



Střední odborná škola a Střední odborné učiliště,
Šumperk, Gen. Krátkého 30

Základy programování CNC strojů
s využitím programovacích jednotek HEIDENHAIN

Šumperk, březen 2007

Název projektu: Tvorba a realizace vzdělávacích programů pro svařování kovů, obrábění kovů technologií CNC, povrchových úprav nanášením barev a laků, změny výuky v obchodních oborech po vstupu do EU.

Registrační číslo: CZ.04.1.03/3.1.15.2/0091

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Obsah

Úvod	2
Ovládací prvky programovací jednotky	3
Vztažný systém u frézek	4
Režimy stroje.....	5
Typy souborů.....	5
Vyvolání správy souborů	5
Založení nového souboru	5
Korekce nástroje.....	6
1. Délková korekce nástroje	6
2. Korekce rádia nástroje.....	7
3. Dráhový pohyb bez korekce rádia R0	8
CVIČENÍ 1 – frézování čtverce osou nástroje.....	9
CVIČENÍ 2 – frézování čtverců osou nástroje.....	10
CVIČENÍ 3 – frézování drážky s korekcí nástroje	12
Dráhové pohyby	13
1. Programování kruhové dráhy pomocí příkazů C a CC	13
CVIČENÍ 4 – frézování oblouku pomocí zadání středu a koncového bodu.....	15
CVIČENÍ 5 – frézování kruhového čepu pomocí zadání středu a koncového bodu	16
CVIČENÍ 6 – frézování kruhové kapsy pomocí zadání středu a koncového bodu.....	17
2. Programování kruhové dráhy pomocí příkazů CR s definovaným rádiem	18
3. Středový úhel CCA a radius kruhového oblouku R	18
CVIČENÍ 7 – frézování kruhové dráhy pomocí CR příkazu s definovaným rádiem	20
4. Kruhová dráha CT s tangenciálním napojením.....	21
CVIČENÍ 8 – frézování dráhy pomocí CT, CR příkazů a pomocí zadání středu a koncového bodu	22
5. Vložení úkosu CHF mezi dvě přímky.....	23
6. Zaoblení rohů RND	24
CVIČENÍ 9 – frézování sražení a zaoblení rohů.....	25
Práce s cykly.....	26
1. Vrtání - (cyklus 200)	26
CVIČENÍ 10 – vrtací cyklus 200	27
2. Univerzální vrtání - (cyklus 203)	28
CVIČENÍ 11– vrtací cyklus 203 (univerzální vrtání)	30
3. Frézování drážky - (cyklus 3).....	31
CVIČENÍ 12 – cyklus 3 (frézování drážky).....	33
Příklady využití frézovacích a vrtacích cyklů	35
Použitá literatura	50

Úvod





Jak je známo, v průběhu posledního desetiletí přichází do středních odborných učilišť strojírenských většinou žáci, kteří se nedostali na střední školy s maturitou. Proto obory strojírenské byly v určitém útlumu. Velmi malý zájem žáků základních škol byl především o obor "Obráběč kovů". Také učebnice jsou zastaralé a na trhu prakticky nedostupné.

V poslední době dochází k opětovnému oživení a s tím úzce souvisí zvyšující se poptávka po kvalifikovaných pracovnících nejrozličnějších strojírenských profesí, mezi které patří také obráběči. Aby se zvýšila kvalita vzdělání a rozvoj vědomostí žáků v teoretickém a praktickém vyučování, zařadili jsme do školních osnov u tříletých oborů vzdělání obrábění na strojích CNC (na frézkách a soustruzích) a výuku jejich programování na PC. Protože obsluha a návody pro uživatele (manuály) jsou pro žáky SOU příliš složité, pokládali jsme za nutné tyto návody zjednodušit, aby se žáci mohli naučit základy programování na PC a vědomosti uplatnit na výrobním stroji CNC. Jejich uplatnění ve výrobních závodech se rozšíří, jejich zaškolení bude rychlejší.

S tímto zaměřením a doplněním výuky se po mnoha letech krize, kdy se učilo "Obráběčem kovů" jen skupina kolem deseti žáků se nyní vyučuje celá třída třiceti žáků, tím je využita kapacita pracovišť SOU a naplní se za kratší dobu poptávka v okolních výrobních závodech

Ovládací prvky programovací jednotky






Ovládací prvky zobrazovací jednotky

-  Volba rozdělení obrazovky
-  Přepínání obrazovky mezi strojním a programovacím provozním režimem
-  Softklávesy: volba funkce na obrazovce
-  Přepínání lišt softkláves



Znaková klávesnice: zadávání písmen a znaků

-       Jména souborů
Komentáře
-      DIN/ISO programy






Volba provozních režimů stroje

-  RUČNÍ PROVOZ
-  EL. RUČNÍ KOLEČKO
-  POLOHOVÁNÍ S RUČNÍM ZADÁNÍM
-  CHOD ROGRAMU PO BLOCICH
-  CHOD ROGRAMU PLYNULE






Volba programovacích provozních režimů

-  PROGRAM ZADAT/EDITOVAT
-  PROGRAM TEST

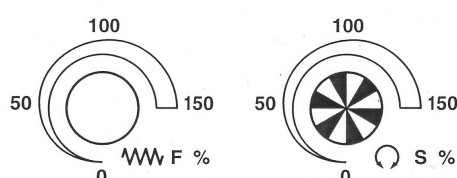
Správa programů/souborů, TNC-funkce

-  Volba a mazání programů/souborů
Externí přenos dat
-  Zadání vyvolání programu do programu
-  Volba MOD-funkcí
-  Zobrazení nápovědy při chybových hlášeních NC
-  Zobrazení kalkulátoru










Posouvání světlého políčka a přímá volba bloků, cyklů a parametrických funkcí

-     Posouvání světlého políčka
-  Přímá volba bloků, cyklů a parametrických funkcí

Točítka regulátorů override pro posuv/otáčky vřetena









Programování dráhových pohybů

-  Najetí na obrys/opuštění obrysu
-  Volné programování obrysů FK
-  Přímka
-  Střed kruhu/pól pro polární souřadnice
-  Kruhová dráha kolem středu kruhu
-  Kruhová dráha s rádiusem
-  Kruhová dráha s tangenciálním napojením
-  Zkosení
-  Zaoblení rohů
















Údaje k nástrojům

-   Zadání a vyvolání délky a rádiusu nástroje

Cykly, podprogramy a opakování části programu

-   Definice a vyvolání cyklů
-   Zadávání a vyvolání podprogramů a opakování části programu
-  Zadání zastavení programu do programu
-  Zadání funkcí dotykové sondy do programu

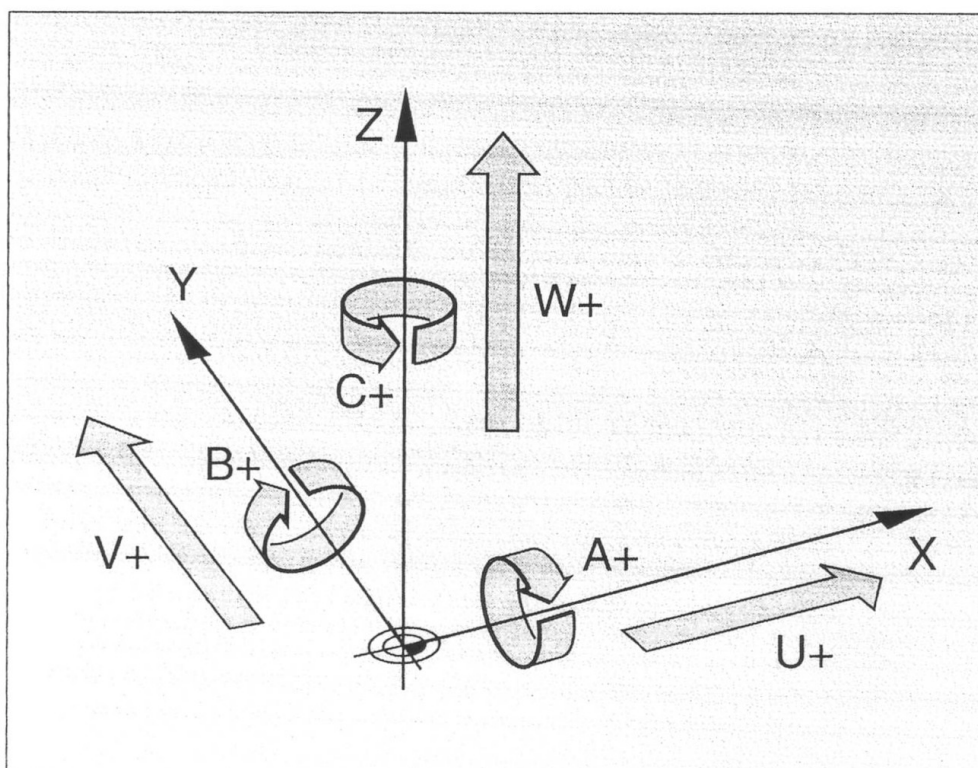
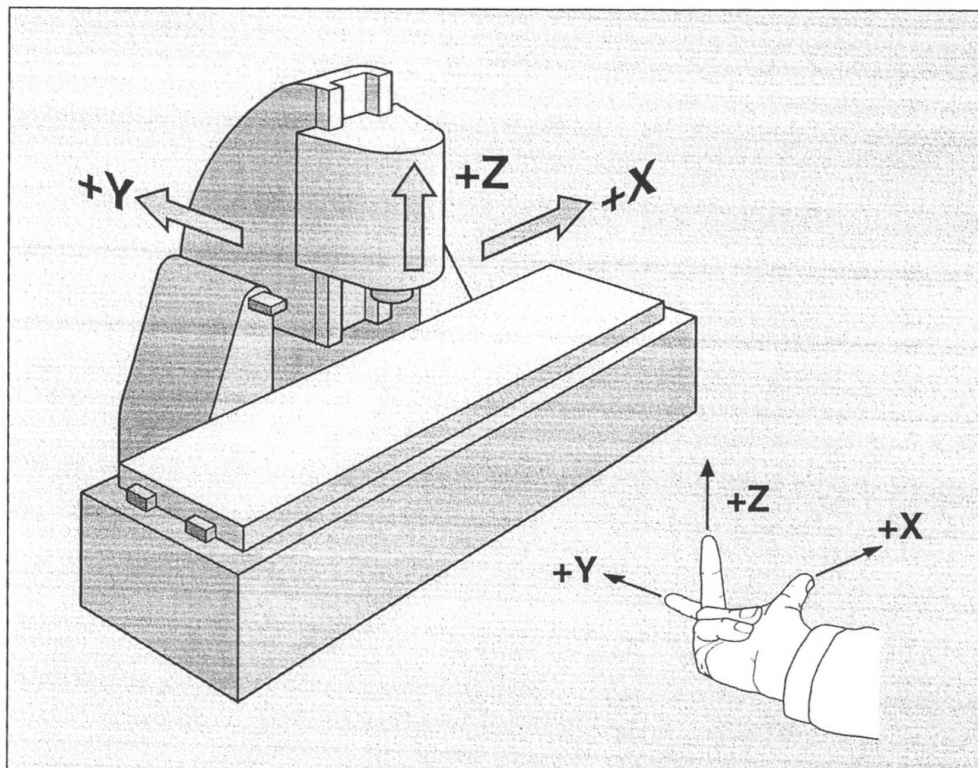
Zadávání souřadných os a čísel, editace

-  ...  Volba souřadných os resp. jejich zadávání do programu
-  ...  Číslice
-  Desetinná čárka
-  Změna znaménka
-  Zadání polárních souřadnic
-  Přírůstkové hodnoty
-  Q-parametry
-  Převzetí aktuální polohy
-  Přeskočení otázek dialogu a mazání slov
-  Ukončení zadání a pokračování v dialogu
-  Ukončení bloku
-  Zrušení zadaných číselných hodnot nebo mazání chybových hlášení TNC
-  Zrušení dialogu, smazání části programu

Vztažný systém u frézek

Při obrábění obrobku na frézce se souřadný systém stroje obecně vztahuje k pravoúhlému souřadnému systému.

Obrázek ukazuje, jak je pravoúhlý souřadný systém přiřazen k osám stroje.



Režimy stroje

- § Provozní režimy:
- ruční provoz,
 - elektrické ruční kolečko,
 - polohování s ručním zadáním,
 - chod programu po blocích,
 - chod programu plynule.
- § Programovací režimy:
- PROGRAM ZADAT / EDITOVAT,
 - PROGRAM TEST.

Typy souborů

Soubory jsou trojího typu (program, tabulka, text) rozlišované příponou:

- *.H program ve formátu Heidenhain,
- *.I program ve formátu DIN/ISO,
- *.T tabulka pro nástroje: (V daném adresáři je potřeba mít soubor TOOL.T, který obsahuje popis používaných nástrojů. Pokud tento soubor není v adresáři přítomen, musely by se jednotlivé nástroje definovat přímo v programu).
- *.A text ve formátu ASCII, do takových souborů lze zapsat libovolný text.

Jméno souboru může mít max.16 znaků + příslušná přípona. Řídící jednotka může obsahovat libovolný počet souborů, celková velikost je však omezena na 2000 MB.

Vyvolání správy souborů

Stiskem klávesy PGM MGT se otevře okno pro správu souborů, ve kterém můžeme navolit vlastnosti - status. V režimu – **PROGRAM ZADAT / EDITOVAT** můžeme zakládat nové soubory nebo mazat, kopírovat přejmenovávat již stávající soubory.

Jméno souboru může mít max.16 znaků. V tomto okně se také dají zakládat a mazat adresáře.

Status:

- **E** Program je navolen v provozním režimu, PROGRAM ZADAT / EDITOVAT.
- **S** Program je navolen v provozním režimu TEST PROGRAMU.
- **M** Program je navolen v některém provozním režimu provádění programu.
- **P** Soubor je chráněn proti smazání a změně.

Založení nového souboru

Provádíme v režimu: -PROGRAM ZADAT / EDITOVAT.

1. Správu souboru spustíme stiskem klávesy PGM MGT.
2. Do řádku Jméno souboru zapíšeme jméno souboru s příponou (*.H).
3. Stiskneme klávesu ENT.
4. Pomocí softklávesy si vybereme jednotky MM nebo INCH.

Zobrazí se první řádek programu.

0 BEGIN PGM název programu MM

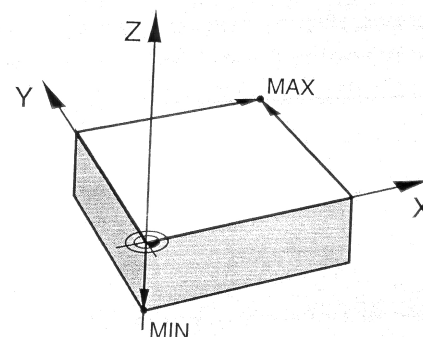
Druhý a třetí řádek programu definují polotovary. Ve druhém řádku programu zadáme souřadnice levého spodního rohu polotovaru (kvádru) a osu vřetene (Z).

Ve třetím řádku programu zadáme souřadnice pravého horního rohu polotovaru.

```

1 BLK FORM 0.1 Z X... Y... Z...
2 BLK FORM 0.2 X... Y... Z...
.
.
.
N END PGM název programu MM

```



Uvedené čtyři řádky se v programu nikdy nesmí smazat!

Ostatní řádky programu po definici velikosti polotovaru mohou obsahovat:

- vyvolání určitého nástroje příkazem:
TOOL CALL číslo nástroje, osa vřetene, **S** otáčky, **F** posuv,
případně nepovinné délkové nebo rádiové korekce **DL**, **DR**, **DR2**.
- dráhové pohyby po přímce:
příkaz **L X... Y... Z...** (umožňuje současný pohyb ve třech osách),
- dráhové pohyby po kružnici:
příkaz **CC X... Y...** (definuje střed oblouku),
příkaz **C X... Y... DR+/-** (definuje koncový bod oblouku,
+ definuje smysl otáčení po směru hodinových
ručiček,
- proti směru hodinových ručiček.)
- příkazy pro najetí a opuštění obrysu, zaoblení rohů, zkosení
- předdefinované cykly (vrtání, zahlužení, různé druhy frézování ...)
- příkazy pro vyvolání podprogramů a příkazy pro cykly.

Jednotlivé příkazy se zadávají pomocí tlačítek. Po stisknutí tlačítka se objeví název funkce a v následujícím dialogu se doplňují požadované hodnoty. V horním pruhu obrazovky se objeví informace, co se definuje.

Korekce nástroje

Řídící systém koriguje dráhu nástroje o korekční hodnotu pro délku nástroje v ose vřetena a pro rádius nástroje v rovině obrábění.

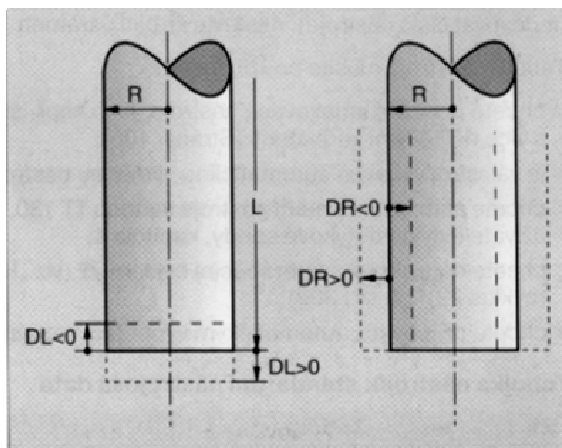
1. Délková korekce nástroje

Korekce nástroje na délku je účinná, jakmile je nástroj vyvolán a pojíždí se jím v ose vřetena. Zruší se, jakmile se vyvolá nástroj s délkou **L=0**.

U korekce délky nástroje jsou respektovány delta-hodnoty jak z bloku **TOOL CALL**, tak z tabulky nástrojů.

Hodnota korekce = $L + DL(TOOL CALL) + DL(TAB)$,

kde: **L** -je délka nástroje L z bloku TOOL DEF nebo tabulky nástrojů,
DL(TOOL CALL) -je přídavek DL na délku z bloku TOOL CALL,
DL(TAB) -je přídavek DL na délku z tabulky nástrojů.



