

STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
MLADÁ BOLESLAV



**DLOUHODOBÁ PRAKTICKÁ
MATURITNÍ PRÁCE**

Dalibor Honec

Mladá Boleslav 2009

STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
MLADÁ BOLESLAV

Náporové sání

DLOUHODOBÁ PRAKTICKÁ MATURITNÍ PRÁCE

Autor:	Dalibor Honc
Studijní obor:	23-41-M/001 Strojírenství
Vedoucí práce:	Koťátková Zdeňka Šmíd Jan

Mladá Boleslav 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou dlouhodobou praktickou maturitní práci vypracoval(a) samostatně a použil(a) jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Mladé Boleslavi dne podpis:

OBSAH

	strana
1. Zadání	5
2. Úvod do problému	6
3. Postup řešení	7
3.1. Postup tvorby 3D modelu výrobku v Catia V5 R18	7
3.2. Postup tvorby 3D modelu formy-z modelu výrobku v Catia V5 R18	15
3.3. Naprogramování drah nástroje frézy, aplikací CAM Catia V5 R18 a jejich verifikací	16
3.4. Frézování	17
3.5. Ruční dokončovací práce povrchu formy	22
3.6. Výroba modelu jádra	23
3.7. Výroba formy pro jádro, odlití jádra	24
3.8. Separování formy a její příprava	25
3.9. Výroba odlitku konečného výrobku	25
4. Závěr, vyhodnocení	26
5. Použita literatura	26
6. Seznam příloh	26

1. Zadání praktické maturitní zkoušky

(Dalibor Honc, 4.A)

Název: NÁPOROVÉ SÁNÍ

Úloha: Sání, návrh modelu – odlitku části sacího potrubí, vytvoření modelu formy, naprogramování drah nástrojů pro obrobení formy, výroba formy

Proved'te: 1. Na základě dostupné dokumentace zkonstruuje tvar modelu v CatiiV5
2. Model sání použijte pro vymodelování formy
3. Vypracujte výrobní postup pro vytvoření formy
4. Na základě postupu naprogramujte dráhy nástrojů pro obrobení
5. Zhotovte formu

Časový harmonogram:

Do 15.12.2008 body 1., 2.

Do 1.3.2009 body 3., 4.

Do 1.4.2009 bod 5.

Do 24.4.2009 konečné provedení práce dle požadavků na individuální praktické práce studentů SPŠ Mladá Boleslav.

Literatura: Manuál Catia V5 R18
Výkres modelu Škoda 130RS 1:8
Manuál frézky HAAS
Materiálové listy licích pryskyřic
Materiálový list kalibrovaných voskových plátů

Zadavatel: SPŠ Mladá Boleslav

Vedoucí práce: Koťátková Zdeňka
Šmid Jan

Schváleno předmětovým týmem KOM, STT dne 30.10.2008

Schválil ředitel školy dne: 25.11.2008

Ing. Martin KUBÁT

Příloha: Požadavky na rozsah dlouhodobé praktické maturitní práce

Maturitní práce musí být odevzdána v deskách ve dvojnásobném vyhotovení tak, aby nemohly vypadávat jednotlivé listy, přílohy nebo CD a musí obsahovat následující:

- a) Textová část (nejméně 15 stránek A4 tiskopisu v deskách)
 - zadání
 - úvod do problému
 - postup řešení
 - závěr, vyhodnocení
 - použitá literatura
 - seznam příloh
 - obsah
- b) přílohová část
 - Podle charakteru řešené práce přiložit jako přílohu výkresovou dokumentaci, obrázky, fotografie, tabulky, grafy apod.
- c) Prezentace na CD
 - Pro účely obhajoby zadané úlohy a jeho řešení před maturitní komisí je vytvořena prezentace v programu MS Power Point v časovém rozsahu nejvýše 30 minut. K jejímu předvedení bude u obhajoby k dispozici PC s dataprojektorem.
 - Prezentace není přepis textové části do MS Power Pointu. Slouží jako obrazová podpora mluveného projevu žáka při obhajobě.

2. ÚVOD DO PROBLÉMU

Cílem mé závěrečné praktické maturitní práce je prezentace výroby formy, pro zhotovení dutého plastového dílu. Pro realizaci, z převážné části, bylo použito stávajícího technologického vybavení školy. 3D model konečného výrobku a modely obou částí formy vytvořeny v programu Catia V5 R18. Z 3D modelu forem naprogramovány dráhy nástrojů a následně oba kovové díly formy vyfrézovány na CNC 3osé frézce HAAS TN-1HE

Typ formy

Protože takto dutý výrobek nelze vyrobit v klasické 2dílne formě s volnými částmi, byla zvolena technologie vytavitelného jádra. Formu tvoří tři části, spodek, vršek a vytavitelné jádro. Ve spodní a vrchní části formy je vytvořena dutina pro vnější tvar výrobku a dvou známek (lůžek) pro správné ustavení polohy vytavitelného jádra ve formě. Jádro lze vyrobit ze speciální slitiny vizmutu nebo ze směsi parafínu. Obecně platí, že teplota bodu tání jádra, musí být taková, aby nepoškodila konečný výrobek. Vnější tvar jádra je vnitřní tvarem dutiny výrobku. Konečný výrobek je v našem případě vyroben z licí epoxidové pryskyřice EPO 4030, která je injektována do dutiny formy.

Popis formy

Spodní a vrchní části formy vyfrézovány z polotovaru 95x40mm materiál ALMgSi 5. Vedení spodní a vrchní část formy provedeno 2kolíky \varnothing 8mm. Spodní část formy je osazena čtyřmi stavěcími šrouby pro snadné rozebrání formy po odlití výrobku. Ve

spodní části formy v dělicí rovině vytvořen kuželový vtokový kanálek $\varnothing 4\text{mm}$ pro injektáž licí pryskyřice. V horní části formy provedeny 2 odvzdušňovací kanálky. Jádru vyrobeno z parafínu, do předem připravené formy. Vzhledem k malým rozměrům výrobku a malému smrštění materiálu výrobku, forma vyrobena bez přídatku na smrštění.

Vytavitelné Jádru

Jádru je odlito ze směsi parafínu ve formě z LUKAPRENU 1522.

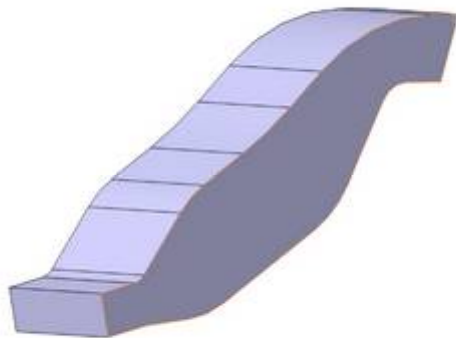
Ekonomické zhodnocení-použití v praxi.

Materiálová skladba formy navržena z důvodu snadné obrobitelnosti, při zajištění požadované přesnosti a dosažení potřebné kvality povrchu. Z ekonomického hlediska tento typ formy je určen pro výrobu 10 až 100 kusů výrobku. Forma není určena pro seriovou výrobu, nýbrž pro kusovou. V praxi najde uplatnění zejména při výrobě prototypu, nultých serií a podobně. Díky široké škále licích pryskyřic, co do barev, mechanických vlastností, doby zpracování, je možno vyrobit výrobek požadované kvality.

