



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Příloha komplexní úlohy



Národní pedagogický institut České republiky
Projekt Modernizace odborného vzdělávání (MOV)
Senovážné nám. 872/25, 110 00 Praha 1
www.projektmov.cz

Základy programování CNC strojů – frézování

Frézování s korekcemi, podprogramy, cykl71, cykl72, pocket1, pocket2

Frézování s korekcemi

Korekce nástroje na poloměr nástroje

Vysvětlí význam programování s korekcí

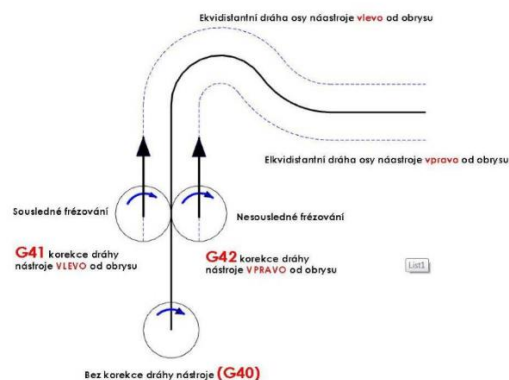
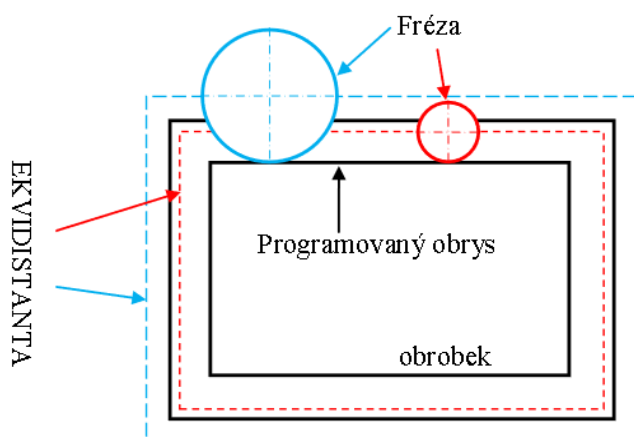
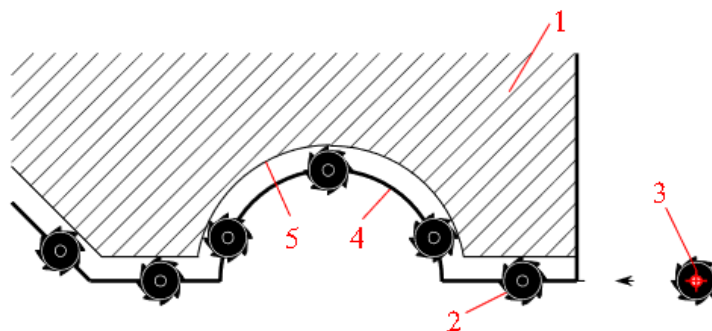
Pokud obrábíme bez korekce, dráhy nástroje na jeho poloměr pak jsou dráhy v NC programu přepočítány s ohledem na tvar nástroje - při ručním programování časově náročné výpočty ekvidistanční dráhy - program platí jen pro jeden nástroj, při změně nástroje je třeba přepočítat znovu dráhy v programu.

Pokud obrábíme s korekcemi dráhy nástroje na jeho poloměr, pak jsou dráhy v NC programu napsány podle rozměrů z výrobního výkresu součásti (chyba obrobení vlivem tvaru nástroje není v této fázi uvažována) a pomocí zapsání funkcí korekcí drah nástroje v programu je výpočet ekvidistanty ponechán na řídicím systému stroje.

Programování je jednoduché, při změně nástroje zůstává program stejný (v tabulce korekcí nástrojů musí být správně zadán poloměr nástrojů. Slouží k zjednodušení programování.

Pro frézování používáme korekci poloměru frézy

- 1 - obrobek,
- 2 - nástroj,
- 3 - nulový bod nástroje (bod P),
- 4 - žádaný tvar obrobku po obrábění (programovaná dráha nástroje),
- 5 - výsledný tvar po obrobení

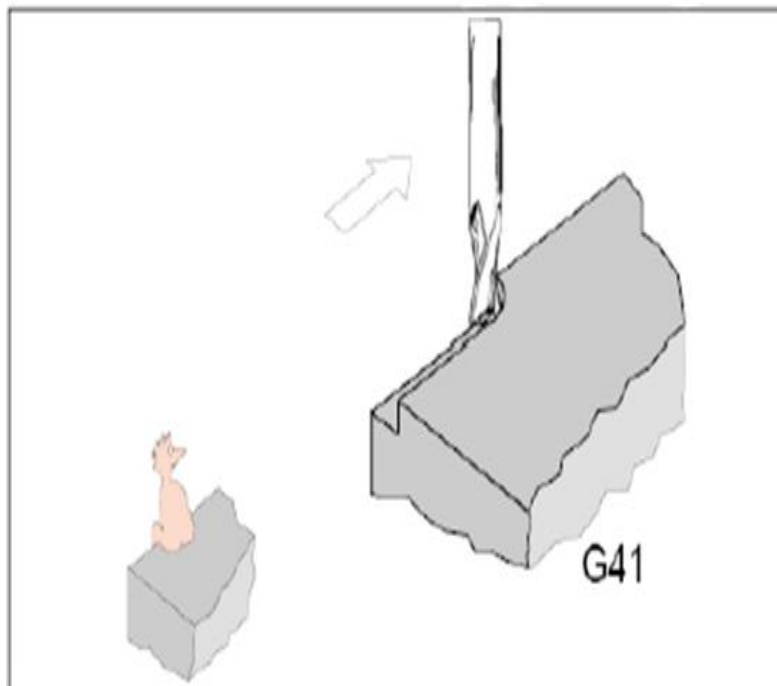


Funkce umožňuje programovat požadovaný tvar obrobku bez ohledu na použitý průměr nástroje. Funkce přesune skutečnou dráhu nástroje na ekvidistantu (rovnoběžnou dráhu) vzdálenou od programované dráhy o poloměr nástroje. Slouží k zjednodušení programování.

