

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: 2301R016 Strojírenská technologie - technologie  
obrábění

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Technologické možnosti obráběcího centra EMCO Maxxturn 25

Autor: **Petr REHÁK**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.**

Akademický rok 2018/2019

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

Jméno a příjmení: **Petr REHÁK**  
Osobní číslo: **S17B0338P**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**  
Název tématu: **Technologické možnosti obráběcího centra EMCO Maxxturn  
25**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

**Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :**

1. Úvod
2. Popis pracovních možností obráběcího centra EMCO Maxxturn 25
3. Analýza možností řídicího systému Sinumerik 828D
4. Návrh příkladu součástí možných obrábět na uvedeném centru dle zvolených kritérií
5. Zpracování technologické dokumentace na navržené součásti
6. Zhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- **JANDEČKA, K. , ČESÁNEK, J. , KOŽMÍN, P. : Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000. ISBN 80-7082-694-4**
- **ŠTULPA, M.: CNC programování obráběcích strojů. 1. vyd.. Praha : 2015. ISBN 978-80-247-5269-3**
- **NÁPRSTKOVÁ, N., JANDEČKA, K.: Programování výrobních strojů. UJEP, Ústí nad Labem, skripta, 2010. ISBN 978-80-7414-216-1**
- **Interní podklady ZČU-KTO**
- **Firemní literatura**

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.**  
Katedra technologie obrábění  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Luboš Kroft**  
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



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

V Plzni dne 18. října 2018

## **Prohlášení o autorství**

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

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

**V Plzni dne:** .....

.....  
**podpis autora**

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, kterým je doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D., za čas, který mi během celého průběhu zpracování předložené práce věnoval a za jeho věcné připomínky a rady, které mi poskytnul. Poděkovat bych také chtěl odbornému konzultantovi bakalářské práce, kterým je Ing. Luboš Kroft, Ph.D..

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Rehák	<b>Jméno</b> Petr	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> doc. Ing. Česánek, Ph.D.	<b>Jméno</b> Jiří	
<b>PRACOVISTĚ</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Technologické možnosti obráběcího centra EMCO Maxxturn 25		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	41	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	35	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Cílem práce je vymyslet a zpracovat součásti, respektive technologii jejich výroby tak, aby mohly být využity k výuce na stroji EMCO Maxxturn 25. Protože se jedná o modulární stroj, je v teoretické části práce popsána jeho konkrétní specifikace. V teoretické části práce je dále popsána historie vývoje NC, později CNC strojů a vývoj automatizace. Z pohledu praktické části, je práce věnována návrhu jednotlivých součástí, a to z hlediska metodiky postupu při návrhu. Součásti byly navrženy s ohledem na specifikaci konkrétního stroje a budoucí použití ve výuce. Byly zpracovány CAD modely, výrobní výkresy, technologické postupy a NC programy pro každou ze součástí. Jako ukázka vyrobitelnosti a vhodnosti použití ve výuce byla 1 součást reálně vyrobena. K této součásti byl vypracován také seřizovací list.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p>	<p style="text-align: center;">CNC stroj, NC program, soustružení, frézování</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Rehák	<b>Name</b> Petr		
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“			
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> doc. Ing. Česánek, Ph.D.	<b>Name</b> Jiří		
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>TYPE OF WORK</b>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>	
<b>TITLE OF THE WORK</b>	The Technological Possibilities of the Machining Center EMCO Maxxturn 25			

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2019
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	41	<b>TEXT PART</b>	35	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>The main part of this work is the describing of the designs of the components for machine EMCO Maxxturn 25 which is newly located in laboratory at the Department. All components are designed so they can be used for teaching on this machine. In the theoretical part there are described the specifics of the machine. There is also history of NC machines, later CNC machines and automation development. In practical part there are all components how they were designed and there is also methodology of the procedure. The components were designed with respect to the machine and for future use in machining lessons. It all was designed in CAD. In that work you can find also the manufacturing drawings, technological procedures and NC programs for each of the components. As a demonstration of manufacturability and suitability for use in teaching, one component was actually produced. An adjustment sheet has also been prepared for this component.</p>
<b>KEY WORDS</b>	CNC machine, NC program, turning, milling

## Obsah

<b>Seznam použitých zkratk a jednotek</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Vývoj NC strojů a automatizace</b> .....	<b>12</b>
2.1 Vývoj NC strojů .....	12
2.2 Vývoj automatizace .....	13
<b>3 EMCO Maxxturn 25</b> .....	<b>14</b>
3.1 Revolverová nástrojová hlava .....	14
3.1.1 Vyvážení.....	14
3.2 Souřadnicový systém.....	15
3.3 Osa Y .....	15
3.4 Body na stroji .....	16
3.5 Hlavní vřeteno .....	16
3.6 Protivřeteník .....	17
3.7 Chladicí zařízení.....	17
3.8 Podavač krátkých tyčí EMCO LM-800.....	17
3.9 Technické údaje.....	18
<b>4 Řídicí systém Sinumerik</b> .....	<b>19</b>
4.1 Řídicí systém Sinumerik 828D.....	19
<b>5 Metodika řešení</b> .....	<b>22</b>
5.1 Návrh tvarů a tvorba CAD modelů .....	22
5.1.1 Součást č. 1 .....	22
5.1.2 Součást č. 2.....	23
5.1.3 Součást č. 3.....	24
5.1.4 Součást č. 4.....	24
5.1.5 Součást č. 5.....	25
5.1.6 Součást č. 6.....	26
5.1.7 Součást č. 7.....	27
5.2 Tvorba výrobních výkresů.....	28
5.3 Tvorba technologických postupů .....	28
5.3.1 Ukázka technologického postupu.....	29
5.4 Tvorba NC programů .....	30
5.4.1 Volba řezných podmínek.....	30
5.4.2 Simulace .....	31
<b>6 Součást č. 5</b> .....	<b>32</b>
6.1 CAD model .....	32



6.2 Výrobní výkres .....	32
6.3 Technologický postup pro součást č. 5.....	33
6.4 Seřizovací list .....	34
6.5 NC program.....	36
6.6 Výroba.....	37
<b>7 Závěr.....</b>	<b>39</b>
<b>Použitá literatura.....</b>	<b>40</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>41</b>

## Seznam použitých zkratk a jednotek

### Zkratky:

CNC	- Počítačem řízený (Computer Numeric Control)
NC	- Číslicově řízený (Numeric Control)
HW	- Hardware
SW	- Software
IT	- Informační technologie
KR	- Kruhová tyč
CAD	- Počítačem podporované navrhování (Computer Aided Design)

### Jednotky:

Délka	- metr	[m]
	- milimetr	[mm]
Krouticí moment	- Newtonmetr	[Nm]
Tlak	- Megapascal	[MPa]
Tvrдость dle Brinella	- Brinell Hardness	[HB]
Hloubka záběru $a_p$	- milimetr	[mm]
Posuv $f$	- milimetr na otáčku	[mm/ot.]
Řezná rychlost $v_c$	- metr za minutu	[m/min]

## 1 Úvod

CNC stroje jsou v současnosti jedním z nejdůležitějších prvků strojírenského průmyslu. Tyto stroje jsou součástí každé moderní výroby. Současný trend je takový, že jsou kladeny požadavky na co nejvyšší přesnost, rychlost a kvalitu při vysokém stupni automatizace. Zatím nejvyspělejší generací CNC strojů jsou tzv. obráběcí centra, která umožňují provádění několika různých pracovních operací naráz. Tyto moderní stroje například umožňují automatickou kontrolu rozměrů nebo jakosti povrchu během výrobního procesu. Za nejvyšší možný stupeň automatizace je v současné době považován plně automatizovaný průmyslový závod. Pro takové případy zavádíme pojem „Industry 4.0“.

Na základě současného trendu je žádoucí připravovat budoucí generaci na práci s moderními obráběcími centry. Stroj EMCO Maxxturn 25 lze považovat za takové moderní obráběcí centrum, které by v současné praxi jistě našlo využití. Tato práce je věnována vytvoření výukových součástí právě pro tento stroj, kdy samotným cílem práce je vymyslet a zpracovat součásti, respektive technologii výroby tak, aby při jejich výrobě bylo demonstrováno co nejvíce z technologických možností použitého obráběcího centra. Studenti, kteří budou řešit úlohy spojené s výrobou navržených součástí, získají povědomí o pracovních možnostech moderního CNC obráběcího centra a vědomosti v problematice programování pomocí řídicího systému Sinumerik 828D.

Práce je rozdělena na teoretickou část, kde je uvedena konkrétní specifikace zvoleného obráběcího centra a na praktickou část, ve které je podrobně popsána metodika řešení návrhu a zpracování jednotlivých součástí. Navržené součásti jsou v práci seřazeny dle tvarové složitosti a ke každé z nich byl vyhotoven CAD model, výrobní výkres, technologický postup a NC program. Tyto výstupy jsou přiloženy k práci ve formě příloh.

## 2 Vývoj NC strojů a automatizace

### 2.1 Vývoj NC strojů

První NC (Numerical Control) stroje byly vybaveny jednoduchým řídicím systémem s elektronkovými obvody, později byly stroje řízeny číslicovými obvody, nebo zařízeními. Zavedením a vývojem takto řízených strojů bylo docíleno zvyšování kvality a produktivity strojírenské výroby. S postupem času a stále se zvyšujícími požadavky na kvalitu výrobků, jako přesnost tvaru a rozměrů, drsnost obráběného povrchu atd., byly kladeny vyšší požadavky i na samotné stroje. Vysokých technických parametrů je dosaženo zvýšením rychlosti pracovních a pojížděcích posuvů a zvýšením řezných rychlostí. Aby bylo možné takových parametrů dosáhnout, jsou na konstrukci NC stroje kladeny požadavky na vysokou tuhost a pevnost, vysokou přesnost a životnost aktivních částí, přesnou polohovou vazbu, teplotní stabilizaci, snadnou zaměnitelnost, automatickou výměnou nástrojů a další. [1]

Před nástupem NC strojů se výrobní činnosti prováděly manuálně. **První generace** NC strojů se objevuje kolem roku 1950. Jednalo se o stroje, které vycházely z konvenčních strojů. Program byl přenášen na děrných nebo magnetických páskách. Začalo se zde prosazovat tzv. pravoúhlé řízení a systémy s magnetickým záznamem dat. Stroje měly nízkou přesnost i spolehlivost.

NC stroje **druhé generace** byly vybaveny například automatickou mezioperační výměnou nástrojů nebo dopravníkem třísek. Byla zde rozšířena i databáze programovacích funkcí. Opotřebované řezné nástroje v zásobníku bylo nutné měnit ručně. NC stroje se začaly integrovat do prvních výrobních linek. Na trh bylo uvedeno první soustružnické centrum s rotačními nástroji pro frézování a vrtání.

**Ve třetí generaci** během 80. let 20. století byly přidány systémy automatické výměny obrobků ze zásobníku, a také se zvětšila kapacita zásobníku nástrojů. Výměna opotřebovaných řezných nástrojů se realizovala stále manuálně. Do konstrukce NC strojů se aplikovaly senzory pro sledování pohonů a jednotlivých mechanismů.

Automatická výměna opotřebovaných řezných nástrojů ze zásobníku se objevila u strojů **čtvrté generace**. Tímto krokem se stalo technologické pracoviště plně automatizované.

U strojů **páté generace** se poté můžeme setkat s laserovým odměřováním polohy a optimalizací řezných podmínek. Do konstrukcí strojů byly přidány měřicí sondy, pomocí kterých je možné kvantifikovat hodnoty nezbytných korekcí a následně je interaktivně aplikovat do probíhajícího procesu obrábění. Výrazně se začala zvyšovat produktivita a přesnost výroby jednotlivých typů součástí.

Stroje z poslední, **šesté vývojové generace**, se vyznačují konstrukcí založenou na požadavcích minimalizace vedlejších časů, velmi vysoké přesnosti obrábění, dálkové diagnostiky a víceosém a vysokorychlostním obrábění. Jsou vytvářeny především multifunkční stroje a realizuje se sjednocování HW a SW. [3]

## 2.2 Vývoj automatizace

Z historického pohledu se vývoj odehrával v několika etapách od konvenčních obráběcích strojů přes tvrdé automatické linky nebo výrobní soustavy až po číslicově řízené obráběcí stroje a centra. V současné době je poslední vývojovou etapou automatizace vytvoření automatického výrobního závodu. Pro takové případy zavádíme název „Industry 4.0“. Jde o název spojený se zatím poslední průmyslovou revolucí, která se vyznačuje digitalizací, robotizací a automatizací většiny lidských činností. První průmyslová revoluce je spojena s vynálezem parního stroje koncem 18. století, druhá s masivním rozšířením využití elektrické energie a ropy ve všech aspektech lidské činnosti a pásovou výrobou v 19. století, a třetí začátkem 70. let 20. století s nasazením elektroniky a IT pro automatizování výroby. [4]

### 3 EMCO Maxxturn 25

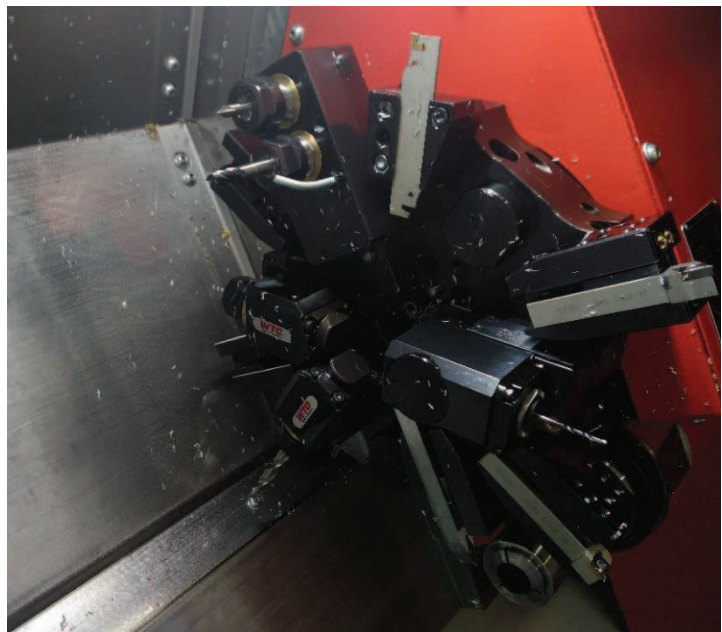
Jde o soustružnicko-frézovací centrum, které je určeno pro kompletní obrábění soustružením a vrtáním obrobitelných kovů a plastů. Jsou zde k dispozici poháněné nástroje v kombinaci s možností pohybu v ose Y, takže je zde možné i frézovat. Frézovat lze součásti, jejichž materiál má dostatečnou pevnost pro upnutí. Místo klasického koníka je zde instalováno protivřeteno.



Obr. 3-1 - stroj EMCO Maxxturn 25

#### 3.1 Revolverová nástrojová hlava

Na stroji je instalována dvanáctinásobná revolverová nástrojová hlava s poháněnými nástroji. Počet naháněných revolverových stanic je 6 s maximálním krouticím momentem 4 Nm a rozsahem otáček 0 až 600 otáček za minutu. Technické údaje jsou popsány v tabulce na konci kapitoly. Lze použít také vícenásobné držáky nástrojů, pomocí kterých lze zvýšit počet nástrojových pozic.



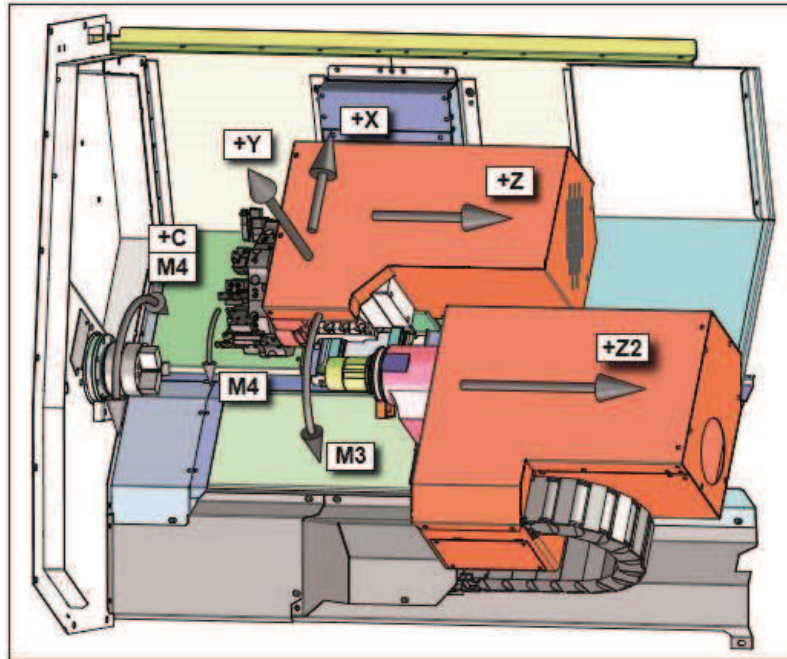
Obr. 3-2 - osazená revolverová hlava

##### 3.1.1 Vyvážení

Revolverovou nástrojovou hlavu bychom měli osazovat tak, aby hmotnost nástrojů byla na kotouči revolverové nástrojové hlavy rozložena co nejvíce rovnoměrně. Abychom předešli závadám na revolverové nástrojové hlavě nesmí být překročen maximální hmotnostní moment, v tomto případě tedy 10 Nm. Při překročení této hodnoty by vznikalo příliš velké zatížení při přepínání pohonu revolverové nástrojové hlavy mezi otočným zařízením a poháněnými nástroji.

### 3.2 Souřadnicový systém

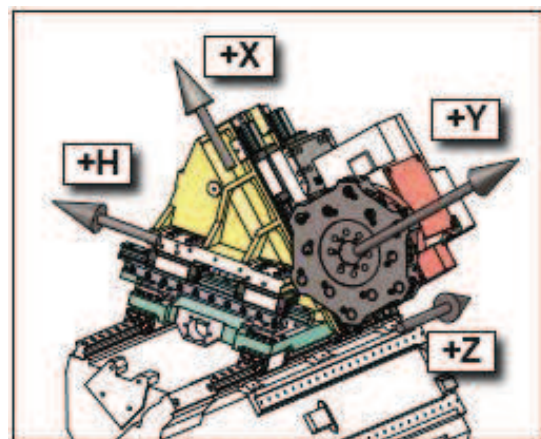
Obráběcí centrum EMCO Maxxturn 25 se dodává ve 2 základních specifikacích. Stroj může být vybaven koníkem nebo protivřetenem. V laboratoři katedry technologie obrábění je k dispozici stroj vybavený protivřetenem, proto se tato bakalářská práce věnuje stroji s touto specifikací. Revolverová hlava se zde pohybuje po šikmém loži a její pohyb je popsán souřadnicemi osy X a Y. Osa Z je rovnoběžná s osou vřeten. Konkrétní poloha a kladné směry všech os, které jsou na stroji definovány, jsou znázorněny na následujícím obrázku.



Obr. 3-3 - souřadnicový systém stroje [6]

### 3.3 Osa Y

Přítomností suportu osy Y, a samozřejmě poháněných nástrojů, je dosaženo možnosti naprogramovat i klasické frézovací práce nebo frézovací cykly. Lze použít radiální i axiální nástroje. Pohyb v ose Y je zde realizován tak, že řídicí systém pohyb v této ose přepočítává a přenáší jej na oba suporty osy X a H. Výsledkem takového provedení je extrémně vysoká tuhost při všech obráběcích procesech.

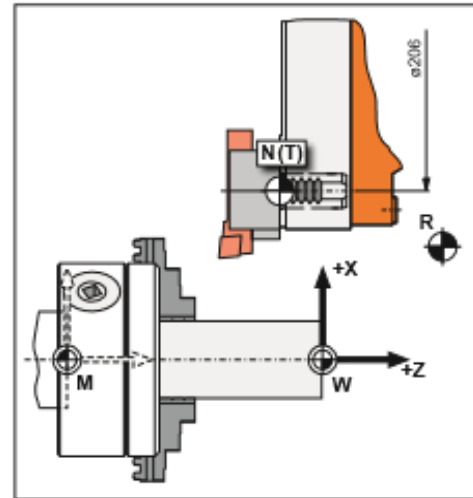


Obr. 3-4 - provedení pohybu v ose Y [6]

### 3.4 Body na stroji

**M** - nulový bod stroje: Je stanoven výrobcem a nelze editovat. Jedná se o výchozí bod pro všechny souřadnicové systémy a vztažné body na stroji. Nachází se v ose soustružení na čelní straně hlavy vřetena.

**R** - referenční bod stroje: Je také stanoven výrobcem a je nejčastěji realizován koncovými spínači. Po najetí suportu do tohoto bodu dostane řídicí systém reference o své poloze, a jestliže je v aktivní poloze nástroj, přičtou se k souřadnicím i korekce tohoto nástroje z tabulky nástrojů. Vzdálenosti mezi M a R jsou výrobcem přesně změřeny a uloženy do řídicího systému jako strojní konstanty.



Obr. 3-5 - body na stroji [6]

**W** - nulový bod obrobku: Může být libovolně naprogramován obsluhou nebo programátorem.

Navolením tohoto bodu dojde ke ztotožnění nulového bodu vyhotoveného programu s nulovým bodem obrobku na polotovaru. Obecně se provádí pomocí funkcí G54 až 59, tedy posunutím souřadného systému z nulového bodu stroje. U tohoto stroje jsou pro naprogramování nulového bodu obrobku, mimo již zmíněné, dále určeny funkce G507 až G599.