3. Postup řešení

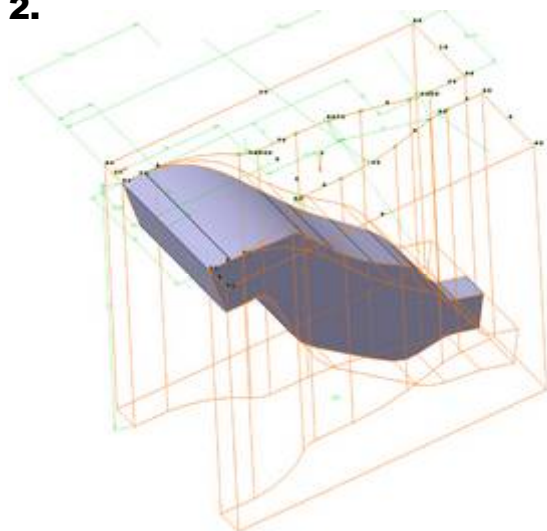
3.1. Postup tvorby 3D modelu výrobku v Catii V5 R18

1.



- pro vytvoření tělesa byla zvolena rovina xy v níž byla vytvořena skica bočního tvaru tělesa.
- vytažením z této skici, pomocí nástroje Pad, ve směru osy z do hloubky 50 mm, vznik požadovaného tělesa.

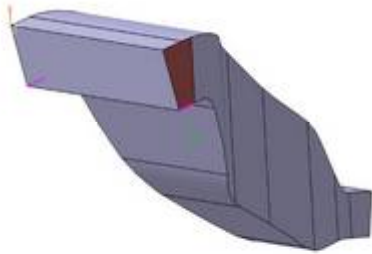
2.



- nadefinování roviny xz v níž je vytvořena polovina skici půdorysného tvaru modelu, zrcadlením této skici získáme celý půdorysný tvar modelu.
- následně provedeno oříznutí vzniklou konturou, pomocí nástroje Pocket, tímto způsobem je vytvořen základní hrubý tvar modelu.

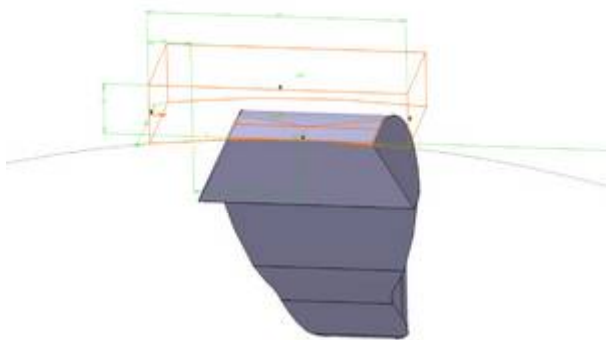
3.

- proveden úkos 30° na vstupu sání pomocí nástroje Draft.



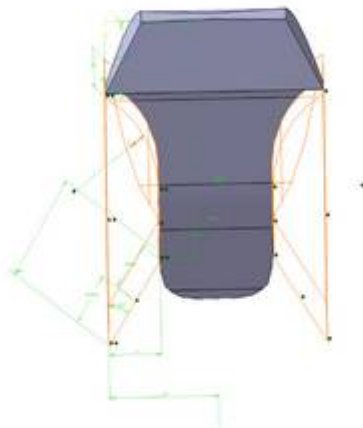
4.

- nadefinování roviny yz v níž je vytvořena skica, za úkolem oříznutí vrchní vstupní části sání s radiusem R350.



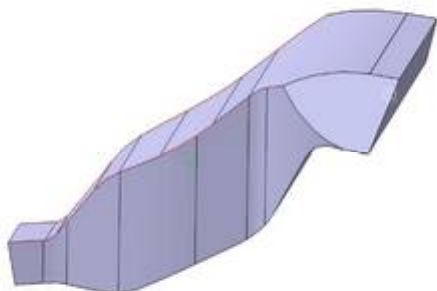
5.

- nadefinování roviny yz v níž je vytvořena polovina skici nárysu modelu, zrcadlením této skici získáme celé vstupní hrdlo sání modelu.
- následně provedeno odříznutí vzniklou konturou, pomocí nástroje Pocket.



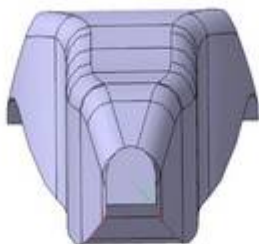
6.

- vytvoření zaoblení (R5) horních hran, nástrojem Edge fillet.



7.

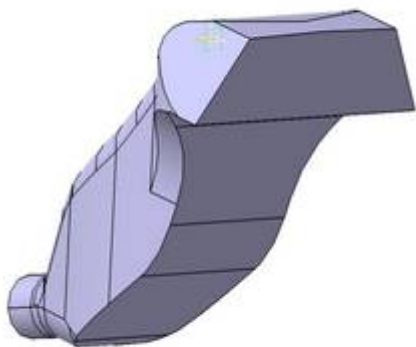
- vytvoření zaoblení (R5) dolní části výstupu sání, nástrojem Edge fillet, účelem je vytvoření výstupu ze sání o průměru 10mm.



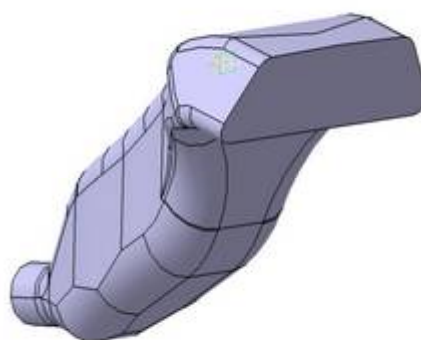
8.

- dalšími úkoly při tvorbě modelu jsou zaoblení, pomocí rádiusů (R2,5; R3; R5; R8; R10), model zaoblíme do požadovaného tvaru, dbáme na to aby nejmenší zaoblení bylo maximálně poloměrem konečného dokončovacího nástroje (v našem případě R2,5 pro nástroj o \varnothing 5mm)

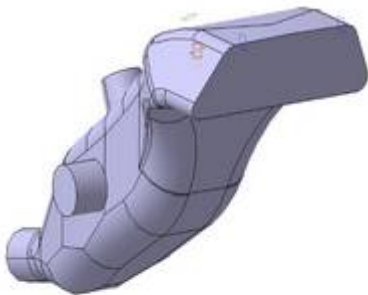
před



po



9.

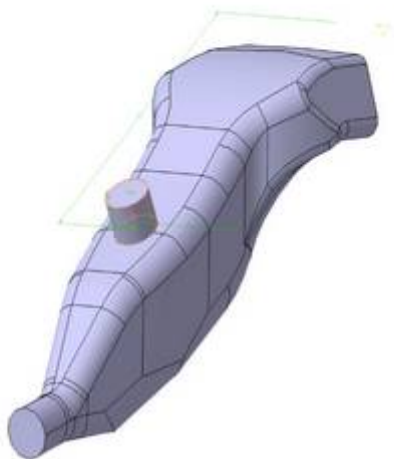


- potřeba vytvoření pomocných rovin k vytvoření nálitků na bocích a hřbetu modelu.