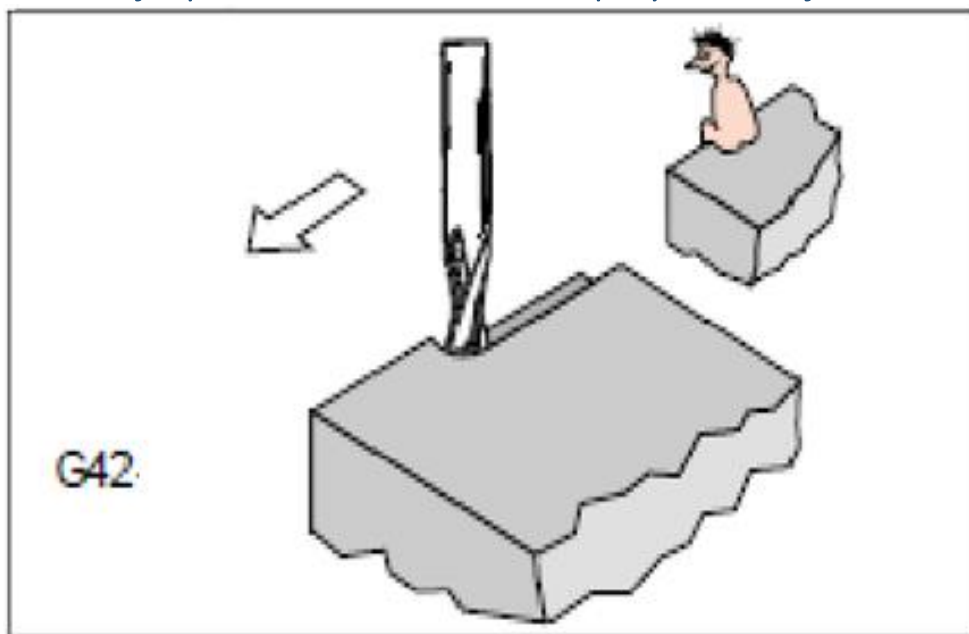
Je-li v programu volena korekce poloměru nástroje, nesmíme:

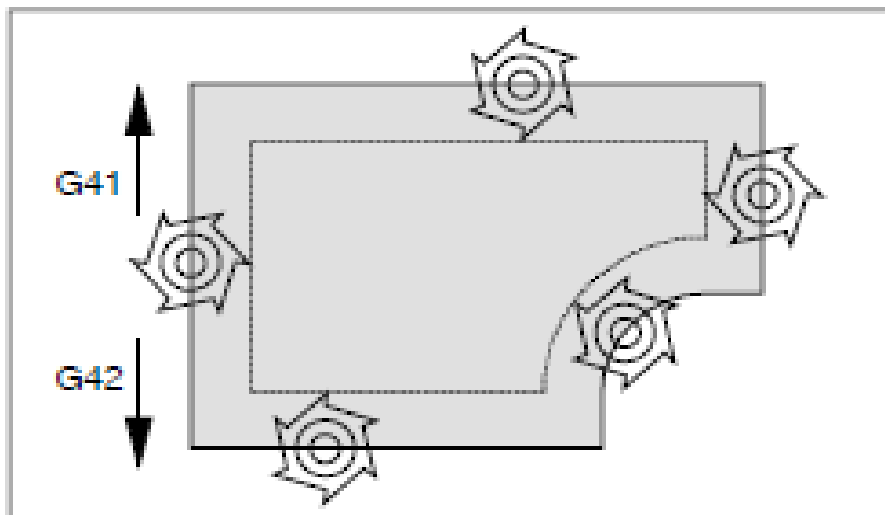
- V průběhu korekce nesmí být proveden žádný přesun nulového bodu (G54, G55, G56, G57)
- Při volbě korekce nelze použít žádné cykly
- V průběhu korekce nesmíme měnit nástroj
- V průběhu korekce nesmí být programovány dva pohyby v ose Z za sebou

G41 Korekce nástroje vlevo od obrobku ve směru pohybu nástroje



G42 Korekce nástroje vpravo od obrobku ve směru pohybu nástroje





Pomocí G41/42 najede nástroj na ekvidistantu k naprogramované kontuře. Odstup kontury a ekvidistanty odpovídá poloměru nástroje. Prourčení G41/42 (vlevo/vpravo od kontury) se dříve ve směru posuvu.

