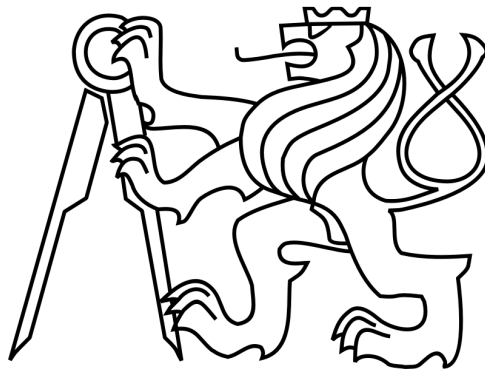


České vysoké učení technické  
v Praze  
Fakulta strojní

Ústav Automobilů, spalovacích motorů a kolejových  
vozidel



Bakalářská práce

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího Ing. Jiřího Vávry, Ph.D. a rad zaměstnanců firmy Škoda Auto a.s.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

.....  
podpis

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Jiřímu Vávrovi, Ph.D. za rady a připomínky k této práci. Dále bych rád poděkoval všem z firmy Škoda Auto a.s., kteří mi s touto prací pomáhali.

# Blok válce experimentálního jednoválcového motoru

Cylinder block for experimental single cylinder engine

**Anotace:**

Práce se zabývá návrhem bloku pro experimentální jednoválcový motor Škoda. V první části je vlastní návrh bloku pro jednoválcovou i víceválcovou hlavu. Následuje technologie výroby jednotlivých dílů bloku včetně navrhovaných materiálů. Součástí práce je model bloku v 3D programu Creo Parametric.

**Klíčová slova:** experimentální spalovací motor, blok motoru, návrh

**Annotation:**

The thesis deals with design of a block for experimental single-cylinder Škoda engine. The first part is about designing a block for a single-cylinder and multi-cylinder-head followed by the production technology of the individual parts of the engine block including proposed materials. The thesis contains a 3D model of the engine block created in Creo Parametric software.

**Keywords:** *experimental internal combustion engine, engine block, design*

## Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
1.1    Jednoválcový motor Škoda Auto a.s. ....	8
1.2    Cíl práce.....	9
<b>2 Dnešní bloky motorů v automobilech.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Základní návrh konstrukce .....</b>	<b>10</b>
3.1    Základní představa.....	10
3.2    Návrh výroby .....	12
3.3    Návrh spojení obou dílů bloku.....	12
<b>4 Návrh a výpočet jednotlivých dílů.....</b>	<b>13</b>
4.1    Návrh vložky válce .....	13
4.2    Statická pevnostní kontrola vložky válce .....	14
4.3    Návrh spodního dílu bloku .....	16
4.4    Návrh horního dílu pro jednoválcovou hlavu .....	18
4.5    Návrh horního dílu pro víceválcovou hlavu .....	19
4.6    Kontrola délky závitů hlavových šroubů .....	21
<b>5 Technologie výroby.....</b>	<b>22</b>
5.1    Vložka válce .....	22
5.2    Přípravek pro uchycení vodící kladky .....	22
5.3    Spodní díl bloku .....	24
5.4    Horní díl bloku pro jednoválcovou hlavu .....	25
5.5    Horní díl bloku pro víceválcovou hlavu.....	26
<b>6 Sestava všech dílů .....</b>	<b>27</b>
<b>7 Závěr.....</b>	<b>30</b>
<b>8 Seznam použité literatury .....</b>	<b>31</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>32</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>33</b>
<b>Seznam grafů.....</b>	<b>33</b>

# 1 Úvod

## 1.1 Jednoválcový motor Škoda Auto a.s.

Navrhovaný jednoválcový motor je modifikací zkušebního jednoválcového motoru od firmy AVL. Konstrukci motoru tvoří studenti ČVUT v Praze pod vedením pracovníků vývoje motorů Škoda Auto a.s.. Původní motor AVL je vznětový, nově navrhovaný motor je zážehový. Podmínkou je použití klikové skříňe motoru AVL, do které bude instalován klikový hřídel se setrvačником. Na skříň bude namontován blok, jehož návrh je předmětem této práce. S blokem je spojena hlava válce a nově se též navrhuje víko rozvodů. Díky podpoře od firmy Škoda Auto a.s., budou tyto díly maximálně vycházet ze sériových dílů, pouze s nezbytnými úpravami. Po dokončení modelů a výrobní dokumentace bude motor vyroben. Motor bude sloužit v Centru vozidel udržitelné mobility v Roztokách, pro výzkum pokročilého spalování, optimalizaci ventilového rozvodu a další různé výzkumné účely. Tabulka 1 uvádí základní technické parametry vyvíjeného jednoválcového motoru.

*Tabulka 1: Technické parametry motorů [3].*

	Vyvíjený motor	AVL
Zdvih	86,9 mm	90 mm
Vrtání	76,5 mm	85 mm
Kompresní poměr	10,5:1 – variabilní	17-17,5:1
Zdvihový objem	399,4 ccm	510,7 ccm
Palivo	Benzín	Nafta
Maximální spalovací tlak	15 MPa	15 MPa
Tvorba směsi	Nepřímé vstřikování	Vstřikování Common-Rail
Maximální otáčky	6000 1/min	4500 1/min
Počet ventilů	4	4

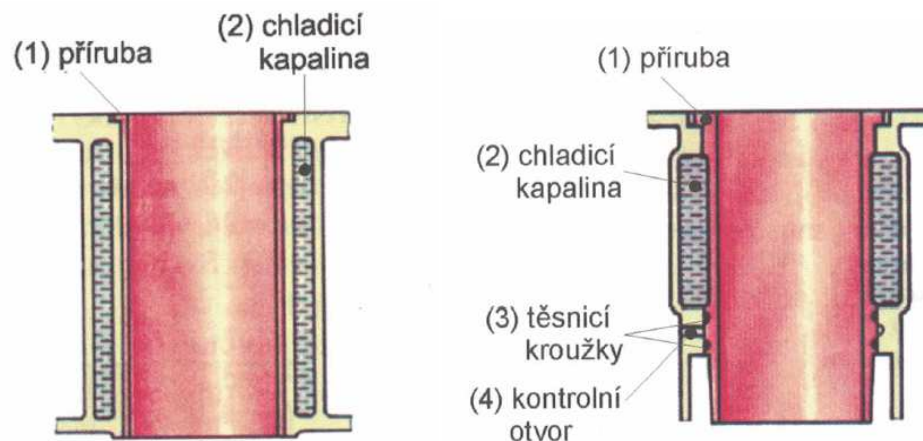
## 1.2 Cíl práce

Mým cílem je navrhnout konstrukční provedení bloku jednoválcového motoru včetně vkládané vložky. Návrh bude obsahovat řešení pro jednoválcovou hlavu i pro víceválcovou (sériovou) hlavu. Navrhnou technologii výroby a materiál dílů.

## 2 Bloky motorů v automobilech

Blok motoru je díl, který spojuje klikovou skříň s hlavou válců. Zároveň společně s pístem a hlavou válců tvoří spalovací prostor. Jeho hlavními úkoly jsou odvádět teplo do chladicí kapaliny a vést píst při chodu motoru.

Nejběžnější konstrukcí je spojení bloku motoru a horní část klikové skříňe v jeden díl. Samostatná kliková skříň se používá u velkých motorů. Dnešní konstrukce bloků motorů jsou obvykle odlitky, které se odlévají ze šedé litiny nebo z hliníku. Pokud je blok odlit z dostatečně odolné šedé litiny, válce mohou být přímo v bloku. Když je to odlitek z hliníku, je zapotřebí použít zušlechtní povrchu válce nebo použít vložku válce. Vložky válců mohou být dvojí konstrukce. Mohou být buď přímo nebo nepřímo omývané chladicí kapalinou.



Obr. 1: Vkládané vložky válce [8].

Na Obr. 1 vidíme obě možnosti. U nepřímo omývané vložky válce (Obr. 1 vlevo) se obvykle vložka lisuje do bloku. Rozměry válce musí být velmi přesné, aby nedocházelo ke zhoršení přestupu tepla mezi válcem a chladicí kapalinou. Chlazení je zde horší oproti přímo omývané vložce. Na druhou stranu válec není třeba utěsnit a má větší tuhost. Válec přímo omývaný chladicí kapalinou



(Obr.1 vpravo) je lépe chlazen. Pro lepší těsnost válce v horní části přesahuje vložka přes dosedací plochu bloku. Vůči klikové skříni jsou utěsněny pomocí pryžových o-kroužků.

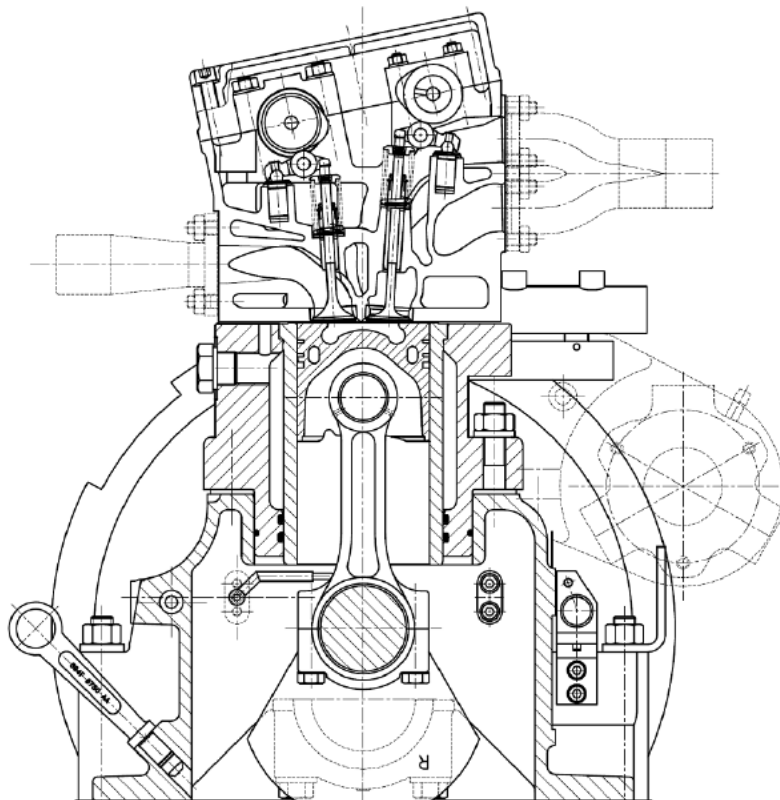
Pokud nepoužijeme vložku válce, pro zušlechtění válců se používají různé metody:

- Při tvrdém chromování se pracovní povrch válce galvanicky chromuje. To se používá pro vzduchem chlazené motocyklové motory.
- Firma Honda používá MMC (Metal Matrix Composite). Jedná se o slitinu hliníku zesílenou uhlíkovými a keramickými vlákny. Keramická vlákna snižují opotřebení a uhlíková vlákna mají samomazné vlastnosti. Další výhodou je, že slitina je dobrý tepelný vodič.
- Metoda Alusil. Nejprve se povrch honuje a následně ze slitiny hliníku a křemíku se odleptá vrstva hliníku. To způsobí, že na povrch válců vystoupí zrna křemíku. To vytvoří velmi odolnou plochu. Pro tuto metodu se používají písty s povrchovou úpravou.
- Metoda Nikasil. Povrch válce se galvanicky potahuje vrstvou niklu s krystalky křemíku [8].

