

## NOVÉ TRENDY VO VÝVOJI RIADIACICH SYSTÉMOV CNC OBRÁBACÍCH CENTIER A ICH MOŽNOSTI PROGRAMOVANIA

**Ing. Tomáš Jezný, PhD.**

Katedra technológií, materiálov a  
počítačovej podpory výroby  
Mäsiarska 74  
040 01 Košice  
Adresa pracoviska  
e-mail: tomas.jezny@tuke.sk

### Abstract

The machining process in mechanical engineering is undergoing constant development in the field of CNC machining systems, which are becoming more powerful and intelligent. The need in the development of engineering production is to achieve the highest possible production efficiency and reduce production costs to a minimum. The presented article summarizes the knowledge about the current development of NC and CNC systems from their beginnings and their trends in development

**Key words:** machining, CNC systems, workshop programming, workpiece, CAD system

### ÚVOD

V súčasnosti sú vývojári zameraný na jednoduchosť práce s CNC softvéri, vďaka čomu sú softvéry na vysokej úrovni z hľadiska inteligencie a maximálnym priblížením k reálnym podmienkam vo výrobe

Dielenské programovanie bolo vyvinuté na začiatku roku

1980 a je rozšírené v mnohých oblastiach (obrobne v strojárskych prevádzkach, údržbárske dielne, prototypové dielne a pod.). Dielenské programovanie CNC je vyvinuté preto, aby riešilo nízku účinnosť ručného programovania v režime kódu G a offline programovanie pomocou CAM softvéru. Dobré dielenské programovanie je intuitívne, jednoduché a schopné jednoduchého programovania komplexných súčiastok. Dielenské programovanie na CNC sa stane veľmi efektívnym programovacím nástrojom pre mnoho strojárskych dielní a prevádzok, ktoré vyrábajú súčiastky v malých alebo stredne veľkých výrobných dávkach. Dielenské programovanie nadobudlo väčšie uplatnenie vďaka pokrokovej výpočtovej technike. Operácie raného dielenského programovania sú veľmi podobné DOS-u na PC. Používateľské rozhranie bolo textovo založené kvôli obmedzeniam hardvéru a nebolo intuitívne. Napríklad je ťažké opisovať geometriu textom, donútiť operátora k tomu, aby dobre chápal geometrické názvoslovie.

### CHARAKTERISTIKA NC A CNC SYSTÉMOV

Numerické riadenie možno definovať ako operáciu obrábacieho stroja, pomocou osobitne kódovaných pokynov riadiacemu systému stroja. Špeciálne kódované pokyny vznikajú kombináciami písmen abecedy, číslíc a vybranými symbolmi, napríklad desatinná čiarka, alebo značky percenta a zátvorky patriacim k symbolom. Všetky pokyny sa zaznamenávajú v alogickom poradí a vo vopred určenej podobe. Súbor všetkých pokynov potrebných k obrábaniu alebo operácii sa nazýva NC alebo CNC program. Takýto program je možné uložiť pre využitie v budúcnosti a opakovane ho používať s dosiahnutím identických výsledkoch obrábania [1].

#### Rozdelenie na NC a CNC systémy

Z hľadiska terminológie rozpoznáme riadiace systémy pomocou ich rozdielnych skratiek (NC a CNC). Oba systémy majú za úlohu manipulovať s údajmi za účelom obrábania. V oboch systémoch sa nachádza interný návrh riadiaceho systému, ktorý obsahuje pokyny, ktoré spracúvajú vstupné údaje [1].

