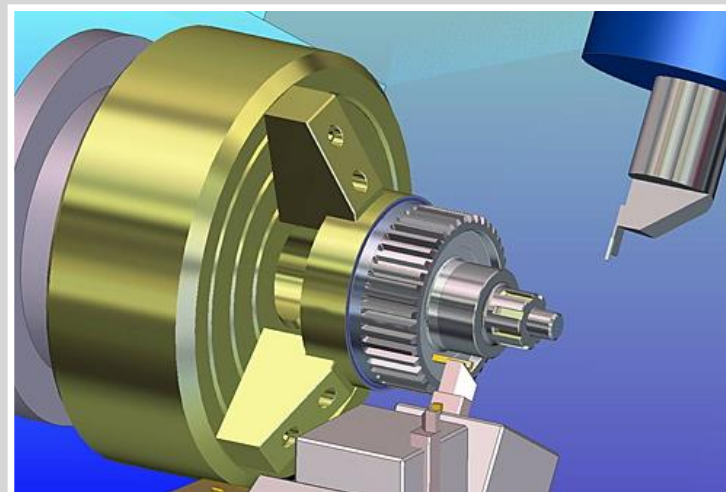


KOMPLEXNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

KATEDRA STROJNÍ SPŠSE a VOŠ LIBEREC



CNC



CAM

CNC frézování Heidenhain

Kapitola 1 - Základy ISO kódu, kompenzace rádiusu frézy a struktura zápisu NC kódu.

- Kapitola 2 - Seznámení s prostředím řídicího systému Heidenhain.
- Kapitola 3 - Heidenhain – úvod do popisného dialogu, ukázka a rozbor programu.
- Kapitola 4 - Obrábění kontury v popisném dialogu.
- Kapitola 5 - Kapsování a vrtání děr v popisném dialogu.
- Kapitola 6 - Heidenhain – úvod do Smart.NC
- Kapitola 7 - Obrábění kontury a simulace obrábění ve Smart.NC.
- Kapitola 8 - Kruhová a obdélníková kapsa, vrtání děr pomocí pole ve Smart.NC.
- Kapitola 9 - ISO programování v prostředí Heidenhain.
- Kapitola 10 - Programování kontur a kapsování pomocí ISO kódu v systému Heidenhain.
- Kapitola 11 - Mazání u CNC strojů, použité kapaliny. (ŽP)
- Kapitola 12 - Závislost spotřeby el. energie na volbě velikosti třísky a velikosti posuvu a otáček u CNC strojů. (ŽP)

KAPITOLA 1 – Základy ISO kódu, kompenzace rádiusu frézy a struktura zápisu NC kódu.

- Struktura zápisu NC programu
- Přehled základních G a M kódů
- Lineární posuv, rychloposuv, kruhové interpolace
- Nastavení nástrojů a zápis údajů v tabulce korekcí
- Kompenzace rádiusu frézy

Struktura zápisu NC programu

Každý *NC program* je složen z *bloků*, neboli *vět*.

***Věty* jsou složeny ze *slov*.**

***Slova* jsou složena z *adresné* a *významové části*.**

Obecná struktura NC programu

- posunutí nulových bodů (G54, G58,)
 - najetí bodu výměny nástroje (G00 X... Y... Z...)
 - volba nástroje (T,D, např. T1 D1)
 - řezné podmínky a roztočení vřetene (G94,G95,G92+G96,F...,S...,M03,M04)
 - obrábění (G00,G01,G02,G03,PRACOVNÍ CYKLY
 - NAPŘ. G02 X30 Y20 Z-10 I5 J-3 K0)
 - najetí bodu výměny nástroje (G00 X60 Z60)
 - (vypnutí vřetene) (M05)
 - volba nástroje (T6 D26)
 - řezné podmínky a roztočení vřetene (G94 F200 S1200 M03)
 - obrábění (G00,G01,G02,G03,PRACOVNÍ CYKLY
 - NAPŘ. G01 X-30 Y50 Z-5 F200)
 - najetí bodu výměny nástroje (G00 X10 Y-15 Z40)
 - (vypnutí vřetene) (M05)
 - ukončení programu (M30, M02)
- ZAČÁTEK PROGRAMU
- TECHNOLOGICKÁ ČÁST
- VÝMĚNA NÁSTROJE
- UKONČENÍ PROGRAMU

Přehled základních G a M kódů v ISO programování

Každý NC program je složen z bloků, neboli vět.