- ze základního osového kříže využijeme rovinu xy (červená), za pomocí nástroje Plane vytvoříme boční roviny a to ve vzdálenostech 12mm a 38mm od ZOK.

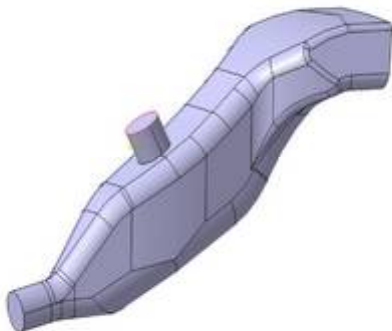
- ze základního osového kříže tentokrát využijeme rovinu yz (červená) nástrojem Plane vytvoříme rovinu, v tabulce pro nadefinování roviny zadáme rovinu (yz) a úhel (60°), který svírá pomocná rovina s rovinou yz, tuto rovinu vytáhneme do vzdálenosti (6,554mm) aby splývala s plochou na níž má být nálietek.

10.



- vytvoření nálitků se provádí v předem navržených pomocných rovinách, v těchto rovinách provedeme návrh podstavy, nebo-li tzv. skicu a následně její vytažení nástrojem Pad do prostoru.

11.

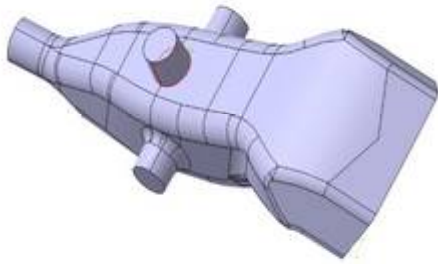


- provedení úkosu, pomocí nástroje Chamfer o velikosti 8mm

- stejným způsobem se provedou úkosy na bočních nálitcích modelu.

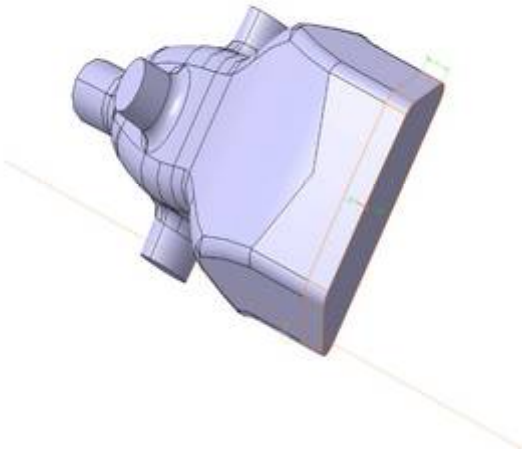
- výsledným tvarem těchto nálitků je tvar komolého kuželu o průměru podstavy 10mm a výšce 8mm.

12.



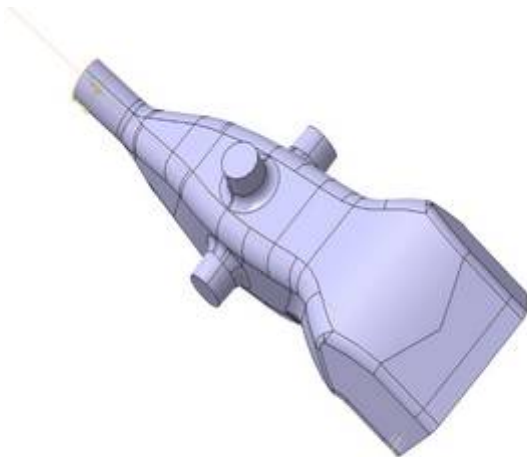
- výroba zaoblení u paty nálitků R2,5, nástrojem Edge fillet.
- stejným způsobem provedeme u všech nálitků.

13.



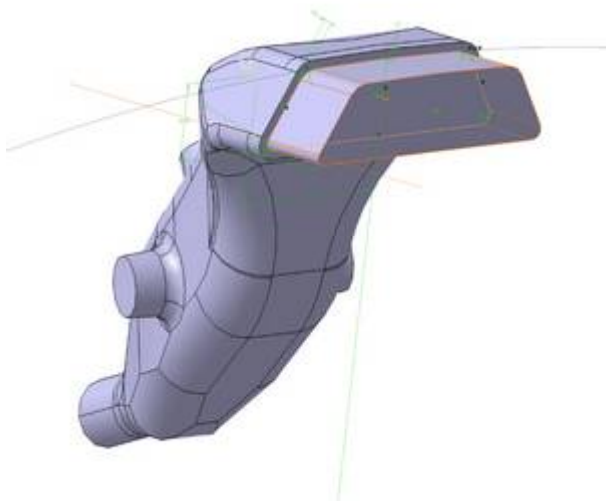
- provedení prodloužení na vstupu sání o 5mm, za účelem pozdějšího provedení zbrošení vstupu \Rightarrow nechtěný rádius na vstupu sání, provedeme nástrojem Pocket.

14.



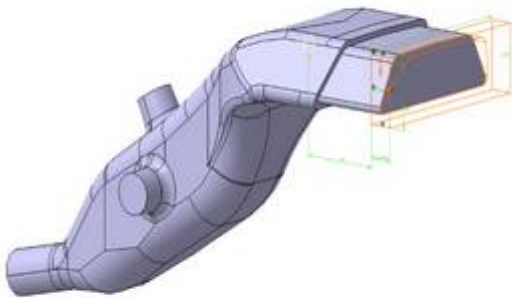
- provedení prodloužení na výstupu sání o 5mm, ze stejného důvodu jako u bodu 13.

15.



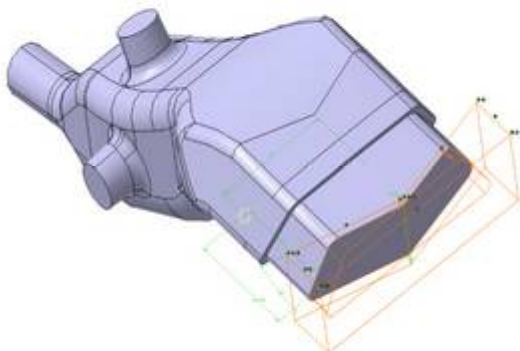
- vytvoření zámku, pro vytavitelné jádro modelu z výstupu sání, provedeme pomocí nástroje Pad.

16.



- vytvoření skici v rovině xy a následné oříznutí pomocí nástroje Pocket.
- hlavním důvodem je zbavení se šikmé stěny na zámku jádra.

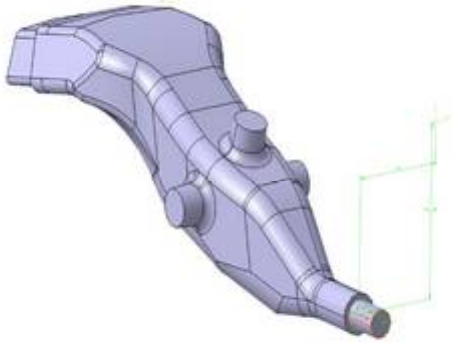
17.



- vytvoření skici v rovině zx, oříznutí zámku jádra vytvořenou konturou pomocí nástroje Pocket
- oříznutí provedeme z technologických důvodů.

18.