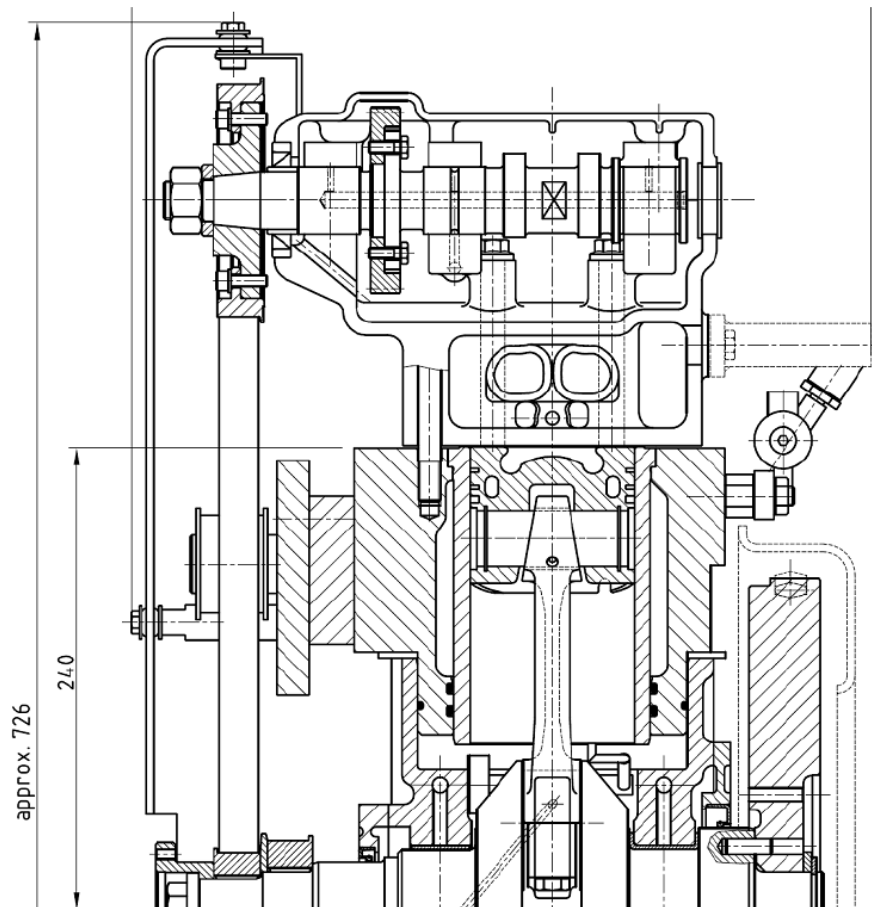
## **3 Základní návrh konstrukce**

### **3.1 Základní představa**

Blok bude nainstalován na klikovou skříň AVL. Rozměry spodní části bloku jsou tedy dány tvarem klikové skříně a polohou spojovacích šroubů. Můj návrh obsahuje dvě možné varianty bloků. Blok pro jednoválcovou hlavu, který bude navazovat na upravenou hlavu válce. Druhá varianta bloku pro víceválcovou hlavu počítá s použitím sériové hlavy válců. Konstrukcí vycházím z motoru AVL na obr. 1 a 2.



Obr. 2: Řez motorem AVL 1 [3].



Obr. 3: Řez motorem AVL 2 [3].

Na bloku musí být ze strany rozvodů umístěna napínací kladka. To je vidět na obrázku 3. Další věc, která definuje rozměr je požadované vrtání motoru. Při chodu motoru bude nutné odvádět teplo. Chlazení by mělo být samostatné a nezávislé na ostatních dílech. Z toho vyplývá, že blok musí obsahovat vstup a výstup chladicí kapaliny. Pro nejlepší účinnost chlazení je důležité zajistit co největší plochu pro přestup tepla ze spalovacího prostoru do chladicí kapaliny. Při skládání motoru je nutné odvodušnit chladicí kanály a při rozebírání je vypustit. Řešení chlazení firmou AVL je patrné na obrázku 2.

### **3.2 Návrh výroby**

Blok bude obráběný. Odlitý blok by byl příliš složitý na výrobu. Motor od firmy AVL používá vkládanou vložku, kterou omývá chladicí kapalina. Pro mou konstrukci použiji též tuto vkládanou vložku válce. Při obrábění by nebylo možné vyrobit blok jako jeden kus včetně válce, protože by nebylo možné vyrobit chladicí kanály. Při použití vkládané vložky s nepřímým stykem s chladicí kapalinou by byl stejný problém.

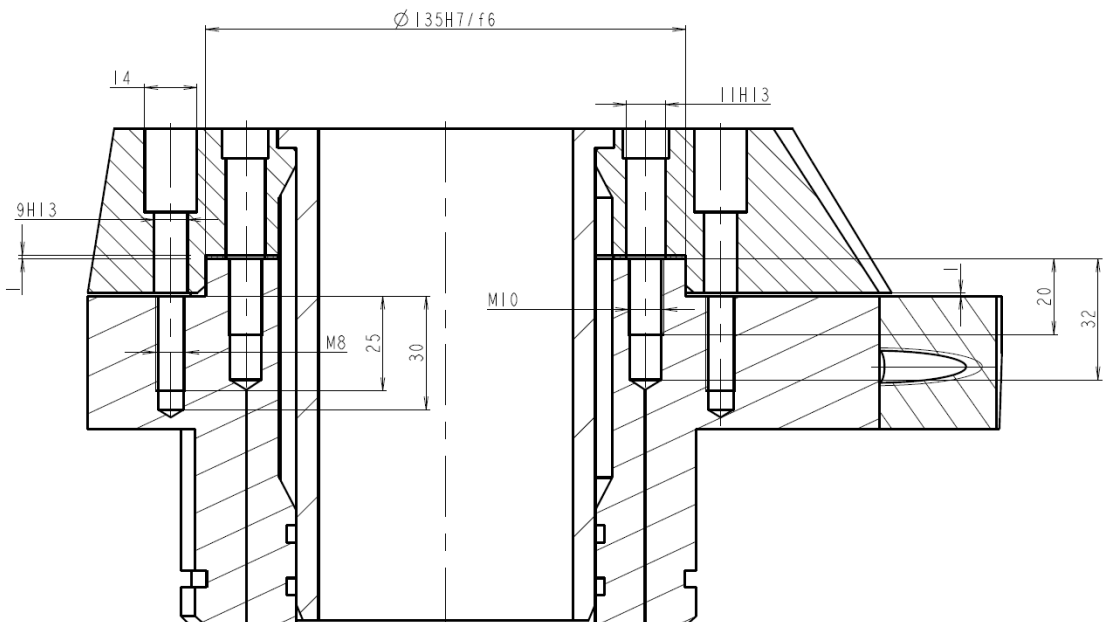
Tvar bloku motoru by byl obtížně vyrobitelný jako jeden kus, takže navrhuji vyrobit blok ze dvou dílů. Tímto krokem ušetřím materiál a také nebude obtížné při konstrukci víceválcové varianty spojit blok s klikovou skříní. U motoru od firmy AVL je blok provrtán otvory, aby bylo možné blok a klikovou skřín spojit. U víceválcové varianty jsou na tomto místě kanály pro chladicí kapalinu a olej.

Spodní díl bude použitý pro obě varianty. Horní díl bude výměnný. Místo rozdělení musí být nevyhnutelně tam, kde chladicí kapalina obtéká vložku válce. Toto místo je nutné dobře utěsnit.

### **3.3 Návrh spojení obou dílů bloku**

Mnou navrhované spojení, je díky zúžení vodního prostoru utěsněno pomocí plochého těsnění, ve kterém jsou vytvořeny otvory pro hlavové šrouby. Těsnění předpokládám 2 mm tlusté a jeho stlačitelnost předpokládám 50%. Těsnění navrhuji od firmy Dimer, konkrétně Dimergraf 21. Jedná se o desku z expandovaného grafitu, ze které potřebný tvar těsnění bude nutné vyřezat. Na

obr. 4. je vidět spojení obou dílů v řezu. Hlavové šrouby procházejí vrchním dílem a jsou zašroubovány do dílu spodního. Pro stažení plochého těsnění jsou zde umístěny další čtyři šrouby. Při experimentech na tomto motoru, bude zapotřebí občasné odmontování hlavy válce. Pokud bych použil pouze hlavové šrouby pro spojení obou dílů, tak by těsnění mezi nimi bylo znehodnocováno.



Obr. 4: Spojení obou dílů bloku

## 4 Návrh a výpočet jednotlivých dílů

### 4.1 Návrh vložky válce

Ve firmě Škoda Auto a.s. se používal pro vkládanou vložku materiál 42 2425 dle dnes už neplatné normy ČSN. Další materiály, ze kterých se vyráběly vložky válců byly například 42 2420 nebo 42 2306. Porovnání uvádím do tabulky 2. Nejlepší parametry má litina 42 2306. Přesto volím 42 2425, protože se používala ve Škoda Auto a.s. a mají s ní zkušenosti.

Tabulka 2: Přehled používaných materiálů [3].

Litina	ČSN	DIN	Rm [MPa]	HB
Perliticko-Feritická	42 2306	GGG 60	>600	190-270
S lupínkovým grafitem	42 2420	GG 20	>215	>220
S lupínkovým grafitem	42 2425	GG 25	>250	>240

Motor bude mít vrtání 74,5 mm. To je vnitřní průměr vkládané vložky. Tento rozměr je použit kvůli rozměrům sériového pístu, který použijeme v motoru. Tloušťka stěny musí být dostatečná, aby motor mohl pracovat s rozumnou bezpečností. Požadovaný maximální tlak ve spalovacím prostoru je 150 barů. Prozatím volím tloušťku stěny 5 mm. Poměr poloměru k tloušťce stěny vychází přibližně 7,45. Z toho vyplývá, že vložku válce mohu připodobnit k silnostěnné nádobě [1]. Spalovací prostor je tvořen vkládanou vložkou, z vrchní části je pevně přimontována hlava válce a ze spodní části ho uzavírá pohyblivý píst. Tudíž se jedná o otevřenou nádobu. Vložku válce budu kontrolovat pomocí statické pevnostní kontroly pro silnostěnné otevřené nádoby.

