



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Motor OpelCorsa

Miroslav Kořenek

Střední průmyslová škola strojnická

17. listopadu 49, Olomouc

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

Datum:

Podpis

Děkuji vedoucímu práce Ing. Borisi Šmárikovi za čas, pozornost a odborné rady. Dále Ing. Petře Najdekrové za pomoc s formálními náležitostmi práce.

Obsah

Obsah.....	3
1 Úvod.....	5
2 Historie, vývoj a současný stav spalovacích motorů	6
2.1 Vývoj spalovacích motorů.....	6
2.2 Současný stav spalovacích motorů.....	7
3 Definice a rozdělení spalovacích motorů.....	8
4 Pracovní cyklus spalovacího motoru	9
5 Opel Corsa	10
6 Motor Opel Corsa	12
6.1 Stacionární části.....	15
6.1.1 Motorová skříň.....	15
6.2 Klikový mechanismus	21
6.2.1 Kliková hřídel	22
6.2.2 Ojnice.....	24
6.2.3 Setrvačnick	31
6.3 Rozvodový mechanismus	33
6.3.1 Vačková hřídel.....	35
6.3.2 Ventilový mechanismus.....	36
6.3.3 Pohon vačkové hřídele.....	41
6.4 Mazání	42
6.4.1 Olejové čerpadlo	43
6.4.2 Olejový filtr.....	46
6.5 Chlazení	47
6.5.1 Oběhové čerpadlo	47

6.5.2	Termostat	49
7	Kontrolní výpočet pístitního čepu	50
7.1	Výpočet početní metodou	52
7.2	Výpočet v programu Autodesk Inventor	53
7.3	Porovnání výsledků	56
8	Technologická část.....	57
8.1	Obrobení sacího ventilu.....	57
8.1.1	Nastavení jedna sacího ventilu	58
8.1.2	Nastavení dva sacího ventilu	58
8.2	Obrobení vložky pružiny	59
8.2.1	Nastavení jedna vložky pružiny.....	60
8.2.2	Nastavení dvavložky pružiny.....	60
8.2.3	Nastavení tři vložky pružiny.....	61
9	Kalkulace	62
	Závěr.....	64

1 Úvod

Předmětem mé práce je čtyřdobý zážehový spalovací motor z vozidla Opel Corsa B (1993-200). Toto téma jsem si zvolil ze dvou důvodů: problematika spalovacích motorů je mi blízká, tento stroj mám k dispozici. Samotný motor je kapalinou chlazený řadový čtyřválec s osmi ventily a rozvodovým mechanismem typu OHC.

Cílem této práce je zhotovit 3D model motoru v programu Autodesk Inventor Professional 2018, popsat jeho konstrukci a dále zhotovit výkresy sestavy sacího ventilu. Následně v programu Surfcam vypracovat postup obrábění předkovku ventilu a vložky pružiny, výrobu vložky pružiny také ekonomicky zhodnotit.

Dalším úkolem je vypracovat kontrolní výpočet pístního čepu v programu Microsoft Excel a Autodesk Inventor a výsledky těchto dvou metod výpočtu porovnat.

2 Historie, vývoj a současný stav spalovacích motorů

Již Francouz Hautefeuille se zabýval myšlenkou využití tepelné energie jako zdroje užitečné práce. V jeho případě to bylo pomocí střelného prachu. Stejná myšlenka napadala i další badatele a vynálezce, ale vždy zůstalo pouze u návrhů.

2.1 Vývoj spalovacích motorů

V roce 1791 navrhl Angličan John Barber spalovací turbínu, kterou dnes můžeme považovat za první spalovací motor. Tři roky poté si Robert Street nechal patentovat první pístový spalovací motor s vnitřním spalováním. Jako palivo tomuto stroji měli sloužit páry terpentýnového oleje smíšeného se vzduchem, následně zapáleny otevřeným plamenem. Tento motor však kvůli nedostatku vhodných paliv nikdy nebyl dotvořen.

Až téměř po 70 letech vývoje byl zkonstruován skutečně fungující spalovací motor Francouzem Lenoirem. Konstrukce vycházela z parních strojů. Motor byl ležatý dvojitý s šoupátkovým rozvodem a fungoval na svítíplyn. Později také tento vynálezce přišel s myšlenkou užití lehce odpařitelného kapalinového paliva namísto plynů, kterou zrealizoval při stavbě říčního člunu a silničního vozu.

Roku 1864 si nechal Nikolaus Otto patentovat první atmosférický plynový motor. Píst fungoval jednočinně a namísto klikového mechanismu bylo zapotřebí připevnit k němu ozubenou tyč. Tento motor vynikal nad dosavadními konstrukcemi vyšší tepelnou účinností a také nižší spotřebou.

První používaný čtyřdobý plynový spalovací motor o výkonu přibližně 0,5 kW, o kterém se však veřejnost téměř nedozvěděla, postavil roku 1873 mnichovský hodinář Reithmann. A tak za první motor tohoto typu je pokládána konstrukce již jmenovaného N. Otty z roku 1878. Motor byl opět ležatý, ale měl jednočinný píst a využíval úplného klikového mechanismu. K zapálení směsi sloužil otevřený plamen.

S příchodem ropy, která sloužila především k výrobě petroleje, se začal k pohonu spalovacích motorů využívat benzín a později i nafta nebo mazut. Asi 15 let před koncem 19. století Německý inženýr Gottlieb Daimler sestrojil benzínový motor. Oproti Ottovu motoru (170) dosahoval vysokých otáček kolem 800. Daimler se, po sporech o patent, spojil se svým protivníkem Karlem Benzem a založili firmu na výrobu osobních automobilů, nyníjší Mercedes-Benz. (1)

V sedmdesátých letech 19. stol. navrhnul Dugald Clerk dvoudobý motor s ventily a o deset let později Joseph Day postavil dvoudobý motor s přepouštěcími kanály.

Dalším významným mezníkem ve vývoji spalovacích motorů je návrh a zhotovení vznětového motoru Rudolfem Dieselem r. 1882. Zásadním rozdílem bylo, že do válce byl sán pouze vzduch (namísto směsi s palivem), který se zahřál velkou kompresí a teprve potom bylo vstříknuto přesné množství kapalného paliva těžké frakce (nafty), které se vznítilo. Díky své úspornosti a výkonu se tyto motory brzy rozšířili zejména v lodní dopravě.

2.2 Současný stav spalovacích motorů

Pístové spalovací motory jsou dnes masově využívány hlavně v automobilovém a lodním průmyslu. Velké uplatnění mají také ve stavebnictví a vojenském odvětví. Současná výpočetní technika, rozsáhlejší znalosti materiálu a technologie umožnili značné zrychlení vývoje spalovacích motorů. A to úspornosti, účinnosti, výkonu a ekologické šetrnosti.

Na rozdíl od „původních“ motorů se dnes ve velkém měřítku používá k řízení chodu elektronika. Ať už k řízení vstřikování, spotřeby nebo sledování různých veličin, jako třeba teploty nasávaného vzduchu.

I přes velký posun v ekologičnosti, je dnes budoucnost těchto strojů nejistá, kvůli neustále se zvyšujícím nárokům na množství vypouštěných emisí oxidu uhličitého a omezeným kapacitám fosilních paliv. Pozici spalovacích motorů nejvíce ohrožuje, hlavně v automobilovém průmyslu, vývoj ve využití elektrické energie. Rozmach elektromobilů však brzdí nedostatečná kapacita akumulátorů, vysoká cena, nedostatek dobíjecích stanic a elektrické energie vůbec.

V současnosti je však pozice spalovacích motorů jako pohonů automobilů stále dominantní. (2) (3)

3 Definice a rozdělení spalovacích motorů

Spalovací motor je mechanický tepelný stroj, který vnitřním nebo vnějším spálením paliva přeměňuje jeho chemickou energii na energii tepelnou a následně na energii mechanickou působením na píst nebo na lopatky turbíny.

Rozdělení spalovacích motorů podle způsobu spalování:

- **motory s vnějším spalováním**
- **motory s vnitřním spalováním**

Podle chodu (pracovního cyklu)

- **Dvoudobé** - Píst pracuje dvojnásobně.
- **Čtyřdobé** - Pracovní cyklus je rozdělen do čtyř fází.

Podle způsobu zapálení směsi

- **Vznětové**– Do spalovacího prostoru je sán pouze vzduch, který se stlačí, čímž získá vysokou teplotu, a do něj je následně vstříknuto palivo, které se vznítí.
- **Zážehové**– Do spalovacího prostoru je sána směs vzduchu a paliva, která se zažehne jiskrou ze zapalovací svíčky.

Podle počtu a uspořádání válců

- **Řadové** – Válce jsou uspořádány v řadě za sebou.
- **Do V** – Válce jsou vyhnuty o určitý úhel a tvoří pomyslné V.
- **Boxer** – Válce jsou v horizontální poloze.
- **Hvězdicové** – Válce jsou uspořádány do kruhu, kolmo k ose hřídele.

Podle způsobu plnění

- **Atmosférické**- Motor nasává vzduch atmosférického tlaku.
- **Přeplňované** – Tlak nasávaného vzduchu je zvyšován dmychadlem.

Podle paliva

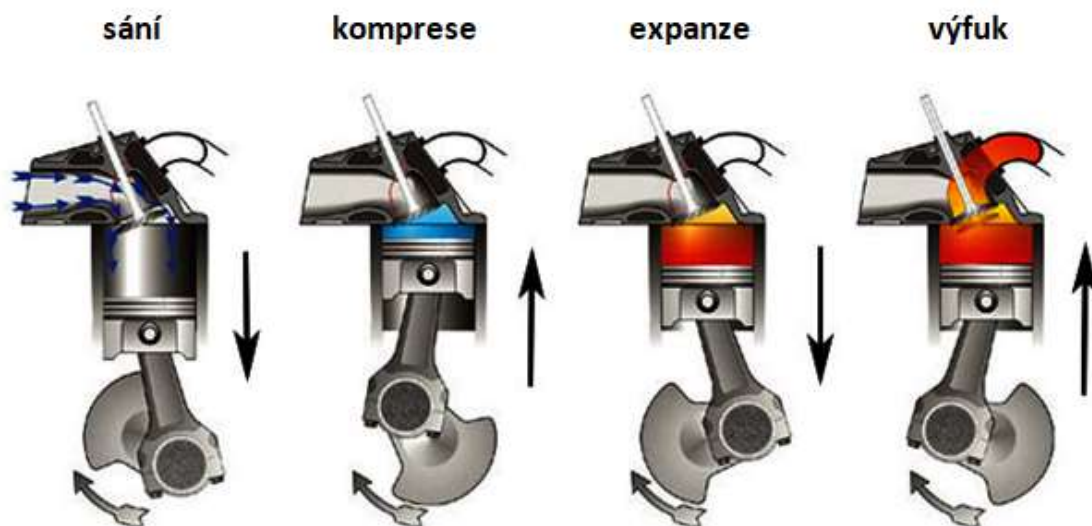
- **Kapalné** – Benzín, nafta.
- **Plynné** – CNG, LPG.

4 Pracovní cyklus spalovacího motoru

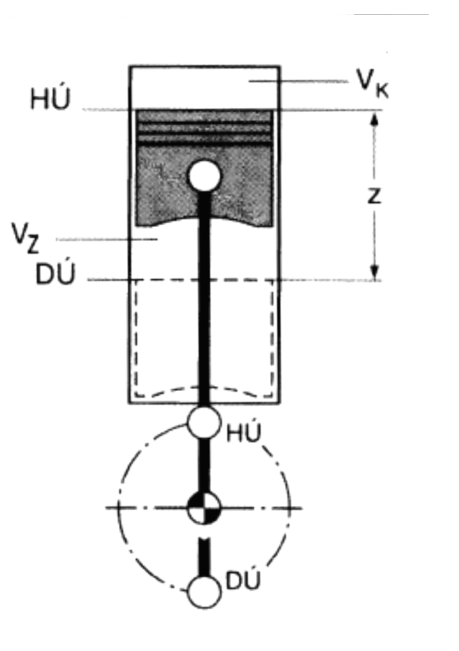
Jako první popsal ideální vratný kruhový děj tepelného stroje Nikolas Léonard Sadi Carnot. Tento děj se skládá ze dvou izotermických a dvou adiabatických dějů. Z tohoto cyklu vychází ideální kruhové diagramy zážehových a vznětových motorů.

V motorech osobních automobilů se využívá převážně čtyřtakového procesu složeného ze čtyř fází, kterými jsou: sání, komprese, expanze, výfuk. Tento děj, při kterém se píst pohybuje z dolní do horní úvrati a naopak, se kruhově opakuje. K jeho popisu slouží indikátorový diagram závislosti tlaku P na objemu V . (4)

Čtyři fáze pracovního cyklu:



Obrázek 1 Fáze spalovacího motoru (5)



Obrázek 2 Pohyb pístu (6)

$HÚ$ – horní úvrať

$DÚ$ – dolní úvrať

V_k – kompresní objem

V_z – zdvižný objem

Z - zdvih

5 Opel Corsa

Opel Corsa je malý automobil, vyráběný od roku 1982 až do roku 2013, německou firmou sídlící v Rüsselsheimu. Vyráběl se celkem ve čtyřech generacích, označených písmeny: A, B, C, D, z nichž neúspěšnější byla řada B. Nejrozšířenějším typem karosérie byl třídvéřový hatchback, ale k dostání bylo i pětidvéřové kombi nebo dvoudvéřový pick-up. (2)

Nejprve byla Corsa B nabízena s těmito motory:

Zážehové

- 1.2i (33 kW) (tématem práce)
- 1.4i (44 kW)
- 1.4i (60 kW)
- 1.6i (80kW)

Vznětové

- 1.5 D (37 kW)
- 1.5 TD (49 kW)

Později byly nasazeny motory z řady Ecotec:

Zážehové

- 1.4 16V (66 kW)
- 1.2 16V (48 kW)
- 1.0 12V (40 kW) (tříválec)

Vznětové

- 1.7 D (44 kW) (6)

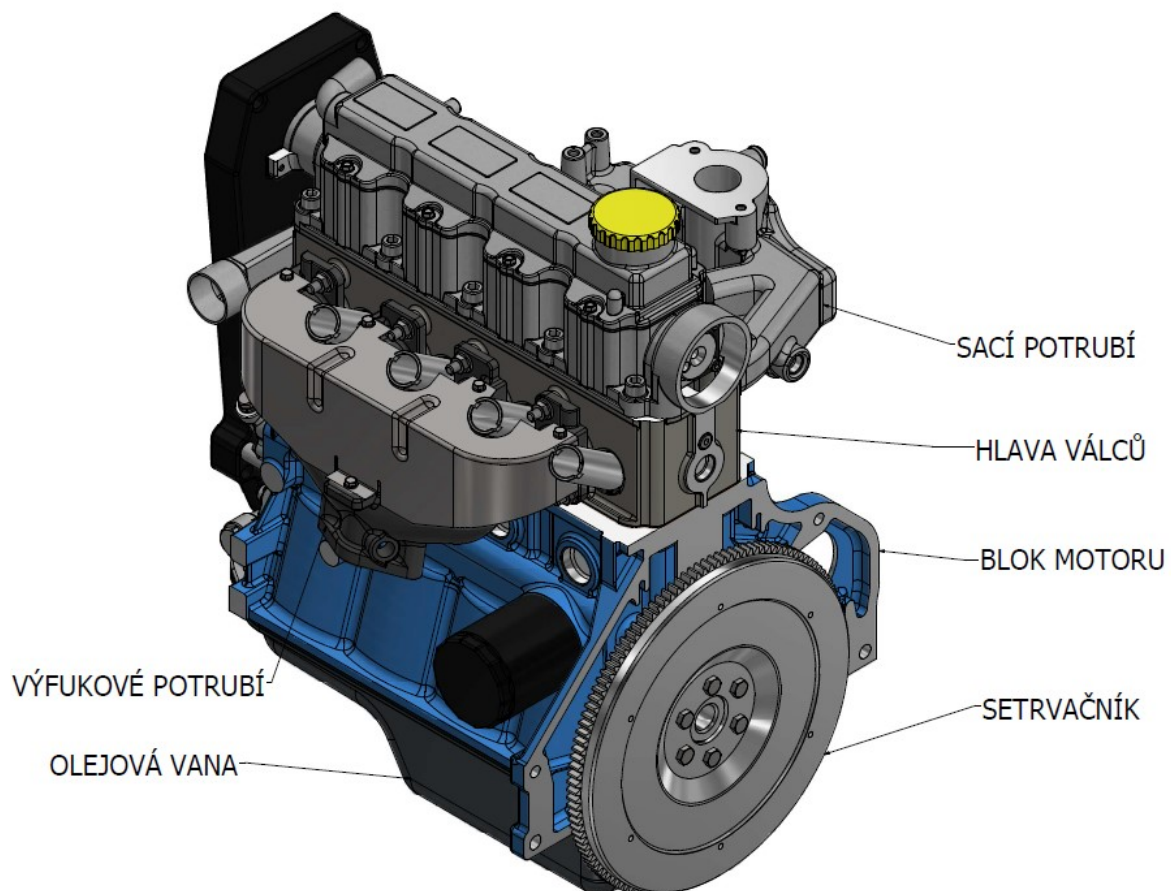


Obrázek 3 Opel Corsa B (10)

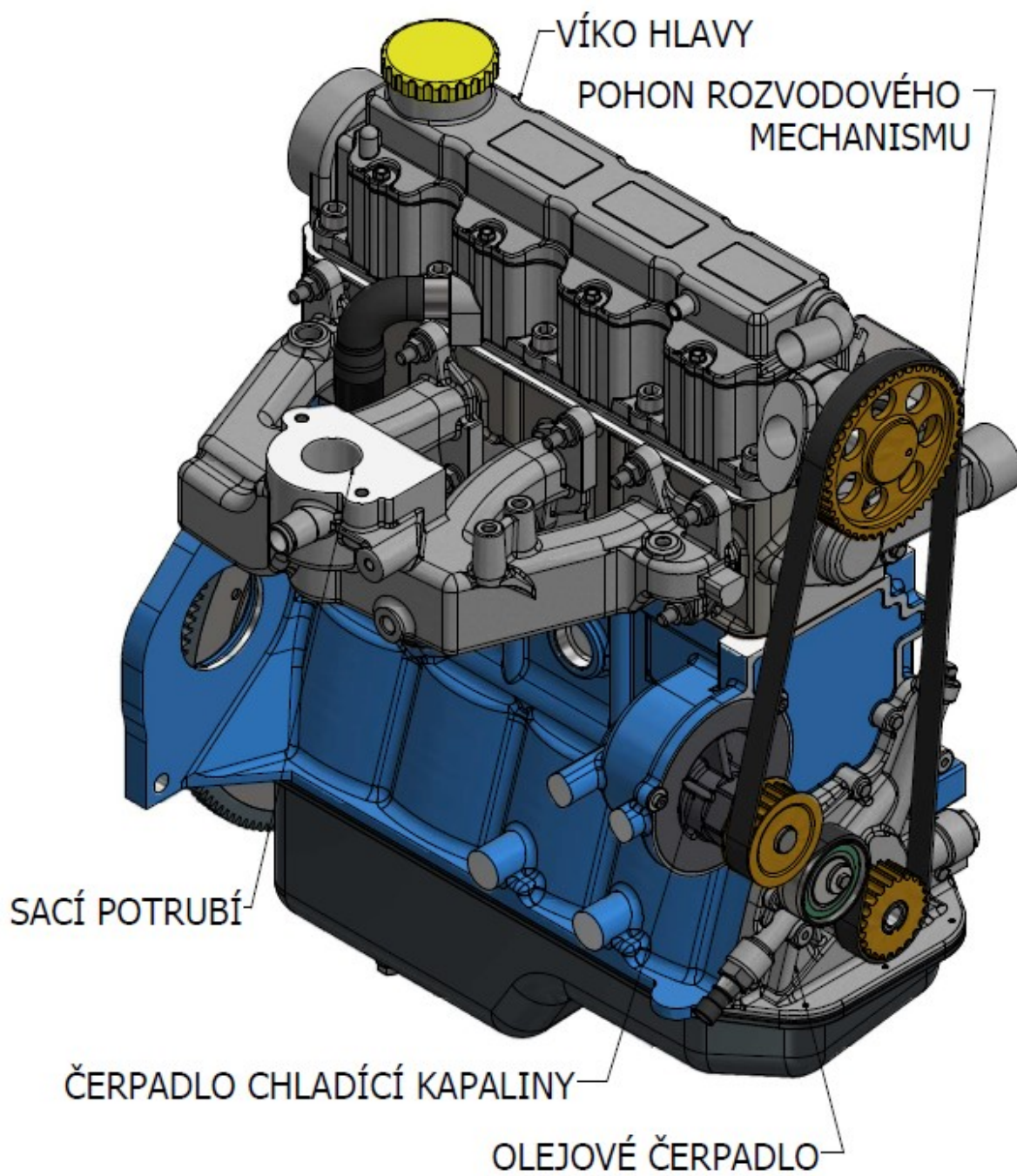
6 Motor Opel Corsa

Motor, kterým se zabývám v této maturitní práci, je nejslabší benzínový agregát z druhé generace tohoto automobilu. (1,2i, 33kW) (7)

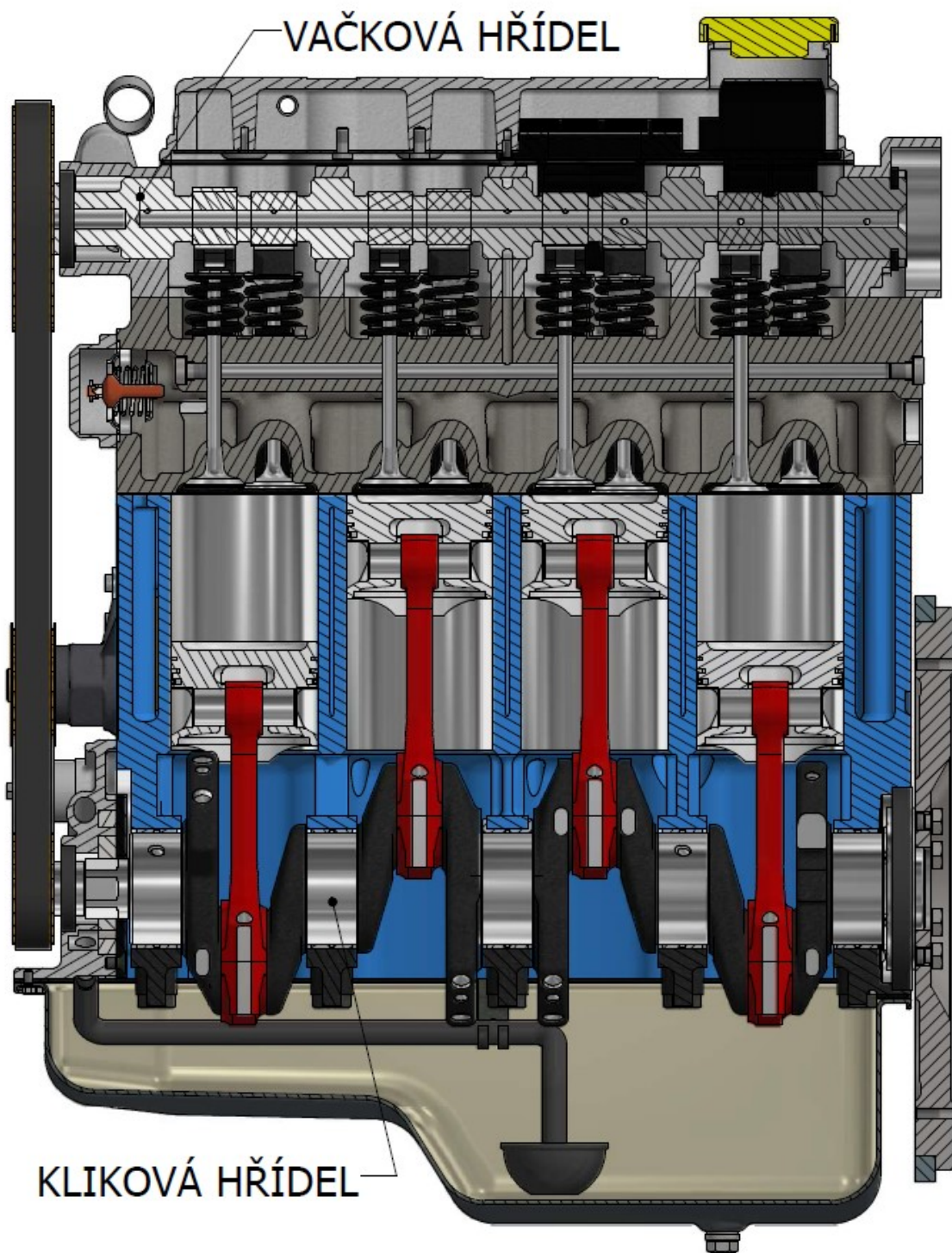
Druh motoru	řadový
Počet válců	4
Počet ventilů	8
Rozvodový mechanismus	OHC
Zdvihový objem	1197 ccm
Točivý moment	75 Nm / 3800 min ⁻¹
Výkon	33 kW / 45 koní
otáčky	5600 min ⁻¹



Obrázek 4 Model motoru 1



Obrázek 5 Model motoru 2



Obrázek 6 Řez motorem

Popis konstrukce motoru rozdělím do těchto kapitol:

- Stacionární části
- Klikový mechanismus
- Rozvodový mechanismus
- Mazání
- Chlazení

6.1 Stacionární části

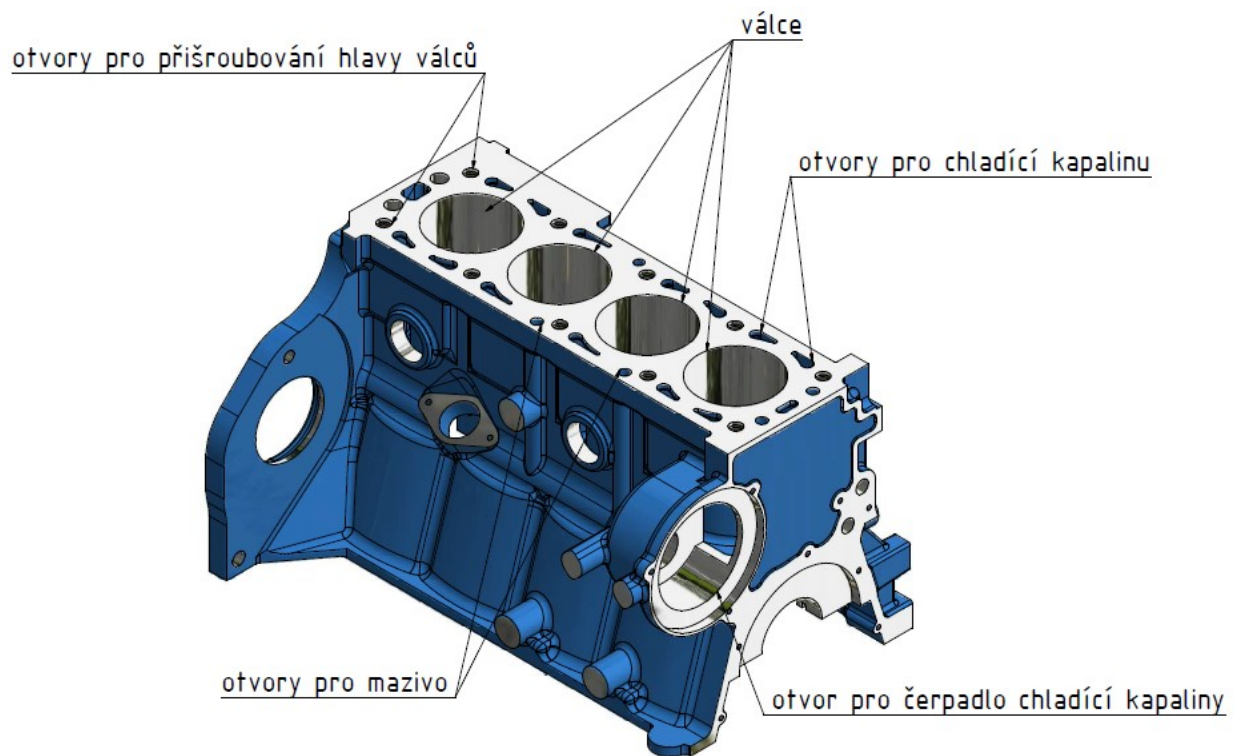
6.1.1 Motorová skříň

Motorová skříň je základní nosnou konstrukcí a skládá se z bloku válců a olejové skříně. Na tuto konstrukci je připevněno ostatní příslušenství, nutné pro správný chod motoru.

