

## Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A3: Tvorba nových profesně zaměřených studijních programů

NPO\_TUL\_MSMT-16598/2022



**Předmět: Technologie II (technologie obrábění)**  
**Přednáška č. 9: Základní struktura NC programu,  
způsoby jeho tvorby**

Ing. Petr Keller, Ph.D.

# Stavba a tvorba NC programu – přehled

- stavba NC programu
- funkce pro výměnu a zadání korekcí nástroje (T funkce)
- funkce pro řízení rychlosti posuvu (funkce F)
- funkce pro nastavení otáček vřetene (funkce S)
- geometrické (přípravné) funkce (tzv. G funkce)
- obráběcí cykly
- pomocné funkce (tzv. M funkce)
- příklad ruční tvorby NC programu pro zadanou součást

## Princip programování NC / CNC strojů

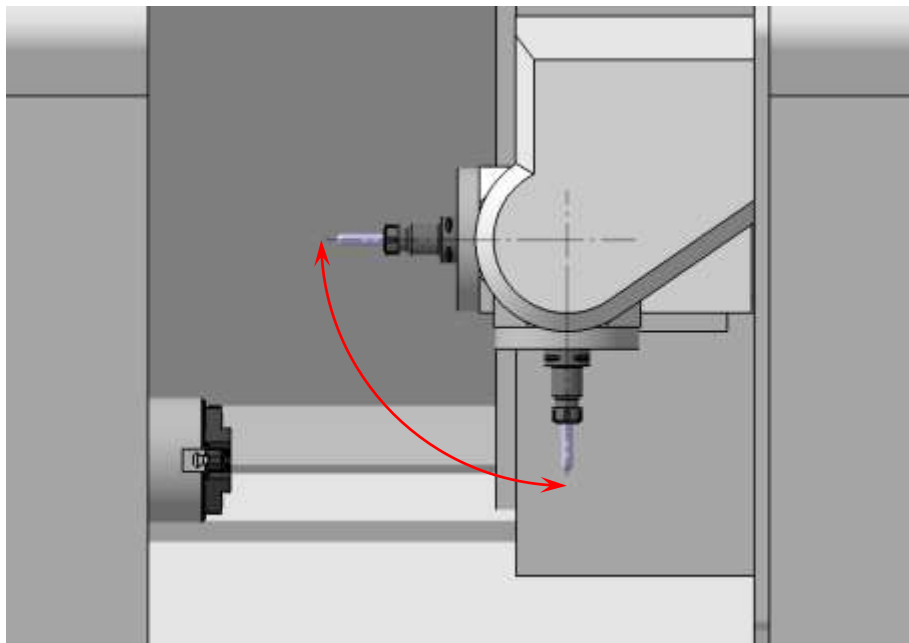
- při programování číslíkově řízených strojů se vychází z předpokladu, že se nástroj pohybuje vůči obrobku

**obrobek se bere jako pevný, všechny pohyby koná nástroj  
- bez ohledu na realitu na CNC stroji**

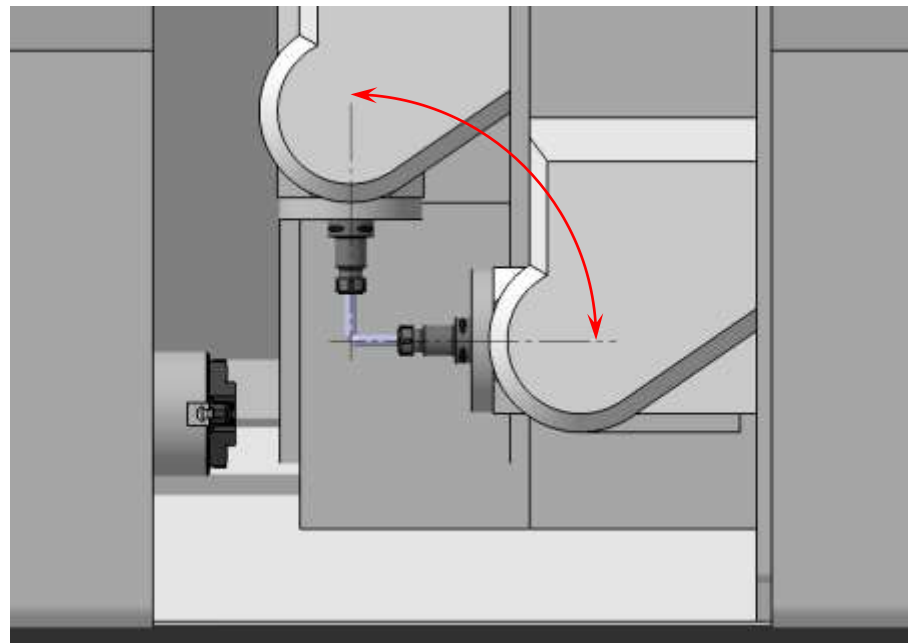
# Způsoby řízení jednotlivých os stroje

Příklad řízení B osy stroje Mazak Integrex:

tzv. indexovaný režim



souvislé řízení (TCPM)  
Tool Center Point Management

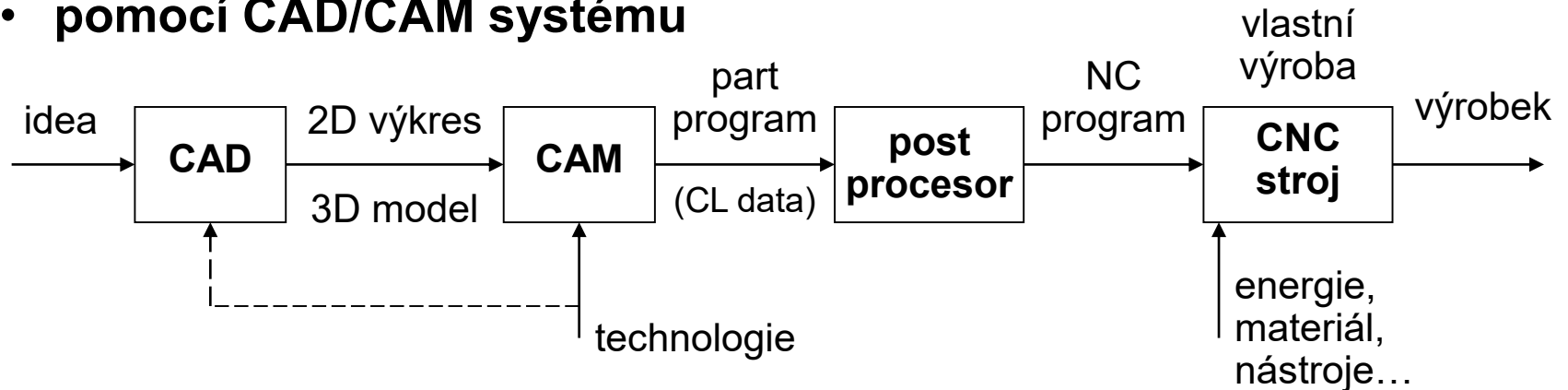


V obou případech je programován pouze pohyb v ose B v rozsahu  $0^\circ$  (horizontálně)  $\leftrightarrow$   $90^\circ$  (vertikálně), tzn. stejný příkaz, liší se režim stroje

# Způsoby tvorby NC programů

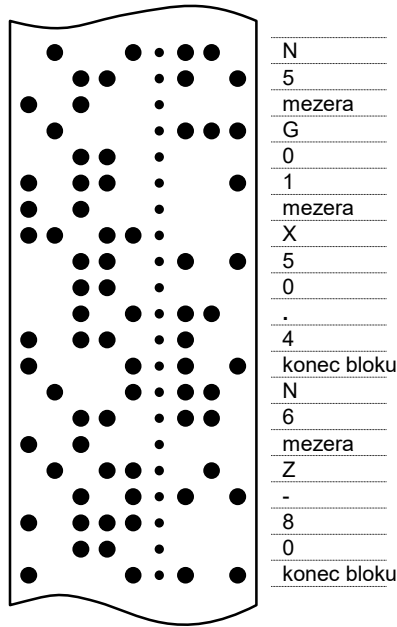
Pro automatickou výrobu potřebuje NC/CNC stroj tzv. NC program, popisující geometrii obráběné součásti. Ten je v současné době možné vytvořit třemi základními způsoby:

- **ručně** – nejstarší způsob, kdy programátor napíše celý NC program na základě výrobního výkresu
- **pomocí CAD/CAM systému**



- **pomocí dílenského programování** – program je vytvářen řídicím systémem na základě zadaných informací o polotovaru a konečného tvaru součásti – vhodné pro součásti s jednoduchým geometrickým tvarem

# Vývoj NC programování



Tento úsek děrné pásky obsahuje následující část NC programu:

⋮  
N5 G01 X50.4  
N6 Z-80  
⋮

**Pohled do historie** – způsob zápisu NC programu na děrné pásce dle **ISO standardu** – zápis programu musel být co nejstručnější ⇒ všechny „příkazy“ jsou tvořeny jedním písmenem, každý znak je definován jedinečným kódem (ASCII tabulka) v binárním kódování (7 bitů představuje kód jednotlivých znaků, 8 bit je kontrolní – doplňuje počet děr na sudý - ISO standard, nebo lichý počet děr na řádce - EIA standard - byl používán zřídka)...

