Lesnická a dřevařská fakulta

2013, Brno

Připravil: Ing. Vít Novák, Ph.D.

Programování CNC strojů

COC - CNC Obráběcí centra

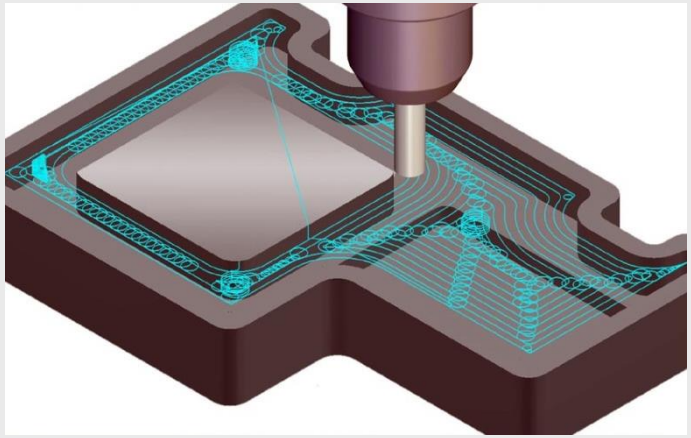
Mendelova univerzita v Brně

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

- Vývoj NC programování
- Způsob tvorby NC programů
- CNC program
- Postup tvorby programu
- Přípravné funkce
- Příprava výroby na CNC
- Příklady
- CAD / CAM
- Postprocesing



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

- Se zvyšujícími se nároky na geometrickou a rozměrovou přesnost a kvalitu vyráběných součástí, co největší produktivitě a co nejnižších nákladů jsou nahrazovány zastaralé jednoúčelové stroje za moderní CNC stroje.
- Pomocí vyspělých řídicích systémů se vytvářejí stále dokonalejší programy na výrobu součástí, které lze lehce upravit pro použití na tvarově podobné součásti pomocí podprogramu.
- Současné stroje se programují jak za pomocí ISO kódu, dílenského programovaní, tak i v CAD/CAM systému.

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

- Programy se vytvářejí přímo na stroji, ale i na jiných počítačích vybavených požadovaným softwarem a hardwarem.
- K přenosu programu mezi počítačem a strojem se používají diskety, interní podniková síť nebo přímé propojení počítače a CNC stroje pomocí kabelu nebo WIFI
- Díky zdokonalení softwaru řídicích systémů jsou kladeny menší nároky na vlastní znalosti programovacího jazyka v původním formátu kódu DIN 66025. Současně s tím stoupají nároky na software řídicích systému

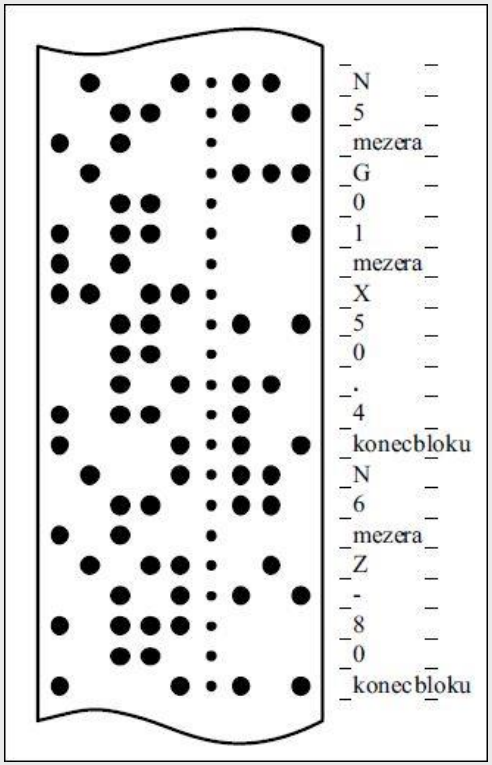
Mendelova univerzita v Brně

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 NC programování



Pohled do historie

Zápis NC programu **na děrné pásce** dle ISO standardu – zápis musel být co nejstručnější. Všechny příkazy jsou tvořeny jedním písmenem, každý znak je definován jedinečným kódem (ASCII tabulka) v binárním kódování (7bitů představuje kód jednotlivých znaků, 8. bit je kontrolní – doplňuje počet děr na sudý – ISO standard / lichý – EIA standard – zřídka používán)…

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 NC programování

Vývoj

Program uchován v řídícím systému jako datový soubor, z důvodů zpětné kompatibility zůstal formát programu zachován – struktura programu a formát jednotlivých bloků (řádků programu je dán normou – ISO 6983 (od r. 1982)
Tato norma však již nepostihuje všechny možnosti nových CNC strojů – jednotliví výrobci tento problém řeší vlastní implementací funkcí.
Data jsou přenášena na disketě

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 NC programování

Současnost

Z důvodu nejednotnosti a vzniku několika „jazyků“ pro NC programy, většinou vzájemně nekontabilních vznikla nová norma ISO 14649 (r.2004)

ČSN ISO 14649-1 (184320) Automatizované průmyslové systémy a integrace - Řízení technického zařízení - Model dat pro CNC kontroléry. Část 1, Přehled a základní principy

