

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technologie výroby hlavy motoru motocyklu JAWA 50

Autor: **Zdeněk Barvůř**
Vedoucí práce: **Ing. Ivana Česáková**

Akademický rok 2013/14

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zdeněk BARVÍŘ
Osobní číslo: S13B0193K
Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie-technologie obrábění
Název tématu: Technologie výroby hlavy motoru motocyklu JAWA 50
Zadávající katedra: Katedra technologie obrábění

Zásady pro vypracování:

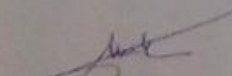
1. Úvod
2. Rozbor současného stavu
3. Konstrukční návrh
4. Návrh technologie
5. Výběr varianty
6. Závěr

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

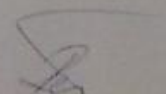
STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň: ZČU, 2005
ZELENKA, A., KRÁL, M.: Projektování výrobních systémů. Praha: ČVUT, 1995
JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOZMÍN, P.: Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000
PŘIKRYL, Z., MUSÍLKOVÁ, R.: Teorie obrábění. Praha: SNTL, 1982
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: 7. října 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 26. června 2014


Doc. Ing. J. Staněk, CSc.
děkan




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

V Plzni dne 7. listopadu 2013

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto chci především poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Ivaně Česákové za obětavou pomoc a cenné rady při zpracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat konzultantovi, panu Ing. Janu Hnátíkovi Ph.D., panu ing. Matějkovi a panu ing. Kroupovi za pomoc při modelování a následném praktickém obrobení modelu hlavy a přípravku. Mé poděkování bych chtěl směřovat i na pana Vastla a pana Marka, osoby praxí znalou, které mi byly velice nápomocny, proto abych tuto práci mohl kvalitně zpracovat, ale hlavně mi osvětlili zajímavé taje, které tato problematika nabízí. Nakonec bych moc chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni, která mě po celou dobu studiu nesmírně podporovala.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Barvíř	Jméno Zdeněk	
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Strojírenská technologie-technologie obrábění“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Česáková	Jméno Ivana	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	BAKALÁŘSKÁ	DIPLOMOVÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Technologie výroby hlavy motoru motocyklu JAWA 50		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEV.	2014
----------------	---------	----------------	-----	------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	58	TEXTOVÁ ČÁST	35	GRAF. ČÁST	23
---------------	----	---------------------	----	-------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Tato práce se zabývá konstrukcí hlavy pro motocykl Jawa 50 pionýr. Nejdříve bylo nutno prostudovat veškeré materiály zabývající se touto problematikou a poté se zaměřit na konstrukční úpravy hlavy. Tyto hlavy se udělaly ve více variantách v programu Inventor 2008 a poté se vybraly dvě nejlepší. Na základě technologicko-ekonomických hodnocení se vybrala jedna hlava, která byla obrobena v programu Catia P3 V5R19. Pro toto obrobění bylo nutno konstrukčně navrhnout i přípravek, za který se hlava upne na stroj a následně obrobí. Tyto přípravky byly navrhnuty také ve variantách, ze kterých byla vybrána a vyrobena ta nejlepší možná.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>simulace, kompresní poměr, spalovací prostor, řezné nástroje, operace výroby, stupeň komprese, návrh výroby, inovace přípravku</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Barviř	Name Zdeněk	
FIELD OF STUDY	B2301 „Department of Machining Technology“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Česáková	Name Ivana	
INSTITUTION	ZČU - FST – KTO		
TYPE OF WORK	BACHELOR	DIPLÓMA	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Production technology of engine head by motorcycle JAWA 50		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	58	TEXT PART	35	GRAPHICAL PART	23
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This work deals with the construction of the head for 50 Jawa motorcycle pioneer . First, it was necessary to study all materials on the subject and then focus on structural modifications of the head. These heads were made in several variants in the Inventor 2008 and then chose two of the best. On the basis of technological-economic evaluation of the chosen one head that was machined CATIA P3 V5R19. For the machining , it was necessary to design a construction product , for which the head is clamped on the machine and subsequently machined . These preparations have been suggested also in the variants of which have been selected and produced the best possible .</p>
KEY WORDS	simulation, compression ratio, combustion space, cutting tools, production operations, compression, design production, product innovation

Obsah

Seznam symbolů, značek a jednotek.....	1
1 Úvod	2
2 Rozbor současného stavu.....	5
2.1. Chlazení	5
2.2. Spalovací prostor (komora)	6
2.2.1. Možné inovace na hlavě	8
2.3. Montáž hlavy	8
2.4. Model objemu spalovacího prostoru hlavy.....	9
2.5. Použitá zapalovací svíčka.....	11
2.6. Stupeň komprese	13
2.6.1. Kompresní poměr	13
2.7. Technický popis Jawa 50 typu Pionýr	13
2.8. Materiál obrobku a odlitku.....	15
2.8.1. Materiál obrobku.....	15
2.8.2. Materiál odlitku	18
2.9. Dnešní trend výroby – operace výroby	19
3 Konstrukční návrh	22
3.1. Popis vymodelovaných hlav	22
3.1.1. Závodní hlava.....	22
3.1.2. Upravená závodní hlava	23
3.1.3. Vějířová hlava	24
3.1.4. Upravená vějířová hlava	25
3.2. Modely hlav pro obrobení v Catii.....	27
3.2.1. Inovovaná vějířová hlava.....	27
3.2.2. Inovovaná hvězdicová hlava.....	29
4 Návrh technologie	31
4.1. Nástroje pro obrábění v laboratořích KTO	31
4.2. Upnutí nástroje.....	32
4.3. Návrh přípravku.....	34
4.3.1. Jednotlivé vymodelované části přípravku v Inventoru.....	35
4.3.2. Inovace přípravku	37
4.4. Postup výroby v laboratořích KTO.....	39

4.5.	Zkušební jízda motocyklu JAWA 50 Mustang.....	51
5	Technicko-ekonomické zhodnocení.....	54
5.1.	Výběr varianty	54
6	Závěr.....	55
	Citované zdroje.....	56
	Použitá literatura.....	56
	Webové stránky.....	56
7	Přílohy.....	58
7.1.	Výrobní výkresy	58
7.2.	Technologický postup.....	58

Seznam symbolů, značek a jednotek

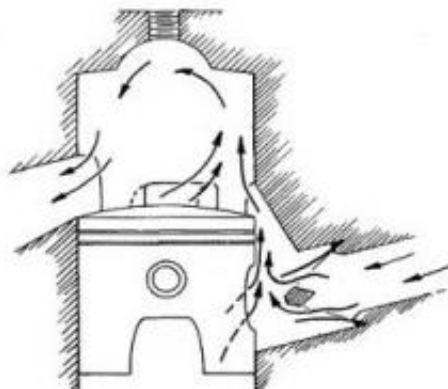
Symboly a značky	Popis
CATIA P3 V5R19	Catia Verze 5 – CATIA Version 5 Release
Al	Hliník - Aluminium
Zn	Zinek - Zincum
Mg	Hořčík - Magnesium
Cu	Měď - Cuprum
CAD	Computer Aided Design - Počítačem podporované navrhování
EN	Evropská norma
AW	A-Hliník / W-Tvářené slitiny
HÚ	Horní úvrat'
DÚ	Dolní úvrat'
HB	Tvrdost podle Brinella
3D	Třírozměrný – Three Dimension
CNC	Computer Numeric Control
KTO	Katedra technologie obrábění
cm, cm ³	Centimetr, centimetr krychlový
mm, mm ³	Milimetr, milimetr krychlový
Obr.	Obrázek
ml	Mililitr
ks	Kus
L	Litr
km/h	Kilometr za hodinu

Symboly a značky	Jednotky	Popis
S	[mm ²]	Plocha
m	[kg]	Hmotnost
V	[mm ³]	Objem
I	[kg.mm ²]	Moment setrvačnosti
t	[mm]	Tloušťka
ζ _m	[g/cm ³]	Objemová hmotnost
E	[GPa]	Modul pružnosti v tahu
G	[m/Ω · mm ²]	Elektrická vodivost
α	[K ⁻¹ · 10 ⁻⁶]	Koeficient tepelné roztažnosti
λ	[W/m · K]	Tepelná vodivost
C	[J/kg · K]	Specifická tepelná kapacita
-	[mm]	Rovinnost
R _m	[MPa, N/mm ²]	Mez pevnosti v tahu
R _p	[MPa]	Mez kluzu v tahu
T	[°C]	Teplota
R _a	[μm]	Hodnota drsnosti

1 Úvod

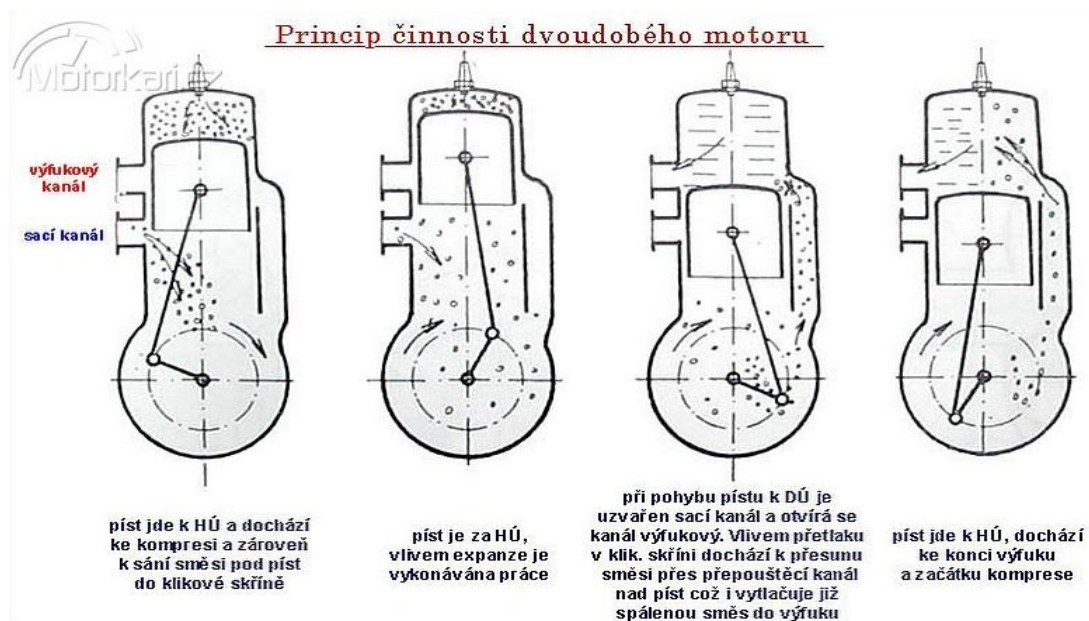
Motocykly jsou nejlehčí a nejmenší motorová vozidla, která nabízejí rychlou přepravu. Vedle lehkých a skladných mopedů mezi ně patří i těžké závodní stroje, dosahující rychlosti nad 500 km/h.

Tato motorová vozidla pomocí kapaliny (benzín + mazivo) nacházející se uvnitř spalovacího prostoru hlavy a válce, přeměňují tuto kapalinu v hnací sílu, a tu pak v kinetickou energii motocyklu. Mění se zde pohyb přímočarý (píst) na pohyb rotační (kliková hřídel). Dvoudobé motory mají 2 zdvihy a jedno otočení klikového hřídele za 1 pracovní oběh.



Obr. 1 - Při pohybu pístu dolů se z prostoru pod pístem dostává směs do spalovacího prostoru mezi hlavou a válcem [W16]

Podmínky vedoucí k detonaci jsou: vysokooktanové palivo, vysoká komprese, otáčky motoru, vlhkost vzduchu, směs vzduchu (obsah kyslíku ve vzduchu), vysoká teplota vzduchu, tvar spalovacího prostoru, kvalitní jiskra od svíčky atd. Proto různé motory při stejných kompresních poměrech mají odlišný oktanový nárok.



Obr. 2 – Princip činnosti dvoudobého motoru [W18]

Motor (jako celek) se velmi liší svou složitostí a provedením. V malých motocyklech se užívají dvoutaktní motory bez ventilů (nemají ventilový rozvod). Palivo se přepouští kanálem v boku válce, zavíraným a otvíraným pohybem pístu. Však konstrukce dvoudobého motoru je jednodušší nežli u čtyřdobého a tudíž více vyhovuje potřebám širšímu okruhu spotřebitelů. Typické použití tohoto zážehového motoru je u motorových pil, zahradní techniky, starších automobilů (Trabant či Wartburg), mopedů a skútrů.



Obr. 3 – Trabant (starší automobil) - dvoutaktní, vzduchem chlazený dvouválec o výkonu 26 koní [W19]

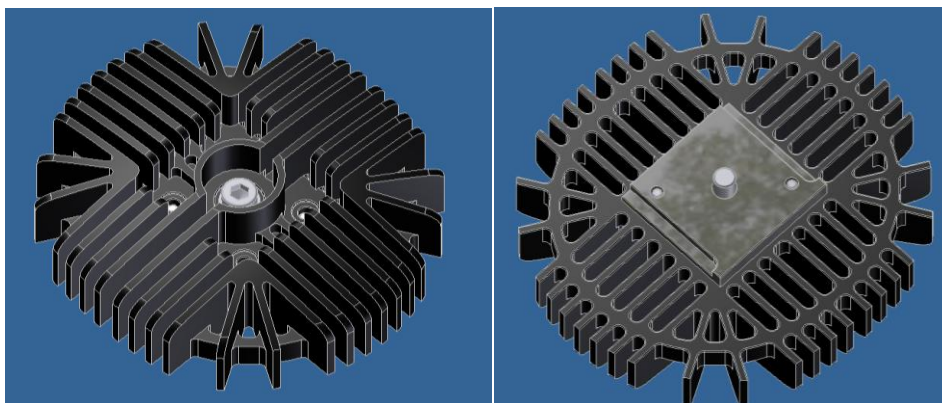


Obr. 4 – Motocykl Jawa 50 Mustang se sériově vyráběnou hlavou

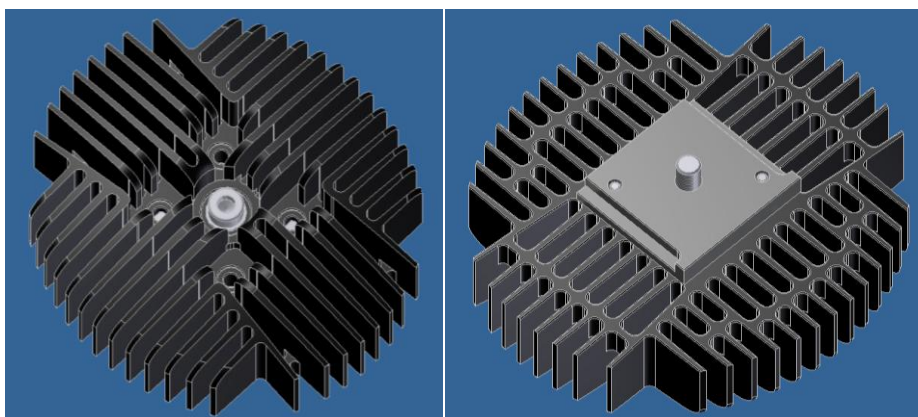
Cílem této bakalářské práce je obrobení sportovní hlavy pro motocykl - typ Jawa 50 Mustang Obr. 4. Tato hlava se bude modelovat v programu Autodesk Inventor Professional 2008 a následně obrábět v programu CATIA P3 V5R19. Dále se tato práce bude zabývat možnými inovacemi na hlavě, jako je zvýšení chladicí účinnosti hlavy

motocyklu vhodnou konstrukční úpravou tvaru. Zvýšením výkonových parametrů díky originálnímu spalovacímu prostoru a zlepšení spalování směsi mezi hlavou a pístem. Dále návrhem materiálu hlavy pro obrábění a materiálu odlitku. A nakonec se tato práce bude zabývat návrhem upínacího přípravku a jeho následnou výrobou.

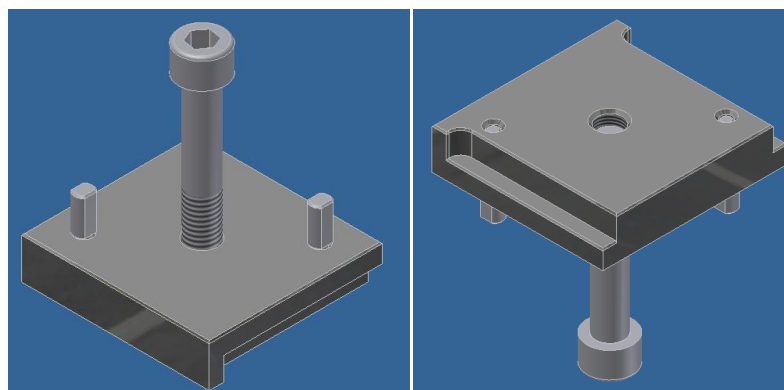
Hlavy se budou modelovat ve více provedeních a z těchto hlav se podle technologicko-ekonomické tabulky bude vybírat nejvýhodnější varianta, která bude prakticky obrobena.



Obr. 5 – Model hvězdicové hlavy (v Inventoru) - upnutého v přípravku



Obr. 6 – Model vějířové hlavy (v Inventoru) - upnutého v přípravku



Obr. 7 – Model navrženého upínacího přípravku

2 Rozbor současného stavu

V roce 1962 zahájili v Povážských strojárnách sériovou výrobu nového lehkého motocyklu Jawa 50, typ 05, který navazuje na předešlé typy Jawa 550 a 555, známé pod jménem Pionýr. Nový typ se však od předchozích typů značně lišil. Díky konstrukčním úpravám motoru, rámu i karoserie se na něm mohly přepravovat dvě osoby. Konstrukce tohoto typu byla již výhradně dílem pracovníků Povážských strojáren a nebyla brána jako licence Jawy (jak tomu bylo u typů 550 a 555), i nadále však označení Jawa z hlediska prodeje zůstalo.

Motor byl stejně jako u předcházejících typů ležatý dvoudobý vzduchem chlazený jednoválec o obsahu 49,9 cm³, jeho výkon byl však zvýšený z 2,2 koně na 3 koně. Zvýšení výkonu bylo dosaženo novým rozvodem ve válci (časováním), zpřesněním tolerancí všech kanálků, zvýšením komprese, novým karburátorem a novou výfukovou soustavou. [W1]



Obr. 8- Motocykly Jawa vyráběné v Povážských strojárnách jsou doplněny symbolem používaným u strojů Manet [W10]

2.1. Chlazení

Hlava válce na první pohled nevypadá jako důležitá část motoru, ale opak je pravdou, protože samotný design má velký vliv na to, jak dobře motor bude při svém běhu pracovat. Při spalování paliva uvnitř spalovacího prostoru hlavy a válce vzniká velké množství tepla. Jestliže teplota motoru příliš stoupne, stává se motor méně účinným a mohl by se poškodit, pokud by se přesné součástky roztáhly, nebo dokonce zadřely. Optimální teplota - T, která by se měla udržovat pomocí chlazení, by se měla pohybovat mezi 170° - 190°C. Aby se zabránilo přehřátí motoru, používá se chladicích hlav nebo vodních chladicích systémů. [1]

Hlava i válec motocyklu jsou vyrobeny ze slitin hliníku, čím se současně snižuje hmotnost celé soustavy a zvyšuje přestup tepla.

Vzduchem chlazená hlava motoru pionýra má na vnější straně žebra, která zvětšují povrchovou plochu chladicího systému (tomuto způsobu chlazení se říká chlazení přímé). Z toho je zřejmé, že chlazení nevyžaduje žádnou zvláštní údržbu a je tudíž bezporuchové (odpadávají starosti s dodáváním chladicí kapaliny a s následně možným zamrznutím při nízkých teplotách). Tyto žebra usměrňují proud vzduchu, který se odvádí jak na hlavu, tak na samotný válec motocyklu a tím způsobují intenzivní úbytek tepla z těchto částí,

kteřé sálá do okolního vzduchu (teploty uvnitř spalovacího prostoru mohou dosahovat až na hranici 2000° C). Tato žebra musí mít dostatečně velkou plochu, aby odpovídajícím způsobem chladila jak hlavu, tak válec. [1]

Samozřejmě i samotné mazání způsobuje úbytek tepla (z důvodu snížení tření mezi pohybujícími se součástmi). [1]



Obr. 9 – Různá konstrukční řešení chladících hlav pro motocykly Jawa [W20]

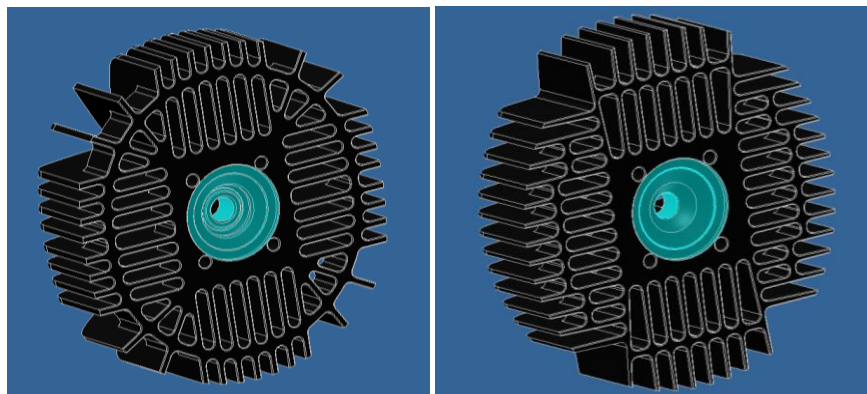
Do této práce bylo v plánu i zakomponovat přestup tepla, namodelovaný v programu Fluent, resp. Ansys (program, který umí přestupy tepla simulovat), ale bohužel toto nebylo možné, protože by tato úloha byla velmi časově náročná.