**Současnost** – program uchovávan v ŘS jako datový soubor, z důvodů zpětné kompatibility zůstal formát programu zachován – struktura programu a formát jednotlivých bloků (řádků programu) je dán normou – **ISO 6983** (na základě normy DIN 66 025 vznikla norma ISO 1056, z ní v roce 1982 již zmíněná ISO 6983). **Tato norma však již nepostihuje všechny možnosti nových CNC strojů** – výrobci strojů (řídících systémů) tento problém řeší vlastní implementací funkcí.  
⇒ **nejednoznačnost a vznik několika nových „jazyků“ pro NC programy, většinou vzájemně nekompatibilních.**

**Vznikla nová norma (ISO 14649), zatím se prakticky nepoužívá...**

# Struktura NC programu

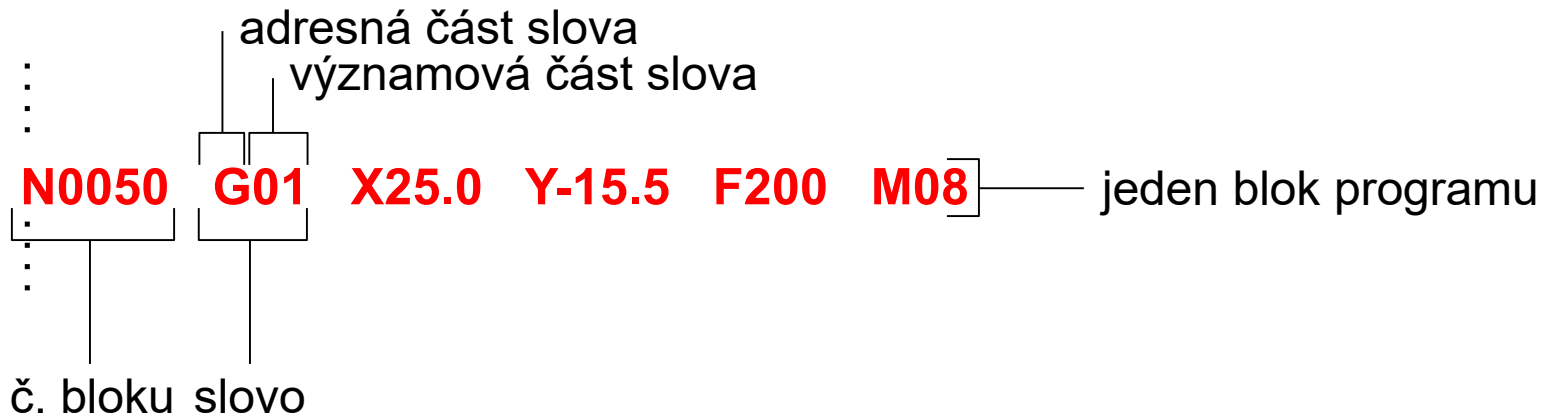
## NC program se skládá ze čtyř hlavních částí:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. část – název programu | např. <b>%0001</b> , dnes většinou bez významu |
| 2. – přípravná část      | technologické údaje – funkce T, F, S, M        |
| 3. – obsahová část       | geometrie drah nástroje – G funkce             |
| 4. – závěrečná část      | např. <b>M30</b> – konec programu              |

Části programu 2. a 3. se obvykle střídají, podle technologického postupu výroby součásti.

Celé obrábění na CNC strojích je rozloženo na jednotlivé kroky, každý krok představuje jeden blok (větu) programu, popisující zpravidla jen jeden úkon (např. jeden pohyb nástroje, výjimkou jsou tzv. obráběcí cykly).

# Příklad formátu bloku (jednoho řádku) NC programu





# Tvorba NC programu – přípravná (technologická) část

- funkce pro výměnu nástroje, např. T0101, T1 D1 , T1.1 M6 T2 apod.

odkaz na 1. řádek tabulky korekcí

výběr nástroje č. 1

funkce pro výměnu nástroje má dnes mnoho způsobů zadání – obvykle se zadává číslo nástroje a odkaz na řádek tabulky korekcí s jeho rozměry (ne vždy) – viz manuál konkrétního ŘS stroje

- funkce pro řízení rychlosti posuvu – F [mm/min] nebo [mm/ot]
- funkce pro nastavení otáček vřetene – S [ot/min] nebo [m/min]

# Základní geometrické (přípravné) funkce (G funkce) – přehled

Geometrické (přípravné) funkce – G (geometric functions) tvoří spolu se slovy souřadnic v podstatě obsahovou část programu – geometrii drah nástroje. Základ tvoří následující čtyři přípravné funkce:

G00 — funkce rychloposuvu

G01 — lineární interpolace

G02 } funkce  
G03 } pracovního  
posuvu

} kruhová interpolace

pozn.: u funkcí G00 až G09 je povoleno potlačení nevýznamných nul, tzn. lze používat zápis G0 až G9

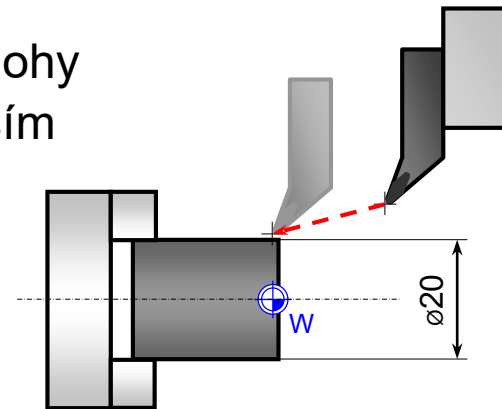
## G00 – funkce rychloposuvu

Nástroj se pohybuje ze stávající pozice do naprogramovaného bodu rychloposuvem – maximální možnou rychlostí stroje.

- přestože rychloposuv probíhá ve všech osách najednou, pohyb nemusí být fyzicky proveden po nejkratší úsečce  $\Rightarrow$  pozor na kolize nástroje s upínači apod.
- při pohybu rychloposuvem by nástroj **neměl být** v kontaktu s obráběným materiálem
- **první pohyb v programu by měl být proveden rychloposuvem**

Příklad: najetí nástroje z výchozí polohy do polohy umožňující v dalším kroku zarovnání čela

```
:  
N050 G00 X22.0 Z0.0  
:
```



pozn.: na soustruhu se souřadnice v ose X programují **průměrově**, ne jako skutečná vzdálenost teoretické špičky nože k bodu na obrobku (tj. jako poloměr)

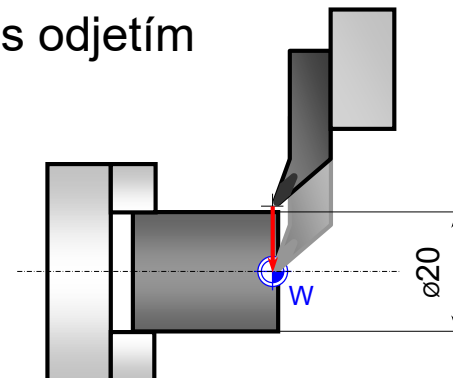
# G01 – funkce pracovního posuvu – lineární interpolace

Nástroj se pohybuje ze stávající pozice do naprogramovaného bodu pracovním posuvem (tzn. lze řídit rychlost) lineárně.