2. Korekce rádia nástroje

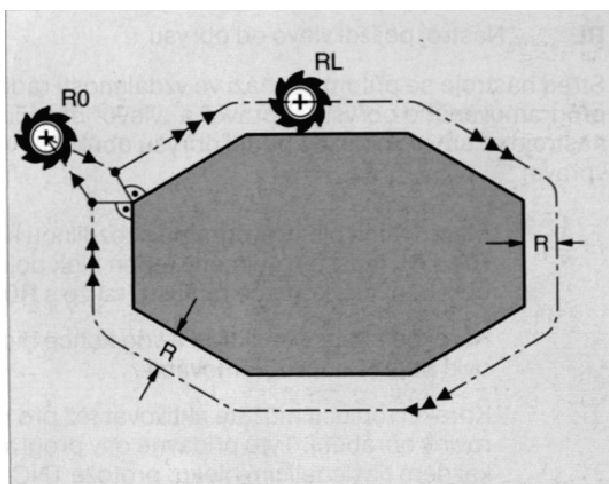
Programovaný blok pro pohyb nástroje obsahuje - **RL** nebo **RR** pro korekci rádia,
- **R+** nebo **R-** pro korekci rádia při osově rovnoběžném pojíždění,
- **R0**, nemá-li se korekce rádia provádět.

Korekce rádia je účinná, jakmile je nástroj vyvolán a je jím pojížděno v rovině obrábění přímkovým blokem s **RL** nebo **RR**.

U korekce rádia jsou respektovány delta-hodnoty jak z bloku TOOL CALL, tak z tabulky nástrojů.

Hodnota korekce = $R + DR(TOOL CALL) + DR(TAB)$

kde: **R** -je rádius nástroje R z bloku TOOL DEF nebo z tabulky nástrojů,
DR(TOOL CALL) -je přídavek DR na rádius z bloku TOOL CALL.
DR(TAB) -je přídavek DR na rádius z tabulky nástrojů.



3. Dráhový pohyb bez korekce rádia $R0$

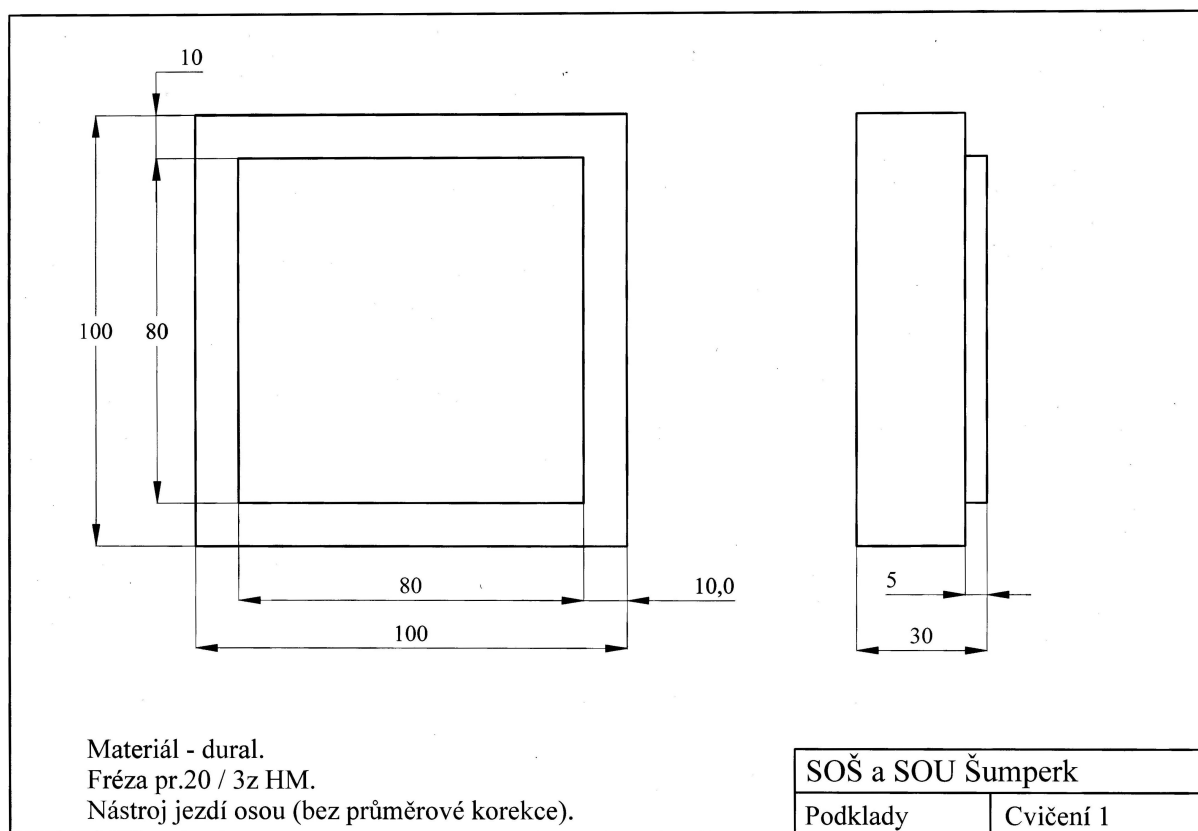
Nástroj pojíždí svým středem po programované dráze v rovině obrábění, případně na programované souřadnice.

Použití: -vrtání, vystružování, závitování, předpolohování... .

CVIČENÍ 1 – frézování čtverce osou nástroje

0 BEGIN PGM cviceni1 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F200	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+120 Y+100 Z+20 R0 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-5 R0 F200 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X+0	;frézování čtverce z nákresu cvičení 1
7 L Y+0	
8 L X+100	
9 L Y+120	
10 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
11 L X+300 Y+200 Z+300 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
12 END PGM cviceni1 MM	;konec programu

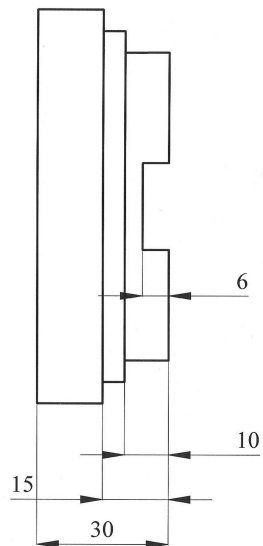
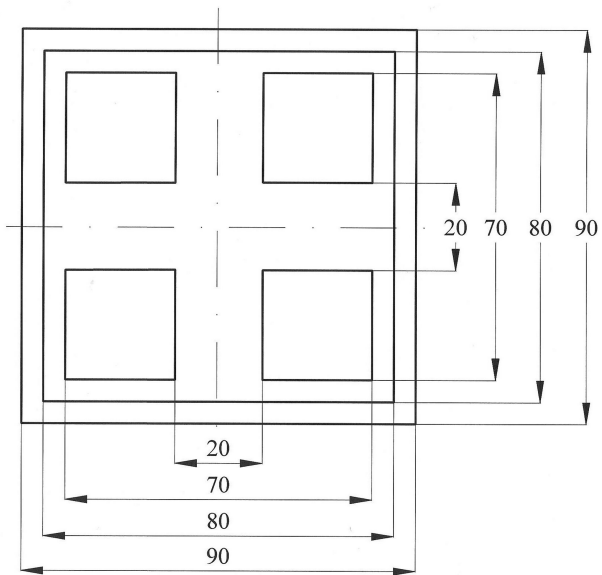
Nákres cvičení 1



CVIČENÍ 2 – frézování čtverců osou nástroje

0 BEGIN PGM cviceni2 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-45 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+45 Y+45 Z+0	
3 TOOL CALL 1 S3000 F200	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+60 Y+50 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-10 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X-50 F200	;frézování tvaru z nákresu cvičení 2
7 L Y-50	
8 L X+50	
9 L Y+45	
10 L X-45	
11 L X-45	
12 L X+45	
13 L Y+60	
14 L X+60	
15 L Y+50	
16 L Z-15 F100	
17 L X-50 F200	
18 L Y-50	
19 L X+50	
20 L Y+60	
21 L X+0	
22 L Z-6	
23 L Y-60	
24 L X-60	
25 L Y+0	
26 L X+60	
27 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
28 L X+300 Y+200 Z+300 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
29 END PGM cviceni2 MM	;konec programu

Nákres cvičení 2



Materiál - dural.
Fréza pr.20 / 3z HM.
Nástroj jezdí osou (bez průměrové korekce).

SOŠ a SOU Šumperk

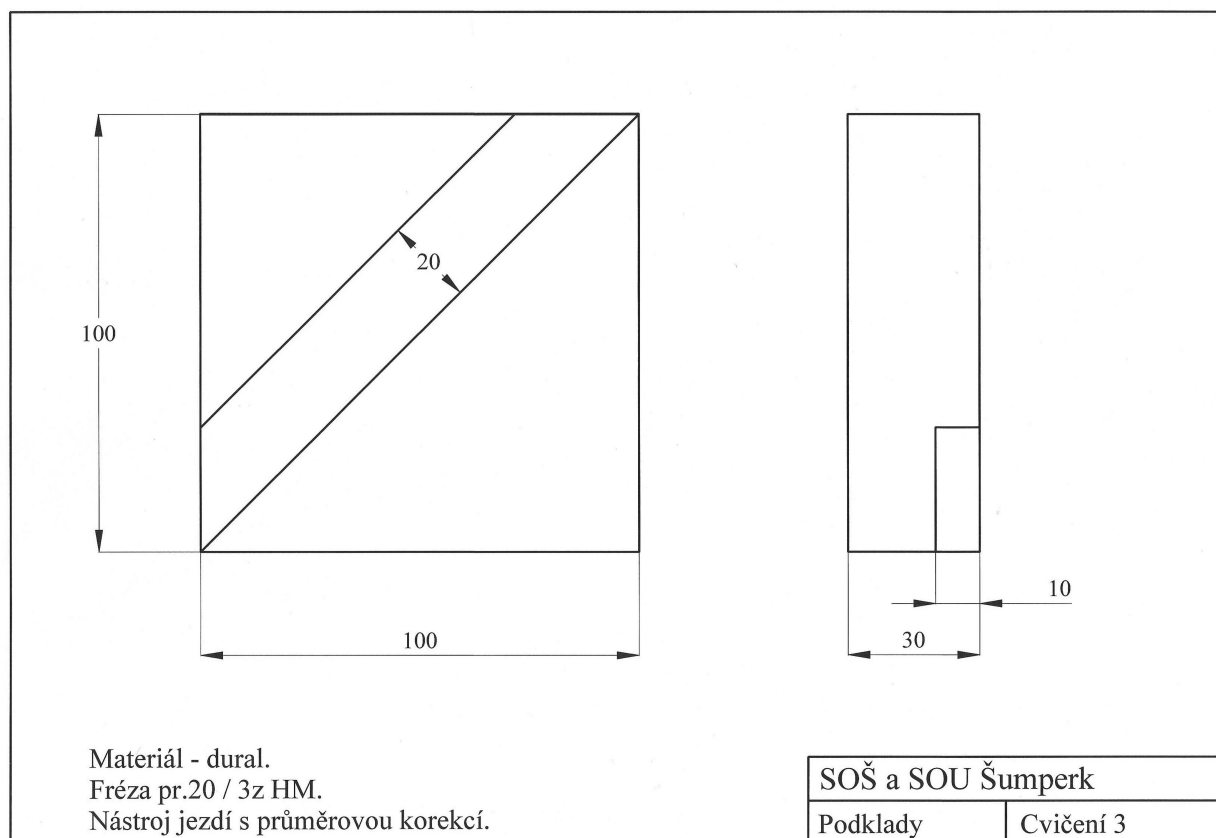
Podklady

Cvičení 2

CVIČENÍ 3 – frézování drážky s korekcí nástroje

0 BEGIN PGM cviceni3 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F200	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+200 Y+150 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-10 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X+140 Y+140 F200	;najetí osou nástroje před materiál
7 L X+120 Y+120 RR	;najetí nástroje na obrys frézované drážky zprava
8 L X-20 Y-20	;frézování drážky z nákresu cvičení 3
9 L Z+50 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
10 L X+300 Y+200 Z+300 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
11 END PGM cviceni3 MM	;konec programu

Nákres cvičení 3



Dráhové pohyby

1. Programování kruhové dráhy pomocí příkazů C a CC

Střed kruhu **CC** - nadefinujeme pro kruhové dráhy, které programujeme s klávesami C (kruhová dráha C) v pravoúhlých souřadnicích.

Příklad: 5 CC X+25 Y+25

nebo

10 L X+25 Y+25

11 CC

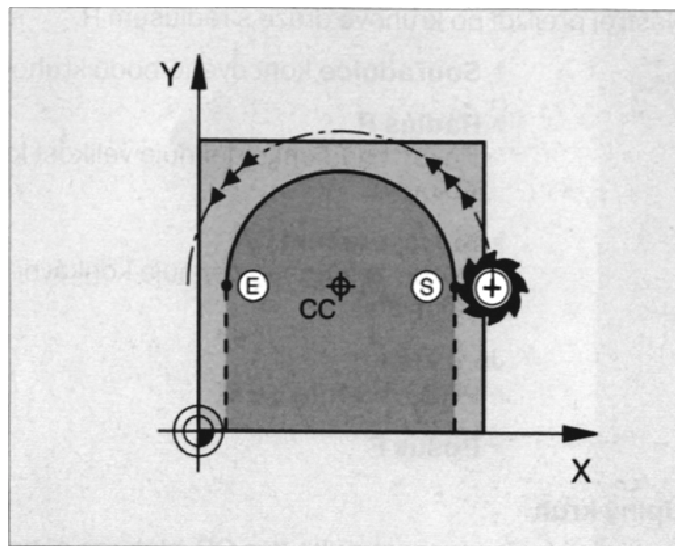
Platnost

Střed kruhu zůstává definován tak dlouho, než naprogramujeme nový střed kruhu.

Koncový bod **C** - souřadnici koncového bodu kruhového oblouku zadáme v pravoúhlých souřadnicích.

Smysl otáčení zadáme pomocí funkce **DR+** a **DR-**.

Je-li třeba, zadáme posuv **F** nebo přídavné **M** funkce.



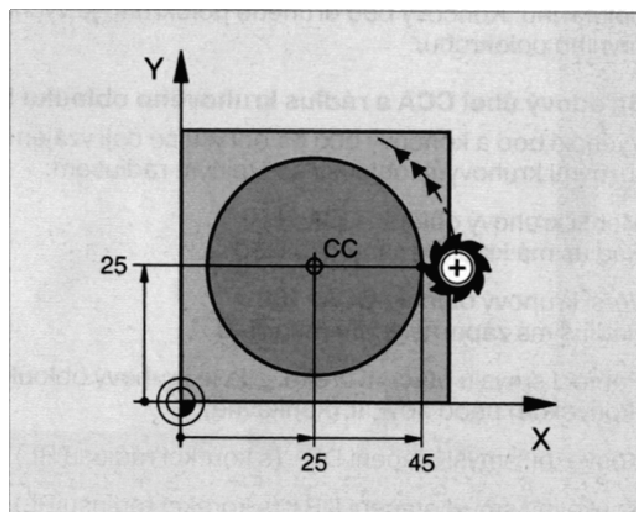
Úplný kruh - naprogramujeme tak, že zadáme stejné souřadnice jako pro výchozí bod.

Výchozí a koncový bod kruhového pohybu musí ležet na kruhové dráze v toleranci až 0,016 mm.

Příklad: 5 CC X+25 Y+25

6 L X+45 Y+25 RR F200 M3

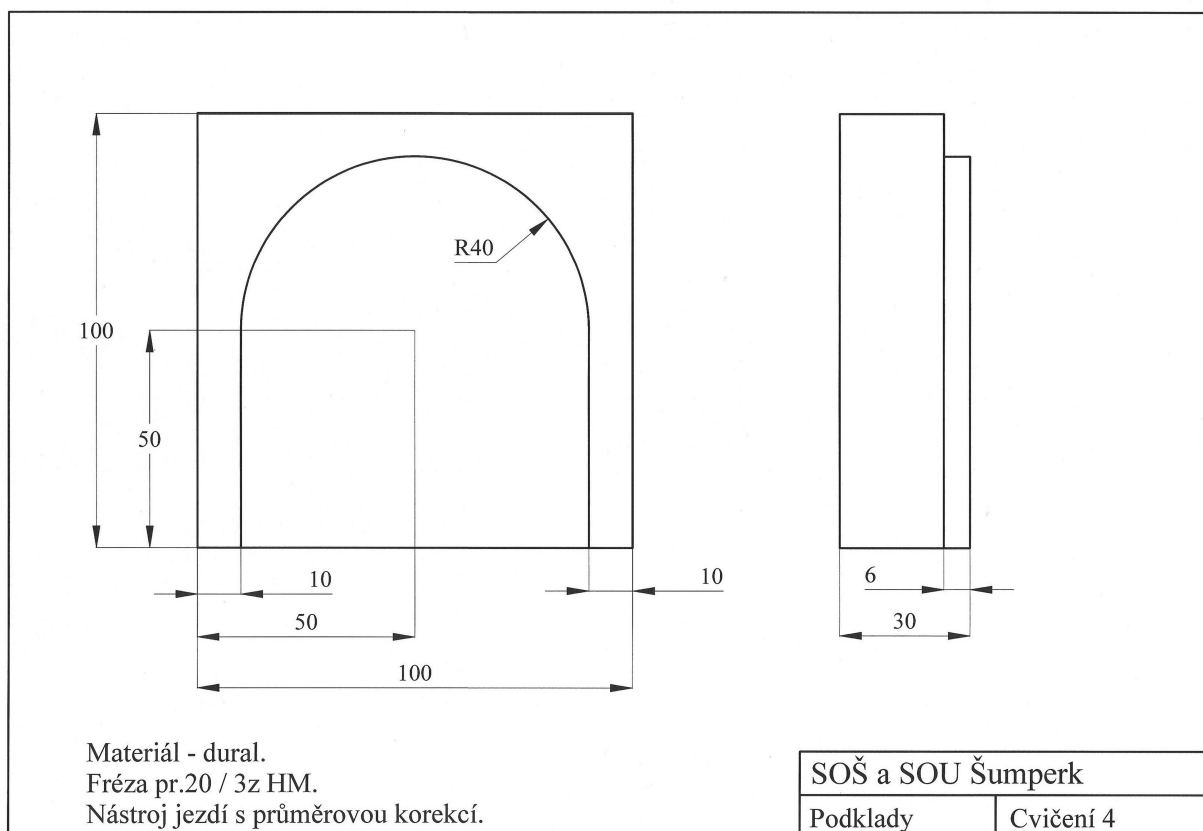
7 C X+45 Y+25 DR+



CVIČENÍ 4 – frézování oblouku pomocí zadání středu a koncového bodu

0 BEGIN PGM cviceni4 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+130 Y-30 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-6 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X+90 Y-20 RR F250	;najetí nástroje na frézovaný obrys zprava
7 L Y+50	
8 CC X+50 Y+50	;zadané souřadnice středu kruhového oblouku
9 C X+10 Y+50 DR+ F250	;koncový bod kruhového oblouku
10 L Y-20	;dokončení frézování z nákresu cvičení 4
11 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
11 L X+300 Y+200 Z+300 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
12 END PGM cviceni4 MM	;konec programu

