

Programovanie

3. ročník

Ing. Miloš Ďutka

Považská Bystrica 2011

Názov: časť I. SINUMERIK 840D
časť II. EdgeCAM

Autor: Ing. Miloš Ďutka
Odborný garant: Mgr. Štefan Capák

Vydavateľ: Stredná odborná škola strojnícka, Považská Bystrica

Obsah

1. Ovládacie prvky	1
1.1. Možnosti usporiadania	1
1.1.1. Stroj riadený PC s ovládacím panelom EMCO.	1
1.1.2. Stroj riadený PC.....	1
1.1.3. PC s panelom EMCO bez stroja – externé výukové pracovisko.	2
1.1.4. PC so softwarom WinNC	2
1.2. Ovládací panel EMCO	3
1.2.1. Obrazovka	4
1.2.2. Klávesnica ovládania programu.....	6
1.2.3. Klávesnica ovládania stroja	7
1.2.4. Ovládacie prvky na stroji.	9
1.3. PC klávesnica	9
2. Ovládanie WinNC	11
2.1. Spustenie a ukončenie WinNC	11
2.1.1. Spustenie WinNC	11
2.1.2. Ukončenie WinNC.	11
2.2. Základy obsluhy programu	11
2.3. Adresáre obrobkov a NC programy	12
2.3.1. Typy NC programov (súborov) a adresárov	12
2.3.2. Uloženie NC súboru.	12
2.3.3. Vytvorenie adresára	12
2.3.4. Vytvorenie partprogramu(programu súčiastky)	13
2.3.5. Vytvorenie subprogramu(podprogramu)	14
2.3.6. Editácia NC programu.	15
2.3.7. Práca so súbormi a adresármi	15
2.4. Export a import NC súboru	16
2.4.1. Export	17
2.4.2. Import dát	18
2.5. Simulácia programu	19
3. Ovládanie stroja	22
3.1. Pracovné režimy stroja	22
4. Nástrojové dáta	25
4.1. Korekcia nástroja	25
4.2. Polomer hrotu nástroja	26
4.3. Poloha ostria	26
4.4. Zadanie nástrojových dát	27
4.4.1. Parametre	27
4.4.2. Funkčné tlačidlá	29
4.4.3. Zavedenie nového nástroja s korekciami	30
5. Beh programu	35
5.1. Podmienky pre spustenie programu	35
5.2. Voľba partprogramu na obrobenie	35
5.2.1. Uvoľnenie partprogramu(adresára obrobku)	35
5.2.2. Navolenie partprogramu pre spustenie	35
5.3. Spustenie programu, zastavenie programu	36
5.3.1. Spustenie programu	36
5.3.2. Zastavenie (prerušenie) behu programu	36
5.3.3. Zrušenie behu programu	36
5.3.4. Oplyvnenie priebehu programu	36
6. Programovanie	37
6.1. Prehľad prípravných funkcií G	37
6.2. Prehľad pomocných funkcií M	38
6.3. Skratky príkazov	39
6.4. Súradnice, nulové body	41
6.5. Korekcie polomeru nástroja	43
6.6. Posuvy, otáčky, pracovný priestor	44
6.7. Pracovné pohyby	46