2.2. Spalovací prostor (komora)

Nejdůležitější je tvar spalovacího prostoru (komory) a umístění zapalovací svíčky. Spalovací prostor (komora) musí být co možná nejmenší, protože čím menší je prostor, tím jsou menší tepelné ztráty a tím se zvyšuje účinnost motoru. Navíc se musí spalovací prostor leštit. Celá vnitřní plocha hlavy musí být leštěna do vysokého lesku, což zamezí tvorbě karbonu na stěnách a zlepší výplach motoru – toto platí u sériově vyráběných hlav. V našem případě nebylo nutno tuto plochu leštit, jelikož byl tento prostor obráběn ve vysoké kvalitě přímo na stroji Masturn. Drsnost povrchu byla Ra 1,6.

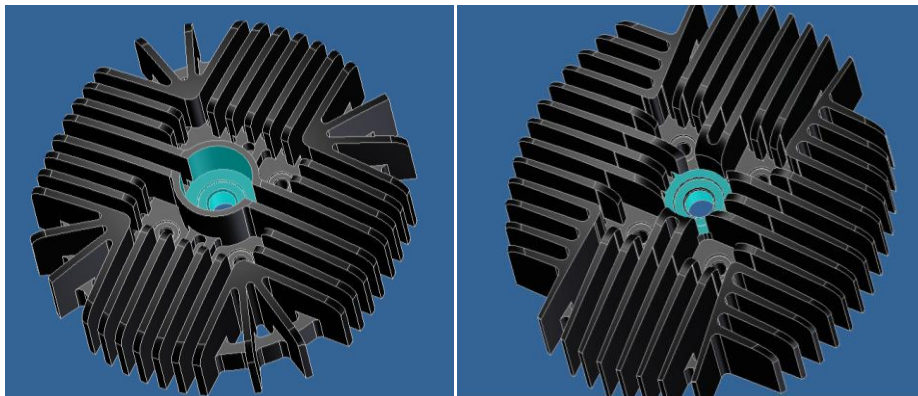
Standardní objem hlavy je 6,5 ml až 5,5 ml, v našem případě se přiklonilo ke druhé variantě (zdůvodnění bod 2.1.5). Tento objem se v praxi měří pomocí injekční stříkačky, po dosedací plochu na válec se zašroubovanou zapalovací svíčkou.

Objem hlavy byl v programu Inventor 2008 vymodelován a proměřen virtuálně, vše zahrnuto v bodě 2.1.5.



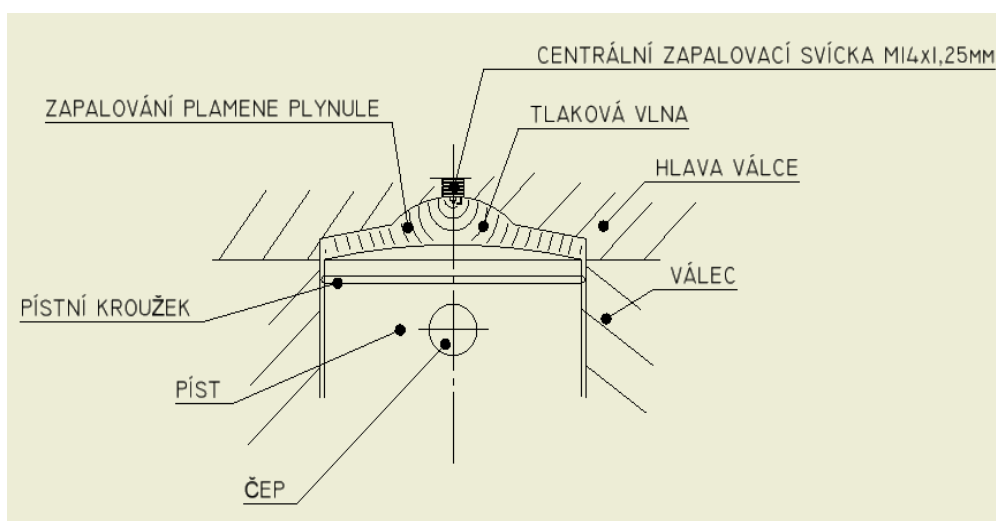
Obr. 10 – Spalovací prostor (vlevo: Hvězdicová, vpravo: Věžňřřová hlava)

Otvor pro spalovací svíčku může být prakticky kdekoliv. Nejvýhodnější umístění zapalovací svíčky je však uprostřed (tzn., že se střed otvoru pro svíčku volí rovnoběžně s osou pohybu pístu – z důvodu dalších možných úprav, které se u těchto motorů provádí (jako je např. snižování hlavy, měření předstihu, apod.). Dále se samozřejmě snižuje cestování plamene, po celém spalovacím prostoru na minimum. A tím i zvětšení účinnosti motoru. [1]



Obr. 11 – Centrálně umístěný otvor pro zapalovací svíčku (vlevo: Hvězdicová, vpravo: Vějířová hlava)

U sériové výroby motocyklů se otvor pro zapalovací svíčky vyrábí centrálně v nejvyšším bodě hlavy a u soutěžních hlav je tomu tak, že se otvory konstruuji pro dvě svíčky a pod úhlem. To z jediného důvodu a to jest, že pokud se stane závada na zapalovací svíčke, tak se tímto způsobem, z defektní svíčky rychle přehodí koncovka zapalovací svíčky na funkční svíčku a zápal směsi může být uskutečněn. Úhel zapalovací svíčky není až tak podstatný, protože jde jen o dostupnost čerstvé směsi v době stlačení a předstihu (aby bylo co zapálit). [1]



Obr. 12- Spalovací prostor s centrální svíčkou podporující dobré spalování [1]

2.2.1. Možné inovace na hlavě

Chlazení lze zlepšit nastavením žebor pod jiným úhlem, anebo jiným konstrukčním uspořádáním žebor (počet žebor, tloušťka žebor, různé rozteče mezi žebry, nebo prstence, které zvyšují tuhost celé hlavy). Dále jde vyrobit otvor pro svíčku pod různým úhlem natočením a různou délkou závitu. Délka závitu nám udává životnost svíčky. A nakonec lze změnit tvar a velikost spalovacího prostoru. V tomto ohledu jsou konstrukční návrhy zcela na fantazii konstruktéra, ale je nutné se držet určitých zásad pro volbu spalovacího prostoru. Inovace hlav jsou zahrnuty v bodě 3. Konstrukční návrh.

2.3. Montáž hlavy

Hlava je opatrně nasazována na válec pomocí 4 vodicích šroubů (svorníky). Pod hlavu se nemusí dávat těsnicí vložka (těsnění), ale to pouze v případě, že máme hlavu zbroušenou (sníženou). Pokud hlava zbroušená není, je potřeba mezi styčnými plochami hlavy a válce instalovat těsnění tloušťky 0,5 mm (materiál je hliníkové těsnění nebo klingerit – papírové těsnění). Poté se na každý šroub navleče podložka a matice M6. Matice se utahují podobně jako u automobilu a to do kříže. Matice se nesmí utahovat příliš velkou silou, protože se na konec utáhnout až po zahřívací jízdě. Matice by se neměly utahovat na motoru, který má pracovní teplotu. Po zahřívací jízdě a po úplném vychladnutí motoru se matice dotáhnou na pevně. [1]

Při demontáži hlavy a válce se nesmí zapomínat na samotnou kontrolu pístu, pístního čepu, kroužků a ojnice. Tyto součásti se mohou velmi často opotřebovat díky vyšším teplotám a nedostatku maziva mezi součástmi. Samozřejmě je třeba chladicí žebra pravidelně čistit od nečistot jako je prach, nanesené bahno, olej apod. Protože nečistoty a prach zachytávající se na spojích jednotlivých částí motoru, snižuje účinnost odvodu tepla z hlavy. Samotná údržba a obsluha jsou jednoduché a nečiní spotřebitelům velké obtíže, ani majitelům, kteří nemají hlubší znalosti o této problematice. [1]

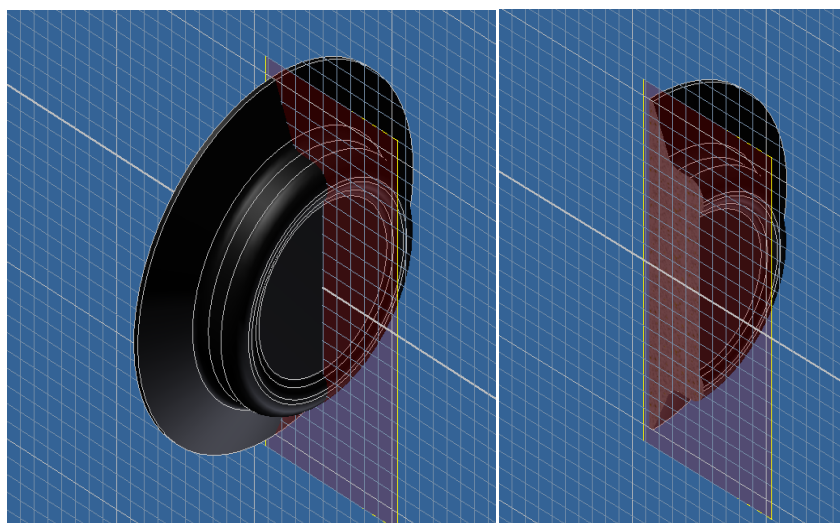


Obr. 13 – Montáž sériové hlavy na motocykl JAWA 50 Mustang

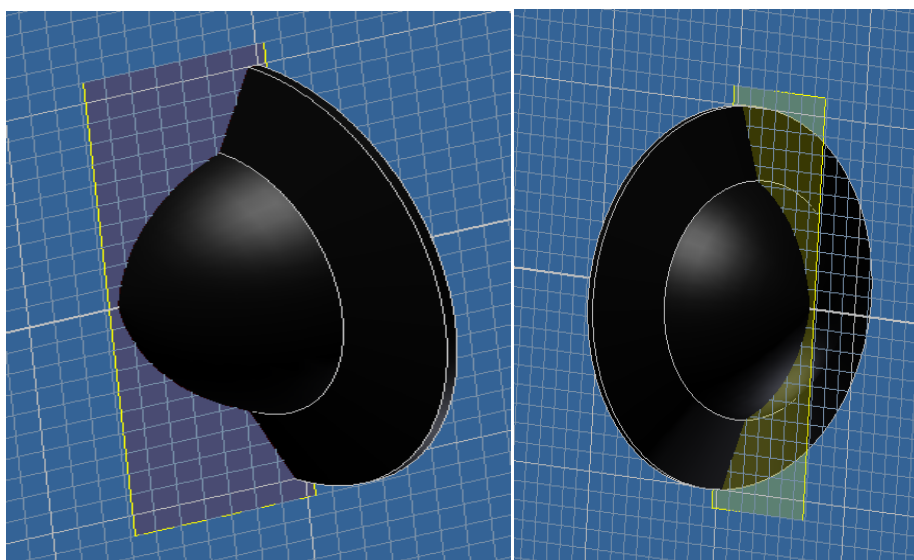
2.4. Model objemu spalovacího prostoru hlavy

Model spalovacího prostoru je velmi důležitý pro samotnou účinnost motoru motocyklu. Po konzultaci s odborníkem z praxe, byly navrženy dva profily s dostatečným spalovacím objemem pro docílení co největší účinnosti v praxi. Tyto návrhy byly zvoleny na základě nejnovějších poznatků z firmy zabývající se motocyklovou tematikou, posledními v praxi odzkoušenými spalovacími prostory a také bylo přihlédnuto k samotné vyrobitelnosti v laboratořích KTO.

Model spalovacího prostoru byl vytvořen v programu Inventor 2008 a následně změřen pomocí funkce: iVlastnosti (zde se nacházejí vlastnosti, které obsahuje model, vytvořený pomocí náčrtů, skic a prvků vysunutí).

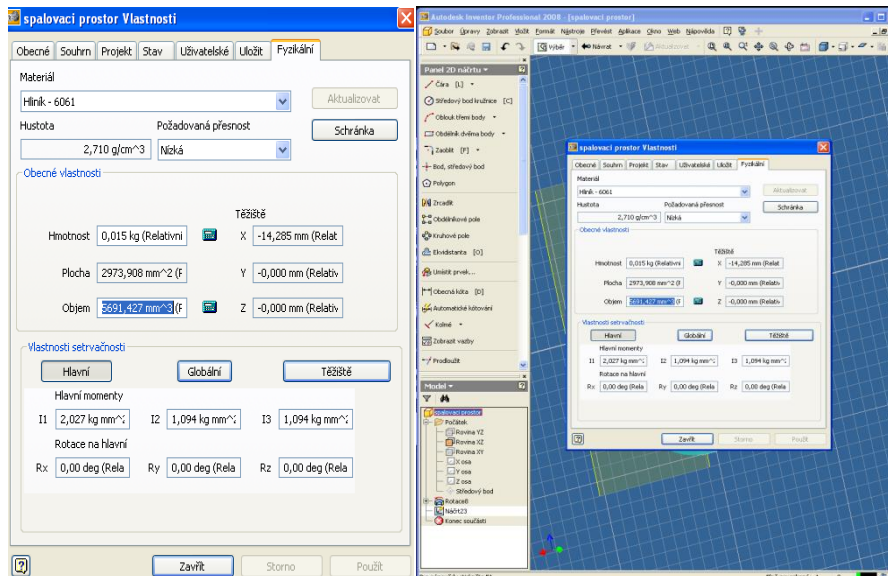


Obr. 14 – Model spalovacího prostoru je rozříznut ve své půlce - pomocí roviny v ose XZ (pro zobrazení spalovacího profilu) – model pro hvězdicovou hlavu



Obr. 15 – Model spalovacího prostoru je rozříznut ve své půlce - pomocí roviny v ose XZ (pro zobrazení spalovacího profilu) – model pro vějířovou hlavu

V roletovém menu zvolí iVLASTNOSTI. Zde se otevře list se záložkami, které vymodelovanou součást charakterizují, a poté se otevřela záložka Fyzikální. V této záložce se zvolil přibližný materiál a nakonec se zaškrtnulo tlačítko Aktualizovat (vše na obr. 16). Po stlačení tlačítka byly k dispozici následující vlastnosti modelu:



Obr. 16 - Vlevo: Hledaný objem hlavy, Vpravo: Detail záložky Fyzikální

Obecné vlastnosti (obr. 16):
 Hmotnost [kg]
 Plocha [mm²]
Objem – 5691,427 [mm³] (!!hledaný parametr!!)

Vlastnosti setrvačnosti:
 Moment setrvačnosti [kg.mm²]
 Rotace kolem hlavních os [-]

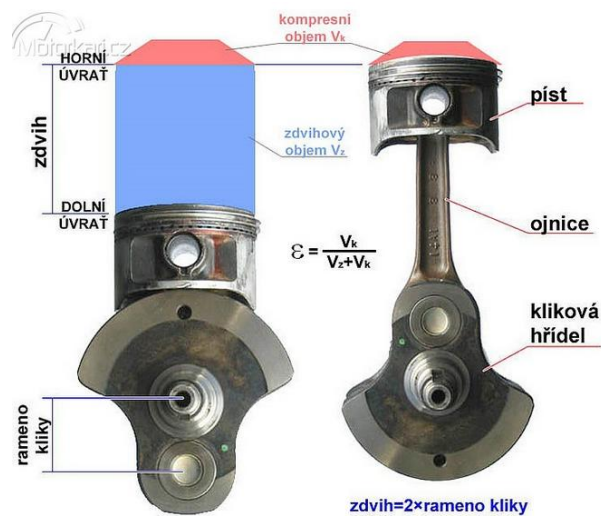
V tomto okamžiku bylo třeba zjistit pouze objem vymodelovaného prostoru. Hledaný objem by měl být mezi 6,5 – 5,5 ml (tento objem byl doporučen člověkem z praxe). Po nastavení všech parametrů a potvrzení tlačítka aktualizovat se na kartě iVLASTNOSTI objevil objem, který byl 5,691,427 mm³ (obr. 16). Tudíž byl objem vymodelován v mezích, které byly určeny jako nejideálnější (objem 5,6 ml byl použit u obou hlav – hlavy se liší pouze konstrukčním řešením spalovacího prostoru viz. Obr. 14 a 15).

Tato komprese (kompresní objem) je nutná k tomu aby se zoptimalizoval tlak nad pístem, z toho dále vyplývá i zoptimalizovaný krouticí moment.

Pokud je objem hlavy větší – sice se snadněji bude startovat po přemožení komprese, ale krouticí moment bude velice nízký, naopak zvýšením komprese se zvýší i krouticí moment. Zrovna tak jde o výplach celého objemu nad pístem, protože menší objem se snadněji naplní.

U válců s vrtáním od 38 do průměru 39,25 mm se na motorové brzdě používá objem 5,5 ml, u válců nad průměr 39,25 mm již objem 6,5 ml, protože chod motoru při hlavě 5,5 ml je již už příliš “tvrdý“ a jednotlivé rázy do klikového mechanismu by se i takto

projevovaly. Při větším např. při klasickém (sériovém) objemu hlavy je chod sice měkký, avšak bez většího účinku krouticího momentu, který je na nízké hodnotě. Samozřejmě je to v souvislosti s motorem pionýra Jawa 50.



Obr. 17 – Ukázka kompresního objemu (prostor nad pístem) [W6]

Nakonec tedy byla do převodníku vložena hodnota $5691,427 \text{ mm}^3$ a nechala se převést na mililitry. Hodnota ve výsledku činila 5,69143 ml. Tudiž se do hledaného objemu, který má hlava splňovat, vešla.

Toto bylo nejrychlejší a nejvýhodnější řešení našeho problému, jak vymodelovat spalovací prostor aniž by byly použity moderní prostředky, které využívají dnešní podniky. Poté byl spalovací objem do modelu přidán proto, aby mohla být hlava kompletně vymodelována a převedena do programu Catia V5R19 (nakonec byly vygenerovány výrobní výkresy v programu Inventor 2008 pro samotnou výrobu v halových laboratořích KTO).

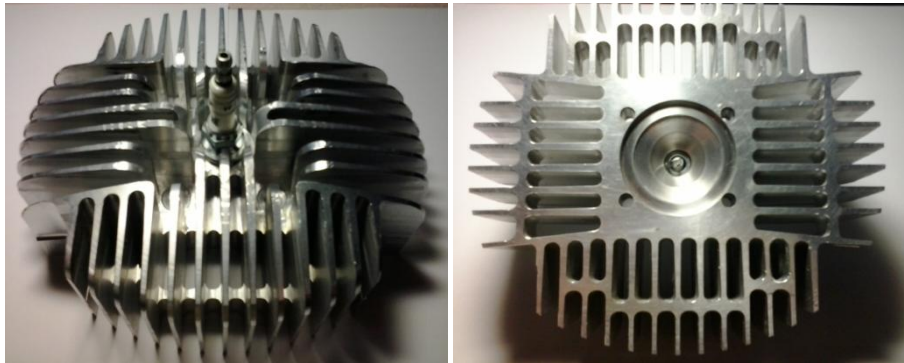
2.5. Použitá zapalovací svíčka

Z důvodu životnosti byl v hlavě vymodelován dlouhý závit M14x1,25 - pro svíčku BRISK - DR17YC – SUPER - délka 19 mm



Obr. 18 - Používaná zapalovací svíčka pro obě hlavy BRISK

Největší vliv na samotný zápal má zapalovací svíčka, je to nejdůležitější součástí celku motoru. Zapaluje čerstvou směs a vzduch ve spalovacím prostoru a vyžaduje pravidelnou kontrolu a čištění. Na obr. 19 je vidět zašroubovaná zapalovací svíčka, její konec přesahuje do spalovacího prostoru. Zapalovací svíčka musí o pár milimetrů zasahovat do tohoto prostoru, kvůli tomu aby čerstvá směs neměla problém se vznícením.



Obr. 19 – Zašroubovaná zapalovací svíčka (BRISK) v obrobené hlavě

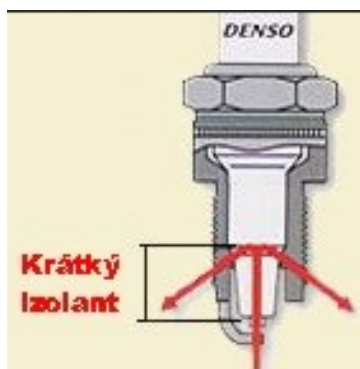
Svíčky se dělí na dvě kategorie:

Teplá svíčka: Vyznačuje se dlouhým izolantem, který se vystavuje větší plochou spalování, což znamená, že svíčka je zahřátá na vyšší teplotu.

