



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Motor Škoda 440

Michal Svozil

Střední průmyslová škola strojnický, Olomouc

tř. 17. listopadu 49, OLOMOUC

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu.

Datum: 19.5.2014

Svozil Michal

Podpis

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat, kteří mě jakkoli pomohli při tvorbě této práce. Hlavně vedoucímu práce panu Ing. Borisovi Šmárikovi a oponentovi práce panu Ing. Vladimírovi Houšťovi, který mi rovněž poskytl velmi důležité rady. A paní Ing. Petře Najdekrové za pomoc při psaní dokumentace.

Obsah

Obsah	3
1 Úvod.....	4
2 Historie Škodovky.....	5
3 Škoda Spartak.....	7
3.1 Historie motoru Škoda 440	7
4 Motor Škoda 440 a tvorba 3D modelu	9
4.1 Motoru Škoda 440	9
4.2 Základní technická data	9
4.3 Popis motoru Škoda 440	10
4.3.1 Blok motoru	11
4.3.2 Hlava válců	12
4.3.3 Olejová vana	13
4.3.4 Kliková hřídel	14
4.3.5 Ojnice	19
4.3.6 Písty.....	20
4.3.7 Ventily.....	21
4.3.8 Vačková hřídel	22
4.4 Doplnkové agregáty motoru Škoda 440	23
5 Ekonomická část	24
6 Technologická část.....	26
7 Závěr.....	30

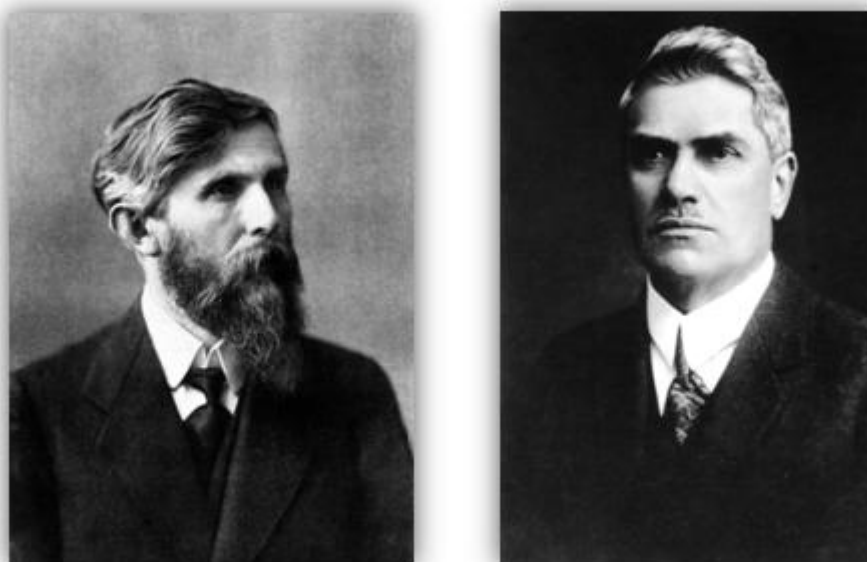
1 Úvod

Motor Škoda 440 jsem si vybral jako téma své práce z toho důvodu, jelikož se už od mládí zabývám automobily značky Škoda a zajímá mě konstrukce starých motorů v porovnání s novými typy. Motor Škoda 440, který byl podkladem k této práci, sloužil neuvěřitelných 56 let. Automobil Škoda 440 byl prvním autem naší rodiny. Když dosloužil, jeho motor jsme použili pro pohon traktoru vlastní konstrukce. I přes svoje stáří, motor vždy podával neuvěřitelné výkony, které mě fascinovaly a fascinují dodnes. Proto mám velký obdiv k této velice kvalitní české značce.

Cílem mé práce je zhotovit 3D model motoru pomocí programu Autodesk Inventor 2014. Daný motor mám k dispozici, tudíž veškeré měření provedu sám a z naměřených hodnot vypracuji výkresy a náčrtky, které mi slouží při tvorbě 3D modelu. Dále vytvořím výkresovou dokumentaci sestavy uložení pohonu ventilátoru a jejich dílů v programu Autodesk Inventor 2014. V programu SurfCam virtuálně obrobím hřídel k vrtuli a obrobení funkčních plochy odlitku domečku následně vygeneruji příslušný NC kód. Ve výpočetní části práce provedu výpočet klikového mechanismu. Poslední částí mé práci vyhodnocení ekonomičnosti opravy motoru, který mám k dispozici.

2 Historie Škodovky

Začátky mladoboleslavské automobilky byly velmi skromné. Václav Klement a Václav Laurin se roku 1895 dohodli na společné výrobě jízdních kol. V dílně o ploše 120 m² pracovalo s oběma majiteli nejprve jen pět lidí.



Obrázek 1 Václav Laurin a Václav Klement

Rok po založení firmy 1896 se dílna přestěhovala do středu města, tam již pracovalo 32 zaměstnanců. Vyráběla se jízdní kola nesoucí název Slavia. V roce 1898 se firma Laurin a Klement přestěhovala potřetí a to již do míst, kde stojí dnešní automobilka. Velký převrat ve vývoji podniku znamenala motorová dvoukolka bratří Wernerů. Výsledkem byl motocykl vyrobený v roce 1899 ve dvou provedeních.

V roce 1902 se dostavily první úspěchy na motocyklových soutěžích, v nichž především závod Paříž-Vídeň způsobil příznivý zvrát v hospodářské situaci závodu. Sportovní úspěchy zvýšily zájem o výrobky tak, že oba společníci mohli začít uskutečňovat svoje plány týkající se stavby automobilů. Motocykly se vyráběly dále, ale od roku 1905 se hlavní zájem soustřeďoval na automobily.

Prvním automobilem byla „Voituretta“ – dvojmístný, otevřený vozík s motorem vpředu a pohonem zadní nápravy (obr. 1). Vůz byl v roce 1906 zdokonalen a firma využila své obchodní sítě se zástupci v Praze, Vídni, Londýně, v Německu, Itálii a v Rusku, a tak byl úspěch výroby automobilů zajištěn. Závod se značně rozšířil, koncem roku v něm pracovalo již přes 500 zaměstnanců.



Obrázek 2 Voituretta

Ukázalo se, že finanční možnosti obou zakladatelů pro další zvětšování podniku nestačí. Proto se závod od ledna roku 1907 změnil v akciovou společnost. O rok později se v Mladé Boleslavi započalo i s výrobou vozidel užitkových. Šéfkonstruktérem se stal Otto Hieronymus. Velmi rychle se vydobyl postavení mezi nejúspěšnějšími konstruktéry té doby, ale v roce 1922 tragicky zemřel při tréninku na závod do vrchu Ries. Mladé Československo ztratilo jednoho z nejschopnějších techniků.

V roce 1908 inženýr Otto Hieronymus vytvořil brooklandské závodní dráze rekord dosažením 119 km/h. V roce 1910 se zahraniční trhy rozšířily i o Egypt, Mexiko a Japonsko. Přes všechny úspěchy si Václav Klement uvědomil o nutné zavedení sériové výroby. Tak jako už několik let provozoval americký Ford. Ovšem se Klementův názor neuskutečnil. (1)

3 Škoda Spartak

Automobil Škoda Spartak, se začala vyrábět v roce 1955, kdy navázala na vůz Škoda 1200. V roce 1957 se začaly vyrábět také vozy se silnějším motorem a označením Škoda 445. Roku 1958 přibyla nová karosářská verze, kabriolet Škoda 450. V roce 1959 došlo k modernizaci přední nápravy a drobným úpravám karoserie a vůz od té doby nesl označení Škoda Octavia, silnější verze Škoda Octavia Super a otevřená verze se vyráběla pod označením Škoda Felicia. Všechny tyto automobily byly vybavovány motory konstrukčně vycházejícími z motoru 440.

3.1 Historie motoru Škoda 440

Automobil model Škoda 440 doplnil ve výrobě větší vůz Škoda 1200. Na rozdíl od svého předchůdce byl určen především pro individuální motoristy. Jako základ konstruktéři mladoboleslavské Škody použili osvědčenou techniku z předchozích modelů, takže i Škoda 440 dostala do vlnu páteřový rám, čtyřválcový maloobjemový motor a pohon zadních kol.

Motor, s třikrát uloženým klikovým hřídelem, vycházel z litinového typu montovaného již do Škody 1101 o objemu 1 089 cm³. Na rozdíl od něj však měl již blok vyrobený z hliníkových slitin, přepracované sání a zcela nový karburátor. Výkon motoru byl na tehdejší dobu solidních 40 kW (29,4 kW).

Podvozek byl konstruován plně podle soudobých trendů. Obě nápravy byly odpruženy příčnými listovými pery a měly nezávisle zavěšená kola. Řízení přední nápravy bylo zajištěno pomocí šnekové převodky.

V průběhu výroby byla Škoda 440, několikrát modernizována po vizuální i po technické stránce. Od roku 1956 měla čtyřstupňová převodovka všechny rychlostní stupně mimo prvního synchronizované. Změny byly provedeny také na hlavě motoru, což mělo za následek lepší plnění a vyplachování motoru. Došlo také ke změně systému větrání a vytápění vozu, upevnění předních sedadel, a na vozidla se také začaly montovat vylepšené stěrače a na podlahy umisťovat pryžové koberce s nalisovaným okrajem, namísto stříhaných.

Od roku 1957 souběžně se Škodou 440 probíhala výroba vozu Škoda 445, který byl vzhledově stejný, ale poháněl ho silnější motor o objemu 1 221 cm³. Změnil se také motor o objemu 1 089 cm³, který se začal montovat do otevřené karoserie Škody 450.

Vozy byly velice oblíbené a to nejen v Československu, ale i v zahraničí. Mnoho vozů bylo vyvezeno na Nový Zéland, do Jižní Ameriky, ale i do západní Evropy. Přednostmi vozu byla nízká cena, spolehlivost a úsporný provoz.

Výroba vozidel skončila v roce 1959 s 75 417 vyrobenými kusy Škoda 440, 9 375 kusy Škoda 445 a 1 010 kusy Škoda 450. Nástupci se staly Škoda Octavia a Škoda Felicia.