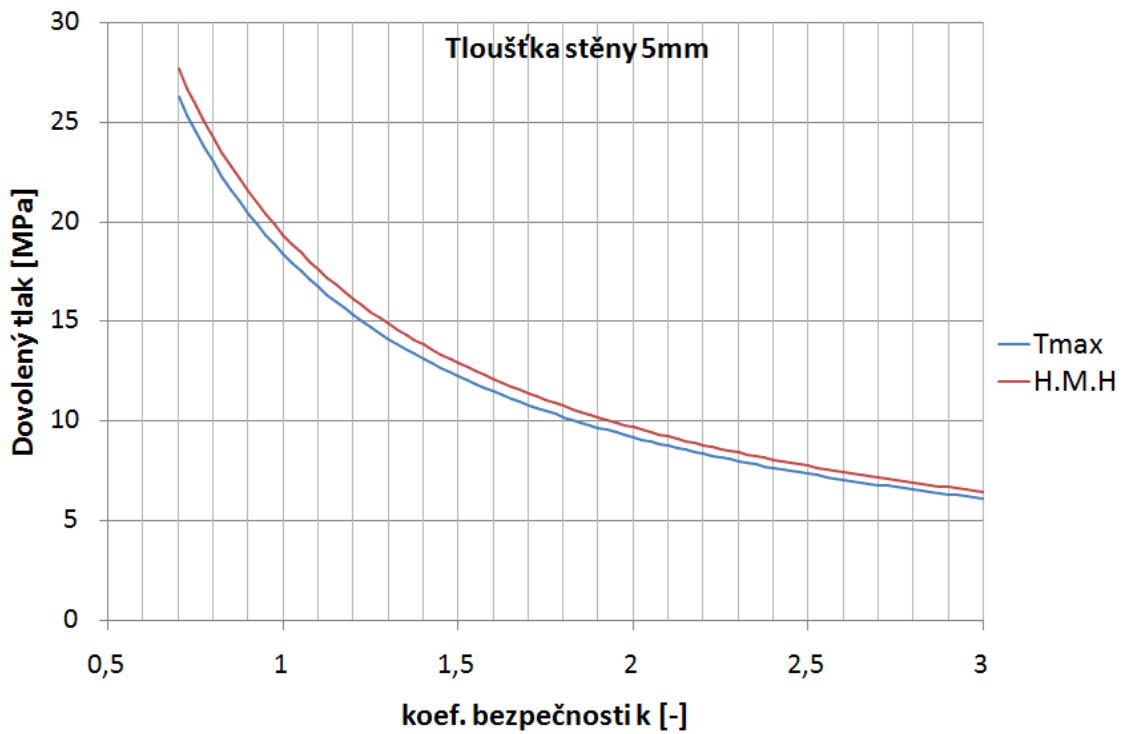
#### 4.2 Statická pevnostní kontrola vložky válce

$$(1) \quad p_D \leq \frac{\sigma_K}{2 \cdot k} * \left[ 1 - \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2 \right]$$

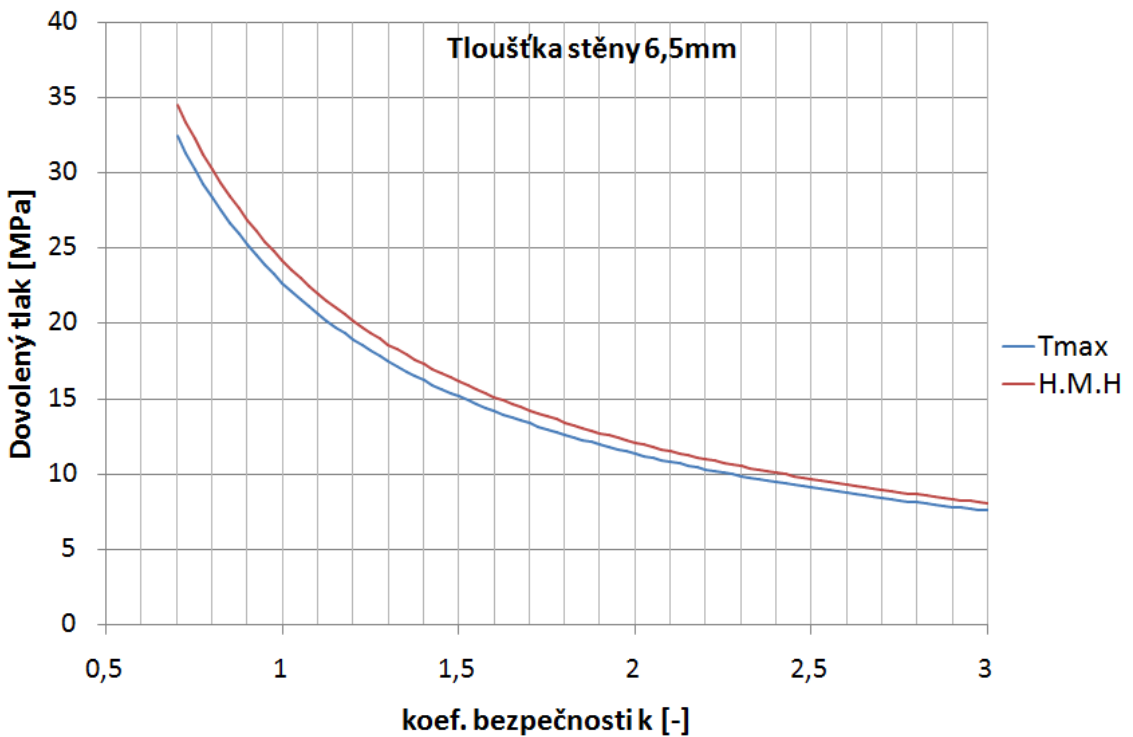
$$(2) \quad p_D \leq \frac{\sigma_K}{k * \sqrt{\left( \frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \right)^2 + 1 + \frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2}}}$$

Vzorec označený jako (1) je výpočet dovoleného tlaku podle hypotézy  $\tau_{max}$ . Druhý vzorec (2) je pro výpočet dovoleného tlaku podle hypotézy H.M.H. [1]. Oba vzorce obsahují  $p_D$  tedy dovolený tlak,  $\sigma_K$  mez kluzu,  $k$  koeficient bezpečnosti,  $r$  poloměr vnitřní a vnější. Pro výpočet potřebuji znát u použitého materiálu mez kluzu. Pro šedou litinu je mez kluzu nevýrazná. Proto použiji smluvní mez kluzu.  $\sigma_K = 165 \text{ MPa}$ . Pro zvolenou bezpečnost  $k=3$  a tloušťku stěny 5 mm mi vyšel dovolený tlak pouze 6,12 MPa. Požadovaný tlak je 15

MPa. Pro lepší přehlednost vynesu závislost bezpečnosti na dovoleném napětí do grafu 1



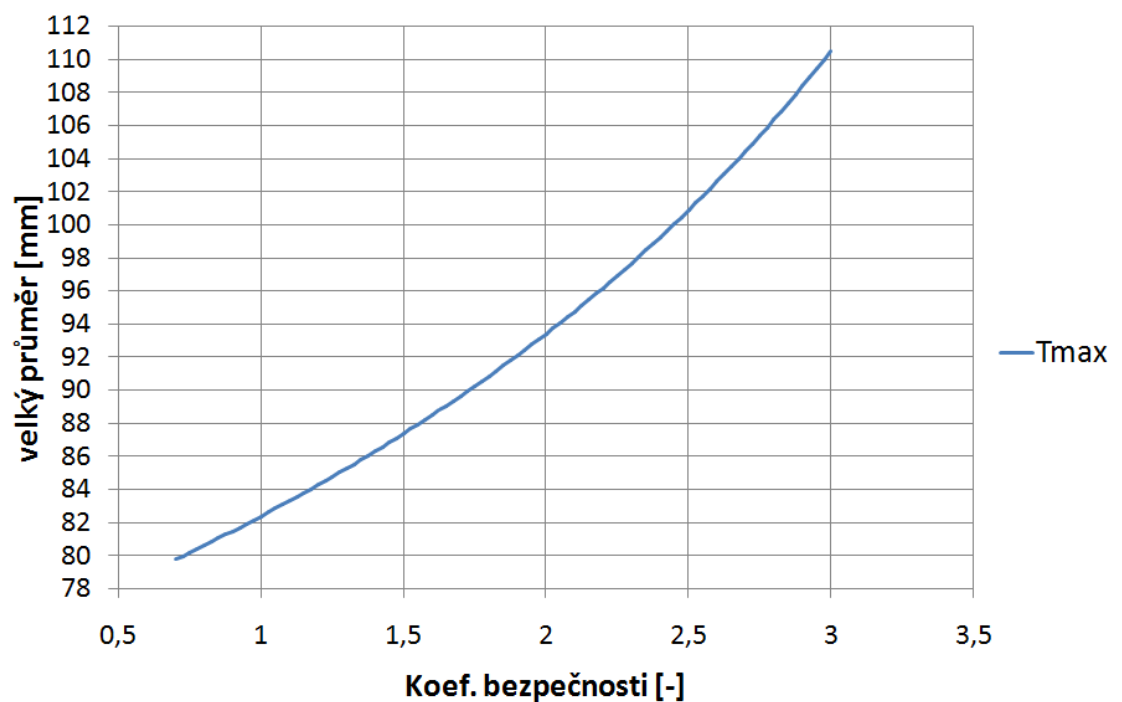
Graf 1: závislost koef. bezpečnosti na dovoleném tlaku pro tloušťku stěny 5mm



Graf 2: závislost koef. Bezpečnosti na dovoleném tlaku pro tloušťku stěny 6,5mm

. Z grafu je vidět, že pro požadovanou hodnotu 15 MPa se bezpečnost pohybuje kolem 1,2-1,3. Pro zvýšení bezpečnosti jsem navrhl zesílení stěny na tloušťku 6,5 mm. Přepočtené hodnoty opět vynesu do grafu 2. Hodnoty bezpečnosti se nyní pohybují mezi 1,5 a 1,6. Pro lepší představu vyjádřím z obou vzorců průměr  $d_2$  a vynesu závislost koeficientu bezpečnosti na velkém průměru do grafu 3. Za dovolený tlak budu považovat 15 MPa. Dle předchozích grafů je vidět, že hypotéza  $\tau_{max}$  je vždy o něco bezpečnější. Proto pro další graf použiji jen tuto hypotézu. Vzorec (3) ukazuje vyjádření ze vzorce (1).