6.8.	Programovanie kontúry	50
6.8.1.	Tvorba voľnej kontúry	50
6.8.2.	Priama tvorba kontúry	54
6.9.	Cykly	55
7.	3D View	66
1.	Prostredie programu v režime DESIGN	70
1.1	Popis užívateľského prostredia EdgeCAM - v režime „design“- FRÉZOVANIE	70
	Kontrolné otázky „Design“- FRÉZOVANIE	74
1.2	Popis užívateľského prostredia EdgeCAM - v režime „design“- SÚSTRUŽENIE	74
	Kontrolné otázky „Design“- SÚSTRUŽENIE	75
1.3	Import geometrických dát do prostredia EdgeCAM – FRÉZOVANIE	76
	Kontrolné otázky Import dát- FRÉZOVANIE	82
1.4	Vytvorenie polotovaru	82
1.5	Určenie nulového bodu obrobku	83
1.6	Import geometrických dát do prostredia EdgeCAM – SÚSTRUŽENIE	84
	Kontrolné otázky Import dát- SÚSTRUŽENIE	90
2.	Prostredie programu v režime VÝROBA	91
2.1	Základné obrábacie operácie v EdgeCAM - 2D geometria	91
2.1.1	Nastavenie nového obrábacieho postupu- Frézovanie	92
2.1.2	Úprava parametrov nového obrábacieho postupu	92
2.1.3	Hrubovanie	92
	Kontrolné otázky Frézovanie hrubovaním- Čelné a náliatky	97
	Kontrolné otázky Frézovanie hrubovaním- dutiny, otvorené dutiny a trochoidné frézovanie	102
2.1.4	Dokončovacie obrábanie	103
	Kontrolné otázky Frézovanie dokončováním- po 2D profile- uzatvorené profilované zámky (dutiny)	107
	Kontrolné otázky Frézovanie dokončováním- Po 2D profile - otvorené zámky (dutiny)	108
2.1.5	Frézovanie drážok	109
	Kontrolné otázky Frézovanie DRÁŽIEK	110
2.1.6	Frézovanie textov	111
	Kontrolné otázky Frézovanie TEXTOV	115
2.1.7	Gravírovanie	116
2.1.8	Vŕtanie, vyhrubovanie, vyvrtávanie a závitovanie	118
	Kontrolné otázky Frézovanie GRAVÍROVANÍM, VŔTANIE, VYHRUBOVANIE, VYVRTÁVANIE A ZÁVITOVANIE	121
2.2	Základné obrábacie operácie v EdgeCAM - 3D geometria	122
2.2.1	Vyhľadávanie útvarov 3D objemových modelov	122
2.2.2	Definovanie postupu vyhľadávanie útvarov	124
	Kontrolné otázky Vyhľadávanie útvarov - 3D Geometria	125
2.3	Základné operácie prevádzané na rozpoznávaných útvaroch 3D modelu	126
2.3.1	Hrubovanie	126
	A. Frézovanie čela	126
	B. Hrubovanie vo vrstvách- zámky (dutiny)	127
2.3.2	Dokončovacie obrábanie	128
	Kontrolné otázky Operácie na rozpoznávaných útvaroch - 3D Geometria	130
2.3.3	Vŕtanie	130
	Kontrolné otázky Vŕtanie - 3D geometria	132
3	SÚSTRUŽENIE 2 osé - 2D GEOMETRIA	132
3.1	Príprava 2D objektov- DESIGN	132
3.1.1	Načítanie výkresu sústruženej súčiastky z CAD systému (AutoCAD)	133
3.1.2	Odstránenie nepotrebných elementov	133
3.1.3	Prenesenie prvkov do roviny ZX a nastavenie prostredia ZX- sústruženie	134
3.1.4	Definovanie nulového bodu obrobku	134
	Kontrolné otázky Sústruženie 2 osé -2D Geometria	134
3.1.5	Vytvorenie polotovaru	135
3.1.6	Nastavenie nového obrábacieho postupu	135

3.1.7	Editácia parametrov nového obrábacieho postupu.	136
	Kontrolné otázky Nastavenie nového a editácia obrábacieho postupu.	136
3.2	Hrubovanie- VÝROBA.	136
3.2.1.	Sústruženie čelné – pravouhlé.	136
3.2.2.	Hrubovanie pozdĺžne.	137
	Kontrolné otázky Hrubovanie čelne, pozdĺžne- 2D Geometria.	137
3.3	Dokončovacie operácie.	138
3.3.1	Dokončovanie podľa profilu.	138
3.4	Vŕtanie a závitovanie.	139
	Kontrolné otázky Dokončovacie práce, vŕtanie a závitovanie – 2D Geometria.	141
Použitá literatúra		

PREDSLOV

Niekoľko slov na úvod:

Milí študenti, v tejto príručke je popísané ovládanie riadiaceho systému Sinumerik 840D- Turn pre sústruhy. Základným cieľom tejto príručky je zoznámenie sa so základmi ovládania riadiaceho systému. Popis funkcií predpokladá použitie stroja CONCEPT TURN 55 od firmy EMCO-Maier a riadiaceho software WinNC a ovládacieho panelu EMCO. Preto tu budú popisované predovšetkým tie funkcie, ktoré sa dajú provádzkovať na tomto zariadení.

Prajem Vám veľa zábavy pri práci s týmto učebným materiálom a absorbovanie množstva nových poznatkov v oblasti CNC sústruženia v riadiacom systéme SINUMERIK 840D.

V súčasnej dobe sa väčšina firiem aj súkromníkov snaží uplatniť vo výrobnom procese počítačom riadené obrábacie stroje. Viedie ich k tomu konkurenčné prostredie, kde slová "produktivita, efektívnosť, vysoká presnosť" už nie sú iba abstraktným pojmom, ale mnohokrát rozhodujúcim faktorom ďalšej existencie firmy.

