

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. 8: Úvod do problematiky programování CNC strojů



Ing. Petr Keller, Ph.D.

Programování CNC strojů

– základní pojmy

NC / CNC stroj slouží pro automatizované zpracování materiálu na základě sekvence (kódu, programu) určeného pro řízení stroje, tj. bez přímého ručního ovládání operace.

- NC stroj - číslíkově řízený stroj (**N**umerical **C**ontrol)
- CNC stroj - stroj s číslíkovým řízením počítačem (**C**omputer **N**umerical **C**ontrol)
- CAD - počítačová podpora konstrukce (**C**omputer **A**ided **D**esign)
- CAM - počítačová podpora výroby (**C**omputer **A**ided **M**anufacturing)
- CAD/CAM - počítačový systém s integrovanou podporou konstrukce a výroby součásti (podpora výroby je často „jen“ na úrovni NC programu)

V dnešní terminologii je NC strojem většinou myšlen CNC stroj...

Číslicově řízené obráběcí stroje – vznik, jejich výhody a nevýhody

- první NC stroj – 1952 Massachusetts Institute of Technology
- NC / CNC stroje = **pružná automatizace**

- **výhody NC / CNC strojů**

Základní výhoda: umožňují výrobu i **velmi složitých součástí**

zkrácení výrobních časů, snížení neproduktivních vedlejších časů, vyšší přesnost a opakovatelnost, nižší zmetkovitost, menší požadavky na kontrolu, často menší nároky na upínače, menší nároky na obsluhu stroje apod.

- **nevýhody NC / CNC strojů**

vysoké počáteční investice a poté servisní výdaje, další náklady na podpůrné vybavení stroje (měřicí zařízení pro seřizování nástrojů, dopravní a manipulační zařízení...), složitá příprava výroby ⇒ nutný kvalifikovaný personál pro vytváření NC programů, apod.

Číslicově řízené obráběcí stroje – ŘS Okuma z roku 1963



Ukázky možností moderních CNC strojů



Definice souřadného systému CNC stroje

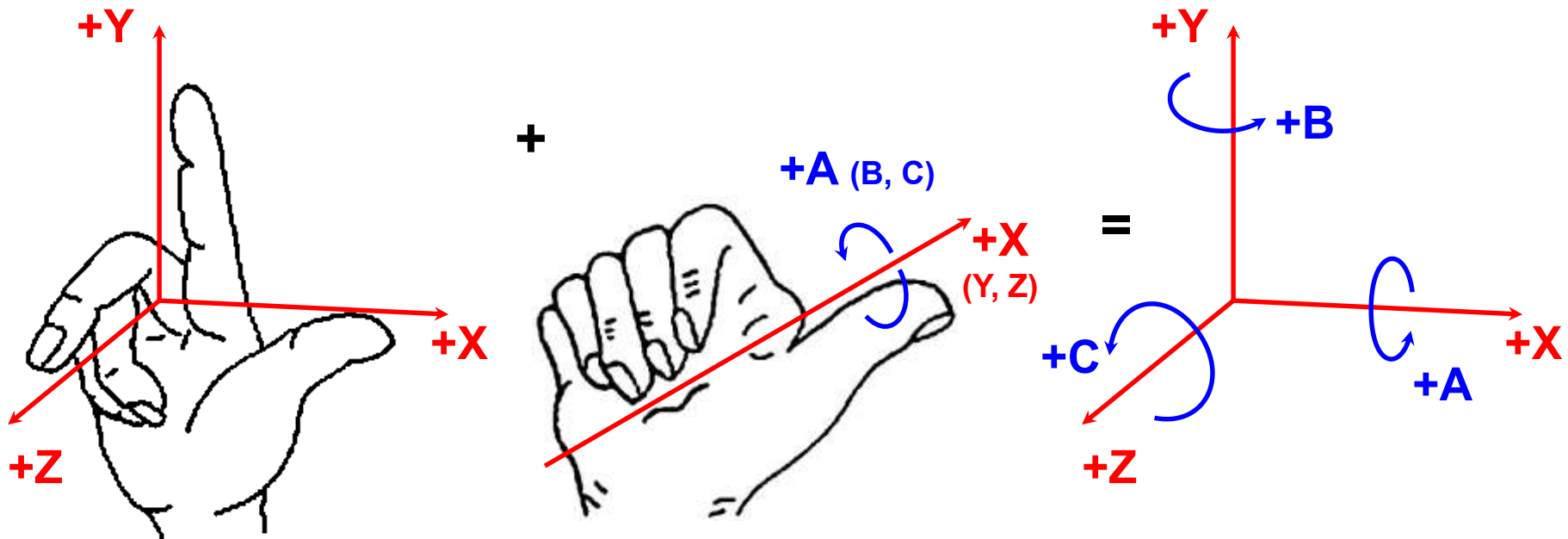
- pro zadání trajektorie dráhy nástroje vůči materiálu je nezbytné jednoznačné určení souřadných os v pracovním prostoru stroje
- **osy stroje** jsou definovány jako **řízené pohyby** na CNC stroji (musí být umožněno uživatelsky řídit **POLOHU** a **RYCHLOST**)
 - ⇒ posuvové osy – základní pohyby stroje
 - ⇒ 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 (U, V, W)
písmena U, V, W označují tzv. sdružené osy – pokud je v jednom směru více řízených pohybů (často též označování indexy, např. $X_1, X_2, Y_1, Y_2, Z_1, Z_2$)
2. **osa Z je hlavní osou stroje**
⇔ pohyb je rovnoběžný s osou např. hl. vřetene, drátu, plasmy 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**
(pohyb nástroje je od materiálu, tj. do materiálu v záporném směru)
6. souřadný systém je orientován dle **pravidla pravé ruky** (viz následující obrázek)