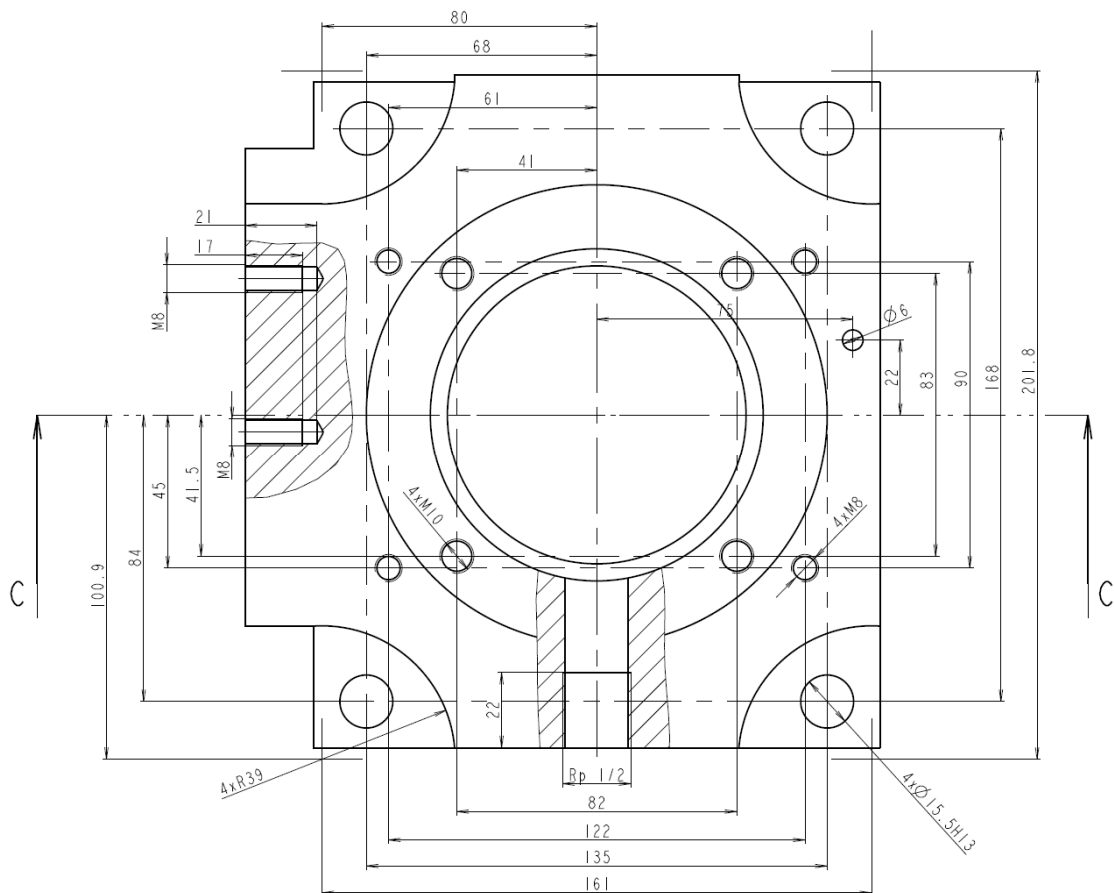
$$(3) \quad r_2 \geq \frac{r_1}{\sqrt{1 - \frac{2 \cdot p \cdot D \cdot k}{\sigma_K}}}$$



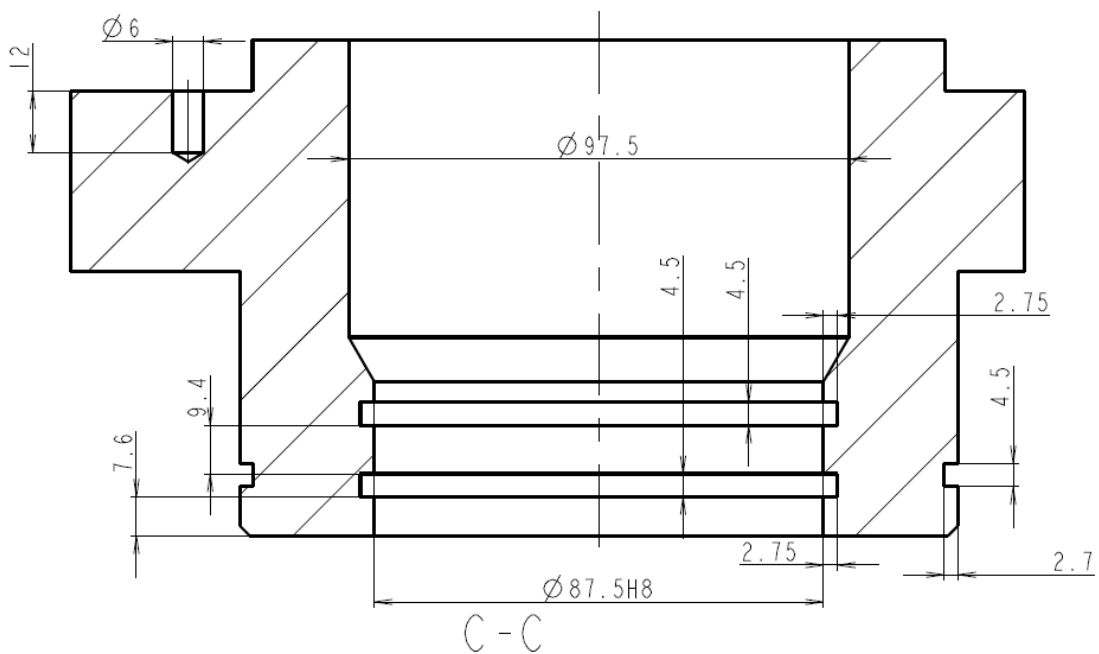
Graf 3: Závislost koef. bezpečnosti na průměru  $d_2$

### 4.3 Návrh spodního dílu bloku

Spodní díl bloku bude přišroubován ke klikové skříně pomocí šroubů M14. Díry pro šrouby střední řady musí mít průměr 15,5 mm [2]. Pro přístup k utažení šroubů navrhnu prostor kolem o průměru 78 mm. Tento prostor by měl stačit pro dotažení stranovým klíčem. Toto rozvržení je vidět na obrázku 5.



Obr. 5: Základní navrhované rozměry spodního dílu



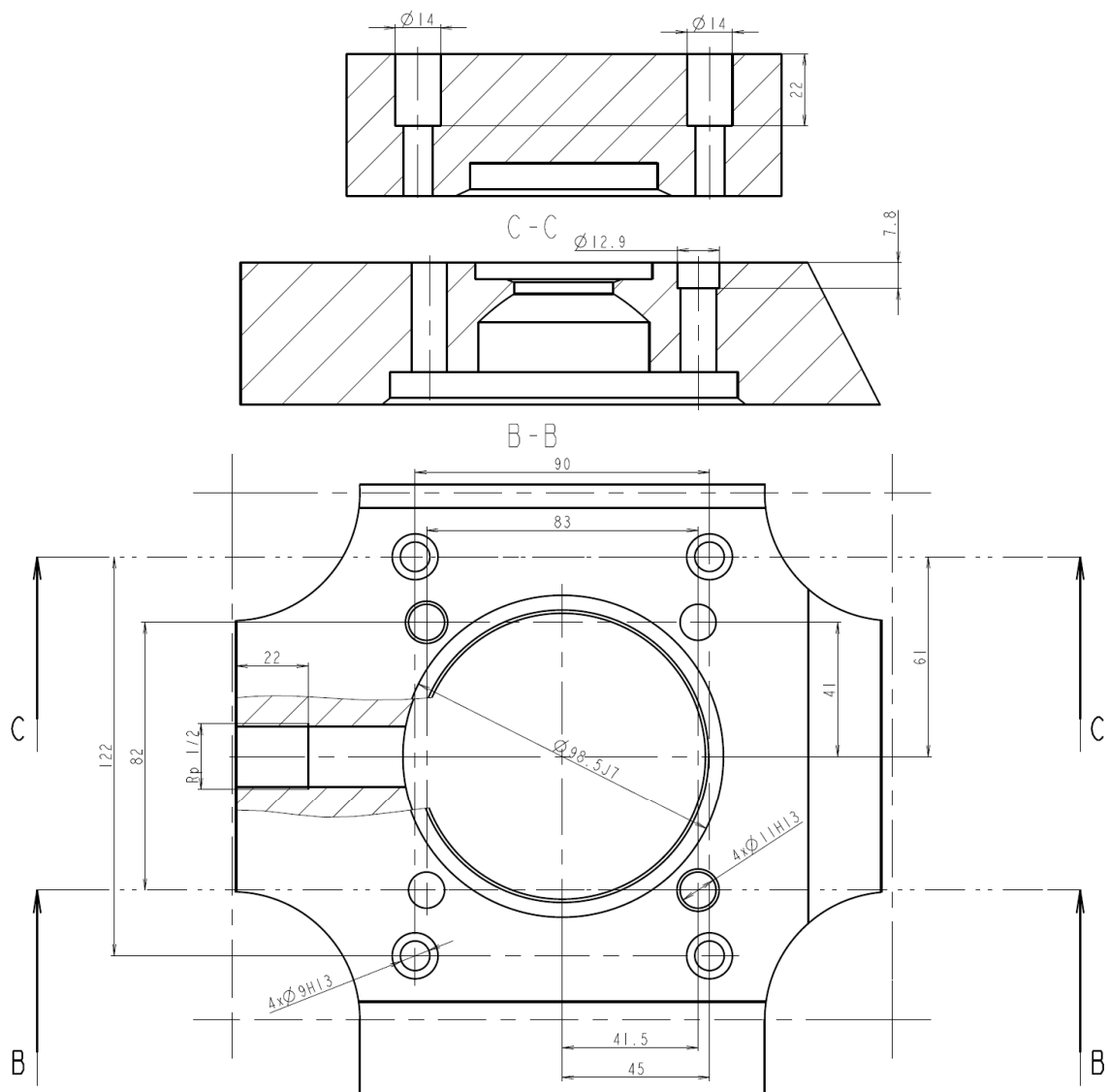
Obr. 6: Řez spodním dílem



Klikovou skříň by měl tento díl utěsnit. Proto jsem umístil o-kroužek z vnějšku válcové části vkládané do klikové skříň [6]. Těsnící kroužek použiji o rozměrech 134,5x3,5 mm. Materiál o-kroužku bude NBR 70. Na spodním dílu je ve vrchní části válcový výstupek s dírami a se závitem. Výstupek je zde provedení horního dílu, umístění plochého těsnění a zašroubování hlavových šroubů. Díry pro hlavové šrouby mají závit M10. Na vrchní straně jsou vyvrtány otvory se závitem M8 pro spojení horního a spodního dílu bloku. Další otvory o průměru 6 mm pro kolíky, kterými se zajistí poloha obou dílů při výrobě otvorů se závitem M10 a při montáži. Z boku jsou dva otvory se závitem M8. Tyto otvory budou sloužit pro přípravek, který bude držet vodící kladku rozvodů. Tento přípravek bude použit pouze při montáži vrchního dílu pro jednoválcovou hlavu. Z vnitřní strany budou dva těsnící o-kroužky pro utěsnění vložky válce. Rozměr o-kroužků je 87,5x3,55 mm a materiál použiji NBR 70. Dále zde musí být vybrání pro proudící chladicí kapalinu. Toto vybrání navrhuji 10 mm široké z důvodu rozšířené vložky válce a dostatečného utěsnění spojení horního a spodního dílu. Do tohoto vybrání je nutné navrtat díru pro přívod chladicí kapaliny. Vstup chladicí kapaliny by měl být co nejnižší to bude možné. Při rozebírání motoru chladicí kapalina, která bude pod úrovní tohoto otvoru zůstane v motoru. Do otvoru bude nutné přišroubovat hadice. Průměr by měl být co největší, aby se motor spolehlivě uchlادil. Navrhuji otvor s trubkovým závitem 1/2. Je to největší možný závit, který se na oba díly vejde.