- k souřadnicím koncového bodu pohybu přibývá navíc proti funkci rychloposuvu ještě slovo udávající rychlost – **F** (Feed)
- obvykle jsou základní přípravné funkce, souřadnice, nastavení rychlosti apod. tzv. **modální funkce** – pokud nedošlo ke změně slova, není třeba jeho zápis v dalším bloku znovu opakovat (viz např. neuvedená Z-ová souřadnice v následujícím příkladu v bloku N0040 nebo blok N0050)

Příklad: zarovnání čela obrobku s odjetím

```
:  
N050 G00 X22.0 Z0.0  
N055 G01 X-0.8 F0.2  
N060 Z1.0  
:
```

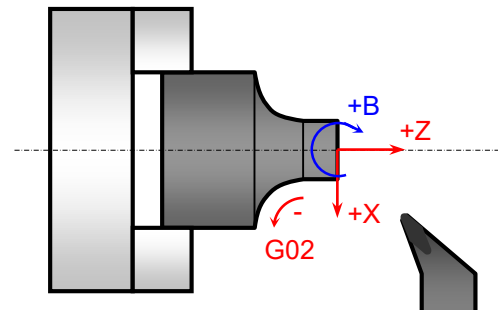
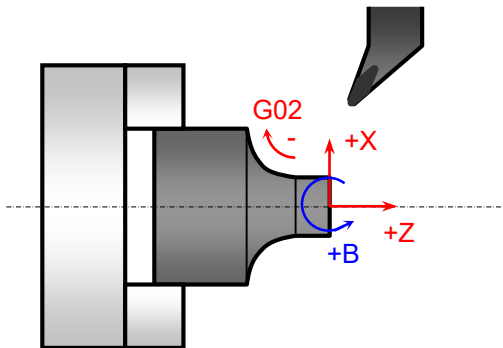


# G02, G03 – funkce pracovního posuvu – kruhová interpolace

Nástroj se pohybuje ze stávající pozice do naprogramovaného bodu pracovním posuvem po kruhovém oblouku.

- k souřadnicím koncového bodu pohybu přibývají navíc ještě slova udávající **polohu středu oblouku** (některé systémy pracují i s **poloměrem oblouku**) a dále rychlost posuvu
- slovo G02 znamená pohyb nástroje **v záporném smyslu** (často označováno ve směru hodinových ručiček)
- slovo G03 znamená pohyb nástroje **v kladném smyslu** (proti směru hod. ručiček)

**Na některých strojích může být pohyb z pohledu obsluhy opačně orientovaný vzhledem k pohybu hodinových ručiček, zatímco kladný a záporný smysl je dán souřadným systémem stroje a zůstává neměnný – viz obrázek:**



⇔ použitím stejného programu musí být vyrobeny stejné součásti nezávisle na uspořádání stroje...

## G02, G03 – funkce pracovního posuvu – kruhová interpolace

- souřadnice středu oblouku se udávají tzv. interpolačními parametry **I, J, K**. Parametr I určuje polohu středu kruhového oblouku ve směru X, J ve směru Y a K ve směru Z. Souřadnice mohou být zadávány absolutně (vzhledem k počátku souřadného systému), častěji však **relativně (vzhledem k počátečnímu bodu oblouku)** a to i při absolutním programování koncového bodu oblouku – *záleží na konkrétním řídicím systému. Veškeré zde zmiňované příklady používají relativní zadávání souřadnic interpolačních parametrů – vzhledem k počátečnímu bodu oblouku.*
- některé řídicí systémy umožňují zadat místo interpolačních parametrů radius oblouku, vynechat parametry u čtvrtkruhového oblouku ležícího přesně v kvadrantu apod. – **vždy viz návod k programování popř. obsluze stroje!**
- Některá omezení při programování kruhových oblouků:
  - programovaný kruhový oblouk zpravidla nesmí **svírat větší úhel než 180°**
    - větší oblouk je třeba rozdělit do dvou oblouků – dvou bloků programu
  - klasická kruhová interpolace počítá s kruhovými oblouky ležícími jen v **jedné** ze základních rovin souřadného systému (**xy, yz, xz**) – viz konkrétní řídicí systém...

# G02, G03 – funkce pracovního posuvu – kruhová interpolace

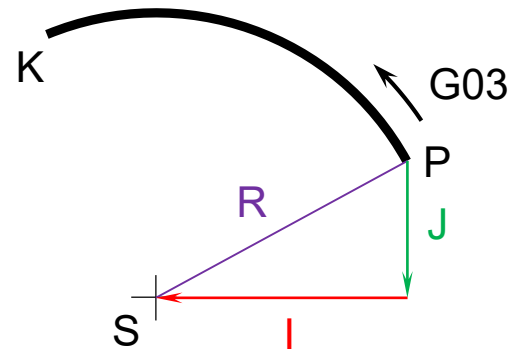
## Výpočet interpolačních parametrů středu oblouku:

(platí pro všechny CNC stroje s ŘS dle ISO / EIA na KSA)

$$I = S_x - P_x$$

$$J = S_y - P_y$$

$$K = S_z - P_z$$



$$R^2 = I^2 + J^2$$

Kde:

S – střed kruhového oblouku se souřadnicemi  $[S_x, S_y, S_z]$

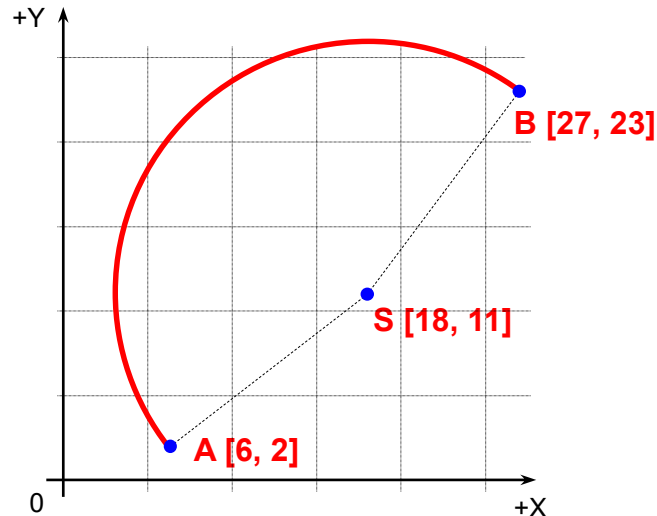
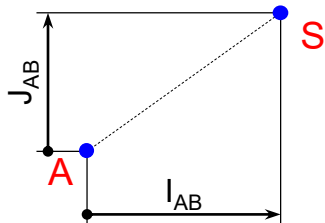
P – počátek kruhového oblouku se souřadnicemi  $[P_x, P_y, P_z]$

# G02, G03 – funkce pracovního posuvu – kruhová interpolace

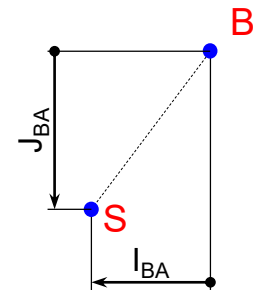
## Příklad kruhové interpolace v rovině:

( $z = \text{konst.}$ , interpolační parametry brány relativně vůči počátku kruhového oblouku)

Stanovení interpolačních parametrů I, J pro směr A→B:



Stanovení interpolačních parametrů I, J pro směr B→A:



**Pohyb z bodu A do bodu B:**

⋮  
**N0050 G02 X27.0 Y23.0 I12.0 J9.0 F300**  
⋮

**Pohyb z bodu B do bodu A:**

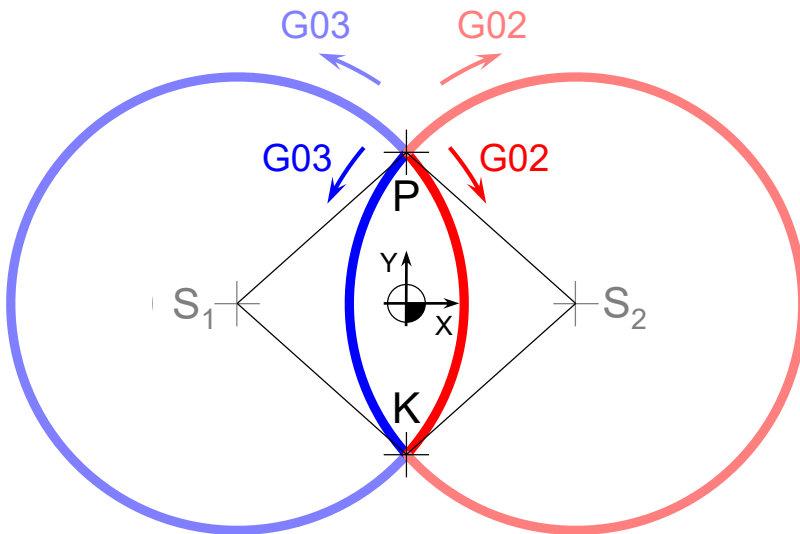
⋮  
**N0060 G03 X6.0 Y2.0 I-9.0 J-12.0 F300**  
⋮

Pozn.: Interpolační parametry jsou definovány velikostí a smyslem – od počátečního bodu oblouku směrem k jeho středu v příslušné ose.



