357/1/StumrV\\_OptimalizaceVykonovych\\_SG\\_2010.pdf](http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/39357/1/StumrV_OptimalizaceVykonovych_SG_2010.pdf) , bakalářská práce, Univerzita Pardubice
- [2] RAUSCHER, Jaroslav. *Spalovací motory: Studijní opory. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 235 s.*
- [3] OPLUŠTIL, Vít. *Dvoudobé motory závodních motocyklů kategorie GP. V Brně, 2010. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp\\_id=30424](http://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp_id=30424). Bakalářská práce. VYSOKÉ UCENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.*
- [4] GSCHEIDLE, R. a kolektiv. *Příručka pro automechanika, Sobotáles, 2002. 652 s. ISBN 80-85920-83-2*
- [5] HUSÁK, Pavel. *Upravujeme motocykl na závod, Praha, STNL, 1972. 163 s.*
- [6] BELL, A. *Two-stroke performance tuning. 2nd ed. Newbury Park, Calif., USA: Haynes North America, 1999, 271 p. ISBN 18-596-0619-9.*
- [7] SYŘIŠTĚ, Daniel, Tomáš SKOPEČEK a Vladimír KAPINUS. *Reverzní inženýrství, digitalizace a výroba forem. Reverzní inženýrství, digitalizace a výroba forem. 2004, roč. 2004, č. 12. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/reverzni-inzenyrstvi-digitalizace-a-vyroba-forem.html>*
- [8] BLAIR, Gordon P. *Desing and simulation of two-stroke engines, Society of Automotive Engineers, 1996. 623 s. ISBN 1-56091-685-0*
- [9] VLK, F. *Rozvody motocyklových motorů, Soudní inženýrství, 2005 [cit. 2013-08-04].*
- [10] SERVUS, Tomáš. *Trendy vývoje upínání řezných nástrojů, diplomová práce, Brno 2009 Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=18086](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18086) VYSOKÉ UCENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ*
- [11] Schunk. *SCHUNK GmbH & Co. KG [online]. 2013 [cit. 2013-05-02] Dostupný z: <<http://www.schunk.com>>*



[12] *Katalog Hofmaister 2012* [online]. 8,13 [cit. 2013-06-05].

Dostupný z: <http://www.wobook.com/WBe11aQ3hx5E/Teamtec-s-r-o/TEAMTEC-s-r-o/Katalog-Hofmeister-2012.html>

[13] HAYNES. *Motorcycle Basics Techbook, 2nd edition*, Haynes Publishing, 224 s. ISBN 1-85960-515-X

[14] JAROŠ, Karel. *Spalovací motory II: Konstrukce spalovacích motorů: Určeno pro posluchače fakulty strojní*. 1. vyd. Praha: Mezinárodní organizace novinářů, 1990, 204 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0131-1.

[15] VYKOUKAL, R. *Dvoudobé motory vozidlové*, Praha: SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, 1957.

### Webové stránky

[W1] *Jawa 50/23 Mustang* [online]. 19.11.2007 [cit. 2013-04-07].

Dostupné z: <http://jawaspeed.wgz.cz/rubriky/historie-motocyklu-jawa-a-cz>

[W2] *Návod na obsluhu Jawa 50* [online]. vydání 9. [cit. 2013-06-07].

Dostupné z: <http://jawastroj.jex.cz/menu/navody-k-obsluze-a-prirucky>

[W3] Port map Honda RS 125R 1992 [cit. 2013-04-07].

Dostupné z: <http://rik.wesselius.tripod.com/RS125RHonda/id16.html>

[W4] A Two-Stroke Intake Primer: Pistons & Reed Valves & Discs, Oh My!: Rotary Valve Induction. In: [online]. [cit. 2013-06-19].

Dostupné z: <http://hooniverse.com/2011/07/26/a-two-stroke-intake-primer/>

[W5] Membránové sání klapa [cit. 2013-04-07].

Dostupné z: <http://forum.scooter-tuning.cz/viewtopic.php?f=30&t=10408>

[W6] Two-stroke deflector piston (Autocar Handbook, 13th ed, 1935).jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2013-06-19]. Dostupné z: [http://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Two-stroke\\_deflector\\_piston\\_%28Autocar\\_Handbook,\\_13th\\_ed,\\_1935%29.jpg](http://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Two-stroke_deflector_piston_%28Autocar_Handbook,_13th_ed,_1935%29.jpg)

[W7] 3D měřicí přístroj BROWN & sharp MISTRAL. In: [Http://www.moltec.cz](http://www.moltec.cz) [online]. [cit. 2013-06-04]. Dostupné z: <http://www.moltec.cz/fotky/obr14-v.jpg>

## **7 Přílohy**

### **7.1. Výkresy**

<b>SESTAVA</b>	<b>ZCU - KTO – 000</b>
<b>ZÁKLADNÍ DESKA</b>	<b>ZCU - KTO – 001</b>
<b>STŘEDÍCÍ ČEP</b>	<b>ZCU - KTO – 002</b>
<b>ROZTAŽNÝ KOLÍK</b>	<b>ZCU - KTO – 003</b>
<b>ŠROUB M4 x 20 ISO 2009</b>	<b>ZCU - KTO – 004</b>