#### **4.4 Návrh horního dílu pro jednoválcovou hlavu**

Horní díl je pevně spojen se spodním dílem pomocí čtyřech šroubů M8. Protože hlavové šrouby jsou přišroubovány až ke spodnímu dílu, musí vrchní díl mít 4 díry o průměru 11 mm, kterými šrouby procházejí. Dvě z nich jsou rozšířeny na průměr 12,9 mm. Toto rozšíření je zde z důvodu zajištění polohy při skládání umístěním průchozího válečku. Z vnitřní strany horního dílu je stejně jako u spodního dílu prostor pro chladicí kapalinu o šířce 10 mm. Ve vrchní části je vyrobena drážka pro vložku o průměru 98,5 mm. Do něho přijde nákrůžek vkládané vložky válce. Do prostoru pro chladicí kapalinu je otvor s trubkovým závitem 1/2. Otvor slouží pro odvod chladicího média.

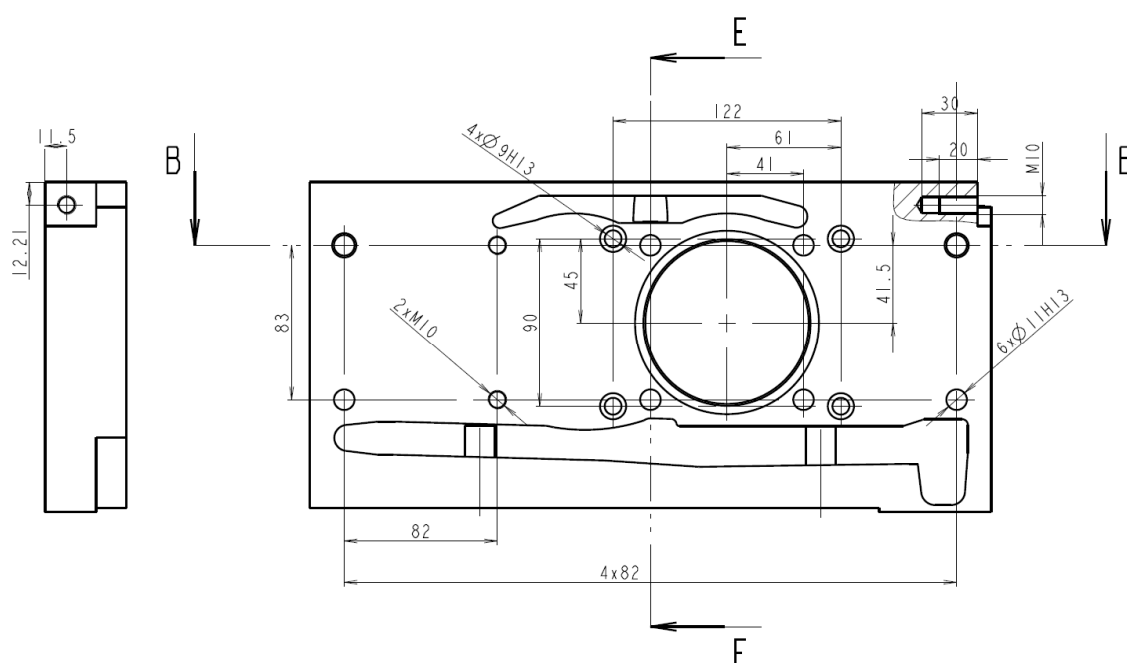


Obr. 7: Návrh horního dílu pro jednoválcovou hlavu

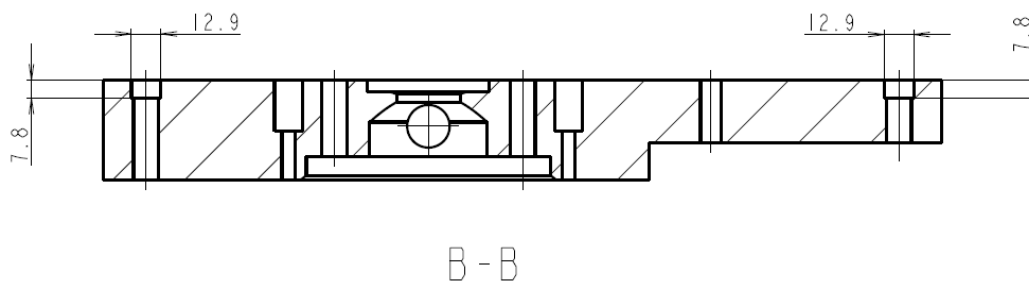
#### 4.5 Návrh horního dílu pro víceválcovou hlavu

Horní díly pro jednoválcovou i víceválcovou hlavu jsou z vnitřku totožné. Pro víceválcovou hlavu se tento díl musí zvětšit, aby bylo možné přišroubovat všechny hlavové šrouby a zároveň zajistit přívod chladicí kapaliny a odvod oleje. U jednoválcové hlavy každý díl funguje nezávisle. Do každého komponentu jsou přivedeny hadice jak s olejem, tak s chladicí kapalinou. U použití víceválcové (sériové) hlavy není možné zaslepit propojení obou medií s blokem, protože bez úprav sériové hlavy by motor nefungoval. Do olejového

kanálu je navrtán otvor pod úhlem 15°. Patnáctistupňový sklon je i v olejovém kanálu. To zaručuje odtok oleje. Středící válečky jsou umístěny na straně odtoku oleje v obou rozích. Krajiní díry o průměru 11 mm jsou průchozí. Čtyři díry okolo válce jsou totožné s jednoválcovou hlavou a dvě poslední jsou opatřeny závitem. U krajních děr počítám s přišroubováním hlavy pomocí matic. To ovšem u těchto dvou není možné, protože je zde umístěný setrvačnick. Ze strany rozvodů je umístěna napínací kladka, která je oproti verzi s jednoválcovou hlavou posunutá. Původní umístění kladky, navržené kolegou, bylo nevhodné pro konstrukci víceválcového bloku. Proto jsem kladku posunul. Pro zachování stále stejné délky řemenu, jsem provedl jednoduchý výpočet přes pravoúhlé trojúhelníky. Kladku přišroubuji k hornímu dílu.



Obr. 8: Návrh horního dílu pro víceválcovou hlavu 1



Obr. 9: Návrh horního dílu pro víceválcovou hlavu 2

## 4.6 Kontrola délky závitů hlavových šroubů

Budu předpokládat pouze osovou statickou sílu ve šroubech. Hlavní nosné šrouby budou pouze čtyři. Ostatní šrouby ve víceválcové variantě hlavy jsou pouze na předpětí pro těsnění. Tlak 150 barů přepočtu na plochu kruhu o průměru 74,5 mm. Dostávám celkovou sílu, která je přibližně 65,4 kN. Pro čtyři nosné šrouby je tedy síla v každém z nich čtvrtinová. Po dosazení do vzorce (4) a (5) a výpočtu dospěji k výsledku, že potřebuji minimálně 5 závitů. Proměná  $Z$  je potřebný počet závitů,  $F$  je působící síla,  $p_D$  je dovolený tlak a  $d_2$  je střední průměr závitu. U vzorce (5)  $D_1$  je malý průměr závitu a  $d$  je velký průměr závitu.

$$(4) \quad z = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot p_D}$$

$$(5) \quad H_1 = \frac{(d - D_1)}{2}$$

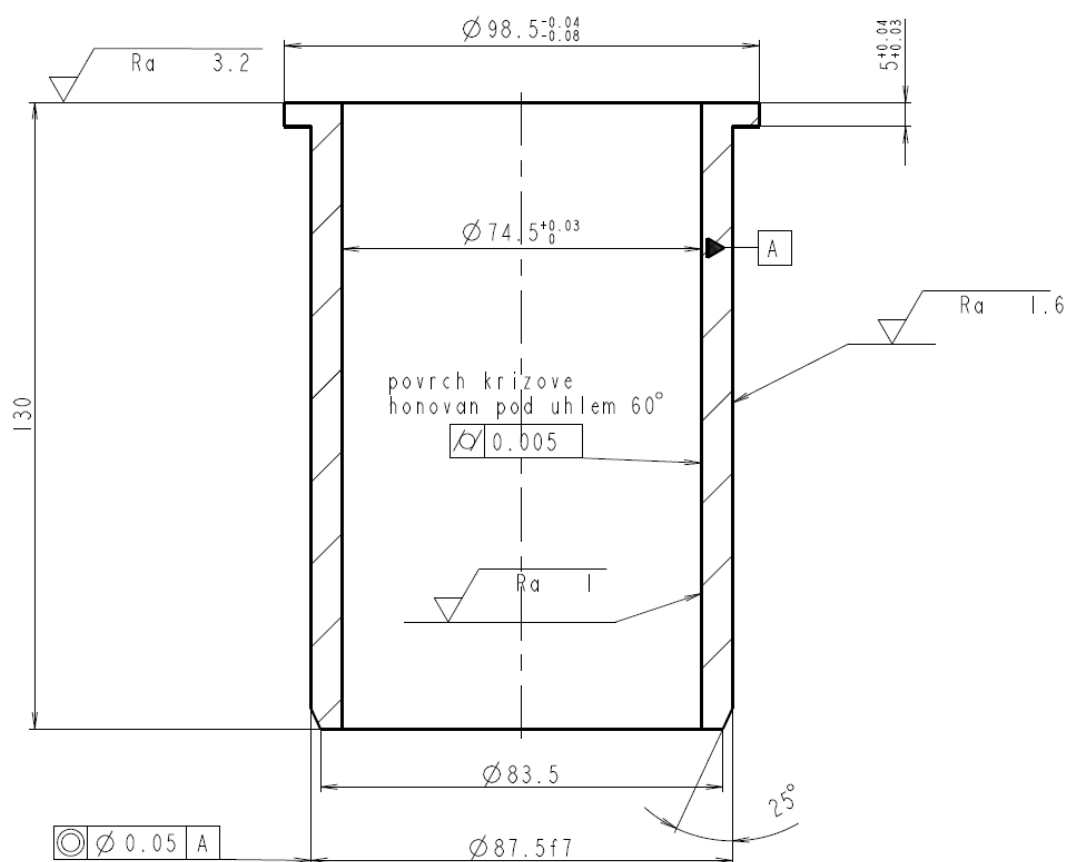
$$(6) \quad m = z \cdot P$$

Při použitím stoupání 1,25 mm vychází minimální délka závitu dle (6) na 6,25 mm. Ve vzorci (6) je  $P$  rozteč šroubu a  $m$  je potřebná délka. Pokud zvolím závit o délce 12 mm, tak bude dostatečný. Pro zpřesnění výsledku je zapotřebí připočítat hodnotu předpětí při utažení hlavy. Při předpokládaném dotažení na 100 Nm se osová síla se zvýší o 4600 N. Minimální počet závitů vzrostl na 7 a délka závitu na 8,75 mm. I po upřesnění je u původní délky závitu stále rezerva a to 3,25 mm. Sériové bloky mají delší závity pro hlavové šrouby. Pravděpodobně to bude zvoleným materiálem. Sériové bloky jsou z hliníku, mnou navrhovaný blok bude z oceli. Předchozí výpočet je pouze pro hrubou představu použití šroubu. Pro mé použití mi bylo doporučeno zaměstnanci firmy Škoda Auto a.s. použít délku závitu 20 mm a tak ji použiji.

