



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta pedagogická
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Řízení CNC obráběcích strojů se zaměřením na obráběcí centrum TMV-510CII

Vypracoval: Bc. Milan Tetour
Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

České Budějovice 2015

anotace

V úvodu práce jsou popsány způsoby programování CNC strojů a jejich použití v průmyslu. V další části jsou porovnány řídicí systémy CNC strojů, obecné zásady programování a současné využívání dílensky orientovaného programování WOP obrábění.

Dále je popsán stroj TMV 510CII jeho obsluha, nastavení, praktické rady a ukázky řídicího systému Fanuc Guide-i od firmy Fanuc. V závěru práce je uvedena praktická ukázka obrábění s CNC programem pro výrobu vzorové součásti na výše uvedeném stroji.

Klíčová slova

Programování, CNC stroje, G kód -ISO, Fanuc Guide-i, WOP

Abstract

The introduction of this thesis describes the methods for programming CNC machines and their usage in the industry. The next section compares the CNC machine control systems, general programming principles and the current use of shop-oriented programming WOP (workshop oriented programming) machining.

Then the thesis describes a TMV 510CII machine and its operation, setting, practical advices and examples of the Fanuc Guide-i control system by Fanuc company. In the final part a practical demonstration of the CNC machining program for the production of the sample parts on the above machine is given.

Key words

Programming, CNC machine, G code -ISO, Fanuc Guide- i, WOP

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Programování CNC strojů se systémem Fanuc Guide-i 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 diplomové 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

Bc. Milan TETOUR

Poděkování

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

OBSAH

Úvod	07
1. Cíle diplomové práce	08
2. Programovací způsoby v řídicích systémech obecně	09
2.1 Psaní v NC editoru.	09
2.2 Interaktivně za pomoci simulace	11
2.3 Dílenské programování.....	12
2.3.1 Příklad dílenského programování	12
2.3.2 Volba názvu programu.....	14
2.3.3 Volba obrobku	15
2.3.4 Volba nástrojů	15
2.3.5 Volba postupu	16
2.3.6 Ukázka simulace obrábění na virtuálním stroji	16
3. Řídicí systémy a řídicí kódy pro CNC stroje.....	17
3.1 Přehled některých řídicích systémů pro CNC centra a soustruhy	18
3.2 Komparace řídicích systémů	18
3.3 Zkušenosti s jednotlivými systémy z praxe	20
3.4 Řídicí kódy	20
4. Chybová hlášení.....	30
4.1 Opravy chyb v průběhu obrábění na stroji.....	31
4.2 Opravy chyb a hlášení v průběhu psaní programu na simulátoru	31
4.3 Příklady chybových hlášení	32
5. Řídicí systém Fanuc-Guide	33
5.1 Seznámení se systémem.....	33
5.2 Definice vztažných bodů.....	33
5.3 Spuštění programování v NC Guide	34
5.4 Tvorba programu.....	41
5.5 Volba polotovaru a nulového bodu	43
5.6 Volba nástroje	48

5.7 Způsob obrábění.....	52
5.8 Úpravy, simulace a nahrání programu z PC na přenosové médium	53
5.9 Ukázka CNC programu.....	53
6. Stroj TMV 510 CII a popis při jeho obsluze	56
6.1 Obsluha stroje	57
6.2 Najetí nulového bodu	60
6.3 Upnutí reálného obrobku	63
6.4 Vkládání a seřízení nástrojů	64
6.5 Úprava parametrů jednotlivých nástrojů	65
6.6 Vkládání programu do stroje	67
7. Souhrn doporučených zásad pro práci v řídicím systému	
a sestavení programu	68
7.1 Zásady pro tvorbu programu řídicího CNC systému.....	68
7.2 Výukový text - sestavení programu od výkresu k výrobku	69
Závěr.....	71
Seznam použitých informačních zdrojů	73
Seznam příloh	

Úvod

Řízením CNC strojů se zabývám již delší dobu. Začínal jsem jako programátor NC a CNC strojů v Jihostroji Velešín. Zde jsem se setkával s různými řídicími systémy a to jak pro soustruhy, tak frézky i centra. Okolnostmi a v rámci úspor jsem byl nucen dokonale znát jednotlivé systémy. Tyto jsem musel různě kombinovat, nahrazovat jeden druhým, porovnávat a vybírat podle efektivity výroby jednotlivých výrobků.

V té době se používaly k řízení NC a CNC strojů hlavně děrné štítky a později děrné pásy.

CNC stroje se používaly zejména k úspoře výrobních časů a k výrobě součástí, které se jinak musely vyrábět složitým technologickým postupem na konvenčních strojích. Dále se využívaly zejména tam, kde bylo možno nahradit více jednoúčelových strojů jedním a zjednodušit tak výrobu. Tím se dosahovalo 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 lis. Jejich výrobní cena klesá a tak je možno je používat i tam, kde byly ještě donedávna konvenční stroje. Velkou výhodou je snadné a rychlé přenastavení na jinou výrobu doslova za pár minut a tyto operace opakovat v pozdější době. Díky počítačové technice je snadná archivace výrobních postupů, programů a seřizovacích listů a snadné dohledání pro vyráběné součásti.

Pro svou práci jsem vybral řídicí systém Fanuc Guide-i, 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. Edukace v odborném výcviku je prováděna na konvenčních obráběcích strojích i na CNC pracovištích, kde jsou stroje řízené třemi, čtyřmi osami a poháněnými nástroji. 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. Cíle diplomové práce

- Analyzovat aktuální odbornou literaturu z oblasti řídicích systémů a řídicích kódů pro frézování ve třech, případně pěti osách.
- V literatuře systematicky roztřídit na základní termíny týkající se počítačového řízení strojů (zejména obráběcích strojů se zaměřením na obrábění ve třech popřípadě pěti osách na frézkách), zvláště pak u dílenského programování.
- Podrobně analyzovat význam, použití a úpravu parametrů příkazů v řídicích systémech (zvláště Fanuc- Guide i)
- Vytvořit ukázky nejužívanějších programovacích systémů. Zaměřit se na systémy, 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 obráběcí centrum.
- Spojit se s odborníky z praxe a zapracovat jejich zkušenosti do textu práce.
- Shrnout poznatky, vytvořit srozumitelný názorný metodický návod, podle kterého je vhodné postupovat při výkladu dané problematiky.
- Vytvořit prezentaci práce včetně praktické ukázky použití.

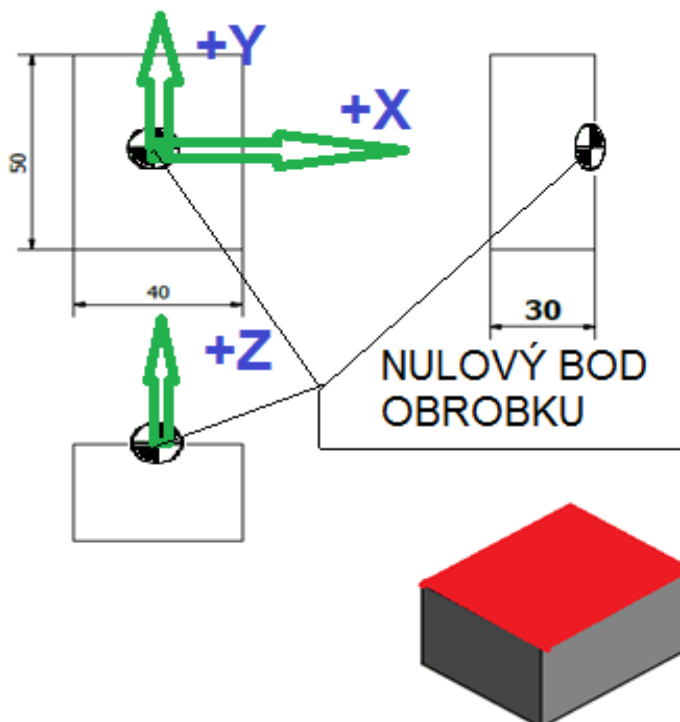
2. Programovací způsoby v řídicích systémech obecně

Programování lze provádět několika způsoby. Psaní v NC editoru, Interaktivně za pomoci simulace a dílensky. Rozdíly provádění jsou dále popsány.

2.1 Psaní v NC editoru

Psaní programu je nejjednodušší způsob, ale vyžaduje dokonalou znalost G kódů dané - ISO (DIN 66025).

Program se vpisuje do předvoleného programu velmi podobně jako text v textovém editoru. Jednotlivé řádky a obsahy vět (bloků) jsou však přesně stanoveny a liší se podle programovacích systémů. Některé vybrané kódy ISO jsou popsány v kapitole 3.5. Příklad: Je daný obrobek a programátor má za úkol dle výkresu (Obr. 1) frézovat vrchní plochu. Z obrázku je zřejmé, kde je zvolen nulový bod obrobku. Obrobek má tyto rozměry (X, Y, Z) 40 x 50 x 31 mm.



Obr. 1

Před započítím psaní vlastního programu musí se zvolit technologický postup obrábění, nástroje, řezné podmínky a další. Program může vypadat například takto:

- % - začátek programu musí vždy začínat procenty

- O0001 (DESKA) - v druhém řádku programu velké písmeno "O" následuje číslo programu 0001 a v závorce je název programu (DESKA)

- N10 G91 G28 Z0 - číslo řádku programu označené velkým písmenem N a pořadí (N10) Funkce G91 G28 Z0 jsou příkazy pro odjetí nástroje před výměnou nástroje

- N20 M6 T1 - výměna nástroje (fréza nástrčná průměr 50mm)

- N30 G90 G54 G43 G0 X0 Y27 Z20 H1 D1 S700 M3 -technologická věta absolutní programování (G90), posunutí nulového bodu na hodnotu v (G54), zařazení délkové korekce nástroje (G43), rychloposuvem odjetí do bodu (X -27 Y24 Z20), zařazení průměrové korekce nástroje (H1 D1), volba otáček (S700), volba smyslu otáčení vřetene (M3)

- N40 G1 Z2 F2000 - najetí pracovním posuvem (G1 F2000) 2 mm nad nulový bod v ose Z (Z2)

- N50 G1 Z0 - najetí pracovním posuvem v ose Z svislá osa Z0 značí odebíraný materiál dle přídavku v tomto případě 1mm

- N60 G1 Y-27 F300 - frézování pracovním posuvem za obráběný materiál.

- N70 G0 Z50 - odjetí rychloposuvem od materiálu v ose Z

- N80 G91 G28 Z0 - odjetí do bodu výměny nástroje

- M30 - ukončení programu s návratem na začátek

- % - ukončení programu procenty

Takto vytvořený program se nahraje a přenesení do stroje. Programátor musí mít velké zkušenosti z praxe v programování, představivost. Samozřejmostí je dodržování určitých obecných zásad programování. Pro tvorbu složitých a příliš dlouhých programů je vhodné vytváření podprogramů což vede k zjednodušení jeho práce a také při obsluze stroje.

Nevýhodou takto vytvořených programů je, že programátor nevidí a nemůže si kontrolovat jednotlivé pohyby. To vše je pak mnohem náročnější při prvním spuštění na stroji [6].

2.2 Interaktivně za pomoci simulace

Programátor začíná vyplňováním jednotlivých položek dle příslušného manuálu k simulátoru.

- Vybírá z nabídek a postupně vyplňuje parametry.
- Zvolí název hlavního programu, podprogramu.
- Zvolí rozměry obrobku a přídávky na obrábění.
- Zvolí nástroje a polohy v držácích.
- Sestaví hlavní program.
- Kontroluje správný sled operací při simulaci, podle potřeby upravuje.
- Provádí úpravy zejména při kolizních situacích nebo chybových hlášeních.
- Opakuje postup, až je program bez chybových hlášení.
- Dokončený a zkontrolovaný program nahraje na přenosové médium.
- Načte program do paměti stroje.
- Spustí na stroji.

V tomto způsobu programování je znalost G kódu také nutná, ale v nápovědách k simulátoru jsou nahrazeny různými povely. Je zde také možnost využití různých druhů cyklů. Také vlastní program i jednotlivé bloky lze simulovat – vyzkoušet a to až do úplného dokončení celého programu. Vše výše uvedené vede k velké úspoře času při sestavování programu a k jeho zjednodušení. Není zde nutnost tak dokonalé

znalosti programování jako při sestavování v NC editoru. Postup a příklad programování je uveden v kapitole 4.

2.3 Dílenské programování

2.3.1 Příklad dílenského programování

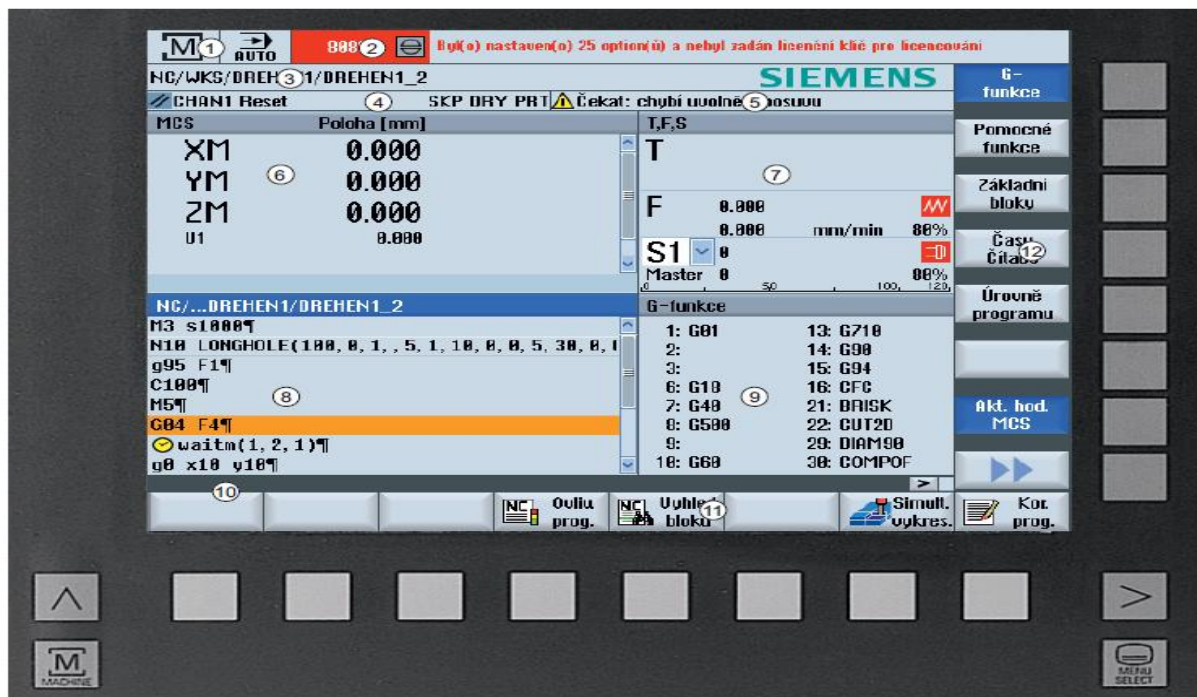
Dílenské programování nebo také dílensky orientované programování (WOP – workshop oriented programming). Jedná se o zjednodušeně řečeno grafickou podporu obsluhy obráběcího stroje, kdy není psán NC program ani jedním z výše uvedených způsobů. Program se vytváří pomocí technologických postupů jednotlivých operací, které jsou vhodně za sebou seřazeny a tím vzniká program ze zvláštních příkazů (většinou zde nejsou použity G kódy). 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 postupu obrábění. Dílenské programování je možno provádět několika způsoby. I zde je možno psaní v G kódu. Kombinace psaní programu v G kódech a dílenského programování. Dále je možno programovat přímo na stroji (ovládací panel -slimline), nebo na modulu, který lze spustit a provozovat na běžném PC. Po dokončení celého procesu je možnost kterýkoli vybraný program převést do G kódů.

WOP (dílenské programování) lze shrnout do několika bodů [10]; [1]:

- návaznost na vyšší úroveň řízení
- 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 možnost kdykoli při vyhotovování pracovního plánu přeskakovat mezi daným pracovním krokem a grafikou obrobku [11]; [12].



Obr. 2

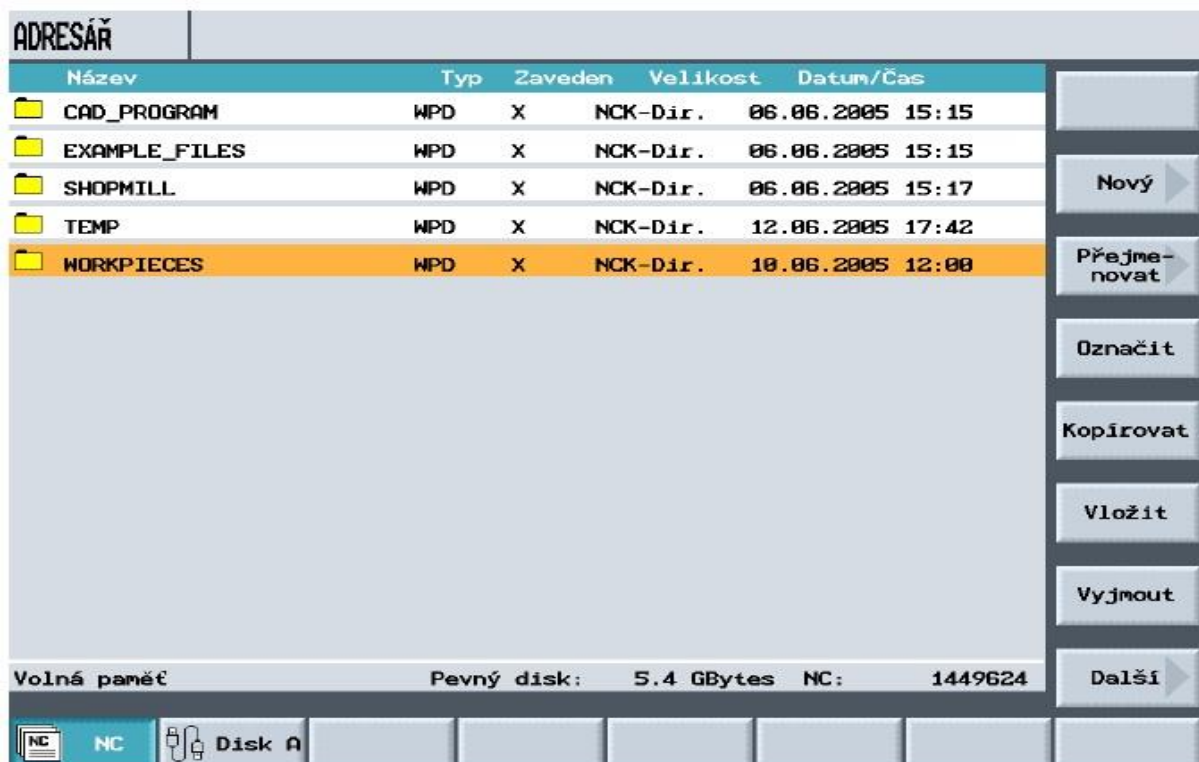
1. Před zahájením tvorby CNC programu je nutno spustit ShopMill. V této ukázce z prostředí SinuTrainu. Po spuštění se uživateli zobrazí výše uvedená obrazovka (Obr. 2). Program se strojními funkčními klávesami nebo bez nich. Bez nich lze Shopmill ovládat pomocí horizontálních resp. vertikálních tlačítek. 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).