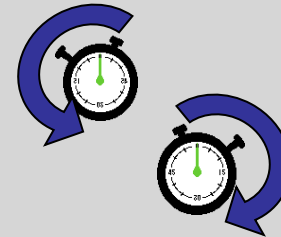
Věty jsou složeny ze slov.

Slova jsou složena z adresné a významové části.

G-kód (ISO-kód) je název programovacího jazyka, který řídí NC a CNC obráběcí stroje. Byl vyvinut společností EIA počátkem šedesátých let, konečná verze byla schválena v únoru 1980 jako RS274D.[1]

Základní M funkce

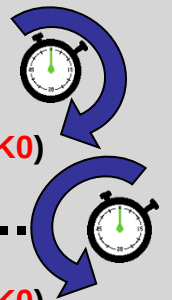
- M00/M01 programový stop
- M03 otáčení vřetena vpravo
- M04 otáčení vřetena vlevo
- M05 vypnutí vřetena
- M17 konec podprogramu
- M02/M30 konec hlavního programu



Základní G funkce



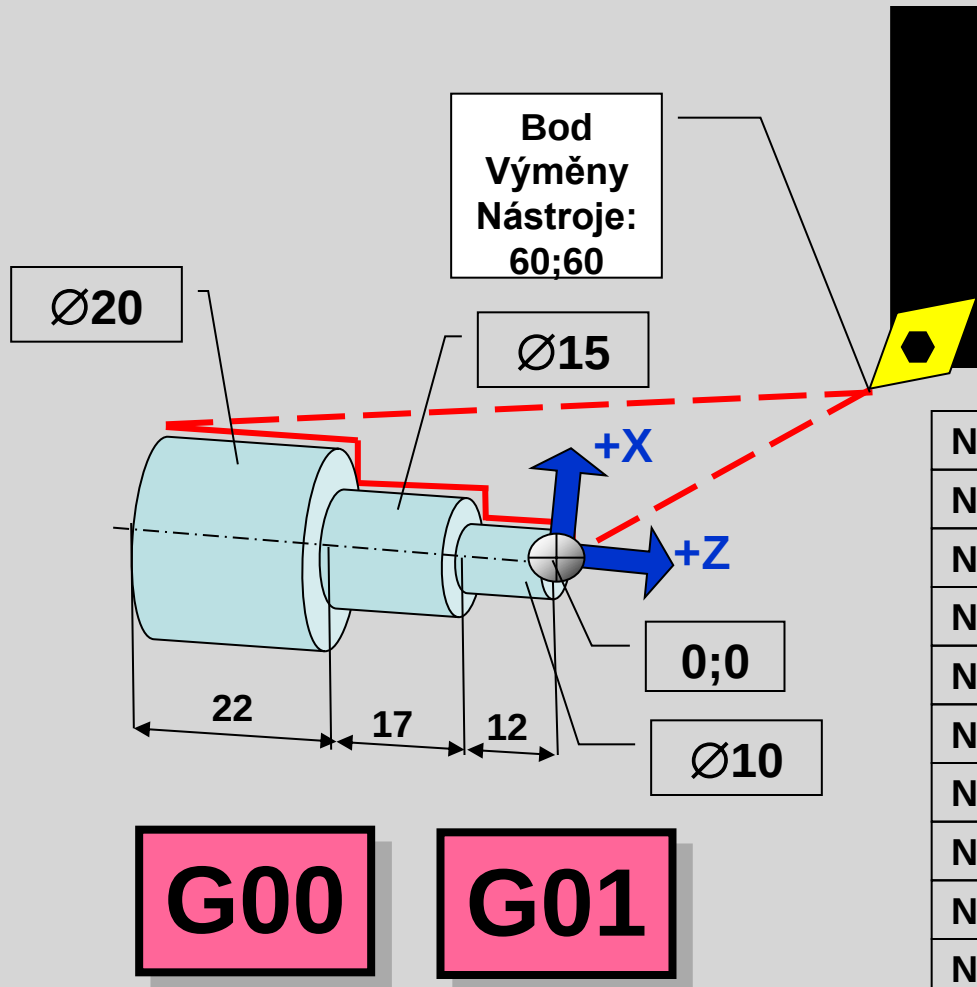
- **G00** rychloposuv (G00 X20 Y34 Z-1; G00 X60 Z60)
- **G01** lineární posuv (G01 X-2 Y24 Z-2; G01 X25 Z-10)
- **G02** kruhová interpolace ve smyslu
(G02 X10 Y24 Z-3 U5; G02 X10 Y24 Z-3 I5 J0 Z0; G02 X10 Z-7 B5; G02 X10 Y24 Z-3 I-5 K0)
- **G03** kruhová interpolace proti smyslu
(G03 X10 Y24 Z-3 U5; G03 X10 Y24 Z-3 I5 J0 Z0; G03 X10 Z-7 B5; G03 X10 Y24 Z-3 I-5 K0)
- **G54-G57** strojní posunutí nulového bodu
- **G58-G59** programové posunutí nulového bodu
- **G40-G42** kompenzace rádiusu frézy/špičky břitové destičky (zrušení/vlevo/vpravo)
- **G90-G91** absolutní/inkrementální programování
- **G94** minutový posuv [1/min]
- **G95** otáčkový posuv [1/ot.]
- **G92+G96** omezení otáček+konstantní řezná rychlost