## 5 Technologie výroby

### 5.1 Vložka válce

Vložka válce bude odlitek ze šedé litiny. Vnitřní průměr bude obroben a následně honován. Kluzná plocha by měla být honována křížově pod úhlem 60°. Výška prstence  $5^{+0,04}_{+0,03}$  mm musí být s přesahem, aby byla zajištěna těsnost [4].



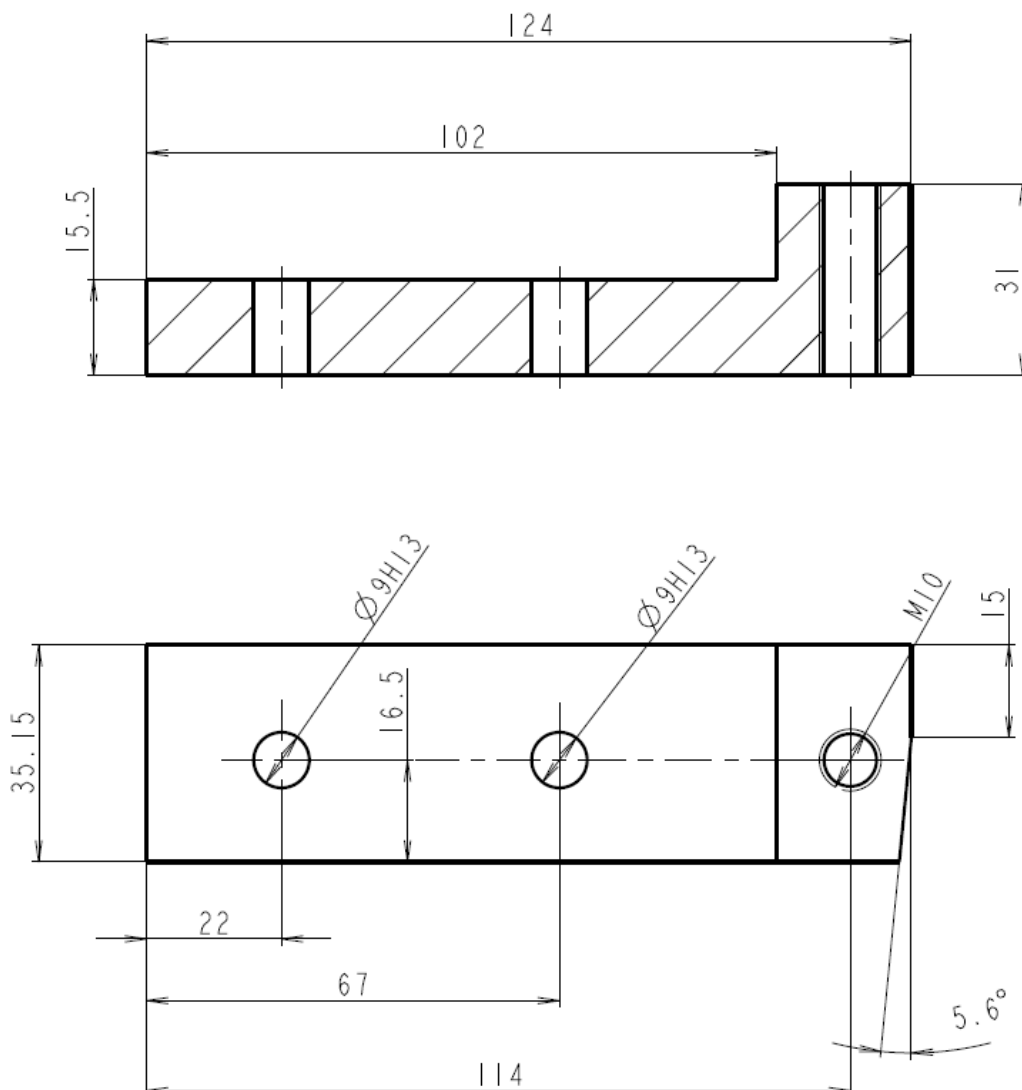
Obr. 10: Řez vkládanou vložkou

### 5.2 Přípravek pro uchycení vodicí kladky

Tento přípravek je připevněn pomocí dvou šroubů ze strany spodního dílu. Přípravek je tvaru L. Na vrcholu kratší strany je díra se závitem M10 pro vodicí

kladku rozvodů. U varianty s víceválcovou hlavou bude vodící kladka umístěna na horním dílu.

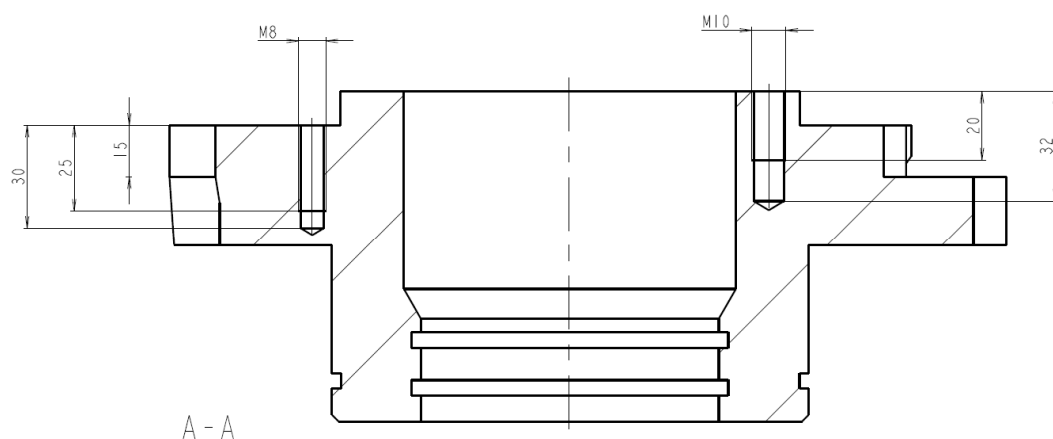
Pro přípravek použiji obyčejnou ocel 11 373. Jako polotovar volím tyč plochou s rozměry 40x35 mm, kterou uříznu v délce 122 mm. Tyč pomocí frézky obrobím na rozměry 35x31 mm a po délce 102 mm obrobím frézku na rozměr 15,5x35 mm. Přípravek nyní připomíná písmeno L. Na kratším výstupku vyvrtám díru skrz se závitem M10. Na obrobené ploše vyvrtám dvě díry o průměru 9 mm. Na obrázku 10 je řez popisovaným přípravkem. Jsou zde okótovány popisované rozměry.



Obr. 11: Přípravek pro uchycení napínací kladky

### 5.3 Spodní díl bloku

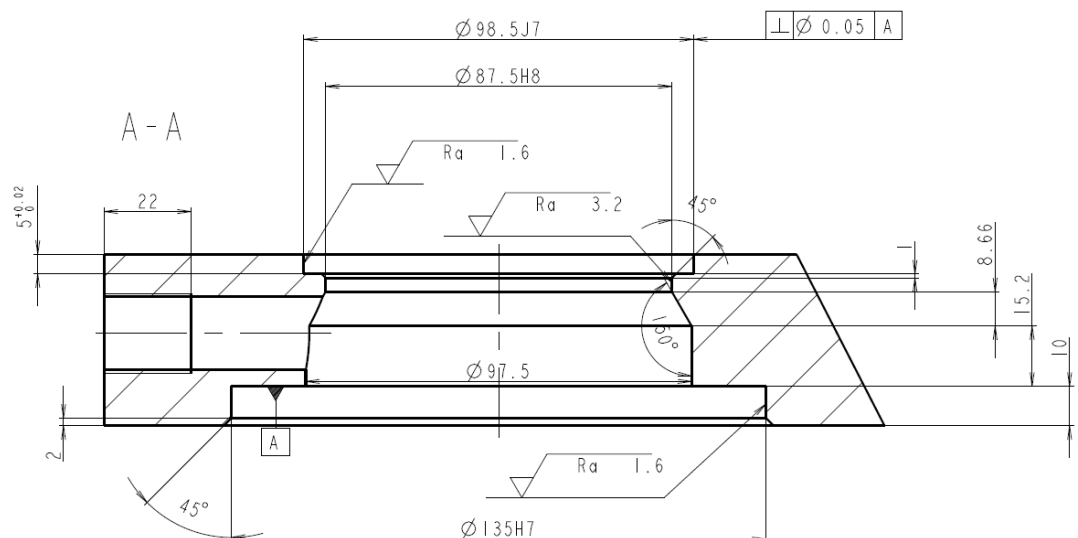
Pro výrobu spodního dílu volím ocel 11 373. Jako polotovar volím čtvercovou tyč o straně 200 mm a délce 100 mm. Součást obrobím na frézce na rozměry 186x197,2 mm. Obrobek upnu do soustruhu a vyvrtám skrz díru o průměru 85 mm. Díra nebude přesně uprostřed. Pomocí soustružnického nože obrobím vnitřek na průměr 87,5 mm. Z vnitřní strany vyrobím drážky. Tyto drážky jsou pro těsnící o-kroužky. Dále obrobím kuželovou plochu pod úhlem 45° až do průměru 97,5 mm. Na tento průměr obrobím i zbytek součásti. Z vnější strany obrobím součást na průměr 140 mm. Na začátku srazím hranu 4x45° a vysoustružím drážku pro o-kroužek [6]. Z druhé strany soustružím na průměr 135 mm. Do strany k rozvodům vyfrézuji díry se závitem M8. Vyfrézuji díru s trubkovým závitem 1/2 dle obrázku 8 do vnitřního prostoru. Z vrchní strany vyvrtám díry pro šrouby o průměru 15,5 mm. Díry jsou pro šrouby M14, kterými je blok přimontován ke klikové skříni. Dále frézku ještě obrobím oblast okolo šroubů na průměr je 78 mm dle obrázku 5. Tvar spodního dílu obrobím pomocí frézky. Z vrchní části zbývá vyvrtat díry pro kolíky o průměru 6 mm, hlavové šrouby M10 a spojovací šrouby o průměru M8. Na obrázku číslo 11 je spodní díl bloku v řezu. Je zde zobrazena díra pro hlavový šroub a spojovací šroub.