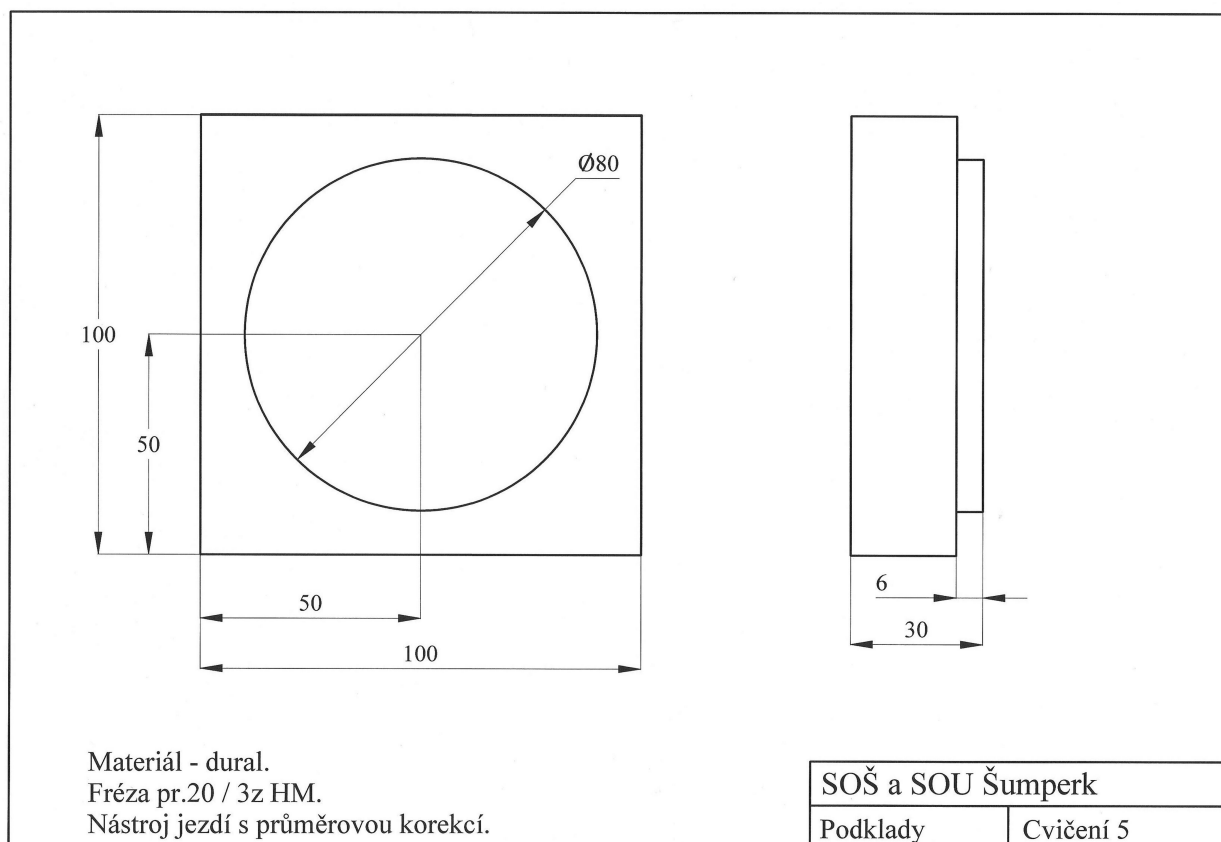
Nákres cvičení 4



CVIČENÍ 5 – frézování kruhového čepu pomocí zadání středu a koncového bodu

0 BEGIN PGM cviceni5 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+130 Y-30 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-6 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X+90 Y-20 RR F250	;njetí nástroje na frézovaný obrys zprava
7 L Y+50	;frézování z nákresu cvičení 5
8 CC X+50 Y+50	
9 C X+90 Y+50 DR+ F250	
10 L X+105	
11 C X+105 Y+50 DR+	
12 L Y+120	
13 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
14 L X+300 Y+200 Z+300 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
15 END PGM cviceni5 MM	;konec programu

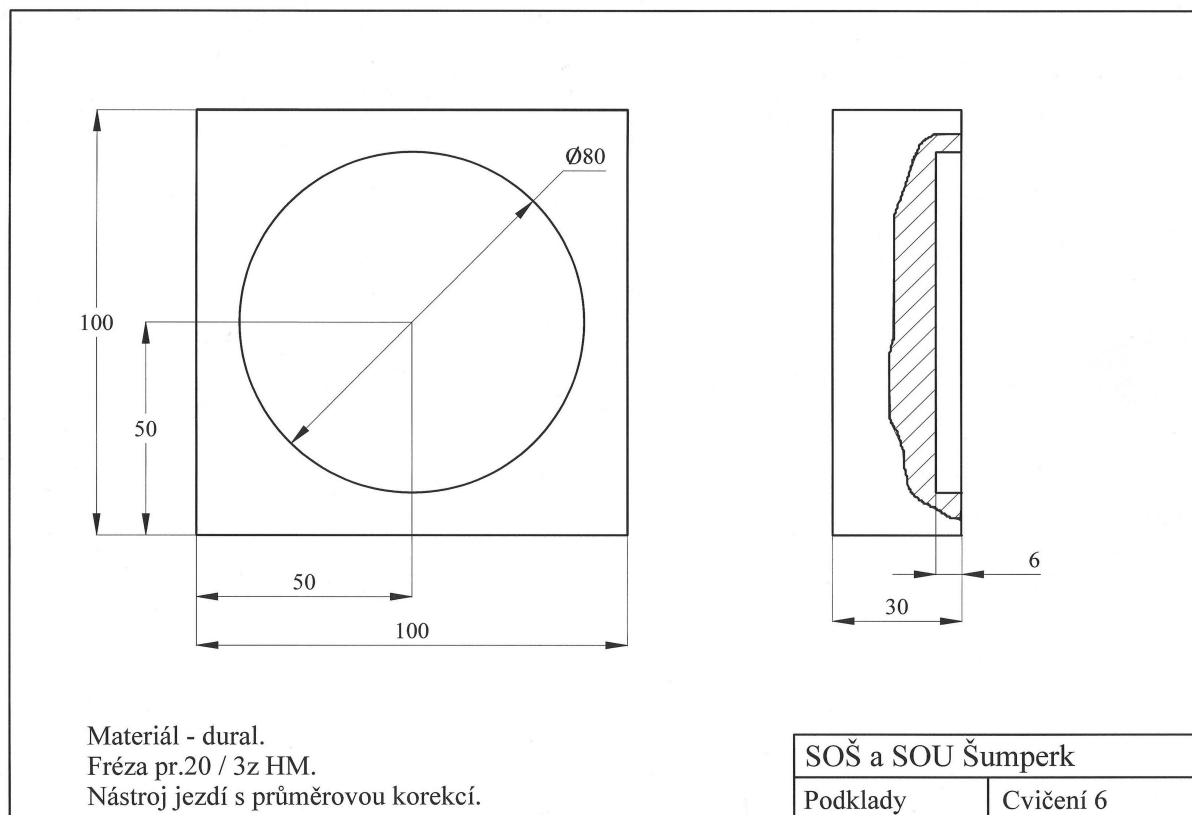
Nákres cvičení 5



CVIČENÍ 6 – frézování kruhové kapsy pomocí zadání středu a koncového bodu

0 BEGIN PGM cviceni6 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+30 Y+30 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-6 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X+50 Y+50 RL F250	;njetí nástroje na frézovaný obrys zleva
7 CC X+70 Y+50	;frézování z nákresu cvičení 6
8 C X+90 Y+50 DR+ F250	
9 CC X+50 Y+50	
10 C X+90 Y+50 DR+	
11 CC X+70 Y+50	
12 C X+50 Y+50 DR+	
13 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
14 L X+300 Y+200 Z+300 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
15 END PGM cviceni6 MM	;konec programu

Nákres cvičení 6

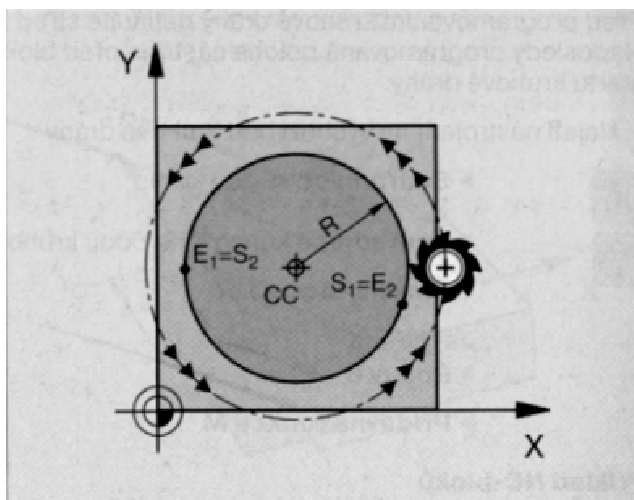


2. Programování kruhové dráhy pomocí příkazů CR s definovaným rádiem

Nástroj přejíždí po kruhové dráze s rádiem **R**.

1. Souřadnice koncového bodu kruhového oblouku zadané v pravoúhlých souřadnicích.
2. Rádus **R+** nebo **R-** kde znaménko definuje velikost kruhového oblouku.
3. Smysl otáčení **DR+** definuje konkávní zakřivení nebo **DR-** definuje konvexní zakřivení.
4. Přídavná **M** funkce.
5. Posuv **F**.

Úplný kruh naprogramujeme tak, že zadáme dva stejné **CR** bloky za sebou.



3. Středový úhel CCA a rádius kruhového oblouku R

Výchozí bod a koncový bod na obrysu se dají vzájemně spojit čtyřmi různými kruhovými oblouky se stejným rádiem:

1. menší kruhový oblouk $CCA < 180^\circ, R > 0$,
2. větší kruhový oblouk $CCA > 180^\circ, R < 0$,
3. konvexní - smysl otáčení oblouku **DR-** (s korekcí rádia **RL**),
4. konkávní - smysl otáčení **DR+** (s korekcí rádia **RL**),

Příklad: 10 L X+40 Y+40 RL F200 M3
11 CR X+70 Y+40 R+20 DR- (OBLOUK 1)

nebo

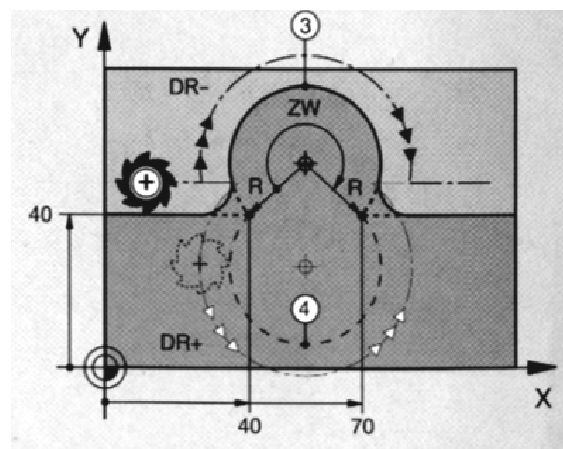
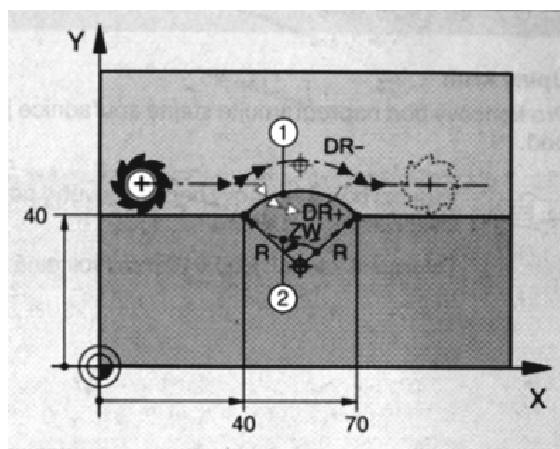
11 CR X+70 Y+40 R+20 DR+ (OBLOUK2)

nebo

11 CR X+70 Y+40 R-20 DR- (OBLOUK3)

nebo

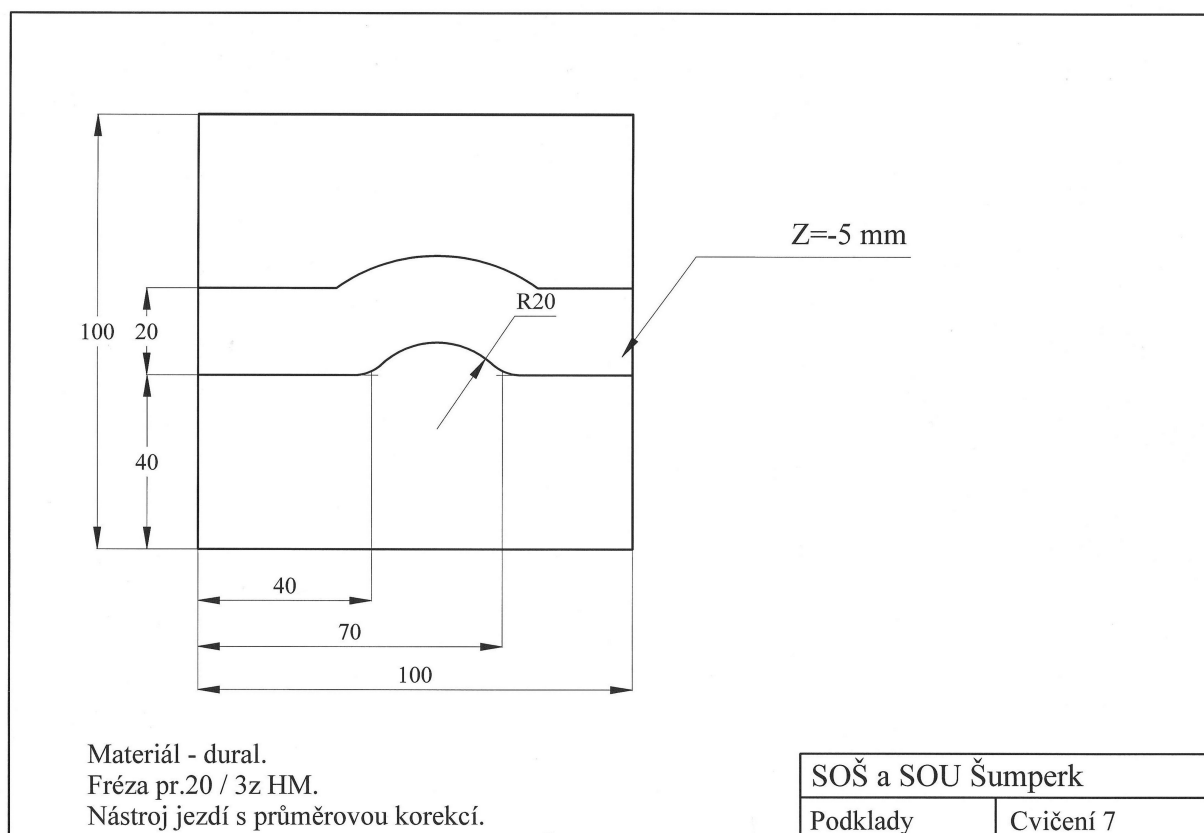
11 CR X+70 Y+40 R-20 DR+ (OBLOUK4)



CVIČENÍ 7 – frézování kruhové dráhy pomocí CR příkazu s definovaným rádiem

0 BEGIN PGM cviceni7 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X-20 Y+20 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-5 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí chlazení a otáček
6 L X-10 Y+40 RL F250	;njetí nástroje na frézovaný obrys zleva
7 L X+40	;frézování z nákresu cvičení 7
8 CR X+70 Y+40 R+20 DR-	
9 L X+120	
10 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
11 L X+300 Y+200 Z+300 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
10 END PGM cviceni7 MM	;konec programu

Nákres cvičení 7



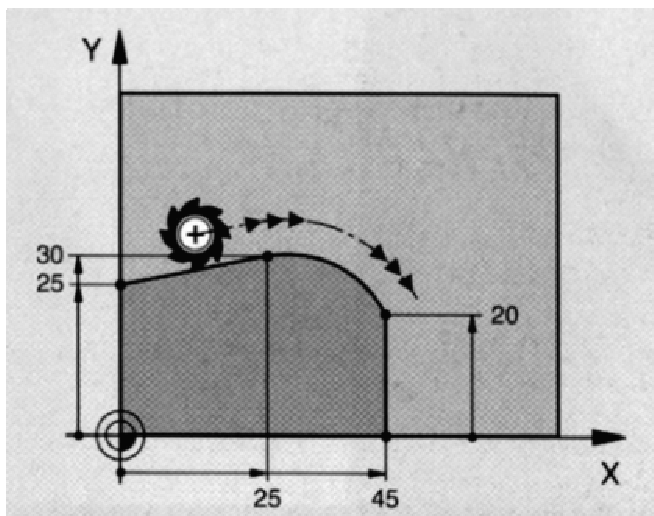
4. Kruhová dráha CT s tangenciálním napojením

Nástroj přejíždí po kruhovém oblouku, který se tangenciálně napojuje na předtím programovaný obrysový prvek (prvky obrysu tedy přecházejí plynule jeden do druhého).

