

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta pedagogická-katedra fyziky a technické výchovy

Bakalářská práce

Řízení CNC obráběcích strojů se zaměřením na tříosé frézování – tříosá frézka EMCO a její řídicí systémy

Vedoucí práce:

PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

Autor:

Milan Tetour

Anotace

V úvodu práce je popsána problematika programování CNC strojů a způsob současného použití v průmyslu.

V další části jsou porovnány současné řídicí systémy CNC strojů, obecné zásady programování a možnosti dílensky orientovaného frézování.

Dále je popsán stroj EMCO jeho obsluha, nastavení, praktické rady a ukázky řídicího systému Sinumerik 840D od firmy Siemens. V závěru práce je uvedena praktická ukázka obrábění s NC programem pro frézování vzorové součásti na výše uvedeném stroji.

Klíčová slova

Programování, CNC stroje, G kód -ISO, Sinumerik 840D

Abstract

The first section of this thesis describes the problem of programming computer numerical control (CNC) machines and the way how they are currently used in industry. The next section compares current control systems of the CNC machines, the general principles of programming with the possibility of using workroom oriented milling. Then the EMCO machine is described, its operation, setup, practical advices and also examples of the Sinumerik 840D control system by Siemens. The final section introduces a practical demonstration of machining by using the NC program for milling a representative component on the machine metioned above.

Key words

Programming, CNC machine, G code -ISO, Sinumerik 840D

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Programování CNC strojů se systémem Sinumerik 840D vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. V platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum

Milan TETOUR

poděkování

Děkuji tímto vedoucímu bakalářské práce PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D., za cenné rady, připomínky a vedení při tvorbě této bakalářské práce.

Obsah

Úvod	7
1 Cíl bakalářské práce.....	8
2 Řídící systémy a řídicí kódy pro CNC stroje	
2.1 Přehled řídicích systémů pro 3-5 osé CNC frézky	9
2.2 Komparace řídicích systémů	10
2.3 Zkušenosti s jednotlivými systémy z praxe	11
2.4 Řídicí kódy a jejich používání	11
3 Způsoby programování v řídicích systémech obecně	
3.1 Ruční (pomocí NC editoru s dokonalou znalostí ISO kódů G kódů)	12
3.2 Ručně interaktivně za pomoci simulace	14
3.3 Pomocí dílenského programování není nutná znalost ISO kódů	16
3.3.1 Postup a příklad programování v systému Sinutrein SchopMill....	15
3.3.2 Volba obrobku	18
3.3.3 Volba nástrojů	19
3.3.4 Spuštění na virtuálním stroji	20
3.3.5 Změření vyrobené součástky	21
3.3.6 Simulace obrábění na virtuálním stroji	22
3.3.7 Změření vyrobené součástky	22
4 Řídicí systém Sinumerik 840D	
4.1 Seznámení se systémem	23
4.2 Definice vztažných bodů	23
4.3 Nastavení nulového bodu obrobku	25
4.4 Volba nástrojů	26
4.5 Tvorba hlavního programu, podprogramu, obrysu a základní funkce.....	26
4.6 Vrtací a frézovací cykly	34
4.7 Úprava parametrů	37
4.8 Ověření programu simulací	38
4.9 Příklad programu	39

5 Chybová hlášení

- 5.1 Opravy chyb v průběhu obrábění na stroji40
- 5.2 Opravy chyb a hlášení v průběhu vytváření programu na simulátoru 41

6 Stroj EMCO CONCEPT MILL 105 a popis při jeho obsluze

- 6.1 Najetí nulového bodu43
- 6.2 Upnutí reálného obrobku45
- 6.3 Vkládání a seřízení nástrojů46
- 6.4 Úprava parametrů jednotlivých nástrojů48
- 6.5 Úprava posunutí nulového bodu v NC programu49
- 6.6 Vkládání programu do stroje50

7 Souhrn doporučených zásad pro práci v řídicím systému a sestavení programu

- 7.1 Zásady pro tvorbu programů řídicího CNC systému51
- 7.2 Výukový test - sestavení programu od výkresu k výrobku52

Závěr54

Seznam použitých zdrojů

Seznam příloh

Úvod

Řízení CNC strojů mě zajímá již delší dobu. Dříve jsem pracoval jako programátor NC a CNC strojů v Jihostroji Velešín. Na pracovišti jsem se setkal s různými řídicími systémy a to jak pro soustruhy tak frézky i centra. V rámci úspor jsem byl nucen okolnostmi k dokonalému poznání jednotlivých systémů. Tyto jsem musel různě kombinovat nebo nahrazovat jeden druhým, porovnávat a vybrat podle toho, v čem byl který systém lepší. V té době se používaly k řízení CN a CNC strojů hlavně děrné štítky a později děrné pásky. CNC stroje se používaly zejména k úspoře výrobních časů a k výrobě součástí, které se jinak musely vyrábět složitým technologickým postupem. Dále se využívaly zejména tam, kde bylo možno nahradit více jednoúčelových strojů jedním a zjednodušit tak výrobu. Tím se dosáhvalo velkých úspor finančních prostředků. V současné době se využití CNC strojů posunulo i na pracoviště pro kusovou výrobu. Do nástrojáren na výrobu různých přípravků, lisovacích nástrojů, forem pro vstřikovací lisy. Jejich výrobní cena klesá a tak je možno je používat i tam, kde byly ještě donedávna konvenční stroje. Velkou výhodou je snadné a rychlé přeseřízení na jinou výrobu doslova za pár minut a tyto operace opakovat v pozdější době, což umožňuje archivace výrobních postupů, programů a seřizovacích listů pro vyráběné součásti.

Pro svou práci jsem vybral řídicí systém Sinumerik 840D, který mám možnost prostudovat a ověřit v praxi na svém pracovišti, zároveň jej mohu porovnat s jinými systémy.

V současné době pracuji jako učitel odborného výcviku na Střední odborné škole strojní a elektrotechnické ve Velešíně, kde vyučuji strojní obrábění. Odborný výcvik probíhá na konvenčních obráběcích strojích i na pracovištích s CNC tříosými frézkami a CNC soustruhy. Jedním z cílů této práce je vypracovat ze získaných poznatků ucelený, metodický, přehledný a názorný návod, který detailně seznamuje s využitím tohoto systému na daném stroji a s praktickými zkušenostmi při jeho užití k výuce studentů.

V práci chci pomoci názorných obrázků, grafů a příkladů pochopitelným způsobem ukázat celou problematiku řízení CNC strojů.

1 Cíl bakalářské práce

- Seznámit se s aktuální odbornou literaturou z oblasti řídicích systémů a řídicích kódů pro frézování ve třech, případně pěti osách.
- V literatuře se zaměřit především na základní termíny týkající se počítačového řízení strojů (zejména obráběcích strojů se zaměřením na obrábění ve třech popřípadě pěti osách na frézkách), zvláště pak dílenské programování.
- Zaměřit se na význam, použití a úpravu parametrů příkazů v řídicích systémech (zvláště Sinumerik 840D) i na syntaxi těchto příkazů (zaváděcí sekvence, dělení na řádky včetně oddělovačů příkazů, návěstí atd.)
- Shromáždit ukázky nejužívanějších programovacích jazyků. Zaměřit se na jazyky, jejichž funkci lze v podmínkách mého pracoviště ověřit v praxi.
- Ve vybraném řídicím systému se zaměřit zejména na interpretaci chybových hlášení v průběhu sestavování programu a jeho běhu, včetně způsobu jejich odstraňování (případně doladění na počítačových simulátorech).
- Podrobně popsat zásady, které je nutno dodržovat v úpravách parametrů programu při práci na konkrétním stroji, s konkrétními nástroji a s polotovary daného materiálu s určitými rozměry a tvary.
- Obecně platné zásady pro sestavování funkčních programů pro CNC frézku.
- Porovnání nejužívanějších řídicích systémů v ČR.
- Shrnout poznatky, vytvořit srozumitelný názorný metodický návod, podle kterého je vhodné postupovat při výkladu dané problematiky.
- Vytvořit prezentaci práce včetně praktické ukázky použití.

2 Řídicí systémy a řídicí kódy pro CNC stroje

Historie CNC strojů

Vývoj dnešních CNC strojů začal v roce 1950 v USA. Dříve než vznikly byly používány NC stroje. Řídicí systémy pracovaly na principu vakuových lamp a později se prosadilo řízení pravoúhlé. Řídicí systémy používaly k záznamu dat na děrné štítky později děrné pásky. S dalším vývojem se začala využívat k přenosu dat magnetická páska, kterou jako první použila firma Kearney&Trecker. V roce 1960 jako první představila obráběcí frézovací centrum, NC systémy byly tranzistorové. Začátkem sedmdesátých let se začaly používat integrované obvody. Pak šel už vývoj velmi rychle a v současné době pomocí řídicích systémů jsme schopni vytvářet stále dokonalejší programy, které s použitím podprogramů a cyklů můžeme použít pro tvarově složité výrobky, současně nám umožňují jednoduchou úpravou vytvářet programy i pro součásti tvarově podobné [7]. Zdokonalení systémů řízení vedlo využití řízení v dalších osách. Jedním z příkladů je CNC obráběcí centrum řízené v pěti osách (příloha č. 4). V (příloze č. 5) je názorně vidět čtvrtá osa – otočný upínací stůl a pátá osa pohyb kolébky. Tyto osy umožňující další pohyby a nazývají se rotační osy.

2.1 Přehled některých řídicích systémů pro CNC centra a soustruhy

Dnes je ve světě přes sto řídicích systémů od velkých či malých firem. Mezi největší patří:

- HEIDENHAIN TNC 426 v současnosti přechází k vylepšené verzi TNC 537
- SINUMERIK 840D postupně přechází uživatelé k vylepšené verzi pod názvem Sinutrein
- FANUC velmi podobný strukturou a příkazy Sinumeriku.

Mezi méně u nás používané můžeme zařadit:

- OKUMA OSP 200
- MITSUBISHI - MAZATROL
- FAGOR 8055 MC

- SELCA
- ACRAMATIC
- MAKINO
- MORISEIKI
- HAAS
- PHILIPS CNC 532
- MTS se stále ještě používá k výuce programování na mnoha školách, často je využíván jako školní řídicí systém. Je navržen tak, aby se programátor co nejdříve naučil programovat. Výhodou je simulátor, kde je zobrazeno ve 2d nebo 3d pohledu co nástroj koná. Další výhodou je změření vyrobené součásti.

K menším patří např.:

- VISEL – VSC 1020
- E.S.C. – CNC 4801
- LESTE

2.2 Komparace řídicích systémů

V dnešní době je opravdu těžké vybrat určitý konkrétní systém, k tomu nám mohou dobře posloužit odpovědi na níže uvedený soubor dotazů.

- Co by měl CNC řídicí systém umět?
- Pro jaký typ výroby požadují CNC obráběcí centrum?
- Máme zkušenosti s CNC obráběním?
- S jakým typem výkresové dokumentace pracujeme?
- Lze doložit spolehlivost řídicího systému?
- Jaký je komfort ovládaní řídicího systému?
- Splňuje snadnost přípravy NC programů a správa programů naše představy o moderním počítačovém systému?
- Umožní nám řídicí systém rychle, kvalitně a se zachováním předepsaných rozměrů obrábět všechny obrobky?
- Máme k dispozici všechny programátorské možnosti, nebo jen vybranou, ořezanou část a ostatní si budeme muset dokoupit?

- S jakými dodatečnými náklady musíme počítat na rozšíření schopností řídicího systému např. o polární souřadnicový systém, matematické operace a proměnné, více korekcí pro obráběcí nástroje?
- Můžeme očekávat technologickou pomoc dodavatele řídicího systému, nebo se budeme muset spokojit pouze s dílčími znalostmi dodavatele obráběcích strojů?
- Jaká jsou možnosti zaškolení obsluhy a technologů, kteří by měli stroj efektivně využívat hned po instalaci a neučit se z vlastních pokusů při seřizování nových obrobků?
- Mohu spoléhat na to, že moji zruční obráběči se dokáží snadno přeškolit na CNC obráběče?
- Jaká je dostupnost a kvalita servisu a to nejen obráběcího stroje, ale především CNC řídicího systému?
- Jak je to se zárukou řídicího systému, jaká je dostupnost náhradních dílů?
- Jaká je kvalita a cena servisní organizace dodavatele CNC řídicího systému?
- V případě, že již nějaký CNC obráběcí stroj vlastníme, je pro nás důležitá jednotnost CNC řídicích systémů ve firmě, protože jsme se zvoleným dodavatelem spokojeni nebo raději volíme nového dodavatele, kterého si důkladně prověříme?

Nyní po zodpovězení odpovědí máme z určitostí jasno, který systém nejlépe vyhovuje [8].

2.3 Zkušenosti s jednotlivými systémy z praxe

Porovnání jednotlivých systémů jsem měl možnost vyzkoušet v závodě MAS Sezimovo Ústí. Mají zde pracoviště se zkušebnou různých řídicích systémů a zkouší jak, který systém se strojem spolupracuje. Při školení jsem měl možnost poznat a osobně vyzkoušet různé řídicí systémy. Způsoby jejich programování a také sestavit a odladit program v jednotlivých systémech. Jednalo se o systémy Haidenhain, Fanuc a Sinumerik.

2.4 Řídicí kódy

G-kód nebo také ISO-kód (DIN 66025) je název programovacího jazyka, který řídí NC a CNC obráběcí stroje. Byl vyvinut společností EIA počátkem šedesátých let, konečná verze byla schválena v únoru 1980 jako RS274D [9].

G-kód přípravné funkce je rovněž název pro jakýkoliv řetězec znaků v NC programu, který začíná písmenem G. Obecně je to kód, který říká obráběcímu stroji, jaký povel má vykonat např.: pohyb rychloposuvem, pohyb po přímce nebo oblouku, odjez do bodu výměny nástroje. CNC a NC stroje, mají většinu G kódů společných. Pouze některé kódy se liší především u pomocných funkcí a nebo u obráběcích cyklů.

Některé základní funkce:

- G00 - Pohyb rychloposuvem
- G01 - Lineární interpolace
- G02/03 - Kruhová interpolace
- G54 - Posunutí nulového bodu
- G90 - Absolutní programování
- G91 - Přírůstkové programování

M - kódy se nazývají pomocné funkce, které ovládají mechanismy obráběcího stroje.

M6 - výměna nástroje. čerpadla chladicí kapaliny M7, M8, M9.

K používání G-kódů a M-kódů jsou také stanovena pravidla pro používání základních příkazů.

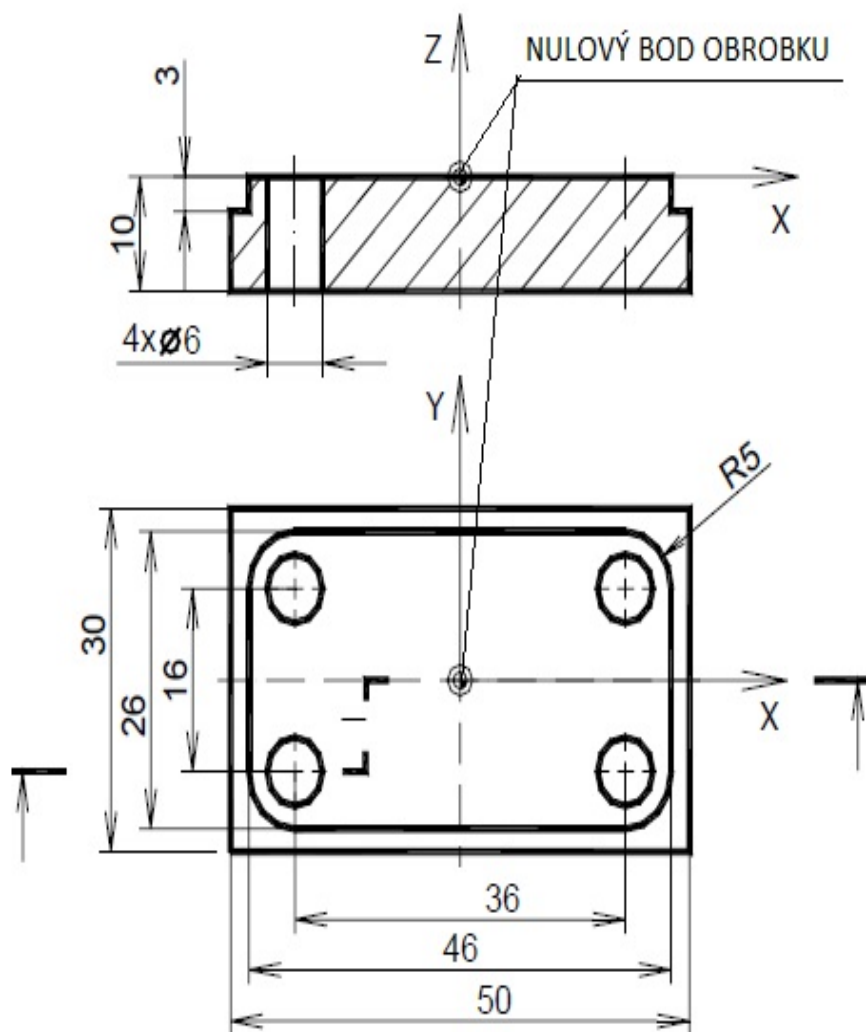
3 Způsoby programování v řídicích systémech

Programování je možno provádět několika způsoby z nichž nejpoužívanější jsou ruční, ruční interaktivní a dílenské. Jednotlivé druhy a rozdíly jsou popsány níže.

