



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

**Metodika výuky ručního programování,
v řídicím systému HEIDENHAIN, se
zaměřením pro frézování**

Vypracoval: Pavel Betlach

Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

České Budějovice 2022

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích 21. dubna 2022

Pavel Betlach

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu své bakalářské práce panu PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D. za cenné rady, metodickou pomoc a připomínky, které mi během práce poskytl.

ANOTACE

Cílem bakalářské práce je vytvořit výukový text, pro výuku programování a seřízení CNC frézovacího stroje vybaveného systémem Heidenhain. Teoretická část má za cíl úvod do CNC strojů – frézování. Praktická část má za cíl vysvětlit základní programování v HEIDENHAIN iTNC640 programování na výukových panelech od firmy HEIDENHAIN. Součástí této práce jsou vzorové technické výkresy, ke kterým jsou přiděleny výrobní programy s komentovaným řešením na CNC frézku. Doufám a pevně věřím, že tato bakalářská práce se bude hodit samoukům, účastníkům rekvalifikačních kurzů a také učitelům odborných škol a jejich studentům, budoucím programátorům, obsluze CNC techniky a také studujícím oborům všeobecné strojírenské výroby.

Klíčová slova

CNC frézka, Heidenhain, FK cykly, korekce, nástroj, obrábění program, obrys, panel, podprogram, posuv, SL cykly.

ANNOTATION

The aim of the bachelor thesis is to create a teaching text for teaching programming and adjustment of a CNC milling machine equipped with the Heidenhain system. The theoretical part aims at an introduction to CNC machines - milling. The practical part aims to explain the basic programming in HEIDENHAIN iTNC640 programming on HEIDENHAIN learning panels. Part of this work are samples of technical drawings, to which production programs with an annotated solution for a CNC milling machine are assigned. I hope and firmly believe that this bachelor's thesis will be suitable for self-taught students, participants in retraining courses and also teachers of vocational schools and their students, future programmers, operators of CNC technology and also studying fields of general engineering production.

Keywords

CNC milling machine, Heidenhain, FK cycles, correction, tool, machining, program, outline, panel, subprogram, feed, SL cycles.

OBSAH

ÚVOD.....	7
1. CÍLE PRÁCE	8
2. TEORETICKÁ ČÁST	8
2.1. Úvod do CNC strojů.....	8
2.1.1. Základní pojmy	8
2.1.2. Historie obrábění pomocí CNC strojů	8
2.1.3. Schéma CNC obráběcího stroje a jeho řízení	10
2.1.4. CNC frézování	10
2.1.5. Druhy souřadných systémů	11
2.1.6. Uspořádání os podle DIN 66217	12
2.1.7. Vztažné body u CNC frézky	16
3. PRAKTICKÁ ČÁST	
Základ programování v HEIDENHAIN iTNC640 programování na výukových panelech od firmy HEIDENHAIN	18
3.1. Ovládací panel – HEIDENHAIN	19
3.2. Spuštění programu na PC – HEIDENHAIN TNC640	20
3.3. Uspořádání obrazovky	20
3.4. Volba rozdělení obrazovky	21
3.5. Provozní režimy	21
3.6. Správa souborů	22
3.7. Typy souborů	23
3.8. Přehled dráhových funkcí.....	24
3.9. Průběh dialogu	24
3.10. Přídavné funkce M podle DIN 66025.....	26
3.11. Vytvoření nového adresáře.....	28
3.12. Vytvoření nového souboru	29
3.13. Definování neobrobeného polotovaru	30
3.14. Definování nástroje	32
3.15. Editace tabulky nástrojů	33
3.16. Vyvolání nástroje.....	33
3.17. Změna NC bloku	36
3.18. Mazání NC-bloku	37
3.19. Provozní režim Testování.....	38
3.20. Provádění testování programu	38
3.21. Programování obrysů 1	42

3.21.1. Lineární funkce dráhy Kartézské absolutní	42
3.21.2. Lineární funkce dráhy Kartézské inkrementální	43
3.21.3. Lineární funkce dráhy absolutní polární a inkrementální	43
3.21.4. Korekce rádiusu	45
3.21.5. Zkosení rohů CHF	46
3.21.6. Zaoblení rohů RND	47
3.21.7. Najetí a opuštění obrysu	48
3.21.8. Přehled cyklů CYCL DEF	48
3.22. Jednoduchý příklad, jak vytvořit CNC program a kopírování CNC bloků.....	51
3.22.1. 3D model	52
3.22.2. Stručný výrobní postup.....	53
3.22.3. Nástrojový list – seznam nástrojů	54
3.22.4. Seřizovací list.....	55
3.22.5. Výpočet řezných podmínek.....	56
3.22.6. Program.....	57
3.22.7. Dráhy nástrojů – grafický rozbor	71
3.22.8. Přehled vzorového programu – výkres Deska	72
3.23. Programování obrysů 2 – VÝKRES A PROGRAM	73
3.23.1. Kruhová dráha C se středem kruhu CC – programovací techniky PODPROGRAM – příklad.....	73
3.23.2. SL CYKLY – programovací techniky PODPROGRAM – příklad.....	75
3.23.3. SL CYKLY – Programovací techniky opakování REP a otáčení ROT	78
3.23.4. Volné programování obrysů – základní funkce FK – příklad.	80
3.23.5. Převedení kontury z DXF souboru – výkresu 2 D – příklad	83
3.23.6. Programování DIN/ISO – příklad	85
4. ZÁVĚR.....	88
5. POUŽITÉ ZDROJE	89

ÚVOD

Téma bakalářské práce, které jsem si zvolil je pro mě stěžejní v mém poslání učitele odborného výcviku, které vykonávám již 14. rokem na Středním odborném učilišti ve Svitavách. Velkou měrou přispělo k mému výběru tématu i ta skutečnost, že jsem stejný obor již studoval a mohu tak s odstupem času hodnotit úspěšné didaktické zásady, které mi pomohly úspěšně zvládat strojírenskou profesi i na těch nejnáročnějších pracovištích. Dále k volbě tématu mi pomohl můj učitel Bedřich Veselý, s kterým jsem se domluvil, abych vypracoval tuto práci, jako studijní materiál pro pedagogickou fakultu v Českých Budějovicích.

Technické obory, a především strojní profese jsou na trhu práce dnes ty nejžádanější. Připravenost žáků v těchto učebních oborech je závislá především na učitelích praktického vyučování, na výběru těch nejvhodnějších vyučovacích metod a na podmínkách a vybavení v praktickém vyučování, která mohou simulovat reálné podmínky náročné strojírenské výroby.

Cílem této bakalářské práce je publikovat všechny dostupné informace týkající se CNC frézování, s řídicím systémem HEIDENHAIN. Tvorba vlastního programu není v podstatě, tak složitá, i když někomu může působit potíže. Ale každý se musí nejdříve, naučit obsluhovat příslušný řídicí systém a simulaci programu. Náročnější však bývá, když je do programu nutné zabudovat strategii obrábění a efektivní technologii, která může být pro každý další tvar obráběného dílce rozdílná. K překonání těchto všech obtíží má napomoci tento text.

Doufám, že tato bakalářská práce bude vhodným výukovým prostředkem, nejen pro výuku na PF JU, ale i účastníkům rekvalifikačních kurzů a také učitelům odborných škol a jejich studentům, budoucím programátorům i obsluze CNC techniky.

Předpokládám, že tato práce pro studující dobře bude čtivá a všem srozumitelná. Rádi a často zdůrazňujeme, že obrábění pomocí CNC strojů jde natolik kupředu, že je třeba být neustále při věci a sledovat trendy, navštěvovat strojírenské veletrhy, diskutovat a dohledávat si aktuální informace. Občas, ale není na škodu se na chvíli ohlédnout zpět a podívat se i na to, jaký kus cesty už CNC stroje prošly.

1. CÍLE PRÁCE

1.1. Teoretické

- Rešerše z dostupné literatury
- Formulace základních pojmů
- Popis prostředí řídicího systému Heidenhain

1.2. Praktické

- Popis postupů při zahájení programování
- Systém algoritmů užívaných při programování
- Vysvětlení funkcí cyklů a M funkcí

1.3. Pedagogické

- Didaktické pojetí celé práce
- Názorné obrázky a schémata s jejich srozumitelným popisem

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Úvod do CNC strojů

2.1.1. Základní pojmy

Základní otázka, která musí být zodpovězena je, že tato zkratka, která je hojně využívána při označování obráběcích a jiných strojů, pocházejí z anglických slova...

CNC stroj – Computerized Numerical Control (počítačem řízený NC stroj).

Řízeno PC + program. [7]

NC stroj – Numerical Control (číslicově řízený stroj).

Řízeno děrnou páskou. [7]

2.1.2. Historie obrábění pomocí CNC strojů

Na přesném datu vzniku technologie obrábění se shodne jen málokdo. Někteří odborníci jej řadí ještě před průmyslovou revolucí, a to v jeho primitivních formách.

Ale aby mohla být řeč o seriózním odvětví s promyšlenými obráběcími stroji, datuje se jeho vznik až po průmyslové revoluci v 19. století. Konkrétně šlo o vznik metody třískového obrábění, která pracovala se základním nápadem pro moderní pojetí práce s CNC stroji.

Třískové obrábění bylo využíváno pouze pro manuální činnost, což velice brzy změnil příchod automatizace a řízení výroby. Dění kolem CNC obrábění nabralo rychlý

spád – začínají se vyvíjet samostatné komponenty, výrobní soustavy i systémy řízení. V 10. letech 20. století tak byly položeny základy moderních řídicích systémů.

Co kdyby byly CNC stroje řízeny programem? Myšlenka číslicového řízení, které se skládalo z alfanumerických znaků, spatřila světlo světa v USA na konci druhé světové války. V 50. letech vznikají první NC stroje. Dr. Seiueemon Inaba, zakladatel společnosti FANUC, hledal možnosti, jak co nejvíce využít automatizaci – vyvinul robota, kterého implementoval přímo do obráběcího stroje.

Čtyřicátá léta se nesou ve znamení inovací pohonných jednotek – elektricky řízené hydromotory a elektricky řízené motory, v šedesátých letech zase vznikají první výrobní linky s NC stroji.

NC dělí od CNC malý, ale důležitý krok, který v 70. letech podnikla společnost FANUC. Pod jejím dohledem vzniklo v roce 1972 první obráběcí centrum CNC FANUC ROBDRILL, při kterém bylo založeno na technologii počítačového číslicového řízení.

CNC obrábění se velice rychle posunuje i v 80. letech. Řídicí systémy byly opatřeny multiprocessorovými mikropočítačovými strukturami na bázi CNC/PLC. Navíc jsou do strojů přidávány i speciální senzory, které umí rozpoznat a sledovat pohyb objektů.

Devadesátá léta patří k prvnímu pokusu o zabudování bezpečnostních funkcí do **CNC systému**. Zpřesňuje se výroba, roste pružnost a zároveň odlišnost používaných dílů CNC systémů.

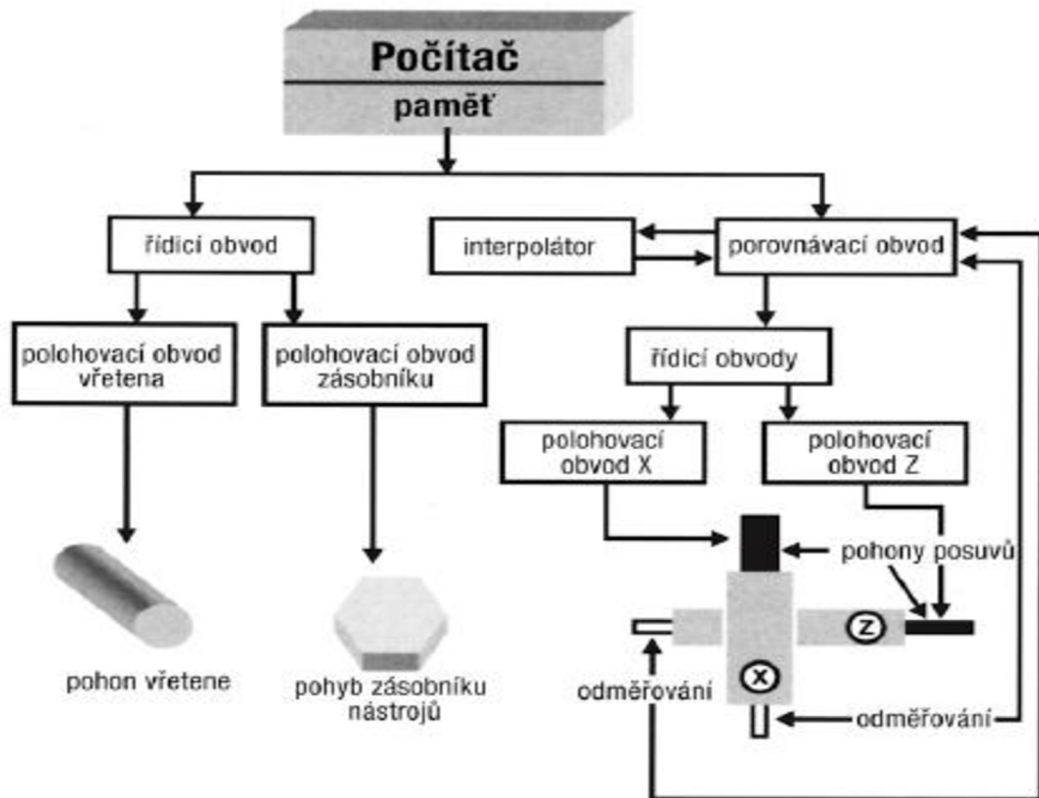
Druhy řídicích systémů firmy:

HEIDENHAIN, HAAS, FANUC, SINUMERIC...

Druhy řídicích systémů školy:

S2020, F2020, MTS BERLÍN, MACH3, HEIDENHAIN, HAAS, FANUC – EDM...

2.1.3. Schéma CNC obráběcího stroje a jeho řízení



Obrázek 1. Blokové schéma CNC obráběcího stroje [7]

2.1.4. CNC frézování

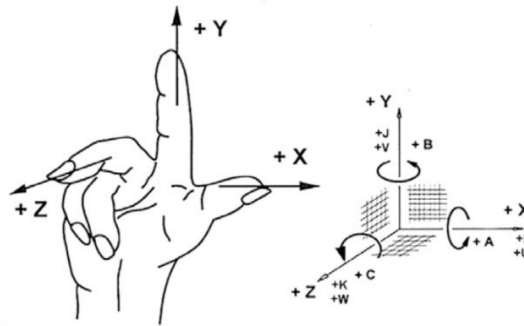
Frézování je strojní třískové obrábění kovů vícebřitým nástrojem, kde hlavní pohyb (rotační) koná nástroj a vedlejší pohyb (přísuv, posuv) obrobek. Klasicky probíhá ve třech osách, ve více než třech osách pracují víceosá obráběcí centra. Frézovací stroj se nazývá frézka, frézovací nástroj fréza. Frézování se dělí na sousledné, kdy se nástroj otáčí ve směru pohybu stolu s obrobkem a nesousledné kdy je tomu opačně. Jako ve všech odvětvích tak i v oblasti třískového obrábění neustále dochází k inovacím, a to jak z hlediska hardware (stroje a nástroje) tak v oblasti software (CAM systémy) a pro zvyšování produktivity a tím schopnosti konkurovat je zapotřebí tento vývoj sledovat. Jednou z největších inovací v poslední době je tzv. Adaptivní obrábění. Jedná se o výpočet dráhy takovým způsobem, aby bylo dosaženo maximálně možného zatížení nástroje a přitom, aby nástroj nebyl nikdy přetížen. Tato dráha je vypočítána speciálním výpočtem, který již není možné dosáhnout běžným způsobem. Navíc tato technologie nabízí i použití "Redukce kroku", čímž je optimalizována výsledná drsnost povrchu. Adaptivní obrábění zajistí odebrání co nejvíce

materiálu v co nejkratším čase při zajištění maximální bezpečnosti obráběcího procesu, a to vše s optimalizací drsnosti výsledného povrchu připraveného pro dokončovací způsoby obrábění. Bude zajímavé, co přinese budoucnost, ale tato změna zůstává na dlouho dobu nejvýznamnějším přínosem pro zvýšení produktivity a bezpečnosti třískového obrábění, konkrétně frézování.

2.1.5. Druhy souřadných systémů

Kartézský souřadný systém

Základním souřadným systémem využívaným na většině CNC strojů je tzv. Pravoúhlá pravotočivá souřadná soustava (Kartézský souřadný systém, systém pravé ruky). Jako pomůcka pro správnou orientaci v prostoru a představitivost poslouží tzv. pravidlo pravé ruky. [7].



Obrázek 2. Definování Kartézských souřadnic v pravotočivé soustavě – použít pravou ruku. [7]

Polární souřadný systém

U většiny CNC strojů je využíván k programování pravoúhlý souřadný systém, ale v mnohých případech se používá tzv. polární souřadný systém. Jedná se o určování polohy nástroje (obrobku) pomocí:

- pólu (výchozí bod)
- poloměru (radius)
- úhlu natočení

Například u obrobků s kruhovými oblouky, otvory na roztečné kružnici nebo při úhlových údajích zadaných na výkrese. Na rozdíl od pravoúhlých souřadnic popisují polární souřadnice polohu pouze v jedné rovině (X-Y nebo X-Z nebo Y-Z). [7]

Příklad: souřadnice bodu A:

Polární souřadnice:

Pól = [0,0]

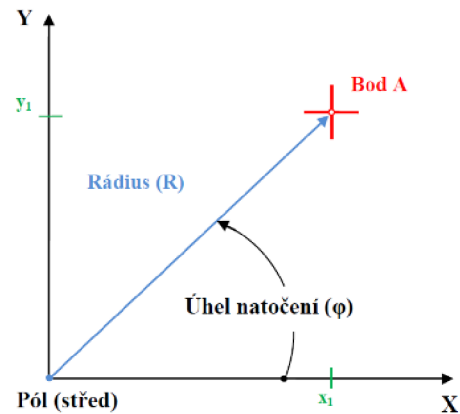
$R = 20 \text{ mm}$,

$\varphi = 45^\circ$

Kartézské souřadnice:

$X_1 = 14,1421 \text{ mm}$

$Y_1 = 14,1421 \text{ mm}$



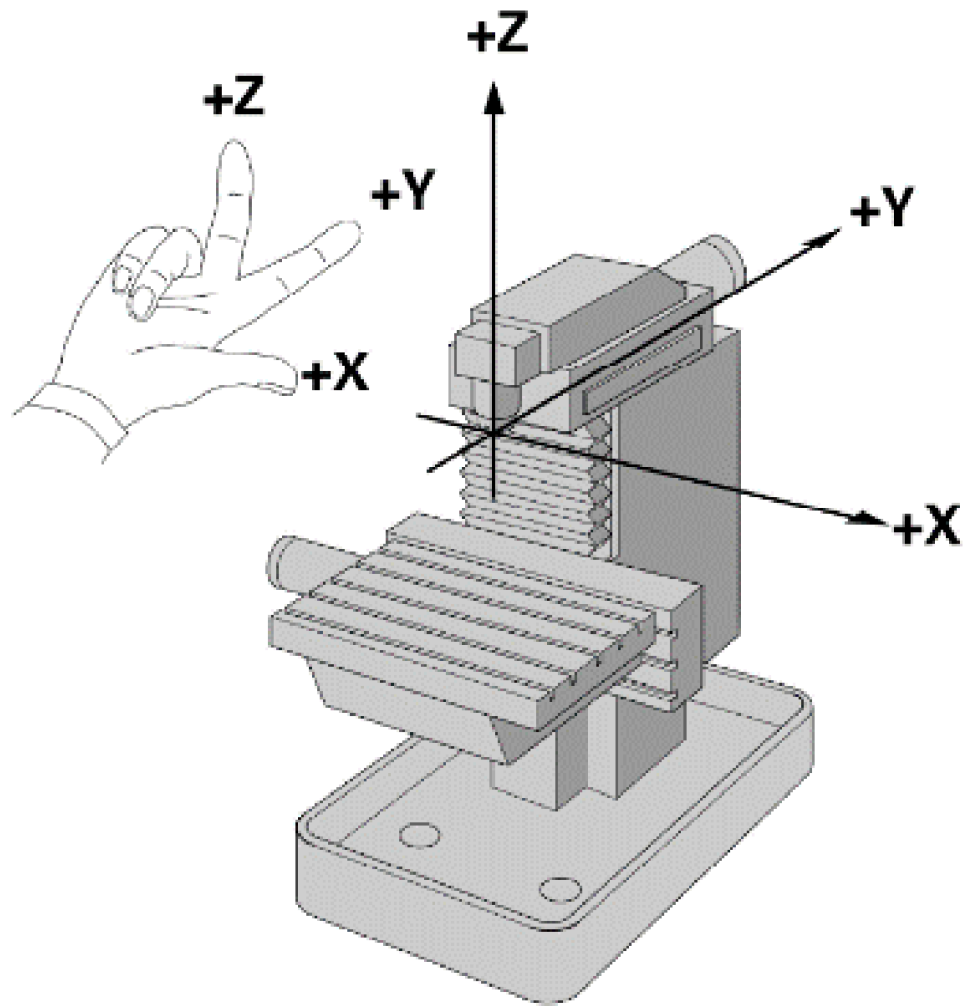
Obrázek 3. Polární souřadný systém [1]

2.1.6. Uspořádání os podle DIN 66217

V pravoúhlém systému (Kartézském systému) jsou definovány tři směry jako osy X, Y a Z. Tyto osy jsou navzájem kolmé a protínají se v jednom bodu, tzv. nulovém bodu (počátku). Každá souřadnice udává vzdálenost od nulového bodu v některém z těchto směrů. Tím lze popsat jakoukoli polohu v rovině dvěma souřadnicemi a v prostoru třemi souřadnicemi.

Souřadnice, které se vztahují k nulovému bodu (počátku), se označují jako absolutní souřadnice. Relativní souřadnice se vztahují na libovolnou jinou polohu (vztažný bod) v souřadném systému. Hodnoty relativních souřadnic se označují také jako hodnoty inkrementálních (přírůstkových) souřadnic.