Lineární posuv, rychloposuv, kruhové interpolace

Jedná se o funkce G01, G00, G02 a G03

Funkce G00 a G01 pro soustružení



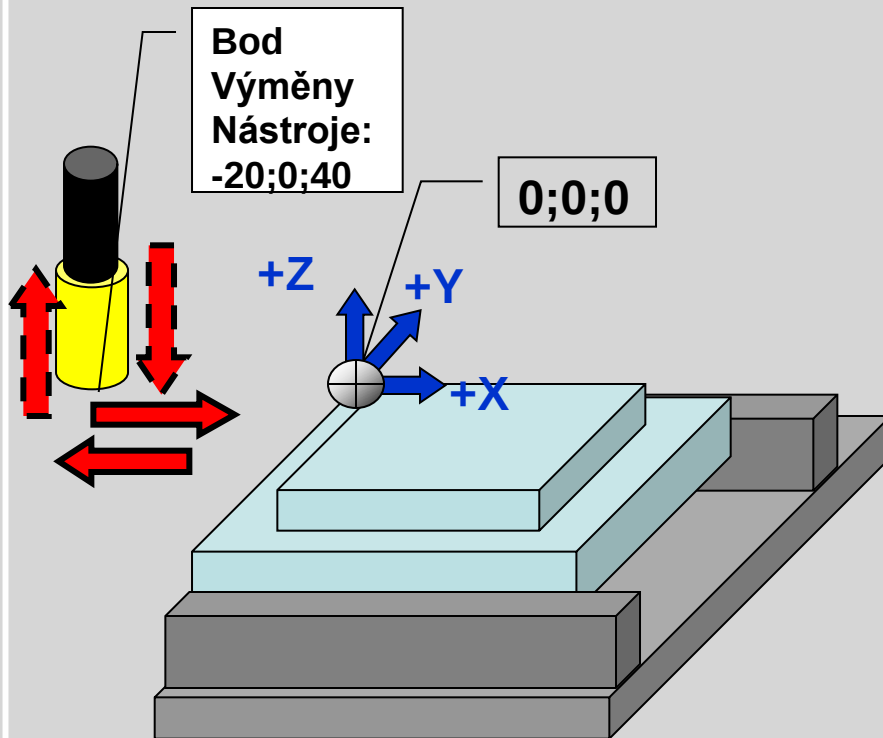
Absolutní programování:

N0005 G90
N0010 G00 X60 Z60
N0015 G00 X0 Z0
N0020 G01 X10 Z0
N0025 G01 X10 Z-12
N0030 G01 X15 Z-12
N0035 G01 X15 Z-29
N0040 G01 X20 Z-29
N0045 G01 X20 Z-51
N0050 G00 X60 Z60
N0055 M30