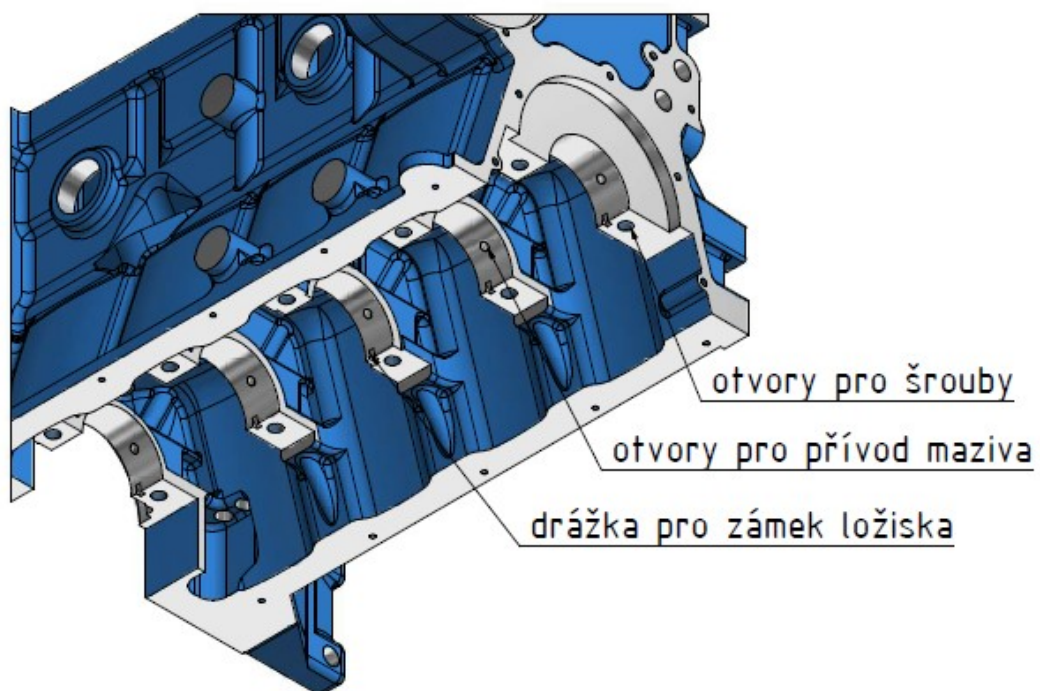
Blok válců

Monolitický (jednolitý) blok válců je vyroben z šedé litiny, musí být dostatečně tuhý, pevný, teplovzdorný a musí odolávat vibracím. Vedle těchto požadavků musí mít tribologické vlastnosti kluzné plochy pro vedení pístů. Součástí bloku válců je i kliková skříň. Do této konstrukce jsou navrtané kanály pro mazání. Již při odlévání jsou uvnitř vytvořeny kanály pro cirkulaci chladicí kapaliny. Plocha bloku je v provedení s uzavřeným chladicím prostorem (close-deck).

Hlavní částí bloku jsou válce, které slouží jako vedení pro písty a jako ohraničení spalovacího prostoru. Stěny válců jsou namáhány silami vycházejícími z pohybu klikového mechanismu (pohyb pístu), silami tlaku plynů při jednotlivých fázích a změnami teplot. Mazáním stěn válců docílíme vytvoření olejového filmu, který snižuje tření a usnadňuje chlazení pracovního prostoru. Kvůli těmto vysokým požadavkům musí být povrch válců velmi kvalitní. Po odlití jsou jednotlivé válce nejdříve vyfrézovány, následně broušeny a poté honovány, čímž je docíleno dobré otěruvzdornosti. Kliková skříň tvoří základní systém pro ukotvení klikového mechanismu, je v ní umístěna kliková hřídel. V případě této konstrukce je skříň součástí bloku válců, je půlená a na její půlenou plochu je uchycena olejová vana. (1)



Obrázek 7 Model bloku válců



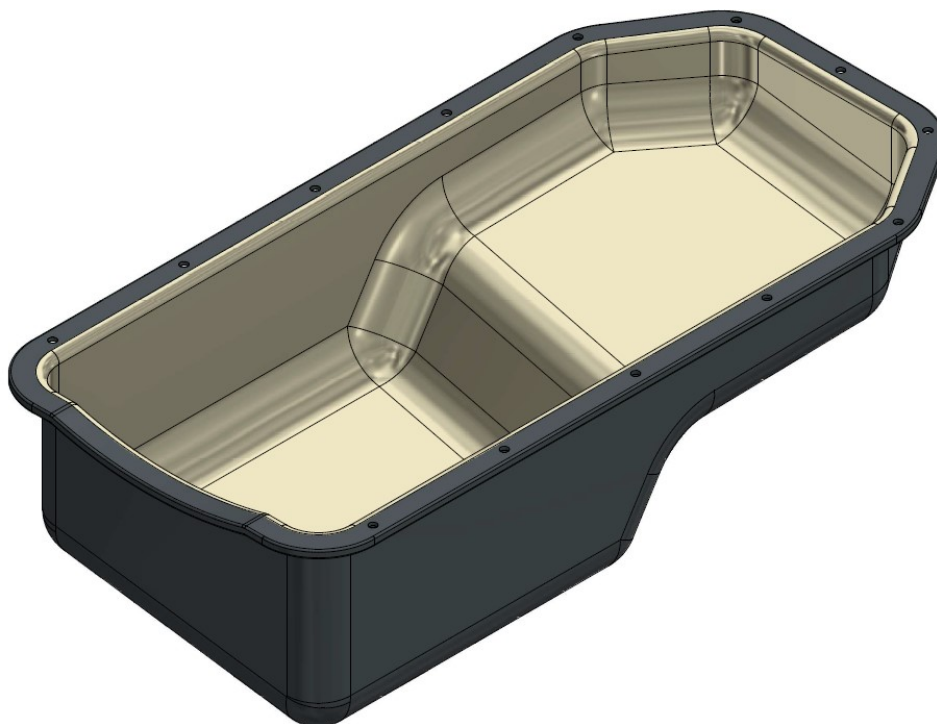
Obrázek 8 Kliková skříň



Obrázek 9 Blok válců

Olejová vana

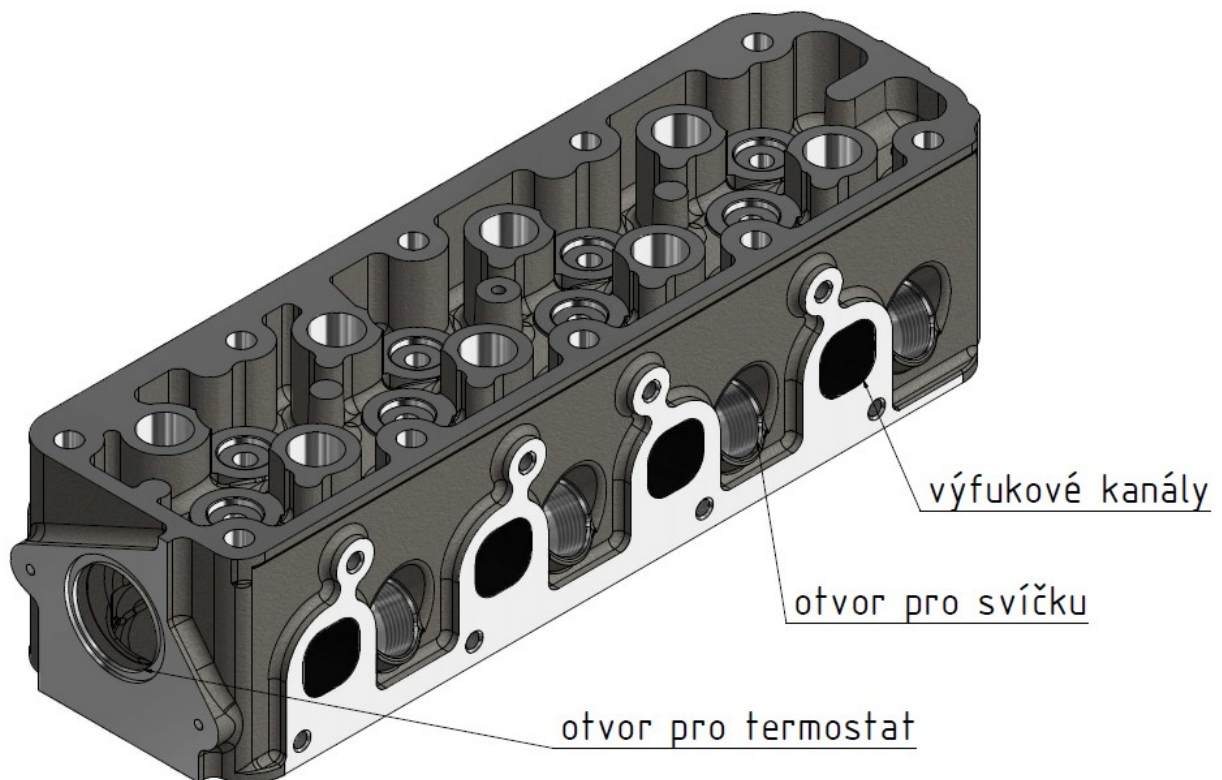
Olejová vana je vyrobena z plechu a je připevněna na klikovou skříň. Slouží k zachycování mazacího oleje, který je z ní čerpán, a který do ní následně stéká. Na dně vany se usazují olejem naplavené nečistoty.



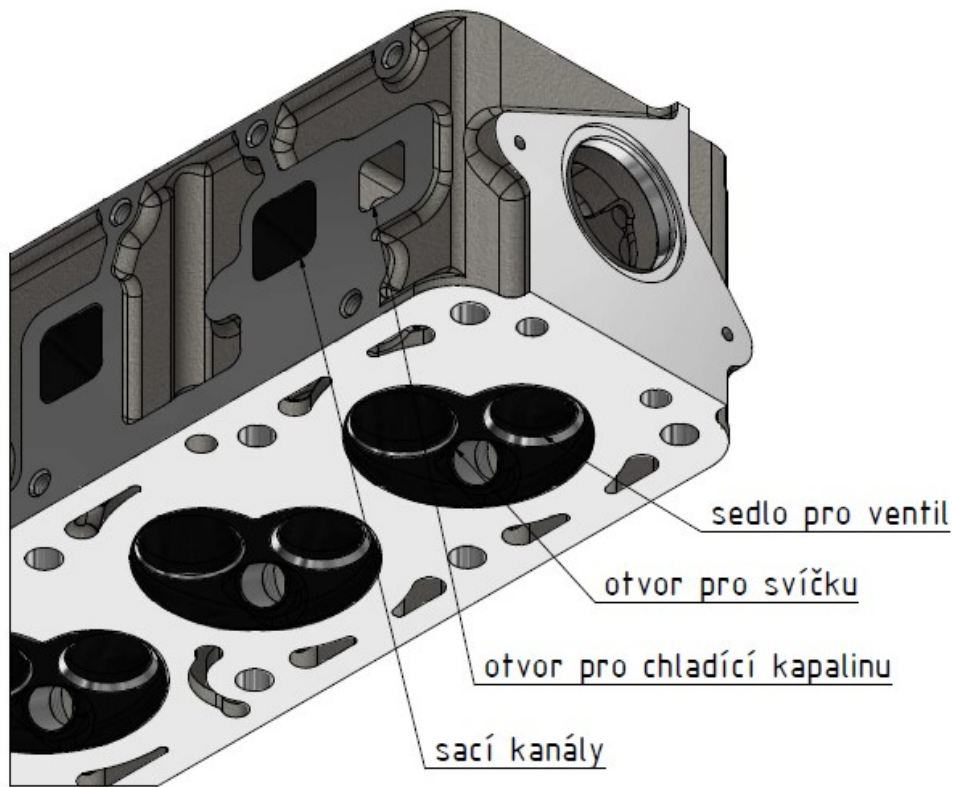
Obrázek 10 Model olejové vany

Hlava válců

Hlava válců vytváří, společně se dnem pístu, spalovací prostor, skrze sací a výfukové kanály také zajišťuje výměnu směsi. Jsou v ní umístěny části rozvodového mechanismu a svíčky zapalování. Je odlita z hliníkové slitiny, díky čemuž je lehká a dobře teplotně vodivá. Nevýhodou tohoto materiálu je vysoká cena a křehkost. Vyrábí se technologií lití do pískových forem. Tato součást je značně tepelně namáhaná, a proto jsou v ní vytvořeny kanály pro cirkulaci chladicí kapaliny. (1) (4)



Obrázek 11 Model hlavy válců 1



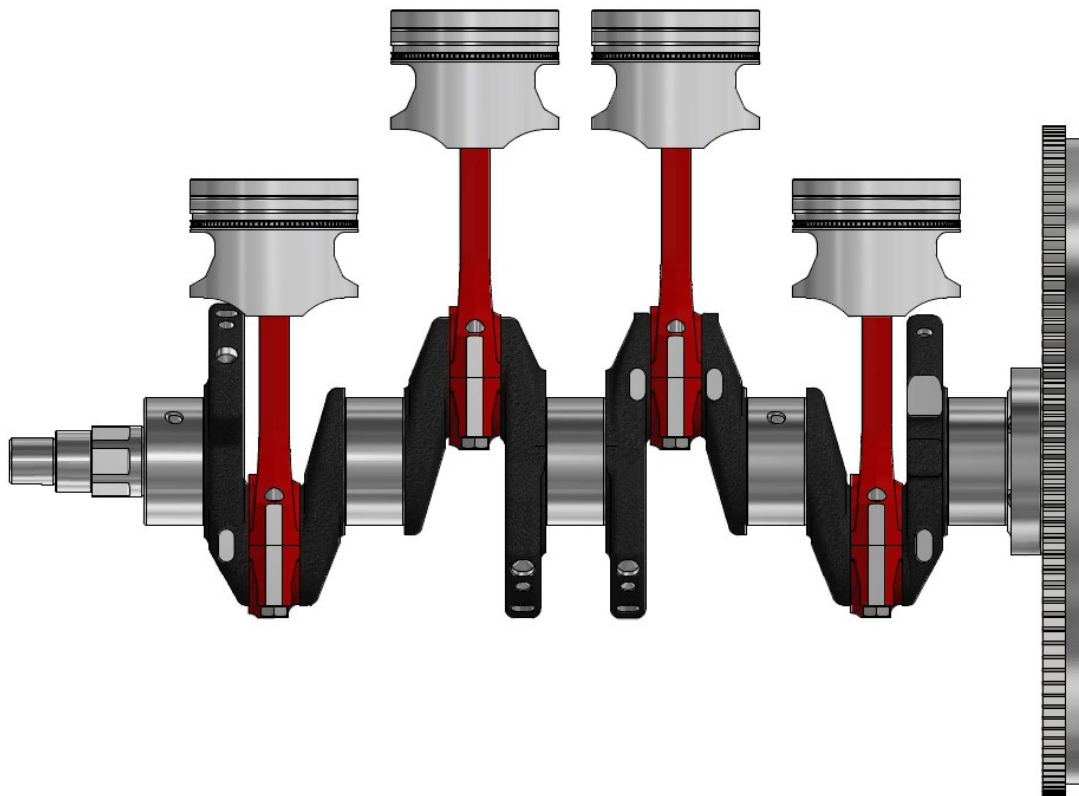
Obrázek 12 Model hlavy válců 2



Obrázek 13 Hlava válců

6.2 Klikový mechanismus

Klikové ústrojí převádí přímočarý pohyb pístu na pohyb rotační. Skládá se z klikové hřídele, ojnice, setrvačníku a dalších dílčích částí.



Obrázek 14 Model klikového mechanismu

6.2.1 Kliková hřídel

Kliková hřídel je spolu s ojnicí hlavním aktérem přeměny přímočarého pohybu. Její konstrukce částečně zabezpečuje zachytávání setrvačných sil a momentů pomocí protizávaží. Z pohybu klikové hřídele je odvozen pohyb rozvodového mechanismu a dalších pomocných agregátů motoru. Působením sil jsou v hřídeli vyvolané pružné kmity, které ji namáhají na tah, tlak, krut a ohyb, proto musí být konstrukce klikové hřídele tuhá ve vztahu k ohybovému a krouticímu zatížení, odolná proti opotřebení, hlavně v místech ložiskových čepů, a schopna dlouhodobě odolávat cyklickému zatížení.

Kliková hřídel je uložena v pěti ložiscích z důvodu minimalizace torzního a ohybového kmitání. Je vyrobena zápusťkovým kovááním a následně zušlechtěna na pevnost 650-800Mpa. Čepy jsou po kováání soustruženy, kaleny a následně broušeny. (4)



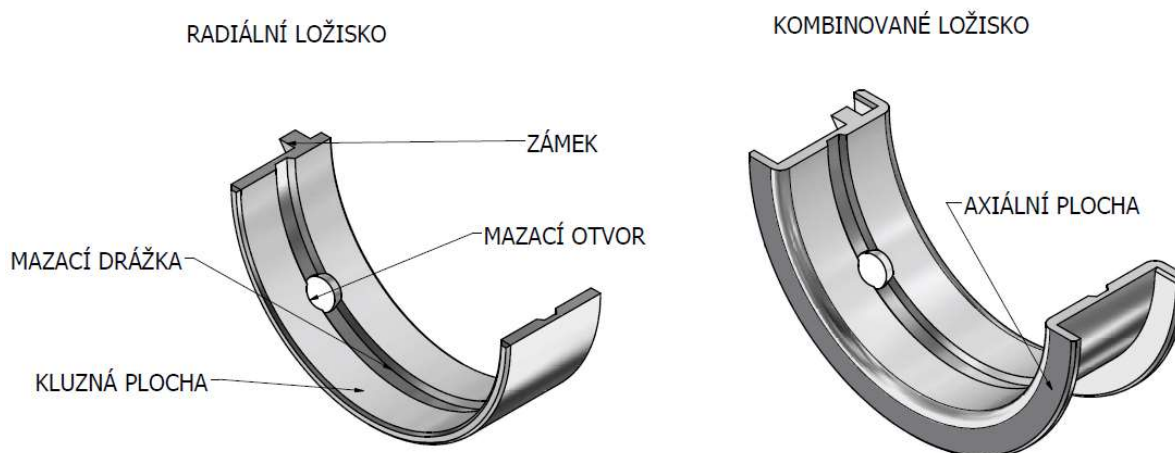
Obrázek 15 Kliková hřídel



Obrázek 16 Model klikové hřídele

Ložiska klikové hřídele

Ložiska slouží k minimalizování třecích ztrát vznikajících při otáčení klikové hřídele. V tomto případě jsou použita ložiska kluzná s tlakovým cirkulačním mazáním. Používají se ložiska radiální, ale také axiální, která zachycují síly vyvolané při odepnutí spojky (kombinovaná ložiska). Kluzné ložisko je rozděleno na dvě části a vyrobeno ze dvou materiálů. Zadní stěna je z oceli a na ni je připlátován kov ložiska s lepšími kluznými vlastnostmi (většinou hliník s aditivou cínu a mědi). (6) (1) (8)



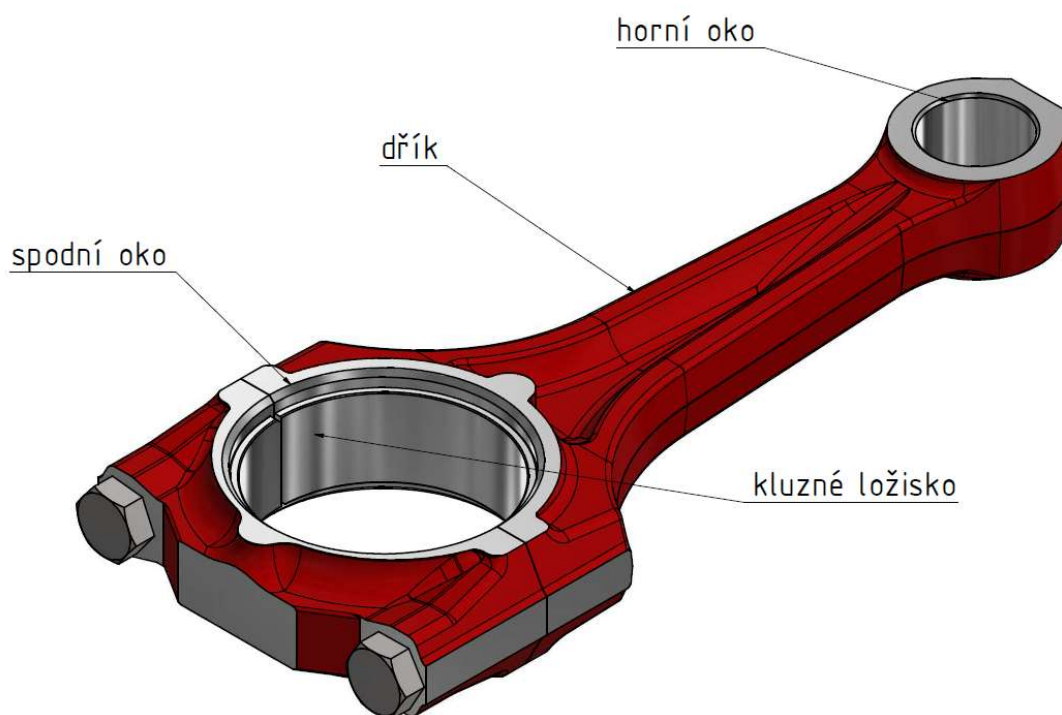
Obrázek 17 Ložiska klikové hřídele

6.2.2 Ojnice

Hlavním úkolem ojnice je přenos sil mezi pístem a klikovou hřídelí. Je únavově namáhána střídavě na tlak a na tah. Důležitým parametrem ojnice je tuhost ojničních ok, jejichž plochy jsou namáhány na otláčení. Při konstrukci ojnice se klade velký důraz na co nejnižší hmotnost, která hraje zásadní roli při výpočtu velikostí setrvačných sil. Ojnice je vyrobena zápusťkovým kováním ze zušlechtěné oceli. Pro spojení odřezané spodní části ojnice s horní částí jsou použity pevnostní šrouby třídy 10,9. Pro zlepšení třecích vlastností je mezi ojniční čep klikové hřídele a spodní ojniční oko vloženo kluzné ložisko. (8)



Obrázek 18 Sestava ojnice



Obrázek 19 Model sestavy ojnice

6.2.2.1 Pístní skupina

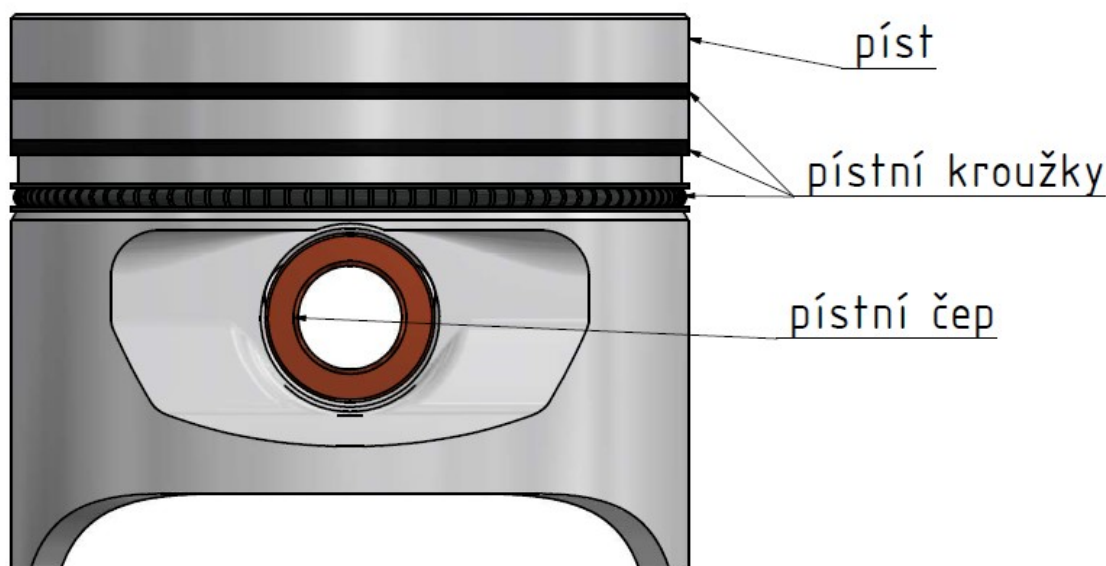
Pístní skupina je tvořena pístem, těsníci a stíracími kroužky a pístním čepem.

