

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



BAKALÁŘSKÝ PROJEKT

**Vzorový postup přípravy výroby součásti
metodou CAD - CAM**

1995

Miroslav Mazánek

ANOTACE

Řešitel: Miroslav Mazánek

Číslo projektanta: 05

VZOROVÝ POSTUP PŘÍPRAVY VÝROBY SOUČÁSTI METODOU CAD/CAM

V tomto projektu je popsáno řešení obrábění zadané rotační součásti pomocí CNC programu. Projekt také obsahuje technologický postup obrábění této součásti včetně výpisu použitých nástrojů a volby řezných podmínek. Součástí projektu je také disketa s výpisem CNC programu včetně programu polotovaru. Na disketě je ještě nahrán výrobní výkres zadané součásti. Jako příloha je do projektu vložen výrobní výkres a kopie obrazovky s výsledkem simulace obrábění.

Klíčová slova: HRUBOVÁNÍ, HLAZENÍ, CNC PROGRAM

Zpracovatel: TU v Liberci, KVS

Dokončeno: 1995

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 31

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 18

Počet tabulek: 1

Počet diagramů:

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146066188

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: 23 - 81 - 7 Strojírenství

Zaměření: výrobní stroje

Vzorový postup přípravy výroby součásti metodou CAD - CAM

KVS - 05

MIROSLAV MAZÁNEK

Vedoucí práce: Doc.Ing.Přemysl Pokorný ,CSc., KVS

Konzultant: Ing. Radek Kratochvíl, KVS

Počet stran: 31

Počet příloh

a tabulek: 4

Počet obrázků: 18

Datum: 20.5. 1995

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra : výrobních systémů

Školní rok : 1994/95

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉHO PROJEKTU

pro Miroslava M A Z Á Ň K A

obor: 23 - 81 - 7 Strojírenství

zaměření: výrobní stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách a ve smyslu studijních předpisů pro bakalářské studium určuje toto zadání bakalářského projektu :

Název tématu: Vzorový postup přípravy výroby součástí
metodou CAD - CAM

Zásady pro vypracování: Projekt musí obsahovat:

1. Úvod, specifikace zadání
2. Výkres součásti v AutoCadu (disketa + výtisk)
3. Technologický postup, výběr nástrojů a řezných podmínek
4. CNC program (disketa + výpis)
5. Kapacitní propočty

Rozsah průvodní zprávy: cca 20 stran

Seznam odborné literatury :

Vytlačil, M.: Technologie automatizovaných výrob

Vališ, L.: Návod na programování CNC soustruhu E 120/E120P-EMCO

KCS: Přednášky a cvičení - AutoCAD

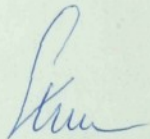
Konzultant: Ing. Radek Kratochvíl

Termín odevzdání bakalářského projektu : 26.5.1995


Doc. Ing. Přemysl Pokorný, CSc.

Vedoucí katedry

L.S.


Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

Děkan

V Liberci dne 27.2.1995

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PSC 461 17



V 136/95 Sb

KKS/vs

ANOTACE

Řešitel: Miroslav Mazánek

Číslo projektanta: 05

VZOROVÝ POSTUP PŘÍPRAVY VÝROBY SOUČÁSTI METODOU CAD/CAM

V tomto projektu je popsáno řešení obrábění zadané rotační součásti pomocí CNC programu. Projekt také obsahuje technologický postup obrábění této součásti včetně výpisu použitých nástrojů a volby řezných podmínek. Součástí projektu je také disketa s výpisem CNC programu včetně programu polotovaru. Na disketě je ještě nahrán výrobní výkres zadané součásti. Jako příloha je do projektu vložen výrobní výkres a kopie obrazovky s výsledkem simulace obrábění.

Klíčová slova: HRUBOVÁNÍ, HLAZENÍ, CNC PROGRAM

Zpracovatel: TU v Liberci, KVS

Dokončeno: 1995

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 31

Počet příloh: 3 -2

Počet obrázků: 18

Počet tabulek: 1

Počet diagramů:

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářský projekt vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci, 20.5. 1995

Miroslav Mazánek
.....

Miroslav Mazánek

Obsah:

Úvod	6
Specifikace zadání	8
Použité symboly a značky	9
Technologický postup	10
Volba řezných podmínek	17
Výpis obsazení nástrojové hlavy.	22
Seznam funkcí použitých v CNC programu	23
Seznam funkcí použitých v programu polotovaru.	24
Výpis CNC programu	25
Výpis programu polotovaru.	27
Kapacitní propočty	28
Závěr.	29
Literatura	30
Přílohy: výsledek simulace obrábění.	31
výkres obrobku	
disketa: obsah diskety:	
o0006.lat - CNC program	
o7006.lat - program polotovaru	
obrázek.dwg - výrobní výkres obrobku	
tools.lat - obsazení nástrojové hlavy	

Úvod:

Rozvoj strojírenství je stále více ovlivňován nástupem automatizace. Kromě toho se zkracují doby morálního zastarávání výrobků. Neustále rostou také požadavky na složitost strojírenských výrobků, z čehož vyplývají i požadavky na přesnost a spolehlivost jednotlivých dílů a jejich skupin. Proto se vývoj výrobní techniky stále zřetelněji orientuje na automatizaci.

Ve velkosériové a hromadné výrobě byla problematika již vyřešena nasazením automatických výrobních linek a jednoúčelových strojů. Tyto automatické výrobní linky jsou však málo přizpůsobitelné jakýmkoli změnám a změna výroby vyžaduje relativně vysoký požadavek na čas při přechodu z výroby jednoho výrobku na jiný, popřípadě i vysoké náklady na strojní zařízení.

V malosériové a kusové výrobě je požadavek zcela opačný, a to aby strojní zařízení bylo dobře přizpůsobitelné změně výroby. V podstatě jde o výrobní zařízení, které lze bez obtíží a rychle přizpůsobit změněným požadavkům výroby.