Inkrementální programování:

N0005 G90
N0010 G00 X60 Z60
N0012 G91
N0015 G00 X-30 Z-60
N0020 G01 X5 Z0
N0025 G01 X0 Z-12
N0030 G01 X2.5 Z0
N0035 G01 X0 Z-17
N0040 G01 X2.5 Z0
N0045 G01 X0 Z-22
N0050 G00 X10 Z111
N0055 M30

Funkce G00 a G01 pro frézování



Absolutní programování:

N0005 G90
N0010 G00 X-20 Y0 Z40
N0015 G00 X-20 Y0 Z-3
N0020 G01 X50 Y0 Z-3
N0025 G01 X50 Y-50 Z-3
N0030 G01 X0 Y-50 Z-3
N0035 G01 X0 Y0 Z-3
N0040 G00 X-20 Y0 Z-3
N0045 G00 X-20 Y0 Z40
N0050 M30

Inkrementální programování:

N0005 G90
N0010 G00 X-20 Y0 Z40
N0012 G91
N0015 G00 X0 Y0 Z-43
N0020 G01 X70 Y0 Z0
N0025 G01 X0 Y-50 Z0
N0030 G01 X-50 Y0 Z0
N0035 G01 X0 Y50 Z0
N0040 G00 X-20 Y0 Z0
N0045 G00 X0 Y0 Z43
N0050 M30

G00

G01

Kruhové interpolace G02 a G03

Kruhový oblouk je zadán:

- smyslem otáčení
- souřadnicemi počátečního bodu (v předchozí větě) a koncového bodu kruhového oblouku
- interpolačními parametry v jednotlivých osách (I ... interpolační parametr rovnoběžný s osou X; J ... interpolační parametr rovnoběžný s osou Y – jen pro frézování; K ... interpolační parametr rovnoběžný s osou Z, případně poloměry oblouků (B ... pro soustružení; U ... pro frézování); Interpolační parametr je přírůstková vzdálenost středu kruhového oblouku v příslušné ose vzhledem k počátečnímu bodu kruhového oblouku.

G02 X... Y... Z... I... J... K...

G03 X... Y... Z... I... J... K...

nebo

FRÉZOVÁNÍ

G02 X... Y... Z... U ...

G03 X... Y... Z... U ...

G02 X... Z... I... K...

G03 X... Z... I... K...

nebo

SOUSTRUŽENÍ

G02 X... Z... B...

G03 X... Z... B...



... G02



... G03

Příklad na kruhovou interpolaci při frézování

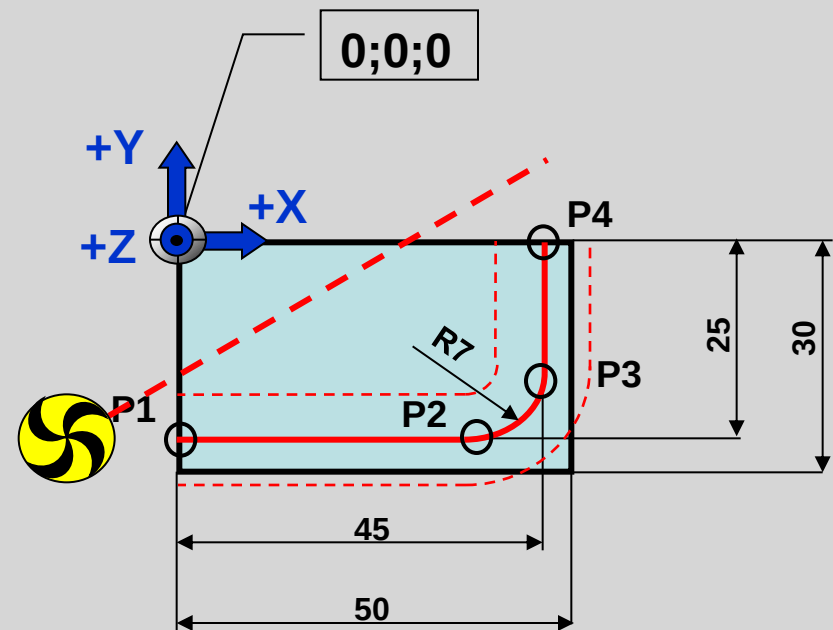
Popis dráhy nástroje var. S I,J,K:

N0005 G00 X-15 Y-25 Z40
N0010 G00 X-15 Y-25 Z-3
N0015 G01 X38 Y-25 Z-3
N0020 G03 X45 Y-18 Z-3 I0 J7 K0
N0025 G01 X45 Y8 Z-3
N0030 G00 X45 Y8 Z40
N0035 G00 X-15 Y-25 Z40
N0040 M30

Popis dráhy nástroje var. s U:

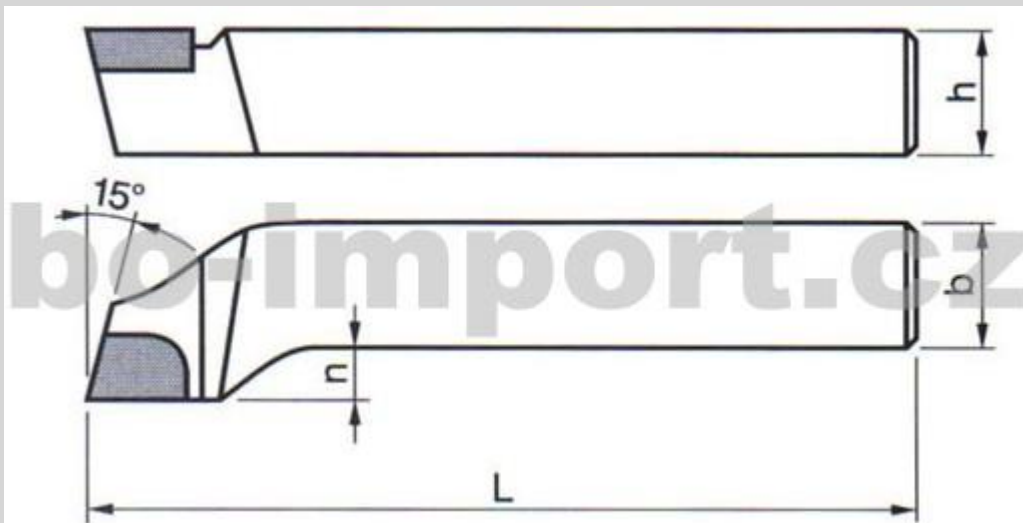
N0005 G00 X-15 Y-25 Z40
N0010 G00 X-15 Y-25 Z-3
N0015 G01 X38 Y-25 Z-3
N0020 G03 X45 Y-18 Z-3 U7
N0025 G01 X45 Y8 Z-3
N0030 G00 X45 Y8 Z40
N0035 G00 X-15 Y-25 Z40
N0040 M30

Popis dráhy nástroje v hloubce $h = 3\text{mm}$ s nástrojem válcovou frézou průměru 12mm.



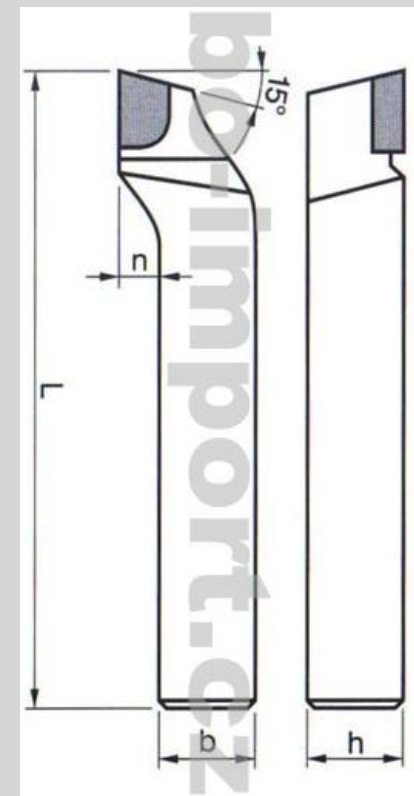
Nastavení nástrojů a zápis údajů v tabulce korekcí [2], [3]

Veškeré údaje o nástrojích jsou pro CNC programy zaznamenány v tabulce nástrojů a v programu následně vyvolávány číslem pozice v zásobníku nástrojů a pozicí v tabulce korekcí.