Obr. 12: Spodní díl bloku

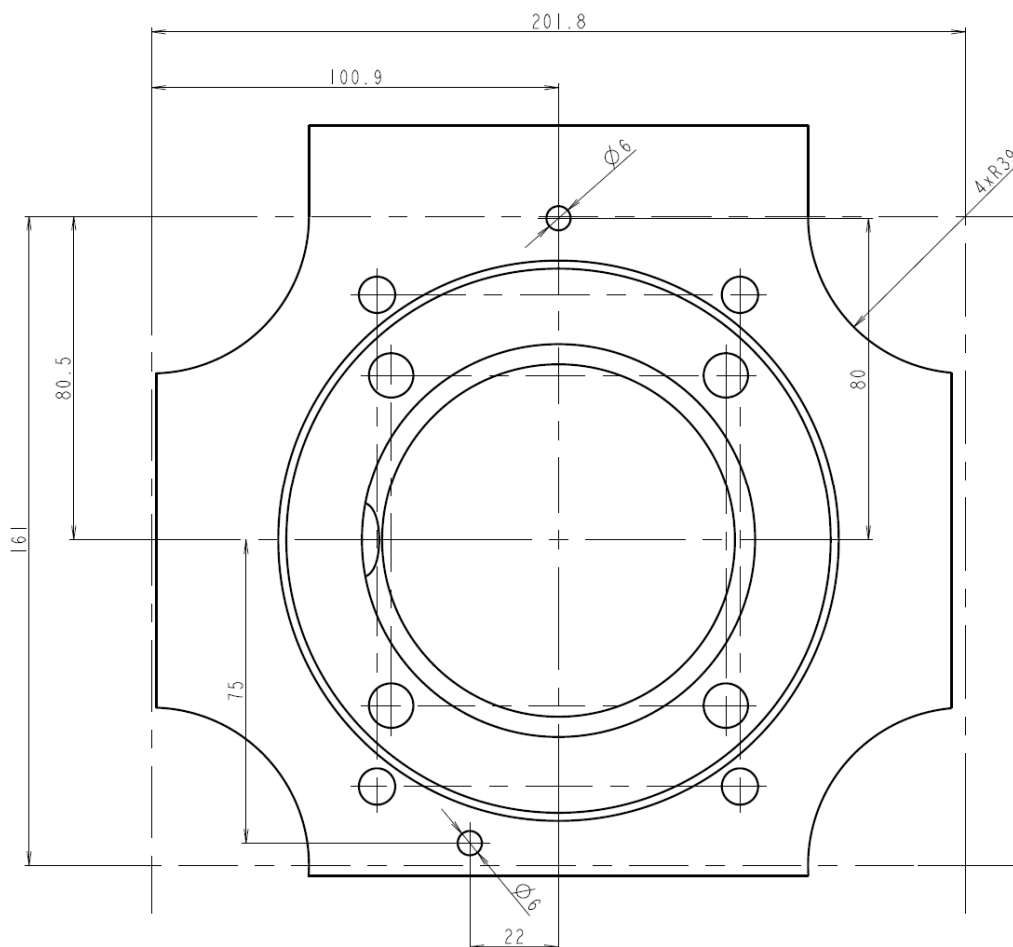
## 5.4 Horní díl bloku pro jednoválcovou hlavu

Pro horní díl navrhuji materiál 11 373. Jako polotovar navrhuji obdélníkovou plochou tyč s rozměry 160x50x500 mm. Z délky 500 mm stačí pouze 175 mm. V tomto místě je nutné materiál rozdělit. Základní díra opět nebude přesně uprostřed. Vyvtám do polotovaru díru. Díra bude mít průměr 87,5 mm. Od kraje vysoustružím díru o průměru 98,5 mm pro prstenec vložky válce. Mezní úchytky jsou potřebné pro zajištění malého přesahu vložky válce pro dostatečné utěsnění. Ve vzdálenosti 12,5 mm od horního okraje budu soustružit kuželovou plochu pod úhlem 30° do průměru 97,5 mm. Zbytek součásti bude mít průměr 97,5 mm. Z opačné strany budu soustružit díru o průměru 135 mm. Všechny rozměry jsou vyneseny na obrázku 12. Z vnějšku, na nejvzdálenější straně od středu díry budu vrtat díru pro výstup chladicí kapaliny s trubkovým závitem 1/2. Pomocí frézky obrobím otvory ve stejné vzdálenosti od středu o průměru 78 mm. Vzniklý tvar je dobře patrný na obrázku 13. Vyvtám díry pro hlavové šrouby o průměru 11 mm, pro spojovací šrouby o průměru 9 mm a kolíky o průměru 6 mm. Pro zajištění polohy vrtám pomocí frézky dvě díry naproti sobě v místě hlavových šroubů o průměru 12,9 mm. To je patrné na obrázku 7, na kterém je částečný řez pro zobrazení otvoru pro hlavové šrouby. Na obrázku číslo 12 je řez horním dílem bloku. Zobrazuje výstup chladicího média a vnitřní rozměry.



Obr. 13: Řez horním dílem bloku pro jednoválcovou hlavu

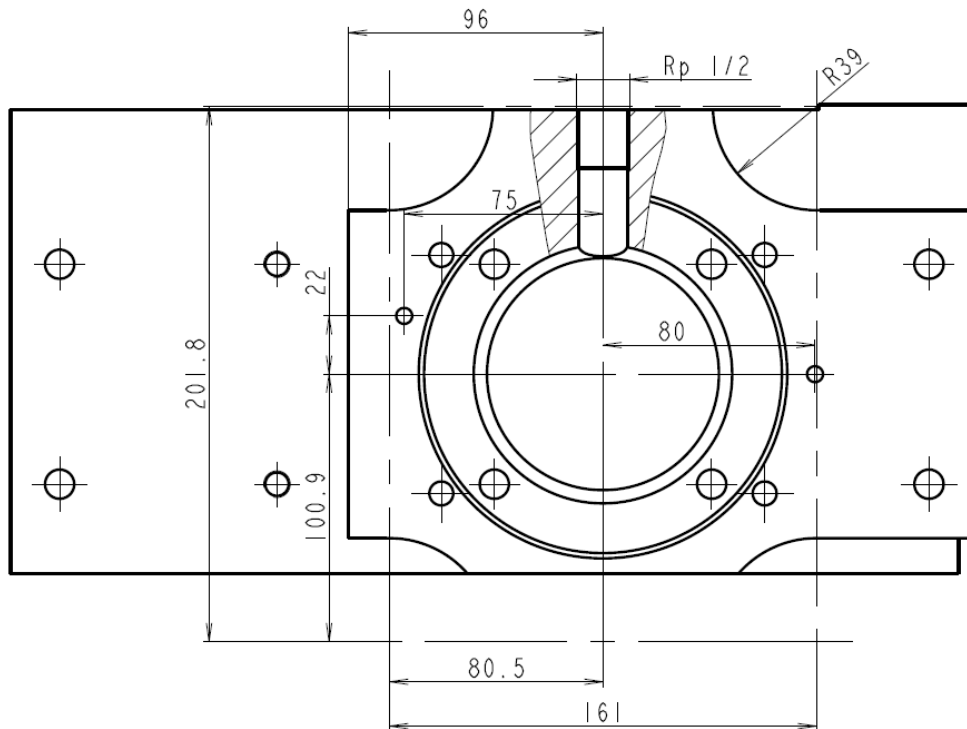




Obr. 14: Horního díl pro jednoválcovou hlavu

## 5.5 Horní díl bloku pro víceválcovou hlavu

Materiál volím stejný jako pro ostatní díly bloku, tedy 11 373. Polotovár navrhují obdélníkovou plochou tyč s rozměry 180x50x500, uříznutý ve vzdálenosti 365 mm. Pomocí frézky obrobím kvádr na rozměry 177x365x44. Pro vnitřní část je postup i tvar stejný jako v případě horního dílu bloku pro jednoválcovou hlavu. Viz obrázek 12. Po dokončení vnitřní části součást otočím a ze spodu vyfrézuji díry o poloměru 78 mm, které jsou stejně vzdálené od středu hlavní díry. Pomocí frézky napodobím tvar na obrázku 14, kde je horní díl pro víceválcovou hlavu zobrazený ze spodu.



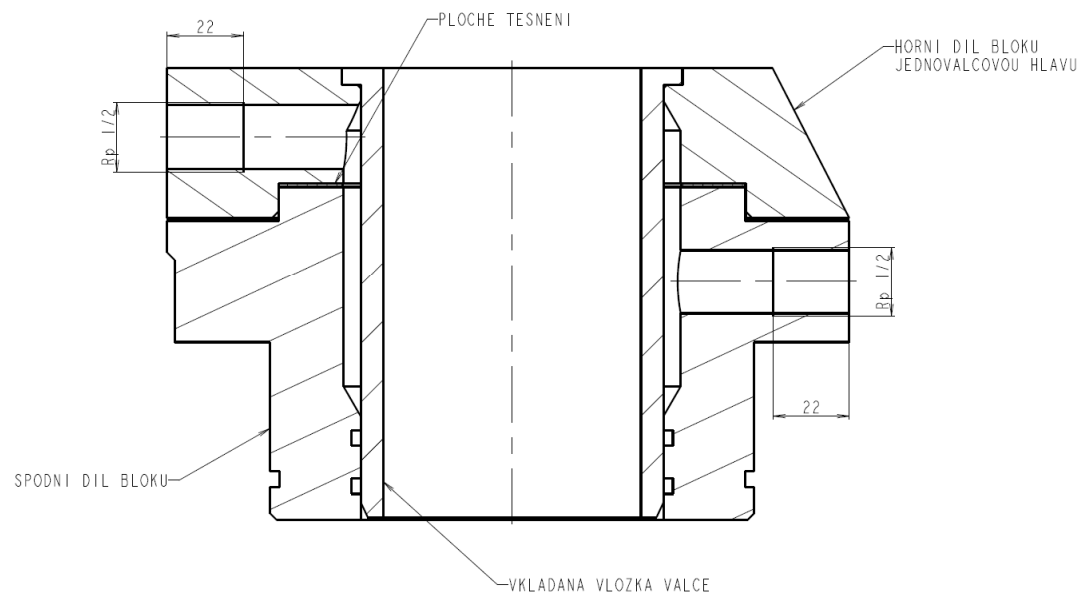
*Obr. 15: Horní díl pro víceválcovou hlavu*

Pomocí frézky obrobím desku na delším převisu. Viz obrázek 14. Ze spodní strany dále navrtám díry o průměru 6 mm pro kolíky, které zajišťují polohu. Ze strany rozvodů vyfrézují čtvercovou díru o rozměrech 25,2x23 mm. Do té dále vyfrézují díru se závitem M10. Z vrchní strany vyfrézují drážku pro olej pod úhlem 5° a na opačné straně vyfrézují drážku pro chladicí kapalinu. Do obou kanálů vyvrtám ze stran díry. Do olejového kanálu navrtám díru pod úhlem 15°. Na straně kanálu pro chladicí kapalinu je nutné vyvrtat díru s trubkovým závitem 1/2 pro výstup chladicí kapaliny z bloku. Dále vyfrézovat díry pro spojovací šrouby. Posledním krokem je vyvrtání děr pro hlavové šrouby. Všech šest děr má stejný průměr 11 mm. Díry nad drážkou pro setrvačnick budou vyfrézovány se závitem. Závit těchto děr je M10.