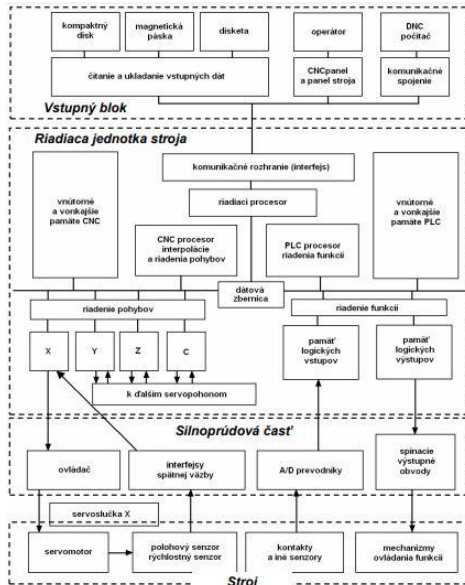
#### NC systémy

Technológia NC je staršou technológiou. Skratka NC znamená číslicové riadenie (numerical control). NC systém na rozdiel od CNC systému pracuje s pevnými logickými funkciami trvalo zabudovanými v riadiacej jednotke stroja. Tieto funkcie nemôžu byť zmenené programátorom alebo operátorom v priebehu obrábania. Z dôvodu pevne zapojenej riadiacej logiky sa môže spájať NC systém s pojmom „pevne zapojený“. Pomocou funkcie riadenia môže systém interpretovať časť programu, ale len s malými zmenami. Všetky požadované úpravy musia byť vytvorené mimo systému, zvyčajne na technologickom pracovisku. NC systém spočiatku využíval technológiu diernych pások, neskôr sa začali používať dierne štítiky. [1]

#### CNC systémy

Modernejší systém od NC systému je CNC systém ktorého skratka (computer numerical system). Tento systém používa interný mikroprocesor (počítač). PC obsahuje pamäťové údaje ukládajúce rôzne súbory obr.1, ktoré sú schopné manipulácie s logickými funkciami. Vďaka tomu môže programátor súčiastok alebo operátor stroja zmeniť akýkoľvek program v riadiacej jednotke s okamžitou odozvou. Flexibilita

je najväčšou výhodou CNC strojov a pravdepodobne kľúčovo prispeli k širokému využitiu tejto technológie v praxi. CNC programy a logické funkcie sú uložené na špeciálnych počítačových čipoch prepojených pomocou hardvéru [1].



Obr. 1 Schéma CNC systému

### Výhody CNC strojov

- Vysoká produktivita práce a hospodárnejšia výroba
- Nie je potrebná výroba, skladovanie, údržba a obsluha vrtáčich prípravkov
- Výrobný program je možné kedykoľvek ukladať, prepisovať, upravovať a meniť
- Zvyšuje sa kvalita výrobkov – eliminuje sa vytváranie chýb a nepresností spôsobených pracovníkmi
- Možnosť vyrábať súčiastky, ktorých tvar je zadaný pomocou matematických funkcií
- Možnosť plánovania výroby – vďaka výrobnému času presne určenému pomocou programu
- Možnosť zavedenia nových typov strojov do výroby [5]

### Nevýhody CNC strojov

- Používanie drahého náradia a nástrojov
- Vyššie investičné a servisné výdavky
- Potreba vysoko kvalifikovaného personálu na programovanie, výrobu, servis a údržbu. [6]

### Charakteristika CNC softvéru

Systém počítačového číslcového riadenia stroja sa skladá z troch základných komponentov:

- Program pokynov
- Riadiaca jednotka stroja
- Obrábací stroj, ktorý spracuje informácie

Pomocou CNC softvéru funguje ovládač aj počítač stroja. Existujú tri typy softvérových programov:

- Operačný softvér
- Softvér rozhrania stroja
- Aplikačný softvér

Hlavnou úlohou operačného softvéru je generovať a spracovávať riadiace signály, ktoré poháňajú osi obrábacieho stroja.

Softvér rozhrania stroja slúži pri komunikácii medzi centrálnou procesorovou jednotkou a osami obrábacieho stroja k dosiahnutiu kontroly funkcií.

V aplikačnom softvéri sa nachádza podrobný program pokynov zoradených v jednotlivých krokoch, ktoré usmerňujú činnosť spracovateľského zariadenia. Tento softvér obsahuje jednotlivé príkazy potrebné k správne fungovaniu programu pri výrobe, napríklad polohy rezného nástroja vzhľadom k polohe pracovného stola, na ktorom je pripevnená obrábaná súčiastka. Taktiež obsahuje dodatočné pokyny ako sú, rýchlosť vretena, rýchlosť posuvu, výber rezného nástroja a ďalšie [15].