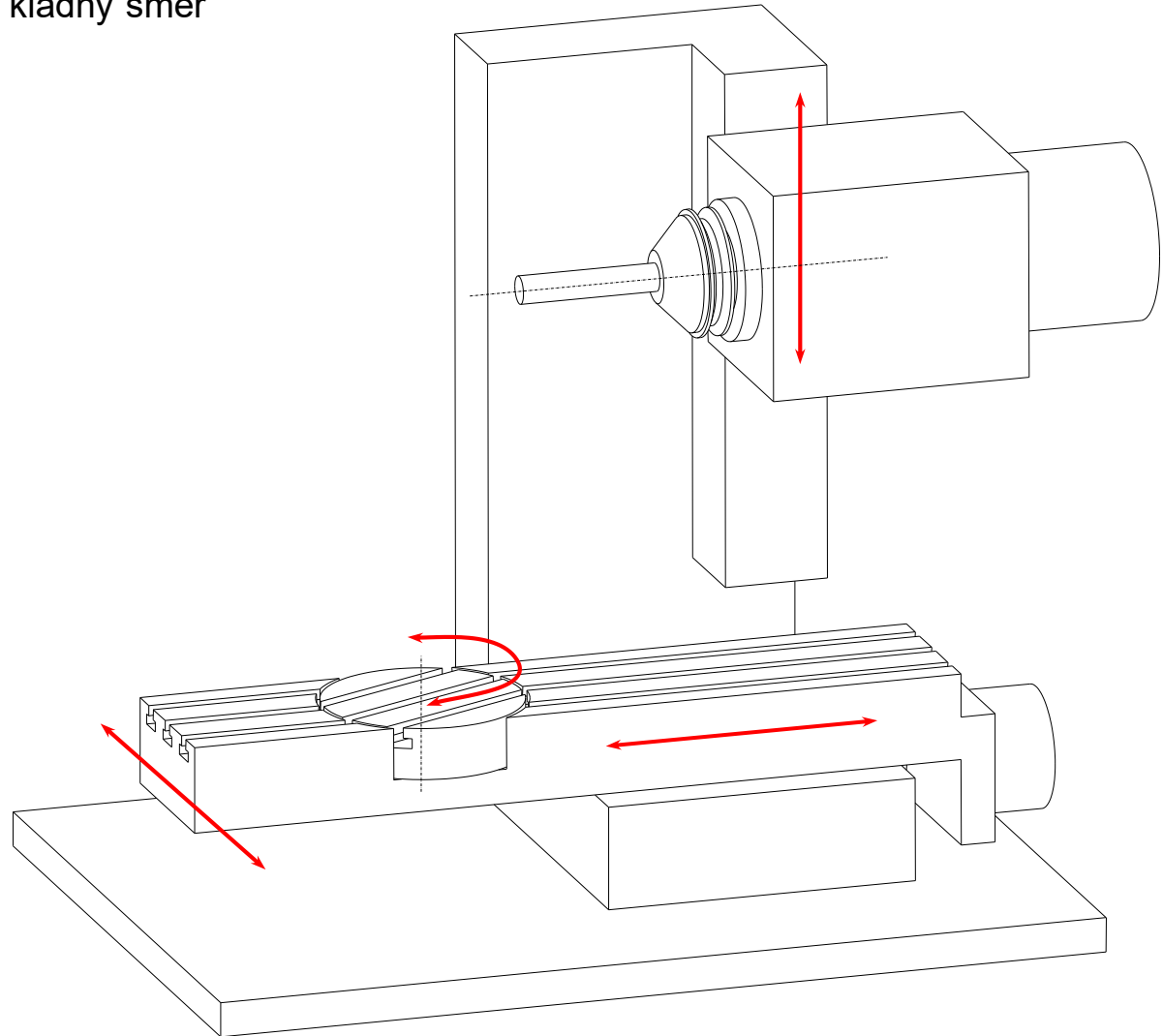
Definice souřadného systému CNC stroje

- pravidlo pravé ruky pro posuvové a rotační osy



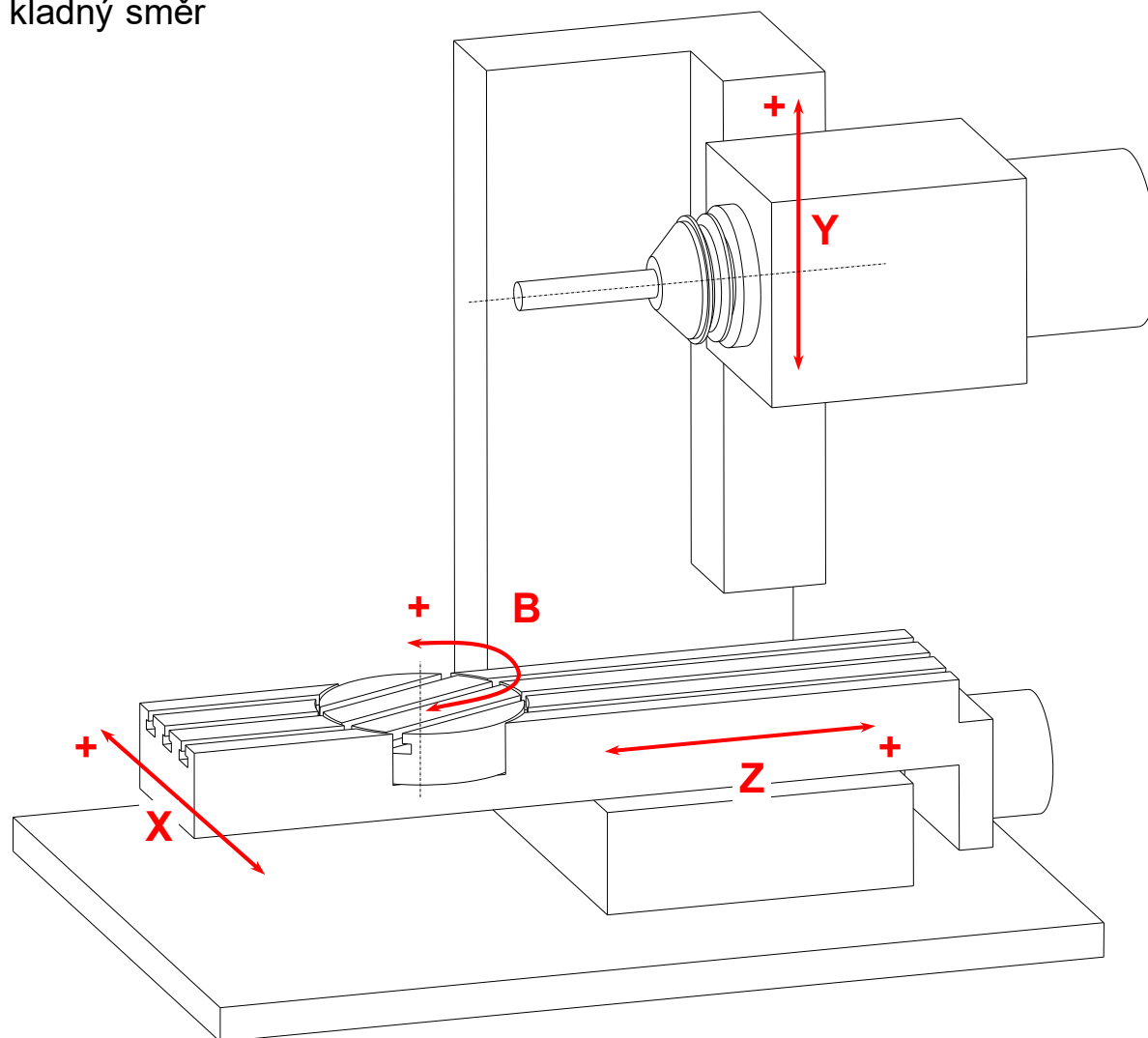
Souřadné systémy – procvičení definic

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

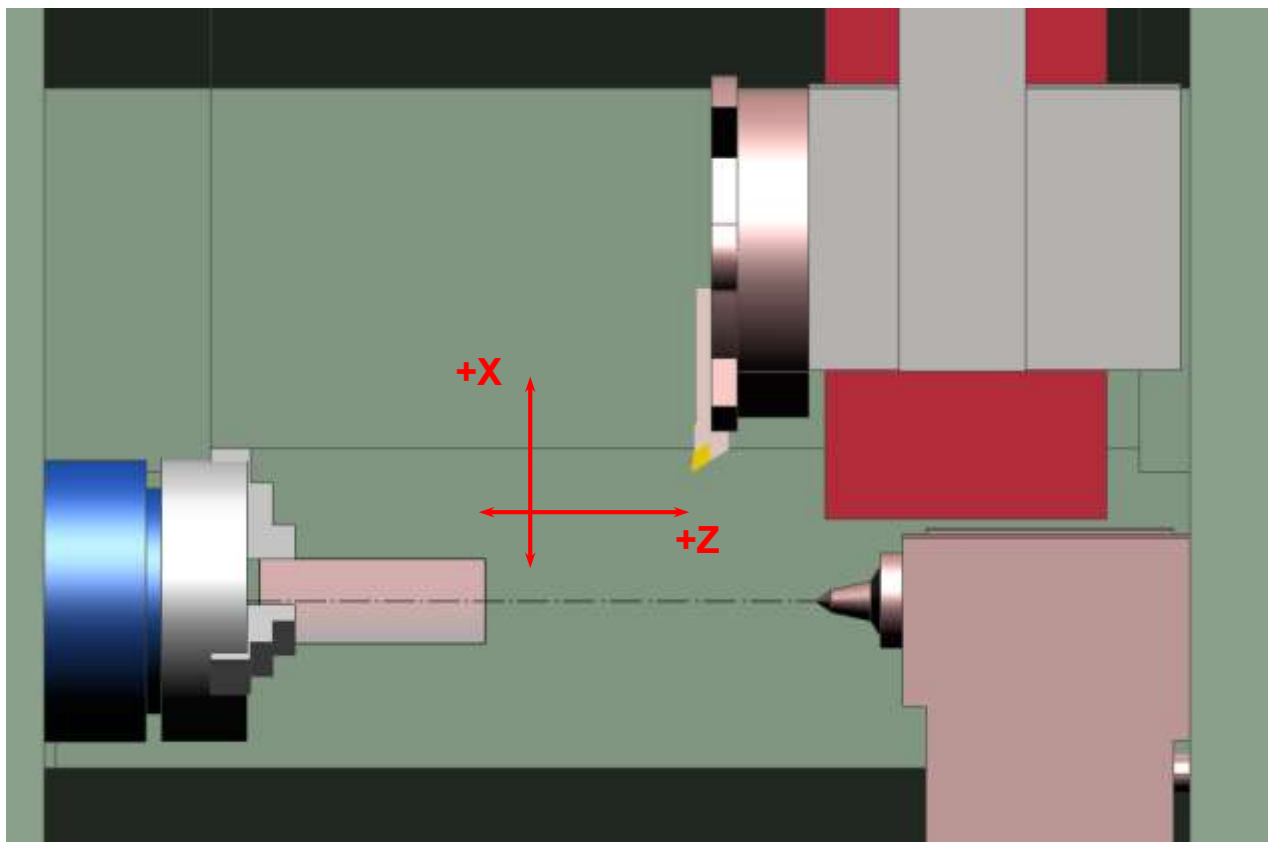


Souřadné systémy – procvičení definic – řešení

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

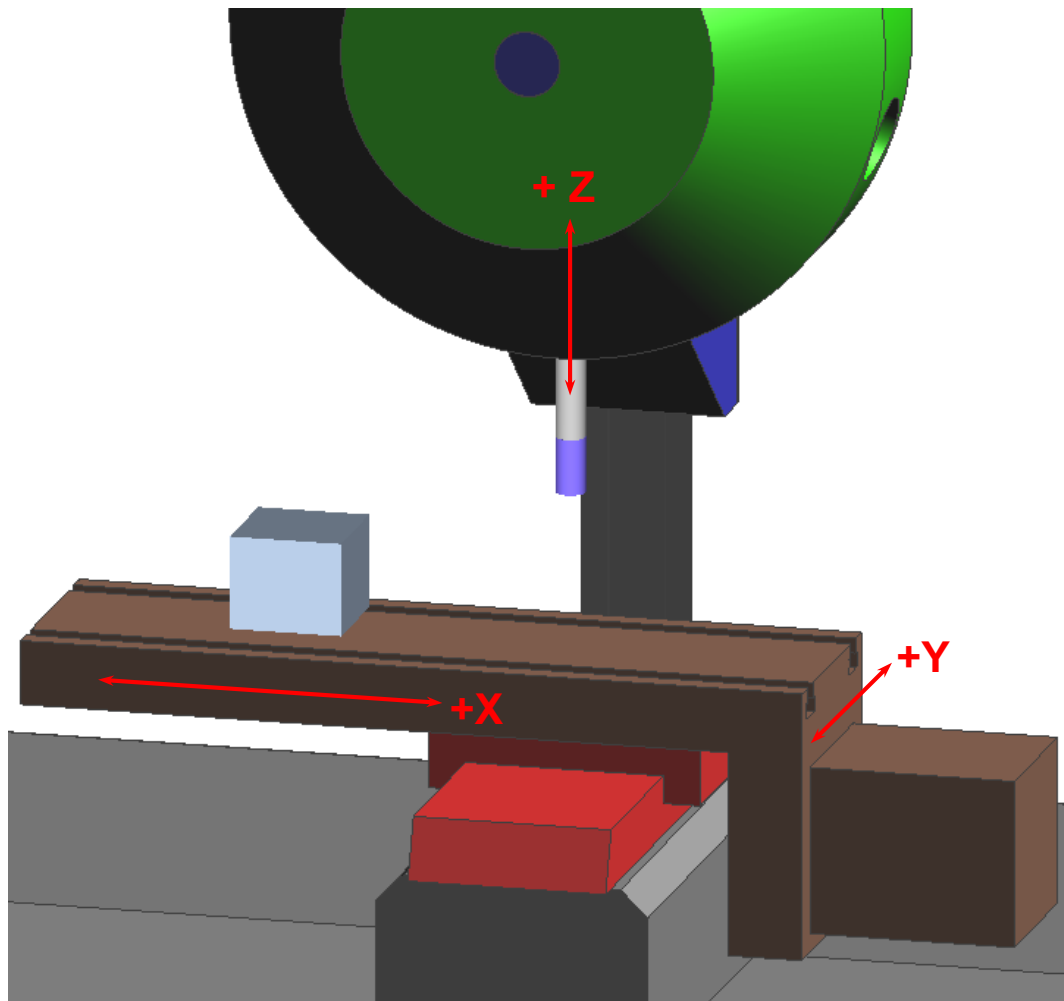


Definice souřadného systému stroje - příklady



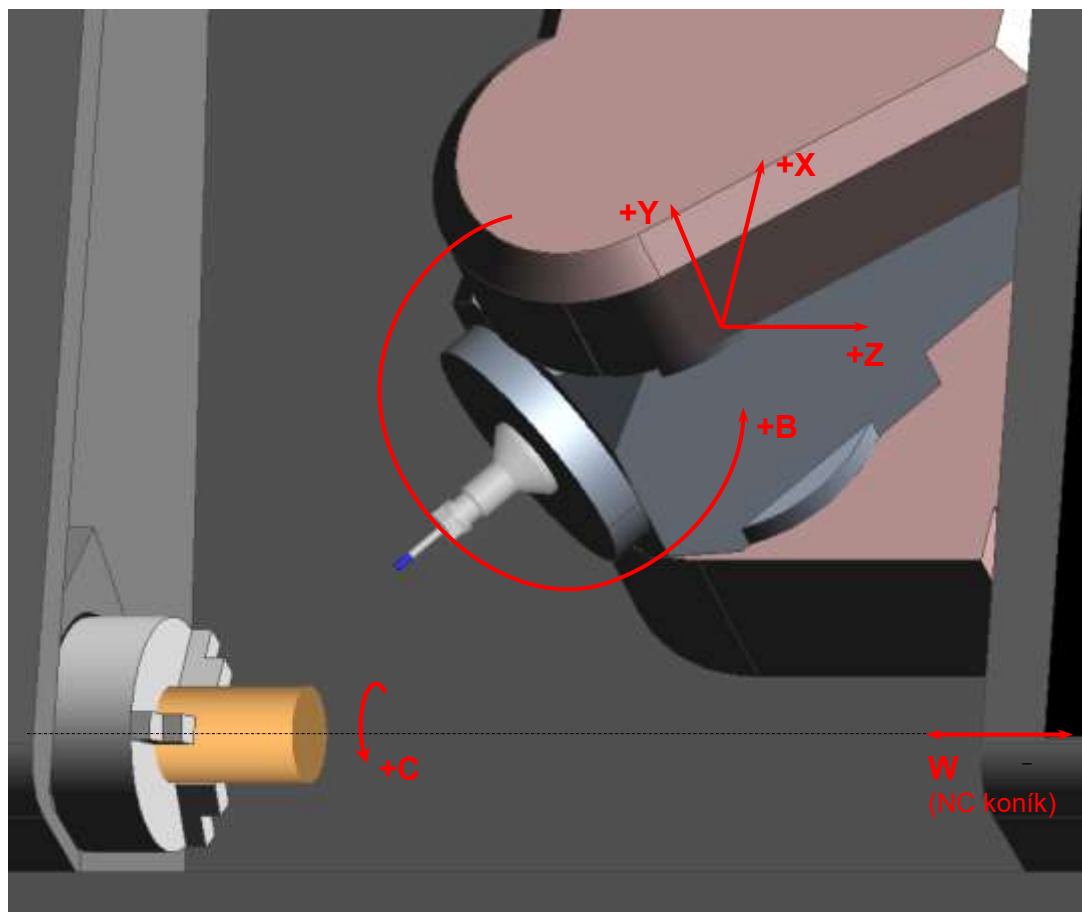
uspořádání souřadného systému na 2-osém soustruhu
(stroj EmcoTurn E120P v laboratoři KSA, včetně tzv. digitálního dvojčete)

Definice souřadného systému stroje - příklady



uspořádání souřadného systému na 3-osé vertikální frézce

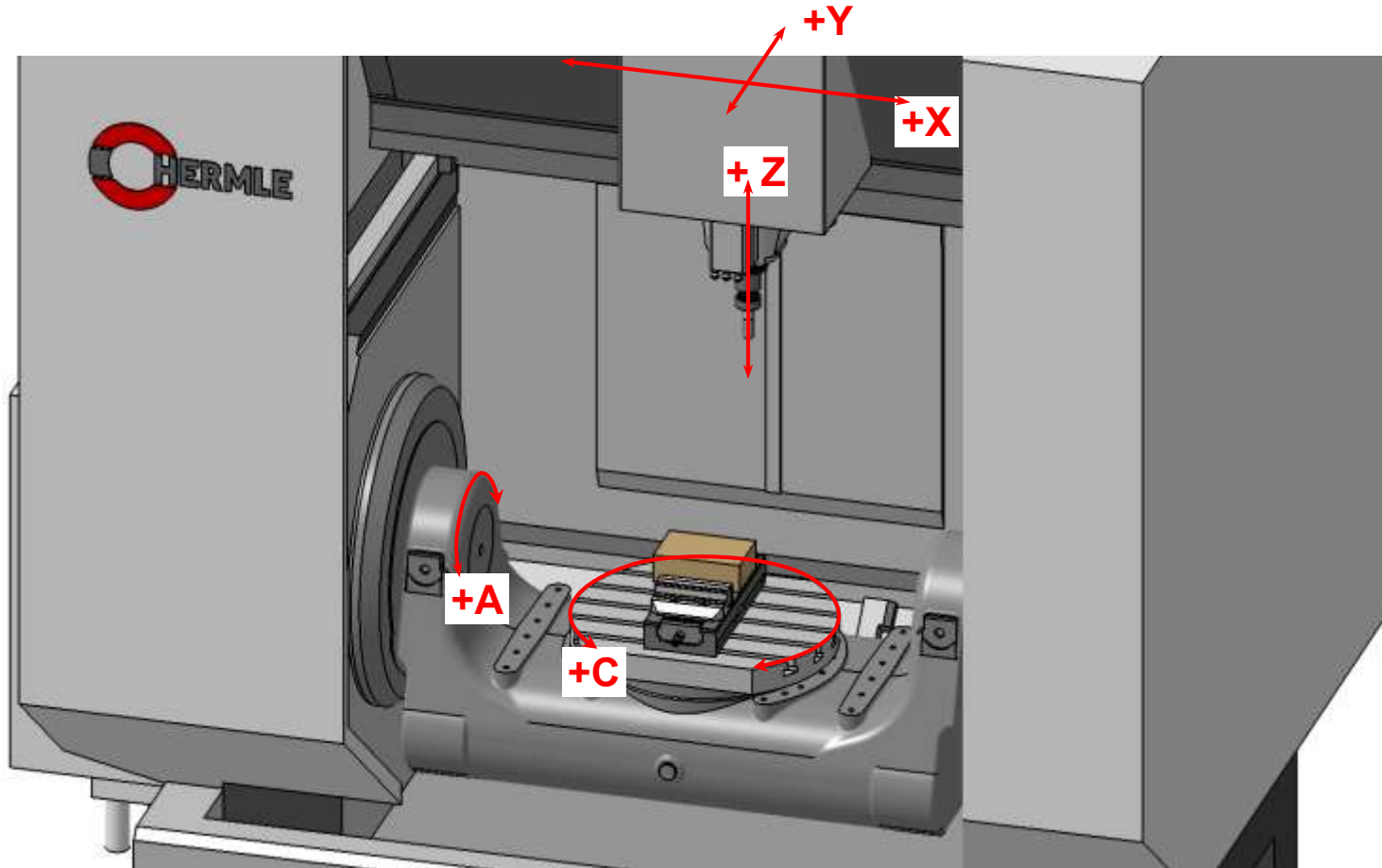
Definice souřadného systému stroje - příklady



pozn.: vždy je
zobrazen souřadný
systém, nikoli směry
pohybu jednotlivých
částí stroje
(v případě, že se
nejedná o pohyb
spojený přímo s
pohybem nástroje to
je naopak)!

uspořádání os na pětiosém soustružnicko - frézovacím centru Mazak Integrex 100-IV
v laboratořích KSA

Definice souřadného systému stroje - příklady



pozn.: vždy je
zobrazen souřadný
systém, nikoli směry
pohybu jednotlivých
částí stroje
(v případě, že se
nejedná o pohyb
spojený přímo s
pohybem nástroje to
je naopak)!

uspořádání os na pětiosém frézovacím centru Hermle C 250 v laboratořích KSA

Definice vztažných bodů CNC stroje

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

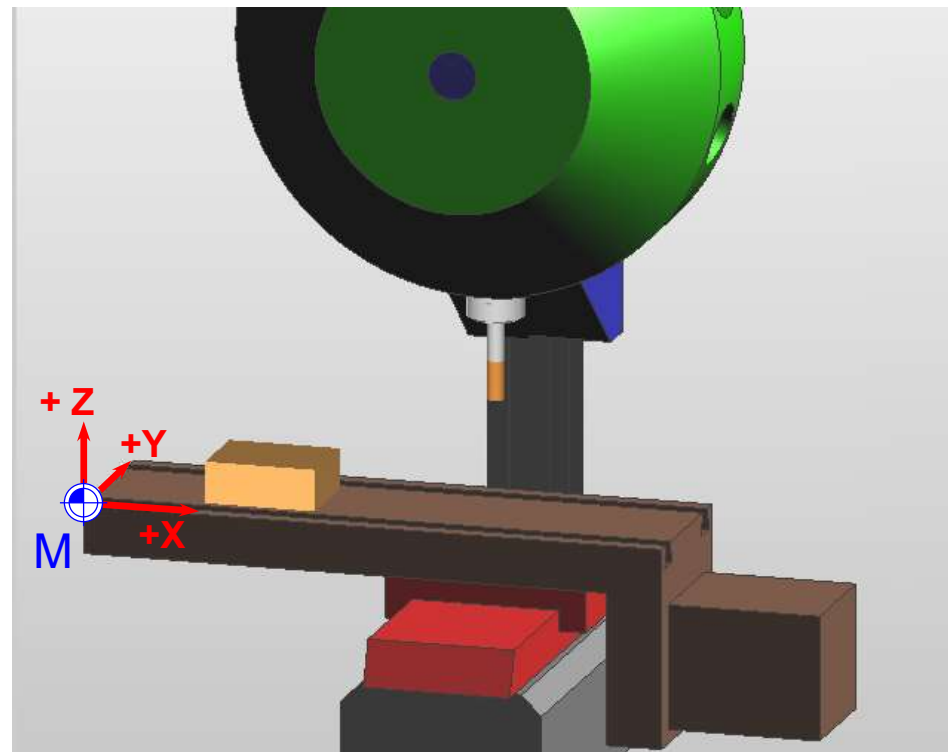
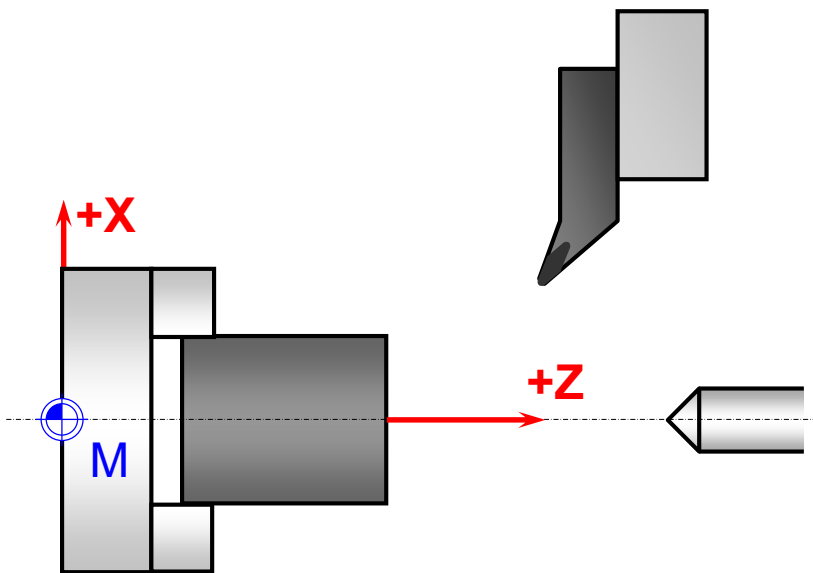
⇒ typicky počátek souřadného systému
a řízený (programovaný) bod nástroje

Definice vztažných bodů CNC stroje

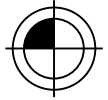


M - nulový bod stroje

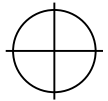
(stanoven výrobcem stroje – výchozí počátek souřadného systému)



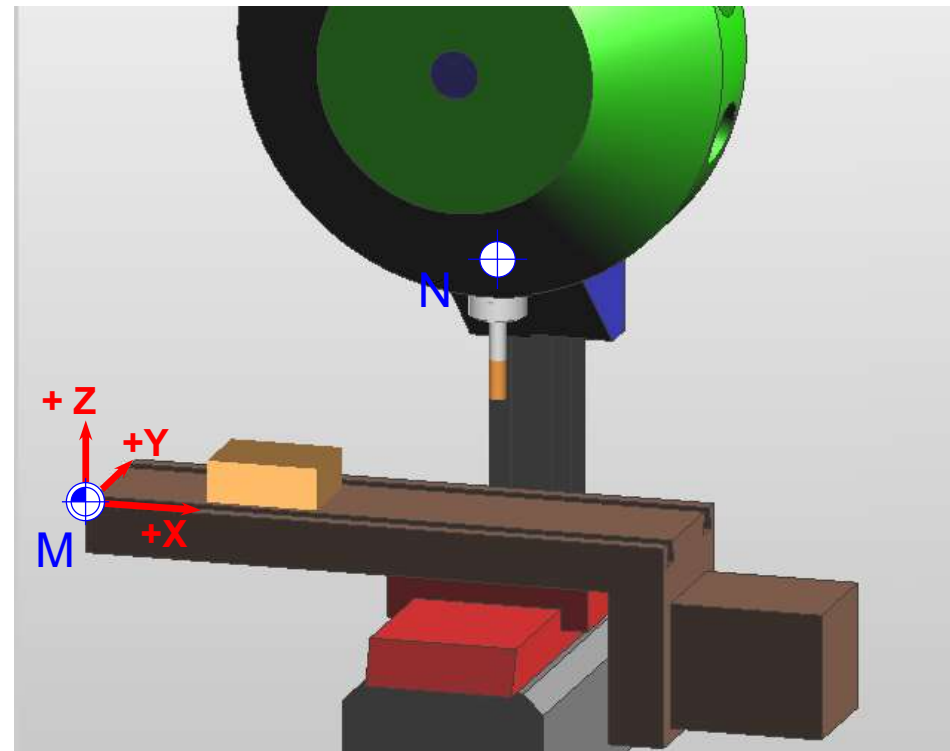
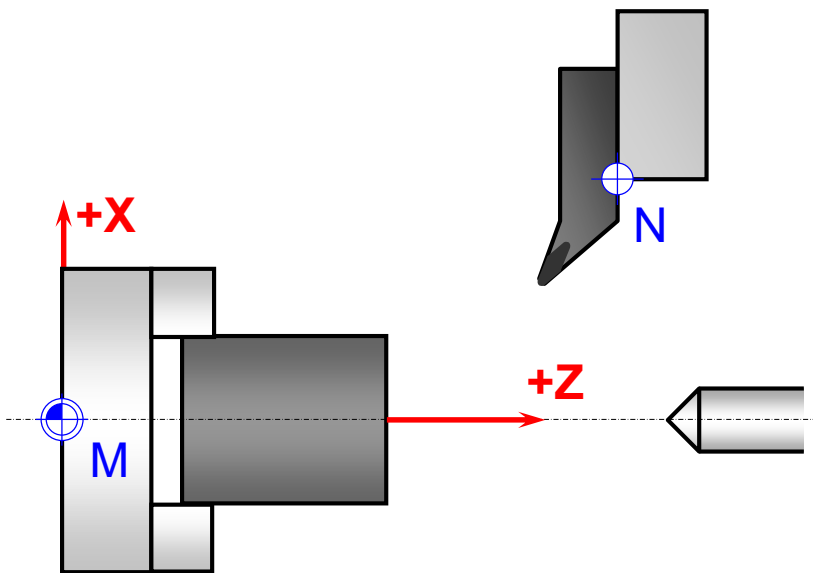
Definice vztažných bodů CNC stroje



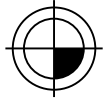
M - nulový bod stroje
(stanoven výrobcem stroje – výchozí počátek souřadného systému)



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

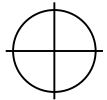


Definice vztažných bodů CNC stroje



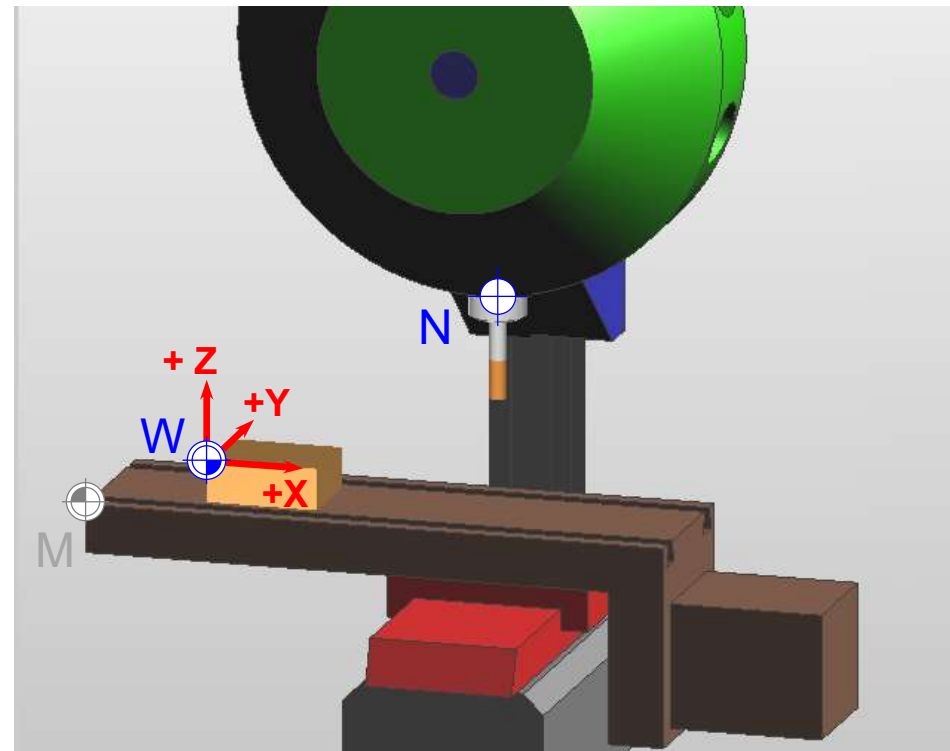
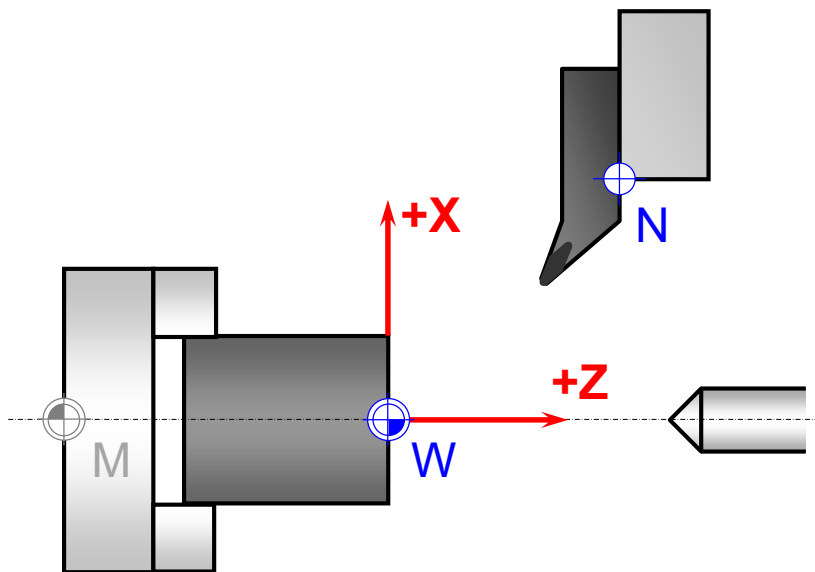
W - nulový bod obrobku

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

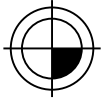


N - nulový bod nástrojového držáku

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



Definice vztažných bodů CNC stroje



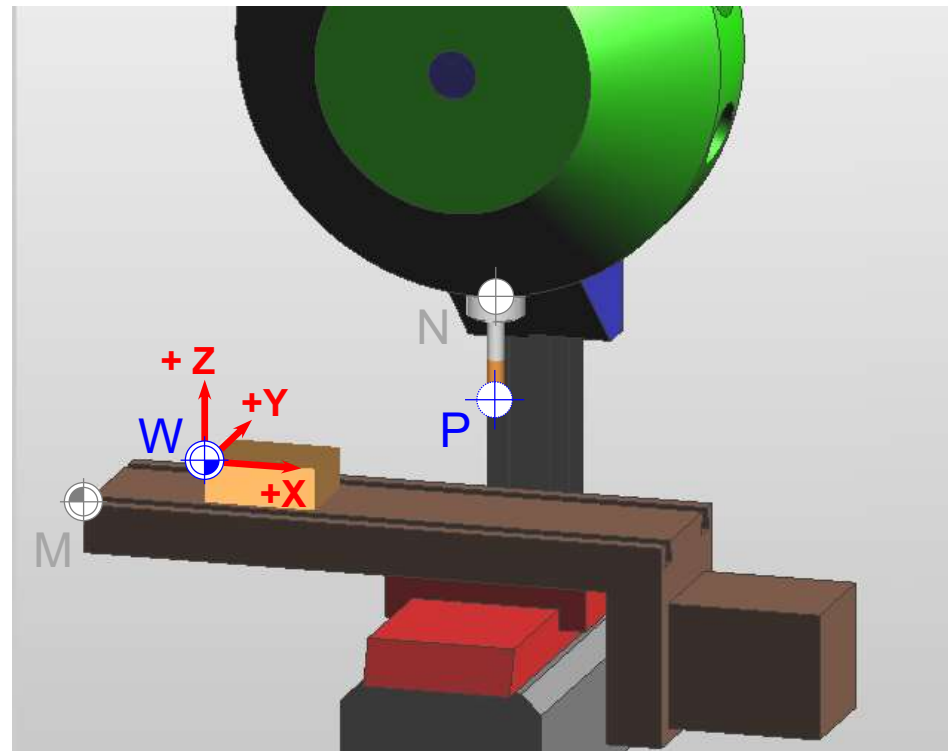
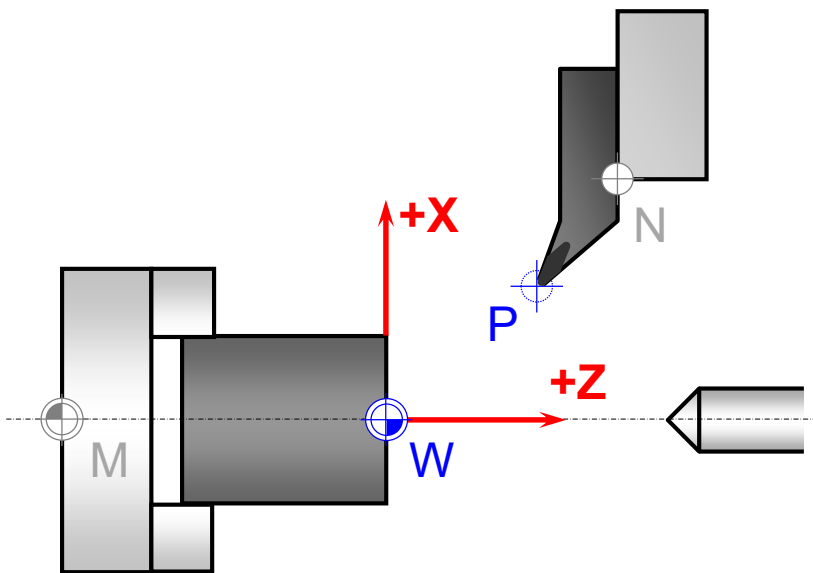
W - nulový bod obrobku

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

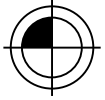


P - programovaný bod nástroje

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



Definice vztažných bodů CNC stroje – shrnutí



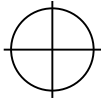
M - nulový bod stroje

(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)



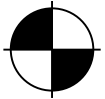
N - nulový bod nástrojového držáku

(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)

Důsledky změny polohy vztažných bodů CNC stroje

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

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

Obvykle je reálný postup opačný – nejprve je vytvořen NC program, popisující technologický postup výroby. Tím jsou známy potřebné nástroje, které je nutno seřizovat. Nakonec je upnut materiál a nastavena jeho poloha v pracovním prostoru stroje.

Děkuji za pozornost!

Ing. Petr Keller, Ph.D.

TU v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů a automatizace

petr.keller@tul.cz