Přenos dat na USB médiu/LAN

Mendelova univerzita v Brně

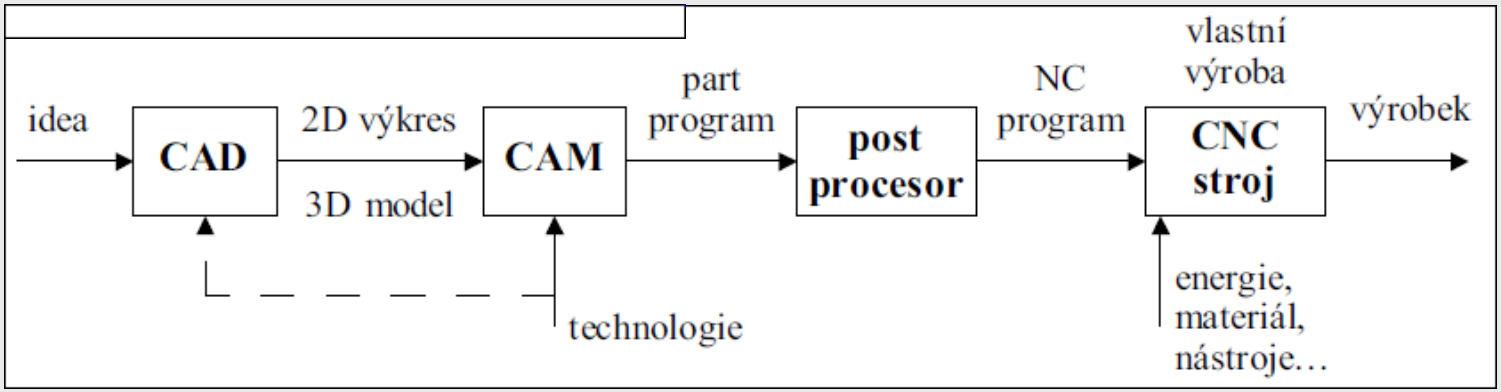
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Způsob tvorby NC programů

- Pro automatickou výrobu potřebuje CNC stroj tzv. NC program, popisující geometrii obráběné součásti. Ten je v současné době možné vytvořit třemi způsoby:
- Ručně
- Pomocí dílenského programování
- Pomocí CAD / CAM systému



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 Program

- Je soubor geometrických, technologických a pomocných informací, které popisují činnost numericky řízeného stroje. Prostředky pro programování zachovávají jednoduchou skladbu slov (příkazů) seřazených v daném řetězci nazývaný programovací kód.

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

Informace obsažené v programu:

- Geometrické - popisující dráhy nástroje, které jsou dány rozměry (tvarem) konkrétní obráběné součásti (způsob pohybu nástroje – přímka, kruhový oblouk).
- Technologické – určují technologii obrábění s ohledem na optimální řezné podmínky (hodnota řezné rychlosti, posuvu, hloubky řezu)
- Pomocné – zahrnují ostatní informace nutné k výrobě součásti (zapnutí nebo vypnutí řezné kapaliny, otáček, konec nebo stop programu,…)
- Ostatní – jsou další informace důležité v orientaci v programu (čísla bloků, poznámka...)

Mendelova univerzita v Brně

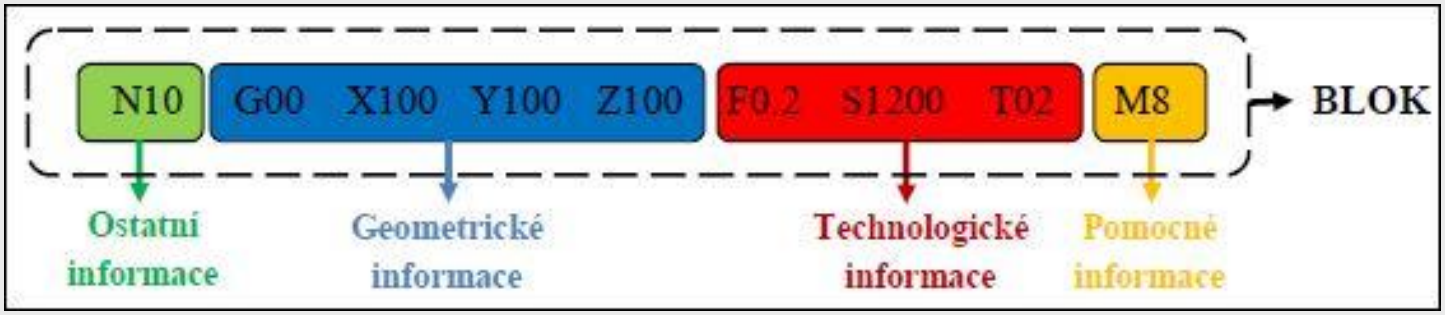
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stavba CNC programu

- Program se skládá z tzv. BLOKŮ (vět, řádků), bloky se skládají z jednotlivých PŘÍKAZŮ (slov), která obsahují adresovou část a významovou část.



Mendelova univerzita v Brně

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

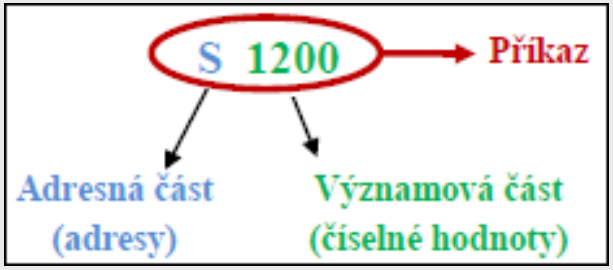
EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stavba CNC programu

Popis struktury bloku		Druh informace
N	Číslo bloku	Ostatní
G	Přídavné funkce	Geometrické
X, Y, Z	Souřadnice	
F	Rychlost posuvu	Technologické
S	Otáčky vřetena	
T	Volba nástroje	
M	Pomocné funkce	Pomocné

- Příkazy (slova) v bloku jsou:
  N10, G00, X100, Y100, Z100, F800, S1200, T102



- Adresami jsou: N, G, X, Y, Z, F, S, T, M
- Významová část: 10, 00, 100, 0.2, 1200, 102, 8

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

Stavba CNC programu

- ***Maximální velikost bloku udává formát bloku:***
- a) Formát s konstantní (pevnou) délkou bloku - každé slovo má přesně stanovenou polohu a to i v případě, že se funkce nevyskytuje nebo se opakuje v předchozím bloku

