



## SIMULATION OF FLANGE PRODUCTION IN EMCO PROGRAM

M. Duspara<sup>1,\*</sup>, M. Stoić<sup>1</sup>, B. Kovačević<sup>1</sup>, A. Stoić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, University of Slavonski Brod, Croatia

\* Corresponding Author. E-mail: mduspara@unisb.hr

### Abstract:

The introduction of CNC processing technologies is one of the steps that increase productivity, economic results and marketability. The production of complex surfaces, the need for greater flexibility led to the need to use a five-axis machining center.

The complexity of programming with five-axis machining centers is solved by using CAD/CAM software packages. The direct link between the machine tool and the CAD/CAM software package is the postprocessor. Therefore, in order for processing on a CNC machining center to take place successfully, it is very important to have a well-defined post-processor, that is, an NC code generator. The use of CAD/CAM software packages enables a shorter time for designing products, creating drawings, optimizing machines, and faster creation of CNC programs for products with complex geometry. Simulations of the machining process in CAM software packages enable the detection of problems (collisions) before the NC program is recorded on the CNC machining center. Such information makes the product competitive in the global market.

**Keywords:** CAD/CAM, Simulation, Flange production, EMCO

### 1. Uvod

U radu je prikazana tehnologija pripreme, simulacije obrade i obrade glodanjem pripremk (prirubnice) 100 x100 x12 od nehrđajućeg čelika na CNC stroju u programu EMCO.

Postoje različite definicije NC-a, a jedna od najpoznatijih je: NC je upravljanje alatnim strojevima pomoću posebno kodiranih instrukcija (naredbi) koje se učitavaju u upravljačku jedinicu stroja. Instrukcije se sastoje od brojki i slova te specijalnih znakova pa otuda i potječe naziv numeričko upravljanje. Pišu se logičkim redoslijedom u unaprijed dogovorenu standardiziranom obliku. Skup svih instrukcija potrebnih da bi se provela određena obradba na izratku naziva se CNC program [1].



Strogo uzevši, postoji razlika između kratica NC i CNC. Kratica NC koristi se za izvorno numeričko upravljanje, dok se CNC koristi za računalom podržano numeričko upravljanje. Kako bismo pravilno koristili te dvije kratice, potrebno je pojasniti bitnu razliku između njih.

U NC sustavu program se učitava u upravljačku jedinicu pomoću bušene trake, kartica ili diskete, a zatim se provodi obradba predmeta pri čemu operater na stroju nema mogućnost mijenjanja programa. Sve potrebne izmjene moraju se obaviti izvan stroja pa ponovno učitati program u upravljačku jedinicu stroja [1].

U CNC sustavu mikroprocesor omogućuje izmjenu programa na samom stroju, a također je moguće provesti i određene izmjene i tijekom obradbe predmeta. To svojstvo omogućuje veliku fleksibilnost u radu, uštedu u vremenu te je uvelike pridonijelo raširenosti uporabe CNC strojeva.

### 1.1 Prednosti i nedostaci CNC strojeva

Ukoliko se usporedi tradicionalna strojna obrada i CNC strojna obrada može se zaključiti da je osnovni pristup izradbi dijelova gotovo jednak:

- analiza crteža (i ostale dokumentacije)
- izbor operacija obradbe
- određivanje baznih površina i izbor načina stezanja
- odabir odgovarajućih alata
- proračun optimalnih režima obradbe
- izradba programa i testiranje
- izradba predmeta [1].

Sama razlika je u predzadnjoj radnji koje na tradicionalnim strojevima nema. Pri samoj obradi pojavljuju se bitne razlike. Operator na tradicionalnom stroju pomoću jedne ili obje ruke obavlja uključivanje/isključivanje posmaka, rashladnog sredstva tj. obavlja ručno vođenje alata, a zato je potrebna određena vještina i znanje. Naravno da će i o samom stupnju znanja i vještine ovisiti i kvaliteta i vrijeme izradbe predmeta osobito ukoliko je potrebno izraditi više potpuno istih predmeta. Operator ne može ponoviti sve operacije obradbe potpuno jednako što će dovesti do određenih razlika u dimenzijama obrađivanog predmeta i kvaliteti obrađene površine. Dok kod CNC strojne obradbe mikroprocesor vodi alat uvijek na isti način. Time su stvoreni preduvjeti da svaki predmet obradbe u seriji bude potpuno identičan. Tako se može zaključiti da su CNC strojevi superiorniji od klasičnih tradicionalnih strojeva. Međutim, postoje slučajevi gdje tradicionalni strojevi imaju prednost kao na primjer kada je potrebno izraditi samo jedan jednostavni predmet.