G40 Ukončení korekce - musí být programovaná na samotném řádku

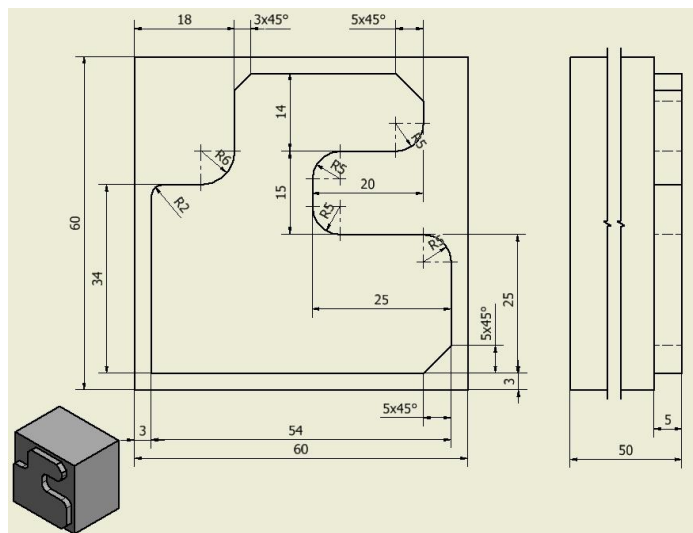
Podmínky použití - aby se korekce správně zapnula, musíme dodržet:

- Nájezd musí být delší než poloměr nástroje
- Nejezdíme v ose Z (max. 1x)
- Než ukončíme korekce G40 nefunguje 3DView

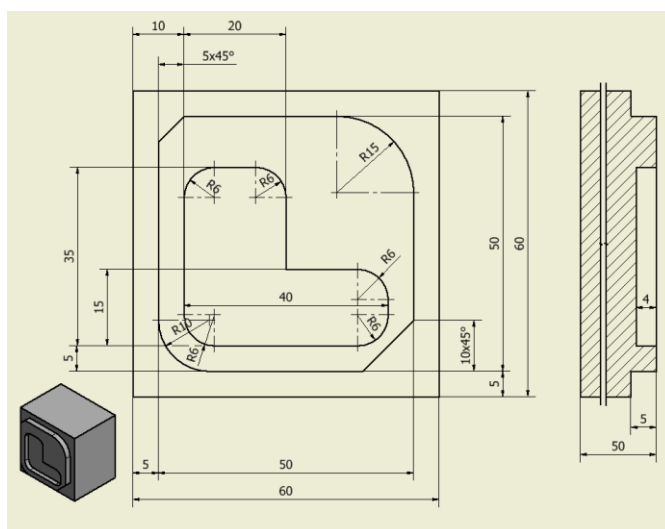
Nájezdy a odjezdy nástrojů - při plynulém nájezdu nevznikají na obrobku vruby.

- G140 Měkké najetí a odjetí
- G141 Najetí a odjetí zleva
- G142 Najetí a odjetí zprava
- G147 Najetí po přímce
- G148 Odjetí po přímce
- G247 Najetí po čtvrtkružnici
- G248 Odjetí po čtvrtkružnici
- G347 Najetí po půlkružnici
- G348 Odjetí po půlkružnici

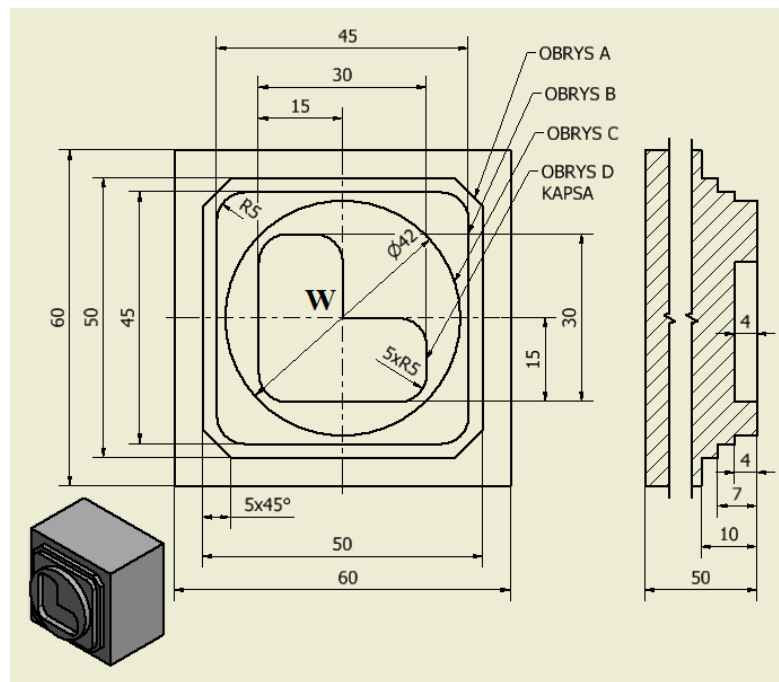
Praktická část - Pracovní list číslo 1 Komplexní úloha zadání Tvorba CNC programu – frézování pomocí korekcí



Praktická část - Pracovní list číslo 2 Komplexní úloha zadání Tvorba CNC programu – frézování pomocí korekcí



Praktická část - Pracovní list číslo 3 Komplexní úloha zadání Tvorba CNC programu – frézování pomocí korekcí

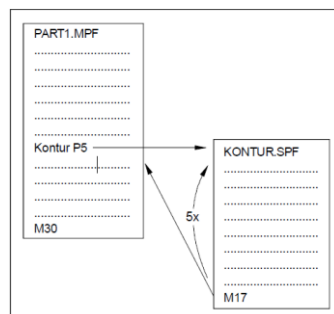


Podprogramy

Co jsou podprogramy, k čemu slouží, jak se vyvolávají

Vícekrát se opakující průběhy funkcí mohou být zadány v podobě podprogramu.