  N10 G100 X50 Y100 Z5 F1000 S15000 T102

  N20 G100 X75 Y100 Z5 F1000 S15000 T102
- b) Formát s proměnnou délkou bloku - je možno vynechat slova, která se v bloku nevyskytují nebo se opakují v předchozím bloku,

  N10 G100 X50 Y100 Z5 F1000 S15000 T102

  N20 G100 X75

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

Význam nejpoužívanějších adres

Písmeno	Význam
N	Číslo bloku (může či nemusí být uvedeno, slouží pro lepší orientaci v programu)
X, Y, Z	Základní osy souřadného systému (souřadnice v osách X, Y, Z)
A, B, C	Rotace kolem základních os
U, V, W	Paralelní pohyb se základními osami
G	Přípravná funkce (geometrická), zadávají se geometrické informace (přímka, kruh)
M	Pomocné funkce (přípravné), spouštějí činnost strojních mechanizmů (zapnutí a vypnutí otáček, řezné kapaliny)
F	Rychlost posuvu (udává se v mm na otáčku nebo v mm za minutu nebo v mm na zub)
S	Otáčky vřetena nebo hodnota konstantní řezné rychlosti (záleží na systému)
T	Volba nástroje
R	Hodnota rádiusu nebo polární souřadnice

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

Postup tvorby programu

- Prostudování tech. výkresu a volba technologie obrábění.
- Volba polotovaru a upnutí součásti před programování.
- Zvolit vhodný nástroj a vyplnit seřizovací list pro nástroje.
- Volba nástroje s příslušnými řeznými podmínkami.
- Založení programu pod určitým jménem (dle výkresové dokumentace). Název programu bude prvním řádkem NC programu, před kterým bude nejčastěji symbol **%, ;,** nebo velké písmeno **P**.
- Zadání rozměrů polotovaru, nulového bodu součásti a způsobu programování.
- Předchozím třem bodům se říká tzv. HLAVIČKA PROGRAMU, ve které jsou zadány základní informace o obráběné součásti.

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

Postup tvorby programu

Za hlavičkou následuje tzv. TĚLO PROGRAMU, ve kterém jsou zadávány informace o pohybu nástroje dle konkrétního výkresu. Tělo programu lze rozčlenit na:

- *hlavní programovou část* (hlavní program) říká JAK a ČÍM – technologie a *vedlejší programovou část* (podprogram) popisující KDE – souřadnice.
- Při vytvoření programu následuje fáze tzv. SIMULACE, ve které je možno odhalit hrubé chyby a tím předejít možným komplikacím při uvedení programu do výroby na CNC
- Vyzkoušený program lze přenést na CNC stroj, kde se provede ODLADĚNÍ programu, kdy se ověřuje vhodnost použitých nástrojů, řezné podmínky, způsob upnutí apod.
- Konečným bodem je samotná výroba součásti

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

Způsoby programování

- Při tvorbě programu je snaha popsat dráhu nástroje co nejjednodušší způsobem při zachování všech požadavků zadané výkresovou dokumentací. Většinou se používají dva způsoby programování:
- **Absolutní programování**
- **Inkrementální (přírůstkové) programování**

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

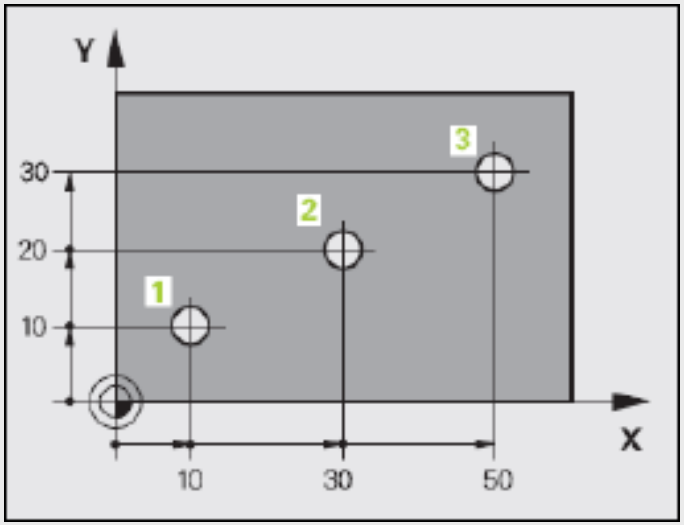
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Způsoby programování

- **Absolutní programování – G90**

Souřadnice všech programovaných bodů se zadávají k předem zvolenému počátku souřadnic tzv. NULOVÉMU BODU (kótování od základny)

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
1	10	10
2	30	20
3	50	30



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

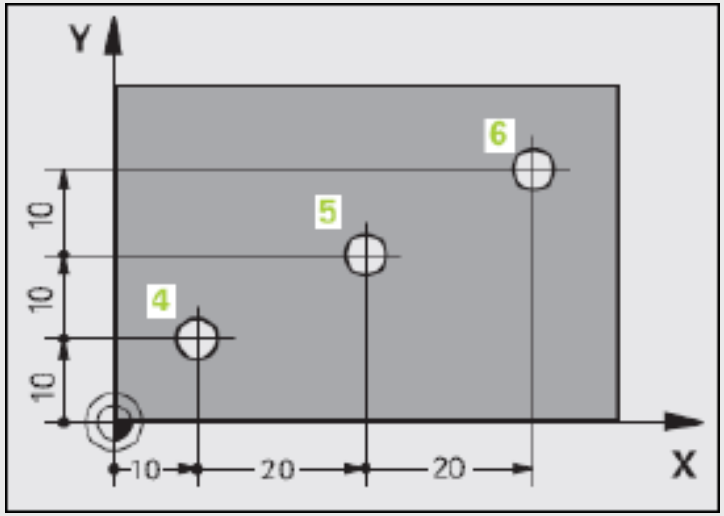
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Způsoby programování