(2)

4 Motor Škoda 440 a tvorba 3D modelu

4.1 Motoru Škoda 440

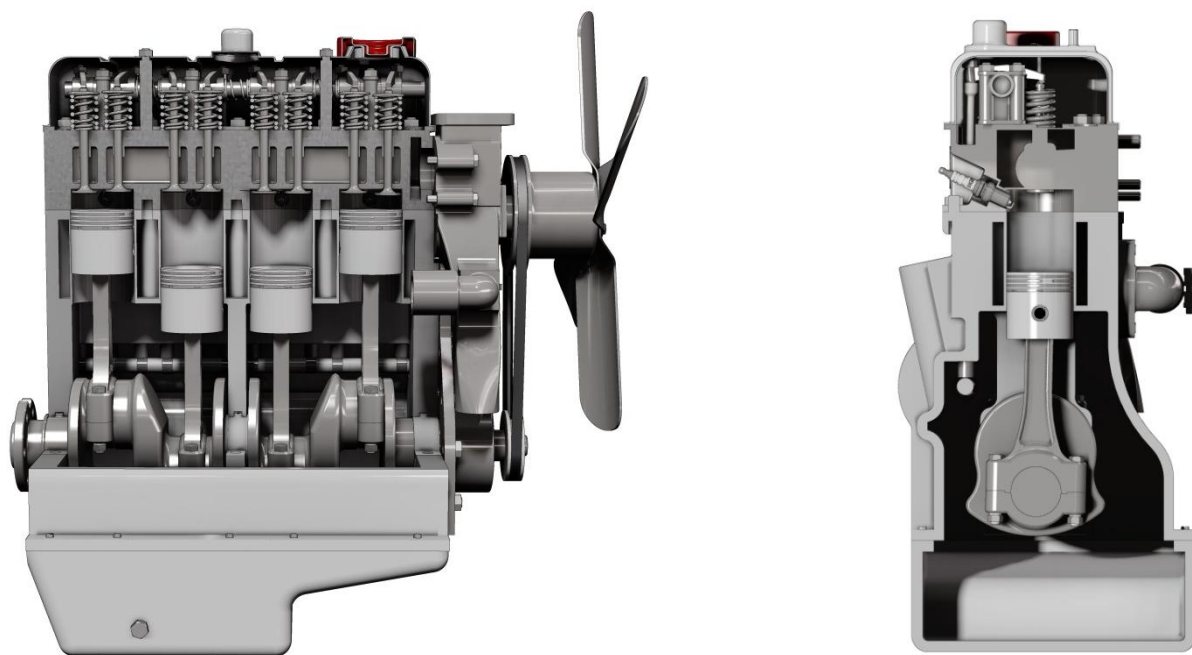
Motor je čtyřdobý benzínový, kapalinou chlazený řadový čtyřválec. Má visuté ventily v hlavě válců (OHV) ovládané jediným vačkovým hřídelem. Klikový hřídel je uložen ve třech ložiskách. Válce jsou vkládané. V mazacím tlakovém okruhu je umístěn čistič oleje. Tlak oleje je regulován redukčním ventilem. Zdrojem tlakového oleje je zubové čerpadlo. Oběh chladicí kapaliny je nucený, pomocí čerpadla, a je řízen termostatem. Spádový karburátor JIKOV má mechanicky ovládaný sytič. Palivo je dopravováno mechanickým membránovým palivovým čerpadlem, poháněno čelním vačkovým kotoučem vačkové hřídele. Zapalování je bateriové, rozdělovač je poháněn od vačkového hřídele ozubenými koly.

Tento motor byl vymodelován v programu od AutoCad (AutoCad Inventor Professional 2014).

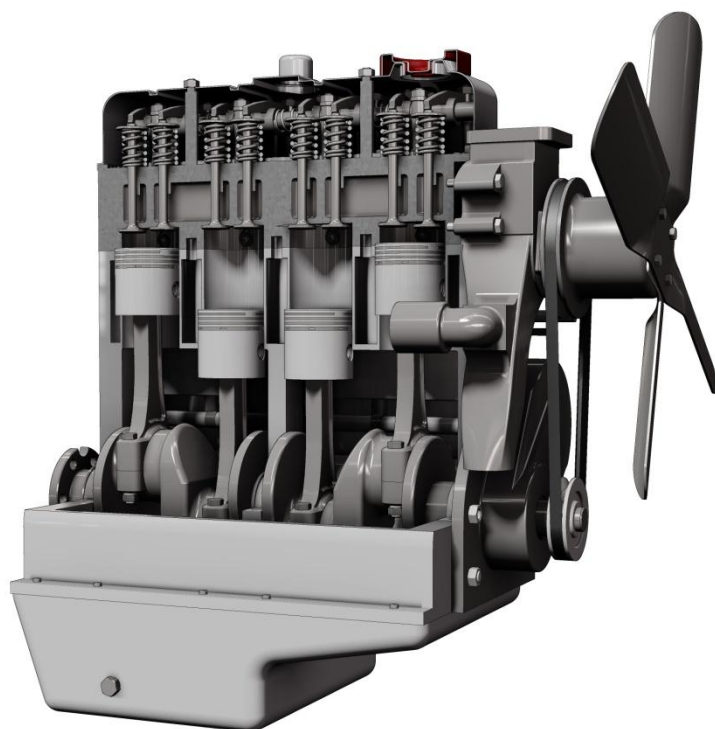
4.2 Základní technická data

Motor	Škoda 440 (rok 1965)
Druh	čtyřdobý benzínový karburační, s visutými ventily v hlavě válců (OHV)
Počet válců	4
Uspořádání válců	v řadě
Chlazení	kapalinové, čerpadlem, regulace teploty kapaliny termostatem a clonou chladiče
Zdvihový objem	1089 ccm
Vrtání	68 mm
Zdvih	75 mm
Kompresní poměr	7
Výkon motoru na brzdě (SAE)	40 kW (29,42 kW)
Měrný objemový výkon	36,7 kW/l
Max.točivý moment	7 kp.m (68,6 N.m) při 2 800 1/min
Druh klikových ložisek	ocelové pánve vylité kompozicí
Karburátor	do 27. série spádový JIKOV 32 SOP
Suchá hmotnost motoru	cca 103 kg

4.3 Popis motoru Škoda 440



Obrázek 3 Motor Škoda 440, celkový pohled, řez

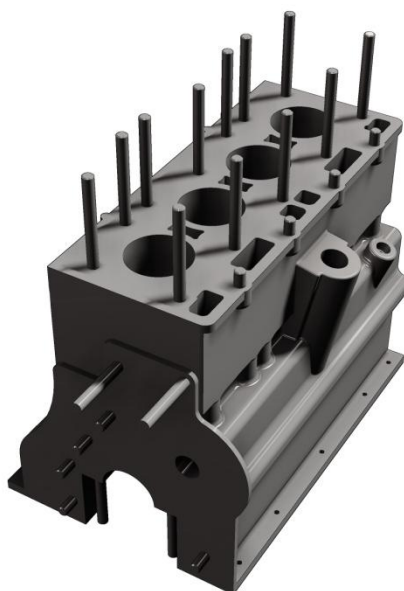


Obrázek 4 Motor Škoda 440

4.3.1 Blok motoru

Blok motoru je odlit z hliníkové slitiny a opatřen výměnnými vloženými válci. Přesah vložených válců nad horní rovinou bloku musí být v rozmezí 0,15 až 0,18 mm. Potřebného přesahu se dosáhne vložením nebo ubráním měděných vyrovnávacích podložek (těsnění) mezi vloženými válci a dosedací plochu válce bloku. Vyrovnávací podložky jsou dodávány o tloušťce 0,5; 0,3 a 0,1 mm.

Blok motoru je konstrukční část víceválcového spalovacího motoru nebo jiného pístového stroje, která v sobě obsahuje několik válců - pracovních prostorů. Z jedné strany je blok uzavřen hlavou válců z druhé klikovou skříní. Blok je u menších motorů vytvořen jako jeden celek. Větší motory můžou mít každý válec vyhotovený zvlášť a vložený do klikové skříně. (3)



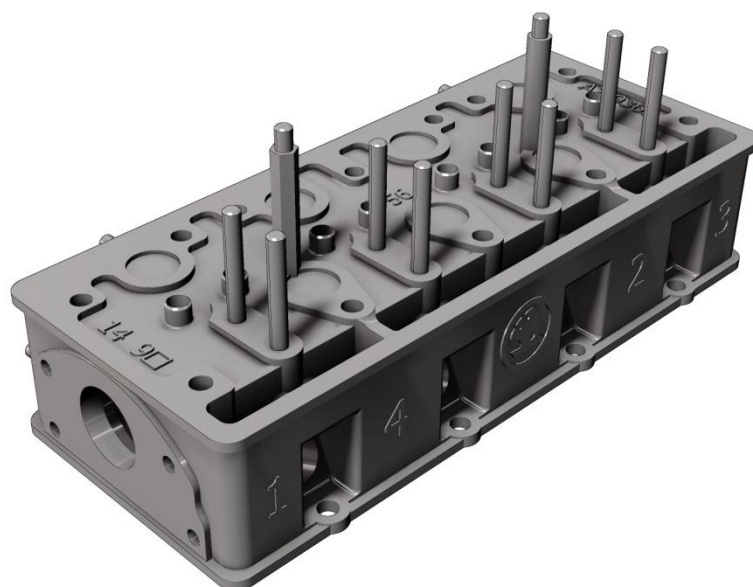
Obrázek 5 Blok motoru

Pro vymodelování bloku motoru jsem si vysunul základní tvar a poté jsem vysunul boky bloku motoru, dále jsem vysunul válce motoru a otvory pro převod. Musel jsem i zajistit chlazení motoru, čili jsem vysunul v horní části bloku motoru prostor pro chlazení vodou. Na konec jsem použil skořepinu pro spodní část bloku motoru.

4.3.2 Hlava válců

Hlava válců, odlitá ze šedé litiny, je společná pro všechny válce. Kompresní prostory jsou obrobena. Ventily jsou nestejného průměru, sací jsou větší.

Hlava válců nebo hlava válce je konstrukční část spalovacího motoru nebo jiného pístového tepelného stroje, která u strojů běžné konstrukce obsahuje kanály pro sací a výfukový trakt, součásti ventilového rozvodu. U spalovacích motorů může obsahovat i další součásti vstřikovacích trysek nebo zapalovací svíčky. Hlava válců shora uzavírá blok válců. U spalovacích motorů je v ní vytvořen spalovací prostor se sacími a výfukovými ventily. (4)

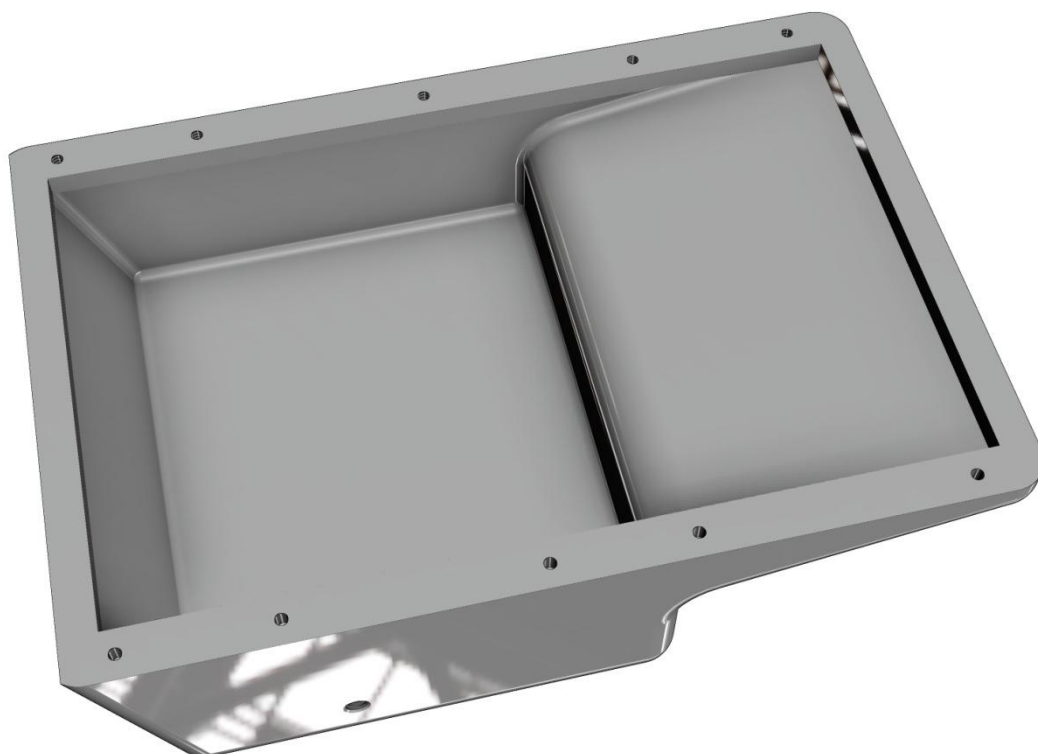


Obrázek 6 Hlava válců

Pro vymodelování hlavy motoru jsem si vysunul základní tvar a poté jsem vysunul, dále jsem vysunul otvory součástí válce a otvory pro zapalovací svíčky. Musel jsem i zajistit chlazení motoru, proto jsem vysunul uvnitř hlavy motoru prostor pro chlazení vodou.