Pravidlo pravé ruky S pomocí pravé ruky můžete znázornit přiřazení os. [4]



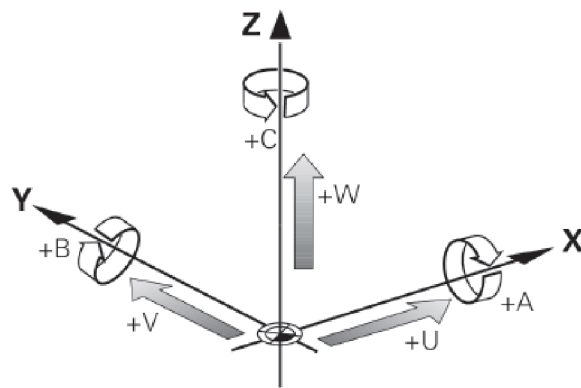
Obrázek 4. Pravoúhlí souřadný systém u frézky [4]

Přiřazení přidavných os

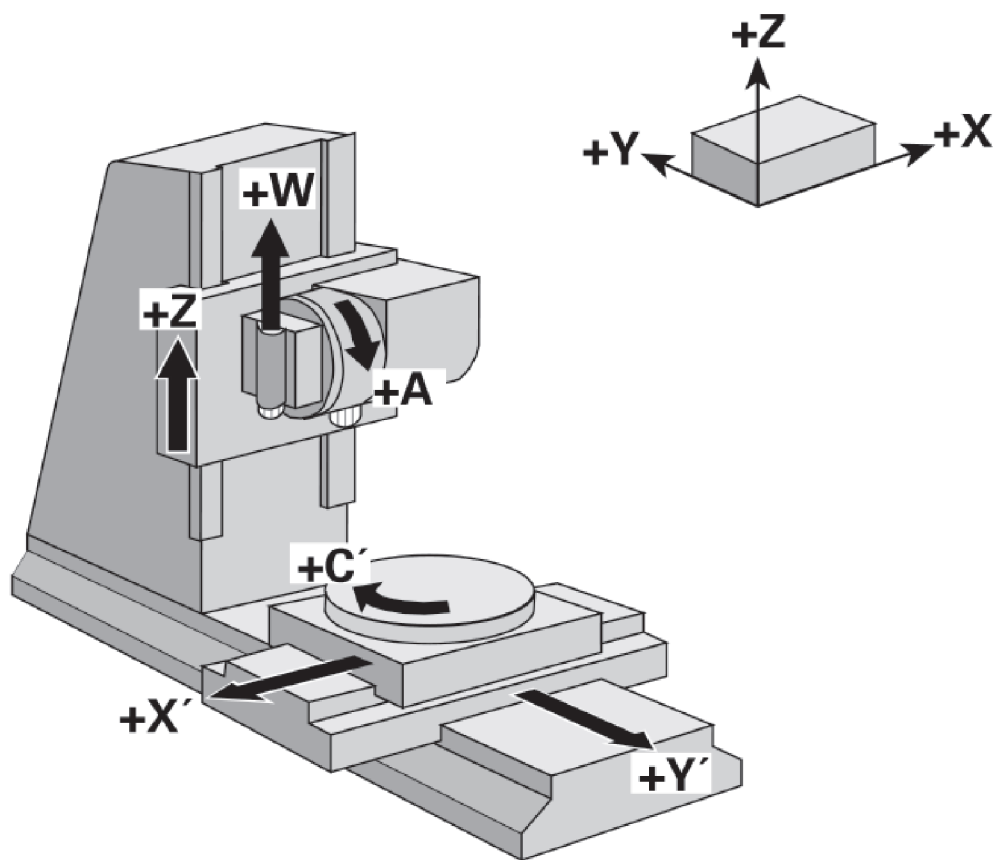
Kromě hlavních os X, Y a Z existují souběžně probíhající přidavné osy U, V a W (paralelní osy) a rotační osy označované A, B a C.

HLAVNÍ OSA	PARALELNÍ OSA	ROTAČNÍ OSA
X	U	A
Y	V	B
Z	W	C

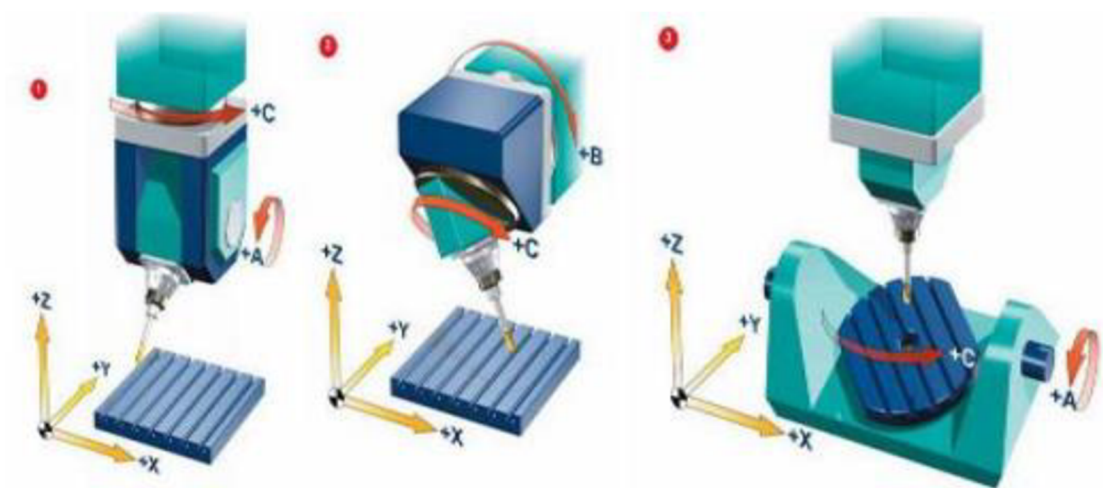
Tabulka 1. Přidavné osy CNC frézky [7]



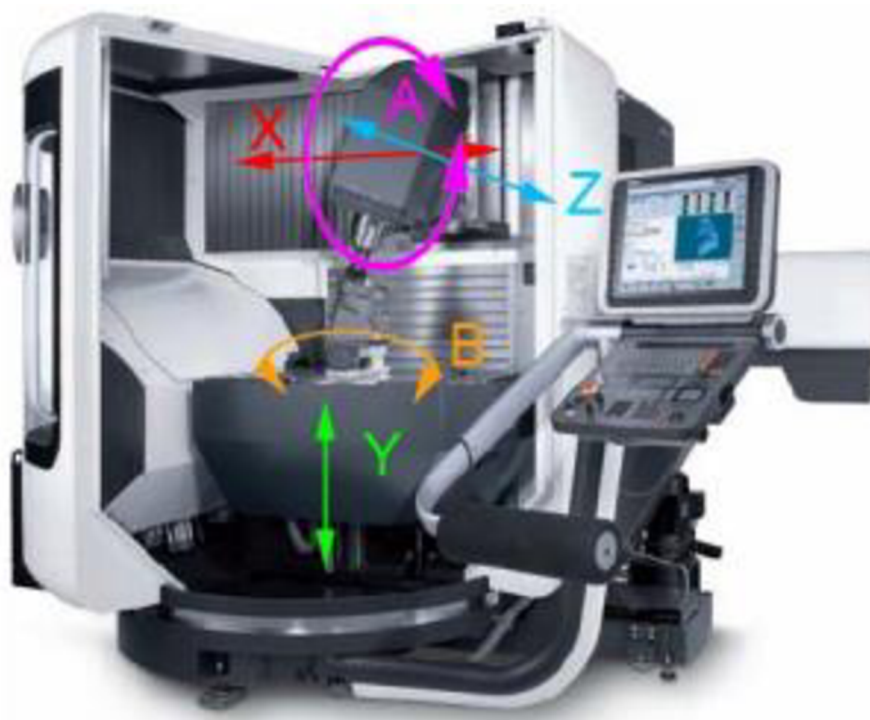
Obrázek 5. Přídavné osy [4]



Obrázek 6. 6-ti osé frézovací centrum [4]



Obrázek 7. Možné způsoby konstrukce 5-ti osích CNC frézek – naklápění vřetena (vlevo) a naklápění stolu - tzv. kolébka (vpravo) [4]

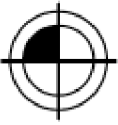

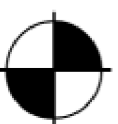
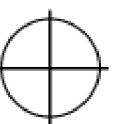

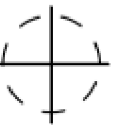


Obrázek 8. 5-ti osá konzolová frézka DMU 80monoBlock Gildemeister [4]

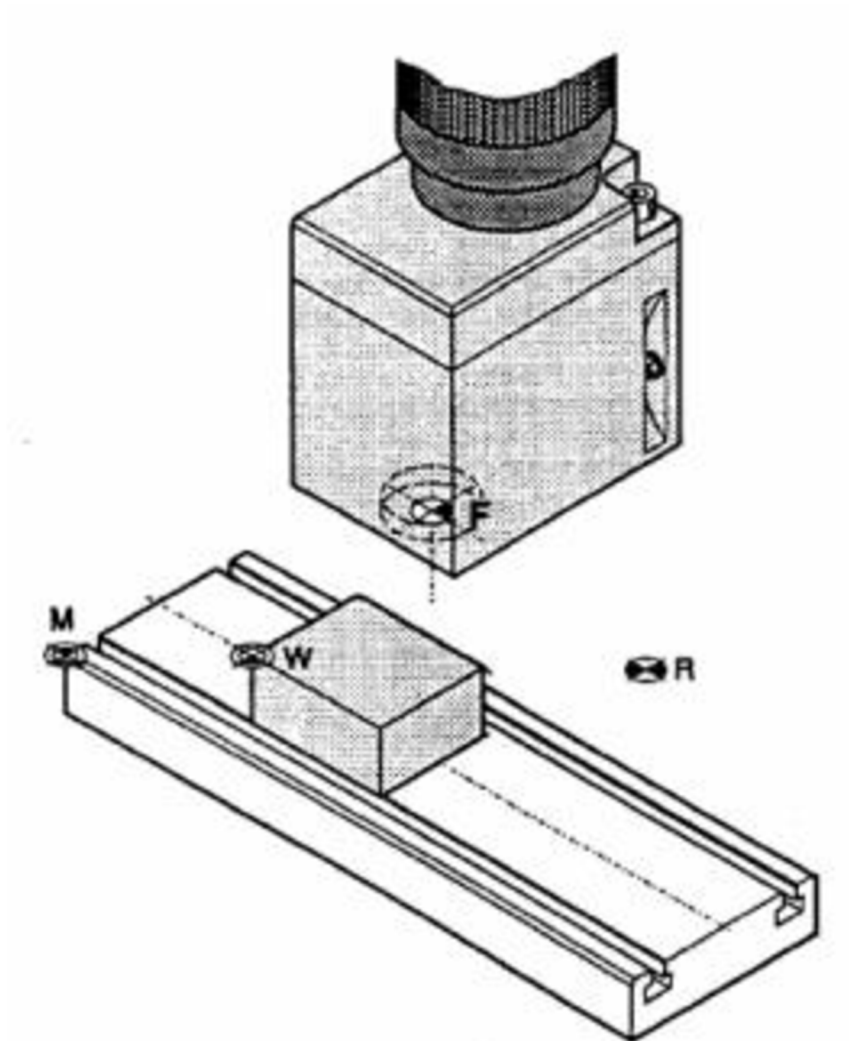
5-ti osá univerzální konzolová frézka je na obr. 2.5. Jedná se DMU 60monoBlock výrobce Gildemeister. Frézka má otočnou vřetenovou hlavu, čímž vznikne 4. osa A a otočný upínací stůl, jehož rotací vznikne 5. osa B. Pohyb v ose Z a X vykonává vřeteník. Konzola se tedy pohybuje pouze v ose Y. Tento stroj je určen pro obrábění menších tvarově složitých obrobků jako jsou malé formy, zápustky atd.

2.1.7. Vztažné body u CNC frézky

Každý řídicí systém obsahuje body, pomocí kterých se orientuje v prostoru a od kterých odměřuje zadávané souřadnice. Tyto body se nazývají tzv. vztažné body:

Grafická značka	Název a označení Popis		Popis
	M	Nulový bod stroje	Je stanoven výrobcem. Jedná se o výchozí počátek souřadného systému. U frézek bývá umístěn v krajní poloze stolu frézky v rovině X – Z. Nemůže být změněn programátorem.
	W	Nulový bod obrobku	Jeho polohu si programátor volí sám s ohledem na tvar součástky a zvyklosti. Váží se k němu všechny programované souřadnice drah v NC programu. Většinou se nulový bod obrobku u frézování volí na nejbližší ploše k vřetenu součástky.
	R	Referenční bod	Je dán výrobcem a poslouží k nalezení nulového bodu stroje při zapnutí stroje. Při zapnutí stroje se provede tzv. zreferování počátečních nastavení stroje eliminace chyb.
	N	Nulový bod nástrojového držáku stroje	Jedná se o bod, ke kterému se vztahují rozměry všech nástrojů. Je stanoven výrobcem a nelze ho měnit. Při vložení držáku do zásobníku nástrojů je tento bod totožný s nulovým bodem výměny nástroje.
	T	Nulový bod výměny nástroje	Tento bod slouží k určení bezpečného místa výměny nástroje. Např.: bezpečné otočení revolverové hlavy v pracovním prostoru stroje tak, aby nedošlo k poškození nástroje, stroje ani obrobku.
	P	Nulový bod nástroje	Charakteristický bod pro dané typy nástrojů. U Frézovacího rotačního nástroje se nachází na čelní ploše v ose rotace nástroje.

Tabulka 2. Vztažné body u CNC frézky (piktogramy) [7]



Obrázek 9. Vztažné body frézky [1]

3. PRAKTICKÁ ČÁST

Základ programování v HEIDENHAIN iTNC640 programování na výukových panelech od firmy HEIDENHAIN

Historie

Počátky firmy spadají do roku 1889, kdy Wilhelm Heidenhain založil dílnu na leptání kovů, která vyráběla šablony, štítky, stupnice a měřítka. Po zničení firmy během 2. Světové války zakládá syn zakladatele firmy v Traunreutu novou společnost pod názvem DR. JOHANNES HEIDENHAIN. Prvními produkty byly stupnice a měřítka pro váhy se zobrazením cen. Během krátké doby byl výrobní program rozšířen o optické snímače polohy pro obráběcí stroje. Na počátku šedesátých let následuje přechod ke snímačům délek a úhlů s fotoelektrickým snímáním. Tento vývoj poprvé umožnil automatizaci mnoha strojů a zařízení ve výrobním průmyslu.

Od poloviny sedmdesátých let se stal HEIDENHAIN také stále významnějším výrobcem řízení a pohonů pro obráběcí stroje.

Od samého počátku byla firma silně orientována na technický rozvoj. Z tohoto důvodu změnil Dr. Johannes Heidenhain v roce 1970 podíly ve firmě na nadaci, která byla schopna zajistit kontinuitu firmy a v rámci toho i technický pokrok. To v současné době umožňuje firmě HEIDENHAIN vysoké investice do vývoje a výzkumu.

Mezníky ve vývoji řídicích systémů a elektroniky:

- 1968 Obousměrný čítač **VRZ 59.4** pro 1 osu.
- 1974 Číslíková indikace polohy **HEIDENHAIN 5041**.
- 1976 Číslíková indikace polohy **TNC 110** a **TNC 120** pro 3 osy.
- 1979 Číslíkové souvislé řízení **TNC 131 / TNC 135**.
- 1981 Číslíkové souvislé řízení pro 3 osy **TNC 145**.
- 1984 Číslíkové souvislé řízení pro 4 osy **TNC 155** s grafickou simulací obrábění obrobku.
- 1995 Synchronně-sériové rozhraní **EnDat** pro absolutní snímače polohy.
- 1996 Souvislé řízení **TNC 426** s digitálním řízením pohonů pro 5 os.
- 1996 Celkový paket HEIDENHAIN **TNC 410 MA** s měniči a motory.
- 2004 Souvislé řízení **iTNC 530** s alternativním režimem smarT.NC.
- 2007 Souvislé řízení **TNC 620** s HSCI sériovým řídicím rozhraním.
- 2011 Souvislé řízení **TNC 640** pro kombinované frézovací a soustružnické obrábění.

[1]

3.1. Ovládací panel – HEIDENHAIN

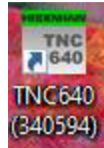
Popis ovládacího panelu:



- 1 Znaková klávesnice pro zadávání textu, jmen souborů a programování DIN/ISO
- 2 Správa souborů, Kalkulátor, MOD-funkce, Funkce nápovědy HELP
- 3 Programovací provozní režimy
- 4 Strojní provozní režimy
- 5 Vytváření programovacích dialogů
- 6 Zadávání čísel a volba os
- 7 Klávesy se šipkou a příkaz skoku GOTO

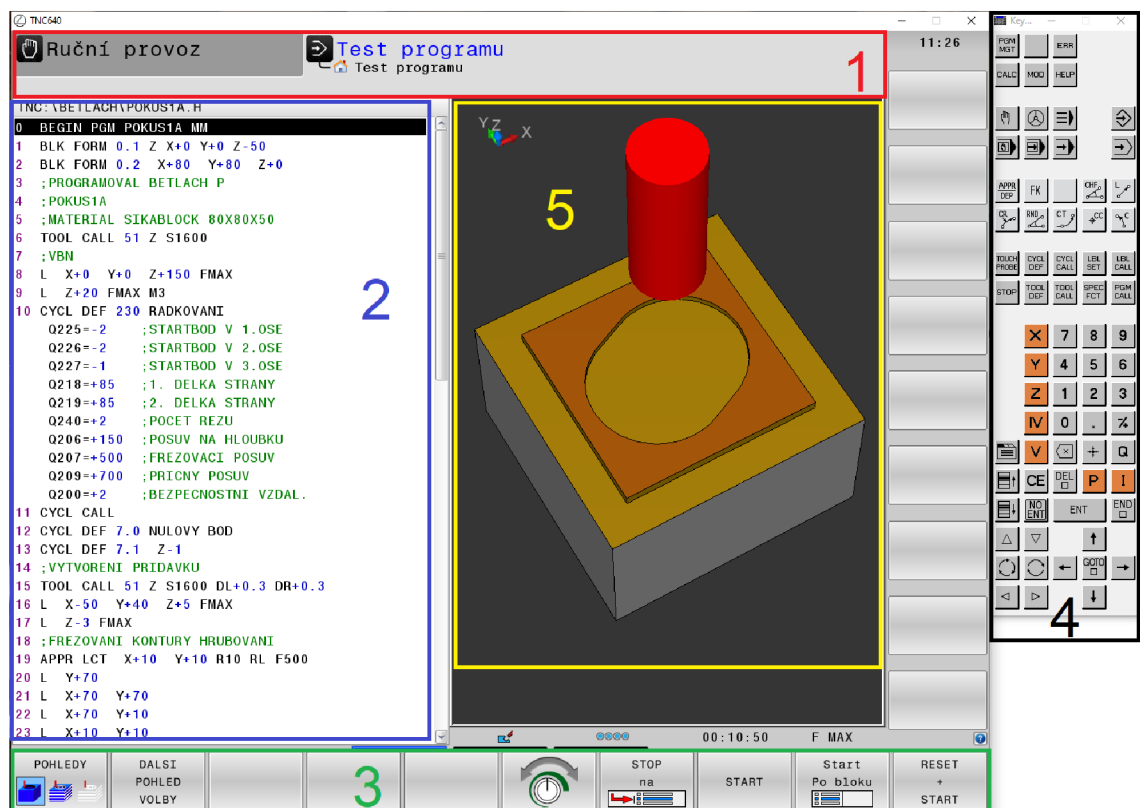
3.2. Spuštění programu na PC – HEIDENHAIN iTNC640

Ikona instalovaného programu TNC640 SP02 007 – Operační systém Windows 10 Education.



Spustíte program, počkáte třicet sekund, než se vše načte poté zmáčknete tlačítko CE.

3.3. Uspořádání obrazovky



1 ZÁHLAVÍ – PŘEPÍNÁNÍ PROVOZŮ – PŘEHLED CHYBOVÉHO HLÁŠENÍ – RUČNÍ PROVOZ – TEST PROGRAMU

2 PROGRAM

3 SOFTKLÁVESY

4 POMOCNÁ KLÁVESNICE

5 GRAFIKA – VERIFIKACE – VIRTUÁLNÍ OBRÁBĚNÍ NA OBRAZOVCE

3.4. Volba rozdělení obrazovky

Podle vybraného provozního režimu máte různé možnosti rozdělení obrazovky.

Rozdělení obrazovky zvolíte takto:

Režim test programu 

Stiskněte tlačítko Rozdělení obrazovky










Stiskněte softklávesu žádaného rozdělení



Zvolte GRAFIKA + PROGRAMU

3.5. Provozní režimy

KLÁVESY	PROVOZNÍ REŽIMY	POUŽITÍ
	Programování	<ul style="list-style-type: none"> Otevření a editování NC-programů. Nastavení datových rozhraní.
	Testování	<ul style="list-style-type: none"> Provedení testování programu. Zjištění geometrických nekompatibilit. Zjištění chybějících údajů.
	Ruční provoz	<ul style="list-style-type: none"> Pojíždění osami stroje. Zobrazení osových hodnot. Nastavení vztažného bodu.
	Ruční kolečko	<ul style="list-style-type: none"> Pojíždění osami stroje. Nastavení vztažného bodu.
	Polohování s ručním zadáváním	<ul style="list-style-type: none"> Zadání řádků programu a jejich jednotlivé zadání. Zpracování.
	Program/ provoz po bloku	<ul style="list-style-type: none"> Zpracování NC-programu po jednotlivých blocích.
	Program/ provoz plynule	<ul style="list-style-type: none"> Kompletní zpracování NC-programu.