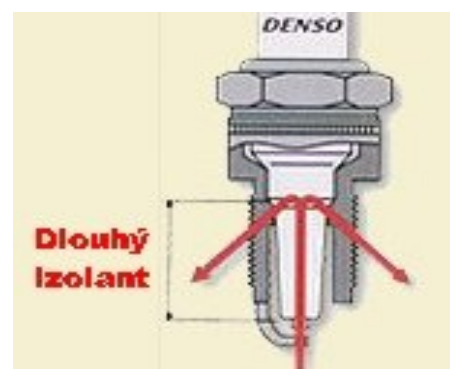
Studená svíčka: Má v porovnání s teplou svíčkou, krátký izolant, jenž snižuje plochu, kterou je svíčka vystavena (tento typ se používá u sériových hlav).

Negativní vliv na zapalování směsi může mít spousta různých faktorů spojených se samotnou svíčkou. Svíčka by měla být našedlá s možnou lehčí korozi. Taková svíčka se může zařadit mezi tzv. „zdravé„ svíčky. [W22]

Se spousty negativními prvky je možno se setkat pokud bude svíčka nedostatečně utažena, či bude mít velký předstih, nebo použijeme příliš vysoký poměr oleje k benzínu. Také pokud nebude zcela v pořádku samotné nastavení mezery mezi elektrodami, špatná těsnost pístních kroužků či ventilů má za následek pokrytí svíčky olejem a spousta dalších podobných problémů. Proto se musí těmto poškozením předcházet, proto aby nedošlo k poškození zapalovací svíčky a nakonec i poškození samotného válce. [W22]



Obr. 20 – Studená svíčka [W22]



Obr. 21 – Teplá svíčka [W22]

2.6. Stupeň komprese

Stupeň komprese je závislý na okamžiku uzavření výfukového kanálu. Motory JAWA 50/20, 21, 23 používají hlavu válce se stupněm komprese 9,5. Tato hlava má ledvinovitý spalovací prostor, v němž i po snížení hlavy musí být mezera mezi ledvinkou hlavy a pístu v horní úvratí nejméně 0,7 mm a nejvíce 1,2 mm. [W3]

Tento rozměr se v praxi měří pomocí plastelínové kuličky, která je přitlačena na povrch štěrbin hlavy a posunutím pístu do horní úvratí je zjištěno skutečné stlačení plastelíny a tím i rozměr štěrbin. [W3]

Pro závodní účely bývá zvolen stupeň komprese 11 až nejvíce 12, což zajišťuje stále dostatečné chlazení motoru. Je zde nutno používat benzinu Super s 96 oktany, ještě lépe se 100 oktany nebo více. Benzín s více oktany umožňuje využít zvýšené komprese. [W3]

2.6.1. Kompresní poměr

Kompresní poměr je konstrukční vlastností motoru a má významný vliv na výkon a termickou účinnost motoru, s jejíž zvyšováním účinnost stoupá. U spalovacích motorů je to poměr mezi objemem válce motoru před kompresí (píst je nejbližší klikové hřídeli – tj. dolní úvratí) a objemem po jeho kompresi (píst je nejdále klikové hřídeli – tj. horní úvratí). Nebo se také dá definovat jako poměr mezi objemem nasáté směsi a objemem směsi stlačené. Kompresní poměr zážehových (benzinových) motorů se pohybuje od 8:1 do 13:1. Při tak vysoké kompresi se nasátý vzduch vlivem stlačení extrémně zahřeje, díky čemuž se vstříknuté palivo okamžitě samovolně vznítí. [W7]

V_k – objem kompresního prostoru

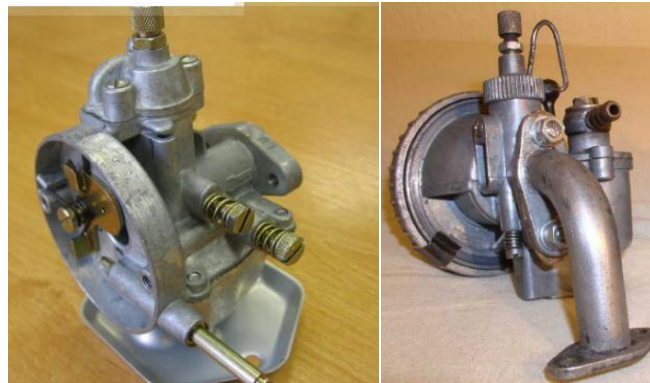
V_z – zdvihový objem

2.7. Technický popis Jawa 50 typu Pionýr

Motocykl byl vybaven maloobjemovým motorem ($\varnothing 38 \times 44$ mm), ležatým dvoudobým vzduchem chlazeným jednoválcem o objemu $49,8 \text{ cm}^3$ a elektrickou energii vyrábělo setrvačnickové magneto PAL. [W3]

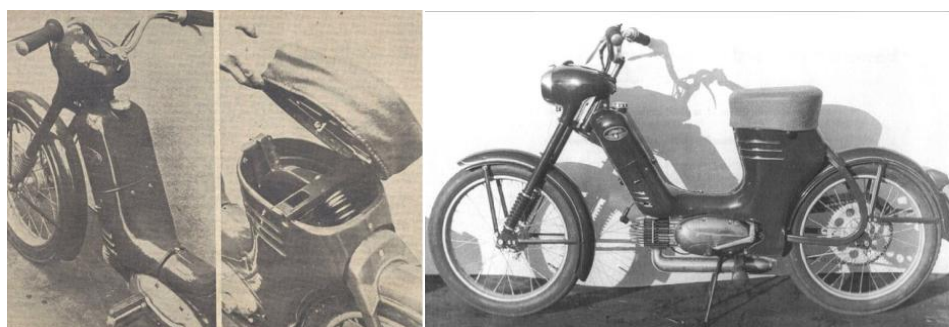
Karburátor Jikov 2912 (pozn. poslední dvojčíslí označovalo průřez karburátoru – difuzor) byly použity dva typy šoupátkových jehel, a to ostré a tupé, a byla montována tryska s kalibrovaným otvorem 52. Tím byl zaručen správný směšovací poměr vzduchu a paliva dodávaného do motoru. Továrnou nastavený karburátor byl kompromisem vyhovujícím nejširšímu okruhu spotřebitelů. Byl nastavený hlavně s ohledem na nízkou spotřebu a největší užitek. Pro ty jezdce, kteří rádi jezdili „na plný“ plyn se

doporučovaly trysky v hodnotě 55 až 60. Přitom výrobce karburátoru dal do prodeje sadu trysek o velikosti 50 (52), 55, 58 a 50. Výměna trysek byla velice jednoduchá. Větší trysky zlepšily přechody a pružnost motocyklu, ovšem za cenu mírného zvýšení spotřeby paliva. Snaha o další navyšování výkonu nakonec vedla k vývoji dalšího typu karburátoru. S typovým označením 2914 HZ byl montován od 1. 1. 1958. [W3]



Obr. 22 – Karburátor Jikov 2912 [W21]

Elektrická houkačka, která se dodatečně montovala pod přední světlomet, byla napájena ze dvou plochých suchých článků 4,5 V značky Bateria 310, zapojenými za sebou. Spojka byla jednolamelová s korkovým obložením v olejové lázni. Spojkový kotouč s korkovými vložkami byl řešen jako jeden celek s hnaným kolem primárního převodu a byl sevřen tlakem pružin mezi dva kotouče spojené s hlavní hřídelí převodovky. Převodovka byla třístupňová, s postupným řazením – první rychlost dolů, druhá a třetí nahoru, a neutrálem mezi každým rychlostním stupněm. Příčinou vypadávání prvního rychlostního stupně bylo především špatné zacházení. Problémy s častějším vypadáváním druhého a třetího rychlostního stupně byly vyřešeny úpravou kulisy zasouvání v řadicím automatu. Zajímavým konstrukčním prvkem bylo uložení zadního kola ve vlečné kyvné vidlici, odpružené jedinou vinutou pružinou, umístěnou ve středové rovině stroje (tohoto konstrukčního řešení se o mnoho let později ujala japonská Yamaha). Ukázalo se, že i tak běžnou manipulaci, jakou bylo postavení motocyklu na stojánek, bylo možné vylepšit. Za sedadlem nad blatníkem chyběl chyták, a tak si majitelé často vyráběli dodatečné úchyty. Tento nedostatek ale byl později odstraněn a chyták byl součástí konstrukce nového motocyklu. Koncepce a konstrukce stroje daleko předběhla ve své kategorii konkurenci. Jeho zajímavé tvarové řešení bylo natolik nepřehlédnutelné, že si brzy vysloužil výstižné přijmení „PAŘEZ“, a to podle tvaru sedla. [W3]



Obr. 23 – Jawa 50 typ 550 Pionýr „Pařez“ [W3]

2.8. Materiál obrobku a odlitku

Proudy směsi uvnitř válce a spalovacího prostoru hlavy proudí v podstatě jedním směrem a přes píst se rozprostírají na stěny válce, protože obsahují i mazivo. I přesto se najdou plochy, které se nebudou dostatečně chladit případně mazat a zde dochází k místnímu přehřátí a totéž platí na vnitřní ploše spalovacího prostoru hlavy. Čím vodivější materiál se použije, tím snadněji toto místo odstraníme, protože se místní teplo odvede do celé plochy hlavy. Navrhnout materiály jako stříbro, zlato apod. je naprosto nepraktické a to jak z pohledu odvodu tepla z hlavy, tak technologie výroby a především z hlediska ceny materiálu. Proto byl navržen materiál EN AW 7075 (vše zahrnuje bod 2.5.1).

2.8.1. Materiál obrobku

Pro tento typ hlavy byl, po konzultaci s odborníky na praxi znalou a s velkými zkušenostmi v tomto oboru, vybrán hliníkový materiál ze slitiny EN AW 7075 (AlZnMgCu1,5). Hliníkové materiály se vyznačují nízkou hmotností, snadným přestupem tepla a obrobiteľností. Tento materiál je používán firmami na výrobu prototypů různých částí motorů v automobilovém a motocyklovém průmyslu, pro dynamicky namáhané strojní části.

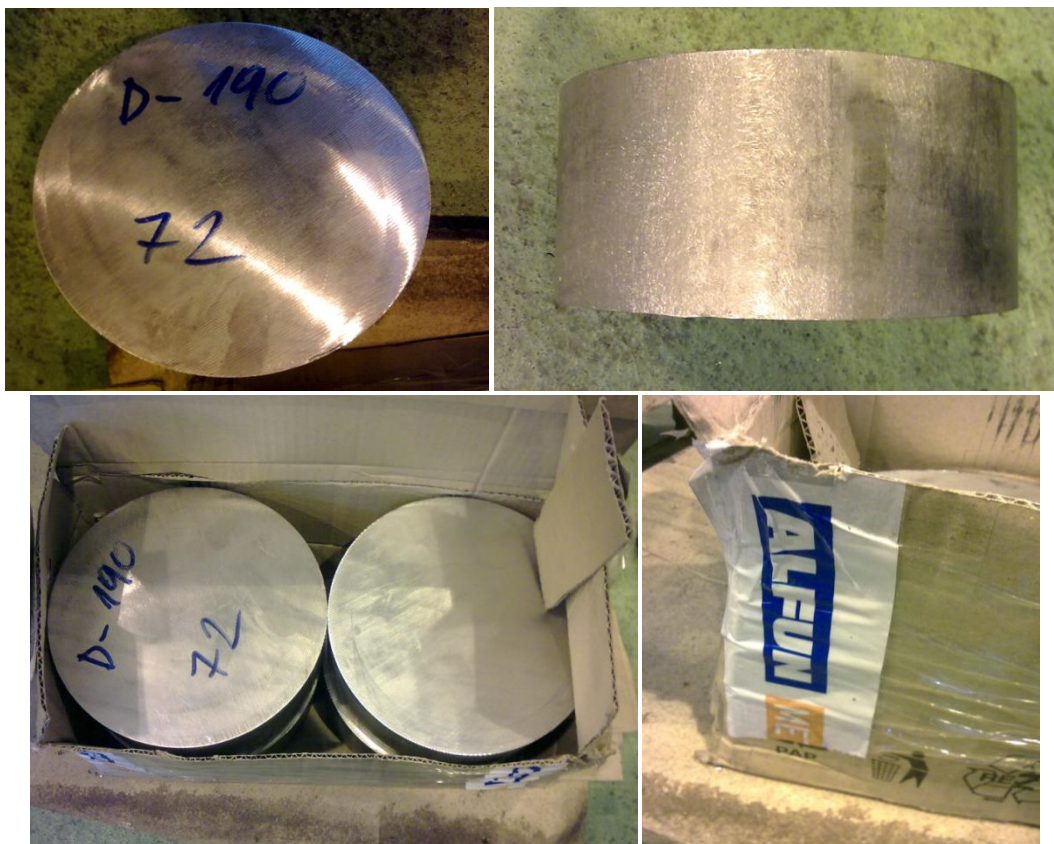


Obr. 24 – Hliníkové tyče EN AW 7075 [W24]

Tento materiál se vyrábí pomocí litého bloku, který se poté dále tepelně zpracovává, aby se materiál zbavil vnitřního pnutí. Bloky se dále nařežou anebo válcují na požadovanou tloušťku. Poté se potáhne ochranou PE folií. Tyto materiály se používají především ve strojírenství pro výrobu střížných, lisovacích nástrojů, vyfukovacích forem, strojních součástí strojů se zvýšeným namáháním nebo základových desek, dále pak v strojírenském, automobilovém, motocyklovém, stavebním, motocyklovém, lodním a v leteckém průmyslu. [W2]

Materiál bylo nejdříve nutno najít na internetu, rozeslat na různé firmy informace o projektu a poté byla po konzultaci s vedoucím práce vybrána firma, od které byl materiál objednan. Jako vítězná firma byla vybrána firma ALFUN, firma, která je moderním,

evropským centrem, které nabízí svým zákazníkům široký sortiment plechů a pásů vyrobených z různých materiálů.



Obr. 25 – Objednaný a zakoupený polotovár pro obrábění od firmy - ALFUN a.s. METAL SERVICE CENTER (EN AW 7075 D190-72 mm, 4ks(1ks váží cca 5,2kg))

Norma: Mezní úchytky rozměrů a tolerance tvaru – EN 485-3 (Rovinnost mm)
EN 485-3 (Tloušťka mm)

Tolerance řezů: Do tloušťky 160 mm: +/- 0,3 mm

Tab. 1 - Mechanické vlastnosti EN AW 7075 [W2]

Typ desky	Dle EN	Mechanické vlastnosti				Další vlastnosti, 1-5, 1 - nejlepší			
		Stav	R _m _{min} [MPa]	R _{p0,1} [MPa]	Tvrdość	Obrobení	Svařování	Eloxování	Korozivní odolnost
Válcované desky (běžný válcovaný povrch)	ENAW7075	Vytvrzený	550	450	170 HB	1	4	5	5

- Vynikající leštitelnost, tvrdý povrch, vhodný k leptání struktur

Tab. 2 - Fyzikální vlastnosti EN AW 7075 [W2]

Fyzikální vlastnosti		Typické hodnoty
Objemová hmotnost	[g/cm ³]	2,80
Modul pružnosti	[GPa]	71
Elektrická vodivost	[m/Ω · mm ²]	19 – 23
Koeficient tepelné roztažnosti	[K ⁻¹ · 10 ⁻⁶]	23,4
Tepelná vodivost	[W/m · K]	130 -160
Specifická tepelná kapacita	[J/kg · K]	862



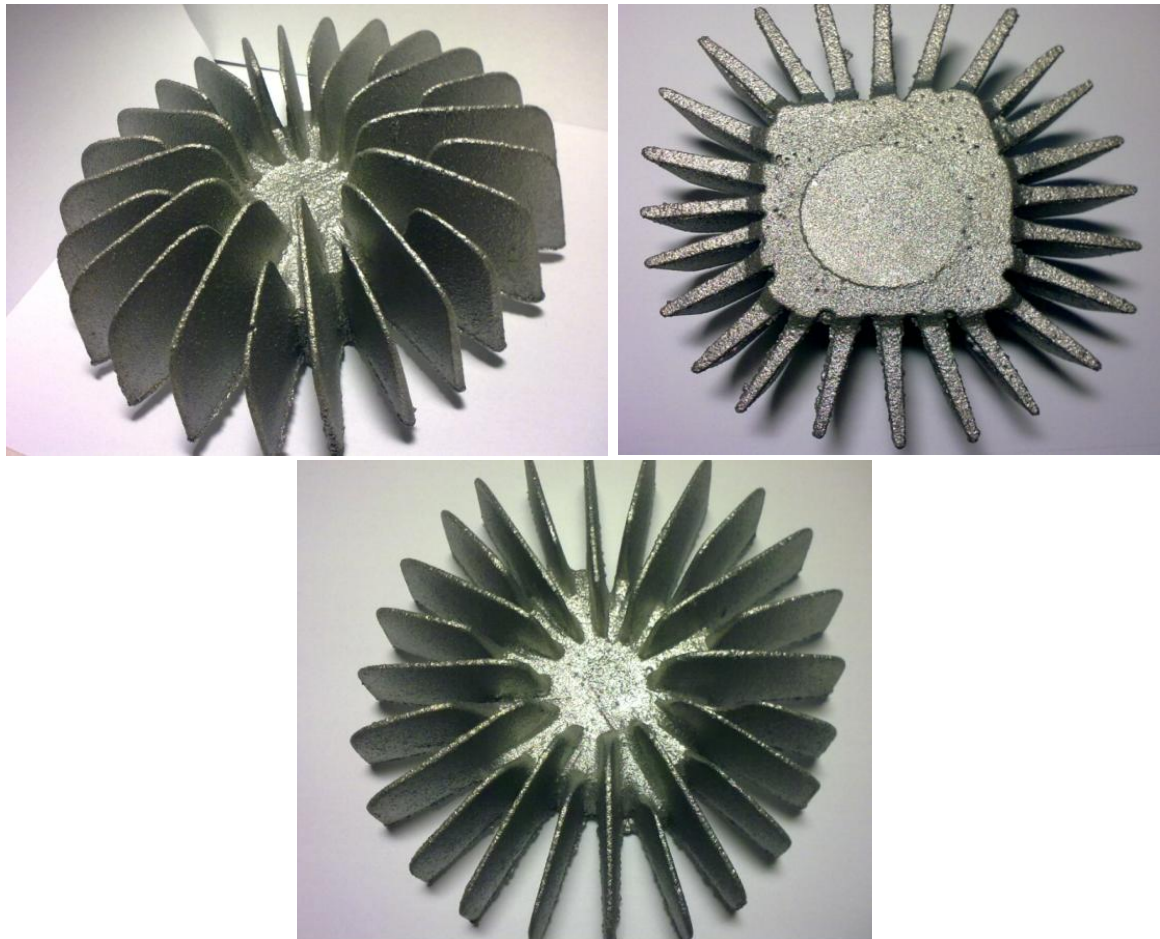
Obr. 26- Polotovary vyráběné ve firmě ALFUN [W2]

2.8.2. Materiál odlitku

V praxi se hlavy motorů ve velkosériové výrobě vyrábějí jako tlakové odlitky (obvykle křemíkové slitiny mírně odlišné od slitin používaných pro válcované materiály). Hlavy jsou odlity do kovové formy. Slitina musí být lehká s dobrou vodivostí tepla.

Hlavy se v dřívějších dobách lily do písku (levnější výroba včetně modelu). Hlava se odlévá se spalovacím prostorem. Se spalovacím prostorem se dále ve výrobě nepracuje, proto aby na povrchu nevznikaly póry. Dokončovací operace jsou pouze na spodní základně, kdy se pouze zarovná čelo. Dále se vyvrtají 4 otvory pro svorníky se zahloubením. Vyvrtá se otvor pro svíčku a nakonec se vyřízne závit M14x1,25.

Do slitiny jsou přidávány některé prvky. Někteří slévači v praxi přidávají do slitiny třísky Cu (mědi), v podobě ať mosazi nebo bronzu (ve formě třísek = snadno roztavitelné v roztavené lázni hliníku).



Obr. 27 – Ukázka vějířové hlavy po odlití (bez obrobeného spalovacího prostoru a bez otvorů na šrouby a svíčku)

2.9. Dnešní trend výroby – operace výroby

V dnešní době se mnoho firem zabývajících se touto problematikou snaží hlavy vyrábět jako odlitek. Je to velmi ekonomické vzhledem k času (rychlé) a kapitálu podniku (levné).

V praxi bychom se s výrobou z jednoho kusu polotovaru nesetkali, v praxi se používá sériová výroba lití pod tlakem. Výroba z jednoho kusu byla zvolena pouze z důvodu, že se jedná o školní projekt. V praxi se tímto způsobem (z jednoho kusu) vyrábí prototypy nebo jednorázové projekty.

Dnešní výroba závodní hlavy v podnicích zabývajících se výrobou tlakových odlitků: Po odlití a utužení se odlitek musí zbavit výronů. Dále se obrábí minimum ploch, z důvodu zmenšení výrobních nákladů.