4.3.3 Olejová vana

Olejová vana, jedna z nejkřehčích součástí motoru Škoda 440. Je vyrobená z hliníku a je to odlitek. Opracovaná je pouze horní dosedací plocha. Do olejové vany se přivádí olej, který slouží na mazání klikové hřídele a dalších pohyblivých dílů motoru. Je také samozřejmě opatřena otvorem na vypouštění oleje uzavřeným šroubem vybaveným plochým těsnícím kroužkem. K motoru je přišroubována deseti šrouby a po celé styčné ploše je opět utěsněna.



Obrázek 7 Olejová vana

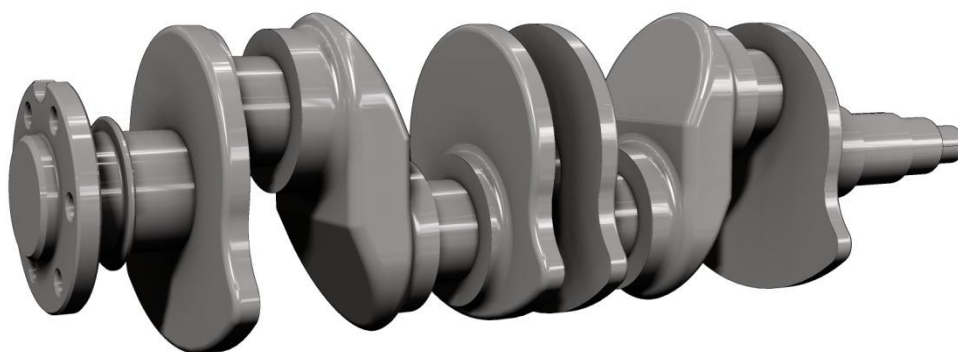
4.3.4 Kliková hřídel

Klikový hřídel má tři čepy hlavních ložisek a čtyři čepy ojničních ložisek.

Kliková hřídel je technická součástka zařízení, sloužící k přeměně přímočarého vratného pohybu na rotační nebo naopak. Je to základní součást většiny pístových motorů a pístových čerpadel.

Je složena z krátkých, válcových čepů, navzájem pevně spojených rameny. Čepy, umístěné v ose otáčení hřídele se nazývají klikové. Čepy, které jsou vůči této ose vyosené se nazývají ojniční. Na ojniční čepy se nasazují ojnice, proto ten název.

Přesazení čepů můžou být realizována v jedné rovině u plochého klikového hřídele, nebo ve více rovinách u prostorového klikového hřídele. (5)



Obrázek 8 Kliková hřídel

Jmenovitý průměr čepu hlavních ložisek	(mm)	48
Nejnižší přípustný průměr při přebroušení čepu hlavních ložisek		47,2
Jmenovitý průměr čepu ojničních ložisek		45
Nejnižší přípustný průměr při přebroušení čepu ojničních ložisek		44,2
Radiální vůle hlavních ložisek		0,049 až 0,075
Axiální vůle středního hlavního ložiska		0,05 až 0,115

Výpočet klikového mechanismu



Obrázek 9 Klikový mechanismus

Zadáno:

P (kW)	29,42
$f_{\text{OTÁČKY}} =$	70
$p_{\text{INDIK}} =$	0,5
$i \text{ válců} =$	4
$\lambda =$	0,906667
$P_{\text{stř}} =$	1
$v_{\text{stř}} =$	8

Vypočteno:

PÍST

KROUTÍCÍ MOMENT HŘÍDELE

$$M_k = 18,44463 \text{ Nm} = 18444,63 \text{ Nmm}$$

$$d = 9,733745 \text{ mm}$$

$$D_{\text{pístu}} = 66,57788 \text{ mm}$$

$$L = 60,36395 \text{ mm}$$

$$D_{\text{pístu}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot P}{\pi \cdot p_{\text{stř}} \cdot \lambda \cdot f \cdot i}}$$

VOLÍM

$D_{pístu} = 68 \text{ mm}$
 $L = 60 \text{ mm}$

SÍLA NA PÍST

$$F = \frac{\pi \cdot D_{pístu}^2}{4} \cdot p_{stř}$$

$$F = 1815,787 \text{ N}$$

ČEP

MAXIMÁLNÍ TLAK NA PÍST

$$P_{max} = 3 \cdot P_{ind}$$

$$P_{max} = 1,5 \text{ MPa}$$

KONTROLA PÍŠNIHO ČEPU NA OHBY

$$F_{pístu} = \frac{P_{MAX} \cdot \pi \cdot D_{pístu}^2}{4} = 5447,361 \text{ N}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = 616,18 \text{ MPa}$$

$$W_o = \frac{\pi \cdot (D_c^4 - d_c^4)}{32 D_c} = 265,88 \text{ mm}^3$$

$$M_o = \frac{F_{pístu}}{2 \cdot \left(\frac{l_o}{2} - \frac{b}{4} \right)} = 3830,41 \text{ Nmm}$$

DÉLKA ČEPU

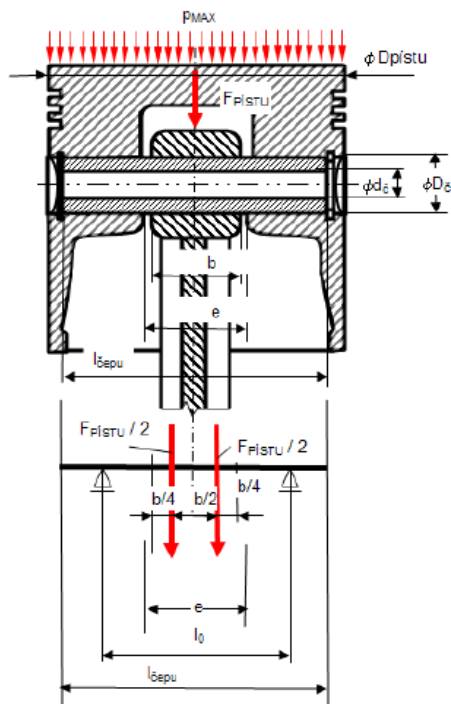
$$e = 20 \text{ mm}$$

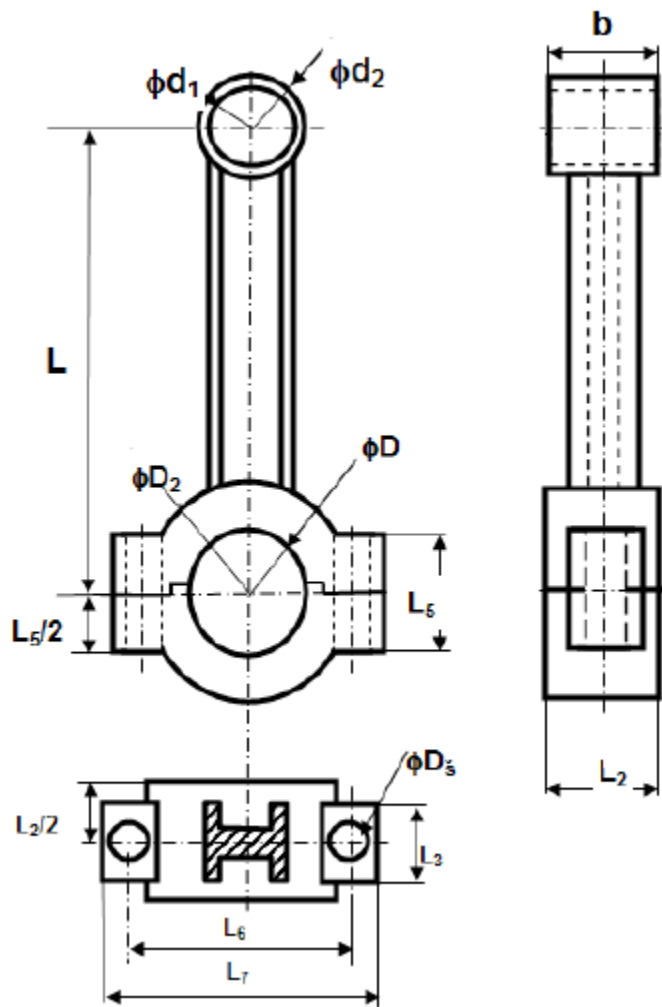
$$l = 54 \text{ mm}$$

$$b = 15 \text{ mm}$$

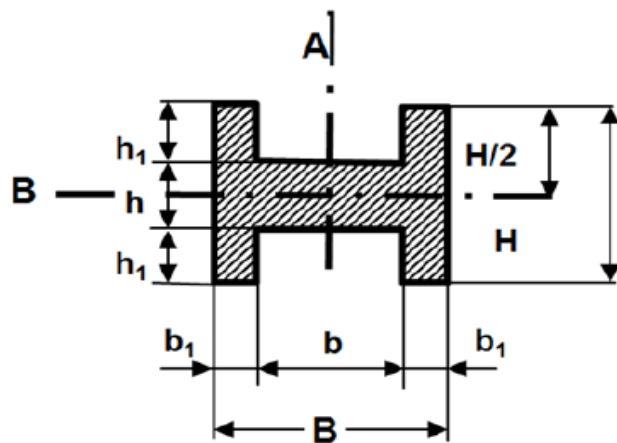
$$l_o = \frac{(l + e)}{2}$$

$$l_o = 37 \text{ mm}$$





$\phi d_1 =$	15	mm
$\phi d_2 =$	25	mm
$\phi D =$	50	mm
$\phi D_1 =$	12,75	mm
$\phi D_2 =$	36	mm
$\phi D_5 =$	8	mm
$L =$	160	mm
$L_2 =$	25	mm
$L_2/2 =$	12,5	mm
$L_3 =$	25	mm
$L_5 =$	47,5	mm
$L_5/2 =$	23,75	mm
$L_6 =$	71	mm
$L_7 =$	90	mm
$H =$	15	mm
$H/2 =$	7,5	mm
$h_1 =$	3	mm
$h =$	9	mm
$B =$	25	mm
$b_1 =$	3	mm
$b =$	19	mm