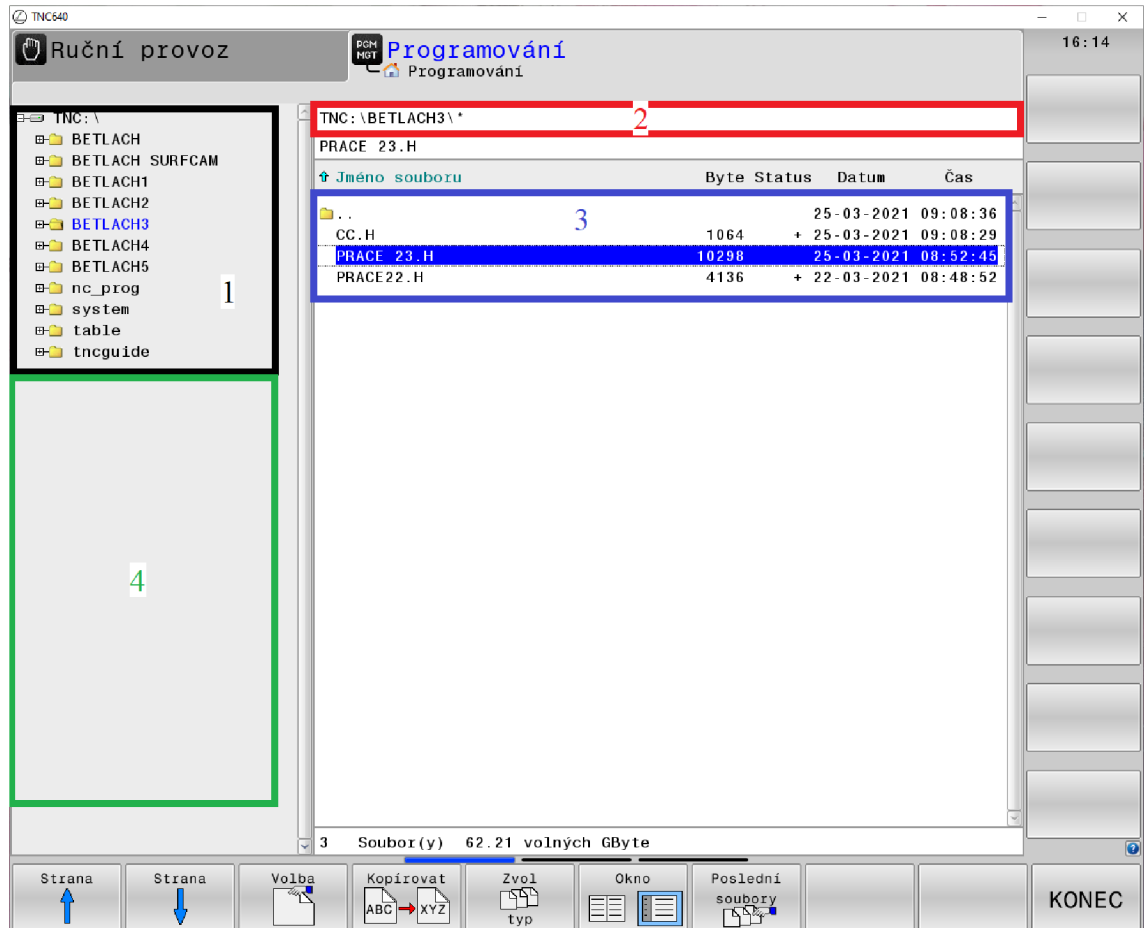
Tabulka 3. Provozní režimy

3.6. Správa souborů

Stiskneme klávesu režim **PROGRAMOVÁNÍ**



dále klávesu programový manažer – **PGM MGT**



1. Adresáře

nc_prog pro NC-programy

table pro tabulky

tncguide pro nápovědu

2. **Aktivní cesta nebo název souboru**

3. **Okno souborů**

existující adresáře vybrané jednotky

existující soubory ve vybraném adresáři

4. **Okno adresáře**

existující adresáře vybrané jednotky

existující adresáře v další úrovni (podadresáře) pod vybraným adresářem

3.7. Typy souborů

Postup:

Zobrazený typ souboru zvolíte takto:

- Přejděte do režimu **Programování**



- Stiskněte tlačítko **PGM MGT**



- Stiskněte softklávesu **Zvol typ**



- Stiskněte softklávesu **Zobr. vše**



- Alternativně stiskněte softklávesu požadovaného typu souboru










V řízení máte k dispozici mimo jiné následující typy souborů:

SOUBORY	POUŽITÍ	TYP
NC-programy	<ul style="list-style-type: none"> • V popisném dialogu HEIDENHAIN • Podle DIN/ISO 	<ul style="list-style-type: none"> • .H • .I
Tabulky	<ul style="list-style-type: none"> • Tabulka nástrojů • Tabulka soustružnických nástrojů • Tabulka míst • Tabulka dotykové sondy • Tabulka nulových bodů • Tabulka bodů • Tabulka vztažných bodů • Tabulka palet • Volně definovatelné tabulky • Záložní soubory 	<ul style="list-style-type: none"> • .T • .TRN • .TCH • .TP • .D • .PNT • .PR • .P • .TAB • .BAK
Texty	<ul style="list-style-type: none"> • Soubory ASCII • Soubory protokolů • Soubory nápovědy 	<ul style="list-style-type: none"> • .A • .TXT • .CHM

Tabulka 4. Typy souborů

3.8. Přehled dráhových funkcí


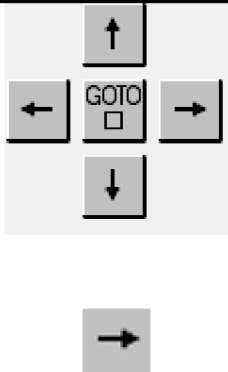






KLÁVESA	VÝZNAM	ZADÁVANÉ PARAMETRY
	Line Přímka	Souřadnice koncového bodu.
	Chamfer Zkosení	Délka zkosení hrany.
 + 	Circle Center Střed kruhu nebo pól + Circle Kruhová dráha kolem středu kružnice.	Souřadnice středu kružnice, souřadnice pólu. + Souřadnice koncového bodu kružnice směr otáčení.
	Circle Tangential Kruhová dráha s tangenciálním napojením na obrys.	Souřadnice koncového bodu kružnice.
	Circle by Radius Kruhová dráha s poloměrem.	Souřadnice koncového bodu kružnice. Poloměr kružnice Směr otáčení.
	Rounding of Corner Zaoblení rohu.	Poloměr rohu.
	Approach / Departure Najetí a opuštění obrysu.	Závisí na použité funkci.
	Volné programování obrysů.	Znamé informace.

Tabulka 5. Přehled dráhových funkcí

3.9. Průběh dialogu

V řízení máte k dispozici následující klávesy pro řízení průběhu dialogu:

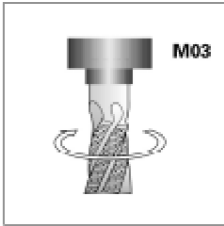
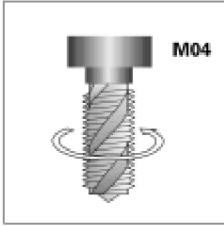
KLÁVESY	VÝZNAM	POUŽITÍ
	Enter (ENT) Potvrdit	<ul style="list-style-type: none"> • Převzít hodnotu, uložit. • Pokračovat v dialogu.
	Směrové klávesy Směr doprava – další	<ul style="list-style-type: none"> • Převzít hodnotu, uložit. • Zadat další souřadnici.
	No Enter (NO ENT) Nepotvrdit	<ul style="list-style-type: none"> • Nepřevzít hodnotu. • Pokračovat v dialogu.
	Clear Entrance (CE – Vymazat zadání) Potvrdit hlášení	<ul style="list-style-type: none"> • Smazat zadání.
	End of Block (END – Konec bloku) Ukončení bloku	<ul style="list-style-type: none"> • Převzít blok bez dalšího zadávání. • Přerušit funkci.
	Delete Block (DEL – Smazat blok) Smazat	<ul style="list-style-type: none"> • Smazat řádek programu. • Zrušit změnu.

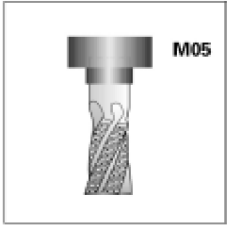
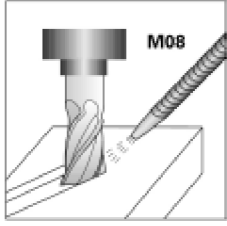
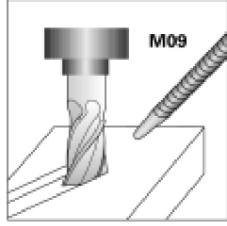
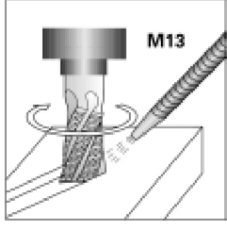
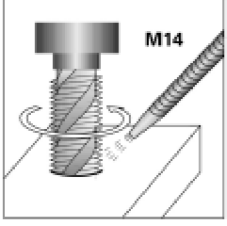
Tabulka 6. Průběh dialogu

3.10. Přídavné funkce M podle DIN 66025

Přídavnými funkcemi – také nazývanými M-funkce – řídíte chod programu a některé strojní funkce. V každém polohovacím bloku NC-programu můžete zadat až dvě přídavné funkce.

Následující přídavné funkce jsou normovány podle DIN 66025:



M	FUNKCE
M00	<ul style="list-style-type: none">• STOP provádění programu.• STOP otáčení vřetena.• VYP chladicí kapaliny.
M1	<ul style="list-style-type: none">• Volitelný STOP provádění programu.• Aktivovatelné softtlačítkem.• Po novém startu pokračovat v dalším bloku.
M2	<ul style="list-style-type: none">• STOP provádění programu.• STOP otáčení vřetena.• VYP chladicí kapaliny Návrat do bloku 1 NC-programu• Smazání indikace stavu (závisí na strojním parametru clearMode).
M3 	<ul style="list-style-type: none">• START vřetena ve smyslu hodinových ručiček.
M4 	<ul style="list-style-type: none">• START vřetena proti smyslu hodinových ručiček.

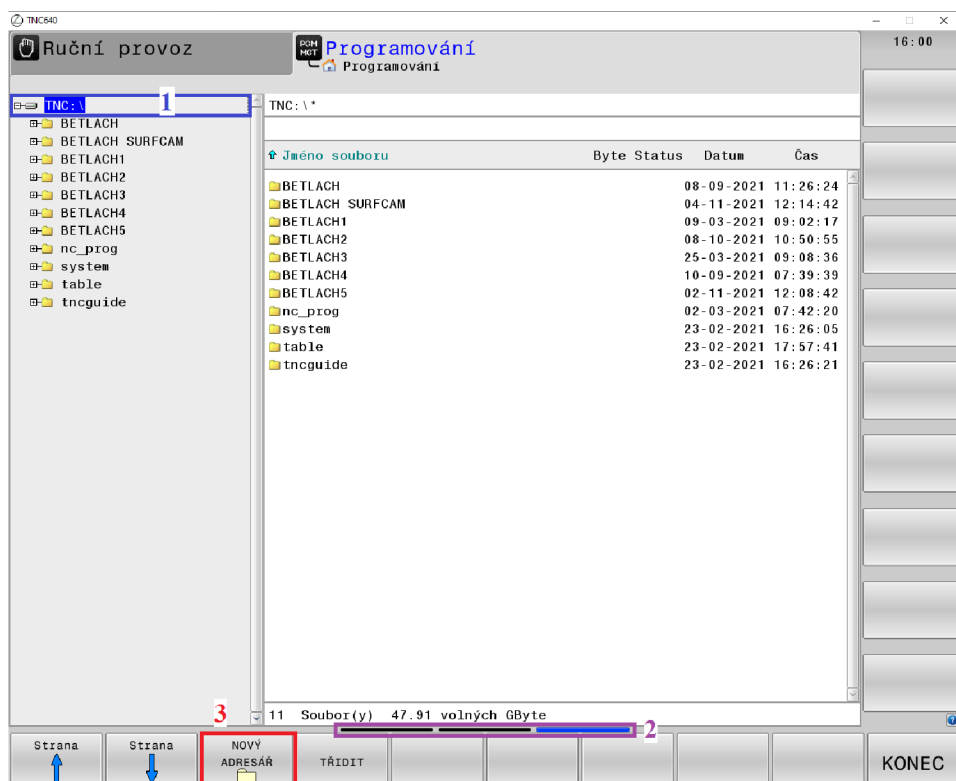
<p style="text-align: center;">M5</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • STOP otáčení vřetena.
<p style="text-align: center;">M8</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • ZAP chladicí kapaliny.
<p style="text-align: center;">M9</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • VYP chladicí kapaliny
<p style="text-align: center;">M13</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • START vřetena ve směru hodinových ručiček. • ZAP chladicí kapaliny.
<p style="text-align: center;">M14</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • START vřetena proti smyslu hodinových ručiček. • ZAP chladicí kapaliny.
<p style="text-align: center;">M30</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jako M2 – KONEC PROGRAMU.

Tabulka 7. Přípravné funkce M [4]

3.11. Vytvoření nového adresáře

Postup:

- Přejděte do režimu **Programování** 
- Stiskněte tlačítko **PGM MGT** 
- Umístěte kurzor na levou stranu do okna adresáře.
- Zvolte jednotku k vytvoření hlavního adresáře, nebo hlavní adresář k vytvoření podadresáře



1 Klikněte myší na TNC – svítí modře.

2 Přelístujte softklávesy, až objevíte dole tlačítko NOVÝ ADRESÁŘ.

3 Zvolte softklávesu NOVÝ ADRESÁŘ.

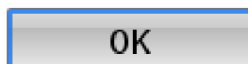


Zadejte název adresáře např. Vaše příjmení.

Nový adresář

Jméno adresáře ?

Zmáčknete klávesu OK



3.12. Vytvoření nového souboru

1 Vyberte Váš nový vytvořený adresář, do kterého budete vkládat své nové soubory (CNC programy).

2 Dole se Vám zobrazí softklávesa NOVÝ SOUBOR.



TNC640

Ruční provoz

Programování

16:19

TNC: \

- BETLACHBC
- BETLACH
- BETLACH SURFCAM
- BETLACH1
- BETLACH2
- BETLACH3
- BETLACH4
- BETLACH5
- nc_prog
- system
- table
- tncguide

TNC: *

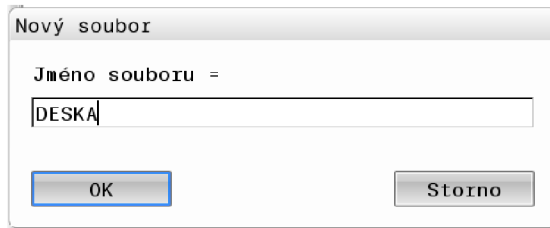
BETLACHBC

Jméno souboru	Byte	Status	Datum	Čas
BETLACH			08-09-2021	11:26:24
BETLACH SURFCAM			04-11-2021	12:14:42
BETLACH1			09-03-2021	09:02:17
BETLACH2			08-10-2021	10:50:55
BETLACH3			25-03-2021	09:08:36
BETLACH4			10-09-2021	07:39:39
BETLACH5			02-11-2021	12-08-42
BETLACHBC			05-12-2021	16:14:25
nc_prog			02-03-2021	07:42:20
system			23-02-2021	16:26:05
table			23-02-2021	17:57:41
tncguide			23-02-2021	16:26:21

12 Soubor(y) 47.90 volných GByte

Strana ↑ Strana ↓ NOVÝ SOUBOR TŘIDIT KONEC

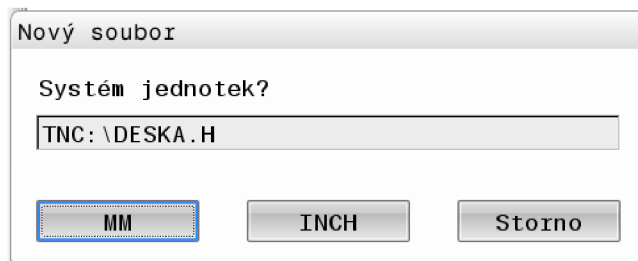
Napište název souboru.



Zmáčkněte OK.



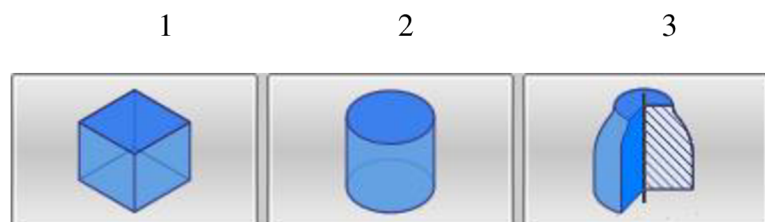
Zmáčkněte OK – Potvrzujete soubor HEIDENHAIN. H přípona H.



Zmáčkněte MM – Potvrzujete, že programujete v milimetrech.

3.13. Definování neobrobeného polotovaru

Bezprostředně po otevření nového NC-programu nadefinujte neobrobený polotovar.



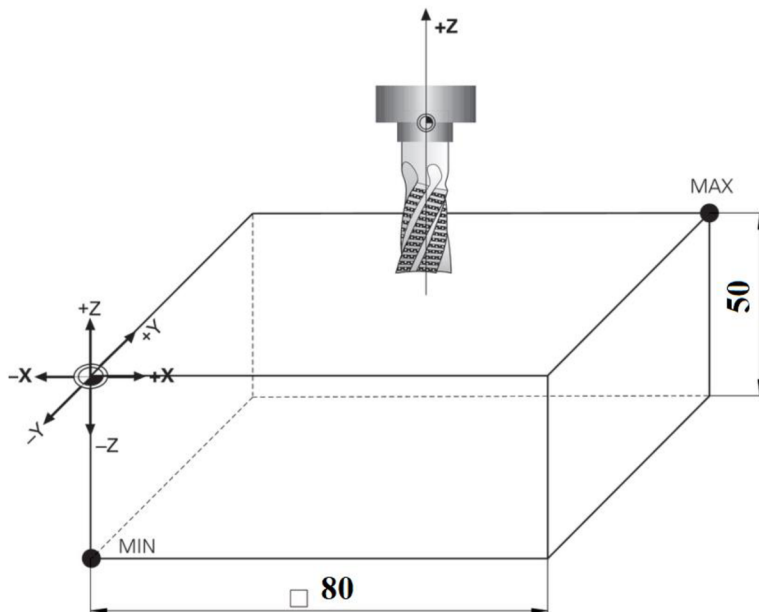
1 PRAVOÚHLÝ POLOTOVAR

2 VÁLCOVITÝ POLOTOVAR

3 ROTAČNĚ SYMETRICKÝ POLOTOVAR S LIBOVOLNÝM TVAREM

Příklad pravouhlého polotovaru:

Strany kvádru leží rovnoběžně s osami X, Y a Z. Tento polotovar je definován svými dvěma rohovými body:



- MIN-bod: Nejmenší souřadnice X, Y a Z kvádru; zadejte absolutní hodnoty.
- MAX-bod: Největší souřadnice X, Y a Z kvádru; zadejte absolutní nebo přírůstkové hodnoty.

```
TNC: \DESKA.H  
→Rovina obrábění v grafice: XY  
0 BEGIN PGM DESKA MM  
1 BLK FORM 0.1 Z  
2 END PGM DESKA MM
```

Osa vřeten Z softklávesa.



Potvrďte klávesou ENT.



MINIMÁLNÍ BOD

1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50

2 BLK FORM 0.2 X+80 Y+80 Z+0

MAXIMÁLNÍ BOD

MINIMÁLNÍ BOD

X₀(0) → , Y₀(0) → , Z₋₅₀(7 5 0) →

MAXIMÁLNÍ BOD

X₈₀(8 0) → , Y₈₀(8 0) → , Z₀(0) →

Každou volbu potvrďte klávesou ENT.

ENT

3.14. Definování nástroje

Musíte definovat použité nástroje, aby řídicí systém mohl vypočítat dráhu středu nástroje a provést korekce nástrojů.

K definování nástroje máte různé možnosti:

- Pomocí funkce TOOL DEF.
- V tabulce nástrojů.
- V rozšířené správě nástrojů.

Funkce TOOL DEF

Pomocí funkce TOOL DEF vytvoříte nástrojová data přímo v NC – programu.

KLÁVESY	VÝZNAM	FUNKCE
TOOL DEF	Tool Definition (TOOL DEF) Definování nástroje	<ul style="list-style-type: none">• Definování nástroje v NC-programu.• Před polohováním výměníku nástrojů.

Tabulka 8. Definování nástroje

Zadávané parametry:

- Číslo nástroje nebo název nástroje.
- Délka nástroje L.
- Rádus nástroje R.

Příklad:

TOOL DEF 5 L+50 R+5

TOOL DEF 5 (5) → , L 50 (5 0) → , R5 (5) , END KONEC VĚTY

3.15. Editace tabulky nástrojů

Tabulka nástrojů nabízí více možností pro zadávání než funkce TOOL DEF. Jakmile je tabulka nástrojů aktivní, je povinná. Můžete pracovat s několika tabulkami nástrojů. Tabulka nástrojů s názvem souboru TOOL.T platí pro chod programu.

Postup:

Tabulku nástrojů TOOL.T editujte takto:

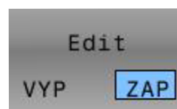
Přejděte do strojního režimu, například: ruční provoz stiskněte softklávesu.



Tabulka nástrojů.



Softtlačítko Edit nastavte na ZAP.



Poté můžete nástroje upravovat dle vlastní potřeby stroje.

3.16. Vyvolání nástroje

Chcete-li použít nástroj, musíte ho na požadovaném místě v NC – programu vyvolat.

KLÁVESY	VÝZNAM	FUNKCE
TOOL CALL	Tool Call Vyvolání nástroje	• Výměna nástroje.

Tabulka 9. Vyvolání nástroje

Zadávané parametry:

Číslo nástroje nebo název nástroje.

Osa vřetena **X, Y, Z**.

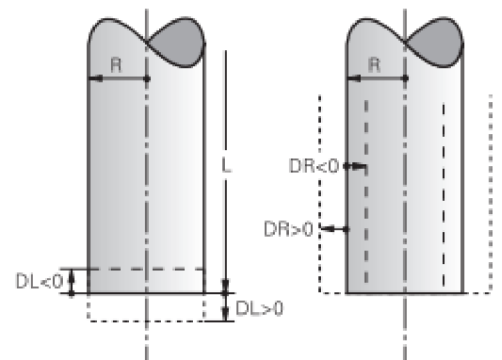
Otáčky vřetena **S** nebo řezná rychlost **VC**.

Posuv **F**.

Delta hodnota délky nástroje **DL**.

Delta hodnota rádiusu nástroje **DR**.

Delta hodnota rádiusu zaoblení nástroje **DR2**.



Obrázek 10. Parametry nástroje [4]

Postup:

Nástroj vyvoláte takto:

Stiskněte klávesu TOOL CALL.



Stiskněte softklávesu Volba.



Volba nástroje z tabulky nástrojů potvrďte klávesou ENT.



Alternativně stiskněte softklávesu OK.



Zadejte osu vřetena Z zadání potvrďte klávesou ENT.



Zadejte další parametry nástroje.

Každé zadání potvrďte klávesou ENT.



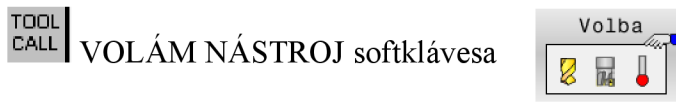
Alternativně šipka.



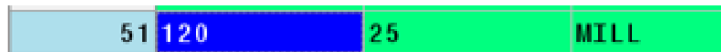
Příklad1:

TOOL CALL 51 Z S1500 F500

Vyvolání nástroje jeho číslem, otáčkami vřetena a posuvem.



T nástroj L délka nástroje R poloměr Fréza



Vyberte nástroj číslo 51 – Čelní válcová nástrčná fréza průměr 50 mm



potvrďte osu Z ENT - osa nástroje je Z – frézování v ose Z →

nastavte otáčky S 1500 (1 5 0 0), → nastavte frézovací posuv F 500 (5 0 0) - frézovací posuv 500 mm za minutu.

Příklad2:

Vyvolání nástroje jeho číslem, otáčkami vřetena, posuvem a delta hodnotami.