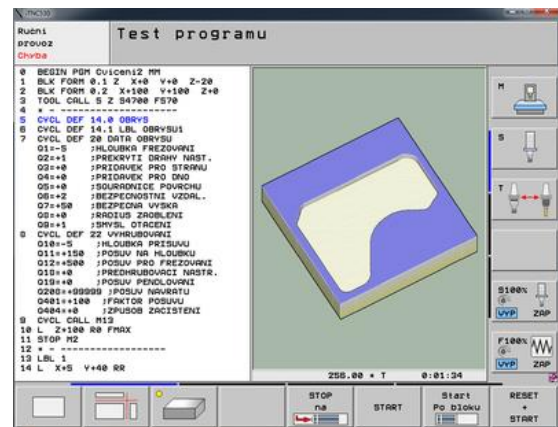
### Podľa spôsobu tvorby programu

Z hľadiska tvorby programu je možné rozdeliť programovanie na ručné a pomocou využitia nastavieb CAD/CAM.

### Ručné programovanie

Ručné programovanie funguje na princípe pri ktorom programátor vytvára ručne program v počítači pomocou softvéru obr. 2, ktorý je na to určený obr. 2. Pomocou daného softvéru vieme výrobu danej súčiastky odsimulovať. Generovanie samotného výrobného postupu nie je možné.

Pri tomto spôsobe programovania musí programátor ovládať alebo mať k dispozícii všetky funkcie a príkazy stroja, ktoré zadáva do príkazových riadkov. Rýchlosť tohto programovania závisí od skúsenosti daného programátora a práve kvôli nevyspytateľnosti ľudského faktora pri tomto programovaní vzniká väčšie množstvo chýb. [25].



Obr. 2 Ručné programovanie [26].

### Programovanie pomocou CAD/CAM

V CAM systéme prebieha príprava údajov a programov pre riadenie CNC strojov. CAM systém pracuje s geometrickými údajmi získaných z počítačového návrhu vytvoreného v CAD softvéri. V tomto systéme prebieha formátovanie geometrických údajov a vlastností dráhy nástrojov do podoby, s ktorou vie pracovať riadiaci systém daného stroja. V systéme ponúka užívateľovi tvorbu animácie výroby.

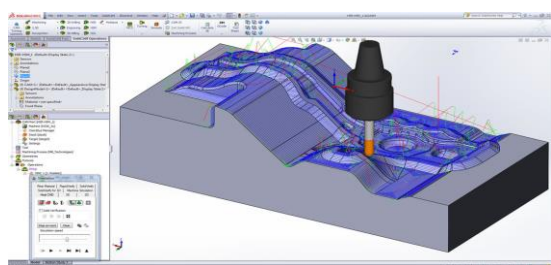
Do technologickej prípravy výroby prichádza technologická dokumentácia vo forme technického výkresu. Technológ disponuje informáciami o technologických metódach a normách čoho výstupom je výrobný postup výroby.

Rozdelenie CAD systémov:

- Malé CAD systémy- lacné softvéry, sú určené hlavne na skicovanie a kreslenie v 2D prostredí
- Stredné CAD systémy- podporujú úplné 2D a čiastočné 3D modelovanie.
- Veľké CAD systémy- podporujú 3D návrhy súčiastok, ktoré obsahujú zložité modelovacie techniky, finančne nákladné systémy [30].

Rozdelenie CAM systémov:

- Malé CAM systémy- podporujú jednoduché 2D rysovací programy. Dokážu riešiť simuláciu v 2,5D, model súčiastky je prevzatý z niektorého CAD systému.
- Stredné CAM systémy- obrobok môže byť definovaný ako 3D model. V 2D a 2,5D režime prebieha tvorba programu.
- Veľké CAM systémy- využíva pri tvorbe programu kompletne obrábanie v 3D. Zvyčajne sa využíva spojenie s CAD systémom, v ktorom je vyhotovený model súčiastky. CAM je tvorí jeho nastavbu obr. 3.