1) URČENÍ KVADRATICKÝCH MOMENTŮ PRŮŘEZU K OSÁM A a B

$$J_B = \frac{1}{12} (2 \cdot b_1 \cdot H^3) + (b \cdot h^3) = 2841,75$$

$$J_A = \frac{1}{12} \cdot (H \cdot B^3) - 2 \cdot (h_1 \cdot b^3) = 16101,75$$

2) POROVNÁNÍ TUHOSTI OJNICE V OBOUCH ROVINÁCH

$$\frac{J_A}{J_B} = 5,666139$$

3) URČENÍ ŠTÍHLOSTNÍHO POMĚRU OJNICE V OBOU ROVINÁCH

$$S = (H \cdot B) - 2 \cdot (h_1 \cdot b) = 261 \text{mm}^2$$

$$i_A = \sqrt{\frac{J_A}{S}} = 7,854459$$

$$I_{\text{ojnice}} = 160$$

$$I_{\text{redA}} = 160$$

$$I_{\text{redB}} = 80$$

$$\lambda_A = \frac{I_{\text{redA}}}{i_A} = 20,37059$$

$$\lambda_B = \frac{I_{\text{redB}}}{i_B} = 24,24473$$

4) KONTROLA NAMÁHÁNÍ DŘÍKU OJNICE NA TLAK

$$\sigma_d = \frac{F_{\text{pístu}}}{S} = 20,87111$$

4.3.5 Ojnice

Ojnice jsou ocelové. Hlava je dělená, vylitá ložiskovým kovem. Oko ojnice je opatřeno bronzovým pouzdrem. Při výměně pouzdra ojnice je nutno po nalisování pouzdro přesoustružit podle pístitního čepu.

Ojnice je specializovaná strojní součást sloužící pro mechanický přenos hnacích sil. Jedná se o tyč, která v pístových strojích převádí posuvný pohyb na rotační, nebo naopak.

Jeden konec ojnice je připevněn čepem k pístu a druhý konec ke klice na klikové hřídeli nebo kole. Ojnice je jednou z nejvíce namáhanou částí motoru. Bývá proto pro velkou mechanickou pevnost vyrobena nejčastěji kováním z kvalitní legované oceli nebo pevných lehkých slitin. Je kombinovaně namáhána především na vzpěr, dále na tah a ohyb, protože její rychlost, směr pohybu i poloha se periodicky mění. Oko i ojniční ložisko je také namáháno plošným tlakem. Ojnice musí vykazovat vysokou provozní odolnost proti rázovému namáhání. Během doby životnosti běžného spalovacího motoru obvykle ojnice vykoná i několik desítek miliónů zdvihů a to bez jakéhokoliv poškození. Kromě mechanického namáhání se také jedná o namáhání tepelné, které je dáno především provozní teplotou stroje. Důležitým provozním parametrem je také předpokládaná míra přirozeného opotřebení oka i ojničního čepu během doby životnosti stroje. Pro víceválcové rychloběžné stroje se ojnice vyvažují pro srovnání posuvných a rotačních hmot dílů jednotlivých válců ovlivňujících celkové vyvážení stroje. (6)



Obrázek 10 Ojnice

4.3.6 Písty

Písty opatřené dilatační spárou, jsou odlity ze speciální hliníkové slitiny. Maximální rozměr je na spodním okraji pláště v rovině kolmé k ose pístního čepu a zmenšuje se k pístním kroužkům.

Píst je pohyblivá součást strojů, která slouží k přenosu síly mezi mechanickým zařízením a tekutým či plynným médiem.

Obvykle má píst tvar kruhové desky nebo válce, ale existují i speciální písty, jako je třeba trojhranný píst Wankelova motoru nebo čtvercové písty vzduchových čerpadel starých hamrů. Nejjednodušším druhem pístu je plunžr, který je vlastně zároveň i pístní tyčí. Pohybuje se ve válci a je obvykle připevněn k pístní tyči nebo přímo k ojnici. Na obvodu bývá zatěsněn pístními kroužky. Píst je pracovní částí mnoha strojů, jako jsou například pístová čerpadla, pístové motory, hydraulická zařízení a mnoho dalších. Pokud je pracovní jen jedna strana pístu, mluvíme o jednočinném pístu, pokud přenáší sílu obě strany pístu, mluvíme o pístu dvojčinném. Jednočinný píst je typickou součástí většiny druhů spalovacích motorů a řady typů čerpadel, dvojčinný píst je obvykle součástí parních strojů, stirlingova motoru a některých čerpadel. (7)



Obrázek 11 Píst

Vymodelování pístu bylo v postati snadné. Rotací jsem si základní tvar pístu, vytvořil díru pro čep a do čepové díry drážky pro pojistný kroužek. V horní části pístu jsem rotací drážky pro těsnící kroužky a stírací kroužek.

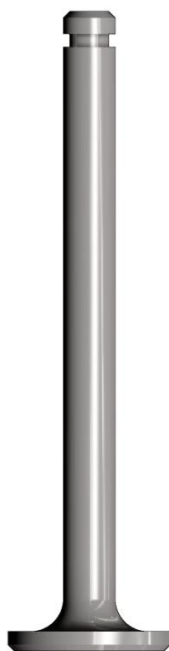
4.3.7 Ventily

Ventily jsou visuté řízené shora (OHV). Každý je opatřen dvěma pružinami. Od vačkové hřídele jsou poháněny kluznými zdvihátky, rozvodovými tyčemi a vahadly. Rozměry ventilů jsou uvedeny v tab.

Po zalisování vedení ventilů se vysoustruží vedení na 8 +/-...mm. Vůle stopky ventilů ve vedení je 0,013 až 0,055 mm u výfukového, 0,010 až 0,050 mm u sacího ventilu.

Ventil je mechanické zařízení regulující průtok tekutin (plynů, kapalin, zkapalněných tuhých látek, kalů atd.) v potrubí. Pojem v české strojařské terminologii zahrnuje také kohouty, šoupátka a klapky. Zatímco sedlový ventil reguluje průtok uzavíráním kruhového sedla kuželkou, která se pohybuje šroubem kolmo k ose potrubí, kohout má otočný provrtaný prvek, kolmý k ose potrubí, který se otáčí o 90°. Šoupátko se podobá ventilu, pracovní prvek je plochá destička s otvorem, která se posouvá kolmo k potrubí. Klapka je plochá, nejčastěji kruhová deska, která se otáčí kolem osy kolmé k potrubí. (8)

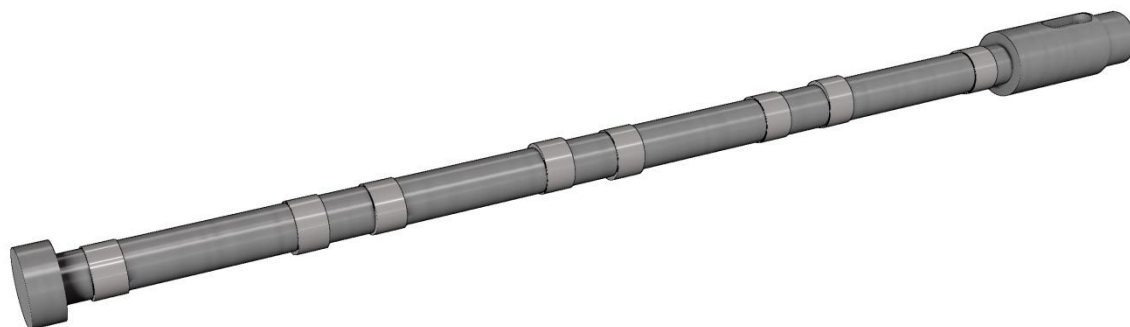
Průměr stopky ventilu	(mm)	8
Průměr hlavy sacího ventilu		32
Průměr hlavy výfukového ventilu		30



Obrázek 12 Ventil

4.3.8 Vačková hřídel

Vačková hřídel je uložena ve třech kluzných ložiskách. Střední čep vačkového hřídele má ozubení pro pohon olejového čerpadla s rozdělovačem. Potřebné rozměry jsou uvedeny v tab.



Obrázek 13 Vačková hřídel

Vačková hřídel je speciální hřídel, osazená vačkami. Vačková hřídel umožňuje ovládání posunu strojních součástí v závislosti na svém natočení. Vačky mají sice obvykle jednoduchý vejčitý tvar, ale mohou být tvarované i složitěji. Hřídel s vačkami vlastně obsahuje mechanický program práce soustavy pák.

Nejznámější využití vačkové hřídele je ovládání zdvihu ventilů čtyřdobých pístových spalovacích motorů. U těchto motorů je vačková hřídel spojena s klikovou hřídelí motoru převodem s poměrem 1:2. Podle typu ventilového rozvodu může být v motoru jedna, dvě nebo více vačkových hřídelí. Počet vaček na hřídelích obvykle odpovídá počtu ventilů. Výjimkou je například desmodromický rozvod, kde je počet vaček dvojnásobný. (9)

Jmenovitý průměr ložiska I. Čepu radiální vůle	(mm)	42,5
		0,025 až 0,056
Jmenovitý průměr ložiska II. Čepu radiální vůle		42
		0,075 až 0,125
Jmenovitý průměr ložiska III. Čepu radiální vůle	32	
	0,009 až 0,064	
Axiální vůle vačkového hřídele		0,05 až 0,1

4.4 Doplnkové agregáty motoru Škoda 440

3D modely agregátů nejsou součástí maturitní práce.

- Rozdělovač
- Vzduchový filtr
- Olejový filtr
- Startér
- Dynamo
- Karburátor JIKOV 32 SOP
- Benzinová pumpa

5 Ekonomická část

Při opravě motoru Škoda 440 jsme zjistili, že jsou poškozeny všechny čtyři písty a válce pístů, těsnění mezi hlavou motoru a blokem motoru a nakonec prasklá hlava motoru v místě chlazení vodou. Na internetových stránkách www.pragos.cz jsem našel k dispozici tyto vadné součásti.

