

## NÁVRH VÝROBY SÚČIASTKY S VYUŽITÍM CAM SYSTÉMU

Ing. Peter Ižol, PhD.

Ing. Michal Krass

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra technológií a materiálov

Peter.Izol@tuke.sk

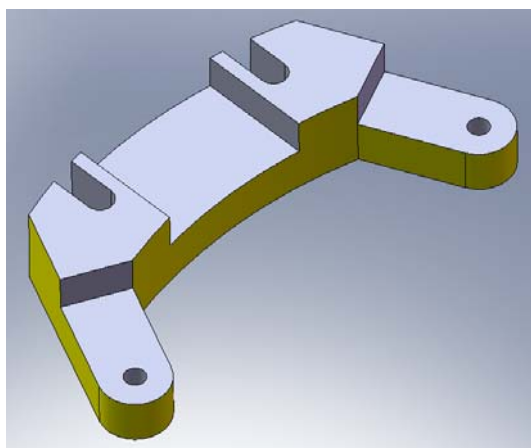
### Úvod

CAM systémy sú v dnešnej dobe prakticky neoddeliteľnou súčasťou procesov prípravy výroby v strojárstve. Stali sa prostriedkom, zabezpečujúcim efektívny chod výroby i technologickej prípravy výroby. Pri tzv. 3D obrábaní, ako je výroba dutín foriem a zápustiek, je nasadenie CAM systémov samozrejmosťou.

V súčasnosti je stále častejšie aj obrábanie tzv. 2D (klasických) strojných súčiastok, predtým uskutočňované na konvenčných strojoch, realizované za pomoci CNC výrobných techník. V mnohých prípadoch sa pre výrobu týchto súčiastok využíva dielenský spôsob programovania CNC strojov. Náročnosť a komplikovanosť tejto skupiny súčiastok však neustále vzrastá, čím sa zvyšujú nároky na možnosti riadiacich systémov i programátorov. Z tohto dôvodu sa aj v tejto oblasti presadzujú v stále väčšej miere CAM systémy.

### Popis riešenej problematiky

Cieľom vykonaných prác bolo navrhnuť technologický postup a realizovať výrobu dvoch kusov držiakov vzoriek pre leštičku metalografických výbrusov. Model držiaka vzoriek je na obr. 1. Najväčšie vonkajšie rozmery sú  $160 \times 84 \times 26$  mm.



Obr.1 CAD model súčiastky

Polotovárom bol hranol s rozmermi  $168 \times 100 \times 40$  mm, materiál dural EN AW 2017.

Použitým CAM softvérom bol SolidCAM 2007R11, inštalovaný ako nadstavba CAD systému SolidWorks 2007. Súčasťou softvéru je aj postprocesor pre riadiaci systém použitého stroja.

Výroba držiakov bola realizovaná v laboratóriu Katedry technológií a materiálov SJF TU v Košiciach, ktoré je vybavené CNC frézou Emco Mill 155 s riadiacim systémom Heidenhain TNC 426.

Pre realizáciu výroby boli navrhnuté a použité nasledujúce nástroje (obr. 2) :

- Fréza  $\varnothing 18$  mm firmy Korloy (označenie AMS 2018S) s dvoma vymeniteľnými reznými doštičkami APXT11T3PDR-MA.
- Fréza  $\varnothing 10$  mm firmy Korloy (označenie AMS 2010S) s jednou vymeniteľnou reznou doštičkou APXT11T3PDR-MA.
- Fréza  $\varnothing 8$  mm firmy ZPS - Frézovací nástroje, a.s. s počtom zubov 4.
- Fréza  $\varnothing 4$  mm firmy YG-1 (označenie E5521040) s počtom zubov 2.
- Vrták  $\varnothing 6$  mm.



Obr. 2 Nástroje použité pri výrobe súčiastok

Rezné podmienky sa stanovili podľa doporučení výrobcov nástrojov a to vzhľadom na obrábaný materiál. Hodnoty sú uvedené v tab. 1. Hodnoty hĺbky rezu  $a_p$  boli určené buď priamo (sú potom uvedené v texte) alebo vyplynuli z definovaných podmienok pre danú stratégiu.