## G02, G03 – funkce pracovního posuvu – kruhová interpolace

Na řadě ŘS je obvykle možné programovat pohyb po kruhovém oblouku i jednodušeji – místo interpolačních parametrů středu oblouku lze použít rádius – parametr R, **ale...**



Příklad:

```
⋮  
G01 X0.0 Y10.0 F300 ; -> P  
G02 X0.0 Y-10.0 R15.0 ; -> K
```

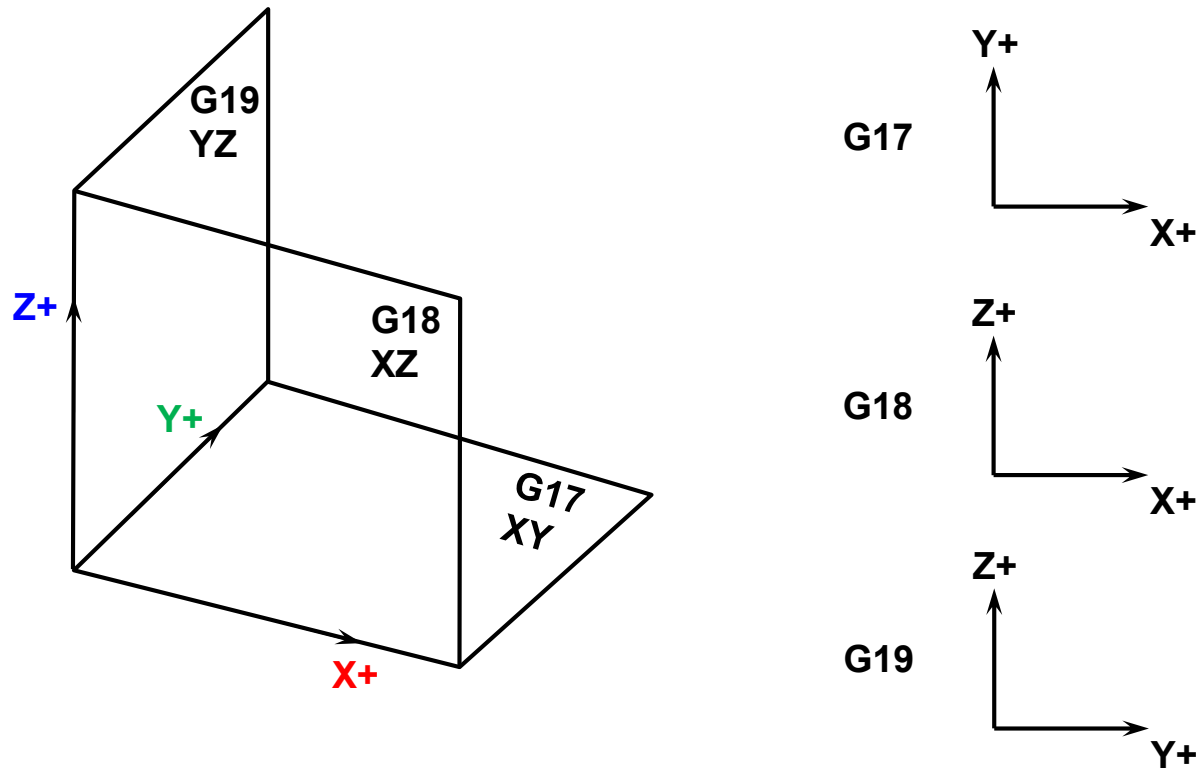
resp.:

```
⋮  
G01 X0.0 Y10.0 F300 ; -> P  
G03 X0.0 Y-10.0 R15.0 ; -> K
```

S programováním pomocí rádiusu jsou spojeny problémy:

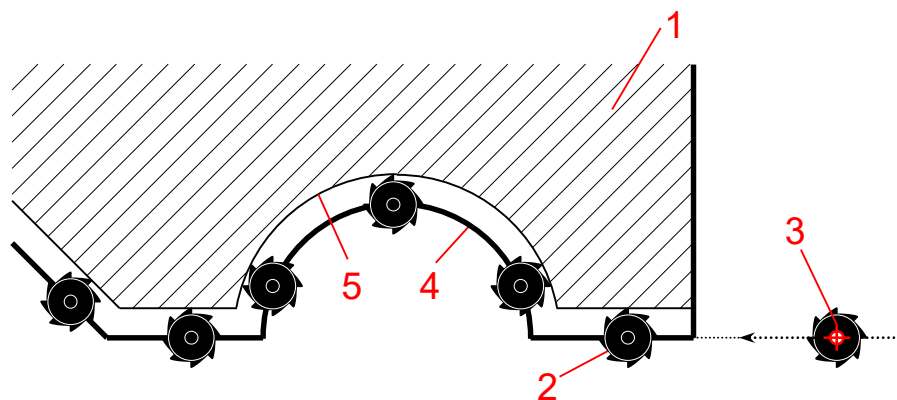
1. Existují dvě řešení → kruhový oblouk musí svírat úhel  $\leq 180^\circ$
2. Pouze dva body nedefinují rovinu – rovina oblouku se musí definovat dalším příkazem – viz další slide

# G17, G18, G19 – funkce volby pracovní roviny



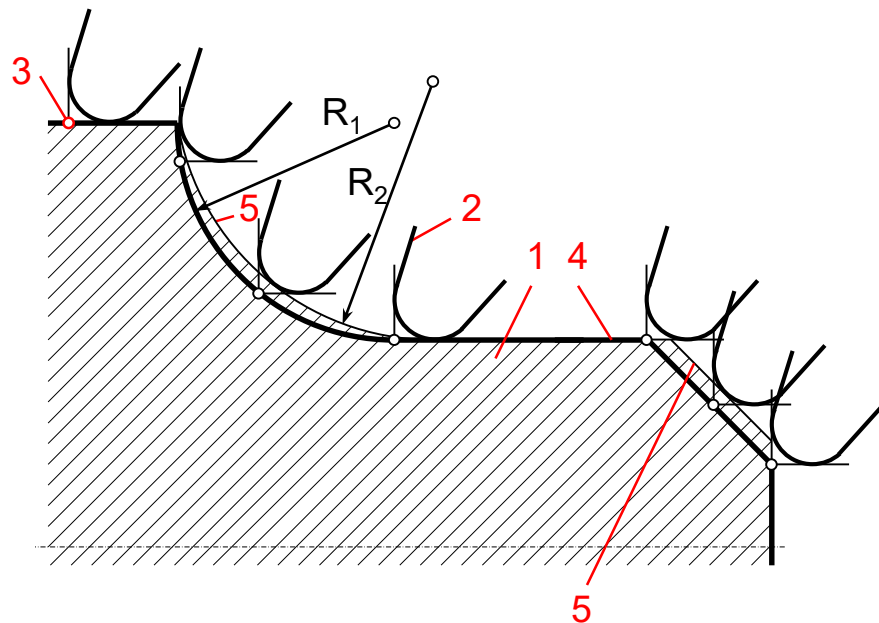
Funkce volby pracovní roviny slouží např. pro definování roviny, ve které bude provedena funkce kruhové interpolace, zejména pokud je kruhový oblouk programován pomocí poloměru – pouze dva body (a velikost poloměru) v tomto případě matematicky nedefinují rovinu, v níž by měl oblouk ležet!