2.3.2 Volba názvu programu

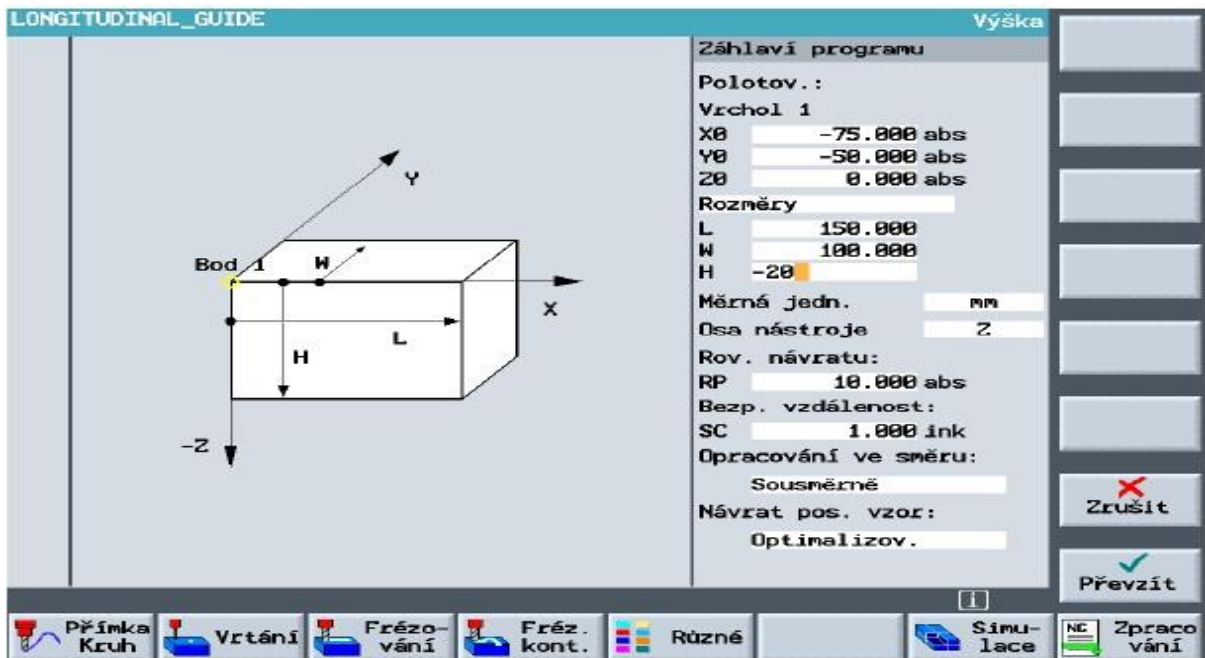
Volbu názvu programu provedeme podle (Obr. 3)



Obr. 3

2.3.3 Volba obrodku

Volbu obrodku provedeme vyplněním tabulky podle (Obr. 4)



Obr. 4

2.3.4 Volba nástrojů

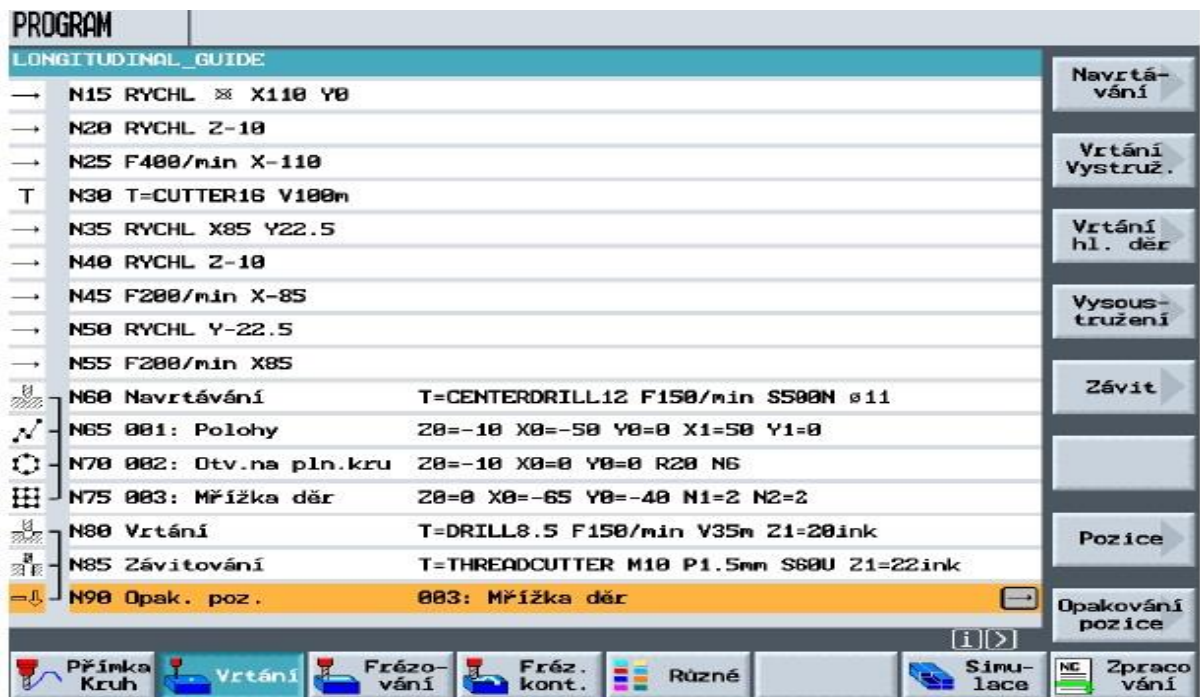
Volbu nástrojů provedeme vyplněním tabulky podle (Obr. 5)



Obr. 5

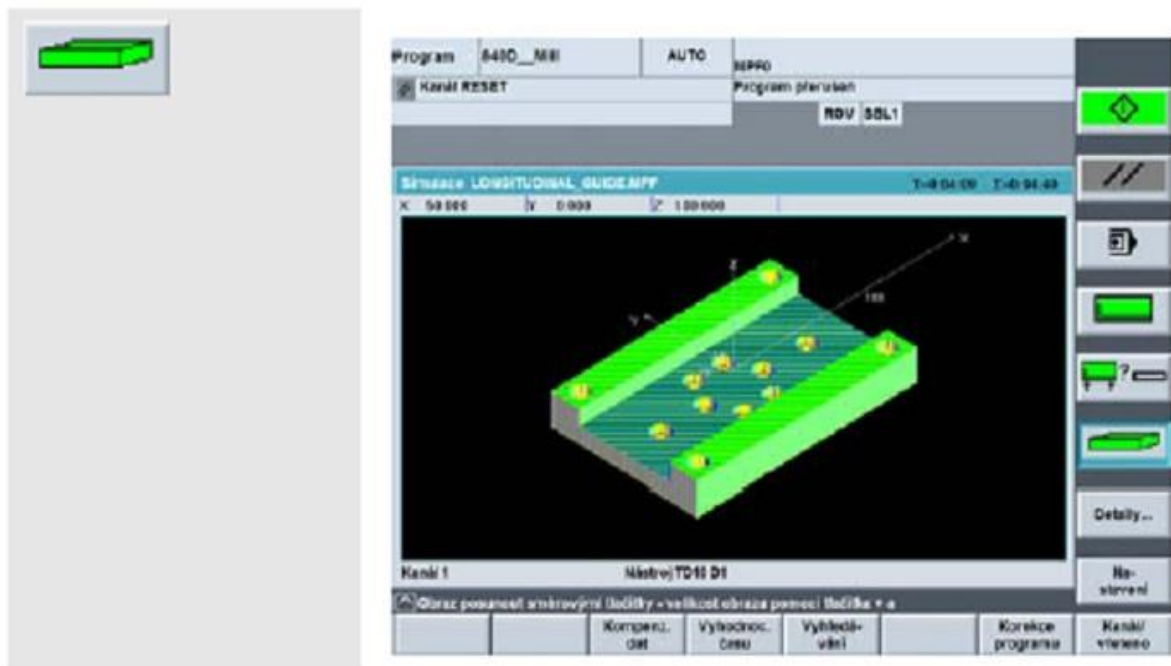
2.3.5 Volba postupu

Vyplníme sled operací v tabulce podle (obr. 6)



Obr. 6

2.3.6 Ukázka simulace obrábění na virtuálním stroji (Obr. 7)



Obr. 7

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

Siemens - ShopMill (frézování), ShopTurn (soustružení)

Heidenhain – smarT.NC

3. 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 pravouhlé. 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.

3.1 Přehled některých řídicích systémů pro CNC centra a soustruhy

Ve světě je v současnosti přes sto řídicích systémů od velkých či malých firem.

Mezi největší patří:

- HEIDENHAIN TNC 537
- SINUMERIK 840D -vylepšená verze pod názvem Sinutrein
- FANUC GUIDE i

Mezi méně u nás používané můžeme zařadit:

- FAGOR 8055 MC
- SELCA
- ACRAMATIC
- MAKINO
- MORISEIKI
- HAAS
- PHILIPS CNC 532
- MTS používá se 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 aktivní nápověda a v neposlední řadě i změření vyrobené součásti [6].

K menším patří např.:

- VISEL – VSC 1020
- LESTE

3.2 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 ovládání 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 možnost 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 obsluhu?
- 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 otázek máme z určitostí jasno, který systém nejlépe vyhovuje [8]; [6].

3.3 Zkušenosti s jednotlivými systémy z praxe

Porovnání jednotlivých systémů jsem měl možnost vyzkoušet v závodě MAS Sezimovo Ústí. Jsou zde pracoviště se zkušebnou různých řídicích systémů a ověřují jak, který systém se strojem spolupracuje. Měl jsem 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.

3.4 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, 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.

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 rychloposuvem a zároveň G01 – pohyb pracovním posuvem). 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]; [4].

Seznam vybraných přípravných G -funkcí pro frézování [4].

PŘÍKAZ	VÝZNAM
Skupina 00	Modálně účinné povely pro pohyby
G04	Prodleva, Přesné zastavení
G09	Přesné zastavení
G10	Programovatelný vstup dat
G11	Zrušení programovatelného vstupu dat
G27	Kontrola nájezdu do referenční roviny
G28	Automatický nájezd do referenční roviny
G29	Pohyb z referenční roviny
G30	Nájezd do 2., 3., 4. referenčního bodu

G31	Funkce ukončení
G37	Automatické měření délky nástroje
G39	Korekce řezného nástroje: kruhová interpolace v rohu
G45	Posunutí nástroje: Zvětšit
G46	Posunutí nástroje: Zmenšit
G47	Posunutí nástroje: Dvakrát zvýšit
G48	Posunutí nástroje: Dvakrát snížit
G52	Nastavení lokálního souřadného systému
G53	Nastavení souřadného systému stroje
G60	Nájezd do polohy jedním směrem
G65	Volání makra
G91.1	Kontrola maximální zadání inkrementální hodnoty
G92	Nastavení pro souřadný systém obrobku, nebo omezení maximální, rychlosti vřetena
G92.1	Předvolba souřadného systému obrobku
Skupina 01	Modálně účinné povely pro pohyby
G0	Rychloposuv
G1	Pracovní posuv po přímce (lineární interpolace) - standardní nastavení
G2	Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček
G3	Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček
G33	Závitování
Skupina 02	
G17	Volba roviny X-Y
G18	Volba roviny Z-X

G19	Volba roviny Y-Z
Skupina 03	Zapisování do paměti
G90	Absolutní programování
G91	Inkrementální programování
Skupina 04	
G22	Zapnout funkci kontroly uloženého zdvihu
G23	Vypnout funkci kontroly uloženého zdvihu
Skupina 05	
G93	Inverzní časový posuv
G94	Posuv za minutu
G95	Posuv na otáčku
Skupina 06	Volba úrovně
G20	Vsup v palcích
G21	Vstup v mm
Skupina 07	Korektura poloměru nástroje
G40	Vypnout kompenzaci poloměru nástroje
G41	Zapnout kompenzaci poloměru nástroje zleva
G42	Zapnout kompenzaci poloměru nástroje zprava
Skupina 08	Korekce na délku nástroje
G43	Korekce na délku nástroje +
G44	Korekce na délku nástroje -
Skupina 09	Funkce cyklů
G73	Cyklus přerušovaného vrtání
G74	Cyklus řezání levostranného závitu
G76	Cyklus jemného vyvrtávání

G80	Zrušení pevného cyklu
G81	Cyklus vrtání a zahlubování
G82	Cyklus vrtání a zahlubování
G83	Cyklus přerušovaného vrtání
G84	Cyklus závitování závitníkem
G85	Cyklus vyvrtávání
G86	Cyklus vyvrtávání
G87	Cyklus zpětného vyvrtávání
G88	Cyklus vyvrtávání
G89	Cyklus vyvrtávání
Skupina 11	
G50	Zrušení změny měřítka
G51	Změna měřítka
Skupina 12	
G66	Modální volání makra
G67	Zrušení modálního volání makra
Skupina 13	
G96	Řízení na konstantní obvodovou rychlost
G97	Zrušení řízení na konstantní obvodovou rychlost
Skupina 14	
G54	Volba souřadného systému obrobku 1
G54.1	Volba přídatného souřadného systému obrobku
G55	Volba souřadného systému obrobku 2
G56	Volba souřadného systému obrobku 3
G57	Volba souřadného systému obrobku 4

G58	Volba souřadného systému obrobku 5
G59	Volba souřadného systému obrobku 6
Skupina 15	
G61	Režim přesného zastavení
G62	Automatický override v rohu
G63	Režim závitování
G64	Režim obrábění
Skupina 17	
G15	Povel zrušení polárních souřadnic
G16	Povel polárních souřadnic
Skupina 19	
G40.1	Režim zrušení normálového směru
G41.1	Řízení v normálovém směru zapnuto zleva
G42.1	Řízení v normálovém směru zapnuto zprava
Skupina 22	
G50.1	Zrušení programovatelného zrcadlení
G51.1	Programovatelné zrcadlení
Skupina 34	
G80.4	Elektronická převodovka zrušení synchronizace
G81.4	Elektronická převodovka spuštění synchronizace

◆ 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 vřetene doprava

zapínání chlazení z pravé a levé strany). Standardně bývají obsazené jen některé funkce. Ostatní může výrobce stroje obsadit. Například Jako spínací funkce k ovládní upínacích prostředků apod. M-funkce je otevřená skupina, ve které se vyvíjí stále nové funkce [6].

Seznam vybraných funkcí [4].

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
M30	Konec hlavního programu s resetem na začátek
M98	Volání podprogramu

◆ 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 Fanuc, vyžaduje psaní tečky ve významové části (např. X10.1 F0.2)

Adresa F – slouží k zadávání rychlosti posuvu. Většinou používané jednotky jsou posuv z 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 povelom M6. (např. T5 M6 zasune nástroj do otočného bubnu s nástroji 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 Fanucu není nutné psát písmeno N ani číslo.

Seznam vybraných cyklů je velmi rozsáhlý (do G1000 až G1671) a neustále se rozšiřují), zpravidla je jich několik seřazených za sebou a jsou složeny s parametrů. Pro programování v NC Guide není nutná jejich znalost. (pouze uživatelská – umět vyplnit správně parametry) [3].

Obrábění díry (s rotujícím nástrojem)			
Typ bloku obrábění	Frézování	Soustružení	
	G1000	G1110	Navrtávání
	G1001	G1111	Vrtání
	G1002	G1112	Řezání závitu závitníkem
	G1003	G1113	Vystružování
	G1004	G1114	Vyvtávání
	G1005	-	Jemné vyvtávání
Blok polohy díry (rovina XY)	G1006	-	Zpětné vyvtávání
	G1210	Nahodilé body	
	G1211	Body na přímce (stejná rozteč)	
	G1212	Body na přímce (různá rozteč)	
	G1213	Síť bodů	
	G1214	Body pravoúhelníku	
	G1215	Body kružnice	
	G1216	Body na oblouku (stejná rozteč)	
Zadání bloku polohy díry)	G1217	Body na oblouku (různá rozteč)	
	G1310	Nahodilé body	
	G1311	Body na přímce (stejná rozteč)	
	G1312	Body na přímce (různá rozteč)	
	G1313	Síť bodů	
	G1314	Body pravoúhelníku	
	G1315	Body kružnice	
	G1316	Body na oblouku (stejná rozteč)	
Blok polohy díry (rovina XC, zadní čelo)	G1317	Body na oblouku (různá rozteč)	
	G1572	Body kružnice	
Blok polohy díry (rovina ZC, válcový povrch)	G1573	Nahodilé body	
	G1672	Body kružnice	
	G1673	Nahodilé body	

Tvarové obrábění		
Typ bloku obrábění	G1060	Vnější hrubování
	G1061	Vnější dokončování dna
	G1062	Vnější dokončování boku
	G1063	Vnější srážení
	G1064	Vnitřní hrubování
	G1065	Vnitřní dokončování dna
	G1066	Vnitřní dokončování boku
	G1067	Vnitřní srážení
	G1068	Dílčí hrubování
	G1069	Dílčí dokončování dna
	G1070	Dílčí dokončování boku
	G1071	Dílčí srážení
Blok pevného tvaru (Rovina XY)	G1220	Pravoúhelník
	G1221	Kružnice
	G1222	Dráha
Blok volného tvaru (Rovina XY)	G1200	Počáteční bod
	G1201	Přímka
	G1202	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1203	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1204	Sražení rohu
	G1205	Zaoblení rohu
Blok pevného tvaru (Rovina YZ)	G1320	Pravoúhelník
	G1321	Kružnice
	G1322	Dráha
Blok volného tvaru (Rovina YZ)	G1300	Počáteční bod
	G1301	Přímka
	G1302	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1303	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1304	Sražení rohu
	G1305	Zaoblení rohu
Blok pevného tvaru (rovina XC, zadní čelo)	G1520	Pravoúhelník
	G1521	Kružnice
	G1522	Dráha
Blok volného tvaru (rovina XC, zadní čelo)	G1500	Počáteční bod
	G1501	Přímka
	G1502	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1503	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1504	Sražení rohu
	G1505	Zaoblení rohu
Blok volného tvaru (rovina ZC, válcový povrch)	G1600	Počáteční bod
	G1601	Přímka
	G1602	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1603	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1604	Sražení rohu
	G1605	Zaoblení rohu
G1606	Konec	

Frézování kapsy		
Typ bloku obrábění	G1040	Hrubování
	G1041	Dokončování dna
	G1042	Dokončování boku
	G1043	Sražení rohu
Blok pevného tvaru (Rovina XY)	G1220	Pravoúhelník
	G1221	Kružnice
	G1222	Dráha
Blok volného tvaru (Rovina XY)	G1200	Počáteční bod
	G1201	Přímka
	G1202	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1203	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1204	Sražení rohu
	G1205	Zaoblení rohu
	G1206	Konec
Blok pevného tvaru (Rovina YZ)	G1320	Pravoúhelník
	G1321	Kružnice
	G1322	Dráha
Blok volného tvaru (Rovina YZ)	G1300	Počáteční bod
	G1301	Přímka
	G1302	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1303	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1304	Sražení rohu
	G1305	Zaoblení rohu
	G1306	Konec
Blok pevného tvaru (rovina XC, zadní čelo)	G1520	Pravoúhelník
	G1521	Kružnice
	G1522	Dráha
Blok volného tvaru (rovina XC, zadní čelo)	G1500	Počáteční bod
	G1501	Přímka
	G1502	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1503	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1504	Sražení rohu
	G1505	Zaoblení rohu
	G1506	Konec
Blok volného tvaru (rovina ZC, válcový povrch)	G1600	Počáteční bod
	G1601	Přímka
	G1602	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
	G1603	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
	G1604	Sražení rohu
	G1605	Zaoblení rohu
	G1606	Konec

Drážkování			
	Blok procesu obrábění	G1050	Hrubování
		G1051	Dokončování dna
		G1052	Dokončování boku
		G1053	Sražení rohu
	Blok pevného tvaru (Rovina XY)	G1220	Pravoúhelník
		G1221	Kružnice
		G1222	Dráha
		G1223	Radiální drážka
	Blok volného tvaru (Rovina XY)	G1200	Počáteční bod
		G1201	Přímka
		G1202	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)
		G1203	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)
		G1204	Sražení rohu
		G1205	Zaoblení rohu
	Blok pevného tvaru (Rovina YZ)	G1206	Konec
		G1320	Pravoúhelník
G1321		Kružnice	
G1322		Dráha	
Blok volného tvaru (Rovina YZ)	G1323	Radiální drážka	
	G1300	Počáteční bod	
	G1301	Přímka	
	G1302	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)	
	G1303	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)	
	G1304	Sražení rohu	
Blok pevného tvaru (rovina XC, zadní čelo)	G1305	Zaoblení rohu	
	G1306	Konec	
	G1520	Pravoúhelník	
	G1521	Kružnice	
Blok volného tvaru (rovina XC, zadní čelo)	G1522	Dráha	
	G1523	Radiální drážka	
	G1500	Počáteční bod	
	G1501	Přímka	
	G1502	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)	
	G1503	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)	
Blok volného tvaru (rovina ZC, válcový povrch)	G1504	Sražení rohu	
	G1505	Zaoblení rohu	
	G1506	Konec	
	G1600	Počáteční bod	
	G1601	Přímka	
	G1602	Oblouk (CW - po sm. hod. ruč.)	
	G1603	Oblouk (CCW - proti sm. hod. ruč.)	
	G1604	Sražení rohu	
	G1605	Zaoblení rohu	
	G1606	Konec	

4. Chybová hlášení

Psaním a sestavením programu se dost často dopouštíme různých chyb. Některé chyby se nám nemusí zobrazit jako chybová hlášení a přesto je musíme najít a odstranit protože nám blokují další postup tvorby programu. Většina chybových hlášení se

zobrazí zpravidla při různých operacích prováděných na stroji nebo při spuštění programu v simulátoru. Tyto chyby dělíme do několika kategorií.