Základní parametry nastavení soustružnických nožů

- Číslo nástroje (D1)
- Pozice nástroje (T1)
- Poloha ostří nástroje (1-9)
- Délka nástroje v ose X
- Délka nástroje v ose Z
- Zaoblení špičky nástroje



[3]

Základní parametry nastavení frézovacích nástrojů

- Číslo nástroje (D1)
- Pozice nástroje (T1)
- Typ nástroje
- Délka nástroje v ose Z
- Průměr nástroje
- Zaoblení nástroje



Příklad tabulky nástrojů ze SW Heidenhain

Tabulka nástrojů



ITNC530
Editace tabulky nástrojů
PGM
zadat/edit

Soubor: TOOL.T MM T :0 >>

NAME.....:NULLWERKZEUG	L.....:+0	R.....:+0
R2.....:+0	DL.....:+0	DR.....:+0
DR2.....:+0	TL.....:	RT.....:
TIME1.....:0	TIME2.....:0	CUR.TIME:0
DOC.....:	CUT.....:0	LTOL.....:0
RTOL.....:0	DIRECT...:-	PLC.....:%00000000
TT:L-OFF:+0	TT:R-OFF:R	LBREAK...:0
RBREAK...:0	LCUTS...:0	ANGLE...:60
TYP.....:	TMAT.....:	CDT.....:
PLC-VAL...:+0	CAL-OF1...:+0	CAL-OF2...:+0
CAL-ANG...:0	PTYP.....:0	NMAX.....:-
LIFTOFF...:N	P1.....:+0	P2.....:+0
P3.....:+0	KINEMATI:	T-ANGLE...:+0
PITCH.....:0	AFC.....:	R2TOL...:0
LAST_USE:1970.01.01 01:00		

0% S-IST
0% SCNm] LIMIT 1 22:55

X	+0.000	Y	+0.000	Z	+500.000

S1 0.000

AKT. ☐
⊕:0
T
Z S 100
F 0
M 5 / 9

Začátek
↑
Konec
↓

Strana
↑
Strana
↓

Vymazat
íádek
Edit
OFF ON

Tabulka
mist
KONEC

Kromě základních parametrů nastavení nástrojů, lze nastavit rozšířené parametry (životnost nástroje, opotřebení,)

Korekce opotřebení nástrojů ze SW Heidenhain

T		3
S		3000
F		150
F		500
DL		
DR		
DR2		
M-Funkce:		
M-Funkce:		
Vřeteno	☒  M03 ☐  M04	
☐ T - predvolba		

Úprava opotřebení nástrojů přímo při tvorbě programů.

Kompenzace rádiusu frézy – G41 a G42

Při programování bez G41 nebo G42, musíme programovat ekvidistantu dráhy středu nástroje, které musíme vypočítat.

V případě použití korekce, přebírá výpočet řízení a programují se obrysové přechodové body, které bývají uvedeny na výkrese.

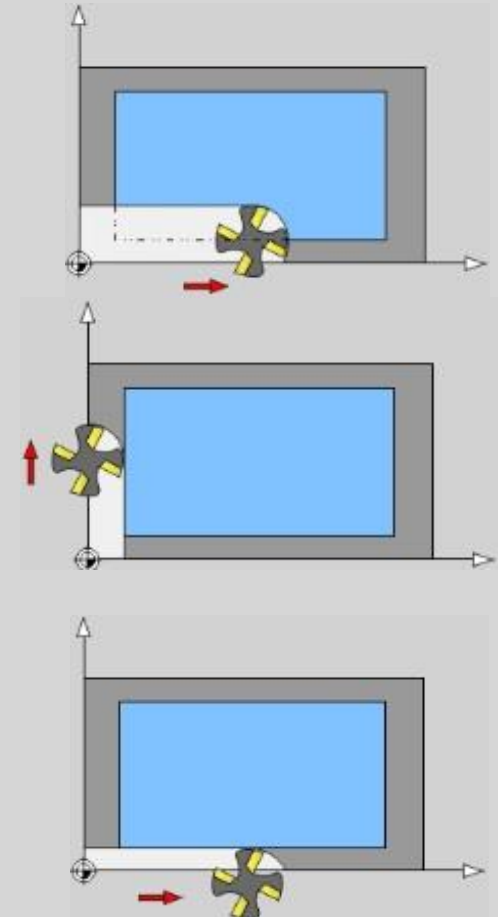
Při použití kompenzace rádiusu frézy se programuje dráha nakreslená přímo na výkrese.