Hlavními úkoly těchto součástí jsou:

- Přenos síly od tlaků plynů na ojnici a zachycování bočních sil vyvolaných klikovým mechanismem a jejich přenos na stěnu válce.
- Utěsnění spalovacího prostoru, aby se minimalizoval únik motorového oleje do spalovacího prostoru a únik spalin do klikové skříně.
- Odvod tepla ze dna pístu do stěn válce. (4) (1)



Obrázek 20 Model pístní skupiny 1



Obrázek 21 Model pístní skupiny 2

Píst

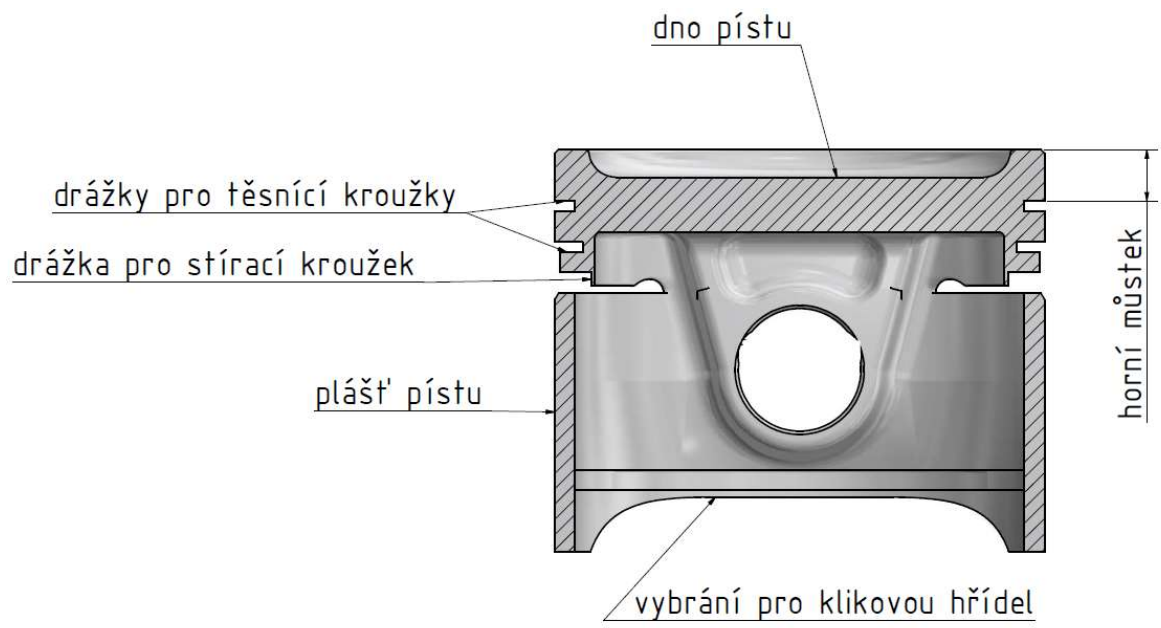
Píst je mechanicky zatěžován silami vyvolanými tlakem plynů, setrvačnými silami vyvolanými vratným pohybem pístu a teplotně je zatěžován vysokými teplotami spalin ve spalovacím prostoru. Toto zatížení je kombinace rázového a únavového namáhání.

Teplotně nejvíce namáhanou oblastí je dno pístu a horní můstek. Maximální teploty spalin mohou převyšovat 2000 °C. Největší část tepla (40-60%) odvádí těsnící kroužky, 20-30% je odváděno pláštěm pístu a zbylých 5-10% odvádí vzduch a olejová mlha zevnitř pístu do oleje v klikové skříni.

Část tepelného zatížení je způsobena třením pístu a pístních kroužků o stěnu válce. Tyto třecí ztráty tvoří asi 40% třecích ztrát v motoru.

Píst je vyroben z hliníkové slitiny, a proto by jeho maximální povrchová teplota neměla překročit hodnotu přibližně 320 °C, při které dochází k výraznému poklesu pevnosti této slitiny. Také teplota v první drážce pro pístní kroužek je velice důležitá, neměla by překračovat 220 °C, což je přibližná teplota karbonizace minerálních olejů. U olejů syntetických je tato hodnota asi o 20 °C vyšší.

Mezi pláštěm pístu a povrchem válce je vůle z důvodu teplotní roztažnosti. Zároveň však tato vůle musí být co nejmenší, aby se omezil únik spalin do klikové skříně. Z důvodu přítomnosti pístního čepu je materiál pístu nerovnoměrně rozmístěn, proto bývá jeho tvar eliptický. Po zahřátí se tvar pístu mění v kruhový. (1)



Obrázek 22 Řez pístem



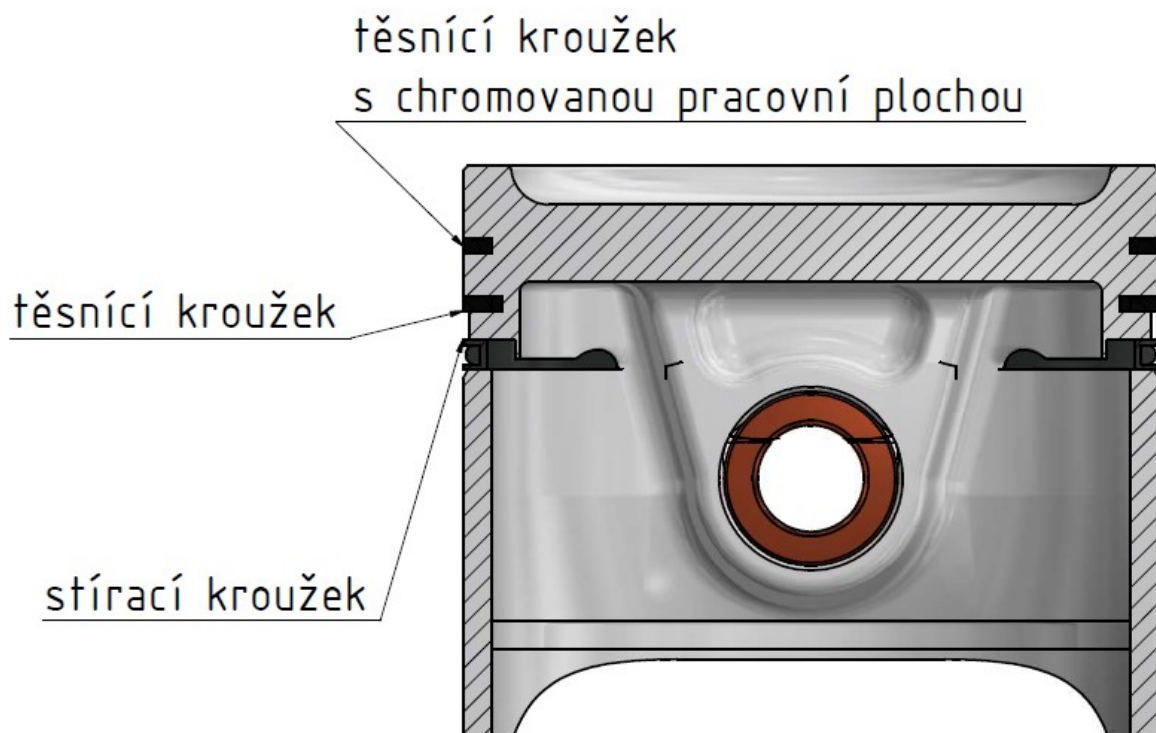
Obrázek 23 Píst

Pístní kroužky

Pístní kroužky se dělí na kroužky těsnící a stírací. Jejich základní funkcí je odvod tepla z pístu do stěn válce, utěsnění spalovacího prostoru a řízení mazání stěn válce. Stírací kroužky brání vniknutí oleje do spalovacího prostoru a vytváří vhodnou tloušťku mazací vrstvy. Těsnící kroužky zabraňují úniku spalín do klikové skříně a ve velké míře zabezpečují odvod tepla z pístu.

Těsnící pístní kroužek má obdélníkový průřez a je rozdělen. Mezi jednotlivými konci je tzv. zámková vůle, jejíž velikost je určena podle tepelné roztažnosti materiálu kroužku. V případě, že by vůle byla nedostatečná, mohlo by dojít i k prasknutí.

Vrchní a spodní stěna kroužku přenáší síly mezi kroužkem a stěnami drážek v pístu, je jemně broušena a zabezpečuje těsnost proti průniku spalín a oleje. Obvodová stěna kroužku, nazývaná hlavní těsnící plochou nebo pracovní plochou, zajišťuje utěsnění spalovacího prostoru a pro zlepšení kluzných vlastností je (pouze u prvního kroužku) galvanicky chromována. Těsnící kroužky jsou vyrobeny z šedé litiny a mají tvrdost asi 240 HB. (4)



Obrázek 24 Řez pístními kroužky



Obrázek 25 Stírací kroužek



Obrázek 26 Těsnící kroužek

Pístní čep

Pístní čep přenáší proměnné silové účinky mezi ojnicí a pístem. Je vyroben z materiálu 14 220 a je únavově namáhán na ohyb. Povrch čepu je cementovaný a kalený asi na 65 HRC do hloubky přes 1mm, aby byl dostatečně otěruvzdorný. Čep musí být dostatečně tuhý, aby v důsledku pružných deformací nedocházelo k lomu pístů v nábojích. Za studena je čep uložen volně v nálitcích pístu a s přesahem v ojnicním oku kvůli eliminaci nepříjemného klepání. Se stoupající teplotou se uložení v ojnicním oku též mění na posuvné. (6)



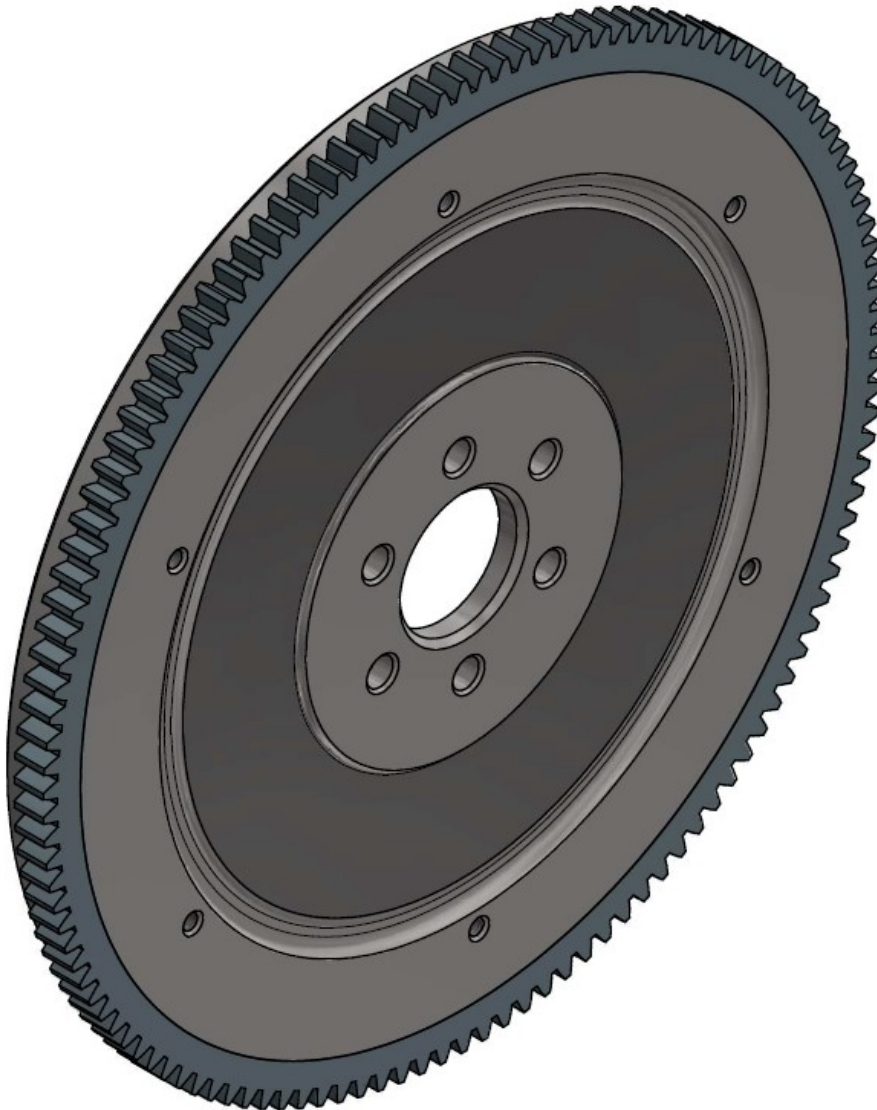
Obrázek 27 Pístní čep



Obrázek 28 Model pístního čepu

6.2.3 Setrvačnick

Setrvačnick slouží ke kumulaci energie, která je používána k překonání dolní a horní úvratě klikové hřídele. Při zrychlování je energie kumulována a při zpomalování vydávána, napomáhá se tak rovnoměrnosti chodu motoru. Je důležité, aby byl setrvačnick dokonale staticky a dynamicky vyvážený. Je odlit z šedé litiny, následně opracován a vyvážen. Na obvod setrvačnicku je nalisován ozubený věnec, který tvoří soukolí se startérem. (4)



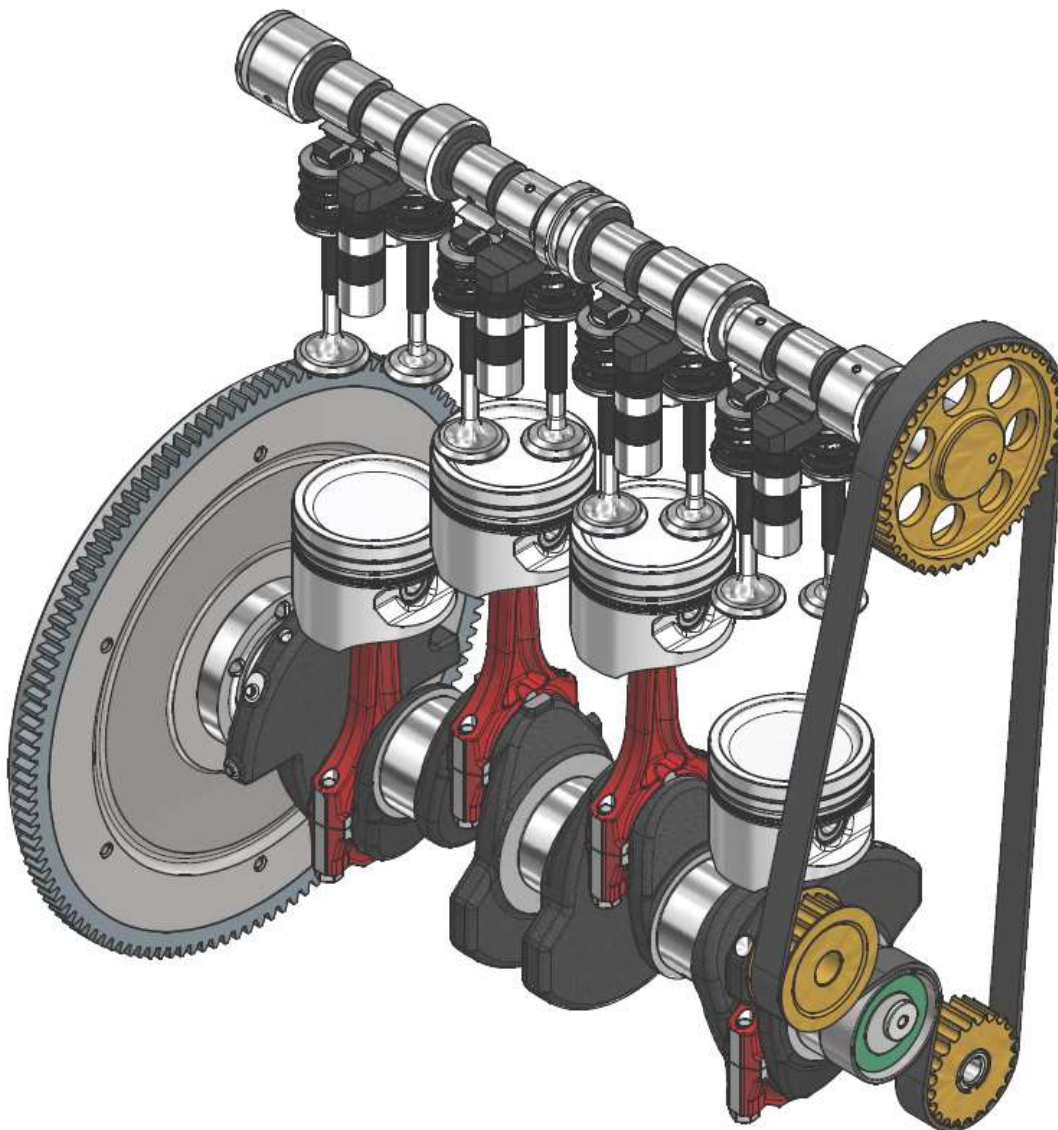
Obrázek 29 Model setrvačnicku



Obrázek 30 Setrvačnick

6.3 Rozvodový mechanismus

Primárním úkolem rozvodového mechanismu je řídit vstup směsi a výstup spalin ze spalovacího prostoru. Skládá se z vačkové hřídele, ventilového mechanismu a řemenového převodu. U tohoto motoru je použit rozvodový mechanismus konstrukce OHC (over head camshaft), vačková hřídel je tedy umístěna nad hlavou válců. Toto uspořádání je v současné době nejpoužívanější, protože na rozdíl od mechanismu OHV, kde je vačková hřídel umístěna vedle válců, neobsahuje dlouhý zdvihadlový mechanismus, tedy má nižší ztráty. (1) (4)



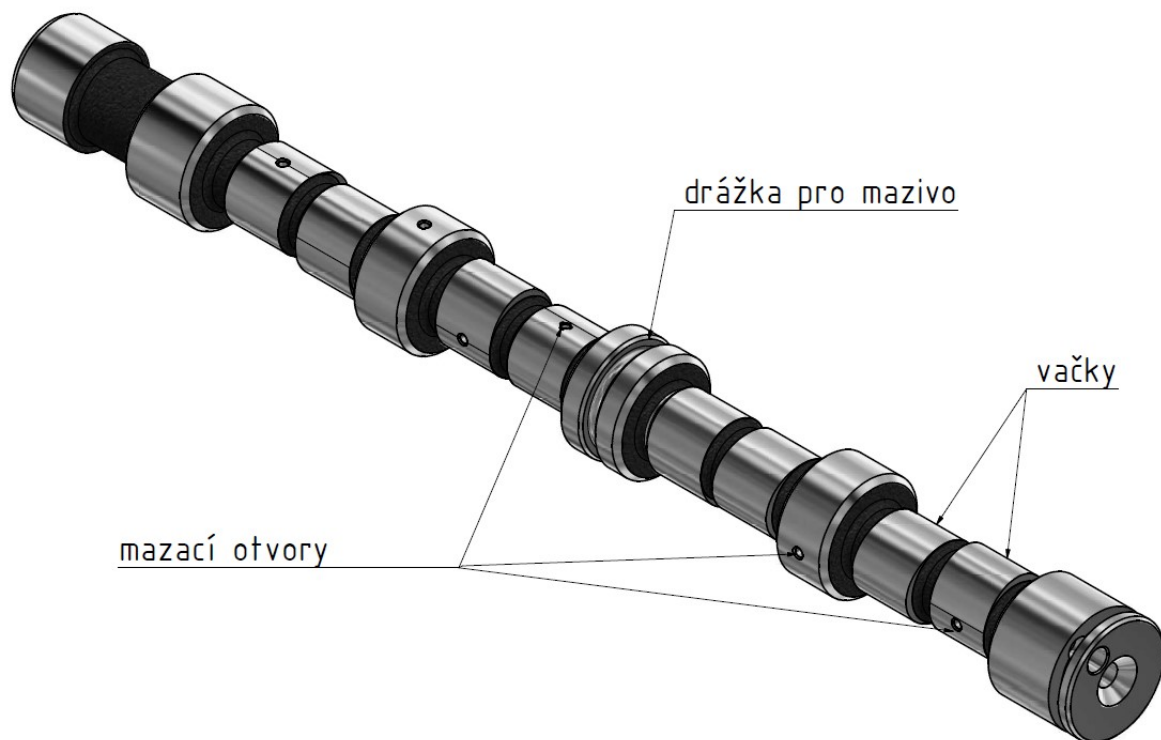
Obrázek 31 Model rozvodového mechanismu



Obrázek 32 Model vačkové hřídele a sestavy ventilů

6.3.1 Vačková hřídel

Vačková hřídel se skládá z čepů a vaček, čepy jsou uloženy v kluzných ložiscích vačkové komory, která je přišroubována na hlavu válců, a při otáčení řídí vačky tlakem na vahadla vstup a výstup médií ze spalovacího prostoru. Pohon vačkové hřídele je zprostředkován řemenovým kolem, jehož otáčky jsou s otáčkami klikové hřídele v poměru 1:2. Tento poměr vychází z principu práce čtyřtakového motoru. Vačková hřídel je vyrobena z cementační oceli a je povrchově kalena, aby měla vysokou otěru vzdornost. (1)