3.1 Ruční - v NC editoru s dokonalou znalostí ISO kódů - G kódů

Při psaní programu je nutností dokonalá znalost G kódů - ISO (DIN 66025). Jednou z možností je přímo zadávat jednotlivé bloky (v jiné literatuře se používá místo názvu blok, řádek, věta) s patřičnými funkcemi včetně souřadnic. Program se píše v NC editoru dle stanovených kroků. Používané kódy ISO jsou popsány v kapitole 4.5. Programátor má za úkol například podle výkresu (obr. 1) frézovat jen vrchní plochu na které je zvolen nulový bod.

Materiál - polotovár má rozměry 50 x 30 x 11 mm.



obr. 1

Před psaním vlastního programu volí technologický postup obrábění, nástroje, řezné podmínky. Následuje psaní vlastního programu. Program může vypadat například takto:

Kostka - *název programu*
 G54 - *volba nulového bodu ve stroji jsou přednastavené naměřené hodnoty v mm v osách x,y,z levý roh pevné čelisti svěráku*
 TRANS X25 Y-15 Z6 - *posunutí nulového bodu (např. G54) o tyto hodnoty. Z6 značí vysunutí z čelisti svěráku.*

G0 G53 D0 Z180	- rychloposuvem odjetí do bodu výměny nástroje, zrušení všech nástrojových korekcí
T10 D1	- volba nástroje a jeho průměrová korekce – fréza nástrčná průměr 50mm
S900 F200 M3 M6	- technologická věta volba otáček, posuvu, smyslu otáčení vřetene, výměna nástroje
G0 X-66 Y0 Z1 najetí	- rychloposuvem do výchozího bodu obrábění například 1mm nad a před obráběný materiál
G1 Z0	- najetí pracovním posuvem v ose Z svislá osa Z0 značí odebíraný materiál dle přídávku v tomto případě 1mm
G1 X66	- frézování pracovním posuvem za obráběný materiál.
G0 G53 D0 Z180	- odjetí do bodu výměny nástroje
M30	- ukončení programu s návratem na začátek

Po napsání programu v editoru jej nahraje a přenesení do stroje. Programátor musí mít představivost a dodržovat určité obecné zásady programování, dále velkou zkušenost a praxi. Při tvorbě složitějšího a příliš dlouhého programu je nucen vytvářet různé podprogramy a to z důvodů zjednodušení práce při obsluze stroje.

Nevýhodou je - nevidí a nemůže si kontrolovat jednotlivé pohyby. To vše je pak mnohem náročnější při prvním spuštění na stroji.

3.2 Ruční interaktivní s pomocí simulace

Programátor začíná vyplňováním jednotlivých položek dle příslušného manuálu k simulátoru.

- Na obrazovce PC si vybírá z nabídek a postupně vyplňuje zvolené ikony.
- Volí název hlavního programu, podprogramu.
- Rozměry výchozího materiálu a přídávky na obrábění.
- Nástroje a polohy v držácích.
- Píše hlavní program.
- Jednotlivé bloky nebo řádky sleduje při simulaci podle potřeby upravuje

- V případě kolizních situací nebo chybových hlášení program upravuje
- Tento postup opakuje až je program bez chybových hlášení
- Po kontrole a dokončení program nahraje na přenosové médium CD nebo Flasch disk
- Přenese a načte do paměti stroje
- Spustí na stroji

Znalost G kódu je nutná, ale mnoho povelů je v nápovědách k simulátoru. Dále lze využít vrtacích a frézovacích cyklů. Možnost tvorby podprogramů a jejich vyzkoušení při spuštění z hlavního programu. Toto vše vede k velké úspoře času při psaní programu k zjednodušení jeho tvorby. Také mnohem menší znalost programování. Postup a příklad programování je uveden v kapitole 4.

3.3 Dílenské programování

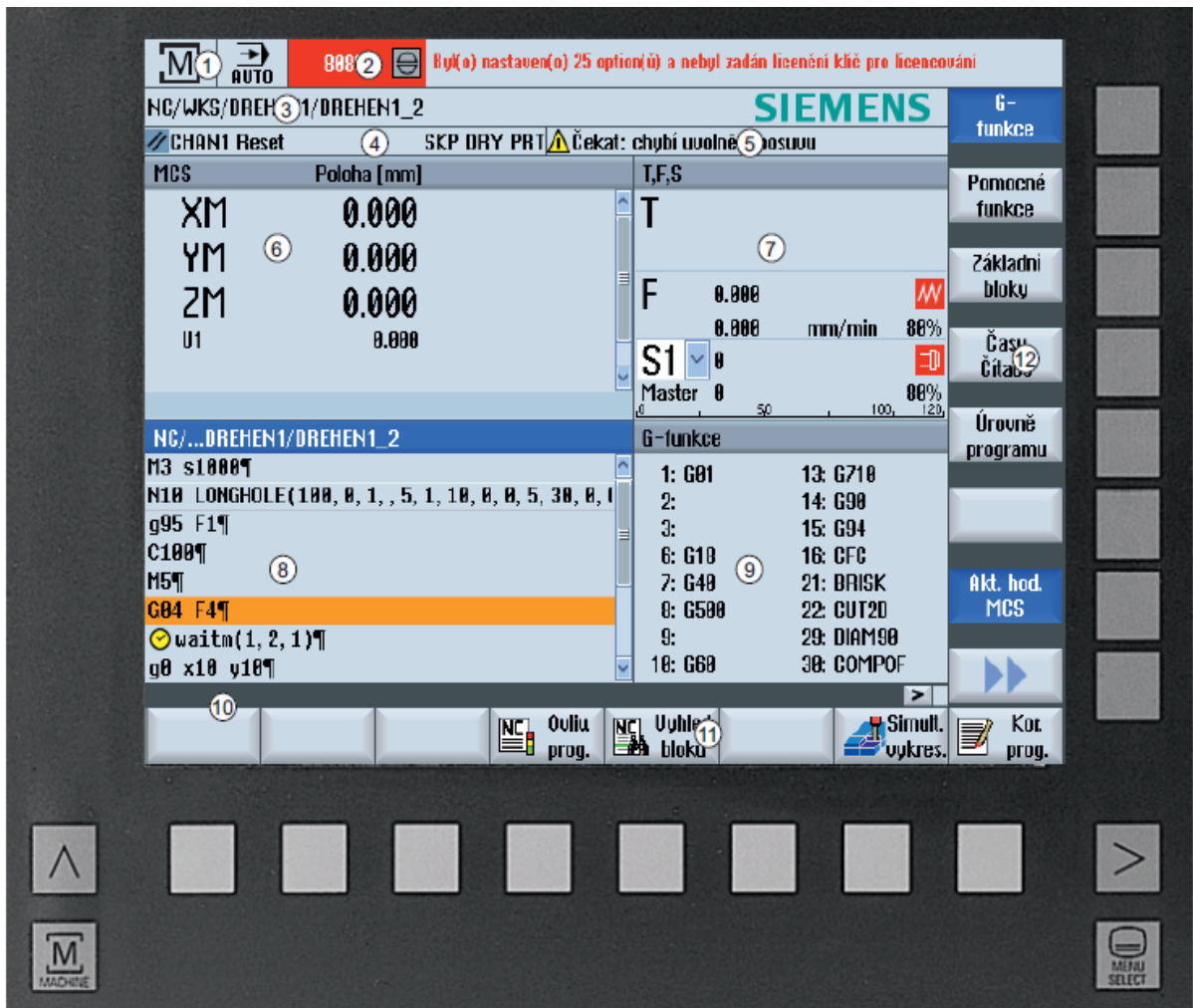
3.3.1 Příklad dílenského programování

Dílensky orientované programování (WOP – workshop oriented programming). Zjednodušeně lze říci, že se jedná grafickou podporu obsluhy obráběcího stroje, kdy není psán NC program. Z nabídek se vytváří pracovní technologické postupy jednotlivých operací jako např. Volba obrobku, volba nástroje, obrobení vnějšího tvaru, obrobení vnitřního tvaru, vrtání, řezání závitů apod. Postupným vyplňováním nabídek se vkládají zvolené povely do tabulek a tvoří se tak pevné cykly pracovní operace. Cykly se postupně vytvářejí a řadí za sebou až do vytvoření celého procesu obrábění. Po dokončení celého procesu je možnost program převést do G kódů. Dílenské programování je možno provádět několika způsoby. Psaní v G kódu, kombinace psaní programu v G kódech a dílenském programování. Dále je možno programovat přímo na stroji (ovládací panel -slimline), nebo na modulu, který lze spustit a provozovat na běžném PC.

Dílenské programování lze shrnout do těchto bodů [10]; [1]:

- stejné pro různé technologie obrábění (frézování, soustružení, broušení, ...)
- jednotné v dílně i na externím programátorském pracovišti
- s přímým vstupem do stroje s grafickou podporou
- popis geometrie nezávislý na technologii obrábění
- grafická dynamická simulace obrábění
- možnost opakovaně editovat ve WOP nebo do něj vstoupit „ručně“ a upravovat ho (nevýhodné, protože se mohou porušit vazby)
- programovat současně s obráběním
- časté kontroly - systém musí obsahovat mnoho kontrol (např. vstupní data), aby bylo v programu zamezeno výskytu chyb
- možnost přebírání dat z jiných systémů (např. přenos geometrie z CAD systému)
- návaznost na vyšší úroveň řízení

Příklad programování v Systému Sinutrain Sinumerik SchopMill – frézování. SchopMill optimálně podporuje barevnými pomocnými obrázky je zde možnost kdykoli při vyhotovování pracovního plánu přeskakovat mezi daným pracovním krokem a grafikou obrobku [11]; [12].



obr. 2

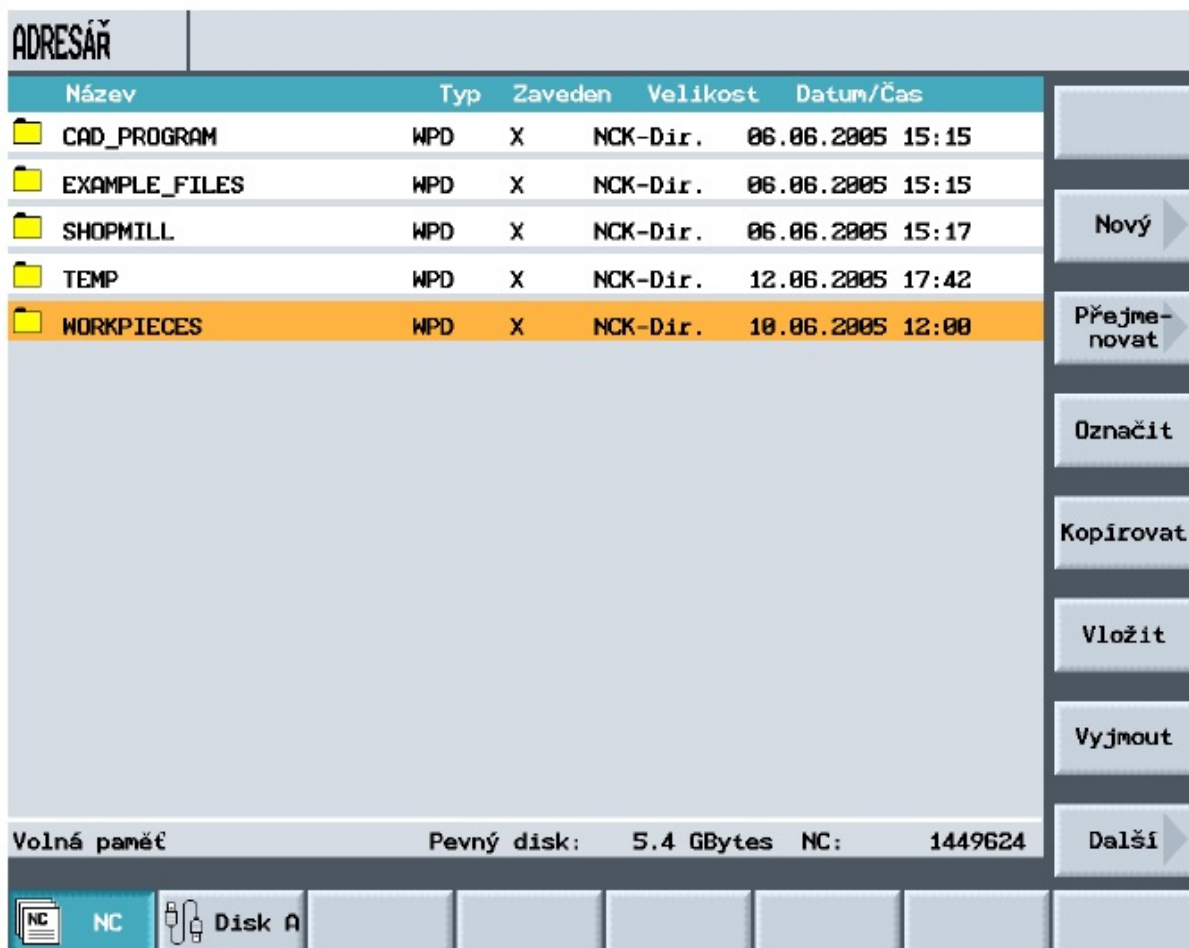
1. Před zahájením tvorby CNC programu je nutno spustit ShopMill. V této ukázce z prostředí SinuTrainu. Po spuštění se uživateli zobrazí výše uvedená obrazovka (obr. 2). program se strojními funkčními klávesami, nebo bez nich. Bez nich lze Shopmill ovládat pomocí horizontálních resp. vertikálních tlačítek. Tyto tlačítka uživatel aktivuje prostřednictvím myši nebo funkčních kláves na klávesnici F1 až F8 resp. Shift + F1 až F8
2. Pro tvorbu CNC programu je možné založit nový soubor (obr. 3) nebo lze vyvolat z paměti starý již dříve vytvořený následně jej editovat.
3. Programová struktura se netvoří pomocí G funkcí do řádků, ale v položkách pracovního postupu. V základní části pracovního postupu se vyplňuje dialogová tabulka. Definují se údaje o polotovaru (obr. 4), mezní otáčky stroje, polohy výměny nástrojů aj. Pro lepší orientaci v dialogové tabulce jsou položky doprovázeny textovým komentářem a grafickou podporou.
4. Před samotným programováním technologických operací je vhodné vyvolat základní databázi nástrojů. Tuto databázi je možno editovat (obr. 5) pro vytvoření vlastní

tabulky nástrojů potřebných k realizaci výroby kusu. Do tabulky je možno zapsat polohu a typ obráběcího nástroje, korekce nástroje, směr obrábění, úhly nastavení a informace o VBD. Řezný nástroj je pak použit v grafické simulaci, ale i v kontrolních propočtech systému [2].

5. Volba jednotlivých technologických operací (obr. 6) dle postupu. Tyto operace se volí z nabídky dialogových tlačítek na obrazovce.
6. Simulace obrábění součásti (obr. 7).
7. Změření zhotovené součásti (obr. 8).