Vyberte nástroj číslo 51 – Čelní válcová nástrčná fréza průměr 50 mm



potvrďte osu Z ENT - osa nástroje je Z – frézování v ose Z →

nastavte otáčky S 1500 (1 5 0 0), → nastavte frézovací posuv F 500 (5 0 0) - frézovací posuv 500 mm za minutu.

Delta hodnoty.

 DL – přídavek nástroje v ose Z +0.3 mm  DR – přídavek nástroje v průměru v ose X, Y + 0.3 mm.

Tímto docílíte, že můžete zadávat výkresové hodnoty. Obrobené plochy budou mít přídavek 0.3 mm v X, Y, Z pro dokončení.



 END KONEC VĚTY

3.17. Změna NC bloku



Příklad:

20 L X-30 Y-30 Z+5 FMAX







Na polohujte kurzor přímo na upravovaný NC-blok takto:

	Stiskněte klávesu GOTO .
	Zadejte číslo bloku. Potvrďte klávesou ENT .



Alternativně ho takto polohujte:

 	Kurzor nastavte směrovými tlačítky do libovolného NC-bloku.
--	---

Postup NC-blok změňte takto:

	Umístěte kurzor do NC-bloku.
	Změňte hodnotu X, např. X-10 . Umístěte kurzor do NC-bloku.
	Změňte hodnotu Y, např. Y+25 . Umístěte kurzor do NC-bloku.
	Zapněte korekci rádiusu nástroje, např. RL . Umístěte kurzor do NC-bloku.
	Změňte posuv, např. F500. Umístěte kurzor do NC-bloku.
	Mazání M-funkce.

Máte následující možnosti, jak ukončit úpravy:




	Zrušit změnu.
	Převzít změnu.

20 L X-30 Y-30 Z+5 FMAX opravovaný

20 L X-10 Y+25 RL F500 opraveno (změněno)

3.18. Mazání NC-bloku

NC-blok smažete takto:

	Kurzor nastavte do NC-bloku.
	
	Smazání zvoleného bloku.

Obnovení smazaného NC-bloku.

Pokud jste smazali NC-blok omylem, vložte ho zpět do NC-programu takto:

	Stiskněte softklávesu. VLOZIT POSLEDNI NC BLOK
---	--

Tuto funkci můžete také použít k vyjmutí bloku a jeho vložení.

3.19. Provozní režim Testování

Použití:

V režimu **Testování** simulujete průběh NC-programů, aby se vyloučily chyby při provádění programu.

Řídicí systém vás podporuje při vyhledávání následujících zdrojů chyb:

- geometrických neslučitelností.
- chybějících zadání.
- neproveditelných skoků.
- narušení pracovního prostoru.

Přídavné funkce:



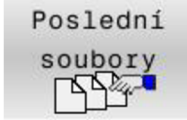

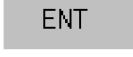

K dispozici máte ještě následující funkce:

- Testování NC-programu po blocích.
- Přeskočení bloků.
- Funkce pro grafické znázornění.
- Zjištění času obrábění.
- Doplňkové zobrazení stavu.

3.20. Provádění testování programu






Postup:

Testování programu provedete takto:

	Přejděte do provozního režimu Testování .
	Stiskněte klávesu PGM-MGT .
	Zvolte softtláčítko Poslední soubory .
	Alternativně zvolte směrovými klávesami požadovaný NC-program.
	Potvrďte tlačítkem ENT .
	Zvolte rozdělení obrazovky GRAFIKA + PROGRAMU nebo Grafika . Případně zvolte rozdělení obrazovky Grafika .

program		STAV + PROGRAMU	GRAFIKA + PROGRAMU	Grafika
---------	--	-----------------------	--------------------------	---------

Pro testování programu máte k dispozici tyto možnosti:

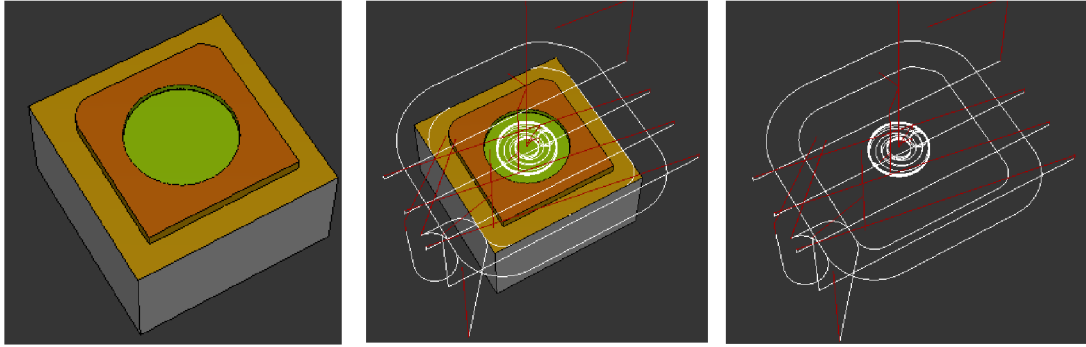
SOFTLAČÍTKO	FUNKCE
	Zrušit neobrobený polotovár a otestovat celý NC-program.
	Testovat každý NC-blok jednotlivě.
	Testovat celý NC-program.
	Provést test programu až do určitého NC bloku.
	Zastavit testování programu. Toto softtlačítko se objeví pouze tehdy, když jste spustili test programu.

Nastavení rychlosti verifikace – pomocí softkláves.



Režim TEST programu nabízí následující náhledy:

SOFTLAČÍTKO	FUNKCE
	Objemový náhled.
	Objemový náhled a dráhy nástrojů.
	Dráhy nástrojů.



TNC znázorňuje pojezdové pohyby rychloposuvem **červeně**.

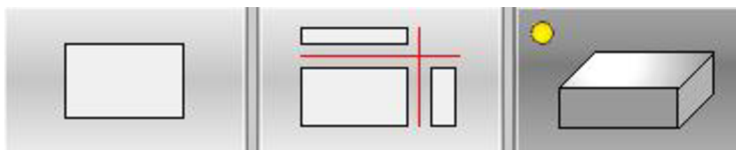
Režim TEST programu nabízí následující funkce:

DALSI
POHLED
VOLBY

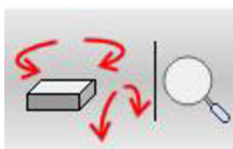
SOFTLAČÍTKO	FUNKCE
PRÁZDNÝ RÁM VYP <input type="button" value="ZAP"/>	Zobrazit rámeček polotovaru.
Polotovar HRANY VYP <input type="button" value="ZAP"/>	Zdůraznění hran obrobku ve 3D-modelu.
Polotovar PRŮSVITNÝ VYP <input type="button" value="ZAP"/>	Zobrazit obrobek průhledně.
OZNACIT KONC. BOD VYP <input type="button" value="ZAP"/>	Zobrazit koncové body nástrojových drah.
ČÍS. BLOKU <input type="button" value="UKAZAT"/> VYNECHAT	Zobrazit čísla bloků nástrojových drah.
POLOTOVAR SKALA - SEDI <input type="button" value="BARVY"/>	Zobrazit obrobek barevně.
RESETOVAT OBJEMOVÝ MODEL	Resetovat objemový model.
RESET DRAH NÁSTROJE	Resetovat dráhy nástroje.

<p>DRÁHY FMAX <input checked="" type="button" value="ZOBRAZIT"/> SKRÝT</p>	<p>Zobrazit pohyby rychloposuvem.</p>
<p>MĚŘENÍ VYP <input checked="" type="button" value="ZAP"/></p>	<p>Aktivovat měření. Je-li měření aktivní, řízení zobrazí přibližně odpovídající souřadnice, pokud umístíte ukazatel myši na 3 D – grafiku obrobku.</p>

Další pohledy:



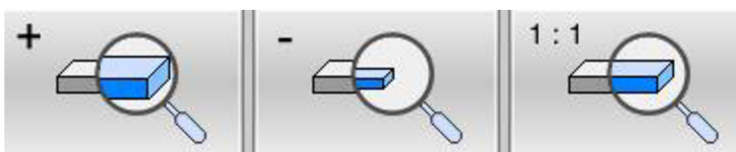
Přiblížení, oddálení a posouvání obrobku: ZOOM kolečkem na myši, posouvání levým tlačítkem myši a otáčení pravým tlačítkem myši.



Polohování obrobku:



ZOOM obrobku:



Posouvání obrobku:



3.21. Programování obrysů 1

3.21.1. Lineární funkce dráhy Kartézské absolutní






NC-program se skládá z řady NC-bloků. NC-blok se skládá z několika slov.

Příklad:






41 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5

SLOVO	VÝZNAM
41	Číslo bloku.
L	Dráhová funkce.
X+0 Y+0 Z+150	Souřadnice koncového bodu.
R0	Korekce rádiusu.
FMAX	Posuv.
M5	Přípravná funkce.

Postup:

KLÁVESKA	
	Stiskněte klávesu L řídicí systém otevře nový lineární blok (s pohybem po přímce).
	Zadejte souřadnice koncového bodu první osy.
	Zadejte souřadnice koncového bodu další osy.
	Potvrzení klávesou ENT.
	Klávesou END blok ukončete.

Možnosti, jak zadat posuv.

SOFTLAČÍTKO	FUNKCE
	Rychloposuv • Působí v blocích.
	Posuv z bloku TOOL CALL.
	Programovaný posuv. • Jednotky mm/min nebo 1/10 palce/min. • U rotačních os: jednotka stupeň/min.
	Posuv na otáčku. • Jednotka mm/min ⁻¹ nebo inch/min ⁻¹ .
	Posuv na zub. • Jednotky mm/zub nebo 1/10 palce/zub. Počet zubů musí být definován v tabulce nástrojů.

Tabulka 10. druhy strojních posuvů při frézování

3.21.2. Lineární funkce dráhy Kartézské inkrementální

Místo absolutních souřadnic lze programovat také inkrementálně. Inkrementální zadávané hodnoty se vztahují právě k posledně programovaným souřadnicím. Zadávání cílových souřadnic se provádí v kartézských souřadnicích v osách **JX**, **JY** a **JZ**.

Mezi absolutním a inkrementálním zadáváním se přepíná následujícím způsobem:



Řídicí systém přepne mezi absolutním a kartézským zadáváním.

3.21.3. Lineární funkce dráhy absolutní polární a inkrementální

Je-li výrobní výkres okótován pravoúhle, pak vytvořte NC-program rovněž s pravoúhlými souřadnicemi. U obrobků s kruhovými oblouky nebo při úhlových údajích je často jednodušší definovat polohy polárními souřadnicemi.

Na rozdíl od pravoúhlých souřadnic X, Y a Z popisují polární souřadnice polohy pouze v jedné rovině. Polární souřadnice mají svůj počátek v pólu CC.

Poloha v rovině je tak jednoznačně definována pomocí:

- Rádusu polárních souřadnic PR: vzdálenost od pólu CC k dané poloze
- Úhlu polárních souřadnic PA: úhel mezi vztažnou osou úhlu a přímkou, která spojuje pól CC s danou polohou.

Definování pólu a úhlu vztažné osy.

Pól definujete pomocí dvou souřadnic v pravoúhlém souřadném systému v některé ze tří rovin. Tím je také jednoznačně přiřazena vztažná osa úhlu k úhlu polární souřadnice PA.

Polární souřadnice (ROVINA)	Úhlová vztažná osa
X/Y	+X
Y/Z	+Y
Z/X	+Z



Circle Center /Pole

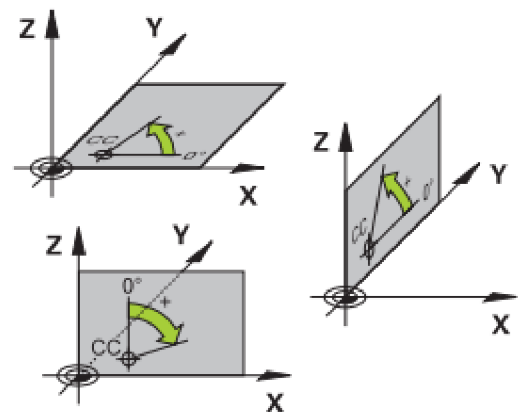
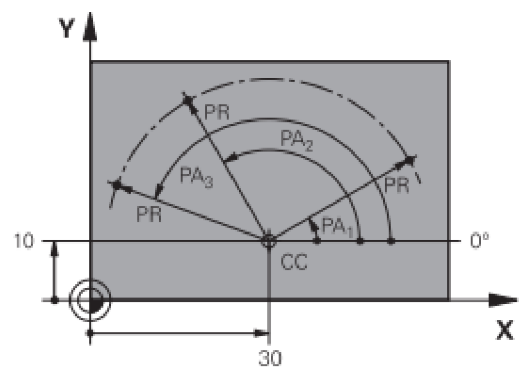
Střed kruhu /pól

Definování pólu.

K definování pólu máte následující možnosti:

- Absolutně, vztaženo k nulovému bodu obrobku.
- Přírůstkově (inkrementálně), vztaženo k naposledy naprogramované poloze.
- Bez zadání, převezme se naposledy programovaná poloha.

Obrázek 11. Definování pólu [4]



Příklad:

CC X+25 Y+25	PÓL ABSOLUTNĚ
CC IX+25 IY+0	PÓL INKREMENTÁLNĚ
CC IX+10 Y+25	PÓL INKREMENTÁLNĚ A ABSOLUTNĚ
CC	PÓL NAPOSLEDY NAPR OGRAMOVANÉ POLOHY

Programování přímky LP.

Absolutní zadávané hodnoty se vztahují na vzdálenost k pólu (PR) a úhlu ke vztažné ose (PA).

Vztažná osa úhlu odpovídá aktuální hlavní ose. Když pracujete s osou vřeten Z, je odpovídající vztažná osa úhlu osa X.

Přímku LP naprogramujete takto:

Tlačítkem **P** přepněte do polárních souřadnic.

Rádus polárních souřadnic **PR**.

Úhel polárních souřadnic **PA**.

Také polární souřadnic lze programovat inkrementálně. Inkrementální zadávané hodnoty se vztahují právě k posledně programovaným souřadnicím.

Zadávaní cílových souřadnic se provádí pomocí polárních souřadnic **IPR** a **IPA**.

3.21.4. Korekce rádiusu

Pomocí korekce rádiusu můžete naprogramovat míry z výkresu, bez ohledu na použitou frézu. Naprogramované pohyby bez korekce rádiusu popisují dráhu středu frézy.

Řídicí systém Vám nabízí následující možnosti:

R0: Bez korektury rádiusu

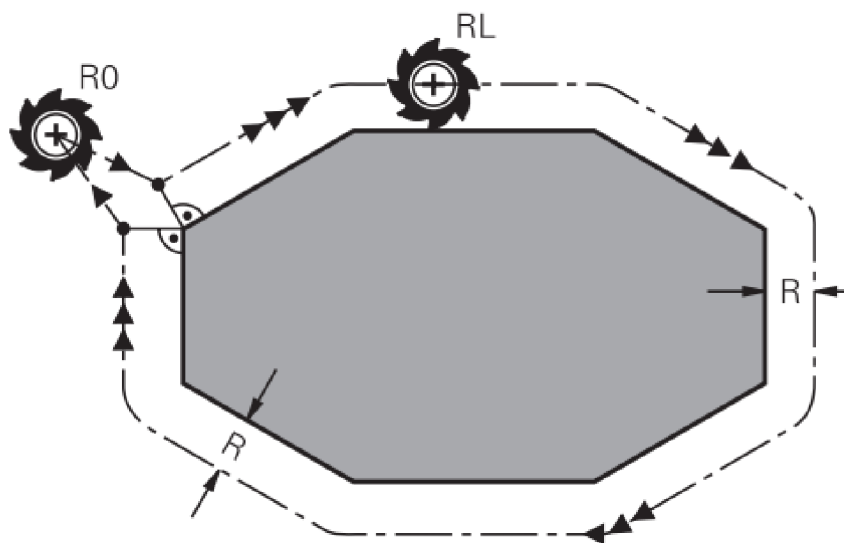
RL: Nástroj pojíždí vlevo od obrysu

RR: Nástroj pojíždí vpravo od obrysu

Softklávesy




Při výpočtu rádiusu nástroje řídicí systém respektuje delta-hodnoty jak z TOOL CALL-bloku, tak z tabulky nástrojů. Hodnota delta je účinná, jakmile pojezdíte nástrojem v rovině obrábění s RL nebo RR.



Obrázek 12. Korekce rádiusů (Poloměrová korekce nástroje) [4]

3.21.5. Zkosení rohů CHF

KLÁVESA	VÁZNAM	ZADÁNÍ
	Chamfer. Zkosení.	<ul style="list-style-type: none">• Délka zkosené hrany.• Posuv.


Programování zkosení:

Zkosení můžete vložit mezi dvě přímky.

Řídicí systém do rohového bodu nenajede.

Korekce poloměru v NC bloku před zkosením a v NC bloku za zkosením musí být stejná.

3.21.6. Zaoblení rohů RND

KLÁVESA	VÁZNAM	ZADÁNÍ
	Rounding of Corner. Zaoblení rohu.	<ul style="list-style-type: none"> • Poloměr rohu. • Posuv.

Programování rohového rádiusu:

Rádus rohu můžete přidat mezi přímkové i kruhové dráhy.

Řídicí systém do rohu nenajede.

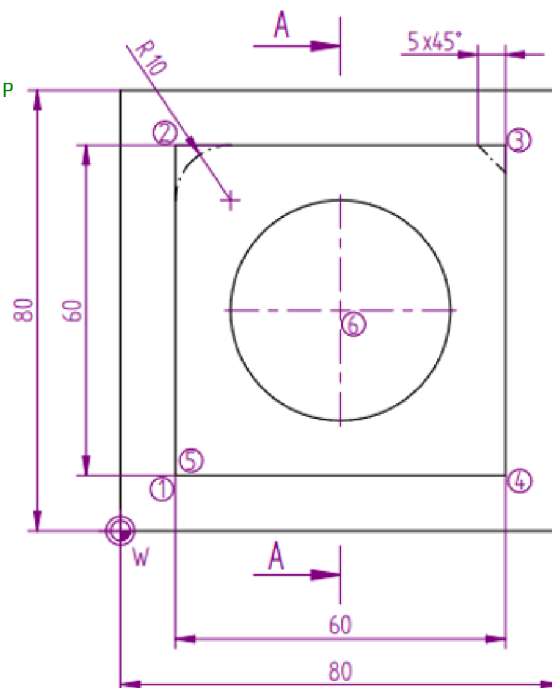
Korekce rádiusu v NC bloku před zaoblením a v NC bloku za zaoblením musí být stejná.

Příklad: viz výkres DESKA

```

22 ;NAJEZD 1 BOD SOURADNICE POMOCI FUNKCE APP
23 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F500
24 ; 2 BOD SOURADNICE
25 L Y+70
26 ;ZAOBLENÍ ROHU R10
27 RND R10 F200
28 L X+20
29 ; 3 BOD SOURADNICE
30 L X+70
31 ;ZKOSENI ROHU 5X45STUPNU
32 CHF 5 F200
33 ; 4 BOD SOURADNICE
34 L Y+10
35 ; 5 BOD SOURADNICE
36 L X+10
37 ;UZAVRENI OBRYSU
38 L Y+15
39 ;ODJEZD OD KONTURY POMOCI FUNKCE DEP
40 DEP LCT X-25 Y+25 R10
41 ;VBN
42 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5





```



Posuv naprogramovaný v bloku **RND/CHF** je účinný pouze v tomto bloku **RND/CHF**. Potom je opět platný posuv programovaný před blokem **RND/CHF**.

3.21.7. Najetí a opuštění obrysu

Approach / Departure

SOFTKLÁVESY		FUNKCE
		Přímka s tangenciálním napojením.
		Přímka kolmo k bodu obrysu.
		Kruhová dráha s tangenciálním napojením.
		Kruhová dráha s tangenciálním napojením. Najetí a odjetí k/od pomocnému bodu po tangenciálně připojeném přímkovém úseku.

V bloku APPR zapněte korekci rádiusu.

V bloku DEP vypne řízení korekci rádiusu automaticky.

Příklad: viz výkres DESKA

23 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F500

40 DEP LCT X-25 Y+25 R10


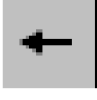

3.21.8. Přehled cyklů CYCL DEF

KLÁVESY	VÝZNAM
CYCL DEF	Cycle Definition. Definování cyklu.
TOUCH PROBE	Touch Probe. Definování cyklu dotykové sondy.

Skupiny cyklů CYCL DEF:

SOFTKLÁVESY	FUNKCE
Vrtání/ závity	Cykly pro vrtání, vystružování, vyvrtávání, zahlubování, vrtání závitů, řezání závitů a frézování závitů.
Kapsy/ ostrůvky/ drážky	Cykly k frézování kapes, čepů a drážek.
Transfor. souřadnic	Cykly pro transformaci (přepočít) souřadnic, jimiž lze libovolné obrysy posouvat, natáčet, zrcadlit, zvětšovat a zmenšovat.
SL CYKLY	SL-cykly (Subcontur-List), jimiž lze obrábět souběžně s obrysy složitější obrysy, které se skládají z více překrývajících se dílčích obrysů interpolace na plášti válce.
Rastr bodů	Cykly k vytváření bodových rastrů, například díry na kružnici, nebo děrované plochy.
SOUSTRUZE .	TNC 640: Soustružnické cykly pro odstraňování třísek, zapichování, zapichování a soustružení a řezání závitů.
Speciální cykly	Cykly časové prodlevy, vyvolání programu, orientace vřetena, tolerance.

Navigace v cyklu.

KLÁVESY	FUNKCE
	Pohyb v rámci cyklu: Skok na další parametr.
	Pohyb v rámci cyklu: Skok zpátky na předchozí parametr.
	Skok na stejný parametr v dalším cyklu.

Pro definování cyklů:

Máte následující dvě možnosti:

- Pomocí softtlačítek.
- Přes GOTO.

Definování cyklů pomocí softtlačítek.

Klávesa CYCL DEF.



SOFTTLAČÍTKA

Vrtání/ závity	Kapsy/ ostrůvky/ drážky	Transfor. souřadnic	SL CYKLY	Rastr bodů	SOUSTRUZE.			Speciální cykly
-------------------	-------------------------------	------------------------	-------------	---------------	------------	--	--	--------------------

Definování cyklů pomocí GOTO.