Těsnění hlavy motoru



Obrázek 14 Těsnění hlavy motoru

Válce + písty sada pro motor o objemu 1089 ccm



Obrázek 15 Sada válců a písty

Hlava motoru pro motor o objemu 1089 ccm



Obrázek 16 Hlava motoru

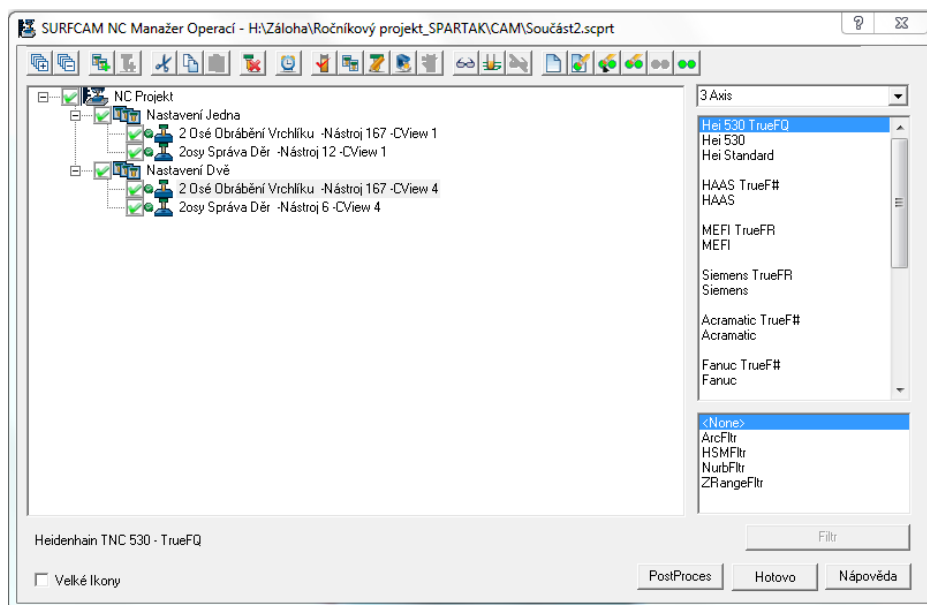
Celková cena opravy motoru Škoda 440

Náhradní díly	cena (Kč)
Těsnění hlavy motoru	156
Válce + písty sada pro motor o objemu 1089 ccm	4 570
Hlava motoru pro motor o objemu 1089 ccm	3 780
Celkem	8 506

6 Technologická část

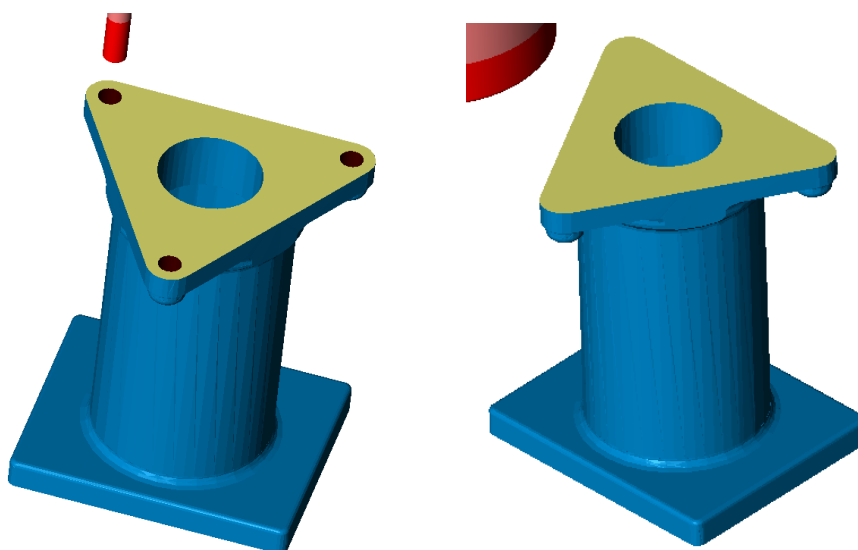
V technologické části jsem se rozhodl zpracovat postup pro obrobení součástí. Napsat program pro obrobení součásti soustružením a frézováním v programu SurfCam.

Součást se bude obrábět na dvě upnutí. Přehled všech operací a jich úpravu provádíme v manažeru operací. V manažeru operací se snadno hledají a upravují vzniklé chyby.

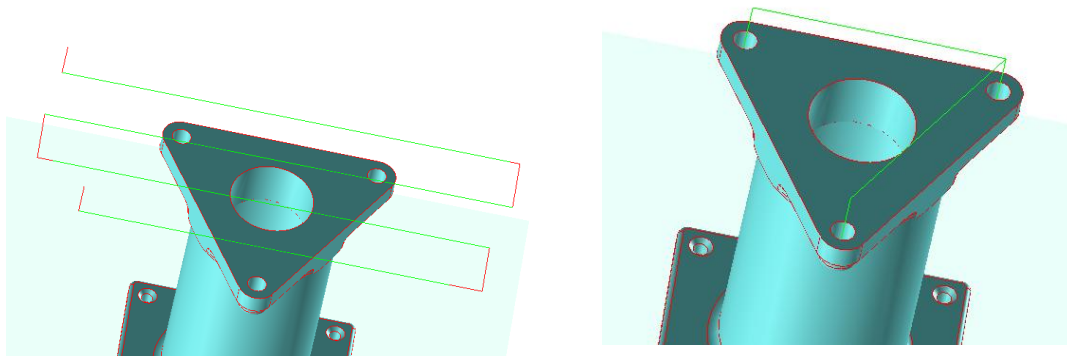


Obrázek 17 Manažer operací_Domečku

V prvním upnutí zarovnáme čelo a vyvrtáme díry se závitem.

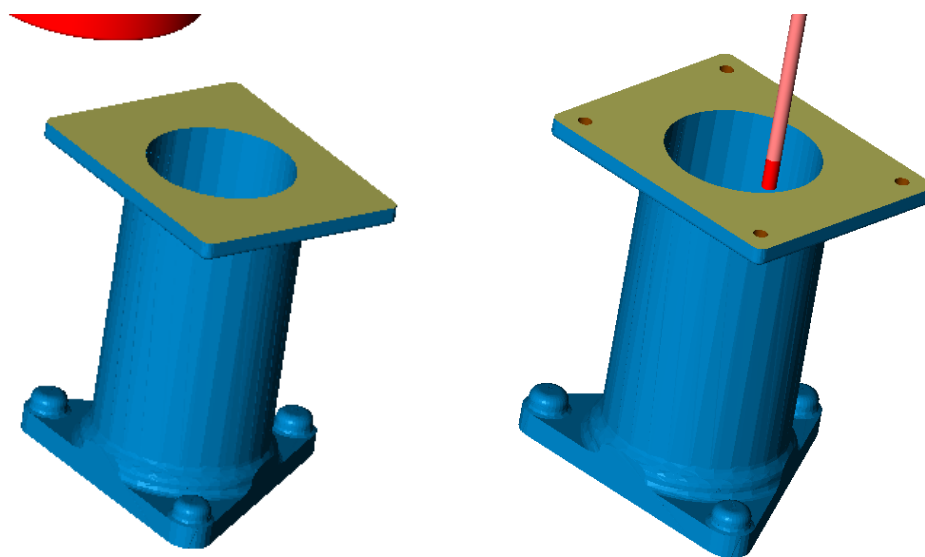


Obrázek 18 Obrobená součást po prvním upnutí

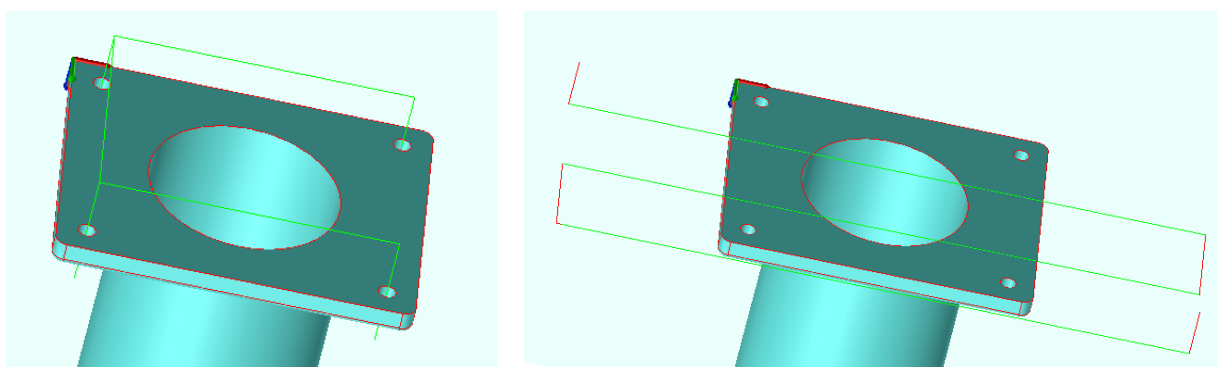


Obrázek 19 Dráhy nástrojů pro obrobení a vrtání prvního čela součásti

V druhém upnutí otočíme součást, zarovnáme druhé čelo a vyvrtáme díry se závitem.



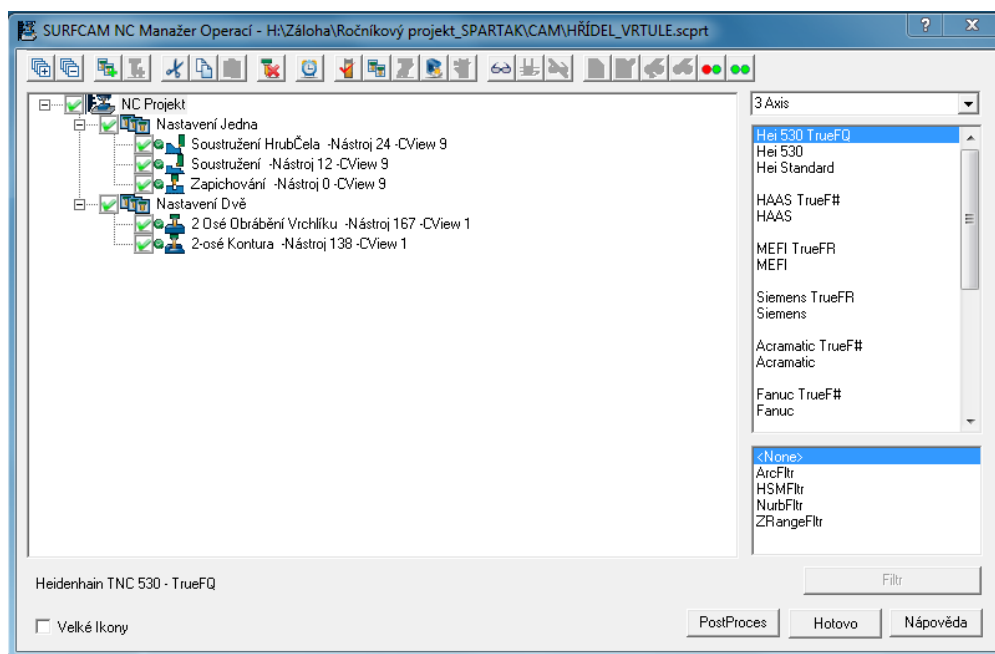
Obrázek 20 Obrobení součásti po druhém upnutí



Obrázek 21 Dráhy nástrojů pro obrobení a vrtání druhého čela součásti

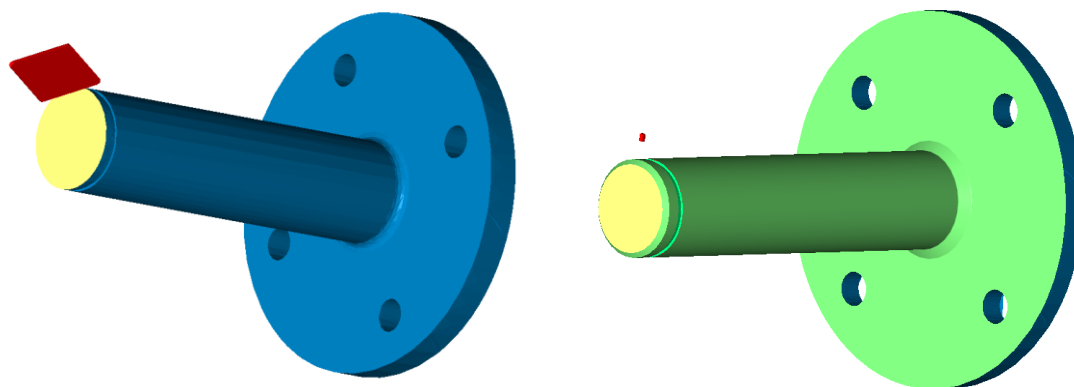
Přehled jednotlivých pracovních operací soustružení, frézování a vrtání je přiloženo v operačním listu a použité nástroje v jednotlivých operacích je přiloženo v tooling listu.