**N** - vztažný bod upnutí nástroje: Leží na kotouči revolverové hlavy. Ve směru X leží na uzamčeném kruhu upínacích zařízení nástrojů pro nepoháněné nástroje ( $\varnothing 206$ ) a ve směru Z na čelní straně kotouče revolverové hlavy.

### 3.5 Hlavní vřeteno

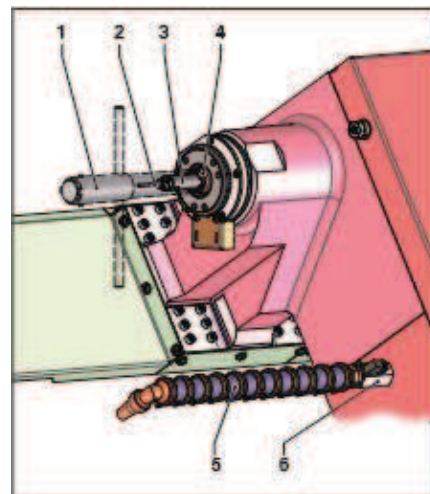
Hlavní vřeteno je o průměru 70 mm a je poháněno třífázovým motorem pomocí ozubeného řemenu. Je uloženo ve vřetenových ložiscích s mazáním pro celou dobu životnosti. Vřeteník je v tepelně symetrickém provedení, to znamená, že při zahřátí vřetena nedojde k odchylce souososti. Technické údaje jsou popsány v tabulce 1 na konci kapitoly. Upínací zařízení na hlavním vřetenu je ovládáno hydraulickým dutým upínacím válcem (Röhm SZS 26/37) za pomoci tažné trubky. Upínací válec je jemně vyvážen a je připevněn na řemenici hlavního vřetena pomocí příruby. [6]



### 3.6 Protivřeteník

Výhodou přítomnosti protivřetena na stroji je, že přeupnutí obrobku může proběhnout zcela automaticky bez nutnosti manuálního zásahu. Do protivřetena je integrován automatický vyhazovač dílů, který je ovládán pneumaticky. Je k dispozici také vlastní okruh chladicí kapaliny, pomocí kterého se provádí chlazení během obrábění. Upínací zařízení na protivřeteníku je stejně jako na hlavním vřetenu ovládáno hydraulickým dutým upínacím válcem (Röhm SZS 20/24) za pomoci tažné trubky.

Protože neexistuje žádná kontrola upínacího zařízení, musí se dávat větší pozor na to, aby průměr zavřené kleštiny byl vždy menší než průměr obrobku.



Obr. 3-6 - protivřeteník [6]

### 3.7 Chladicí zařízení

Stroj je vybaven dvěma standardními čerpadly pro oplachování jak hlavního vřetena a revolverové nástrojové hlavy, tak i pro oplachování protivřetena. Objem nádrží pro první čerpadlo je 140 litrů a pro druhé 53 litrů. Volitelnou možností je vybavení stroje čistící pistolí poháněné prvním čerpadlem. [6]

### 3.8 Podavač krátkých tyčí EMCO LM-800

Zajišťuje přísun tyčového materiálu. Podavač nemá žádné uložení pro tyčový materiál. Tyč se během obrábění na stroji ukládá výlučně do vřetena. Proto je nutné dodržovat maximální délku přiváděné tyčoviny. Při překročení maximální délky tyčového materiálu hrozí, že obrobek nesplní požadovanou kvalitu z důvodu nevyváženosti. Přípustná délka tyčového materiálu činí 600 mm a maximální průměr je 25 mm. Při využití podavače v provozu se používají redukční pouzdra vřetena. Aby se eliminovalo riziko dotyku rotující tyče mezi podavačem a strojem, je nutné podavač umístit co nejbližší ke stroji.



Obr. 3-7 - podavač tyčí

### 3.9 Technické údaje

Pracovní rozsah		
Maximální točný průměr nad ložem	[mm]	Ø325
Točný průměr nad příčným suportem	[mm]	Ø150
Maximální průměr soustružení	[mm]	Ø114
Maximální délka dílu	[mm]	315
Maximální propustnost tyčí	[mm]	Ø25,4
Vzdálenost hlavní vřeteno - protivřeteno (mezi hroty)	[mm]	485
Rozsah pojezdu suportu		
Dráha pojezdu suportu v ose X	[mm]	100
Dráha pojezdu suportu v ose Z	[mm]	320
Hlavní vřeteno		
Připojení vřetena (středící okraj podle DIN 6350)		Ø70 h5
Vnější průměr vřetena v předním ložisku	[mm]	Ø60
Hlavní vřeteno - upínací systém		
Dutý upínací válec (hydraulický) s tažnou trubicí s max. propustností	[mm]	Ø25,4
Max. velikost sklíčidla	[mm]	Ø100
Pohon hlavního vřetena		
Rozsah otáček	[ot/min]	0-8000
Max. krouticí moment	[Nm]	30
Protivřeteno		
Připojení vřetena (středící okraj podle DIN 6350)		Ø70 h5
Vnější průměr vřetena v předním ložisku	[mm]	Ø45
Dráha pojezdu Z <sub>2</sub>	[mm]	350
Rychlost pojezdu	[m/min]	30
Osové zrychlení	[m/s <sup>2</sup> ]	8
Protivřeteno - upínací systém		
Dutý upínací válec s tažnou trubicí a integrovaným pneumatickým vyhazovačem dílů		
Max. velikost sklíčidla	[mm]	Ø60
Pohon protivřetena		
Rozsah otáček (plynule regulovatelný)	[ot/min]	0-8000
Max. krouticí moment	[Nm]	20
Nástrojový systém		
Axiální kotoučová revolverová hlava se směrovou logikou, s poháněnými nástroji		
Upnutí nástroje dle DIN 69880		VDI 16
Průřez čtyřhranných nástrojů	[mm]	12x12
Průměr dřívku vrtacích tyčí	[mm]	Ø16
Počet nástrojových stanic/z toho poháněných		12/6
Počet indexačních poloh		36
Spínací doba revolveru	[s]	0,2
Poháněné nástrojové stanice (spojka dle DIN 5480)		
Max. krouticí moment (20% rel. doby zap.)	[Nm]	4
Rozsah otáček	[ot/min]	0-6000
Max. hnací výkon (20% rel. doby zap.)	[kW]	1,67

Tab. 3-1 - technické údaje stroje [6]

## 4 Řídicí systém Sinumerik

Obráběcí centrum EMCO Maxxturn 25, které se nachází v laboratoři katedry technologie obrábění, je vybaveno řídicím systémem Sinumerik 828D od firmy Siemens.

Řídicí systém Sinumerik se poprvé objevil v roce 1964, kdy zvýšil výkonnost a provozní pružnost výrobních procesů. V současné době jsou v portfoliu firmy Siemens tři řady řídicích systémů, konkrétně Sinumerik 808D, 828D a 840D sl. Tato řada pokrývá řešení pro všechny koncepce strojů, od nejjednodušších CNC strojů až po modulární koncepce strojů. Systémem pro standardní stroje je Sinumerik 808D. Používá se pro nenáročné aplikace. Sinumerik 828D je vhodný pro normalizované strojní koncepty, které jsou výrobcem nabízeny ve velkém množství s omezenou modularitou. Maximální otevřenost a flexibilitu pak nabízí řídicí systémy Sinumerik 840D sl, které jsou tedy vhodné pro CNC stroje, jejichž mechanické konfigurace mohou být individuálně přizpůsobeny potřebám koncového uživatele. [2]

### 4.1 Řídicí systém Sinumerik 828D

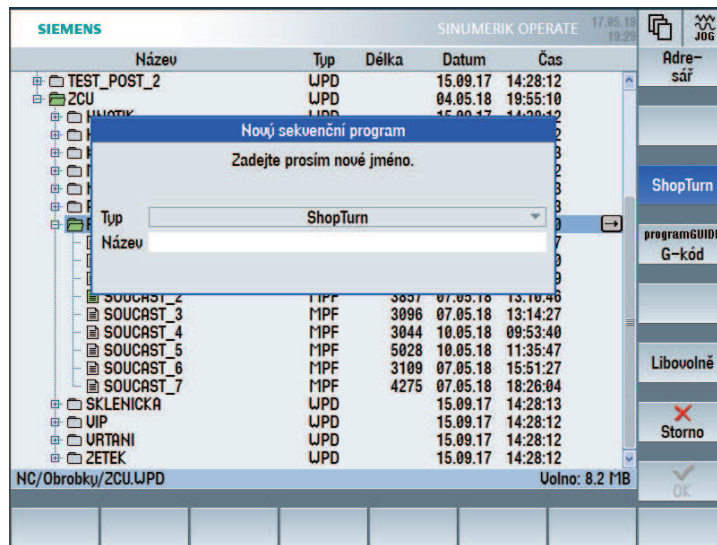
Jak bylo zmíněno výše, tento řídicí systém je vhodný pro standardizované soustružnické a frézovací stroje. Jeho oblast působnosti sahá od svislých a základních horizontálních obráběcích center až po soustružnická obráběcí centra s protivřetenem, poháněnými nástroji a Y osou. Tento předpoklad stroj EMCO Maxxturn 25 splňuje.

Samotné NC programy jsou vytvářeny pomocí softwaru SinuTrain, který obsahuje ucelené spektrum funkcí daného řídicího systému, v tomto případě tedy Sinumeriku 828D. Přehled funkcí je znázorněn na následujícím obrázku.



Obr. 4-1 - schéma programovatelných funkcí – SinuTrain [7]

System SinuTrain nabízí možnost vytvářet NC program jak v ISO kódu, tak pomocí dílenského programování v programovacím prostředí ShopTurn a ShopMill.

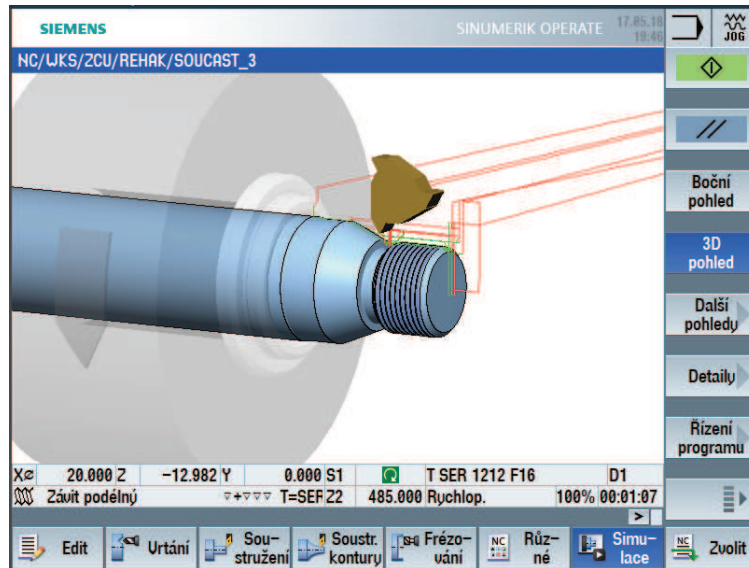


Obr. 4-2 - založení NC programu s možností výběru mezi ISO kódem a dílenským programováním (ShopTurn) - SinuTrain

Při tvorbě NC programů pro tuto práci bylo převážně použito dílenského programování v prostředí dílenské nadstavby ShopTurn. Při vytváření programu v prostředí ShopTurn není vždy nutné používat předefinované funkce, ale je zde možné psát program také v ISO kódu, popřípadě tyto dvě metody kombinovat. Taková možnost byla u jedné součásti využita, kdy část programu byla napsána právě v ISO kódu, a to z důvodu vyšší efektivity. Konkrétně se jedná o tvarový zápich u součásti 4, jehož výška není na obou stranách stejná. Toto řešení se ukázalo jako rychlejší a jednodušší.

Po založení NC programu v programovacím prostředí ShopTurn lze začít s vytvářením samotného programu. V nabídce jsou zde všechny programovatelné cykly, které řídicí systém nabízí. Od základních cyklů jako je soustružení, soustružení nebo frézování kontury až po pokročilé složené cykly. V hlavičce programu je nejprve nutné zadat parametry, které dále platí pro celý program. Následují jednotlivé bloky programu, ve kterých se definují jednotlivé kroky obrábění. System automaticky řetězí bloky, které spolu souvisejí. Například bloky s údaji pro polohování. Konec programu signalizuje stroji, že obrábění je ukončeno. Kromě toho je zde možno zadat počet obrobků, jenž se budou obrábět.

Program SinuTrain také umožňuje vytvořené NC programy testovat pomocí grafické simulace. Špatně naprogramované kroky lze tak včasné rozpoznat a předejít chybnému opracování. Simulátor nabízí spoustu možností, ať už jde o zobrazování různých pohledů, otáčení, přibližování, korekci posuvu nebo zobrazování dráhy nástrojů. Dále běží v pravém dolním rohu obrazovky i čas simulace, který může být základním vodítkem při orientačních finančních kalkulacích.



Obr. 4-3 - simulace NC programu v prostředí ShopTurn - 3D pohled, zobrazené dráhy nástrojů

K dispozici je mimo jiné funkce protivřetená, která je v této práci hodně využívána. Protože je použitý obráběcí stroj vybaven protivřetenem, je možno obrobky opracovávat na přední i zadní straně v libovolném pořadí a bez nutnosti ručně měnit upnutí obrobku.

## 5 Metodika řešení

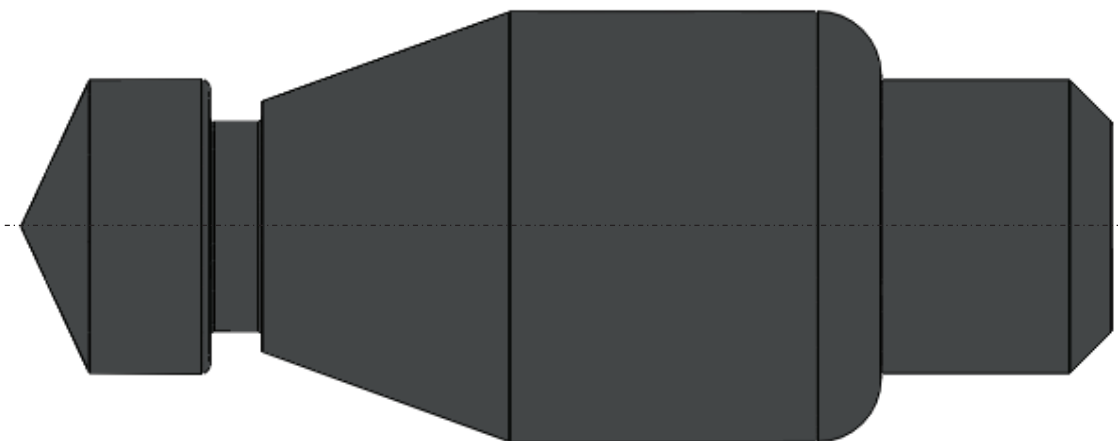
Základním předpokladem pro navržení součástí tak, aby mohly být splněny stanovené cíle, bylo seznámení se s daným strojem a s jeho pracovními možnostmi. Protože se jedná o modulární obráběcí centrum, byla jeho konkrétní specifikace popsána ze začátku bakalářské práce. V tomto popisu konkrétního stroje je zahrnut i popis jeho řídicího systému Sinumerik 828D.

Na základě seznámení a porozumění pracovním možnostem stroje bylo možné začít s návrhem jednotlivých součástí. Jako polotovar byla zvolena duralová kruhová tyč Ø22 mm.

### 5.1 Návrh tvarů a tvorba CAD modelů

Jako první byly navrženy jednotlivé tvary součástí, ze kterých byly následně vytvořeny CAD modely. S ohledem na budoucí možnost použití navržené součásti ve výuce a také na přirozené členění bakalářské práce, byly součásti navrženy a seřazeny postupně podle složitosti. Všechny navržené součásti byly navrženy na 2 upnutí při výrobě.

#### 5.1.1 Součást č. 1

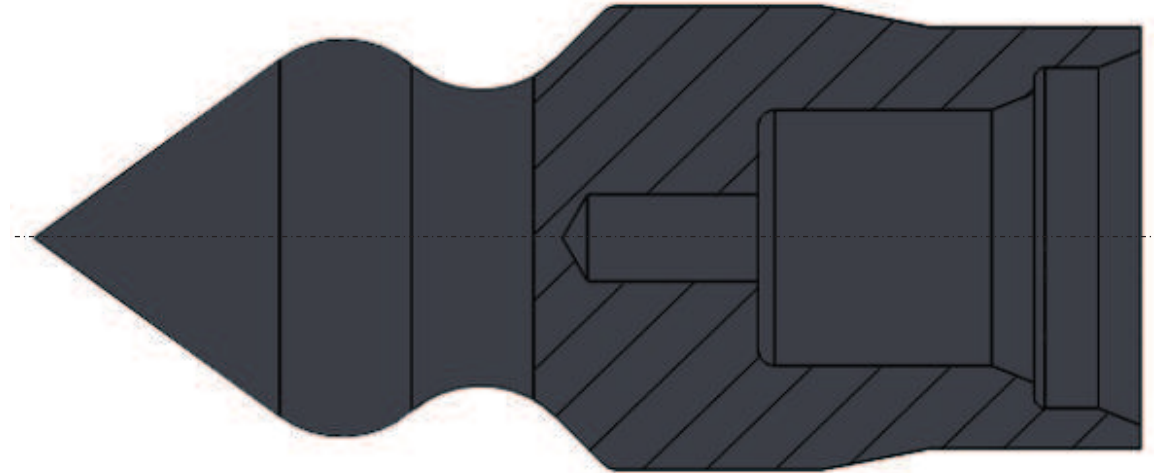


Obr. 5-1 - součást č. 1

První a z hlediska náročnosti na návrh NC programu nejjednodušší součást. Prvním bodem při návrhu NC programu je určení plochy, za kterou bude součást uchycena při obrábění z druhé strany. Takovou plochu je nutné volit tak, aby bylo upnutí dostatečně tuhé, to znamená, aby byl přesah materiálu co nejkratší a samotná upínací plocha byla dostatečně dlouhá. U této součásti je vhodné zvolit jako upínací válcovou plochu s největším průměrem, protože je na součásti nejdelší a umístěna ve střední části. Vychází se tedy z toho, že tato plocha musí být obrobena při prvním upnutí. Druhým bodem je potom zvolení první strany obrábění. Z tvaru součásti vychází jako vhodnější varianta obrábět pravou stranu jako první. Rozhodujícím důvodem je místo přechodu kuželové plochy na plochu válcovou, protože oproti přechodu rádiusu na válcovou plochu, který je na druhé straně upínací plochy, nepřejíždí soustružnický nůž již obrobenu plochu, a tím pádem není narušena kvalita povrchu. Pravá strana byla navržena pro nejjednodušší soustružnické operace, konkrétně je nejprve naprogramováno soustružení čela obrobku, po kterém následuje soustružení vnější kontury, která obsahuje jedno sražení a

jeden rádius. Po dokončení první strany následuje automatické převzetí obrobku z hlavního vřetena do protivřetena. Protože jako polotovar byla zvolena tyč, následuje po převzetí součásti upíchnutí na celkovou délku součásti s přídatkem na čele 1 mm. Soustružení čela na první i druhé straně a upíchnutí je u všech navržených součástí stejné, proto není u dalších součástí podrobněji popisováno. Druhá strana byla navržena tak, aby bylo náročnější zvolit správný technologický postup. Problematickým místem je zde vytvoření zápichu, který na jedné straně přechází v kuželovou plochu, a to v jiné výšce, než na druhé straně.

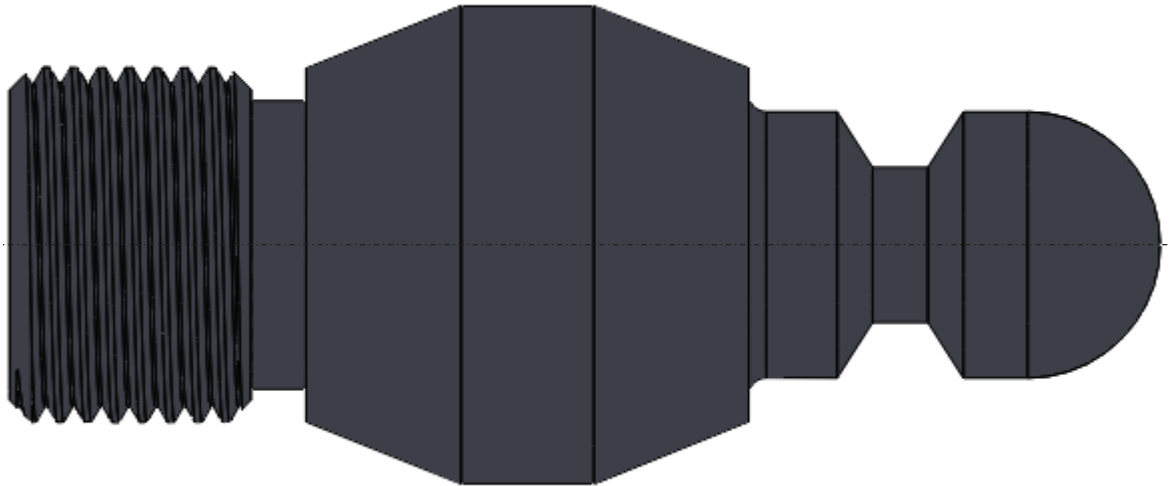
### 5.1.2 Součást č. 2



Obr. 5-2 - součást č. 2

Následuje tvarově složitější součást. Na výkresu součásti (viz příloha č. 3) je vidět, že do součásti bude nutné vrtat. Protože na zvoleném stroji je vhodnější vrtat, když je součást upnuta do hlavního vřetena, není možné zvolit upínací plochu pro druhé obrábění dle stejných kritérií jako u součásti č. 1, i když se na první pohled může zdát, že se jedná o stejný případ. Jako upínací byla tedy zvolena válcová plocha orientovaná nejvíce vlevo. Nejprve je naprogramováno osové vrtání, které připraví plochy pro soustružení vnitřní kontury. Poté je vrtána díra na dně vrtákem jmenovitého průměru dle rozměru díry. Následuje soustružení vnitřní kontury. Zde je nutné zohlednit vnitřní rozměry a zvolit nástroje rozměrově vhodné tak, aby nedošlo ke kolizi. Dalším krokem je soustružení jednoduché vnější kontury a převzetí obrobku z hlavního vřetena do protivřetena. Na druhé straně bude soustružena vnější kontura, ve které dominují zejména dva na sebe navazující rádiusy.