Tab. 1 Rezné podmienky použitých nástrojov

Nástroj	Rezná rýchlosť $v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]	Posuv $f_z$ [mm]
AMS 2018S	280	0,2
AMS 2010S	157	0,2
ZPS	125	0,02
E5521040	63	0,01
vrták	40	0,06

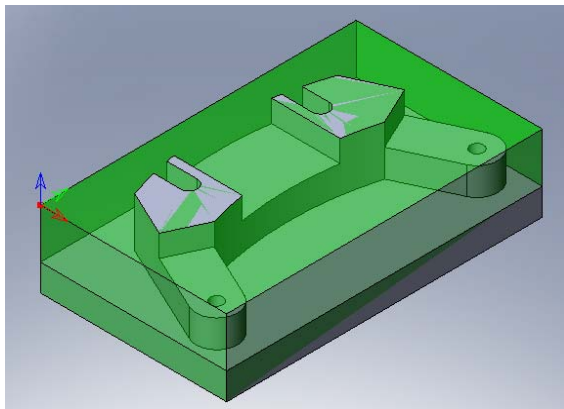
Boli navrhnuté dva technologické postupy kvôli porovnaniu rôznych prístupov k zhotoveniu súčiastky a kvôli overeniu využiteľnosti rôznych stratégií obrábania, ktoré sú k dispozícii v použitom CAM systéme. V tomto článku je prezentovaný len jeden z prístupov k vyrobeniu súčiastky. Navrhnutý sled operácií je uvedený v tab. 2. Vzhľadom k tvaru súčiastky, na ktorej nie sú k dispozícii vhodné plochy pre upnutie, bolo rozhodnuté vyfrézovať požadovaný tvar na podstave, slúžiacej na upnutie. Táto podstava bola odstránená v poslednom kroku navrhnutého postupu.

Tab. 2 Postup zhotovenie súčiastky

P. č.	Popis operácie	Nástroj
1.	Frézovanie vonkajšieho tvaru súčiastky	fréza Ø18
2.	Frézovanie drážok pre upínacie skrutky	fréza Ø8
3.	Vrtanie otvorov pre uloženie čapov	vrták Ø6
4.	Dokončovacie frézovanie vo vnútorných rohoch súčiastky	fréza Ø4
5.	Odstránenie spodnej časti polotovaru	fréza Ø18

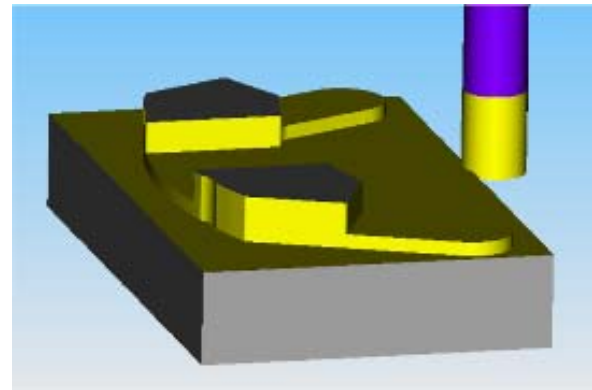
### Postup výroby súčiastky

Pred vytvorením NC programov bola z modelov súčiastky a polotovaru vytvorená zostava. Táto zostava bola načítaná do CAM systému a následne sa určila poloha nulového bodu – obr. 3. Podľa zvolených nástrojov bola vytvorená tabuľka nástrojov.

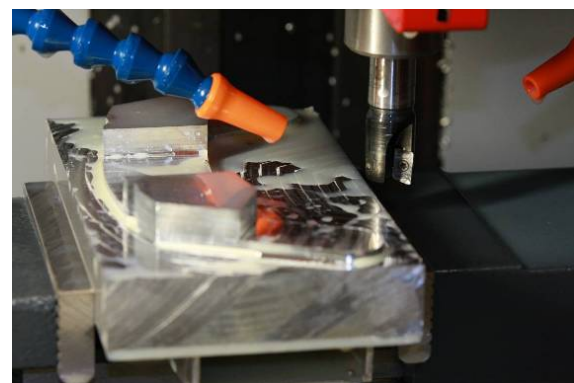


Obr.3 Zostava modelov súčiastky a polotovaru s určeným nulovým bodom

V prvej operácii sa zhotovil vonkajší tvar súčiastky hrubovacou stratégiou *cik-cak* s hodnotou prekrytia dráh nástroja  $0,65$  a hĺbkou rezu  $a_p = 2\text{ mm}$ . Simulácia je zobrazená na obr. 4, zodpovedajúca fáza výroby je zachytená na obr. 5.