- **Inkrementální (přírůstkové) programování – G91**

Souřadnice všech programovaných bodů se zadávají vzhledem k PŘEDCHOZÍMU BODU (naposledy naprogramovanému bodu nástroje), tzn. každý předchozí bod je současně považován za bod nulový (řetězcové kótování)

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
4	10	10
5	20	10
6	20	10



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

Přípravné funkce (G- funkce)

Funkce	Význam
G00	Rychloposuv - lineární interpolace maximálním posuvem
G01	Lineární interpolace – pohyb po přímce zadanou hodnotou posuvu F
G02	Kruhová interpolace - pohyb po kružnici v směru hodinových ručiček (CW - clockwise)
G03	Kruhová interpolace - pohyb po kružnici proti směru hodinových ručiček (CCW - counterclockwise)
G40	Bez korekce rádiusu
G41	Korekce dráhy nástroje vlevo od obrysu (sousledné frézování)
G42	Korekce dráhy nástroje vpravo od obrysu (nesousledné frézování)
G90	Absolutní programování
G91	Inkrementální (přírůstkové) programování
G92	Omezení otáček stroje
G94	Posuv v milimetrech za minutu [min^{-1}]
G95	Posuv v milimetrech za jednu otáčku [mm]
G96	Zapnutí konstantní řezné rychlosti v_c = konst.
G97	Vypnutí konstantní řezné rychlosti n = konst.

Mendelova univerzita v Brně

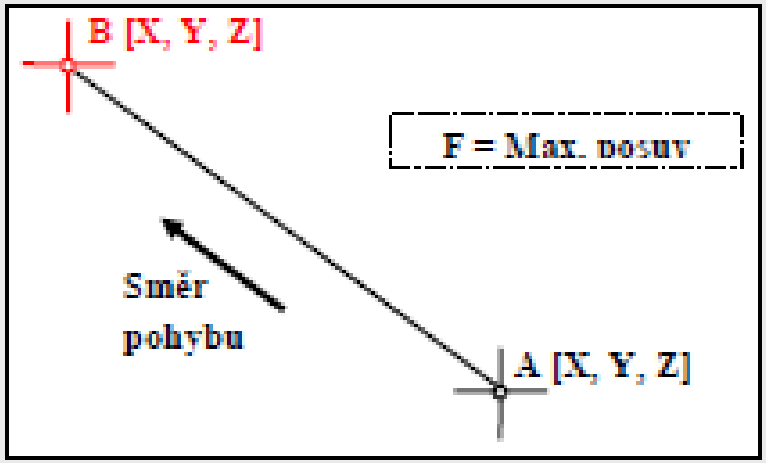
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

G00 *(G100)* – Rychloposuv

- používá se pro **rychlé přestavení nástroje,** neboli nástroj NENÍ v řezu ani v kontaktu s obrobkem.
- Nástroj se pohybuje **maximální** konstrukční **rychlostí** stroje z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B) **po přímkové dráze**.
- Zápis bloku: N... **G00** X… Y… Z… X, Y, Z – souřadnice cílového bodu B



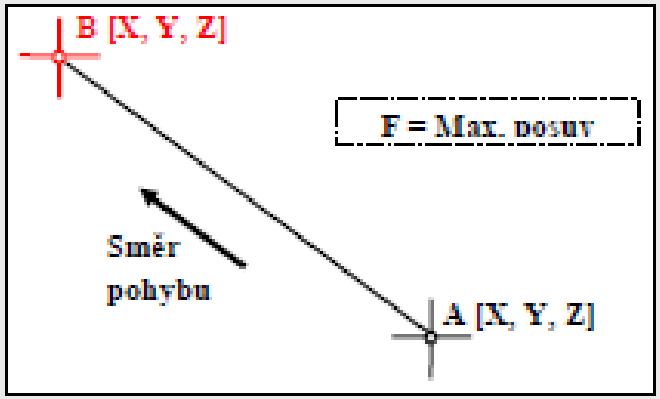
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova univerzita v Brně

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

G01 *(G101)* – Lineární interpolace (pohyb po přímce)

- Funkce **G01** se používá při pracovním pohybu nástroje (nástroj obrábí) nebo pohybu nástroje v blízkosti obrobku či přípravků.
- **Nástroj se pohybuje pracovním posuvem F** (hodnotu zadává technolog) z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B) **po přímkové dráze**.
- Zápis bloku: N... **G01** X… Y… Z… F… X, Y, Z – souřadnice cílového bodu B.



EVROPSKÁ UNIE
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

G02 *(G102) – Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček*

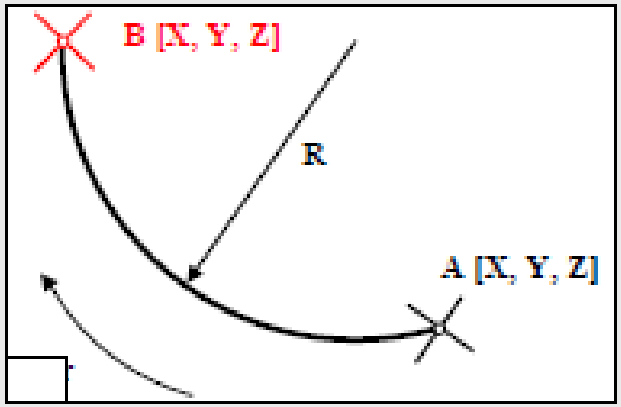
- **Pohyb nástroje po kruhovém oblouku** o **poloměru R pracovním posuvem F ve směru hodinových ručiček** z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B).
- Zápis bloku: N... **G02** X… Y… Z… R… F… (I.. J... K…)