V první kategorii jsou chyby běžné, bývají způsobeny obsluhou při manipulaci a pojezdech v ručním provozu na stroji.

Do druhé kategorie zahrnujeme chyby v programování (psaní programu- špatně napsané parametry), které jsou způsobeny programátorem a vyskytují při spuštění na simulátoru nebo v průběhu obrábění na stroji.

Ve třetí kategorii jsou hlavně kolizní chyby na stroji.

4.1 Opravy chyb v průběhu obrábění na stroji

První kategorií chyb jsou nejčastější běžné, kdy obsluha najede na koncový spínač některé z os, nechá otevřené dveře, nemá zapnutý manuální posuv a jiné. Chyby odstraníme příslušným vykonáním úkonu a vymazáním chyby (reset tlačítkem).

Druhou kategorií jsou chyby programové – neznámé číslo nástroje, neznámá korekce, nesprávná kruhová interpolace, nesprávné číslo nástroje a mnoho dalších. Takovéto chyby by se při obrábění měly objevovat jen zcela zřídka. Většinu z nich zjistíme provedením simulace programu. Odstranění provedeme opravou programu a následným vymazáním chybového hlášení. Po té lze stroj spustit a to zpravidla od předešlé věty.

Třetí kategorií jsou chyby kolizní, které mohou poškodit stroj. Nabourání, elektrické přetížení, nedokončení výměny nástroje, přetížení tepelné. Bývají způsobeny špatně zvolenou technologií (nedostatečná praxe v programování) -volba nástroje, posuvu, rychloposuvu nebo z jiných důvodů pneumatika, hydraulika, elektrické obvody, pomocné obvody. U chyb tohoto charakteru většinou voláme příslušný servis, protože nejsme schopni je sami odstranit.

4.2 Opravy chyb a hlášení v průběhu psaní programu na simulátoru

Při sestavování programu a následném spuštění na simulátoru se často vyskytují chyby různého charakteru. Odstranění provádíme opravou v programu, vymazáním chyb a opětovným spuštěním simulace. Zcela dokončený program připravený k přenosu do stroje spouštíme simulací, až se chyby nevykazují.

4.3 Příklady chybových hlášení

System Fanuc má velmi dobře propracovaná chybová hlášení „alarmy“. Jsou rozděleny do 13 skupin v prvních třech skupinách, je 5000 chybových hlášení a jsou nejobvyklejšími chybami (stavba věty, programu, kruhová interpolace, korekce nástroje, apod.). Ostatní zahrnují přibližně 10000 chybových hlášení. V návodu k obsluze jsou uvedeny i s návodem pro odstranění pro názornost je uvedena část ze seznamu z prvních tří skupin [3].

Alarm	Popis	
3003	Příčina	Neexistuje žádná oblast k obrábění. Pro zadanou obráběnou oblast je nástroj příliš velký.
	Akce	Upravte program obrábění pro užití menšího nástroje.
3004	Příčina	Počet řezů překročil daný limit.
	Akce	Upravte program obrábění tak, aby se počet řezů snížil, například rozdělením obráběného profilu.
3005	Příčina	Počáteční bod obrábění je neplatný.
	Akce	Upravte počáteční bod obrábění na normální, nebo upravte program obrábění pro automatické určení bodu.
3006	Příčina	Obráběná oblast je neplatná.
	Akce	Upravte program obrábění zadáním správné oblasti obrábění, např. tvaru součásti a tvaru polotovaru v obráběném profilu.
3007	Příčina	Řezné podmínky jsou neplatné.
	Akce	Upravte program obrábění zadáním normálních řezných podmínek, např. rychlosti posuvu.
3008	Příčina	Při zadaných podmínkách je dokončování nemožné.
	Akce	Ověřte program dokončování.
3009	Příčina	Nastalo porušení obrysu. Například dráha nástroje koliduje s protilehlou obráběnou oblastí.
	Akce	Poloměr řezného nástroje může být např. příliš velký pro obráběnou oblast. Upravte program obrábění.
3010	Příčina	Nebyl nalezen cyklus obrábění. Nebyl nalezen blok typu obrábění; je zadán pouze blok tvaru.
	Akce	Upravte program obrábění např. doplnění potřebného bloku typu obrábění.
3011	Příčina	Nebyl nalezen cyklus obrábění. Je zadán nedostupný cyklus obrábění.
	Akce	Je třeba doplnit potřebné volby. Spojte se s výrobcem obráběcího stroje.
3012	Příčina	G kód nelze vzájemně kombinovat. Pro zadaný blok typu obrábění není k dispozici blok tvaru.
	Akce	Upravte program obrábění zadáním správné kombinace bloku typu obrábění a bloku tvaru.
3013	Příčina	Volný tvar je neplatný.
	Akce	Upravte program obrábění zadáním správného volného tvaru.
3014	Příčina	Data tvaru jsou neplatná.
	Akce	Upravte program obrábění zadáním správných dat tvaru.
3015	Příčina	Nelze správně přečíst korekci nástroje.
	Akce	Zřejmě nejsou nastaveny potřebné volby, např. počet sad korekcí. Upravte program obrábění např. změnou čísla korekce za použitelnou.
3016	Příčina	S povelům obrábění v cyklu nebo s jiným 4 místným G kódem nebyly zadány potřebné argumenty.
	Akce	Upravte program obrábění např. doplněním nutných argumentů.

5 Řídicí systém Fanuc-Guide i

5.1 Seznámení se systémem

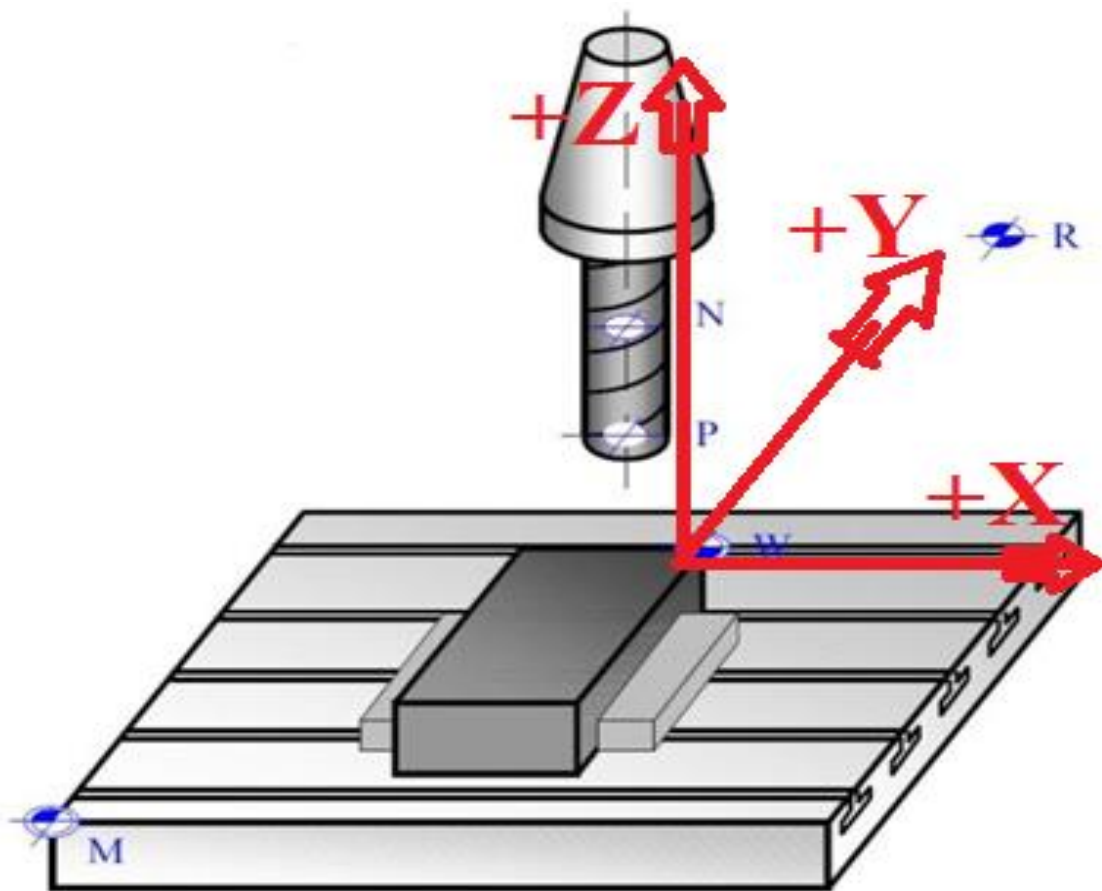
Popis tohoto systému je obsažen v manuálu od fa.fanuc [4] a v uživatelské příručce [3]. Současná verze systému Fanuc- Guide i je postavena tak, že je zde možnost tvorby programů všemi metodami (viz. kapitola2). Všechny systémy se vyvíjí tak i systém tento systém se neustále zdokonalován proto některé údaje vázané na určitou verzi se mohou lišit od novějších verzí. V následujících kapitolách je postupně rozebírána struktura systému.

5.2 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 je pevně stanovený výrobcem - 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 hodnot souřadnic v programu součásti. Jeho polohu volí programátor. K tomuto bodu se váží všechny programované souřadnice 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].

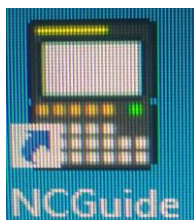
Uspořádání vztažných bodů je zobrazeno na (Obr. 9).



Obr. 9

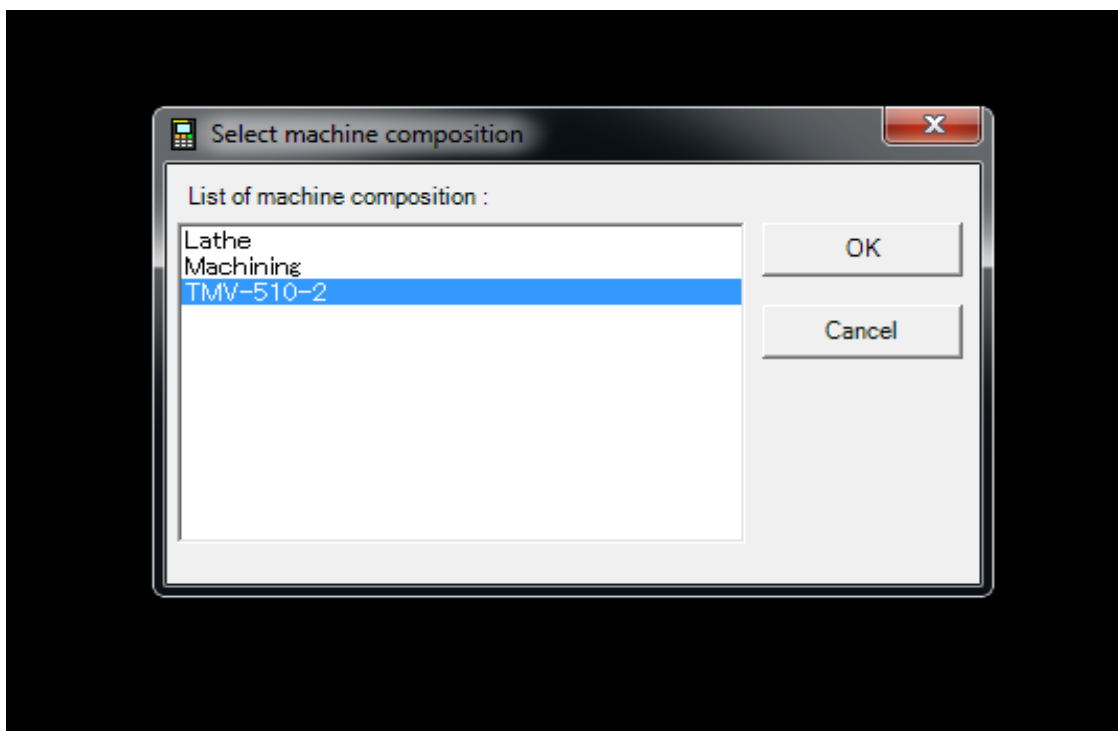
5.3 Spuštění programování v NC Guide i

Na ploše monitoru klikneme 2x na černožlutou ikonu s názvem "NC Guide i" (Obr. 10).



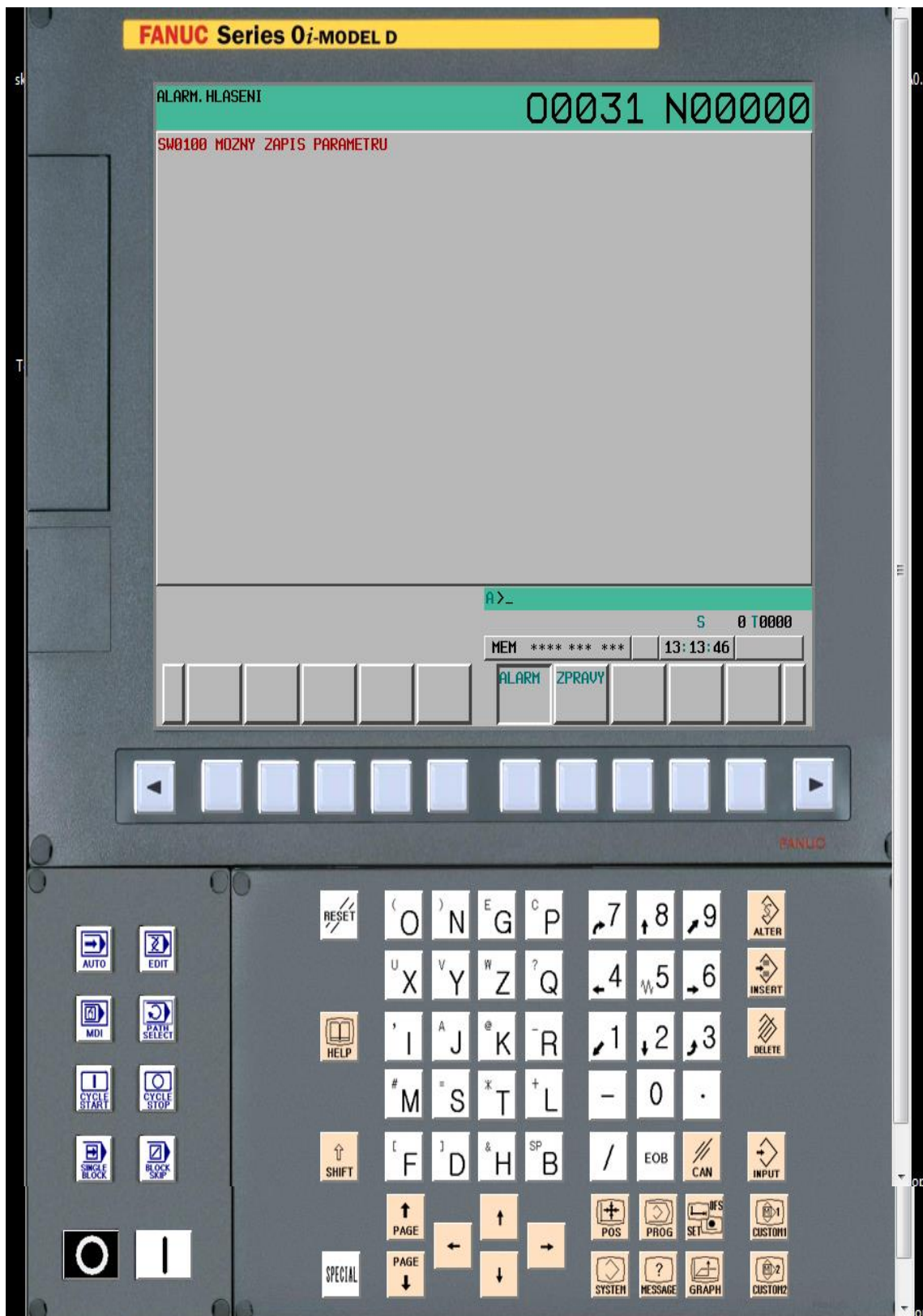
Obr.10

Zobrazí se tabulka s nabídkou volby strojů (Obr. 11)



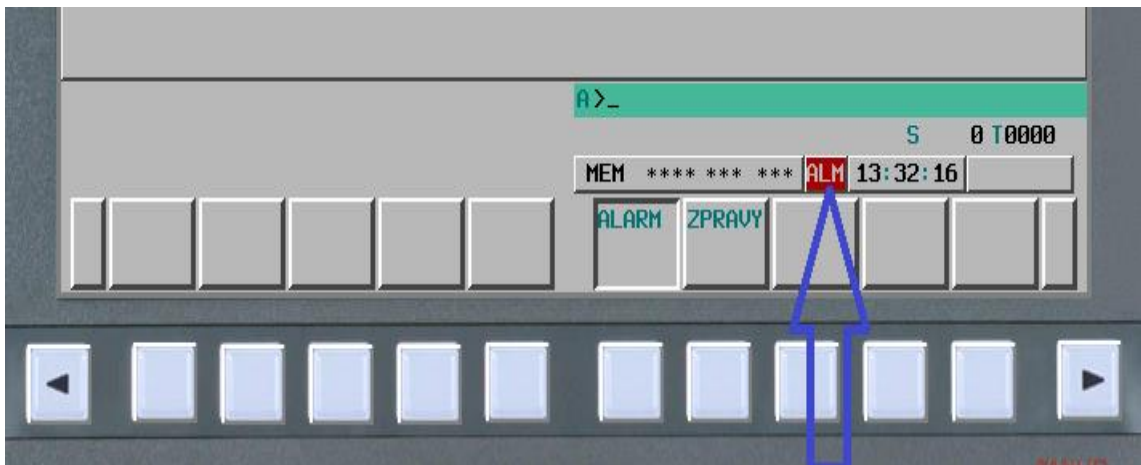
Obr. 11

V tabulce vybereme stroj TMV-510 (to je název našeho obráběcího centra) najedeme kursorem na příslušnou řádku a klikneme vpravo nahoře a "OK". Po chvílce se zobrazí obslužný panel s displejem a ovládacími tlačítky. Stejně jako na stroji s jednotlivými tlačítky a jejich funkcemi se budeme postupně seznamovat (Obr. 12).