- výroba zámku pro vytavitelné jádro na výstupu ze sání, provedeme pomocí nástroje Pad.



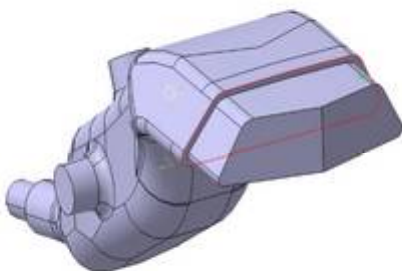
19.

- vytvoření zaoblení (R2,5), hrany na výstupu sání, nástrojem Edge fillet.



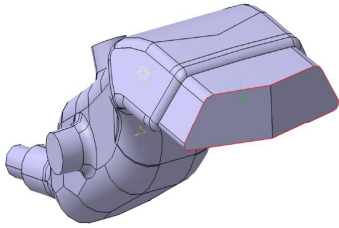
20.

- vytvoření zaoblení (R2,5) na vstupu sání, nástrojem Edge fillet.



21.

- vytvoření zaoblení (R2,5) na vstupním zámku, nástrojem Edge fillet.

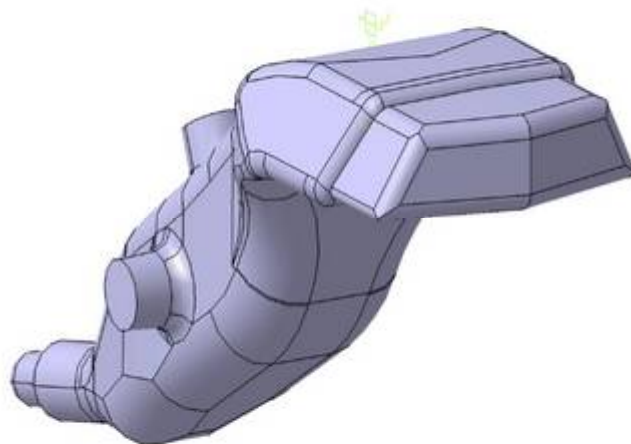


22.

- vytvoření zaoblení (R3,5) na výstupním zámku, nástrojem Edge fillet.

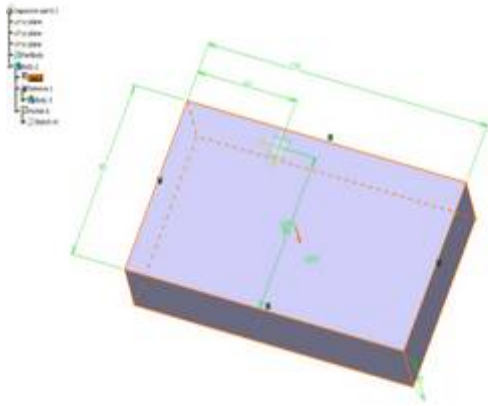


Konečný model



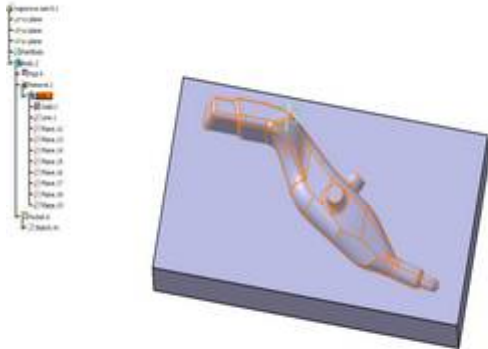
3.2. Postup tvorby 3D modelu formy v Catii V5 R18

1.



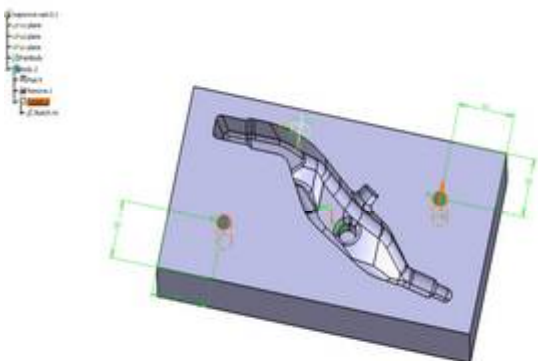
- pro výrobu formy potřebujeme vyrobit polotvar, ten navrhne v Pard Design modelu, stiskneme insert na hlavní liště, pootevření nabídky vybereme odkaz Boby – ve stromě se objeví body (polotovary), označíme ho a vytvoříme skicu základního tvaru formy a následně její vytažení do prostoru.

2.



- Dutinu vytvoříme pomocí boolean operations, funkcí Remove (odečtením), funkce nefunguje pokud model není ve stromě za vytvořeným tělesem formy, jestli že se tak nestane, musíme model překopírovat za těleso formy. Model po odečtení od formy musíme skrýt, jinak nebude vidět dutina viz. obr. 2.

3.

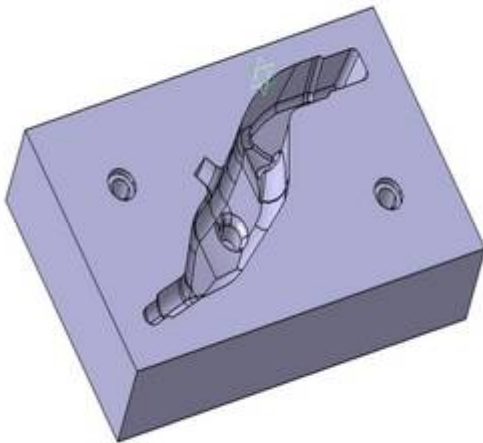


- pro přesné ustanovení horní a dolní formy na sebe, vytvoříme dvě díry pro kolíky o 8mm, ve vzdálenosti od hran 30x30 mm.

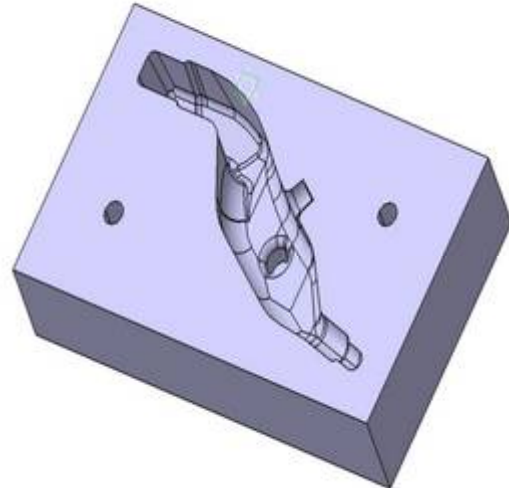
- stejným sledem operací prochází horní forma, je tudíž zbytečné popisovat její postup výroby, liší se pouze zahloubením v místě pro kolíky, z důvodu lícování ploch dělicí roviny.