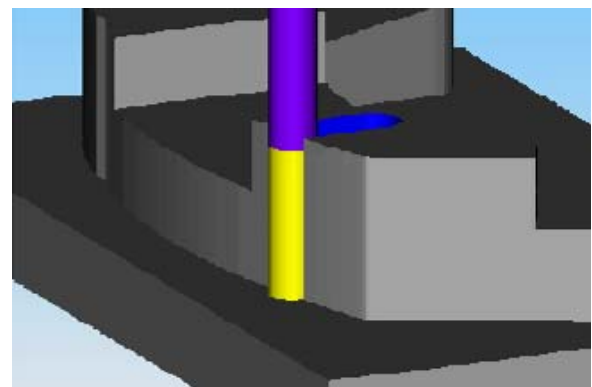


Obr. 4 Simulácia frézovania vonkajšieho tvaru súčiastky



Obr. 5 Frézovanie vonkajšieho tvaru súčiastky

Druhá operácia bola určená pre zhotovenie drážok pre upevňovacie skrutky. Využila sa hrubovacia stratégia *kontúra* s možnosťou začistiť plochy na konci hrubovania. Aj v tomto kroku bola hĺbka rezu  $a_p = 2\text{ mm}$ . Simulácia je zobrazená na obr. 6, výroba na obr. 7.



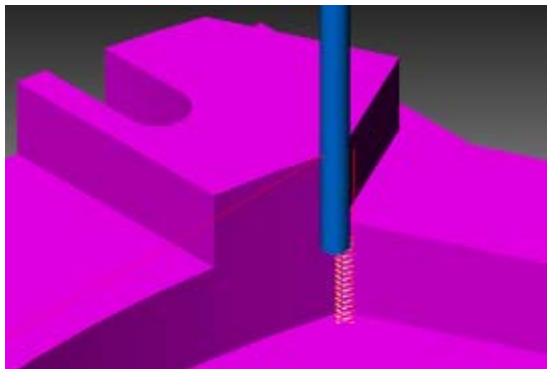
Obr. 6 Simulácia frézovania drážok



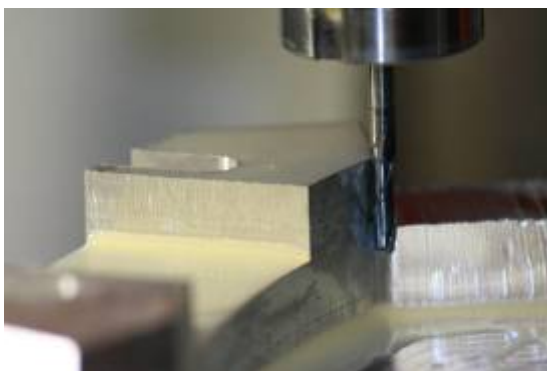
Obr. 7 Frézovanie drážok

V tretej operácii boli zhotovované otvory pre uloženie čapov, využila sa stratégia klasického vŕtania.

Štvrtá operácia bola zameraná na dokončenie vnútorných rohov súčiastky, ktoré nebolo možné obrobit' predchádzajúcim nástrojom väčšieho priemeru. Využila sa dokončovacia stratégia *konštantné Z* s krokom v smere osi Z  $0,5\text{ mm}$  vo vymedzenej oblasti. Vygenerovaná dráha nástroja je na obr. 8, zodpovedajúca fáza výroby je zachytená na obr. 9.



Obr. 8 Znázornenie dráhy nástroja pri dokončovaní vnútorného rohu



Obr. 9 Dokončovanie vnútorného rohu

V poslednej operácii sa odstraňovala podstava, ktorá v doterajšom priebehu výroby slúžila na upnutie.

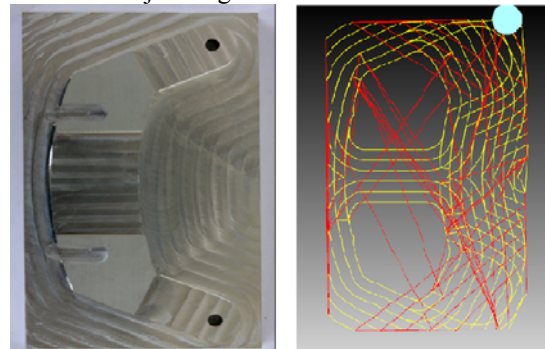
### Vyhodnotenie

Boli navrhnuté a analyzované viaceré stratégie obrbenia vonkajšieho tvaru súčiastky. Pre výrobu boli zvolené tie, u ktorých na základe analýz bola súčiastka vyrobená v čo najkratšom čase pri dosiahnutí prijateľnej kvality obrobeného povrchu.

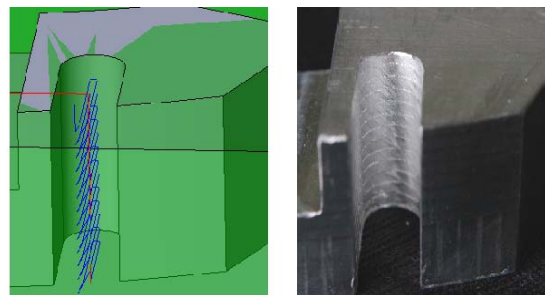
Vyrobené súčiastky boli použité pre niektoré porovnania vernosti simulácie a analýz s reálne získanými povrchmi. Na obr. 10 je porovnanie stôp po nástroji na súčiastke s vygenerovanou dráhou nástroja pri simulácii.