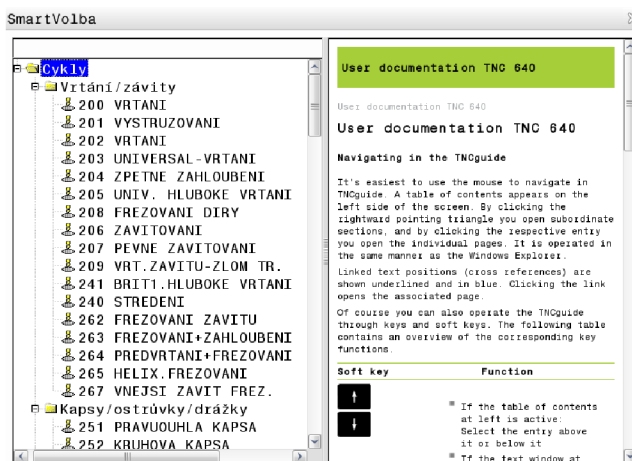
Klávesa CYCL DEF



Klávesa GOTO

ENT

Otevře se seznam všech cyklu. Vyberu cyklus a potvrdím cyklus tlačítkem ENT.

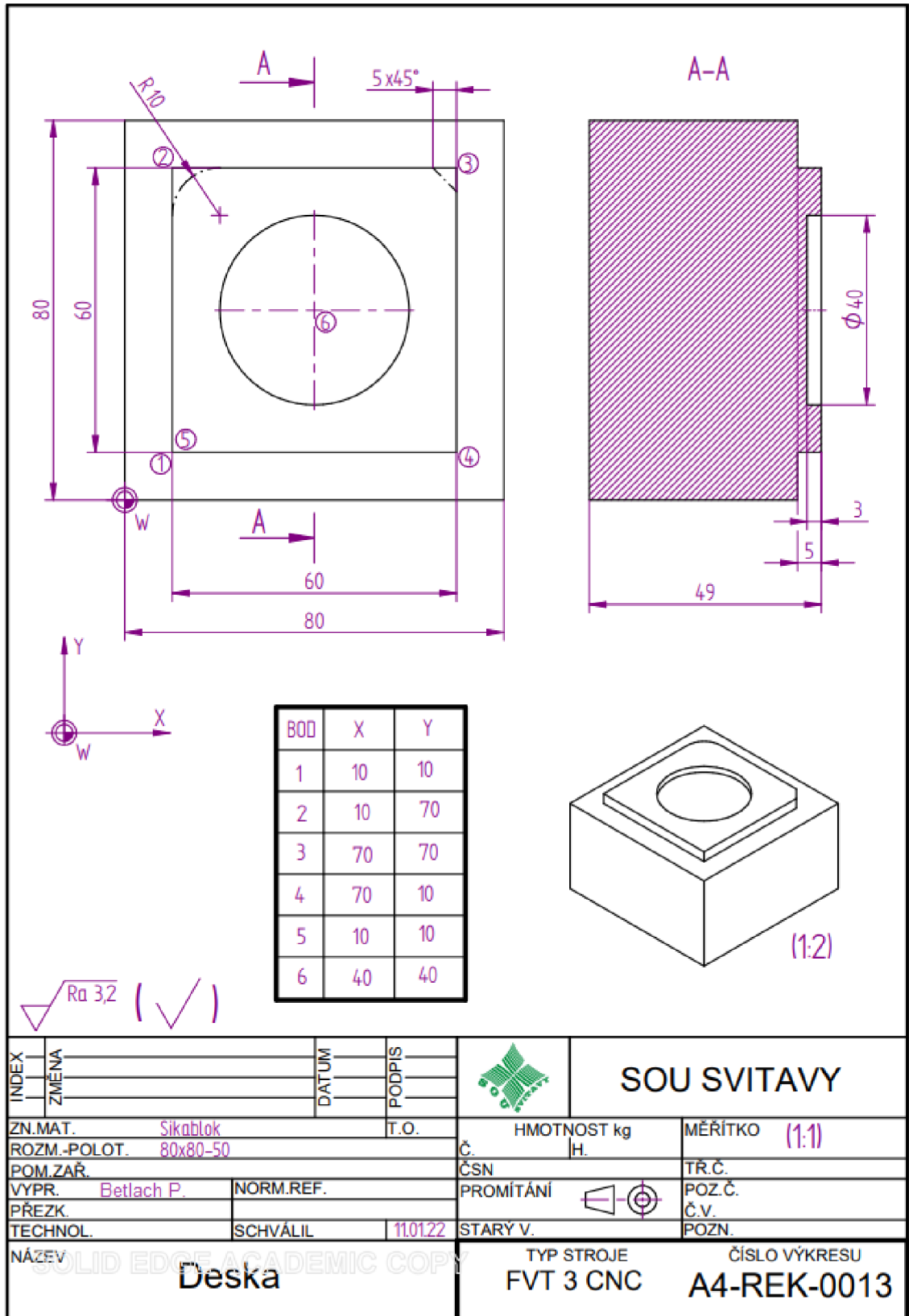


Cykly s úběrem materiálu musíte v NC-programu nejen definovat, ale také vyvolat. Toto vyvolání se vždy vztahuje k naposledy definovanému obráběcímu cyklu v NC-programu.

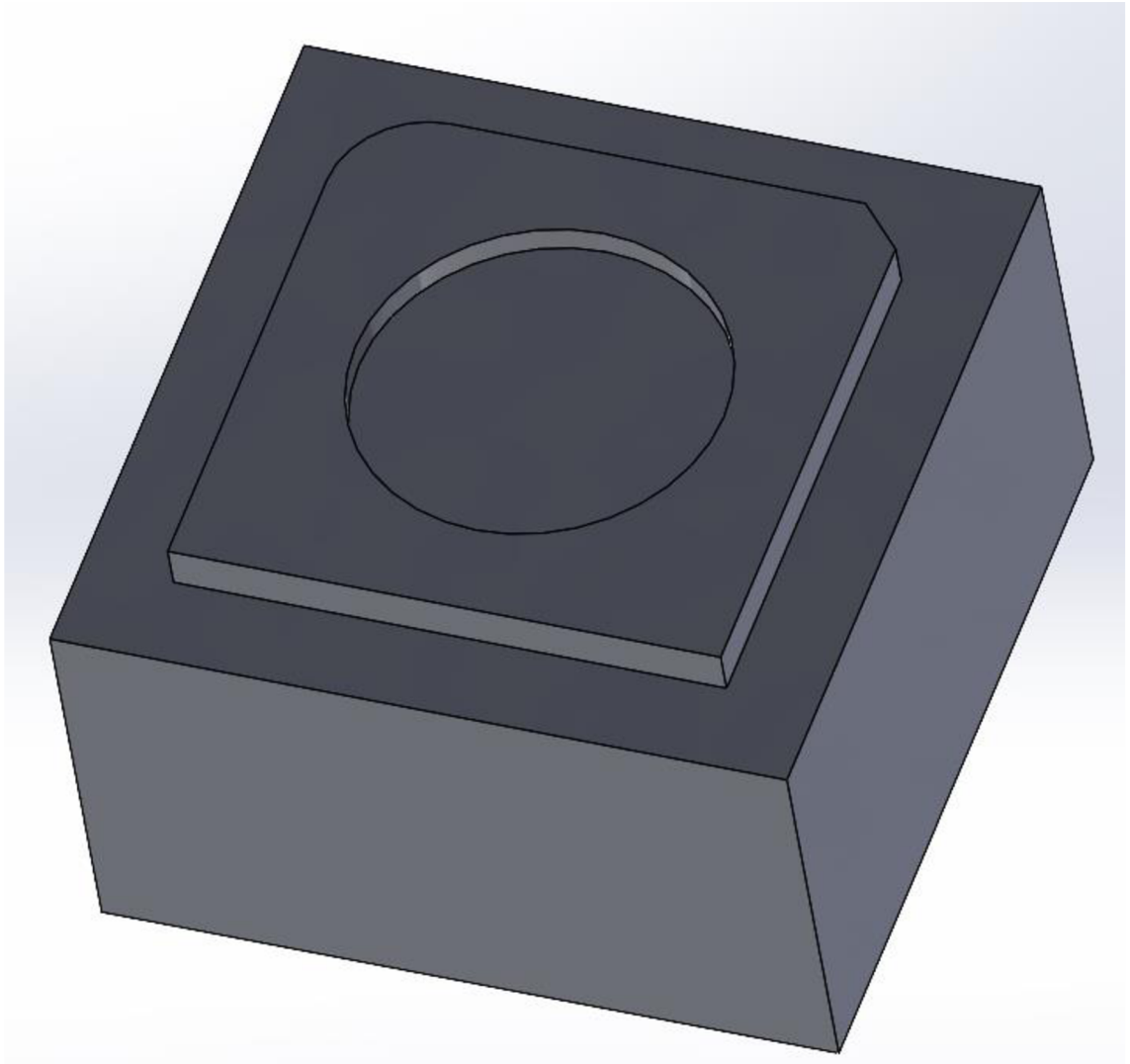
Pro vyvolání cyklu máte k dispozici tyto možnosti:

- CYCL CALL M
- CYCL CALL POS
- M99 / M89
- CYCLE CALL PAT pouze v kombinaci s PATTERN DEF

3.22. Jednoduchý příklad, jak vytvořit CNC program a kopírování CNC bloků
 Výkres DESKA



3.22.1. 3D model



VÝROBNÍ POSTUP



Škola: SOU Svitavy, Nádražní 1083/8



Pedagogická fakulta
Jihočeské univerzity
v Českých Budějovicích
Faculty of Education
University of South Bohemia
in České Budějovice

Název celku:
DESKA

Název skupiny:

Název součástky: **DESKA**

Číslo součástky:
MS21-2021-04-12

Vydání postupu:
10.01.2022

Dne: 10.01.2022

Vyhotovil:
BETLACH P.

Kontroloval:
BETLACH P.

Schválil:
VESELÝ B.

Číslo listu: 1

Č. oper./ úsek	Název stroje/Třídící číslo:	Dílna:	Popis práce:	Výrobní pomůcky, měřidla:	Poznámky:
1	Pásová pila - BOMAR	Mezisklad	Řezání na požadovaný rozměr 82X82X50 mm	Pásová pila, posuvné měřidlo, výkres	
2	Frézka - FGS 25/32	Frézovna	Zúhlování kostky na rozměr 80x80x50 pomocí válcové frézy \varnothing 100 mm L 50 mm	Frézka, čelní válcová nástrčná fréza HSS osmibřítá - \varnothing 100 mm L50 mm, úhelník, posuvné měřidlo, svěrák výkres.	
3	Frézka - Heidenhain ITNC310 FVT 3 CNC	CNC	Frézování čela 1 mm čelní válcovou nástrčnou frézou osmibřítá \varnothing 50 mm, frézování hrubování kontury čelní válcovou nástrčnou frézou osmibřítá \varnothing 50 mm do hloubky 5 mm, frézování dokončení kontury nástroj čtyřbřítá stopková fréza \varnothing 20 mm, frézování kruhové kapsy drážkovací frézou \varnothing 12 mm do hloubky 3mm	Posuvné měřidlo pro kontrolu výrobku, nástroj T01- čelní válcová nástrčná fréza HSS osmibřítá - \varnothing 50 mm L50, T10 - čtyřbřítá stoková fréza CO - \varnothing 20 mm L70 mm, T06 - dvoubřítá drážkovací fréza CO - \varnothing 6 mm L 60 mm.	

3.22.2. Stručný výrobní postup

NÁSTROJOVÝ LIST



Pedagogická fakulta
University of South Bohemia
in České Budějovice



Škola: SOU Svitavy, Nádražní 1083

Název součásti: DESKA

Počet listů: 1

Číslo výrobního výkresu součásti: MS21-2021-04-12

list č.: 1

Program číslo: DESKA

Vypracoval: BETLACH P,

Kontroloval: BETLACH P.

Datum: 10. 01. 2022

Datum: 10.01.2022

Podpis:

Podpis:

P.č.	Číslo nástroje:	Název nástroje:	Materiál nástroje:	Označení VBD r_n	Počet zubů frézy z_f	Korekce Nástroje:				Řezné podmínky:				Čas obrábění (min) t_c
						LKZ	D	R	délka	h:	v:	s:	F:	
0	T00	Obrobková sonda				0mm	ø4mm	R2mm	L50mm					
1	T51	Čelní válcová	HSS	-	8	-112.65mm	ø50mm	R25mm	L50mm	1-5mm	235.5 m/min	1500 ot. za min.	500 mm za min.	2 min.
2	T10	Stopková fréza	CO	-	4	-51.15mm	ø20mm	R10mm	L70mm	0.3mm	125.6 m/min	2000 ot. za min.	400 mm za min.	1 min.
3	T06	Drážkovací fréza	CO	-	2	-92.91mm	ø12mm	R6mm	L60mm	1.5mm	94.2 m/min	2500 ot. za min.	400 mm za min.	2 min.
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
Poznámka:														

3.22.3. Nástrojový list – seznam nástrojů

SEŘIZOVACÍ LIST



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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



Škola: SOU Svitavy, Nádražní 1083/8

Název součásti: DESKA

Počet listů: 1

Číslo výrobního výkresu součásti: MS21-2021-04-12

List č.: 1

Program číslo: DESKA

ŘS: HEIDENHAIN iTNC 310, PC - HEIDENHAIN iTNC 640

CNC obráběcí stroj: FVT 3 CNC

Vypracoval: BETLACH P.

Kontroloval: BETLACH P.

Datum: 12.01.2022

Datum: 12.01.2022

Podpis:

Podpis:

Volba obráběcí roviny:

Upínací přípravek

Poř. Číslo:	Název:	Rozměr:	Počet ks:
1.	SVĚRÁK	100X200	1
2.			
3.			
4.			

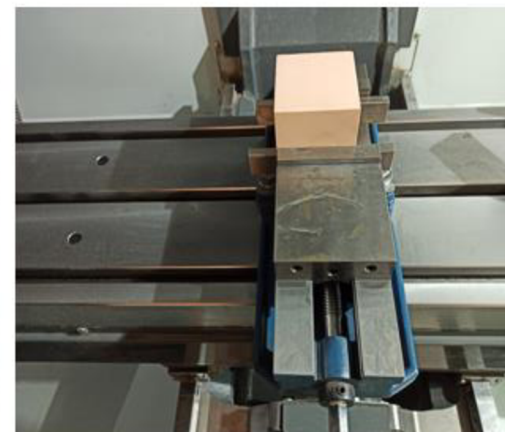
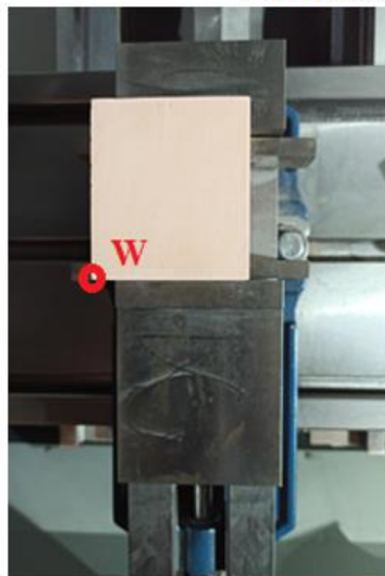
Materiál obrobku: SIKABLOK

Polotovar

Obrobitelnost: Rozměr: 80X80X50 ČSN:

Souřadnice	X:	Y:	Z:	další:
Nulového bodu obrobku W :	0	0	0	-
Výchozí bod programu C :	0	0	150	-
Bod výměny nástroje	0	0	150	-
Dorazový bod A :	-	-	-	-

Poloha upnuté součásti:



Poznámka:

3.22.5. Výpočet řezných podmínek

Řezná rychlost.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} [m \cdot \text{min}^{-1}]$$

v – řezná rychlost - $[m \cdot \text{min}^{-1}]$

π – Ludolfovo číslo – konstanta – 3.14

D – průměr nástroje $[mm]$

n – otáčky vřetene - $[ot \cdot \text{min}^{-1}]$

Nástroj – ČELNÍ VÁLCOVÁ NÁSTRAČNÁ FRÉZA D50 mm – L50 mm.

Frézování čelní plochy 1 mm.

Hrubování kontury 5 mm.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 50 \cdot 1500}{1000} = 235,5 m \cdot \text{min}^{-1}$$

Nástroj – STOPKOVÁ FRÉZA D20 mm – L70 mm.

Dokončení kontury 0.3 mm.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 20 \cdot 2000}{1000} = 125,6 m \cdot \text{min}^{-1}$$

Nástroj – STOPKOVÁ FRÉZA D12 mm – L60 mm.

Hrubování a dokončení kruhové kapsy – hrubování 1.5 mm dokončení 0.3 mm.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 2500}{1000} = 94,2 m \cdot \text{min}^{-1}$$

Rychlost posuvu.

Hrubování – 500 mm za minutu.

Dokončování – 400 mm za minutu.

Plynulé průjezdy – 700 mm za minutu.

Zavrtávací posuv – 150 mm za minutu.

Hloubka třísky.

Hrubování 3-5 mm.

Dokončení 0.3 mm.

3.22.6. Program

```
0 BEGIN PGM DESKA MM
```

Začátek programu

```
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
```

```
2 BLK FORM 0.2 X+80 Y+80 Z+0
```

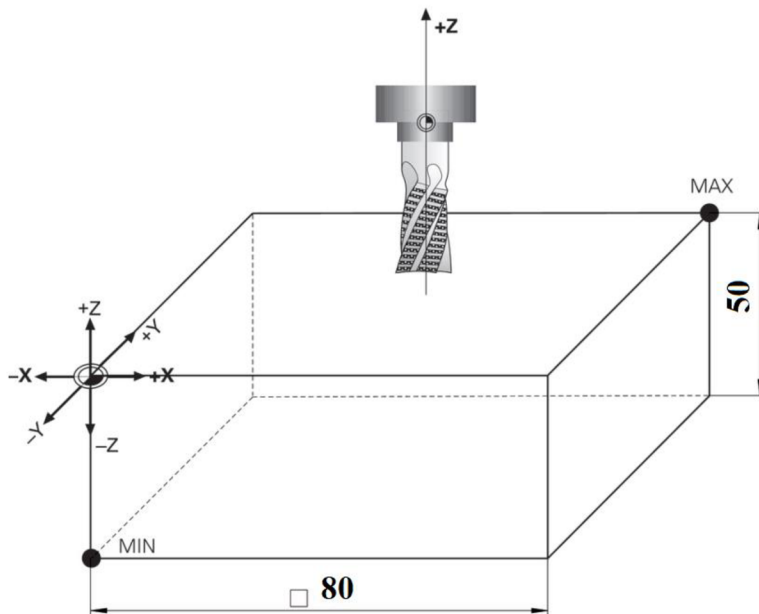
Nastavení obrobku a nulového bodu obrobku

Potvrďte osu vřetene Z

ENT

Minimální bod X 0 (0) →, Y 0 (0) →, Z -50 (7 5 0) →

Maximální bod X 80 (8 0) →, Y 80 (8 0) →, Z 0 (0) →



```
3 ; PROGRAMOVAL BETLACH
```

```
4 ; ZAROVNANI CELA 1MM
```

```
5 ; NASTROJ CELNI VALCOVA NASTRCNA FREZA D50MM
```

Textové poznámky o programu – textovou poznámku začínáte středníkem;

END

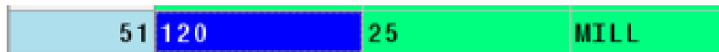
END KONEC VĚTY

6 TOOL CALL 51 Z S1500 F500

Volba nástroje – tabulka nástrojů





T nástroj L délka nástroje R poloměr Fréza











Vyberte nástroj číslo 51 – Čelní válcová nástrčná fréza průměr 50 mm

Potvrďte ok softklávesa















potvrďte osu Z  - osa nástroje je Z – frézování v ose Z ,

nastavte otáčky S 1500 (   ),  nastavte frézovací posuv F 500
(  ) - frézovací posuv 500 mm za minutu.

 END KONEC VĚTY

7 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX

Nájezdové souřadnice přiblížení k obrobku HOME – VÝCHOZÍ BOD NÁSTROJE



 Nájezd po přímce X 0 () , y 0 () , z 150 (  ) ,
  ,

rychloposuv -  softklávesa FMAX,


 END KONEC VĚTY

8 L Z+20 FMAX M3

Nájezdové souřadnice přiblížení k obroku.

 Nájezd po přímce **Z** 20 (**2** **0**)     ,

rychloposuv -  softklávesa FMAX



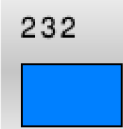

M3 – ROZTOČENÍ VŘETENA softklávesa  3 (**3**),



 END KONEC VĚTY

9 CYCL DEF 232 CELNI FREZOVANI

```
Q389=+2 ;STRATEGIE
Q225=+0 ;STARTBOD V 1.0SE
Q226=+0 ;STARTBOD V 2.0SE
Q227=+0 ;STARTBOD V 3.0SE
Q386=-1 ;KONCOVY BOD 3. OSY
Q218=+80 ;1. DELKA STRANY
Q219=+80 ;2. DELKA STRANY
Q202=+1 ;MAX. HLOUBKA PRISUVU
Q369=+0 ;PRIDAVEK PRO DNO
Q370=+1 ;MAX. PREKRYTI
Q207=+500 ;FREZOVACI POSUV
Q385=+500 ;POSUV NACISTO
Q253=+750 ;F NAPOLOHOVANI
Q200=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL.
Q357=+2 ;BOCNI BEZP.VZDAL.
Q204=+50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST
```

10 CYCL CALL

    softklávesy

Nebo přes tlačítko GOTO.   zobrazí se seznam cyklů a tam si vyberete cyklus 232 CELNI FREZOVANI.

- [-] **Speciálnícykly**
 - 9 CASOVA PRODLEVA
 - 12 PGM CALL
 - 13 ORIENTACE
 - 32 TOLERANCE
 - [-] **INTER-POLATION TURNING**
 - 291 COUPLG. TURNG. INTERI
 - 292 CONTOUR. TURNG. INTRI
 - 225 GRAVIROVANI
 - 232 CELNI FREZOVANI**
 - 239 ASCERTAIN THE LOAD

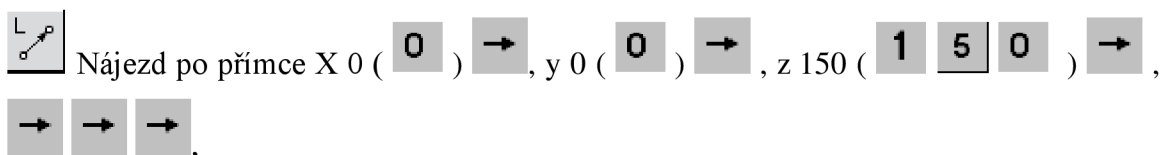
Hodnoty vyplňte dle vzorového programu. Uživatel tyto hodnoty může libovolně měnit, jak potřebuje.

Vyvolání cyklu CYCL CALL – VOLÁM CYKLUS nebo pomocí M funkce M99.