Općenito, može se reći da su prednosti CNC strojeva:

- a) Prilagodljivost - stroj može izrađivati veću/manju seriju proizvoda ili samo jedan proizvod, te se nakon toga jednostavno učita novi program i izrađuje drugi proizvod



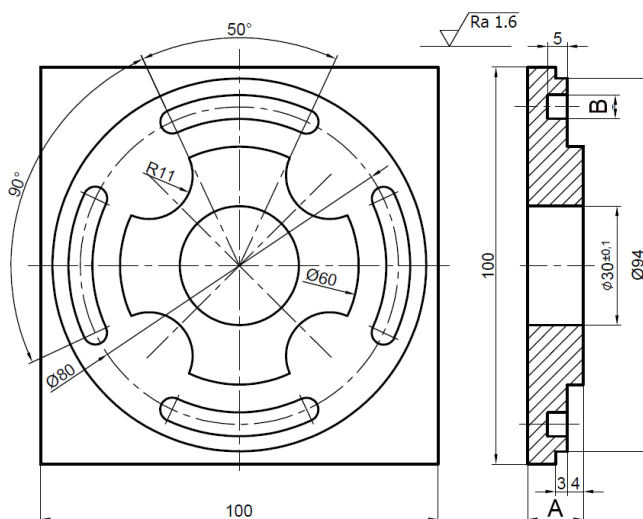
- b) Mogućnost izradbe vrlo složenih oblika - izradba trodimenzionalnih složenih oblika na klasičnim tradicionalnim strojevima je skupa, a katkad i nemoguća. Korištenjem CNC stroja omogućuje se izradba, a samim time i konstruiranje složenih oblika i proizvoda koje prije nije bilo ekonomično proizvoditi.
- c) Točnost i ponovljivost - pomoću CNC stroja moguće je proizvesti veliku količinu (100, 1000 ili više) potpuno jednakih proizvoda odjednom ili povremeno. Razlike koje mogu nastati među proizvodima obično su zanemarive, a nastaju zbog trošenja alata i dijelova stroja. Na klasičnim tradicionalnim strojevima to nije moguće. Dio proizvoda čak neće zadovoljiti ni potrebnu kvalitetu.
- d) Smanjenje ili potpuno uklanjanje troškova skladištenja - kako bi zadržali svoju funkciju, strojeve je potrebno redovno održavati. Nakon određenog vremena pojedine dijelove je potrebno zamijeniti. Te dijelove mora osigurati proizvođač stroja. Ako dijelove izrađuje na klasičnim tradicionalnim strojevima, proizvođač ih mora proizvesti i uskladištiti kako bi ih nakon pet ili više godina dostavio kupcu. Držanje doknadnih dijelova na skladištu stvara dodatni trošak. Neki od tih dijelova se nikad i ne isporuče kupcu jer se dizajn stroja u međuvremenu promijeni pa dijelovi postanu zastarjeli. Uporabom CNC strojeva potrebno je sačuvati, tj. uskladištiti samo programe, a dijelovi se u kratkom roku izrade po narudžbi kupca. Pri tome je trošak znatno manji od skladištenja gotovih doknadnih dijelova.
- e) Smanjenje pripremno-završnih vremena i troška izradbe - pri uporabi klasičnih tradicionalnih strojeva često su potrebne specijalne naprave za pozicioniranje predmeta te šablone za vođenje alata po konturi. Izradba naprava je trošak, a vrijeme do početka proizvodnje proizvoda produžuje se za vrijeme izradbe naprava. Za CNC strojeve to nije potrebno jer se alat vodi mikroprocesorom po bilo kojoj složenoj putanji.
- f) Mali zahtjevi za vještinama operatera - operateri CNC strojeva trebaju znati postaviti predmet u stroj, postaviti, izmjeriti i izmijeniti odgovarajuće alate te se koristiti odgovarajućim CNC programom. To su kudikamo manji zahtjevi za vještine i znanja nego što ih treba imati operater na klasičnim tradicionalnim strojevima koji treba znati voditi izvršavanje pojedinačnih operacija obradbe.
- g) Jednostavniji alati - na CNC strojevima alati su standardizirani te obično nema potrebe za uporabom specijalnih alata ili ručno izrađenih.
- h) Stvaranje uvjeta za točnu realizaciju planova proizvodnje i povećanje produktivnosti - primjenom CNC strojeva za izradbu većih serija moguće je vrlo precizno planiranje proizvodnje, rezultat su puno manji gubitci proizvodnog vremena, a time i veća produktivnost izradbe.
- i) Smanjenje vremena potrebnog za kontrolu točnosti [1].

Nedostaci CNC strojeva jesu:

- Veliko investicijsko ulaganje  
Početna ulaganja su znatno veća nego za klasične tradicionalne strojeve. To podrazumijeva dobru iskorištenost kapaciteta stroja kako bi se on isplatio u razumnom roku.
- Potreba programiranja CNC stroja  
Programeri su visoko izobraženi pojedinci koji moraju imati specijalistička znanja iz više područja. Takvih pojedinaca nema mnogo pa su vrlo dobro plaćeni.
- Visoki troškovi održavanja  
CNC strojevi su vrlo složeni. Stroj se mora redovito održavati kako bi zadržao svoje prednosti, a posebno točnost. Za održavanje su potrebna znanja iz elektronike i strojarstva. Zbog toga i to osoblje mora biti dobro plaćeno.
- Neisplativost izradbe jednostavnih predmeta
- Predmete jednostavne geometrije u pojedinačnoj proizvodnji ili malim serijama često je jeftinije i brže izraditi na klasičnom tradicionalnom stroju u traženoj kvaliteti. Za njih nije potrebno pisati program, testirati ga i tek onda izrađivati proizvod [1]. CNC simulacija u EMCO programu
- 

## 2. CNC glodanje u EMCO programu

Na slici 2.1. prikazana je kontura koja će se izraditi CNC glodanjem u EMCO programu.



Slika 2.1 Dimenzije izratka

U tablici 2.1. prikazan je plan rezanja s koordinatama.



Društvo za tehniku  
zavarivanja SlavonSKI Brod

## 12. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje SBZ 2023

### „STROJARSKE TEHNOLOGIJE U IZRADI ZAVARENIH KONSTRUKCIJA I PROIZVODA, SBZ 2023.“

Slavonski Brod, 26. i 27. 04. 2023. i Požega 28. 04. 2023.

**Tablica 2.1** Plan rezanja

Točka	Kontura 1	1	2	3	Kontura 2	1	2	3
X	0	20	80	20	0	3	97	3
Y	0	50	50	50	0	50	50	50

U tablici 2.2. prikazan je režim obrade za grubu i završnu obradu.

**Tablica 2.2** Režimi obrade

Alat	Naziv alata	Promjer alata [mm]	Materijal alata	Broj zubi	Obrada	Brzina rezanja [m/min]	Posmak [mm]	Brzina vrtnje [o/min]
1	Face mill 50 mm	50	HSS	6	Gruba	18	0,01	115
					Završna	18	0,125	115
2	End mill 16 mm	16	HSS	2	Završna	18	0,05	358
3	End mill 5 mm	5	HSS	2	Završna	18	0,012	1146

U nastavku je ispisan glavni program za glodanje konture dimenzija 100x100x12 mm.

DIMENZIJE SIROVCA 12X100X100

MATERIJAL SIROVCA NEHRDAJUCI CELIK (MARTENZITNI)

STROJ EMCO MILL 155

-----  
G90 G71 G94 G17 G9

G54

TRANS X0 Y-100 Z10

T1 D1

S115 F69 M3



Društvo za tehniku  
zavarivanja Slavonski Brod

12. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje SBZ 2023

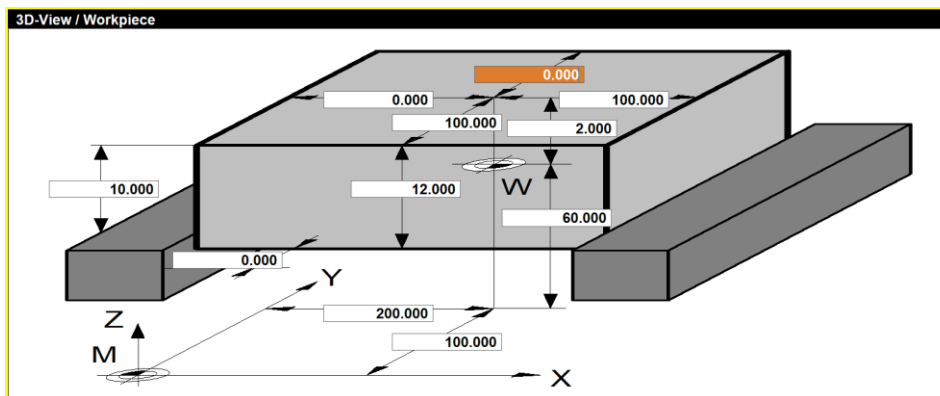
„STROJARSKE TEHNOLOGIJE U IZRADI ZAVARENIH  
KONSTRUKCIJA I PROIZVODA, SBZ 2023.“

Slavonski Brod, 26. i 27. 04. 2023. i Požega 28. 04. 2023.

---

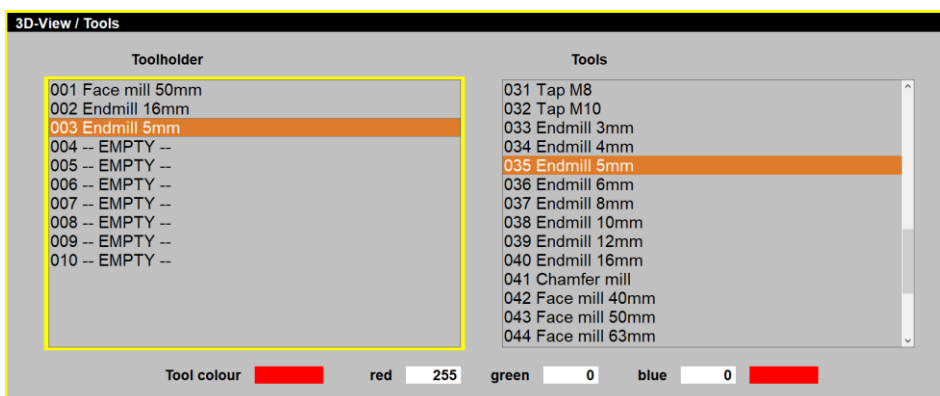
```
;VC=18 M/MIN FZ=0.1
G0 Z5
G0 X-35 Y5
CYCLE71 (15 ,2 , 2 , , , , 100, 100, 0, 1, 0, 5, 0.2, 69, 11, 8)
G1 Z5
S115 F86 M3
;VC=18 M/MIN FZ=0.125
CYCLE71 (15 ,2 ,2 , , , , 100, 100, 0, 1, 0, 5, 0.2, 86, 12, 8)
G0 Z5
S115 F69 M3
CYCLE72 ("LEMI", 15, , 2, -4, 1, 0.2, 0.2, 69, 60, 112, 41, 2, 37.5, 0, 2, 37.5)
G0 Z5
S115 F86 M3
CYCLE72 ("LEMI", 15, , 2, -4, 1, 0, 0, 86, 75, 112, 41, 2,3 7.5, 0, 2, 37.5)
G0 Z5
S115 F69 M3
G0 X-35 Y5
CYCLE72 ("LEMI_2", 15, -4, 2, -7, 1, 0.2, 0.2, 69 , 60, 111 , 41, 2, 37.5, 0, 2, 37.5)
G0 Z5
S115 F86 M3
CYCLE72 ("LEMI_2", 15, -4, 2, -7, 1, 0, 0, 86, 75, 112, 41, 2, 37.5, 0, 2, 37.5)
G0 Z50
M0
T2 D1
S358 F36 M3
;VC=18 M/MIN FZ=0.05
G0 X50 Y50 Z5
MCALL CYCLE83 (5, , 2, -4, 0, -2, 0, -1, 0.2, 0, 0.7, 0, 3, 2, 0, 0, 0)
HOLES2 (50, 50, 32.156, 45, 0, 4)
MCALL
G0 Z50
POCKET2 (5, , 1, -13, 0, 15, 50, 50, 36, 358, 1, 2, 0.2, 0, 1, 350, 500)
G0 Z50
M0
T3 D1
S1146 F28 M3
```

Na slici 2.2. prikazan je radni komad u EMCO programu.



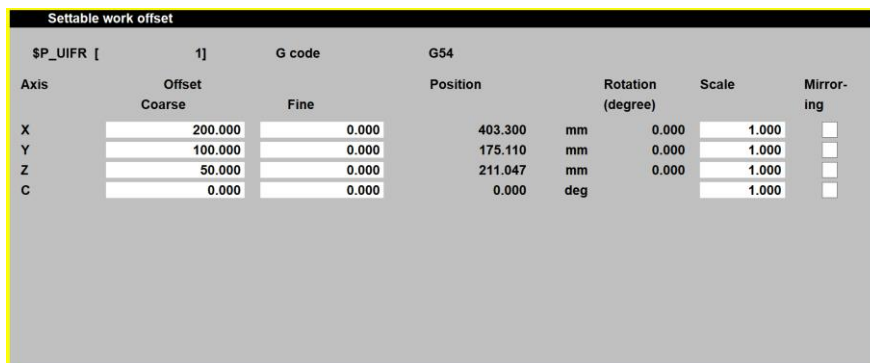
Slika 2.2. 3D-View / Workpiece

Na slici 2.3 prikazana je lista korištenih alata pri glodanju konture.



Slika 2.3 Pogreška! U dokumentu nema teksta navedenog stila..1 3D-View / Tools

Na slici 2.4 prikazani su parametri ranog predmeta.



Slika 2.4 Settable work offset

Na slici 2.5 prikazani su parametri alata 1 koji se koristi pri izradi konture glodanjem.



Društvo za tehniku  
zavarivanja Slavonski Brod

## 12. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje SBZ 2023

### „STROJARSKE TEHNOLOGIJE U IZRADI ZAVARENIH KONSTRUKCIJA I PROIZVODA, SBZ 2023.“

Slavonski Brod, 26. i 27. 04. 2023. i Požega 28. 04. 2023.

Tool offsets		TO area			
T number	1	D number	1	No. of c.edges	1
Tool type	140	Facing tool			
Tool length comp.	Geometry	Wear	Base		
Length 1	0.000	0.000	0.000	mm	
Length 2	0.000	0.000	0.000	mm	
Length 3	0.000	0.000	0.000	mm	
Radius compensation					
Radius	25.000	0.000		mm	

Slika 2.3 Parameter -Tool offset alat 1

Na slici 2.6 prikazani su parametri alata 2 koji se koristi pri izradi konture glodanjem.

Tool offsets		TO area			
T number	2	D number	1	No. of c.edges	1
Tool type	120	End mill (w/o corner rounding)			
Tool length comp.	Geometry	Wear	Base		
Length 1	0.000	0.000	0.000	mm	
Length 2	0.000	0.000	0.000	mm	
Length 3	0.000	0.000	0.000	mm	
Radius compensation					
Radius	8.000	0.000		mm	

Slika 2.4 Parameter - Tool offset alat 2

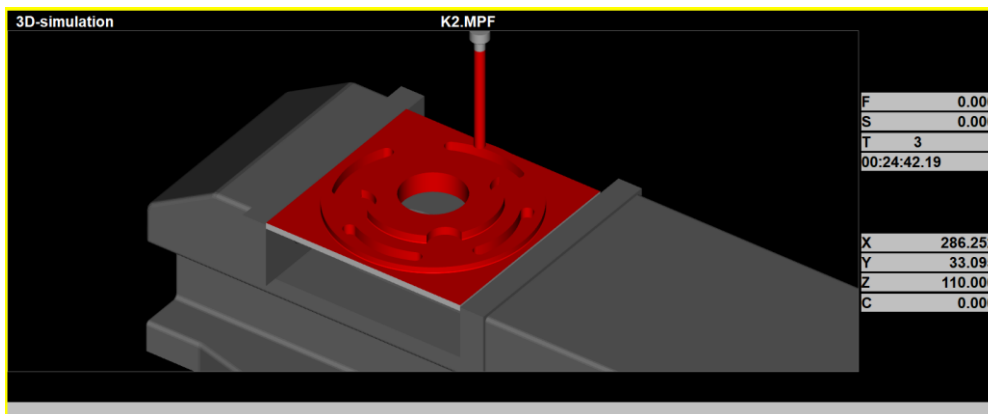
Na slici 2.7 prikazani su parametri alata 3 koji se koristi pri izradi konture glodanjem.

Tool offsets		TO area			
T number	3	D number	1	No. of c.edges	1
Tool type	120	End mill (w/o corner rounding)			
Tool length comp.	Geometry	Wear	Base		
Length 1	0.000	0.000	0.000	mm	
Length 2	0.000	0.000	0.000	mm	
Length 3	0.000	0.000	0.000	mm	
Radius compensation					
Radius	2.500	0.000		mm	

Slika 2.5 Parameter -Tool offset alat 3

Na slici 2.8 prikazan je završni izgled 3D simulacije obrađenog predmeta glodanjem.





Slika 2.6 3D-simulacija izrade u 3D-View (završni izgled obrađenog predmeta)

### 3. Zaključak

Živimo u vremenu kada je svijet ušao u razdoblje u kome se razvijaju informatičke i vrhunske proizvodne tehnologije i tehnike. Informatičke tehnologije su u proizvodnim sustavima postigle značajan utjecaj. Uvođenjem CNC tehnologija obrade jedan je od koraka kojima se povećava proizvodnost, ekonomski rezultat i tržišna sposobnost. Izrada kompleksnih površina, potreba za većom fleksibilnosti dovele su do potrebe korištenja petoosnog obradnog centra. Složenost programiranja kod petoosnih obradnih centara rješava se korištenjem CAD/CAM programskih paketa. Direktna poveznica između obradnog stroja i CAD/CAM programskog paketa je postprocesor. Dakle, kako bi se obrada na CNC obradnom centru uspješno odvijala vrlo je važno imati dobro definiran postprocesor, odnosno generator NC koda. Uporaba CAD/CAM programskih paketa omogućava kraće vrijeme konstruiranja proizvoda, izrade crteža, optimizacije strojeva te brže izrade CNC programa proizvoda složene geometrije. Simulacije procesa obrade u CAM programskim paketima omogućuju detekciju problema (kolizije) prije nego se NC program snimi na CNC obradni centar. Takve informacije stvaraju proizvod konkurentnim na globalnom tržištu. Za uspješno postavljanje parametara potrebnih za petoosnu obradu, potrebno je poznavati osnove rada računalnih programa i obradnih strojeva, te nadalje njihovo međusobno sučelje. Kod računalnih programa potrebno je poznavati načine na koje se pomoću programa može projektirati obrada kao i mogućnosti koje program pruža za prevođenje rezultata u podatke razumljive obradnom stroju. Za zadani stroj potrebno je poznavati njegove kinematičke karakteristike, kako bi se mogao postaviti plan obrade komponente. Možda je važno zaključiti da je sam postprocesor jedan mali dio cijelog obradnog sustava. Za učinkovito korištenje obradnog sustava, važna je i komunikacija između programera CAD/CAM programskim paketima s operaterima za CNC strojevima, odnosno važna je dobro pripremljena dokumentacija koja prikazuje sve potrebne informacije za uspješno izvođenje obrade.



Društvo za tehniku  
zavarivanja Slavonski Brod

12. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje SBZ 2023

**„STROJARSKE TEHNOLOGIJE U IZRADI ZAVARENIH  
KONSTRUKCIJA I PROIZVODA, SBZ 2023.“**

Slavonski Brod, 26. i 27. 04. 2023. i Požega 28. 04. 2023.

---

#### 4. Literatura

- [1] Bošnjaković, M.; Numerički upravljani alatni strojevi: udžbenik za 3. razred srednjih strukovnih škola, *Školska Knjiga*, 2009.
- [2] SIEMENS; Programming Guide - Fundamentals SINUMERIK 840D/840Di/810D 11/2002 Edition
- [3] SIEMENS; Short Guide – Programming – SINUMERIK 840D/840Di/810D/FM-NC, 10/2002 Edition
- [4] EMCO; Software description: EMCO WinNC, SINUMERIK 810D/840D Milling, Edition 04/2005
- [5] Evans, K.; Programming of CNC Machines, Industrial Press Inc. (2nd edition), New York, 2001
- [6] Smid, P.; CNC Programming Handbook, Industrial Press Inc. (2<sup>nd</sup> edition), New York, 2003.