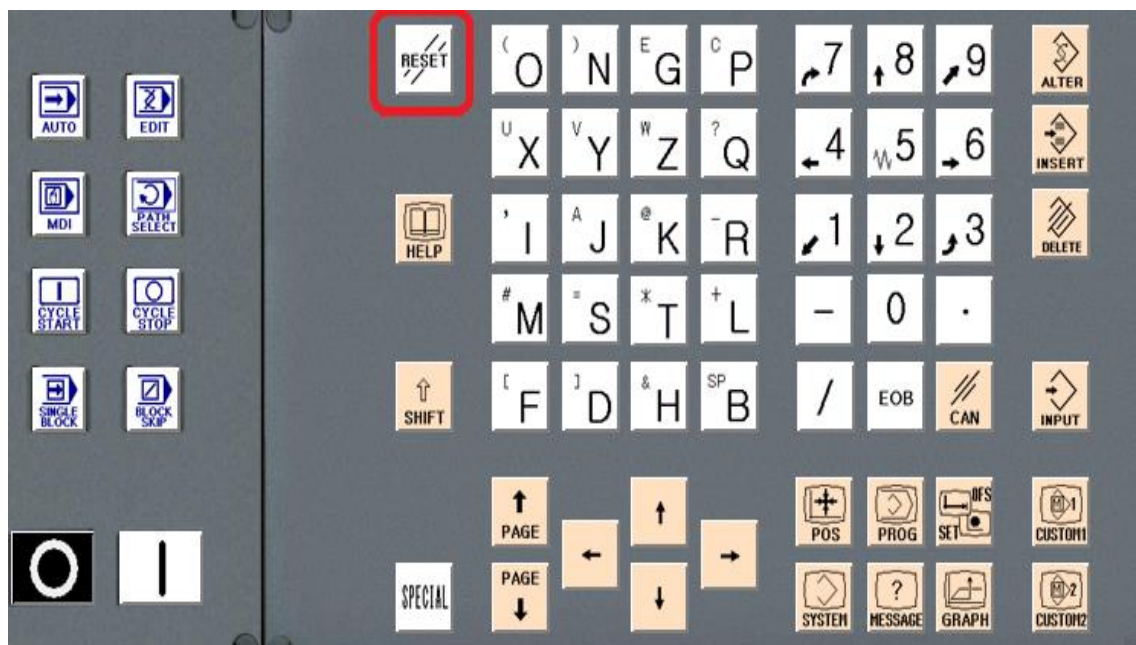
Obr. 12

V dolní části obrazovky může problikávat alarmové hlášení (Obr. 13).



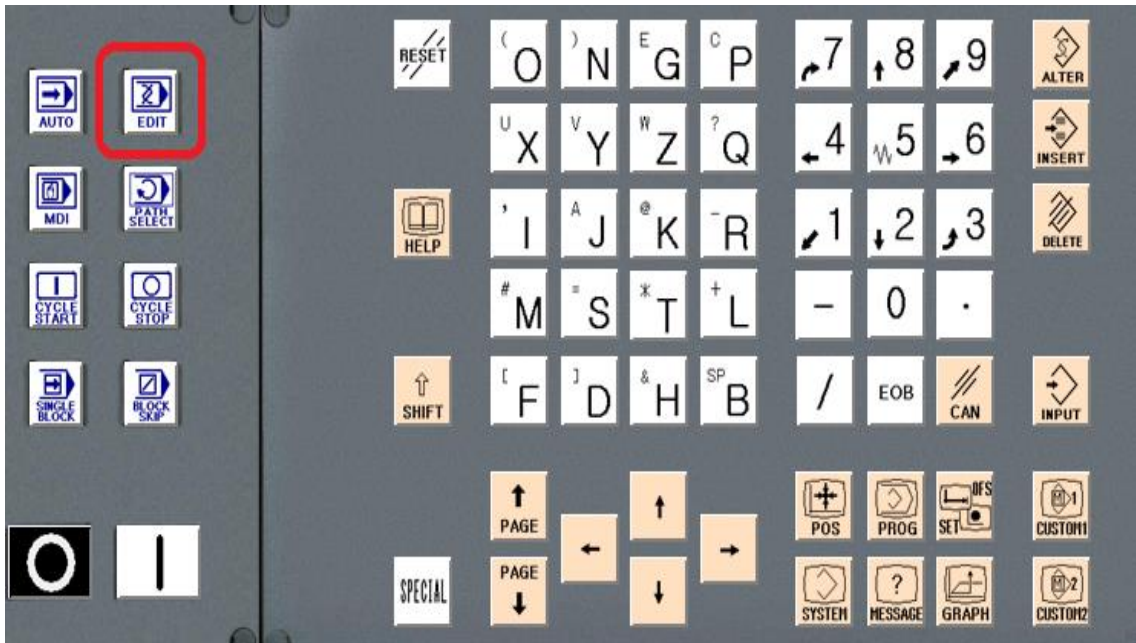
Obr. 13

Toto hlášení zrušíme kliknutím na tlačítko "RESET" (Obr. 14).



Obr. 14

Nejprve se seznámíme s tlačítkem "EDIT" (Obr. 15).



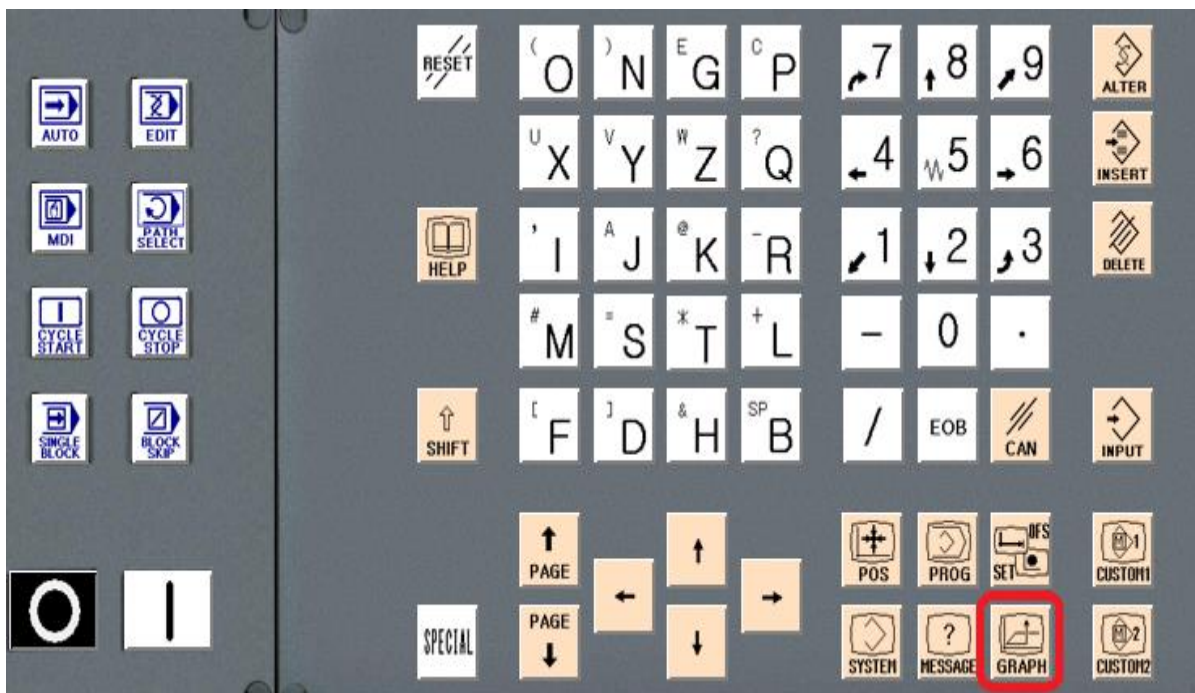
Obr. 15

Klikneme myší na tlačítko „EDIT"(obr. 16). Pod displejem se místo MEM zobrazí EDIT
 Poznámka : (MEM se automaticky spustí po zapnutí NC Guide i, je to symbol pro tlačítko AUTO).



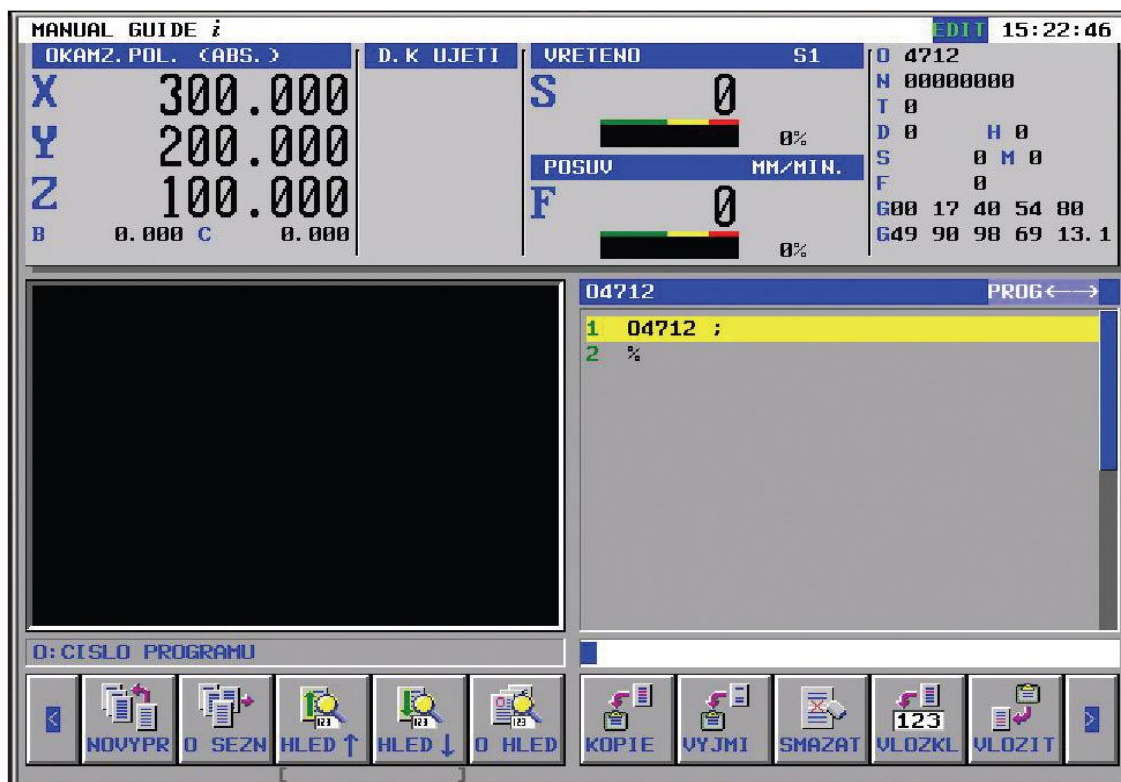
Obr. 16

Klikneme na tlačítko „GRAPH" (Obr. 17)



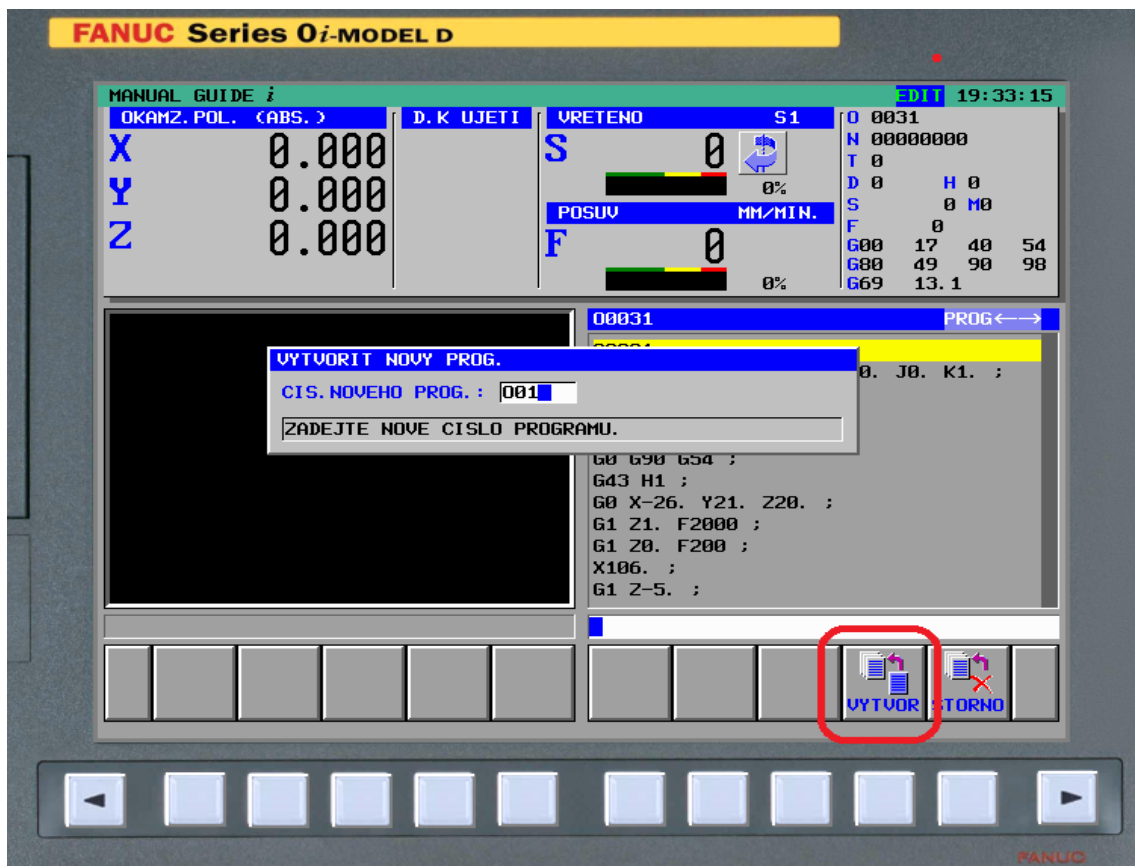
Obr. 17

Klikneme na tlačítko "CUSTOM2" vpravo od tlačítka "GRAPH" (Obr. 18). Na displeji se ve spodní části zobrazí se obrazovka s lištou ovládacích softwarových tlačítek.



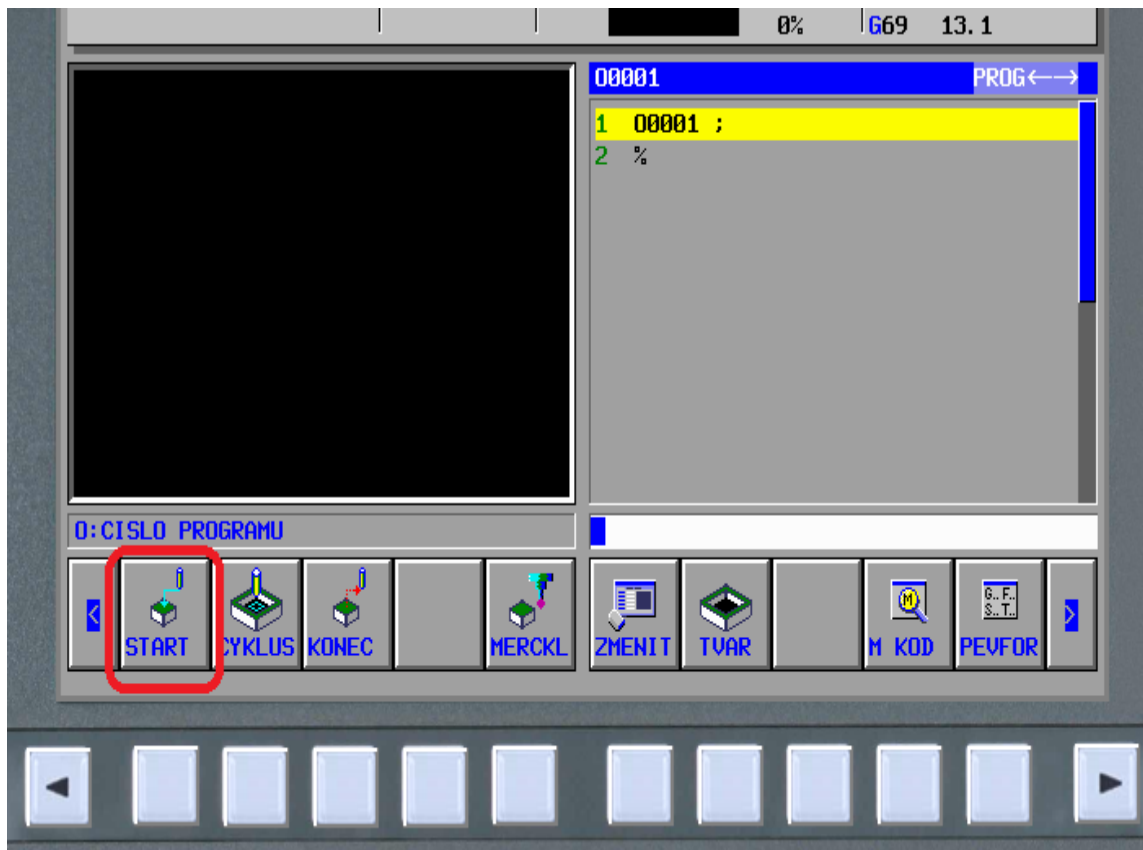
Obr. 18

Zde, protože budeme vytvářet nový program, klikneme na "NOVYPR". Na obrazovce se zobrazí tabulka s bílým okénkem a svítícím kurzorem pro vyplnění nového názvu programu. Napíšeme velké písmeno Ó "O" a číslo programu například "0001" (takto O0001). Na liště klikneme myší na ikonu nebo pod tlačítkem "VYTVOR" tím jsme vytvořili název nového programu (obr. 19).



Obr. 19

Na displeji v pravém okně nahoře bude první řádek s názvem vytvořeného programu. Na konci řádku bude středník se žlutě prosvíceným kurzorem. Ve spodním řádku bude znak procent (Obr. 20).



Obr. 20

5.4 Tvorba programu

V MANUAL GUIDE *i* se program vytváří následujícím postupem.

1. Definování polotovaru (pouze v případě, že je vyžadována simulace programu).
2. Odjezd do polohy pro výměnu nástroje.
3. Volba nástroje.
4. Vložení požadovaných modálních G, M, S, F funkcí (např. zapnutí vřetena, otáčky, chladicí kapalina, posuv).
5. Nájezd do počátečního bodu cyklu.
6. Cyklus: Řezné podmínky (frézování kapsy, vrtání, frézování drážky).
7. Cyklus: Informace o tvaru – kontuře (za cyklem může být naprogramováno několik tvarů např. tvary pro vrtání).
8. Pohyb do definovaného bodu odjezdu.
9. Opakování kroků 2 až 8 k doplnění dalších operací obrábění.
10. Konec programu, zadání požadovaných M a G funkcí.