Nestačí však len nasadenie počítačom riadených obrábacích strojov (CNC obrábacích strojov). Nemenej dôležitá je kvalifikovaná obsluha a osoba technológa- programátora schopného pripraviť kvalitné programy pre riadiace systémy týchto strojov. Rýchlosť zaškolenie a zapracovanie CNC programátora závisí okrem iného aj na zvolenom CAD / CAM software. Ten by mal byť prehľadný, ľahko ovládateľný, málo zložitý na naučenie a intuitívne pri bežnom používaní. Takým je úplne určite EdgeCAM (výrobca: Pathtrace Engineering Systems, Veľká Británia) - software umožňujúci inteligentnú tvorbu stratégie obrábania 3D Solid modelov a generovanie CNC kódu zo zadaných CAD objemových modelov. Na osvojenie základných užívateľských znalostí a efektívnu výučbu boli spracované v rámci projektu študijného odboru Mechanik nastavovač –Programátor CNC techniky do výučby predmetu Programovanie CNC strojov v roku 2009, predkladané skriptá EdgeCAM - základy programovania CNC obrábacích strojov a zbierka riešených príkladov . Tento študijný materiál si kladie za cieľ poskytnúť praktickú pomoc pri prvých krokoch v prostredí EdgeCAM - pre oblasť frézovanie, vŕtanie a sústruženie. Základné programátorské postupy sú ilustrované na riešených príkladoch.

Bolo by však mylné domnievať sa, že jednoduchým prečítaním toho študijného materiálu sa z laika stáva odborník. Len cieľavedomé a so záujmom vykonávané riešenia postupne technologicky komplikovanejších obrábacích stratégií vás posúva na teoretických stupňoch do pozície skutočného odborníka.

Veľa úspechov pri prenikaní do zaujímavého sveta CNC obrábacích strojov
praje autor



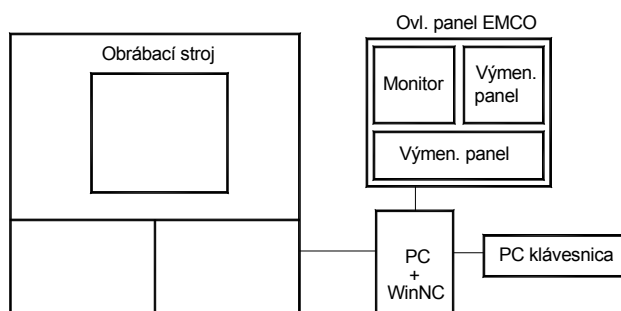
Ing. Miloš Ďutka

1. Ovládacie prvky

1.1. Možnosti usporiadania

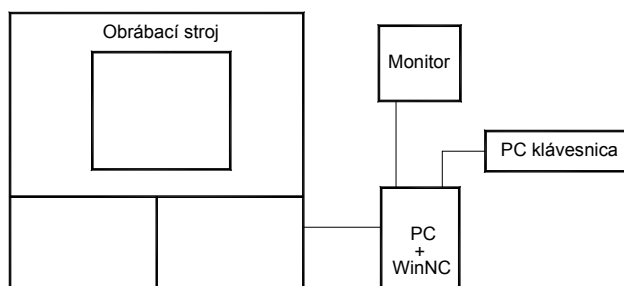
V závislosti na použítom zariadení môžeme WinNC prevádzkovať tromi základnými spôsobmi:

1.1.1. Stroj riadený PC s ovládacím panelom EMCO



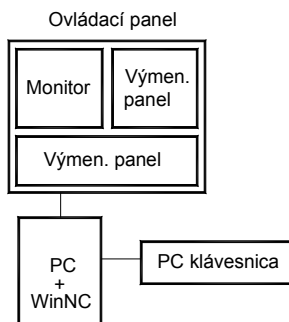
Obrábací stroj je riadený počítačom PC so špeciálnym ovládacím panelom EMCO. Digitizér je osadený výmennými panelmi (klávesnicami), umožňujúcimi zmenu riadiaceho softwaru stroja (SINUMERIK, HEIDENHAIN,). Klávesnica ovládacieho panelu je aktívna po spustení WinNC na PC. PC klávesnica slúži pre základné ovládanie počítača aj pre ovládanie WinNC a stroja. Tento spôsob usporiadania je najoptimálnejší.

1.1.2. Stroj riadený PC



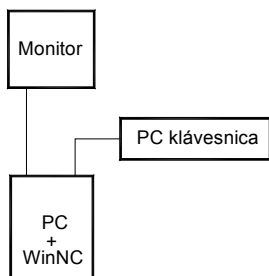
Obrábací stroj je riadený počítačom PC s klasickou klávesnicou. Pretože nie je k dispozícii ovládací panel, niektoré tlačidlá klávesnice majú po spustení WinNC priradené špeciálne funkcie pre ovládanie programu SINUMERIK a ovládanie stroja.