Součást se bude obrábět na dvě upnutí. Přehled všech operací a jich úpravu provádíme v manažeru operací. V manažeru operací se snadno hledají a upravují vzniklé chyby.

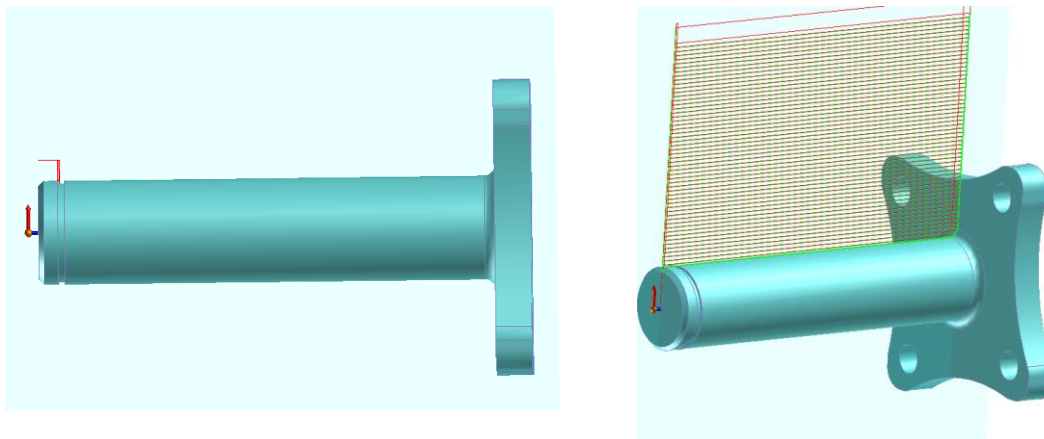


Obrázek 22 Manažer operací_HŘÍDEL_VRTULE

V prvním upnutí zarovnáme čelo, obrobíme délku daného průměru a provedeme zápich.

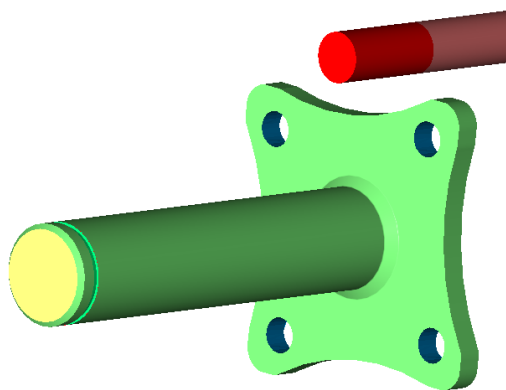


Obrázek 23 Obrobení součásti prvním upnutím

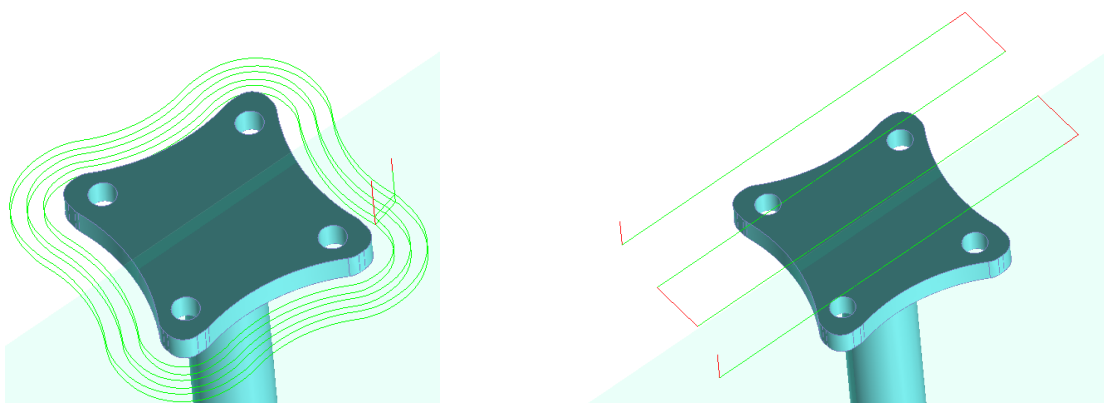


Obrázek 24 Dráhy nástrojů pro obrábění součásti prvního upnutí

V druhém upnutí otočíme součást, zarovnáme druhé čelo a provedeme konturu po obvodě.



Obrázek 25 Obrobená součást po druhém upnutí



Obrázek 26 Dráhy nástrojů pro obrábění součásti druhého upnutí

Přehled jednotlivých pracovních operací soustružení a frézování je přiloženo v operačním listu a použité nástroje v jednotlivých operacích je přiloženo v tooling listu.

7 Závěr

Cílem mé práce bylo vytvoření 3D modelu motoru Škoda 440 a zpracování textové části. Vytvoření 3D modelu bylo velmi náročné jak z hlediska časového, tak i nároky výpočetní techniky, kterou jsem měl k dispozici. Dále jsem výpočtem zkontroloval klikový mechanismus. Zhotovil jsem výkresovou dokumentaci části k pohonu vrtule. V ekonomické části jsem zpracoval kalkulaci ceny pro rekonstrukci motoru. Dále jsem vytvořil program na obrobení polotovaru hřídele pro soustružení a program pro obrobení funkčních ploch odlitku domečku v SurfCamu.

Vytvoření 3D modelu bylo velmi náročné jak z hlediska časového, tak i z hlediska složitosti některých součástí. Problémy při tvorbě 3D modelu nastaly při modelování hlavy motoru, který má složitou geometrii. Úspěšně se mi podařilo rozpohybovat pohyblivé části motoru, především klikový mechanismus.

V textové části jsem, ve druhé kapitole nastínil historii automobilky Škoda. Ve třetí kapitole jsem se již zabýval konkrétně o Škodě 440. V další kapitole jsem popsal veškeré součásti motoru Škoda 440 a zabýval jsem se kontrolním výpočtem klikového mechanismu. V páté kapitole jsem zkalkuloval cenu pro rekonstrukci motoru. V poslední části jsem se zabýval technologickým postupem při výrobě hřídele k vrtuli a obrobení funkčních ploch odlitku skříně domečku.

Celkově pro mě tato práce byla velkým přínosem, protože jsem si zdokonalil své dovednosti ve 3D modelování, programování v Surfcamu a psaní odborných prací.

Anotace

Příjmení a jméno:	Svozil Michal
Škola:	Střední průmyslová škola strojnická
Název práce:	Škoda 440
Vedoucí práce:	Ing. Boris Šmárik
Počet stran:	
Počet příloh:	
Počet použité literatury:	
Počet použitých zdrojů:	
Klíčová slova:	Škoda 440 Blok motoru Hlava válců Olejová vana Kliková hřídel Ojnice Píst Ventily Vačkový hřídel

V mé práci jsem se zabýval motorem Škody 440 a vytvořením jeho 3D modelu v programu Autodesk Inventor 2014. V textové části jsem nastínil základní informace o společnosti Škoda, dále pak jednotlivé části motoru Škody 440 – Blok motoru, hlava válců, olejová vana, kliková hřídel, ojnice, písty, ventily, vačkový hřídel.

Resumé

In my work, I dealt engine Škoda 440 and designing a 3D model in Autodesk Inventor 2014. Text in section I outlined the basic information about the company Škoda, then each part of the engine Škoda 440 - Engine block, cylinder heads, oil pan, crankshaft , connecting rods, pistons, valves, cam shaft.

Seznam použitých zdrojů

1. **Andrt, Jaroslav.** *Údržba a opravy automobilů Škoda.* Praha : SNTL, 1974. str. 394.
2. **Mauernmann, Inž. Zděnek.** *Osobní automobily Škoda typů 440, 445, 450, Octavia, Octavia Super a Felicia.* Praha : SNTL, 1959. str. 212.
3. Wikipedia-Blok válců. *Blok válců.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Blok_v%C3%A1lc%C5%AF.
4. Wikipedia-Hlava válce. *Hlava válce.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlava_v%C3%A1lce.
5. Wikipedia-Kliková hřídel. *Kliková hřídel.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Klikov%C3%A1_h%C5%99%C3%ADdel.
6. Wikipedia-Ojnice. *Ojnice.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ojnice>.
7. Wikipedia-Píst. *Píst.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%ADst>.
8. Wikipedia-Ventil. *Ventil.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ventil>.
9. Wikipedia-Vačková hřídel. *Vačková hřídel.* [Online] 2001. [Citace: 11. 3 2014.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Va%C4%8Dkov%C3%A1_h%C5%99%C3%ADdel.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Václav Laurin a Václav Klement	5
Obrázek 2 Voituretta.....	6
Obrázek 3 Motor Škoda 440, celkový pohled, řez	10
Obrázek 4 Motor Škoda 440.....	10
Obrázek 5 Blok motoru	11
Obrázek 6 Hlava válců.....	12
Obrázek 7 Olejová vana.....	13
Obrázek 8 Kliková hřídel.....	14
Obrázek 9 Klikový mechanismus	15
Obrázek 10 Ojnice	19
Obrázek 11 Píst.....	20
Obrázek 12 Ventil.....	21
Obrázek 13 Vačková hřídel	22
Obrázek 14 Těsnění hlavy motoru.....	24
Obrázek 15 Sada válců a písty.....	24
Obrázek 16 Hlava motoru.....	25
Obrázek 17 Manažer operací_Domečku	26
Obrázek 18 Obrobená součást po prvním upnutí	26
Obrázek 20 Obrobení součásti po druhém upnutí	27
Obrázek 19 Dráhy nástrojů pro obrobení a vrtání prvního čela součásti.....	27
Obrázek 21 Dráhy nástrojů pro obrobení a vrtání druhého čela součásti.....	27
Obrázek 22 Manažer operací_HŘÍDEL_VRTULE.....	28
Obrázek 23 Obrobení součásti prvním upnutí	28
Obrázek 24 Dráhy nástrojů pro obrobení součásti prvního upnutí.....	29
Obrázek 25 Obrobená součást po druhém upnutí	29
Obrázek 26 Dráhy nástrojů pro obrobení součásti druhého upnutí	29