Zvláštní pozornost je nutno věnovat správnému nájezdu do počátečního bodu cyklu a návratu do definovaného bodu odjezdu. Program má zpravidla tento sled úkonů (Obr. 21).

start cyklus konec



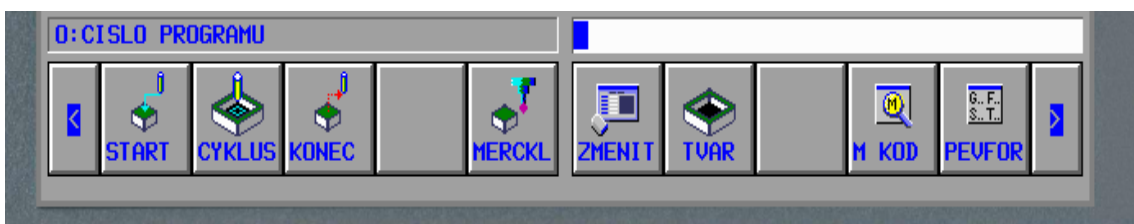
Obr. 21

Dále budeme pokračovat zmáčknutím 1x šipky vlevo nebo vpravo. Pokud budeme vícekrát klikat na šipku, zobrazí se další lišty s nabídkami, celkem jsou zde 4 úrovně.
1. úroveň (Obr. 22)



Obr. 22

2. úroveň (Obr. 23)



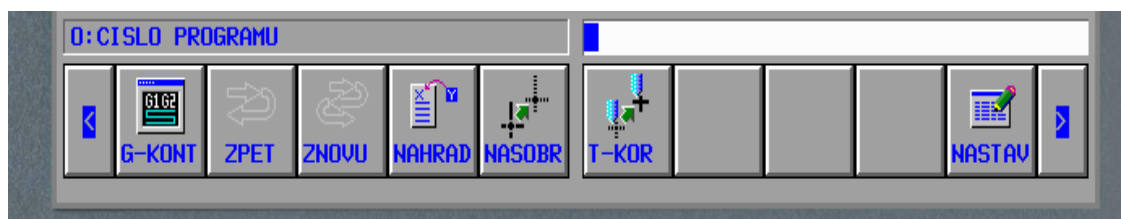
Obr. 23

3. úroveň (Obr. 24)



Obr. 24

4 úroveň (Obr. 25)

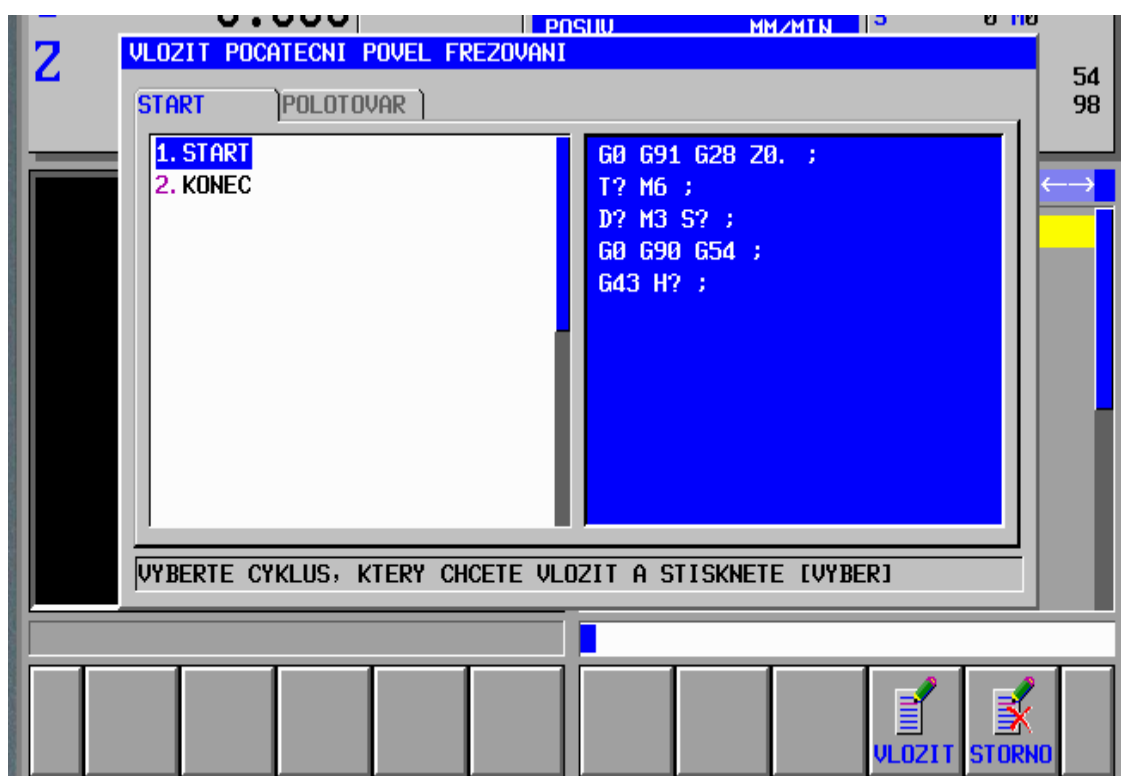


Obr. 25

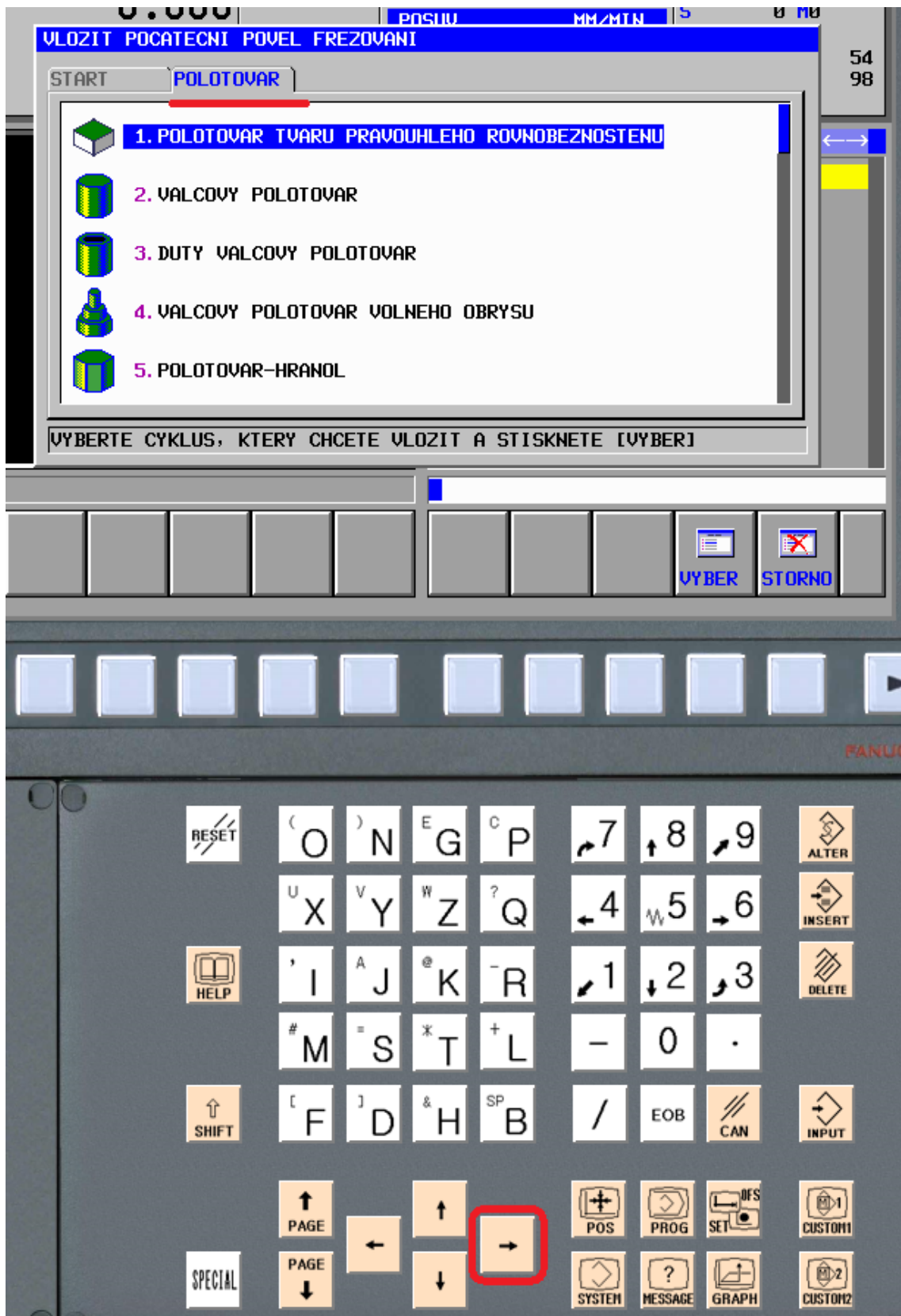
Dalším zmáčknutím se vrátíme zpět na 1 úroveň

5.5 Volba polotovaru a nulového bodu

Nyní budeme pokračovat a na liště 2 úrovně vybereme a klikneme na tlačítko "START" zobrazí se tabulka. V horní části je možno pomocí šipek na klávesnici vybírat z nabídky start a polotovaru (Obr. 26).



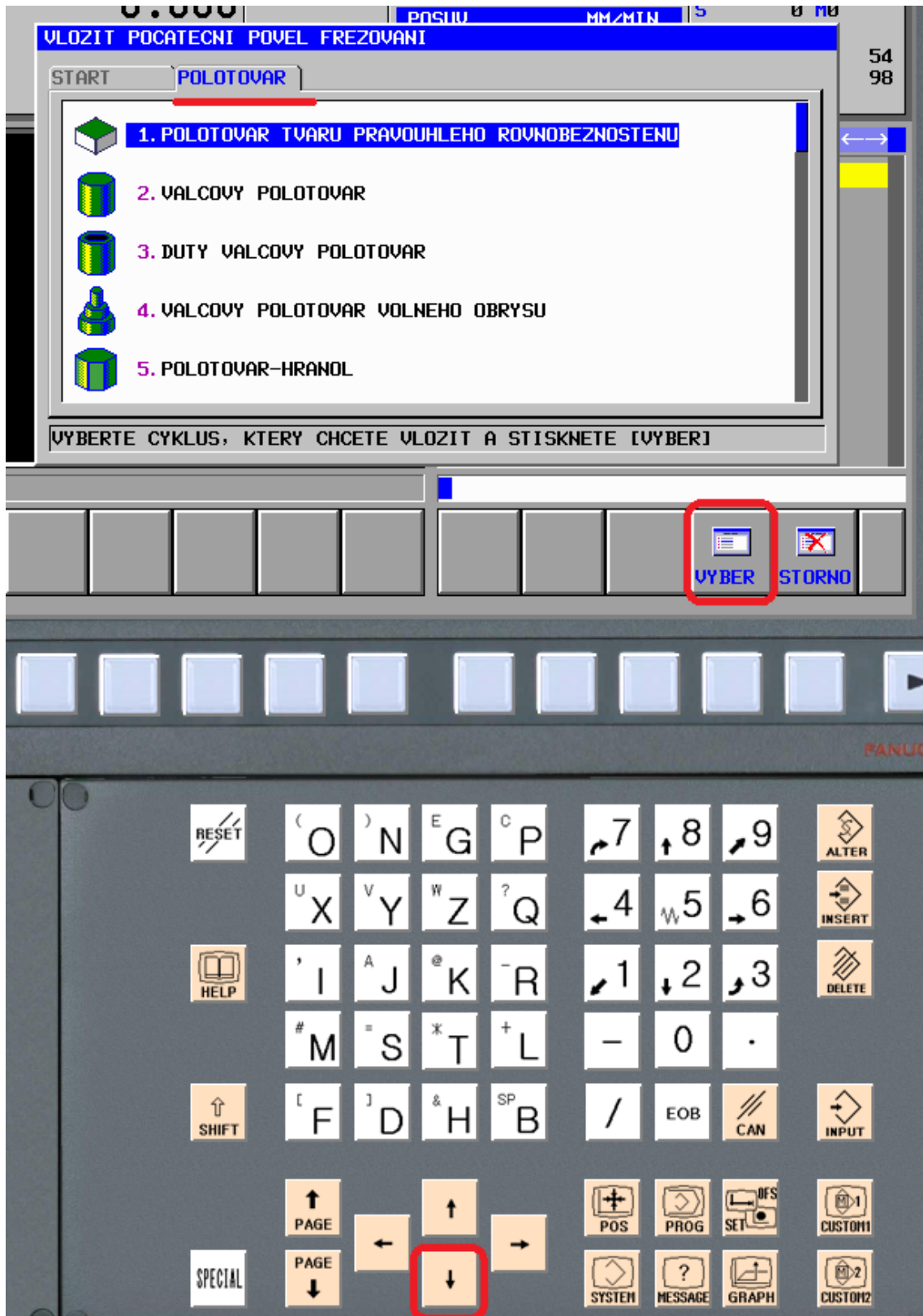
Obr. 26



Obr. 27

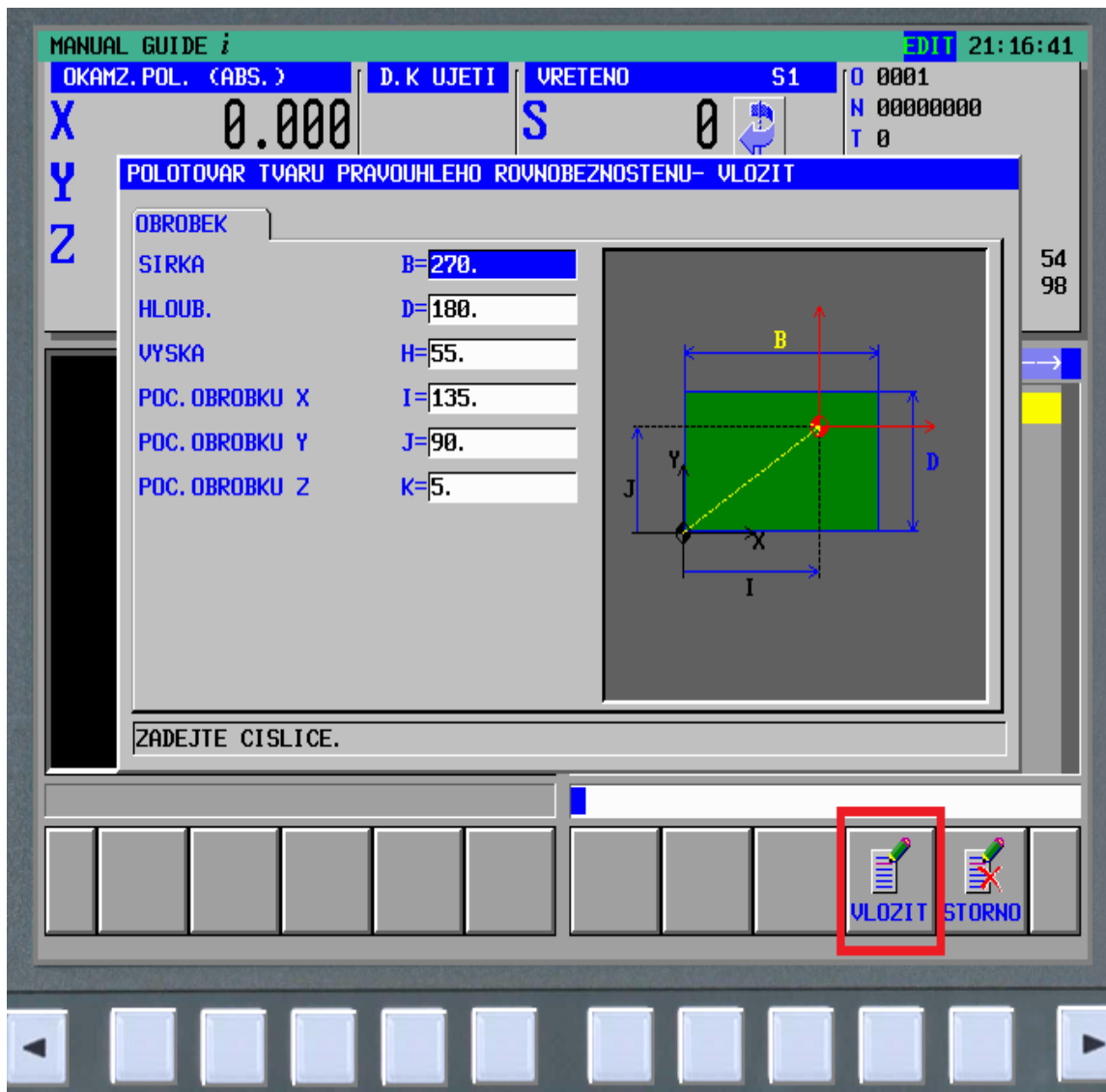
Šipkou doprava vybereme polotovar, až zmodrá jako na (Obr. 27). Podle vyráběného dílce (výkresu) zvolíme vhodný polotovar šipkou dolů.

(zde rovnoběžnostěn – např. kvádr). Dále klikneme na „VYBER“ (Obr. 28)



Obr. 28

Zobrazí se tabulka s obrázkem polotovaru (Obr. 29)



Obr. 29

Volíme jednotlivé rozměry polotovaru a nulového bodu vyplněním tabulky, kde jsou přiřazeny k osám písmena parametrů takto:

XBI

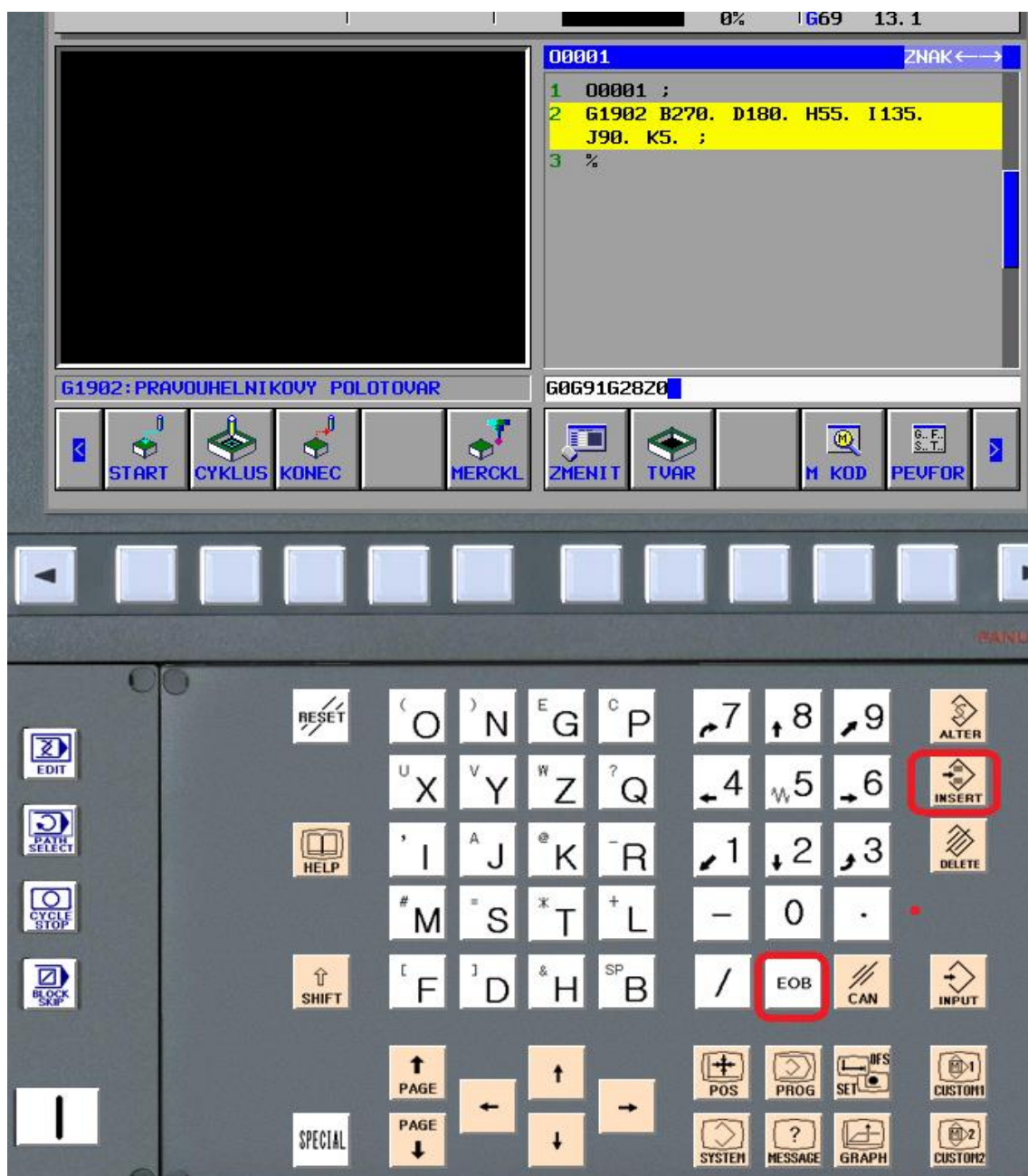
Y.....D.....J

Z.....H.....K

Napišeme hodnotu a zmáčkneme na numerické klávesnici enter. Cursor nám přeskočí o řádek níž. Vyplníme další hodnotu a takto postupně až vyplníme celou tabulku. Nakonec na liště klikneme na „VLOZIT“. Poznámka:

Pokud musíme opravovat, zmáčkneme na PC klávesnici delete a přepíšeme hodnoty. Takto je možné i vymazat větu (celý řádek nebo dva v programu pokud jsou označeny žlutě jako na obr. 30). Po vyplnění parametrů se nám vygeneruje v programu věta.