11 ;VBN - VYCHOZI BOD NASTROJE - HOME
12 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX

Nájezdové souřadnice přiblížení k obrobku HOME – VÝCHOZÍ BOD NÁSTROJE

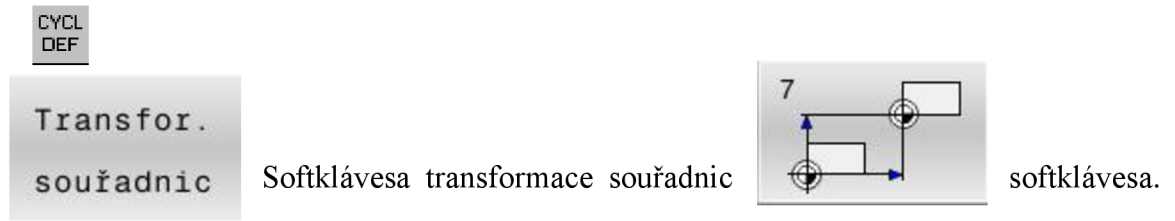


rychloposuv - softklávesa **F MAX** FMAX,



13 ;POSUNUTI NBO - NULOVY BOD OBROBKU - CELO 1 MM
14 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
15 CYCL DEF 7.1 Z-1

Posunutí nulového bodu obroku o 1 mm (čelní plocha je zarovnána o 1 mm).



Nulový bod potřebujete posunout v ose Z **Z** zadáte hodnotu -1 (**7** **1**),

ukončíte větu tlačítkem END

16 ;HRUBOVANI KONTURY

17 ;NASTROJ CELNI VALCOVA NASTRCNA FREZA D50MM S PRIDAVEM NA DOKONCENI

18 TOOL CALL 51 Z S1500 F500 DL+0.3 DR+0.3

Volba nástroje – tabulka nástrojů



T	L / ZL	R / XL	TYP
51	120	25	MILL

Vyberte nástroj číslo 51 – Čelní válcová nástrčná fréza průměr 50 mm.

Potvrďte ok softklávesa

potvrďte osu Z - osa nástroje je Z – frézování v ose Z ,

nastavte otáčky S 1500 (**1** **5** **0** **0**), nastavte frézovací posuv F 500

(**5** **0** **0**) - frézovací posuv 500 mm za minutu.

DL – přídavek nástroje v ose Z +0.3 mm DR – přídavek nástroje v průměru v ose X, Y + 0.3 mm
















Tímto docílíte, že můžete zadávat výkresové hodnoty. Obrobené plochy budou mít přídavek 0.3 mm v X, Y, Z pro dokončení.

 END KONEC VĚTY

19 ;NAJEZD

20 L X-30 Y-30 Z+5 FMAX












Nájezdové věty mimo materiál obrobku.

 Nájezd po přímce X -30 (   ) , y -30 (   ) , z 5 ()
 ,    ,  softklávesa rychloposuv FMAX,

 END KONEC VĚTY,

21 L Z-5 FMAX M3


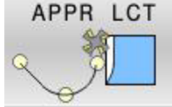
Nájezd do hloubky frézování Z -5 mm

 Nájezd po přímce  - 5 ( ) ,     , 
rychloposuv FMAX, M 3 – ROZTOČENÍ VŘETENA softklávesa  3 () ,


 END KONEC VĚTY

22 ;NAJEZD 1 BOD SOURADNICE POMOCI FUNKCE APPR

23 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F500

 Najetí a opuštění obrysu,  softklávesa – kruhová dráha s tangenciálním napojením. Najetí k pomocnému bodu po tangenciálně připojeném přímkovém úseku.

X 10 (1 0), → Y 10 (1 0), → R 10 (1 0) poloměr nájezdu po kružnici,




→,  softklávesa – zapnutí levé korekce, F 500 (5 0 0)

– frézovací posuv 500 mm za minutu.

 END KONEC VĚTY

24 ; 2 BOD SOURADNICE



25 L Y+70

 Nájezd po přímce  70 (7 0),  END KONEC VĚTY

26 ; ZAOBLENÍ ROHU R10




27 RND R10 F200

Zmenšení posuvu

 Zaoblení rohu R10 (1 0), F 200 (2 0 0)  END KONEC VĚTY

28 ; 3 BOD SOURADNICE

29 L X+70

 Nájezd po přímce  70 (7 0),  END KONEC VĚTY

31 ; ZKOSENI ROHU 5X45STUPNU

32 CHF 5 F200

Zmenšení posuvu

 Zkosení 5 x 45° (5),  F 200 (2 0 0) END KONEC VĚTY

33 ; 4 BOD SOURADNICE

34 L Y+10

 Nájezd po přímce  10 (1 0),  END KONEC VĚTY

35 ; 5 BOD SOURADNICE

36 L X+10

 Nájezd po přímce  10 (1 0),  END KONEC VĚTY

37 ;UZAVRENI OBRYSU



38 L Y+15



Odstranění přebytečného materiálu, který by mohl zůstat v rohu.

 Nájezd po přímce **Y** 15 (**1** **5**),  END KONEC VĚTY

39 ;ODJEZD OD KONTURY POMOCI FUNKCE DEP

40 DEP LCT X-25 Y+25 R10








 Najetí a opuštění obrysu,  softklávesa – kruhová dráha s tangenciálním napojením. Odjetí od pomocného bodu po tangenciálně připojeném přímkovém úseku.


X-25 (**7** **2** **5**),  Y 25 (**2** **5**),  R 10 (**1** **0**), poloměr nájезdu po kružnici,

 END KONEC VĚTY

41 ;VBN

42 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5

 Nájezd po přímce X 0 (**0**) , y 0 (**0**) , z 150 (**1** **5** **0**) ,
  


rychloposuv - softklávesa  FMAX,

vymnutí otček vřetene - softklávesa  M 5 (**5**),

 END KONEC VĚTY

43 ;PROGRAMOVY STOP - VYMENA NASTROJE

44 M0

Zmáčkněte M na klávesnici – softklávesa  M 0 (**0**),

 END KONEC VĚTY

45 ;DOKONENI KONTURY

46 ;NASTROJ STOPKOVA FRAZA D20MM

47 TOOL CALL 10 Z S2000 F400



Volba nástroje – tabulka nástrojů






T	L / ZL	R / XL	TYP
10	70	10	MILL_R

Vyberte nástroj číslo 10 – čelní stopková fréza průměr 20 mm

Potvrďte ok  softklávesa

Potvrďte osu Z  - osa nástroje je Z – frézování v ose Z ,

nastavte otáčky S 2000 () ,  dále nastavte frézovací posuv F 400

() , - frézovací posuv 400 mm za minutu.

 END KONEC VĚTY

```

48 ;NAJEZD
49 L X-30 Y-30 Z+5 FMAX
50 L Z-5 FMAX M3
51 ;NAJEZD 1 BOD SOURADNICE POMOCI FUNKCE APPR
52 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F400
53 ;2 BOD SOURADNICE
54 L Y+70
55 ;ZAOBLNI ROHU R10
56 RND R10 F200
57 ;3 BOD SOURADNICE
58 L X+70
59 ;ZKOSENI ROHU 5X45STUPNU
60 CHF 5 F200
61 ;4 BOD SOURADNICE
62 L Y+10
63 ;5 BOD SOURADNICE
64 L X+10
65 ;UZAVRENI OBRYSU
66 L Y+15
67 ;ODJEZD OD KONTURY POMOCI FUNKCE DEP
68 DEP LCT X-25 Y+25 R10
69 ;ODJEZD VBN
70 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
71 M0

```

Dokončení kontury, stejné jako hrubování kontury (souřadnice zůstávají stejné).

Změna pouze v rychlosti posuvu na F 400 mm za minutu a otáčky S 2000 otáček za minutu.

Pro ulehčení práce můžete bloky zkopírovat, vložit a poté je upravit.


Označíte řádek, který chcete kopírovat. (klikněte na řádek myší) – označí se modře.

19 ;NAJEZD

Přelistujte softklávesy myši.






Softklávesa označit blok a šipkou dolů označujte bloky kam až potřebujete. 

```

19 ;NAJEZD
20 L X-30 Y+30 Z+5 FMAX
21 L Z-5 FMAX M3
22 ;NAJEZD 1 BOD SOURADNICE POMOCI FUNKCE APPR
23 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F500
24 ; 2 BOD SOURADNICE
25 L Y+70
26 ;ZAOBLENI ROHU R10
27 RND R10 F200
28 L X+20
29 ; 3 BOD SOURADNICE
30 L X+70
31 ;ZKOSENI ROHU 5X45STUPNU
32 CHF 5 F200
33 ; 4 BOD SOURADNICE
34 L Y+10
35 ; 5 BOD SOURADNICE
36 L X+10
37 ;UZAVRENI OBRYSU
38 L Y+15
39 ;ODJEZD OD KONTURY POMOCI FUNKCE DEP
40 DEP LCT X-25 Y+25 R10
41 ;VBN
42 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
43 ;PROGRAMOVY STOP - VYMAENA NASTROJE
44 M0

```

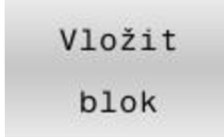
Kopírovat
blok

Softklávesa  kopírovat blok.

Najděte řádek, kam potřebujete kopírovat

47 TOOL CALL 10 Z S2000 F400

Vložit
blok

Softklávesa  vložit blok.

72 ;FREZOVANI KRUHOVE KAPSY

73 ;NASTROJ STOPKOVA FREZA PREKRITE BRITY D12MM

74 TOOL CALL 6 Z S2500 F500

Volba nástroje – tabulka nástrojů

TOOL
CALL

VOLÁM NÁSTROJ



softklávesa

T	L / ZL	R / XL	TYP
6	50	6	MILL_R

Vyberte nástroj číslo 6 – čelní válcová stopková fréza průměr 12 mm

Potvrďte ok



softklávesa



Potvrďte osu Z

- osa nástroje je Z – frézování v ose Z



nastavte otáčky S 2500 (),  nastavte frézovací posuv F 500

(), - frézovací posuv 400 mm za minutu.





END KONEC VĚTY

75 ;NAJEZD NA STRED OBROBKU

76 L X+40 Y+40 Z+50 FMAX M3



Nájezd po přímce X 40 ()  , y 40 ()  , z 50 ()



rychloposuv - softklávesa



FMAX,

zapnutí otček vřetene - softklávesa



3 (),





END KONEC VĚTY

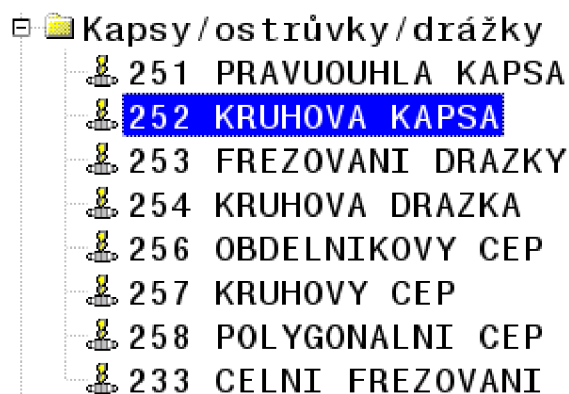
77 CYCL DEF 252 KRUHOVA KAPSA

Q215=+0 ; ZPUSOB OBRABENI
Q223=+41 ; PRUMER KRUHU
Q368=+0.3 ; PRIDAVEK PRO STRANU
Q207=+500 ; FREZOVACI POSUV
Q351=+1 ; ZPUSOB FREZOVANI
Q201=-3 ; HLOUBKA
Q202=+1.5 ; HLOUBKA PRISUVU
Q369=+0.3 ; PRIDAVEK PRO DNO
Q206=+150 ; POSUV NA HLOUBKU
Q338=+1.5 ; PRISUV NA CISTO
Q200=+2 ; BEZPECNOSTNI VZDAL.
Q203=+0 ; SOURADNICE POVRCHU
Q204=+50 ; 2. BEZPEC.VZDALENOST
Q370=+1 ; PREKRYTI DRAHY NAST.
Q366=+1 ; ZANOROVANI
Q385=+400 ; POSUV NACISTO
Q439=+0 ; REFERENCNI POSUV

78 CYCL CALL





Nebo přes tlačítko GOTO.   zobrazí se seznam cyklů a tam se vyberte cyklus 252 KRUHOVÁ KAPSA.















Hodnoty vyplňte dle vzorového programu. Uživatel tyto hodnoty může libovolně měnit, jak potřebujete.

Vyvolání cyklu CYCL CALL – VOLÁM CYKLUS

 softklávesa  ukončíte větu tlačítkem END , nebo použijete funkci M99.

```
79 ;ODJEZD VBN  
80 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX M5
```

 Nájezd po přímce X 0 () , y 0 () , z 150 (  ) ,
  ,

rychloposuv - softklávesa



FMAX,

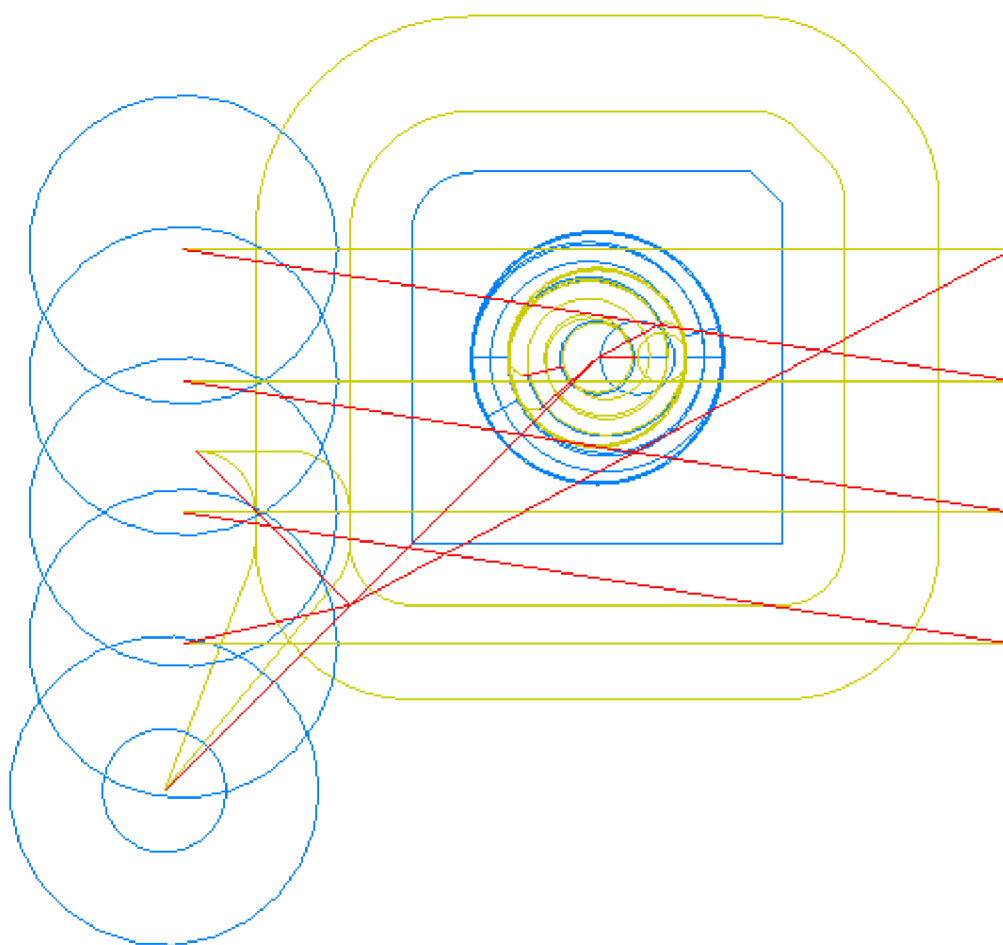
vymnutí otáček vřetene - softklávesa  5 (),

```
81 ;KONEC PROGRAMU  
82 M30  
83 END PGM DESKA MM
```

Zmáčkněte M na klávesnici – softklávesa  30 ( ),

 END KONEC VĚTY

3.22.7. Dráhy nástrojů – grafický rozbor



3.22.8. Přehled vzorového programu – výkres Deska

```
0 BEGIN PGM DESKA MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
2 BLK FORM 0.2 X+80 Y+80 Z+0
3 ;PROGRAMOVAL BETLACH
4 ;ZAROVNANI CELA 1MM
5 ;NASTROJ CELNI VALCOVA NASTRCNA FREZA
D50MM
6 TOOL CALL 51 Z S1500 F500
7 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX
8 L Z+20 FMAX M3
9 CYCL DEF 232 CELNI FREZOVANI ~
Q389=+2 ;STRATEGIE ~
Q225=+0 ;STARTBOD V 1.OSE ~
Q226=+0 ;STARTBOD V 2.OSE ~
Q227=+0 ;STARTBOD V 3.OSE ~
Q386=-1 ;KONCOVY BOD 3. OSY ~
Q218=+80 ;1. DELKA STRANY ~
Q219=+80 ;2. DELKA STRANY ~
Q202=+1 ;MAX. HLOUBKA PRISUVU ~
Q369=+0 ;PRIDAVEK PRO DNO ~
Q370=+1 ;MAX. PREKRYTI ~
Q207=+500 ;FREZOVACI POSUV ~
Q385=+500 ;POSUV NACISTO ~
Q253=+750 ;F NAPOLOHOVANI ~
Q200=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~
Q357=+2 ;BOCNI BEZP.VZDAL. ~
Q204=+50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST
10 CYCL CALL
11 ;VBN - VYCHOZI BOD NASTROJE - HOME
12 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX
13 ;POSUNUTI NBO - NULOVY BOD OBROBKU - CELO 1
MM
14 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
15 CYCL DEF 7.1 Z-1
16 ;HRUBOVANI KONTURY
17 ;NASTROJ CELNI VALCOVA NASTRCNA FREZA
D50MM S PRIDAVEM NA DOKONCENI
18 TOOL CALL 51 Z S1500 F500 DL+0.3 DR+0.3
19 ;NAJEZD
20 L X-30 Y+30 Z+5 FMAX
21 L Z-5 FMAX M3
22 ;NAJEZD 1 BOD SOURADNICE POMOCI FUNKCE
APPR
23 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F500
24 ;2 BOD SOURADNICE
25 L Y+70
26 ;ZAOBLENI ROHU R10
27 RND R10 F200
28 L X+20
29 ;3 BOD SOURADNICE
30 L X+70
31 ;ZKOSENI ROHU 5X45STUPNU
32 CHF 5 F200
33 ;4 BOD SOURADNICE
34 L Y+10
35 ;5 BOD SOURADNICE
36 L X+10
37 ;UZAVRENI OBRYSU
38 L Y+15
39 ;ODJEZD OD KONTURY POMOCI FUNKCE DEP
40 DEP LCT X-25 Y+25 R10
41 ;VBN
42 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
43 ;PROGRAMOVY STOP - VY MENA NASTROJE
44 M0
45 ;DOKONENI KONTURY
46 ;NASTROJ STOPKOVA FRAZA D20MM
47 TOOL CALL 10 Z S2000 F400
48 ;NAJEZD
49 L X-30 Y-30 Z+5 FMAX
50 L Z-5 FMAX M3
51 ;NAJEZD 1 BOD SOURADNICE POMOCI FUNKCE
APPR
52 APPR LCT X+10 Y+10 R10 RL F400
53 ;2 BOD SOURADNICE
54 L Y+70
55 ;ZAOBLENI ROHU R10
56 RND R10 F200
57 ;3 BOD SOURADNICE
58 L X+70
59 ;ZKOSENI ROHU 5X45STUPNU
60 CHF 5 F200
61 ;4 BOD SOURADNICE
62 L Y+10
63 ;5 BOD SOURADNICE
64 L X+10
65 ;UZAVRENI OBRYSU
66 L Y+15
67 ;ODJEZD OD KONTURY POMOCI FUNKCE DEP
68 DEP LCT X-25 Y+25 R10
69 ;ODJEZD VBN
70 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
71 M0
72 ;FREZOVANI KRUHOVE KAPSY
73 ;NASTROJ STOPKOVA FREZA PREKRITE BRITY
D12MM
74 TOOL CALL 6 Z S2500 F500
75 ;NAJEZD NA STRED OBROBKU
76 L X+40 Y+40 Z+50 FMAX M3
77 CYCL DEF 252 KRUHOVA KAPSA ~
Q215=+0 ;ZPUSOB OBRABENI ~
Q223=+41 ;PRUMER KRUHU ~
Q368=+0.3 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~
Q207=+500 ;FREZOVACI POSUV ~
Q351=+1 ;ZPUSOB FREZOVANI ~
Q201=-3 ;HLOUBKA ~
Q202=+1.5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
Q369=+0.3 ;PRIDAVEK PRO DNO ~
Q206=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
Q338=+1.5 ;PRISUV NA CISTO ~
Q200=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~
Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
Q204=+50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
Q370=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST. ~
Q366=+1 ;ZANOROVANI ~
Q385=+400 ;POSUV NACISTO ~
Q439=+0 ;REFERENCNI POSUV
78 CYCL CALL
79 ;ODJEZD VBN
80 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX M5
81 ;KONEC PROGRAMU
82 M30
83 END PGM DESKA MM
```


PROGRAMY JSOU ULOŽENY AUTOMATICKY A NALEZNETE JE
V POZNÁMKOVÉM BLOKU. H

C:\Program Files (x86)\TNC640\340594\TNCBETLACHBC

3.23. Programování obrysů 2 – VÝKRES A PROGRAM

3.23.1. Kruhá dráha C se středem kruhu CC – programovací techniky PODPROGRAM – příklad

Technical drawing showing the dimensions and views of a square plate with a circular hole. The front view shows a square with side length 80 and a circle with diameter $\Phi 80$. The hole is offset from the bottom-left corner by 40 units. The side view shows a rectangular block with a width of 50 and a hole diameter of 80. A 3D perspective view shows the plate with a circular hole. Surface finish $Ra 32$ is indicated. A scale of 1:1 is shown.

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS		SOU SVITAVY	
ZN.MAT. Sikablok			T.O.	HMOTNOST kg	MĚŘITKO (1:1)	
ROZM.-POLOT. 80x80-50				Č.	H.	
POM.ZAŘ.				ČSN	TR.Č.	
VYPR. Betlach P.		NORM.REF.		PROMÍTÁNÍ	POZ.Č.	
PŘEZK.					Č.V.	
TECHNOL.		SCHVÁLIL	27.0122	STARÝ V.	POZN.	
NÁZEV Deska kruh				TYP STROJE FVT 3 CNC		ČÍSLO VÝKRESU A4-REK-0016

Podprogram

Jednou naprogramované podprogramy můžete provádět v NC-programu několikrát za sebou, pomocí jejich vyvolání.