Řízení automaticky z nástrojových dat vypočte dráhu paralelní s konturou, čímž vykompenzuje rádius frézovacího nástroje.

Zvolení, či zrušení korekce musí být provedeno vždy ve spojitosti s G00 či G01.

Kompenzace rádiusu (korekce) frézy

- G40 – Zrušení kompenzace dráhy nástroje
- G41 – Kompenzace dráhy nástroje vlevo
- G42 – Kompenzace dráhy nástroje vpravo



Korekce radiusu



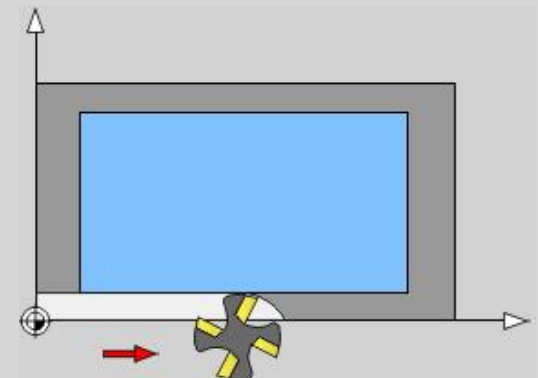
G41 kompenzace rádiusu frézy vlevo

- Jestliže se nástroj při pozorování ze směru posuvu nachází VLEVO od obráběné kontury, musí být programována funkce G41.
- Aby mohl být rádius přepočítán, musí být při navolení kompenzace řezného rádiusu aktivní korekce nástroje (D parametr) a v nástrojovém registru musí být zanesena odpovídající hodnota rádiusu frézy.



G42 kompenzace rádiusu frézy vpravo

- Jestliže se nástroj při pozorování ze směru posuvu nachází VPRAVO od obráběné kontury, musí být programována funkce G42.



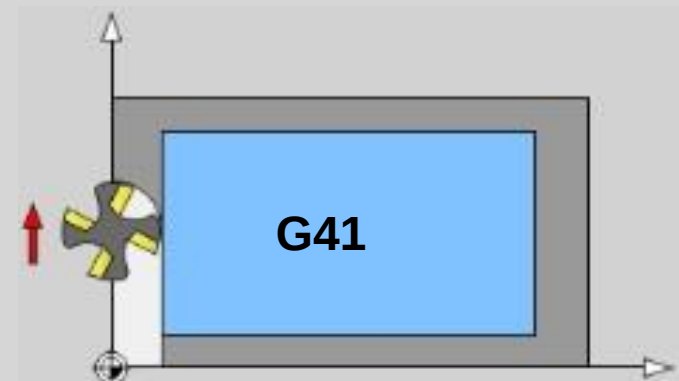
Ukázka zápisu kompenzace rádiusu frézy v programu

```
N0005 G54 G90  
N0010 G58 X0 Y0 Z10  
N0015 T1 D1  
N0020 G00 X-20 Y-20 Z30  
N0025 G94 S900 F25 M03  
N0030 G00 X-20 Y-20 Z10  
N0035 G41 G00 X-10 Y-20 Z10
```

·
·
·
·

```
N0130 G00 X-20 Y-20 Z10  
N0135 G40 G00 X50 Y50 Z50 M05  
N0140 T2 D2
```

·
·
·



**DĚKUJI ZA POZORNOST
A PŘEJI HODNĚ ÚSPĚCHŮ ☺**

Zpracoval(a): Ing. Radek Havlík, SPŠSE a VOŠ LIBEREC
radek.havlik@pslib.cz
+420 485 100 113

Použité zdroje:

- [1] – <http://cs.wikipedia.org/wiki/G-kód>
- [2] – <http://www.kovoobrabeci-nastroje.cz>
- [3] – <http://www.bo-import.cz/>