Funkce: - souřadnice koncového bodu kruhového oblouku,
- je-li třeba, tak se může zadat posuv **F** nebo **M** funkce).

CT - blok a předtím programovaný prvek obrysu by měly obsahovat obě souřadnice roviny, ve které má být proveden kruhový oblouk!

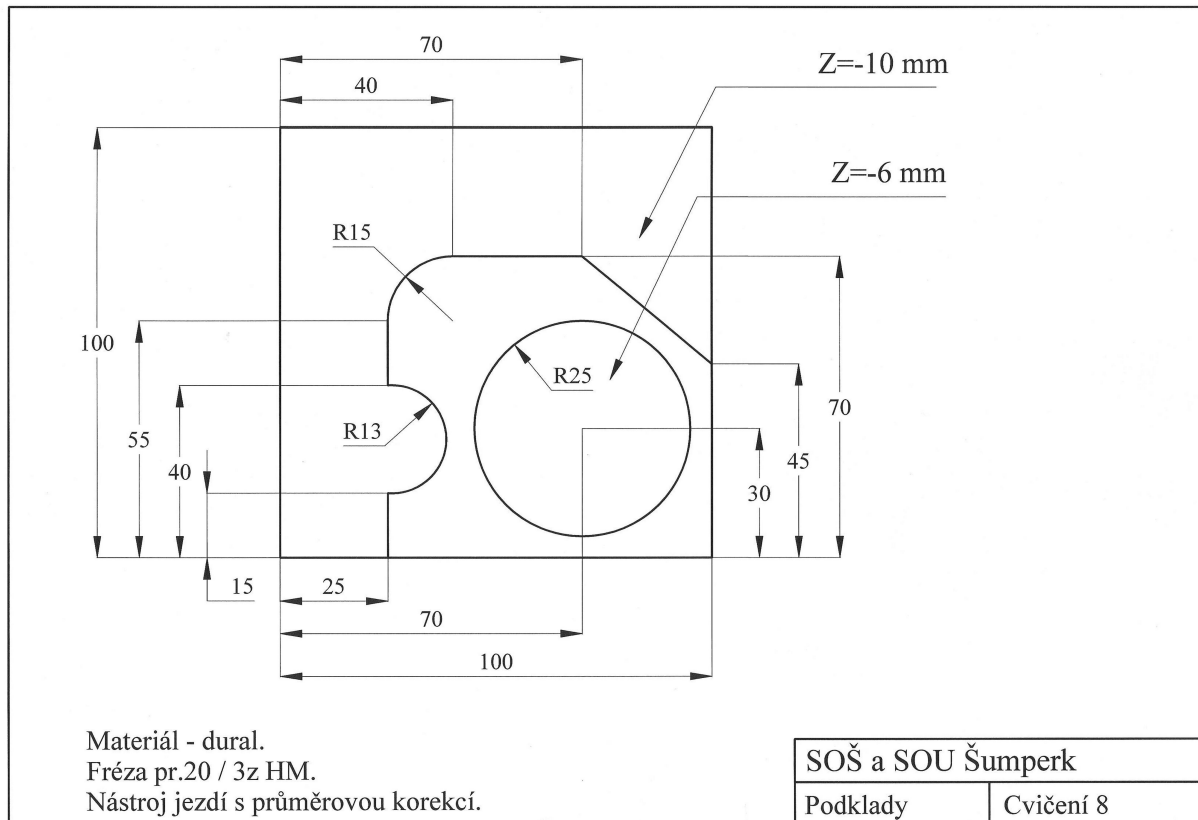
Příklad: 7 L X+0 Y+25 RL F300 M3
8 L X+25 Y+30
9 CT X+45 Y+20
10 L Y+0



CVIČENÍ 8 – frézování dráhy pomocí CT, CR příkazů a pomocí zadání středu a koncového bodu

0 BEGIN PGM cviceni8 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+150 Y+50 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-10 F100 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L X+120 Y+20 RR F250	;najetí nástroje na frézovaný obrys zprava
7 L X+100 Y+45	;frézování z nákresu cvičení 8
8 L X+70 Y+70	
9 L X+40 Y+70	
10 CT X+25 Y+55	
11 L X+25 Y+40	
12 CR X+25 Y+15 R+13 DR-	
13 L X+25 Y-30	
14 L Z+3 R0 F500	
15 L X+75 Y+20 F1000	
16 L Z-6 F250	
17 L X+95 Y+30 RL	
18 CC X+70 Y+30	
19 C X+95 Y+30 DR+	
20 C X+70 Y+55 DR+	
21 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
22 L X+50 Y+35 R0 FMAX	
23 L X+300 Y+200 Z+300 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
24 END PGM cviceni8 MM	;konec programu

Nákres cvičení 8



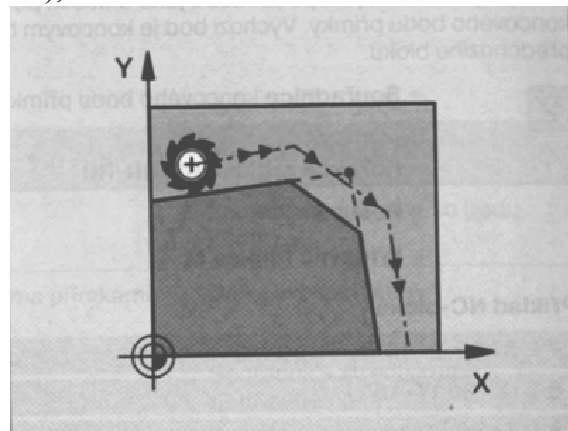
5. Vložení úkosu CHF mezi dvě přímky

Rohy obrysu, které vzniknou jako průsečíky dvou přímek, můžeme opatřit zkosením.

- § V přímkových blocích před a za blokem **CHF** naprogramujeme pokaždé obě souřadnice roviny, ve které má být úkos proveden.
- § Korekce rádia před a za blokem **CHF** musí být stejná.
- § Úkos musí být proveditelný s aktuálním nástrojem.

Funkce: - délka zkosení hrany (délka zkosení úkosu),
- je-li třeba zadá se posuv **F**.

Příklad: 7 L X+0 Y+30 RL F300 M3
8 L X+40 IY+5
9 CHF 12 F250
10 L IX+5 Y+0

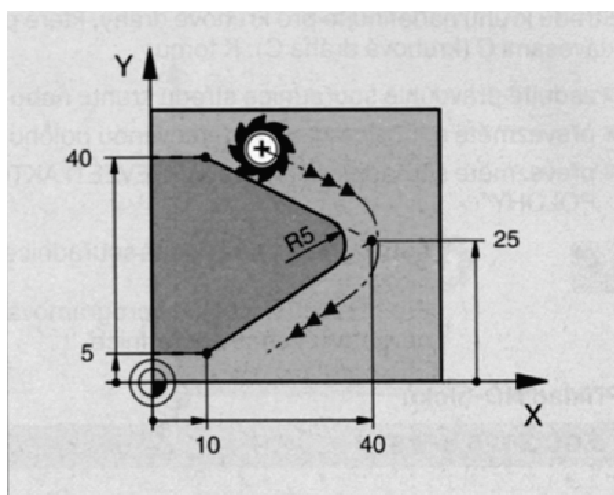


Pozn.: - obrys nesmí začínat blokem **CHF**,
- zkosení se provádí pouze v rovině obrábění,
- na rohový bod odříznutý zkosením se nenajíždí,
- posuv programování v bloku **CHF** je účinný pouze v tomto bloku **CHF**.

6. Zaoblení rohů **RND**

Funkce **RND** zaobluje rohy obrysu. Nástroj přejíždí po kruhové dráze, která se tangenciálně napojuje jak na předcházející, tak i na následující prvek obrysu. Kruhové zaoblení musí být proveditelné vyvolaným nástrojem.

Funkce: - rádius zaoblení (rádius kruhového oblouku),
- posuv **F**, je-li třeba.



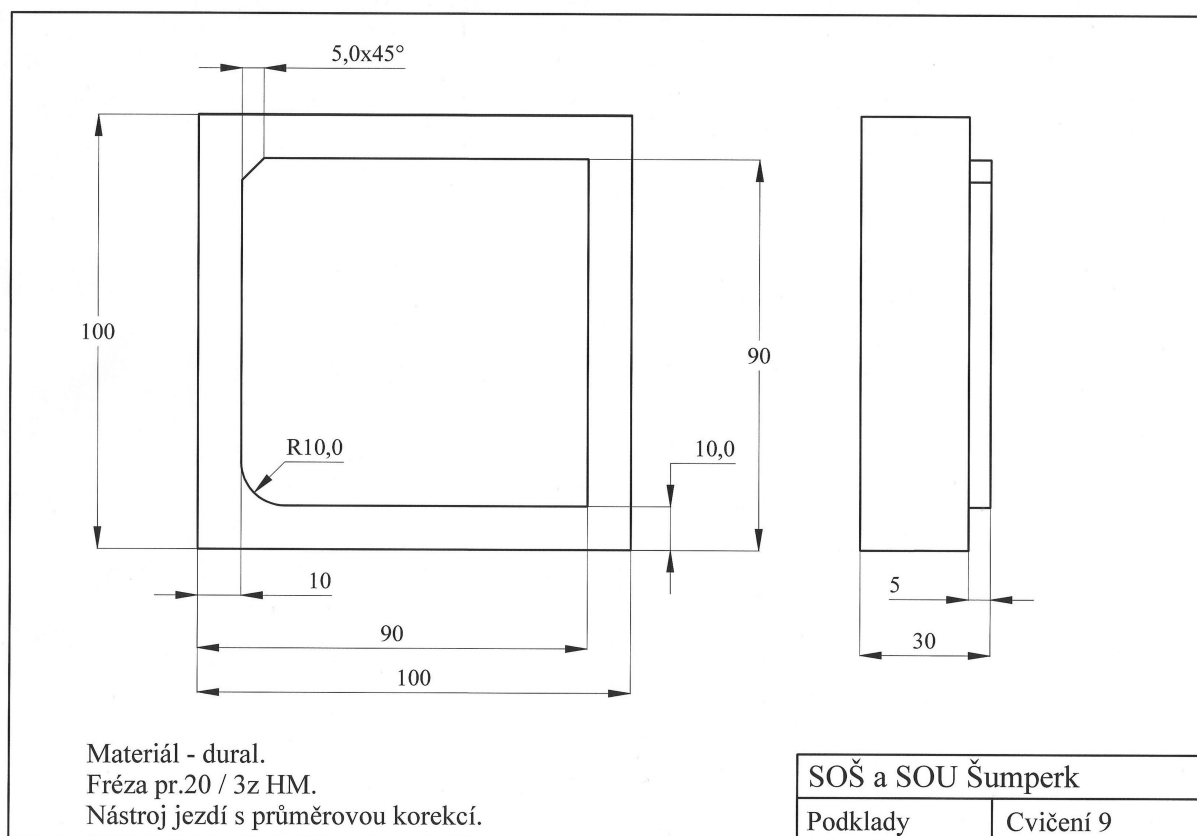
Příklad: 5 L X+10 Y+40 RL F300 M3
6 L X+40 Y+25
7 RND R5 F100
8 L X+10 Y+5

Pozn.: - předcházející a následující prvek obrysu musí obsahovat obě souřadnice roviny, ve které se provádí zaoblení rohu,
- obrábíte-li obrys bez korekce rádia nástroje, pak musíte programovat obě souřadnice roviny obrábění,
- na rohový bod se nenajíždí,
- posuv **F** programovaný v bloku **RND** je účinný pouze v tomto bloku **RND**,
- blok **RND** se dá rovněž použít k měkkému najetí na obrys.

CVIČENÍ 9 – frézování sražení a zaoblení rohů

0 BEGIN PGM cviceni9 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L X+130 Y+130 Z+20 FMAX	;napolohování osy nástroje a sjetí nad polotovar
5 L Z-5 F200 M3 M8	;sjetí nástroje na rovinu frézování, zapnutí otáček a chlazení
6 L Y+90 RR F250	;najetí nástroje na frézovaný obrys zprava
7 L X+10	
8 CHF 5	;sražení hrany
9 L Y+10	
10 RND R10	;zaoblení hrany
11 L X+90	
12 L Y+130	
13 L Z+50 R0 FMAX	;odjetí nástroje 50 mm nad materiál
14 L X+300 Y +200 Z+300 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
15 END PGM cviceni9 MM	;konec programu

Nákres cvičení 9



Práce s cykly

Často se opakující obrábění, která obsahují více obráběcích operací, se ukládají do paměti jako cykly.

Definování cyklů:

1. Stisknutím tlačítka CYCL DEF na panelu řídicího systému se zobrazí lišta softkláves, kde jsou předdefinovány různé skupiny cyklů.
2. Ze skupiny cyklů se vyberou například vrtací cykly.
3. Ze skupiny vrtacích cyklů se vybere vrtací cyklus, (např.200).
4. Po výběru cyklu se zahájí dialog (zobrazují se na obrazovce parametry) a po zadání všech parametrů, které řídicí systém požaduje, se dialog ukončí.

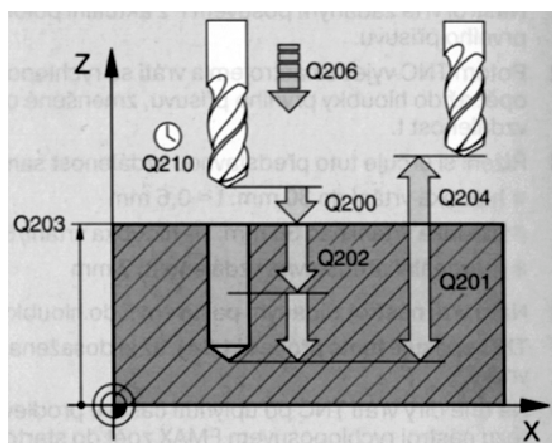
Vyvolání cyklu: Má-li řídicí systém jednou vykonat cyklus po naposledy programovaném bloku, naprogramuje se vyvolání cyklu přídatnou funkcí **M99**.

1. Vrtání - (cyklus 200)

1. Řídicí systém napolohuje nástroj v ose vřetena rychloposuvem **FMAX** do bezpečné vzdálenosti nad povrchem obrobku.
2. Nástroj vrtá naprogramovaným posuvem **F** až do hloubky prvního přísuvu.
3. Řídicí systém odjede nástrojem rychloposuvem **FMAX** zpět do bezpečnostní vzdálenosti, tam setrvá - pokud je to zadáno a poté najede opět rychloposuvem **FMAX** až do bezpečnostní vzdálenosti nad první přísuvnou hloubku.
4. Nato vrtá nástroj zadaným posuvem **F** do hloubky dalšího přísuvu.
5. Řídicí systém opakuje tento proces (1 až 4 krát), až je dosažena zadaná hloubka vrtání.
6. Ze dna díry odjede nástroj rychloposuvem **FMAX** na bezpečnostní vzdálenost nebo - pokud je to zadáno, tak na 2. bezpečnostní vzdálenost.

Vrtací cyklus DEF200 - parametry:

Q200.....	bezpečnostní vzdálenost
Q201.....	hloubka
Q206.....	posuv přísuvu do hloubky
Q202.....	hloubka přísuvu
Q210.....	časová prodleva nahoře
Q203.....	souřadnice povrchu
Q204.....	2.bezpečnostní vzdálenost
Q211.....	časová prodleva dole



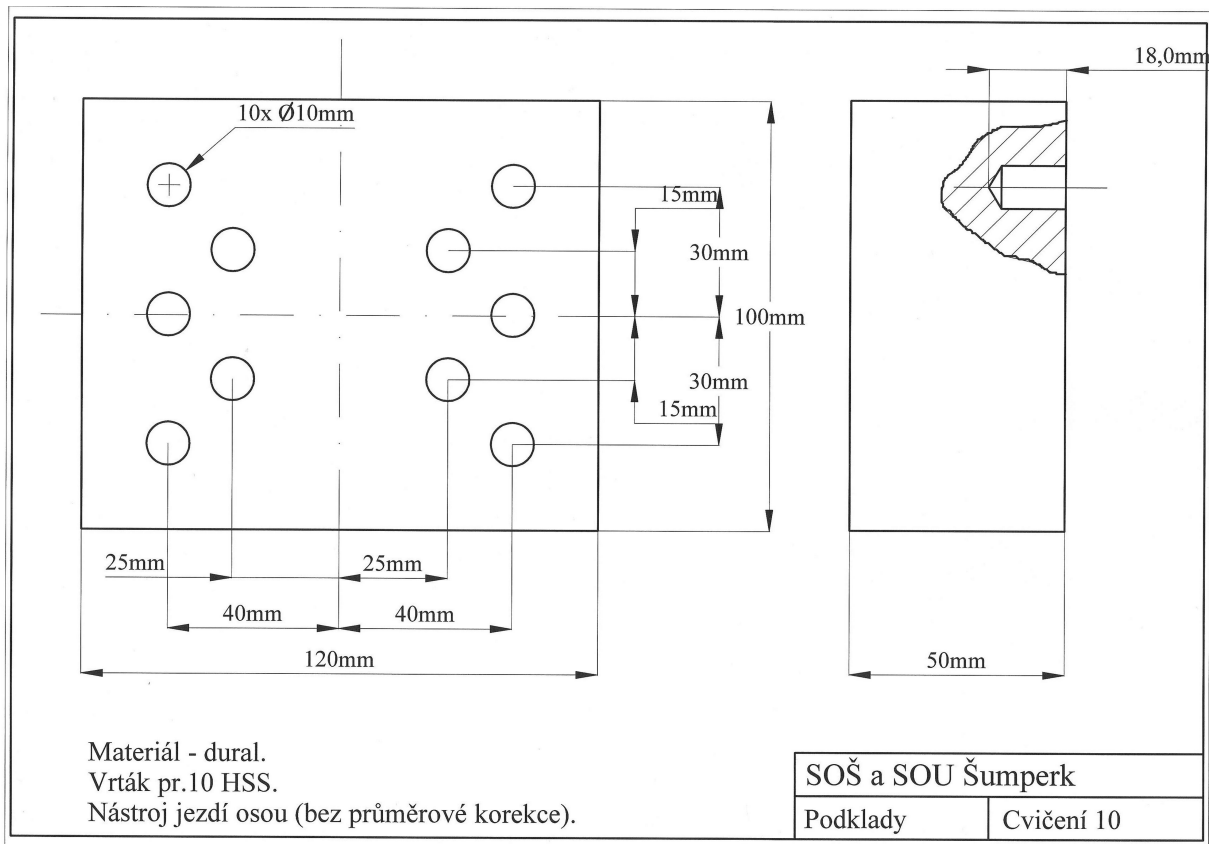
Před programováním dbejte na tyto body:

- Naprogramujte polohovací blok do bodu startu (střed díry) v rovině obrábění s korekcí rádia **R0**.
- Znaménko parametru cyklu **HLOUBKA** definuje směr obrábění.
Naprogramujete-li hloubku rovnu nule, pak řídicí systém cyklus neprovede.