G1902 B270. D180. H55. I135. J90. K5;



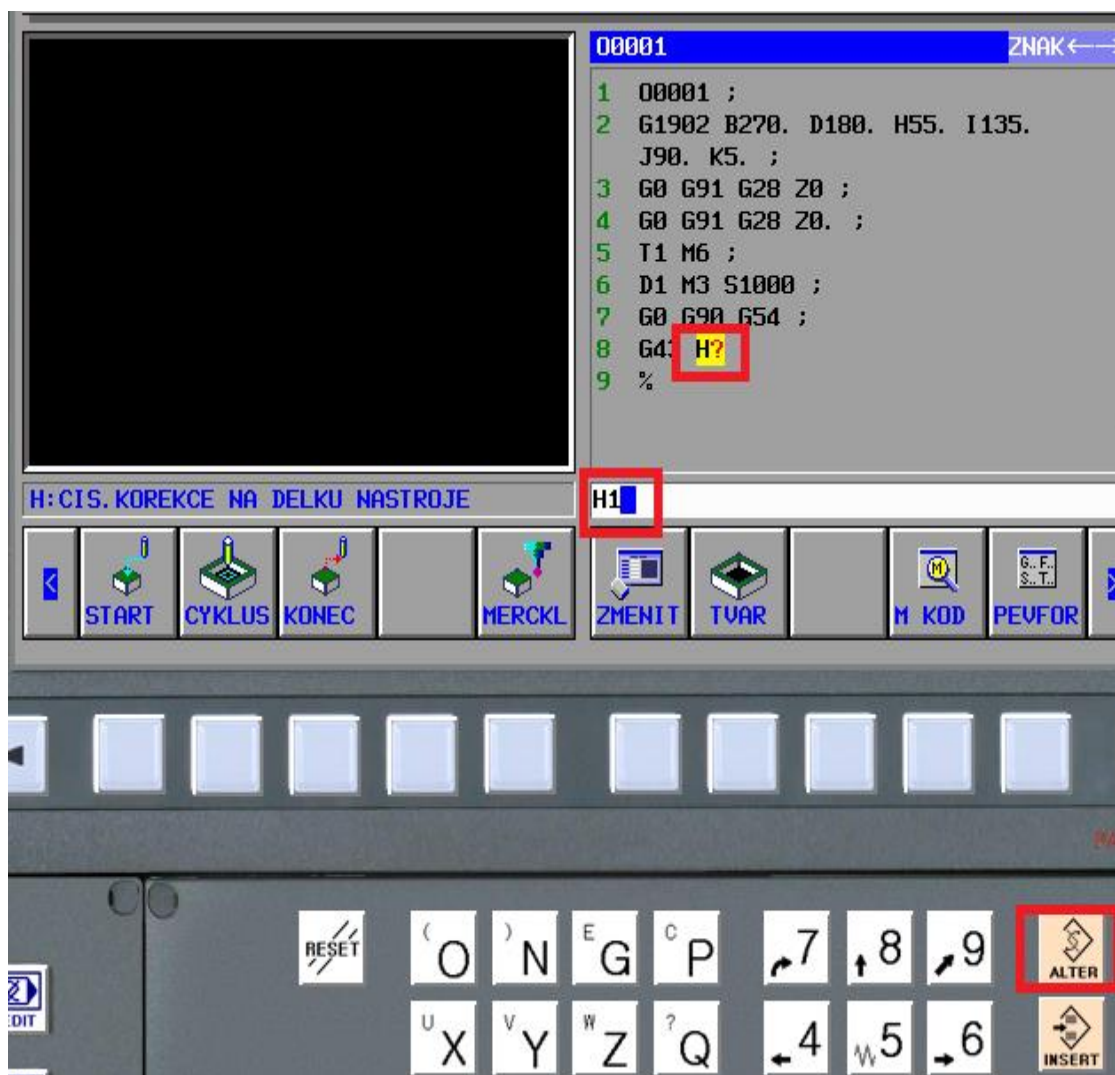
Obr. 30

Nyní napíšeme na PC klávesnici první větu programu bez mezer dle vzoru níže.

G0G91G28Z0

Za tuto větu musíme napsat středník ";" nebo kliknout na "EOB" a "INPUT". POZOR! Bez tlačítka "EOB" je řádek neukončen. Další věta pak bude ve stejném řádku.

Bez tlačítka "INPUT" je vše napsané neuloženo. Opakujeme až, se nám to povede správně. Přepisování v programu (Obr. 31).



Obr. 31

Potřebujeme-li v programu něco přepsat například H?, přepsat na H1. Najedeme do programu pomocí šipek PC klávesnice, až nám kurzor žlutě problikává v programu. Napíšeme na PC klávesnici, H1 a klikneme na „ALTER“.

5.6 Volba nástroje

Povely pro nástroje s adresou „T“ se programují s číslem. Toto číslo odpovídá buď přímo nástroji, nebo pozici v zásobníku nástrojů. Jednotlivé podrobnosti o kódování typu nástroje jsou uvedeny v návodu k obsluze příslušného stroje. V tomto případě na příklad: povel „T17“ připraví nástroj číslo 17 k výměně a v režimu „AUTO“ jej umístí

do pracovního vřetena povelom „M6“. Paměť nástrojů se otevírá stisknutím softwarového tlačítka „T-KOR“ (Obr. 32)



Obr. 32

Zvolíme typ nástroje z nabídky (Obr. 33, 34, 35)



Obr. 33

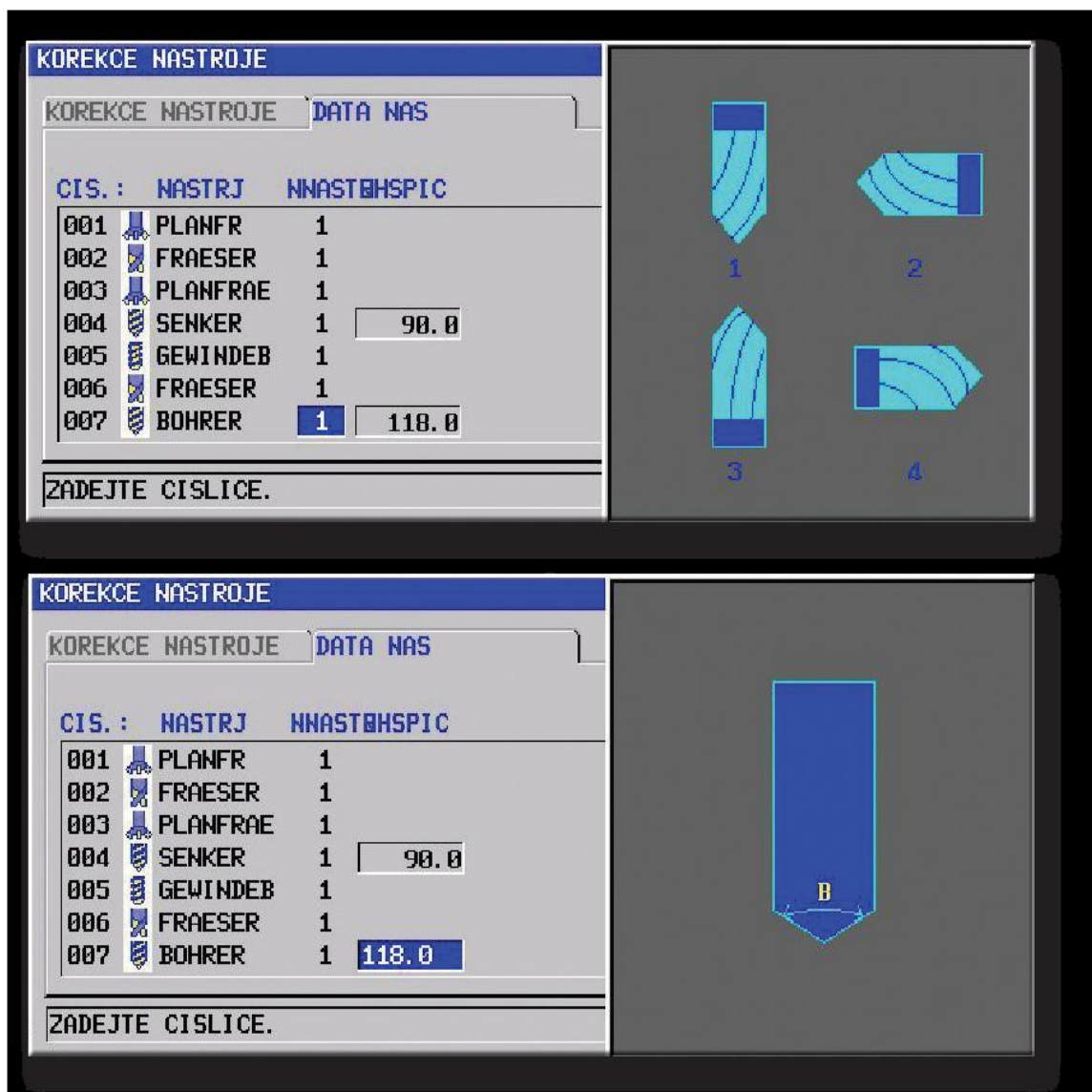


Obr. 34



Obr. 35

Zobrazí se tabulka kde je specifikace nástroje typ, břit, úhel apod. Vyplnit a šipkou přesunout do příslušné kolonky, přepnout do korekcí nástroje (Obr. 36).



Obr. 36

Zobrazí se tabulka (Obr. 37), kde se počínaje prvním sloupcem zleva vyplní délka nástroje, opotřebení, poloměr a potvrdí Enter.vyplnit lze pouze prosvícené okénko po vyplnění zmáčkneme šipku vpravo. Tímto způsobem vyplníme celý řádek příslušného nástroje. Pozor! Nezapomínat na přepnutí u dat nástroje a zvolit správně břit zpravidla 1. Zmáčkneme šipku dolu a vyplníme další nástroj. Takto postupujeme, až vyplníme všechny používané nástroje.

KOREKCE NASTROJE				
DATA NAS				
CIS. :	KOR. NA GEOMETRIE	DELKU NASTR. OPOTREBENI	KOREKCE GEOMETRIE	REZ. NASTR. OPOTREBENI
001	121.300	0.000	31.500	0.000
002	90.500	0.000	12.500	0.000
003	162.400	0.000	50.000	0.000
004	88.600	0.000	12.500	0.000
005	97.400	0.000	6.000	0.000
006	112.800	0.000	5.000	0.000
007	98.500	0.000	9.000	0.000

Obr. 37

Píšeme na PC klávesnici větu pro volání a výměnu nástroje (bez mezer dle vzoru níže) *T1M6*; a klikneme na "INSERT".

Poznámka: Do závorek za příkazy můžeme psát poznámky pro přehlednost programu

Příklad: *T1M6 (FREZA DRAZKOVACI PR 8)*;

Dále píšeme řezné podmínky a ostatní parametry.

G0G90G54G43X5Y10Z20H1D1S1500M3M8;

H1 – délková korekce nástroje

D1 – průměrová korekce nástroje

X, Y, Z - hodnoty pro najetí před počátek cyklu

G43 – délková korekce (programuje se společně s H)

Příklad napsaného programu do této doby.

O0001;

G0G91G28Z0 ;

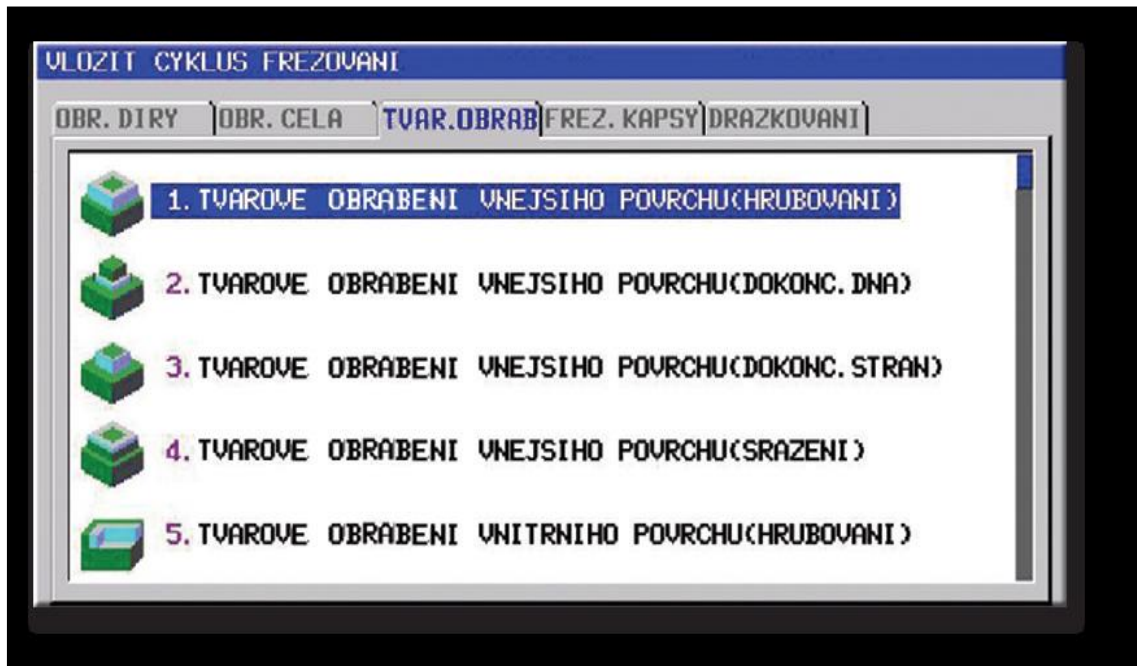
G1902B270.D180.H55.I135.J90.K.5;

T1M6 ;

G0G90G54G43X5Y10Z20H1D1S1500M3M8;

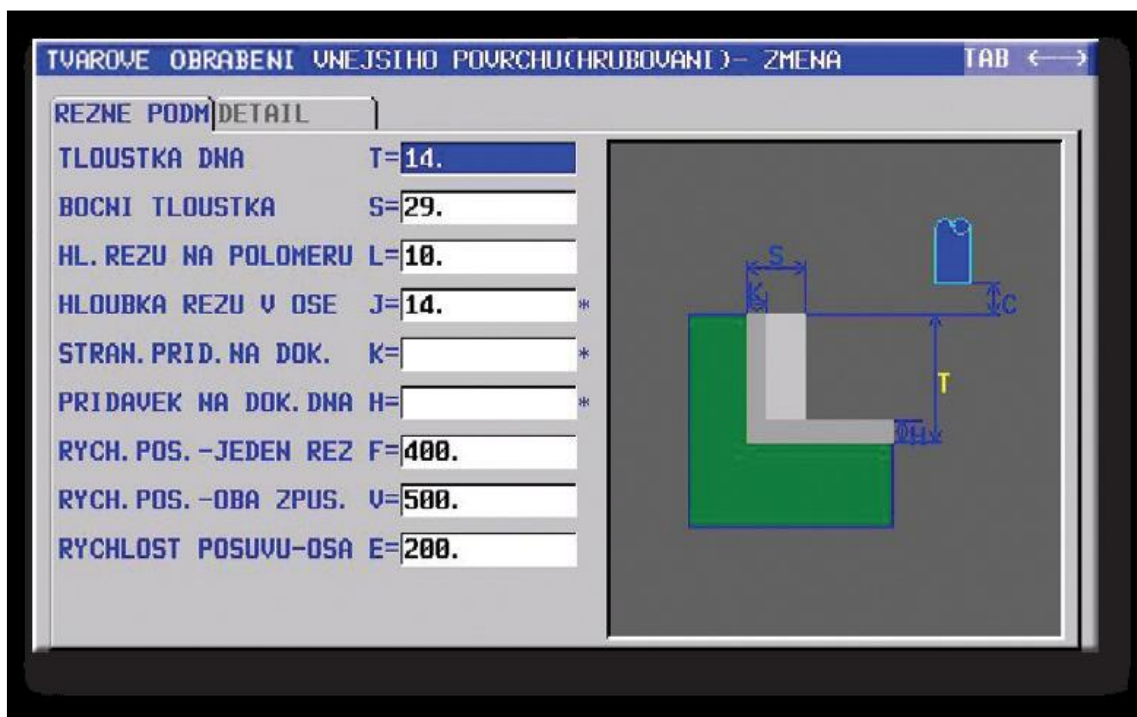
5.7 Způsob obrábění

Zvolíme šipkou druhou lištu a klikneme na "CYKLUS". Zvolíme druh obrábění frézování vrtání apod. (Obr. 38).



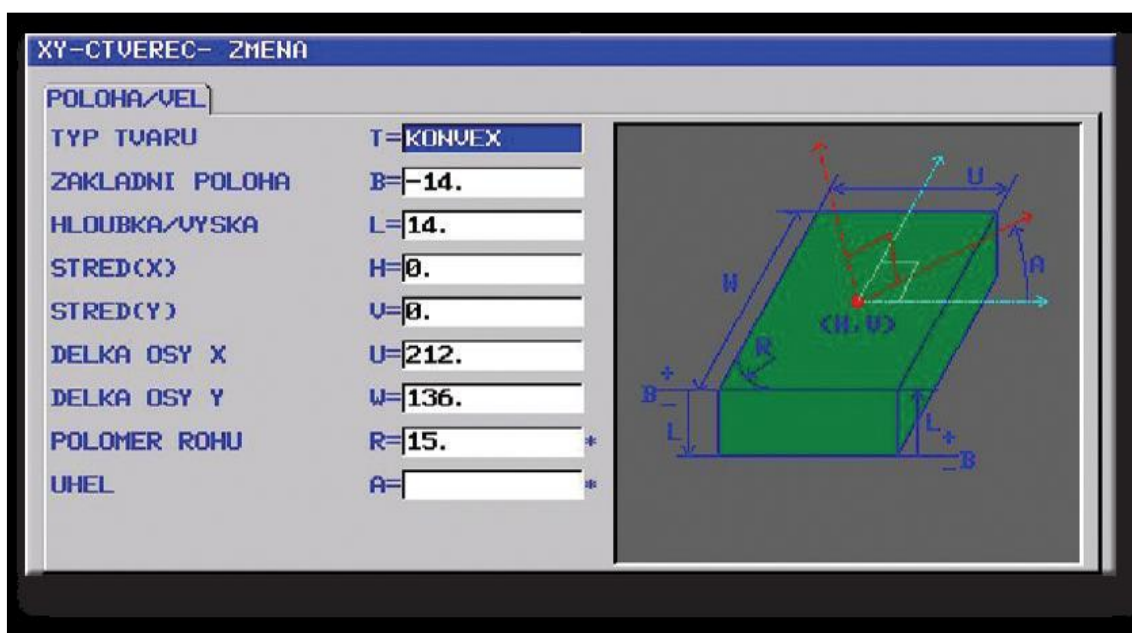
Obr. 38

Vyplníme tabulku s řeznými podmínkami (Obr. 39)



Obr. 39

Vyplníme tabulku geometrie (Obr. 40)



Obr. 40

Opět po vyplnění všech údajů se v programu vygeneruje nová věta cyklu

G1902B270.D180.H55.I135.J90.K.5; POZOR!