R – poloměr zaoblení (rádius) F – posuv

I – souřadnice středu kruhu v ose X

J – souřadnice středu kruhu v ose Y

K – souřadnice středu kruhu v ose Z



Mendelova univerzita v Brně

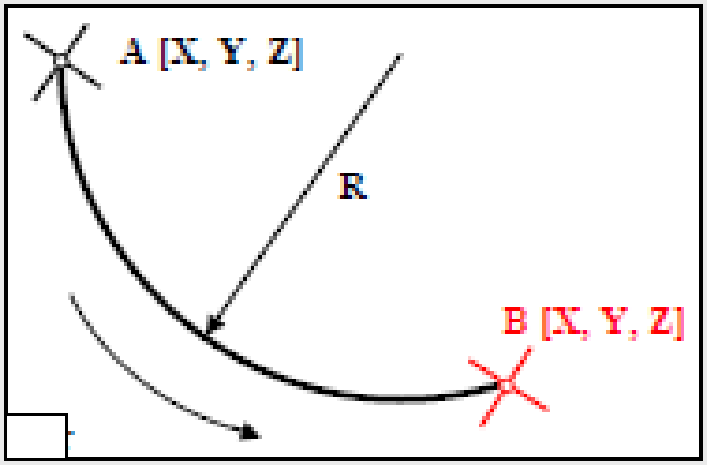
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

G03 *(G103) – Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček*

- **Pohyb nástroje po kruhovém oblouku** o **poloměru R pracovním posuvem F proti směru hodinových ručiček** z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B).
- Zápis bloku: N... **G03** X… Y… Z… R… F… (I.. J... K…)



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

G40, G41, G42 – Korekce rádiusu břitu ve směru pohybu

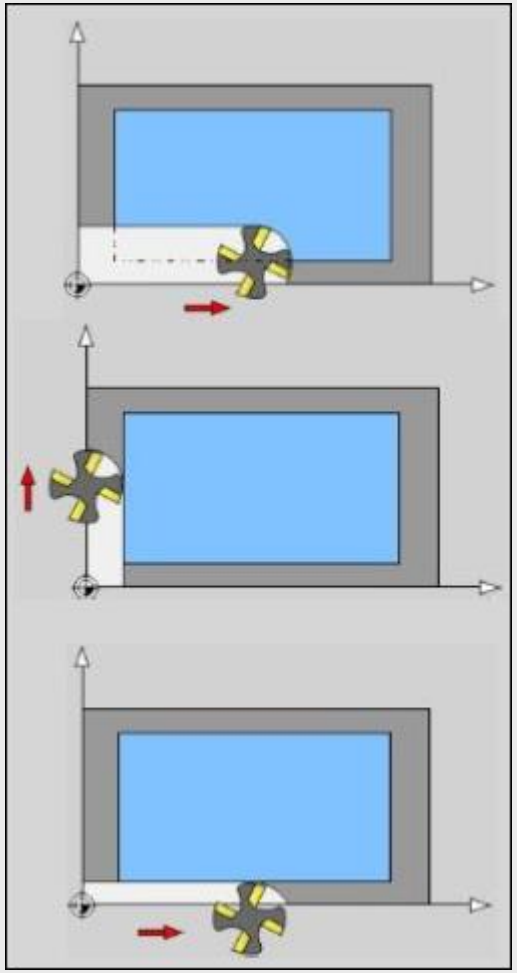
- Funkce korekce rádiusových korekcí umožňuje programovat rovnou jednotlivé body kontury obrobku bez ohledu na poloměr zaoblení špičky nástroje (frézy) viz obrázek.
- Korekce zaoblení špičky je důležitou funkcí pro zaručení rozměrové a geometrické přesnosti obráběné součásti. Pokud by nebyly brány v úvahu, docházelo by k odchylkám mezi naprogramovanou trajektorií nástroje a obrobeným tvarem (konturou) obrobku. Výroba by se vyznačovala velkým množstvím neshodných výrobků (zmetků).

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



G40, G41, G42
Korekce rádiusu nástroje

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

Mendelova univerzita v Brně

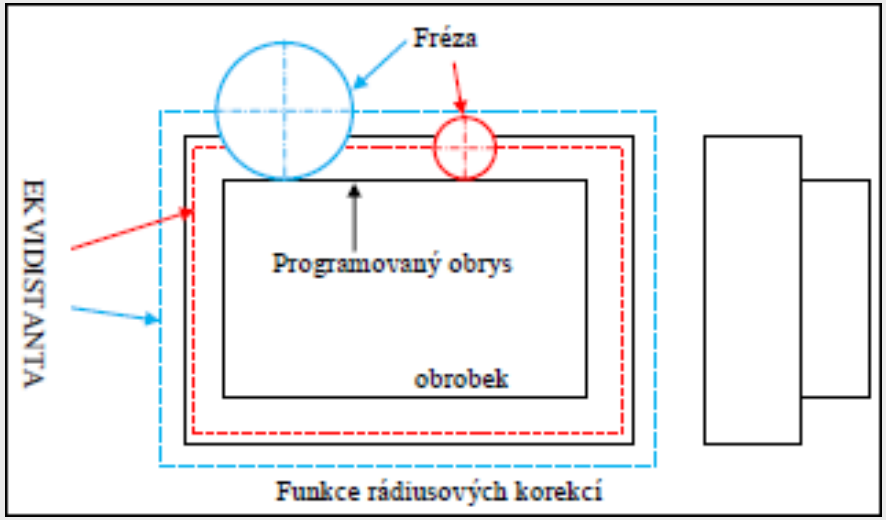
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

G40, G41, G42 – Korekce rádiusu břitu ve směru pohybu

- Poloměr frézy není závislý jen na konstrukci frézy (např. fréza Ø 24 mm => R=12 mm), ale i na velikosti opotřebení frézy, popřípadě změně rozměru nástroje důsledkem přebroušení. Díky rádiusovým korekcím, které se uvádějí v tabulce nástrojů, nezáleží při programování obrysu součásti, na v rozměrech nástroje. Software si je přepočítá