K dispozici máte následující funkce:

KLÁVESY	VÝZNAM	FUNKCE
LBL SET	Label Set. Nastavení návěští skoku.	<ul style="list-style-type: none"> • Začátek podprogramu. • Zadání 1 – 65 535 nebo název.
LBL SET	Label Set. Nastavení návěští skoku.	<ul style="list-style-type: none"> • Konec podprogramu. • Zadání 0.
LBL CALL	Label Call. Vyvolání návěští skoku.	<ul style="list-style-type: none"> • Příkaz skoku. • Vyvolání podprogramu. • Zadejte název vyvolávaného podprogramu.

Tabulka 11 Funkce podprogramu

Hlavní program ukončete pomocí M30

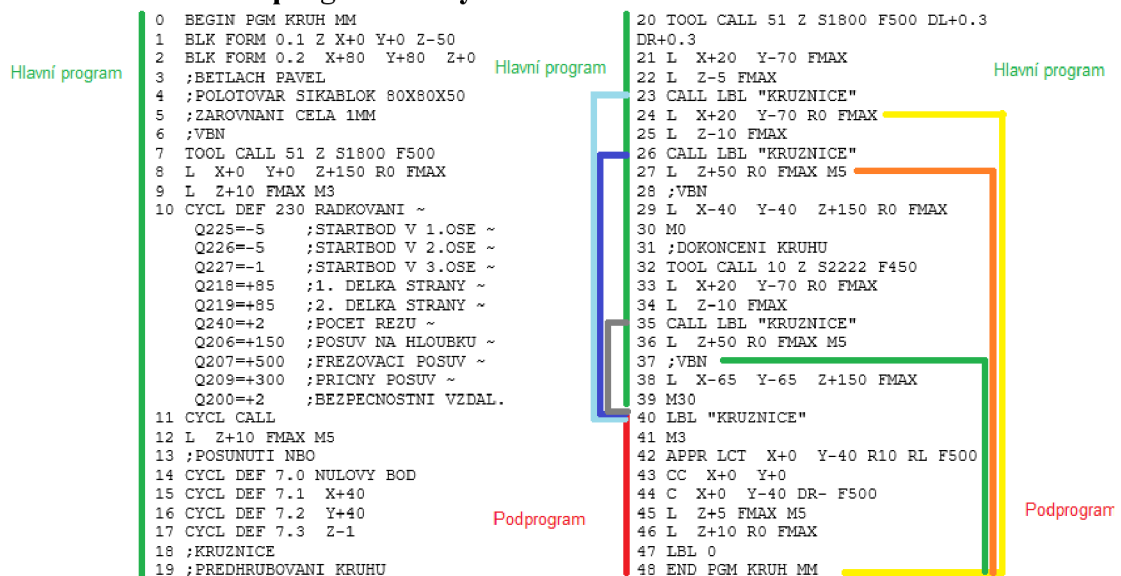
Princip:

Řídicí systém provádí NC-program až do vyvolání podprogramu CALL LBL.

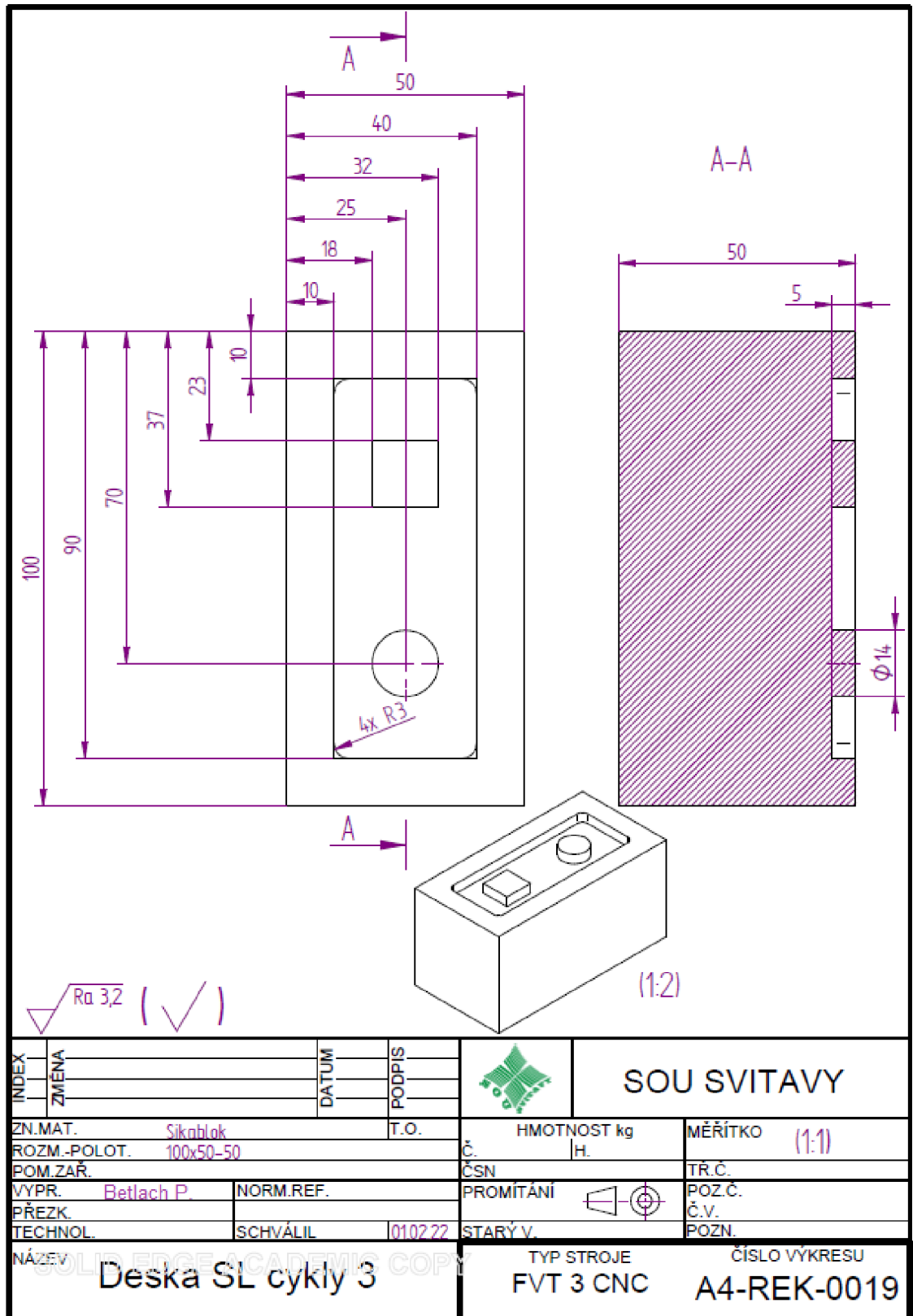
Od tohoto místa provádí řídicí systém vyvolaný podprogram až do jeho konce LBL 0.

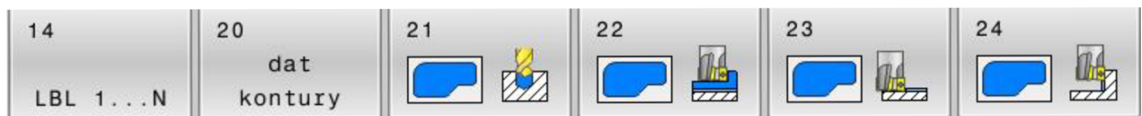
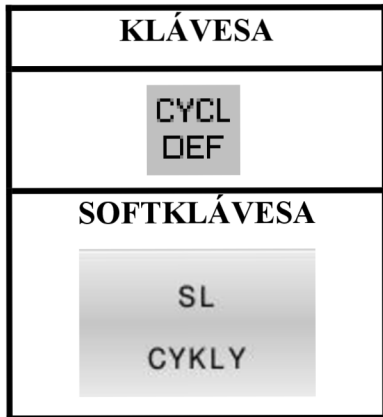
Potom pokračuje řídicí systém v provádění NC-programu blokem, který následuje za vyvoláním podprogramu CALL LBL.

Přehled vzorového programu – výkres Deska kruh



3.23.2. SL CYKLY – programovací techniky PODPROGRAM – příklad





Tabulka 12 SL CYKLY

1. SL-cyklus 14 (obrys), kde definujete všechny podprogramy kontur. Buď **LBL 1**, nebo **LBL 1, 2, 3**. max. počet 12.
2. SL-cyklus 20 (data kontury).
zadááte: hloubku, přídavky, vzdálenosti, překrytí nástroje, rádius a smysl obrábění.
3. SL-cyklus (21 ,22 ,23, 24, 27,).

Nejčastější jsou:

22 vyhrubování

23 dokončení dna

24 dokončení stěn

NEBO



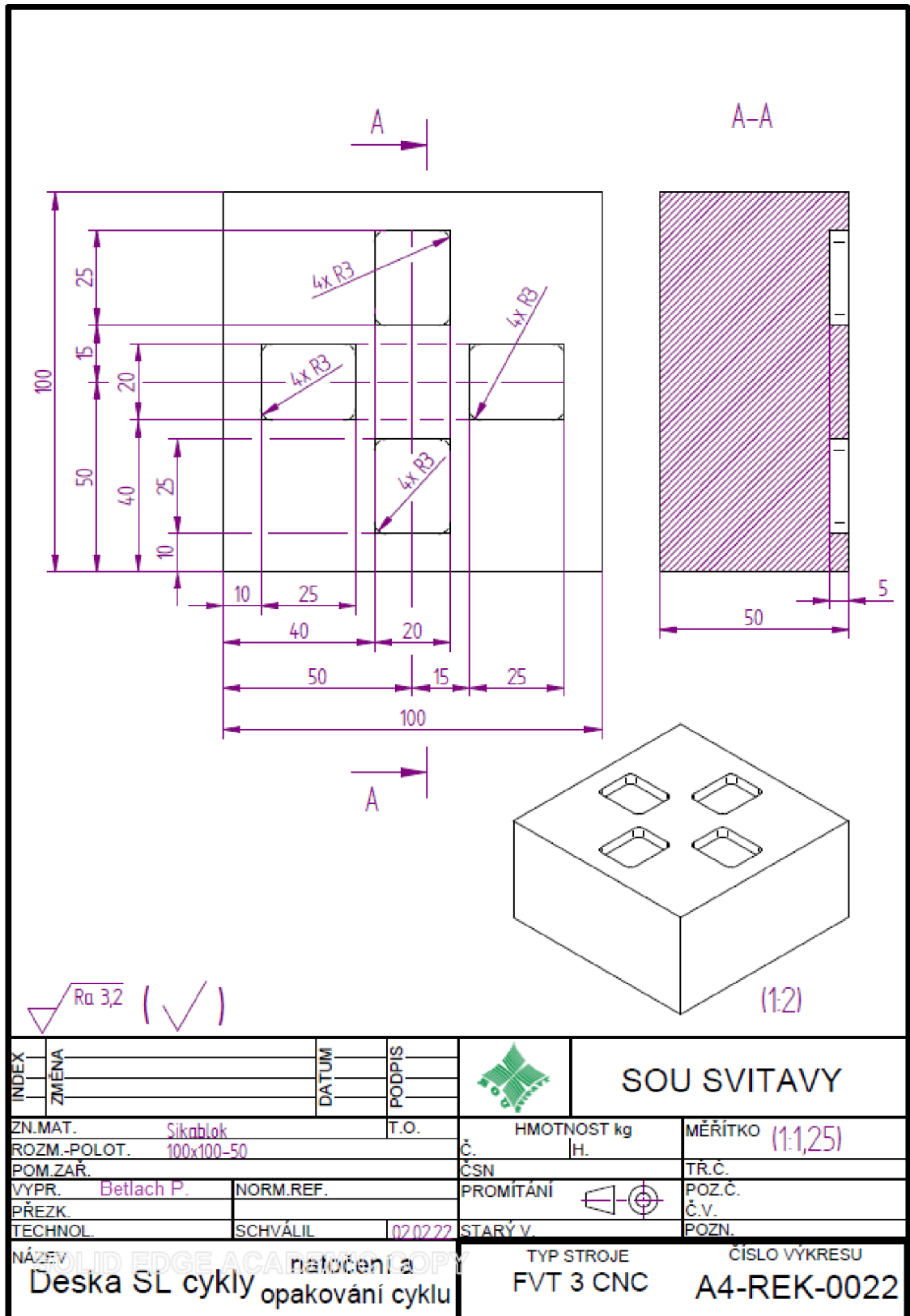
NEBO



Přehled vzorového programu – výkres Deska SL cykly 3

```
0 BEGIN PGM SL CYKLY 3 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+50 Z+0
3 ;PROGRAMOVAL BETLACH PAVEL 1.11.2017
4 ;OBROBEK 50X100X50
5 ;VÝCHOZI BOD NASTROJE X0 Y0 Z100
6 ;NASTROJ D50
7 TOOL CALL 51 Z S1200
8 L X+0 Y+0 Z+100 FMAX
9 L X+0 Y+0 Z+50 FMAX M3
10 ;ZAROVNANI CELA MM
11 CYCL DEF 230 RADKOVANI ~
    Q225=+0 ;STARTBOD V 1.OSE ~
    Q226=+0 ;STARTBOD V 2.OSE ~
    Q227=-1 ;STARTBOD V 3.OSE ~
    Q218=+100 ;1. DELKA STRANY ~
    Q219=+50 ;2. DELKA STRANY ~
    Q240=+3 ;POCET REZU ~
    Q206=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q207=+500 ;FREZOVACI POSUV ~
    Q209=+600 ;PRICNY POSUV ~
    Q200=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL.
12 CYCL CALL
13 ;VBN
14 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
15 ;POSUNUTI NB Z-1 MM PO ZAROVNANI CELA
16 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
17 CYCL DEF 7.1 Z-1
18 ;SL CYKLY
19 CYCL DEF 14.0 OBRYSY
20 CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU1 /2 /3
21 CYCL DEF 20 DATA OBRYSU ~
    Q1=-5 ;HLOUBKA FREZOVANI ~
    Q2=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST. ~
    Q3=+0.5 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~
    Q4=+0.5 ;PRIDAVEK PRO DNO ~
    Q5=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
    Q6=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~
    Q7=+50 ;BEZPECNA VYSKA ~
    Q8=+5 ;RADIUS ZAOBLENI ~
    Q9=+1 ;SMYSL OTACENI
22 ;NASTROJ VRTAK D4MM
23 ;STOP PGM
24 L M0
25 TOOL CALL 2 Z S3000 F150
26 L Z+50 FMAX M3
27 CYCL DEF 21 PREDVRTANI ~
    Q10=-4.5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q13=+2 ;PROTAHOVACI NASTROJ
28 CYCL CALL
29 ;VBN
30 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX M5
31 ;NASTROJ D6MM
32 ;STOP PGM
33 L M0
34 TOOL CALL 3 Z S2500 F500
35 L Z+50 FMAX M3
36 CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI ~
    Q10=-2 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12=+500 ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q18=+0 ;PREDHRUBOVACI NASTR. ~
    Q19=+0 ;POSUV PENDLOVANI ~
    Q208=+99999 ;POSUV NAVRATU ~
    Q401=+100 ;FAKTOR POSUVU ~
    Q404=+0 ;ZPUSOB ZACISTENI
37 CYCL CALL
38 ;NASTROJ D6MM
39 ;STOP PGM
40 L M0
41 TOOL CALL 3 Z S3000 F450
42 L Z+50 FMAX M3
43 CYCL DEF 23 DOKONCOVAT DNO ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q208=+99999 ;POSUV NAVRATU
44 CYCL CALL
45 CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN ~
    Q9=+1 ;SMYSL OTACENI ~
    Q10=-5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q14=+0 ;PRIDAVEK PRO STRANU
46 CYCL CALL
47 ;VBN
48 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5 M30
49 LBL 1
50 L X+10 Y+10 RR
51 L Y+40
52 L X+90
53 L Y+10
54 L X+10
55 LBL 0
56 LBL 2
57 L X+23 Y+18 RL
58 L Y+32
59 L X+37
60 L Y+18
61 L X+23
62 LBL 0
63 LBL 3
64 L X+70 Y+18 RL
65 CC X+70 Y+25
66 C X+70 Y+18 DR-
67 LBL 0
68 END PGM SL CYKLY 3 MM
```

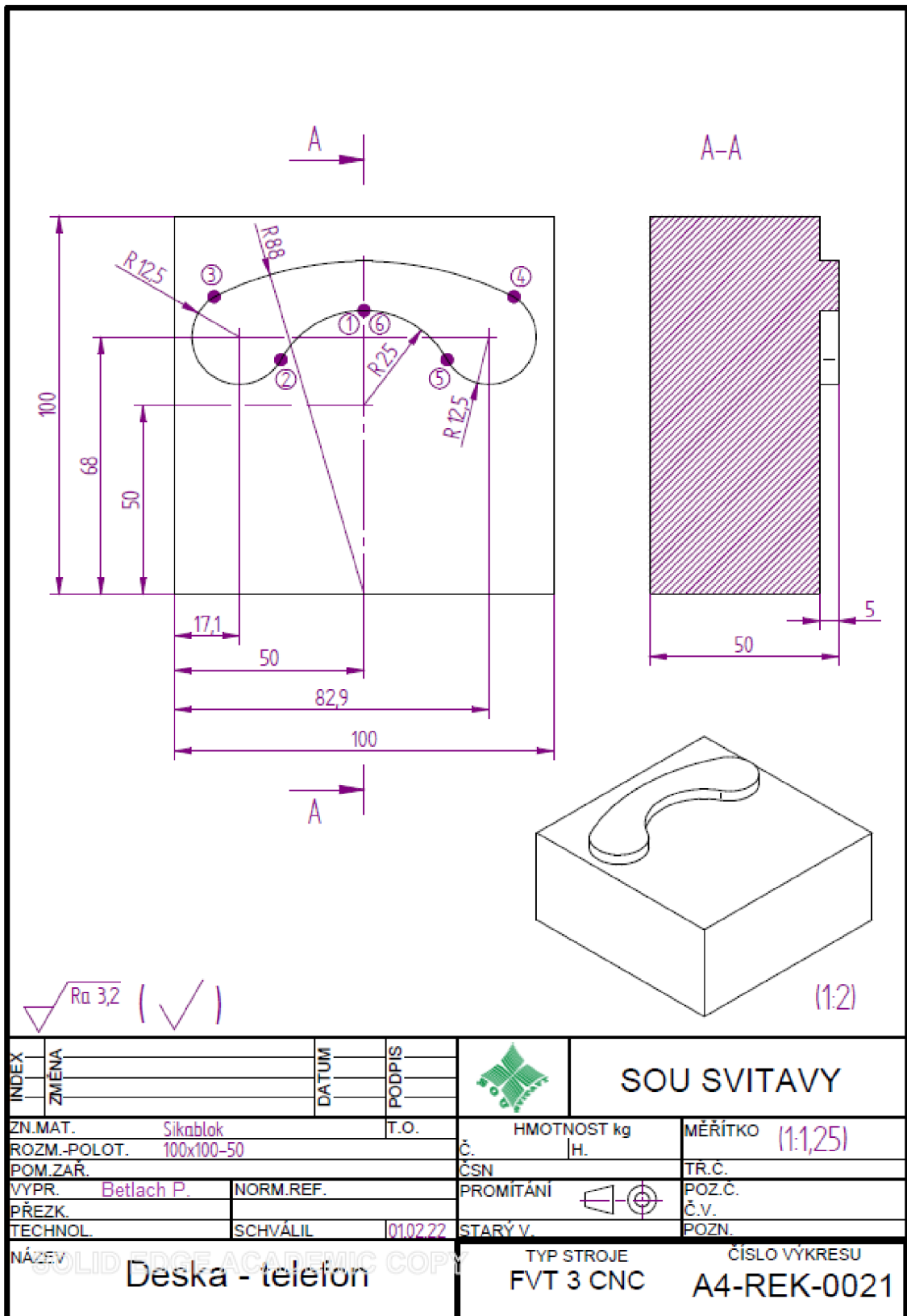
3.23.3. SL CYKLY – Programovací techniky opakování REP a otáčení ROT



Přehled vzorového programu – výkres Deska SL cykly natočení a opakování cyklu

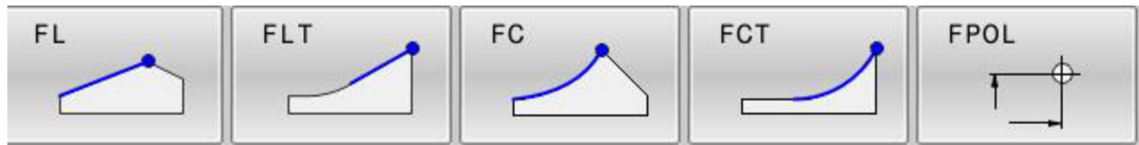
```
0 BEGIN PGM ROTACE 90 ST A REP3 OPAKOVANI MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 ;PROGRAMOVAL BETLACH PAVEL 1.11.2017
4 ;OBROBEK 100X100X50
5 ;VÝCHOZI BOD NASTROJE X0 Y0 Z100
6 ;NASTROJ D50
7 TOOL CALL 51 Z S1200
8 L X+0 Y+0 Z+100 FMAX
9 L X+0 Y+0 Z+50 FMAX M3
10 ;ZAROVNANI CELA MM
11 CYCL DEF 230 RADKOVANI ~
    Q225=+0 ;STARTBOD V 1.OSE ~
    Q226=+0 ;STARTBOD V 2.OSE ~
    Q227=-1 ;STARTBOD V 3.OSE ~
    Q218=+100 ;1. DELKA STRANY ~
    Q219=+100 ;2. DELKA STRANY ~
    Q240=+3 ;POCET REZU ~
    Q206=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q207=+500 ;FREZOVACI POSUV ~
    Q209=+600 ;PRICNY POSUV ~
    Q200=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL.
12 CYCL CALL
13 ;VBN
14 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
15 ;POSUNUTI NB Z-1 MM PO ZAROVNANI CELA A
    NULOVI BOD DO PEOSTRED OBROBKU
16 CYCL DEF 7.0 NULOVI BOD
17 CYCL DEF 7.1 X+50
18 CYCL DEF 7.2 Y+50
19 CYCL DEF 7.3 Z-1
20 ;SL CYKLY
21 LBL 1
22 CYCL DEF 14.0 OBRYS
23 CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU2
24 CYCL DEF 20 DATA OBRYSU ~
    Q1=-5 ;HLOUBKA FREZOVANI ~
    Q2=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST. ~
    Q3=+0.5 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~
    Q4=+0.5 ;PRIDAVEK PRO DNO ~
    Q5=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
    Q6=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~
    Q7=+50 ;BEZPECNA VYSKA ~
    Q8=+5 ;RADIUS ZAOBLENI ~
    Q9=+1 ;SMYSL OTACENI
25 ;NASTROJ VRTAK D4MM
26 ;STOP PGM
27 L M0
28 TOOL CALL 2 Z S3000 F150
29 L Z+50 FMAX M3
30 CYCL DEF 21 PREDVRTANI ~
    Q10=-4.5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q13=+2 ;PROTAHOVACI NASTROJ
31 L M99
32 ;VBN
33 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX M5
34 ;NASTROJ D8MM
35 ;STOP PGM
36 L M0
37 TOOL CALL 4 Z S2500 F500
38 L Z+50 FMAX M3
39 CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI ~
    Q10=-2 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12=+500 ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q18=+0 ;PREDHRUBOVACI NASTR. ~
    Q19=+0 ;POSUV PENDLOVANI ~
    Q208=+99999 ;POSUV NAVRATU ~
    Q401=+100 ;FAKTOR POSUVU ~
    Q404=+0 ;ZPUSOB ZACISTENI
40 L M99
41 ;NASTROJ D6MM
42 ;STOP PGM
43 L M0
44 TOOL CALL 3 Z S3000 F450
45 L Z+50 FMAX M3
46 CYCL DEF 23 DOKONCOVAT DNO ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q208=+99999 ;POSUV NAVRATU
47 L M99
48 CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN ~
    Q9=+1 ;SMYSL OTACENI ~
    Q10=-5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q14=+0 ;PRIDAVEK PRO STRANU
49 L M99
50 LBL 0
51 CYCL DEF 10.0 OTACENI
52 CYCL DEF 10.1 IROT+90
53 CALL LBL 1 REP3
54 ;VBN
55 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5 M30
56 LBL 2
57 L X+15 Y-10 RR
58 L Y+10
59 L X+40
60 L Y-10
61 L X+15
62 LBL 0
63 END PGM ROTACE 90 ST A REP3 OPAKOVANI MM
```

3.23.4. Volné programování obrysů – základní funkce FK – příklad.



FK – Free contour – Volné kontury – Zadávání neúplných hodnot, které jsou na výkrese

SOFTLAČÍTKA



SOFTLAČÍTKO	FUNKCE
FL	Jednoduchá přímka.
FLT	Přímka s tangenciálním (plynulým) napojením na předcházející bod.
FC	Kruhová dráha.
FCT	Kruhová dráha s tangenciálním (plynulým) napojením na předcházející bod.
FPOL	střed kruhu. Zadává se při polárním programování.