Všechny cykly „MANUAL GUIDE i“ musí být vykonávány se zrušenou korekcí na poloměr nástroje, tj. G40. Délku nástroje lze korigovat před cyklem - voláním povelu G43 H**. Po ukončení obrábění, napíšeme větu kde má stát nástroj po ukončení cyklu např. *G0X20Y30Z20*; Odjedeme do bodu výměny nástroje *G0G91G28Z0*; Takto postupujeme, až máme celý dílec obroběn.

5.8 Úpravy, simulace a nahrání programu z PC na přenosové médium

Během simulace obrábění kontrolujeme pohyb jednotlivých nástrojů. Nejsou-li v programu chyby a chybová hlášení, vypneme simulaci. Máme připravený program na přenos do stroje. Hotový program nahrajeme z NC Gaidu i PC na médium k přenosu do stroje.

Zmáčkne postupně tlačítka „EDIT“, CUSTOM2. Šípkami pod obrazovkou najedeme na „OSEZN“ a zmáčkne postupně tlačítka „PAMKARD“, „VÝSTUP“. Zobrazí se programy v tabulce, kde si příslušný program vybereme šípkami (vybraný program je označen modře). Zmáčkne opět tlačítko „Výstup“. Zobrazí se dotaz, zda nechceme program přepsat. Pokud ano napíšeme nový název programu. Znovu zmáčkne tlačítko „VÝSTUP“. Zobrazí se červené hlášení výstup programu dokončen. Program se uloží do složky MEMCARD na ploše PC. Zde si jej vybereme a nahrajeme na vhodné médium.

5.9 CNC program

Pro porovnání program v NC Guide i a pod ním v G – kódech.

```
%  
O0032  
G0G91G28Z0  
T1M6  
G1902B50.D50.H20.I0.J0.K0.  
G0G90G54X-12Y-20Z20H1D1S1200M3  
G1Z5F200  
G1060T5.S5.L8.J10.K0.H0.F200.V150.E50.M100.W2.CO.P2.R20.Q2.X20.Z2.  
G1220T2.B-5.L5.H25.V25.U40.W40.R10A0  
G0Z10  
G0G91G28Z0  
T4M6  
G0G90G54X25Y25Z20H4D4S1200M3  
G1Z5F200  
G1040L4.J5.F120.V80.E100.W1.B1.C1.Z2.X1.A0.  
G1220T3.B0.L-3H25.V25.U30W30R5  
G0G91G28Z0  
T3M6  
G0G90G54X25Y25Z20H3D3S1200M3  
G1Z5F200  
G1001W1.I1.J2L-6K2.C4.F80.Z2.  
G1214B2H5V5U40W40I2.J2.K0.M90.  
G0G91G28Z0  
M30
```

%
%
O0031
G1902B50D50H25I0J0K0
G91G28Z0
T1M6
G90G54G43G0X-12Y-20Z20H1D1S1200M3
G0Z5
G1Z-5F100
G42
G1X0Y5F200
G1X40
G3X45Y10I0J5
G1Y40
G3X40Y45J0I-5
G1X10Y45
G3X5Y40J-5I0
G1X5Y10
G3X10Y5I5J0
G1X15
G40
G1Y-20
G0Z25
G91G28Z0
T4M6
G90G54G43G0X25Y25Z50H4D4S1200M3
G0Z5
G1Z-3F100
G41X21
G2X29R4
G2X21R4
G40X25
G0Z5
G91G28Z0
T5M6
G90G54G43G0X4Y4Z50H5D5S1200M3
G0Z10F200
G1Z-6F80
G0Z2
G0X40
G1Z-6F80
G0Z2
G0Y40
G1Z-6F80
G0Z2
G0X4
G1Z-6F80

G0Z2
G91G28Z0
M30
%

1. Provedeme konverze programu vytvořeného v Manual guide i do programu pro stroj.
2. Uložíme program z PC na přenosové médium.
3. Zopakujeme si obsluhu stroje.
4. Spustíme stroj a najedeme referenční bod.
5. Provedeme kontrolu nástrojů (pozice, korekce, opotřebení, apod.).
6. Najedeme nulový bod obrobku pro náš program.
7. Přeneseme program vytvořený na PC ke stroji.
8. Vložíme do slotu pro paměťovou kartu.
9. Vybereme a nahrajeme příslušný program do paměti stroje

6 Stroj TMV 510 CII a popis při jeho obsluze

Obráběcí vertikální centrum s bubnovým zásobníkem pro 14 nástrojů velmi dobře splňuje veškeré požadavky pro výuku jak obsluhy, technologie obrábění, programování CNC strojů tak i frézování dílů ve firmách. Jedná se o čtyřosé CNC frézovací centrum od fa. TongTai s řízením FANUC . Svou velikostí (výška 2485mm, šířka 1600mm, délka 2065mm) lze tento stroj snadno umístit nebo přemístit. Jeho rozměry, materiál a váha (2800kg) zaručují dostatečnou tuhost a zamezují chvění stroje. Lze obrábět polotovary o rozměrech max. X 510mm, Y 400mm, Z 300mm. Je určen pro sériovou, ale i kusovou výrobu (obr. 41).



Obr. 41

6.1 Obsluha stroje

Spuštění stroje.

1. Zapneme vzduch.
2. Zkontrolujeme tlak (musí být mezi 2 a 4 Bar).
3. Zapneme paketový přepínač do polohy „ON“
4. Na obslužném panelu zmáčkeme tlačítko „POWER ON“
5. Zkontrolujeme polohu „STOP“ tlačítka (musí být viditelný žlutý proužek).
6. Zmáčkeme tlačítko „MACHINE READY“ (zde pozor musíme slyšet sepnutí upínače a pak se tlačítko rozsvítí). Nesvítí – li tlačítko „MACHINE READY“, bliká červeně chybové hlášení EMG, popřípadě jiná chyba. Zmáčkeme

tlačítko „RESET“ a objeví se popis chyby a čtyřmístný kód chyby. Podle kódu vyhledáme v návodu k obsluze, o jakou chybu se jedná.

7. Odstraníme chybu a opakujeme „POWER ON“
8. Dále přepínač režimů přepneme do polohy ZRN.
9. Otočíme přepínač os do polohy všechny čtyři najednou.
10. Zmáčkne tlačítko „AUTO RETURN“. Nyní nám stroj najede referenční body a po najetí referenčních bodů musí svítit zelené ledky pod osami X, Y, Z, 4TH. Stroj připraven k další činnosti.

Pohyb jednotlivými osami.

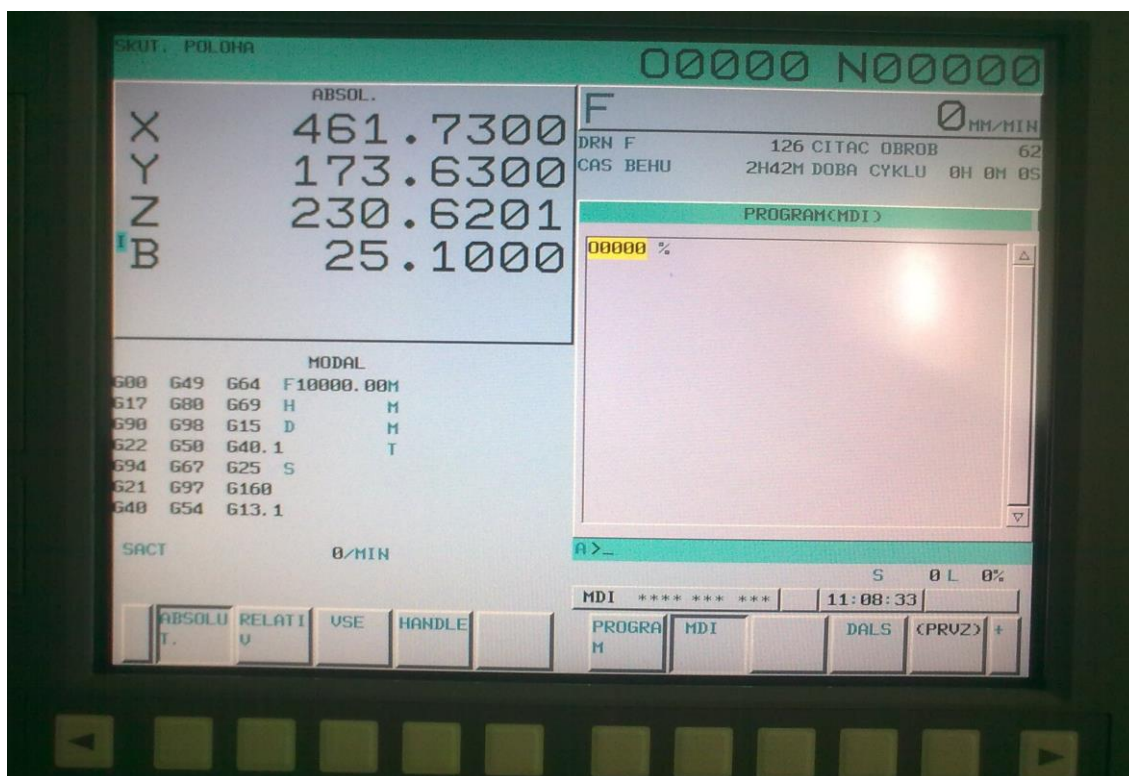
Pokud potřebujeme pojet s osami, musíme přepnout otočné tlačítko režimů do polohy „Handle“ (X1, X10, X100) a zvolíme příslušnou osu (X, Y, Z) a otáčením kolečkem provádíme pohyby v příslušných navolených osách (Obr. 42). Pokud začne svítit Machine alarm (červená led) a spustí se zvukový signál. Přejeli jsme mimo rozsah některé z os X, Y, Z. Odjedeme zpět a vyrušíme chybové hlášení tlačítkem „RESET“.



Obr. 42

Ovládání stroje pomocí povelů přes „MDI“.

Přepneme otočné tlačítko režimů do polohy „MDI“. Tento režim umožňuje za pomoci běžných příkazů ovládat stroj. Zmáčkne tlačítko „PROG“. Nyní můžeme psát program nebo příkazy do příkazového řádku na monitoru stroje (Obr. 43).



Obr. 43

Spuštění otáček.

Napišeme na obrazovku S1000 a „EOB“ M3 „EOB“ „INSERT“. Zmáčkne, zelené, tlačítko „START“. Stroji musí slyšitelně cvaknout.

Zastavení otáček.

Napišeme na obrazovku M0 a „EOB“ „INSERT“. Zmáčkne, zelené, tlačítko „START“ nebo „RESET“. Tlačítkem „RESET“ vymažeme i věty, které jsme napsali do příkazových řádků. Pokud se spustí alarm, musíme odstranit chybu. Například, pokud zapomeneme napsat do příkazu středník. Musíme napsat znovu příkaz, ale správně a zmáčkne „START“. Zelené tlačítko „START“ svítí, dokud se vykonává zvolený příkaz. Dalším stisknutím jej ukončíme. Na obrazovce se objeví program (00000%) a prázdný modrý řádek (A>_) pro psaní příkazů.

Navolení a otočení nástroje.

G91G28Z0; „INSERT“ T1M6; „INSERT“ „START“

Vyjímání a vkládání nástrojů odjetí do polohy, kdy se může otáčet zásobník.

G19 polohování vřetene. „EOB“ „INSERT“ G30Z0 Odjezd do polohy výměny nástroje. Nástroj zajede do zásobníku. „EOB“ „INSERT“ „START“. Nástroj vyjede do polohy a začne syčet ofukování vřetene. Přepneme do polohy „HANDLE“ a zmáčkneme tlačítko „MAGAZINE TURN“. Zásobník se otočí o jednu polohu. Výše uvedeným způsobem můžeme vyjímat a vkládat různé nástroje.

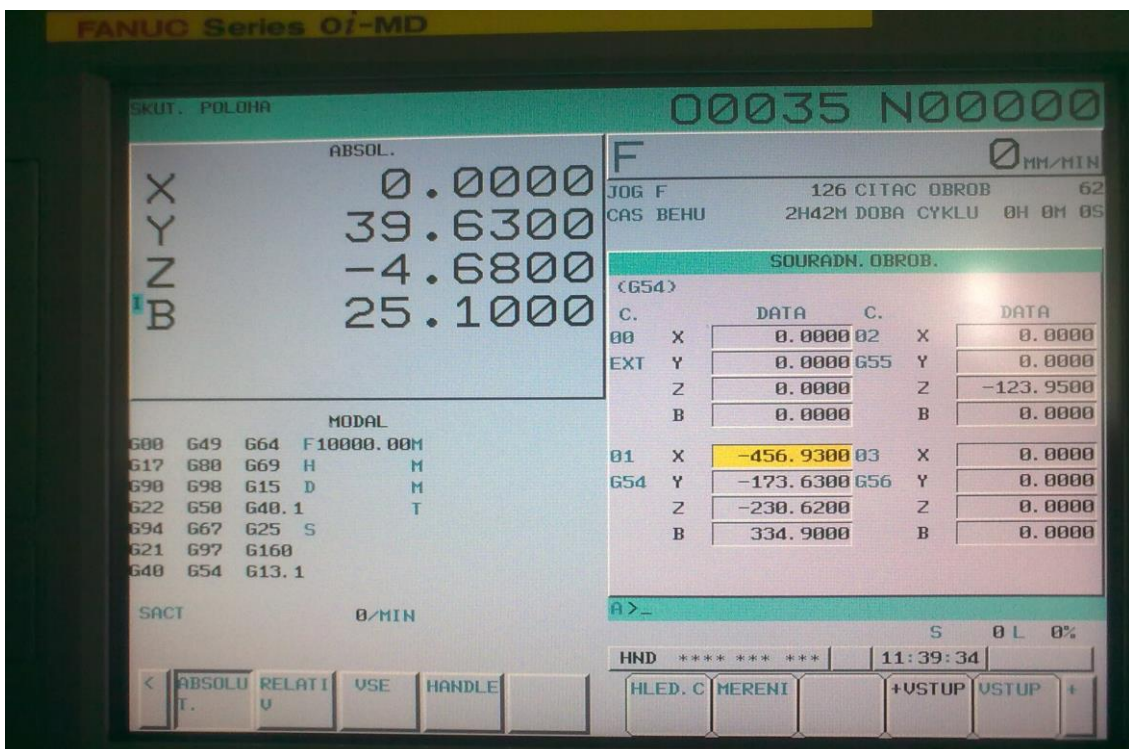
6.2 Najetí nulového bodu

Do stroje upneme sondu s kuličkou a nejedeme jednotlivé osy X Y Z. Na levý horní roh pevné čelisti svěráku nebo na polotovar (obr. 44, 46), 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. Tyto hodnoty napíšeme a uložíme do tabulky nulových bodů (obr. 45) v systému stroje pod nulový bod G54 - G59. Následuje tento postup. Přepneme na osu Z a sjedeme ručně kolečkem dolu k obrobku. Budeme najíždět v ose X. Přepneme na osu X a popojedeme, aby se mohla kulička dotknout z levé strany obrobku (Obr. 44). Přepneme na osu Z a sjedeme dolu tak, aby se dotkla kulička celým průměrem. Přepneme na osu X a dotkneme se, až se ozve zvukový signál a odjedeme zpět, až ztichne zvuk. Tím jsme najeli v ose X.



Obr. 44

Na stroji zmáčkneme tlačítko „OFFSET“. Pod obrazovkou zmáčkneme tlačítko „OBR“ šipkou najedeme na G54 a osu X. Hodnota se zobrazí ve žlutém okénku, napíšeme X0 Zmáčkneme tlačítko „MERENI“. Vlevo v horním rohu obrazovky se změní hodnota v X na 0.0000 (Obr. 45).



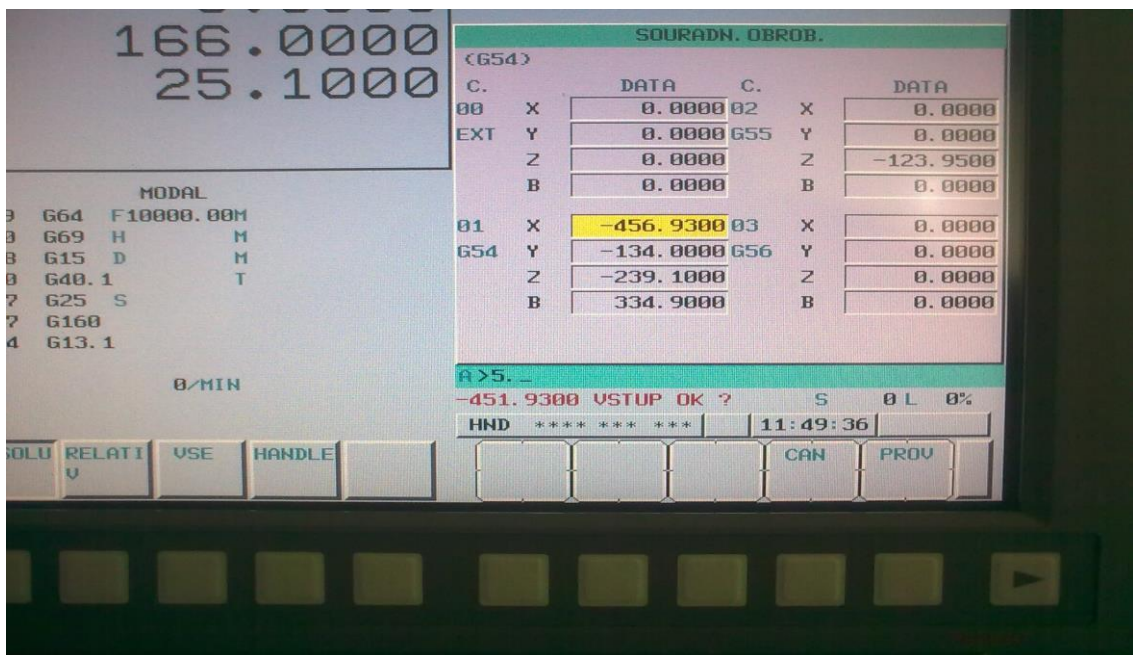
Obr. 45



Obr. 46

Nyní musíme odečíst nebo přičíst poloměr kuličky podle toho z jaké strany najíždíme. Kulička má průměr 10mm. Napíšeme 5. zmáčkneme, tlačítko pod displejem černě napsáno „+ VSTUP “. Číslo se zmenší, protože sonda je vlevo od obrobku. Odjedeme do +X například: -446.5000 a my jej o 5mm zmenšíme a bude -441.5000. Musí se nám ukázat červený nápis -441.5000 VSTUP OK? Zmáčkneme tlačítko pod displejem „PROV“ (Obr. 47).

Zkontrolujeme, zda se hodnota odečetla, nebo popřípadě přičetla. V ose Y a Z volíme stejný postup jako u osy X.



Obr. 47

6.3 Upnutí reálného obrobku

Obrobek -polotovar určený pro výrobu součástky bývá zpravidla předem obroben na klasickém stroji. Pak provedeme upnutí v té poloze a způsobem, který navrhl programátor (obr. 48).



obr. 48

6.4 Vkládání a seřízení nástrojů

Nástroje si předem připravíme do příslušných držáků (Obr. 49 a 50). Vkládáme jednotlivé nástroje do zásobníku nástrojů (Obr. 51). Po vložení všech potřebných nástrojů, postupně najedeme 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. 52).