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

Mendelova univerzita v Brně
EVROPSKÁ UNIE
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pevné cykly (G64 – G85)

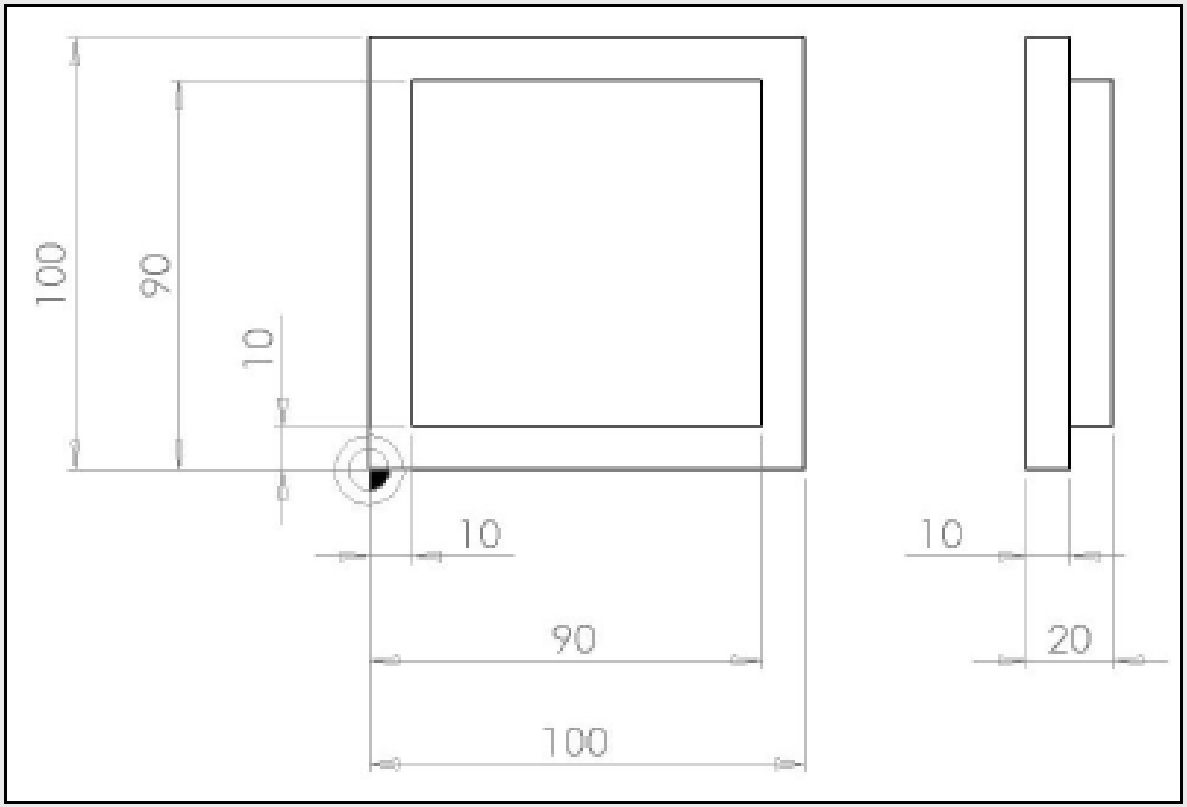
- Pevné cykly slouží ke zjednodušení programu a jeho zkrácení. Pevné cykly obsahují funkce G00 a G01 o daném algoritmu, pomocí kterých stačí zadat základní vstupní hodnoty, a tak si systém dopočítá souřadnice drah.

Funkce	Význam	Technologie
G64	Podélný hrubovací cyklus	Soustružení
G66	Zapichovací cyklus	Soustružení
G68	Čelní hrubovací cyklus	Soustružení
G73	Vrtací cyklus s přerušením	Soustružení, Frézování
G78	Závitový cyklus s vertikálním přísunem	Soustružení
G79	Závitový cyklus s bočním přísunem	Soustružení
G81	Vrtací cyklus	Soustružení, Frézování
G83	Vrtací cyklus s výplachem	Soustružení, Frézování
G85	Vyhrubovací – vystružovací cyklus	Soustružení, Frézování

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

Příklad na obrábění



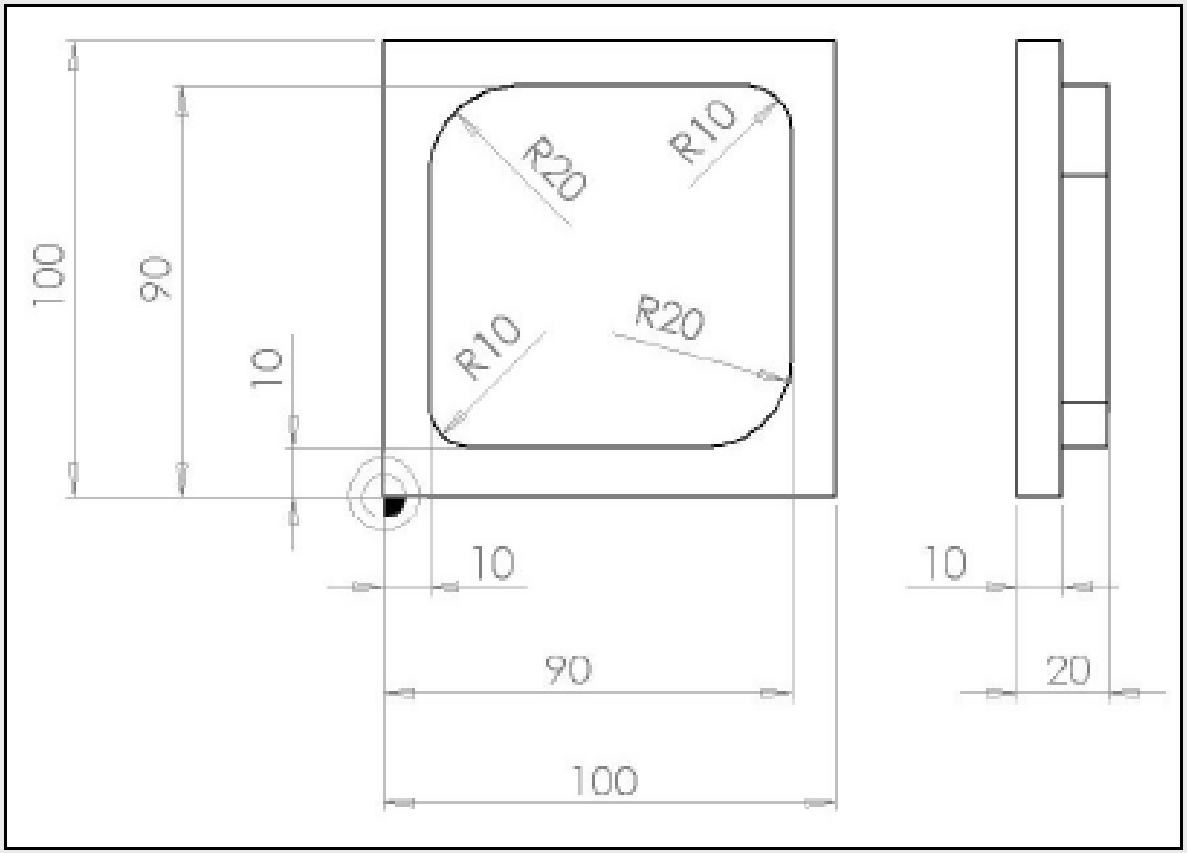
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