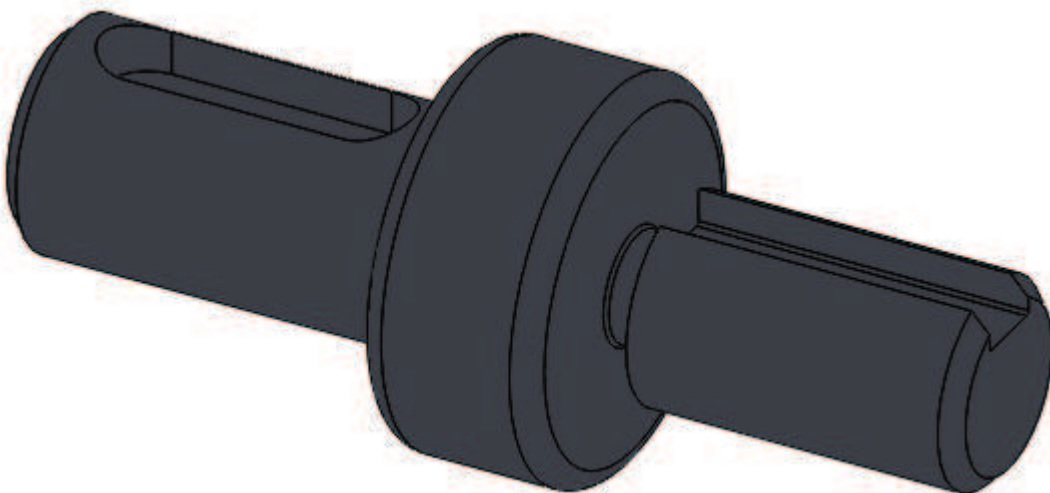
### 5.1.3 Součást č. 3



Obr. 5-3 - součást č. 3

Třetí navržená součást je poslední ze skupiny součástí, kde není třeba frézování. Vhodná upínací plocha se zde nachází v prostřední části. Protože při soustružení závitu je obrobek více namáhán, byla strana se závitem zvolena jako první obráběná. Nejdříve je soustružena vnější kontura se sražením pro závit, válcovou plochou pro řezání závitu, kuželovou plochou a upínací válcovou plochou. Poté je nutné vyrobit zápich. Rozměrové parametry zápichu byly zvoleny tak, aby bylo možné provést samotné vyříznutí závitu. Pak už následuje soustružení závitu. Po výměně upnutí je na druhé straně soustružena vnější kontura, kde jsou nejvýraznějšími prvky hlavně kulová plocha na čele obrobku a tvarový zápich rozdělující válcovou plochu.

### 5.1.4 Součást č. 4



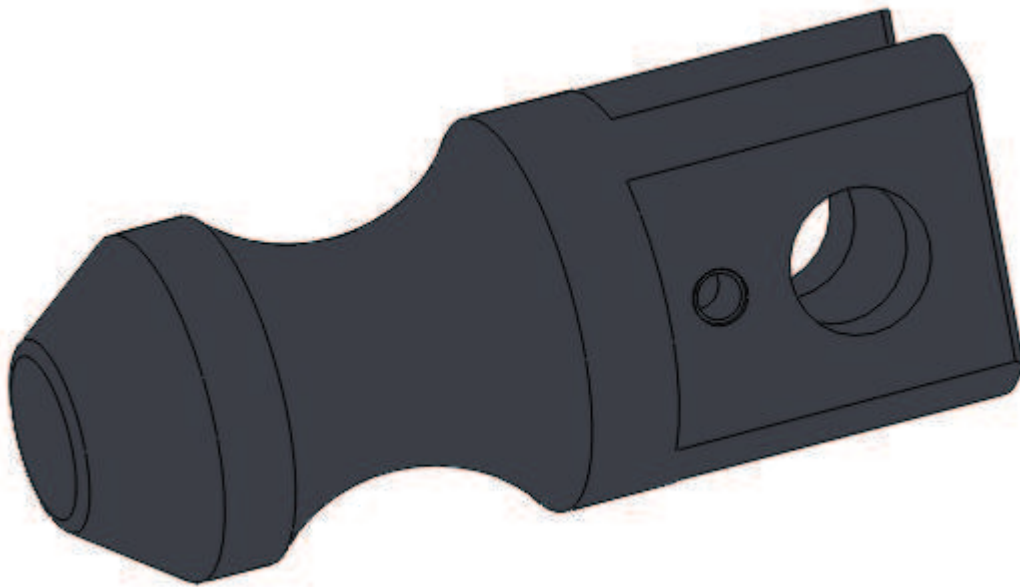
Obr. 5-4 - součást č. 4

Z pohledu soustružení tvarově jednoduchá součást. Úkolem této součásti je především seznámení se s programováním základních frézovacích cyklů, které jsou obecně z pohledu programování náročnější. Jako upínací plocha pro obrábění druhé strany je zde zvolena válcová plocha levé části obrobku (dle orientace obr. 6-4). Jako možná plocha pro upnutí se může jevit i válcová plocha na opačné straně, zde je ovšem tuhost upnutí ohrožena zeslabením materiálu



vinou hlubokého zápichu. Začíná se tedy opět soustružením vnější kontury, poté už následuje frézování podélné kapsy na plášti. Hlavním úskalím při programování frézovacích cyklů je volba vhodných řezných podmínek a vhodného nástroje. Při tvorbě programu pro obrábění druhé strany se objeví problém při tvorbě zápichu. Ve zvoleném programovacím prostředí je totiž složité takto navržený zápich naprogramovat, protože jedna strana zápichu je již obrobena a mnohem výš než strana druhá. Proto bylo jako vhodnější varianta zvoleno napsání programu ručně v ISO kódu. Tímto řešením se elegantně vyřeší problém s různou výškou stran zápichu, kdy si programátor sám určí dráhu zapichovacího nože. Po vytvoření zápichu následuje frézování průchozí drážky.

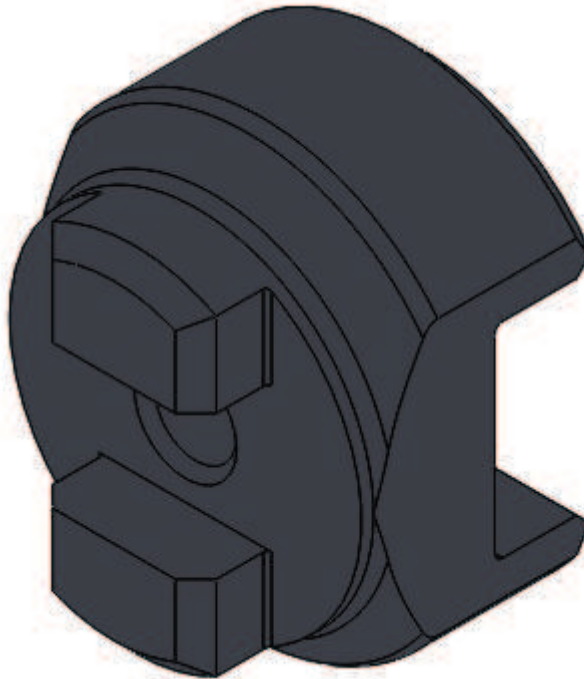
### 5.1.5 Součást č. 5



*Obr. 5-5 - součást č. 5*

Součást č. 5 byla pro práci vybrána jako součást, která byla reálně vyrobena, a tím ověřena správnost návrhu NC programu a vyrobitelnost v praxi. Proto je detailně popsána v kapitole 6, která je celá věnována této součásti, a to od návrhu až po samotnou výrobu.

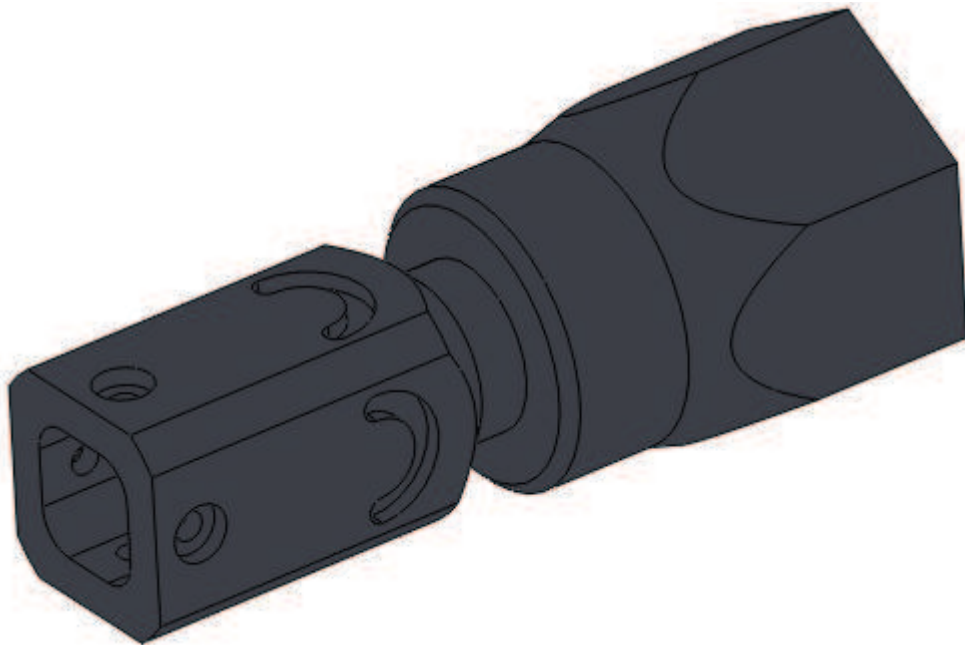
### 5.1.6 Součást č. 6



*Obr. 5-6 - součást č. 6*

U posledních dvou navržených součástí je využito velkého množství frézovacích operací, proto byly zařazeny v pořadí součástí na konec a dalo by se o nich říct, že vytvořit pro ně správný NC program je nejsložitější. Součást č. 6 je poměrně krátká, proto je vhodné soustružit její celou vnější konturu již při prvním upnutí, protože polotovarem je tyč, a tím pádem je zaručena vysoká tuhost při obrábění. Po zmíněném soustružení bude následovat frézování rovinných ploch na plášti obrobku, sražení hran na čele, frézování podélné drážky na čele, vyvrtání díry v ose do požadované hloubky a hrana vyvrtané díry sražena. Po převzetí obrobku do protivřetene a upíchnutí na koncovou délku bude nejprve sražena hrana na čele, poté frézována podélná drážka na čele s následným sražením hran a nakonec sražení hrany již vyvrtané středové díry i z druhé strany.

### 5.1.7 Součást č. 7



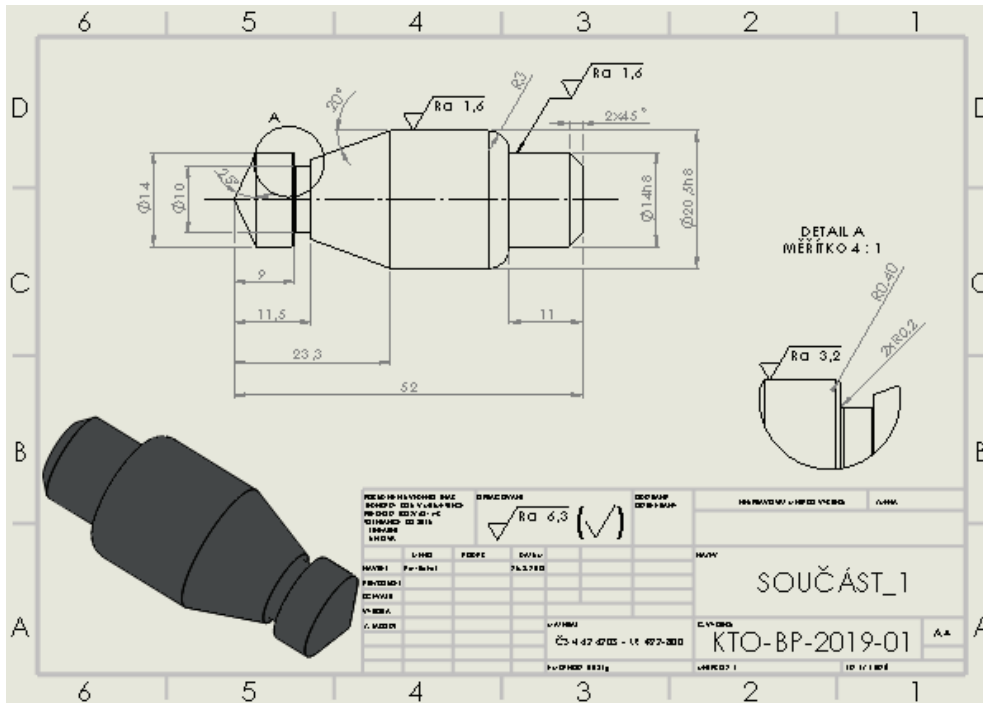
Obr. 5-7 - součást č. 7

Poslední součásti dominují mnohohrany na obou stranách. První operací je soustružení vnější kontury na straně čtyřhranu. Vysoustružený průměr byl zvolen jako upínací, i přes to, že po frézování jsou zachovány pouze části válcové plochy. Tyto části jsou dostatečně velké pro dostatečně tuhé upnutí. Po soustružení vnější kontury následuje vytvoření tvarového zápichu. Poté je frézován čtyřhran po celé délce válcové plochy a frézována pravoúhlá kapsa a čele obrobku. Následuje vrtání čtyř děr a frézování kruhových kapes na plášti obrobku. Zde se nabízí více možností, jak dosáhnout požadovaného výsledku. Zatímco za nejjednodušší přístup může být považováno naprogramování všech čtyř vrtacích a frézovacích operací jako samostatné cykly, efektivnějším způsobem je naprogramování požadovaného počtu opakování jedné výchozí operace a pootočení osy o požadovaný úhel, v tomto případě o 90°. Stejný postup lze využít u další frézovací operace, kterou je frézování kruhové drážky opět na plášti obrobku. Na druhé straně je, po soustružení vnější kontury, také frézován mnohohran, konkrétně šestihran, který plynule přechází do kuželové plochy. Poté je na čele opět frézována pravoúhlá kapsa, která je ovšem pootočena o 90° oproti první kapse a na dně je vrtána díra s následným sražením hrany.

Při navrhování průměru, za který bude součást upnuta v protivřeteně, bylo nutné vzít v úvahu možnost, která se někdy stává, když je upínací průměr celočíselný. Existuje zde totiž možnost, že se součást během přeupínacího cyklu a při špatně zvolené toleranci dotkne kleštiny v protivřeteně. Proto byly u všech součástí upínací průměry navrženy jako necelá čísla.

## 5.2 Tvorba výrobních výkresů

Ke všem součástem byly následně vypracovány výrobní výkresy. Výkresy byly vypracovány s ohledem na srozumitelnost a použitelnost ve výuce. Na každém výkresu jsou zakotovány rozměry součásti, základní rozměrové tolerance a hodnoty drsnosti.



Obr. 5-8 - výkres součásti č. 1

## 5.3 Tvorba technologických postupů

Na základě výrobních výkresů a tvarů součástí byly navrženy technologické postupy. Každý technologický postup obsahuje název stroje, na který je výrobní postup navrhován, označení polotovaru a tabulku s jednotlivými kroky pro výrobu. Ke každému kroku je přiřazen nástroj a optimální rezné podmínky vhodné pro danou operaci. Tabulka je rozdělena do tří částí, nejdříve operace nutné pro obrobení první strany, poté pro přeupnutí do protivřetena a nakonec pro obrobení druhé strany součásti.

### 5.3.1 Ukázka technologického postupu

#### Výrobní postup součást č. 1

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

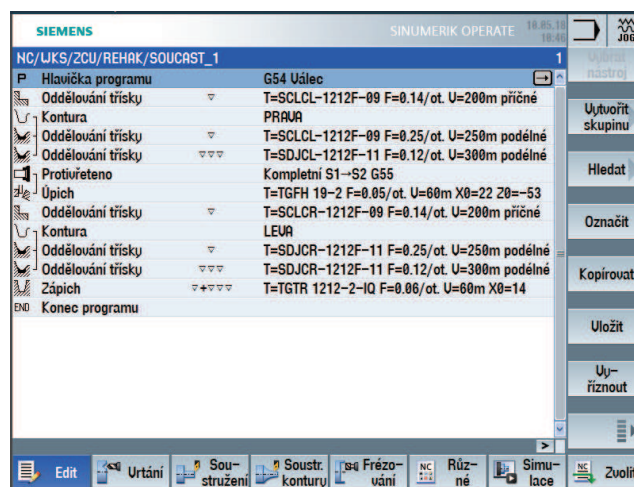
Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	4	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	5	Upnout do protivřetena za Ø20,5			
	6	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	7	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	8	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	9	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	10	Hrubovat + načisto zápich	Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$

Tab. 5-1 - technologický postup pro součást č. 1

## 5.4 Tvorba NC programů

NC programy byly navrženy prostřednictvím dílenského programování (SinuTrain). SinuTrain je produkt, který obsahuje ucelený soubor funkcí ovládacího systému Sinumerik, mimo jiné nabízí možnost dílenského programování v prostředí ShopTurn a ShopMill. Právě prostředí ShopTurn bylo použito pro tvorbu NC programu pro navržené součásti. Program je poskládán postupně z jednotlivých cyklů, které program nabízí. V některých případech, například jako u součásti č. 4 v této práci, není žádný z nabízených cyklů vhodný. U součásti 4 je to konkrétně zápich, který by sice šlo naprogramovat pomocí cyklu pro zápich s jinými průměry součásti na jednotlivých stranách, ale je zde mnohem efektivnější část programu napsat ručně. I takové případy jsou přínosem pro tuto práci, protože během samostatné práce může student narazit na různé problémy podobného rázu a správné vyřešení takových problémů je užitečné pro získání dalších dovedností a schopností.



Obr. 5-9 - ukázka hotového NC programu (SinuTrain)

Na začátku každého programu bylo nutné nastavit výchozí polotovar. Konkrétně válec o průměru 22 mm. Bylo nastaveno jeho různé vysazením podle konkrétního technologického postupu.

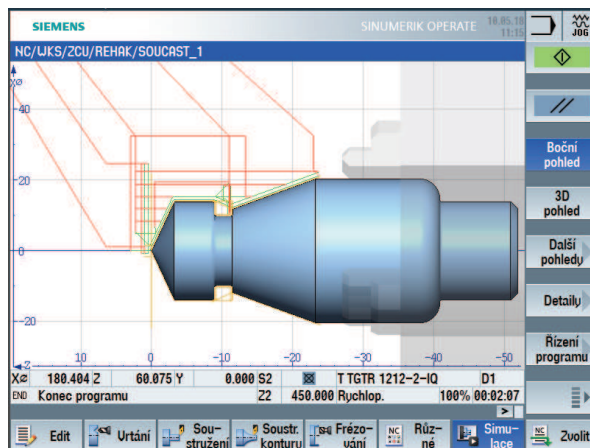
### 5.4.1 Volba řezných podmínek

Materiálem polotovaru byl zvolen dural AlCu<sub>4</sub>Mg. Jako dural jsou označovány slitiny hliníku a mědi s menšími přísadami hořčíku, manganu a dalších legujících prvků. Vyznačují se velmi dobrou pevností 350-400 MPa, nadprůměrnou tvrdostí 100-120 HB, a díky tomu dobrou obrobiteľností. Z hlediska použití ve výuce je dural vhodným materiálem právě díky dobré obrobiteľnosti. Z hlediska klasifikace obráběných materiálů je dural ve skupině ISO N. Pro tuto skupinu je u břitových destiček s ostrými břity možné předpokládat použití vysokých řezných rychlostí a dlouhou životnost nástroje. [5]

Konkrétní řezné podmínky byly voleny pro každý nástroj zvlášť na základě doporučení výrobce, tedy z elektronického katalogu nástrojů firmy ISCAR. Doporučené řezné podmínky byly ve všech případech sníženy s ohledem na možnosti zvoleného obráběcího centra.

## 5.4.2 Simulace

V prostředí programu SinuTrain je k dispozici možnost simulace výroby. Pomocí této funkce je možné navržený NC program zkontrolovat ještě před nahráním programu do stroje. V simulaci je možné smysluplně kontrolovat rozměry obrobku po soustružnických operacích. Rozměry po frézovacích operacích mohou být zkresleny, proto není doporučeno se hodnotami odečtenými ze simulace řídit. Dále je zde možno zobrazit dráhy jednotlivých nástrojů, a tím pádem si udělat představu o plynulosti průběhu samotného obrábění a v neposlední řadě je v pravém dolním rohu uveden celkový čas výroby.