- zde je vidět předběžný tvar forem

horní forma



dolní forma

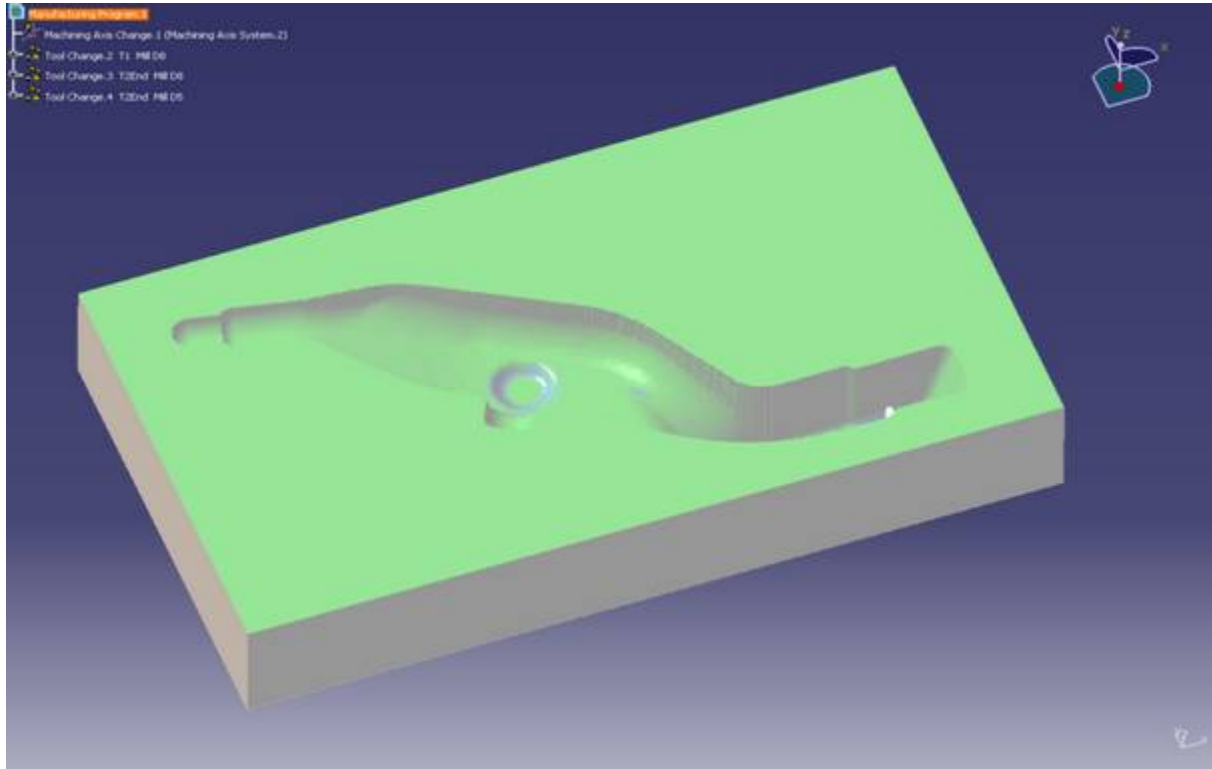


3.3. Naprogramování drah nástroje

Obrobek je svým tvarem typický pro použití aplikace tříosého frézování. K vytvoření programu jsem s výhodou využil možnosti aplikace **Machining** v systému Catia V5. Před zahájením programování drah nástroje je zapotřebí navrhnout polotovar formy. Úprava spočívá ve vytvoření tělesa (Body 2) v Pard design, nikoli v **Procesu**. První fází frézování bylo hrubování obrobku (roughing). V němž nadefinujeme tvar dutiny, vybereme nástroj, zvolil jsem stopkovou zanořovací frézu \varnothing 8mm a upravíme rozložení třísek v radiální a axiální rovině, v níž se jedná o odebrání největšího množství přebývajícího materiálu ve vrstvách s hloubkou třísky 1mm. Po určení všech podmínek můžeme spustit simulaci pro zjištění správnosti drah obráběcího nástroje. Výsledek hrubování dutiny je závislý na průměru nástroje – částečné vyfrézování dutiny v závislosti na rozměrech formy. Ve druhé frézovací operaci se jednalo o frézování dutiny formy na čisto (sweeping). V němž probíhá nadefinování obdobným způsobem jako u hrubování, rozdíl je zde ve volbě nástroje (radiusová fréza \varnothing 8mm) a odlišným čistícím posuvem (0.3mm). Nastavení řezných podmínek bylo přizpůsobeno možnostem stroje a požadavku kvality dutiny formy. Najít optimální řešení správného nastavení řezných podmínek nebylo jednoduché. Zmenšení posuvu zlepšil kvalitu povrchu, ale značně prodloužil dobu obrobení. Zvýšení strojních časů s sebou nese zvýšení nákladů. Proto jsem se snažil o urychlení celého procesu zvýšením rychlosti nepracovních přejezdů nástrojů. Po vyfrézování načisto jsem zjistil, že velikost poloměru nástroje neumožnila dočistit některé plochy, které byly geometricky menší - měly menší poloměr zakřivení. Proto následovala ve výrobním postupu třetí frézovací operace, znovu frézování načisto (sweeping), kulovým nástrojem s menším poloměrem zaoblení (R 2.5). Po

nadefinování drah nástroje jsem provedl verifikaci celého obráběcího procesu. Vygeneroval jsem kód pro řídicí systém stroje, na kterém byla forma vyrobena.

Analýza po obrobení ukázala, že obrobení proběhlo ve stanovené toleranci - viz obr.



Zelná barva informuje o obrobení beze zbytku, bledé modrá barva ukazuje na drobné a neobrobené zbytky, které jsou ale také v předem nadefinované toleranci.

3.4. Frézování

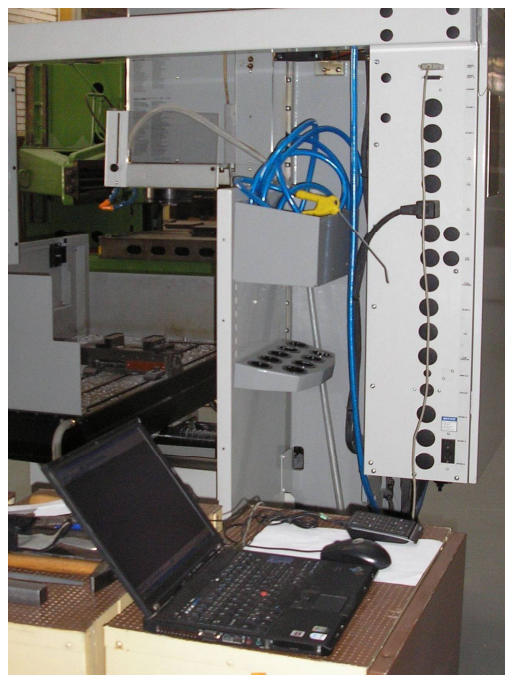
1. Uvedení stroje do provozu

Prvním krokem k samotnému frézování je natlakovat stroj na (8÷10) Bar. Poté zapneme stroj stisknutím tlačítka Power-On na hlavním panelu ovládání. U stroje poté provedeme bezpečnostní test, jedná se o stisknutí a následné odblokování tlačítka Central-stop. Výstrahy vynulujeme několikerým stisknutím tlačítka Reset. Kvůli bezpečnosti musíme otevřít a zavřít dvířka frézky pro kontrolu funkčnosti bezpečnostního čidla na dvířkách. Jakmile jsou výstrahy vynulovány a je provedena základní kontrola, stroj potřebuje referenční bod, od kterého by mohl zahájit svojí činnost. Tento bod se nazývá „Home“ neboli výchozí poloha. Do kterého se dostaneme stisknutím tlačítka Power-Up. Po stisknutí tlačítka stroj zahájí automatický pohyb najetí do reference, jedná se o najetí ve všech osách na koncové spínače.