Cizojazyčný slovník

Motor	engine
Blok motoru	engine block
Kliková hřídel	crankshaft
Klikový mechanismus	crank mechanism
Píst	piston
Ojnice	connecting rod

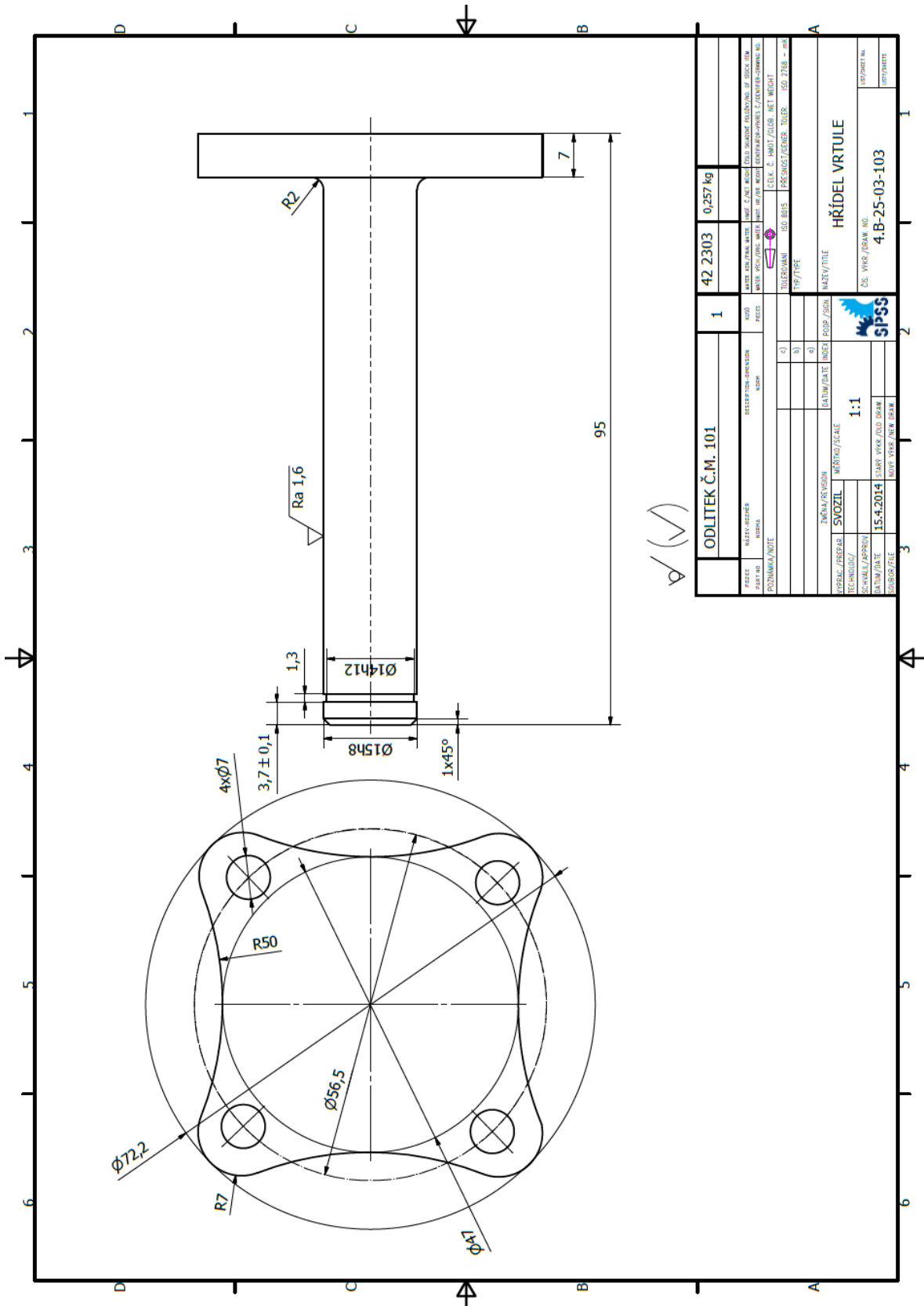
Přílohy

1. Výkres sestavy domečku
2. Výkres skříně domečku
3. Výkres hřídele vrtule
4. Výkres vyrovnávacího kroužku
5. Výkres vyrovnávací podložka
6. Operačním list soustružení
7. Tooling listu soustružení
8. Operačním list frézování
9. Tooling list frézování

Příloha 1 – Výkres sestavy domečku

7	ŠROUB M4x20	ESN 02 1131		0,002 kg	3
6	POJISTNÝ KROUŽEK 15	ESN 02 2930		0,001 kg	1
5	LOŽISKO 6002	ESN 02 4630		0,030 kg	2
4	VYROVNÁVACÍ KROUŽEK	4.B-25-03-104	11 500	0,022 kg	1
3	HŘÍDEL	4.B-25-03-103	4,2 2303	0,257 kg	1
2	VYROVNÁVACÍ PODLOŽKA	4.B-25-03-102	11 500	0,065 kg	1
1	PŘÍRUBA K VRTULI	4.B-25-03-101	4,2 2303	0,334 kg	1
POZICE			ČÍSLO VÝKRESU / NORMA	MATERIÁL	HMOTNOST
					KS
				0,743 kg	
PRŮZEC	NÁZEV PRŮZECU	PROJEKTOVATEL	PROJEKČNÍ ÚSTAV	PROJEKČNÍ ČÍSLO	PROJEKČNÍ DATUM
POZNÁMKA/NOTE	CELK. Č. HMOT./OLUB. NET WEIGHT 0.743 kg				
	TOLEROVANÍ ISO 8015				
	PŘESNOST/GEN. TOLER. ISO 2768 - mK				
	FINIŠOVÁNÍ				
	NÁZEV/TITLE				
	DOMEČEK K VRTULI				
	ČÍS. VÝK./DRAH. NO.				
	4.B-25-03-100				
	STAVBY VÝK. ANEŽ. DRAH.				
	15.4.2014				
	1:1				
	SPPS				