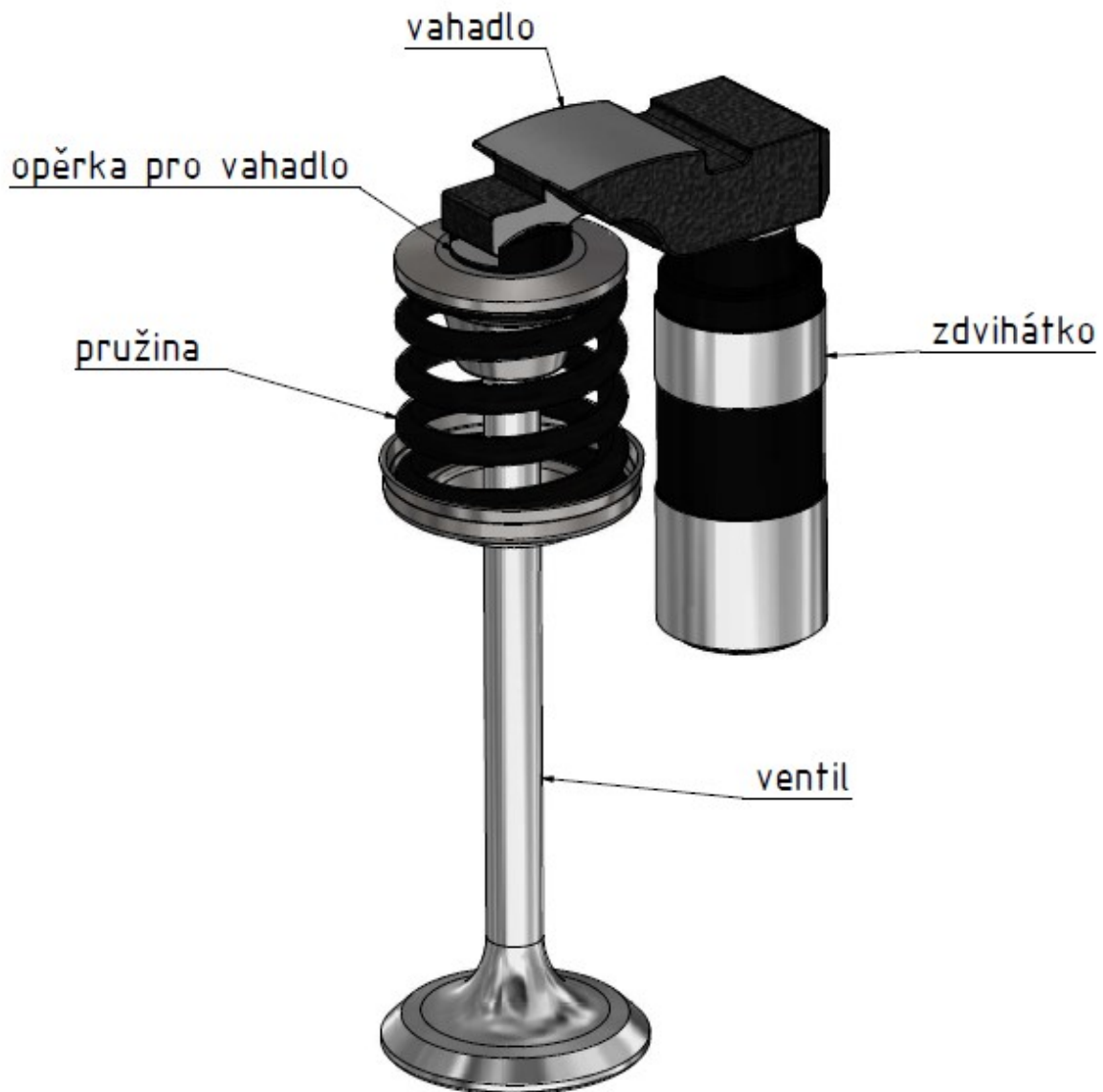
Obrázek 33 Model vačkové hřídele



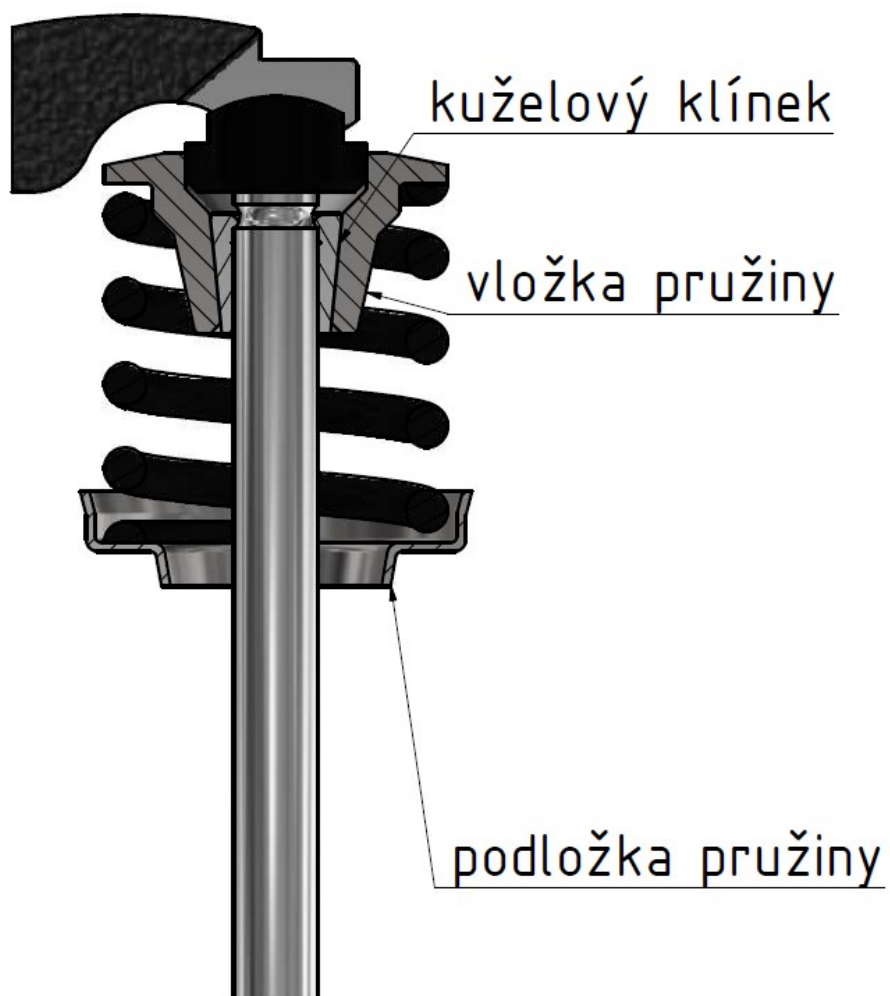
Obrázek 34 Vačková hřídel

6.3.2 Ventilový mechanismus

Ventilový mechanismus je poháněn vačkovou hřídelí, otevírá a zavírá sací nebo výfukové kanály a je umístěn v hlavě válců. Skládá se ze sacího nebo výfukového ventilu, ventilové pružiny, vložky pružiny, podložky pružiny, kuželových klínek, vahadla, opěrky pro vahadlo a hydraulického zdvihátka. (4)



Obrázek 35 Sestava ventilu



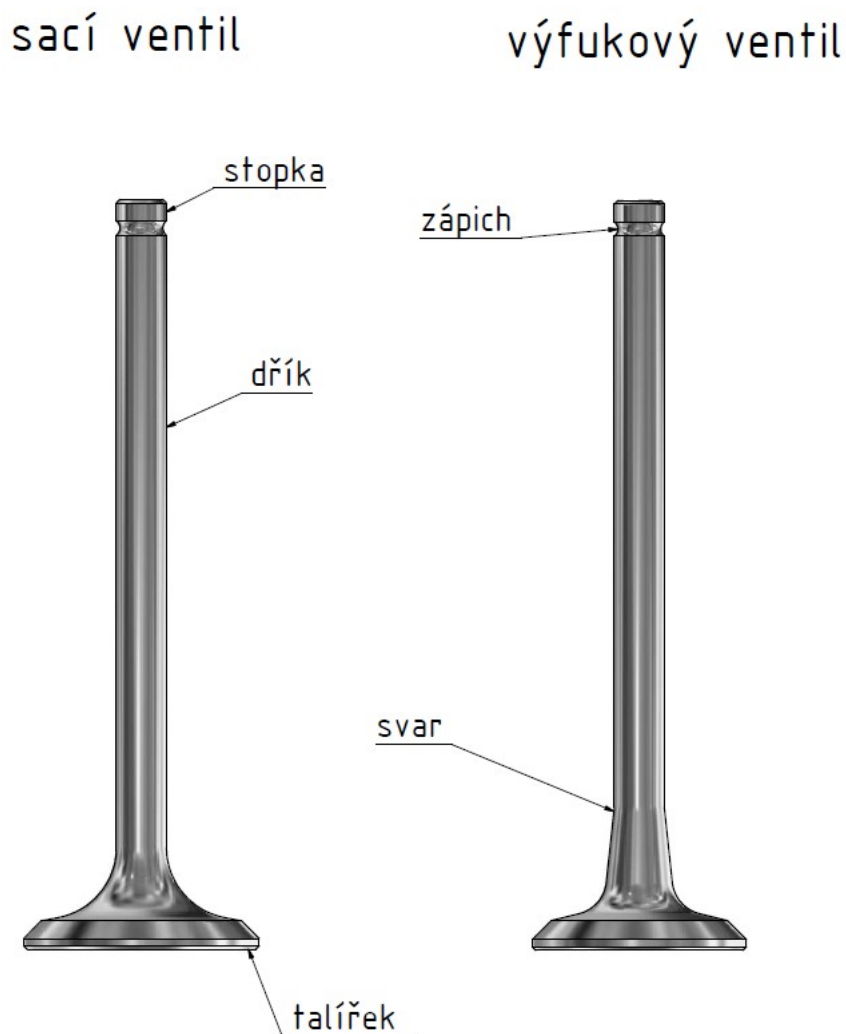
Obrázek 36 Řez sestavou ventilu

6.3.2.1 Ventil

Ventil přímo slouží k zavírání výfukových a sacích kanálů. Za provozu je zatížen dynamickými silovými účinky, vysokou rychlostí posouvání, velkými změnami a rozdíly teplot po celé délce ventilu, korozivními a abrazivními účinky spalin.

Sací ventil je monolitického provedení, je z jednoho kusu materiálu. Vyrábí se z martenzitické oceli. Nejdříve je petchován, následně soustružen. Dřík ventilu je cementován, kalen a nakonec broušen.

Výfukový ventil je bimetalového provedení, je ze dvou kusů materiálu různých vlastností. Na talířek ventilu z austenitické oceli je přivařen dřík z oceli martenzitické. Průměr talířku výfukového ventilu je menší než u ventilu sacího. Na stopce je kalený zápich, který slouží k zajištění ventilu. (4) (8)



Obrázek 37 Modely ventilů

6.3.2.2 Ventilová pružina

Ventilová pružina slouží k zavírání ventilu a po usednutí do sedla utěsnění spalovacího prostoru. Má konstantní stoupání závitů. Tuhost pružiny je určena podle maximálních otáček motoru.



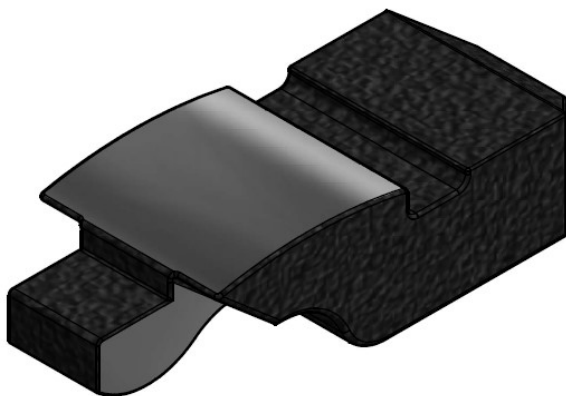
Obrázek 39 Ventilová pružina



Obrázek 38 Model ventilové pružiny

6.3.2.3 Vahadlo

Vahadlo je v přímém kontaktu s vačkou a slouží k otevírání ventilu. Styková plocha vahadla, která se tře s vačkou, plocha dosedající na opěrku ventilu a plocha jamky pro zdvihátko jsou kalené, aby byly dostatečně otěru vzdorné.



Obrázek 40 Model vahadla



Obrázek 41 Vahadlo 1



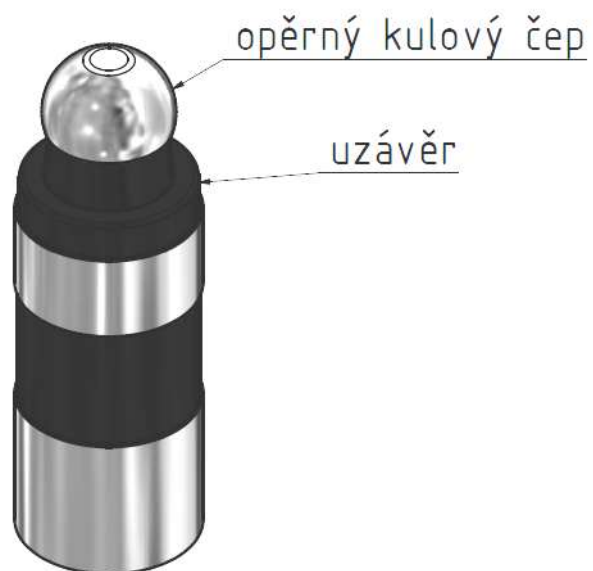
Obrázek 42 Vahadlo 2

6.3.2.4 Zdvihátko

Zdvihátko slouží k vymezení vůle ventilu. Má v sobě zabudovaný hydraulický mechanismus a je samočinné. Jako hydraulické médium mu slouží mazací olej.



Obrázek 44 Hydraulické zdvihátko

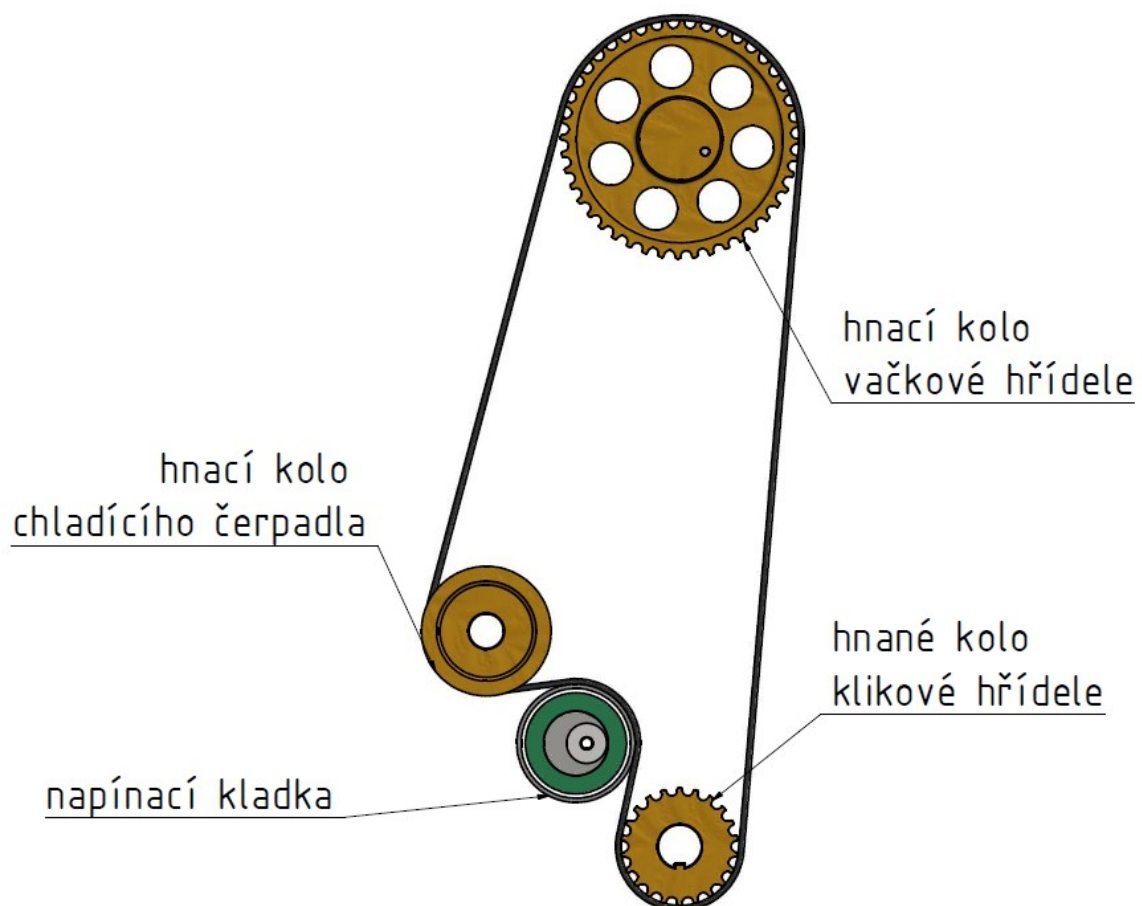


Obrázek 43 Model hydraulického zdvihátka

6.3.3 Pohon vačkové hřídele

Vačková hřídel je poháněna klikovou hřídelí, ubírá tedy část výkonu motoru. K převodu kroutícího pohybu slouží řemenový převod. Hnací kolo je umístěno na předním konci klikové hřídele (na zadním konci je setrvačnik). Pro správný chod motoru je důležité, aby bylo časování ventilů velice přesné, proto je zde použito ozubeného řemene, aby byla zaručena vzájemná poloha klikové a vačkové hřídele.

Rozvodový řemen bývá vyroben z polyuretanu, kaučuku nebo neoprenu a bývá vyztužen ocelovými, skelnými vlákny nebo kevlar. Musí být chemicky odolný vůči oleji a mazivům. Před účinky okolní atmosféry je chráněn plastovým krytem. Výhodami ozubeného řemene, na rozdíl od rozvodového řetězu, je nízká hmotnost a nízká hlučnost. Aby nedocházelo k přeskokování zubů, je řemen napínán napínací kladkou. Ozubeným převodem je také poháněno čerpadlo chladicího obvodu. (4)

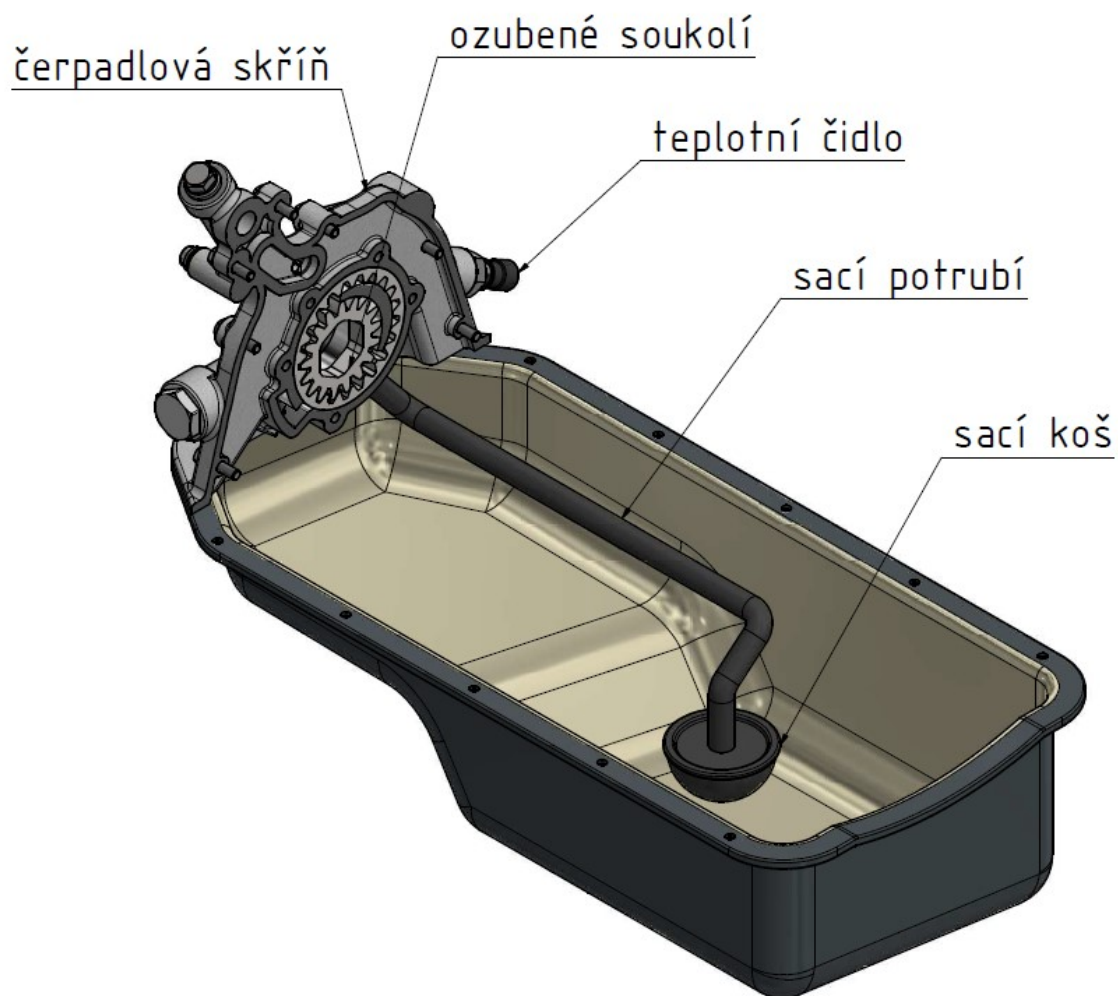


Obrázek 45 Model pohonu vačkové hřídele

6.4 Mazání

Mazací systém je tvořen olejovým čerpadlem, zásobníkem oleje a mazacími kanály. Jeho hlavním úkolem je zabezpečit dodávku oleje k třecím plochám motoru. Olej vytvoří mezi plochami tenkou vrstvu, jíž je buď úplně, nebo částečně odděluje. Kvalitním mazáním se zvyšuje životnost komponent a snižují se mechanické ztráty motoru. Dalším účinkem proudění oleje je částečný odvod tepla z některých komponent, jako třeba klikové hřídele, do olejové vany.

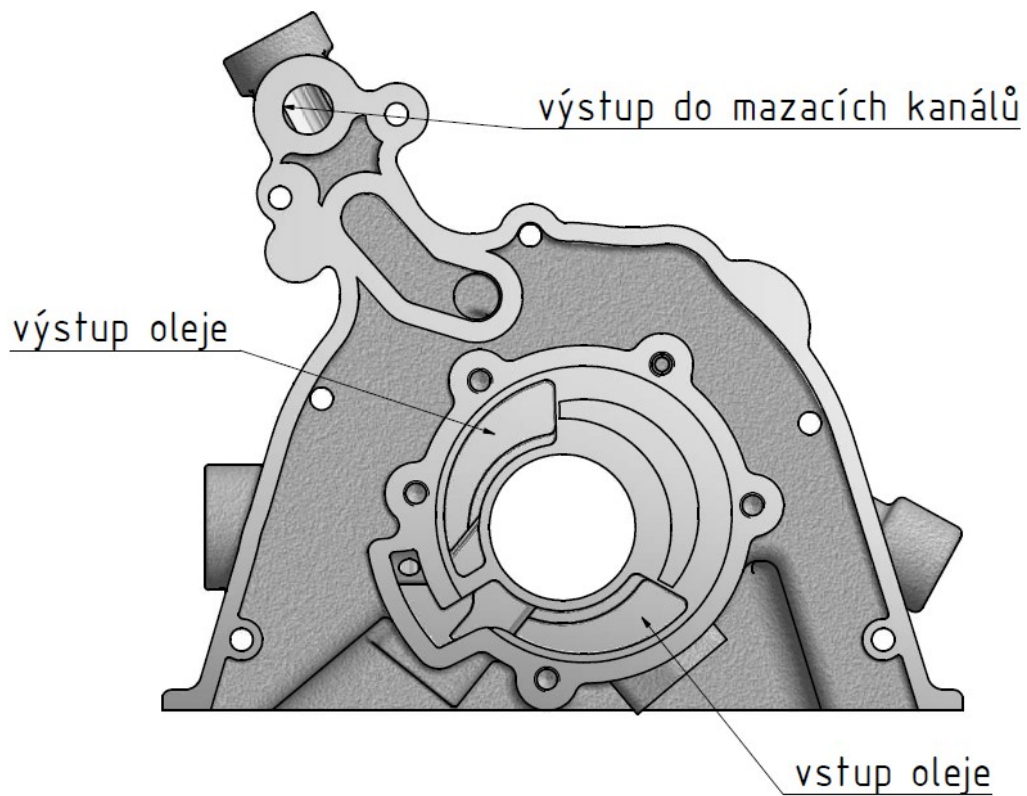
Systém mazání tohoto motoru je kombinací mazání cirkulačního a mazání rozstříkem. (4)



Obrázek 46 Model mazací sestavy

6.4.1 Olejové čerpadlo

Olejové čerpadlo je zdrojem tlaku v mazacím obvodu. Je poháněno klikovou hřídelí a je tvořeno skříní a vnitřním ozubeným soukolím. V čerpadlové skříní je také umístěno tepelné čidlo pro kontrolu teploty média. Čerpadlo saje olej z olejové vany sacím potrubím přes sací koš, který slouží jako hrubý filtr.