1) Operace: Vrtat otvory

- Upnout (ustavit do přípravku) – za pomoci upínacích lišt
- Vrtat 4 otvory se zahloubením (pomocí vrtačky) – nástroj je kombinovaný
- Vyjmout, odložit
- Kontrolovat každý 20. kus

2) Operace: Kuličkovat

- Upnout součást do kuličkovacího bubnu
- Kuličkovat oběma směry – cca 28 min., pomocí výmětových kuliček (\varnothing 3-8 mm)
- Součásti vyjmout a opláchnout v čisté vodě (roztok: 60L vody a 1kg 82% mýdlový prášku) – roztok dle potřeby doplnit nebo nahradit novým (použití gumových rukavic)
- Odstranit zbylé kuličky z otvorů a žeber
- Odložit do bedny
- Kontrolovat provedení požadovaných úseků – vizuální namátková kontrola 60% vzhledu a kvality kuličkového povrchu



Obr. 28 – Kuličkovací buben [W13]



Obr. 29 – Abrasivní tělíska [W4]

3) Operace: Soustružit

Jelikož se jedná o tlakový odlitek, je tudíž poměrně přesný – proto se nesmí obrábět spalovací prostor - z důvodů pórů.

- Upnout do přípravku (pomocí unášecí desky)
- Přerovnat čelo (pomocí revolverového soustruhu) – nástroj soustružnický nůž (ČSN 223712)
- Měřit indikátorem
- Dorovnat čelo na rozměr
- Soustružit zápich
- Vyjmout, odložit
- První kus nechat překontrolovat na objem spalovacího prostoru, na desce bez těsnění



Obr. 30 – Upínací deska [W14]



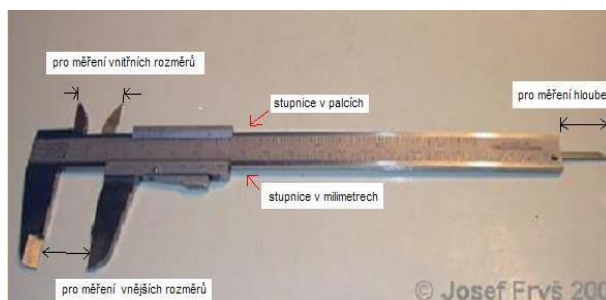
Obr. 31 – Revolverový soustruh TOS R5 [W15]

4) Operace: Vrtat a zahloubit

- Ustavit do přípravku
- Vrtat otvor pro svíčku se zahloubením (kombinovaný nástroj)
- Vyjmout, odložit
- Kontrolovat každý 5. kus (posuvné měřidlo)



Obr. 32 – Kombinovaný nástroj [W7]



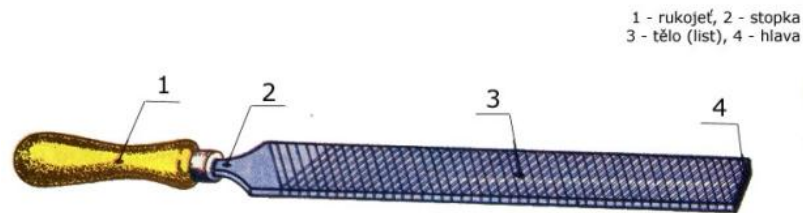
Obr. 33 – Posuvné měřidlo [W8]

- 5) Operace: Řezat závit M14x1,25
- Ustavit do přípravku a upnout
 - Řezat závit M14x1,25 (pomocí závitníku M14x1,25)
 - Vyjmout, odložit
 - Kontrolovat každý 5. kus – závit M14x1,25 (pomocí závitového kalibru ČSN 254110)



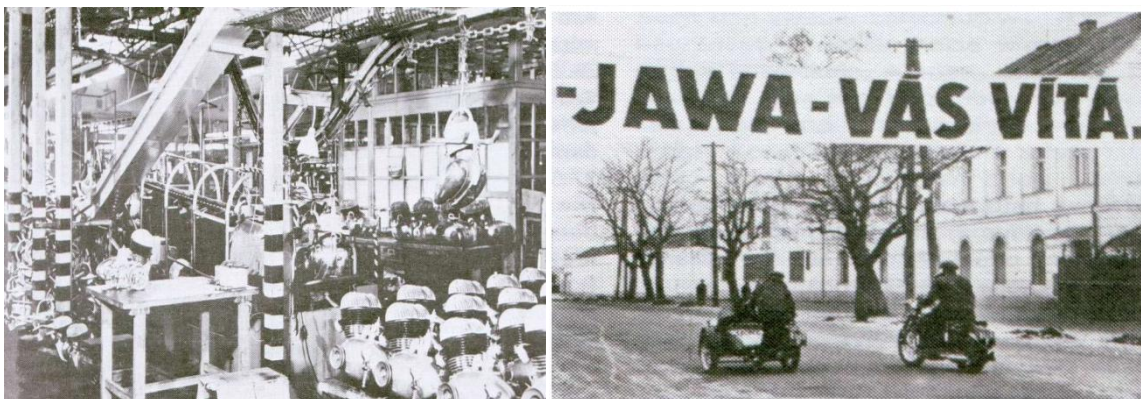
Obr. 34 – Závitník strojní M14x1,25 [W12]

- 6) Operace: Ruční úprava
- Odstranění ostrých hran



Obr. 35 – Pilník [W23]

- 7) Vyprat (pomocí pračky)
- 8) Kontrola (vizuální kontrola čistého kusu)



Obr. 36 – Fotografie továrny na výrobu Jawa pionýr 1963 [W3]

3 Konstrukční návrh

3.1. Popis vymodelovaných hlav

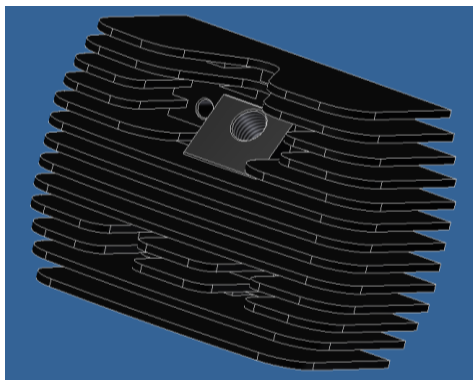
Při návrhu se vycházelo z rozměrů, na kterých se domluvilo s kolegou - na základě toho, aby měla hlava dostatečný manipulační prostor pro instalaci a jízdu. Rozměry byly voleny podle již vyrobených a časem prověřených hlav. Po konzultaci s odborníkem na praxi znalou, bylo navrženo a vymodelováno několik hlav v programu Autodesk Inventor Professional 2008. Po výběru jedné hlavy - z nejlepších dvou variant viz. 5.1 byla hlava obrobena v programu CATIA P3 V5R19. Nejlepší varianta byla vybírána s přihlédnutím na snadnou vyrobiteľnost v halových laboratořích KTO.

Veškerá měření byla provedena v programu Autodesk Inventor (popř. v programu Catia), materiál pro model v Inventoru, byl volen podobný, jako je ten, ze kterého se hlava bude ve skutečnosti obrábět. Materiál byl do Inventoru vybírán z toho důvodu, že bylo možné zjistit přibližnou hmotnost a další jiné parametry.

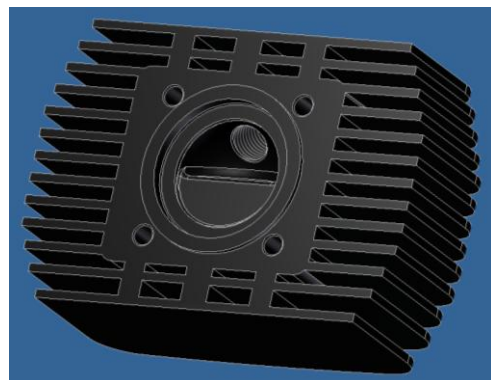
Motocykly používají motory do 50 cm³, velké stroje mohou mít přes 1 000 cm³, a proto se hlavy válců liší svým konstrukčním provedením (hlava může obsahovat jednu nebo více svíček pro zapálení směsi). Konstrukční provedení se liší tím, jak je motor situován (vodorovný, svislý motor). Navíc se liší také co do velikosti motoru (z důvodu lepšího přívodu vzduchu na hlavu a následně na válec pro odvedení intenzivního tepla, které vzniká po vzplanutí plamene ve spalovací komoře a prostoru válce).

3.1.1. Závodní hlava

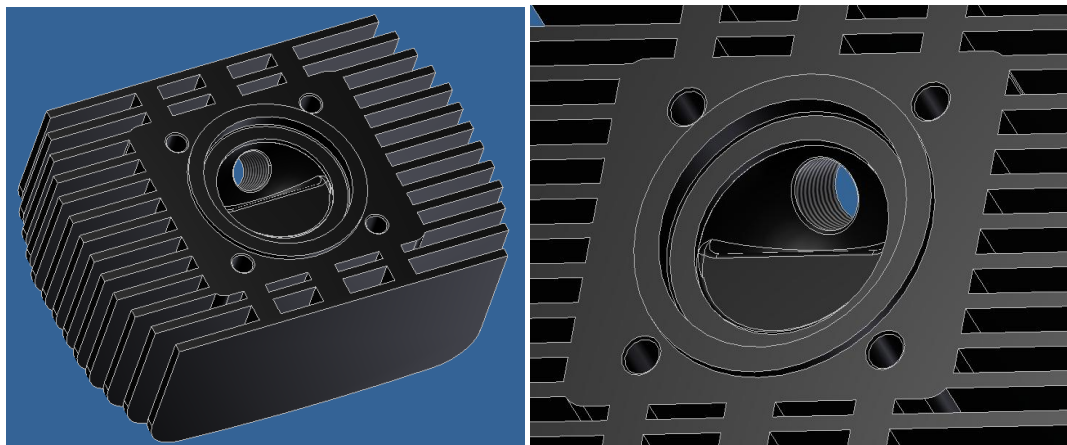
Tato hlava je nejčastěji používanou hlavou na soutěžních speciálech. Na přední straně se nachází několik řad žeber, které slouží k usměrňování vzduchu a dále ke snížení teploty hlavy a celého válce. Všechna žebra mají průchozí drážku. Závitový otvor, který slouží k zašroubování zapalovací svíčky, je umístěn pod úhlem. Dále jsou na hlavě 4 průchozí díry, které slouží k uchycení na válec pomocí šroubů M6 a podložek. Zadní strana obsahuje pouze spalovací prostor a vnitřní a vnější osazení pro vložku, která je ve válci. Tvar spalovacího prostoru je púlledvinovitý.



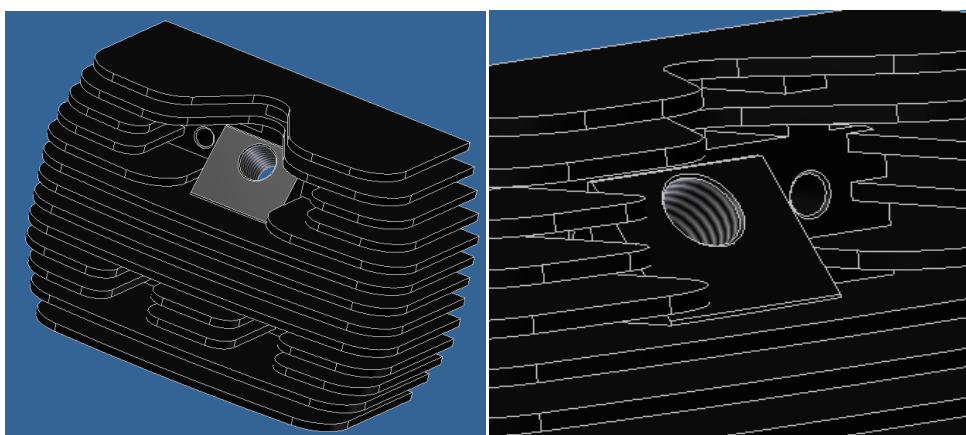
Obr. 37 – Model závodní hlavy (zepředu)



Obr. 38 – Model závodní hlavy (zezadu)



Obr. 39 - Detail spalovacího prostoru hlavy

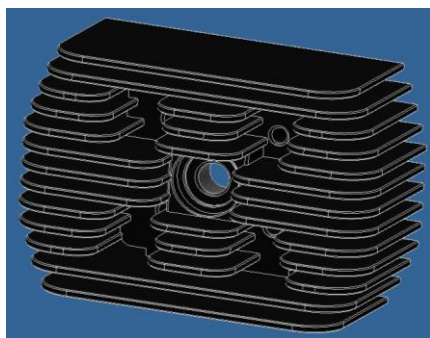


Obr. 40 – Detail zešikmeného otvoru pro zapalovací svíčku

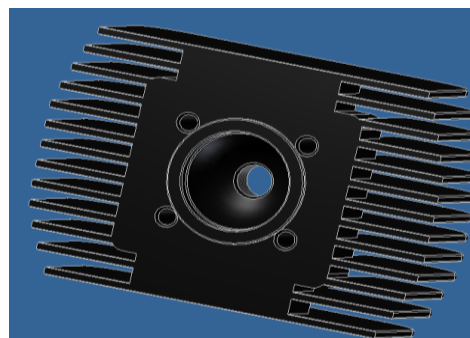
Parametry hlavy: Vnější průměr 158 mm, šířka 60 mm, hmotnost cca 1,1 kg

3.1.2. Upravená závodní hlava

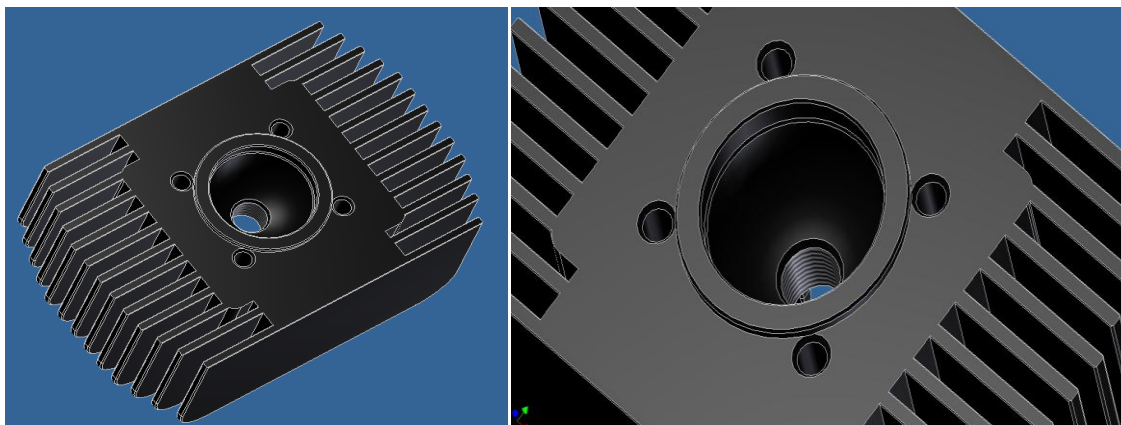
Z původního modelu byly vypuštěny 2 řady vnitřních žebér (spodní řada a horní řada), dále byl otvor pro zašroubování zážehové svíčky, který byl pod úhlem, v tomto případě byl navrhnout ve vodorovné ose. Veškeré úpravy byly prokonzultovány s vedoucí bakalářské práce a se spolupracovníkem z praxe. Úpravy měly zjednodušit původní model a udělat ho vhodnou variantou pro obrobení v laboratořích KTO. Spalovací prostor byl upraven tak, aby centrálně umístěná zapalovací svíčka měla dostatečný přístup ke směsi.



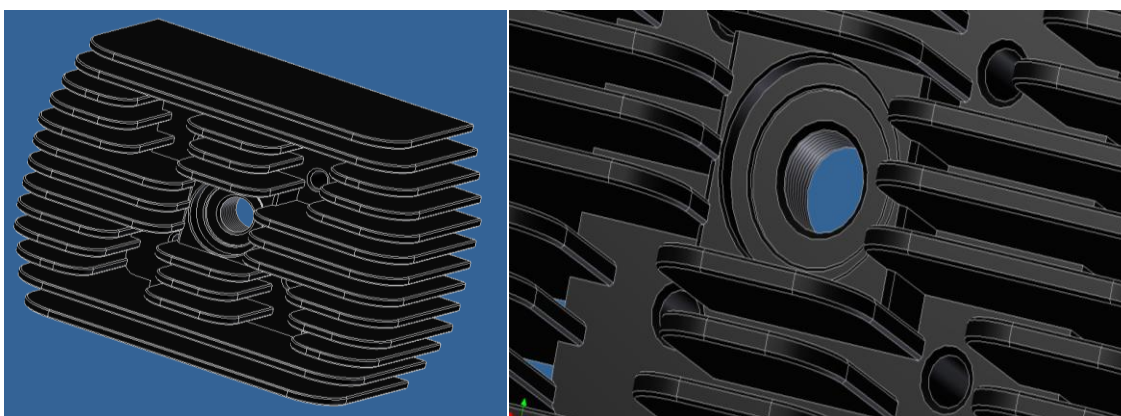
Obr. 41 – Upravený model (zepředu)



Obr. 42 – Upravený model (zezadu)



Obr. 43 – Detail spalovacího prostoru

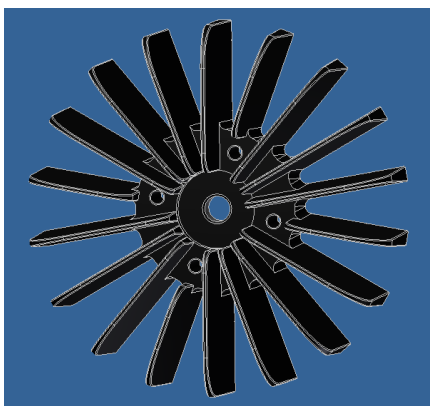


Obr. 44 – Detail otvoru pro zapalovací svíčku

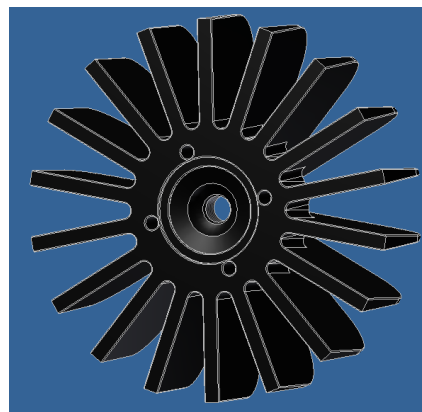
Parametry hlavy: Vnější průměr 158 mm, šířka 60 mm, hmotnost cca 1 kg

3.1.3. Vějířová hlava

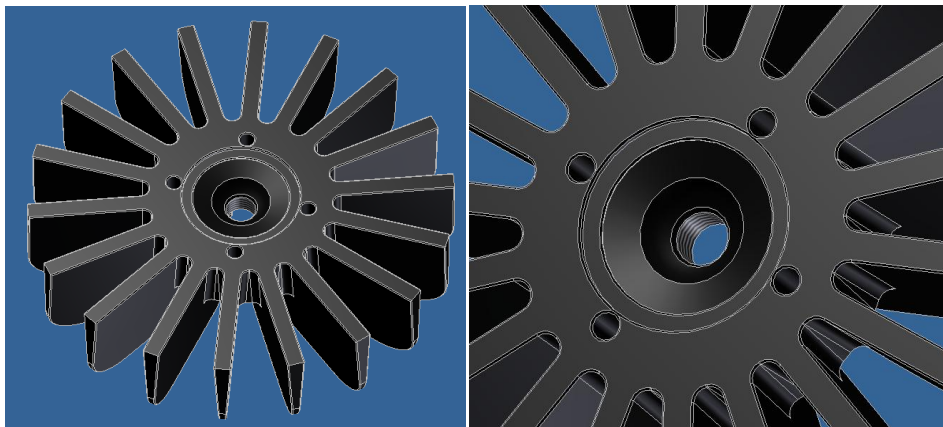
Na přední straně jsou průchozí žebra řešena do hvězdicového tvaru. Dále se zde nacházejí 4 díry, které slouží k uchycení na válec pomocí šroubů M6 a podložek. Zadní strana opět obsahuje spalovací prostor a potřebná vnitřní osazení pro vložku, která je umístěna ve válci. Tvar spalovacího prostoru připomíná půlkouli, která má v nejvyšším bodě závitový otvor pro zážehovou svíčku.