3.3.2 Volba názvu programu

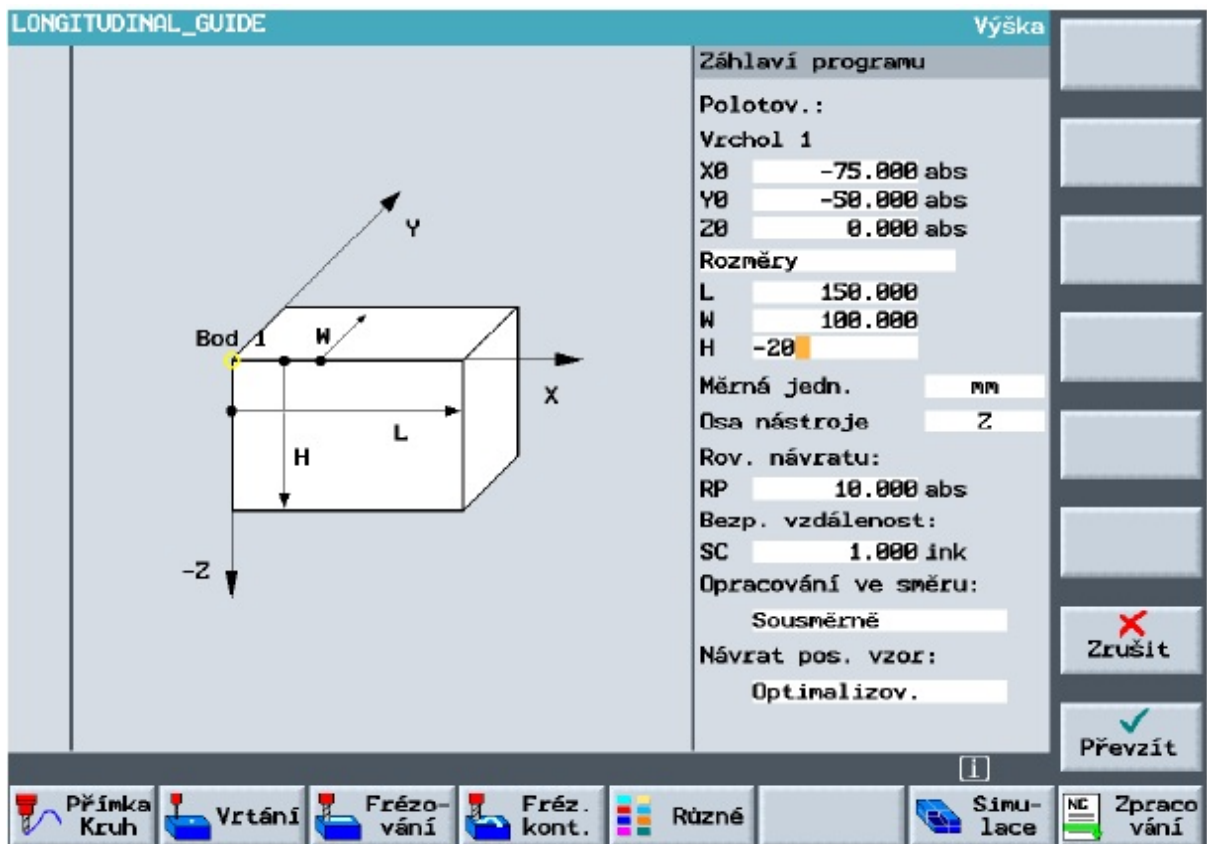
Volbu názvu programu provedeme podle (obr. 3)



obr. 3

3.3.3 Volba obrobku

Volbu obrobku provedeme vyplněním tabulky podle (obr. 4)



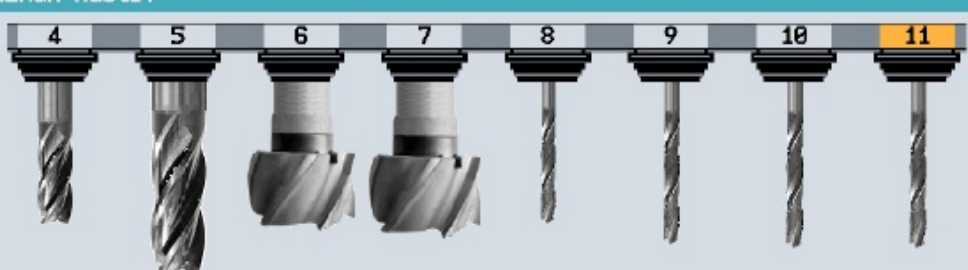
obr. 4

3.3.4 Volba nástrojů

Volbu nástrojů provedeme vyplněním tabulky podle (obr. 5)

NÁSTROJE

Seznam nástr.



Mís	Typ	Název nástr.	DP	1. břit			H	S	S	1	2
				Délka	Ø	Ø					
4		CUTTER20	1	98.300	20.000		3	Q	X		
5		CUTTER32	1	119.200	32.000		3	Q	X		
6		CUTTER60	1	110.000	60.000		6	Q	X		
7		FACEMILL63	1	133.500	63.000		5	Q	X		
8		DRILL8.5	1	122.000	8.500	118.0	Q	X			
9		DRILL9.8	1	105.000	9.800	118.0	Q	X			
10		THREADCUTTER M10	1	91.300	10.000	180.0	Q	X			
11		DRILL10	1	109.500	10.000	118.0	Q	X			

Alternat.
Měření nástroje
Smazat nástroj
Vyjmout
Břít
Třídít

Seznam nástr. Opotř. nástr. Zásobník Posun. počát. R R-parametry

obr. 5

3.3.5 Volba postupu

Vyplníme sled operací v tabulce podle (obr. 6)

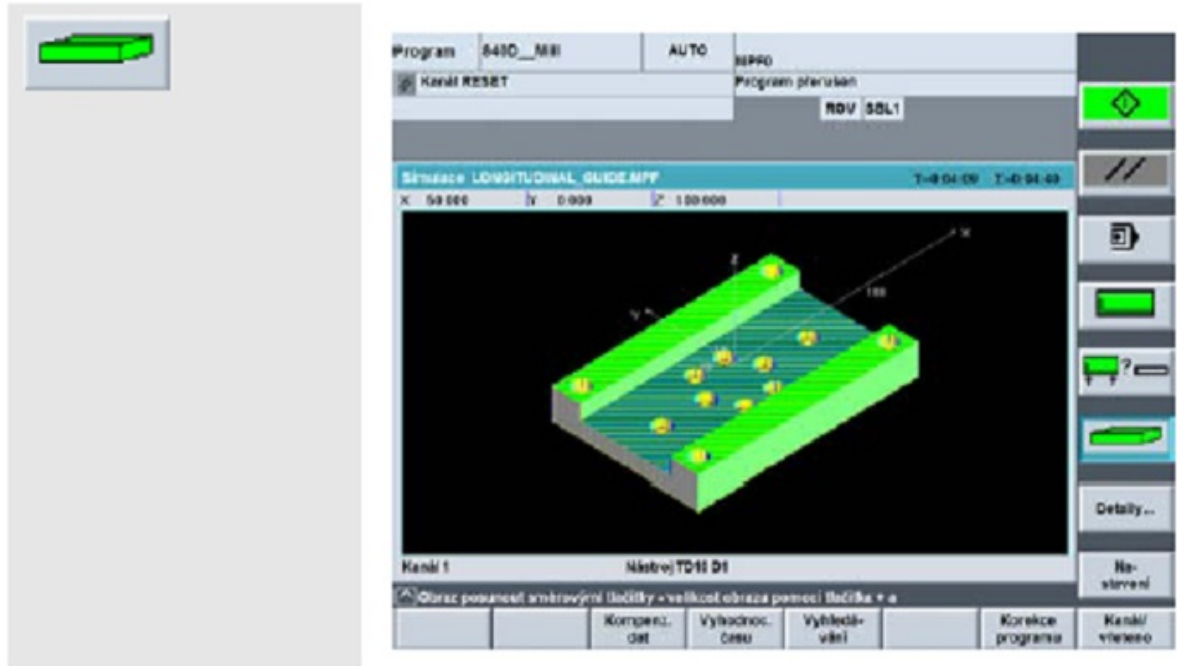
PROGRAM		
LONGITUDINAL_GUIDE		
→	N15 RYCHL ⌘ X110 Y0	Navrtávání
→	N20 RYCHL Z-10	
→	N25 F400/min X-110	Vrtání Vystruž.
T	N30 T=CUTTER16 V100m	
→	N35 RYCHL X85 Y22.5	Vrtání hl. děr
→	N40 RYCHL Z-10	
→	N45 F200/min X-85	Vysoustružení
→	N50 RYCHL Y-22.5	
→	N55 F200/min X85	
	N60 Navrtávání T=CENTERDRILL12 F150/min S500N ø11	Závit
	N65 ØØ1: Polohy Z0=-10 X0=-50 Y0=0 X1=50 Y1=0	
	N70 ØØ2: Otv.na pln.kru Z0=-10 X0=0 Y0=0 R20 N6	
	N75 ØØ3: Mřížka děr Z0=0 X0=-65 Y0=-40 N1=2 N2=2	
	N80 Vrtání T=DRILL8.5 F150/min V35m Z1=20ink	Pozice
	N85 Závitování T=THREADCUTTER M10 P1.5mm S60U Z1=22ink	
	N90 Opak. poz. ØØ3: Mřížka děr	Opakování pozice

[i] [>]

Přímka Kruh	Vrtání	Frézování	Fréz. kont.	Různé	Simulace	Zpracování
-------------	--------	-----------	-------------	-------	----------	------------

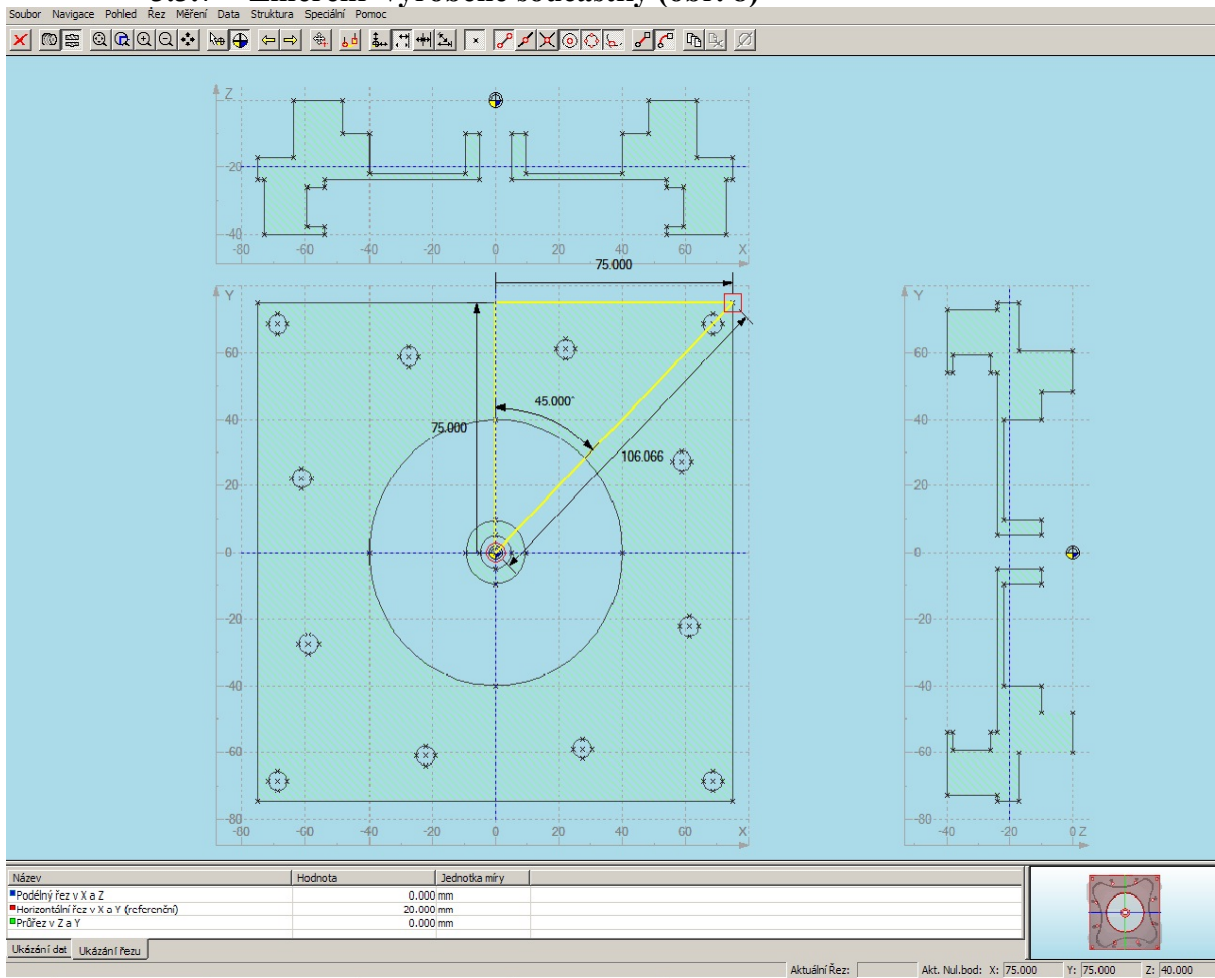
obr. 6

3.3.6 Simulace obrábění na virtuálním stroji (obr.7)



obr. 7

3.3.7 Změření vyrobené součástky (obr. 8)



obr. 8

Závěr není zde kladen nárok na znalosti programování. Podle příslušného manuálu je schopen se i laik naučit během doslova pár hodin sestavit a napsat program. To vede ke zdokonalení znalostí obsluhy stroje a učení G kódů.

K nejrozšířenějším v ČR patří v současné době tyto systémy dílenského programování:

GE Fanuc - Manual Guide i

Siemens - ShopMill (frézování), ShopTurn (soustružení)

Heidenhain – smarT.NC

4 Řídicí systém Sinumerik 840D

4.1 Seznámení se systémem

Popis tohoto systému je obsažen v manuálu od fa.Siemens [11] a v uživatelské příručce [2]. Současná verze systému Sinumerik 840D umožňuje tvorbu programů všemi metodami (viz. kapitola 3) včetně sestavení hlavního programu, podprogramů. Všechny systémy se vyvíjí tak i systém Sinumerik se neustále zdokonaluje proto některé údaje vázané na určitou verzi se mohou lišit od novějších verzí. Struktura systému Sinumerik je postupně rozebírána v následujících kapitolách.

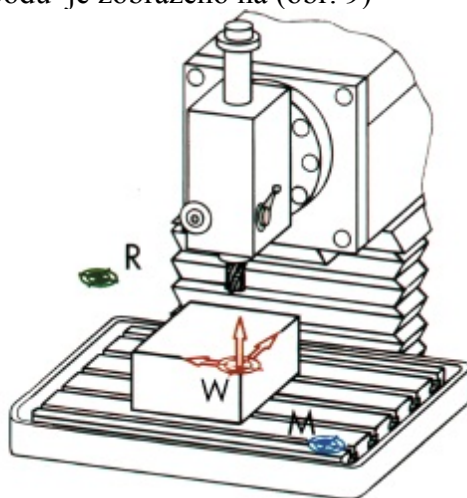
4.2 Definice vztažných bodů

Vztažné body určují vzájemnou polohu soustavy stroj–nástroj–obrobek. Dělí se na vtažné body souřadného systému, které jsou dány výrobcem a jejich polohu nelze měnit a na body, jejichž polohu volí programátor podle obráběné součásti.

- M – Nulový bod stroje. Výrobcem pevně stanovený neměnný vztažný bod. Z tohoto bodu vychází všechna odměřování stroje. Je to počátek souřadného systému.
- R – Referenční bod. Koncovým spínačem pevně určená poloha v pracovním prostoru stroje. Slouží k nalezení nulového bodu stroje a k přesnému určení polohy nástroje v souřadném systému. Hledání bodu je automatické a probíhá postupně po jednotlivých zadávaných osách.
- W – nulový bod obrobku – Výchozí bod pro zadávání rozměrů v programu součásti. Jeho polohu volí programátor. K tomuto bodu se váží všechny programované souřadnice drah programu. Jeho poloha je měřena od nulového bodu stroje. U složitějších součástí může být těchto bodů několik.

- N – vztažný bod upínače nástrojů – dán výrobcem. Slouží k odměřování všech nástrojů [2]; [5].

uspořádání vztažných bodů je zobrazeno na (obr. 9)



Nulový bod stroje M



Nulový bod stroje M je definován výrobcem a nemůže být měněn. Je počátkem souřadného systému stroje.

Nulový bod obrobku W



Nulový bod obrobku W, kterému se také říká nulový bod programu, je počátkem souřadného systému obrobku. Tento bod je volitelný a měl by být umístěn do těch míst na obrobku, od kterých začíná většina kótování na výkrese.

