

# CNC stroje. Definice souřadného systému, vztažných bodů, tvorba NC programu.

R. Mendřický, P. Keller (KVS) – Elektrické pohony a servomechanismy

19.10.2015

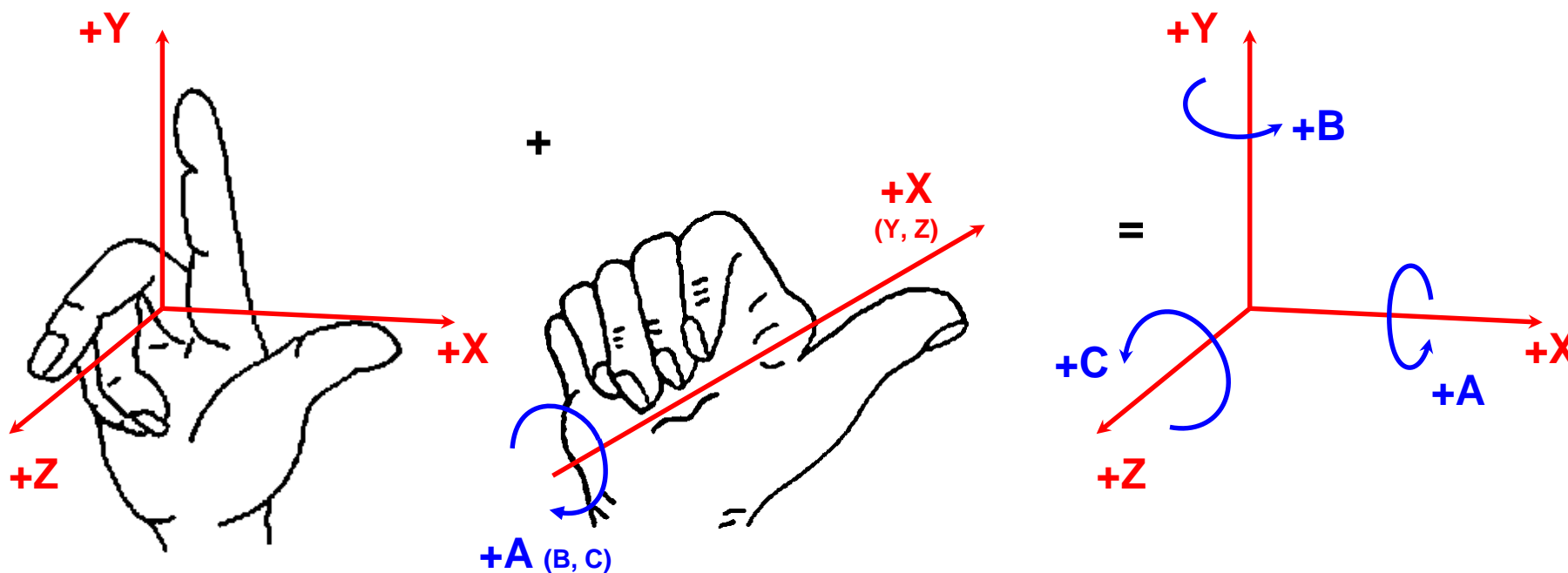
## Definice souřadného systému CNC stroje

- pro zadání trajektorie dráhy nástroje vůči materiálu je nezbytné jednoznačné určení souřadných os v pracovním prostoru stroje
- **osy stroje** jsou definovány jako **řízené pohyby** na CNC stroji
  - ⇒ posuvové osy – základní pohyby stroje
  - ⇒ rotační osy – také jako přídatná zařízení (otočný stůl apod.)
- uspořádání os je normalizováno (ISO 841)
  - ⇒ stejná pravidla pro většinu strojů

## Definice souřadného systému CNC stroje

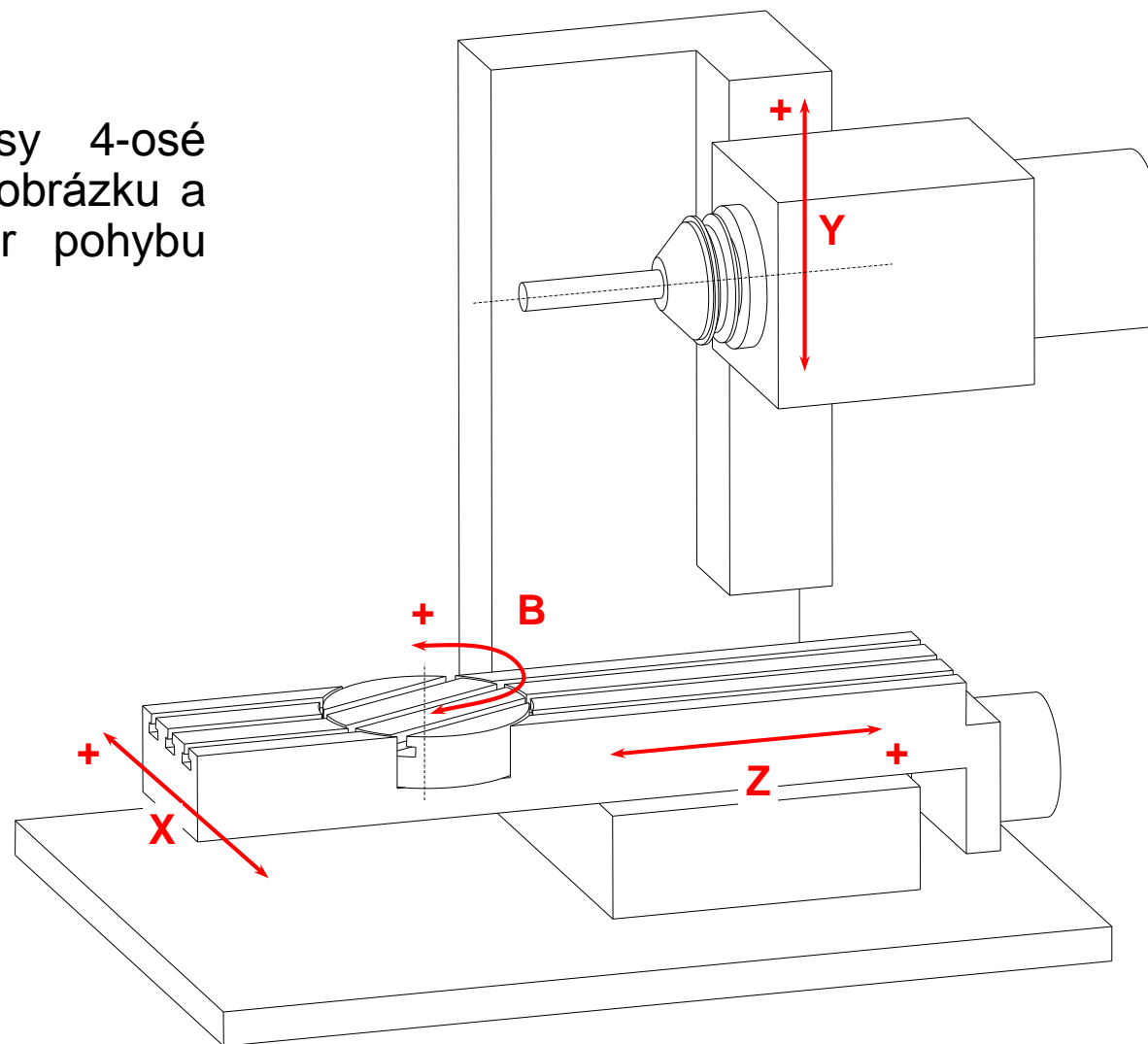
1. pravoúhlá souřadná soustava (kartézský souřadný systém)  
⇒ osy X, Y, Z
2. osa **Z je hlavní osou stroje**  
⇔ pohyb je rovnoběžný s osou např. hl. vřetene, drátu, plasmu apod.
3. osa **X je hlavní osa v rovině upínání** obrobku  
⇔ pohyb je rovnoběžný s rovinou např. stolu, čelní plochy sklíčidla apod.
4. rotační pohyby jsou označovány písmeny A, B, C  
⇔ rotace A kolem osy X, B kolem osy Y a C kolem osy Z
5. kladný smysl pohybu v posuvové ose je ve **směru narůstání obrobku**  
(uvažuje se pouze pohyb nástroje, materiál je pevný bez ohledu na pohyby stroje)
6. souřadný systém je orientován dle **pravidla pravé ruky** (viz následující obrázek)

# Definice souřadného systému CNC stroje - pravidlo pravé ruky



# Definice souřadného systému CNC stroje - procvičení definic

Popište jednotlivé osy 4-osé horizontální frézky na obrázku a vyznačte kladný směr pohybu nástroje.

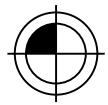


# Definice souřadného systému CNC stroje

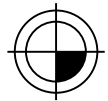
**Vztažné body CNC stroje** – významné body stroje, související s definicí souřadného systému

⇒ typicky počátek souřadného systému a řízený (programovaný) bod nástroje

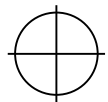
# Definice vztažných bodů CNC stroje



**M** - nulový bod stroje  
(stanoven výrobcem stroje – výchozí počátek souřadného systému)



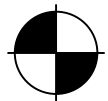
**W** - nulový bod obrobku  
(jeho polohu definuje programátor, váží se k němu všechny programované souřadnice drah v NC programu, jeho poloha je měřena od bodu M)



**N** - nulový bod nástrojového držáku  
(stanoven výrobcem stroje – referenční bod nástrojového držáku, ke kterému se vztahují rozměry všech nástrojů)

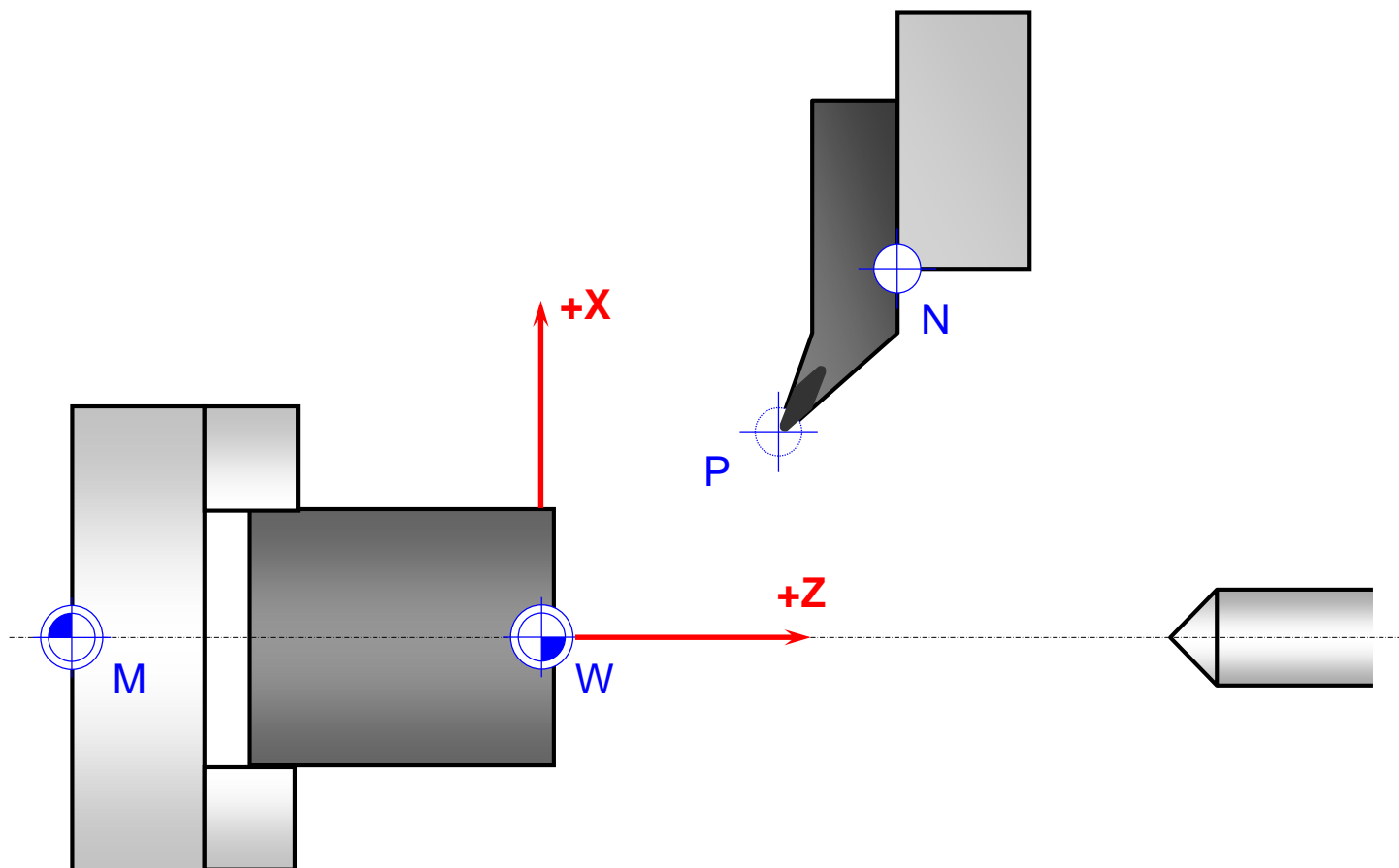


**P** - programovaný bod nástroje  
(soustružnický nůž – bod leží na teoretické špičce nože, rotační nástroje – bod leží v ose nástroje na jeho čele)



**R** - referenční bod  
(jeho poloha dána výrobcem stroje – po zapnutí stroje slouží k nalezení výchozího počátku souřadného systému M; nemá význam pokud má stroj absolutní odměřování polohy)

# Definice vztažných bodů CNC stroje - příklad uspořádání na dvouosém soustruhu





# Důsledky změny polohy vztažných bodů CNC stroje

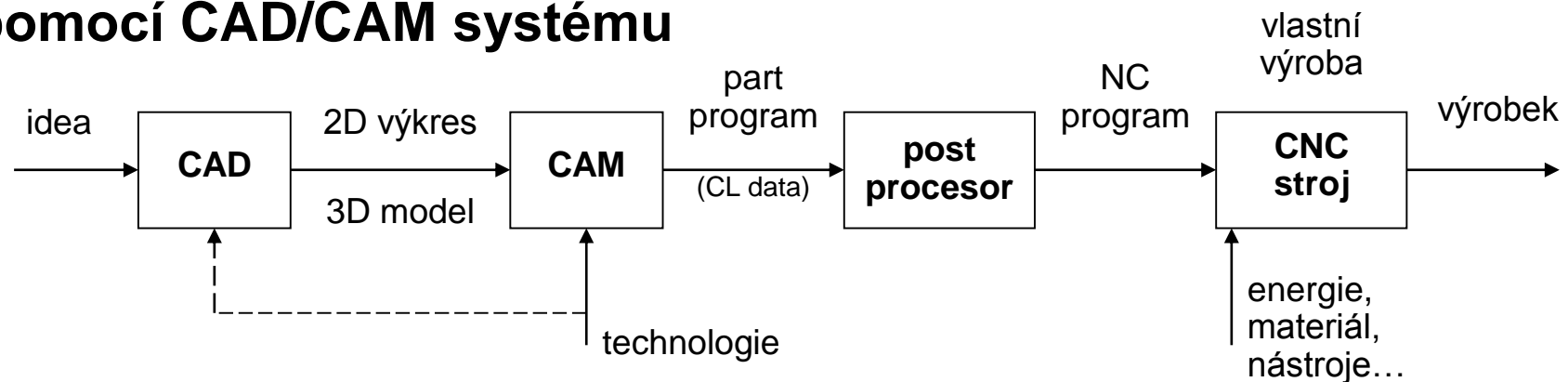
**Před vlastní prací na CNC stroji v automatickém režimu je nutné:**

1. Změřit posunutí programovaného bodu nástroje **P** od nulového bodu nástrojového držáku **N** pro každý používaný nástroj (tj. stanovit tzv. **korekce nástroje**).
2. Změřit posunutí nulového bodu obrobku **W** od nulového bodu stroje **M** (tzn. stanovit počátek souřadného systému spojeného s obrobkem).
3. Vytvořit NC program.

## 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

## Princip programování NC / CNC strojů

- při programování číslícově 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**

- pokud nebyly zadány korekce nástrojů a poloha nulového bodu obrobku, řídí se pohyb bodu **N** v souřadném systému stroje s počátkem **M** – **obvykle výchozí stav stroje**
- tzn. v úvodu NC programu je třeba přesunout počátek souřadného systému z bodu **M** do bodu **W** (počátek na obrobku)
- každý nástroj je třeba volat s příslušnou korekcí, aby byl řízen bod **P** břítu nástroje

## Princip programování NC / CNC strojů

Struktura programu a formát jednotlivých bloků (řádků programu) je dán normou – **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.**

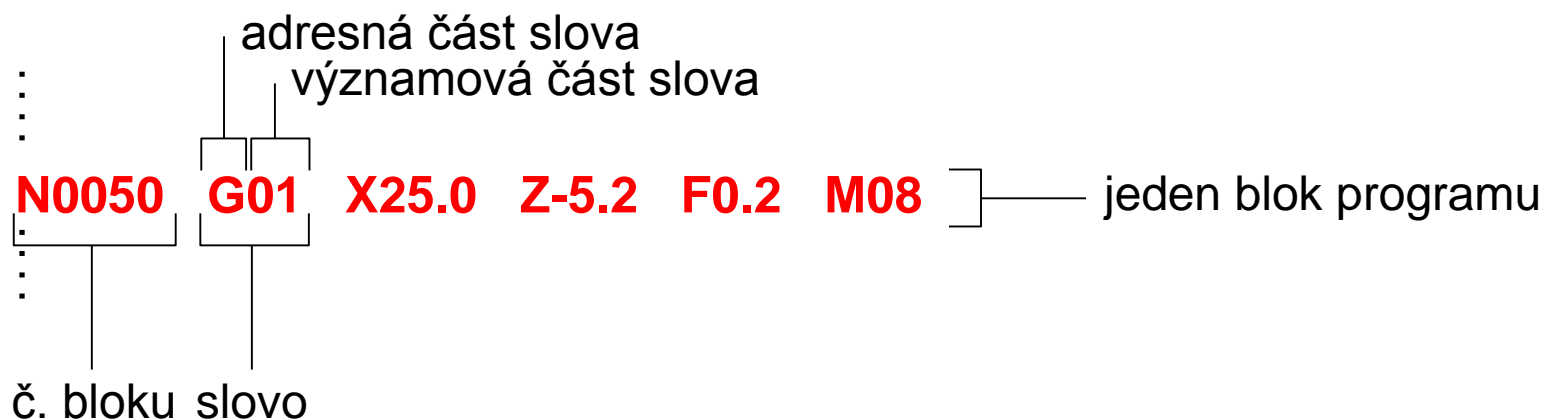
NC program je dle standardu ISO rozdělen na jednotlivé bloky (řádky programu). Každý řádek programu popisuje zpravidla jeden úkon (např. jeden pohyb nástroje).

## Základní části NC programu

- |         |                  |  |
|---------|------------------|--|
| 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.

### Příklad formátu bloku (jednoho řádku) NC programu:



## Funkce pro výměnu nástroje (T funkce)

Funkce **T** (z angličtiny Tool), významová část slova (tj. číslo) udává číslo nástroje, u některých systémů přímo spojené s korekcemi (rozměry) nástroje.

- pro zabezpečení správného obrobení musí být výměna nástroje spojena se zadáním **správné korekce nástroje** (jeho rozměrů) – v opačném případě dojde k vyrobení zmetku popř. až k havárii stroje!
- před vlastní výměnou nástroje musí většinou programátor zajistit **správné odjetí nástroje od výrobku**, aby při výměně nemohlo dojít ke kolizím, např. nástroj-obrobek (upínače apod.), nástroj-stroj atd. Některé moderní řídicí systémy mají zabudovány kontroly kolizí typu nástroj-stroj, popř. i nástroj-zadaná geometrie obrobku, vždy je ale na člověku kontrola správnosti zadání...

## Posuvová funkce (F funkce)

Funkce F (z angličtiny Feed) slouží k zadávání velikosti pracovního posuvu (rychlosti) nástroje. Jednotky se liší podle dalšího nastavení a také podle technologie – frézování, dělení materiálu apod. obvykle v [mm/min], soustružení, vrtání apod. v [mm/ot].

## Otáčková funkce (S funkce)

Funkce S (z angličtiny Speed) slouží k zadávání otáček vřetena – jednotky jsou obvykle [ot/min], popř. k nastavení řezné rychlosti typicky při soustružnických operacích s nastavenou konstantní řeznou rychlostí (G96) – jednotky jsou pak obvykle [m/min].

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

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	} funkce pracovního posuvu	— lineární interpolace
G02		
G03		} kruhová interpolace

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



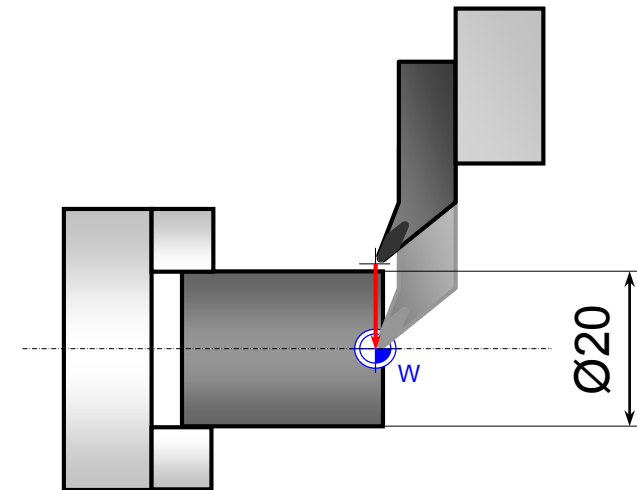
## Základní geometrické (přípravné) funkce (G funkce)

- ⇒ počáteční bod je vždy dán stávající polohou nástroje (tzn. systém už zná jeho souřadnice)
- ⇒ programuje se pouze koncový bod – daná funkce je doplněna slovy X, Y, Z, příp. A, B, C s příslušnými souřadnicemi v [mm], popř. ve stupních apod.

Příklad: zarovnání čela obrobku na soustruhu s odjetím

```

:
N0030 G00 X22.0 Z0.0
N0040 G01 X-0.4 F0.2
N0050 Z1.0
:
  
```

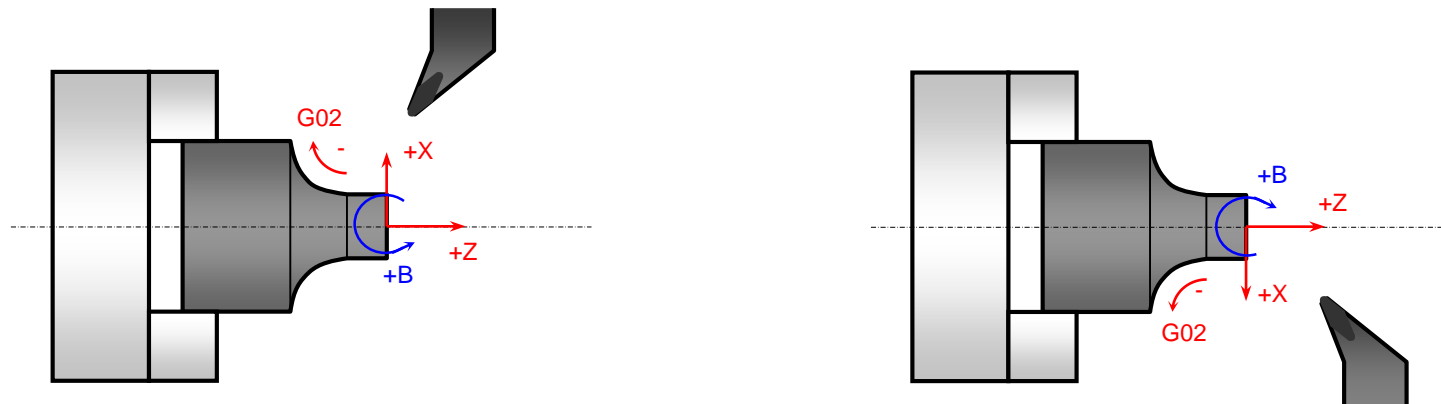


## G02, G03 – funkce pracovního posuvu - kruhová interpolace

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

## Další významné přípravné funkce

Funkce	Význam
G04	časová prodleva, parametr udává dobu čekání
G17	výběr roviny XY
G18	výběr roviny ZX
G19	výběr roviny YZ
G33	funkce řezání závitů
G40	korekce dráhy nástroje vypnuta
G41	korekce dráhy nástroje zapnuta – výpočet korigované dráhy vlevo od programované kontury ve směru pohybu nástroje
G42	korekce dráhy nástroje zapnuta – výpočet korigované dráhy vpravo od programované kontury ve směru pohybu nástroje
G53	zrušení posunutí nulového bodu obrobku, počátek je nastaven zpět do bodu M
G54...G59	posunutí nulového bodu obrobku, použití se na různých ŘS liší
G80	zrušení pracovního cyklu
G81...G89	pracovní cyklus 1...9, použití se na různých ŘS liší
G90	programování v absolutních souřadnicích – všechny programované souřadnice jsou vztaženy k počátku souř. systému
G91	programování v přírůstkových souřadnicích – všechny programované souřadnice jsou vztaženy k předchozímu bloku
G92	přímé nastavení nul. bodu obrobku / omezení max. otáček vřetena (ve spojení s G96) – liší se dle ŘS
G94	nastavení jednotek rychlosti posuvu na [mm/min]
G95	nastavení jednotek rychlosti posuvu na [mm/ot] nebo [μm/ot]
G96	konstantní řezná rychlost při soustružení ⇒ otáčky se mění v závislosti na obráběném průměru
G97	konstantní otáčky při soustružení (zrušení předchozí funkce)

## Pomocné funkce (M funkce)

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 (automatického cyklu)
M03	roztočení vřetena vpravo
M04	roztočení vřetena vlevo
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.)