2. Přenos programu z PC do stroje

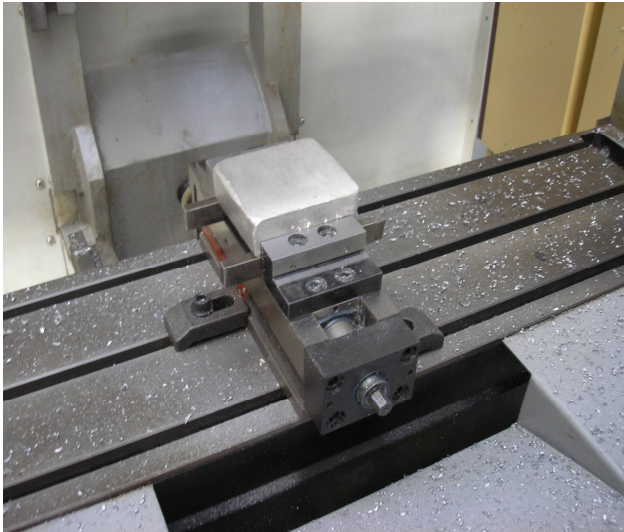
Prvním krokem je propojení počítače se strojem, propojení se provádí speciálním kabelem pomocí rozhraní RS - 232. Abychom mohli přijmout program z počítače,

stiskneme klávesu **List Prog.**, na příkazový řádek napíšeme číslo programu, který chceme stahovat a smáčkneme tlačítko **Recv**, na příkazovém řádku se objeví „ČEKÁM NA DATA“ v tuto chvíli je stroj připraven pro přenos programu z počítače. Druhý krok, prováděný v počítači pomocí programu CIMCO Edit v5, ve kterém provedeme následující: stiskneme tlačítko **Přenos** na hlavní liště, po otevření sloupce vybereme odkaz s názvem **Poslat soubor** (viz. obr. vlevo), poté se otevře okno s názvem „Vybrat stroj“, kde v našem případě vybereme frézku Haas, znovu se nám objeví okno, tentokrát s názvem „Send file“ zde nejprve určíme typ souboru, „Text file files“ nebo „All files“, pak vybereme požadovaný program, který chceme poslat do stroje, následně proběhne přenos do stroje (viz. obr. vpravo) na jehož konci počítač oznámí, že program byl úspěšně dokončen, nad příkazovým řádkem ve stroji se objeví „RS232 – PŘÍJMUTO!“ a program se automaticky zařadí do seznamu stoje pod názvem jež jsme napsali na příkazový řádek před stisknutím tlačítka **Recv**.



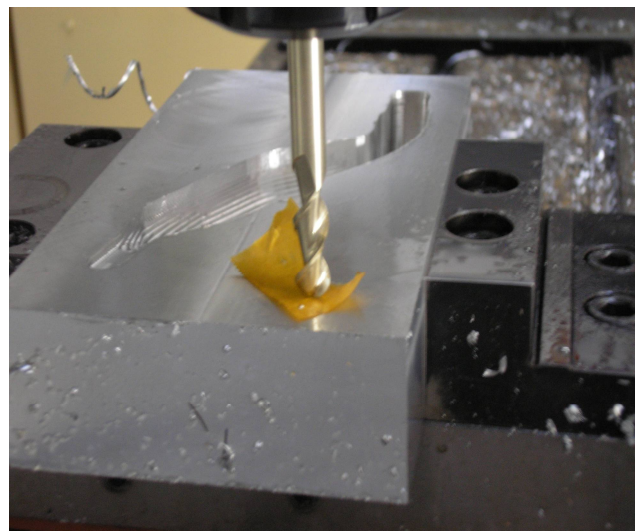
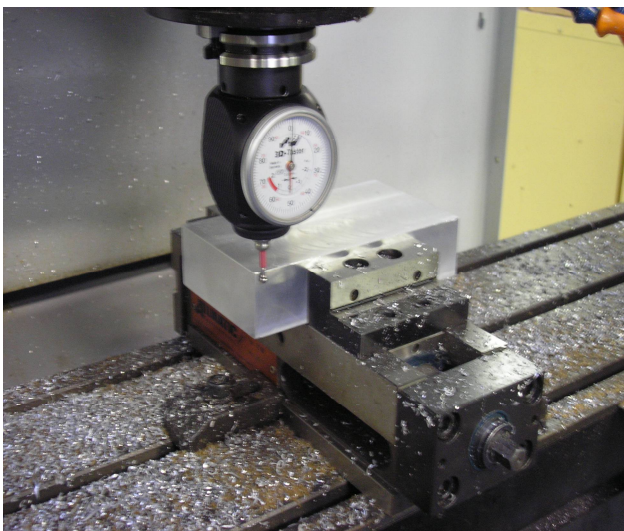
3. Upnutí obrobku

U většiny případů upneme obrobek pomocí strojního svěráku, upnutého na stole frézky, též využijeme i upnutí obrobku na stůl frézky pomocí upínek.



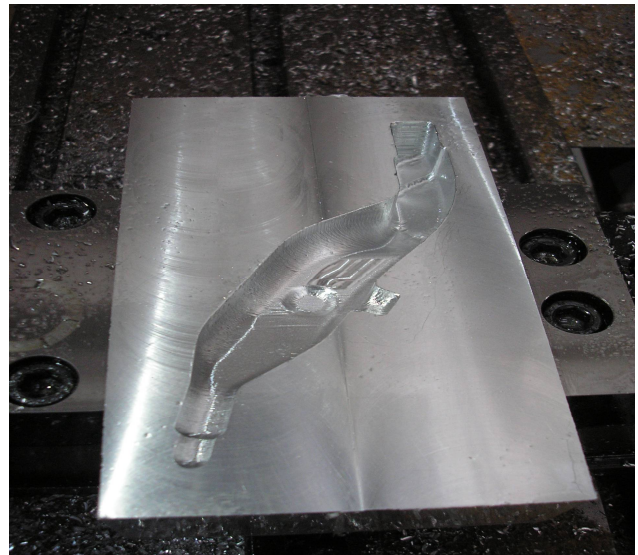
4. Nastavení nulového bodu obrobku (ofsetů)

Aby mohla fréza přesně opracovat obrobek, musí vědět, kde se na stole obrobek nachází. K tomuto účelu použijeme 3D sondu, s ní se opatrně přiblížíme k levému dolnímu rohu (viz. obr. vlevo). Tento roh jsme totiž při programování drah nástroje určili jako nulový. Seřídíme nulovou hodnotu na ose x a to tak, že hrot s indikátorem přesuneme ke stěně a následně ho vychýlíme o poloměr průřezu kuličky na konci hrotu 3D sondy (\varnothing kuličky 4mm), x hodnotu uložíme do G54 na stránce pracovního ofsetu pomocí tlačítka **Part zero set**, stejným způsobem provedeme nastavení nulové hodnoty na ose y . Osu z nenastavujeme z důvodu, že nemáme možnost využití zásobníků nástrojů. Nastavování nuly nástroje provádíme ve druhé tabulce ofsetů, kde nastavujeme délku nástroje (viz. obr. vpravo) a jeho průměr, změny délky a průměru provádíme tlačítkem **Tool offset measure**. Délku nástroje určujeme proto, abychom zajistily rozměrovou a tvarovou správnost v ose z , průměr nástroje vyplňujeme aby si stroj dokázal spočítat svoji souřadnici a měl tak výrobek správné rozměrové hodnoty.