Referenční bod R

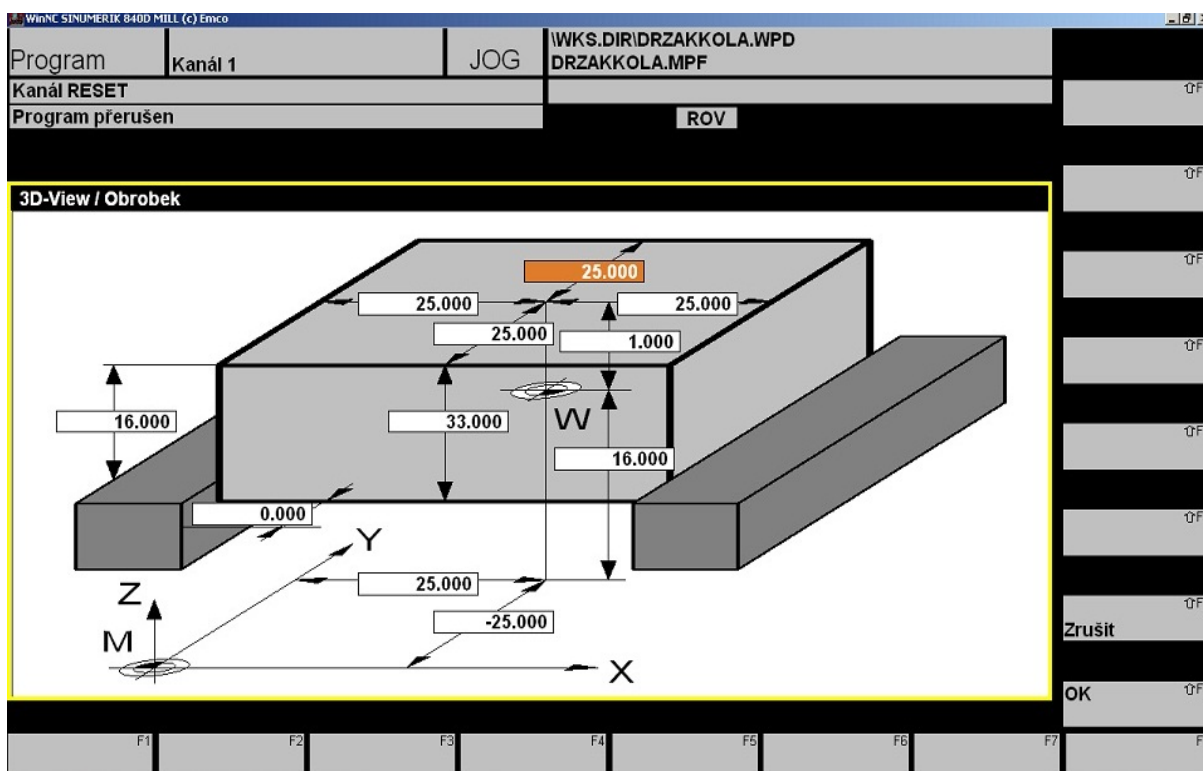


Na referenční bod R se najíždí za účelem vynulování odměřovacího systému, protože se na nulový bod stroje zpravidla nedá najíždět. Řídicí systém se tak sldájuje se systémem odměřování dráhy.

obr. 9

4.3 Nastavení nulového bodu obrobku

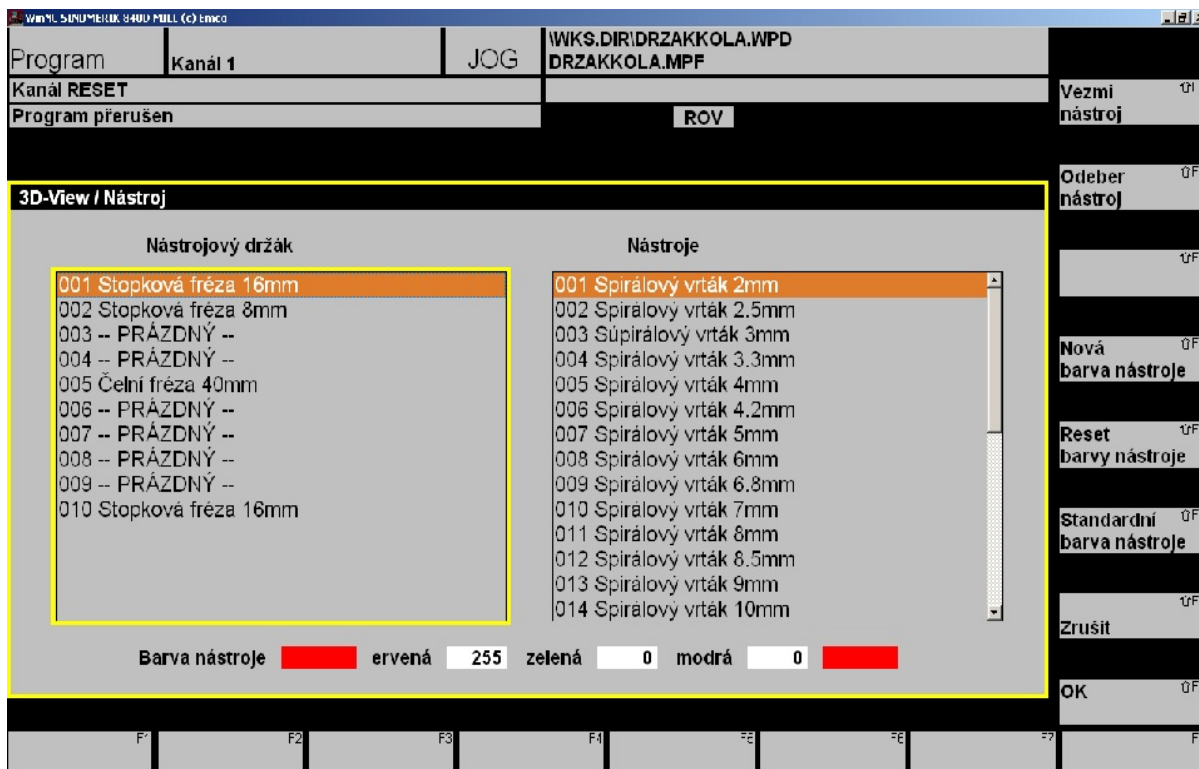
Nulový bod obrobku je bod, od kterého se odvíjí všechny programované souřadnice (při přírůstkovém programování vychází následující souřadnice z předchozího bodu). Označuje se funkcí G54 až G59. Nulový bod obrobku volí programátor nebo technolog. Po nastavení nulového bodu se přesouvá počátek souřadného systému do tohoto bodu. U frézování se posouvá libovolně po všech osách (obr. 10).



obr.10

4.4 Volba nástrojů

Nástroje je možno přímo vybírat z nabídky v knihovně nástrojů popřípadě si vytvořit svůj nástroj v tabulce nástroje odtud je přesuneme pomocí navigačních kláves v pravé části (obr. 11) do tabulky nástrojového držáku. Tyto nástroje se musí shodovat s nástroji i pozicí v reálném stroji.



obr. 11

4.5 Tvorba hlavního programu, podprogramu a obrysu – význam funkcí

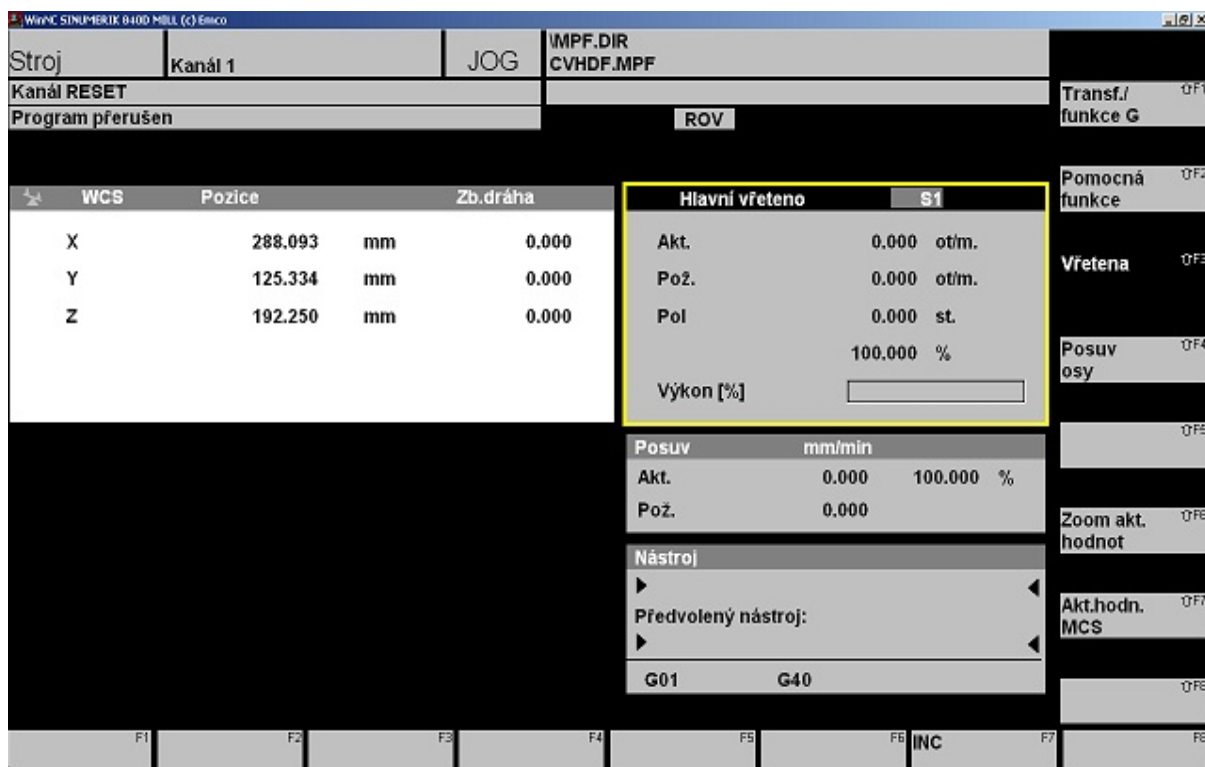
V systému Sinumerik 840D hlavní program začíná, názvem programu. Program je sestaven z jednotlivých vět (bloků) (jednotlivých řádků programu). Blok je tvořen jednotlivými kódovanými slovy (např. G01, M30), která se skládají z adresné části (písmeno, např. G, M) a významové části (číslice, např. 0.1, 30). Slova se od sebe oddělují mezerou, jejich části se neoddělují (např. X10 nesprávně pak X 10). Programu končí některou z pomocných funkcí M2, M30, M17 upozornění: Nezaměňovat číslici nula „0“ za velké písmeno „O“. Úvodní nulu ve významové části kódu je možné vynechat (např. G01 → G1).

Vytvoření nového NC programu

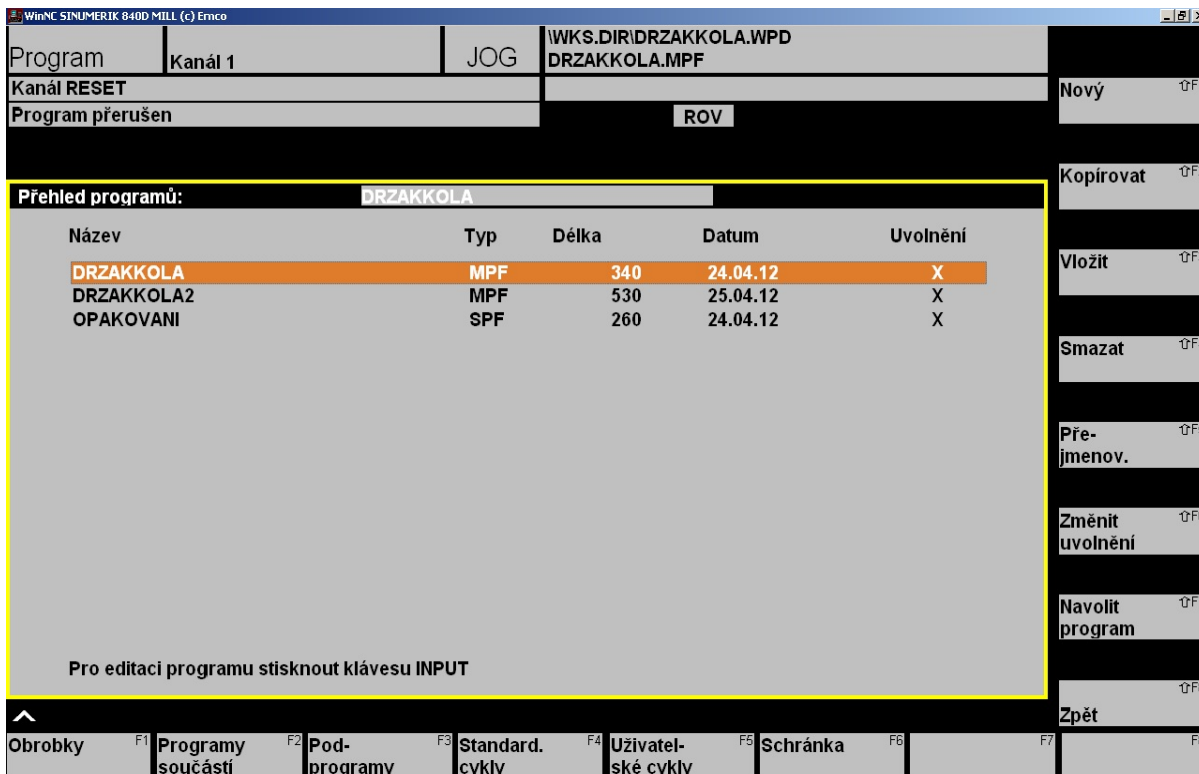
1. Krok:

Vytvořit adresář obrobků s příponou **.WPD** (obr. 12 a obr. 13)