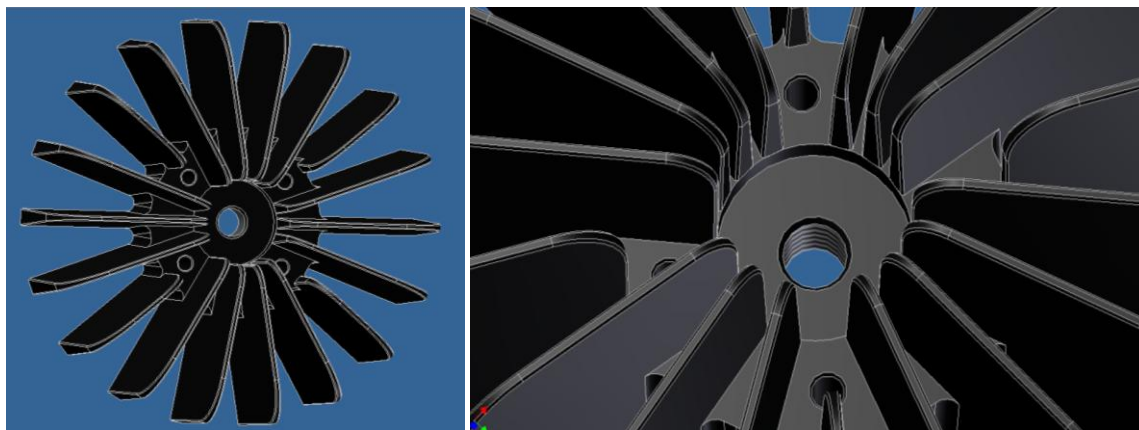
Obr. 45 – Model vějířové hlavy (zepředu)



Obr. 46 – Model vějířové hlavy (zezadu)



Obr. 47 – Detail spalovacího prostoru



Obr. 48 – Detail otvoru pro zapalovací svíčku

3.1.4. Upravená vějířová hlava

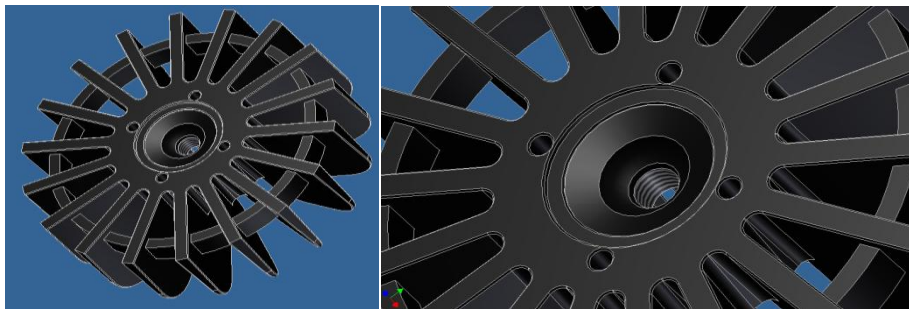
Tato hlava by se lišila pouze v přidání prstence, který by procházel dokola všemi žebry. Tento prstenec byl konstrukčně zvolen z toho důvodu, že provedení hlavy je ztužené mezi žebry kroužkem, protože 4 žebra u děr z důvodu odlehčení mají malé materiálové zásoby a mohly by se odlamovat.



Obr. 49 – Upravená věj. hlava (zepředu)



Obr. 50 – Upravená věj. hlava (zezadu)

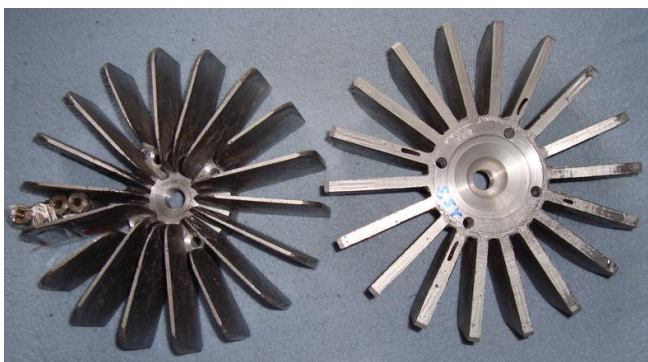


Obr. 51 – Detail spalovacího prostoru



Obr. 52 – Detail otvoru pro zapalovací svíčku

Parametry hlavy: Vnější průměr 180 mm, šířka 62 mm, hmotnost cca 1,2 kg
Tento typ hlavy je velmi často používám na sportovněji pojatých motocyklech.



Obr. 53 – Vějířová hlava



Obr. 54 – Upravená vějířová hlava



Obr. 55 – Nainstalovaná vějířová hlava na motocykl [W25]

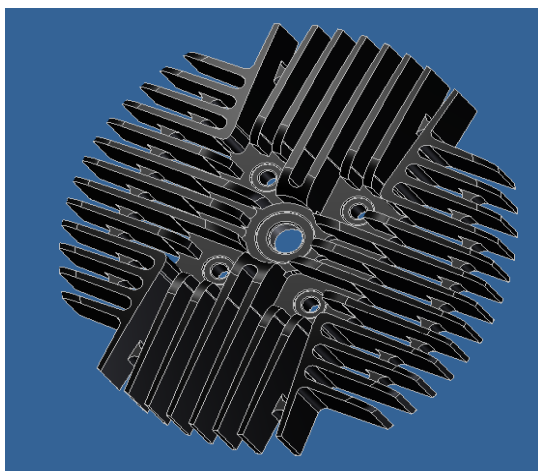
3.2. Modely hlav pro obrobení v Catii

Pro výrobu v laboratořích KTO bylo rozhodnuto, že hlavy, které se budou vyrábět, budou svou konstrukcí atypické. Proto po konzultaci s vedoucím bakalářské práce byly vybrány tyto dva modely, které jsou vymodelované v programu Inventor 2008, převedeny do programu Catia P3 V5R19 a zde následně obrobeny. Hlavy byly navrhovány za pomoci a rad od pána, který se touto problematikou zabýval více jak půlku svého života a byl ochotný poskytnout mnoho velmi cenných rad a zkušeností. Zkušenosti se týkaly konstrukčního návrhu a velikostí kompresního prostoru.

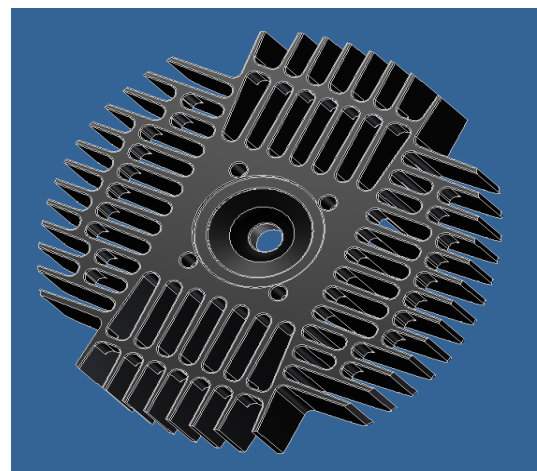
V této práci obráběcí program vznikl za pomoci pánů - ing. Hnátika PhD, ing. Matějky a ing. Kroupy. Program pro soustružení byl vypracován na stroji Masturn panem ing. Matějkou. Program pro frézování byl navrhnut v programu Catia a na stroji MCV 750, panem ing. Hnátikem PhD.

3.2.1. Inovovaná vějířová hlava

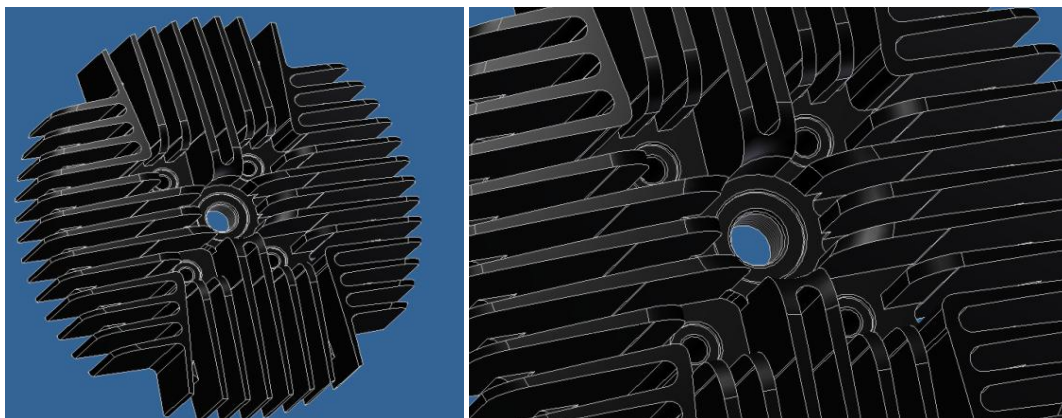
Tato hlava není obvyklá pro pionýry, a proto byla navržena, tak aby usměrňovala tok vzduchu efektivně na válec a tím byl chlazen. Na přední straně hlavy jsou žebra řešena do "kříže". Mezi žebry, ve vertikálním směru jsou 2 řady žeber. Poodsazená o 10 mm pod sebou. Žebra, která jsou v horizontálním směru zúžena ke svým koncům a okrajové žebra jsou konstruována pod úhlem. V horizontálním směru je pouze jedna řada žeber. Tato pomocná žebra slouží ke zpevnění celku hlavy a docílení větší tuhosti. Dále má hlava otvor pro zážehovou svíčku, který je opatřen závitem M14x1,25, průchozími dírami pro šrouby M6 k uchycení na válec a potřebnými zkoseními. Zadní strana obsahuje pouze spalovací prostor, který má potřebný kompresní poměr. Tvar spalovacího prostoru je speciálně upraven jako u sportovních hlav.



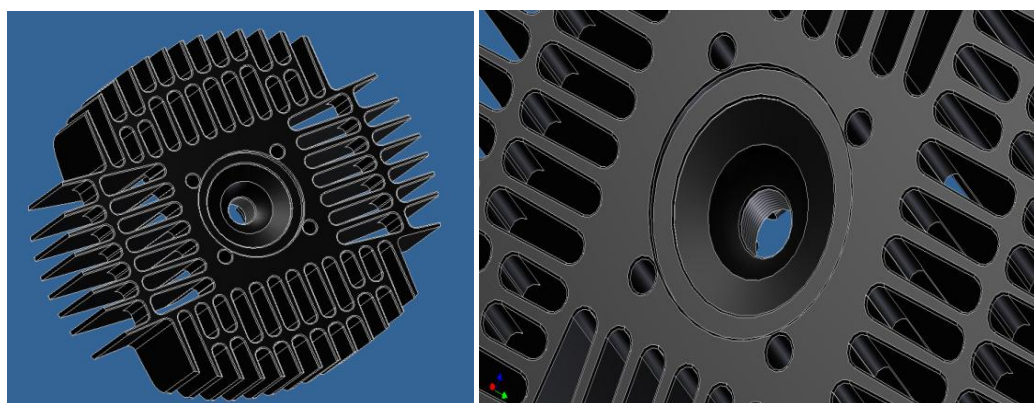
Obr. 56 – Upravený model hlavy (zepředu)



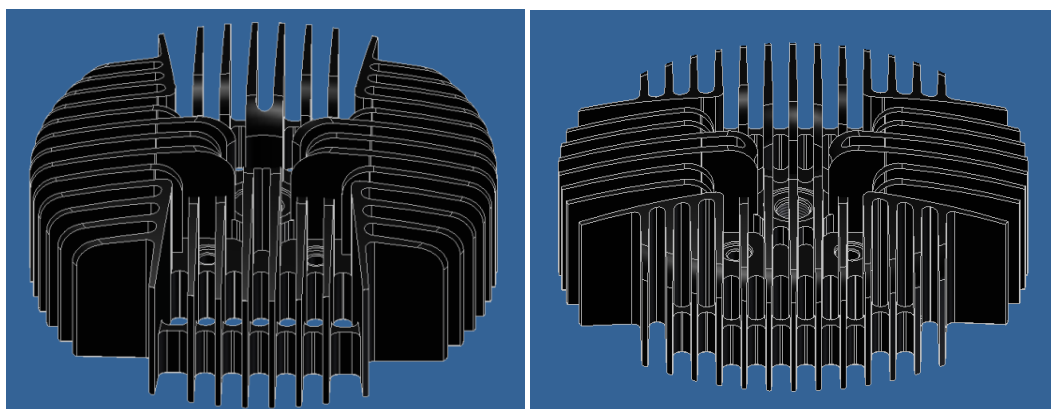
Obr. 57 – Upravený model hlavy (zezadu)



Obr. 58 – Detail otvoru pro zapalovací svíčku na inovované hlavě



Obr. 59 – Detail spalovacího prostoru inovované vějířové hlavy



Obr. 60 – Boční pohled vějířové hlavy

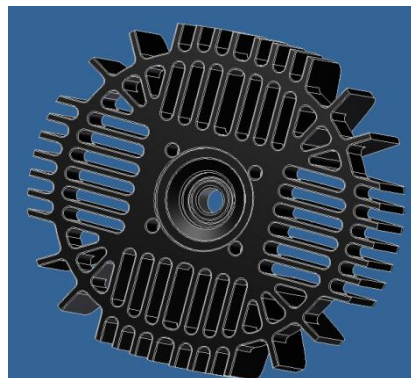
Parametry hlavy: Vnější průměr 180 mm, šířka 56 mm, hmotnost cca 1,5 kg, objem spalovacího prostoru 5,5 ml

3.2.2. Inovovaná hvězdicová hlava

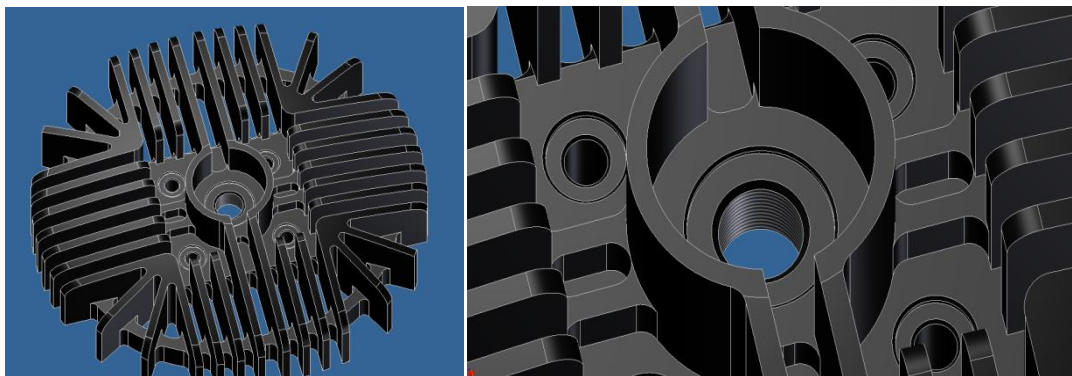
Tato hlava má opět atypický tvar. Na přední straně se nachází 8 vertikálních žebér a 7 žebér, které jsou situovány horizontálně. Mezera mezi těmito dvěma skupinami žebér je vyplněna dvěma žebry, které jsou nastavena pod úhlem. Otvor na zapalovací svíčku je obehnan stěnou, pro lepší přívod vzduchu na svíčku a na válec. Dále hlava má 4 díry pro šroub M6 a podložky. Otvor pro svíčku má závit M14x1,25. Všemi žebry prochází střední žebro, pro zpevnění celé hlavy. Zadní strana hlavy má pouze spalovací prostor a potřebná osazení pro vložku. Tvar spalovacího prostoru byl navrhován podle nejnovějších trendů. Zde se vycházelo z rad a zkušeností lidí praxí zkušených.



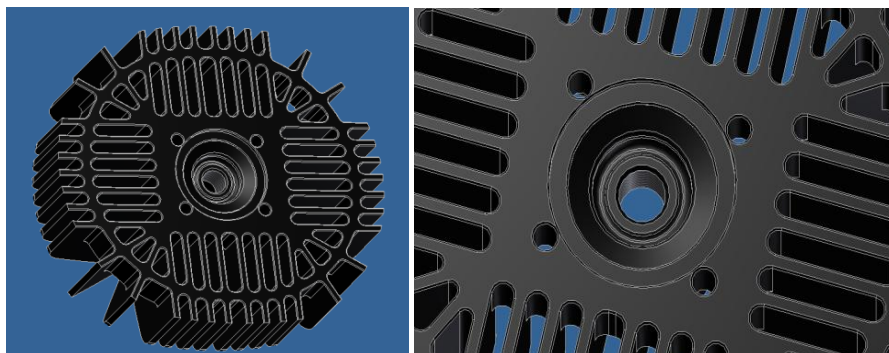
Obr. 61 – Upravený model hlavy (zepředu)



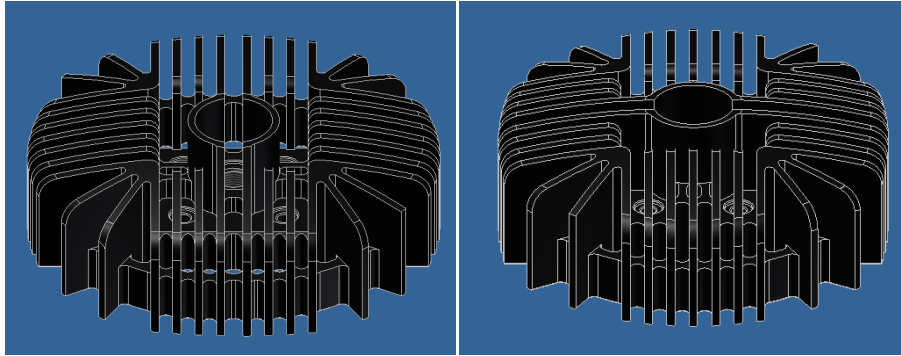
Obr. 62 – Upravený model hlavy (zezadu)



Obr. 63 – Detail otvoru pro zapalovací svíčku na inovované hvězdicové hlavě



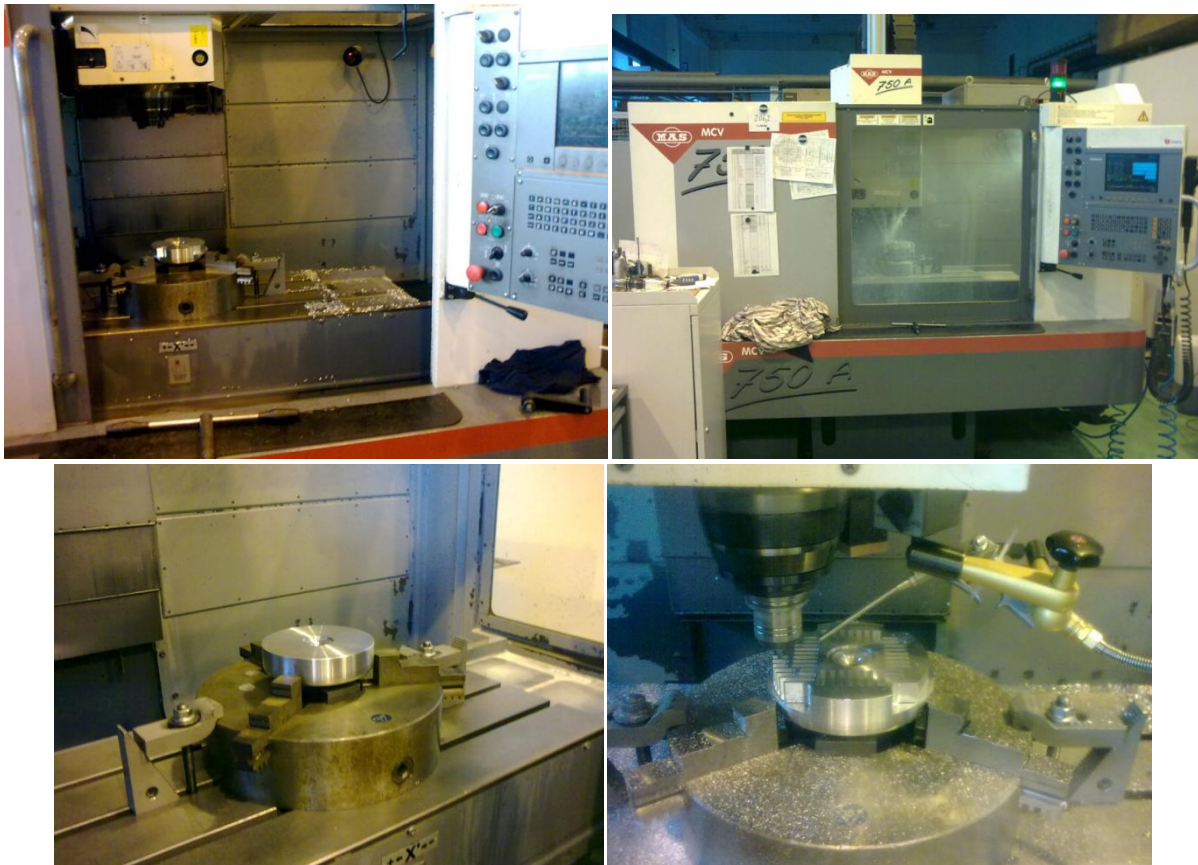
Obr. 64 – Detail spalovacího prostoru inovované hvězdicové hlavy



Obr. 65 – Boční pohled inovované hvězdicové hlavy

Parametry hlavy: Vnější průměr 180 mm, šířka 57 mm, hmotnost cca 2,4 kg, objem spalovacího prostoru 5,5 ml

Protože samotná výroba hlav je časově velmi nákladná, bylo rozhodnuto viz. 5.1, že se v laboratořích KTO obrobí vějířová hlava a to v množství dvou kusů.