## Poloměrové korekce dráhy nástroje



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

V NC programu se řídí pohyb bodu **P** nástroje vůči obrobku, ale nástroj zpravidla řeže jiným bodem  $\Rightarrow$  při obrábění by byl vytvořen zmetek (viz obrázky – při vnějším frézování je výrobek o poloměr nástroje menší, při soustružení dochází k chybám při jiném než podélném nebo příčném obrábění  $\Rightarrow$  je třeba korigovat dráhu nástroje vzhledem na jeho **poloměr**).



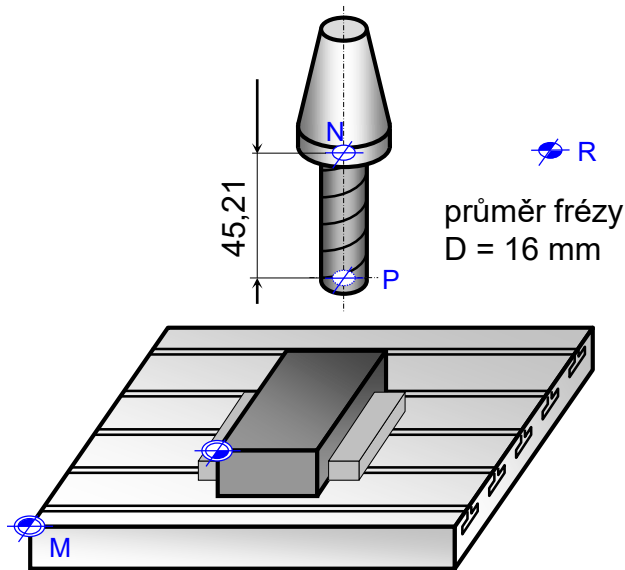
# Poloměrové korekce dráhy nástroje

## Způsoby korekce dráhy nástroje na jeho poloměr:

- dráhy v NC programu jsou **přepočítány s ohledem na tvar nástroje**
  - při ručním programování časově náročné výpočty ekvidistantní dráhy, snadná možnost vytvoření chyby!
  - program platí jen pro jeden nástroj, při změně nástroje je třeba přepočítat znovu dráhy v programu = **předělat celý NC program!!!**
- dráhy v NC program jsou **napsány podle rozměrů součásti z výrobního výkresu** (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
  - jednoduché programování, při **rozumné** změně rozměrů nástroje zůstává program stejný (v tabulce korekcí nástrojů musí být správně zadán nový poloměr nástroje)
  - řídicí systém musí tuto funkci podporovat – ve 2D standard, ve 3D jsou nároky na výpočetní výkon ŘS vysoké

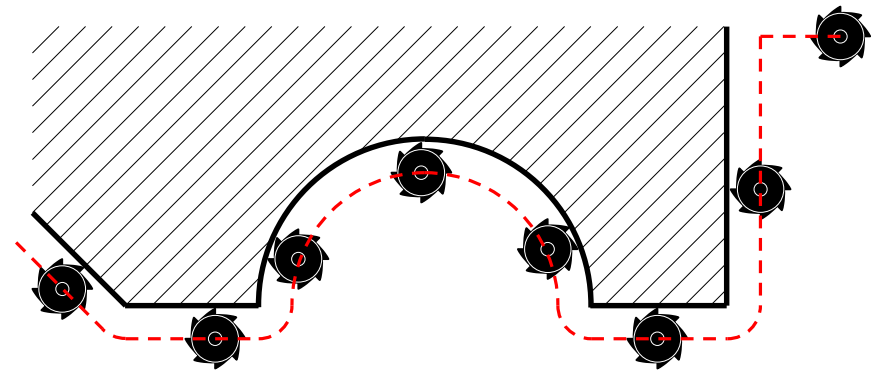
# Poloměrové korekce dráhy nástroje

Tabulka korekcí nástroje pro frézu (nástroj):



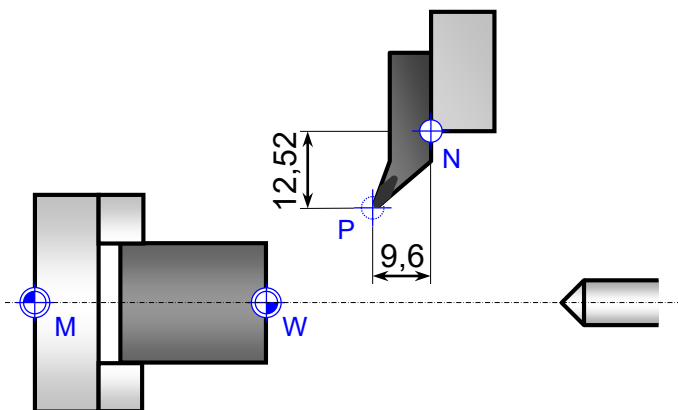
Ekvidistantní dráha nástroje je počítána řídicím systémem na základě hodnoty **poloměru** zapsaného v tabulce korekcí nástroje:

T	délka	poloměr
:		
05	45.21	8.0
:		



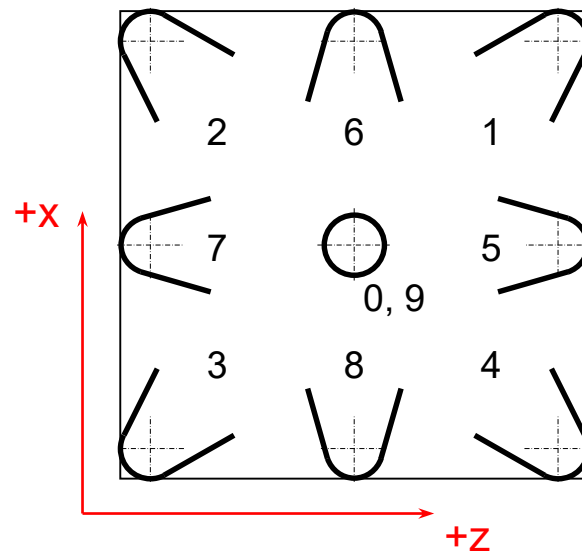
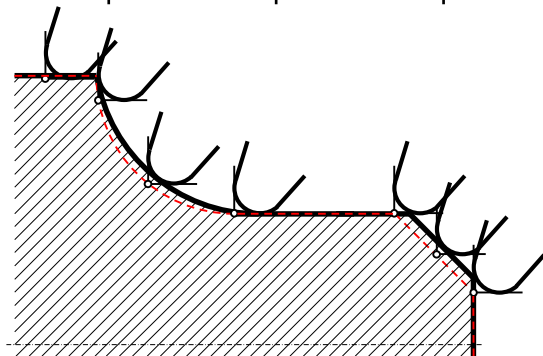
# Poloměrové korekce dráhy nástroje

Tabulka korekcí nástroje pro soustružnické nože:



Poloha nástroje do řezu  $L$  je dána číslem 0-9 podle následující tabulky možných poloh břitů soustružnického nože:

T	X	Z	R	L
:				
01	-12.52	-9.6	0.4	3
:				



# Poloměrové korekce dráhy nástroje

Funkce pro práci s poloměrovými korekcemi dráhy nástroje:

G40 – zrušení korekce dráhy nástroje

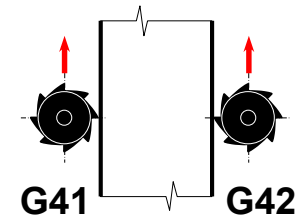
G41 – korekce dráhy nástroje vlevo

G42 – korekce dráhy nástroje vpravo

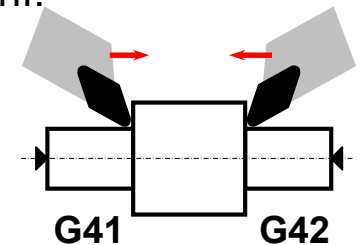
Aktivace a deaktivace korekcí dráhy nástroje musí být v programu spojena s **najetím a odjetím** - během těchto pohybů totiž dochází k přepočtu korekce drah nástroje z programované na požadovanou (a zpět).