Podobne na obr. 11 je porovnanie vygenerovanej dráhy nástroja so stopami po nástroji v drážke, slúžiacej na upevnenie držiaka k prístroju.

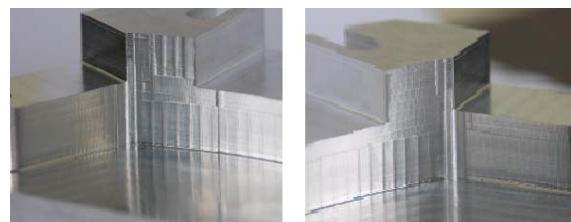
Zhodnosť reálne získaného povrchu s povrchom po simulácii je možné porovnať na obr. 12 a obr. 13. Povrch niektorých stien súčiastky, získaný simuláciou, nebol hladký, ale mal vlnovitý reliéf. Takýto povrch bol získaný aj na vyrobenej súčiastke. Tu sa pravdepodobne prejavujú nedostatky zvolenej hrubovacej stratégie pri obrábaní takéhoto typu plôch bez použitia následnej dokončovacej stratégie.



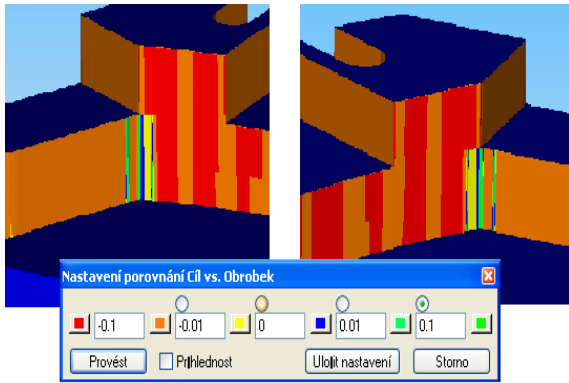
Obr. 10 Porovnanie stôp po nástroji na povrchu obrobku s dráhami nástroja pri simulácii



Obr. 11 Upevňovacia drážka - dráha nástroja pri simulácii a stopy po nástroji



Obr. 12 Reálny povrch časti súčiastky



Obr. 13 Analýza nedorezania a podrezania

Povrch súčiastky vykazoval na niektorých plochách stopy po chvení nástroja, čo poukazuje na nedostatočnú tuhosť sústavy stroj – nástroj – obrobok vzhľadom k zvoleným rezným podmienkam. Bola meraná a vyhodnocovaná drsnosť povrchov obrobenej plochy, údaje sú uvedené v práci [1].

### Záver

Je zrejmé, že zvolené stratégie majú veľký vplyv na výsledky obrábania a v konečnom dôsledku aj na ekonomické aspekty výroby. Použitím vhodných kombinácií stratégií obrábania je možné znížiť časy obrábania, zvýšiť životnosť nástrojov, zlepšiť kvalitu povrchu a v neposlednom rade ovplyvniť rozmerovú presnosť obrábania. Súčasný CAM systém ponúka množstvo funkcií a vylepšení, ktoré prispievajú k zvyšovaniu kvality obrábania.

### Literatúra

1. Krass, M. : Návrh technológie výroby súčiastky na CNC frézke s využitím CAM systému. Diplomová práca, KTaM SJF TU v Košiciach, 2009.
2. Ižol, P. : Porovnanie prístupov k tvorbe NC programov. In. : Rozvoj technológie obrábania – DMC 2007, Košice, str. 210 – 212.
3. Král, J. et al. : Verifikácia presnosti NC a CNC trojsovej frézy. Acta Mechanica Slovaca. roč. 12, 2008, č. 3-a, s. 229-232.
4. Józwiak J. - Cymbała M. : Wykorzystanie wyposażenia pomiarowego obrabiarki CNC do identyfikacji stanu ostrza narzędzia skrawającego. Przegląd mechaniczny, 2008, č. 6, str. 33.
5. Sadílek, M. : Vyspělé strategie ve 3D frézování. MM Průmyslové spektrum, 2004, č. 12, str. 46.

**Prezentované výsledky vznikli s podporou VEGA v rámci riešenia grantovej úlohy 1/4159/07 "Počítačová podpora výroby tvarovo zložitých plôch na CNC strojoch pre výskum, vývoj a overovanie nástrojov a foriem na výrobu plastových automobilových dielcov".**