Obr. 49



Obr. 50



Obr. 51

6.5 Úprava parametrů jednotlivých nástrojů

Parametry nástroje: zde jsou průměry nástrojů u speciálních nástrojů i několik průměrů a délek. Vkládání korekcí délky a průměru nástrojů do stroje. První nástroj:

Najedeme ručně kolečkem v ose Z a dotkneme se materiálu přes podložku. Nebo pro urychlení spustíme otáčky, zmáčkneme přepínač režimů na „MDI“. Pod obrazovkou tlačítko „PRG“, napíšeme S600M3 „EOB“ „INSERT a „START“ ručně kolečkem

C.	〈DELKA〉		〈RADIUS〉		RELATIV.
	GEOM	OPOT	GEOM	OPOT	
001	231.000	0.000	0.000	0.000	X 461.7300
002	77.951	0.000	0.000	0.000	Y 173.6300
003	0.000	0.000	0.000	0.000	Z 230.6201
004	-24.030	0.000	4.000	0.000	B 25.1000
005	7.173	0.000	3.000	0.000	
006	0.000	0.000	0.000	0.000	ABSOL.
007	0.000	0.000	0.000	0.000	X 461.7300
008	0.000	0.000	0.000	0.000	Y 173.6300
009	0.000	0.000	0.000	0.000	Z 230.6201
010	0.000	0.000	0.000	0.000	B 25.1000
011	0.000	0.000	0.000	0.000	
012	0.000	0.000	0.000	0.000	
013	0.000	0.000	0.000	0.000	
014	0.000	0.000	0.000	0.000	
015	0.000	0.000	0.000	0.000	
016	0.000	0.000	0.000	0.000	

STROJ	
X	0.0000
Y	0.0000
Z	0.0000
B	0.0000

A>_ S 0 L 0%

HND ***** 11:10:42

KOREKC NASTAV OBR. (PRUZ) +

Obr. 52

najedeme a dotkneme nástrojem. Zmáčkneme tlačítko „RESET“ Otáčky se zastaví. Zmáčkneme tlačítko „OFFSET“. Najedeme šipkou na číslo nástroje, až bude žlutě zvýrazněn (Obr. 52), zmáčkneme „KOREKC“, napíšeme Z, zmáčkneme „VKL.K“. V tabulce se sama přepíše hodnota v Z. Je to vzdálenost od referenčního bodu. Dále upravíme poloměr nástroje. V tabulce nástrojů najedeme na GEOM. Hodnota bude žlutě zvýrazněna. Zde změníme poloměr nástroje. Průměr nástroje je 16 mm napíšeme 8.. Takto je vložena korekce délky a poloměru u prvního nástroje (Obr. 53).

KOREKC						00035 N00000			
C.	⟨DELKA⟩		⟨RADIUS⟩		RELATIV.				
	GEOM	OPOT	GEOM	OPOT	X	Y	Z	IB	
001	1.000	0.000	8.000	0.000	-5.0000	0.0000	1.0000	25.1000	
002	77.951	0.000	0.000	0.000					
003	0.000	0.000	0.000	0.000					
004	-24.030	0.000	4.000	0.000					
005	7.173	0.000	3.000	0.000					
006	0.000	0.000	0.000	0.000					
007	0.000	0.000	0.000	0.000					
008	0.000	0.000	0.000	0.000					
009	0.000	0.000	0.000	0.000					
010	0.000	0.000	0.000	0.000					
011	0.000	0.000	0.000	0.000					
012	0.000	0.000	0.000	0.000					
013	0.000	0.000	0.000	0.000					
014	0.000	0.000	0.000	0.000					
015	0.000	0.000	0.000	0.000					
016	0.000	0.000	0.000	0.000					

ABSOL.			
X	-5.0000		
Y	0.0000		
Z	1.0000		
IB	25.1000		

STROJ			
X	-456.9300		
Y	-134.0000		
Z	-238.1000		
IB	0.0000		

A>_ S 0 L 0%

HND **** * 11:57:58

< HLED. C VKL. K. +VSTUP VSTUP UYMAZ VST. D. VYST. D.

Obr. 53

Druhý nástroj.

Nejdříve přetočíme buben s nástroji do pracovní polohy druhého nástroje. Zmáčkneme „PRG“, napíšeme číslo nástroje, u kterého budeme nastavovat délkovou korekci například: T5M6 „EOB“ „INSERT“ „START“. Buben se otočí a vysune do pracovní polohy druhý nástroj v poloze č. 5. Dále postupujeme stejně jako u prvního nástroje. Stejným výše uvedeným způsobem provedeme korekce všech používaných nástrojů.

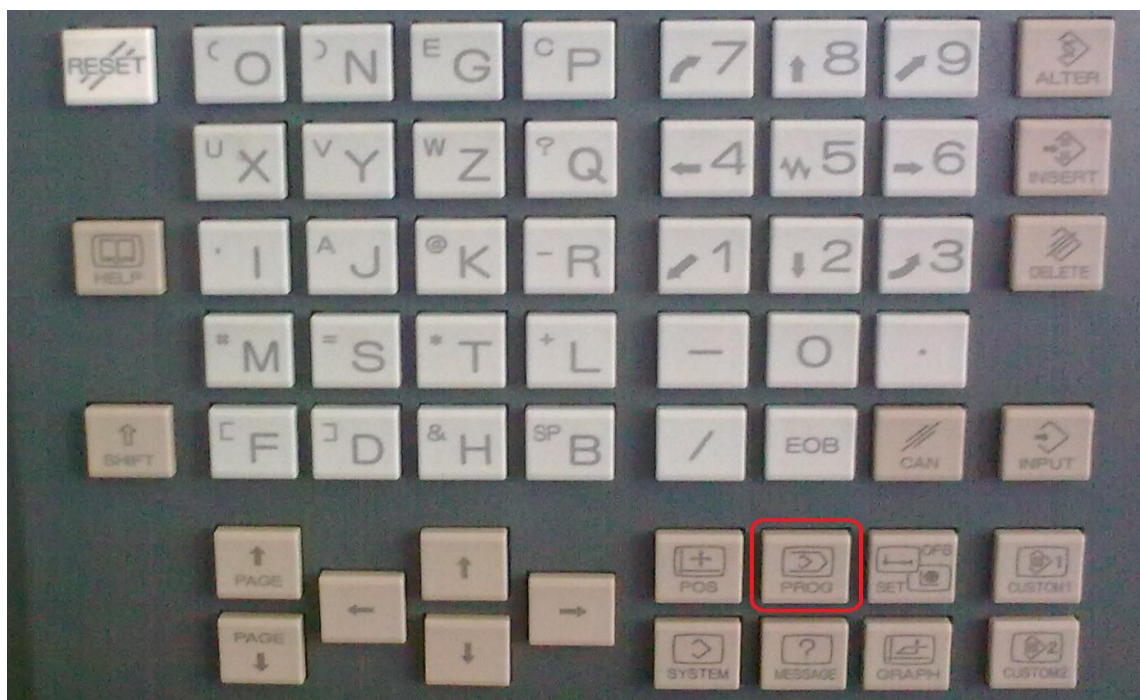
6.6 Vkládání programu do stroje.

Nahrání programu z přenosového média do stroje.

Na stroji otočíme přepínač režimu do polohy „EDIT“ (Obr. 54).

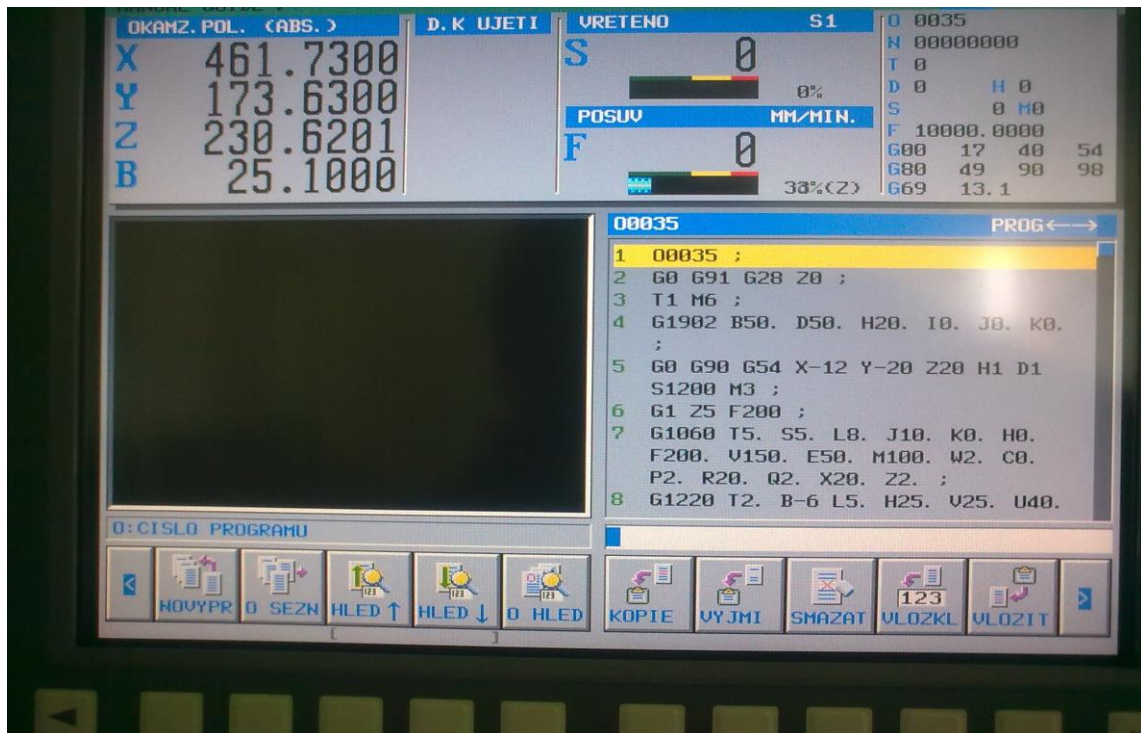


Obr. 54



Obr. 55

Vsuneme do slotu pro vstup příslušnou kartu nebo vsuneme USB kabel, propojíme s PC a zmáčkeme tlačítko „PROG“ (Obr. 55). Zmáčkeme postupně tlačítka „CUSTOM2“, „OSEZN“, „IN/OUT“, vybereme program pro nahrání a zmáčkeme „VSTUP“. Nyní je program v paměti stroje. Po navolení programu se nám zobrazí na obrazovce (Obr. 56).



Obr. 56

7. Souhrn doporučených zásad pro práci v řídicím 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 symbol %.

- Zadat rozměry polotovaru.
- Určit nulový bod součásti.
- Zvolit způsob programování
- Volba nástroje s příslušnými řeznými podmínkami.
- Předchozím třem bodům se říká tzv. HLAVIČKA programu, ve které jsou zadány základní informace o obráběné součásti. Ukládají se do šablony pod názvem „START“ (Obr. 26).
- 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 (CYKLY) říká nám JAK a ČÍM. Vedlejší programovou část (podprogram, obráběcí cykly) popisující KDE (souřadnice).
- Po napsání těla programu následuje blok ukončující celý program tzv. KONEC programu (je zde možnost vložit jako šablonu pod názvem KONEC). 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, výrobu součásti, při které se ověřuje 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 30 mm
- obráběný materiál je silon
- nebude se frézovat vrchní plocha v ose Z

2. Dále budu postupovat takto:

- nulový bod zvolím v levém dolním rohu součásti
 - obrobení součásti provedu na jedno upnutí
3. Technologický postup obrábění volím takto:
 - frézování vnějšího obrysu součásti
 - nástroj č. 1: fréza průměr 14 mm (4 břity) válcová čelní
 - frézování vnitřního obrysu součásti
 - nástroj č. 4: fréza o průměru 8 mm 2 popřípadě (3 břity) drážkovací
 - vrtání čtyř otvorů $\varnothing 6$ ve čtverci
 - nástroj č. 5: vrták průměr 6 mm
 4. Spouštím NC Guide.
 5. Dále postupuji dle návodu v (kapitole 5.3).
 6. Opravuji chyby v programu a znovu spouštím simulaci programu.
 7. Nahrávám program na vhodné médium (kapitola 5.8).
 8. Zapínám stroj a najíždím referenční bod (kapitola 6.1).
 9. Nahrávám program do paměti stroje (kapitola 6.6).
 10. Kontroluji nástroje a jejich pozici v zásobníku nástrojů podle programu.
 11. Kontroluji korekce jednotlivých nástrojů.
 12. Upínám polotovár do svěráku.
 13. Najíždím nulový bod a ukládám na pozici do G54 (kapitola 6.3).
 14. Vyhledávám program s názvem O0001.
 15. Spouštím program v automatickém provozu blok po bloku.
 16. Po celou dobu obrábění pečlivě kontroluji, jak a co jednotlivé nástroje provádí.
 17. V případě chybového hlášení zastavuji stroj stop tlačítkem.
 18. Provádím opravu a výmaz chybového hlášení (reset tlačítkem).
 19. Spouštím program od předešlé věty.
 20. Po skončení obrábění vyjímám součást.
 21. Odstraňuji „hroty“ způsobené nástroji.
 22. Provádím kontrolu vyrobené součásti podle výkresu jejím přeměřením.
 23. V případě, že zjistím nesrovnalosti v porovnání s výkresem, provedu opravu v programu popřípadě v korekcích nástrojů.
 24. Vyrobím novou součást, vyjmu, odhrotuji.
 25. 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 Fanuc – Guide i. Současná verze tohoto systému umožňuje tvorbu programů s možností využití všech možností programování. Jedním z úkolů mé diplomové práce je objasnění těchto problémů. V úvodní části je seznámení s řídicími systémy.

Na zvoleném příkladu je názorná ukázka, jak lze stavbu CNC programu využitím podpor, které nahrazují frézovací a vrtací cykly zjednodušit. Dále je popsáno řešení chybových hlášení programu a jejich následné odstranění před spuštěním a po spuštění na stroji.

Podle mého názoru se výše uvedené cíle podařilo splnit.

Při své praxi ve vyučování jsem zjistil, že návody v příručkách k programování pro řídicí systémy jsou příliš odborné je v nich uvedeno málo příkladů pro využívání podpor mnohé z parametrů nejsou detailně popsány. 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 s konkrétními nástroji.

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 diplomové 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 jednoho řídicího systému je pak snáze využita k poměrně jednoduchému zvládnutí jiného řídicího systému. 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, ovládáním, editací a jejich vzájemným porovnáním.

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 studenti 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] Technický slovník naučný, ISBN: 80-7335-080-7, 2006
- [3] FANUC MANUAL GUIDE i NÁVOD PRO OBSLUHU B-63874CZ
- [4] FANUC CNC EUROPE MANUÁL GUIDE i - Frézování, 2010 Echternach Lucembursko
- [5] SINUMERIK 840D/810D/FM-NC, Stručný návod programování, vydání 10.0, Siemens AG 2000
- [6] Bakalářská práce - Programování CNC strojů 2013

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
<http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/cnc4you/Pages/cnc4you.aspx>
- [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>

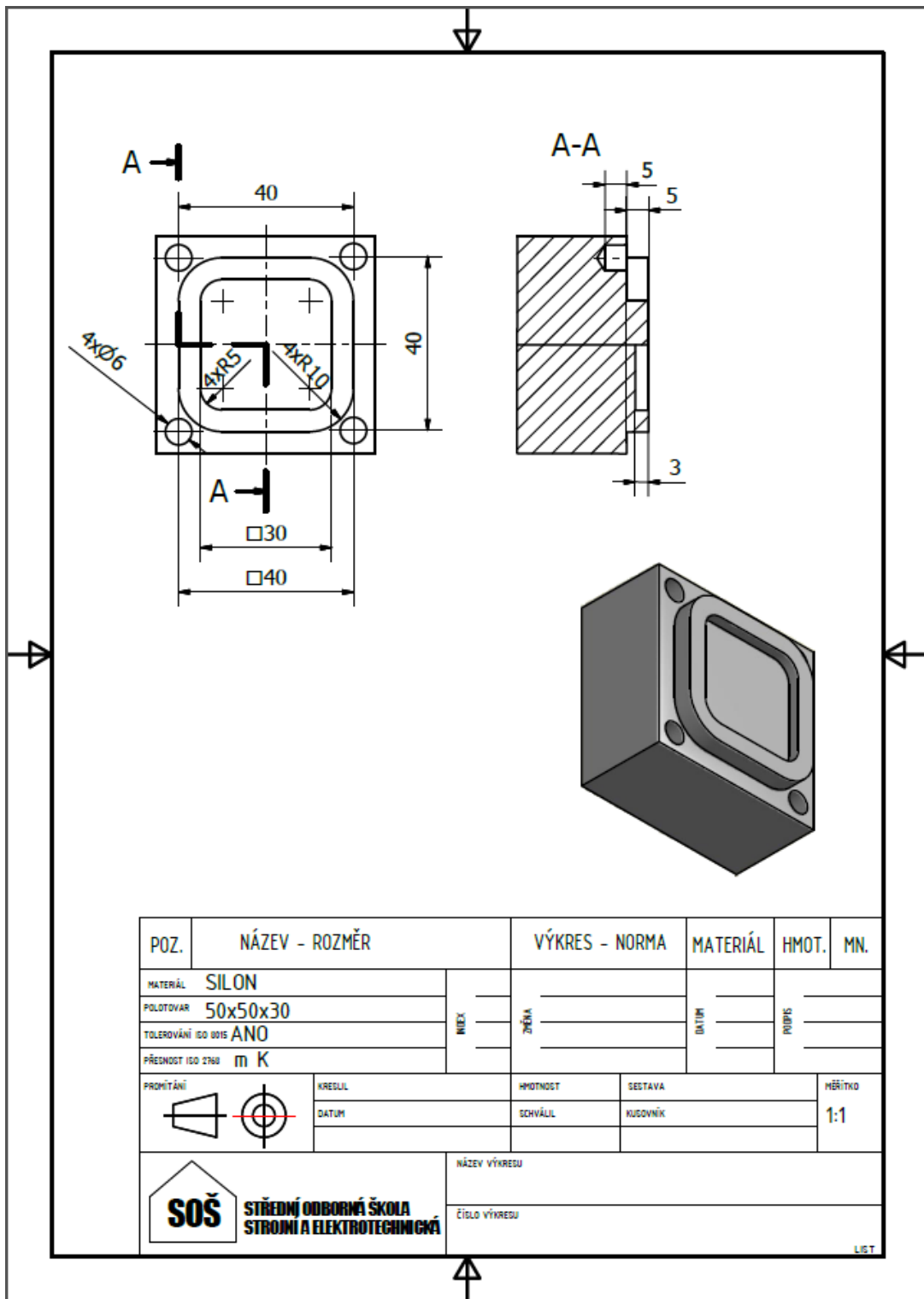
Seznam příloh

příloha č. 1 - výkres vzorové součásti č. 1

příloha č. 2 - CNC program pro výrobu vzorové součásti č. 1

příloha č. 3 - fotografie CNC frézovacího centra řízení v pěti osách

příloha č. 4 - fotografie otočného stolu a kolébky



příloha č. 1

‰
O0032
G0G91G28Z0
T1M6
G1902B50.D50.H20.I0.J0.K0.
G0G90G54X-12Y-20Z20H1D1S1200M3
G1Z5F200
G1060T5.S5.L8.J10.K0.H0.F200.V150.E50.M100.W2.C0.P2.R20.Q2.X20.Z2.
G1220T2.B-5.L5.H25.V25.U40.W40.R10A0
G0Z10
G0G91G28Z0
T4M6
G0G90G54X25Y25Z20H4D4S1200M3
G1Z5F200
G1040L4.J5.F120.V80.E100.W1.B1.C1.Z2.X1.A0.
G1220T3.B0.L-5H25.V25.U30W30R5
G0G91G28Z0
T3M6
G0G90G54X25Y25Z20H3D3S1200M3
G1Z5F200
G1001W1.I1.J2L-10K2.C4.F80.Z2.
G1214B2H5V5U40W40I2.J2.K0.M90.
G0G91G28Z0
M30
‰

příloha č. 2



příloha č. 3



příloha č. 4