CVIČENÍ 10 – vrtací cyklus 200

0 BEGIN PGM cviceni10 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X-60 Y-50 Z-50	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+60 Y+50 Z+0	
3 TOOL CALL 2 Z S4000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L Z+250 R0 FMAX	
5 CYCL DEF 200 VRTAT	;vrtací cyklus 200
Q200=+3	;BEZPEČNOSTNÍ VZDÁLENOST
Q201=-18	;HLOUBKA
Q206=+250	;POSUV PŘÍSUVU DO HLOUBKY
Q202=+7.5	;HLOUBKA PŘÍSUVU
Q210=+0	;ČASOVÁ PRODLEVA NAHOŘE
Q203=+0	;SOUŘADNICE POVRCHU
Q204=+50	;DRUHÁ BEZPEČNOSTNÍ VZDÁLENOST
Q211=+0.1	;ČASOVÁ PRODLEVA DOLE
6 L X-40 Y-30 R0 FMAX M3 M8	;polohování osy nástroje, zapnutí otáček achlazení
7 CYCL CALL M99	;vyvolání vrtacího cyklu 200
8 L X-25 Y-15 R0 FMAX M99	;polohování osy nástroje na další souřadnice a vyvolání vrtacího cyklu 200
9 L X-40 Y+0 M99	;dokončení vrtání podle cvičení10
10 L Y+15 X-25 M99	
11 L X-40 Y+30 M99	
12 L X+40 Y+30 M99	
13 L X+25 Y+15 M99	
14 L X+40 Y+0 M99	
15 L X+25 Y-15 M99	
16 L X+40 Y-30 M99	
17 L Z+250 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a návrat na začátek programu
18 END PGM cviceni10 MM	;konec programu

Nákres cvičení 10

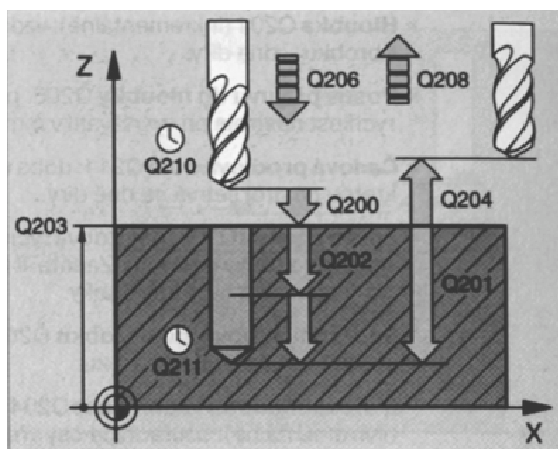


2. Univerzální vrtání - (cyklus 203)

1. Řídicí systém napolohuje nástroj v ose vřetena rychloposuvem **FMAX** do bezpečné vzdálenosti nad povrchem obrobku.
2. Nástroj vrtá naprogramovaným posuvem **F** až do hloubky prvního přísuvu.
3. Je-li zadáno přerušení třísky, odjede řídicí systém nástrojem zpět o zadanou hodnotu zpětného pohybu. Pracujete-li bez přerušení třísky, pak odjede řídicí systém nástrojem posuvem pro vyjždění na bezpečnostní vzdálenost, tam setrvá - je-li to zadáno a pak opět jede rychloposuvem **FMAX** až na bezpečnostní vzdálenost nad první přísuv do hloubky.
4. Potom nástroj vrtá posuvem o další hloubku přísuvu. Tato hloubka přísuvu se s každým přísuvem zmenšuje o redukční hodnotu, je-li zadána.
5. Řídicí systém opakuje tento postup (2 až 4 krát), až se dosáhne hloubky díry.
6. Na dně díry setrvá nástroj - je-li to zadáno, po doříznutí a po časové prodlevě se vrátí zpětným posuvem na bezpečnostní vzdálenost. Pokud je zadána 2. bezpečnostní vzdálenost, odjede na ni řídicí systém nástrojem rychloposuvem **FMAX**.

Vrtací cyklus UNIVERSAL - VRTÁNÍ DEF203 - parametry:

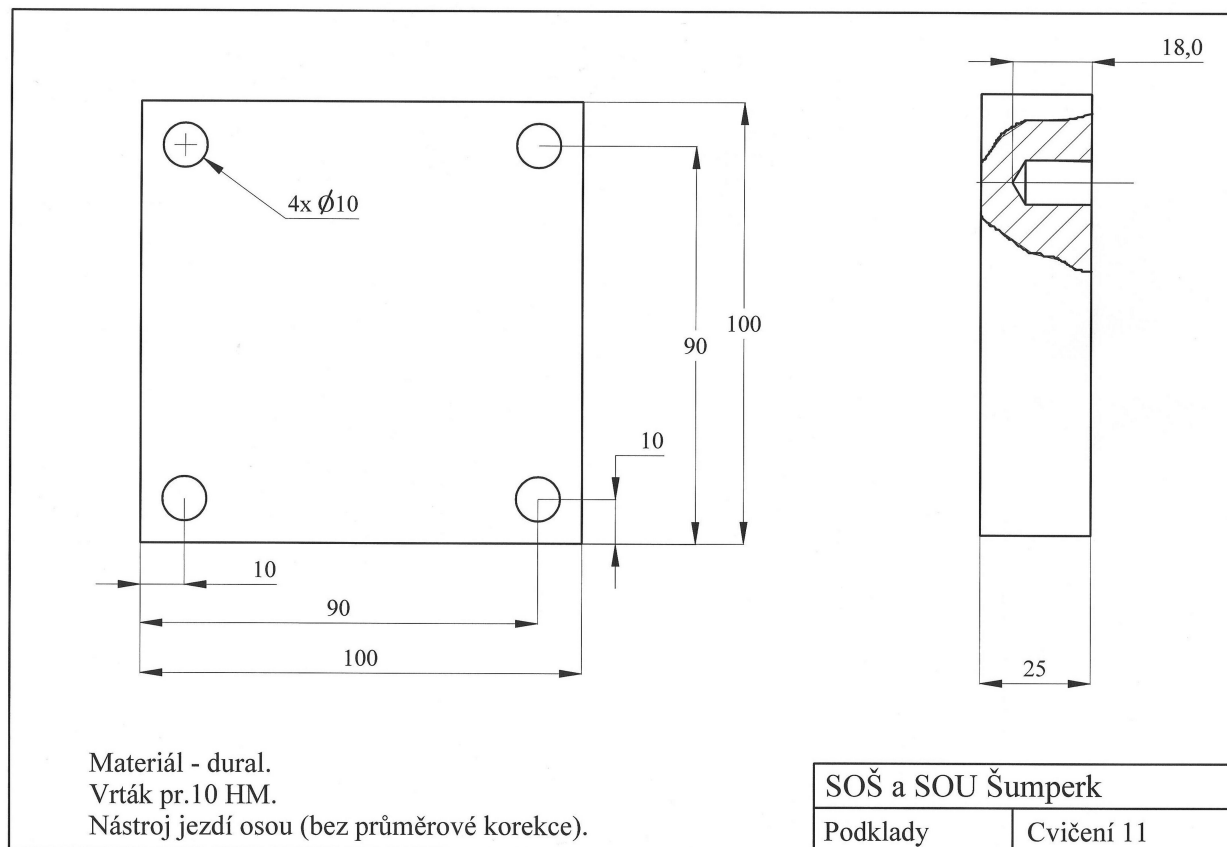
Q200.....	bezpečnostní vzdálenost
Q201.....	hloubka
Q206.....	posuv přísuvu do hloubky
Q202.....	hloubka přísuvu
Q210.....	časová prodleva nahoře
Q203.....	souřadnice povrchu
Q204.....	2.bezpečnostní vzdálenost
Q212.....	velikost úběru
Q213.....	přerušení třísky
Q205.....	hloubka přísuvu
Q211.....	časová prodleva dole
Q208.....	posuv zpět
Q256.....	zpět při přerušení třísky



CVIČENÍ 11– vrtací cyklus 203 (univerzální vrtání)

0 BEGIN PGM cviceni11 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-25	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 2 Z S4000 F250	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 L Z+250 R0 FMAX	
5 CYCL DEF 203 UNIVERSAL – VRTANI	;vrtací cyklus 203
Q200=+2	;BEZPEČNOSTNÍ VZDÁLENOST
Q201=-20	;HLOUBKA
Q206=+150	;POSUV PŘÍSUUVU DO HLOUBKY
Q202=+5	;HLOUBKA PŘÍSUUVU
Q210=+0	;ČASOVÁ PRODLEVA NAHOŘE
Q203=+0	;SOUŘADNICE POVRCHU
Q204=+50	;DRUHÁ BEZPEČNOSTNÍ VZDÁLENOST
Q212=+5	;VELIKOST ÚBĚRU
Q213=+3	;PŘERUŠENÍ TŘÍSKY
Q205=+4	;HLOUBKA PŘÍSUUVU
Q211=+0	;ČASOVÁ PRODLEVA DOLE
Q208=+500	;POSUV ZPĚT
Q256=+0.2	;ZPĚT PŘI PŘERUŠENÍ TŘÍSKY
6 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3 M8	;polohování osy nástroje, zapnutí otáček a chlazení
7 CYCL CALL M99	;vyvolání vrtacího cyklu 203
8 L Y+90 M99	;dokončení vrtání podle cvičení 11
9 L X+90 M99	
10 L Y+10 M99	
11 L Z+250 R0 FMAX M2 M9	;odjetí nástroje, vypnutí chlazení a na začátek programu
12 END PGM cviceni11 MM	;konec programu

Nákres cvičení 11



3. Frézování drážky - (cyklus 3)

Hrubování

1. Řídicí systém přesadí nástroj o přídavek pro obrábění načisto (polovina rozdílu mezi šířkou drážky a průměrem nástroje). Odtud se nástroj zapíchne do obrobku a frézuje drážku v podélném směru.
2. Na konci drážky následuje přísuv do hloubky a nástroj frézuje v opačném směru. Tento postup se opakuje, až se dosáhne naprogramované hloubky.

Dokončení

1. Na dně drážky najede řídicí systém nástrojem po kruhové dráze tangenciálně na vnější obrys; tento obrys se pak sousledně dokončí (s **M3**).
2. Pak vyjede řídicí systém rychloposuvem **FMAX** zpět do bezpečnostní vzdálenosti. Při lichém počtu přísuvů odjede nástroj v bezpečnostní vzdálenosti do polohy startu.

Bezpečnostní vzdálenost 1 (inkrementálně): - vzdálenost hrotu nástroje a povrchu obrobku.

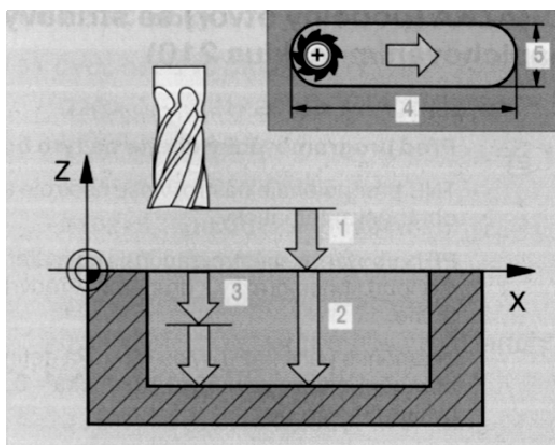
Hloubka frézování 2 (inkrementálně): - vzdálenost povrchu obrobku a dna kapsy.

Hloubka přířuvu 3 (inkrementálně): - rozměr, o nějž se nástroj pokaždé přisune.

Posuv přířuvu do hloubky: - pojezdová rychlost při zapichování.

Délka strany 4: - délka drážky; 1.směr pohybu nástroje se definuje znaménkem.

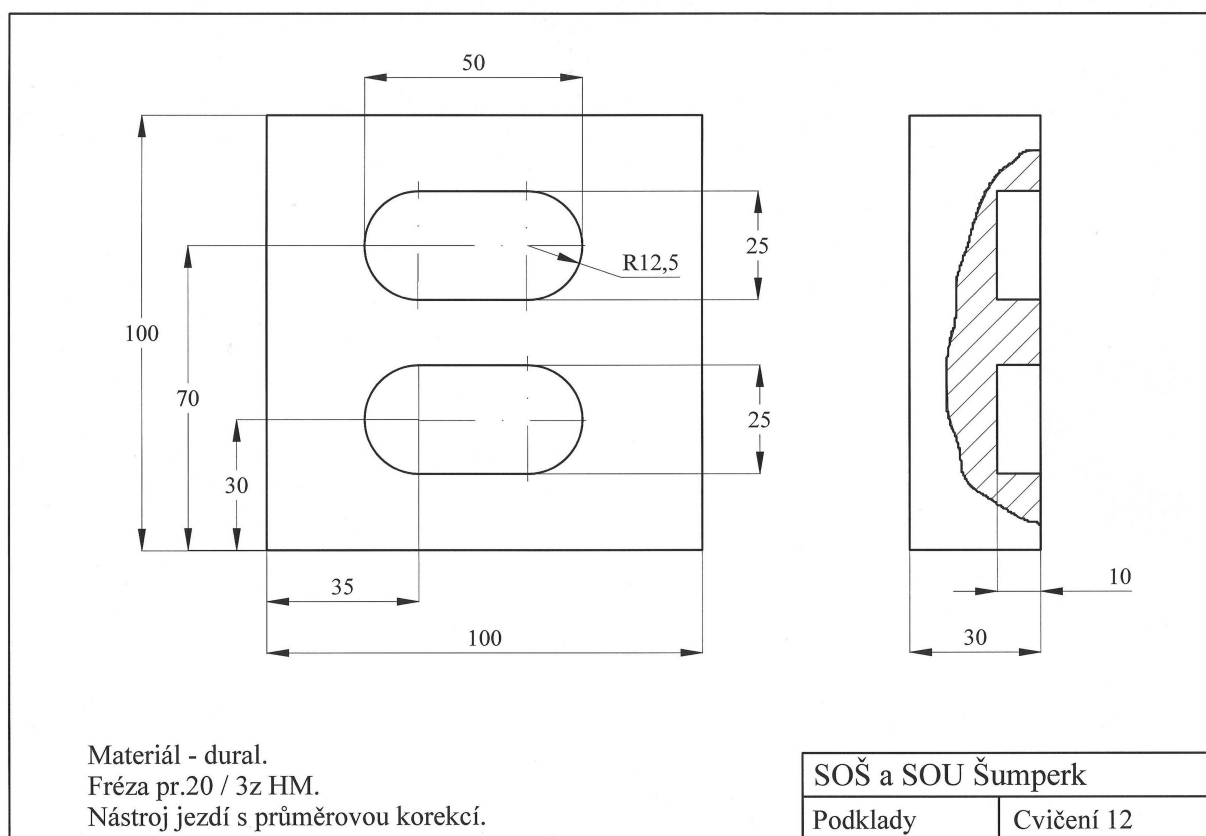
Délka strany 5: - šířka drážky.