Zejména u obráběcích strojů vývoj výrazně pokročil. Příkladem mohou být obráběcí NC stroje (*Numerical Control* = číslíkové řízení), u kterých spočívá přeseřízení na výrobu nového výrobku pouze ve změně programů vložených do řídicích systémů. Vývoj NC strojů přešel, zdokonalením přenosu a ukládání dat, na CNC stroje (*Computerized Numerical Control* = počítačové číslíkové řízení). Tyto stroje lze již bez větších problémů zapojit do skupin a automatizovat tak nejen jednotlivá technologická pracoviště, ale i celé jejich soubory a celé výrobní podniky.

K tomuto účelu byly vyvinuty počítačové systémy CAD/CAM kde: CAD (*Computer Aided Design*) je kreslení a konstruování pomocí počítače. Určuje se geometrický tvar výrobku na obrazovce nebo graficky na kreslicím stole. Tento způsob konstruování je podstatně rychlejší než klasický způsob (rýsovací prkno - papír - tužka)

CAM (*Computer Aided Manufacturing*) je řízení výrobního procesu počítačem. To znamená nasazení počítačů v čistě výrobní

oblasti jako je například obrábění, tváření, manipulace s materiálem apod.

CAD/CAM systém znamená integraci počítačové technologie do předvýrobních a výrobních etap výrobního procesu. Důležitá je slučitelnost obou složek z hlediska přenosu informací. V informační základně CAD/CAM jsou zaznamenány všechny potřebné údaje a informace, které se využívají při projektování technologických postupů, výběru výrobních zařízení apod.

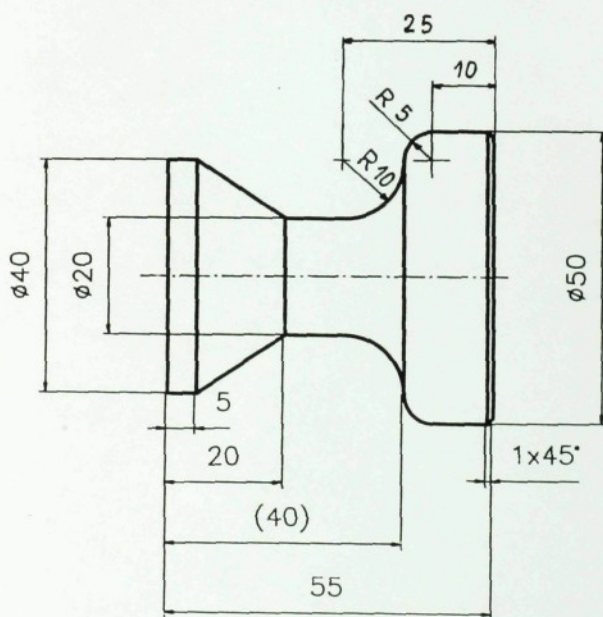
Specifikace zadání:

Úkolem tohoto projektu bylo navrhnout vzorový postup přípravy výroby rotační součásti pomocí metody CAD/CAM a zvolit technologický postup výroby včetně určení řezných podmínek.

Projekt spočívá v těchto bodech:

- 1) Nakreslení zadané součásti pomocí počítače a softwarového programu AutoCAD.
- 2) Převedení nakreslené součásti do CNC programu.
- 3) Ověření funkčnosti CNC programu v simulačním programu s řídicím systémem EMCOTRONIC TM02, popřípadě přímo na stroji, v našem případě CNC soustruhu E120P od firmy EMCO.

obr.1: zadaná součást

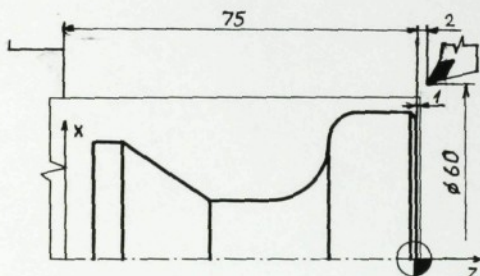


Použité symboly a značky:

Symbol	Jednotka	Název
a	mm	šířka zapichovacího nože
b	mm	šířka upichovacího nože
D	mm	průměr
D _s	mm	střední průměr
D3	μm	hloubka řezu (v CNC programu)
F	μm/ot.	posuv (v CNC programu)
h	mm	hloubka řezu
I	mm	interpolační parametr rovnoběžný s osou x
K	mm	interpolační parametr rovnoběžný s osou z
k _{a2}		opravný koeficient na posuv při čelním soustružení
k _{v1}		opravný koeficient řezné rychlosti při změně obrobitelnosti
n	ot/min	počet otáček
s	mm/ot	posuv
v	m/min	řezná rychlost
x	mm	souřadnice vzhledem k nulovému bodu
z	mm	souřadnice vzhledem k nulovému bodu
π		Ludolfovo číslo (3.14159)

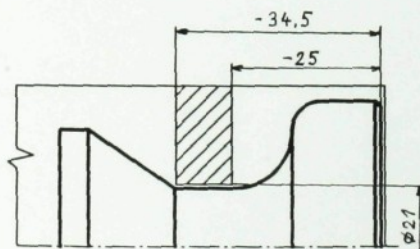
Technologický postup:

1) polotovar upnout do sklíčidla s vyložením 76mm, posunout nulový bod na čelo sklíčidla, nastavit hlavu na zapichovací nůž (pozice 1), nastavit otáčky $n=656\text{ot/min}$ (řádek 0000), posunout nulový bod na souřadnici $z=75\text{mm}$ (ř.0010 a ř.0020), určit bezpečný bod $x=60\text{mm}$, $z=2\text{mm}$ (ř.0030)



obr.2

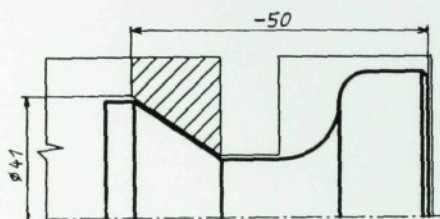
2) rychloposuvem najet do bodu $z=-25\text{mm}$ (ř.0040), zapnout chlazení (ř.0050), zapichovat na průměr $x=21\text{mm}$ do bodu $z=-34.5\text{mm}$ s posuvem $F=100\mu\text{m/ot}$ při tloušťce třísky $D3=1000\mu\text{m}$ (ř.0060)