Mendelova univerzita v Brně

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad na obrábění 2



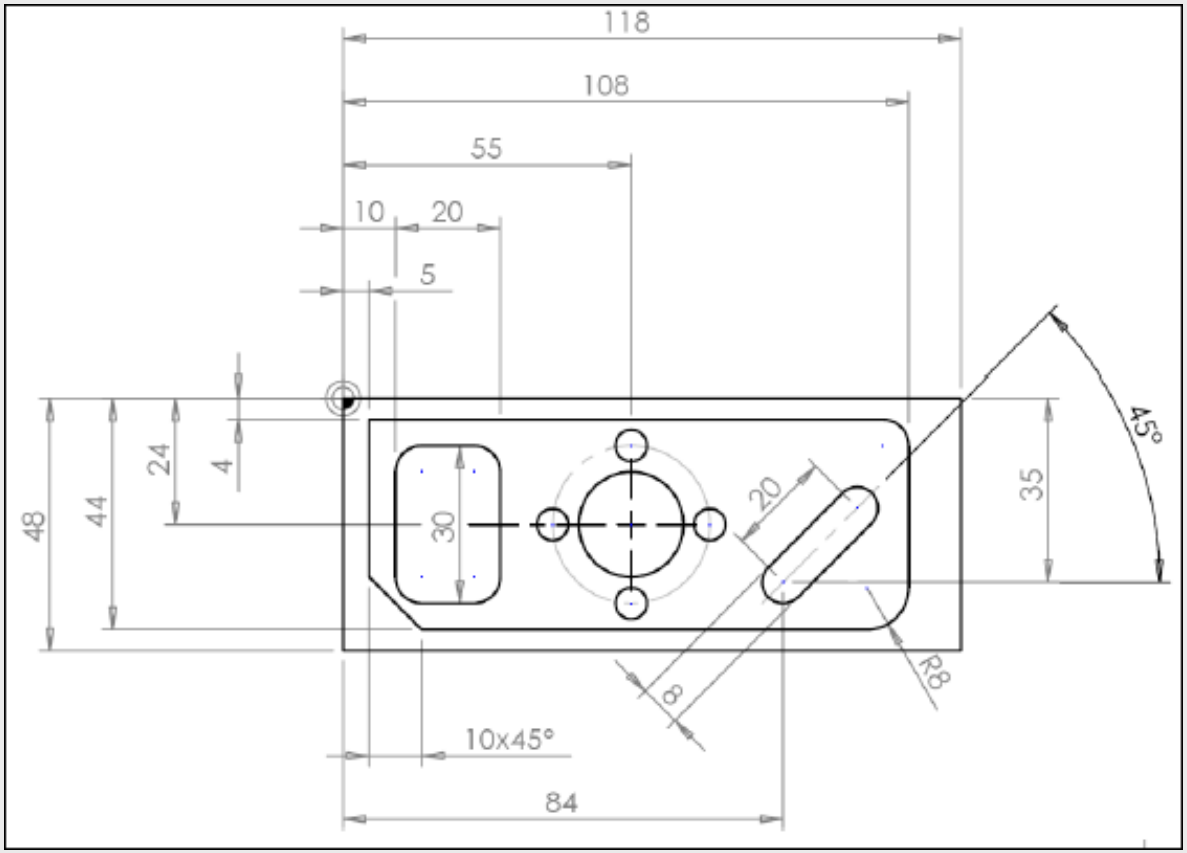
Mendelova univerzita v Brně

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

Příklad na obrábění 3



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

Příprava výroby na CNC

- dovednostmi v ovládání CNC obráběcích strojů zahrnují také konstruování v CAD systémech a přípravu výroby (přenos pro CNC) promocí CAM systémů, které vlastnímu obrábění předcházejí.