Obrázek 47 Model skříně olejového čerpadla



Obrázek 48 Skříň olejového čerpadla



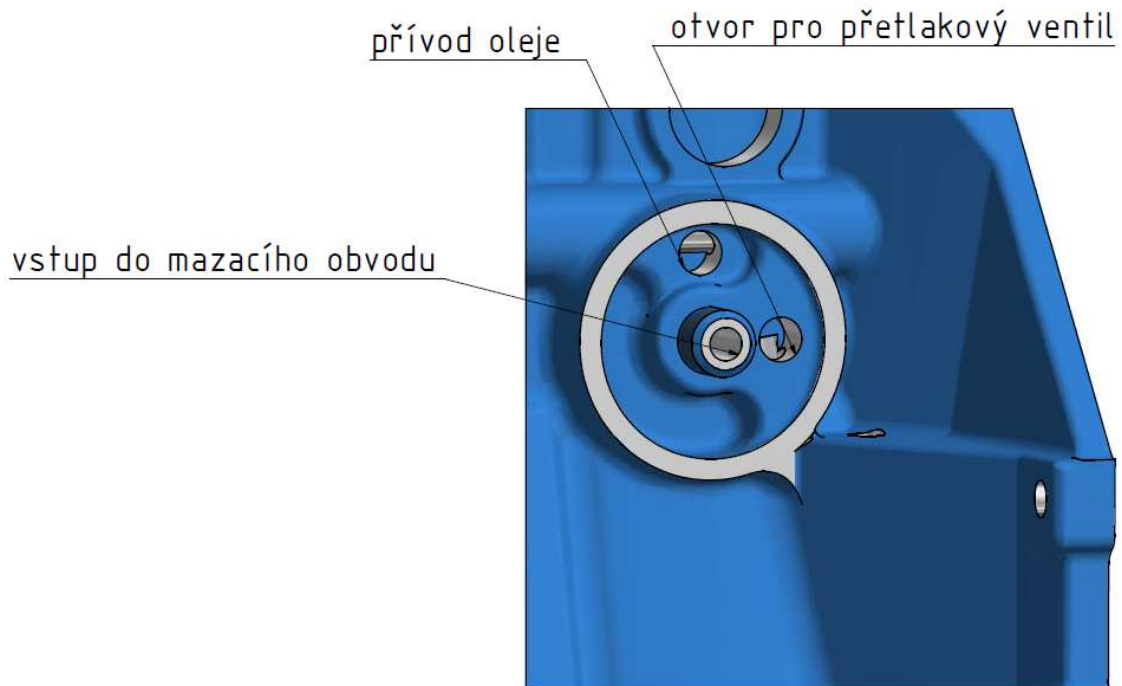
Obrázek 49 Soukolí olejového čerpadla



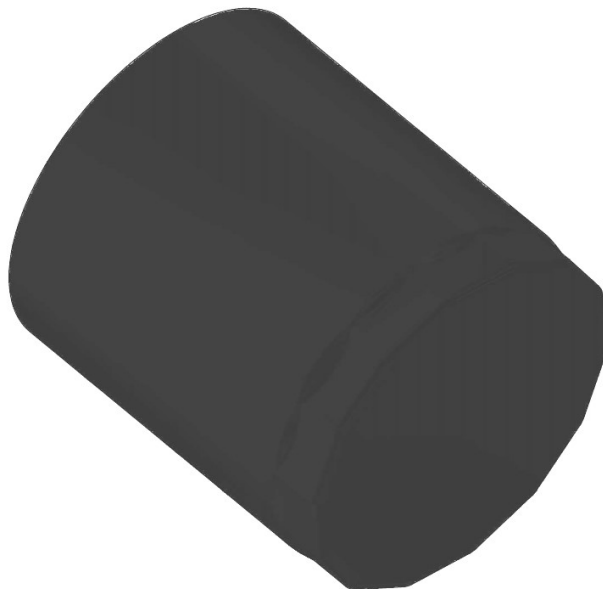
Obrázek 50 Model soukolí olejového čerpadla

6.4.2 Olejový filtr

Olejový filtr zachycuje částičky karbonu, ocelové nečistoty vzniklé otěrem a nečistoty, které se do oleje dostali z nasávaného vzduchu. Zapojení filtru je v tomto případě plnoprůtokové, filtrem proudí všechno olej dodávaný čerpadlem do mazacího obvodu. Filtr je schopen zachytit částice větší než 2 mikrometry.



Obrázek 51 Model umístění olejového filtru



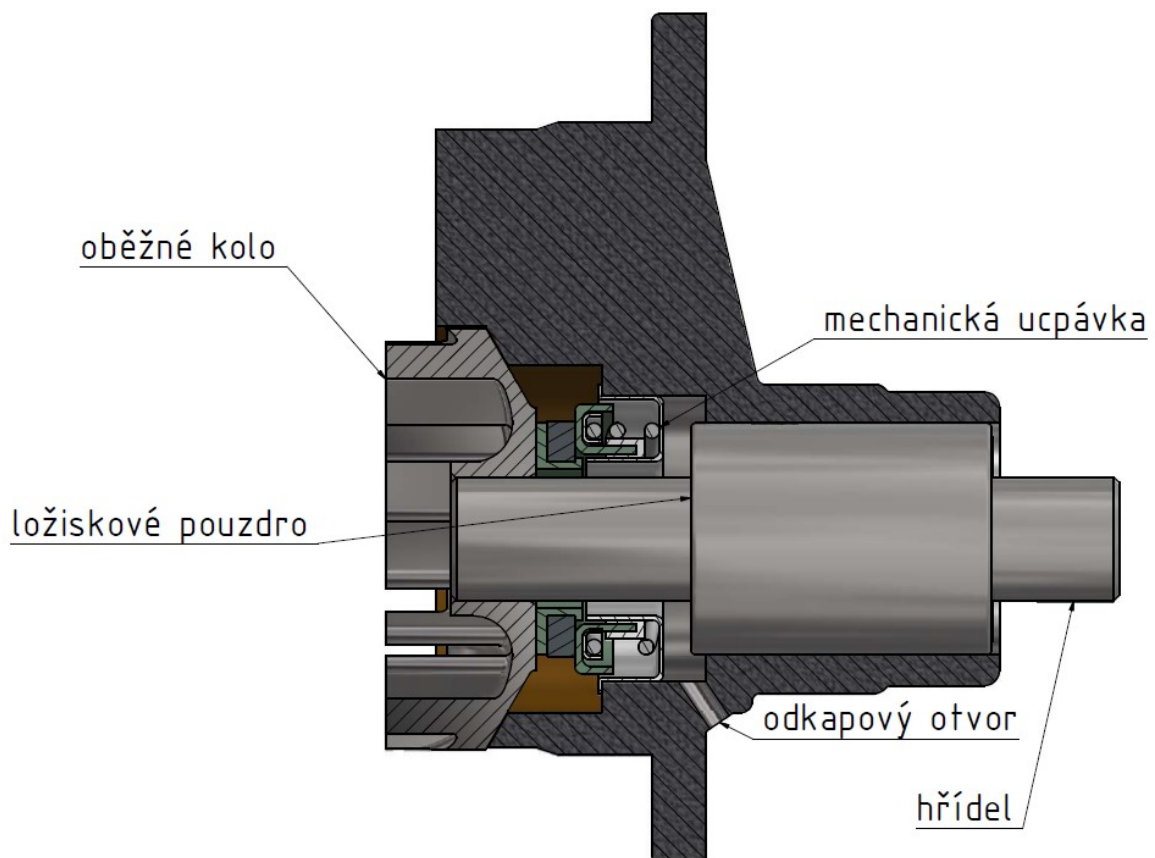
Obrázek 52 Model olejového filtru

6.5 Chlazení

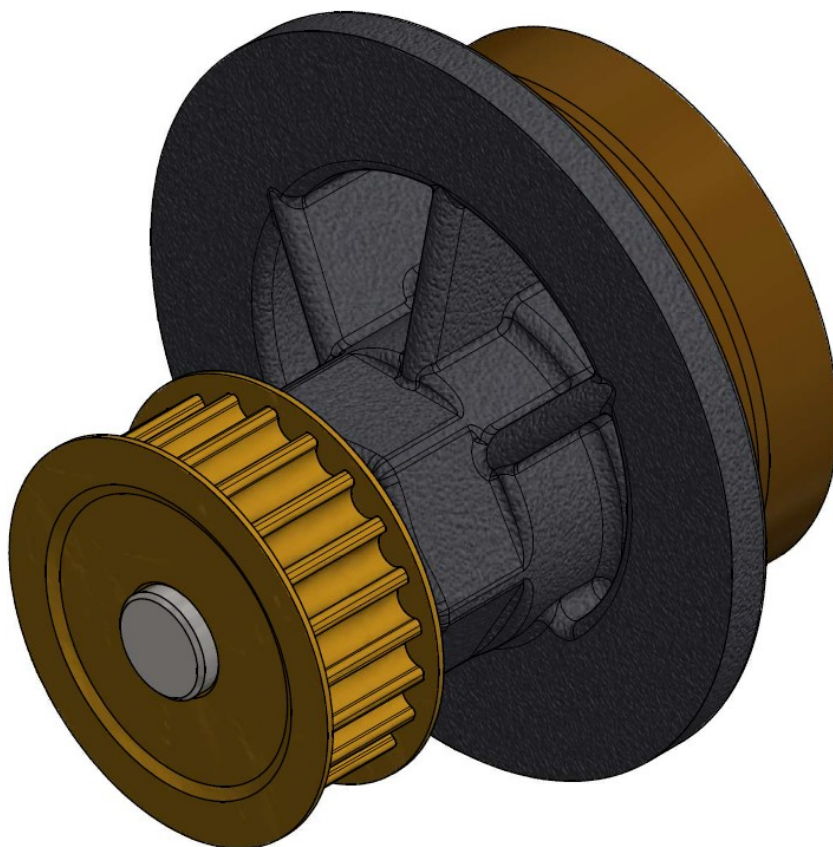
Motor popisovaný v této práci je chlazen kapalinou. Kapalina slouží jako teplotní médium, které odvádí přebytečné teplo z motoru a pomocí výměníku tepla (chladiče) je předává do okolního prostředí. Kromě odvodu tepla je úkolem chladicí soustavy také udržovat motor ve správné provozní teplotě. Jako teplotní médium je užitá destilovaná voda s přísadami proti zamrznání. Proudění chladicí kapaliny zabezpečuje oběhové čerpadlo. (4)

6.5.1 Oběhové čerpadlo

Čerpadlo chladicí kapaliny zajišťuje potřebnou rychlost proudění kapaliny v oběhu kolem stěn válců a hlavy motoru. Čerpadlo je jednostupňové odstředivé. Oběžné kolo je odlito z šedé litiny a nasazeno na hřídel ložiska. Na druhé straně ložiska je nalisována řemenice poháněná rozvodovým řemenem. O utěsnění prostoru mezi oběžným kolem a ložiskem se stará mechanická ucpávka. Těleso čerpadla je rovněž vyrobeno z šedé litiny. Ložisko je dvouřadé, přičemž jedna řada je kuličková a druhá válečková.



Obrázek 53 Řez chladičím čerpadlem



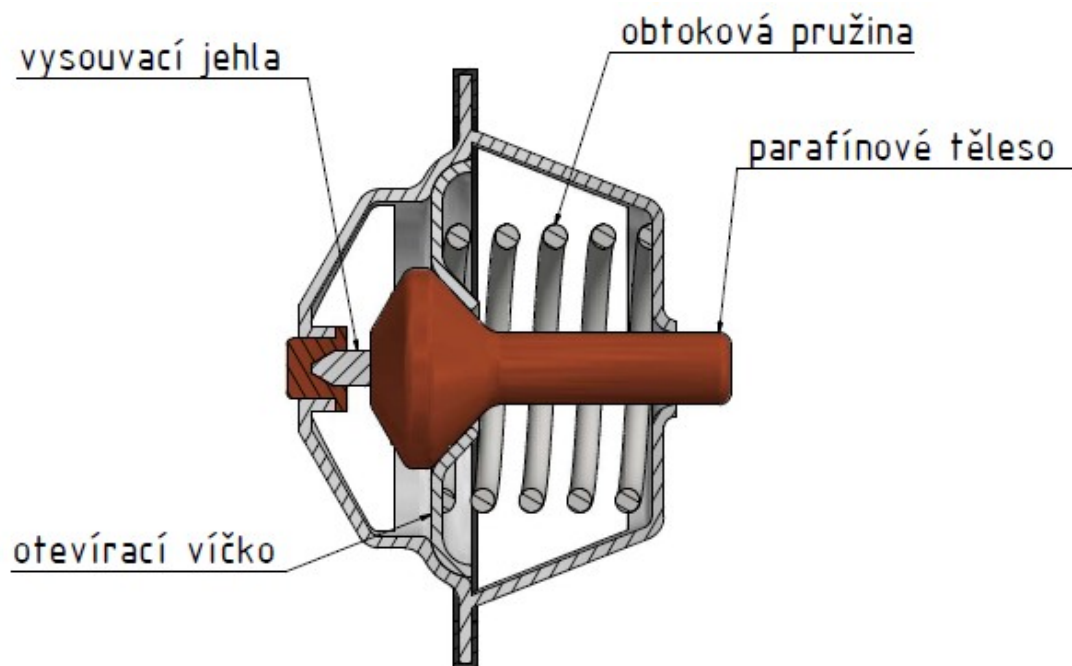
Obrázek 54 Model chladícího čerpadla



Obrázek 55 Chladící čerpadlo

6.5.2 Termostat

Termostat napomáhá rychlému ohřevu motoru a redukuje kolísání teploty chladicí kapaliny. Je to automatický tepelný ventil a je umístěn na výstupu chladicí kapaliny z motoru v hlavě válců. Při prvotním zahřívání motoru je uzavřen a chladicí médium proudí v takzvaném malém okruhu. Při dosažení teploty kolem 75 °C se začíná jehla termostatu vysouvat a otvírá tak výstup z malého chladicího obvodu do chladiče. Termostat je plně otevřený při teplotě asi 95 °C. (4)



Obrázek 56 Řez termostatem



Obrázek 57 Model termostatu

7 Kontrolní výpočet pístního čepu

Při výpočtu budu vycházet z následujících parametrů. (7)

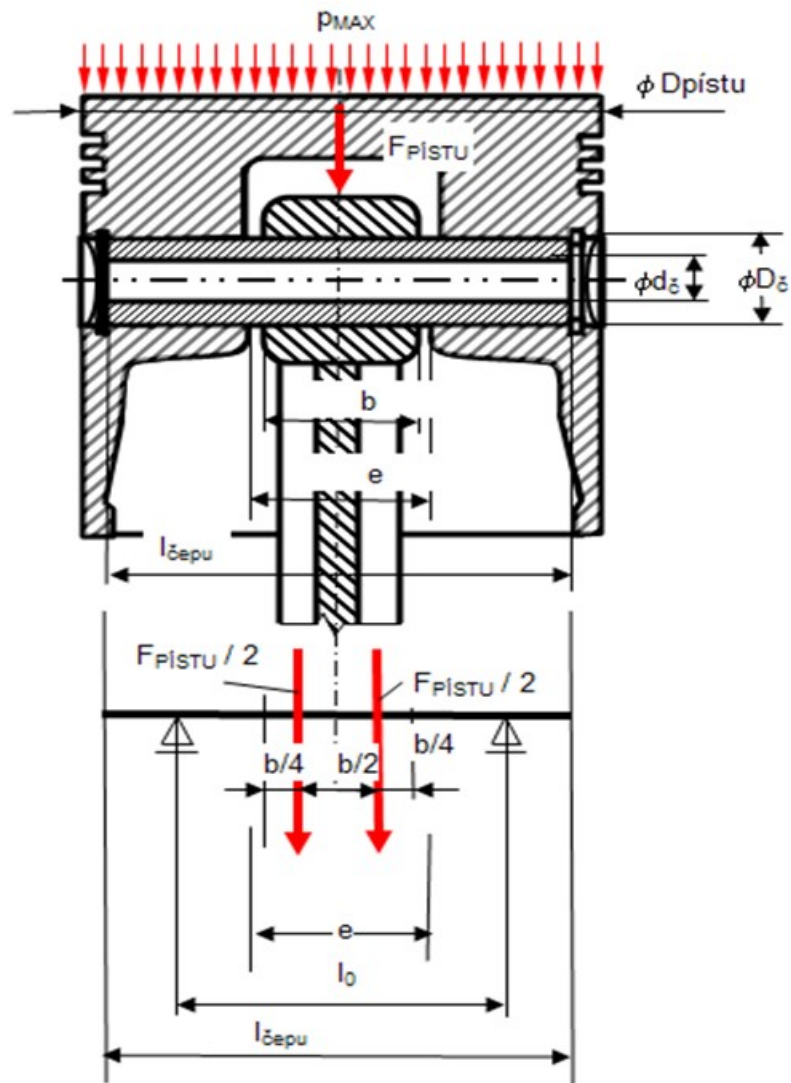
Parametry motoru

P – Výkon	33 kW
λ - rozměrový součinitel	1
n - otáčky(1/min)	5600 min⁻¹
f - frekvence otáčení	93,333 s⁻¹
i - počet válců	4
D - průměr válce	72 mm
L- zdvih	72 mm

Parametry pístního čepu

vnější průměr $D_{p\check{c}}$ =	18 mm
vnitřní průměr čepu $d_{\check{c}}$ =	11 mm
délka čepu $l_{\check{c}}$ =	50 mm
vybrání pro ojnici e =	25 mm
šířka pístního oka ojnice b =	17 mm
Materiál	14 220
Dovolené napětí v ohybu σ_{do}	180 MPa

Schéma zatížení pístního čepu



Obrázek 58 Schéma zatížení pístního čepu

Dopočítání parametrů

zdvihový objem

$$V_z = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 72^2}{4} \cdot 72 = 0,000293148 \text{ m}^3$$

Střední indikovaný tlak

$$p_{stř} = \frac{2 \cdot P}{V_z \cdot f \cdot i} = \frac{2 \cdot 33000}{0,000293148 \cdot 93,333 \cdot 4} = 603058,99 \text{ Pa}$$

Výpočet zatěžující síly

Střední síla na pístu

$$F_{stř} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p_{stř}}{4} = \frac{\pi \cdot 0,072^2 \cdot 603058,99}{4} = 2455,36 \text{ N}$$

Maximální síla na pístu

$$F_{max} = 3 \cdot F_{stř} = 3 \cdot 2455,36 = 7366,07 \text{ N}$$

7.1 Výpočet početní metodou

Výpočet zatížení pístního čepu

Výpočet ohybového momentu

$$M_o = \frac{F_{max}}{4} \cdot \left(l_o \cdot \frac{b}{2} \right) = \frac{7366,07}{4} \cdot \left(37,5 \cdot \frac{17}{2} \right) = 53404,02 \text{ N/mm}$$

Výpočet modulu průřezu v ohybu

$$W_o = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_{pč}^4 - d_{č}^4}{D_{pč}} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{18^4 - 11^4}{18} = 492,7 \text{ mm}^3$$

Výpočet napětí v ohybu

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{53404,02}{492,7} = 108,391 \text{ MPa}$$

Ověření pevnostní podmínky

$$\sigma_o \leq \sigma_{od}$$

$$108,391 \leq 180$$

Dle zvolených parametrů a způsobu výpočtu čep vyhovuje.

7.2 Výpočet v programu Autodesk Inventor

Zadání vstupních hodnot

Materiál

Ocel

Modul pružnosti v tahu E 206000 MPa

Modul pruž. ve smyku G 80000 MPa

Hustota P 7860 kg/m³

Vlastnosti výpočtu

Použít hustotu

Použít součinitel smykového posunutí 1,188 ul

Počet dělení hřídele 1000 ul

Režim redukovaného napětí HMM

Zatížení a podpory

Zatížení

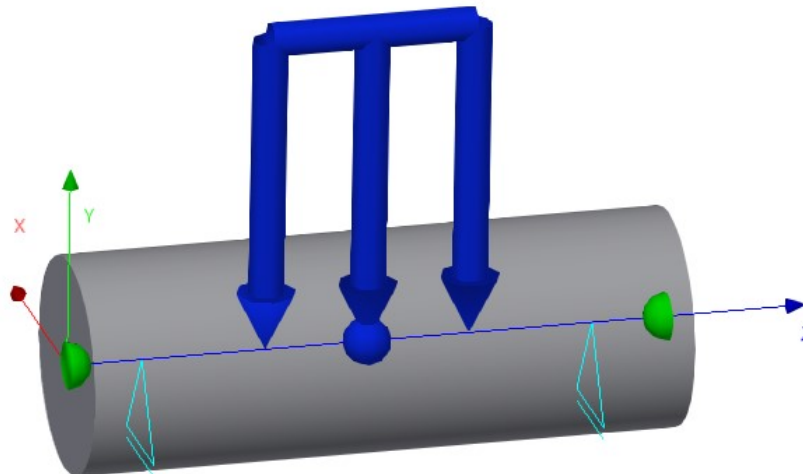
Spojité zatížení

Náhled 2D

Výsledky

L	50,000 mm
Hmotnost	0,063 kg
σ_B	108,395 MPa
τ_S	23,102 MPa
τ	0,000 MPa
σ_T	0,000 MPa
σ_{red}	108,395 MPa
f_{max}	13,035 microm
ϕ	0,00 deg
1. zatížení	
f_Y	-9,560 microm
f_X	0,000 microm
f_Y	-9,577 microm
f_X	0,000 microm
1. podpora	
F_Z	0,000 N
F_Y	3683,357 N
F_X	0,000 N
Y_Y	0,000 microm/N
f_Y	-0,000 microm
f_X	0,000 microm
2. podpora	
F_Z	0,000 N
F_Y	3683,357 N
F_X	0,000 N
Y_Y	0,000 microm/N
f_Y	-0,017 microm
f_X	0,000 microm

Obrázek 59 Zadání vstupních hodnot



Obrázek 60 Model zatížení pístního čepu

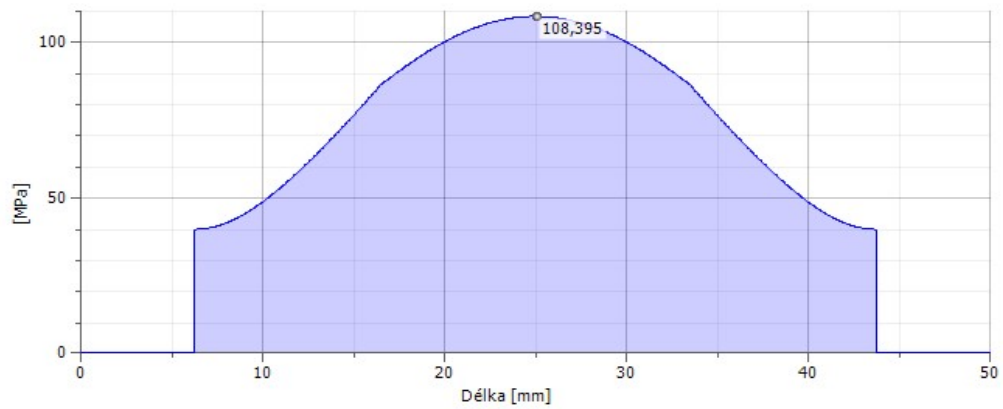
Výsledné hodnoty a grafy

☐ Výsledky

Délka	L	50,000 mm
Hmotnost	Hmotnost	0,063 kg
Maximální napětí v ohybu	σ_B	108,395 MPa
Maximální smykové napětí	τ_S	23,102 MPa
Maximální napětí v krutu	τ	0,000 MPa
Maximální napětí v tahu	σ_T	0,000 MPa
Maximální redukované napětí	σ_{red}	108,395 MPa
Maximální průhyb	f_{max}	13,035 microm
Úhel zkroucení	φ	0,00 deg

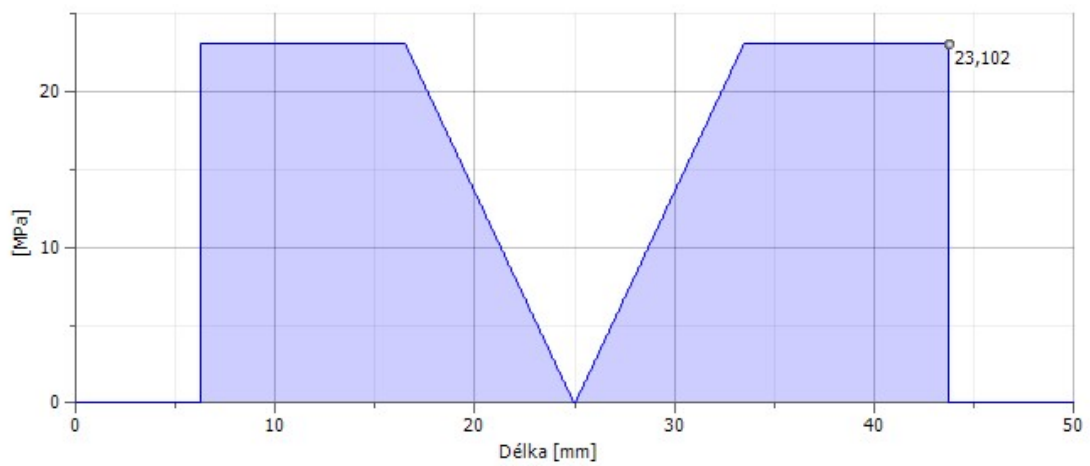
Obrázek 61 Výsledky výpočtu

☐ Redukované napětí



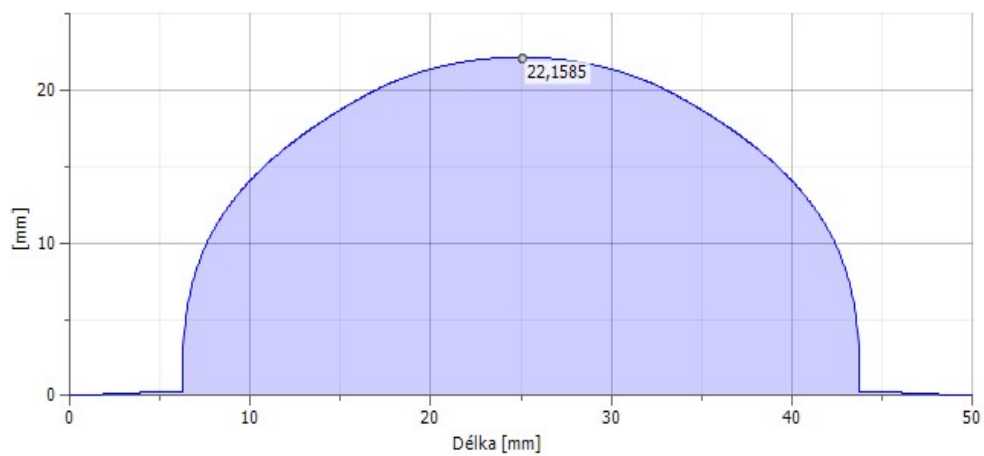
Obrázek 62 Graf redukovaného napětí

☐ Smykové napětí



Obrázek 63 Graf smykového napětí

☐ Ideální průměr



Obrázek 64 Graf ideálního průměru

7.3 Porovnání výsledků

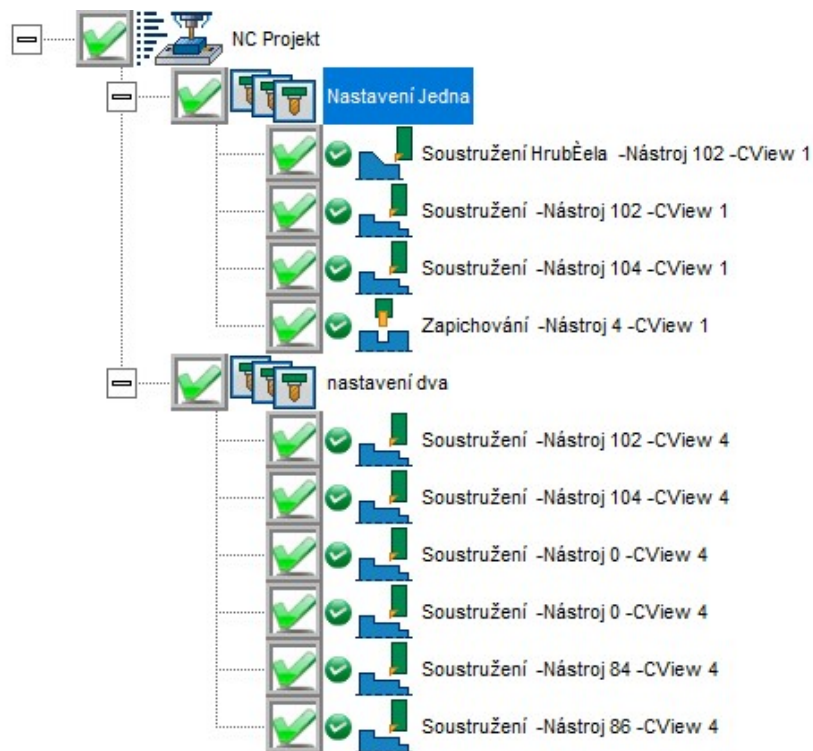
Při výpočtu početní metodou vyšlo maximální ohybové napětí 108,391 MPa, což se od výsledku při výpočtu v Inventoru, který byl 108,395 MPa, liší pouze o 4 tisíciny. Vycházíme-li z předpokladu, že výpočet v Inventoru je téměř reálný, můžeme vzhledem k nepatrnému rozdílu obou výsledků označit výpočet početní metodou za velmi přesný.