obr.3

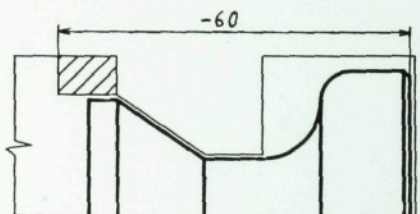
3) vypnout chlazení a vyjet ze záběru do bodu $x=60\text{mm}$, $z=-30\text{mm}$ (ř.0070), jet do bezpečného bodu $z=2\text{mm}$ (ř.0080), vyměnit nůž za hrubovací levý (pozice 2) a přestavit otáčky na $n=781\text{ot/min}$ (ř.0090), najet rychloposuvem do bodu $z=-33.5\text{mm}$ (ř.0100), pomalu

najet do záběru do bodu $x=55\text{mm}$, $z=-34.5\text{mm}$ posuvem $F=350\mu\text{m/ot}$ (ř.0110), hrubovat do bodu $x=41\text{mm}$, $z=-50\text{mm}$ při tloušťce třísky $D3=1000\mu\text{m}$, hrubovat kužel z bodu $x=21\text{mm}$, $z=-34.5\text{mm}$ do bodu $x=41\text{mm}$, $z=-50\text{mm}$ (ř.0120)



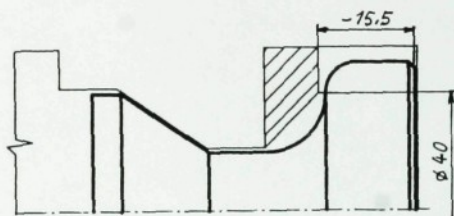
obr. 4

4) rychloposuvem najet do bodu $z=-49\text{mm}$ (ř.0130), hrubovat do bodu $x=41\text{mm}$, $z=-60\text{mm}$ při tloušťce třísky $D3=1000\mu\text{m}$ (ř.0140),



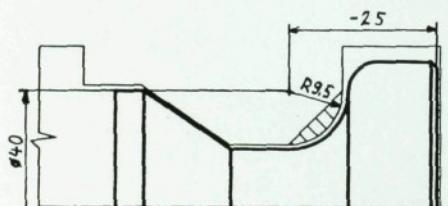
obr. 5

5) rychloposuvem jet do bodu $x=60\text{mm}$ (ř.0150), odjet do bezpečného bodu $z=2\text{mm}$ (ř.0160), vyměnit nůž za hrubovací pravý (pozice 3) (ř.0170), rychloposuvem najet do bodu $z=-26\text{mm}$ (ř.0180), najet do bodu $x=55\text{mm}$ (ř.0190), hrubovat do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-15.5\text{mm}$, hrubovat kužel z bodu $x=21\text{mm}$, $z=-25\text{mm}$ do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-15.5\text{mm}$ (ř.0200)



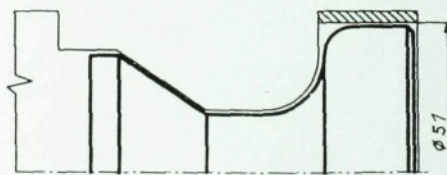
obr. 6

6) rychloposuvem jet do bodu $x=24\text{mm}$, $z=-25\text{mm}$ a změnit otáčky na $n=1074\text{ot/min}$ (ř.0210), hrubovat oblouk o poloměru $I=8\text{mm}$ do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-17\text{mm}$ (tloušťka třísky $h=1.5\text{mm}$) (ř.0220), najet rychloposuvem do bodu $x=23\text{mm}$, $z=-25\text{mm}$ (ř.0230), pomalu najet do bodu $x=21\text{mm}$ (ř.0240), hrubovat oblouk o poloměru $I=9.5\text{mm}$ do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-15.5\text{mm}$ (tloušťka třísky $h=1.5\text{mm}$) (ř.0250)



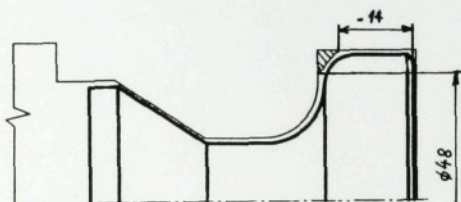
obr. 7

7) pomalu najet do bodu $x=55\text{mm}$, $z=-16.5\text{mm}$ a změnit otáčky na $n=781\text{ot/min}$ (ř.0260), hrubovat do bodu $x=51\text{mm}$, $z=2\text{mm}$ při tloušťce třísky $D3=1000\mu\text{m}$ posuvem $F=350\mu\text{m/ot}$ (ř.0270)



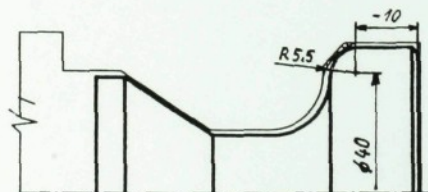
obr. 8

8) změnit otáčky na $n=843\text{ot/min}$ a pomalu najet do bodu $x=48\text{mm}$ (ř.0280), srazit hranu do bodu $x=51\text{mm}$, $z=-14\text{mm}$ (tloušťka třísky $h=1.5\text{mm}$) při posuvu $F=350\mu\text{m/ot}$ (ř.0290)



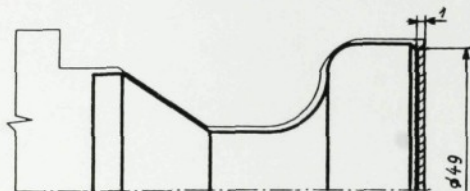
obr. 9

9) rychloposuvem jet do bodu $z=-16.5\text{mm}$ (ř.0300), pomalu najet do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-15\text{mm}$ (ř.0310), hrubovat oblouk o poloměru $K=5.5\text{mm}$ do bodu $x=51\text{mm}$, $z=-10\text{mm}$ (tloušťka třísky $h=1.5\text{mm}$) (ř.0320)