Průběh programu s podprogramem



Podprogram vyvoláme zadáním jeho jména.

např.: MILL1 P1

MILL1 číslo podprogramu

P1 počet průchodů podprogramu (max. 99)

Podprogram má koncovku SPF

Konec podprogramu pomocí M17

Podprogram dále vyvoláme použitím v cyklech

Pracovní cykly

Co jsou cykly a k čemu slouží

Cykly se používají pro usnadnění programování a výrazné zkrácení programů. Cykly jsou podprogramy, pomocí kterých můžete programovat specifické obráběcí procesy, jako jsou např. vrtání závitů nebo frézování dutiny. Cykly jsou napsány autory programu.

Po vyvolání cyklu vyplňujeme parametry cyklu.

Nejdříve jsou definovány základní parametry obrábění (nulový bod, pracovní rovina, způsob programování atd.). Dále programátor vytvoří podprogram, kde definuje konturu prvku. Poté je volán cyklus za pomoci ovládacího panelu. ŘS zobrazí dialogové okno s tabulkou pro zadání potřebných parametrů k uskutečnění dané operace. Je k dispozici i grafická zobrazení pro lepší pochopení zadávaných parametrů.

Každý pevný cyklus má určené úseky pohybů, které by jinak bylo nutno programovat pomocí základních funkcí G00, G01, G02, Všechny cykly jsou vytvořeny tak, že po provedení všech předepsaných operací cyklu se nástroj vrátí zpět do výchozí polohy, tedy do bodu, ze kterého byl cyklus vyvolán.

Součástí systému jsou rozmanité standardní cykly pro následující technologie:

Vrtání

Frézování

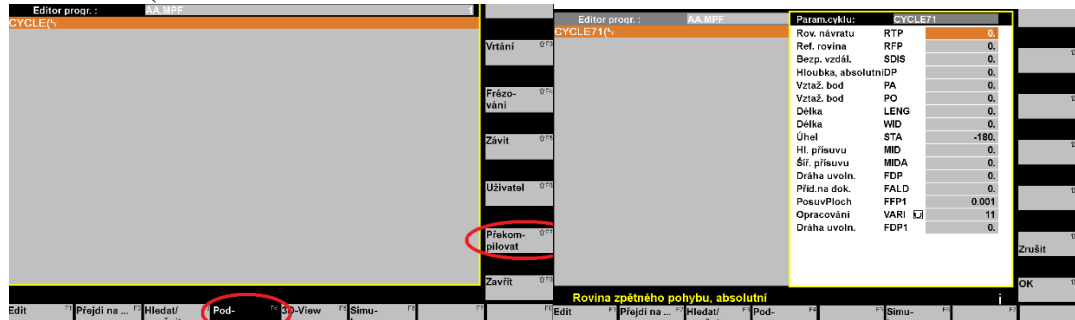
Soustružení

Způsoby vyvolání cyklů

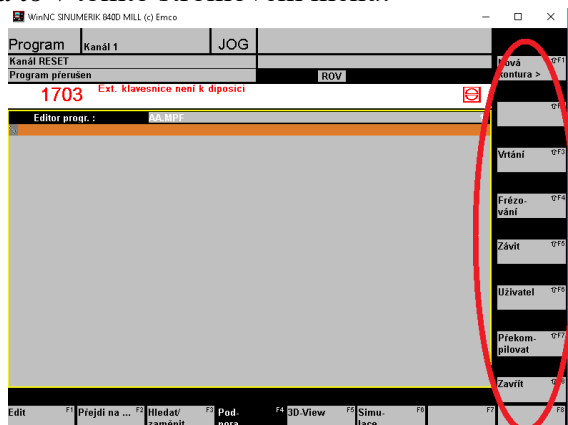
Cykly můžeme vyvolat

- pomocí napsáním názvu cyklu na řádek programu, výběrem tlačítek podpora a překompilovat - např:

CYCLE71(



- Cykly můžeme vyvolat pomocí menu na pravé straně obrazovky, vyvolaného klávesou podpora (suport) (F3) a to v tomto stromovém menu:



CYCLE 71 (čelní frézování)

Funkce

Pomocí cyklu CYCLE71 je možné libovolnou pravoúhlou plochu ofrézovat do roviny. Cyklus rozlišuje mezi obráběním nahrubo (frézování plochy ve více krocích až na přídavek rozměru pro opracování načisto) a obrábění načisto (jednorázové ofrézování plochy). Maximální hodnotu přísuvu směrem do hloubky a do šířky je možné zadat. Cyklus pracuje bez korekce rádiusu frézy. Přísuv do hloubky se uskutečňuje ve volném prostoru.