5. Frézování polotovaru formy

Kvůli bezpečnosti a pro kontrolu správnosti programů, provedeme nejprve kontrolní frézování do měkkého materiálu, v našem případě dubový špalek předem upravený na rozměry polotovaru ve školní truhlárně. Prvním krokem bylo začištění dělicí roviny polotovaru formy, kterou musíme začistit na dvakrát, protože šířka polotovaru je větší než \varnothing frézy jíž obrábíme. V druhém kroku následovala výměna a seřízení nástroje typu válcová zanořovací stopková fréza o \varnothing 8mm. Nastavení nástroje je podrobně popsáno v bodě číslo 4., tímto typem frézy se provádí hrubování, nebo-li odebrání převážné části dutiny, při co možná největších otáčkách a posuvu pro frézování. V třetím kroku vyměníme stávající nástroj za stopkovou rádiusovou frézu o \varnothing 8mm, nastavíme \varnothing a délku nástroje, řezné podmínky v tomto bodu jsou menší týká se to hlavně posuvu, v této operaci dostává dutina už téměř svůj tvar, proto čtvrtým krokem je výměna nástroje \varnothing 8mm za rádiusovou frézu o \varnothing 5mm, tímto nástrojem dokončíme konečný tvar výrobku.



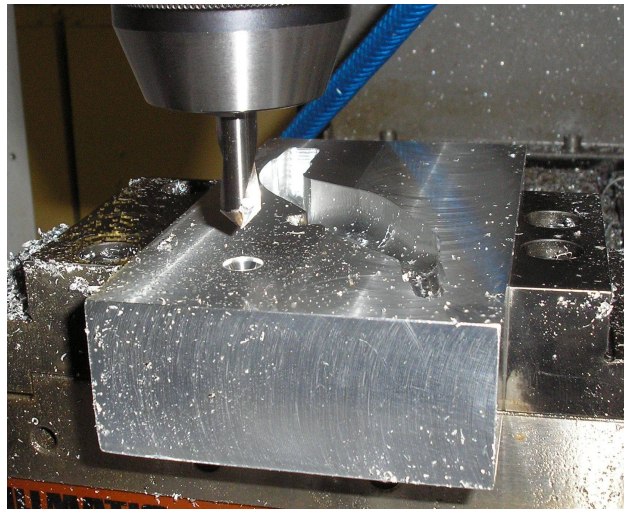
Řezné podmínky pro frézování

Typ frézy	řezná rychlost [m/min]	otáčky [ot./min]	strojní čas
válcová čelní \varnothing 60mm	37,6	200	0.08.51
stop. zanořovací \varnothing 8mm	100,5	4000	1,06.25
stop. rádiusová \varnothing 8mm	75,4	3000	0.52.50
stop. rádiusová \varnothing 5mm	47,1	3000	0.18.27

6. Příprava pro ruční svrtání

Před svrtáním obou částí forem potřebujeme přesné ustanovení dutin na sebe, aby nedošlo k přesazení dutin. To zajistíme, tak že provedeme navrtání po dokončení frézování dutiny, ještě před tím než vyndáme formu ze svěráku frézky (na jedno upnutí), provedeme pomocí ručního frézování navrtání, podle souřadnic nulového bodu polotovaru, které jsou zapsány na stránce pracovního offsetu ve stroji, pomocí těchto souřadnic dopočítáme vzdálenosti děr pro kolíky. U navrtávání druhé formy

musíme brát v podzaz, že je forma zrcadlově otočena, proto musíme souřadnice určit nové.



7. Gravírování

Gravírování je provedeno na horní části formy z estetických důvodů.



3.5. Ruční dokončovací práce povrchu formy

Jednou z dokončovacích prací je svrtání a vystružení děr pro kolíky. Nejprve jsem provedl řadu zkušebních pokusů do zkušebního vzorku z téhož materiálu jako je forma, za účelem zjištění správných rozměrů děr pro kolíky a nedošlo tak k výrobě zmetku formy, vlivem špatných rozměrů děr.



Po vyvrtání děr pro kolíky, následovala výroba otvorů, do spodní formy, pro snadné rozevření po oblití. Díry jsou určeny pro stavěcí šrouby M6, díry vyvrtáme příslušným vrtákem, z důvodu šíře formy (40mm) je zbytečné zhotovení závitu v celé šíři formy, proto jsme provedli odlehčení do poloviny šíře formy (\varnothing díry $>$ \varnothing 6 mm). Následně provedeme zahloubení kuželovým záhlubníkem, z obou stran formy a vyřízneme závity M6. Do horní části formy provedeme zahloubení pomocí frézy o \varnothing 4mm, v místech stavěcích šroubů.



Následovalo ruční dokončení dutin formy, které provedeme speciálními modelářskými pilníky, pomocí nichž přebrousíme největší nerovnosti, vzniklé při poslední operaci frézování dutiny. Dutinu jsme dále přebroušovali smirkovými plátny různé zrnitosti, pro finální dokončení použijeme mikrovrtáčku s plstěným kotoučem, který namáčíme ve směsi vody a lapovací pasty, pro dosažení dokonalého povrchu.



Po dokončení úprav forem (vrtání, gravírování, leštění,...) provedeme přebroušení dělicích rovin na formách, nejprve hrubším brusným plátnem pro zarovnání hrubších nerovností, následovně pak brusným plátnem o zrnitosti 120. Na konec narazíme kolíky a složíme formu.

Dokončovací práce ručního zabroušení a leštění byly zdlouhavější než se na první pohled zdálo, vlivem větší drsnosti povrchu poslední prováděné operace při frézování. Větší drsnost se dala odstranit volbou menšího posuvu, bohužel na úkor delšího dokončovacího času.