**Programovaná délka najetí i odjetí musí být delší, než je poloměr nástroje**, jinak dojde k nechtěnému podříznutí obrobku!

frézování:



soustružení:

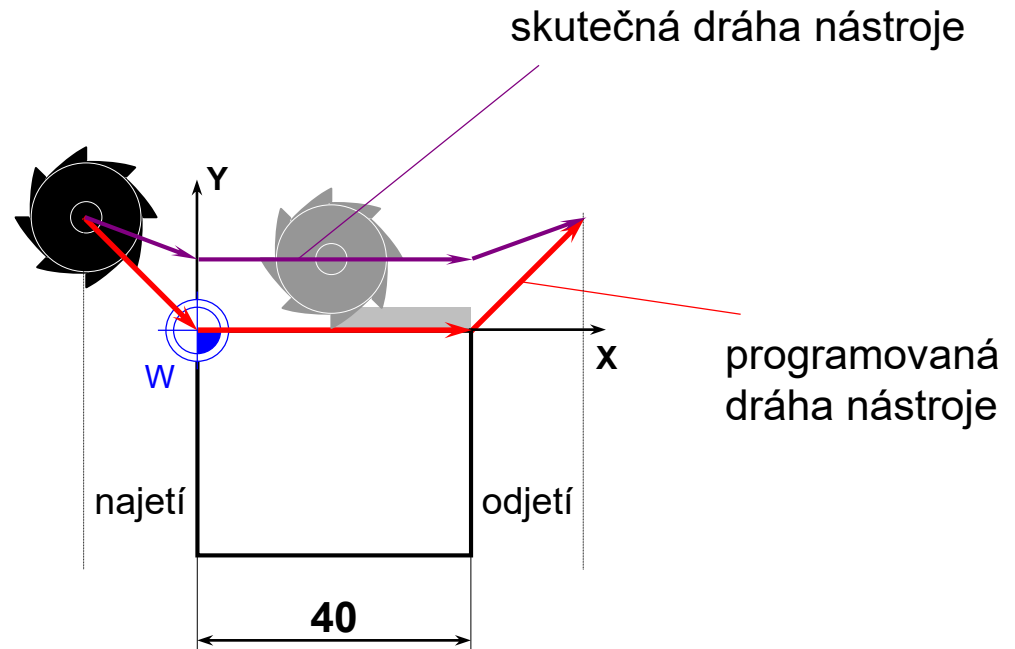


## Poloměrové korekce dráhy nástroje – příklad

Nejprve se naprogramují dráhy nástroje dle tvaru součásti bez ohledu na velikost poloměru nástroje (tj. jako by byl poloměr nástroje nulový).  
Př.: Je třeba odebrat přídavek (zobrazen šedou barvou) obvodem frézy:

```
:  
N0040      G00 X-10.0  Y10.0  
N0045  G41 G01 X0.0   Y0.0   F100  
N0050      G01 X40.0   Y0.0  
N0055  G40 G01 X50.0  Y10.0  
:
```

Délka najetí i odjetí je programována cca 14,143 mm (10 mm v obou směrech), tzn. max. průměr nástroje může být až **28 mm** bez rizika kolize.





# Příklad korekce dráhy nástroje na jeho poloměr

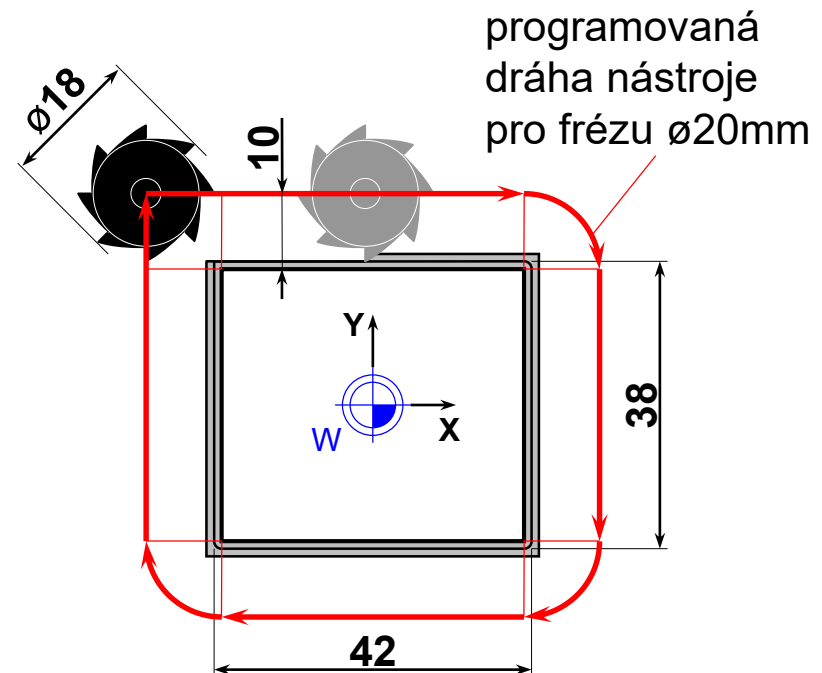
- Ručně** – dráhy v NC programu jsou přepočítány s ohledem na tvar nástroje, v tomto případě pro frézu  $\varnothing 20\text{mm}$ . K dispozici je však pouze fréza  $\varnothing 18\text{mm}$ . Žádané rozměry obrobku  $40 \times 36\text{mm}$  tak budou o rozdíl poloměrů fréz z každé strany v tomto případě větší, tj.  $42 \times 38\text{mm}$ .

Výpis NC programu:

```
N05 G54 G17 G21 G94 G97
N10 T0202
N15 M03 S2000
N20 G00 Z50.0
N25 X-30.0 Y28.0
N30 Z2.0
N35 G01 Z-10.0 F350
N40 X20.0
N45 G02 X30.0 Y18.0 I0.0 J-10.0
N50 G01 Y-18.0
N55 G02 X20.0 Y-28.0 I-10.0 J0.0
N60 G01 X-20.0
N65 G02 X-30.0 Y-18.0 I0.0 J10.0
N70 G01 Y28.0
N75 G00 Z50.0
N80 M30
```

Tabulka korekcí nástrojů:

T	délka	poloměr
01	68.254	5.0
02	96.427	x
:		



# Příklad korekce dráhy nástroje na jeho poloměr

1. **Ručně** – dráhy v NC programu bylo třeba upravit na novou frézu  $\varnothing 18\text{mm}$ . Pro tento průměr nástroje je program již v pořádku.

→ bylo třeba přepsat odpovídající souřadnice v NC programu!

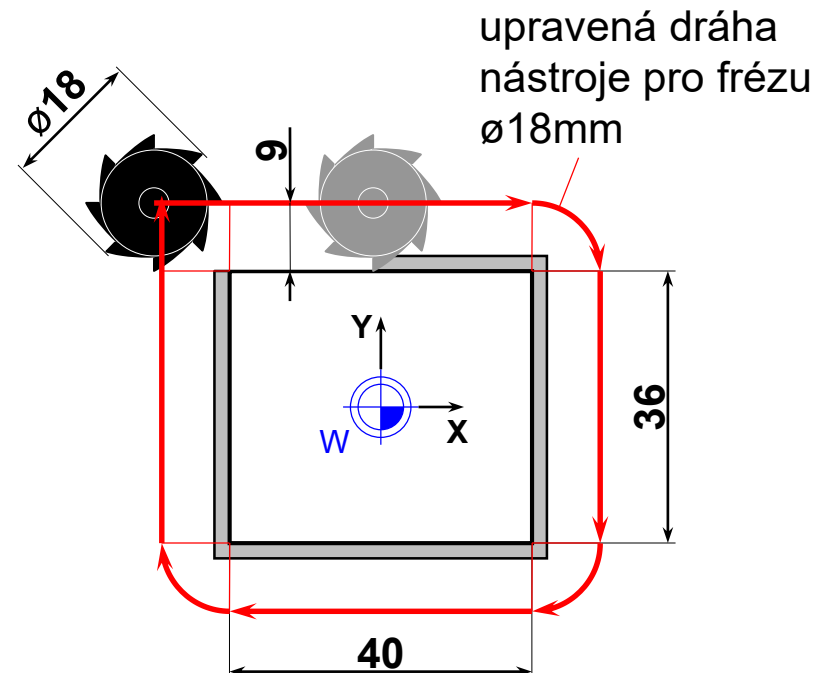
→ pracné, riziko chyby

Výpis NC programu:

```
N05 G54 G17 G21 G94 G97
N10 T0202
N15 M03 S2000
N20 G00 Z50.0
N25 X-30.0 Y27.0
N30 Z2.0
N35 G01 Z-10.0 F350
N40 X20.0
N45 G02 X29.0 Y18.0 I0.0 J-9.0
N50 G01 Y-18.0
N55 G02 X20.0 Y-27.0 I-9.0 J0.0
N60 G01 X-20.0
N65 G02 X-29.0 Y-18.0 I0.0 J9.0
N70 G01 Y28.0
N75 G00 Z50.0
N80 M30
```