XXXX . WPD **XXXX** bývá název nebo číslo výkresu



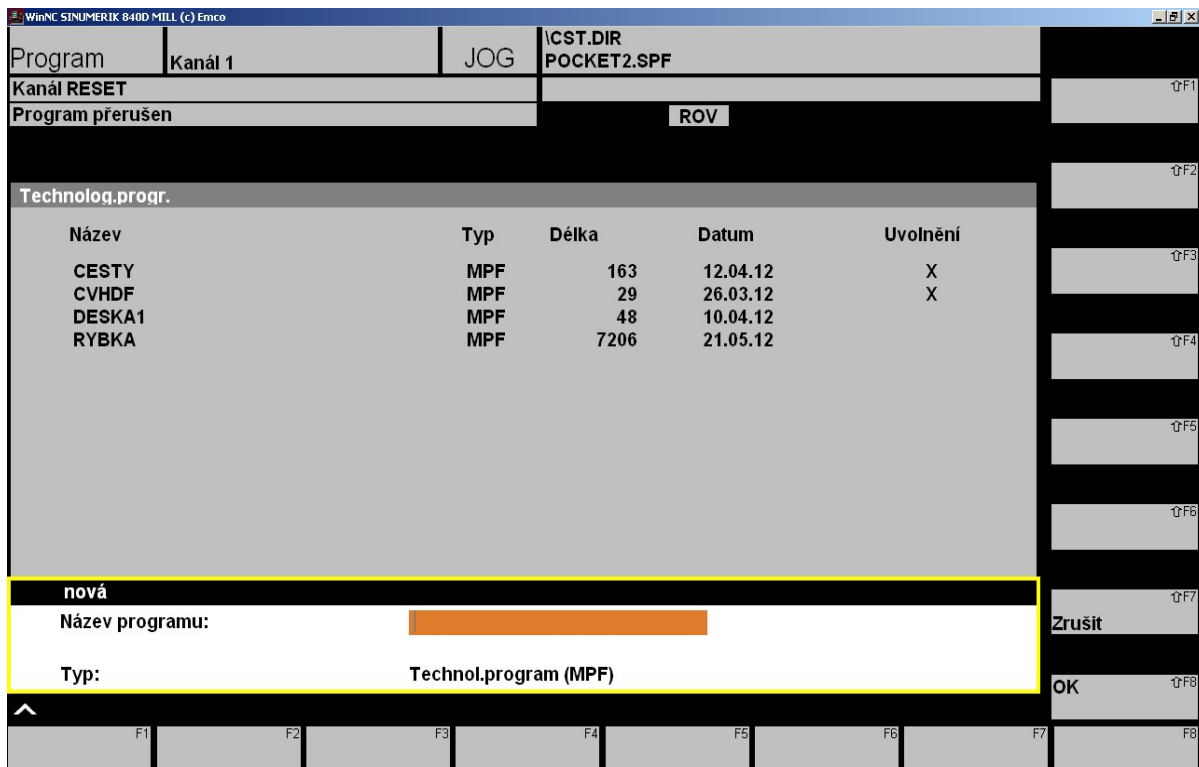
obr. 12



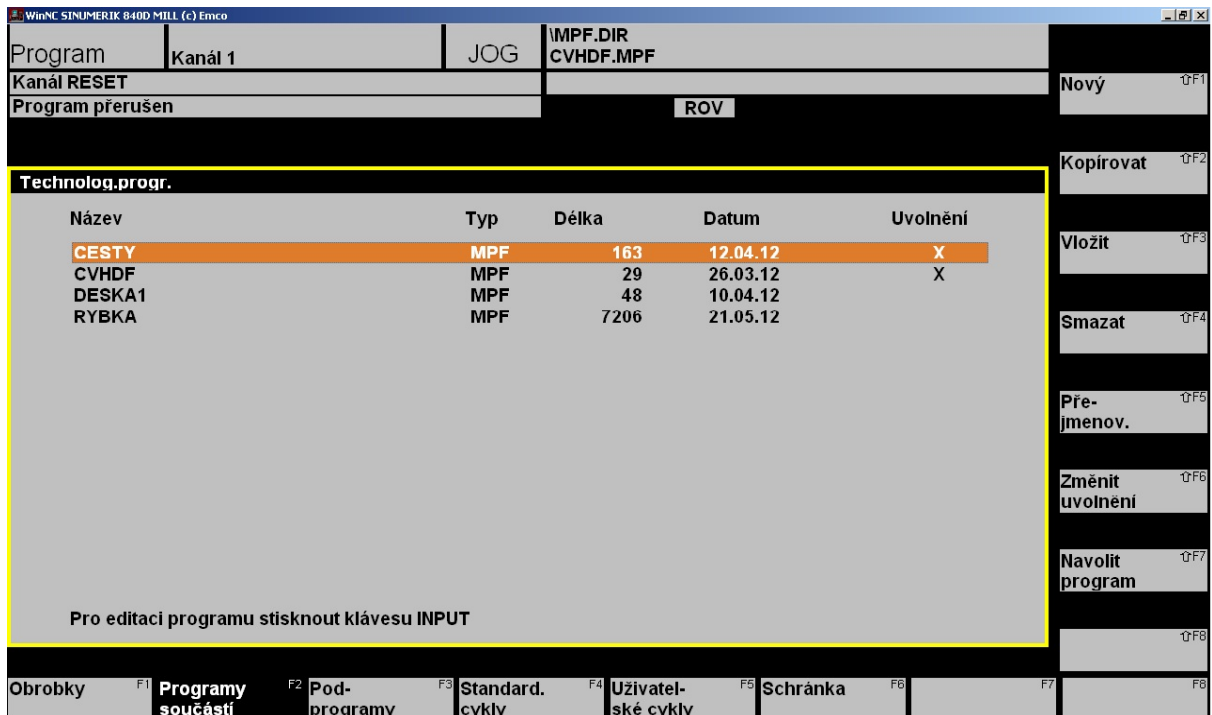
obr. 13

2. Krok:

Vytvořit adresář technologických programů pro obrábění s příponou **.MPF** (obr. 14). Každý obrobek může mít více technologických programů (obrábění se provádí na několik upnutí).



obr. 14



obr. 15

3. Krok:

Vytvořit adresář technologických podprogramů pro obrysy (kontury) s příponou **.SPF**, které jsou součástí některých cyklů obrábění (obr. 15). Vytvoření se provádí stejně jako vytvoření programu s příponou **.MPF** jen se v typu vybere pomocí šipky přípona **.SPF**

Seznam, význam a popis funkcí:

Funkce dělíme podle významu na:

- přípravné - řídicí mají označení G
- pomocné M
- ostatní T S N X Y Z F
- cykly a podprogramy které slouží ke zjednodušení programu

♦ Přípravné nebo lépe řídicí funkce ovlivňují zpravidla dráhu nástroje. Používají se k zadávání povelů stroji k přesně stanoveným úkolům (k pohybům stroje, k přednastavení nulového bodu k zavedení průměrové korekce nástroje ...) jsou rozděleny do skupin. Pro jejich velký počet 39 uvádím v seznamu pouze běžně používané. V jednom bloku nesmí být použito více G-funkcí ze stejné skupiny (např. nesmí být na jednom řádku G00 – pojezd

rychloupřesunem a zároveň G01 – pohyb pracovním přesunem). Funkce jsou výrobcem nastaveny na modální a nemoďální. Modální platí do doby než je naprogramována jiná modální funkce. Nemoďální platí pouze v řádku kde se nachází [6].

Seznam vybraných přípravných G -funkcí pro frézování

PŘÍKAZ	VÝZNAM
Skupina 1	Modálně účinné povely pro pohyby
G0	Rychlopřesun
G1	Pracovní přesun po přímce (lineární interpolace) - standardní nastavení
G2	Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček
G3	Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček
G331	Vrtání závitu bez vyrovnávacího sklíčidla
G332	Zpětný pohyb při vrtání závitu
Skupina 2	
G4	Prodleva
Skupina 3	Zapisování do paměti
TRANS	Programovatelné posunutí
ROT	Programovatelné otočení
SCALE	Programovatelné změna měřítka
MIRROR	Programovatelné zrcadlení
G25	Ohraničení minimálního pracovního pole, ohraničení počtu otáček
G26	Ohraničení minimálního pracovního pole, ohraničení počtu otáček
G110	Programování v pólu absolutně k poslední programované požadované pozici
G111	Programování v pólu absolutně k nulovému bodu aktuálního obrobku
G112	Programování pólu k poslednímu platnému pólu
Skupina 6	Volba úrovně
G17	Výběr pracovní roviny XY -standardní nastavení
G18	Výběr pracovní roviny XZ
G19	Výběr pracovní roviny YZ
Skupina 7	Korektura rádiusu nástroje
G40	Vypnout kompenzaci poloměru nástroje
G41	Zapnout kompenzaci poloměru nástroje vlevo
G42	Zapnout kompenzaci poloměru nástroje vpravo
Skupina 8	Nastavitelná posunutí nulového bodu
G53	Zrušení nastavitelného posunutí nulového bodu
G54 – G57	Nastavitelné posunutí nulového bodu

G500	Zrušení nastavitelného posunutí nulového bodu
G505 – G599	Nastavitelná posunutí nulového bodu
Skupina 9	Potlačení Frame
G53	Zrušení nastavitelného posunutí nulového bodu
Skupina 10	Přesné zastavení v režimu souvislého řízení
G64	Režim souvislého řízení dráhy
Skupina 11	Přesné zastavení po záznamech
G9	Zmírnění rychlosti, přesné zastavení
Skupina 12	Kritéria změny záznamu při přesném zastavení (G60/G9)
G601	Jemné přesné najetí
G602	Hrubé přesné najetí
G603	Znovu zapnout, je-li dosaženo požadované hodnoty
Skupina 13	Dimenzování obrobku v palcích /metrické
G70	Programování v palcích
G71	Programování v mm
Skupina 14	Dimenzování obrobku absolutní /inkrementální
G90	Absolutní programování
G91	Přírůstkové programování
Skupina 15	Typ posuvu
G94	Posuv v mm/min nebo Inch/min
G95	Posuv v mm.ot-1 nebo Inch.ot-1
G96	Konstantní řezná rychlost
G97	Zrušení konstantní řezné rychlosti, přímé programování otáček
Skupina 18	Korektura nástroj pojíždění na rozích
G450	Přechodový kruh
G451	Řezný bod ekvidistant

◆ Pomocné M-funkce

Funkce M ovlivňují většinou technologii. Jsou to povely k činnostem, které se nevztahují přímo k osám. V jednom řádku může být naprogramováno i více M-funkcí, které bývají umístěny na konci řádku (např. M3 M7 M8 – otáčení včetně doprava a zapínání chlazení z pravé a levé strany). Standardně bývají obsazené jen některé funkce. Ostatní může výrobce stroje obsadit. Např. jako spínací funkce k ovládní upínacích prostředků apod. M-funkce je otevřená skupina, ve které se vyvíjí stále nové funkce [6].

Seznam vybraných funkcí

PŘÍKAZ	VÝZNAM
M0	Programový stop
M1	Volitelný stop (stop programu jen při OPT.STOP)
M2	Konec programu
M3	Vřeteno ZAP doprava ve směru hod.ručiček
M4	Vřeteno ZAP doleva proti směru hod.ručiček
M5	Vřeteno VYP
M6	Výměna nástroje
M7	Chlazení zprava ZAP
M8	Chlazení zleva ZAP
M9	Chlazení VYP
M17	Konec podprogramu
M30	Konec hlavního programu

◆ Ostatní funkce N F S T X Y Z C

– Rozměrové

Adresy X, Y, Z, C – určují pohyb osy a jsou doplněny konkrétní číselnou hodnotou dané souřadnice. Systém Sinumerik, vyžaduje psaní tečky ve významové části (např. X10.1 F0.2)

Adresa F – slouží k zadávání rychlosti posuvu. Většinou používané jednotky jsou posuv za minutu nebo posuv za otáčku. Pro soustružení se většinou používá posuv za otáčku a pro frézování posuv za minutu. Přepínání jednotek je pomocí funkcí G94 (posuv za minutu) a G95 (posuv za otáčku).

Adresa S – používá se pro zadávání otáček. Neslouží k roztočení vřetene, ale k určení velikosti otáček. Vřeteno a tedy směr otáčení se zapíná pomocí funkce M3 nebo M4 a zastavuje funkcí M5.

– Nástrojové

Adresa T – slouží k výběru nástroje který bude použit, ale nespouští operaci výměny nástroje. Operace výměny nástroje se uskuteční povelém M6. (např. T5 M6 vysune buben a otočí jím do pracovní polohy). Bez příkazu M6 se výměna neprovede.

– Název bloku

Adresa N – slouží k číslování bloků. (Např. N01 nebo N1) U Sinumeriku není nutné psát písmeno N ani číslo.

◆ Cykly a podprogramy

Podprogramy jsou používány ke zjednodušení, zpřehlednění a zkrácení programů

s několikanásobně opakujícím se obráběným prvkem (díra, závit, obrys). Tvorba podprogramu je stejná jako tvorba hlavního programu součásti. Vyvolán je pomocí názvu podprogramu např., tvar a adresy P2, Počet opakování podprogramu řádek se provede dvakrát). Podprogram se ukončí pomocí funkce M17. Díky používání podprogramů se může předjít chybám zapříčiněným pracovníkem. Příkladem je kostka na (obr. 36 v příloze č.1) s opakováním obrábění vnějšího tvaru. Pro vytvoření opakování na tomto výrobku je velmi výhodné použití podprogramu.

Příklad podprogramu - tvar.spf

```
G91
G1 Z-3.5
G90
G41
G1 X-22 Y0
G1 Y17
G2 X-17 Y22 I5 J0
G1 X9.874
G2 X9.874 Y-22 I-9.874 J-22
G1 X-17
G2 Y-17 X-22 CR=5
G1 Y0
G40
G0 X-35 Y-2
M17
```

Příklad hlavního programu se zápisem podprogramu

```
G54
TRANS X25 Y-25 Z16
G0 G53 D0 Z180
T5 D1
S800 F200 M3 M6
G0 X0 Y0 Z10
G0 X-47 Y-10 Z2
G1 Z0
X26
Y10
X-47
G0 G53 D0 Z180
T1 D1
S1000 F150 M3 M6
G0 X-33 Y-2 Z5
G1 Z0
TVAR P4 ukázka opakování podprogramu 4x
G0 G53 D0 Z180
T10 D1
S1000 F120 M3 M6
G0 X0 Y0 Z5
POCKET2(2,0,2,-4,0,18,,,80,120,4,3,0.2,0,80,150,1400)
```

```

G0 G53 D0 Z180
T3 D1
G0 X0 Y-12 Z2
MCALL CYCLE81(2,,2,-14,0)
HOLES2(,12,-90,60,6)
MCALL
G0 G53 D0 Z180
M30

```

4.6 Vrtací a frézovací cykly

Některé typy cyklů - podprogramů jsou v CNC systému přednastaveny od výrobce, v případě potřeby lze objednat speciální cykly. Cyklus je každý běžný postup nebo podprogram, který může probíhat opakovaně. Je možné jej využít např. Při frézování kruhové kapsy (obr. 16) vrtání otvorů na kružnici (obr. 17, obr. 18 a obr.19) a jiné [6].

Seznam vybraných cyklů

PODPROGRAMY CYKLY CYCLE POKET SLOT HOLES	VÝZNAM FUNKCE
CYCLE81	Vrtání středění
CYCLE82	Vrtání zahloubení
CYCLE83	Vrtání hlubokých otvorů
CYCLE84	Tuhé řezání závitů bez vyrovnávacího sklíčidla
CYCLE840	Řezání závitů s kompenzačním sklíčidlem
CYCLE90	Řezání závitů
HOLES1	Řada otvorů
HOLES2	Otvory na kružnici
LONGHOLE	Podlouhlé otvory na kruhu uspořádané na kružnici
POKET1	Frézování obdélníkové kapsy
POKET2	Frézování kruhové kapsy
SLOT2	Frézování kruhových drážek
SLOT1	Drážky uspořádané na kružnici

WinCC 5.0 NUMERIK 8400 MILL (C) emco

Program Kanál 1 JOG WKS.DIR\DRZAKKOLA.WPD DRZAKKOLA.MPF

Kanál RESET

Program přerušen ROV

Param.cyklu: POCKET2

Rov. návratu	RTP	2.
Ref. rovina	RFP	0.
Bezpeč. vzdál.	SDIS	2.
Hloubka kapsy	DP	-4.
Hloubka inkř.	DPR	0.
Poloměr kapsy	PRAD	18.
Bod středu	CPA	0.
Bod středu	CPO	0.
PosuvHl	FFD	50.
PosuvPloch	FFP1	120.
Hl. přísuvu	MID	0.
Směr frézov.	CDIR <input type="checkbox"/>	3
Přid.na dok.	FAL	0.2
Opracování	VARI <input checked="" type="checkbox"/>	0
Hl. přísuvu	MIDF	80.
Posuv Načisto	FFP2	150.
Otáčky	SSF	1400

Otáčky při obrábění načisto

Zrušit OK

obr. 16

WinCC 5.0 NUMERIK 8400 MILL (C) emco

Program Kanál 1 JOG WKS.DIR\DRZAKKOLA.WPD DRZAKKOLA.MPF

Kanál RESET

Program přerušen ROV

Param.cyklu: HOLES2

Bod středu	CPA	0.
Bod středu	CPO	0.
Poloměr	RAD	12.
Počát. úhel	STA1	-90.
Úhel indexov.	INDA	60.
Počet	NUM	6

Počet děr

Zrušit OK

obr. 17

WinNC SINUMERIK 8400 MILL (C) emco

Program Kanál 1 JOG WKS.DIR\DRZAKKOLA.WPD
DRZAKKOLA.MPF

Kanál RESET

Program přerušen ROV

Editor progr. : KOSTKA.MPF

Param.cyklu: CYCLE81

Rov. návratu	RTP	2.
Ref. rovina	RFP	0.
Bezp. vzdál.	SDIS	2.
Konc.hl.vrt.	DP	-14.
Hloubka inkr.	DPR	0.

G0 X-47 Y-10 Z2;NAJETÍ RYCHLOPOSUVEM DO VÝCHO
G1 Z0;NAJETÍ V OSE Z NA FRÉZOVANOU PLOCHU - BU
X26;FRÉZOVÁNÍ POVRCHU KOSTKY 50 X 50 MM_z
Y10_r
X-47_r
G0 G53 D0 Z180;ODJETI DO BODU VÝMEŇY NÁSTROJE
T1 D1;FRÉZA 4 BĚLITÁ PRŮMĚR 16 MM_z
S1000 F150 M3 M6_r
G0 X-33 Y-2 Z5_r
G1 Z0_r
VNEJSITVAR P4; FRÉZOVÁNÍ VNEJSÍHO TVARU POMOC
G0 G53 D0 Z180_r
T10 D1;FRÉZA 2 BRITA PRŮMĚR 16 MM_z
S1000 F120 M3 M6_r
G0 X0 Y0 Z5;FRÉZOVÁNÍ KRUHOVÉ KAPSY POMOCÍ FR
POCKET2(2,0,2,-4,0,18,,,80,120,4,3,0.2,0,80,150,1400)_z
G0 G53 D0 Z180_r
T3 D1;VRTÁK PRŮMĚR 5 MM_z
G0 X0 Y12 Z2_r
MCALL CYCLE81(2,,2,-14,0)_r

Koncová hloubka vrtání relativní k refer.rovině

Edit F1 Přejdi na ... F2 Hledat/ zaměnit F3 Pod- bora F4 Simu- lace F5 F6 F7 F8 F9

obr. 18

WinNC SINUMERIK 8400 MILL (C) emco

Program Kanál 1 JOG WKS.DIR\DRZAKKOLA.WPD
DRZAKKOLA.MPF

Kanál RESET

Program přerušen ROV

Param.cyklu: CYCLE81

Rov. návratu	RTP	0.
Ref. rovina	RFP	0.
Bezp. vzdál.	SDIS	0.
Konc.hl.vrt.	DP	0.
Hloubka inkr.	DPR	0.