Parametry

Následující parametry jsou zapotřebí vždy:

RTP	Návratová rovina (absolutně)
RFP	Referenční rovina (absolutně)
SDIS	Bezpečnostní vzdálenost (přičítá se k referenční rovině, zadává se bez znaménka)
DP	Hloubka (absolutně)
PA	Počáteční bod, abscisa (absolutně)
PO	Počáteční bod, ordináta (absolutně)
LENG	Délka obdélníku ve směru 1. osy, inkrementálně. Roh, od kterého jsou rozměry určovány, je dán znaménkem.
WID	Délka obdélníku ve směru 2. osy, inkrementálně. Roh, od kterého jsou rozměry určovány, je dán znaménkem.
STA	Úhel mezi podélnou osou obdélníku a první osou roviny (abscisa, zadává se bez znaménka) Rozsah hodnot $0 \leq STA < 180$ stupňů
MID	Maximální přísuv do hloubky (zadává se bez znaménka)
MIDA	Maximální přísuv směrem do šířky při frézování, jako hodnota (zadává se bez znaménka)
FDP	Dráha volného pohybu ve směru obrábění (inkrementálně, zadává se bez znaménka)
FALD	Přídavek rozměru pro opracování načisto do hloubky (zadává se bez znaménka). V případě obrábění načisto udává _FALD zbytkový materiál na ploše.
FFP1	Posuv pro obrábění v ploše
VARI	Způsob obrábění (zadává se bez znaménka)

MÍSTO JEDNOTEK:

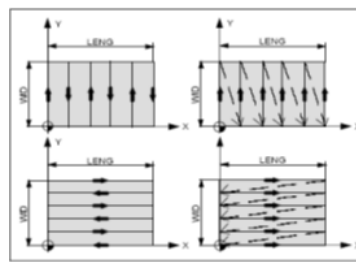
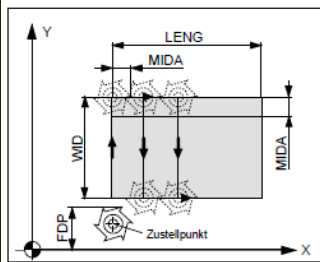
- Hodnoty: 1. obrábění nahrubo
2. obrábění načisto

MÍSTO DESÍTEK:

- Hodnoty: 1. rovnoběžně s abscisou, v jednom směru
2. rovnoběžně s ordinátou, v jednom směru
3. rovnoběžně s abscisou, ve dvou směrech
4. rovnoběžně s ordinátou, ve dvou směrech

FDP1	Přeběh ve směru přísuvu v rovině (inkrementálně, zadává se bez znaménka)
------	--

Param.cyklu: CYCLE71		
Rov. návratu	RTP	1.
Ref. rovina	RFP	1.
Bezpeč. vzdál.	SDIS	2.
Hloubka, absolutní	DP	0.
Vztaž. bod	PA	-29.
Vztaž. bod	PO	-30.
Délka	LENG	82.
Délka	WID	60.
Úhel	STA	0.
HL. přísuvu	MID	2.
Šíř. přísuvu	MIDA	30.
Dráha uvoln.	FDP	0.
Příd.na dok.	FALD	0.
PosuvPloch	FFP1	400.
Opracování	VARI	12
Dráha uvoln.	FDP1	0.



CYCLE72 (frézování obrysu)

Pomocí cyklu CYCLE72 můžete provádět frézování podél libovolné kontury definované v podprogramu. Cyklus pracuje s korekcí rádiusu frézy nebo bez ní. Není nutné, aby kontura byla uzavřená, vnitřní nebo vnější. Opracování je definováno pomocí polohy korekce rádiusu frézy (uprostřed, vlevo nebo vpravo). Kontura musí být naprogramována ve směru, v jakém má být frézována, a musí ležet v jedné rovině. Dosažená pozice před zahájením cyklu je libovolná pozice, ze které je možné bez nebezpečí kolize najet na počáteční bod kontury ve výšce návratové roviny.

Funkce cyklu:

Při programování volíme pro obrábění:

- **nahrubo** (jednorázové objetí rovnoběžně s konturou se započítáním přídatku rozměru pro opracování načisto, příp. několikanásobné objetí na různých hloubkách až na přídatek rozměru)
- **načisto** (jednorázové objetí, příp. na několika hloubkách až na konečnou konturu).
- **měkké najíždění a odjíždění na konturu** buď tangenciálně nebo radiálně (čtvrt- nebo půlkruh).
- **programovatelný přísuv do hloubky**.
- **pomocné pohyby** buď rychlým, nebo pracovním posuvem.

Programování kontury

- pro programování kontury je nutno dodržet následující podmínky:
- v podprogramu nesmí být před první naprogramovanou pozicí aktivován žádný programovatelný přesun (TRANS, ROT, SCALE, MIRROR).
- první blok podprogramu kontury je přímkový blok s G90, G0 a definuje začátek kontury.
- korekce rádiusu frézy je ovládána z nadřazené úrovně cyklu, proto v podprogramu kontury nesmí být naprogramovány žádné příkazy G40, G41, G42

Parametry

Následující parametry jsou zapotřebí vždy:

_KNAME	Název podprogramu kontury
_RTP	Návratová rovina (absolutně)
_RFP	Referenční rovina (absolutně)
_SDIS	Bezpečnostní vzdálenost (přičítá se k referenční rovině, zadává se bez znaménka)
_DP	Hloubka (absolutně)
_MID	Maximální přísuv do hloubky (inkrementálně, zadává se bez znaménka)
_FAL	Přídavek rozměru pro opracování načisto na stěně kontury (zadává se bez znaménka)
_FALD	Přídavek rozměru pro opracování načisto na dně (inkrementálně, zadává se bez znaménka).
FFP1	Posuv pro obrábění v ploše
FFD	Posuv při přísuvu do hloubky (zadává se bez znaménka)
VARI	Způsob obrábění (zadává se bez znaménka)

MÍSTO JEDNOTEK:

Hodnoty: 1.. obrábění nahrubo
2.. obrábění načisto

MÍSTO DESÍTEK:

Hodnoty: 0.. pomocné pohyby s G0
1.. pomocné pohyby s G1

MÍSTO STOVEK:

Hodnoty: 0.. návrat na konci kontury až na _RTP
1.. návrat na konci kontury na _RTP + _SDIS
2.. návrat na konci kontury o _SDIS
3.. žádný návrat na konci kontury

RL

Objíždění kontury po středové dráze, vlevo nebo vpravo (s G40, G41 nebo G42, zadává se bez znaménka)

Hodnoty: 40.. G40 (najíždění a odjíždění jen po přímkce)
41.. G41
42.. G42

AS

Specifikace směru a dráhy pro najíždění (zadává se bez znaménka):

MÍSTO JEDNOTEK:

Hodnoty: 1.. tangenciální přímka
2.. čtvrtkruh
3.. půlkruh

MÍSTO DESÍTEK:

Hodnoty: 0.. najíždění na konturu v rovině
1.. najíždění na konturu po prostorové dráze

LP1

Délka najížděcí dráhy (u přímky), příp. rádius najížděcího kruhového oblouku (u kruhu) (zadává se bez znaménka)

Zadávání dalších parametrů je nepovinné.
(zadávají se bez znaménka)

FF3

Hodnota zpětného posuvu a posuvu pro pomocné pohyby v rovině (ve volném prostoru)

AS2

Specifikace směru a dráhy pro odjíždění (zadává se bez znaménka):

MÍSTO JEDNOTEK:

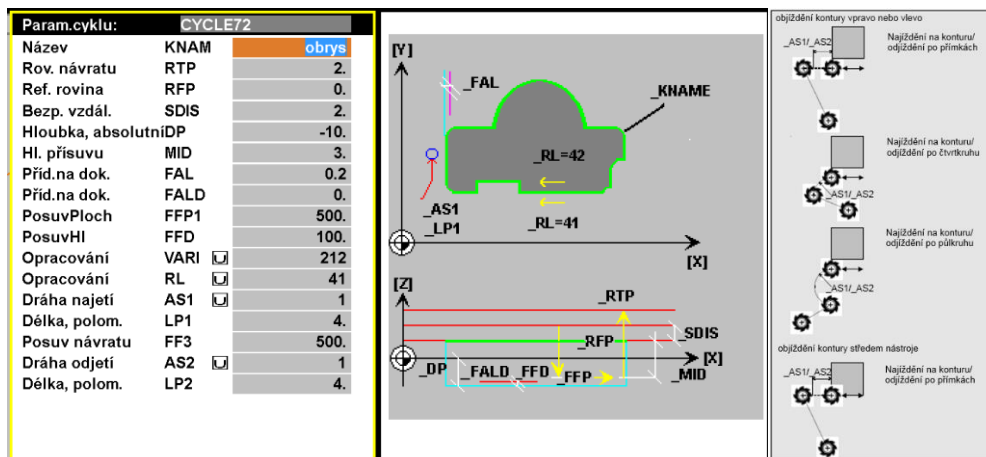
Hodnoty: 1.. tangenciální přímka
2.. čtvrtkruh
3.. půlkruh

MÍSTO DESÍTEK:

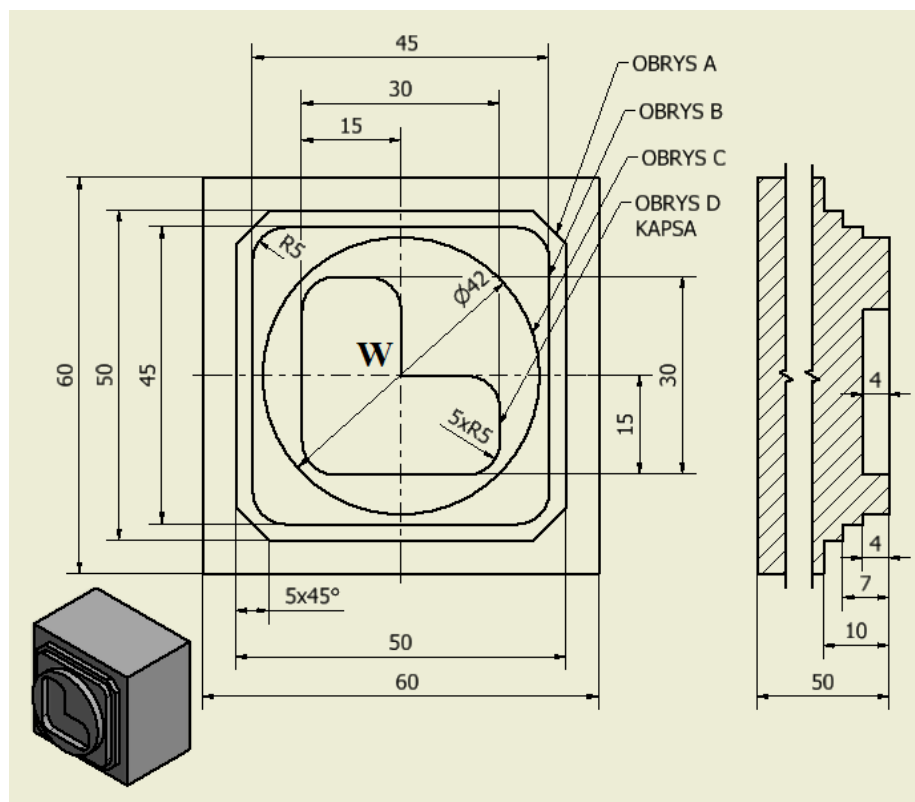
Hodnoty: 0.. najíždění na konturu v rovině
1.. najíždění na konturu po prostorové dráze