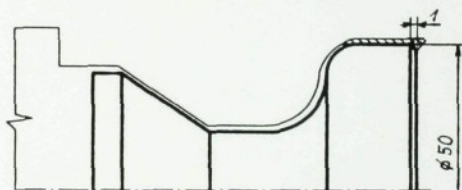
obr. 10

10) rychloposuvem jet do bezpečného bodu $x=60\text{mm}$, $z=2\text{mm}$ (ř.0330), vyměnit nůž na hladící levý (pozice 4) a změnit otáčky na $n=2147\text{ot/min}$ (ř.0340), rychloposuvem jet do bodu $x=51\text{mm}$ (ř.0350), pomalu najet do bodu $z=0.5\text{mm}$ (ř.0360), hladit čelo do bodu $x=0\text{mm}$ při posuvu $F=90\mu\text{m/ot}$ (tloušťka třísky $h=0.5\text{mm}$) (ř.0370), pomalu zajet do bodu $z=0\text{mm}$ (ř.0380), hladit do bodu $x=49\text{mm}$ (ř.0390)



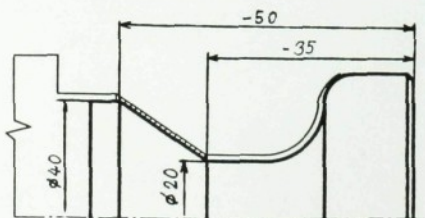
obr. 11

11) vyjet ze záběru do bodu $z=1\text{mm}$ a změnit otáčky na $n=1460\text{ot/min}$ (ř.0400), zajet zpět do záběru do bodu $z=0\text{mm}$ posuvem $F=120\mu\text{m/ot}$ (ř.0410), srazit hranu do bodu $x=50\text{mm}$ $z=1\text{mm}$ (ř.0420), hladit do bodu $z=-16\text{mm}$ (ř.0430)



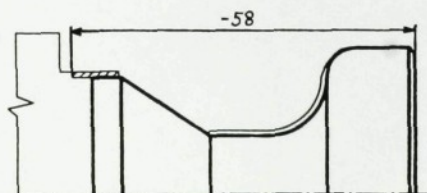
obr. 12

12) rychloposuvem jet do bodu $z=-35\text{mm}$ a změnit otáčky na $n=1825\text{ot/min}$ (ř.0440), jet do bodu $x=22\text{mm}$ (ř.0450), pomalu najet do bodu $x=20\text{mm}$ (ř.0460), hladit kužel do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-50\text{mm}$ s posuvem $F=120\mu\text{m/ot}$ (ř.0470)



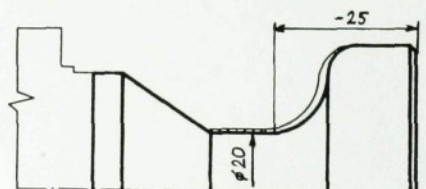
obr. 13

13) hladit do bodu $z=-58\text{mm}$ (ř.0480)



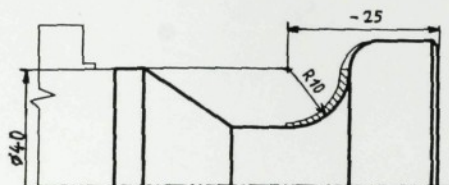
obr.14

14) rychloposuvem jet do bodu $x=60\text{mm}$, $z=-35\text{mm}$ (ř.0490), jet do bezpečného bodu $z=2\text{mm}$ (ř.0500), vyměnit nůž na hladicí přímý (pozice 5) a změnit otáčky na $n=3756\text{ot/min}$ (ř.0510), jet rychloposuvem do bodu $z=-35\text{mm}$ (ř.0520), jet do bodu $x=22\text{mm}$ (ř.530), pomalu zajet do záběru do bodu $x=20\text{mm}$ (ř.0540), hladit do bodu $z=-25\text{mm}$ při posuvu $F=100\mu\text{m/ot}$ (ř.0550)



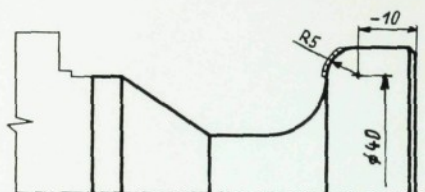
obr.15

15) rychloposuvem vyjet do bodu $x=60\text{mm}$ (ř.0560), jet do bezpečného bodu $z=2\text{mm}$ (ř.0570), vyměnit nůž na hladicí pravý (pozice 6) a změnit otáčky na $n=1825\text{ot/min}$ (ř.0580), rychloposuvem jet do bodu $z=-15\text{mm}$ (ř.0590), jet do bodu $x=22\text{mm}$ (ř.0600), najet do záběru do bodu $x=20\text{mm}$ (ř.0610), hladit oblouk o poloměru $I=10\text{mm}$ do bodu $x=40\text{mm}$, $z=-15\text{mm}$ s posuvem $F=120\mu\text{m/ot}$ (ř.0620)



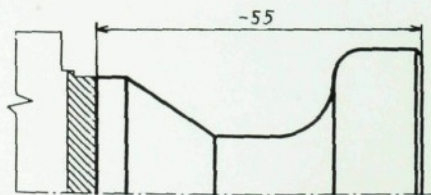
obr.16

16) vyjet ze záběru do bodu $z=-16\text{mm}$ a změnit otáčky na $n=1460\text{ot/min}$ (ř.0630), zajet zpět do záběru do bodu $z=-15\text{mm}$ (ř.0640), hladit oblouk o poloměru $K=5\text{mm}$ do bodu $x=50\text{mm}$, $z=-10\text{mm}$ (ř.0650)



obr.17

17) rychloposuvem vyjet do bezpečného bodu $x=60\text{mm}$, $z=2\text{mm}$ (ř.0660), vyměnit nůž na upichovací (pozice 7) a změnit otáčky na $n=1051\text{ot/min}$ (ř.0670), rychloposuvem jet do bodu $z=-55\text{mm}$ (ř.0680), zapnout chlazení (ř.0690), jet do bodu $x=42\text{mm}$ (ř.0700), upichovat do bodu $x=0\text{mm}$ s posuvem $F=80\mu\text{m/ot}$ (ř.0710)



obr.18

18) pomalu najet do bodu $x=40\text{mm}$ (ř.0720), rychloposuvem vyjet do bodu $x=60\text{mm}$, $z=-45\text{mm}$ (ř.0730), jet do bezpečného bodu $z=2\text{mm}$ (ř.0740), vypnout chlazení a zastavit vřeteno (ř.0750)

Volba řezných podmínek:

Jako materiál polotovaru jsem si zvolil ocel 11373. Tento materiál má obrobiteľnosť při soustružení skupiny 15b.