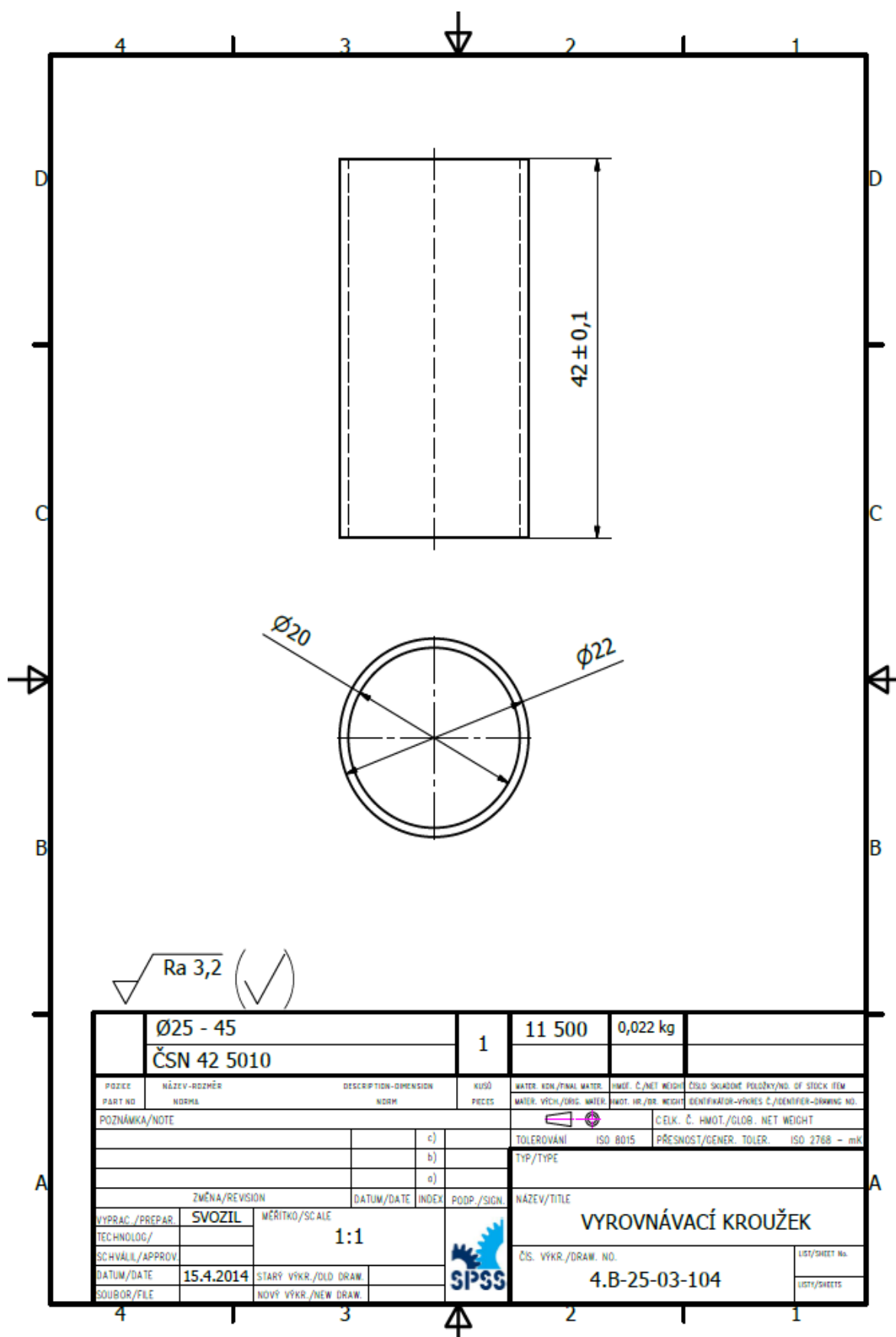
Příloha 3 – Výkres hřídele vrtule



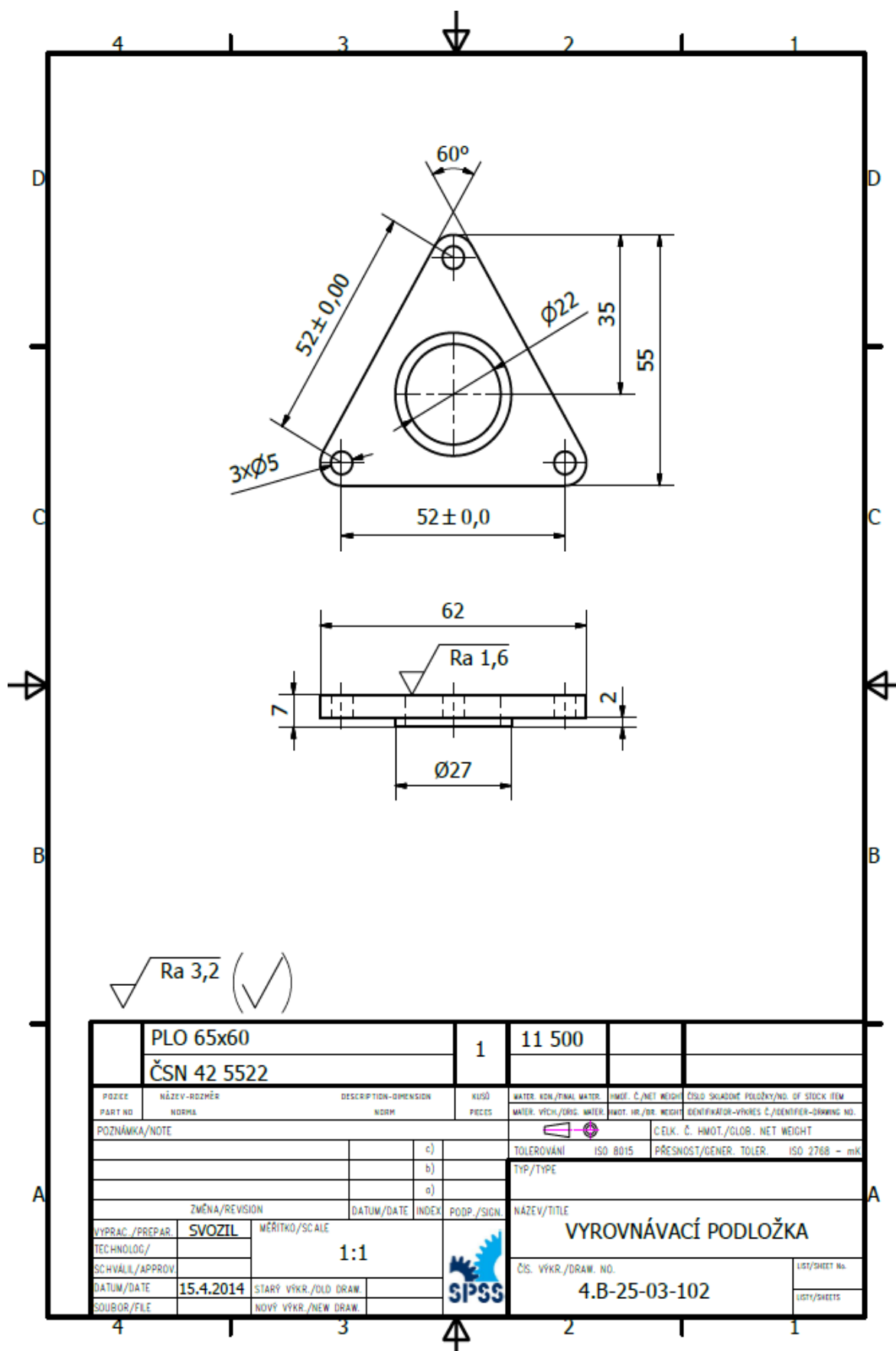
✓ (✓)

ODLITEK Č. M. 101		1	42 2303	0,257 kg
PODÍLEK / PART NO.	RECEIPT FOR DIMENSION	REVISION	DATE	QUANTITY
PODÍLEK / PART NO.	RECEIPT FOR DIMENSION	REVISION	DATE	QUANTITY
MATERIAL / MATERIÁL: 42.2303				
WEIGHT / Hmotnost: 0,257 kg				
TOLERANCE / Toleranční: ISO 2768 - mS				
FINISH / Povrch: Ra 1,6				
SHAFT TYPE / Typ vrtule: HŘÍDEL VRTULE				
SCALE / Měřítko: 1:1				
DATE / Datum: 15.4.2014				
DRAWN / Napsal: 4.B-25-03-103				
CHECKED / Kvalifikace:				

Příloha 4 – Výkres vyrovnávacího kroužku



Příloha 5 – Výkres vyrovnávací podložky






PLO 65x60		1	11 500		
ČSN 42 5522					
POZICE PART NO.	NÁZEV-ROZMĚR NORMA	DESCRIPTION-DIMENSION NORM	KUSŮ PIECES	WATER, ROZL./FINAL WATER WATER, VÝCH./DRG. WATER	HMŮT. Č./NET WEIGHT HMŮT. HR./DR. WEIGHT
POZNÁMKA/NOTE				ČÍSLO SKLADNÉ POKLÁDKY/NO. OF STOCK ITEM IDENTIFIKATOR-VÝKRES Č./IDENTIF.-DRAWING NO.	CELK. Č. HMŮT./GLOB. NET WEIGHT
				TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
				TYP/TYPE	
ZMĚNA/REVISION			DATUM/DATE	NÁZEV/TITLE	
VYPRAC./PREPAR.	SVOZIL	MĚŘÍTKO/SCALE		VYROVNÁVACÍ PODLOŽKA	
TECHNOLÓG/ SCHVÁLIL./APPROV.		1:1		ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.	
DATUM/DATE	15.4.2014	STARÝ VÝKR./OLD DRAW.		4.B-25-03-102	
SOUBOR/FILE		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.		LIST/SHEET No. LIST/SHEETS	

Příloha 6 – Operační list soustružení

SURFCAM		OPERATIONS LIST									
Date:		Tue Mar 11 2014									
Time:		11:37:35									
Output Filename:		INC.INC									
Tool Number	Operation	Plunge Rate	Feed Rate	Spindle Speed	Min X	Min Y	Min Z	Max X	Max Y	Max Z	Cycle Time
24	Soustružení HrubČela	6.350	12.70 mm/min	795 ot/min	2.0000	0.0000	0.0000	2.0000	38.0000	0.0000	0:1:44
12	Soustružení	29.813	59.63 mm/min	795 ot/min	1.9757	17.7657	0.0000	90.0000	139.1957	0.0000	1:29:0
1	Zapichování	19.875	39.75 mm/min	795 ot/min	9.3126	0.0000	0.0000	14.1000	9.8000	0.0000	0:0:1
167	2 Osé Obrábění Vrchlíku	119.366	238.73 mm/min	382 ot/min	-61.9111	-13.2199	95.0000	62.1940	37.9225	105.0000	0:1:56
138	2-osé Kontura	194.965	389.93 mm/min	796 ot/min	-43.9699	-43.9699	88.0000	43.9699	43.9699	105.0000	0:4:23
Overall					-61.9111	-43.9699	0.0000	90.0000	69.5979	105.0000	1:37:5
Operation Number	Tool Number	Comments									
1	24	Operation Comments: -									
		Tool Comments: DNMG442B 0.8mm OD BackFace									
1	24	Operation Comments: -									
		Tool Comments: DNMG442B 0.8mm OD BackFace									
2	12	Operation Comments: -									
		Tool Comments: VNMG432B 0.4mm OD BackFace/Turn									
3	1	Operation Comments: -									
		Tool Comments: Custom 0:0.7874:0.05									
4	167	Operation Comments: -									
		Tool Comments: 50mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill									
5	138	Operation Comments: -									
		Tool Comments: 10mm - 7 flute - HSS Endmill									

Příloha 7 – Tooling list soustružení

SURFCAM		TOOLING LIST
Date:	Tue Mar 11 2014	
Time:	11:37:35	
Output Filename:	INC.INC	
Description:	DNMG442B 0.8mm OD BackFace	
Tool Number:	24	
Turret:	4	
Diameter Register:	24	
TNR:	0.8000	
Included Angle:	152.5000	
Inscribed Circle:	12.7000	
Mounting Angle:	152.5000	
Program Point:	Hrot	
Description:	VNMG432B 0.4mm OD BackFace/Turn	
Tool Number:	12	
Turret:	3	
Diameter Register:	12	
TNR:	0.4000	
Included Angle:	117.5000	
Inscribed Circle:	9.5250	
Mounting Angle:	117.5000	
Program Point:	Hrot	
Description:	Custom 0:0.7874:0.05	
Tool Number:	1	
Turret:	20	
Diameter Register:	0	
TNR:	0.0500	
Width:	0.7874	
Mounting Angle:	90.0000	
Program Point:	Hrot	

Description:	50mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill	
Tool Number:	167	
Length Register:	167	
Diameter Register:	167	
Diameter:	50.0000	
Corner Radius:	1.0000	
Flute Length:	10.0000	
Total Length:	63.0000	
Number of Flutes:	5	
Program Point:	Hrot	
Description:	10mm - 7 flute - HSS Endmill	
Tool Number:	138	
Length Register:	138	
Diameter Register:	138	
Diameter:	10.0000	
Corner Radius:	0.0000	
Flute Length:	22.0000	
Total Length:	72.0000	
Number of Flutes:	7	
Program Point:	Hrot	

Příloha 8 – Operační list frézování

SURFCAM		OPERATIONS LIST									
Date:		Tue Mar 11 2014									
Time:		11:35:36									
Output Filename:		Součást2.INC									
Tool Number	Operation	Plunge Rate	Feed Rate	Spindle Speed	Min X	Min Y	Min Z	Max X	Max Y	Max Z	Cycle Time
169	2 Osé Obrábění Vrchlíku	89.525	179.05 mm/min	239 ot/min	-50.9387	19.0001	73.0000	111.0173	62.3817	83.0000	0:2:37
12	Zosy Správa Děř	-	175.07 mm/min	1592 ot/min	4.0613	-4.9999	67.1110	56.0226	40.0725	83.0000	0:0:12
169	2 Osé Obrábění Vrchlíku	89.525	179.05 mm/min	239 ot/min	-110.0000	29.0000	0.0000	50.0000	59.0000	10.0000	0:1:47
6	Zosy Správa Děř	-	159.15 mm/min	2653 ot/min	-55.0000	5.0000	-10.0000	-5.0000	45.0000	10.0000	0:0:24
Overall					-110.0000	-4.9999	-10.0000	111.0173	62.3817	83.0000	0:5:1
Operation Number	Tool Number	Comments									
1	169	Operation Comments:		-							
		Tool Comments:		80mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill							
2	12	Operation Comments:		-							
		Tool Comments:		5.0mm HSS Drill							
3	169	Operation Comments:		-							
		Tool Comments:		80mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill							
4	6	Operation Comments:		-							
		Tool Comments:		3.0mm HSS Drill							

Příloha 9 – Tooling list frézování

SURFCAM		TOOLING LIST
Date:	Tue Mar 11 2014	
Time:	11:35:36	
Output Filename:	Součást2.INC	
Description:	80mm dia - 5 flt - Carbide Insert Mill	
Tool Number:	169	
Length Register:	169	
Diameter Register:	169	
Diameter:	80.0000	
Corner Radius:	1.0000	
Flute Length:	15.0000	
Total Length:	63.0000	
Number of Flutes:	5	
Program Point:	Hrot	
Description:	5.0mm HSS Drill	
Tool Number:	12	
Length Register:	12	
Diameter:	5.0000	
Tip Angle:	118.0000	
Flute Length:	12.5000	
Total Length:	100.0000	
Number of Flutes:	2	
Program Point:	Hrot	
Description:	3.0mm HSS Drill	
Tool Number:	6	
Length Register:	6	
Diameter:	3.0000	
Tip Angle:	118.0000	
Flute Length:	7.5000	
Total Length:	60.0000	
Number of Flutes:	2	
Program Point:	Hrot	