LP2

Délka odjížděcí dráhy (u přímky), příp. rádius odjížděcího kruhového oblouku (u kruhu) (zadává se bez znaménka)



**Praktická část - Pracovní list číslo 4 Komplexní úloha zadání Tvorba CNC programu –
frézování pomocí CYCLE71 a CYCLE72**



POCKET1 - Frézování pravoúhlé dutiny

Funkce

Tento cyklus je kombinovaným cyklem pro obrábění nahrubo a současně i načisto. Pomocí tohoto cyklu můžete vyrábět pravoúhlé dutiny nacházející se v libovolné poloze v pracovní rovině.

Postup

Výchozí pozicí je libovolné místo, ze kterého je možné bez kolize najet na střed dutiny ve výšce návratové roviny.

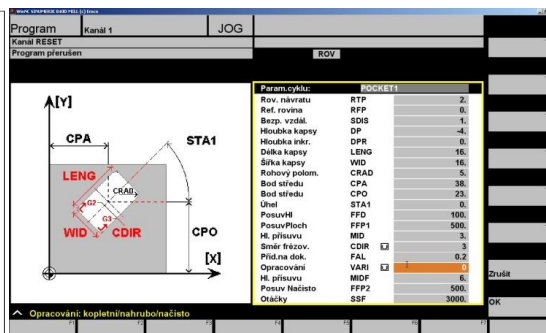
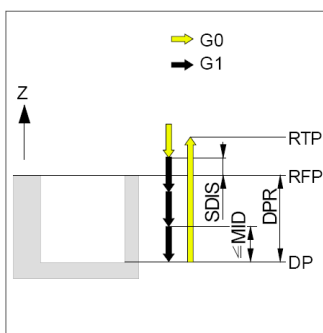
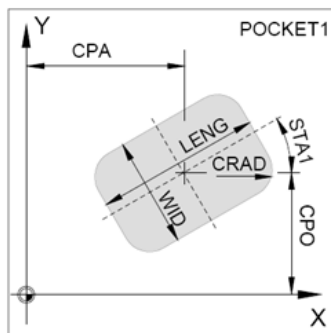
Cyklus uskutečňuje následující pohybové operace:

- Rychlým posuvem (G0) se najíždí na střed dutiny ve výšce návratové roviny a pak se na této pozici rovněž s G0 sjíždí na referenční rovinu posunutou o bezpečnostní vzdálenost.
- Obrábění dutiny v případě kompletního opracování probíhá v těchto krocích:
 - Přisuv na následující obráběnou hloubku a G1 a s hodnotou posuvu FFD.
 - Vyfrézování dutiny až na přídavek rozměru pro opracování načisto s posuvem FFP1 a s otáčkami vřetena nastavenými před voláním cyklu.
- Po ukončení obrábění nahrubo:
 - Přisuv na obráběcí hloubku definovanou parametrem MIDF.
 - Obrábění načisto podél kontury s posuvem FFP2 a s otáčkami SSF.
 - Směr obrábění je dán podle hodnoty nastavené v parametru CDIR.
- Po skončení obrábění dutiny nástroj vyjíždí ve středu dutiny až na návratovou rovinu, načez se cyklus ukončí.

Parametry

RTP Návratová rovina (absolutně)
10

RFP	Referenční rovina (absolutně)
SDIS	Bezpečnostní vzdálenost (zadáva se bez znaménka)
DP	Hloubka dutiny (absolutně)
DPR	Hloubka dutiny vztažená k referenční rovině (zadáva se bez znaménka)
LENG	Délka dutiny (zadáva se bez znaménka)
WID	Šířka dutiny (zadáva se bez znaménka)
CRAD	Rádus v rohu (zadáva se bez znaménka)
CPA	Střed dutiny, abscisa (absolutně)
CPO	Střed dutiny, ordináta (absolutně)
STA1	Úhel mezi podélnou osou dutiny a abscisou Rozsah hodnot $0 \leq STA1 < 180$ stupňů
FFD	Posuv při přísuvu do hloubky
FFP1	Posuv pro obrábění v ploše
MID	Maximální přísuv do hloubky (zadáva se bez znaménka)
CDIR	Směr frézování při obrábění dutiny: Hodnoty: 2.. pro G2 3.. pro G3
FAL	Přídavek rozměru pro opracování načisto na stěnách dutiny (zadáva se bez znaménka)
VARI	Způsob obrábění (zadáva se bez znaménka) Hodnoty: 0.. kompletní pracování 1.. obrábění nahrubo 2.. obrábění načisto
MIDF	Maximální příšuvná hloubka pro obrábění načisto
FFP2	Posuv při obrábění načisto
SSF	Otáčky při obrábění načisto



POCKET2 - Frézování kruhové dutiny

Funkce

Tento cyklus je kombinovaným cyklem pro obrábění nahrubo a současně i načisto. Pomocí tohoto cyklu můžete vyrábět kruhové dutiny nacházející se v libovolné poloze v pracovní rovině.