Břítové destičky obráběcích nožů jsem si zvolil ze slinutých karbidů skupiny P20. Tyto destičky mohou být pájené nebo vyměnitelné.

1) řádek 0060

vnější zapichování (zapichovací nůž) - nutno chladit emulzí

šířka zapichovacího nože: $a=4\text{mm}$

vnější průměr obrobku: $D=55\text{mm}$

z tabulek pro obrobiteľnosť 14b: řezná rychlost $v=90\text{m/min}$

posuv $s=0.10\text{mm/ot}$

pro obrobiteľnosť 15b je nutné násobit rychlost koeficientem

$k_{v1}=1.26$

přepočítaná rychlost: $v=90*1.26=113.4\text{m/min}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi*D)$

$$n=(113.4*1000)/(\pi*55)$$

$$\underline{\underline{n=656\text{ot/min}}}$$

2) řádky 0120 a 0140

vnější hrubování (hrubovací nůž levý) - bez chlazení

zvolená hloubka řezu: $h=1\text{mm}$

vnější průměr obrobku: $D=55\text{mm}$

z tabulek: řezná rychlost $v=135\text{m/min}$

posuv $s=0.35\text{mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi*D)$

$$n=(135*1000)/(\pi*55)$$

$$\underline{\underline{n=781\text{ot/min}}}$$

3) řádek 0200

vnější hrubování (hrubovací nůž pravý) - bez chlazení

zvolená hloubka řezu: $h=1\text{mm}$

vnější průměr obrobku: $D=55\text{mm}$

z tabulek: řezná rychlost $v=135\text{m/min}$
posuv $s=0.35\text{mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi \cdot D)$
 $n=(135 \cdot 1000)/(\pi \cdot D)$
 $n=781\text{ot/min}$

4) řádky 0220 a 0250

vnější hrubování oblouku (hrubovací nůž pravý) - bez chlazení
zvolená hloubka řezu: $h=1.5\text{mm}$
vnější průměr oblouku: $D=40\text{mm}$
z tabulek: řezná rychlost $v=135\text{m/min}$
posuv $s=0.35\text{mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi \cdot D)$
 $n=(135 \cdot 1000)/(\pi \cdot 40)$
 $n=1074\text{ot/min}$

5) řádek 0270

vnější hrubování (hrubovací nůž pravý) - bez chlazení
zvolená hloubka řezu: $h=1\text{mm}$
vnější průměr obrobku: $D=55\text{mm}$
z tabulek: řezná rychlost $v=135\text{m/min}$
posuv $s=0.35\text{mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi \cdot D)$
 $n=(135 \cdot 1000)/(\pi \cdot 55)$
 $n=781\text{ot/min}$

6) řádky 0290 a 0320

vnější hrubování hrany a oblouku (hrubovací nůž pravý) - bez chlazení
zvolená hloubka řezu: $h=1.5\text{mm}$
vnější průměr obrobku: $D=51\text{mm}$
z tabulek: řezná rychlost $v=135\text{m/min}$
posuv $s=0.35\text{mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi \cdot D)$

$$n=(135 \cdot 1000)/(\pi \cdot 51)$$

$$\underline{\underline{n=843 \text{ ot/min}}}$$

7) řádek 0360

hlazení čela (hladící nůž levý) - bez chlazení

zvolená hloubka řezu: $h=0.5 \text{ mm}$

vnější průměr obrobku: $D=51 \text{ mm}$

střední průměr: $D_s=(2 \cdot D)/3=34 \text{ mm}$

z tabulek pro obrobitelnost 14b: řezná rychlost $v=182 \text{ m/min}$

posuv $s=0.12 \text{ mm/ot}$

posuv se při čelním soustružení snižuje koeficientem $k_{s2}=0.75$

přepočítaný posuv: $s=0.12 \cdot 0.75=0.09 \text{ mm/ot}$

pro obrobitelnost 15b je nutné násobit rychlost koeficientem $k_{v1}=1.26$

přepočítaná rychlost: $v=182 \cdot 1.26=229.3 \text{ m/min}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi \cdot D_s)$

$$n=(229.3 \cdot 1000)/(\pi \cdot 34)$$

$$\underline{\underline{n=2147 \text{ ot/min}}}$$

8) řádek 0420

hlazení (hladící nůž levý) - bez chlazení

zvolená hloubka řezu: $h=0.5 \text{ mm}$

vnější průměr obrobku: $D=50 \text{ mm}$

řezná rychlost $v=229.3 \text{ m/min}$

posuv $s=0.12 \text{ mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi \cdot D)$

$$n=(229.3 \cdot 1000)/(\pi \cdot 50)$$

$$\underline{\underline{n=1460 \text{ ot/min}}}$$

9) řádky 0470 a 0480

hlazení (hladící nůž levý) - bez chlazení

zvolená hloubka řezu: $h=0.5 \text{ mm}$

vnější průměr obrobku: $D=40 \text{ mm}$

hodnoty v a s jsou stejné jako u předchozího hlazení:
řezná rychlost $v=229.3\text{m/min}$
posuv $s=0.12\text{mm/ot}$

$$\begin{aligned}\text{výpočet otáček: } n &= v / (\pi \cdot D) \\ n &= (229.3 \cdot 1000) / (\pi \cdot 40) \\ n &= \underline{\underline{1825\text{ot/min}}}\end{aligned}$$