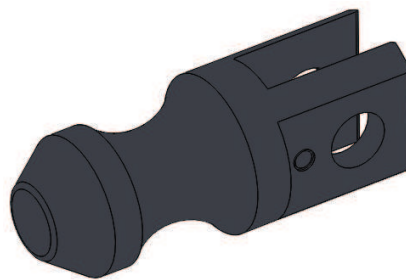
Obr. 5-10 - simulace výroby součásti č. 1  
(SinuTrain)

## 6 Součást č. 5

V pořadí pátá součást byla reálně vyrobena. Proto byl vyhotoven také seřizovací list, ve kterém jsou uvedeny jednotlivé nástroje přiřazené k jejich označení v programu, podle kterých byly vyvolávány řídicím systémem. Postup při jejím návrhu se shoduje s jednotlivými kroky z kapitoly „Metodika návrhu“. V této kapitole jsou uvedeny a názorně ukázány všechny kroky postupu a následně ukázky z výroby v porovnání se simulací.

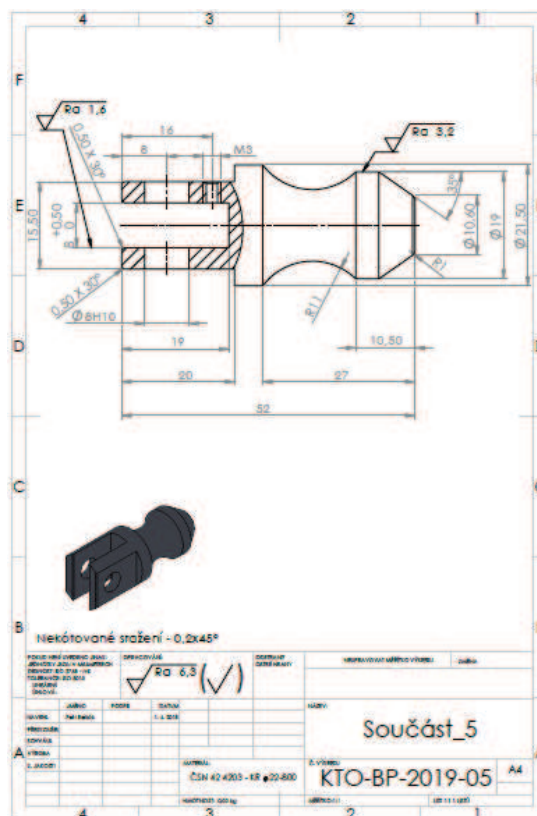
Tato součást byla vybrána jako ukázková, protože její vyrobení není tak časově náročné jako by byla u složitějších navržených součástí a zároveň je navržena tvarově tak, že její výroba je složena ze základních obráběcích operací. Konkrétně se soustružením vnější kontury, čelním frézováním, vrtáním mimo osu obrobku a také s řezáním závitu.

### 6.1 CAD model



Obr. 6.1 - CAD model součásti č. 5 (3D pohled)

### 6.2 Výrobní výkres



Obr. 6-2 - výrobní výkres součásti č. 5



### 6.3 Technologický postup pro součást č. 5

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

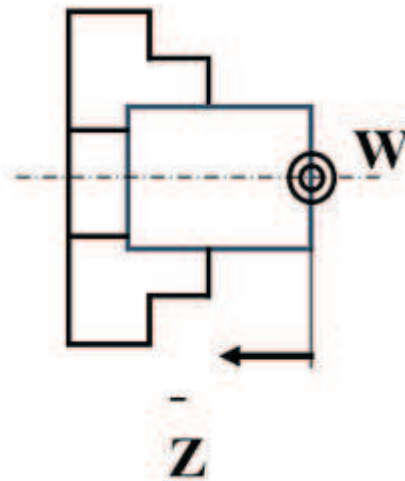
Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Načisto Ø21,5	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	4	Frézovat nahrubo vnější plochy	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	5	Frézovat načisto vnější plochy	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	6	Frézovat sražení 0,5x30°	Srážeč hran	D6x30°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	7	Vrtat díru na plášti Ø8 skrz	Šroubovitý vrták Ø8	8.0x117mm	$v_c = 20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	8	Frézovat nahrubo drážku	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	9	Frézovat načisto drážku	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	10	Frézovat sražení 0,5x30°	Srážeč hran	D6x30°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	11	Vrat díru pro závit Ø2,5	Šroubovitý vrták Ø2,5	HSS Drill Bit 2.5x57mm	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	12	Srazit hranu pro závit	Srážeč hran	D6x30°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$

	13	Vrtat závit M3x0,5	Stojní závitník M3	TPS M-3X0.5-M	$a_p = 0,5 \text{ mm}$ $v_c = 3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	14	Upnout do protivřetena za Ø21,9			
	15	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	16	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	17	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN 1212F-11	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	18	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN 1212F-11	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,3 \text{ mm}$

Tab. 6-1 - technologický postup pro součást č. 5

## 6.4 Seřizovací list

Nulový bod W:  $x = 0$ ,  $z = \text{podle délky obrobku}$



Obr. 6-3 - umístění nulového body obrobku W [8]

Způsob pnutí - hlavní vřeteno - kleštinové sklíčidlo Ø22  
- protivřeteno - kleštinové sklíčidlo Ø22

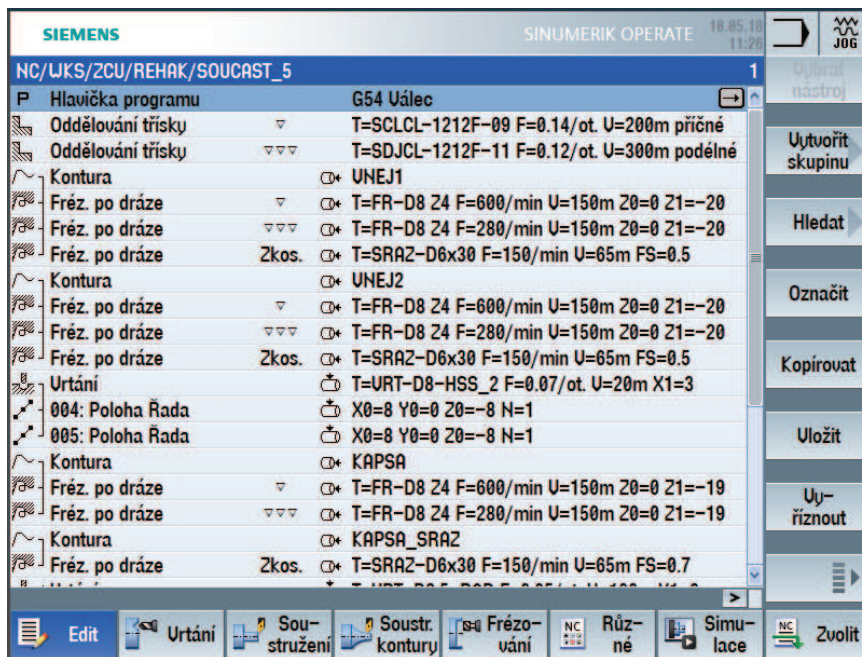
Nástroje - upnuty do revolverové hlavy  
- korekce - D1  
- v programu vyvolávají podle označení viz tab. 3 - tabulka použitých nástrojů

Pozice	Nástroj		Držák/Destička
	Název	Označení	Označení výrobcem
T2	Upichovací nůž	TGFH-19-2	TGFH 19-2/TAG N2C IC808
T3-1	Monolitní stopková fréza	FR-D8 Z4	EC-H4M- 16C08CFR0.4-63
T3-2	Srážeč hran	SRAZ-D6x30	D6x30°
T4	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR-1212F-11_1	SDJCR 1212F-11/ DCMT 070204-SM IC807
T5	Strojní závitník	ZAV-M3x0.5_2	M3x0,5
T6	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR-1212F-09_1	SCLCR 1212F-09/ CCMT 09T304-SM IC8250
T7	Šroubovitý vrták	VRT-D8-HSS_2	HSS 8.0x117mm
T9	Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN-1212K-11	SVVCN 1212K-11S/ VCMT 110304-SM IC809
T10	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL-1212F-09	SCLCL 1212F-09/ CCMT 09T304-SM IC8250
T11	Šroubovitý vrták	VRT-D2.5-HSS_2	HSS 2.5x57mm
T12	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL-1212F-11	SDJCL 1212F-11/ DCMT 11T302-PF IC807

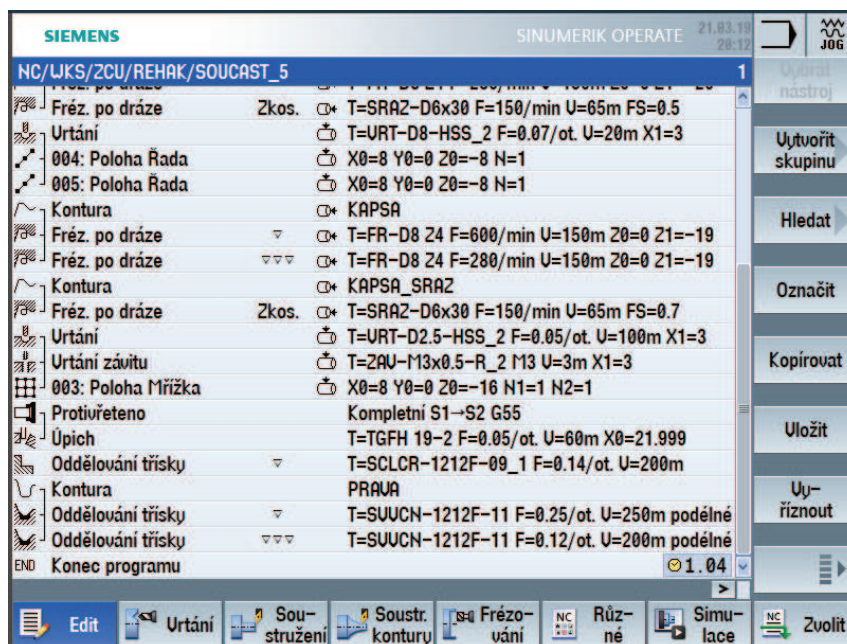
Tab. 6-2 - tabulka použitých nástrojů

## 6.5 NC program

NC program pro součást č. 5 byl vytvořen v souladu s popisem postupu tvorby NC programu v kapitole 5.4. Neplatí ale zde pravidlo, že jen jeden postup je správný. Ve většině případů lze dosáhnout stejného výsledku různými cestami. Jen pro příklad, v tomto případě byla drážka na čele naprogramována pomocí cyklu „Frézování po dráze“, ale bylo by možné použít i cyklus „Podélná drážka“. Tato práce nemá za cíl tvrdit, že navržené NC programy jsou jediné správné, ale tyto navržené programy by měly sloužit jako důkaz, že výroba navržených součástí jde bez problémů naprogramovat. Konkrétní NC program pro výrobu součásti č. 5 je uveden na následujících obrázcích.



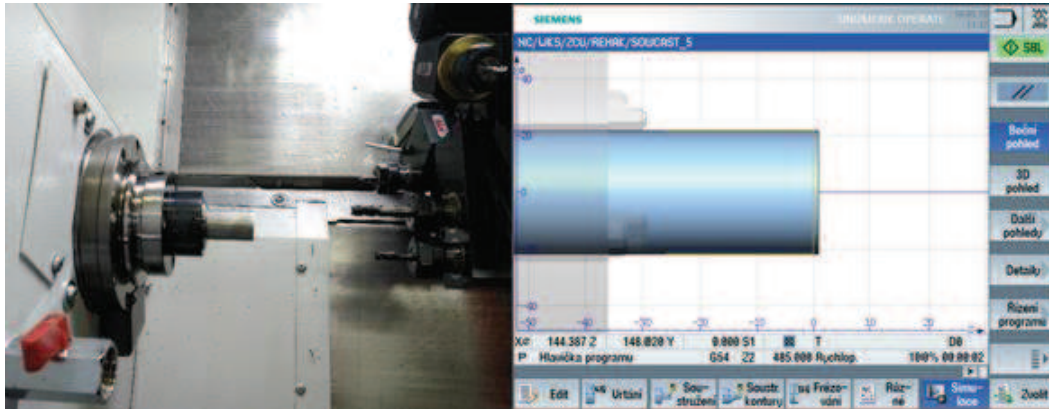
Obr. 6-4 - NC program pro výrobu součásti č. 5 - 1. část



Obr. 6-5 - NC program pro výrobu součásti č. 5 - 2. část

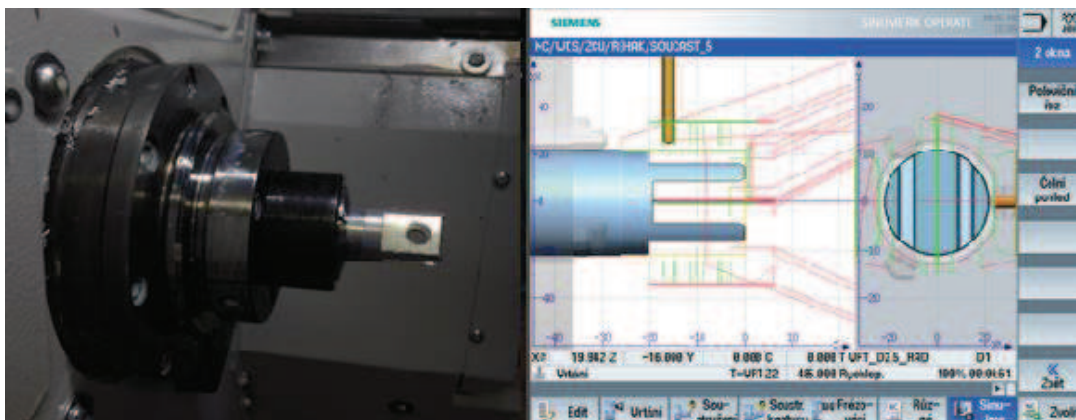
## 6.6 Výroba

K výrobě se přistoupilo po nahrání programu do samotného stroje a provedení kontrolní simulace přímo ve stroji. Polotovarem byla dle technologického postupu duralová tyč o  $\varnothing 22$  a délce 800 mm. Tyč byla upnuta do kleštinového sklíčidla s vysunutím 30 mm. Délka vysazení byla zvolena na základě nejdelšího obráběného rozměru, aby nevzniklo riziko naražení nástroje do sklíčidla. V tomto případě bylo obráběno maximálně do vzdálenosti 26 mm.



Obr. 6-6 - upnutý polotovár - realita/simulace

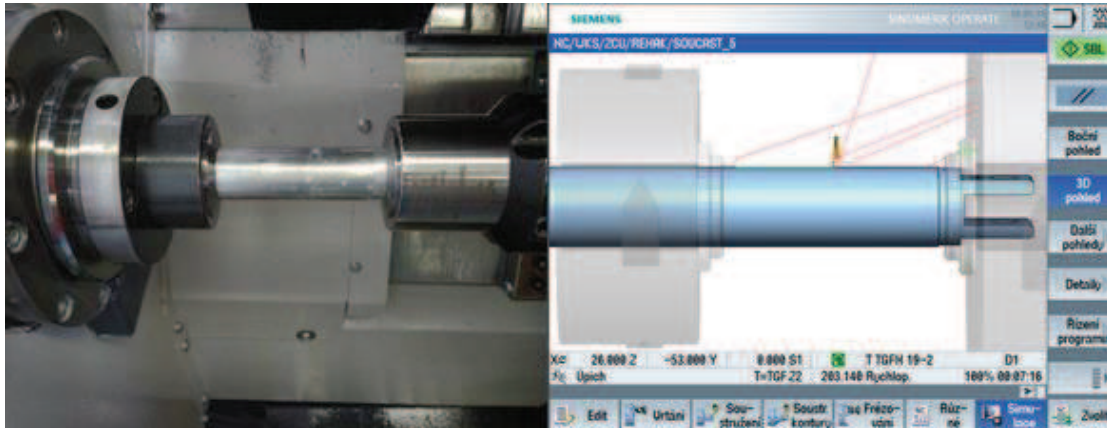
Postupně bylo naprogramováno soustružení čela obrobku do hloubky 1 mm a soustružení na průměr 21,5 mm do vzdálenosti 25 mm. Následovalo frézování vzájemně rovnoběžných rovinných ploch na plášti obrobku do hloubky 20 mm a sražení hran vzniklých touto operací. Poté byly vyvrtány díry o průměru 8 mm kolmo na vzniklé plochy do vzdálenosti 8 mm od čela. Vrtání těchto děr bylo záměrně předsazeno před frézování drážky z důvodu zajištění větší tuhosti při vrtání. Po frézování osově souměrné drážky na čele obrobku o šířce 8 mm a hloubce 19 mm následovalo vrtání díry, kam byl poté vyříznut závit M3.



Obr. 6-7 - částečně obrobena 1. strana - realita/simulace

Protože pravá strana byla kompletně hotová, bylo potřeba obrobek přeupnout, tak aby bylo možné obrábět z druhé strany. K tomuto účelu byl naprogramován cyklus převzetí protivřetenem. Součástí tohoto cyklu je chycení obrobku protivřetenem, uvolnění obrobku z hlavního vřetená, vytažení a upíchnutí na požadovanou délku. V tomto případě byl obrobek uchopen za délku 24,5 mm, vytažen do vzdálenosti 500 mm a upíchnut na délku 53 mm. Přídavek na obrábění čela byl zvolen 1 mm. Obrábění čelní plochy vzniklé upíchnutím není

vždy nutností, zejména tehdy, když není na povrch této plochy kladen žádný požadavek z hlediska kvality. V této práci byla čelní plocha obrobena z důvodu lepší vizuální kvality.



Obr. 6-8 - obrobek před upichovací operací - realita/simulace

Po upíchnutí a soustružení čela následovalo soustružení vnější kontury. Zde bylo třeba si dát pozor na vhodně zvolený nástroj, protože zvolený přímý rohový nůž tuto operaci nezvládne, protože mu to nedovolí jeho geometrie. V simulaci není tento problém na první pohled patrný a až po detailním pohledu jde vidět, že přímý rohový nůž na dně rádiusu zajede hřbetem řezné destičky do materiálu. Proto bylo nutné pro soustružení této kontury zvolit přímý kopírovací nůž.



Obr. 6-9 – hotové součásti č. 5

## 7 Závěr

Stroj EMCO Maxxturn 25 se nachází v laboratoři katedry technologie obrábění a postupně se na něm začínají vyučovat předměty bakalářského a magisterského studijního programu. Stroj vychází ze soustružnického centra, ale je vybaven speciálním vybavením, které umožňuje na stroji i frézovat. Konkrétně revolverovou hlavou s možností poháněných nástrojů a možností pohybu v ose Y. To ze stroje dělá soustružnicko-frézovací centrum, které by jistě našlo využití i v praxi. Stroj je dále vybaven protivřetenem, což umožňuje komplexní opracování strojních součástí z obou stran.

Navržené součásti byly navrženy tak, aby je bylo možné použít právě jako příklady pro výuku na tomto stroji. Celkem bylo navrženo 7 součástí, které byly seřazeny podle náročnosti. Hlavním cílem bylo ukázat na jednotlivých součástech pracovní možnosti stroje. Nejjednodušší součást je navržena tak, aby se studenti seznámili s prostředím SinuTrainu a dokázali naprogramovat soustružení jednoduché vnější kontury. Další součásti jsou složitější na základě přidání prvků složitějších na výrobu, tím pádem i více náročných na tvorbu NC programu. Takovými prvky jsou středové vrtání, vrtání děr mimo osu obrobku, soustružení vnitřní kontury, řezání závitu nebo frézování drážek a čepů na čele i na plášti.

Jako podklady pro výuku budou sloužit hlavně výrobní výkresy součástí. Student může na základě těchto výkresů řešit komplexní úlohy výroby zadaných součástí. Pro každou součást bude muset navrhnout správnou technologii výroby a vybrat vhodné nástroje s optimálními reznými podmínkami pro jednotlivé operace výrobního postupu, a dále vytvořit NC program. NC programy a technologické postupy vytvořené pro tuto práci jsou důkazem, že navržené součásti jsou na stroji EMCO Maxxturn 25 vyrobitelné a mohou sloužit jako kontrola výstupů vytvořených studenty.

Jedna ze součástí (součást č. 5) byla reálně vyrobena, aby se ověřila právě vyrobitelnost a časová náročnost výroby složitější součásti. Pro tuto součást byl vyhotoven také seřizovací list, který může opět sloužit jako ukázka ve výuce. Dalším přínosem této práce je problém popsany v kapitole 6.6, který prakticky ukazuje, že není dobré se ve všech případech spoléhat na výrobní simulaci, kterou programovací prostředí nabízí.

Všechny výše zmíněné dokumenty k jednotlivým navrženým součástem jsou přiloženy jako přílohy na konci této bakalářské práce.