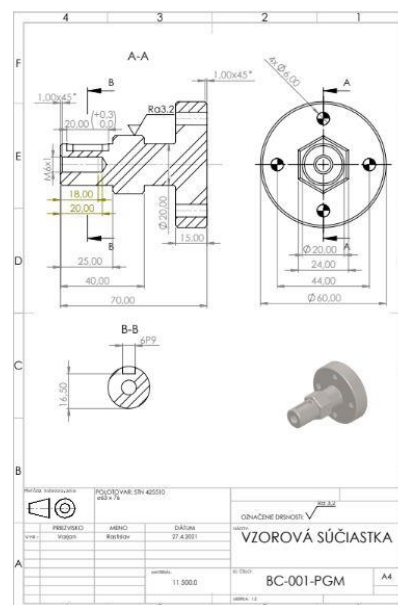


Obr. 3 Ukážka CAM systému

### Využitie CAM systému v praxi

Po vytvorení modelu súčiastky sa vytvára nový SolidCAM projekt. Riešená súčiastka obr.4 si vyžaduje technológiu sústruženia, frézovania. Následne je potvrdená možnosť sústruženia

a frézovania. Súčiastka bude vyrobená v CNC obrábacom centre.

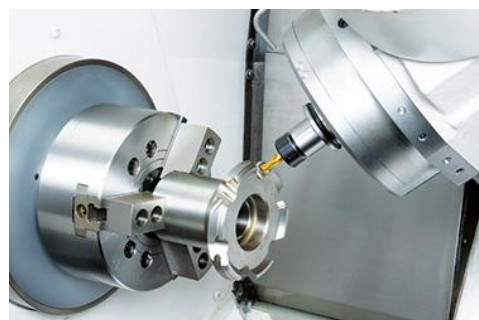


Obr. 4 Ukážka vybranej súčiastky

### Zadefinovanie základných parametrov obrobku, nástrojov a stroja

Po vytvorení SolidCAM projektu pre obrábanie sa ako prvý volí typ stroja. Pre výrobu modelovanej súčiastky bolo zvolené obrábacie centrum MULTUS\_300\_DIMA.

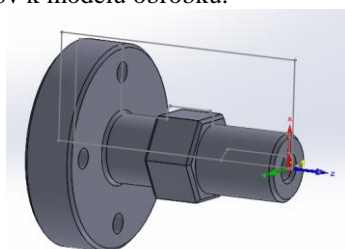
Zvolený stroj pozostáva z hlavného vretena a jedného proti – vretena a frézovacieho vretena do ktorého je možná pri automatickej výmene nástrojov výmena fréz ale aj sústružníckych nožov a iných nástrojov potrebných k výrobe obr. 5. Zariadenie je navrhnuté pre potrebu presnejšej výroby súčiastok s čo najmenším množstvom upínania obrobku pri jeho výrobe [].



Obr. 1 MULTUS\_300\_DIMA

V nasledujúcom kroku bol volený nulový bod programu v strede rotačnej plochy na čele obrobku obr.6. Je potrebné súčasne aj zadefinovať rozmery polotovaru z ktorého výrobok bude vyrábaný. Polotovar danej súčiastky bude tyčový materiál kruhového prierezu o priemere  $\varnothing 63$  mm a dĺžke  $L=76$  mm. Program vyznačí polotovar

okolo modelu sivou skicou na základe zvolených prídavkov k modelu obrobku.



Obr. 6 Model súčiastky so zadaným polotovarom a nulovým bodom programu

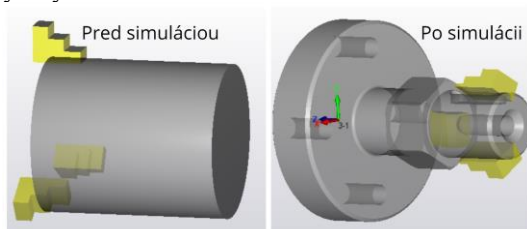
Následne je potrebné k výrobe súčiastky mať k dispozícii zvolené nástroje. Vybrané nástroje sú usporiadané v nástrojovom liste aj so základnými informáciami o nich obr.7. Zoznam nástrojov je možné vytvárať pred začatím programu ale aj počas jeho tvorby. Pri výbere nástroja je volená operácia, ktorá bude vykonaná. V ďalšom kroku je potrebné zadaným nástrojom, ktoré sú totožné s reálnym nástrojom, ktorý sa použije. Pri tvorbe je potrebné určiť rezné podmienky v ktorých bude pracovať podľa normy. Následne dochádza k nastaveniu a spôsobu upevnenia podľa oblasti, ktorú bude daný nástroj obrábať. V tomto programe budú nástroje upnuté vo frézovacom vretenne.