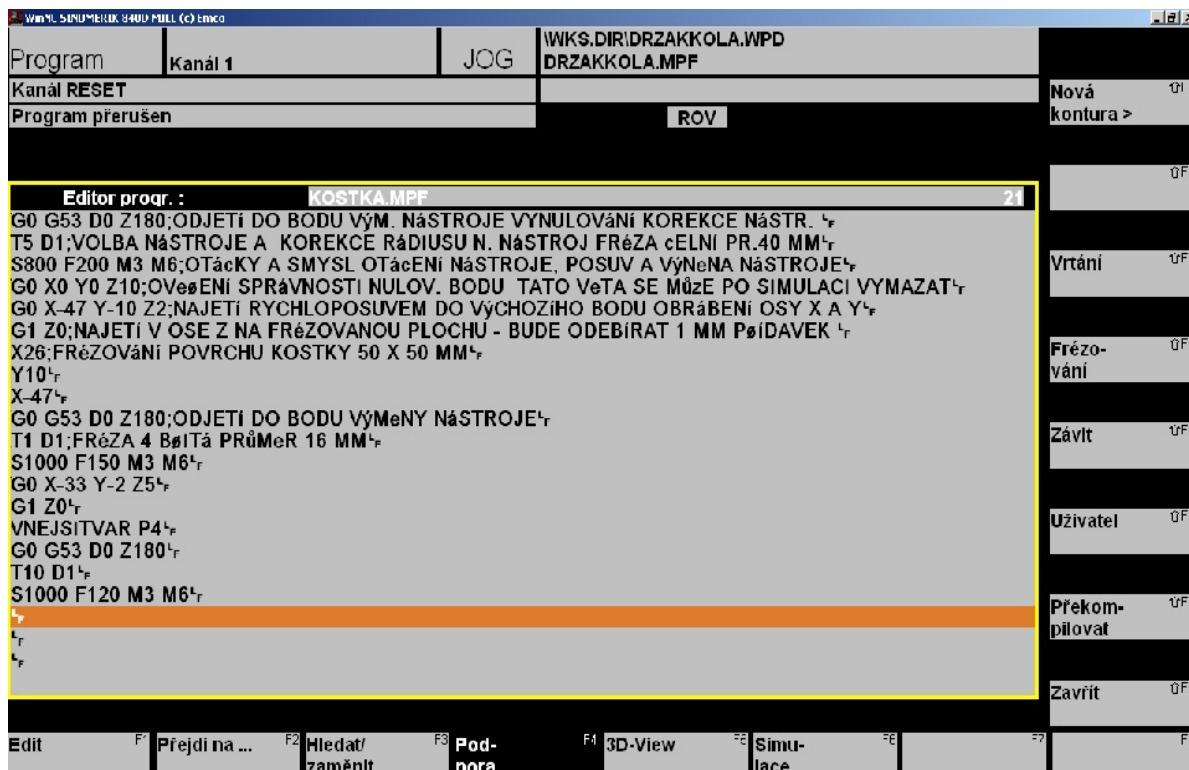
Rovina zpětného pohybu, absolutní

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9

obr. 19

4.7 Úprava parametrů

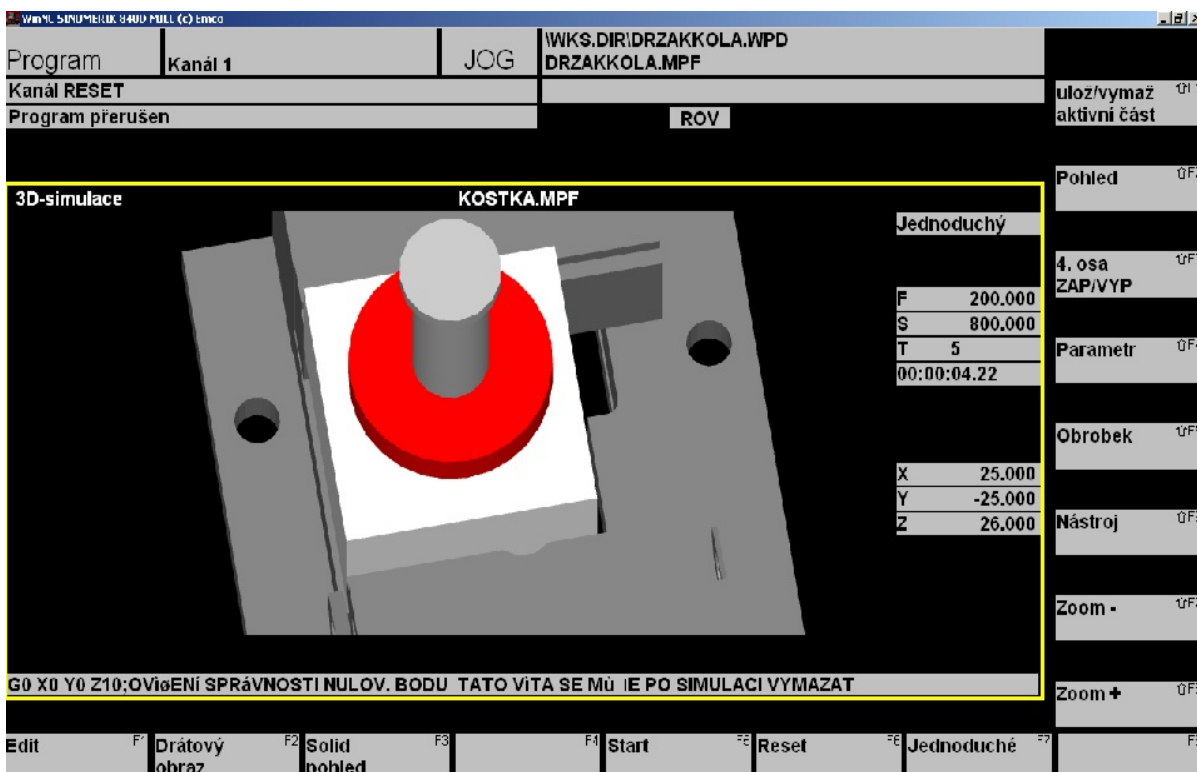
Úprava parametrů se provádí v editoru, kde je nabídka různých možností - kopírování vkládání bloků – řádků písmen- postup je podobný jako při úpravě např. textového dokumentu ve Wordu (obr. 20).



obr. 20

4.8 Ověření programu simulací

Simulace je dalším prostředkem jak zkontrolovat správnost programu. Máme zde výběr druhu pohledu, otáčení. Spouštění programu po blocích. A to jak v průběhu psaní programu, tak po jeho dokončení (obr. 21).



obr. 21

4.9 Příklad celého programu

```
G54  
TRANS X25 Y-25 Z16  
G0 G53 D0 Z180  
T5 D1  
S800 F200 M3 M6  
G0 X0 Y0 Z10  
G0 X-47 Y-10 Z2  
G1 Z0  
X26  
Y10  
X-47  
G0 G53 D0 Z180  
T1 D1  
S1000 F150 M3 M6  
G0 X-33 Y-2 Z5  
G1 Z0
```

TVAR P4
G0 G53 D0 Z180
T10 D1
S1000 F120 M3 M6
G0 X0 Y0 Z5
POCKET2(2,0,2,-4,0,18,,,80,120,4,3,0.2,0,80,150,1400)
G0 G53 D0 Z180
T3 D1
G0 X0 Y-12 Z2
MCALL CYCLE81(2,,2,-14,0)
HOLES2(,,12,-90,60,6)
MCALL
G0 G53 D0 Z180
M30

5 Chybová hlášení

Při tvorbě a psaní programu je samozřejmostí, že děláme chyby. Chybová hlášení se zpravidla zobrazí při různých operacích prováděných na stroji nebo při spuštění programu na simulátoru. Můžeme je rozdělit do několika kategorií.

Do první kategorie řadíme chyby běžné, které jsou způsobeny obsluhou při manipulaci a pojezdech v ručním provozu na stroji.

Do druhé řadíme chyby v programování, které jsou způsobeny programátorem a mohou se vyskytovat při spuštění na simulátoru nebo v průběhu obrábění na stroji.

Do třetí kategorie patří kolizní chyby na stroji.

5.1 Opravy chyb v průběhu obrábění na stroji

Chyby první kategorie jsou nejčastější běžné kdy najedeme na koncový spínač některé z os, necháme otevřené dveře, nemáme zapnutý manuální posuv a jiné. Odstranění provedeme příslušným vykonáním úkonu a vymazáním chyby.

Chyby druhé kategorie programové – neznámé číslo nástroje, neznámá korekce, kruhová interpolace, není programován nástroj při výměně a mnoho dalších. Tyto chyby by se při obrábění měly objevovat jen zcela zřídka. Způsobeny bývají většinou nedostačeným nebo neprovedením simulace programu. Odstranění provedeme opravou programu a následným vymazáním chybového hlášení. Po té lze stroj spustit a to zpravidla od předešlé věty. Chyby třetí kategorie jsou kolizní, které mohou poškodit stroj. Nabourání, nedokončení výměny nástroje, elektrické přetížení, tepelné přetížení. Mohou být způsobeny špatně zvolenou technologií – volba nástroje posuvu, rychloposuvu nebo z jiných důvodů

- pneumatika, hydraulika, elektrické obvody, pomocné obvody. Chyby tohoto charakteru většinou nejsme schopni odstranit a voláme příslušný servis.

5.2 Opravy chyb a hlášení v průběhu psaní programu na simulátoru

V průběhu psaní programu a následném spuštění na simulátoru se může objevit více chyb různého charakteru. Odstraníme je postupně opravou programu, vymazáním a opětovným spuštěním simulace. Hotový program připravený k přenosu do stroje je nutno několikrát přezkoušet simulací kdy nevykazuje žádné chyby.

6 Stroj EMCO CONCEPT MILL 105 popis při jeho obsluze

Tento rozměrově malý stroj velmi dobře splňuje veškeré nároky pro výuku obsluhy, technologie obrábění, programování NC strojů a frézování menších dílů. Je poměrně rozšířeným. Pro svou flexibilitu. Jedná se o malé tříosé CNC frézovací centrum s bubnovým zásobníkem nástrojů od fa. Maier, s řízením EMCO SINUMERIK 840D, FANUC nebo HEIDENHAIN. Samozřejmostí i možnost výroby součástí v sériové výrobě (obr. 22).



obr. 22 obráběcí centrum EMCO Concept MILL 105

Jednoduchost výměny jednotlivých řídicích panelů je znázorněna na (obr. 23).



obr. 23

Druh řídicího systém se zvolí při zapnutí stroje (obr. 24)



obr. 24

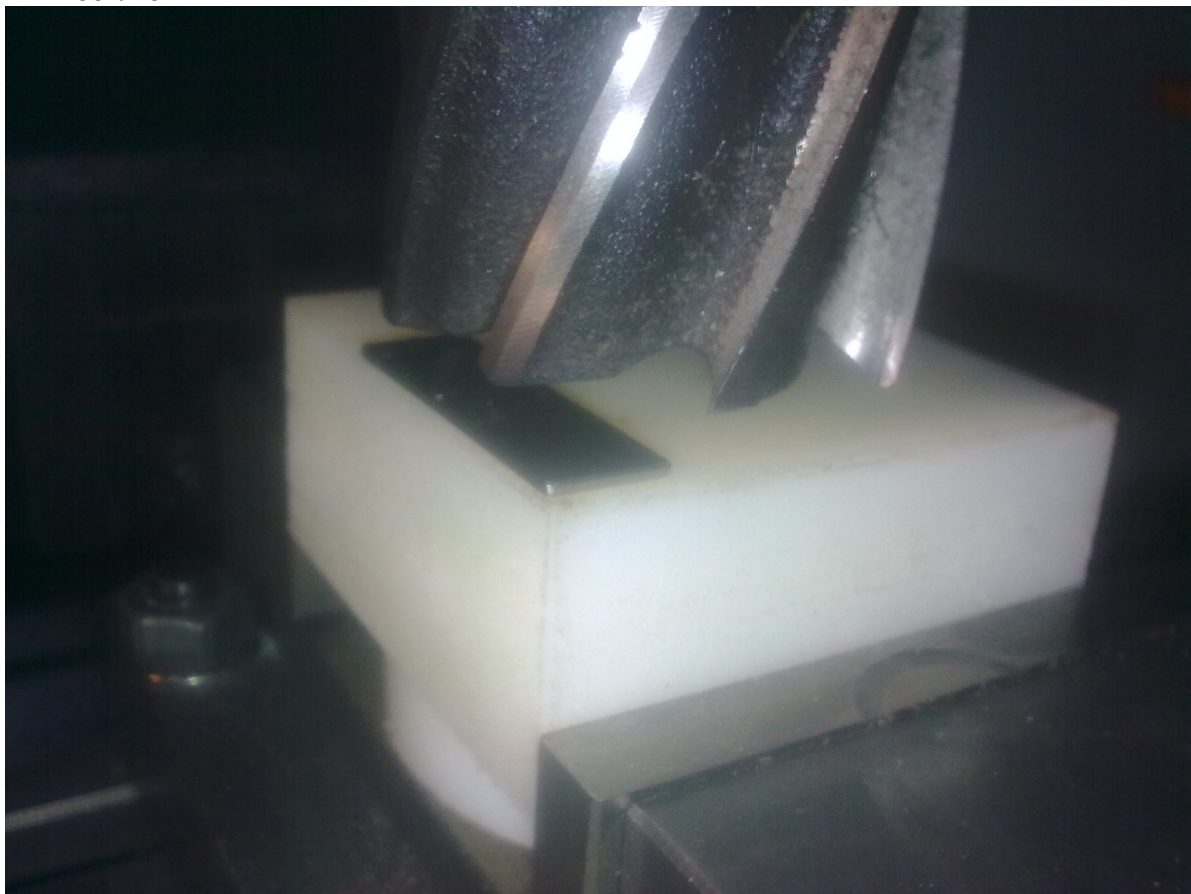
6.1 Najetí nulového bodu

Do stroje upneme sondu s kuličkovým hrotem (obr. 25) a nejedeme jednotlivé osy x y z. Na levý horní roh pevné čelisti svěráku (obr. 28 a 29 - červená šipka).