CVIČENÍ 12 – cyklus 3 (frézování drážky)

0 BEGIN PGM cviceni12 MM	;název programu
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-30	;definování polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 3 Z S3000 F150	;vyvolání nástroje, zadání otáček a posuvu
4 CYCL DEF 3.0 FRÉZOVÁNÍ DRÁŽKY	;frézovací cyklus 3
5 CYCL DEF 3.1 VZDAL 2	
6 CYCL DEF 3.2 HLOUBKA-10	
7 CYCL DEF 3.3 PŘÍSUUV5 F100	
8 CYCL DEF 3.4 X+50	;DÉLKA DRÁŽKY
9 CYCL DEF 3.5 Y+25	;ŠÍŘKA DRÁŽKY
10 CYCL DEF 3.6 F200	
11 L Z+2 R0 FMAX M3 M8	;sjetí nástroje nad dílec, zapnutí otáček a chlazení
12 L X+35 Y+30 FMAX	;polohování osy nástroje
13 CYCL CALL M99	;vyvolání frézovacího cyklu 3
14 L X+35 Y+70 M99	;polohování a vyvolání frézovacího cyklu 3
15 END PGM cviceni12 MM	;konec programu

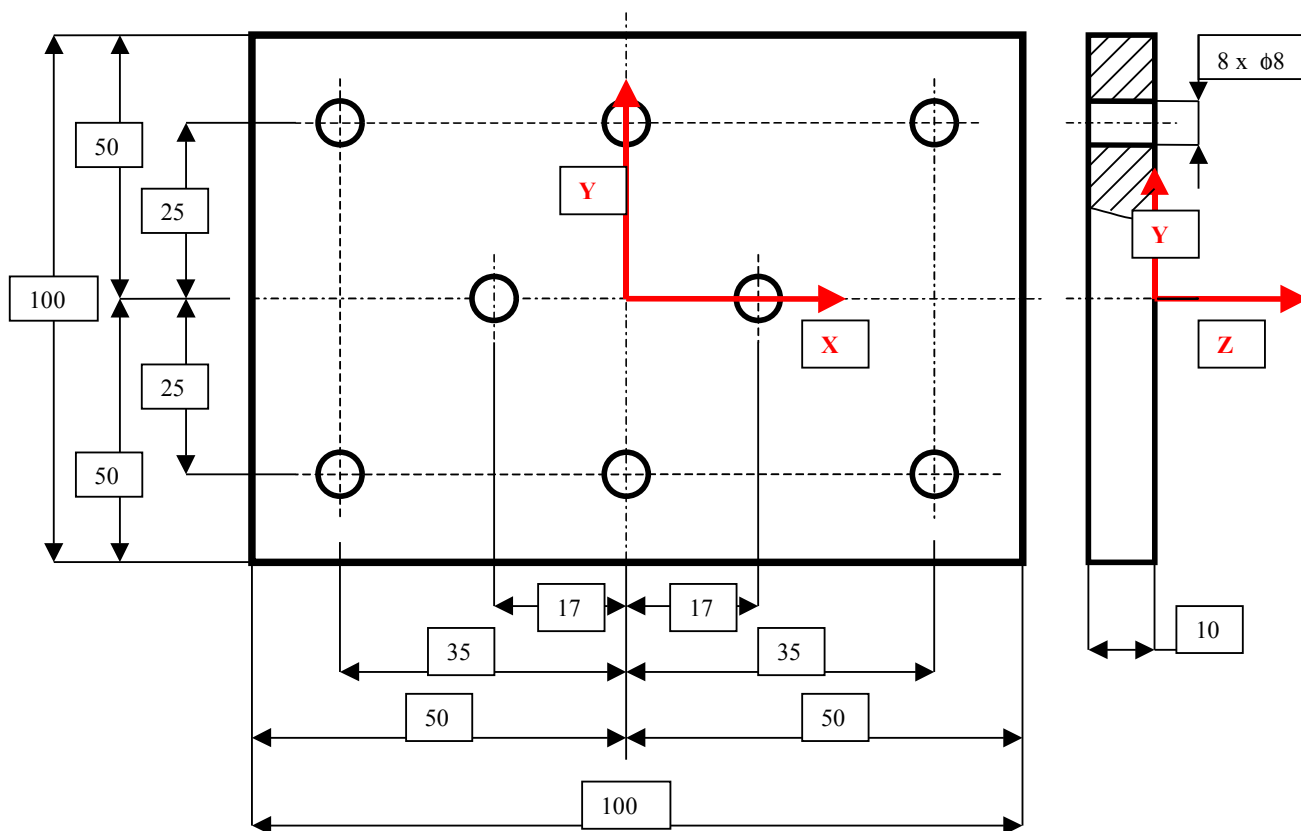
Nákres cvičení 12



Příklady využití frézovacích a vrtacích cyklů

Příklad 1 - pravoúhlý souřadný systém, vrtání

(řešení : PGM 1-1, PGM 1-2, PGM 1-3, PGM 1-4)



Příklad 1: technologická operace vrtání

Použijeme pouze 1 nástroj – vrták, průměr 8 mm, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 20.

Souřadnice – pravoúhlý souřadný systém,

Nulový bod programu – v rovině obrábění XY je ve středu plochy, Z0 je na povrchu součásti.

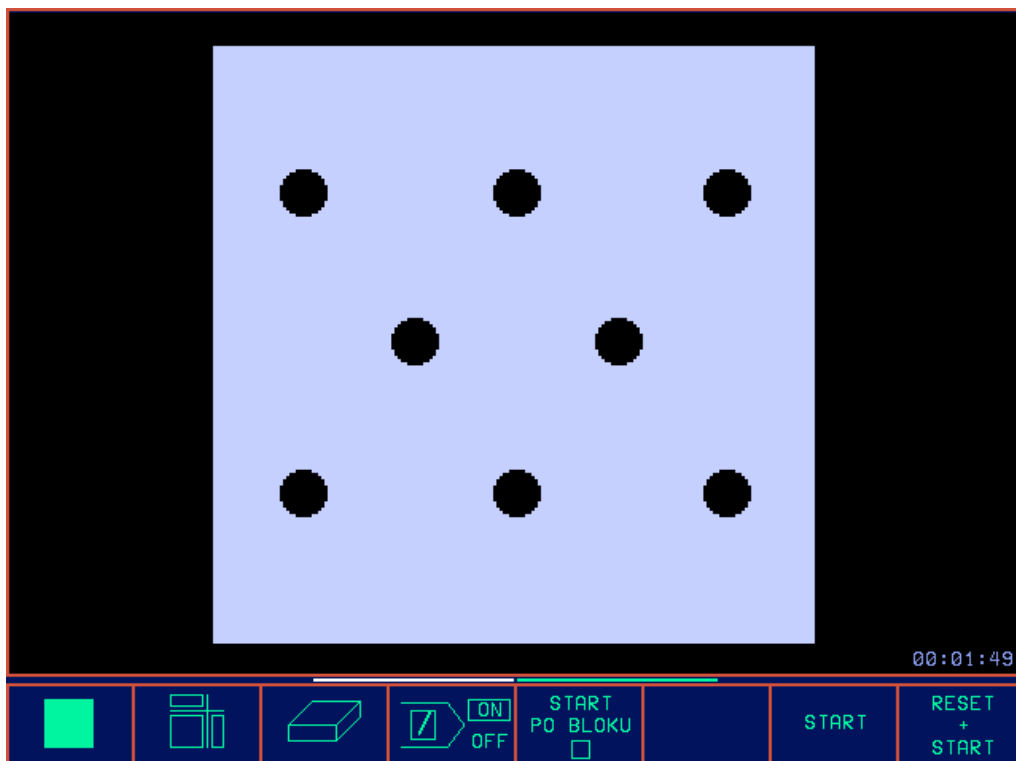
Úkol : napište a odlad'te NC program

- jako „obyčejná“ lineární interpolace (bez použití cyklu)
- s použitím vrtacího cyklu č.200
- s použitím vrtacího cyklu č.1
- s použitím vrtacího cyklu č.200 a cyklu RASTR BODU

PGM 1-1
PGM 1-2
PGM 1-3
PGM 1-4

PROGRAM PGM 1-1

```
0 BEGIN PGM PGM 1-1 MM
1 ; VRTANI BEZ POUZITI VRTACICH CYKLU
2 ; UKOL - PROCVICIT ZADAVANI SOURADNIC
3 ; .....
4 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
5 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
6 TOOL CALL 20 Z S1000
7 L Z+50 R0 F MAX M3
8 L X+35 Y+25 R0 F MAX
9 L Z+2 R0 F MAX
10 L Z-15 R0 F100
11 L Z+20 R0 F MAX
12 L X+0 Y+25 R0 F MAX
13 L Z+2 R0 F MAX
14 L Z-15 R0 F100
15 L Z+20 R0 F MAX
16 L X-35 Y+25 R0 F MAX
17 L Z+2 R0 F MAX
18 L Z-15 R0 F100
19 L Z+20 R0 F MAX
20 L X-17 Y+0 R0 F MAX
21 L Z+2 R0 F MAX
22 L Z-15 R0 F100
23 L Z+20 R0 F MAX
24 L X+17 Y+0 R0 F MAX
25 L Z+2 R0 F MAX
26 L Z-15 R0 F100
27 L Z+20 R0 F MAX
28 L X+35 Y-25 R0 F MAX
29 L Z+2 R0 F MAX
30 L Z-15 R0 F100
31 L Z+20 R0 F MAX
32 L X+0 Y-25 R0 F MAX
33 L Z+2 R0 F MAX
34 L Z-15 R0 F100
35 L Z+20 R0 F MAX
36 L X-35 Y-25 R0 F MAX
37 L Z+2 R0 F MAX
38 L Z-15 R0 F100
39 L Z+20 R0 F MAX
40 ; .....
41 L X+200 Z+80 R0 F MAX M2
42 END PGM PGM 1-1 MM
```

PROGRAM PGM 1-2

```

0 BEGIN PGM PGM 1-2 MM
1 ; VRTANI S POUZITIM VRTACIHO CYKLU 200
2 ; UKOL - PROCVICIT ZADAVANI VRTACICH CYKLU A SOURADNIC
3 ; .....
4 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
5 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
6 TOOL CALL 20 Z S1000
7 CYCL DEF 200 VRTANI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q201=-15 ;HLOUBKA ~
  Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
  Q202=5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
  Q210=0 ;CAS.PRODLEVA NAHORE ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q211=0 ;CAS. PRODLEVA DOLE
8 L Z+50 R0 F MAX M3
9 L X+35 Y+25 R0 F MAX M99
10 L X+0 Y+25 R0 F MAX M99
11 L X-35 Y+25 R0 F MAX M99
12 L X-17 Y+0 R0 F MAX M99
13 L X+17 Y+0 R0 F MAX M99
14 L X+35 Y-25 R0 F MAX M99
15 L X+0 Y-25 R0 F MAX M99
16 L X-35 Y-25 R0 F MAX M99
17 ;
18 L X+200 Z+80 R0 F MAX M2
19 END PGM PGM 1-2 MM

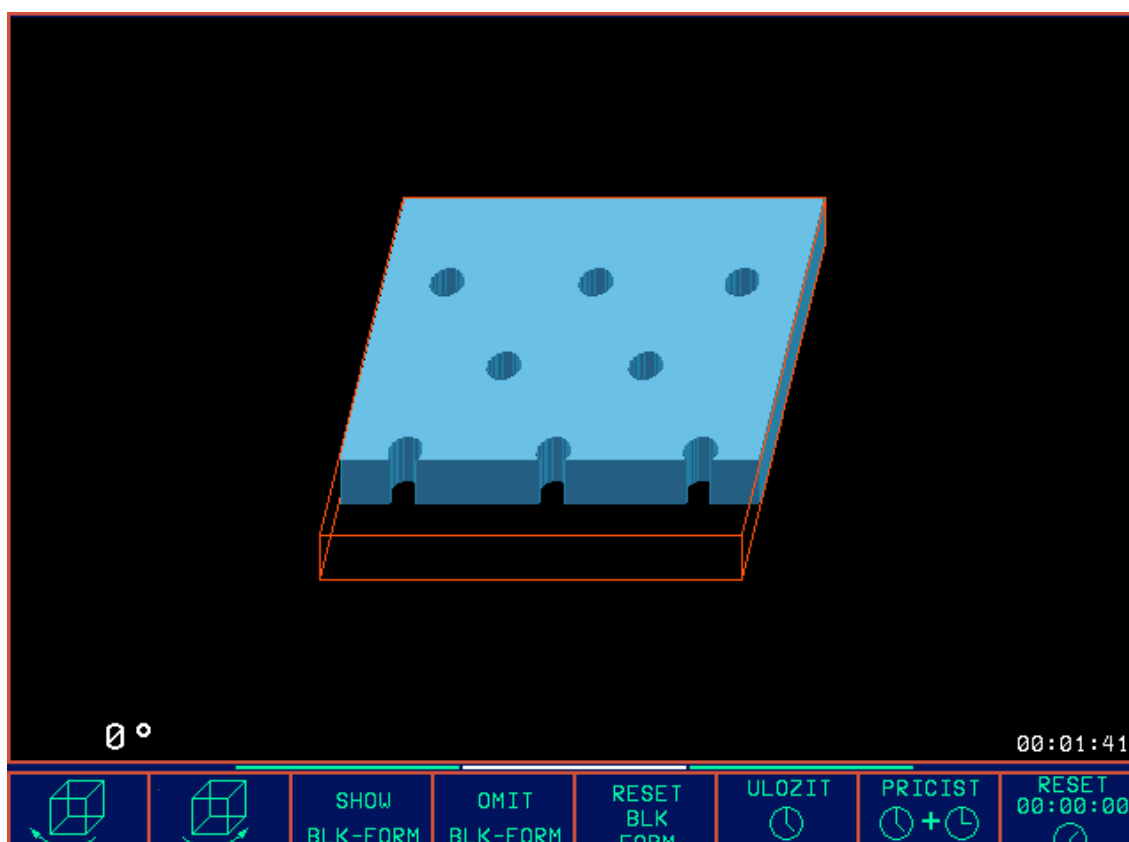
```

RUCNI
PROVOZ

PROGRAM ZADAT/EDIT
HLOUBKA?

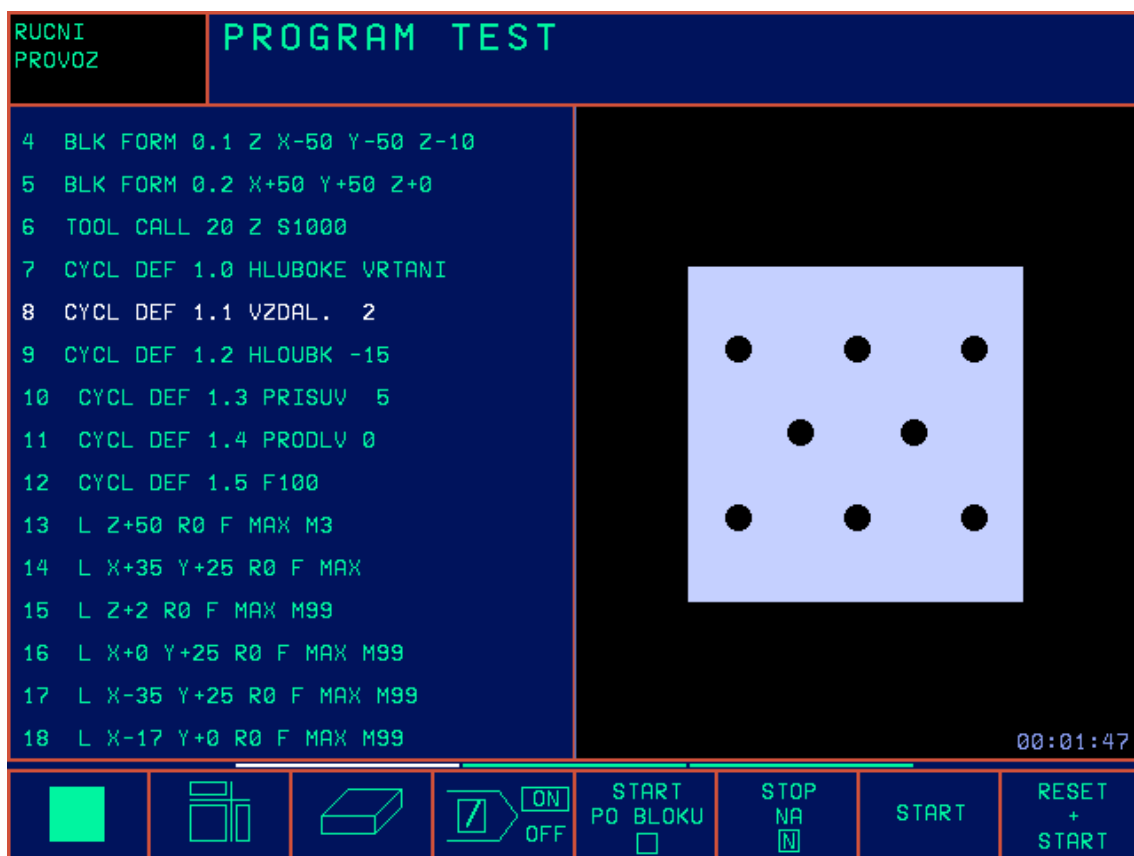
```

3  ; .....
4  BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
5  BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
6  TOOL CALL 20 Z S1000
7  CYCL DEF 200 VRTANI
    Q200=2    ;BEZPEC. VZDALENOST
    Q201=-15  ;HLOUBKA
    Q206=150  ;POSUV NA HLOUBKU
    Q202=5    ;HLOUBKA PRISUVU
    Q210=0    ;CAS.PRODLEVA NAHORE
    Q203=+0   ;SOURADNICE POVRCHU
    Q204=50   ;2. BEZPEC.VZDALENOST
    Q211=0    ;CAS. PRODLEVA DOLE
8  L Z+50 R0 F MAX M3
9  CYCL DEF 221 RASTR V RADE
        
```