Číslo nástroje	B.	Název ...	Stanice...	Typ nástroje	ID Č.	Prídrž
1		Turret_Sp...	1A	Soustružení vnější		
2		Turret_Sp...	1A	Záporování vnější		
3		Turret_Sp...	1A	Navrtávák		
4		Turret_Sp...	1A	Vrták		5 mm
5		Turret_Sp...	1A	Závrták		6 mm
6		Turret_Sp...	1A	Válcová fréza		16 mm
7		Turret_Sp...	1A	Válcová fréza		6 mm
8		Turret_Sp...	1A	Strážec		10 mm
9		Turret_Sp...	1A	Vrták		6 mm

Obr. 7 Nástrojový list

### Simulácia výroby do finálnej podoby výrobku

Po vytvorení programu je možné si celý priebeh výroby súčiastky následne odsimulovať v softvéri. Simulácia slúži hlavne ku kontrole daných operácií vo výrobnom programe a veľmi jednoducho sa prostredníctvom nej dajú najst chybné kroky alebo zrážky nástrojov a ich držiakov s obrobkom alebo časťami stroja. Na obr. 8 je zobrazený polotovar pred simuláciou výroby a hotový výrobok po skončení simulácie programu výroby.



Obr. 8 Simulácia programu výroby

Simulácia ponúka aj informácie o programe, napríklad polohu nástroja vo všetkých osiach v čase vykonávania práce, jeho posuv aj otáčky, počet pohybov nástroja aj odhadovaný čas výroby danej súčiastky. Tento program sa skladá z dvanástich operácií, tristo deväťdesiatich ôsmich príkazov s odhadovanou časovou dĺžkou na 19 minút a 47 sekúnd pri takto zadaných rezných rýchlostiach, posuvoch a parametroch výroby.

### ZÁVER

Funkcie široko používané v dnešnom nespriahnutom CAM softvéri, napr. trojrozmerná grafická interpretácia, môžu byť združené v konverzačnom systéme programovania.

Na výrobu CNC programu pomocou CAD/CAM je potrebné mať k dispozícii kvalitný, prehľadný a jednoduchý CAD softvér ktorý je kompatibilný s CAM softvérom a CNC softvérom v obrábacom stroji. Tento typ programovania je rýchly, jednoduchý a efektívny avšak, zadováženie takého systému je mimoriadne nákladné, preto je potrebné zvážiť nákup licencie podobného softvéru s parametrami, ktoré sa dajú na danú výrobu použiť. Softvér sa používa pre malo a stredne sériovú výrobu.

CAM softvér ponúka veľa možností obrábania pre viac-osé frézovanie na vytváranie rôznych tvarových plôch a skrutkovic. Softvér inteligentne počíta bočný krok rovnomerne na všetkých plochách vďaka čomu sú dráhy nástroja veľmi dobre rozložené

### Literatúra

- [1] Wagner, F., Technika a programování NC strojů. 2., durchges. Aufl. Překlad Jiří Dvorský. Praha: Wahlberg, 1994, 88 s. ISBN 80-901-6575-3.
- [2] Demeč, P., 2005. Číslicové riadenie obrábacích strojov. In KEGA 3/3064/05. Košice : Technická univerzita v Košiciach, 2005. 27 s.
- [3] Řasa, J., Gabriel, V., Strojírenská technologie 3. Praha: Scientia, 2000. ISBN 80-718-3207-3.
- [4] Smid, P., CNC programming handbook: a comprehensive guide to practical CNC programming. Industrial Press Inc., 2003
- [5] Peterka, J., Janáč, A., CAD/CAM systémy. 1.vyd. Bratislava: STU 2002. 63 s. ISBN 80-227-1685-5
- [6] Sadílek, M., CAM systémy v obrábění I. 1.vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava 2008. 145 s. ISBN 978-80-248-0948-9

VEGA 1/0384/20 „Optimalizácia podmienok strihania elektroplechov za účelom zníženia strát elektrických motorov (pohonov)