Nebo upneme nástroj dotykem definovaného hrotu nástroje se dotkneme povrchu obráběné součásti, abychom nepoškodili povrch obrobku vložíme mezi obrobek a hrot nástroje materiál o známé tloušťce, kterou odečteme od najeté hodnoty (obr. 26). Tyto hodnoty napíšeme a uložíme do tabulky nulových bodů (obr. 27) systému stroje pod nulový bod G a příslušné číslo 54 – 59. Volba nulového bodu se neprovádí příliš často. Hodnoty nul. bodů jsou vyvolávány pomocí kódů G54 - G59.



obr. 25



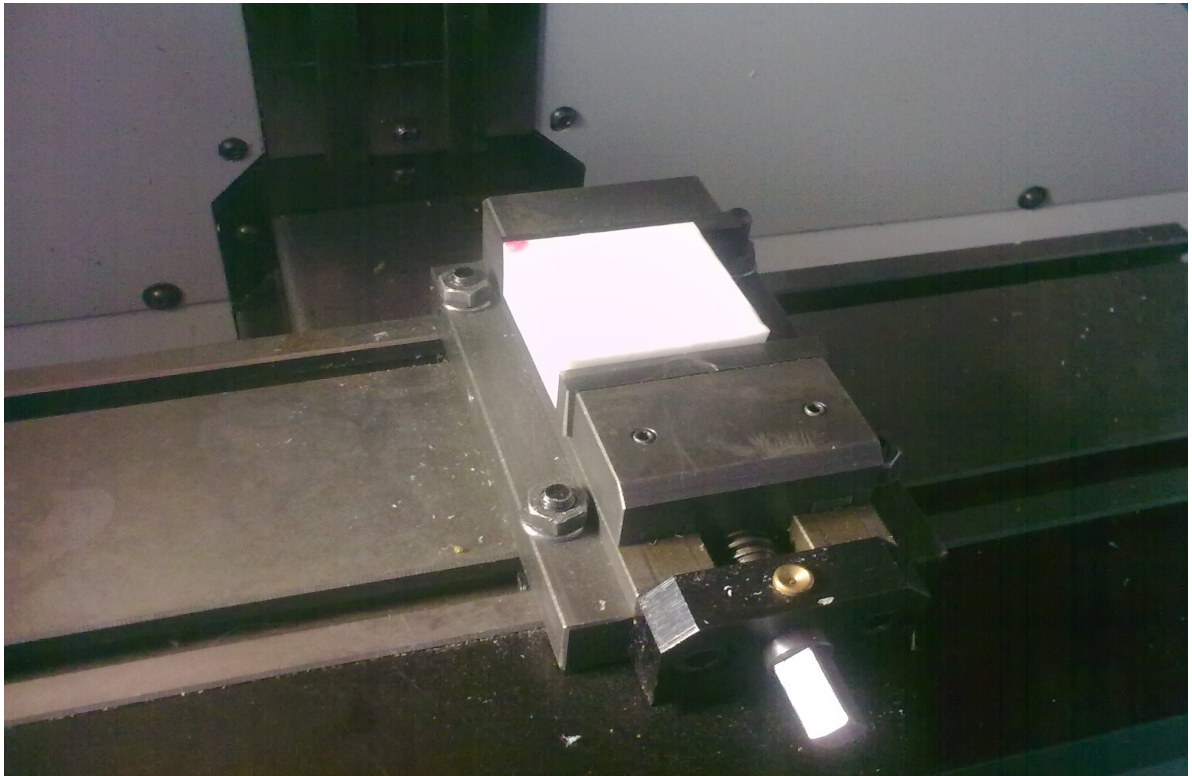
obr. 26

Stroj	Kanál 1	JOG	\\WKS.DIR\JOZEFIK.WPD JOZEFIK.MPF						
Kanál RESET			ROV		Transf./ funkce G F1				
Program přerušen					Pomocná funkce F2				
WCS	Pozice	Zb.dráha	Hlavní vřeteno S1		Vřetena F3				
X	283.816 mm	-0.000	Akt.	0.000 ot/m.	Posuv osy F4				
Y	128.186 mm	-0.000	Pož.	0.000 ot/m.					
Z	189.419 mm	0.000	Pol	0.000 st.					
			Výkon [%]		100.000 %				
			Posuv mm/min		F5				
			Akt.	0.000 75.000 %	Zoom akt. hodnot F6				
			Pož.	0.000					
			Nástroj		Akt.hodn. MCS F7				
			▶ Předvolený nástroj:		F8				
			▶ T-1						
			G01	G40					
F1	F2	F3	F4	F5	F6	INC	F7	F8	

obr.27

6.2 Upnutí obrobku

Obrobek neboli polotovár určený pro výrobu součástky bývá zpravidla předobroben na klasickém stroji. Pak provedeme upnutí v té poloze a způsobem, který navrhl programátor (obr. 28 a 29).



obr. 28



obr. 29

6.3 Vkládání a seřízení nástrojů

Nástroje si předem připravíme do příslušných držáků (obr. 30 a 31). Vkládáme jednotlivě do zásobníku nástrojů (obr. 32 a 33). Po vložení všech potřebných nástrojů najedeme postupně jednotlivými nástroji v ose z na podložku známé výšky.

K příslušným hodnotám v mm připočteme výšku podložky a vše napíšeme a uložíme do tabulky délkových korekcí do stroje (obr. 34).



obr. 30



obr. 31



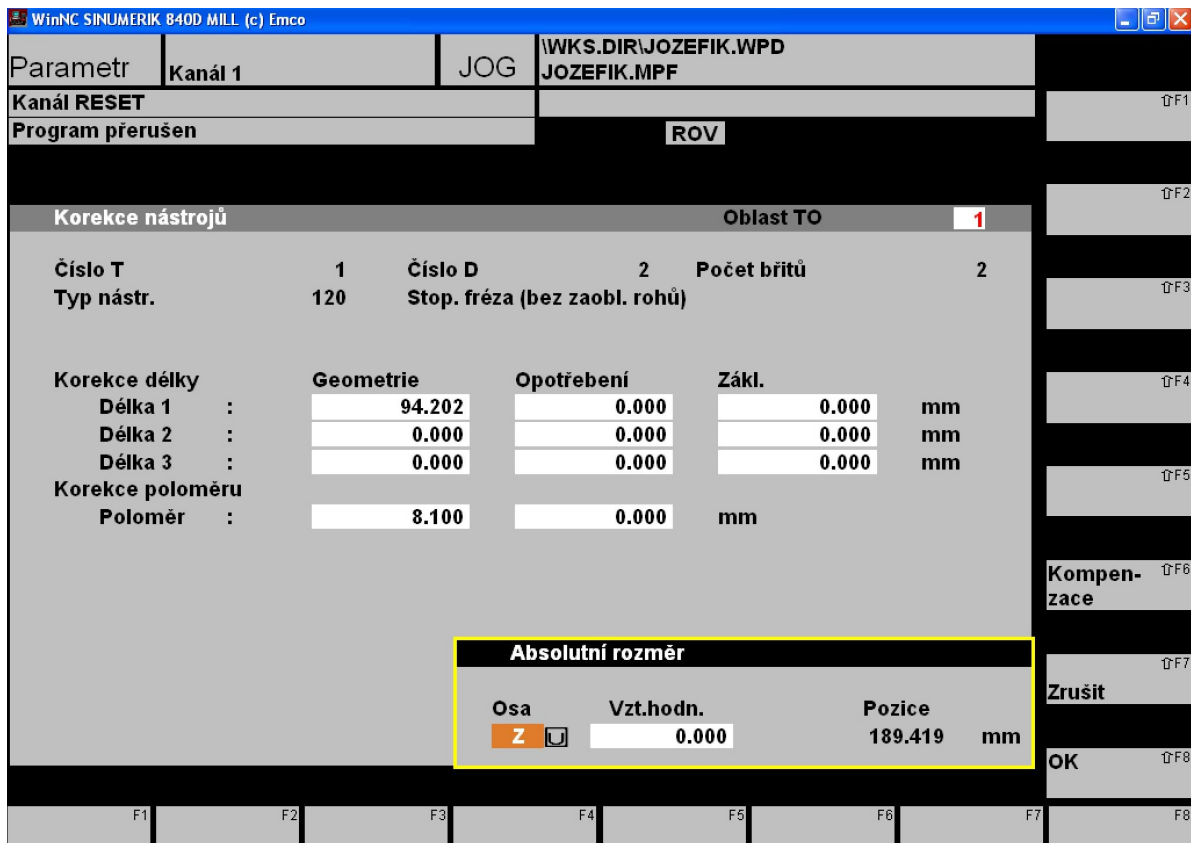
obr. 32



obr. 33

6.4 Úprava parametrů jednotlivých nástrojů

Parametry nástroje zde jsou průměry nástrojů u speciálních nástrojů i několik průměrů a délek. Opět napíšeme hodnoty v mm na 3 deset. místa a uložíme (obr. 34).

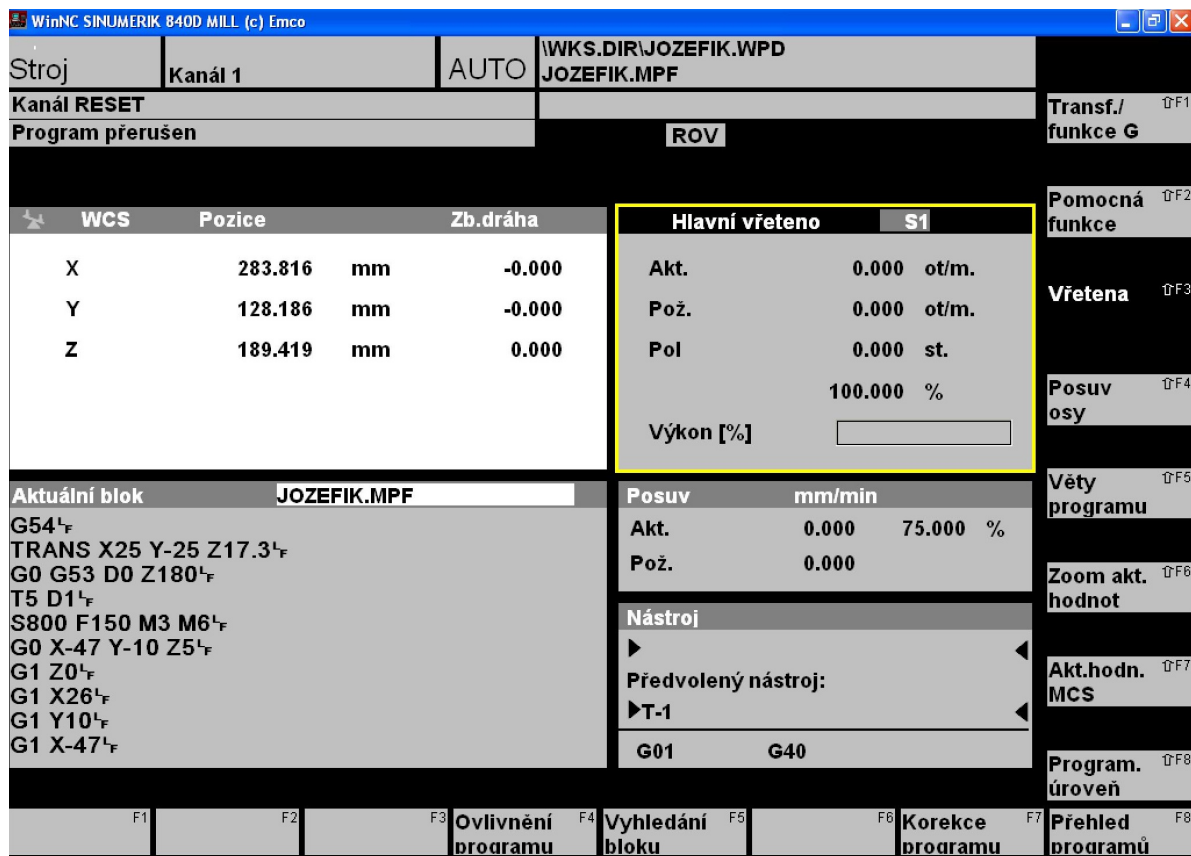


obr. 34

6.5 Úprava posunutí nulového bodu v NC programu

Posunutí provádíme příkazem TRANS a píšeme zde hodnoty souřadnic X Y Z v mm. Příkaz bývá ve druhém řádku programu. Upravuje se zpravidla pouze hodnota v ose Z (obr. 35).

TRANS X0 Y0 Z1



obr. 35

6.6 Vkládání programu do stroje

Vkládání programu do stroje se provádí obráceným postupem než nahrání programu z PC na přenosové médium. Programy jsou uloženy ve složce WKS.dir

7 Souhrn doporučených zásad pro práci v řídicího systému a sestavení programu

7.1 Zásady pro tvorbu programu řídicího CNC systému

- Důkladně prostudovat technický výkres a zvolit technologii obrábění.
- Zvolit polotovary a upnutí součásti před programováním.
- Zvolit vhodné nástroje a vyplnit seřizovací list pro nástroje.
- Založit program pod určitým jménem (dle výkresové dokumentace).
Název programu bude prvním řádkem NC programu, před kterým bude nejčastěji symbol % nebo velké písmeno P.
- Zadat rozměry polotovaru
- Určit nulový bod součásti
- Zvolit způsobu programování
- Volba nástroje s příslušnými řeznými podmínkami.
- Předchozím třem bodům se říká tzv. HLAVIČKA PROGRAMU, ve které jsou zadány základní informace o obráběné součásti.
- Za hlavičkou následuje tzv. TĚLO PROGRAMU, ve kterém jsou zadávány informace o pohybu nástroje dle konkrétního výkresu. Tělo programu lze rozčlenit na hlavní programovou část (hlavní program) říká nám JAK a ČÍM technologie a vedlejší programovou část (podprogram) popisující KDE souřadnice.
- Po napsání těla programu následuje blok ukončující celý program tzv. KONEC PROGRAMU. K ukončení programu je možno využít více funkcí, ale nejpoužívanější je funkce M30.
- Při vytvoření programu následuje fáze tzv. SIMULACE, ve které je možno odhalit hrubé chyby a tím předejít možným komplikacím při uvedení programu do výroby na CNC stroji.
- Vyzkoušený program přenést na CNC stroj. Provést ODLADĚNÍ programu- výrobou součásti při kterém se ověřují vhodnost použitých nástrojů, řezné podmínky, způsob a tuhost upnutí apod.
- Konečným bodem je samotná výroba součásti

7.2 Výukový text - sestavení programu od výkresu k výrobku

1. Prostudování výrobního výkresu součásti (příloha č.1)
 - z prostudování výkresu jsem zjistil :
 - polotovar má rozměry 50 x 50 x 33 mm
 - obráběný materiál je silon
 - nebude se frézovat vrchní plocha v ose z
2. Dále budu postupovat takto:
 - nulový bod zvolím výhodně s ohledem na kótování uprostřed součásti
obrobení součásti provedu na jedno upnutí
3. Technologický postup obrábění volím takto:
 - frézování vnějšího obrysu součásti
 - frézování vnějšího obrysu součásti
 - frézování vnějšího obrysu součásti
 - nástroj č. 1 fréza průměr 16 mm (4 břity) válcová čelní
 - frézování kruhové kapsy
 - nástroj č. 2 fréza průměr 8 mm 2 popřípadě (3 břity) drážkovací
 - vrtání otvorů $\varnothing 5$ na roztečné kružnici
 - nástroj č. 3 vrták průměr 5 mm
4. Provedu výpočet souřadnic počátečního bodu rádiusu R25
pokud na výkresu nejsou. Z výpočtu souřadnic určuji vzdálenost počátečního bodu rádiusu od středu rádiusu v ose Y XXXX mm v ose Y XXX mm tyto hodnoty použiji později k určení souřadnic I a J.
5. Zakládám program (obrobek) s názvem kostka.WPD
6. Zakládám program s názvem kostka.MPF
7. Zakládám podprogram s názvem kontura.SPF (pro obrábění obvodu součásti)
8. Sestavuji program s názvem kostka.MPF
9. Sestavuji a píši program s názvem kontura.SPF
10. Spouštím simulaci programu kostka.MPF
11. Opravuji chyby v programu a znovu spouštím simulaci programu.
12. Nahrávám program na vhodné médium
13. Zapínám stroj a najíždím referenční bod
14. Nahrávám program do paměti stroje
15. Kontroluji nástroje a jejich pozici v zásobníku nástrojů podle programu

16. Kontroluji korekce jednotlivých nástrojů
17. Upínám polotovár do svěráku
18. Najíždím nulový bod a ukládám na pozici do G54
19. Vyhledávám program s názvem kostka.MPF a provádím korekce v posunutí nulového bodu TRANS v jednotlivých osách
20. Spouštím program v automatickém provozu
21. Po celou dobu obrábění pečlivě kontroluji jak a co jednotlivé nástroje provádí
22. V případě chybového hlášení zastavuji stroj stop tlačítkem
23. Provádím opravu a výmaz chybového hlášení
24. Spouštím program od předešlé věty
25. Po skončení obrábění vyjímám součást
26. Odstraňuji hroty způsobené nástroji
27. Provádím kontrolu vyrobené součásti podle výkresu jejím přeměřením
28. V případě, že zjistím nesrovnalosti v porovnání s výkresem provedu opravu v programu popřípadě v korekcích nástrojů
29. Vyrobím novou součást, vyjmu odhrotuji
30. Hotovou součást odevzdám ke kontrole spolu s programem (příloha č. 2; 3)

Závěr

Programování CNC strojů je v dnešní době velmi rozšířené a neustále se vyvíjí. S využitím CNC strojů je možné efektivně a snadno vyrábět i tvarově nebo rozměrově složité součásti, které v minulosti vyžadovaly složité seřízení univerzálních strojů.

Téma práce je zaměřeno na vývoj řízení strojů od tvrdé automatizace až po CNC stroje a především na podrobnější rozbor systému Sinumerik 840D. Současná verze tohoto systému Sinutrein umožňuje tvorbu programů s možností využití všech možností programování. Jedním z úkolů mé bakalářské práce je objasnění těchto problémů. V úvodní části je seznámení s řídicími systémy.

Na zvoleném příkladu je názorná ukázka, jak lze stavbu NC programu využitím podprogramů, frézovacích a vrtacích cyklů zjednodušit. Dále je popsáno řešení chybových hlášení v programu a jejich následné odstranění ještě před spuštěním na stroji.

Podle mého názoru se výše uvedené cíle podařilo splnit.