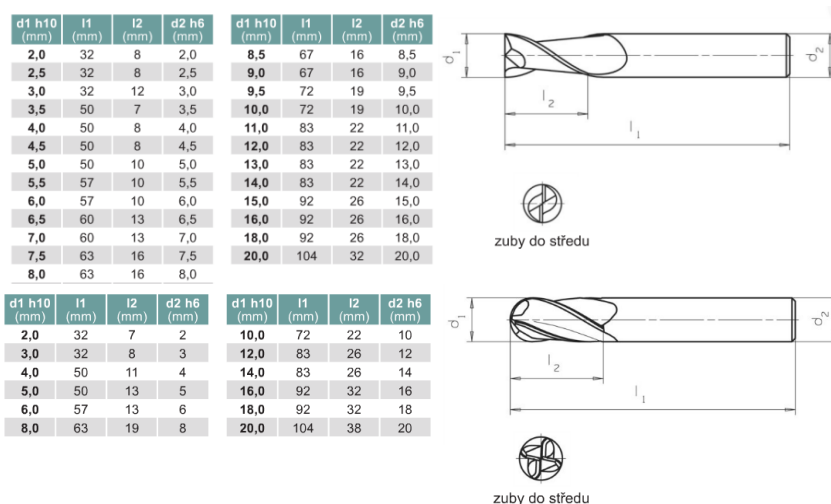
Obr. 66 – Obrábění vějířové hlavy v laboratořích KTO (na frézovacím stroji MCV 750 MAS)

4 Návrh technologie

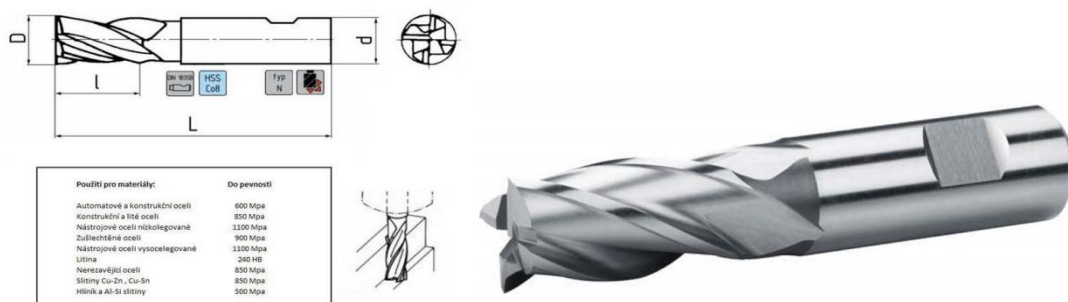
4.1. Nástroje pro obrábění v laboratořích KTO

Pro obrobení hlavy motoru pionýru bylo navrženo několik nástrojů. Nástroje byly vybírány z firmy Hofmeister a skladu halových laboratoří KTO. Při výběru nástrojů se muselo přihlížet k tomu, z jakého materiálu bude hlava vyráběna a také jakým postupem bude hlava realizována. Pro hlavu motocyklu byl navržen hliníkový materiál ze slitiny EN AW 7075 (AlZnMgCu1,5). Tento hliníkový materiál se vyznačuje nízkou hmotností, snadným přestupem tepla a dobrou obrobiteľností.

Nejhlubší část, kam se nástroj musel dostat, bylo 22 mm. Proto byl zvolen pro frézování drážek nástroj: Stopková fréza válcová o průměru 6 mm, počet břitů 2, šroubovice 30°, nepovlakovaný. Tento nástroj byl určen pro frézování všech mezer mezi žebry do hloubky 22 mm. Dalším nástrojem byla fréza průměru 20 mm, počet břitů 4. Tato fréza byla použita ihned na začátku obrábění a to k ofrézování bočního tvaru hlavy. Dále byl navrhnout vrták průměru 6 mm a 14 mm. Tímto vrtákem bylo potřeba vyvrtat 4 díry pro svorníky. Jako poslední nástroj byla použita stopková fréza rádiusová průměru 6 mm, počet břitů 4, šroubovice 30°, nepovlakovaný. Touto frézou byly vyfrézovány zaoblení na všech rohách žebor.



Obr. 67 – Stopková válcová fréza o průměru 6 mm a stopková fréza rádiusová průměr 6 mm [2]

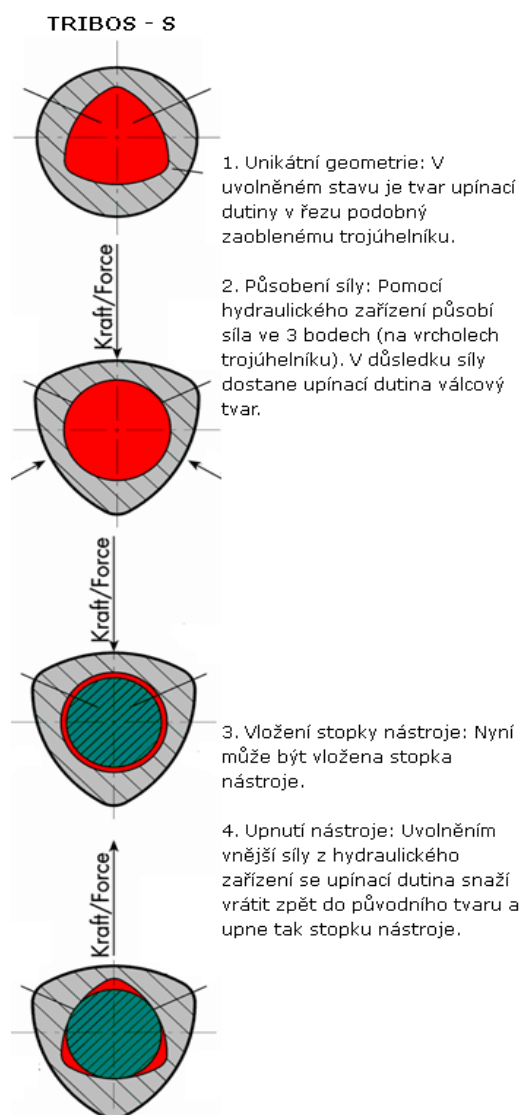


Obr. 68 – Fréza průměru 20 mm [W26]

4.2. Upnutí nástroje

Nejdůležitějšími požadavky na upínač jsou: dostatečná upínací síla i při vysokých otáčkách, přesnost upnutí (obvodové házení) nástroje, jednoduchá obsluha a v neposlední řadě hodnota vyvážení upínače. Kromě toho mohou upínače plnit i ochrannou funkci například tím, že svojí konstrukcí dokážou tlumit vibrace vznikající při obráběcím procesu, a tím nejen chrání vřeteno stroje, ale také zabráňují vzniku „mikrovýlomků“ na břitu nástroje – tak prodlužují jeho životnost a ve výsledku snižují náklady na celý obráběcí proces. [W11]

Pro upnutí nástrojů byl použit upínač TRIBOS – S. Na obrázku níže je vidět princip, na kterém tento upínač pracuje.



Obr. 69 – Princip silově deformačního upínače [W5]

Deformace upínačů TRIBOS probíhá pouze do meze úměrnosti, tj. do meze, kdy se materiál po odlehčení zatěžujícími silami vrátí do původního stavu. V materiálu upínače nevznikají žádné dočasné ani trvalé molekulární změny. [2]



Obr. 70 – TRIBOS používaný v halových laboratořích KTO

Dále byl pro upnutí nástroje použit hydraulický upínač. Tímto upínačem byla upnuta stopková radiusová fréza o průměru 6 mm (vlevo) a stopková válcová fréza o průměru 6 mm (vpravo), jak je vidět na obrázku 71.

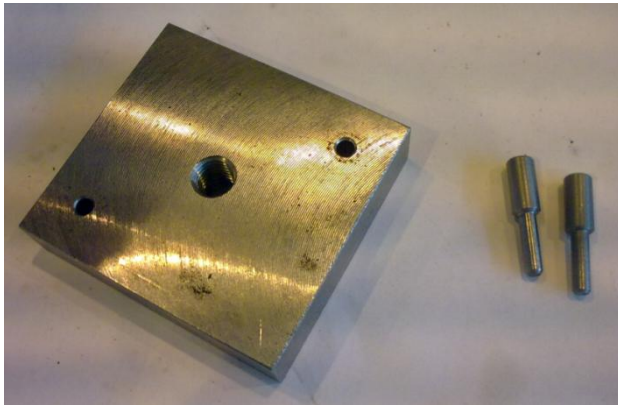


Obr. 71 – Nástroje upnuté v hydraulickém upínači

4.3. Návrh přípravku

Přípravek slouží k ustavení obrobku, zafixování polohy a k přenosu sil na stroji. Přípravek byl navrhován co možná nejjednodušší, s vysokou tuhostí, s jednoduchým upínáním a vyjímáním hlavy z přípravku a co možná nejekonomičtější pro následnou výrobu v laboratořích KTO. Do přípravku se upne předobrobený polotovár a dokončí se pouze zbylý horní tvar a žebra. Spodní strana hlavy bude obráběná v čelistích stroje.

Přípravek se skládá ze 4 částí a to: upínací deska, pomocné kolíky, šroub imbus M10 a podložky 10,5.



Obr. 72 – Kolíky a upínací deska



Obr. 73 – Složený přípravek



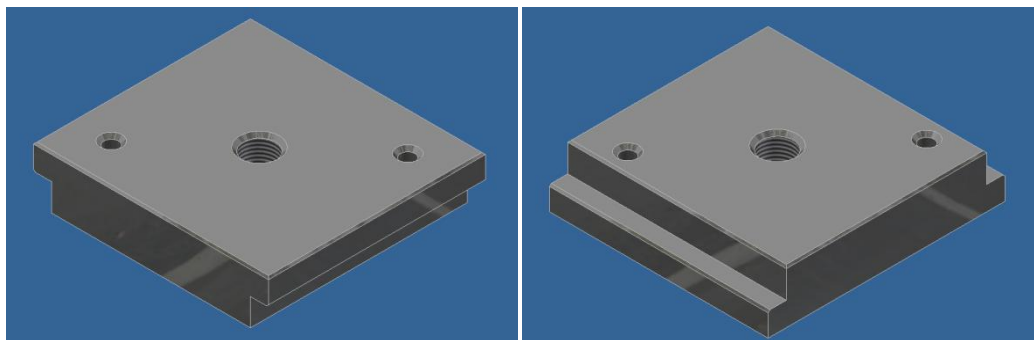
Obr. 74 – Upínací šroub M10



Obr. 75 – Upnutí hlavy do přípravku za spodní stranu

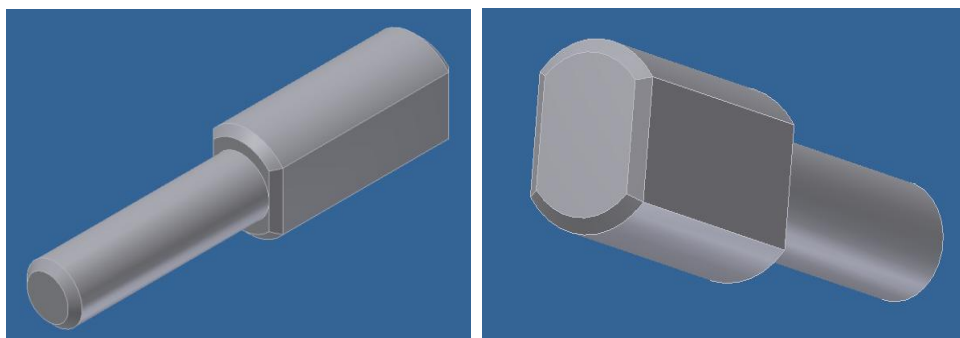
4.3.1. Jednotlivé vymodelované části přípravku v Inventoru

Upínací deska – slouží k upnutí a zafixování na stroji. Deska má 3 díry, které jsou určeny pro pevné zajištění obráběného předmětu. Na spodní straně desky jsou drážky, které slouží k přesnému uchopení do čelistí stroje.



Obr. 76 – Vlevo: Upínací deska z horní strany, Vpravo: Upínací deska z dolní strany

Pomocný kolík – slouží k přesnému zafixování polohy obrobku na stroji. Kolík je ze stran ofrézovaný pro lepší nasazování a vyndávání obrobku.



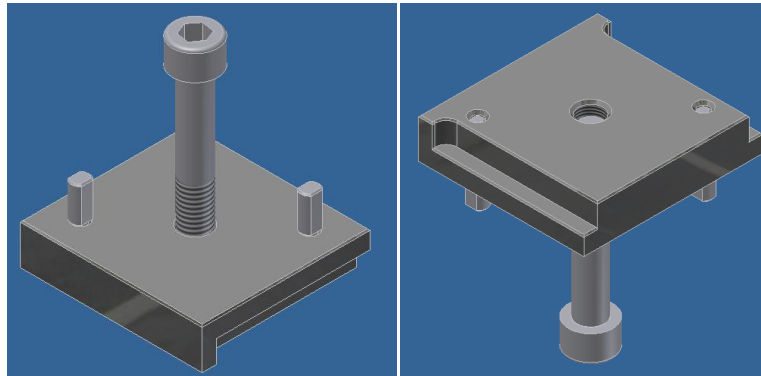
Obr. 77 – Ofrézovaný pomocný kolík

Šroub IMBUS M10 a podložka 10 – slouží k vytvoření přitlačné síly, pomocí podložky 10 a závitu na šroubu. Šroub se utáhne pomocí imbusového klíče a dotáhne obrobek k upínací desce pomocí závitu, který je v desce.



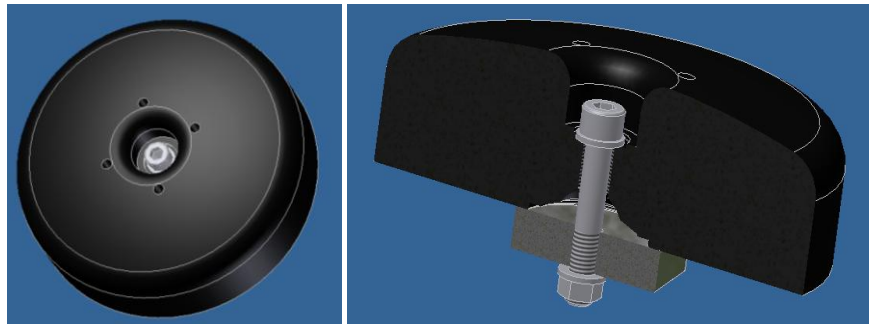
Obr. 78 – Šroub IMBUS M10 s podložkou 10

Celková sestava přípravku:

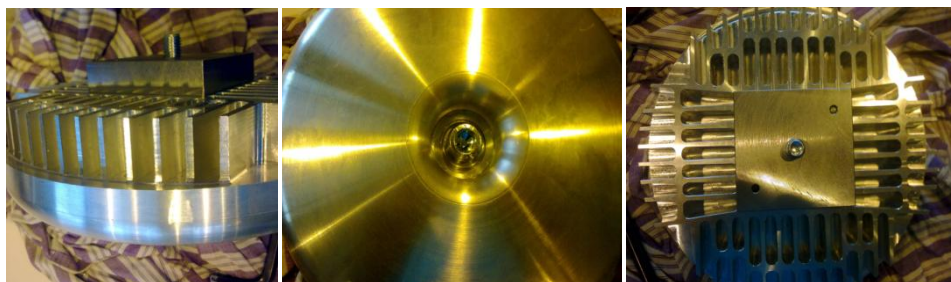


Obr. 79 – Celková sestava – Vlevo: Z horní strany, Vpravo: Ze spodní strany

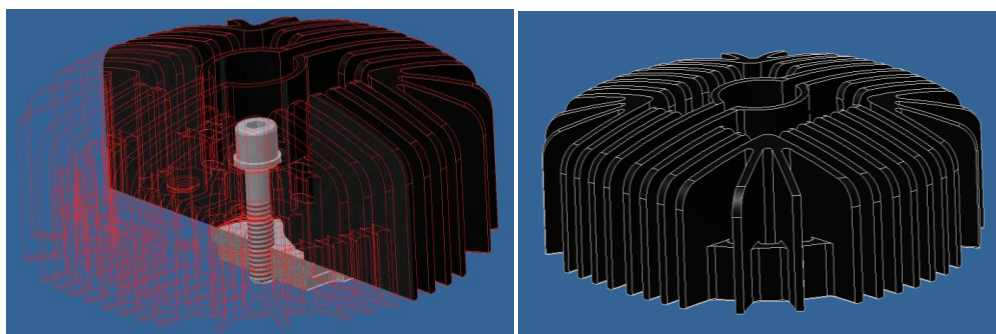
Ukázka upnutí osoustružené hlavy v přípravku:



Obr. 80 – Způsob uchycení obrobku



Obr. 81 – Upnutí přípravku v laboratořích KTO



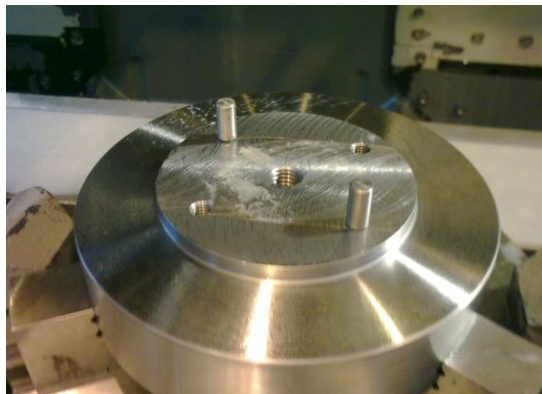
Obr. 82 – Poloviční řez přípravkem a obrobkem

4.3.2. Inovace přípravku

Jelikož byla obava z toho, že by přípravek nemusel ustát všechny síly, které při obrábění vznikají, přípravek byl inovován. V celé sestavě se změnilo několik věcí. Zprvce se jako upínací deska zvolila kulatina a to z důvodu lepšího upnutí do čelistí upínací desky. Dále bylo vyfrézováno vybrání o hloubce 10 mm, z důvodu lepšího odchodu třísek a nakonec byly vytvořeny dvě pomocné díry se závitem. Tyto díry byly zvoleny pro větší přitlačnou sílu a větší tuhost sestavy. Nakonec, jak je patrné z obrázků, tato inovace byla vítězná a tímto přípravkem byla hlava upnuta do stroje a následně obrobena.



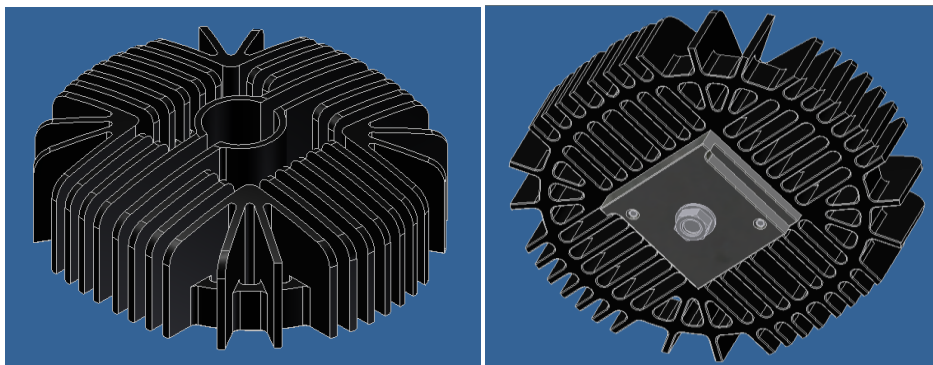
Obr. 83 – Upnutí inovovaného přípravku do upínací desky



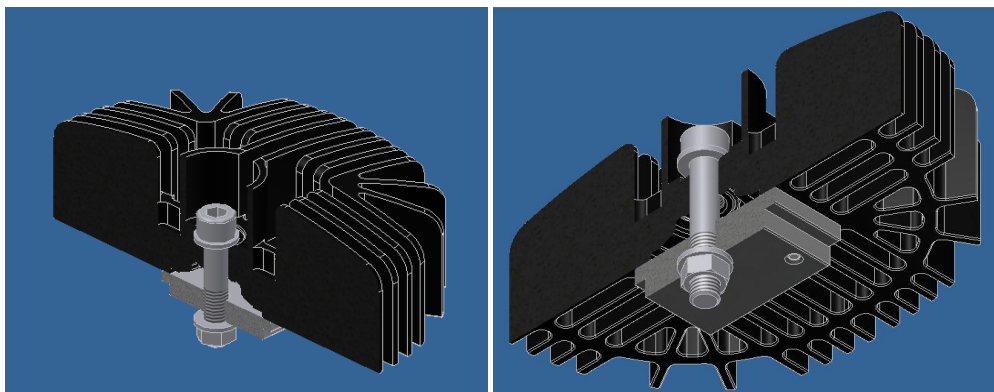
Obr. 84 – Detail pomocných děr pro zvětšení přitlačné síly

Další možné úpravy na přípravku:

Dále by šlo přípravek konstrukčně upravit tak, že by díra, která obsahuje závit, o tento prvek přišla. Pak by byl šroub upnut pomocí podložky a matice. Jedná se o jednoduché řešení, které zajistí potřebnou přitlačnou sílu a podstata přípravku zůstane nezměněna. Jak je patrné na obrázku níže.