PROGRAM PGM 1-3

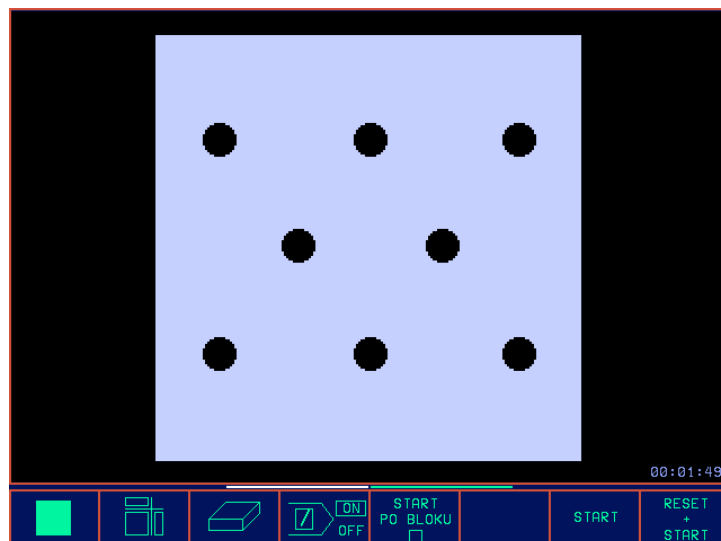
```
0 BEGIN PGM PGM 1-3 MM
1 ; VRTANI S POUZITIM "STAREHO" VRTACIHO CYKLU 1
2 ; UKOL - PROCVICIT ZADAVANI VRTACICH CYKLU A SOURADNIC
3 ; .....
4 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
5 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
6 TOOL CALL 20 Z S1000
7 CYCL DEF 1.0 HLUBOKE VRTANI
8 CYCL DEF 1.1 VZDAL. 2
9 CYCL DEF 1.2 HLOUBK -15
10 CYCL DEF 1.3 PRISUV 5
11 CYCL DEF 1.4 PRODLV 0
12 CYCL DEF 1.5 F100
13 L Z+50 R0 F MAX M3
14 L X+35 Y+25 R0 F MAX
15 L Z+2 R0 F MAX M99
16 L X+0 Y+25 R0 F MAX M99
17 L X-35 Y+25 R0 F MAX M99
18 L X-17 Y+0 R0 F MAX M99
19 L X+17 Y+0 R0 F MAX M99
20 L X+35 Y-25 R0 F MAX M99
21 L X+0 Y-25 R0 F MAX M99
22 L X-35 Y-25 R0 F MAX M99
23 ; .....
24 L X+200 Z+80 R0 F MAX M2
25 END PGM PGM 1-3 MM
```



```

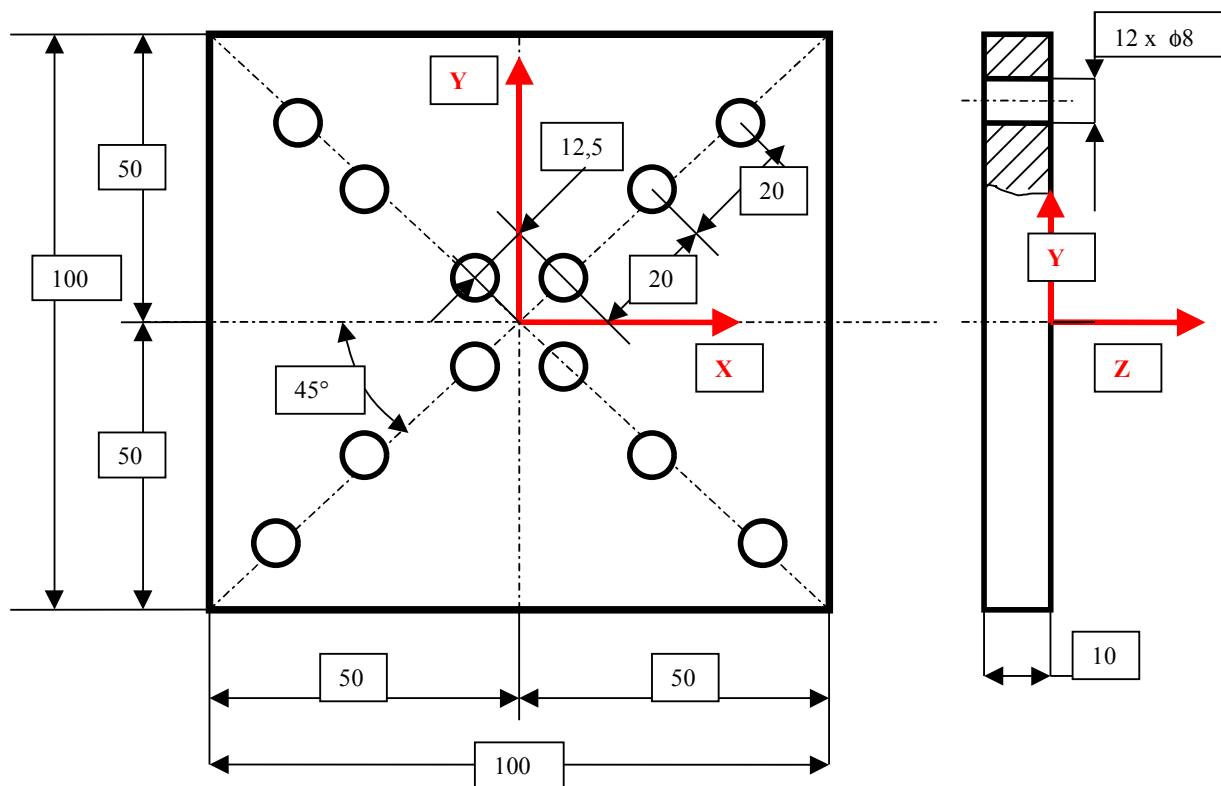
0 BEGIN PGM PGM 1-4 MM
1 ; VRTANI S POUZITIM VRTACIHO CYKLU 200 A CYKLU RASTR BODU 221
2 ; UKOL - PROCVICIT ZADAVANI CYKLU
3 ; .....
4 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
5 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
6 TOOL CALL 20 Z S1000
7 CYCL DEF 200 VRTANI ~
  200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q201=-15 ;HLOUBKA ~
  Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
  Q202=5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
  Q210=0 ;CAS.PRODLEVA NAHORE ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q211=0 ;CAS. PRODLEVA DOLE
8 L Z+50 R0 F MAX M3
9 CYCL DEF 221 RASTR V RADE ~
  Q225=-35 ;STARTBOD V 1.OSE ~
  Q226=-25 ;STARTBOD V 2.OSE ~
  Q237=+35 ;ROZTEC V 1. OSE ~
  Q238=+50 ;ROZTEC V 2. OSE ~
  Q242=3 ;POCET SLOUPKU ~
  Q243=2 ;POCET RADEK ~
  Q224=+0 ;UHEL NATOCENI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q301=1 ;NAJET BEZPEC.VYSKU
10 CYCL DEF 221 RASTR V RADE ~
  Q225=-17 ;STARTBOD V 1.OSE ~
  Q226=+0 ;STARTBOD V 2.OSE ~
  Q237=+34 ;ROZTEC V 1. OSE ~
  Q238=+0 ;ROZTEC V 2. OSE ~
  Q242=2 ;POCET SLOUPKU ~
  Q243=1 ;POCET RADEK ~
  Q224=+0 ;UHEL NATOCENI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q301=1 ;NAJET BEZPEC.VYSKU
11 ; .....
12 L X+200 Z+80 R0 F MAX M2
13 END PGM PGM 1-4 MM

```



Příklad 2 - polární souřadný systém, vrtání

(řešení : PGM 2)



Příklad 2: technologická operace vrtání

Použijeme pouze 1 nástroj – vrták, průměr 8 mm, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 20.

Souřadnice – polární souřadný systém,

Nulový bod programu – v rovině obrábění XY je ve středu plochy, Z0 je na povrchu součásti.

Úkol: napište a odlad'te NC program

- s použitím vrtacího cyklu č.200

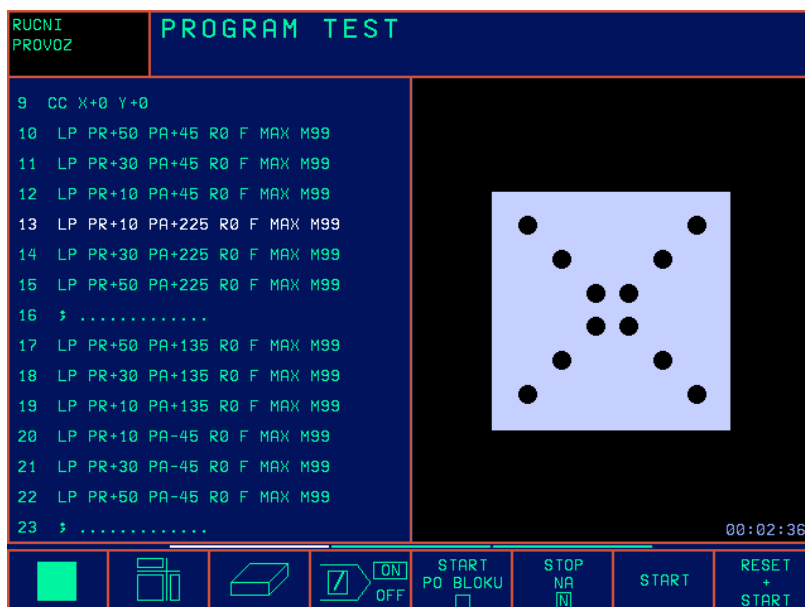
PGM 2

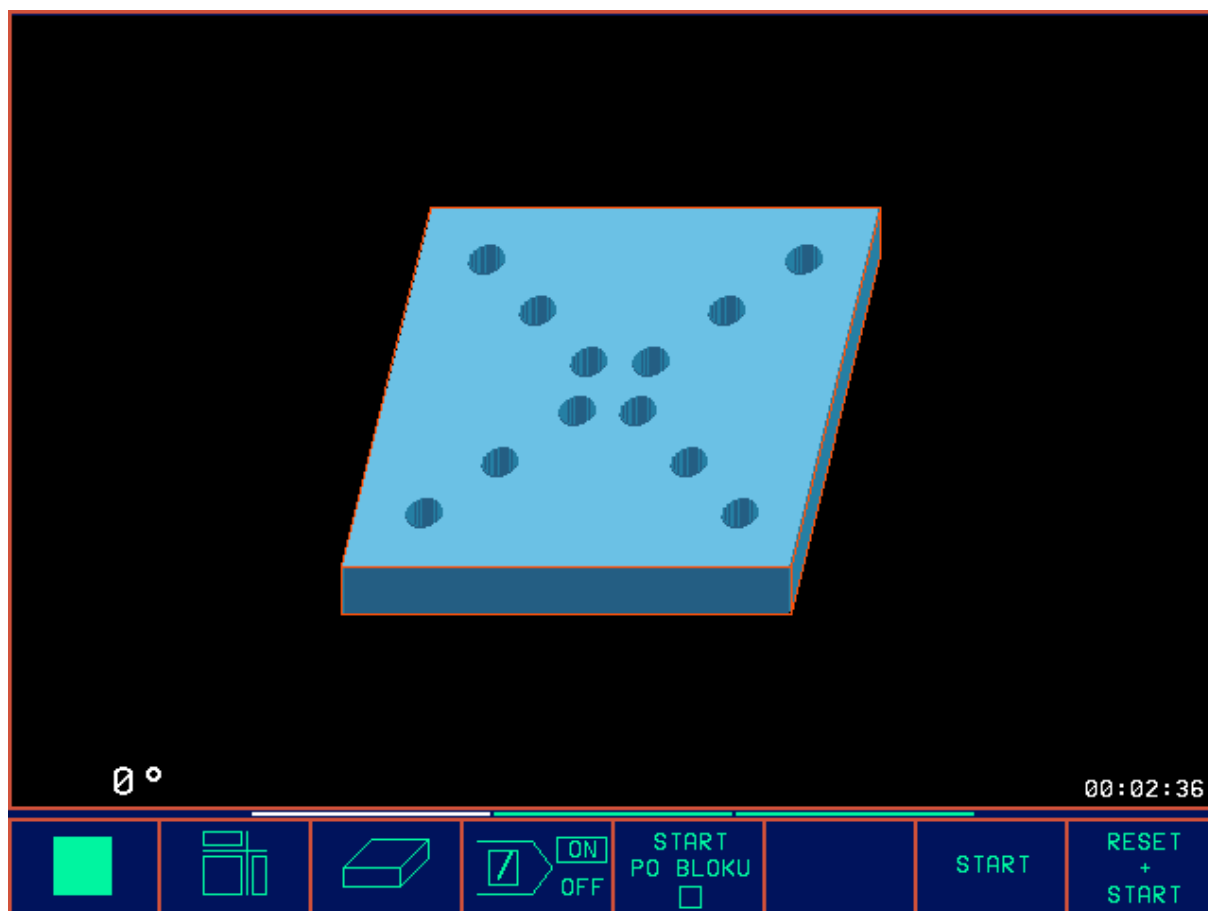
PROGRAM 2

```

0 BEGIN PGM PGM 2 MM
1 ; POLARNI SOURADNY SYSTEM ABSOLUTNE,VRTANI S POUZITIM VRTACIHO
  CYKLU ~
  200
2 ; UKOL - PROCVICIT ZADAVANI VRTACICH CYKLU A POLARNICH SOURADNIC
3 ; .....
4 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
5 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
6 TOOL CALL 20 Z S1000
7 CYCL DEF 200 VRTANI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q201=-15 ;HLOUBKA ~
  Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
  Q202=5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
  Q210=0 ;CAS.PRODLEVA NAHORE ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q211=0 ;CAS. PRODLEVA DOLE
8 L Z+50 R0 F MAX M3
9 CC X+0 Y+0
10 LP PR+50 PA+45 R0 F MAX M99
11 LP PR+30 PA+45 R0 F MAX M99
12 LP PR+10 PA+45 R0 F MAX M99
13 LP PR+10 PA+225 R0 F MAX M99
14 LP PR+30 PA+225 R0 F MAX M99
15 LP PR+50 PA+225 R0 F MAX M99
16 ; .....
17 LP PR+50 PA+135 R0 F MAX M99
18 LP PR+30 PA+135 R0 F MAX M99
19 LP PR+10 PA+135 R0 F MAX M99
20 LP PR+10 PA-45 R0 F MAX M99
21 LP PR+30 PA-45 R0 F MAX M99
22 LP PR+50 PA-45 R0 F MAX M99
23 ; .....
24 L X+200 Z+80 R0 F MAX M2
25 END PGM PGM 2 MM

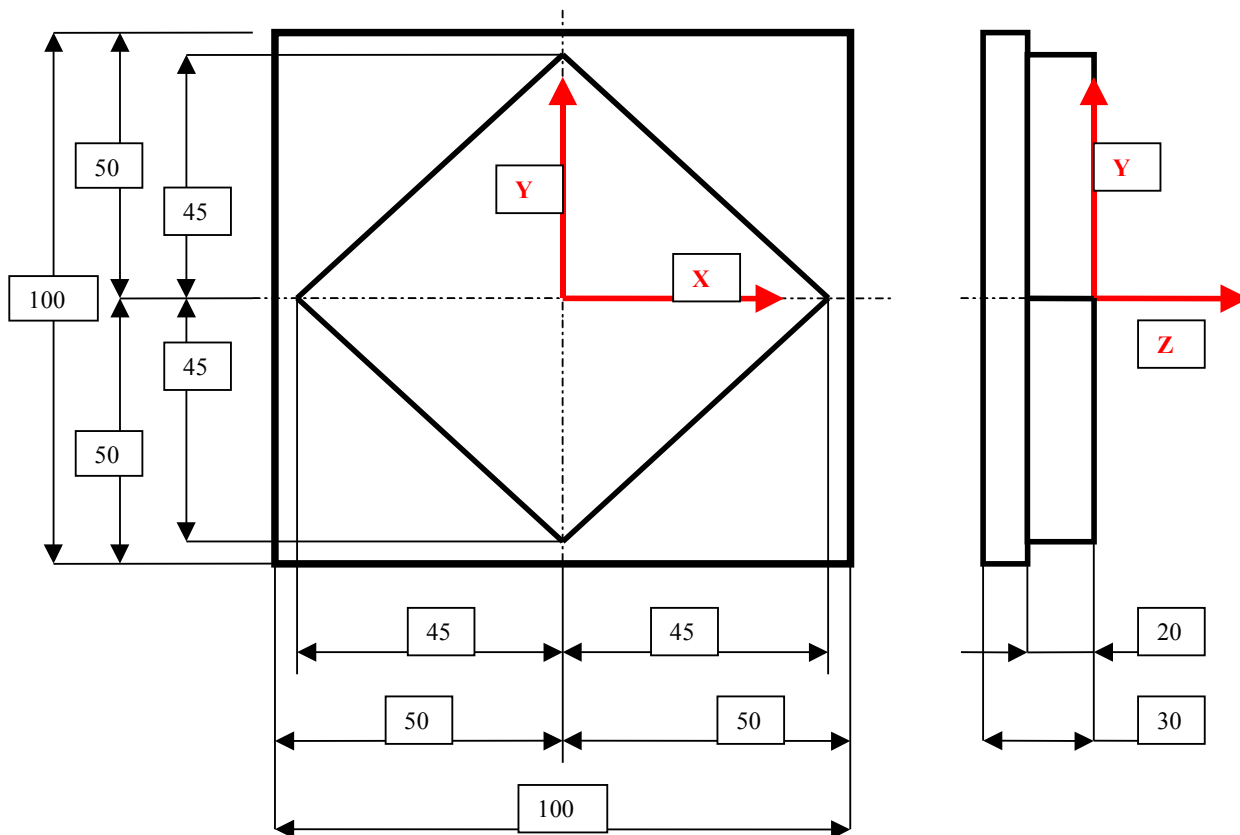
```





Příklad 3 - frézování

(řešení : PGM 3)



Příklad 4.5: technologická operace frézování

Použijeme pouze 1 nástroj – stranová fréza, průměr 16 mm, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 65.

Souřadnice – pravoúhlý souřadný systém,

Nulový bod programu – v rovině obrábění XY je ve středu plochy, Z0 je na povrchu součásti.