10) řádek 0540

hlazení (hladící nůž přímý) - bez chlazení
zvolená hloubka řezu: $h=0.5\text{mm}$
vnější průměr obrobku: $D=20\text{mm}$
z tabulek pro obrobitelnost 14b: řezná rychlost $v=187\text{m/min}$
posuv $s=0.10\text{mm/ot}$
pro obrobitelnost 15b je nutné násobit rychlost koeficientem
 $k_{v1}=1.26$
přepočítaná rychlost: $v=187 \cdot 1.26=236\text{m/min}$

$$\begin{aligned}\text{výpočet otáček: } n &= v / (\pi \cdot D) \\ n &= (236 \cdot 1000) / (\pi \cdot 20) \\ n &= \underline{\underline{3756\text{ot/min}}}\end{aligned}$$

11) řádek 0620

hlazení oblouku (hladící nůž pravý) - bez chlazení
zvolená hloubka řezu: $h=0.5\text{mm}$
vnější průměr obrobku: $D=40\text{mm}$
z tabulek pro obrobitelnost 14b: řezná rychlost $v=182\text{m/min}$
posuv $s=0.12\text{mm/ot}$
pro obrobitelnost 15b je nutné násobit rychlost koeficientem
 $k_{v1}=1.26$
přepočítaná rychlost: $v=182 \cdot 1.26=229.3\text{m/min}$

$$\begin{aligned}\text{výpočet otáček: } n &= v / (\pi \cdot D) \\ n &= (229.3 \cdot 1000) / (\pi \cdot 40) \\ n &= \underline{\underline{1825\text{ot/min}}}\end{aligned}$$

12) řádek 0650

hlazení oblouku (hladící nůž pravý) - bez chlazení

zvolená hloubka řezu: $h=0.5\text{mm}$

vnější průměr obrobku: $D=50\text{mm}$

hodnoty v a s jsou stejné jako u předchozího hlazení:

řezná rychlost $v=229.3\text{m/min}$

posuv $s=0.12\text{mm/ot}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi*D)$

$$n=(229.3*1000)/(\pi*50)$$

$$\underline{\underline{n=1460\text{ot/min}}}$$

13) řádek 0710

upichování (upichovací nůž) - nutno chladit emulzí

šířka upichovacího nože: $b=4\text{mm}$

vnější průměr obrobku: $D=40\text{mm}$

střední průměr: $D_{\text{m}}=(2*D)/3=26.7\text{mm}$

z tabulek pro obrobiteľnost 14b: řezná rychlost $v=70\text{m/min}$

posuv $s=0.08\text{mm}$

pro obrobiteľnost 15b je nutné násobit rychlost koeficientem

$k_{v1}=1.26$

přepočítaná rychlost: $v=70*1.26=88.2\text{m/min}$

výpočet otáček: $n=v/(\pi*D_{\text{m}})$

$$n=(88.2*1000)/(\pi*26.7)$$

$$\underline{\underline{n=1051\text{ot/min}}}$$

Výpis obsazení nástrojové hlavy:

Nástrojová hlava v CNC soustruhu E120P má 8 pozic.

tabulka:

pozice v hlavě	druh nástroje	číslo v listu nástrojů	norma
1	zapichovací nůž	5	ČSN 22 3731
2	hrubovací nůž levý	22	ČSN 22 3717
3	hrubovací nůž pravý	19	ČSN 22 3716
4	hladící nůž levý	2	ČSN 22 3723
5	hladící nůž přímý	4	ČSN 22 3720
6	hladící nůž pravý	3	ČSN 22 3722
7	upichovací nůž	20	ČSN 22 3554
8	neobsazeno		

Seznam funkcí použitých v CNC programu:

- N0000 - číslování řádků
- G00 - rychloposuv
- G01 - lineární interpolace, má tyto parametry:
x,z [mm] - absolutní souřadnice dráhy
F [$\mu\text{m}/\text{ot}$] - posuvová funkce
- G02 - kruhová interpolace ve směru otáčení hodinových ručiček, má tyto parametry:
x,z [mm] - souřadnice koncového bodu kruhového oblouku
I [mm] - interpolační parametr rovnoběžný s osou x
K [mm] - interpolační parametr rovnoběžný s osou z
- G03 - kruhová interpolace proti směru otáčení hodinových ručiček, má stejné parametry jako funkce G02
- G54 - vyvolání posunutí nulového bodu na čelo sklíčidla
- G59 - vyvolání posunutí nulového bodu na určené místo
- G84 - cyklus čelního a podélného soustružení, má tyto parametry:
x,z [mm] - souřadnice přechodového bodu
P0 [mm] - kuželová míra v ose x
D0 [μm] - přídavek na opracování v ose x
D2 [μm] - přídavek na opracování v ose z
D3 [μm] - hloubka řezu
F [$\mu\text{m}/\text{ot}$] - posuvová funkce
- G86 - zapichovací cyklus, má tyto parametry:
x,z [mm] - souřadnice rohového bodu
D3 [μm] - hloubka jednoho úběru
D4 [0.1s] - časová prodleva
D5 [μm] - šířka výrobního nástroje
F [$\mu\text{m}/\text{ot}$] - posuvová funkce
- G92 - uložení posunu nulového bodu do paměti
- M04 - roztočení vřetena proti směru otáčení hodinových ručiček
- M08 - chlazení zapnuto
- M09 - chlazení vypnuto
- M30 - konec programu s návratem na začátek
- S0000 - funkce otáček vřetena
- T0000- funkce pro výměnu nástroje

Seznam funkcí použitých v programu polotovaru:

- G01 - funkce pro vykreslení polotovaru
- G62 - startovací bod, od kterého se začíná kreslit
- G64 - umístění počátku na obrazovce
- G65,G66 - zobrazení polotovaru - vše co je mezi těmito funkcemi se vybarví
- G68 - zobrazení pozice nulového bodu