1.1.3. PC s panelom EMCO bez stroja – externé výukové pracovisko



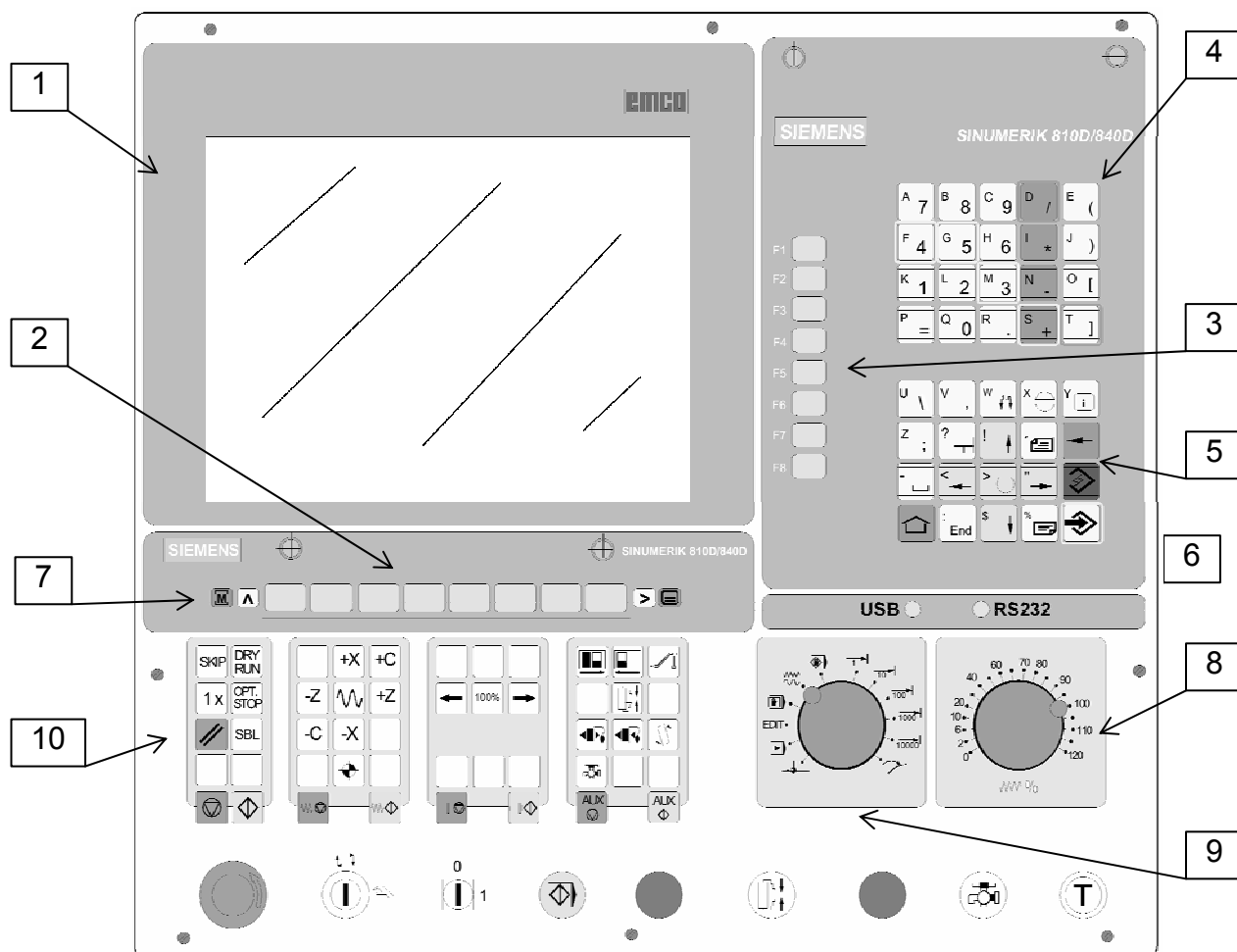
Toto usporiadanie je plnohodnotné s 2.1.1., nie je ale spojené priamo s obrábacím strojom. Tu vytvorené programy je možné preniesť na obrábací stroj. Panel EMCO je zhodný s panelom pri stroji.