Při své praxi ve vyučování jsem zjistil, že návody v příručkách k programování v řídicích systémech jsou příliš odborné, je v nich málo příkladů pro využívání cyklů funkcí a povelů. Snažil jsem se podat sestavování programu více didakticky a pedagogicky, aby to bylo názorné a dobře pochopitelné. Snahou bylo také vytvořit jednoduchý postup k výrobě zvolené součásti od stavby programu až po její vyrobení na konkrétním stroji.

V závěru jsem uvedl některá doporučení a zásady pro tvorbu NC programů, která vychází z praxe ve výrobě z firem se kterými úzce spolupracuji. V bakalářské práci jsem se potýkal s nedostatkem odborné literatury v českém jazyce v tištěném stavu. To je jedním z důvodů proč je většina materiálů, které jsem pro svou práci potřeboval ze zdrojů www stránek, kde je lze celkem snadno vyhledat. Dobrá znalost řídicího systému Sinumerik je pak snadno využita k poměrně jednoduchému zvládnutí řídicího systému Fanuc, který je svou strukturou velmi podobný. Dalším přínosem mé práce byla návštěva několika firem, kde používají a některé z nich vyrábí stroje s různými řídicími systémy dle přání zákazníka, což mi umožnilo seznámit se také s jinými řídicími systémy jejich obsluhou, ovládním, editací a jejich vzájemné porovnání.

Z hlediska povolání, jako učitele odborného výcviku na Střední odborné škole, je výuka programování a následná výroba s ověřením znalostí na skutečných CNC strojích podle mého názoru největším přínosem pro studenty. Dále pak možnost mnohem snazšího uplatnění v budoucím zaměstnání. Dobrou znalostí programování získávají uplatnění ve strojírenském odvětví, které je zajímavé a atraktivní. Jsem přesvědčen, že výukový text bude dobrou pomůckou pro výuku daného téma a najde uplatnění ve vyučovací praxi.

Seznam použitých informačních zdrojů

Použitá literatura:

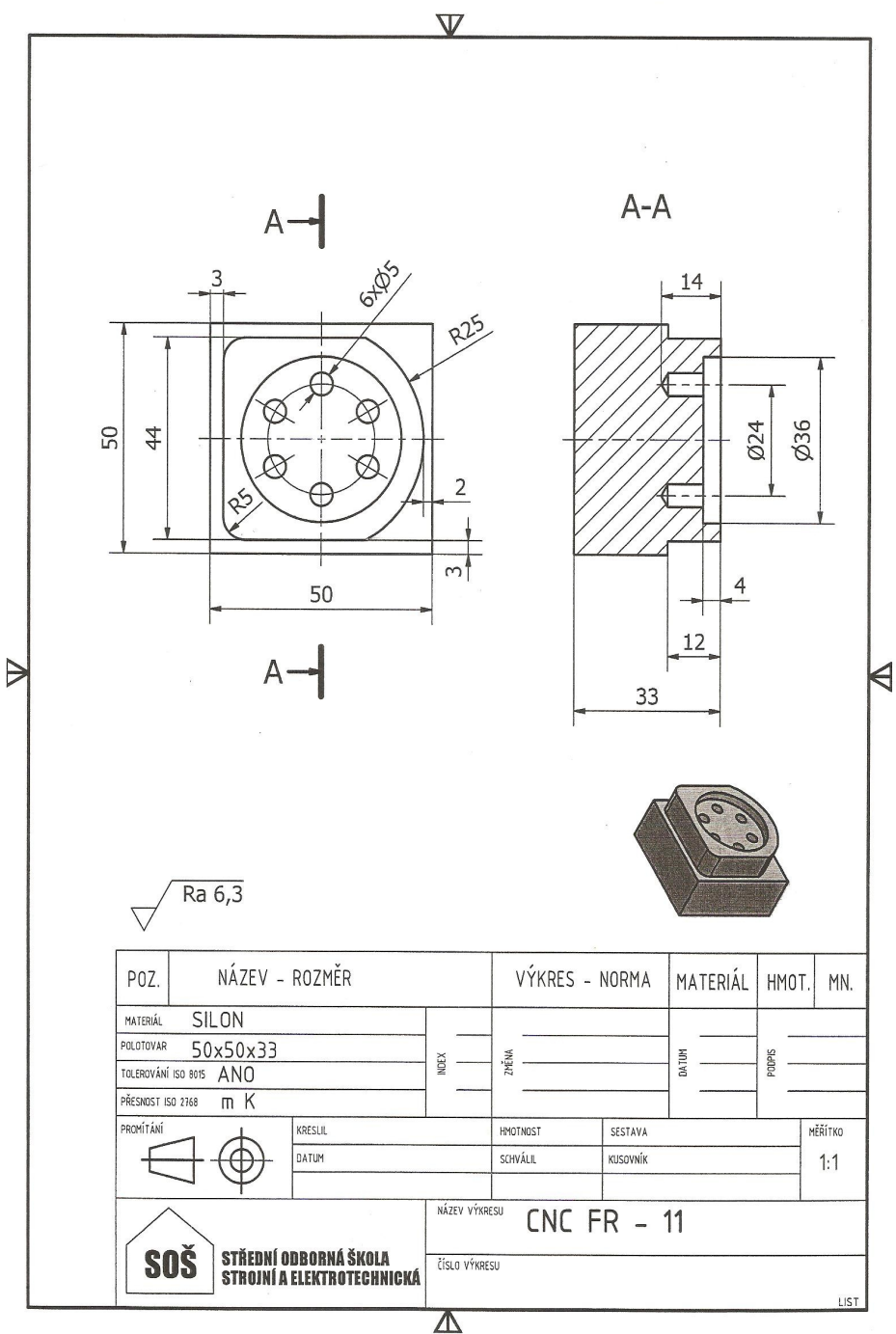
- [1] Oplatek, F. Číslicové řízení obráběcích strojů. 1. vyd. Havlíčkův Brod: ISBN 80-7200-294-5, 1998
- [2] Adamec, J. Programování CNC systému SINUMERIK 810D/840D –Frézování Ostrava: VŠB -TU Ostrava, 2006, ISBN 80-248-1136-7
- [3] Technický slovník naučný, ISBN: 80-7335-080-7, 2006
- [4] prof. Dr. Ing. Jiří Marek Konstrukce CNC obráběcích strojů - ISBN: 12122572, 2006
- [5] SINUMERIK 840D sl Universal, Příručka pro obsluhu – 03/2010 6FC5398-6AP10-4UA0 08/2010, Siemens AG 2010
- [6] SINUMERIK 840D/810D/FM-NC, Stručný návod programování, vydání 10.0, Siemens AG 2000


Informační zdroje z Internetu:

- [7] Technický týdeník - <http://www.techtydenik.cz/cadcam.php?part=2>
- [8] Strojnet - <http://www.strojnet.cz/clanky/obrabeci-stroje-cnc.php>
- [9] KELLER, P. Programování a řízení CNC strojů.
http://www.kvs.tul.cz/download/obor/pnc_2.pdf
- [10] SIEMENS AG My SINUMERIK Operate User Guide
- [11] SIEMENS AG Overview SINUMERIK platforms.
<http://www.cnc4you.siemens.com/cms/website.php?id=/en/sinumerik/general/systemplatforms.htm>
- [12] SIEMENS AG Sinumerik - ShopTurn - Turning and Milling with ShopTurn. August 2008.
<http://www.click4businesssupplies.siemens.de/resources/articles/6zb5411-0aw02-0ba3.pdf>

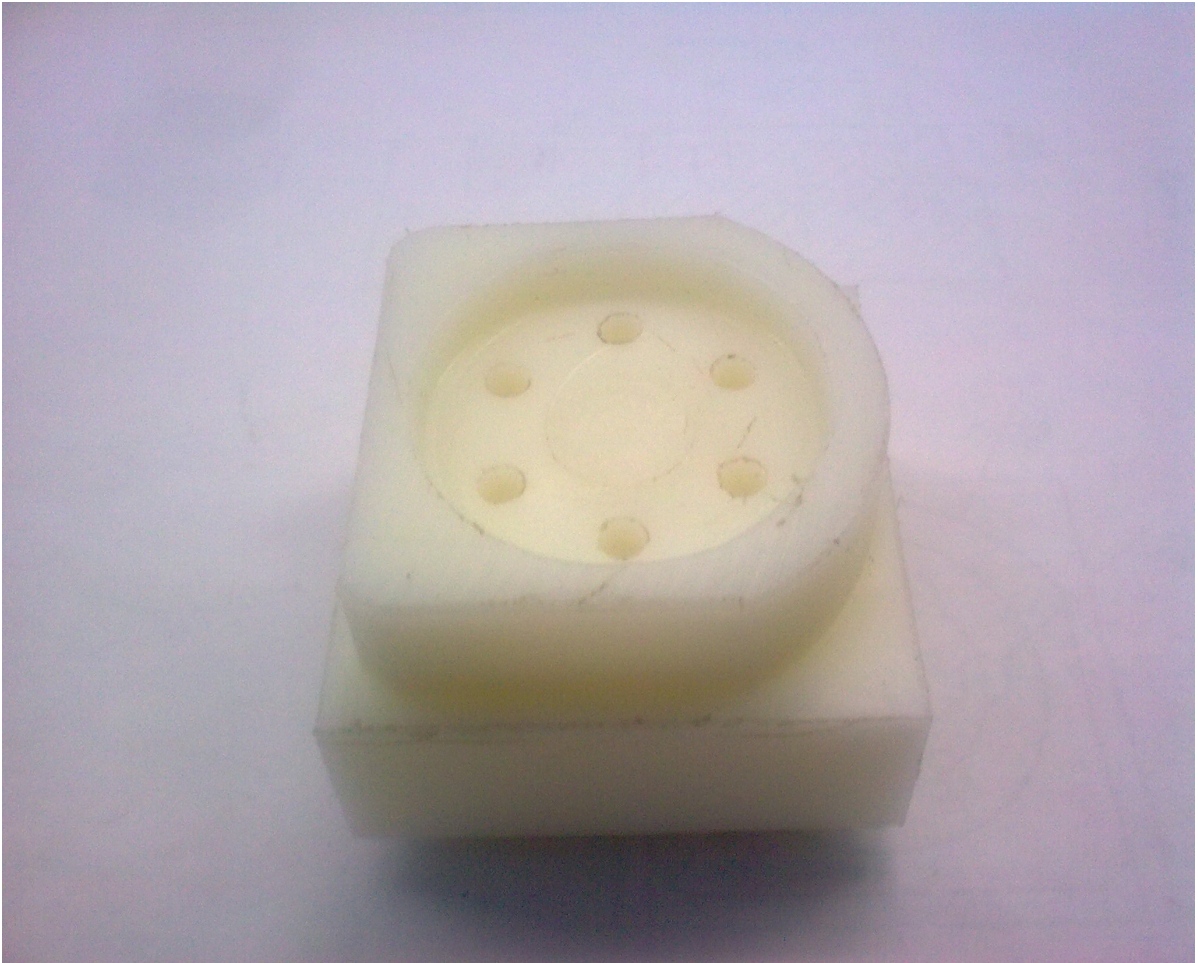
Seznam příloh

- příloha č. 1 - výkres vzorové součásti č.1
- příloha č. 2 - fotografie vyrobené vzorové součásti č.1
- příloha č. 3 - fotografie vyrobené součásti č.2
- příloha č. 4 - fotografie CNC frézovacího centra řízení v pěti osách
- příloha č. 5 - fotografie otočného stolu a kolébky
- příloha č. 6 - oskenované zadání bakalářské práce



POZ.	NÁZEV - ROZMÉR	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	HMOT.	MN.
MATERIÁL	SILON				
POLOTOVAR	50x50x33				
TOLEROVÁNÍ ISO 8015	ANO				
PŘESNOST ISO 2768	m K				
PROMÍTÁNÍ	KRESLIL	HMOTNOST	SESTAVA	MĚŘÍTKO	
	DATUM	SCHVÁLIL	KUSOVNÍK	1:1	
 STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA STROJNÍ A ELEKTROTECHNICKÁ		NÁZEV VÝKRESU CNC FR - 11			
		ČÍSLO VÝKRESU			
					LIST

příloha č. 1



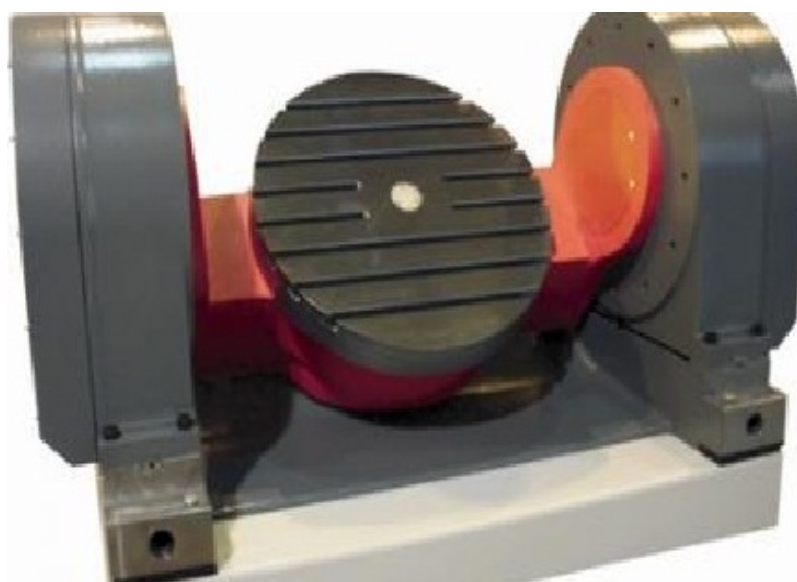
příloha č. 2



příloha č. 3



příloha č. 4



příloha č. 5

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta pedagogická
Akademický rok: 2011/2012

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

Jméno a příjmení: **Milan TETOUR**
Osobní číslo: **P10919**
Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**
Studijní obor: **Základy výrobní techniky se zaměřením na vzdělávání**
Název tématu: **Řízení CNC obráběcích strojů se zaměřením na tříosé frézování
- tříosá frézka EMCO a její řídicí systémy**
Zadávající katedra: **Katedra aplikované fyziky a techniky**

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

Zdůvodněte zvolené téma, vytyčte cíle a postup práce. Sám vyhledejte vhodnou literaturu pro dané téma. Zaměřte se zejména na souhrn základních poznatků k uvedenému tématu.

V práci se zaměřte zejména na:

1. Seznámení s aktuální odbornou literaturou z oblasti řídicích systémů a řídicích kódů pro frézování ve třech, popřípadě pěti osách.
2. V literatuře se zaměřte především na základní termíny týkající se počítačového řízení strojů (zejména obráběcích se zaměřením na obrábění ve třech, popřípadě pěti osách na frézkách), zvláště pak dílenské programování.
3. Zejména se zaměřte na význam, použití a úpravu parametrů příkazů v řídicích systémech, zvláště Sinumerik 840D i na syntaxi těchto příkazů (zaváděcí sekvence, dělení na řádky včetně oddělovačů příkazů, návěstí, atp.)
4. Zvláštní pozornost věnujte v praxi nejužívanějším řídicím systémům. Zaměřte se na řídicí systémy, jejichž funkci lze v podmínkách vašeho pracoviště v praxi ověřit.
5. Ve vybraném řídicím systému se zaměřte zejména na interpretaci chybových hlášení v průběhu sestavování programu a jeho běhu, včetně způsobu jejich odstraňování (případně doladění na počítačových simulátorech).
6. Podrobně popište zásady, které je nutno dodržovat v úpravách parametrů programu při práci na konkrétním stroji s konkrétními nástroji a s polotovarem daného materiálu určitých rozměrů a tvaru.
7. Obecně platné zásady pro sestavování funkčních programů pro CNC frézku.
8. Spojte se s odborníky z praxe a snažte se získané praktické zkušenosti zapracovat do textu práce.
9. Proveďte zevrubnou komparaci nejužívanějších řídicích systémů v ČR.
10. V závěru práce shrňte získané poznatky a vytvořte srozumitelný a názorný metodický návod, podle kterého je vhodné postupovat při výkladu dané problematiky.
11. Vytvořte prezentaci vaší práce včetně praktických ukázek, kterou použijete při obhajobě.

Rozsah grafických prací: podle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Odborná literatura není předepisována: Schopnost orientace v odborné literatuře a vhodnost jejího výběru jsou jedním z kritérií hodnocení splnění zadané práce.

Vedoucí bakalářské práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.
Katedra aplikované fyziky a techniky

Datum zadání bakalářské práce: 13. června 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2013



Mgr. Michal Vančura, Ph.D.

děkan



prof. RNDr. Petr Špatenka, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. června 2012