Výpis CNC programu:

N0000 G54 M04 S656 T0101
N0010 G92 X0.000 Z75.000
N0020 G59
N0030 G00 X60.000 Z2.000
N0040 Z-25.000
N0050 M08
N0060 G86 X21.000 Z-34.500 D3=1000 D4=5 D5=4000 F100
N0070 M09 G00 X60.000 Z-30.000
N0080 Z2.000
N0090 S781 T0202
N0100 G00 Z-33.500
N0110 G01 X55.000 Z-34.500 F350
N0120 G84 X41.000 Z-50.000 P0=-10.000 D0=000 D2=000 D3=1000
N0130 G00 Z-49.000
N0140 G84 X41.000 Z-60.000 D0=000 D2=000 D3=1000
N0150 G00 X60.000
N0160 Z2.000
N0170 T0303
N0180 G00 Z-26.000
N0190 X55.000
N0200 G84 X40.000 Z-15.500 P0=-9.500 D0=000 D2=000 D3=1000
N0210 G00 X24.000 Z-25.000 S1074
N0220 G03 X40.000 Z-17.000 I8.000 K0.000
N0230 G00 X23.000 Z-25.000
N0240 G01 X21.000
N0250 G03 X40.000 Z-15.500 I9.500 K0.000
N0260 G01 X55.000 Z-16.500 F350 S781
N0270 G84 X51.000 Z2.000 D0=000 D3=1000
N0280 G01 X48.000 Z-15.500 F350 S843
N0290 X51.000 Z-14.000
N0300 G00 Z-16.500
N0310 G01 X40.000 Z-15.500 F350
N0320 G02 X51.000 Z-10.000 I0.000 K5.500
N0330 G00 X60.000 Z2.000
N0340 S2147 T0404
N0350 G00 X51.000 Z2.000

N0360 G01 Z0.500 F90
N0370 X0.000
N0380 Z0.000
N0390 X49.000
N0400 Z1.000 S1460
N0410 G01 Z0.000 F120
N0420 X50.000 Z-1.000
N0430 Z-16.000
N0440 G00 Z-35.000 S1825
N0450 X22.000
N0460 G01 X20.000 F120
N0470 X40.000 Z-50.000
N0480 Z-58.000
N0490 G00 X60.000 Z-35.000
N0500 Z2.000
N0510 S3756 T0505
N0520 G00 Z-35.000
N0530 X22.000
N0540 G01 X20.000 F100
N0550 Z-25.000
N0560 G00 X60.000
N0570 Z2.000
N0580 S1825 T0606
N0590 G00 Z-25.000
N0600 X22.000
N0610 G01 X20.000 F120
N0620 G03 X40.000 Z-15.000 I10.000 K0.000
N0630 G01 Z-16.000 S1460 F120
N0640 Z-15.000
N0650 G02 X50.000 Z-10.000 I0.000 K5.000
N0660 G00 X60.000 Z2.000
N0670 S1051 T0707
N0680 G00 Z-55.000
N0690 M08
N0700 X42.000
N0710 G01 X0.000 F80
N0720 X40.000
N0730 G00 X60.000 Z-45.000

N0740 Z2.000

N0750 M30

Výpis programu polotovaru:

N0000 G64 X0.000 Z30.000

N0010 G62 X0.000 Z0.000

N0020 G68

N0030 G65

N0040 G01 X55.000

N0050 Z76.000

N0060 X-55.000

N0070 Z0.000

N0080 X0.000

N0090 G66

N0100 M30

Kapacitní propočty:

Tyto propočty jsou jen teoretické, protože CNC stroje jsou nevhodné pro hromadnou výrobu.

počet kusů vyrobených za rok: 750000

celkový čas pro 1 kus: 2 min

čas obrábění: 1min 20s

manipulační čas: 40s

roční časový fond 1 stroje při využitelnosti 80%: 5256 hod

čas na 750000 kusů: 1500000 min = 25000 hod

počet strojů: $25000 / 5256 = 4.8 \Rightarrow 5$ strojů

Závěr:

V tomto projektu jsem si vyzkoušel programování CNC obráběcího stroje s řídicím a simulačním systémem EMCOTRONIC TM02 a zjistil jsem, že tento systém má své výhody i nevýhody.

Velkou výhodou systému je to, že lze pomocí přepínače měnit rychlost simulace obrábění nebo ji úplně zastavit. Při simulaci se na obrazovce zobrazí režim obrábění, jakým nožem se právě obrábí, souřadnice špičky nože, otáčky, posuv, směr otáčení vřetena a případné zapnutí nebo vypnutí chlazení. Velice výhodné je chybové hlášení při simulaci, které zobrazí řádek na němž se vyskytuje chyba. Ta se potom dá lépe opravit.

Dostí podstatnou nevýhodou bylo zase to, že v systému nefungovaly některé programové funkce a mimo to každé pracoviště zobrazovalo posunutí polotovaru jinak, což podstatným způsobem komplikovalo výsledek simulace obrábění.

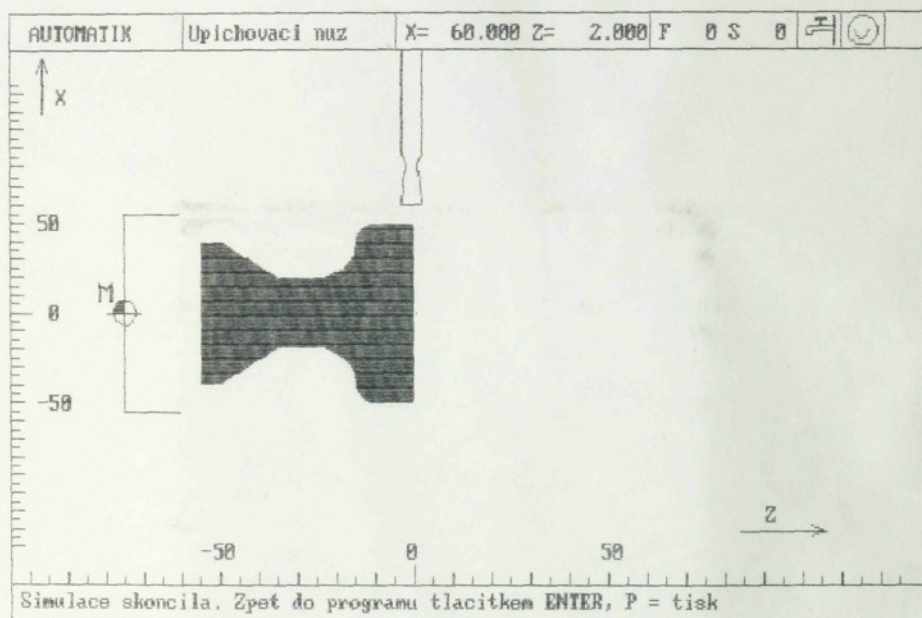
Klávesnice simulačního systému je málo přehledná a špatně se z ní zadávají data. Nešikovně vyřešené je i grafické pole obrazovky pro výpis CNC programu.