EVROPSKÁ UNIE

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

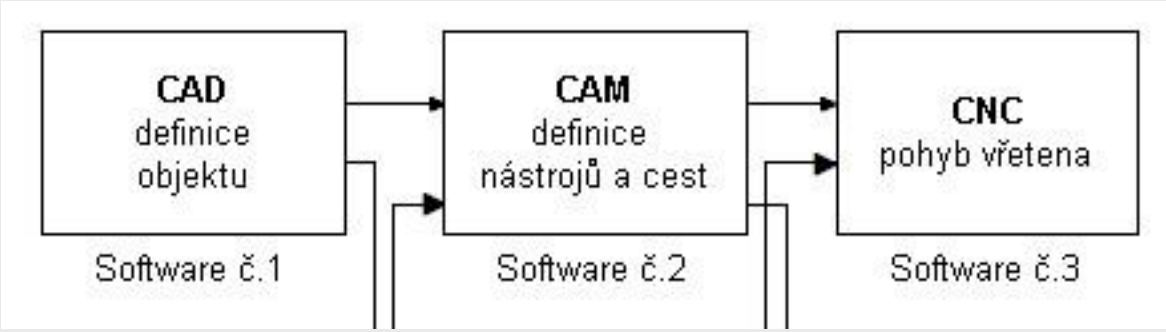
Mendelova univerzita v Brně

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

Příprava výroby na CNC

Můžeme ji rozdělit na základní, samostatné, a navazující soubory operací

- Prvním velkým souborem operací je **CAD Computer aided design**
- Druhým navazujícím souborem je **CAM Computer aided manufacturing**
- **Postprocessing**



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

CAD / CAM příprava výroby

- Bez CAD/CAM si současné efektivní obrábění na CNC strojích nedokážeme představit.
- Díky CAD/CAM dochází ke zkrácení vedlejších časů při přípravě NC programů a seřízení výroby na CNC strojích.
- Důvod pro to je jednoznačný. Vedlejší časy spojené s přípravou výroby zabírají velké procento časového fondu stroje, a tím prodražují vlastní výrobu. Jen zvýšením využití strojního času o 10% při počtu 10 strojů ve výrobě získáme trvale volnou kapacitu jednoho 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

CAD / CAM příprava výroby

- V praxi se stále ve větší míře při navrhování výrobků využívají volně tvarované (free-form) a parametrické plochy.
- V minulosti byly tyto plochy doménou výrobků leteckého a automobilového průmyslu s nástupem moderních CAD systémů se staly běžně využívanými. Tato skutečnost nutí výrobce neustále zdokonalovat technologickou přípravu výroby i samotné výrobní procesy.
- Nezastupitelnou úlohu v procesu navrhování technologie zhotovování složitých ploch mají CAM, resp. CAD/CAM systémy. Nabízejí množství univerzálních i specializovaných strategií obrábění, jejichž vývoj neustále pokračuje ve snaze dále optimalizovat dráhu nástroje při obrábění tvarových ploch.

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

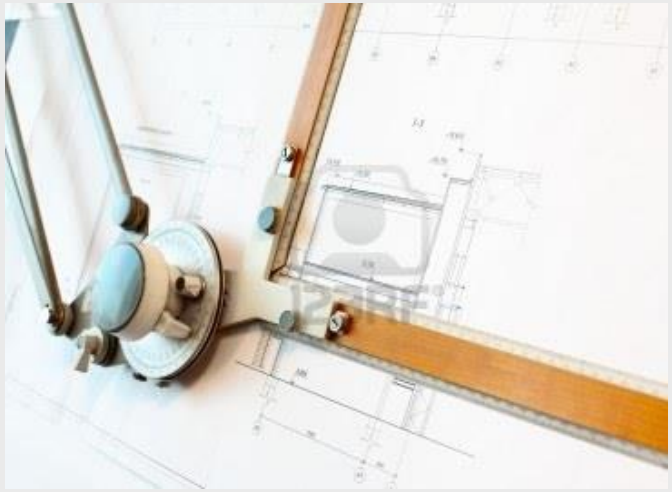
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CAD - Computer aided design

- neboli počítačem podporované projektování
- je to užívaní programů místo rýsovacího prkna
- je to první a zásadní krok k výrobě na CNC stroji
- mezi nejznámější CAD programy patří:

  - ArchiCAD, AutoCAD, CADkey, TurboCAD,

  - Pro Engineer, CATIA, SolidWorks, Inventor



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

CAM - Computer aided manufacturing

- Počítačová podpora obrábění
- je použití počítačového software pro programování výrobních CNC strojů.
- CAM software, při znalosti konkrétního stroje a technologie obrábění, je schopen navrhnout dráhy nástroje při obrábění, v ideálním případě tak, aby současně byla výroba co nejefektivnější při co nejvyšší produkci.

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

CAM - Computer aided manufacturing

- v CAMu dojde ke spojení jednotlivých nakreslených **entit**, tak aby vznikla **křivka** (dráha) po které se bude pohybovat nástroj
- ke křivkám jsou přiděleny jednotlivé **nástroje** a stanovena vzájemná **závislost** (zda bude nástroj kopírovat křivku svým středem, zprava, zleva a v jaké hloubce)
- dále jsou definovány **otáčky** (**n**) a rychlost **posuvu** nástroje (**v_f**)

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

CAM - Computer aided manufacturing

- Mezi nejznámější CAM systémy patří:
- SurfCAM
- SmartCAM
- AlphaCAM
- MasterCAM,
- GibbsCAM,
- EdgeCAM,
- SolidCAM/InventorCAM

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

Postprocesing

- neboli převod vstupních informací **z grafického formátu do strojového NC kódu**
- NC program je tvořený obvykle řetězcem znaků, které začínají písmenem a obvykle následuje číselná hodnota
- Pro psaní G kódu postačí textový editor, NC program pak následně přeneseme do CNC řídícího systému a nemusí se tak program psát přímo na stroji.

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

G kód

- Při psaní nezapomínejte na základní pravidlo, že CNC řídící systémy neznají diakritiku a jejich užití může být příčinou, proč program nelze spustit!

G221

G100 X18.20 Y30.50 P5.00 F1500 S18000 T”102 “

G101 X75.70 Y93.00 P3.00 F2500

G101 Y30.50 P5.00

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