Tabulka korekcí nástrojů:

T	délka	poloměr
01	68.254	5.0
02	96.427	x
:		



# Příklad korekce dráhy nástroje na jeho poloměr

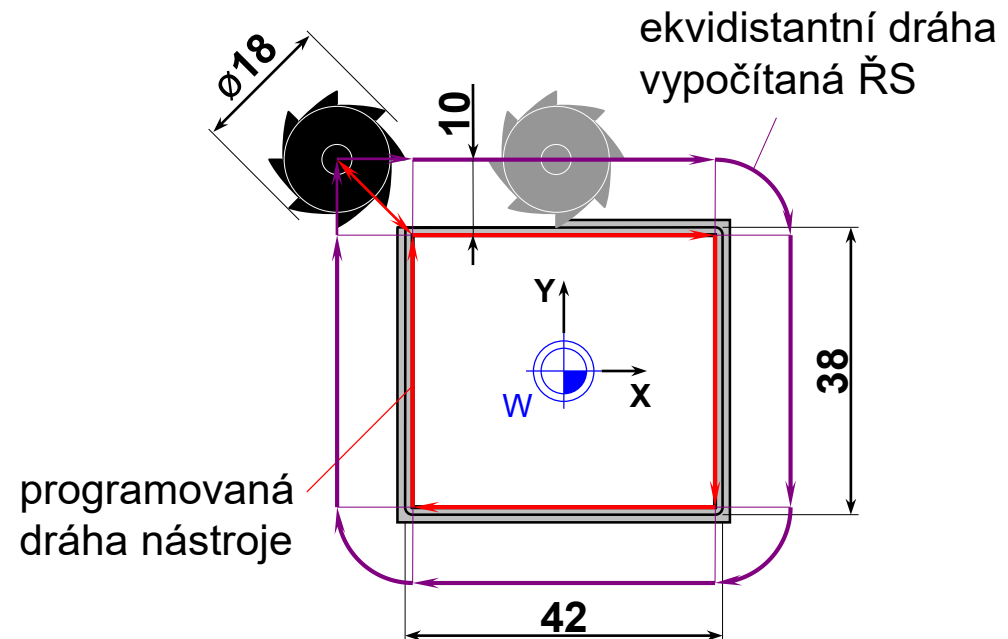
2. **Automaticky** – dráhy v NC programu napsány na skutečný tvar součásti. Korigovanou dráhu počítá řídicí systém na základě informace o poloměru nástroje v tabulce korekcí. Zde je zadán původní poloměr frézy, který se neshoduje se skutečným, proto je obrobek opět větší.

Výpis NC programu:

```
N05 G54 G17 G21 G94 G97
N10 T0202
N15 M03 S2000
N20 G00 Z50.0
N25 X-30.0 Y28.0
N30 Z2.0
N35 G01 Z-10.0 F350
N40 G41 X-20.0 Y18.0
N45 X20.0
N50 Y-18.0
N55 X-20.0
N60 Y18.0
N65 G40 X-30.0 Y28.0
N70 G00 Z50.0
N75 M30
```

Tabulka korekcí nástrojů:

T	délka	poloměr
01	68.254	5.0
02	96.427	<b>10.0</b>
:		



# Příklad korekce dráhy nástroje na jeho poloměr

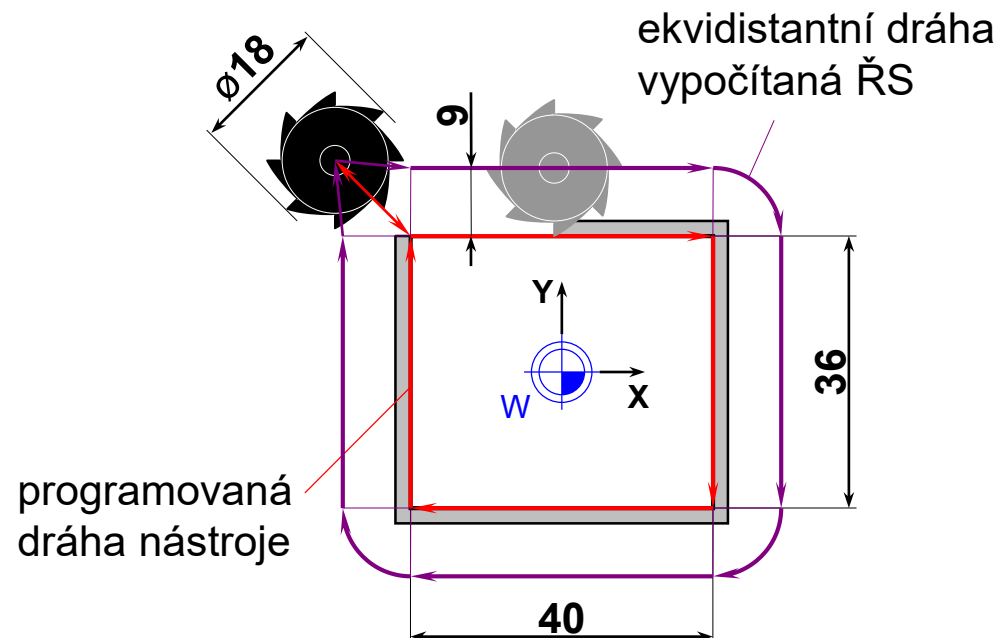
2. **Automaticky** – po změně poloměru v tabulce korekcí je přepočítaná dráha řídicím systémem v pořádku, rozměr polotovaru souhlasí s požadovaným. Maximální možný průměr je ovlivněn programovanou délkou najetí / vyjetí (a tvarem součásti).

Výpis NC programu:

```
N05 G54 G17 G21 G94 G97
N10 T0202
N15 M03 S2000
N20 G00 Z50.0
N25 X-30.0 Y28.0
N30 Z2.0
N35 G01 Z-10.0 F350
N40 G41 X-20.0 Y18.0
N45 X20.0
N50 Y-18.0
N55 X-20.0
N60 Y18.0
N65 G40 X-30.0 Y28.0
N70 G00 Z50.0
N75 M30
```

Tabulka korekcí nástrojů:

T	délka	poloměr
01	68.254	5.0
02	96.427	<b>9.0</b>
:		



## Obráběcí cykly (pracovní cykly, work cycles)

Použití dosud zmíněných přípravných funkcí vedlo k programu, kde v podstatě jedna věta znamená jeden pohyb nástroje – pro komplikovanější díly je takový program dlouhý a nepřehledný.

Proto obráběcí cykly **shrnují obrábění určité části obrobku do jediné věty** (popř. u složitějších cyklů do několika málo vět). Tím se podstatně zkracuje program a zvyšuje jeho přehlednost.

Problémem zůstává přenositelnost konkrétních cyklů na jiný stroj (systém) – konkrétní popis cyklů není normalizován, výrobci strojů (systémů) je přizpůsobují danému stroji a používané technologii.

- pro soustružení jsou typické obráběcí cykly hrubovací, závitovací, vrtací, zapichovací apod.
- pro frézování jsou typické obráběcí cykly pro vrtání hlubokých děr, obrábění tzv. kapes a ostrovů, zrcadlení a kopírování tvaru apod.