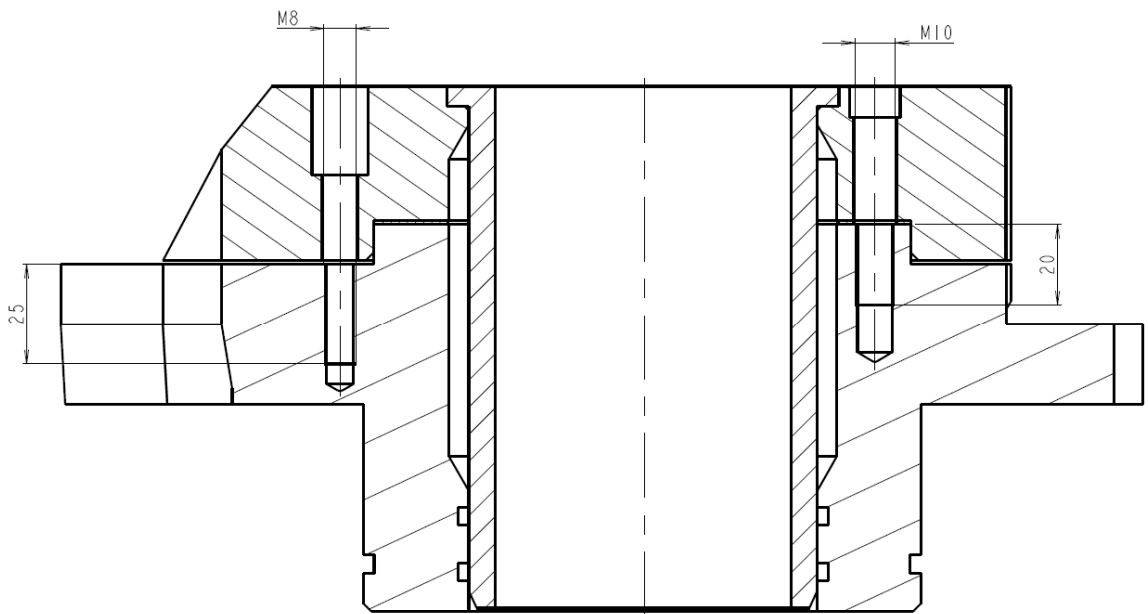
## 6 Sestava všech dílů

Při smontování bloku nejprve umístíme potřebný počet podložek na klikovou skříň. Podložky slouží ke změně velikosti kompresního poměru tím, že se kompresní poměr zmenšuje či zvětšuje o příslušný objem výšky části válce dle počtu podložek. Výchozí stav je bez podložek. Ujistíme se, zda jsou ve

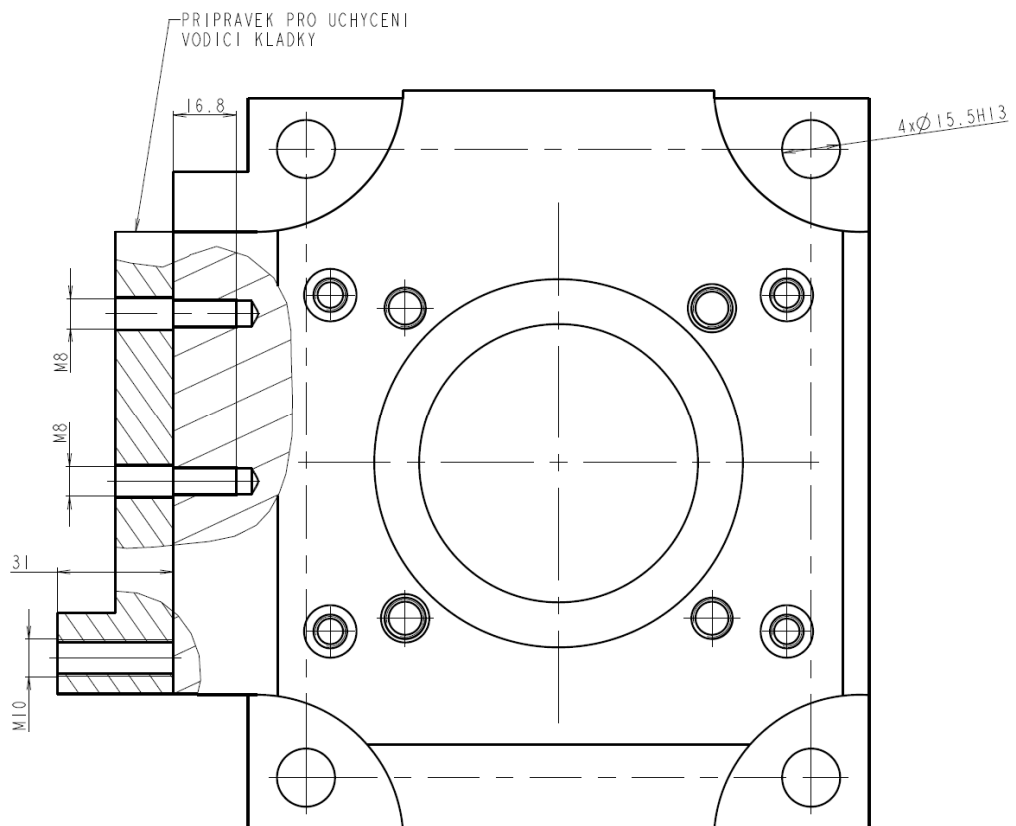
spodním dílu všechny těsnící o-kroužky. Umístíme spodní díl bloku, zašroubujeme šrouby M14 a tím pevně spojíme skříň se spodním dílem. Kolíky dáme do připravených děr a ploché těsnění umístíme na válcový výstupek. Umístíme horní díl bloku a zašroubujeme šrouby se šestihranou hlavou M8. Tím stáhneme ploché těsnění. Dále vkládáme vložku válce. Po usazení středících válečků a těsnění hlavy válce můžeme nasadit hlavu válce. Hlavové šrouby postupně dotáhneme. Ze strany připevníme kladku společně s přípravkem. Na obrázcích 15,16 a 17 jsou rozměry sestavy. Dále jsou zde uvedeny i rozměry pro přišroubování ke klikové skříni a hlavě válců. Jsou zde i popisky jednotlivých dílů.



*Obr. 16: Sestava jednoválcového bloku 1*



Obr. 17: Sestava jednoválcového bloku 2



Obr. 18: Sestava jednoválcového bloku 3

## 7 Závěr

V této práci jsem navrhl konstrukční řešení bloku pro jednoválcový experimentální motor od Škoda Auto a.s.. Blok jsem rozdělil na dva díly, které jsou spojeny pomocí čtyř přidaných šroubů. Pro vrchní díl bloku jsem navrhl dvě varianty. Jedna pro víceválcovou (sériovou) hlavu a druhá pro jednoválcovou hlavu. Při návrhu vložky válce jsem provedl výpočet pro kontrolu dostatečné tloušťky stěny. Dále jsem se pokusil spočítat potřebnou délku závitu pro hlavové šrouby. Pokusil jsem se navrhnout také technologii výroby a použitý materiál.

Pro další postup je zapotřebí navrhnout dostatečně odolné těsnění mezi hlavou válce a blokem. Dále zpracovat návrhové výkresy bloku a vypracovat z nich výrobní dokumentaci.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] ŘEZNÍČEK, J.: *Pružnost pevnost II – Přednášky* (rozšířené s příklady)  
<http://pruznost.unas.cz> , Praha 2014
- [2] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. 2008. *Strojnické tabulky*. Albra. Úvaly.  
ISBN: 978-80-7361-051-7
- [3] AVL. TU Praha *Research Engine 5402*. Graz: AVL, 2012.
- [4] SCHOLZ, C.: *Pístové spalovací motory- přednášky*  
[http://old.kvm.tul.cz/studenti/texty/PSM/PSM\\_15.pdf](http://old.kvm.tul.cz/studenti/texty/PSM/PSM_15.pdf) , Liberec
- [5] TVRDÍK, T.. *Přestavba víceválcového motorka experimentální motor*. Brno, 2012. Diplomová práce. Vysoké Učení technické v Brně.
- [6] JMHRADY: *Cylinder block drawing*, AVL documentation, Graz- Austria, 1996
- [7] JMHRADY: *Crankcase drawing*, AVL documentation, Graz- Austria, 2000
- [8] JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B. 2008. *Automobily Motory*. Avid. Brno.  
ISBN: 978-80-87143-06-3
- [9] HENNLICH INDRUSTRIETECHNIK s.r.o.: *Stactická těsnění*  
[http://tesneni.hennlich.cz/uploads/O\\_krou%C5%BEky\\_tech\\_info\\_1\\_10.pdf](http://tesneni.hennlich.cz/uploads/O_krou%C5%BEky_tech_info_1_10.pdf)

## Seznam obrázků

Obr. 1: <i>Vkládané vložky válce [8]</i> .....	9
Obr. 2: Řez motorem AVL 1 [3].....	11
Obr. 3: Řez motorem AVL 2 [3].....	11
Obr. 4: Spojení obou dílů bloku .....	13
Obr. 5: Základní navrhované rozměry spodního dílu .....	17
Obr. 6: Řez spodním dílem .....	17
Obr. 7: Návrh horního dílu pro jednoválcovou hlavu.....	19
Obr. 8: Návrh horního dílu pro víceválcovou hlavu 1 .....	20
Obr. 9: Návrh horního dílu pro víceválcovou hlavu 2 .....	20
Obr. 10: Řez vkládanou vložkou .....	22
Obr. 11: Přípravek pro uchycení napínací kladky .....	23
Obr. 12: Spodní díl bloku .....	24
Obr. 13: Řez horním dílem bloku pro jednoválcovou hlavu .....	25
Obr. 14: Horního díl pro jednoválcovou hlavu.....	26
Obr. 15: Horní díl pro víceválcovou hlavu.....	27
Obr. 16: Sestava jednoválcového bloku 1 .....	28
Obr. 17: Sestava jednoválcového bloku 2 .....	28
Obr. 18: Sestava jednoválcového bloku 3 .....	29

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Technické parametry motorů.....	8
Tabulka 2: Přehled používaných materiálů [3].....	14

## Seznam grafů

<i>Graf 1: závislost koef. bezpečnosti na dovoleném tlaku pro tloušťku stěny 5mm.....</i>	<i>13</i>
<i>Graf 2: závislost koef. Bezpečnosti na dovoleném tlaku pro tloušťku stěny 6,5mm.....</i>	<i>14</i>
<i>Graf 3: Závislost koef. bezpečnosti na poloměru <math>r_2</math>.....</i>	<i>15</i>