8 Technologická část

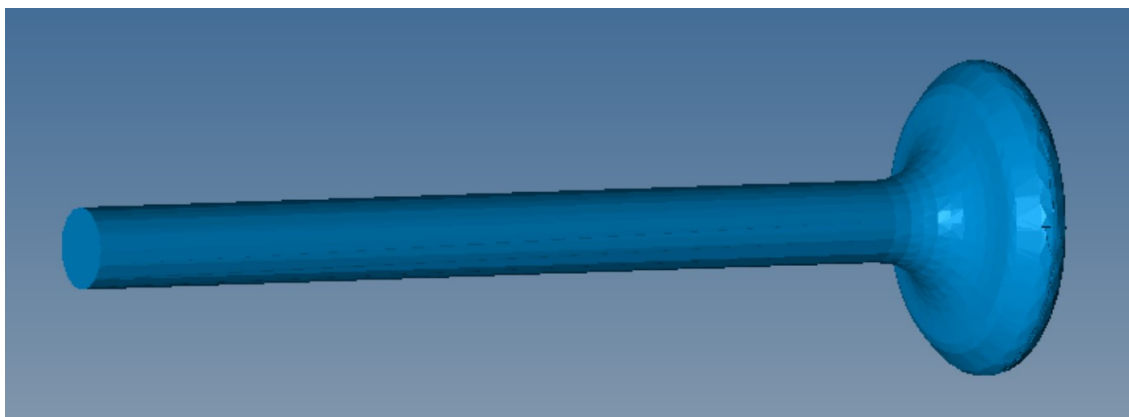
V této části popíšu postup obrábění sacího ventilu (čv.: 4.C – 07 – 01 – 01) a vložky pružiny (čv.: 4.C – 07 – 01 – 04). K vypracování postupu obrábění těchto součástí jsem použil program Surfcam. Operační listy jsou vloženy v přílohách.

8.1 Obrobení sacího ventilu

K obrobení sacího ventilu jsem použil technologii soustružení. Jako polotovar jsem použil model výkovku a soustružení jsem provedl ve dvou nastaveních.



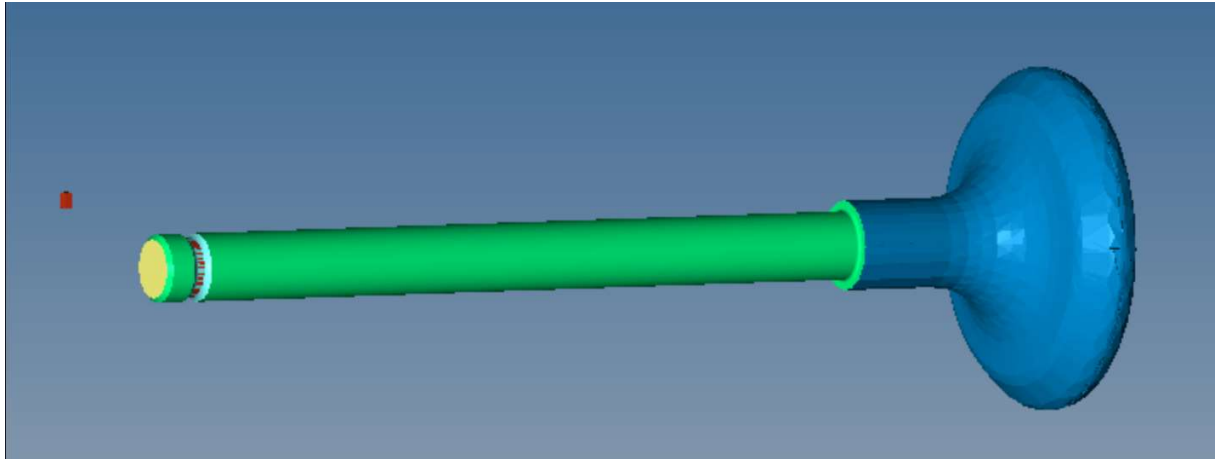
Obrázek 65 Seznam operací pro sací ventil



Obrázek 66 Polotovar pro sací ventil

8.1.1 Nastavení jedna sacího ventilu

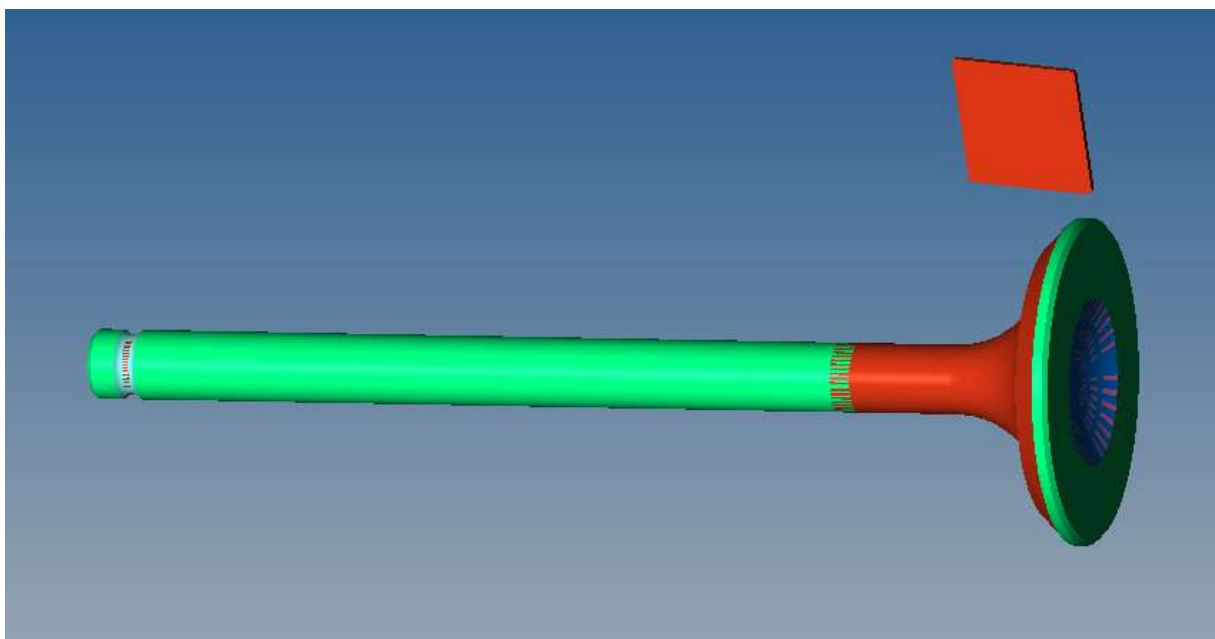
V tomto nastavení jsem zarovnal čelo dříku, vyhruboval a dokončil dřík v délce 85 mm. Poslední operací bylo zapichování drážky pro zámek ventilu. Polotovár byl upnut do měkkých čelistí.



Obrázek 67 Nastavení jedna ventilu

8.1.2 Nastavení dva sacího ventilu

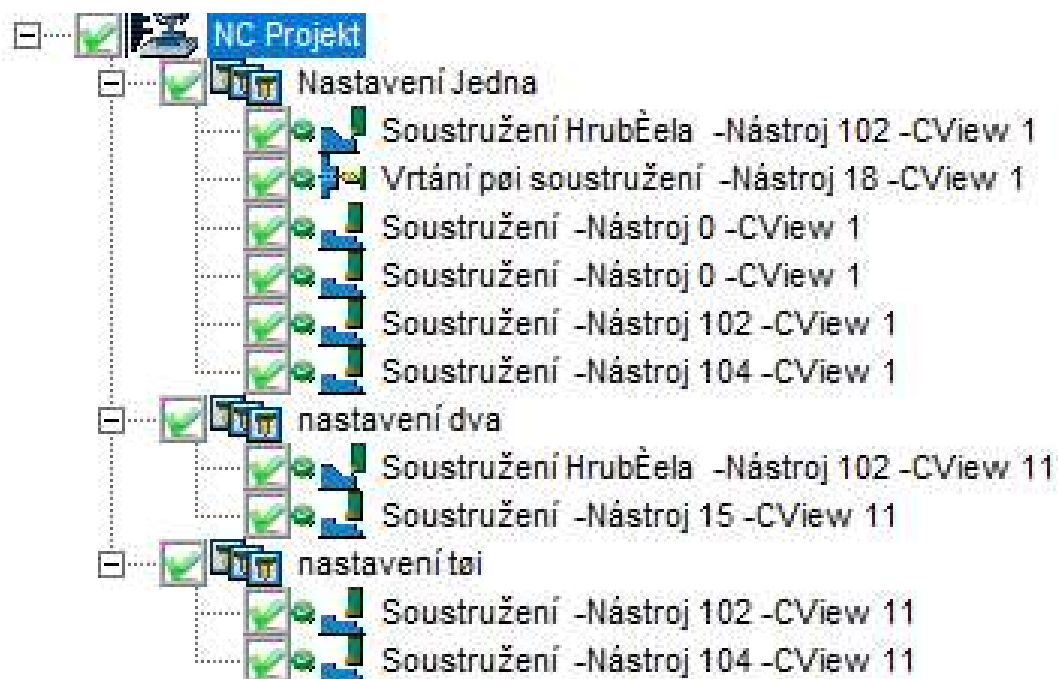
V nastavení dva jsem nejprve vyhruboval a na čisto soustružil čelo a obvod ventilového talíře. Polotovár byl upnut za dřík. Následně jsem vyhruboval a dokončil prohlubeň na čelní straně talíře. Posledním krokem bylo hrubování a dokončování ze strany dříku (na obrázku červeně), pro které jsem použil levé soustružnické nože.



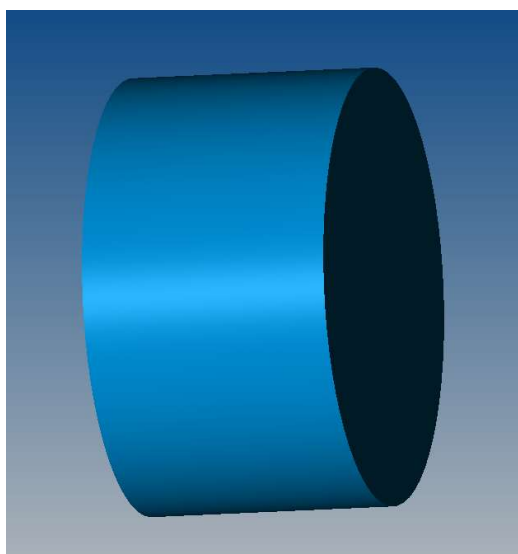
Obrázek 68 Nastavení dva ventilu

8.2 Obrobení vložky pružiny

K výrobě vložky pružiny jsem použil technologii soustružení a to celkem ve třech nastaveních uspořádaných s ohledem na následnou kalkulaci ceny výroby 1000 kusů. Nastavení jsem provedl pro polotovar pro jeden kus uvedený na výkrese. (čv.: 4.C-07-01-04)



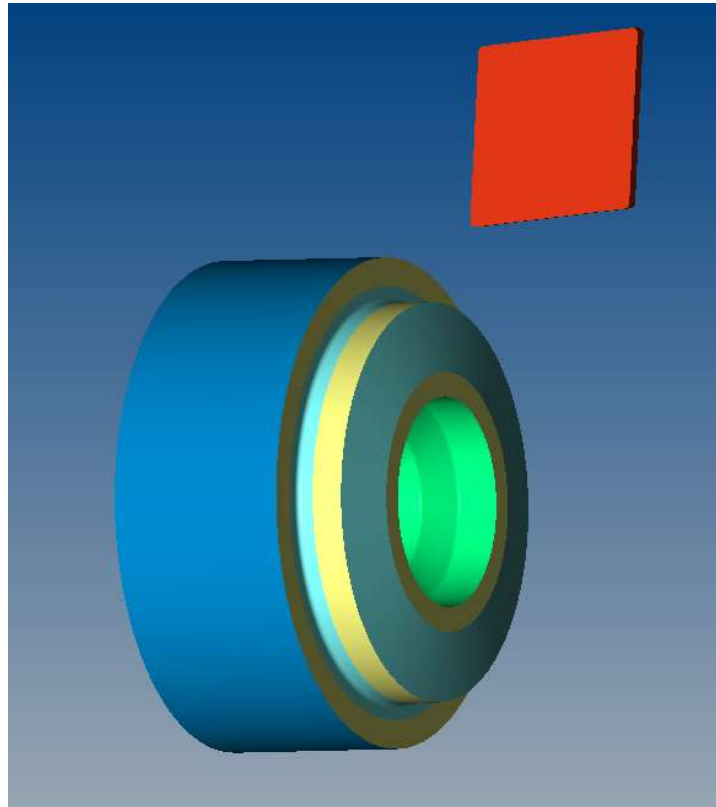
Obrázek 69 Seznam operací vložky pružiny



Obrázek 70 Polotovar vložky pružiny

8.2.1 Nastavení jedna vložky pružiny

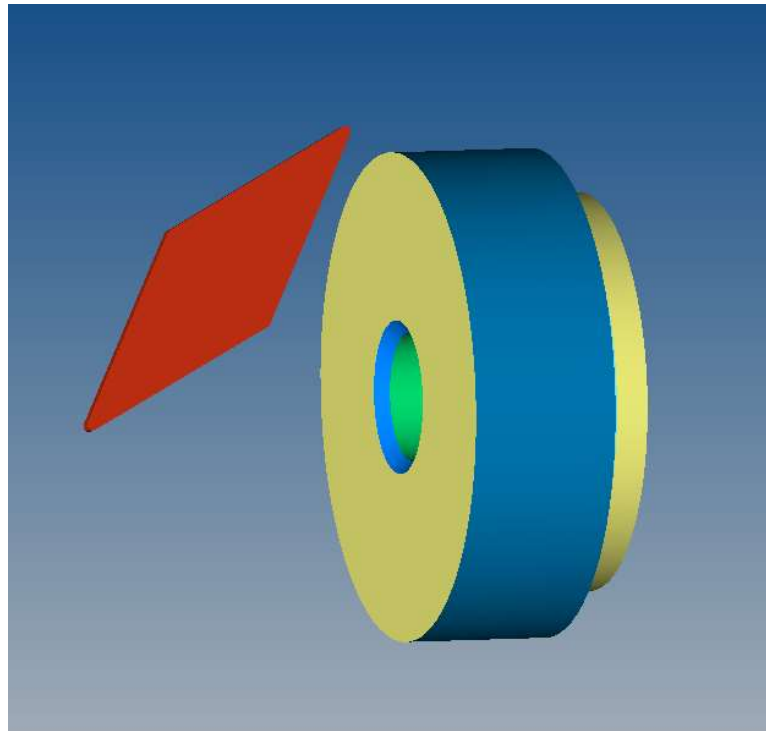
V nastavení jedna jsem nejprve hruboval čelo a vnější konturu, kterou jsem záhy dokončil. Následující operací bylo vrtání otvoru skrze celý polotovár. Posledním krokem v tomto nastavení bylo hrubování a dokončování vnitřní kontury. Polotovár byl upnut do sklíčidla. (pro 1000 ks. soustružíme z dlouhého polotovaru a následně upíchneme)



Obrázek 71 Nastavení jedna vložky

8.2.2 Nastavení dva vložky pružiny

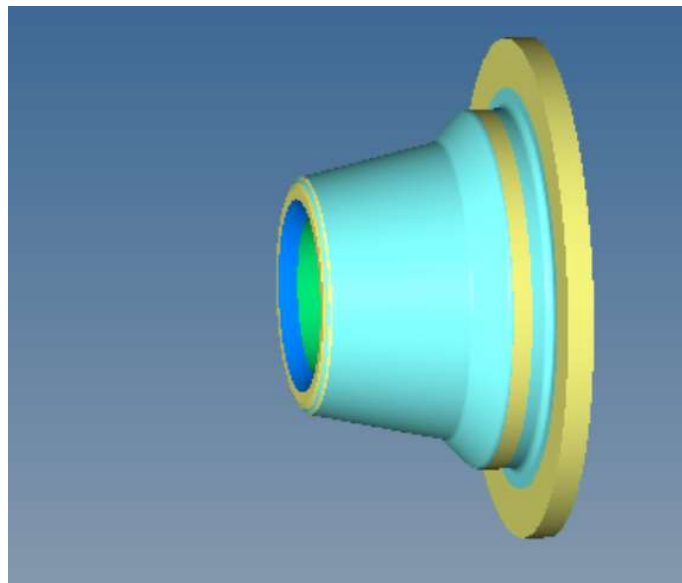
V nastavení dva je polotovár upnut do sklíčidla za již dokončenou stranu. První operací bylo hrubování čela a následně jsem srazil hranu vnitřní kontury.



Obrázek 72 Nastavení dva vložky

8.2.3 Nastavení tři vložky pružiny

V nastavení tři je součást upnuta mezi hroty. První a jedinou operací bylo hrubování a dokončování vnější kontury.



Obrázek 73 Nastavení tři vložky

9 Kalkulace

V rámci ekonomické části má práce provedu výpočet výrobní a prodejní ceny 1000 kusů vložky pružiny (ČV.: 4.C – 07 – 01 – 04).

Materiál VLOŽKY PRUŽINY	11 600
POLOTOVAR PRO 1 KUS	TYČ KRUHOVÁ Ø35 – 20 ČSN 42 5510

Pro sérii 1000 kusů je potřeba zvolit vhodný polotovar.

Technologický přídavek p_t	20 mm
Přídavek na upíchnutí p_n	3 mm
Délka polotovaru pro jeden kus l_0	20 mm
Počet kusů n	1000

Výpočet délky polotovaru:

$$L = p_t + n \times (p_n + l_0) = 20 + 1000 \times (3 + 20) = 20320 \text{ mm}$$

Pro výrobu budou zakoupeny 3 tyče délky 7000mm.

Parametry pro výpočet ceny výrobku:

Strojní čas soustružení 1 kusu t_s	12,25	min
Celkový strojní čas soustružení t_c	$(n \cdot t_s) + t_m$	h
Manipulační čas t_m	2	h
Režijní náklady R_n	600	%
Mzda pracovníka za 1h M_1	180	Kč
Mzda pracovníka M_z	$M_1 \times t_c$	Kč
Cena 1kg polotovaru C_1	32	Kč
Cena polotovaru C_p	$C_1 \times m$	Kč
Hmotnost polotovaru m	$L \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \rho$	kg

Hustota materiálu ρ	$7,86 \times 10^{-6}$	Kg/mm ³
Zisk Z	15	%

K strojnímu času pro výrobu 1 kusu je připočten čas pro upíchnutí.

Výpočet hmotnosti polotovaru pro 1000 ks:

$$L \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \rho = 23020 \times \frac{\pi \times 35^2}{4} \times 7,86 \times 10^{-6} = 173,86 \text{ kg}$$

Výpočet ceny polotovaru pro 1000 ks:

$$C_p = m \times C_1 = 173,86 \times 32 = 5\,563,52 \text{ Kč}$$

Výpočet celkového strojního času:

$$t_c = \frac{(n \times t_s)}{60} + t_m = \left(\frac{1000 \times 12,25}{60} \right) + 2 = 206,2 \text{ h}$$

Výpočet mzdy pracovníka:

$$M_z = M_1 \times t_c = 180 \times 206,2 = 37\,110 \text{ Kč}$$

Výpočet režijních nákladů:

$$R_n = \frac{600}{100} \times M_z = 6 \times 37110 = 222\,660 \text{ Kč}$$

Výpočet ceny bez zisku:

$$C_{bz} = R_n + M_z + C_p = 222660 + 37110 + 5563,52 = 265\,333,52 \text{ Kč}$$

Výpočet ceny se ziskem:

$$C = Z \times C_{bz} = \left(1 + \frac{15}{100} \right) \times 265\,333,52 = 305\,134 \text{ Kč}$$

Výsledná prodejní cena 1000 kusů bez DPH je **305134Kč**.

Závěr

Ve své práci jsem se zabýval zážehovým spalovacím motorem z vozidla Opel Corsa B. Nejprve jsem vytvořil 3D model v programu Autodesk Inventor Professional 2018. Jako podklad mi sloužil skutečný model, jehož rozměry jsem zjišťoval pomocí měření. Následně jsem provedl kontrolní výpočet pístního čepu a to jak početní metodou, tak i pomocí programu Inventor. Třetím krokem bylo vytvoření výkresové dokumentace pro sestavu sacího ventilu, rovněž v programu Inventor.

Následně jsem v programu Microsoft Word 2007 zpracoval textovou část práce, ve které popisují konstrukci zmiňovaného spalovacího motoru. Obrázky jednotlivých součástí v této práci pochází buď z 3D modelu nebo jsou to fotografie skutečných dílů.

V rámci technologické části práce jsem v programu SurfCAM 2017 provedl nastavení obrábění sacího ventilu a vložky pružiny.

Dále jsem provedl ekonomickou kalkulaci pro výrobu 1000 kusů vložky pružiny. Cenu polotovaru jsem zjistil pomocí ceníku firmy Feron, a.s..

Myslím, že se mi díky odborným konzultacím podařilo hlavní cíl práce, vytvořit 3D model zážehového spalovacího motoru, splnit.

Anotace

Jméno a příjmení:	Miroslav Kořenek
Škola:	Střední průmyslová škola strojnická Olomouc
Název práce:	Motor Opel Corsa
Vedoucí práce:	Ing. Boris Šmárik
Počet stran:	
Počet příloh:	
Počet použitých zdrojů:	
Klíčová slova:	Motor Opel Corsa Spalovací motor Blok motoru Hlava válců Sací ventil Píst Kliková hřídel Ojnice

Tématem mé práce byl motor z vozidla Opel Corsa. Vytvořil jsem 3D model motoru podle rozměrů zjištěných měření skutečného modelu, a popsal jeho konstrukci. Provedl jsem kontrolní výpočet pístního čepu a vypracoval výkresy sestavy sacího ventilu. Dále jsem v Surfcamu vytvořil program pro obrobení sacího ventilu a vložky pružiny. Nakonec jsem provedl ekonomickou kalkulaci pro výrobu 1000 kusů vložky pružiny.