## Použitá literatura

- [1] JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: *Programování NC strojů*. Plzeň: ZČU, 2000. ISBN 80-7082-694-4
- [2] *Řídící systémy SINUMERIK* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=3c76394997&ctxp=home>
- [3] *Akademie CNC strojů* [online]. [cit. 2018-05-18] Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/serialy/akademie-cnc/akademie-cnc-obrabeni-1\\_8536.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/serialy/akademie-cnc/akademie-cnc-obrabeni-1_8536.html)
- [4] *Historie CNC strojů* [online]. [cit. 2018-05-15] Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=22926&instance=2>
- [5] *Skupiny obráběných materiálů* [online]. [cit. 2018-05-18] Dostupné z: [https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/workpiece\\_materials/workpiece\\_material\\_groups/pages/default.aspx](https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/workpiece_materials/workpiece_material_groups/pages/default.aspx)
- [6] EMCO GmbH: *Návod k obsluze Maxxturn 25*, [cit. 2018-05-18], B2016-12
- [7] EMCO GmbH: *Programování/obsluha Sinumerik 828D - soustružení Maxxturn 25* [cit. 2018-05-18]
- [8] *Vztažné body stroje* [online]. [cit. 2018-05-18] Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1295>



## Seznam příloh

Příloha č. 1 - Seznam nástrojů

Příloha č. 2 - Dokumentace k součásti č. 1

Příloha č. 3 - Dokumentace k součásti č. 2

Příloha č. 4 - Dokumentace k součásti č. 3

Příloha č. 5 - Dokumentace k součásti č. 4

Příloha č. 6 - Dokumentace k součásti č. 5

Příloha č. 7 - Dokumentace k součásti č. 6

Příloha č. 8 - Dokumentace k součásti č. 7

# **Přílohy**

## **PŘÍLOHA č. 1**

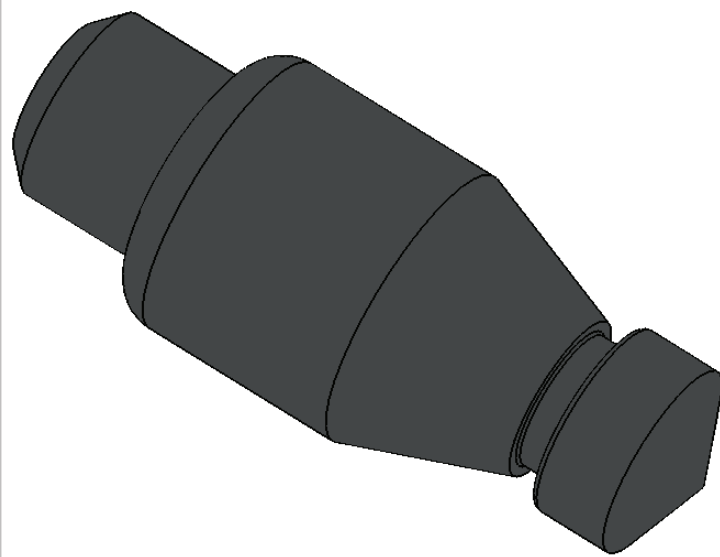
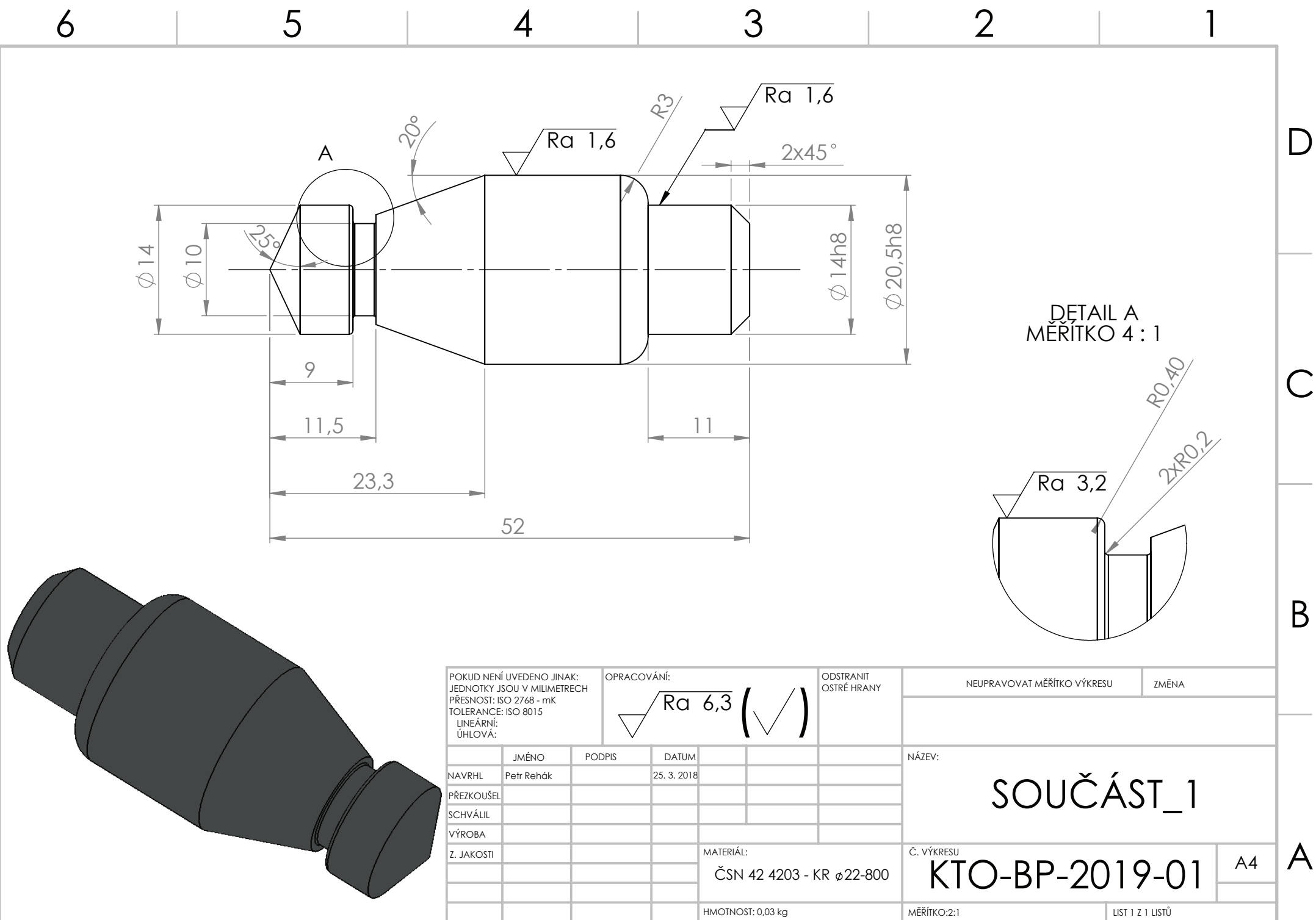
### **Seznam použitých nástrojů**

## Seznam použitých nástrojů

Soustružnické nože	Držák	Destička
Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	CCMT 09T304-SM IC8250
Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	CCMT 09T304-SM IC8250
Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	DCMT 11T302-PF IC807
Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	DCMT 11T302-PF IC807
Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN 1212K-11S	VCMT 110304-SM IC809
Přímý ubírací nůž kopírovací vnitřní pravý	E06H SWUBR-06	WBMT 060101L
Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	TAG N2J
Upichovací nůž	TGFH 19-2	TAG N2J
Závitový nůž	SEL 1010 H11	11EL 0.50 ISO
Frézy	Označení	
Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR0.4-63	
Monolitní stopková fréza Ø6	EC-H4S 06-06C06CFR.2E50	
Monolitní stopková fréza Ø3	ECA-H3 06-09/18C06CF	
Monolitní stopková fréza Ø2	ECA-H3 02-05/08C06CF	
Monolitní stopková fréza Ø1	ECA-H3 01-04C06CF	
Vrtáky		
Vrták Ø15,5	SCD 155-043-140 AP3N	
Vrták Ø10	SCD 100-035-100 AP3N	
Vrták Ø8	8.0x117mm	
Vrták Ø4,1	SCD 041-017-060 AP3N	
Vrták Ø4	SCD 040-017-060 AP3N	
Vrták Ø3,4	SCD 034-014-060 AP3N	
Vrták Ø2,5	HSS Drill Bit 2.5x57mm	
Vrták Ø1,8	SCD 018-007-030 AP4	
Ostatní		
Srážeč hran	D6x30°	
Srážeč hran	D5x45°	
Stojní závitník M3	TPS M-3X0.5-M	

## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Dokumentace k součásti 1**



POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH PŘESNOST: ISO 2768 - mK TOLERANCE: ISO 8015 LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:			OPRACOVÁNÍ: 		ODSTRANIT OSTRÉ HRANY	NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	ZMĚNA
NAVRHL	JMÉNO	PODPIS	DATUM	NÁZEV:			
PŘEZKOUŠEL	Petr Rehák		25. 3. 2018	<h1>SOUČÁST_1</h1>			
SCHVÁLIL							
VÝROBA				MATERIÁL:		Č. VÝKRESU	
Z. JAKOSTI				ČSN 42 4203 - KR ø22-800		<h2>KTO-BP-2019-01</h2>	
				HMOTNOST: 0,03 kg		MĚŘÍTKO:2:1	LIST 1 Z 1 LISTŮ

A4

# Výrobní postup SOUČÁST 1

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	4	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	5	Upnout do protivřetena za Ø20,5			
	6	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	7	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	8	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	9	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	10	Hrubovat + načisto zápich	Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$

# NC program SOUČÁST 1

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:02

NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_1 13

P	Hlavička programu	G54 Uálec
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.14/ot. U=200m příčné
	Kontura	PRAVA
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné
	Oddělování třísky	T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
	Protivřeteno	Kompletní S1→S2 G55
	Úpich	T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m X0=22 Z0=-53
	Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09 F=0.14/ot. U=200m příčné
	Kontura	LEVA
	Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11 F=0.25/ot. U=250m podélné
	Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
	Zápich	T=TGTR 1212-2-IQ F=0.06/ot. U=60m X0=14
END	Konec programu	

Upravit nastroj  
Upravit skupinu  
Hledat  
Označit  
Kopírovat  
Uložit  
Upravit  
Zvolit

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

Ukázky ze simulace:

1. strana

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:03

NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_1

SBL

Boční pohled  
3D pohled  
Další pohledy  
Detaily  
Řízení programu

X0 180.404 Z 186.365 Y 0.000 S1 T SDJCL-1212F-11 D1  
Úpich T=TGF 22 485.000 Rychlop. 100% 00:00:31

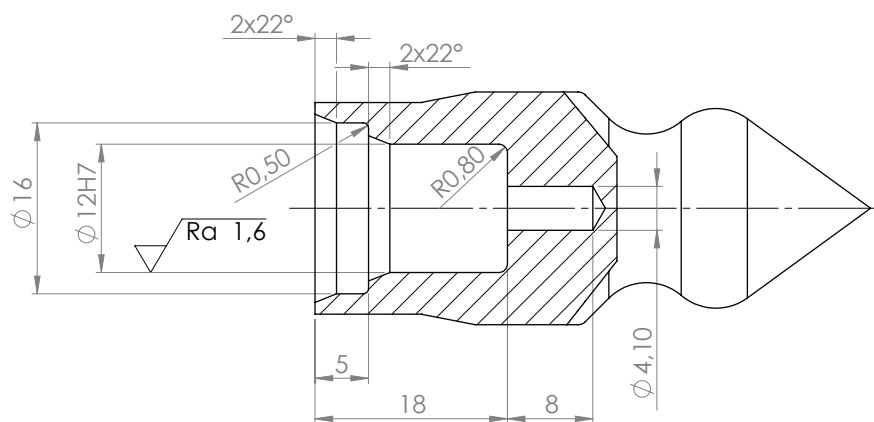
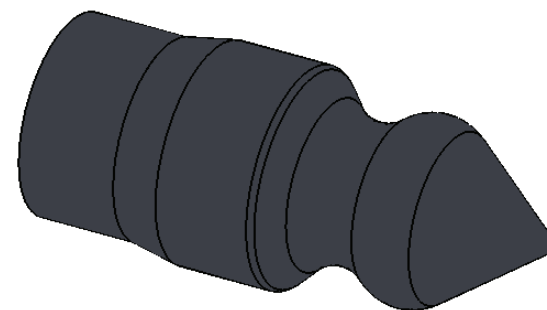
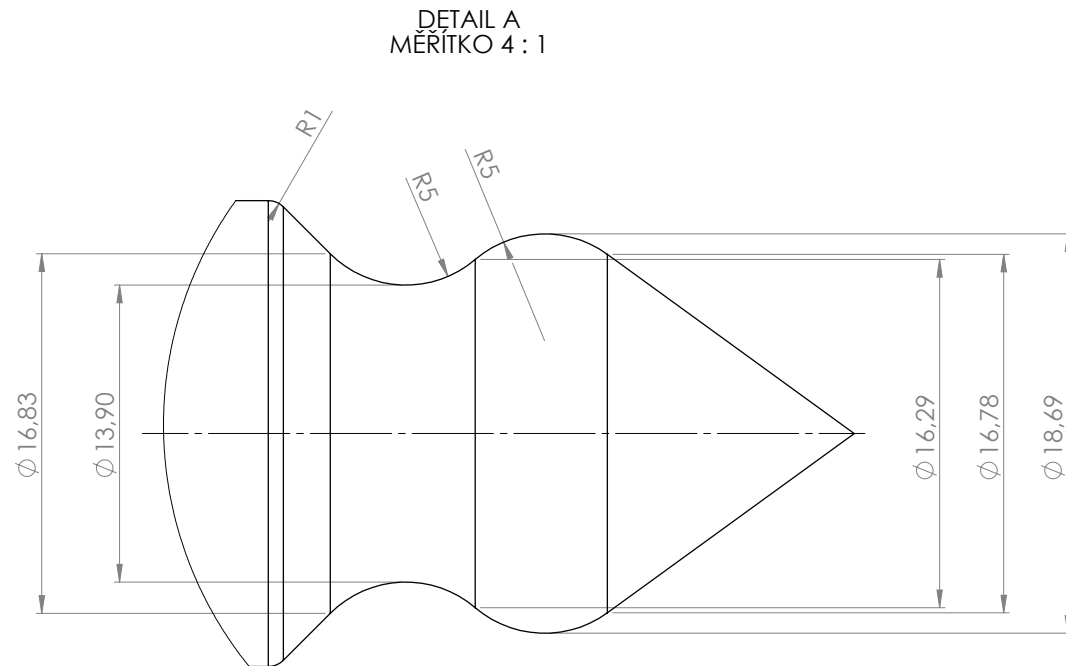
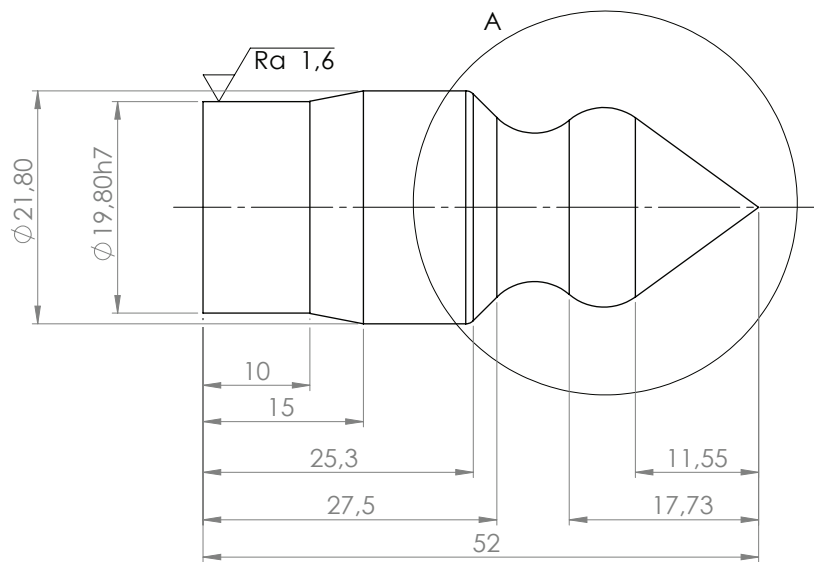
Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit



The screenshot displays the Siemens SINUMERIK OPERATE interface. At the top, the 'SIEMENS' logo is on the left, and 'SINUMERIK OPERATE' with the date '18.05.18' and time '11:07' is on the right. Below this, a blue header bar contains the text 'NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_1'. The main area shows a 3D model of a mechanical part, a blue tapered shaft, with a side view selected. The model is overlaid on a grid with orange and green lines. A coordinate system is visible on the left with axes X, Y, and Z. The Z-axis is vertical, ranging from -30 to 30. The X-axis is horizontal, ranging from -35 to 20. The Y-axis is also horizontal, ranging from -30 to 30. On the right side, there is a vertical toolbar with buttons for 'Boční pohled' (Side view), '3D pohled' (3D view), 'Další pohledy' (More views), 'Detaily' (Details), and 'Řízení programu' (Program control). Below the 3D view, a status bar displays program data: 'Xø 180.404 Z 60.075 Y 0.000 S2 T TGTR 1212-2-IQ D1' and 'END Konec programu Z2 450.000 Rychlop. 100% 00:02:07'. At the bottom, there is a menu bar with icons and labels for 'Edit', 'Urtání' (Ordering), 'Soustružení' (Turning), 'Soustr. kontury' (Turning contours), 'Frézování' (Milling), 'Různé' (Various), 'Simulace' (Simulation), and 'Zvolit' (Select).

## **PŘÍLOHA č. 3**

### **Dokumentace k součásti 2**



POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: ISO 2768 - mK TOLERANCE: ISO 8015 LINEARNÍ: ÚHLOVÁ:		OPRACOVÁNÍ: $\sqrt{Ra 6,3}$ (✓)	ODSTRANIT OSTŘÉ HRANY	NEUPRAVOVAT MÉRITKO VÝKRESU	ZMĚNA
NAVRHL	JMÉNO	PODPIS	DATUM	NÁZEV:	
PŘEZKOUSEL	Petr Rehák		25. 3. 2018	Součást_2	
SCHVÁLIL				C. VÝKRESU	
VÝROBA				KTO-BP-2019-02	
Z. JAKOSTI				MATERIÁL:	A3
				ČSN 42 4203 - KR $\varnothing 22-800$	
				HMOTNOST: 0,03 kg	MÉRITKO: 2:1
					LIST 1 Z 1 LÍSTŮ

## Výrobní postup SOUČÁST 2

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Vrtat díru Ø15,5 do hloubky 4 mm	Vrták Ø15,5	SCD 155-043-140 AP3N	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	4	Vrtat díru Ø10 do hloubky 16 mm	Vrták Ø10	SCD 100-035-100 AP3N	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	5	Vrtat díru Ø4,1 do hloubky 26 mm	Vrták Ø4,1	SCD 041-017-060 AP3N	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	6	Hrubovat vnitřní konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací vnitřní pravý	E06H SWUBR-06	$v_c = 120 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,4 \text{ mm}$
	7	Načisto vnitřní konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací vnitřní pravý	E06H SWUBR-06	$v_c = 120 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,1 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,3 \text{ mm}$
	8	Hrubovat vnější konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	9	Načisto vnější konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	10	Upnout do protivřetena za Ø19,8			
	11	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$

Pravá	12	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	13	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	14	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN 1212F-11	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,3 \text{ mm}$

## NC program SOUČÁST 2

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:18

NC/UJS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_2 17

Středové vrtání	T=URT-D15.5-HSS F=0.07/ot. U=100m Z1=-4
Středové vrtání	T=URT-D10-HSS F=0.07/ot. U=100m Z1=-16
Středové vrtání	T=URT-D4.1-HSS F=0.07/ot. U=100m Z1=-26
Kontura	LEVA_UNITRNI
Oddělování třísky	T=E06H-SJUBR-06-Dm6.5 F=0.12/ot. U=120m
Kontura	PRAVA_UNEJSI
Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné
Oddělování třísky	T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
Protivřeteno	Kompletní S1-S2 G55
Úpich	T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m X0=22.4 Z0=-53
Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.14/ot. U=200m
Kontura	PRAVA
Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11_1 F=0.25/ot. U=250m
Oddělování třísky	T=SUUCN-1212F-11 F=0.12/ot. U=200m podélné
END	Konec programu

Upravit nástroj  
Upravit skupinu  
Hledat  
Označit  
Kopírovat  
Uložit  
Upravit říznout

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

Ukázky ze simulace:

1. strana

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:12

NC/UJS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_2

SBL

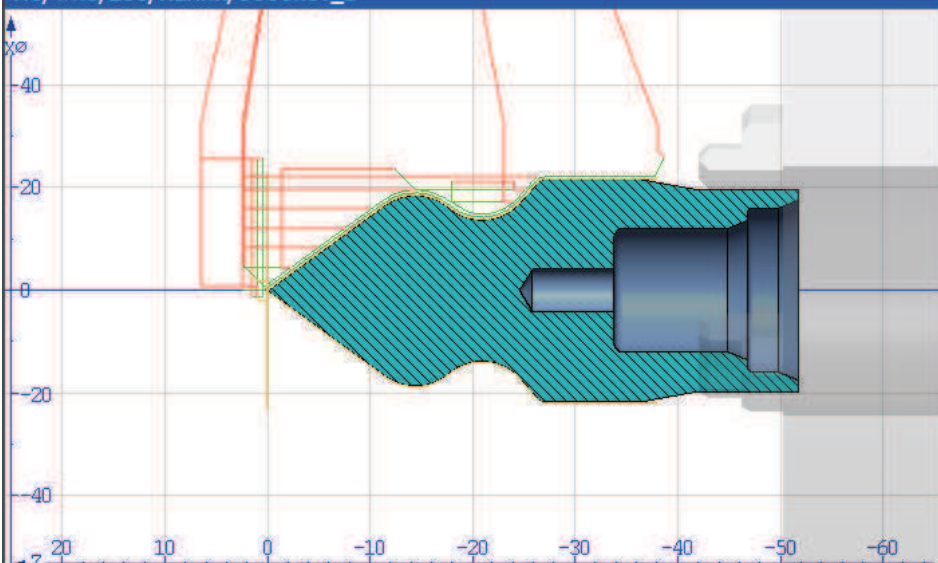
Boční pohled  
3D pohled  
Další pohledy  
Detaily  
Řízení programu

X0 184.000 Z 254.000 Y 0.000 S1 T SDJCL-1212F-11 D1  
Úpich T=TGF22 485.000 Rychlop. 100% 00:02:03

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:13

NC/UKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_2



Boční pohled  
3D pohled  
Další pohledy  
Detaily  
Řízení programu

X 184.000 Z -9.660 Y 0.000 S2 T SUUCN-1212F-11 D1  
END Konec programu Z2 450.000 Rychlop. 100% 00:04:04