1.1.4. PC so softwarom WinNC



Usporiadanie bez obrábacieho stroja slúži pre výuku tvorby NC programov prostredníctvom WinNC na samostatnom (externom) PC. Niektoré tlačítka klávesnice majú po spustení WinNC priradené špeciálne funkcie pre ovládání programu SINUMERIK a ovládanie stroja. Tu vytvorené programy je možné preniesť na obrábací stroj. Pri inštalácii WinNC je nutné použiť variant pre externé PC, varianta určená pre riadenie stroja sa nedá spustiť na externom PC, pretože vyžaduje komunikáciu so strojom.

1.2. Ovládací panel EMCO

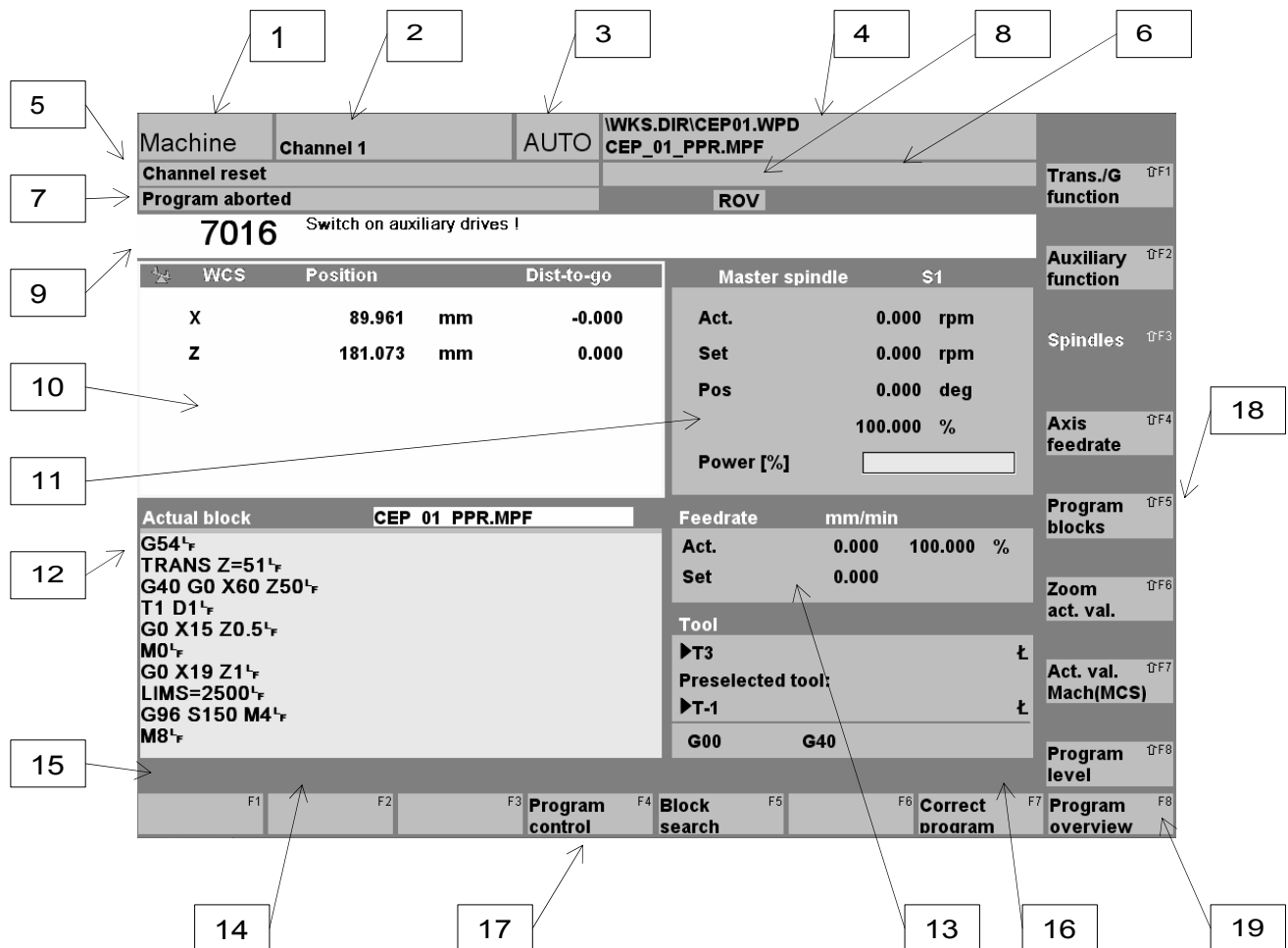


Legenda:

- 1 obrazovka
- 2 vodorovné funkčné tlačidlá F1-F8
- 3 zvislé funkčné tlačítka F1-F8
- 4 - 7 klávesnica ovládania programu
- 8 korekčný prepínač posuvov
- 9 prepínač pracovných režimov
- 10 klávesnica ovládania stroja

1.2.1. Obrazovka

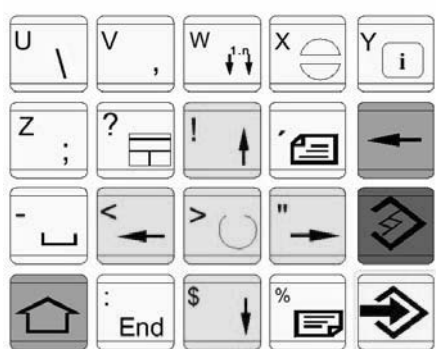
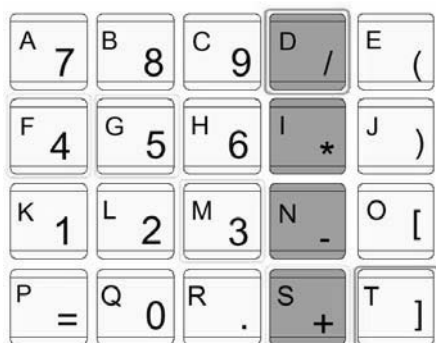
Nasledujúci obrázok ukazuje vzhľad obrazovky v režime „Machine“(stroj) s načítaným NC programom POKUS.MPF.



Popis:

- 1 Ukazateľ aktívnej prevádzkovej oblasti
- 2 Ukazateľ aktívneho kanála
- 3 Pracovný režim(AUTO) a podpracovný režim, ak je aktívny (REF, INC, ...)
- 4 Cesta a názov navoleného NC programu
- 5 Stav kanála
- 6 Prevádzkové hlásenie kanála
- 7 Stav programu
- 8 Ukazateľ stavu kanála (SKIP, DRY, SBL, ...)
- 9 Riadok alarmov a chybových hlásení
- 10 Okno súradníc nástroja (WCS,MCS)
- 11 Okno otáčok vretena (okno je žlté lemované = je aktívne)
- 12 Prebiehajúci NC program
- 13 Okno posuvov
- 14 Riadok pokynov pre obsluhu
- 15 Pozícia pre symbol - tlačidlo pre návrat do vyššieho menu
- 16 Pozícia pre symbol - tlačidlo pre vyvolanie informácie
- 17 Vodorovné funkčné tlačidlá
- 18 Zvislé funkčné tlačidlá
- 19 Pozícia pre symbol - zobrazenie ďalších vodorovných tlačidiel

1.2.2. Klávesnica ovládania programu



Shift

Prepína na druhú funkciu(na tlačidlo vľavo hore) s nasledujúcimi možnosťami:

1 x stlačiť Shift - iba pre jedno stlačenie platí druhá funkcia tlačidiel

2 x stlačiť Shift - pre všetky stlačenia platí druhá funkcia tlačidiel

3 x stlačiť Shift - pre jedno stlačenie platí prvá funkcia, potom druhá funkcia tlačidiel

4 x stlačiť Shift - odvolanie 2x alebo 3x Shift



Priamy skok do prevádzkovej oblasti "Stroj"



Návrat do vyššieho menu



Zobrazenie ďalších vodorovných funkčných tlačidiel vpravo



Prepínanie medzi prevádzkovými oblasťami (Machine, Program,...)



Odhlásenie alarmu

**Vyvolanie informácie**

Je funkčné len vtedy, keď je v dialógovom riadku zobrazeno "i".

**Prepínanie aktivity medzi zobrazenými oknami**

Editovať hodnoty lze len v aktivním okně.

**Kurzor hore / dole****Kurzor vľavo/vpravo****Stránkovanie dopredu / dozadu****Medzerník****Vymazanie (Backspace)****Tlačidlo výberu (Toggle key)**

Prepína medzi prednastavenými hodnotami v zadávacom dátovom poli.

**Editačné tlačidlo / Späť (Undo)**

Editované hodnoty sa neuložia a opustí sa zadávacie pole / ukončenie riadku NC programu.

**Skok na koniec riadku (konec listu)****Zadávacie tlačidlo (ENTER)**

Prevzatie editovanej hodnoty.
Adresár otvoriť / zavrieť.
Dáta otvoriť.

1.2.3. Klávesnica ovládania stroja

V závislosti na použítom stroji a príslušenstve nemusia byť všetky funkcie aktívne.



SKIP

Vety NC programu pod lomítkom sa nevykonajú



DRY RUN

Skúšobný beh programov zrýchleným posuvom bez otáčok vřetene.