Postup

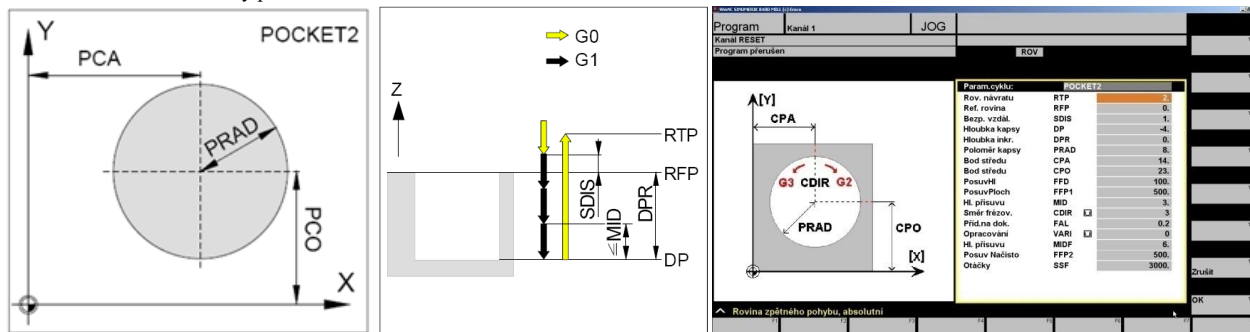
Výchozí pozicí je libovolné místo, ze kterého je možné bez kolize najet na střed dutiny ve výšce návratové roviny.

Cyklus uskutečňuje následující pohybové operace:

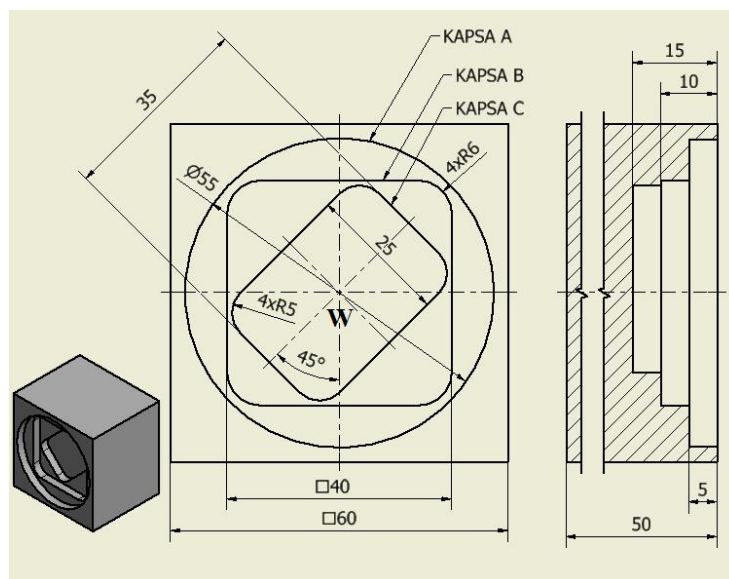
- Rychlým posuvem (G0) se najíždí na střed dutiny ve výšce návratové roviny a pak se na této pozici rovněž s G0 sjíždí na referenční rovinu posunutou o bezpečnostní vzdálenost.
- Obrábění dutiny v případě kompletního opracování probíhá v těchto krocích:
 - Přísuv na následující obráběnou hloubku a G1 a s hodnotou posuvu FFD.
 - Vyfrézování dutiny až na přídavek rozměru pro opracování načisto s posuvem FFP1 a s otáčkami vřetena nastavenými před voláním cyklu.
- Po ukončení obrábění nahrubo:
 - Přísuv na obráběcí hloubku definovanou parametrem MIDF.
 - Obrábění načisto podél kontury s posuvem FFP2 a s otáčkami SSF.
 - Směr obrábění je dán podle hodnoty nastavené v parametru CDIR.
- Po skončení obrábění dutiny nástroj vyjíždí ve středu dutiny až na návratovou rovinu, načez se cyklus ukončí.

Parametry

RTP	Návratová rovina (absolutně)
RFP	Referenční rovina (absolutně)
SDIS	Bezpečnostní vzdálenost (zadáva se bez znaménka)
DP	Hloubka dutiny (absolutně)
DPR	Hloubka dutiny vztažená k referenční rovině (zadáva se bez znaménka)
PRAD	Rádus dutiny (zadáva se bez znaménka)
CPA	Střed dutiny, abscisa (absolutně)
CPO	Střed dutiny, ordináta (absolutně)
STA1	Úhel mezi podélnou osou dutiny a abscisou
Rozsah hodnot $0 \leq STA1 < 180$ stupňů	
FFD	Posuv při přísuvu do hloubky
FFP1	Posuv pro obrábění v ploše
MID	Maximální přísuv do hloubky (zadáva se bez znaménka)
CDIR	Směr frézování při obrábění dutiny:
Hodnoty: 2. pro G2	
3. pro G3	
FAL	Přídavek rozměru pro opracování načisto na stěnách dutiny (zadáva se bez znaménka)
VARI	Způsob obrábění (zadáva se bez znaménka)
Hodnoty: 0. kompletní pracování	
1. obrábění nahrubo	
2. obrábění načisto	
MIDF	Maximální přísuvná hloubka pro obrábění načisto
FFP2	Posuv při obrábění načisto
SSF	Otáčky při obrábění načisto



Praktická část - Pracovní list číslo 5 Komplexní úloha zadání Tvorba CNC programu – frézování pomocí POCKET1 a POCKET2



*Praktická část - Pracovní list číslo 6 Komplexní úloha zadání Tvorba CNC programu –
frézování pomocí cyklů*