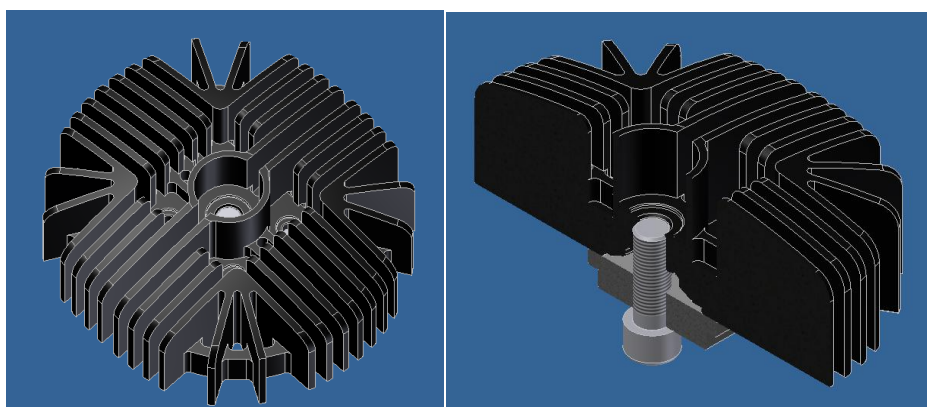


Obr. 85 – Další způsob upnutí přípravku



Obr. 86 - Upnutí přípravku pomocí šroubu, podložky a matice

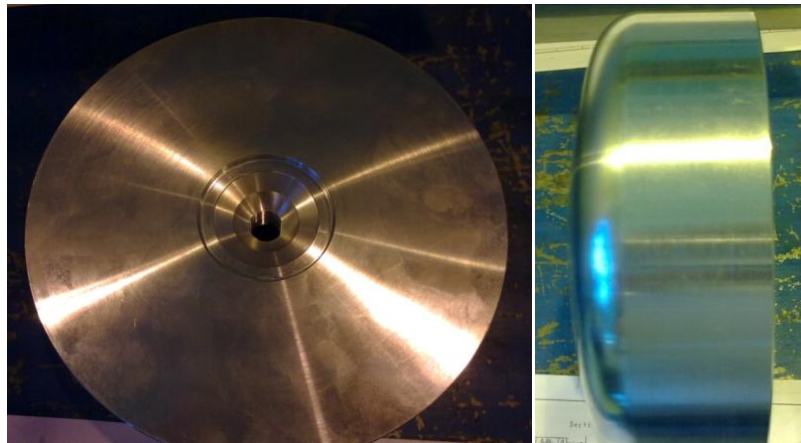
Další možnost konstrukční úpravy upínacího přípravku by mohla být ta, že by se hlava šroubu opřela o spodní část přípravku. Pomocí závitu v hlavě, by byla hlava dotažena k přípravku. V upínací desce by byl závit zrušen, protože by zde závit neplnil žádnou funkci a šroub by pouze změnil svou polohu.



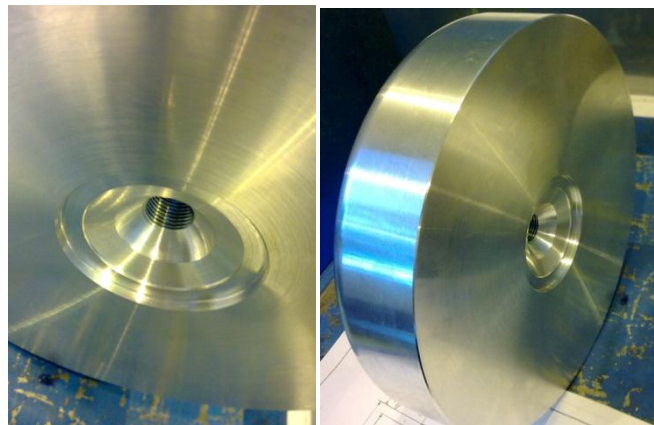
Obr. 87 – Inovovaný přípravek (uchycení pomocí šroubu a upínací desky)

4.4. Postup výroby v laboratořích KTO

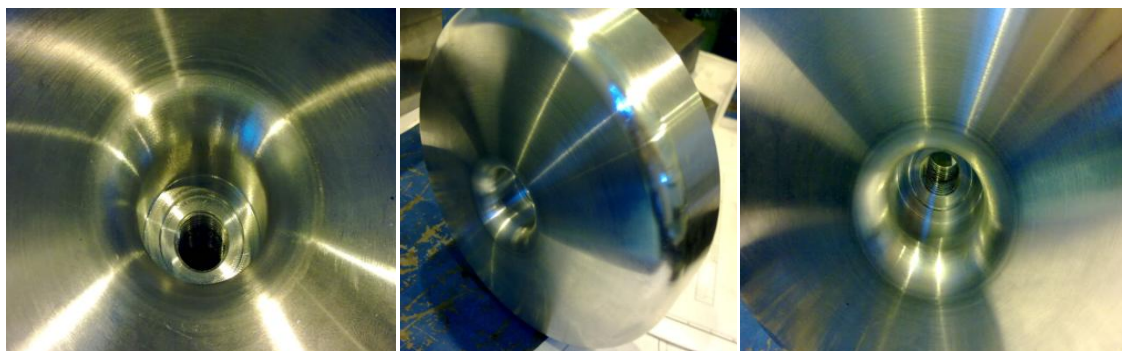
Výroba hlavy začala tím, že se polotovar, který byl nařezán již z firmy na rozměr, upne do čelistí soustruhu. Na soustruhu byl obrobek největší průměr, spalovací prostor a otvor pro svíčku se zaoblením. Po všech operacích byl z Masturnu vyndán obrobek a vypadal tak, jak je zachycen na obrázcích níže.



Obr. 88 – Obrobek ze soustruhu



Obr. 89 – Detail obrobeného spalovacího prostoru



Obr. 90 – Detail vysoustruženého otvoru pro zapalovací svíčku

Poté co byl obrobek vyndán z Masturnu, byl vizuálně zkontrolován a upnut do sklíčidel obráběcího centra MCV 750A. Jedná se o tříosé frézovací centrum, které využívá CNC režim pro svou práci. Upnutí sklíčidla je za pomoci upínek, šroubů, matic, podložek a schodů. Pro nastavení rovinnosti, byla pod obrobek dána podložka a vše pečlivě dotažené.



Obr. 91 – Upnutí obrobeného polotovaru ve sklíčidle, sklíčidlo upnuto pomocí upínek

Dále bylo potřeba upnutý polotovar srovnat. Na tuto operaci byl potřeba číselníkový úchylkoměr, magnetický stojánek a gumová palice. Rovinnost se pohybovala v rozmezí 0,05 mm.



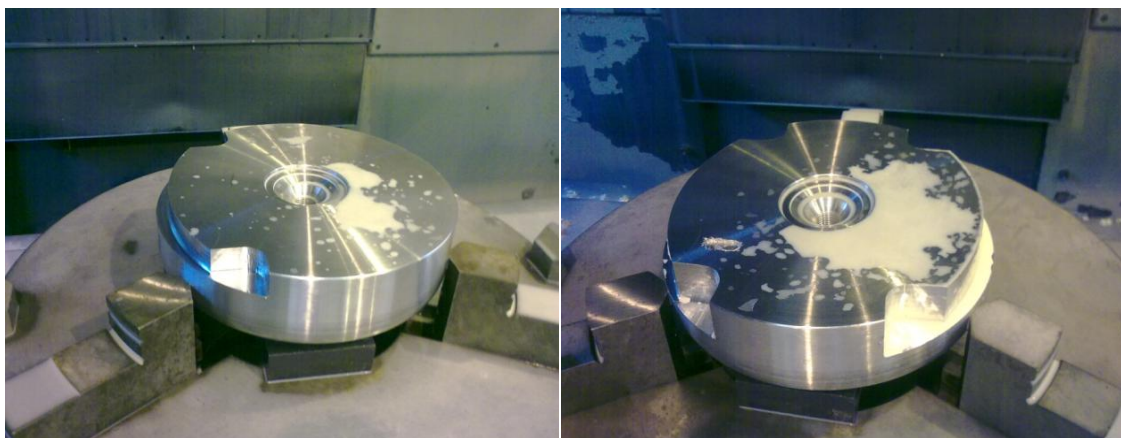
Obr. 92 – Číselníkový úchylkoměr (vlevo), gumová palice (uprostřed) a magnetický stojánek (vpravo) [W11], [W9]

Další operace byla nastavení nulového bodu na obrobku. Nulový bod na obrobku byl zvolen na spodní straně hlavy a uprostřed. Nastavení korekcí v X, Y, Z bylo nastavováno pomocí dotykové sondy. Nastavení nuly v ose X a Y bylo provedeno tak, že při dotyku sondy o horní plochu obrobku, se sonda vynulovala. Pak byla nastavena nula na stroji v ose X a poté bylo ve stejné hodnotě v Z a Y najeto na nulu dotykové sondy. Tímto byla zjištěna hodnota, která byla vydělena dvěma a číslo, které nám vyšlo, bylo zapsáno do korekcí stroje v ose X. Totožný způsob byl použit i pro osu Y. Nastavení nulového bodu pro Z osu byl jednodušší. Zde pouze stačilo najet dotykovou sondou na nulu na horní straně hlavy a této poloze byla zapsána nulová hodnota do korekcí stroje v ose Z.



Obr. 93 – Nastavení korekcí na polotovaru pomocí sondy (vlevo), detail dotykové sondy (vpravo)

Po všech těchto operacích se na MCV nastavil program (viz. příloha - CD) a byl spuštěn. Technologický postup viz. příloha. První operace se zabývala ofrézováním obvodu hlavy do hloubky 22 mm jak je vidět na Obr. 94. Nástroj, který byl použit, byla fréza průměru 20 mm. K chlazení nástroje a odvodu třísek z řezu byl použit vzduch a technologická kapalina. Tato kapalina byla směs vody a oleje – hydrool.



Obr. 94 – Ofrézování boku hlavy frézou $\varnothing 20$ mm

Další operace byla ve vyfrézování a rozjetí všech drážek na spodní straně polotovaru. Drážky a vybrání byly naprogramovány do hloubky 22 mm. Pro tuto operaci byla použita fréza průměru 6 mm, která byla vyložena o 3 mm nad tuto hloubku.



Obr. 95 – Použitá fréza průměru 6 mm



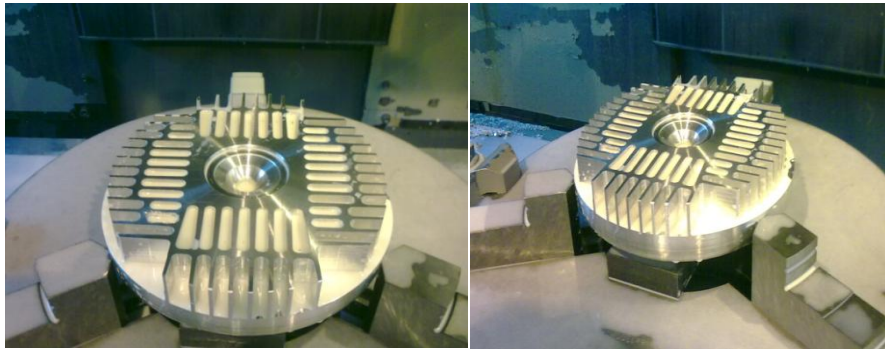
Obr. 96 – Frézování drážek a vybrání na spodní straně hlavy pomocí frézy průměru 6 mm do hloubky 22 mm

Drážky a vybrání, které byly frézovány, byly čištěny vzduchem z kompresoru stroje. Toto bylo zvoleno proto, aby se třísky v drážkách nehromadily a odcházely odtud co možná nejrychleji. Další z důvodů bylo to, aby nedošlo ke zničení a chvění nástroje ve stroji (čištění vzduchem je patrné na obrázku č. 97)



Obr. 97 – Čištění vzduchem pomocí vzduchové pistole, pistole byla uchyceno pomocí magnetického upínače na vřetenu

Pomocí technologické kapaliny - hydroflu, byly vyplaveny všechny třísky a nečistoty.



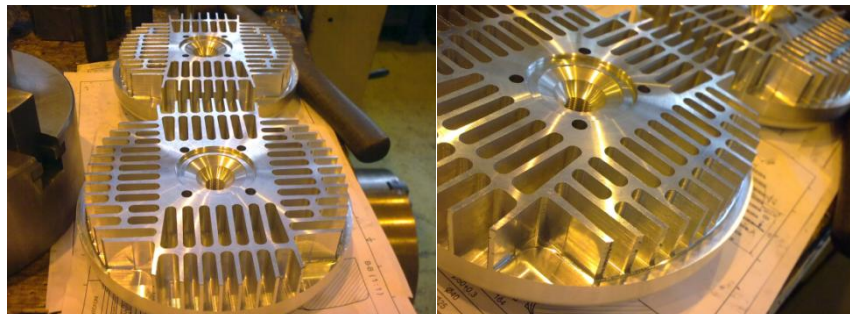
Obr. 98 – Ukázka chlazení pomocí chladicí kapaliny a dokončení všech drážek na spodní straně hlavy

Po dokončení poslední drážky byla z obrobku pomocí vzduchové pistole vyfoukána technologická kapalina a pomocí posuvného měřítka byly změřeny všechny vyfrézované otvory. Jelikož všechny drážky byly správně vyrobeny, nebylo nutno opravovat stávající program v Catii a program mohl být použit i pro druhý kus.



Obr. 99 – Dokončení spodní strany obrobku (vlevo) a očištění od chladicí kapaliny (vpravo)

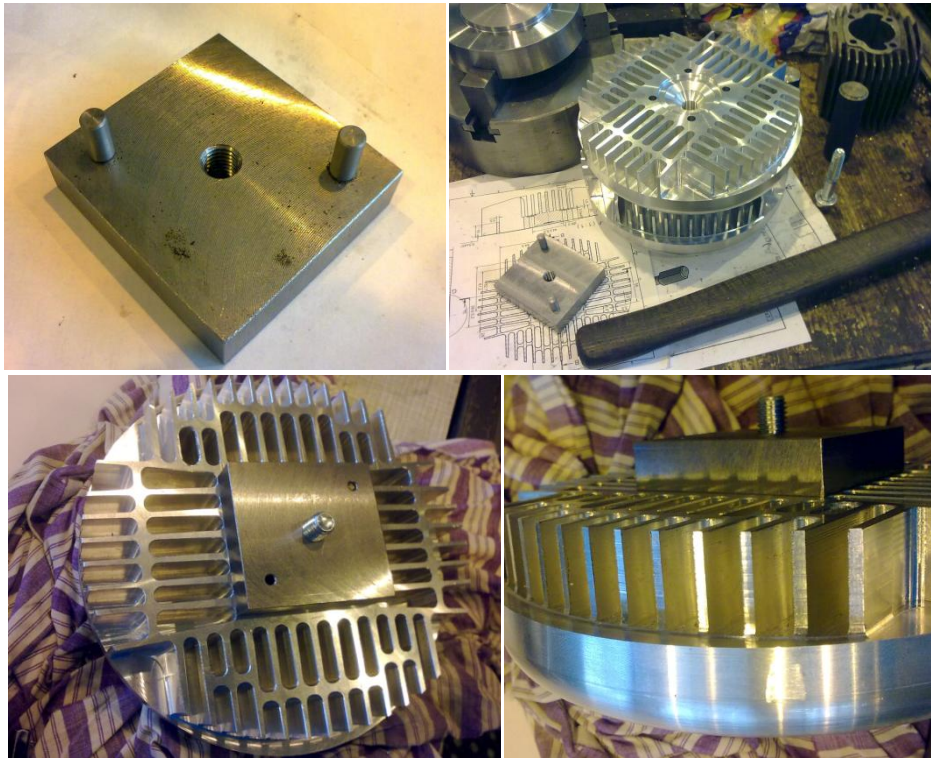
Poslední operací, která byla nutná dodělat, bylo vyvrtat 4 díry na rozteči 38 a 44 mm. Průměr vrtáku byl 6,4 mm – díry byly určeny pro svorníky, pomocí kterých bude hlava upevněna na válci. Tyto díry, které byly hluboké 20 mm, také slouží k upnutí do navrhovaného přípravku. Tyto díry bylo nutno vyvrtat vrtákem, proto aby byl kolík s přesahem a neměl tendenci vypadnout.



Obr. 100 - Vyvrtané díry pomocí vrtáku o průměru 6,4

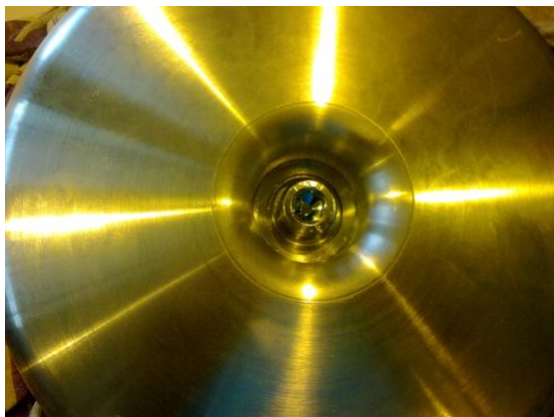
Poté se obrobek, který byl ze spodní strany hotový, vyndal ze stroje a byl do děr dán pomocný kolík, pomocí kterého byla ustavena poloha hlavy na přípravku. Dále byl pro větší přítlačnou sílu navrhnut šroub M10 s podložkou 10. Šroub byl prostrčen otvorem

pro svíčku a zašroubován do závitu v upínací desce přípravku (ukázka upnutí na obrázku č. 101).



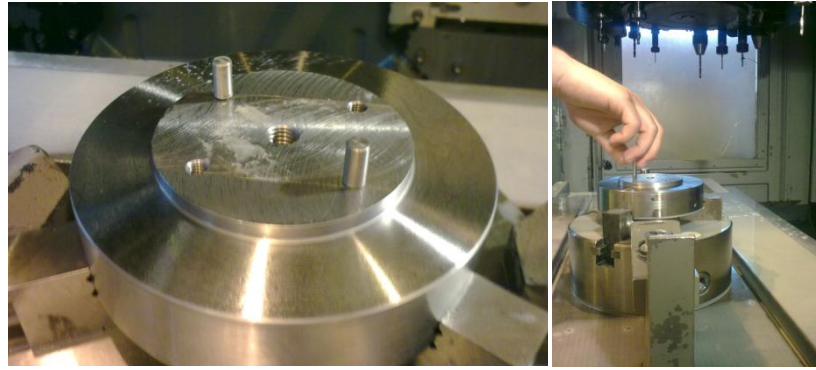
Obr. 101 – Upnutí obrobku do upínací desky přípravku pomocí dvou pomocných kolíků a šroubu M10 s podložkou 10

Poté byl šroub pomocí imbusového klíče dotáhnut dostatečnou silou. Imbusový klíč má zpravidla šestihrný profil, určený k utahování šroubů, které mají válcovou hlavu s vnitřním šestihranem.



Obr. 102 – Detail hlavy šroubu M10 a podložky 10

Po upnutí hlavy do přípravku, byla obava, že by přípravek nemusel síly na stroji ustát, a proto bylo navrženo, udělat přípravek z kulatiny pro lepší upnutí do čelistí stroje. Dále byly vyvrtány v novém přípravku, dvě další díry a závit byl dodělán ručně, k docílení větší přitlačné síly. Dále bylo vyrobeno osazení o hloubce 10 mm pro lepší odchod třísek. Šrouby však byly do přípravku zašroubovány až potom co, z opačné strany, byly vyrobeny pomocí vrtáku průměru 14, průchozí díry.



Obr. 103 – Inovovaný upínací přípravek pro uchycení hlavy s osazením a vyvrtanými dírami pro docílení větší přitlačné síly

Předtím než byla hlava usazena, bylo nutné najít korekci v ose X, Y a Z. Opět tato operace byla provedena pomocí měřicí sondy.



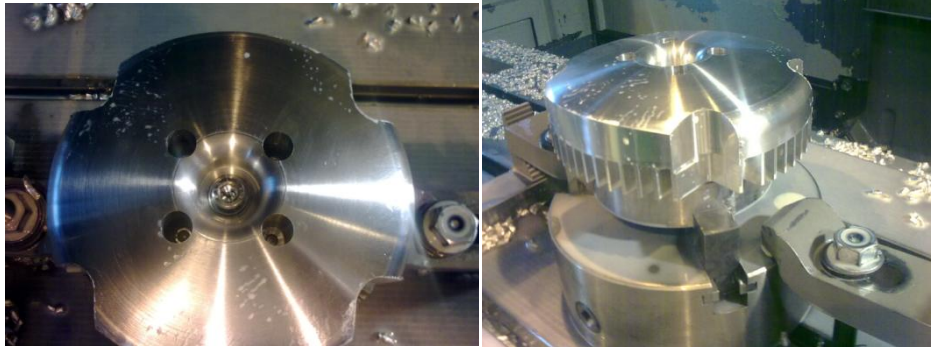
Obr. 104 – Korekce inovovaného přípravku pomocí dotykové sondy

Hlava tedy byla otočena a za spodní obrobenou stranu i uchycena do upínacího přípravku. Pak bylo potřeba hlavu pevně dotáhnout pomocí imbusového klíče, jak je vidět na Obr. 105.