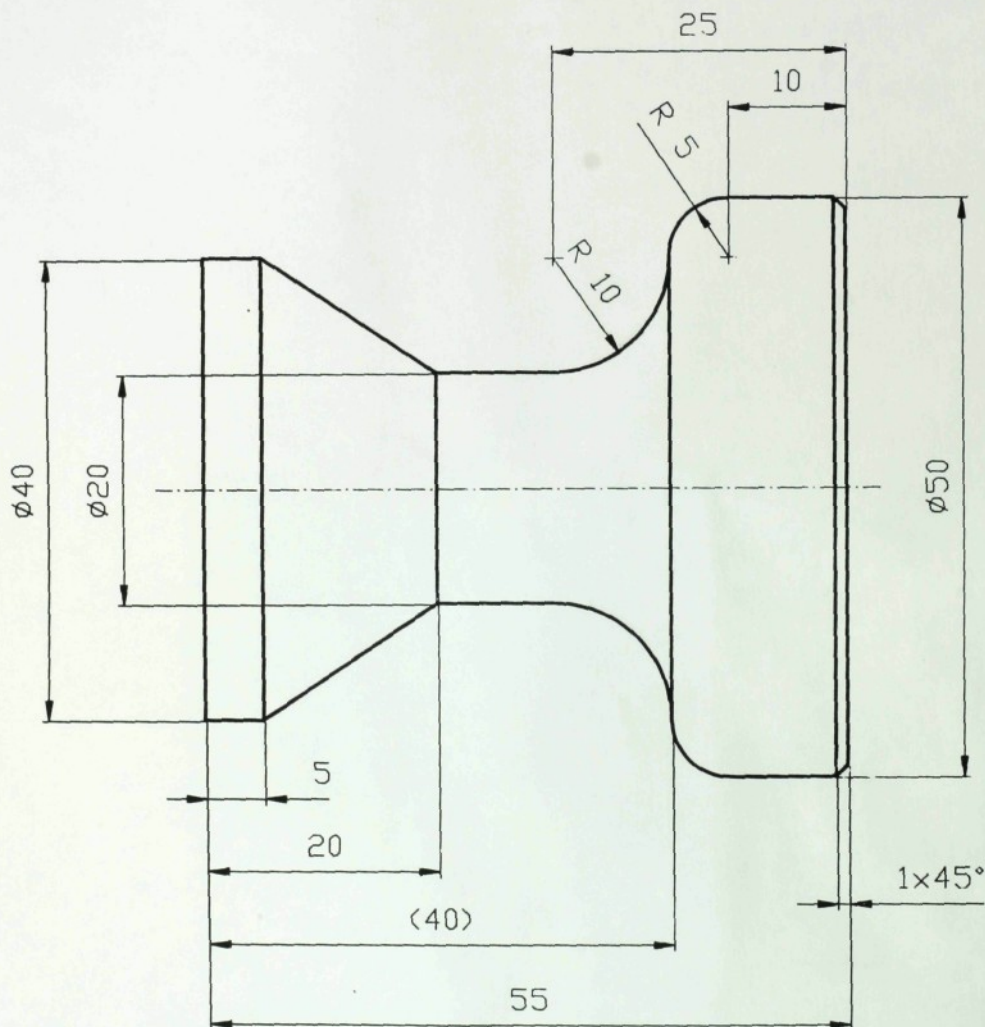
Přes všechny tyto potíže se mi podařilo vytvořit funkční CNC program na obrábění zadané součásti. Škoda, že z časových důvodů, a také z důvodů vyšší ceny obráběného materiálu a nástrojů, nebylo možné vyzkoušet si výsledky práce přímo na stroji a na skutečném obrobku.

Literatura:

- VALIŠ, L.: Návod na programování CNC soustruhu E120/120P
s řídicím systémem EMCOTRONIC TM02, Brno 1992
- VYTLAČIL, M., VEVERKA, J.: Technologie automatizovaných
výrob, Liberec 1990
- VYTLAČIL, M., SVOBODA, K.: Výrobní systémy I. (Pružné výrobní
systémy), Liberec 1990
- DRÁB, V.: Technologie I - Návod ke cvičení, Liberec 1983
- VÁVRA, P.: Strojnické tabulky pro SPŠ strojnické, Praha 1984
- Jednotné normativy: Soustruhy s oběžným průměrem do 500 a 800mm
I. díl, Praha 1978

Výsledek simulace obrábění:





INDEX	ZMENA	DATUM	PODPIS	TU LIBEREC	
ZN. MAT. 11373.0		T.O.		HMOTNOST kg	MĚŘ. 2:1
ROZM.-POLOT. Ø55x95		ČSN 425510		Č. SN.	TŘ. Č.
Č. POM. ZAŘ.				POZN.	Č. KUSOVNÍKU
VYPR. Miroslav Mazánek		NORM. REF.		STARÝ V.	Č. V.
PŘEZK.					
TECHN.		SCHVÁLIL			
NÁZEV				4-KVS-00-01	
OBROBEK				Listů List	