Resumé

The theme of my work was the Opel Corsa engine. I created a 3D model of the engine, according to the dimensions measured from the real model, and described its design. I carried out the control calculation of the piston pin and drew drawings of the suction valve assembly. Finally, I created a program for suction valve and spring insert machining in Surfcam and I made an economical calculation of the production of the spring insert.

Seznam použitých zdrojů

1. HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3475-0.

2. Spalovací motor. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Spalovac%C3%AD_motor

3. LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.

4. ČERNOCH, Svatopluk. *Strojně technická příručka*. 13., upravené vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1977.

5. FERENC, Bohumil. *Spalovací motory: karburátory, vstřikování paliva a optimalizace parametrů motoru*. Vyd. 3. Brno: Computer Press, 2009. Auto-moto-profi (Computer Press). ISBN 978-80-251-2545-8.

6. Opel Corsa (B) 1.2 33kW. [Http://opel.katalog-automobilu.cz](http://opel.katalog-automobilu.cz) [online]. Copyright © 2003-2018, HyperMedia, a.s. All Rights Reserved [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <http://opel.katalog-automobilu.cz/automobil/opel-corsa-b-1-2-33kw>

7. Internal combustion engine. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Internal_combustion_engine

8. VOZIDLOVÉ MOTORY [online]. Brno [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <http://www.iae.fme.vutbr.cz/userfiles/ramik/files/Vozidlove%20motory.pdf>. Studijní opopry. Vysoké učení technické v Brně.

9. Photo credit: 4.bp.blogspot.com/-gF-zqDM-uP8/VfLm98jaNGI/AAAAAAAAACU/6sKHJ-AHrH0/s1600/Four+Stroke.jpg Blogspot.com

10. Corsa B. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Opel_Corsa#/media/File:Opel_Corsa_B_WorldCup_Facelift.JPG

Seznam obrázků

Obrázek 1 Fáze spalovacího motoru (5).....	9
Obrázek 2 Pohyb pístu (6).....	9
Obrázek 3 Opel Corsa B (10)	11
Obrázek 4 Model motoru 1.....	12
Obrázek 5 Model motoru 2.....	13
Obrázek 6 Řez motorem.....	14
Obrázek 7 Model bloku válců	16
Obrázek 8 Kliková skříň.....	16
Obrázek 9 Blok válců	17
Obrázek 10 Model olejové vany.....	18
Obrázek 11 Model hlavy válců 1.....	19
Obrázek 12 Model hlavy válců 2.....	20
Obrázek 13 Hlava válců	20
Obrázek 14 Model klikového mechanismu	21
Obrázek 15 Kliková hřídel	22
Obrázek 16 Model klikové hřídele	23
Obrázek 17 Ložiska klikové hřídele.....	23
Obrázek 18 Sestava ojnice.....	24
Obrázek 19 Model sestavy ojnice.....	24
Obrázek 20 Model pístní skupiny 1.....	25
Obrázek 21 Model pístní skupiny 2.....	26
Obrázek 22 Řez pístem.....	27
Obrázek 23 Píst.....	27
Obrázek 24 Řez pístními kroužky	28
Obrázek 25 Stírací kroužek	29
Obrázek 26 Těsnící kroužek	29
Obrázek 27 Pístní čep	30
Obrázek 28 Model pístního čepu.....	30
Obrázek 29 Model setrvačníku.....	31
Obrázek 30 Setrvačnick	32
Obrázek 31 Model rozvodového mechanismu	33
Obrázek 32 Model vačkové hřídele a sestavy ventilů	34

Obrázek 33 Model vačkové hřídele.....	35
Obrázek 34 Vačková hřídel.....	35
Obrázek 35 Sestava ventilu.....	36
Obrázek 36 Řez sestavou ventilu.....	37
Obrázek 37 Modely ventilů.....	38
Obrázek 39 Ventilová pružina.....	39
Obrázek 38 Model ventilové pružiny.....	39
Obrázek 40 Model vahadla.....	39
Obrázek 41 Vahadlo 1.....	39
Obrázek 44 Hydraulické zdvihátko.....	40
Obrázek 42 Vahadlo 2.....	40
Obrázek 43 Model hydraulického zdvihátka.....	40
Obrázek 45 Model pohonu vačkové hřídele.....	41
Obrázek 46 Model mazací sestavy.....	42
Obrázek 47 Model skříně olejového čerpadla.....	43
Obrázek 48 Skříň olejového čerpadla.....	44
Obrázek 49 Soukolí olejového čerpadla.....	44
Obrázek 50 Model soukolí olejového čerpadla.....	45
Obrázek 51 Model umístění olejového filtru.....	46
Obrázek 52 Model olejového filtru.....	46
Obrázek 53 Řez chladícím čerpadlem.....	47
Obrázek 54 Model chladícího čerpadla.....	48
Obrázek 55 Chladící čerpadlo.....	48
Obrázek 56 Řez termostatem.....	49
Obrázek 57 Model termostatu.....	49
Obrázek 58 Schéma zatížení pístního čepu.....	51
Obrázek 59 Zadání vstupních hodnot.....	53
Obrázek 60 Model zatížení pístního čepu.....	54
Obrázek 61 Výsledky výpočtu.....	54
Obrázek 62 Graf redukovaného napětí.....	55
Obrázek 63 Graf smykového napětí.....	55
Obrázek 64 Graf ideálního průměru.....	55
Obrázek 65 Seznam operací pro sací ventil.....	57
Obrázek 66 Polotovar pro sací ventil.....	57

Obrázek 67 Nastavení jedna ventilu.....	58
Obrázek 68 Nastavení dva ventilu.....	58
Obrázek 69 Seznam operací vložky pružiny	59
Obrázek 70 Polotovar vložky pružiny	59
Obrázek 71 Nastavení jedna vložky	60
Obrázek 72 Nastavení dva vložky	61
Obrázek 73 Nastavení tři vložky	61

Seznam použitých značek a jednotek

značka	název značky	jednotka
H _ú	Horní úvrať	[-]
D _ú	Dolní úvrať	[-]
V _k	Kompresní objem	[-]
V _z	Zdvižný objem	[-]
Z	Zdvih	[mm]
P	výkon	[kW]
n	Otáčky motoru	[min ⁻¹]
f	Frekvence otáčení	[s ⁻¹]
i	Počet válců	[-]
D	Průměr válce	[mm]
L	Zdvih	[mm]
D _{pč}	Vnější průměr čepu	[mm]
d _č	Vnitřní průměr čepu	[mm]
l _č	Délka čepu	[mm]
e	Vybrání pro ojnici	[mm]
b	Šířka pístního oka ojnice	[mm]
σ _{do}	Dovolené napětí v ohybu	[MPa]
P _{stř}	Střední indikovaný tlak	[Pa]
F _{stř}	Střední síla na pístu	[N]
F _{max}	Maximální síla na pístu	[N]
M _o	Ohybový moment	[N/mm]
W _o	Kvadratický modul průřezu v ohybu	[mm ³]
L	délka	[mm]

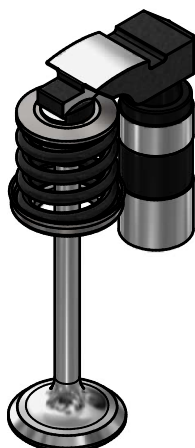
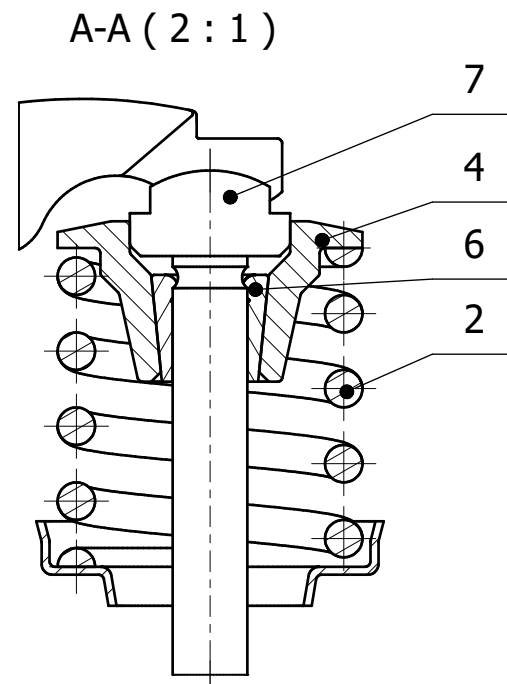
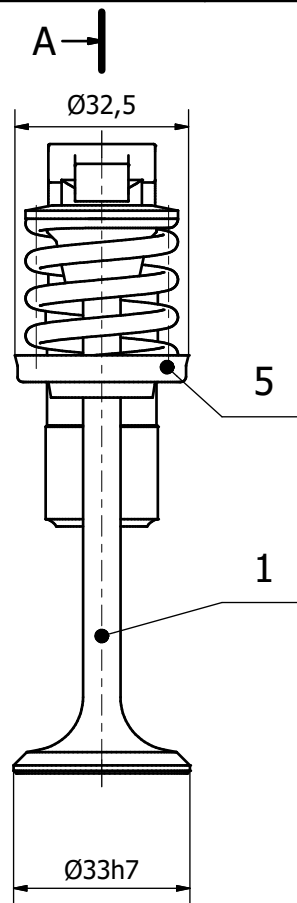
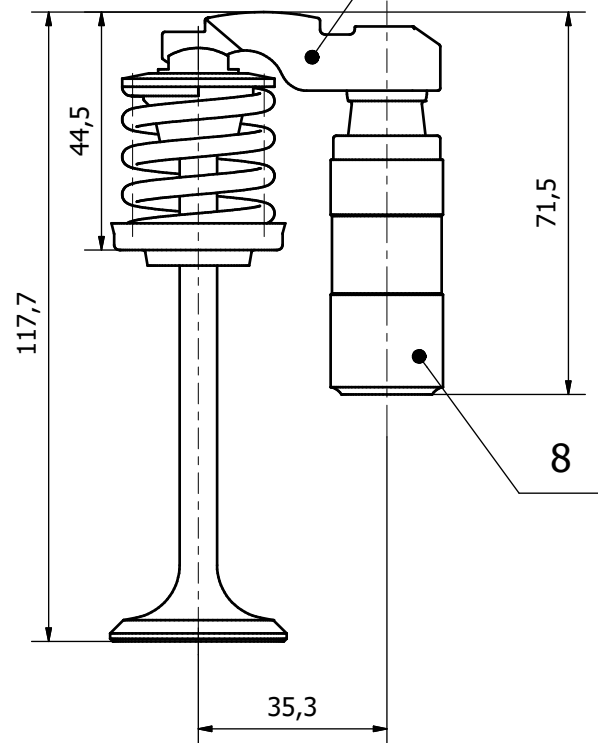
σ_B	Maximální napětí v ohybu	[MPa]
τ_s	Maximální napětí v ohybu	[MPa]
τ	Maximální napětí v krutu	[MPa]
σ_T	Maximální napětí v tahu	[MPa]
σ_{red}	Maximální redukované napětí	[MPa]
f_{max}	Maximální průhyb	[μm]
φ	Úhel zkroucení	[°]
p_t	Technologický přídavek	[mm]
p_n	Přídavek na upíchnutí	[mm]
l_0	Délka polotovaru pro jen kus obrobku	[mm]
n	Počet kusů	[-]
t_s	Strojní čas soustružení jednoho kusu	[min]
t_c	Celkový strojní čas	[h]
t_m	Manipulační čas	[h]
R_n	Režijní náklady	[%]
M_1	Mzda pracovníka za 1 hodinu	[Kč]
Mz	Mzda pracovníka	[Kč]
C_1	Cena 1kg polotovaru	[Kč]
C_p	Cena polotovaru	[Kč]
m	Hmotnost polotovaru	[kg]
C_{bz}	Cena beze zbytku	[Kč]
Z	zisk	[%]
ρ	Hustota oceli	[kg/mm ³]
C	Cena se ziskem	[Kč]

Cizojazyčný slovník

Motor Opel Corsa	Opel Corsa engine
Spalovací motor	Combustion engine
Blok motoru	Engine block
Hlava válců	Cylinder head
Sací ventil	Suction valve
Píst	Piston
Kliková hřídel	Crankshaft
Ojnice	Piston-rod

Přílohy

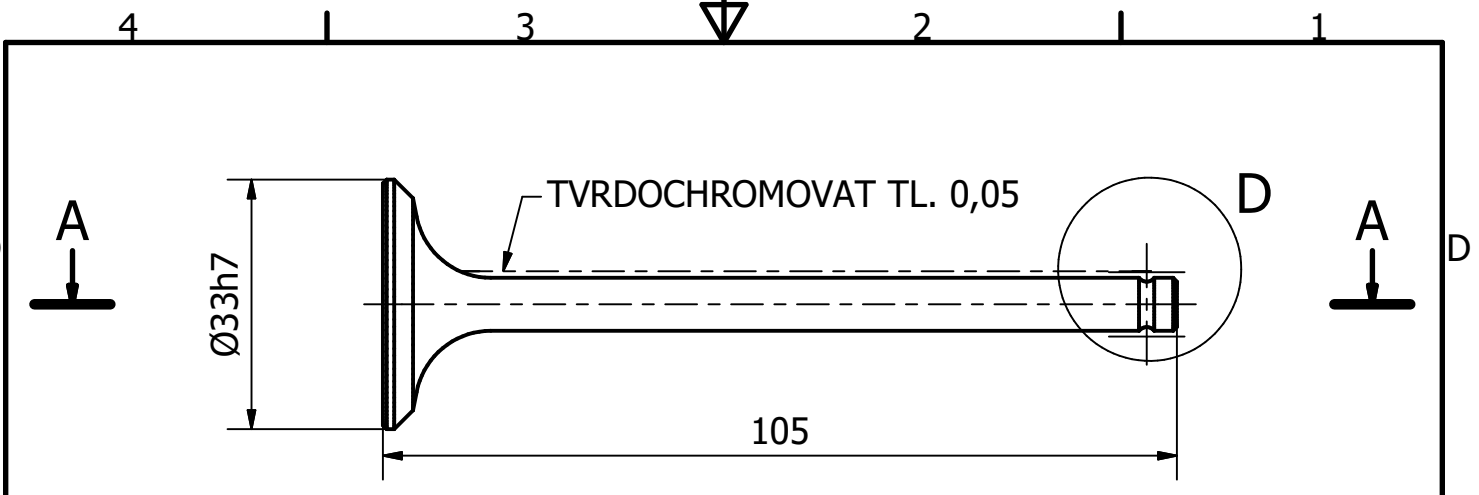
Příloha 1	.....	Výkres – SESTAVA SACÍHO VENTILU – 4.C – 07 – 01
Příloha 2	.....	Výkres – SACÍ VENTIL – 4.C – 07 – 01 - 02
Příloha 3	.....	Výkres – PRUŽINA – 4.C – 07 – 01 - 02
Příloha 4	.....	Výkres – VAHADLO – 4.C – 07 – 01 - 03
Příloha 5	.....	Výkres – VLOŽKA PRUŽINY – 4.C – 07 – 01 - 04
Příloha 6	.....	Výkres – PODLOŽKA PRUŽINY – 4.C – 07 – 01 – 05
Příloha 7	.....	Výkres – KUŽELOVÝ KLÍNEK – 4.C – 07 – 01 – 06
Příloha 8	.....	Výkres – OPĚRKA VENTILU – 4.C – 07 – 01 – 07
Příloha 9	.....	Operační list 1 – sací ventil
Příloha 10	.....	Operační list 2 – vložka pružiny



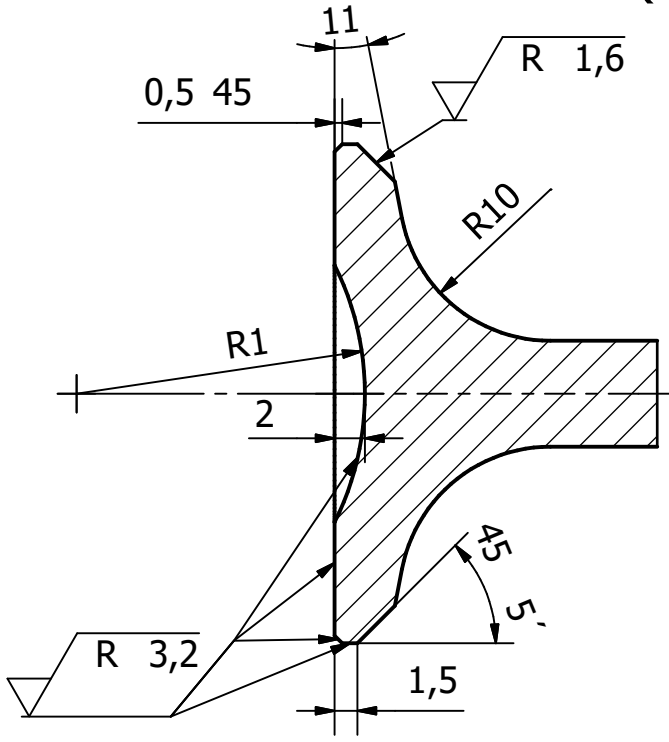
	R	D	MD				d
	D						d
	D	D	D				d
		D	R				d
			R				d
							d
							d
	M						d
				D		M	M M D

M		M		KUSÓ	MATER. KON./FINAL MATER.			HMOT. Č./NET WEIGHT	ČÍSLO SKLADOVÉ POLOŽKY/NO. OF STOCK ITEM
POZNÁMKA/NOTE				PIECES	MATER. VÝCH./ORIG. MATER.			HMOT. HR./BR. WEIGHT	IDENTIFIKAČNÝ ČÍSLIK/IDENTIFIER-DRAWING NO.
					TOLEROVÁNÍ			ISO 8015	PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
					TYP/TYPE			MOTOR OPEL CORSA	
		ZMĚNA/REVISION		DATUM/DATE	INDEX	PODP./SIGN.	NÁZEV/TITLE		
VYPRAC./PREPAR.		KÖRENEK		MĚŘITKO/SCALE		SESTAVA SACÍHO VENTILU			
SCHVÁLIL/APPROV.				1:1		ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.		LISTY/SHEETS	
DATUM/DATE		21.03.2018		STARÝ VÝKR./OLD DRAW.		4.C - 07 - 01		LISTY/SHEETS	
SOUBOR/FILE				NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.					

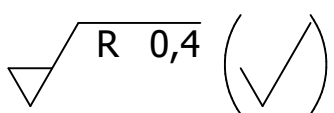
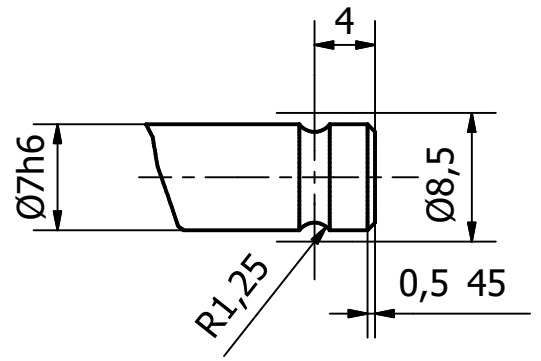




A-A (2:1)

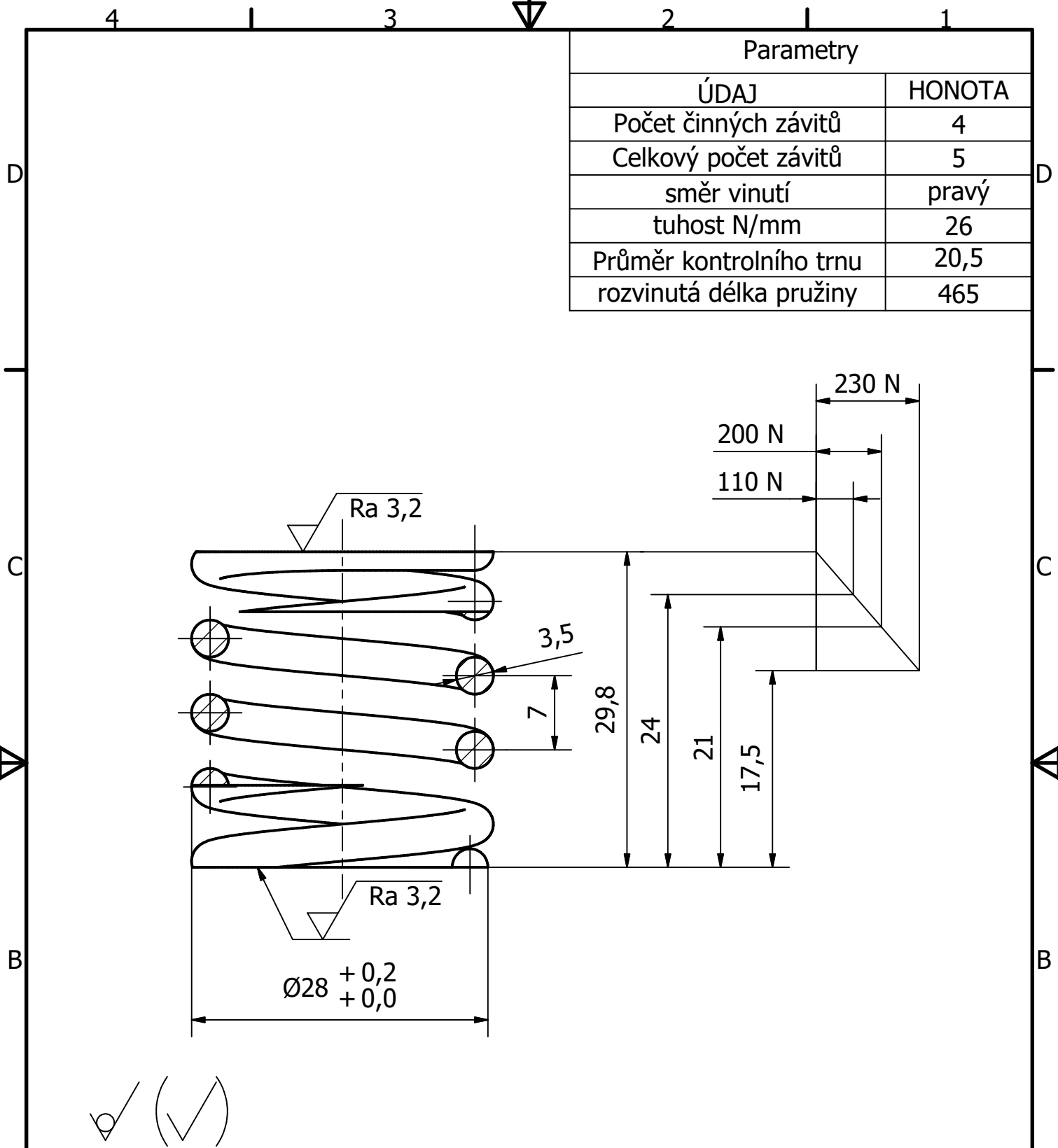


D (2:1)