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

## **PŘÍLOHA č. 4**

### **Dokumentace k součásti 3**



6

5

4

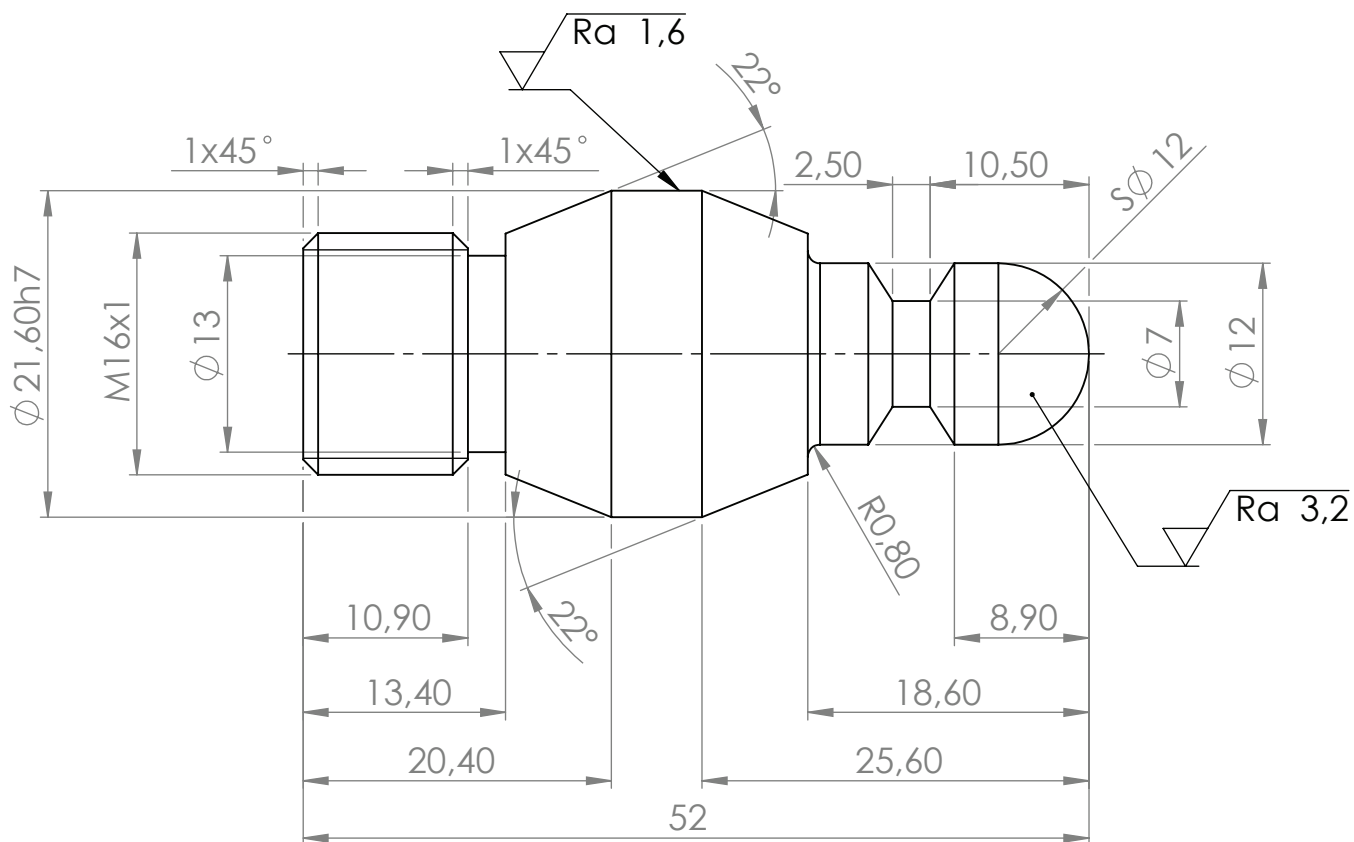
3

2

1

D

D

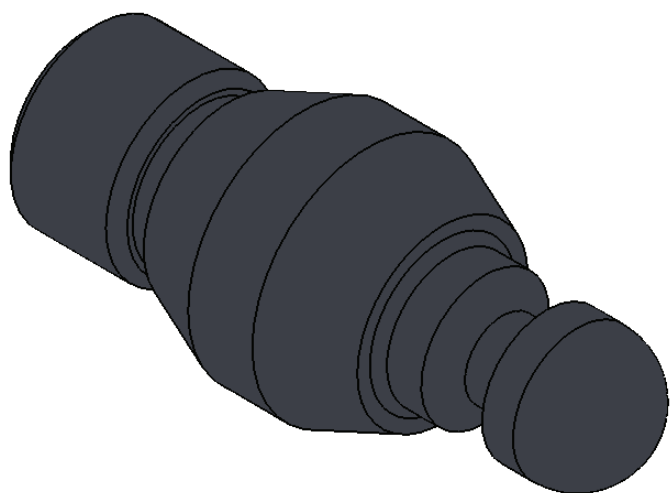


C

C

B

B



A

A

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:  
 JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH  
 DRSNOST: ISO 2768 - mK  
 TOLERANCE: ISO 8015  
 LINEÁRNÍ:  
 ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

Ra 6,3 (✓)

ODSTRANIT  
OSTRÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

	JMÉNO	PODPIS	DATUM	
NAVRHL	PETR REHÁK		27. 3. 2018	
PŘEZKOÜŠEL				
SCHVÁLIL				
VÝROBA				
Z. JAKOSTI				
				MATERIÁL:
				ČSN 42 4203 - KR $\phi 22-800$
				HMOTNOST: 0,03 kg

NÁZEV:

Součást\_3

Č. VÝKRESU

KTO-BP-2019-03

A4

MĚŘÍTKO:2:1

LIST 1 Z 1 LISTŮ

6

5

4

3

2

1

## Výrobní postup SOUČÁST 3

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Hrubovat vnější konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	4	Načisto vnější konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	5	Hrubovat + načisto zápich	Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	6	Řezat závit	Závitový nůž	E06H SWUBR-06	$S = 900 \text{ ot.} \cdot \text{min}^{-1}$
	7	Upnout do protivřetena za Ø21,6			
	8	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	9	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	10	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	11	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	12	Hrubovat + načisto zápich	Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$

## NC program SOUČÁST 3

Operation	Tool
Kontura	LEUA
Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné
Oddělování třísky	T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
Zápich	T=TGTR 1212-2-IQ F=0.06/ot. U=60m X0=16
Závit podélný	T=SER 1212 F16 P1mm/ot. S=900ot. vnější
Protivřeteno	Kompletní S1-S2 G55
Úpich	T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m X0=22.2 Z0=-53
Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.14/ot. U=200m
Kontura	PRAVA
Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.25/ot. U=250m
Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11_1 F=0.12/ot. U=300m
Zápich	T=TGTR 1212-2-IQ F=0.06/ot. U=60m X0=12
END	Konec programu

Ukázky ze simulace:

1. strana

Simulation parameters:

X0	151.180	Z	220.954	Y	0.000	S1	T SER 1212 F16	D1
Úpich	T=TGF 22	485.000	Rychlop.	100%	00:01:14			

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:10

NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_3

Boční pohled

3D pohled

Další pohledy

Detaily

Řízení programu

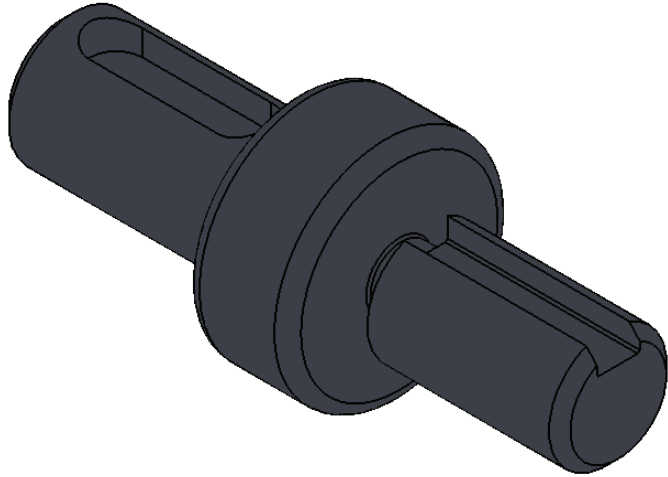
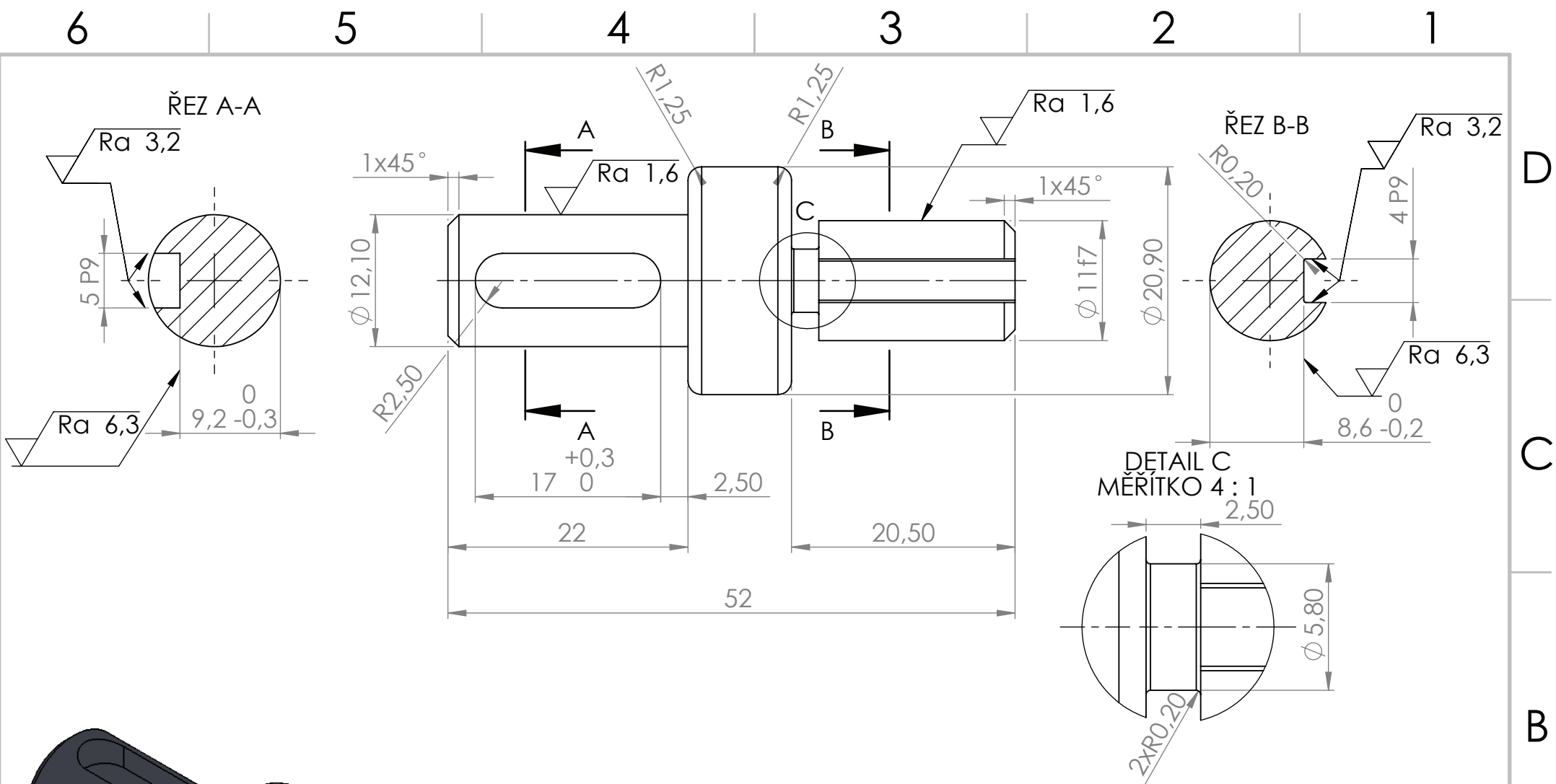
Xø 184.000 Z 3.440 Y 0.000 S2 T TGTR 1212-2-IQ D1

END Konec programu Z2 450.000 Rychlop. 100% 00:02:58

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

## **PŘÍLOHA č. 5**

### **Dokumentace k součásti 4**



POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: ISO 2768 - mK TOLERANCE: ISO 8015 LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:			OPRACOVÁNÍ: $\sqrt{Ra\ 6,3}$		ODSTRANIT OSTRÉ HRANY	NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	ZMĚNA
NAVRHL	JMÉNO	PODPIS	DATUM	NÁZEV:			
PŘEZKOŮŠEL	Petr Rehák		28. 3. 2018	<h1>Součást_4</h1>			
SCHVÁLIL							
VÝROBA				MATERIÁL:		Č. VÝKRESU	
Z. JAKOSTI				ČSN 42 4203 - KR Ø22-800		KTO-BP-2019-04	
				HMOTNOST: 0,03 kg		MĚŘÍTKO:2:1	LIST 1 Z 1 LISTŮ

D  
C  
B  
A

6      5      4      3      2      1

## Výrobní postup SOUČÁST 4

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	4	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	5	Frézovat kapsu na plášti	Monolitní stopková fréza Ø3	ECA-H3 06- 09/18C06C F	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	6	Upnout do protivřetena za Ø12,1			
	7	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	8	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	9	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	10	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	11	Hrubovat + načisto zápich	Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	12	Frézovat nahrubo drážku	Monolitní stopková fréza Ø3	ECA-H3 06-	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 500 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 1 \text{ mm}$

	13	Frézovat načisto drážku	Monolitní stopková fréza Ø3	09/18C06C F-R02 ECA-H3 06- 09/18C06C F-R02	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
--	----	-------------------------------	-----------------------------------	---	---



# NC program SOUČÁST 4

## 1. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.85.18 11:21

NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_4 1

P	Hlavička programu	G54 Uálec
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.14/ot. U=200m příčné
	Kontura	PRAVA
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné
	Oddělování třísky	T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
	Pravoúhlá kapsa	T=FR-D3 Z3_2 F=150/min U=280m Y0=0
	Protiřeteno	Kompletní S1→S2 G55
	Úpich	T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m X0=22.2 Z0=-53
	Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.14/ot. U=200m
	Kontura	LEVA
	Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.25/ot. U=250m
	Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11_1 F=0.12/ot. U=300m

G G00 X180 Z0  
G T6 D1 M06  
G G00 X13 Z-20  
G G01 X6.5 F0.05  
G G00 X21  
G Z-20.5  
G G01 X6.5

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

## 2. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.85.18 11:22

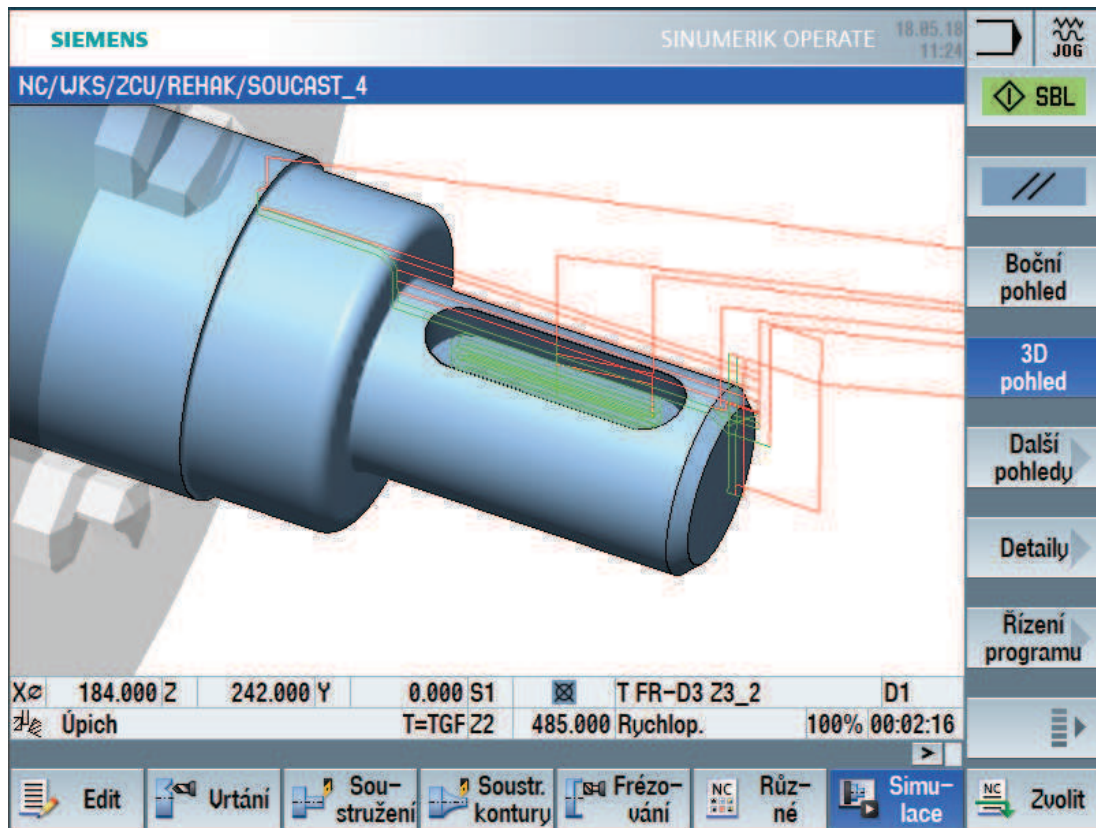
NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_4 31

G G00 X180 Z0  
G T6 D1 M06  
G G00 X13 Z-20  
G G01 X6.5 F0.05  
G G00 X21  
G Z-20.5  
G G01 X6.5  
G G00 X12  
G Z-20  
G G01 X5.8  
G G00 X21  
G Z-20.5  
G G01 X5.8  
G Z-20.2  
G G00 X13  
G X180 Z0  
Rovinné frézování T=FR-D3 Z3\_2 F=150/min U=500m Y0=-2 Z0=0  
Rovinné frézování T=FR-D3 Z3\_2 F=150/min U=280m Y0=-2 Z0=0  
END Konec programu

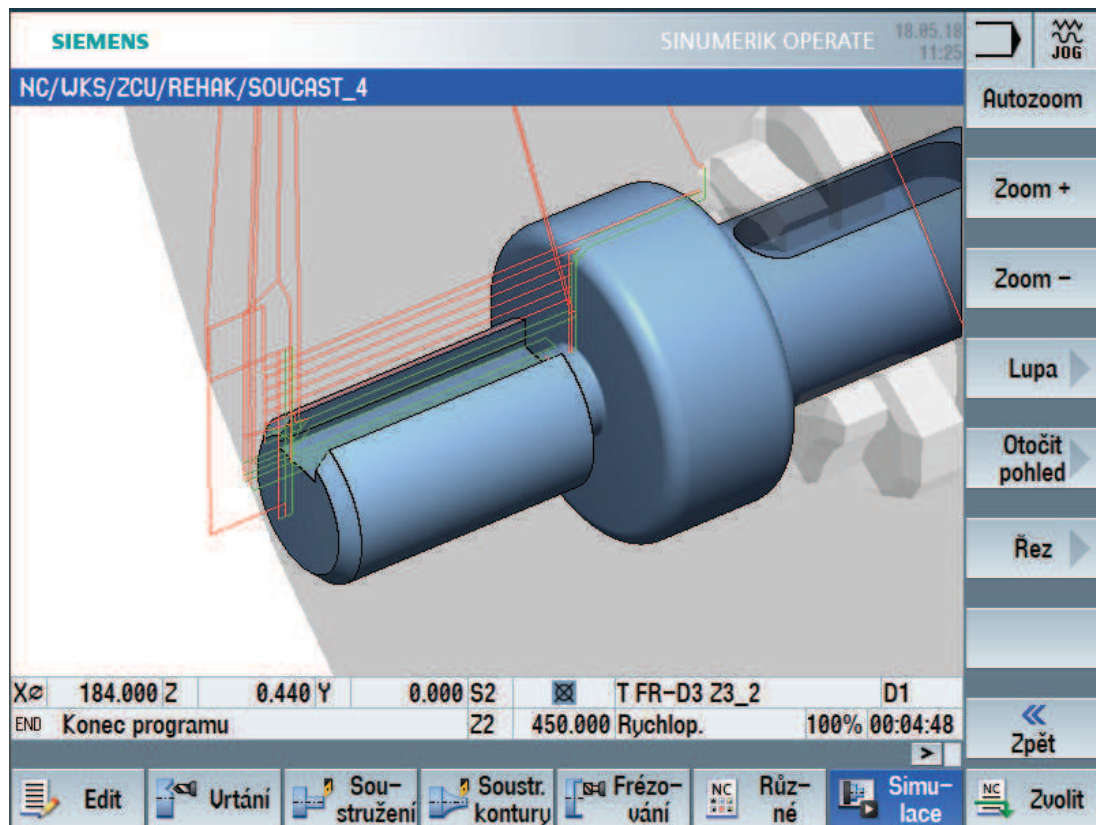
Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

Ukázky ze simulace:

1. strana

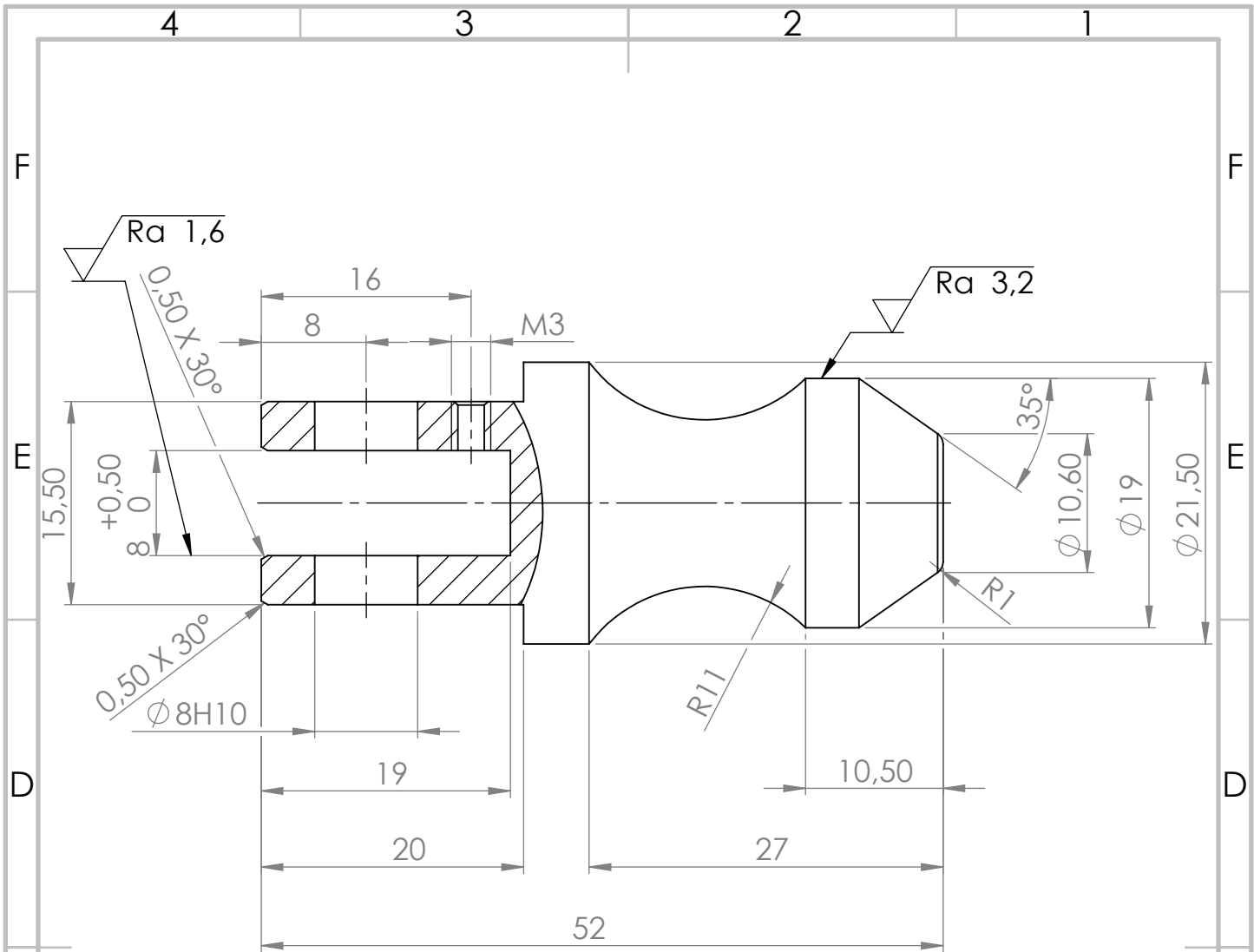


2. strana



## **PŘÍLOHA č. 6**

### **Dokumentace k součásti 5**



C

B

Nekótované sražení - 0,2x45°

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:  
 JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH  
 DRSNOST: ISO 2768 - mK  
 TOLERANCE: ISO 8015  
 LINEÁRNÍ:  
 ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

$\sqrt{Ra\ 6,3}$  (✓)

ODSTRANIT  
 OSTRÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

	JMÉNO	PODPIS	DATUM
NAVRHL	Petr Reháč		1. 4. 2018
PŘEZKOUSHL			
SCHVÁLIL			
VÝROBA			
Z. JAKOSTI			
MATERIÁL:			ČSN 42 4203 - KR $\phi$ 22-800
HMOTNOST:			0,03 kg

NÁZEV:

Součást\_5

Č. VÝKRESU

KTO-BP-2019-05

A4

MĚŘÍTKO: 1:1

LIST 1 Z 1 LISTŮ

A

A

## Výrobní postup SOUČÁST 5

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Načisto Ø21,5	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	4	Frézovat nahrubo vnější plochy	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	4	Frézovat načisto vnější plochy	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	5	Frézovat sražení 0,5x30°	Srážeč hran	D6x30°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	6	Vrtat díru na plášti Ø8 skrz	Šroubovítý vrták Ø8	8.0x117mm	$v_c = 20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	7	Frézovat nahrubo drážku	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	8	Frézovat načisto drážku	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	9	Frézovat sražení 0,5x30°	Srážeč hran	D6x30°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	10	Vrat díru pro závit Ø2,5	Šroubovítý vrták Ø2,5	HSS Drill Bit 2.5x57mm	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	11	Srazit hranu pro závit	Srážeč hran	D6x30°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$

	12	Vrtat závit M3x0,5	Stojní závitník M3	TPS M-3X0.5- M	$a_p = 0,5 \text{ mm}$ $v_c = 3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
	13	Upnout do protivřetena za $\varnothing 21,9$			
	14	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	15	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	16	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	17	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN 1212F-11	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,3 \text{ mm}$

# NC program SOUČÁST 5

## 1. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:27

NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_5 1

P	Hlavička programu	G54 Uálec
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.14/ot. U=200m příčné
	Oddělování třísky	T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
	Kontura	UNEJ1
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=600/min U=150m Z0=0 Z1=-20
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=280/min U=150m Z0=0 Z1=-20
	Fréz. po dráze	Zkos. T=SRAZ-D6x30 F=150/min U=65m FS=0.5
	Kontura	UNEJ2
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=600/min U=150m Z0=0 Z1=-20
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=280/min U=150m Z0=0 Z1=-20
	Fréz. po dráze	Zkos. T=SRAZ-D6x30 F=150/min U=65m FS=0.5
	Urtání	T=URT-D8-HSS_2 F=0.07/ot. U=20m X1=3
	004: Poloha Řada	X0=8 Y0=0 Z0=-8 N=1
	005: Poloha Řada	X0=8 Y0=0 Z0=-8 N=1
	Kontura	KAPSA
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=600/min U=150m Z0=0 Z1=-19
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=280/min U=150m Z0=0 Z1=-19
	Kontura	KAPSA_SRAZ
	Fréz. po dráze	Zkos. T=SRAZ-D6x30 F=150/min U=65m FS=0.7

Ujít na nástroj  
Uytvořit skupinu  
Hledat  
Označit  
Kopírovat  
Uložit  
Uyříznout  
Zvolit

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

## 2. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:27

NC/WKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_5 29

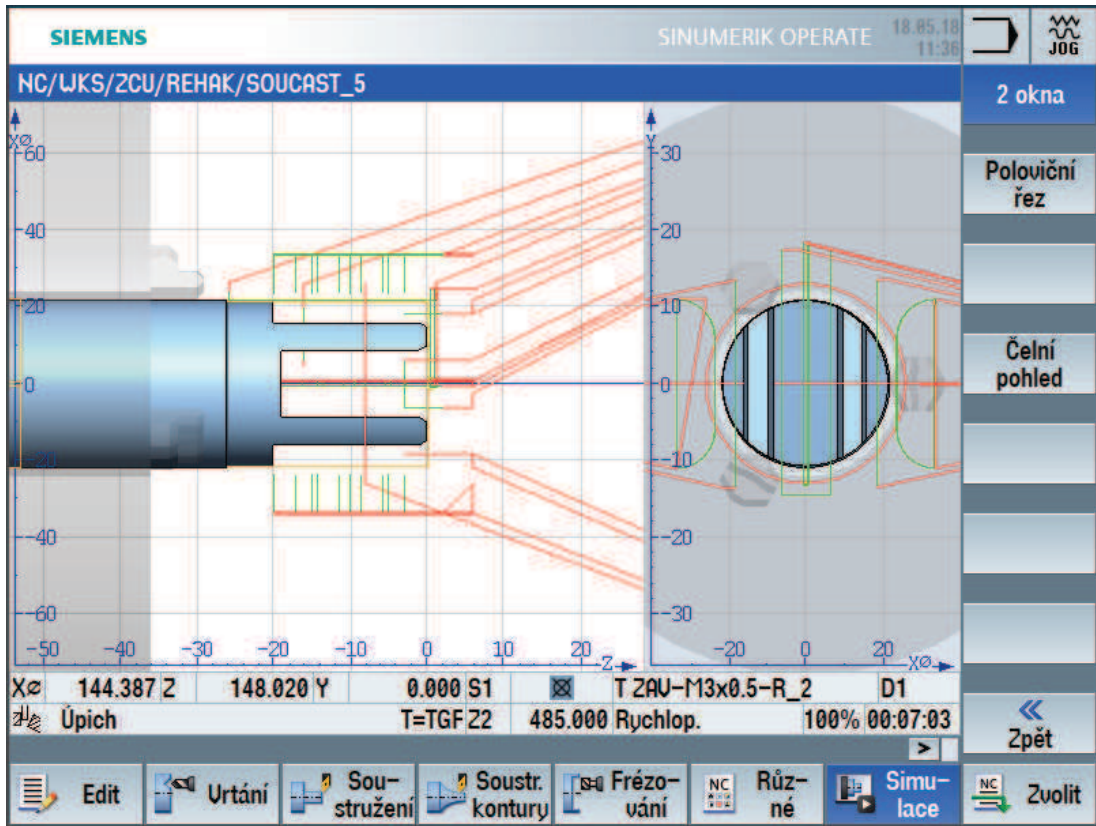
	Fréz. po dráze	Zkos. T=SRAZ-D6x30 F=150/min U=65m FS=0.5
	Urtání	T=URT-D8-HSS_2 F=0.07/ot. U=20m X1=3
	004: Poloha Řada	X0=8 Y0=0 Z0=-8 N=1
	005: Poloha Řada	X0=8 Y0=0 Z0=-8 N=1
	Kontura	KAPSA
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=600/min U=150m Z0=0 Z1=-19
	Fréz. po dráze	T=FR-D8 Z4 F=280/min U=150m Z0=0 Z1=-19
	Kontura	KAPSA_SRAZ
	Fréz. po dráze	Zkos. T=SRAZ-D6x30 F=150/min U=65m FS=0.7
	Urtání	T=URT-D2.5-HSS_2 F=0.05/ot. U=100m X1=3
	Urtání závitů	T=ZAU-M3x0.5-R_2 M3 U=3m X1=3
	003: Poloha Mřížka	X0=8 Y0=0 Z0=-16 N1=1 N2=1
	Protivřetení	Kompletní S1-S2 G55
	Úpich	T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m X0=21.999
	Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.14/ot. U=200m
	Kontura	PRAVA
	Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11_1 F=0.25/ot. U=250m
	Oddělování třísky	T=SUVCN-1212F-11 F=0.12/ot. U=200m podélné
	END	Konec programu

Ujít na nástroj  
Uytvořit skupinu  
Hledat  
Označit  
Kopírovat  
Uložit  
Uyříznout  
Zvolit

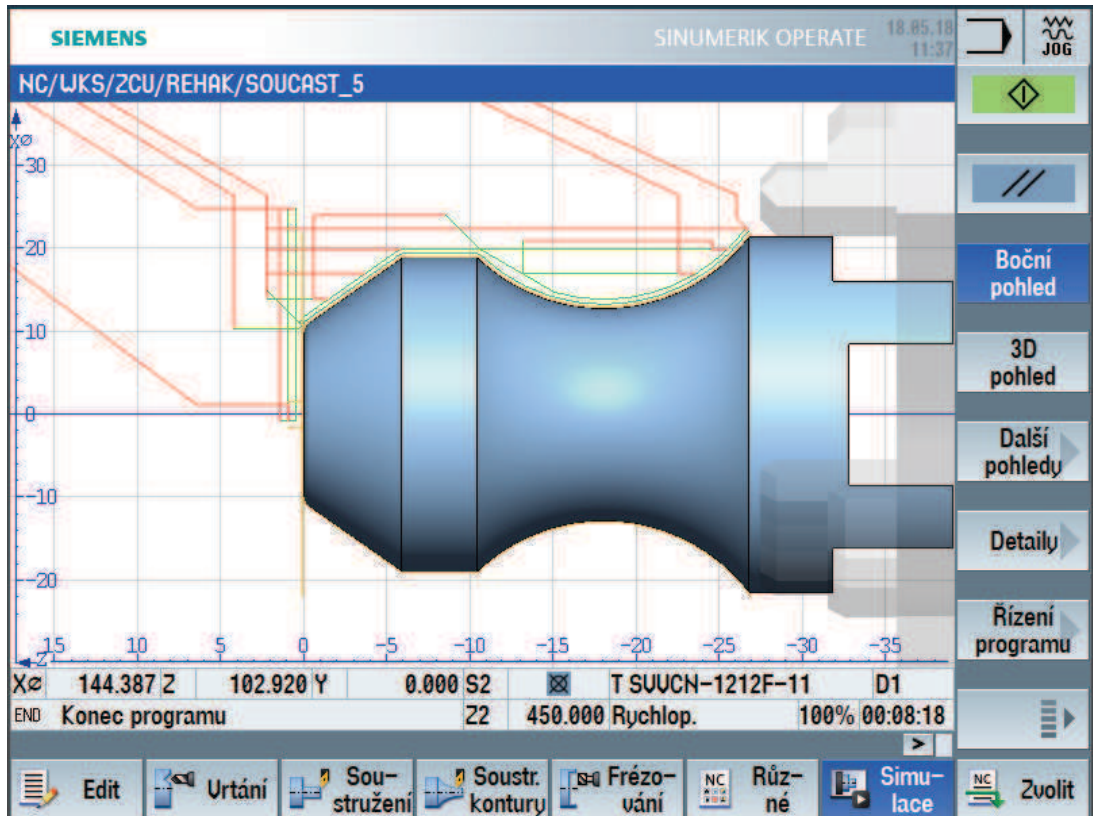
Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

Ukázky ze simulace:

1. strana



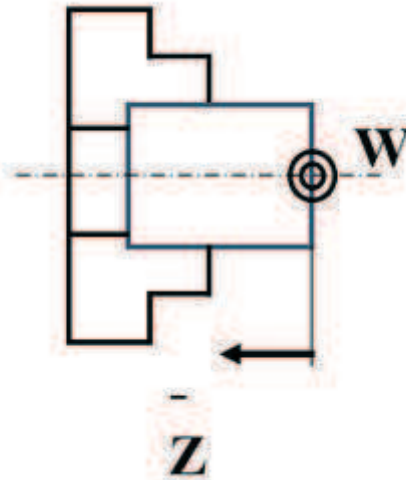
2. strana





## Seřizovací list

Nulový bod W:  $x = 0$ ,  $z = \text{podle délky obrobku}$



Způsob pnutí - hlavní vřeteno - kleštinové sklíčidlo Ø22  
- protivřeteno - kleštinové sklíčidlo Ø22

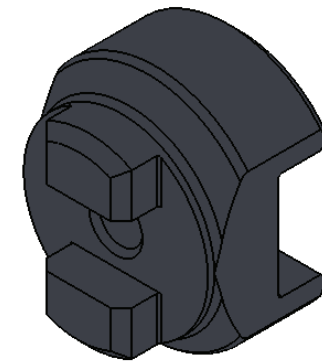
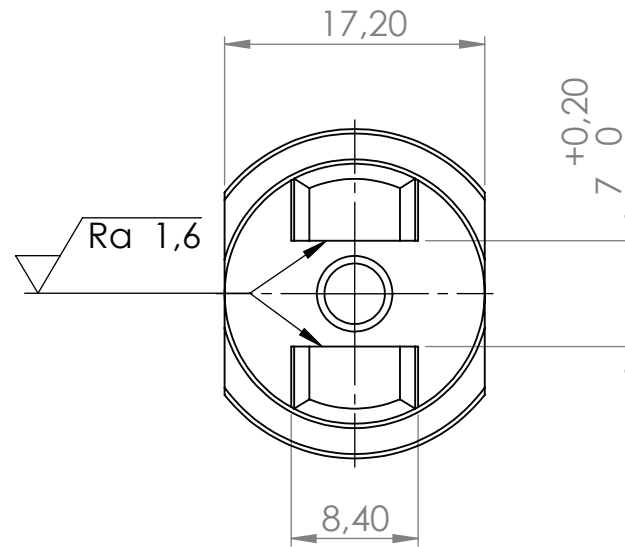
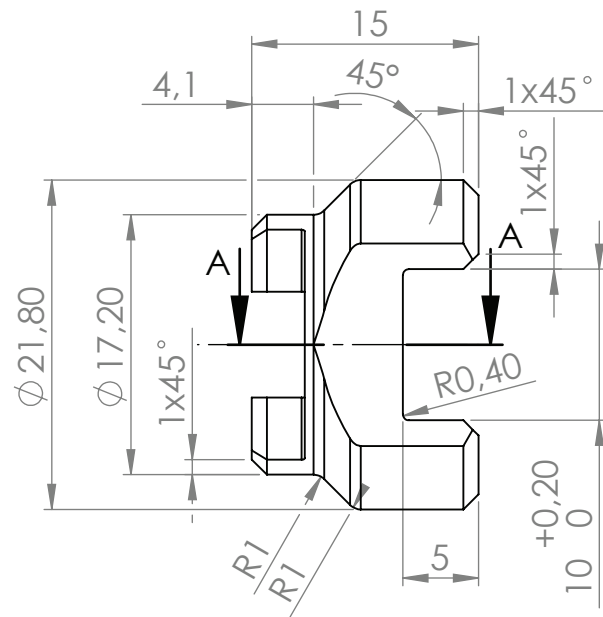
Nástroje - upnuty do revolverové hlavy  
- korekce - D1  
- v programu vyvolávají podle označení viz tab. 3 - tabulka použitých nástrojů

Pozice	Nástroj		Destička
	Název	Označení	
T2	Upichovací nůž	TGFH 19-2	TAG N2C IC808
T3-1	Monolitní stopková fréza	EC-H4M-16C08CFR0.4-63	-
T3-2	Srážeč hran	D6x30°	-
T4	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	DCMT 070204-SM IC807
T5	Strojní závitník	M3x0,5	-
T6	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	CCMT 09T304-SM IC8250
T7	Šroubovité vrták	HSS 8.0x117mm	-
T9	Přímý ubírací nůž kopírovací oboustranný	SVVCN 1212K-11S	VCMT 110304-SM IC809
T10	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	CCMT 09T304-SM IC8250
T11	Šroubovité vrták	HSS 2.5x57mm	-
T12	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	DCMT 11T302-PF IC807

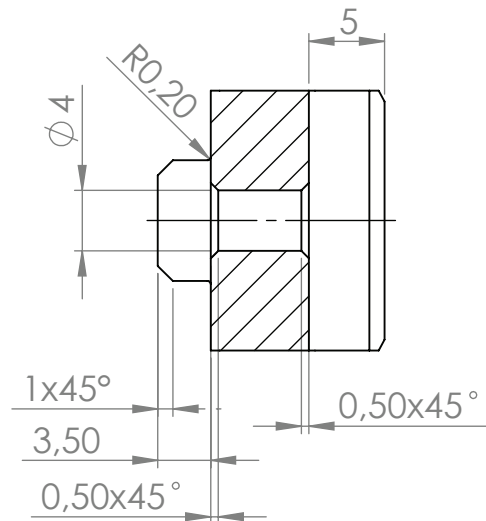
## **PŘÍLOHA č. 7**

### **Dokumentace k součásti 6**

6 5 4 3 2 1



ŘEZ A-A



POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: ISO 2768 - mK TOLERANCE: ISO 8015 LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:		OPRACOVÁNÍ: $Ra 6,3$ (✓)		ODSTRANIT OSTRÉ HRANY		NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU		ZMĚNA	
NAVRHL	JMÉNO	PODPIS	DATUM			NÁZEV:			
PŘEZKOUŠEL	Petr Rehák		1. 4. 2018			Součást_6			
SCHVÁLIL									
VÝROBA						Č. VÝKRESU		A4	
Z. JAKOSTI				MATERIÁL: ČSN 42 4203 - KR $\phi 22-800$		KTO-BP-2019-06			
				HMOTNOST: 0,01 kg		MĚŘÍTKO: 2:1		LIST 1 Z 1 LISTŮ	

D

D

C

C

B

B

A

A

6 5 4 3 2 1

## Výrobní postup SOUČÁST 6

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCJCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	4	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	5	Frézovat nahrubo vnější plochy	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	6	Frézovat načisto vnější plochy	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	7	Frézovat sražení 1x45°	Srážeč hran	D5x45°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 1 \text{ mm}$
	8	Frézovat nahrubo drážku	Monolitní stopková fréza Ø6	EC-H4S 06- 06C06CFR. 2E50	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	9	Frézovat načisto drážku	Monolitní stopková fréza Ø6	EC-H4S 06- 06C06CFR. 2E50	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	10	Vrtat díru Ø4 do hloubky 12mm	Vrták Ø4	SCD 040- 017-060 AP3N	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	11	Srazit hranu 0,5x45°	Srážeč hran	D5x45°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$

	12	Upnout do protivřetena za Ø17,2			
	13	Upíchnout na délku 15mm se sražením 1x45°	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	14	Frézovat nahrubo drážku	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4S 08-08C08CFR. 4E63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	15	Frézovat načisto drážku	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4S 08-08C08CFR. 4E63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	16	Frézovat sražení 1x45°	Srážeč hran	D5x45°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 1 \text{ mm}$
	17	Srazit hranu 0,5x45°	Srážeč hran	D5x45°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$