3.6. Výroba modelu jádra

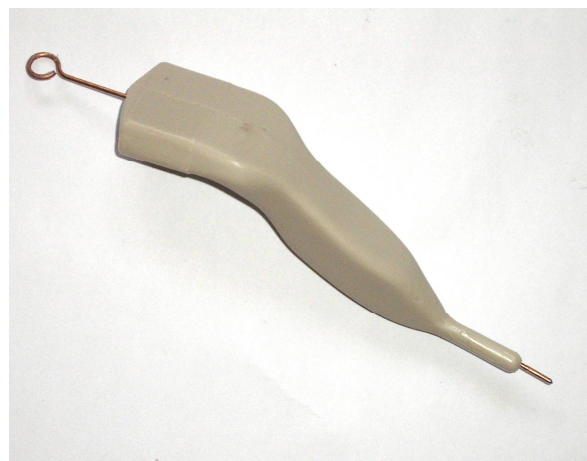
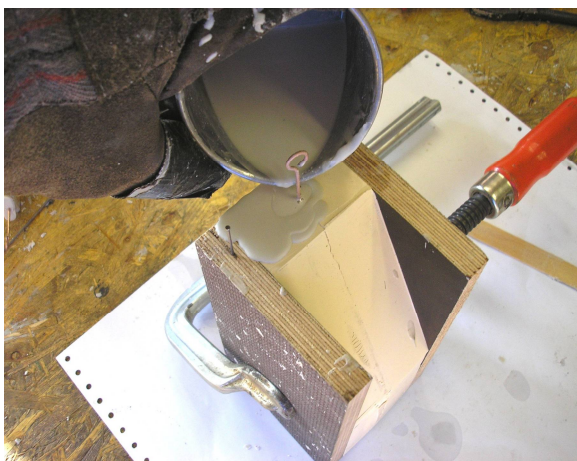
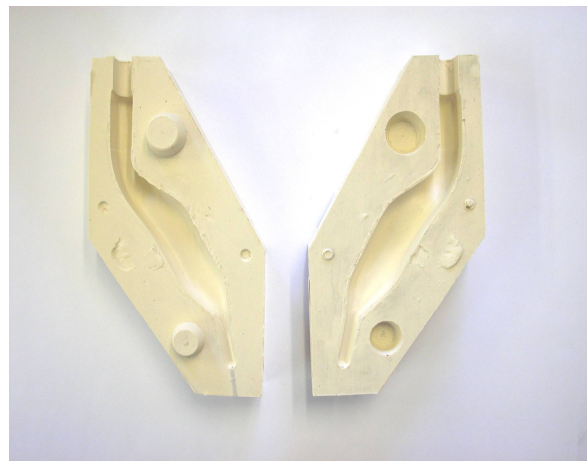
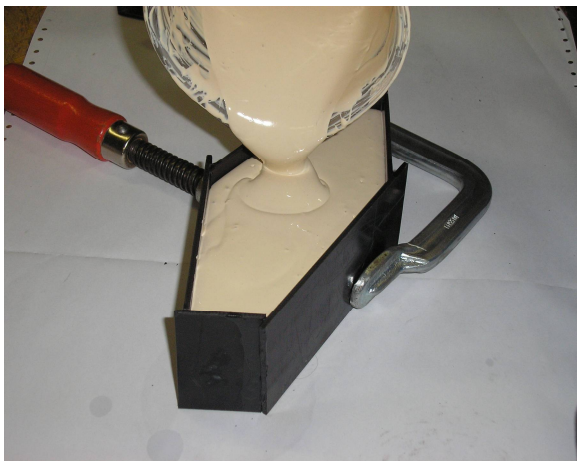
Model jádra se zhotoví, za použití základní formy, kde na činné plochy vnějšího tvaru výrobku ve formě je nalepena samolepící vosková folie tl. 1,5 mm (viz. obr.). Takto vzniklá dutina se opatří separačním nátěrem a poté se z licí pryskyřice odlije model jádra.



3.7. Výroba formy pro jádro, odlití jádra

Dle vyrobeného modelu jádra vyrobíme dvoudílnou formu z Lukaprénu N 1522 následujícím způsobem:

Model jádra zůstane vložený ve spodní části základní formy. Kolmo na dělicí rovinu vytvoříme hradítka pro ohraničení poloviny budoucí formy a na dělicí rovinu se nalepí kuželové výstupky (známky) pro zastředění obou polovin formy. Odlije se spodní polovina formy. Po vytvrzení se odstraní hradítka. Na nově vzniklé části formy se slepí nová hradítka pro odlití druhé poloviny formy. Odlije se druhá polovina formy. Po vytvrzení druhé poloviny formy se odstraní hradítka, forma se rozebere, vyjme se model, odstraní se případné otřepy, forma se složí a odlije se jádro z parafínu.

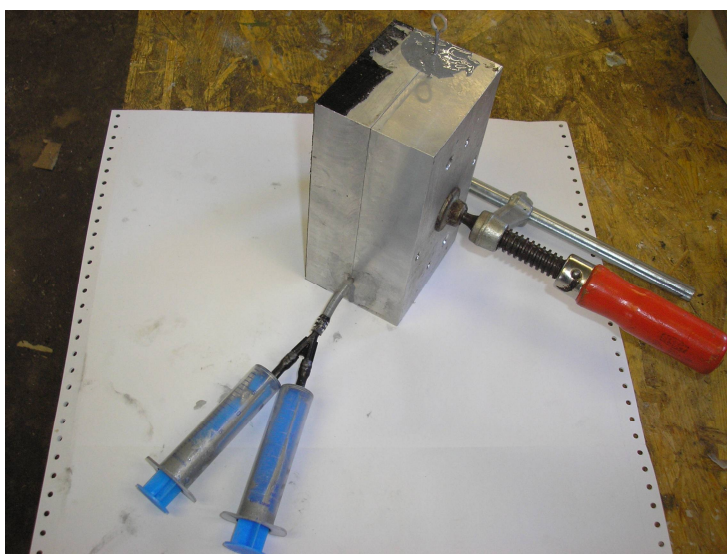


3.8. Separování formy a její příprava

Obě poloviny formy nutno pečlivě vyčistit a následně odmastit. Provést nátěr separátoru PVA vlasovým štětcem na činné plochy a dělicí rovinu formy. Po zaschnutí nátěr 2x opakovat. Před složením formy vložit parafínové jádro a vodící kolíky potřít olejem. Formu postavit na výšku a stáhnout truhlářskou svěrkou.

3.9. Výroba odlitku konečného výrobku

Do předem připravené formy provedeme injektáž licí pryskyřicí EPO 4030 od f.AXSON, jednorázovou injekční stříkačkou 20ml.



Po vyndání součásti z formy následuje vytavení jádra v nádobě s horkou vodou při teplotě $80 \div 90^{\circ}\text{C}$.



4. Závěr

Veškeré práce na projektu probíhaly bez větších problémů a v daných časových termínech. Menším nedostatkem byla volba příliš velké rychlosti posuvu při poslední operaci frézování, což se projevilo horší kvalitou frézovaného povrchu. To zapříčinilo větší pracnost při konečné úpravě a leštění činné plochy formy.

Po dokončení formy proveden zkušební odlitek pro ověření správné funkčnosti formy. Výrobek je bez závad a má správné rozměry, což potvrzuje dobře zvolenou technologii i správný výběr materiálu.

Závěrem bych chtěl poděkovat vedení SPŠ za technickou podporu při realizaci mé praktické maturitní práce, obzvláště Ing. Koťátkové za pomoc a dobré rady při realizaci v oblasti programu Catia, panu Šmídovi za pomoc v oblasti výroby formy.



5. Použitá literatura

Manuál Catia V5 R18

Manuál na 3osou CNC frézku Haas

Materiálové listy licích pryskyřic a RAPID PROTOTYPING materiálu f. AXSON

Materiálový list kalibrovaných voskových plátů f. HEXCEL

Prospektový materiál f. HEK

Technologický postup pro výrobu forem ze silikonového dvousložkového kaučuku LUKOPREN n.

Materiálový list LUKOPRENU N 5541 f. Lučební závody Kolín

6. SEZNAM PŘÍLOH

Materiálový list EPO 4030.

Materiálový list kalibrovaných voskových plátů f. HEXCEL.

Materiálový list LUKAPRENU N 1522

Materiálový list AlMgSi5
Výkres modelu ŠKODA RS 130 v měřítku 1:8