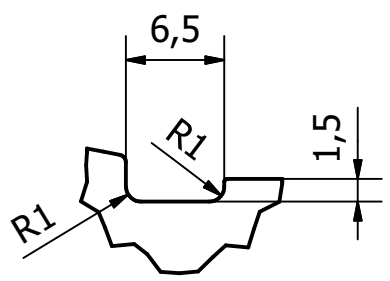
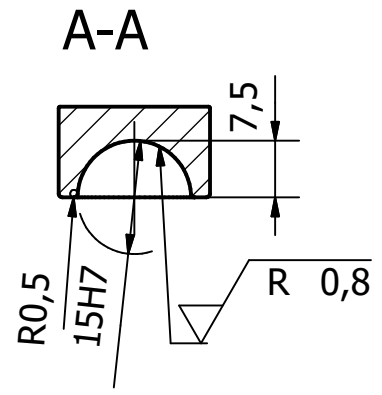
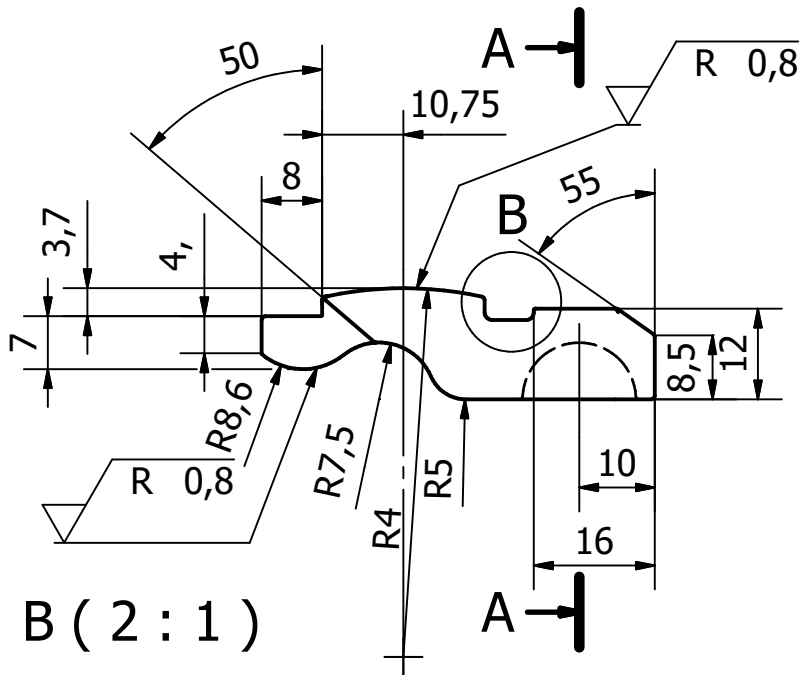
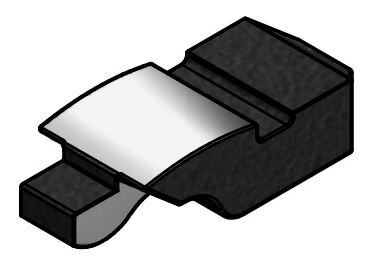
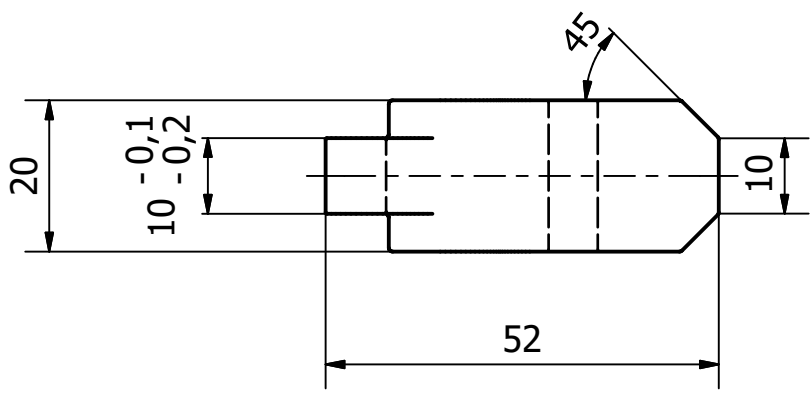
V KOVEK 4.C - 07 - 01 - 01 - 01				13 251.8	0,06	
				13 251	0,11	
M	M			KUSŮ PIECES	MATER. KON./FINAL MATER. HMOT. Č./NET WEIGHT	ČÍSLO SKLADOVÉ POLOŽKY/NO. OF STOCK ITEM
POZNÁMKA/NOTE				MATER. VÝCH./ORIG. MATER.	HMOT. HR./BR. WEIGHT	IDENTIFIKÁTOR-VÝKRES Č./IDENTIFIER-DRAWING NO.
						CELK. Č. HMOT./GLOB. NET WEIGHT
				TOLEROVÁNÍ	ISO 8015	PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
				TYP/TYPE		
ZMĚNA/REVISION				NÁZEV/TITLE		
1:1				SESTAVA SACÍHO VENTILU		
VYPRAC./PREPAR.	KOŘENEK	MĚŘÍTKO/SCALE		SACÍ VENTIL		
TECHNOLOG/				ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.		
SCHVÁLIL/APPROV.				4.C - 07 - 01 - 01		
DATUM/DATE	21.03.2018	STARÝ VÝKR./OLD DRAW.		LIST/SHEET No.		
SOUBOR/FILE		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.		LISTY/SHEETS		





Parametry	
ÚDAJ	HONOTA
Počet činných závitů	4
Celkový počet závitů	5
směr vinutí	pravý
tuhost N/mm	26
Průměr kontrolního trnu	20,5
rozvinutá délka pružiny	465

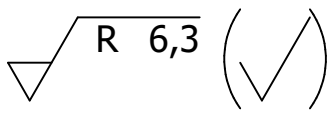
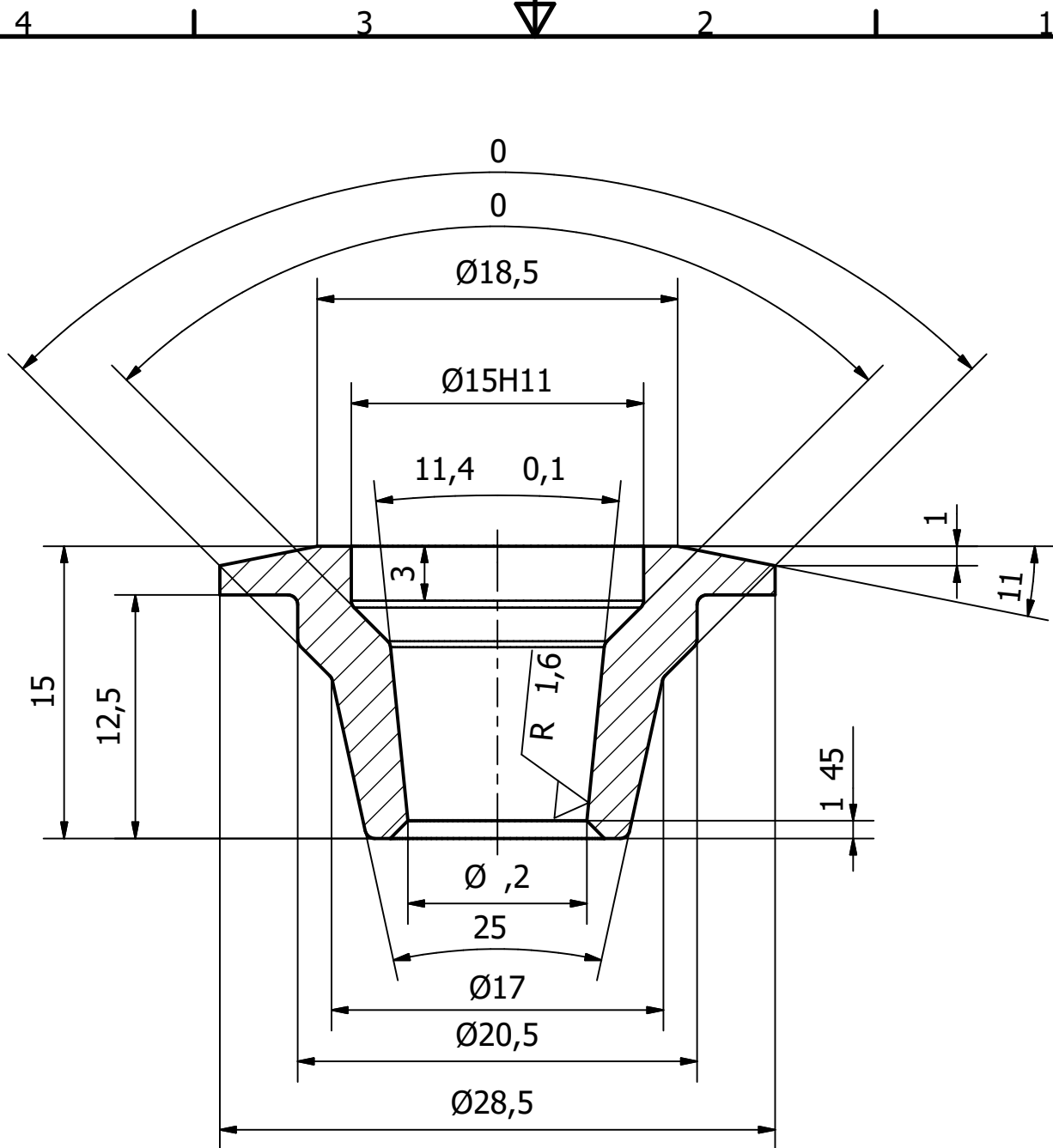
DRÁT Ø 3,5 - 465		14 260.8	0,03 kg
ČSN 42 6450.21		14 260	0,03 kg
POZICE PART NO.	NÁZEV-ROZMĚR NORMA	DESCRIPTION-DIMENSION NORM	KUSŮ PIECES
POZNÁMKA/NOTE		CELK. Č. HMOT./GLOB. NET WEIGHT	
		TOLEROVÁNÍ	ISO 8015
		PŘESNOST/GENER. TOLER.	ISO 2768 - mK
ZMĚNA/REVISION		DATUM/DATE	INDEX
VYPRAC./PREPAR. TECHNOLOG/ SCHVÁLIL/APPROV.		KOŘENEK	MĚŘÍTKO/SCALE
DATUM/DATE		21.03.2018	2:1
SOUBOR/FILE		STARÝ VÝKR./OLD DRAW.	NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.
		TYP/TYPE SESTAVA SACÍHO VENTILU PRUŽINA	
		ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.	LIST/SHEET No.
		4.C - 07 - 01 - 02	
		LISTY/SHEETS	



CEMENTOVAT DO HLOUBK 0,8 0,2 ,
POVRCHOV KALIT NA HRC 58 2 DO HLOUBK 0,6 0,2

V KOVEK M.: 4.C - 07 - 01 - 03 - 01		14 220.4		0,07	
		14 220		0,0	
M	M	KUSŮ PIECES	MATER. KON./FINAL MATER.	HMOT. Č./NET WEIGHT	ČÍSLO SKLADOVÉ POLOŽKY/NO. OF STOCK ITEM
POZNÁMKA/NOTE			MATER. VÝCH./ORIG. MATER.	HMOT. HR./BR. WEIGHT	IDENTIFIKÁTOR-VÝKRES Č./IDENTIFIER-DRAWING NO.
			CELK. Č. HMOT./GLOB. NET WEIGHT		
		c)	TOLEROVÁNÍ	ISO 8015	PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
		b)	TYP/TYPE		
		a)	SESTAVA SACÍHO VENTILU		
ZMĚNA/REVISION		DATUM/DATE	INDEX	PODP./SIGN.	NÁZEV/TITLE
VYPRAC./PREPAR.	KOŘENEK	MĚŘÍTKO/SCALE	VAHADLO		
TECHNOLOG/		1:1	ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.		LIST/SHEET No.
SCHVÁLIL/APPROV.			4.C - 07 - 01 - 03		LISTY/SHEETS
DATUM/DATE	21.03.2018	STARÝ VÝKR./OLD DRAW.			
SOUBOR/FILE		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.			

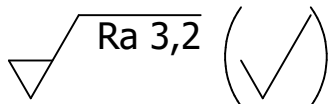
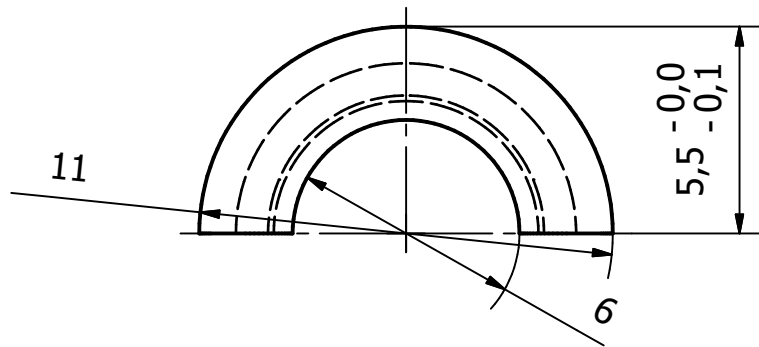
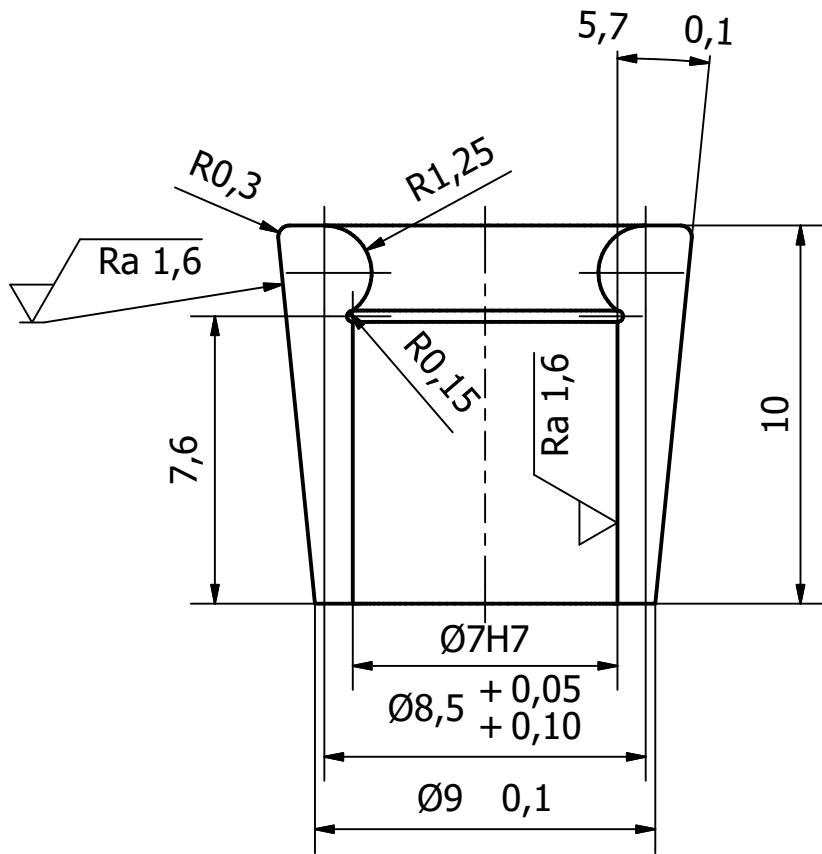




V ECHN NEK TOVAN R DIUS R0,5

T		KRUHOV Ø35 - 20		11 600	0,02	
		SN 42 5510			0,15	
M	M			KUSŮ PIECES	MATER. KON./FINAL MATER.	HMOT. Č./NET WEIGHT
POZNÁMKA/NOTE					MATER. VÝCH./ORIG. MATER.	HMOT. HR./BR. WEIGHT
					ČÍSLO SKLADOVÉ POLOŽKY/NO. OF STOCK ITEM	
					IDENTIFIKÁTOR-VÝKRES Č./IDENTIFIER-DRAWING NO.	
					CELK. Č. HMOT./GLOB. NET WEIGHT	
					TOLEROVÁNÍ	ISO 8015
					PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK	
					TYP/TYPE	
					SESTAVA SACÍHO VENTILU	
					NÁZEV/TITLE	
					VLO KA PRU IN	
VYPRAC./PREPAR.	KOŘENEK	MĚŘÍTKO/SCALE		ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.		LIST/SHEET No.
TECHNOLOG/		3:1		4.C - 07 - 01 - 04		
SCHVÁLIL/APPROV.						
DATUM/DATE	21.03.2018	STARÝ VÝKR./OLD DRAW.				
SOUBOR/FILE		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.				



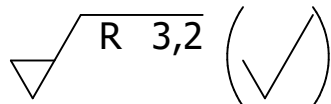
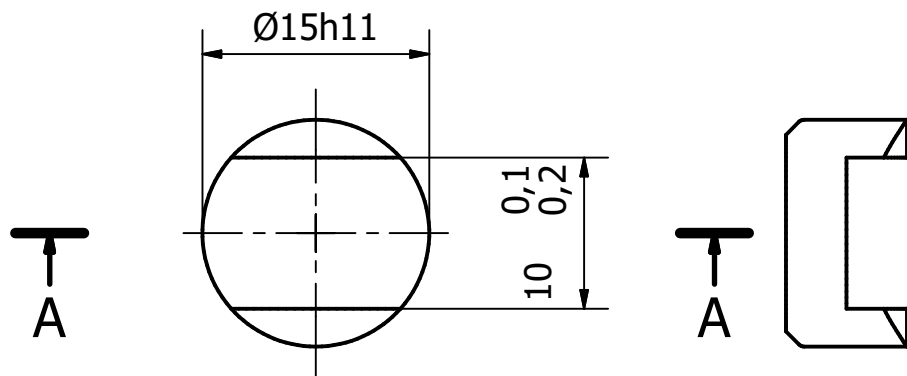
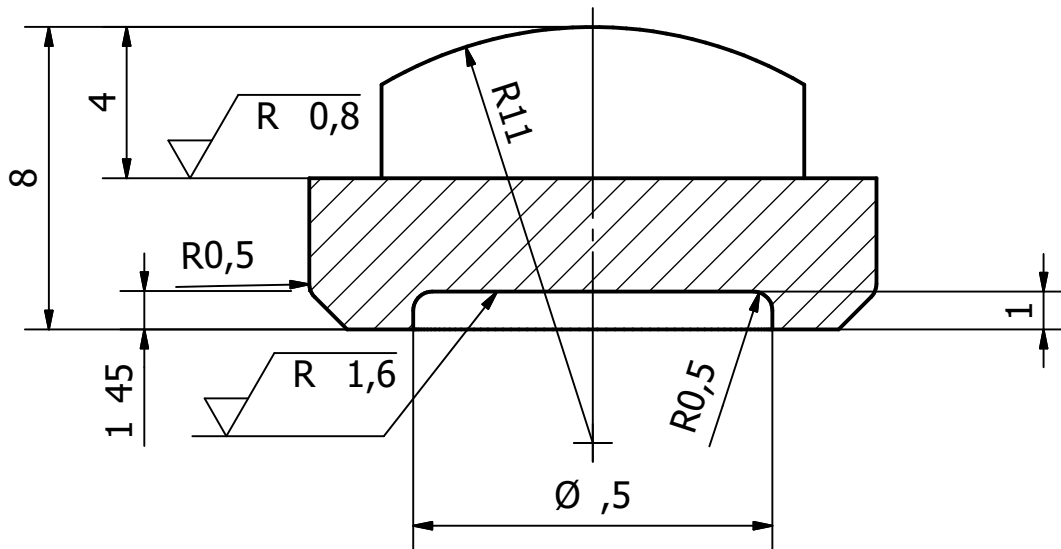


POLOTOVAR PRO DVA KUS


T Č KRHOVÁ Ø15-30		11 600		0,002 kg		
ČSN 42 5510				0,04 kg		
POZICE PART NO.	NÁZEV-ROZMÉR NORMA	DESCRIPTION-DIMENSION NORM	KUSŮ PIECES	MATER. KON./FINAL MATER. MATER. VÝCH./ORIG. MATER.	HMOT. Č./NET WEIGHT HMOT. HR./BR. WEIGHT	ČÍSLO SKLADOVÉ POLOŽKY/NO. OF STOCK ITEM IDENTIFIKÁTOR-VÝKRES Č./IDENTIFIER-DRAWING NO.
POZNÁMKA/NOTE				CELK. Č. HMOT./GLOB. NET WEIGHT		
				TOLEROVÁNÍ ISO 8015		PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
				TYP/TYPE		SESTAVA SACÍHO VENTILU
ZMĚNA/REVISION				NÁZEV/TITLE		KUŽELOV KLÍNEK
VYPRAC./PREPAR. TECHNOLOG/ SCHVÁLIL/APPROV.	KOŘENEK	MĚŘÍTKO/SCALE	DATUM/DATE	INDEX	PODP./SIGN.	ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.
		5:1	21.03.2018			4.C - 07 - 01 - 06
STARÝ VÝKR./OLD DRAW.		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.		LIST/SHEET No.		
SOUBOR/FILE				LISTY/SHEETS		



A-A (5 : 1)



CEMENTOVAT DO HLOUBK 0,8 0,2 , KALIT NA HRC 58 2

T KRUHOV Ø15h11 - 15		1	14 220.4	0,01	
SN 42 6510			14 220	0,02	
M	M	KUSŮ PIECES	MATER. KON./FINAL MATER.	HMOT. Č./NET WEIGHT	ČÍSLO SKLADOVÉ POLOŽKY/NO. OF STOCK ITEM
POZNÁMKA/NOTE			MATER. VÝCH./ORIG. MATER.	HMOT. HR./BR. WEIGHT	IDENTIFIKÁTOR-VÝKRES Č./IDENTIFIER-DRAWING NO.
			CELK. Č. HMOT./GLOB. NET WEIGHT		
		c)	TOLEROVÁNÍ	ISO 8015	PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
		b)	TYP/TYPE		
		a)	SESTAVA SACÍHO VENTILU		
ZMĚNA/REVISION		DATUM/DATE	INDEX	PODP./SIGN.	NÁZEV/TITLE
VYPRAC./PREPAR.	KOŘENEK	MĚŘITKO/SCALE			OP RKA VENTILU
TECHNOLOG/		2:1			
SCHVÁLIL/APPROV.			ČÍS. VÝKR./DRAW. NO.		LIST/SHEET No.
DATUM/DATE	21.03.2018	STARÝ VÝKR./OLD DRAW.	4.C - 07 - 01 - 07		LISTY/SHEETS
SOUBOR/FILE		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.			

SEZNAM OPERACÍ

Datum: Tue Apr 24 2018

Čas: 12:30:08

Název výstupního souboru: sací.ventil.INC

Nástroj Číslo	Revolverová hlava	Vřeteno	Operace	Zavrtávání Rychlost	Posuv Rychlost	Vřeteno Rychlost	Min. Z	Min. X	Max. Z	Max. X	Doba cyklu
102	Přední	Hlavní	Soustružení HrubČela	1621.688	3243.38 mm/min	8649 ot/min	-10.0000	-2.4000	2.5000	13.2000	0:0:3
102	Přední	Hlavní	Soustružení	126.600	253.20 mm/min	1688 ot/min	-90.3297	4.0000	0.0000	18.2000	0:1:8
104	Přední	Hlavní	Soustružení	126.600	253.20 mm/min	1688 ot/min	-90.7297	5.7657	0.0000	18.2000	0:0:22
4	Přední	Hlavní	Zapichování	42.200	84.40 mm/min	1688 ot/min	-15.0100	6.1005	0.0000	18.2000	0:0:3
102	Přední	Hlavní	Soustružení	50.625	101.25 mm/min	675 ot/min	110.1828	8.0000	118.5000	44.2000	0:1:47
104	Přední	Hlavní	Soustružení	50.625	101.25 mm/min	675 ot/min	111.3751	10.4291	117.0000	44.2000	0:0:14
1	Přední	Hlavní	Soustružení	98.250	196.50 mm/min	1310 ot/min	113.0000	-2.6000	117.0000	39.2000	0:0:20
2	Přední	Hlavní	Soustružení	98.250	196.50 mm/min	1310 ot/min	113.0000	-4.2000	116.9580	39.2000	0:0:5
84	Přední	Hlavní	Soustružení	46.575	93.15 mm/min	621 ot/min	88.4098	7.8000	116.1000	44.2000	0:1:14
86	Přední	Hlavní	Soustružení	46.575	93.15 mm/min	621 ot/min	88.7271	7.0000	116.1000	44.2000	0:0:25
Celkový							-90.7297	-4.2000	118.5000	44.2000	0:5:45

Operace Číslo	Nástroj Číslo	Komentáře	
1	102	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
2	102	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
3	104	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG431B 0.4mm OD Face/Turn
4	4	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	NG2031R 0.7874mm OD Groove
5	102	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
6	104	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG431B 0.4mm OD Face/Turn
7	1	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	Custom 0:12.7:1.2
8	2	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	Custom 0:12.7:0.4
9	84	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG433B 1.2mm OD BackFace/Turn
10	86	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	CNMG431B 0.4mm OD BackFace/Turn

SEZNAM OPERACÍ

Datum: Wed Apr 25 2018

Čas: 08:23:40

Název výstupního souboru: vložka.ventil.INC

Nástroj Číslo	Revolverová hlava	Vřeteno	Operace	Zavrtávání Rychlost	Posuv Rychlost	Vřeteno Rychlost	Min. Z	Min. X	Max. Z	Max. X	Doba cyklu
102	Přední	Hlavní	Soustružení HrubČela	47.700	95.40 mm/min	636 ot/min	-2.5000	-2.4000	2.5000	39.0000	0:0:50
18	-	-	Vrtání při soustružení	-	206.26 mm/min	1194 ot/min	-24.4034	0.0000	25.0000	0.0000	0:0:7
1	Přední	Hlavní	Soustružení	6.350	12.70 mm/min	636 ot/min	-17.9063	2.3908	0.0000	39.0000	0:5:27
2	Přední	Hlavní	Soustružení	6.350	12.70 mm/min	636 ot/min	-17.9461	3.1868	0.0000	39.0000	0:1:57
102	Přední	Hlavní	Soustružení	42.825	85.65 mm/min	571 ot/min	-7.0000	16.5707	0.0000	44.0000	0:0:45
104	Přední	Hlavní	Soustružení	42.825	85.65 mm/min	571 ot/min	-7.0000	17.8569	0.0000	44.0000	0:0:14
102	Přední	Hlavní	Soustružení HrubČela	47.700	95.40 mm/min	636 ot/min	-2.5000	-2.4000	2.5000	39.0000	0:0:50
15	Přední	Hlavní	Soustružení	75.938	151.88 mm/min	2025 ot/min	-3.5262	4.4161	0.0000	39.0000	0:0:4
102	Přední	Hlavní	Soustružení	51.375	102.75 mm/min	685 ot/min	-15.0000	11.0000	0.0000	44.0000	0:1:28
104	Přední	Hlavní	Soustružení	51.375	102.75 mm/min	685 ot/min	-15.0000	12.2964	0.0000	44.0000	0:0:16
Celkový							-24.4034	-2.4000	25.0000	44.0000	0:12:3

Operace Číslo	Nástroj Číslo	Komentáře
1	102	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
2	18	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
3	1	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
3	1	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
4	2	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
5	102	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
6	104	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
7	102	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
8	15	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
9	102	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům:
10	104	Komentáře k operaci:
		Komentáře k nástrojům: