Lesnická a dřevařská fakulta

2013, Brno

Připravil: Ing. Vít Novák, Ph.D.

NC a CNC obráběcí stroje

COC - CNC obráběcí centra

Mendelova univerzita v Brně

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Co je cílem předmětu?

- **Všeobecný přehled o NC a CNC strojích**
  - základní tipy NC a CNC strojů a jejich rozdělení
  - používané nástroje, jejich konstrukce a parametry
  - používané řezné oceli a jejich výroba a parametry

- **Použití NC a CNC strojů ve výrobě**
  - výhody a nevýhody
  - požadavky na ně kladené
  - postup volby CNC stroje do výroby

- **Seznámení s**
  - obsluhou
  - programováním
  - praktické ukázky na stroji **SCM** Tech 99
  - praktické ukázky na stroji **HOMAG** Venture 13M

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

- Úvod do problematiky NC a CNC strojů
- Vývoj číslicově řízených strojů
- NC a CNC řízení obráběcích strojů
- Výhody a nevýhody CNC a NC strojů
- Prvky CNC řídicího systému
- Souřadné systémy u CNC

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úvod

- V posledních letech jsou kladeny stále vyšší nároky na geometrickou a rozměrovou přesnost a kvalitu vyráběných součástí za předpokladu co největší produktivity a co nejnižších náklady.
- Aby tohoto bylo dosaženo, jsou nahrazovány zastaralé jednoúčelové stroje řízené pomocí tzv. tvrdé automatizace (šablony, narážky, vačky) za moderní stroje řízené pomocí tzv. pružné automatizace.
- Do této skupiny se řadí například NC a CNC stroje. Tyto stroje se stále více uplatňují v malosériové, sériové, ale i hromadné výrobě, a to díky klesajícím cenám hardwaru a zvyšujícím se kvalitám konstrukce CNC strojů a jejich řídicích systémů.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úvod do problematiky NC a CNC strojů

- Co je to NC nebo CNC stroj?
- Základní otázka která musí být zodpovězena. Tyto zkratky, které jsou hojně využívány při označování obráběcích a jiných strojů, pocházejí z anglických slov:
- ***NC*** *stroj –* ***N****umerical* ***C****ontrol (číslicov) řízený stroj),*
- ***CNC*** *stroj –* ***C****omputerized* ***N****umerical* ***C****ontrol (počítačem řízený NC stroj).*

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

Úvod do problematiky NC a CNC strojů

- Mezi další výrazy vyskytující se ve spojitosti s obráběním lze zařadit:
- ***DNC*** *– **D**istributed **N**umerical **C**ontrol (centrální počítačové řízení NC strojů),*
- ***CAD*** *– **C**omputer **A**ided **D**esign (počítačová podpora konstrukce),*
- ***CAM*** *– **C**omputer **A**ided **M**anufacturing (počítačová podpora výroby),*
- ***CAD/CAM*** *– počítačový systém s integrovanou podporou konstrukce a výroby součástky.*

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vývoj číslicově řízených strojů

- V průběhu dvacátého století došlo vlivem světových válek a soupeření o vesmír k velkému rozvoji průmyslu. Byla snaha nahradit manuální práci člověka strojem a tím zefektivnit výrobu, neboli urychlit, zlevnit a automatizovat výrobní proces.
- Počátkem 50. let 20. století byly v Americe vyvinuty první numericky řízené stroje tzv. NC stroje.
- Jednalo se o klasický stroj vybavený jednoduchým řídicím systémem s elektronkovými obvody (obvody s vakuovými lampami, který zpracoval vložené informace do čtecího zařízení, převedl a následně odeslal informace k vykonání do místa požadovaného příkazem. Nejčastějším nositelem informací v této době byl děrný štítek či páska.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

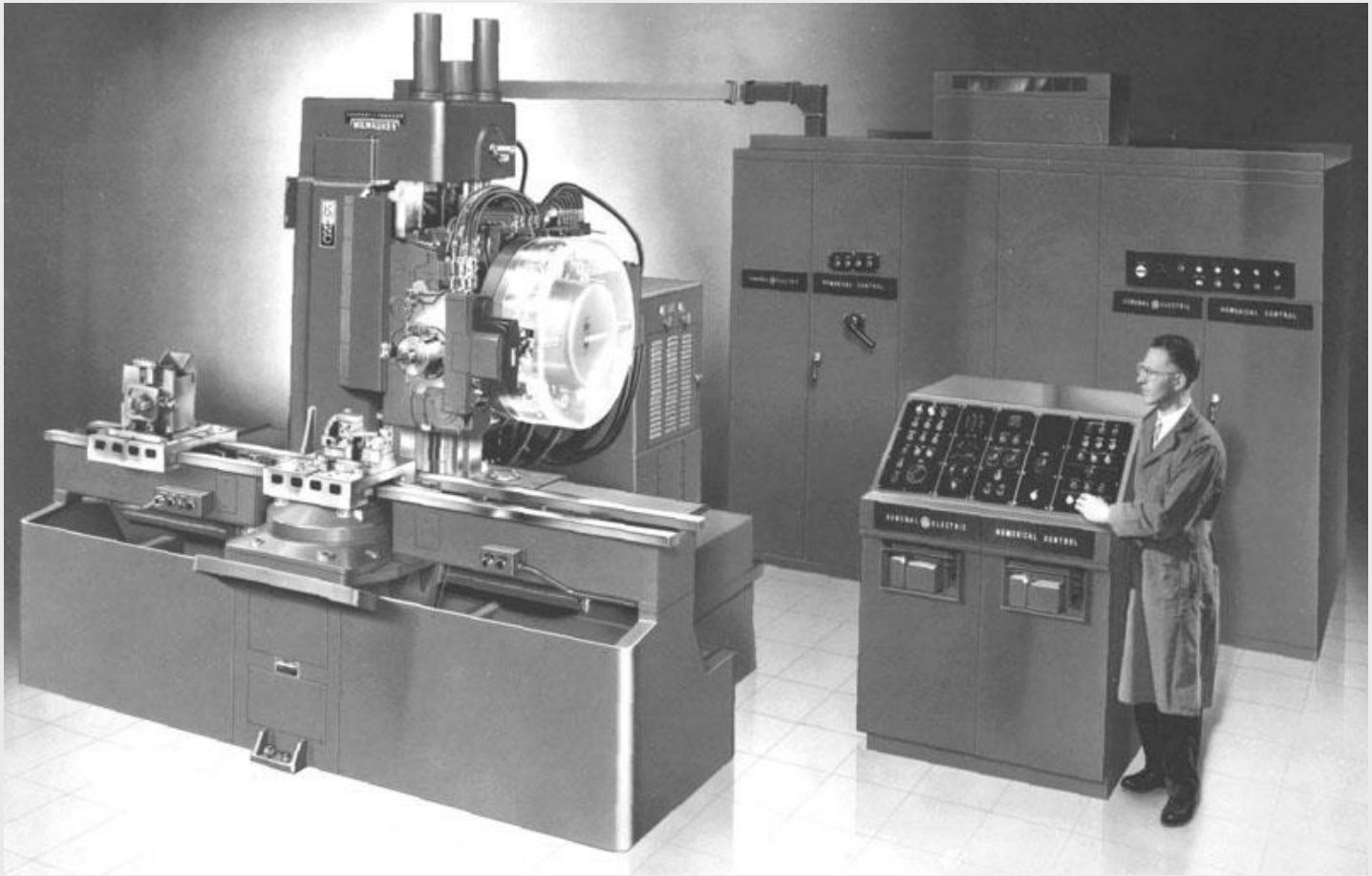
Vývoj číslicově řízených strojů

- Vývoj automatizovaných systémů byl urychlen na počátku 70. let s rozvojem elektrotechniky, kdy začaly vznikat první NC systémy na bázi základních integrovaných obvodů.
- Za velmi důležité časové období pro CNC techniku, počítačově číslicově řízené stroje, je možno považovat průběh Ř0. a 90. let, během kterých došlo k výraznému prosazení soustružnických i frézovacích center v technologii třískového obrábění.
- Stroje začaly být vybavovány jednoduchými zásobníky nástrojů, podavači obrobků, senzory pro sledování pohonů a mechanizmů.
- Představa o strojích byla jasná a reálná, vyvinout stroj, na kterém je možno pružně měnit výrobu s minimálním zásahem člověka v co možná nejkratším čase.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vývoj číslicově řízených strojů



Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vývoj číslicově řízených strojů

- Dnešní CNC stroje jsou konstrukčně podobné svým předchůdcům, avšak liší se technologickými možnostmi a parametry.
- Odlišnosti a zdokonalení jsou viditelné v oblasti: výměny nástrojů, mezioperační dopravy obrobků, třískového hospodářství, přesnosti výroby (0,001mm) a kontroly, pružnosti výroby, opakovatelnosti, výroby složitějších dílců a v neposlední řadě otázky ekologie.
- Může se zdát, že stroje na počátku 21. století již nepotřebují zdokonalovat, ale to je jen milná představa. Stejně jako se vyvíjí člověk, tak i technologie jím vynalézané se budou měnit a přizpůsobovat jeho životu. V dnešní době se hlavní směr vývoje CNC techniky ubírá k provázanosti externích počítačových stanic s integrovanými CAD/CAM systémy ve strojích, neboli zdokonalováním DNC řízení.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vývoj číslicově řízených strojů

- **Z historického hlediska** lze rozpoznat **4 základní etapy vývoje číslicov) řízených strojů**, které mohou být označeny jako vývojové generace:

- **NC stroje 1. vývojové generace**
- Jedná se o stroje nejjednodušší koncepce založené na konstrukci konvenčních strojů doplněné o číslicově řídicí systém, který umožňuje stavění souřadnic (vrtačky, vyvrtávací stroje) a řízení v pravoúhlých souřadnicích.
- Pro dnešní požadavky strojírenské výroby jsou tyto systémy nevyhovující s ohledem na technologické možnosti stroje, přesnost, spolehlivost a efektivitu procesu.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vývoj číslicově řízených strojů

- **NC stroje 2. vývojové generace**

Stroje jsou již vybaveny servopohony, revolverovými hlavami, zásobníky nástrojů a dovolují řízení v základních pracovních cyklech, během kterých lze využívat více nástrojů. Systémy jsou doplněny o paměť, umožňují souvislé řízení ve dvou osách a editaci programů.

- **NC stroje 3. vývojové generace**

Oproti předchozí generaci jsou schopny souvislého řízení ve třech osách. Dochází ke zvýšení přesnosti, produktivity výroby, množství nástrojů v zásobníku a k využívání senzoru pro sledování pohonů a mechanizmů. Jednotlivá zařízení jsou integrována do výrobních celků umožňujících počítačové řízení technologického postupu výroby od vstupu po výstup součástky.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vývoj číslicově řízených strojů

- **NC stroje 4. vývojové generace**
- Vyznačují se souvislým řízením ve více než 3 osách a vlastní realizací vědeckých poznatků.
- Převážně se jedná o typy strojů, u nichž se zavádějí nové metody v konstrukci a využití strojů, umožňují například: laserové seřízení nástroje či rozměrovou kontrolu obrobku, zpracování programu pomocí CAD/CAM systémů s využitím postprocesorů, atd.

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

Historie NC a CNC strojů

NC stroj (z angl. Numerical control)

- je výrobní stroj doplněný o digitální odečítání pohybu souřadnic nástroje, které se zobrazují dělníkovi na displeji. Nemusí tedy vše odměřovat ručně.

- Za jejich vynálezce je považován John T. Parsons (strojník a prodavač v obráběcí společnosti jeho otce, Parsons Corp),
příchod éry NC soustruhů je pak datován do roku 1942.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Historie NC a CNC strojů

CNC stroj (computer numerical controlled)

- je takový NC stroj, který je doplněný o výkonné servomotorové pohony na všech vedlejších osách stroje.
- Je plně řízený počítačem a hodí se pro velkosériovou výrobu. Data se vkládají přímo do počítače na stroji pomocí číslic v osách.
- CNC stroje (soustruhy) byly poprvé vyrobeny v Massachusetts Institute of Technology v roce 1952.

více např. na: http://cs.wikipedia.org/wiki/Computer_Numeric_Control

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CNC obráběcí stroje dnes

- Moderní CNC frézy se příliš neliší v pojetí od původního modelu postaveného na MIT v roce 1952.
- Jak se vyvíjel řídící hardware, vyvíjely se i obráběcí stroje. Jedna změna byla uzavření celého řídícího mechanismu do velkého boxu pro bezpečný provoz a k zajištění, že obsluha je dost daleko od místa obrábění.
- CNC jako systémy jsou nyní používány pro jakýkoliv proces, který lze popsat jako sérii pohybů a operací.

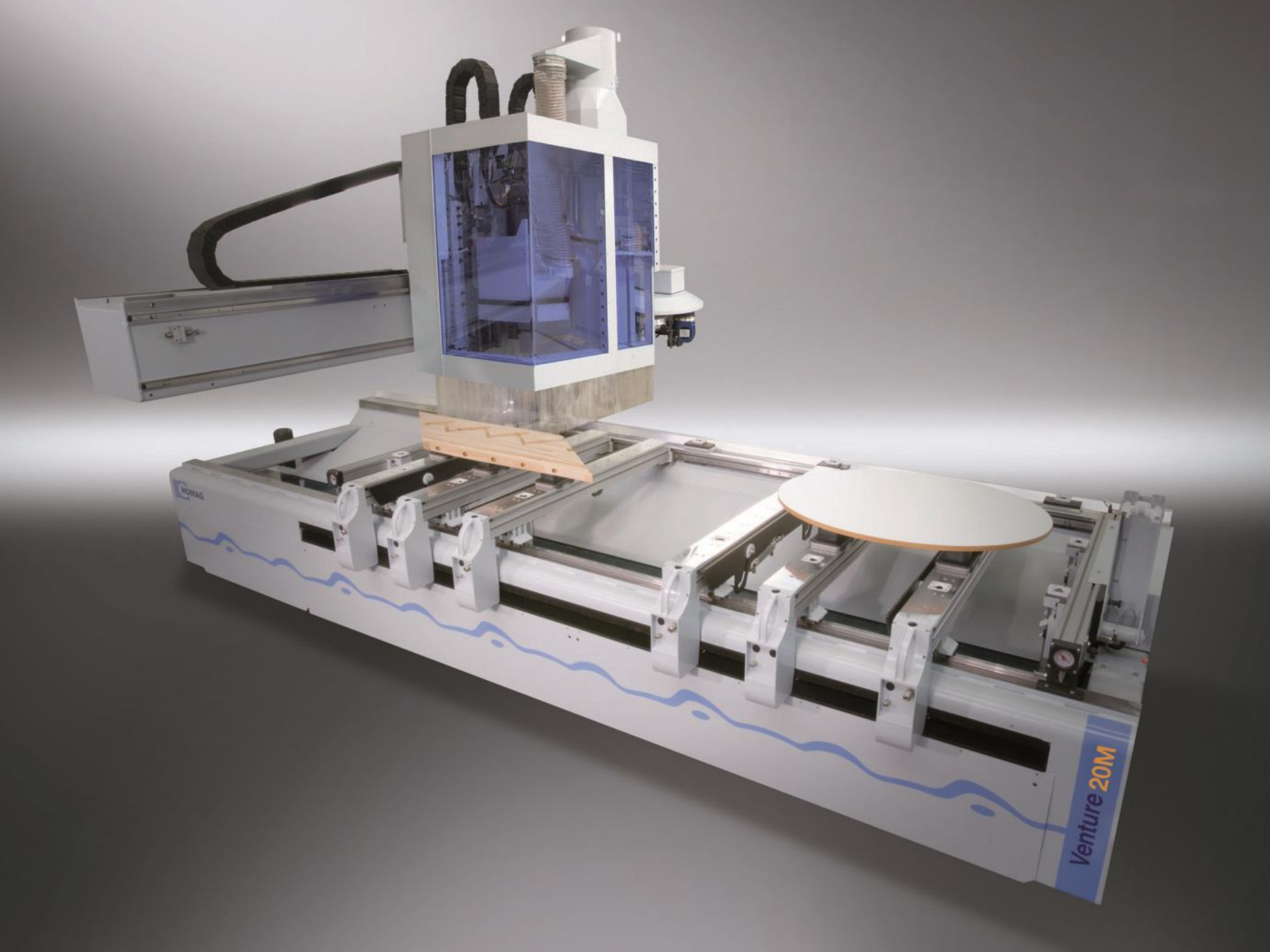
- Patří mezi ně řezání laserem, svařování, stříhání látky, šití, umisťování pásků a vláken, frézování, vrtání a řezání.

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019


WOMAG
Venture 20M

NC a CNC řízení obráběcích strojů

- Číslicově řízené stroje lze obecně charakterizovat jako zařízení, u kterého jsou všechny pracovní funkce prováděny výhradně řídicím systémem stroje pomocí programu.
- Vlastní program obsahuje informace potřebné k obrobení součásti, které jsou zapsány pomocí alfanumerických znaků a seřazeny v logických posloupnostech nazývané bloky či věty.
- Jednotlivé věty programu jsou ve zvoleném kódu zaznamenány na nosič informací (děrná páska, disketa, flash disk, hard disk) a přeneseny do čtecího zařízení stroje. Zde jsou převedeny do impulsů elektrického proudu nebo jiných výstupních signálů, které aktivují servopohony a ostatní zařízení potřebné pro řádný chod stroje.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

NC a CNC řízení obráběcích strojů

- Na rozdíl od řízení konvenčního stroje není NC stroj ovlivňován obsluhou stroje. Chod numericky řízeného stroje je automatický a zasahování obsluhy do procesu výroby je omezeno na minimum, což se projevuje kladně v čase i jakosti výroby.
- Zavedením NC řízení se dosáhlo vyšší efektivity obráběcího stroje nejen u kusové a malosériové výroby, kde dochází k častému střídání tvarově i rozměrově rozdílných obrobků, ale také v sériové výrobě, kde jednou vypracovaný program zaznamenaný na nositeli informací je možno kdykoliv znovu využít.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výhody CNC řídicích systémů

- snadná editace programu,
- práce s podprogramy, cykly a parametry,
- využití grafické simulace k testu programu, využití diagnostiky,
- zpracování programů vytvořených CAD/CAM systémech,
- výroba velmi složitých součásti,
- produktivnější a hospodárnější výroba,
- zvýšení přesnosti a přizpůsobivosti výroby,
- menší nároky na kontrolu, nižší zmetkovitost,
- automatická výměna nástrojů,
- možnost vícestrojové obsluhy (na jednoho pracovníka více strojů),
- úspora výrobních a skladových ploch,

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

Nevýhody CNC řídicích systémů

- Poměrně velké pořizovací a provozní náklady
  - CNC dle typu cca 600 - 2500 Kč/h
  - formátovací pila cca 310 Kč/h
- Větší nároky na odbornost obsluhy
  - technolog
  - programátor
  - „Obsluha“
- Nižší rychlost výroby v poměru s velkosériovou výrobou na jednotlivých specializovaných strojích

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Prvky CNC řídicího systému

- **Počítač** – průmyslový PC osazený řídicím systém CNC stroje.
- **Čtecí zařízení** – jedná se o rozhraní sloužící k přenesení/nahrání programu (USB port, LAN).
- **Ovládací panel** – umožňuje provádět potřebné příkazy nutné k ruční obsluze, seřízení a programování CNC stroje.
- **Dekódovací člen –**přeměňuje signál v číslicovém kódu na hodnoty vstupních signálů pro řídící prvky pohonů. Obsahuje kontrolní obvody pro kontrolu správnosti čtecích znaků.
- **Program** – soubor informací sestavený v dané posloupnosti, pomocí kterého je řízen celý řezný proces výroby součásti.
- **PLC část** – je tvořena samostatným výkonným počítačem obsahující 64binárních vstupů/výstupů. PLC část přímo řídí krokové servopohony. Zpracovává signál z dotykové sondy či z ručního kolečka a ovládacího panelu.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Prvky CNC řídicího systému

- **Interpolátor** – vypočítává skutečnou dráhu nástroje, která je závislá na geometrii, délkových a rádiusových korekcích nástroje a tvaru obráběné plochy. Neboli generuje do každé souřadné osy okamžitou žádanou polohu nástroje, obvykle vysílá přírůstky (inkrementy) dráhy. Jeden inkrement zpravidla bývá **1 µm (0,001 mm)**.
- **Odměřovací zařízení** – na číslicově řízených obráběcích strojích slouží k odměřování dráhy vykonané nástrojem, do značné míry ovlivňuje přesnost obráběcího stroje. U CNC obráběcích strojů se používají číslicové (impulsní) odměřovací systémy.
- **Pohon vřetene** – je většinou realizován asynchronním třífázovým elektromotorem řízeným frekvenčním měničem napojeným přímo na PLC část.
    - **Pohony os** – bývají v systémech řešeny krokovými motory se zpětnou vazbou.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Souřadné systémy u CNC

- Souřadné systémy slouží k orientaci nástroje či obrobku v prostoru. Pomocí souřadného systému se navádí nástroj (obrobek) do požadovaného bodu v prostoru.
- Jednoznačné určení souřadných os v pracovním prostoru stroje je nedílnou součástí číslicového řízení. Pro snazší programování CNC strojů byla zavedena pravidla pro souřadné systémy a označování os u obráběcích strojů.
- Základním souřadným systémem využívaným na většině CNC strojů je tzv. **Pravoúhlá pravotočivá souřadná soustava** (Kartézský souřadný systém).
- Někdy se používá i tzv. **polární souřadný systém**. Jedná se o určování polohy nástroje (obrobku) pomocí: pólu (výchozí bod), poloměru (rádius), úhlu natočení.

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Souřadné systémy u CNC

Pro sjednocení pohybů na CNC strojích byla zvolena následující pravidla umístění souřadného systému:

- vychází se od nehybného obrobku,
- vždy musí být definována osa X,
- osa X leží v upínací rovině obrobku nebo je s ní rovnoběžná,
- osa Z je totožná či rovnoběžná s osou pracovního vřetena, které vykonává hlavní řezný pohyb,
- kladný smysl os je od obrobku k nástroji, ve směru zvětšujícího se obrobku,
- pokud jsou na stroji další doplňkové pohyby v osách Y a Z, označují se B a C,
- pokud se obrobek pohybuje proti nástroji, označují se takové osy X´, Y´, a Z´.

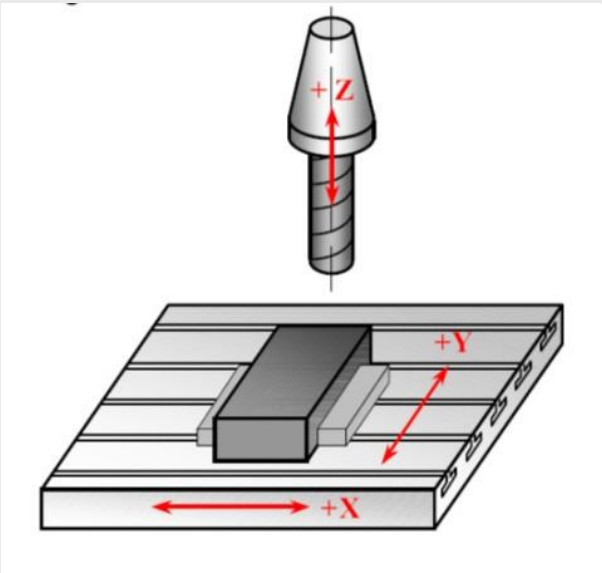
Mendelova univerzita v Brně

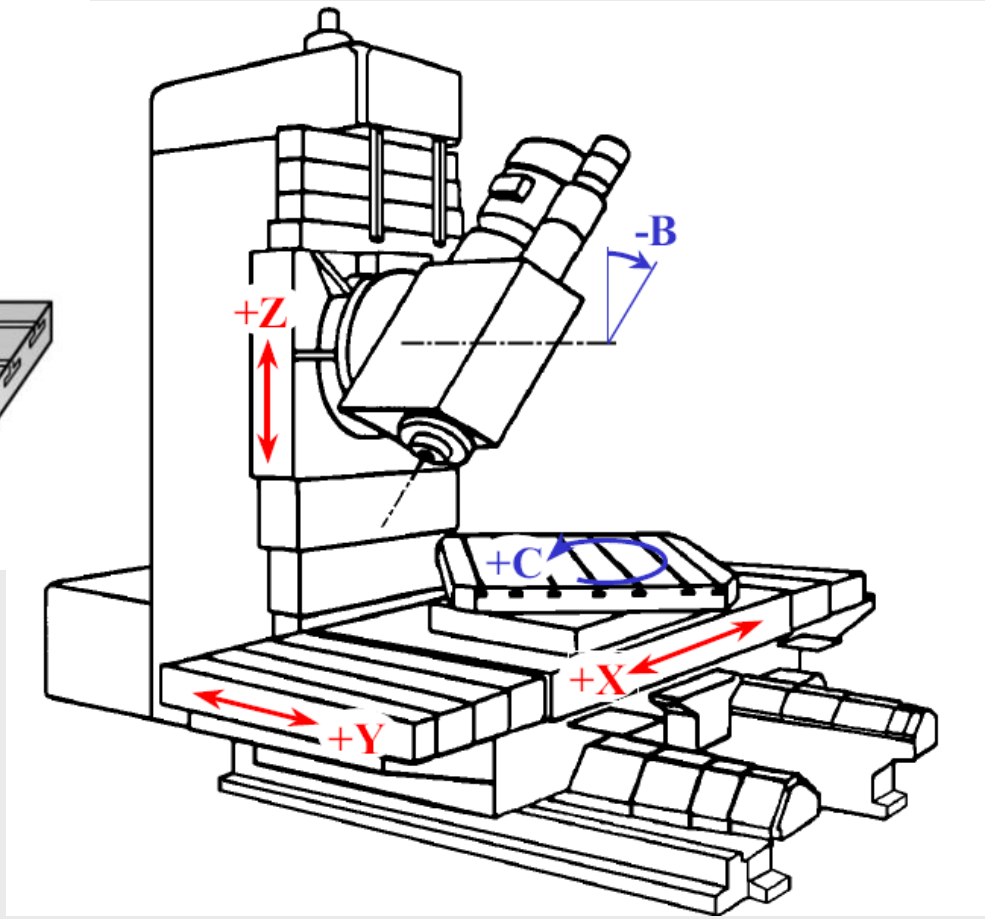
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Souřadné systémy u CNC





Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozdělení řídících systémů podle počtu současně řízených os

- **Jednoosé obrábění (1D)** – umožňuje pohyb jen v jedné ose. Využívané např. u vrtaček k zhotovení otvoru, pohyb jen v ose Z.
- **Dvouosé obráb)ní (2D)** – řízení dvou os najednou. Lze se sním setkat u soustruhů, pohyb ve dvou osách zároveň X-Z
- **Dvou a půl osé obrábění (2,5D)** – hovoříme u frézek, kde lze provádět lineární či kruhovou interpolaci volitelně vždy v jedné rovině X-Y, X-Z nebo Y-Z, viz obrázek. Neboli najetím na hloubku řezu (osa Z) a následně obrábět v osách X - Y.

Mendelova univerzita v Brně

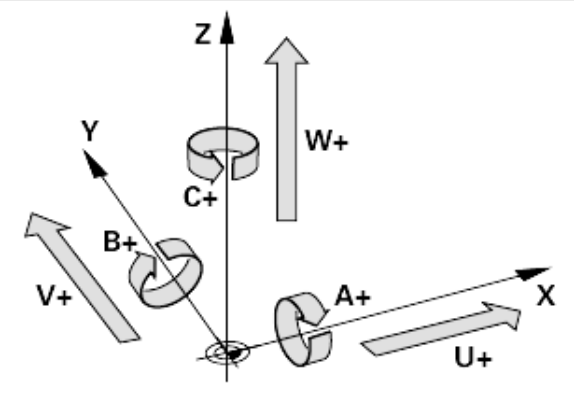
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozdělení řídících systémů podle počtu současně řízených os

- **Tříosé obrábění (3D)** – jedná se o řízení frézek, které umož3uje obrábět ve třech osách současně X-Y-Z. Činnost interpolátoru je zde nezastupitelná, protože propočítává pohyb nástroje ve dvou osách v závislosti na třetí ose,
- **Čtyřosé obrábění (4D) a víceosé obrábění** – systémy dovolující obrábění nejen v osách X, Y, Z , ale umožňují dále rotaci kolem zmíněných os, tedy nástroj nebo obrobek může být natočen, naklopen.



Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Shrnutí

- Úvod do problematiky NC a CNC strojů
- Vývoj číslicově řízených strojů
- NC a CNC řízení obráběcích strojů
- Výhody a nevýhody CNC a NC strojů
- Prvky CNC řídicího systému
- Souřadné systémy u CNC

Mendelova univerzita v Brně

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