Tabulka 13. FK CYKLY

Při tvorbě programu se vyskytují v simulaci čtyři barvy.

Když je přímka **modrá**, můžete použít tlačítka APPR, DEP, RND, CHF a L.

Modrá

Pro zadaná data je možné více než jedno řešení.

Černá

Prvek kontury je plně definován.

Zelená

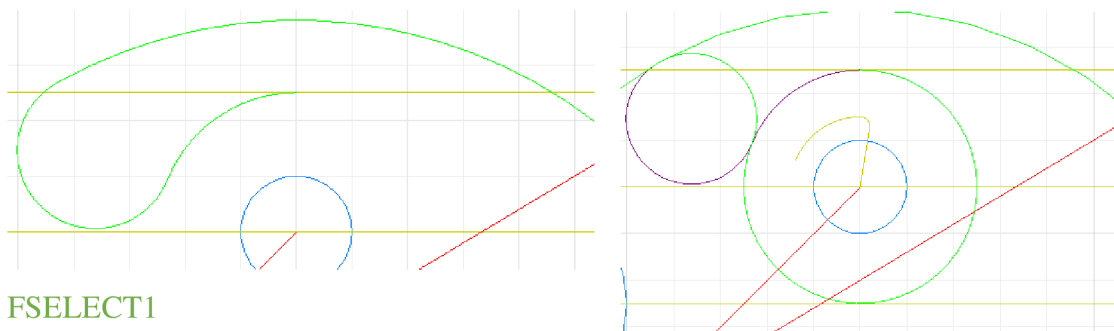
Nás upozorňuje, že je víc řešení – musíte vybrat to správné (**FSELECT1, FSELECT2...**)

Ukázat řešení přes softklávesu.



Červená

Znamená, že nepostačuje zadání, pro výpočet. V tom případě do věty ještě musíte dopsat další souřadnice z výkresu, anebo napsat další větu – dráhu.



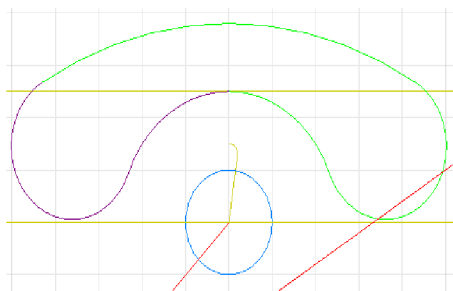
FSELECT1


Ukázat
řešení

FSELECT1

Volba
řešení

FSELECT2



Program testujete v editu  po bloku



. Po propočítání drah můžete testovat 

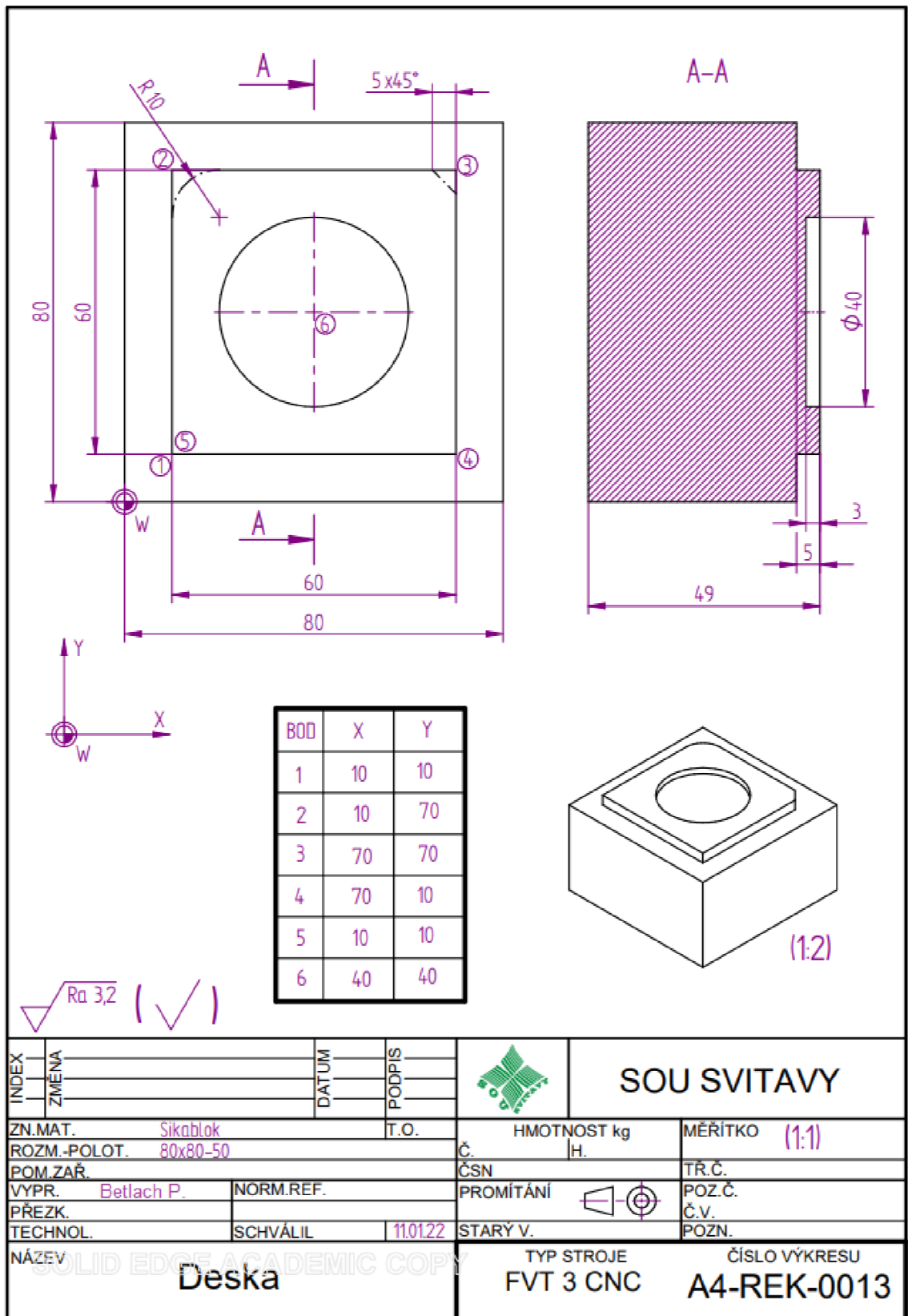
Přehled vzorového programu – výkres Deska – telefon


```

0 BEGIN PGM TELEFON MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 ;PROGRAMOVAL PAVEL BETLACH
4 ;FK CYKLY TELEFON 13.11.2017
5 ;MATERIAL SICABLOK 120X120X50
6 ;VBN X0 Y0 Z150
7 ;ZAROVNANI CELA 1MM
8 ;NASTROJ D 50MM
9 TOOL CALL 51 Z S2500
10 L Z+100 R0 FMAX M3
11 CYCL DEF 230 RADKOVANI ~
    Q225=+0 ;STARTBOD V 1.OSE ~
    Q226=+0 ;STARTBOD V 2.OSE ~
    Q227=-1 ;STARTBOD V 3.OSE ~
    Q218=+100 ;1. DELKA STRANY ~
    Q219=+100 ;2. DELKA STRANY ~
    Q240=+3 ;POCET REZU ~
    Q206=+150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q207=+500 ;FREZOVACI POSUV ~
    Q209=+150 ;PRICNY POSUV ~
    Q200=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL.
12 CYCL CALL
13 ;POSUNUTI NB
14 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
15 CYCL DEF 7.1 Z-1
16 ;VBN
17 L X+0 Y+0 Z+150 R0 FMAX M5
18 ;NASTROJ D20
19 ;STOP
20 L M0
21 TOOL CALL 10 Z S2000 F500
22 L Z+100 FMAX M3
23 L X+50 Y+50 Z+50 FMAX
24 L Z+2 FMAX
25 L Z-5 F150
26 ;OBVOD
27 APPR LCT X+50 Y+75 R2 RL F500
28 FC DR+ R25 CCX+50 CCY+50
29 FCT DR- R14
30 FCT DR- R88 CCX+50 CCY+0
31 FSELECT1
32 FCT DR- R14
33 FCT X+50 Y+75 DR+ R25 CCX+50
    CCY+50
34 FSELECT2
35 DEP LCT X+50 Y+50 R2
36 L Z+100 R0 FMAX M5
37 ;VBN
38 L X+0 Y+0 Z+150 FMAX M30
39 END PGM TELEFON MM

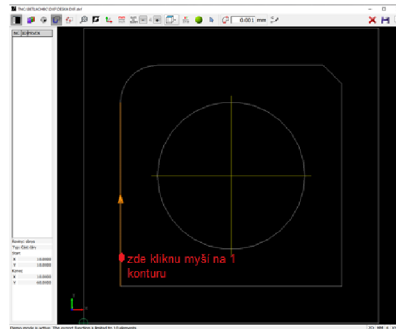
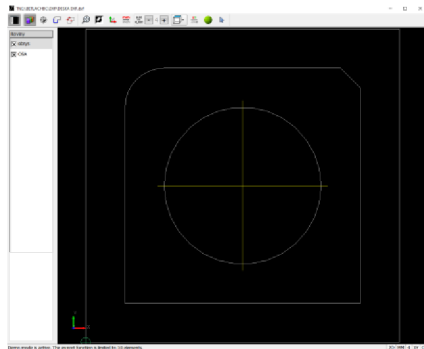
```

3.23.5. Převedení kontury z DXF souboru – výkresu 2 D – příklad




Otevřete DXF soubor 2 D konturu přes programový manažer , který je nahrán do TNC složky HEIDENHAIN 640.

C:\Program Files (x86)\TNC640\340594\TNC\BETLACHBC\DXF



NC	ID	PRVEK
<input checked="" type="checkbox"/>	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	4	
<input checked="" type="checkbox"/>	5	
<input checked="" type="checkbox"/>	6	

Zvolte tlačítko kontura , klikněte na první konturu a pak vyberte další kontury.

Označte zbylé kontury křížem.

Klikněte na uložit , ZDE NAJDU PROGRAM.

C:\Program Files (x86)\TNC640\340594\TNC\BETLACHBC\DXF

System vygeneruje dráhy kontury. Do programu musím vložit nástroje, otáčky, posuvy, hloubky a poloměrové korekce nástroje RL, RR, R0

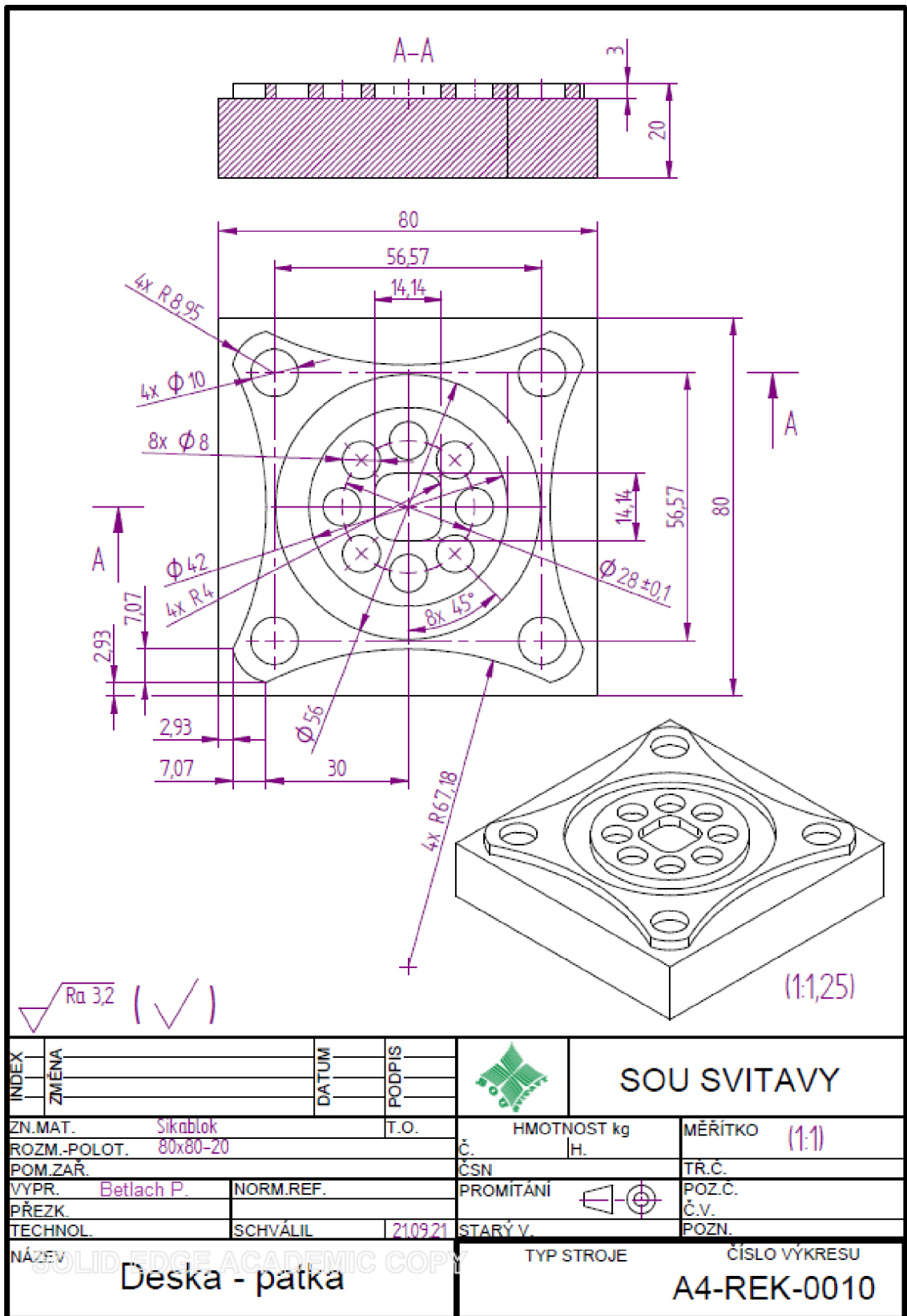
Přehled vzorového programu – výkres Deska.

```

0 BEGIN PGM PGMDESKADXF.H MM
1 ; ORIGIN_FILE = "C:\Program Files (x86)\TNC640\340594\TNC\BETLACHBC\DXF\DESKA DXF.dxf"
2 ;FUNCTION MODE MILL
3 ; ORIGIN = X+0.0000 Y+0.0000
4 ; 1 + 5 line(s) + 1 arc(s) + 0 gap-filler(s), minimum arc radius = +10.0000
5 ;
6 ; ALL_BLK_FORM from complete file
7 BLK FORM 0.1 Z X+0.0000 Y+0.0000 Z-0.0250
8 BLK FORM 0.2 X+80.0000 Y+80.0000 Z+0.0250
9 ;
10 ; SEL_BLK_FORM from selection
11 BLK FORM 0.1 Z X+10.0000 Y+10.0000 Z-0.0250
12 BLK FORM 0.2 X+70.0000 Y+70.0000 Z+0.0250
13 ;
14 L X+10.0000 Y+10.0000
15 L X+10.0000 Y+60.0000
16 CC X+20.0000 Y+60.0000
17 C X+20.0000 Y+70.0000 DR-
18 L X+65.0000 Y+70.0000
19 L X+70.0000 Y+65.0000
20 L X+70.0000 Y+10.0000
21 L X+10.0000 Y+10.0000
22 END PGM PGMDESKADXF.H MM

```

3.23.6. Programování DIN/ISO – příklad



Při založení nového programu:



Nový soubor

Jméno souboru =

OK

Nový soubor

Jméno souboru =

Místo .H napište .I – programování ISO – G-KÓD

OK

Nový soubor

Systém jednotek?

Programování v MM

Přehled vzorového programu – výkres Deska – patka

%23 G71 *	N300 M3 S1400*
; POLOTOVAR	N310 G01 X+2.93 Y+10*
N0 G30 G17 X+0 Y+0 Z-50*	N320 G03 X+2.93 Y+70 R+67.18*
N10 G31 X+80 Y+80 Z+0*	N330 G02 X+10 Y+77.07 R+8.95*
N20 T51 G17 S1800 F400*	N340 G03 X+70 R+67.18*
N30 G00 G90 X+0 Y+0 Z+150 M13*	N350 G02 X+77.07 Y+70 R+8.95*
N40 G00 Z+50*	N360 G03 X+77.07 Y+10 R+67.18*
N90 G00 X+0 Y+0 Z+100*	N370 G02 X+70 Y+2.93 R+8.95*
;ZAROVNANI CELA	N380 G03 X+10 R+67.18*
N110 G00 X-27 Y+23 Z-1*	N390 G02 X+2.93 Y+10 R+8.95*
N130 M3 S1400*	N400 G03 X+2.93 Y+70 R+67.18*
N150 G00 X-30 Y+20 Z-1*	N410 G00 Z+20*
N160 G01 X+110*	N430 G40*
N170 G01 Y+65*	N440 G00 X+0 Y+0 Z+100*
N180 G01 X-30*	N450 M5*
N200 M5*	N690 M30*
N240 G00 X+0 Y+0 Z+100*	;
;OBRYŠ HRUBOVANI	;
N260 G00 X-40 Y-40*	;
N270 G00 Z-3*	N99999999 %23 G71 *
N280 G41*	

4. ZÁVĚR

Na začátku této bakalářské práce popisují obecně CNC frézování. Uvádím zde základní CNC pojmy, historii CNC strojů, schéma CNC frézovacího stroje a jeho řízení, druhy souřadných systémů pro frézování, uspořádání os frézky a vztažné body CNC frézky.

Následuji v rozsáhlém tématu, kde popisují, jak programovat CNC frézku, která má řídicí systém HEIDENHAIN iTNC 640. Představuji zde metodiku tvorby CNC programu, které jsou tvořeny na PC s výukovými panely HEIDENHAIN.

Věřím, že tento výukový text bude pro studenty, přehledným logicky uspořádaným návodem na úspěšné dosažení výukových cílů v oblasti dialogového programování systému HEIDENHAIN.

Rozdělením tvorby programů na geometrickou a technologickou část má student možnost, více se věnovat technologickým problémům, které nastávají při obrábění. Nemalá část textu je věnována i zefektivnění programovací práce. Geometrické specifikace může tvořit současně jiný programátor s předstihem na programovací stanici, a tím zkrátit neproduktivní časy u stroje zadáváním obrysů ručně.

Cílem této bakalářské práce je, aby byla nápomocná nejen k výuce na VŠ, ale i učitelům odborného výcviku na SŠ a všem jejích studentům, ale také k dalšímu samostudiu.

Dále může být tato práce užitečná při dalším vzdělávání dospělých, kteří se účastní rekvalifikačních kurzů programování CNC strojů.

Program iTNC 640 HEIDENHAIN lze zdarma stáhnout na stránkách HEIDENHAIN. <https://www.heidenhain.com/service/downloads/software.>, kde máte k dispozici 100 bloků.

Jsem přesvědčen, že tento text bude dobře použitelný v další pedagogické praxi a že se podařilo naplnit všechny vytčené cíle práce.

5. POUŽITÉ ZDROJE

Doporučená literatura:

- [1] HEIDENHAIN: [on-line]. Dostupné na www: <https://www.heidenhain.cz/cs_CZ/>.
- [2] HEIDENHAIN: TNC 640 Příručka pro uživatele programování s popisným dialogem, 10/2017, Německo, 5 83301 Traunreut, 933 s., DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
- [3] HEIDENHAIN: Základy obsluhy a programování TNC 640
- [4] HEIDENHAIN: HIT Pracovní sešit. Základy frézování HEIDENHAIN Dialogové programování TNC 320, 620, 530.

Rozšiřující literatura:

- [5] PETTY, G. Moderní vyučování: Portál 2013. 568 s ISBN 978-80-262-0367-4.
- [6] MAŇÁK, J. ŠVEC, V. Výukové metody. 1.vydání. Brno: Paido,2003. 219 str. ISBN 80-7315-039-5.
- [7] ŠTULPA. J.CNC obráběcí stroje a jejich programování. Praha 2008: Technická literatura
BEN, 2008. ISBN 978-80-7300-207-7.
- [8] HLUCHÝ, m. HANĚK, V. Strojírenská technologie 2. Praha 2001: Pedagogické nakladatelství. 176 str. ISBN 80-7183-245-6.
- [9] FRISCHHERZ, A. PIEGLER, H. PRAGAČ, J. Technologie zpracování kovů – Odborné znalosti 2. Praha 1994. ISBN 80-901657-2-9.
- [10] DELLINGER, J. a kolektiv. Moderní strojírenství pro školu a praxi. Praha 2010: Europa – Sobotáles. 612 str. ISBN 978-80-86706-19-1.