OPT STOP

Pri M01 sa vykoná stop programu.



RESET

Vrátí program na začiatok.

Vymaže chybové hlásenie

Zastaví beh vřetena pri režime MDA.



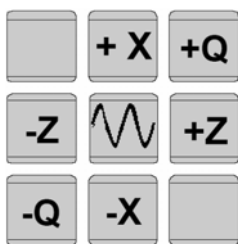
vykonanie programu "veta po vete"



stop programu



štart programu



ručný pohyb osí



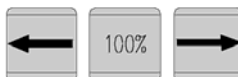
nábeh do referenčného bodu vo všetkých osách



stop posuvu



štart posuvu



korekcia otáčok vřetena



stop vretena



štart vretena

štart vretena v pracovnom režime AUT a JOG1..1000:

zmysel otáčania vpravo: tlačidlo krátko stlačiť

zmysel otáčania vľavo: tlačidlo stlačiť na min. 1 sec.



dvere otvoriť

Pre Turn 105 nie je funkčný



dvere zavrieť

Pre Turn 105 nie je funkčný



funkční.

upínacie zariadenie upnúť / uvoľniť



otočenie nástrojovej hlavy



chladiacu kvapalinu zapnúť / vypnúť



pinola dopredu

Pre Turn 105 nie je funkčný



pinola dozadu

Pre Turn 105 nie je funkčný



chladenie štart / stop



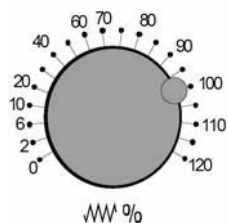
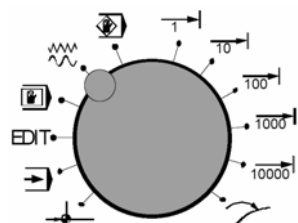
AUX OFF

Pomocné pohony vypnúť



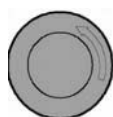
AUX ON

Pomocné pohony zapnúť

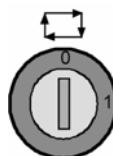
**Korekčný prepínač posuvov****Prepínač pracovných režimov**

Detailný popis vid'. kap.4 - Ovládanie stroje.

1.2.4. Ovládacie prvky na stroji

**EMERGENCY OFF**

Stop tlačidlo pri nebezpečenstve.
Odblokovanie tlačidla pootočením.

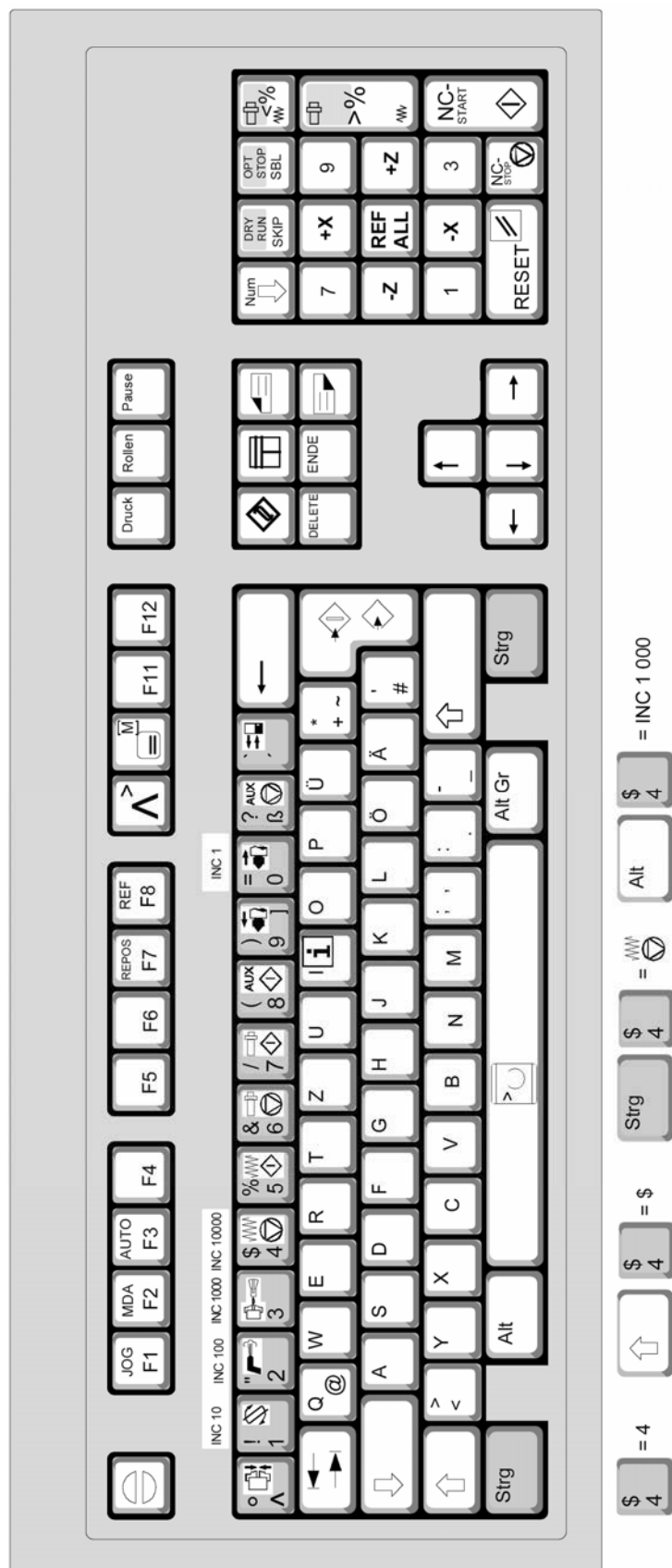
**Kľúčový prepínač režimu stroja automat / ručný****Tlačidlo odblokovania dverí**