# NC program SOUČÁST 6

## 1. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:38

NC/LKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_6 1

P Hlavička programu G54 Uálec

Oddělování třísky T=SCLCL-1212F-09 F=0.14/ot. U=200m příčné

Kontura LEVA

Oddělování třísky T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné

Oddělování třísky T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep Zkos. T=SRAZ-D5x45 F=150/min U=65m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa T=FR-D6 23 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa T=FR-D6 23 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Středové vrtání T=URT-D4-HSS F=0.07/ot. U=100m Z1=-11

Středové vrtání T=SRAZ-D5x45 F=150/min U=65m Z1=-3.25

Protivřeteno Kompletní S1-S2 G55

Úpich T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m FS=1 X0=22.2

Pravouhlá kapsa T=FR-D8 23\_1 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa T=FR-D8 23\_1 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa Zkos. T=SRAZ-D5x45\_1 F=150/min U=65m X0=0 Y0=0

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

## 2. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:38

NC/LKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_6 21

Kontura LEVA

Oddělování třísky T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné

Oddělování třísky T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep T=FR-D8 24 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlý čep Zkos. T=SRAZ-D5x45 F=150/min U=65m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa T=FR-D6 23 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa T=FR-D6 23 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Středové vrtání T=URT-D4-HSS F=0.07/ot. U=100m Z1=-11

Středové vrtání T=SRAZ-D5x45 F=150/min U=65m Z1=-3.25

Protivřeteno Kompletní S1-S2 G55

Úpich T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m FS=1 X0=22.2

Pravouhlá kapsa T=FR-D8 23\_1 F=600/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa T=FR-D8 23\_1 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0

Pravouhlá kapsa Zkos. T=SRAZ-D5x45\_1 F=150/min U=65m X0=0 Y0=0

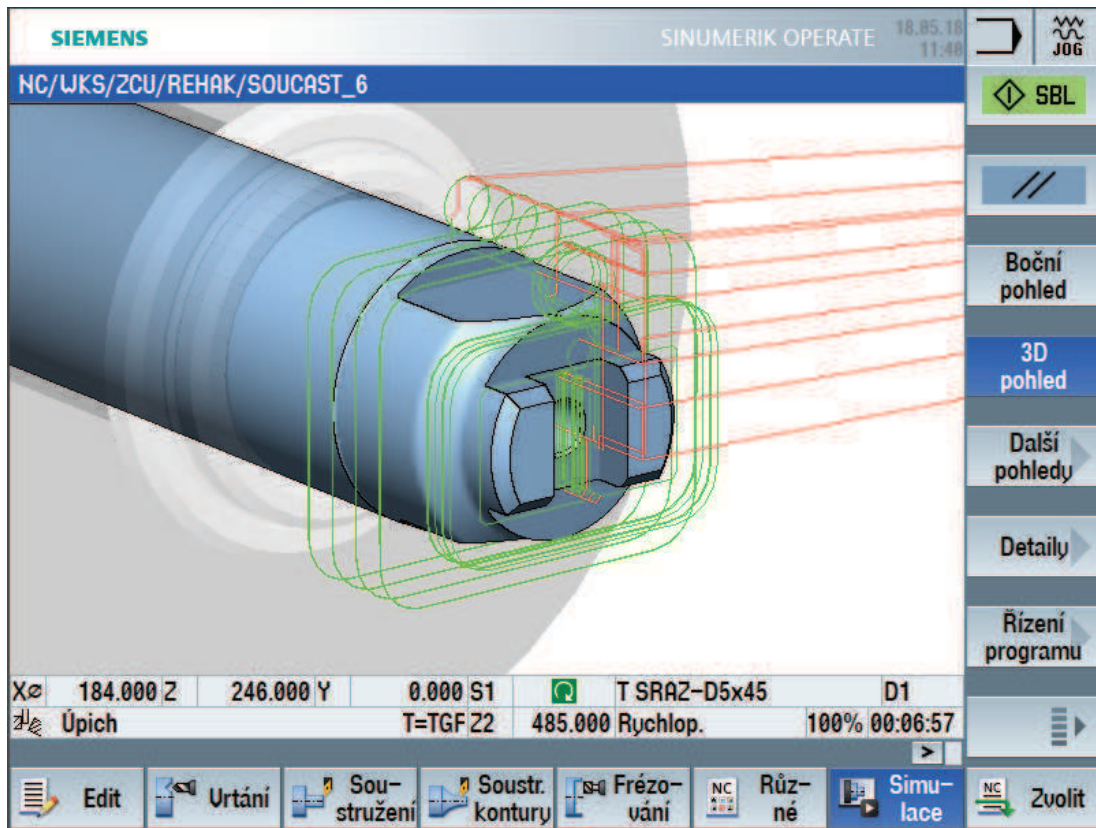
Středové vrtání T=SRAZ-D5x45\_1 F=150/min U=65m Z1=-4.75

END Konec programu

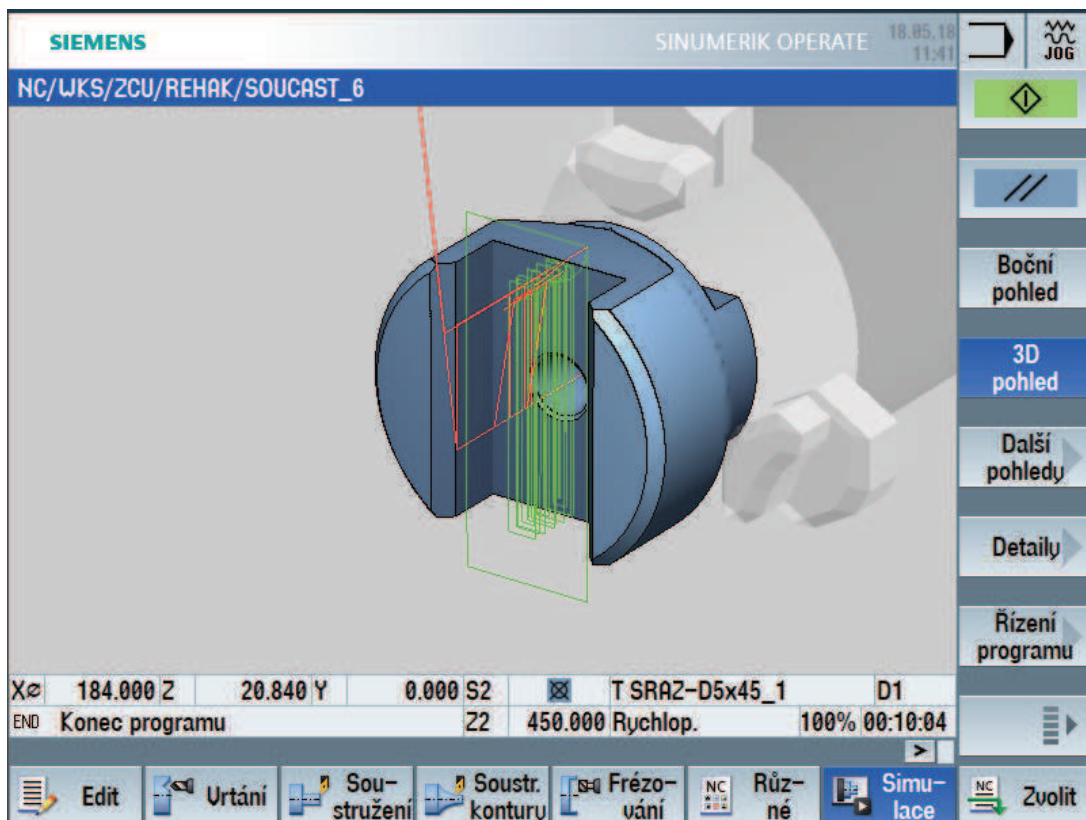
Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

Ukázky ze simulace:

1. strana



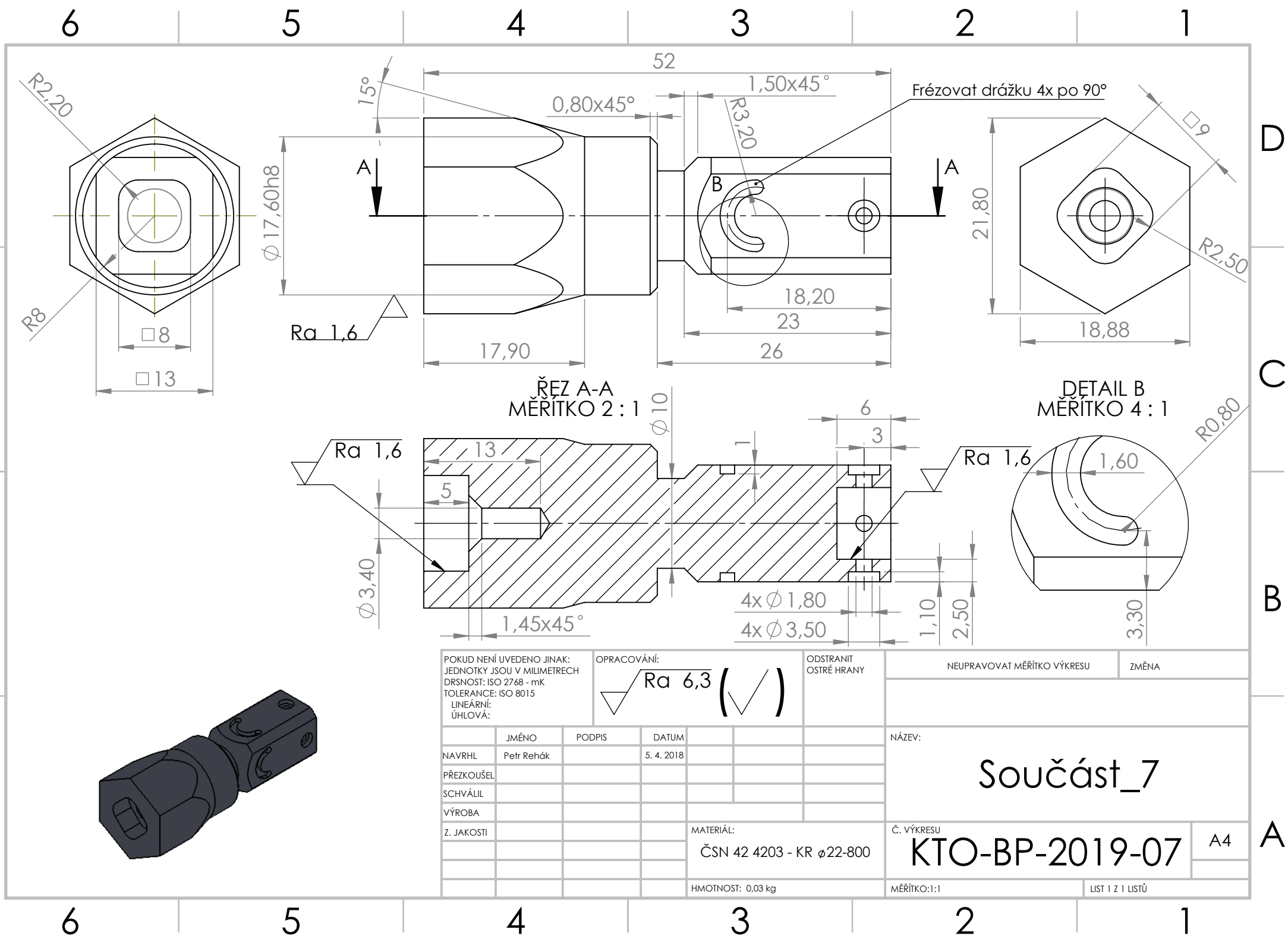
2. strana



## **PŘÍLOHA č. 8**

### **Dokumentace k součásti 7**





POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:  
 JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH  
 DRSNOST: ISO 2768 - mK  
 TOLERANCE: ISO 8015  
 LINEÁRNÍ:  
 ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:  
 $\sqrt{Ra\ 6,3}$  ( $\checkmark$ )

ODSTRANIT  
 OSTRÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘITKO VÝKRESU

ZMĚNA

	JMÉNO	PODPIS	DATUM	
NAVRHL	Petr Reháč		5. 4. 2018	
PŘEZKOŮŠEL				
SCHVÁLIL				
VÝROBA				
Z. JAKOSTI				
			MATERIÁL:	
			ČSN 42 4203 - KR $\phi$ 22-800	
			HMOTNOST: 0,03 kg	

NÁZEV: <b>Součást_7</b>	
Č. VÝKRESU <b>KTO-BP-2019-07</b>	A4
MĚŘITKO:1:1	LIST 1 Z 1 LISTŮ

## Výrobní postup SOUČÁST 7

Použitý stroj: EMCO Maxxturn 25

Polotovar: KR Ø22-800 - ČSN 42 4203

Technologie:

Strana	Pořadí	Název operace	Použitý nástroj	Označení nástroje	Řezné podmínky
Levá	1	Upnout do kleštinového sklíčidla			
	2	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCLCL 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	3	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový levý	SCJCL 1212F-09	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	4	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací levý	SDJCL 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	5	Hrubovat + načisto zápich	Zapichovací nůž pravý	TGTR 1212-2-IQ	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	6	Frézovat nahrubo čtyřhran	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	7	Frézovat načisto čtyřhran	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M- 16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	8	Frézovat nahrubo kapsu na čele	Monolitní stopková fréza Ø2	ECA-H3 02- 05/08C06C F	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 400 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	9	Frézovat načisto kapsu na čele	Monolitní stopková fréza Ø2	ECA-H3 02- 05/08C06C F	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	10	Vrtat díru Ø1,8 na plášti 4x po 90°	Vrták Ø1,8	SCD 018- 007-030 AP4	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,02 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	11	Frézovat válcové zhloubení Ø3,5 4x po 90°	Monolitní stopková fréza Ø2	ECA-H3 02- 05/08C06C F	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$

	12	Frézovat kruhovou drážku 4x po 90°	Monolitní stopková fréza Ø1	ECA-H3 01-04C06CF	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 200 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	13	Upnout do protivřetena za Ø16			
	14	Upíchnout na délku 53mm	Upichovací nůž	TGFH 19-2	$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,025 - 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
Pravá	15	Zarovnat čelo	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SCLCR 1212F-09	$v_c = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,14 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	16	Hrubovat konturu	Přímý ubírací nůž rohový pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,25 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	17	Načisto konturu	Přímý ubírací nůž kopírovací pravý	SDJCR 1212F-11	$v_c = 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$ $a_p = 0,5 \text{ mm}$
	18	Frézovat nahrubo šestihran	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
	19	Frézovat načisto šestihran	Monolitní stopková fréza Ø8	EC-H4M-16C08CFR 0.4-63	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	20	Frézovat nahrubo kapsu na čele	Monolitní stopková fréza Ø3	ECA-H3 03-07/12C06CF	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 400 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 2 \text{ mm}$
	21	Frézovat načisto kapsu na čele	Monolitní stopková fréza Ø3	ECA-H3 03-07/12C06CF	$v_c = 150 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 280 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 0,1 \text{ mm}$
	22	Vrtat díru Ø3,4 do hloubky 13mm	Šroubovítý vrták Ø3,4	SCD 034-014-060 AP3N	$v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 0,05 \text{ mm} \cdot \text{ot.}^{-1}$
	23	Srazit hranu 1,45x45°	Srážeč hran	D5x45°	$v_c = 65 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ $f = 150 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ $a_p = 1,45 \text{ mm}$

# NC program SOUČÁST 7

## 1. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:43

NC/LKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_7 1

P	Hlavička programu	G54 Uálec
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.14/ot. U=200m příčné
	Kontura	PRAVA
	Oddělování třísky	T=SCLCL-1212F-09 F=0.25/ot. U=250m podélné
	Oddělování třísky	T=SDJCL-1212F-11 F=0.12/ot. U=300m podélné
	Zápich	T=TGTR 1212-2-IQ F=0.06/ot. U=60m X0=16
	Mnohohran	T=FR-D8 24 F=600/min U=150m N=4 SW=13
	Mnohohran	T=FR-D8 24 F=280/min U=150m N=4 SW=13
	Pravouhlá kapsa	T=FR-D2 23 F=400/min U=150m X0=0 Y0=0
	Pravouhlá kapsa	T=FR-D2 23 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0
	Urtání	T=URT-D1.8-HSS_2 F=0.02/ot. U=100m X1=4
	Ø05: Pol. Kružnice	X0=13 Z0=-3 N=4
	MARK1:	
	Kruhová kapsa	T=FR-D2 22 F=280/min U=150m Y0=0 Z0=-3
	Otočení osy C	aditivní C=90
	MARK2:	
	Opakování	MARK1 MARK2 P=3
	MARK3:	
	Kruhová drážka	T=FR-D1 23_2 F=200/min U=150m C0=0 Y0=0

Ujbrat nástroj  
Uytvořit skupinu  
Hledat  
Označit  
Kopírovat  
Uložit  
Ujříznout  
Zvolit

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

## 2. část

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 18.05.18 11:43

NC/LKS/ZCU/REHAK/SOUCAST\_7 35

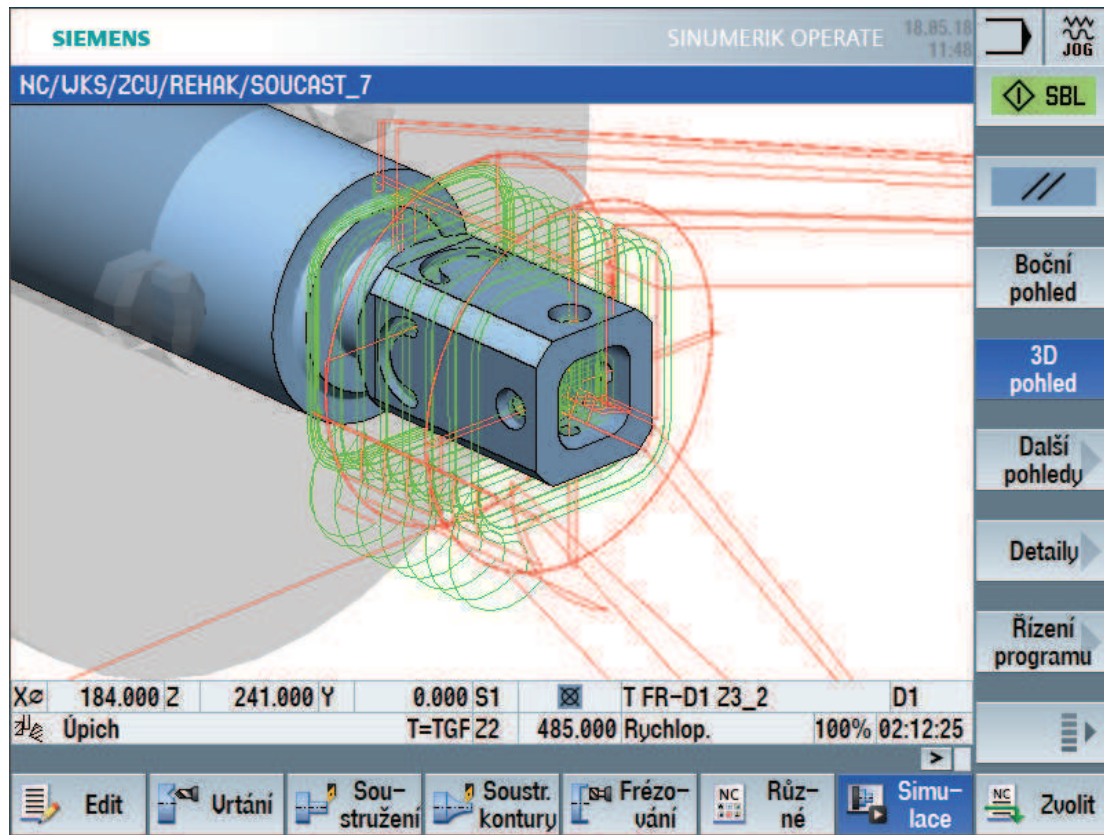
	Opakování	MARK1 MARK2 P=3
	MARK3:	
	Kruhová drážka	T=FR-D1 23_2 F=200/min U=150m C0=0 Y0=0
	Otočení osy C	aditivní C=90
	MARK4:	
	Opakování	MARK3 MARK4 P=3
	Protivřetenno	Kompletní S1-S2 G55
	Úpich	T=TGFH 19-2 F=0.05/ot. U=60m X0=22.2 Z0=-53
	Oddělování třísky	T=SCLCR-1212F-09_1 F=0.14/ot. U=200m
	Kontura	LEVA
	Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11_1 F=0.25/ot. U=250m
	Oddělování třísky	T=SDJCR-1212F-11_1 F=0.12/ot. U=300m
	Mnohohran	T=FR-D8 23_1 F=600/min U=150m N=6
	Mnohohran	T=FR-D8 23_1 F=280/min U=150m N=6
	Pravouhlá kapsa	T=FR-D3 23_1 F=400/min U=150m X0=0 Y0=0
	Pravouhlá kapsa	T=FR-D3 23_1 F=280/min U=150m X0=0 Y0=0
	Středové urtání	T=URT-D3.4-HSS F=0.05/ot. U=100m Z1=-13
	Středové urtání	T=SRAZ-D5x45_1 F=150/min U=65m Z1=-5
	END	Konec programu

Ujbrat nástroj  
Uytvořit skupinu  
Hledat  
Označit  
Kopírovat  
Uložit  
Ujříznout  
Zvolit

Edit Urtání Soustružení Soustr. kontury Frézování Různé Simulace Zvolit

Ukázky ze simulace:

1. strana



2. strana