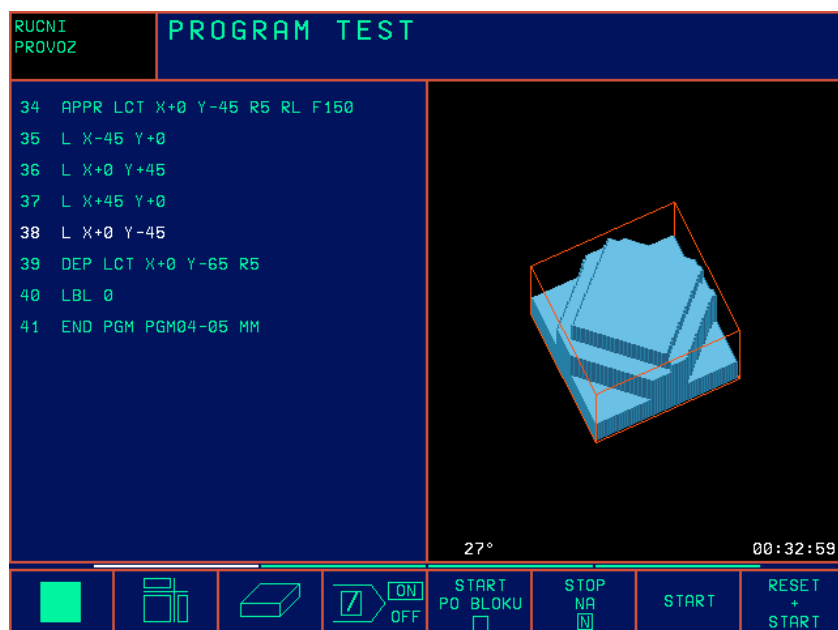
Úkol : napište a odlad'te NC program

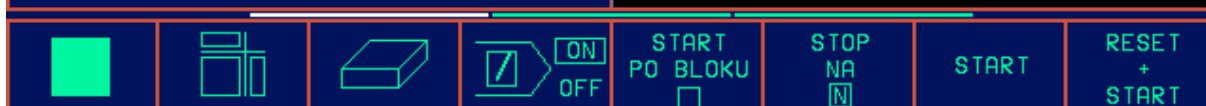
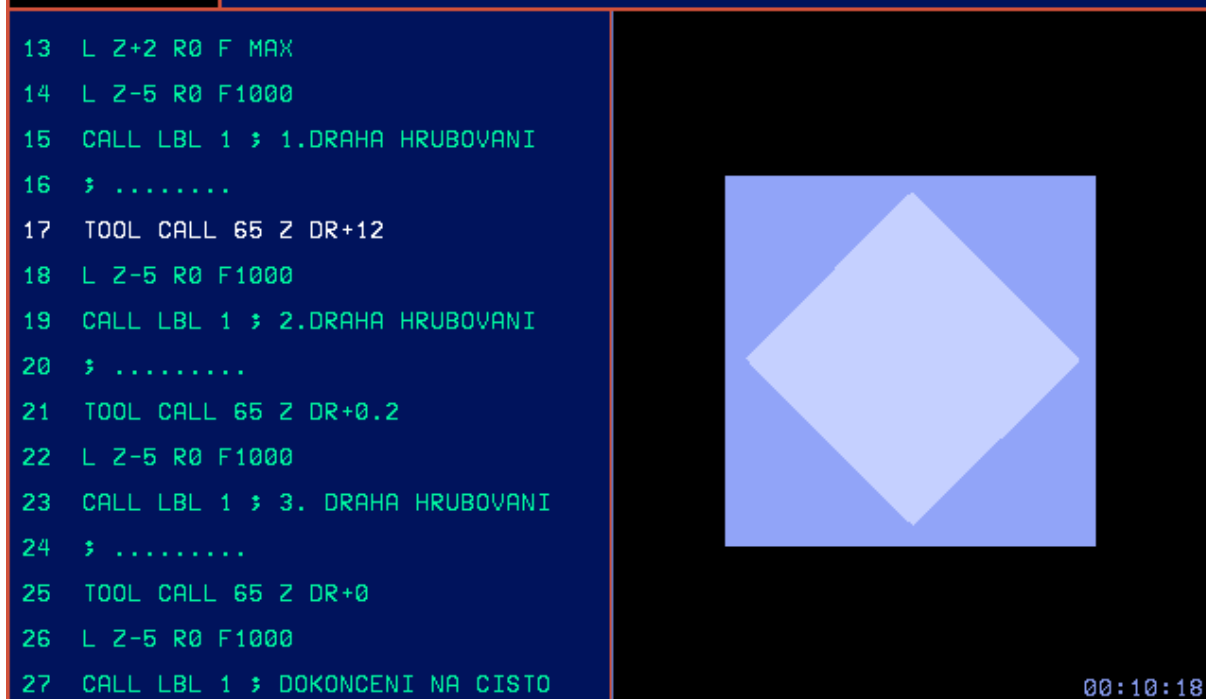
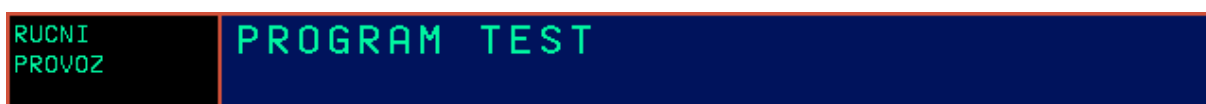
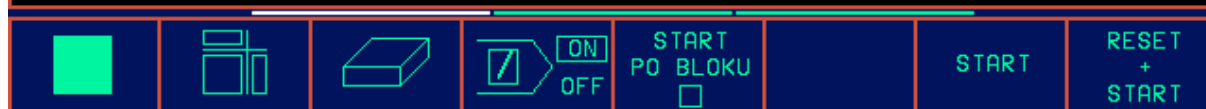
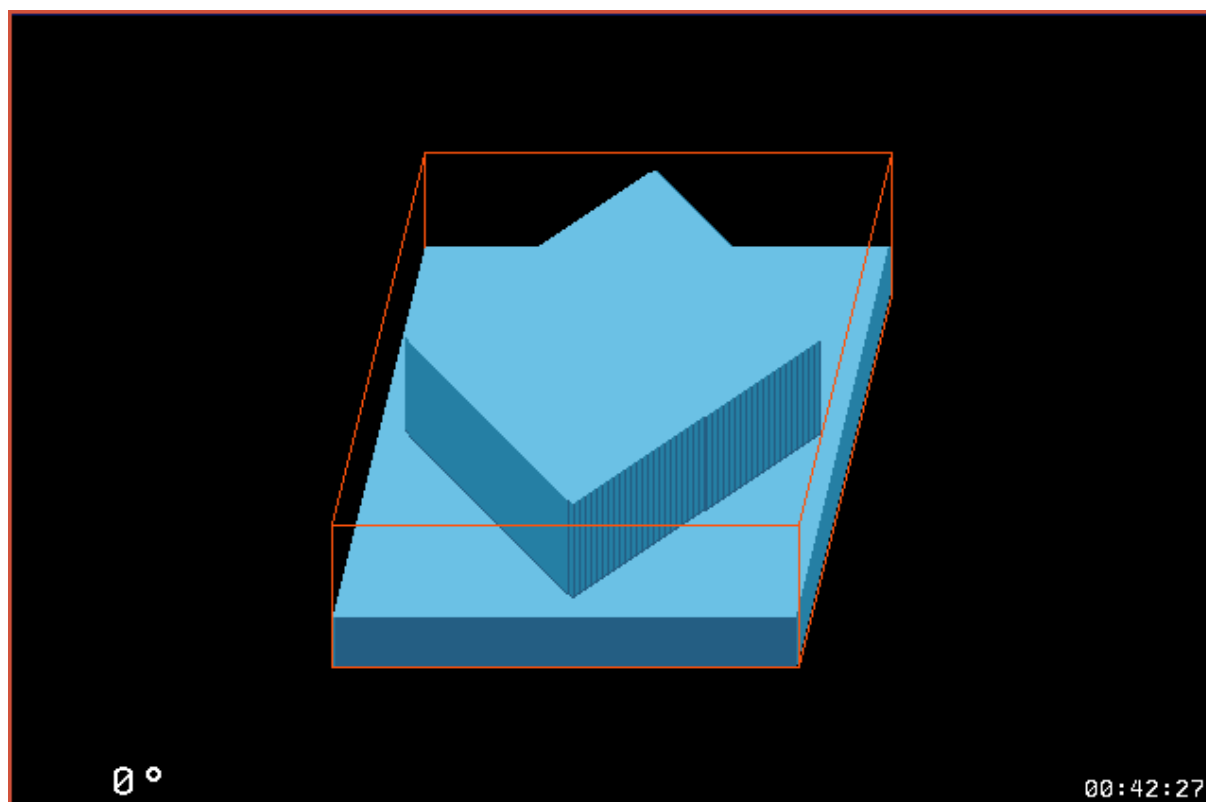
PGM 3

- tvar popište pomocí lineární interpolace,
- použijte funkci podprogramu a inkrement v ose Z
- použijte přídavek na radius nástroje
- určete technologii frézování (sousledné nebo nesousledné)
- v závislosti na technologii určete správnou korekci nástroje
- použijte APPR funkci najetí do obrysu a DEP funkci odjetí od obrysu

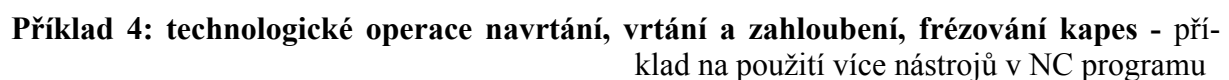
PROGRAM PGM 3

```
0 BEGIN PGM PGM 3 MM
1 ; TECHNOLOGIE - HRUBOVAT S PRIDAVKEM, POUZITI FUNKCE PODPROGRAMU A ~
  OPAKOVANI CASTI PROGRAMU, FREZOVAT NA CISTO
2 ; .....
3 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-30
4 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
5 TOOL CALL 65 Z S1000 DL+0 DR+25
6 L Z+50 R0 F MAX M3
7 L X+0 Y-65 R0 F MAX
8 L Z+2 R0 F MAX
9 L Z+0 R0 F1000
10 CALL LBL 1 ; 1.DRAHA HRUBOVANI
11 ; .....
12 TOOL CALL 65 Z DR+12
13 L Z+0 R0 F1000
14 CALL LBL 1 ; 2.DRAHA HRUBOVANI
15 ; .....
16 TOOL CALL 65 Z DR+0.2
17 L Z+0 R0 F1000
18 CALL LBL 1 ; 3. DRAHA HRUBOVANI
19 ; .....
20 TOOL CALL 65 Z DR+0
21 L Z-20 R0 F1000
22 CALL LBL 2 ; DOKONCENI NA CISTO
23 ; .....
24 L Z+50 R0 F MAX
25 L X+200 Z+100 R0 F MAX M2
26 ; *****
27 LBL 1
28 L IZ-4
29 CALL LBL 2
30 CALL LBL 1 REP 4/4
31 LBL 0
32 ; .....
33 LBL 2
34 APPR LCT X+0 Y-45 R5 RL F150
35 L X-45 Y+0
36 L X+0 Y+45
37 L X+45 Y+0
38 L X+0 Y-45
39 DEP LCT X+0 Y-65 R5
40 LBL 0
41 END PGM PGM 3 MM
```





(řešení : PGM 4)



- navrtávák, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 2
- vrták, průměr 8 mm, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 20.
- vrták, průměr 12 mm, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 28
- fréza, drážkovací průměr 16, v tabulce nástrojů uložen jako nástroj číslo 77

Nulový bod programu – v rovině obrábění XY je ve středu plochy, Z0 je na povrchu součásti.

- s použitím vrtacího cyklu č.200, souřadnice obráběných bodů uložte do podprogramu **PGM 4**

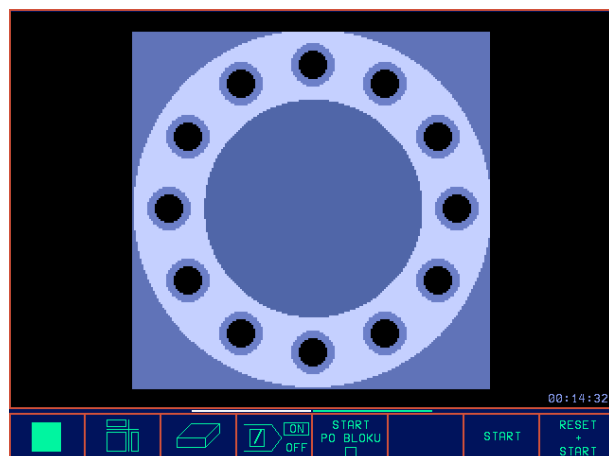
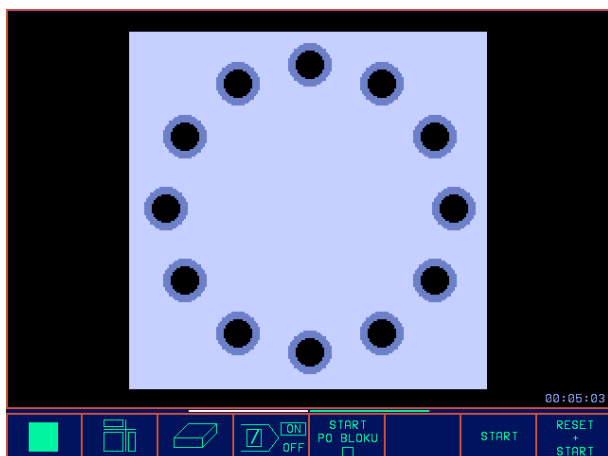
PROGRAM 4

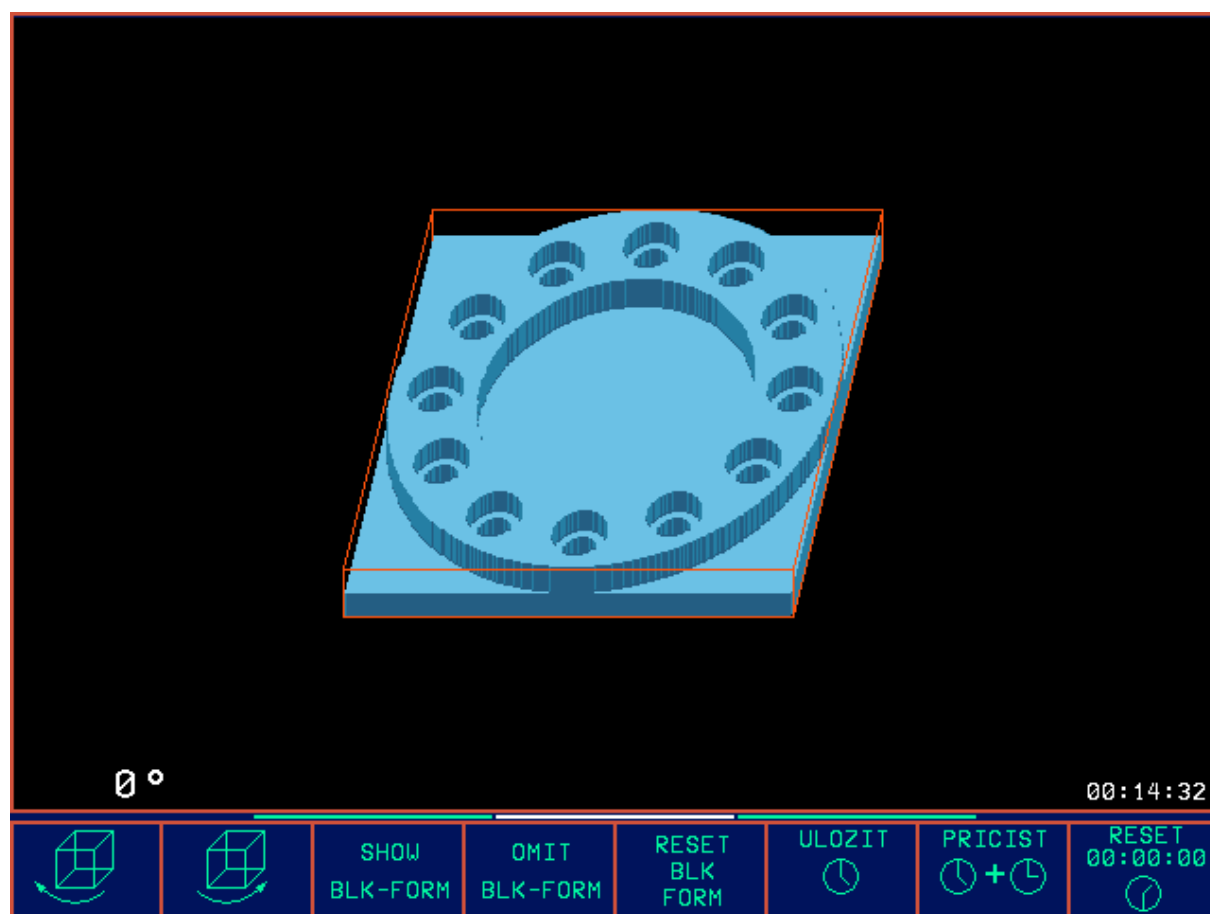
```
0 BEGIN PGM PGM 4 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
2 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
3 TOOL CALL 2 Z S1000 ; NAVRTAVAK
4 CYCL DEF 200 VRTANI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q201=-3 ;HLOUBKA ~
  Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
  Q202=3 ;HLOUBKA PRISUVU ~
  Q210=0 ;CAS.PRODLEVA NAHORE ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q211=0 ;CAS. PRODLEVA DOLE
5 CALL LBL 2
6 L M5
7 L X+200 Z+80 R0 F MAX M6
8 ; .....
9 TOOL CALL 20 Z S1000 ; VRTAK
10 CYCL DEF 200 VRTANI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q201=-15 ;HLOUBKA ~
  Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
  Q202=5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
  Q210=0 ;CAS.PRODLEVA NAHORE ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q211=0 ;CAS. PRODLEVA DOLE
11 CALL LBL 2
12 L M5
13 L X+200 Z+80 R0 F MAX M6
14 ; .....
15 TOOL CALL 28 Z S1000 ; VRTAK
16 CYCL DEF 200 VRTANI ~
  Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
  Q201=-4 ;HLOUBKA ~
  Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
  Q202=4 ;HLOUBKA PRISUVU ~
  Q210=0 ;CAS.PRODLEVA NAHORE ~
  Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
  Q204=50 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
  Q211=0 ;CAS. PRODLEVA DOLE
17 CALL LBL 2
18 L M5
19 L X+200 Z+80 R0 F MAX M6
20 ; .....
21 TOOL CALL 77 Z S800
22 CYCL DEF 5.0 KRUHOVA KAPSA
23 CYCL DEF 5.1 VZDAL. 2
24 CYCL DEF 5.2 HLOUBK -6
25 CYCL DEF 5.3 PRISUV 3 F50
26 CYCL DEF 5.4 RADIUS 30
27 CYCL DEF 5.5 F100 DR+
28 L Z+50 R0 F MAX M3
29 L X+0 Y+0 R0 F MAX
30 L Z+2 R0 F MAX
```

```

31 CYCL CALL M8
32 L Z+50 R0 F MAX
33 ; .....
34 CYCL DEF 215 KRUH.CEPY NACISTO ~
    Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
    Q201=-5 ;HLOUBKA ~
    Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q202=5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q207=500 ;FREZOVACI POSUV ~
    Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
    Q204=0 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
    Q216=+0 ;STRED 1. OSY ~
    Q217=+0 ;STRED 2. OSY ~
    Q222=120 ;PRUMER POLTVRU ~
    Q223=110 ;PRUMER OBROBKU
35 CYCL CALL
36 CYCL DEF 215 KRUH.CEPY NACISTO ~
    Q200=2 ;BEZPEC. VZDALENOST ~
    Q201=-5 ;HLOUBKA ~
    Q206=150 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q202=5 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q207=500 ;FREZOVACI POSUV ~
    Q203=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
    Q204=0 ;2. BEZPEC.VZDALENOST ~
    Q216=+0 ;STRED 1. OSY ~
    Q217=+0 ;STRED 2. OSY ~
    Q222=110 ;PRUMER POLTVRU ~
    Q223=100 ;PRUMER OBROBKU
37 CYCL CALL
38 L M5
39 L X+200 Z+80 R0 F MAX
40 STOP M2
41 ; *****
42 LBL 2
43 L Z+50 R0 F MAX M3
44 CC X+0 Y+0
45 LP PR+40 PA+0 R0 F MAX M99
46 LBL 1
47 LP PR+40 IPA+30 R0 F MAX M99
48 CALL LBL 1 REP 10/10
49 LBL 0
50 END PGM PGM 4 MM

```





Použitá literatura

manuál Heidenhain 530.