Obr. 105 – Upnutí hlavy do přípravku pomocí imbusového klíče

Po upnutí se na MCV nastavil program, který byl naprogramován pro obrábění horní strany hlavy a byl spuštěn. Nejprve byl program pro ofrézování bočního tvaru hlavy a jako další byl program pro vyvrtání 4 děr, které byly do hloubky 35 mm a o průměru 14 mm jak je vidět na Obr. 106. Díry pro pomocné šrouby byly tedy průchozí. Proto bylo možno šrouby do děr dát, zašroubovat a utáhnout.



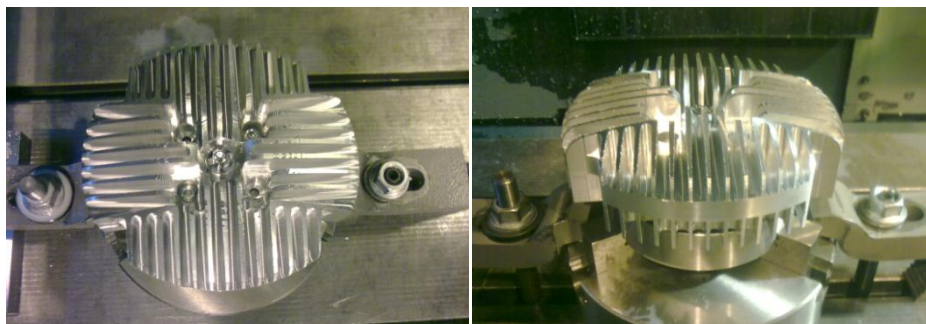
Obr. 106 – Obrobení bočního tvaru hlavy a průchozích děr pro šrouby

Poté byl puštěn program na rozjetí drážek. Program byl naprogramován do hloubky 22 mm frézou průměru 6 mm - Obr. 107. Poté bylo nutno nástroj vyndat a vyložit z hydraulického upínače na doobrobení zbylých drážek.



Obr. 107 – Obrobení drážek pomocí frézy průměru 6 mm do hloubky 22 mm

Po dokončení frézování byl tedy nástroj vyložen na délku 39 mm. Byla provedena korekce v ose Z a zapnut program, který byl naprogramovaný na doobrobení a rozjetí všech zbývajících drážek na hlavě. Dále musel být program zastaven v hloubce 25 mm, protože bylo nutno vyndat 2 šrouby, které hlavu měly pojistit proti možnému pootočení Obr. 108.



Obr. 108 – Zastavení frézy při hloubce 25 mm a vyndání pomocných šroubů

Dále bylo v programu nastaveno, aby se nástroj vyhýbal prostoru kolem upínacího šroubu M10.

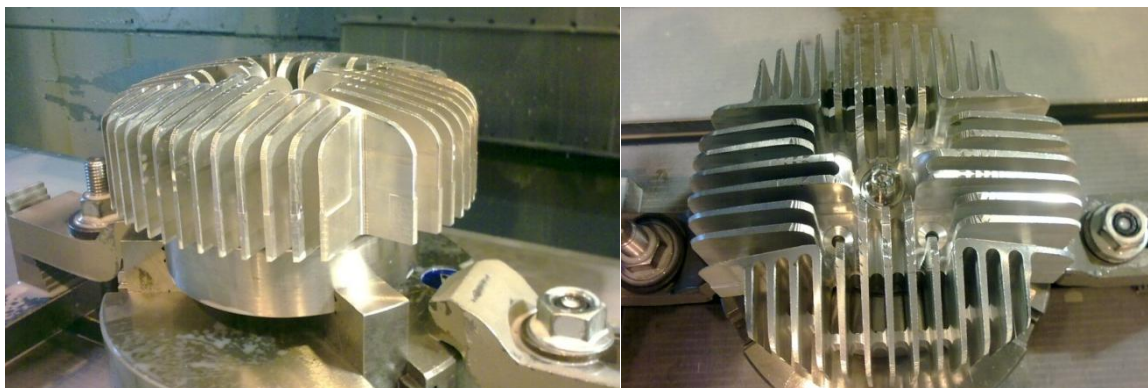


Obr. 109 – Detail upínacího šroubu M10 s podložkou 10, kterému se bylo nutno v programu vyhnout

Poté byl program opět spuštěn, proto aby frézování mohlo být úspěšně dokončeno. Na Obr. 110 je vidět posledních 5 mm materiálu, které bylo potřeba odebrat. A na Obr. 111 je vidět jak hlava vypadala po dokončení hrubování.



Obr. 110 – Posledních 5 mm materiálu k odebrání



Obr. 111 – Hlava po vyfrézování všech drážek a rozjetí všech žebér na hlavě

Jako poslední operací při obrábění bylo vytvoření zaoblení na ostrých rozích hlavy. Zaoblení bylo prováděno pomocí rádiusové frézy průměru 6 mm. V této operaci byly obráběny rádius na bocích hlavy Obr. 112 a nakonec i rádius u díry pro přitlačné šrouby Obr. 113.



Obr. 112 – Rádus na bocích hlavy



Obr. 113 – Rádus u díry pro šrouby



Obr. 114 – Dokončení všech zaoblení na hlavě rádiusovou frérou průměru 6 mm



Obr. 115 – Rádusová fréza průměru 6 mm



Obr. 116 – Upnutí v hydraulickém upínači



Obr. 117 – Uvolnění šroubu M10 pomocí imbusového klíče



Obr. 118 – Vyndání šroubu M10 a podložky 10

Po vyndání přitlačného šroubu nic nebránilo tomu, aby byla hlava vyndána z přípravku a prostoru pro obrábění. Nakonec byl stroj a obrobená hlava očištěny od třísek a chladicí kapaliny.



Obr. 119 – Hlava po dokončení všech operací



Obr. 120 – Vlevo: Obrobená hlava z přední strany, Vpravo: Obrobená hlava ze zadní strany



Obr. 121 – Ukázka celé obrobené hlavy

Pro dokončení musel být obrobek očištěn pomocí pilníku a brousícího papíru. Musely být odstraněny ostré hrany, proto aby nedošlo ke zranění po kontaktu s obrobkem. Hrany byly sraženy šíbrem a zbylé neopracované plochy dočištěny pilníkem a brousícím papírem. Nakonec byla hlava omyta pomocí technického lihu k odstranění mastnot z obrobené hlavy.

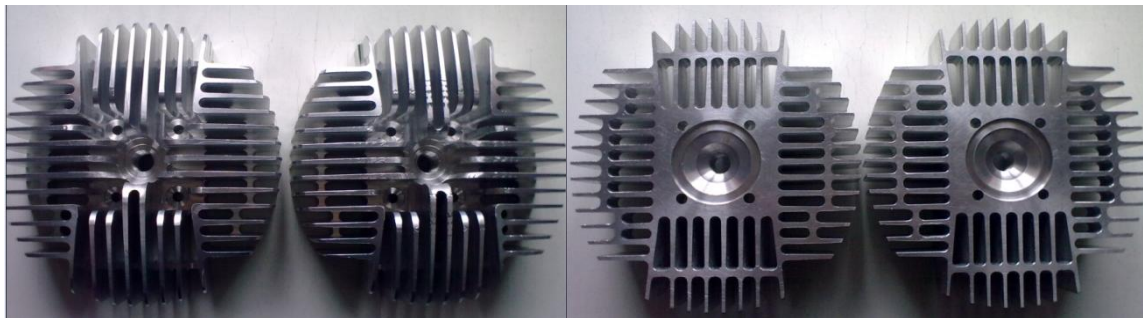


Obr. 122 – Zčištěná vějířová hlava

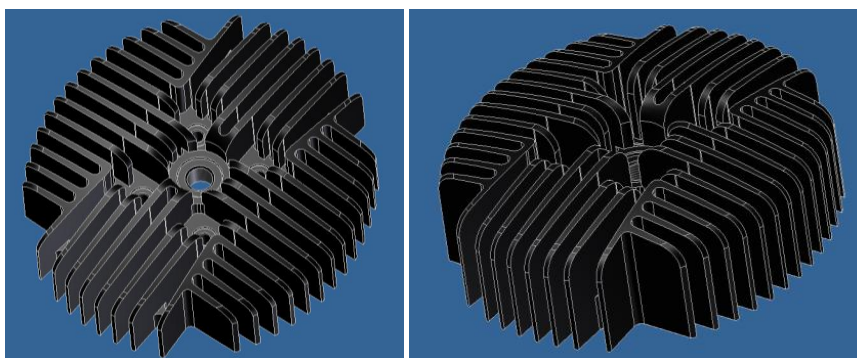


Obr. 123 – Nářadí pro dokončovací operace

Stávalo se, že fréza neměla dostatečný prostor nad žebry. Proto do programu byla nastavená korekce v Z ose a ta činila 0,5 mm. Po přidání této korekce byl povrch čistý, bez poškození. Program celkově trval cca 19 hodin pro první zkušební hlavu. V druhém případě byl čas stlačen na cca 10 hodin.



Obr. 124 – Obě hlavy kompletně obroběny



Obr. 125 – Model hlavy v 3D

4.5. Zkušební jízda motocyklu JAWA 50 Mustang

Po úspěšném obrobení hlavy v halových laboratořích KTO, nic nebránilo tomu, aby byla hlava vyzkoušena v provozu. Hlava byla upnuta na motocykl JAWA 50 Mustang a následně byla provedena zkušební jízda. Po této jízdě bylo zjištěno několik zajímavých informací, které byly zahrnuty do bodu 6 Závěr.

Nejprve bylo nutno sundat původní sériovou hlavu z motocyklu. Demontáž hlavy je popsána v bodě 2.1.4.



Obr. 126 – Odejmutí koncovky zapalovací svíčky ze sériové hlavy



Obr. 127 – Demontáž sériové hlavy z válce

Následně bylo nutno do vějířové hlavy našroubovat zapalovací svíčku Brisk s delším závitem. Délka svíčky nijak nebránila manipulaci s řídítky motocyklu.



Obr. 128 – Zašroubovaná zapalovací svíčka

Další krok - byl v montáži hliníkového těsnění pod hlavu o tloušťce 0,5 mm. Pod toto těsnění byla dána vazelína, pro lepší utěsnění.



Obr. 129 – Namontované hliníkové těsnění a zapalovací svíčka

Dále nic nebránilo tomu, aby byla hlava montována na válec. Pomocí dvou šroubováků byly podložky nasazeny na svorníky a matice dotaženy. Upnutí probíhalo naprosto stejným způsobem, který byl popsán v bodě 2.1.4. Nakonec byla svíčka dotažena pomocí utahovacího klíče a připojena koncovka zapalovací svíčky. Po úspěšné montáži byla provedena zkušební jízda, která proběhla bez problému. Po celou dobu jízdy byl chod motoru velmi klidný a nic nenaznačovalo tomu, že by se směs ve spalovacím prostoru špatně spalovala.



Obr. 130 – Finální montáž obrobené hlavy na válec

5 Technicko-ekonomické zhodnocení

5.1. Výběr varianty

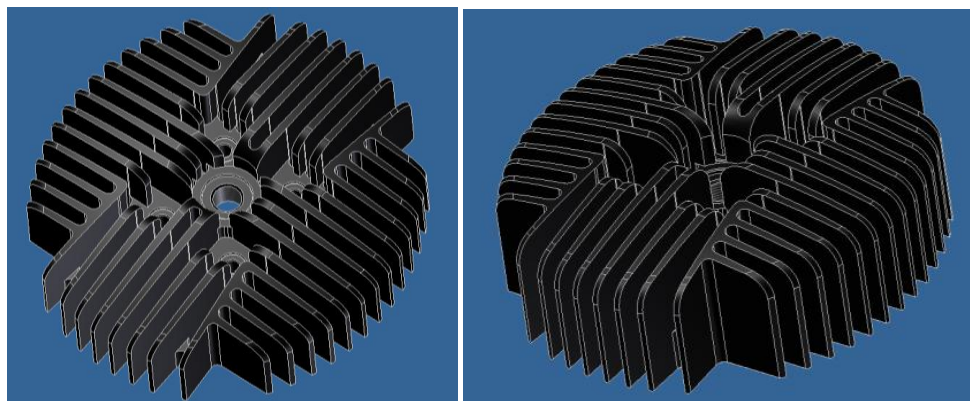
Rozhodovalo se mezi hlavou vějířovou (varianta A) a hvězdicovou (varianta B). Vítězná hlava bude obrobena v halových laboratořích KTO. Pro výběr hlavy bylo rozhodnuto použít rozhodovacích tabulek. Rozhodovací tabulky byly vytvořeny dvě. V první rozhodovací tabulce se přihlíželo k technologickým kritériím a druhá tabulka se zabývala ekonomickými kritérii.

Tab. 3 – Rozhodovací tabulka

Výběr vhodné varianty			
Technologická kritéria	Varianta A	Varianta B	Ideální varianta
Celková tuhost hlavy	4	2	4
Chladicí plocha	4	3	4
Bezpečnost	4	4	4
Kompresní poměr	3	3	4
Počet žeber	3	2	4
Σ	18	14	20
Celkové zhodnocení	0,9	0,7	1

Ekonomická kritéria	Varianta A	Varianta B	Ideální varianta
Využitelnost materiálu	3	2	4
Pracnost výroby	3	1	4
Montáž	4	4	4
Hmotnost	4	2	4
Σ	14	9	16
Celkové zhodnocení	0,875	0,5625	1

Podle tabulky byla vybrána jako nejvýhodnější varianta vějířová hlava. Proto byla v laboratořích KTO následně vyrobena.



Obr. 131 – Hlava, která podle rozhodovací tabulky, bude obrobena v laboratořích KTO

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo obrobení sportovní hlavy pro motocykl - typ Jawa 50 Mustang. Tato hlava musela být navrhnutá tak, aby svými rozměry neznemožňovala manipulaci s říditkami a zároveň dostatečně velká na to, aby mohla chladit sebe a motor motocyklu.

Při návrhu hlav a přípravků byla tato práce inspirovaná radami a životními zkušenostmi pánů, kteří se více jak půlku svého života touto problematikou zabývali ve věhlasném závodě ČZ – Strakonice.

Hlavy byly vymodelovány ve více provedeních a nakonec byla vybrána ta, která byla nejlepší s ohledem na vyrobiteľnosť v laboratořích KTO. Vyrobit se podařilo dva kusy vějířové hlavy. Hlavy se obráběly v přípravku, který byl inovovaný. Celkový čas obou hlav se blížil hranici 30 hodin.

Ve finále byla obrobená hlava namontována na válec motocyklu JAWA 50 Mustang. K hlavě bylo přikoupeno hliníkové těsnění o tloušťce 0,5 mm a nová zapalovací svíčka Brisk. Poté byla uskutečněna zkušební jízda, která dopadla velmi dobře. Motocykl se po dobu své jízdy choval velmi klidně a motor nevykazoval známky poruchovosti (jako je např. vynechávání chodu motoru nebo dokonce jeho zastavení, nadměrná hlučnost anebo dokonce vysoká kouřivost). Hlava po zkušební jízdě byla méně zahřátá nežli sériová (zefektivnění chlazení hlavy). Tímto byl splněn cíl, kterého jsme chtěli dosáhnout. Zvýšení výkonu bylo hodnoceno pocitově - při přidání plynu na motocyklu bylo markantně poznat, že akcelerace je mnohem lepší než u původní sériové hlavy. Připojení k motorové brzdě proběhne později, proto aby byly naše předpoklady o zvýšení výkonu motoru potvrzeny. Proto jsme úspěšně splnili i tyto cíle naší práce, tudíž byly splněny všechny zadané body.



Obr. 132 – Namontovaná Vějířová hlava na motocyklu JAWA 50



Obr. 133 – Motocykl JAWA 50 Mustang s Vějířovou hlavou

Citované zdroje

Použitá literatura

[1] Bell Graham, *Two stroke performance tuning, 2nd ed. Newbury Park, Calif., USA:* Haynes North America, 1999, 271 p. ISBN 18-596-0619-9.

[2] *Katalog Hofmaister 2012* [online]. 13 [cit. 2014-06-05].

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

[3] 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

Webové stránky

[W1] *Jawa 50 typ 05 Pionyr* [online]. 2003 [cit. 2014-04-18].

Dostupné z: <http://www.jawa-50.cz/clanek/jawa-50-typ-05-pionyr-informace-vyvoj-prototypy-export.html>

[W2] *Alfun* [online]. [cit. 2014-02-10].

Dostupné z: <http://www.alfun.cz/sortiment/hlinik/desky>

[W3] *Hlava motoru* [cit. 2014-01-11].

Dostupné z: <http://www.jawa-50.cz/clanek/tuning-navod-na-upravy-motoru-jawa-20-pionyr-uprava-hlavy.html>

[W4] *Plastová brusná tělíska* [cit. 2014-01-21].

Dostupné z: <http://www.otec.de/cz/technologicke-prostredky/plastova-brusna-teliska.html>

[W5] *Winter servis princip silově deformačního upínače-Tribos* [cit. 2014-04-21].

Dostupné z: http://www.winter-servis.cz/index.php?page=schunk/n_tribos

[W6] *Kompresní objem* [cit. 2014-01-08].

Dostupné z: http://www.motorkari.cz/forum/jenikovo.misto.cz/_MAIL_/Foto

[W7] *Kompresní poměr* [cit. 2014-01-08].

Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompresn%C3%AD_pom%C4%9Br

[W8] *Posuvné měřidlo* [cit. 2014-01-08].

Dostupné z: http://fyzweb.cz/materialy/aplety_hwang/vernier/ruler/vernier_cz.html

[W9] *Palička gumová 780g YATO* [cit. 2014-04-21].

Dostupné z: <http://www.spolehlivenaradi.cz/obchod/1-dilenske-naradi/kladiva-palice-zednicka/palicky-gumove-a-silonove/stranka-4/>

[W10] *Jawa Pionýr 50/20 plakáty, fotky, Logo Jawa* [cit. 2014-02-15].

Dostupné z: <http://www.mikelos.estranky.cz/clanky/historie/logo-jawa.html>

[W11] *Číselníkový úchylkoměr* [cit. 2014-04-21].

Dostupné z: <http://www.naradi-amat.com/produkt/ciselnikovy-uchylkomer-0---10-mm--106106-/?produktId=1499>

[W12] *Kovo nástroje* [cit. 2014-02-15].

Dostupné z: <http://www.kovonastroje.cz/sk/Nastroje-pro-kovoobrabeni>

[W13] *RESL, Trvalizace, úpravy povrchu* [online]. [cit. 2014-02-15].

Dostupné z: <http://www.obrobna.cz/trvalizace.php>

[W14] *Upínací deska* [cit. 2014-04-21].

Dostupné z: <http://www.zjp.cz/upinaci-deska-9440/p2831>

[W15] *Druhy soustruhů* [cit. 2014-04-21].

Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/druhy-soustruhu>

[W16] *Klapkové sání* [online]. 13.11.2007 [cit. 2014-04-20].

Dostupné z: <http://www.jawa-cz.estranky.cz/clanky/upravy/klapkove-sani.html>

[W18] *Úvod, dvoudobý motor* [cit. 2014-04-20].

Dostupné z: <http://img.motorkari.cz/upload/images/cache>

[W19] *Trabant* [cit. 2014-03-10].

Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Trabant>

[W20] *Úprava spalovacího prostoru hlav válců* [cit. 2014-03-10].

Dostupné z: <http://fichtl-club.jex.cz/menu/navody-a-rady/uprava-spalovaciho-prostoru-hlav>

[W21] *Nastavení karburátoru* [cit. 2014-02-12].

Dostupné z: <http://www.mylms.cz/text-nastaveni-karburatoru/>

[W22] *Zapalovací svíčky* [online]. 11.04.2002 [cit. 2014-02-16].
Dostupné z: <http://www.tuning.cz/a0218:zapalovaci-svicky/>

[W23] *Jak na to? – ruční broušení* [cit. 2014-02-16].
Dostupné z: <http://www.modding.cz/?p=69>

[W24] *Speciální nástroje jako cesta k produktivitě* [cit. 2014-02-16].
Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/specialni-nastroje-jako-cesta-k-produktivite.html>

[W25] *Jawa 21 cross* [cit. 2014-03-20].
Dostupné z: <http://www.jawahp.wbs.cz/Jawa-21-cross.html>

[W26] *Kovonástroje* [cit. 2014-05-02].
Dostupné z: <http://www.kovonastroje.cz/Nastroje-pro-kovoobrabeni/Frezovani/Frezy/Stopkove-frezy/4-brite-valcove-celni/1-zub-pres-stred/Freza-valcova-celni-15mm-kratka-4br-HSS-Co8-weldon-1-zub-pres-stred-15x26mm-kratka-HSSCo8-weldon.html>

7 Přílohy

7.1. Výrobní výkresy

INOVOVANÁ HVĚZDICOVÁ HLAVA	KTO-13/14-001
INOVOVANÁ VĚJÍŘOVÁ HLAVA	KTO-13/14-002
SESTAVA PŘÍPRAVEK	KTO-13/14-101
PŘÍPRAVEK-DESKA	KTO-13/14-102
PŘÍPRAVEK-POMOCNÝ KOLÍK	KTO-13/14-103

7.2. Technologický postup