# Obráběcí cykly – porovnání vrtacího cyklu a rozvinutého NC kódu

Kód s použitím cyklu:

N70 G00 Z10.  
N75 Z1.5  
**N80 G83 X25. Y25. Z-26.4 R1.5 Q4. P0 F230.**  
**N85 G80**  
N90 G00 Z10.0

*Výhody cyklu:*

- *krátký, přehledný program*
- *lze jednoduše změnit parametry*

*Nevýhody cyklu:*

- *obvykle vázáno na konkrétní ŘS  
(zde HAAS)*

**=> rozvinutý kód je „univerzálně“  
použitelný „kdekoliv“**

Ekvivalentní pohyby pomocí  
rozepsaného kódu:

N70 G00 Z10  
N75 Z1.5  
**N80 X25. Y25.**  
**N85 G01 Z-4.0 F230.**  
**N90 G00 Z1.5**  
**N95 Z-2.0**  
**N100 G01 Z-8.0**  
**N105 G00 Z1.5**  
**N110 Z-6.0**  
**N115 G01 Z-12.0**  
**N120 G00 Z1.5**  
**N125 Z-10.0**  
**N130 G01 Z-16.0**  
**N135 G00 Z1.5**  
**N140 Z-14.0**  
**N145 G01 Z-20.0**  
**N150 G00 Z1.5**  
**N155 Z-18.0**  
**N160 G01 Z-24.0**  
**N165 G00 Z1.5**  
**N170 Z-22.0**  
**N175 G01 Z-26.4**  
N180 G00 Z10.0

## Pomocné funkce (M funkce) – přehled

Pomocné funkce – M (miscellaneous functions) mají většinou charakter logických funkcí. Základem jsou funkce uvedené v následující tabulce, avšak řada dalších pomocných funkcí se liší podle typu stroje a konkrétní použití záleží na výrobcu stroje / ŘS.

Funkce	Význam
M00	nepodmíněný stop programu (automatického cyklu)
M01	podmíněný stop programu (automatického cyklu)
M02	konec programu
M03	roztočení vřetena v záporném smyslu
M04	roztočení vřetena v kladném smyslu
M05	zastavení vřetena
M06	výměna nástroje
M07	zapnutí chlazení č. 2
M08	zapnutí chlazení č. 1
M09	vypnutí chlazení
M30	konec programu s návratem kurzoru na počátek programu (funkce zajistí zároveň vypnutí vřetena, chlazení apod.)

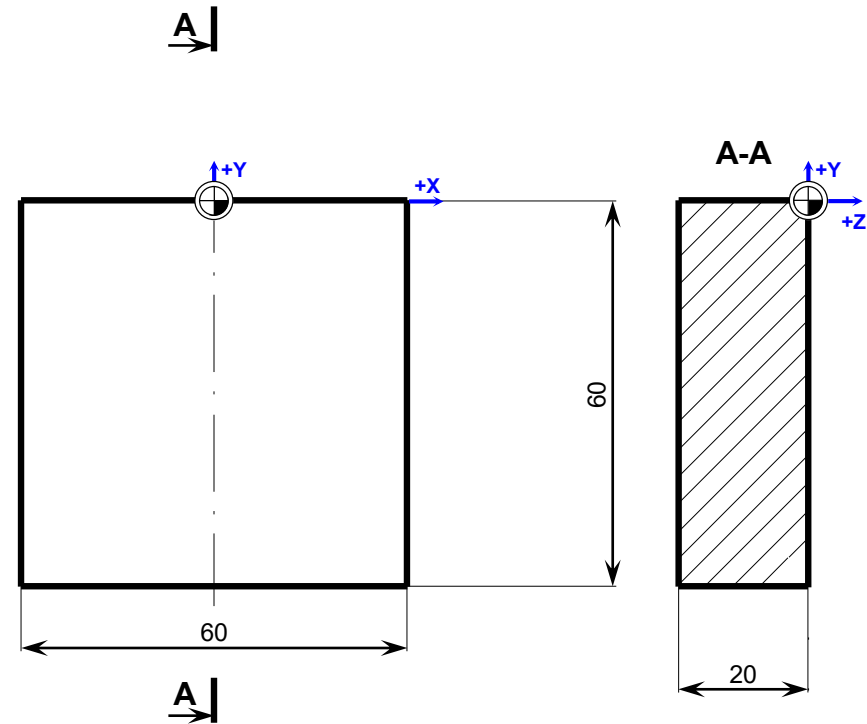
# Příklad: porozumění NC programu

Nakreslete a okótujte skicu dílu, vyrobeného dle NC programu níže:

Polotovár: 60 x 60 – 20

Nástroj: válcová fréza  $\varnothing 20$  HSS (pravořezná, pozice č. 2 v zás., korekce z 2. řádku tabulky)  
řezné podmínky: otáčky 750 [ot/min], posuv 220 [mm/min]

```
N0010 G54 G17 G21 G90 G94 G97
N0020 T0202
N0030 M3 S750
N0040 G00 Z50.000
N0050 G00 X35.000 Y12.000
N0060 G00 Z-3.000
N0070 G41 G01 X25.000 Y-10.000 F220
N0080 G01 X25.000 Y-50.000
N0090 G02 X-25.000 Y-50.000 I-25.000 J54.544
N0100 G01 X-25.000 Y-10.000
N0110 G01 X-15.000 Y-5.000
N0120 G03 X0.000 Y-32.950 I15.000 J-9.950
N0130 G03 X15.000 -5.000 I0.000 J18.000
N0140 G01 X25.000 Y-10.000
N0150 G40 G01 X42.000 Y-30.000
N0160 G00 Z50.000
N0170 G53 M05
N0180 M30
```





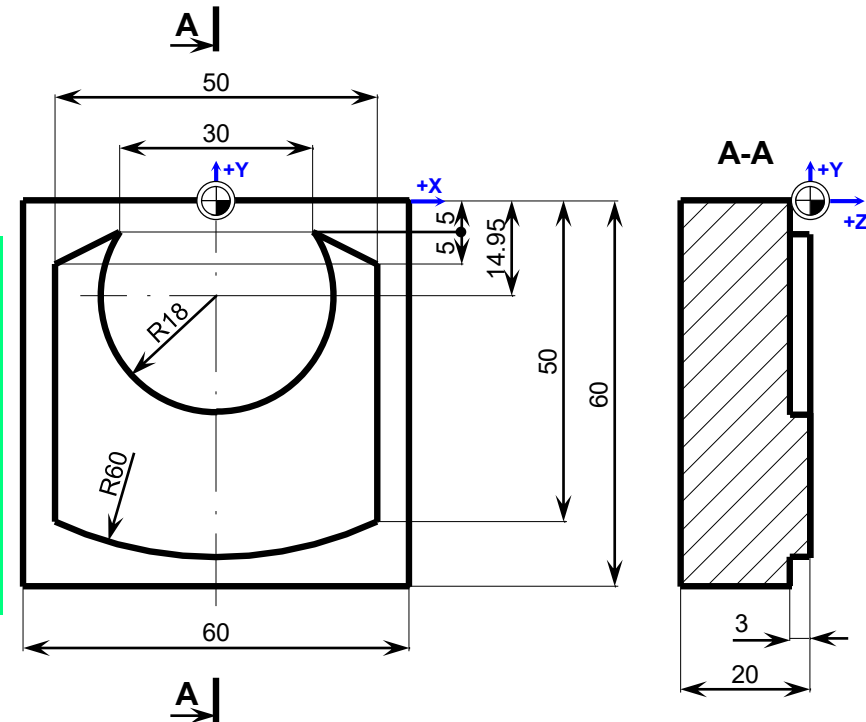
# Příklad: porozumění NC programu

## ŘEŠENÍ:

Polotovár: 60 x 60 – 20

Nástroj: válcová fréza  $\varnothing 20$  HSS (pravořezná, pozice č. 2 v zás., korekce z 2. řádku tabulky)  
řezné podmínky: otáčky 750 [ot/min], posuv 220 [mm/min]

N0010	G54	G17	G21	G90	G94	G97		
N0020	T0202							
N0030	M3	S750						
N0040	G00	Z50.000						
N0050	G00	X35.000	Y12.000					
N0060	G00	Z-3.000						
N0070	G41	G01	X25.000	Y-10.000	F220			
N0080	G01	X25.000	Y-50.000					
N0090	G02	X-25.000	Y-50.000	I-25.000	J54.544			
N0100	G01	X-25.000	Y-10.000					
N0110	G01	X-15.000	Y-5.000					
N0120	G03	X0.000	Y-32.950	I15.000	J-9.950			
N0130	G03	X15.000	-5.000	I0.000	J18.000			
N0140	G01	X25.000	Y-10.000					
N0150	G40	G01	X42.000	Y-30.000				
N0160	G00	Z50.000						
N0170	G53	M05						
N0180	M30							



**Děkuji za pozornost!**

Ing. Petr Keller, Ph.D.

TU v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů a automatizace

[petr.keller@tul.cz](mailto:petr.keller@tul.cz)