2.3. PC klávesnica

PC klávesnicou môžeme nahradiť ovládací panel EMCO. Niektorým tlačidlám sú preto priradené špeciálne funkcie pre ovládanie programu WinNC a riadenie stroja podľa nasledujúceho obrázku. Niektoré ďalšie funkcie tlačidiel sú cez tlačidlá SHIFT, CTRL, alebo ALT (príklad pod obrázkom klávesnice).

Funkcie stroja v numerickej klávesnici sú aktívne len v tom prípade, keď nie je aktívny NUMLock.

PC klávesnica



2. Ovládanie WinNC

V tejto kapitole je popísané ovládanie software EMCO WinNC SINUMERIK 810 D / 840 D so zameraním na sústruženie. S pomocou EMCO WinNC môžu byť riadené sústruhy série EMCO PC TURN a CONCEPT Turn priamo počítačom PC.

2.1. Spustenie a ukončenie WinNC

2.1.1. Spustenie WinNC

- a) Ikonou na ploche
- b) Štart/Programy/EMCO/WinNC-Launch WinNC

Poznámka: pokiaľ je počítač k riadeniu stroja pripojený samostatne, je potrebné pred spustením WinNC zapnúť hlavný vypínač stroja, aby bola zaistená komunikácia so strojom.

2.1.2. Ukončenie WinNC

- a) krížikom v pravom hornom rohu okna na obrazovke
- b) súčasným stlačením kláves  +  na paneli EMCO

Poznámka: na počítači, ktorým je riadený stroj, je potrebné naskôr vypnúť pomocné pohony stroja tlačidlom  AUX OFF.

2.2. Základy obsluhy programu

Program môžeme ovládať klávesnicou na ovládacom paneli EMCO (popis tlačidiel v kap. 2.2.2), alebo PC klávesnicou. Ovládanie je možné obidvomi klávesnicami. Priradenie špeciálnych funkcií tlačidiel na PC klávesnici je popísané v kap. 2.3.

Po spustení programu je nastavená prevádzková oblasť „Machine“ (indikované v ľavom hornom rohu obrazovky).

Pre prepínanie medzi oblasťami slúži tlačítko . Po jeho stlačení sa na vodorovnej lište tlačidiel zobrazí 5 základných prevádzkových oblastí obsluhy stroja:

Machine (stroj)	priebeh programu súčiastky, ručné riadenie stroja
Parameter (parametre)	editácia dát pre programy a správa nástrojov
Program	tvorba a editácia NC programov
Services (služby)	import a export NC programov
Diagnosis (diagnoza)	ukazovatele alarmu a servisu

Prevádzkovú oblasť, v ktorej chceme pracovať, zvolíme príslušnými tlačidlami F1...F5.

Keď zvolíme niektorú z oblastí, napr. „Program“, opakovaným stláčaním tlačidla  prepíname stále medzi oblasťami „Machine“ a „Program“, pričom zistíme, že u obidvoch oblastí sa menia funkčné tlačidlá medzi základným významom (spoločným pre všetky oblasti) a významom špecifickým pre danú oblasť.

Z PC klávesnice sú zvislé funkčné tlačidlá prístupné cez SHIFT.

2.3. Adresáre obrobkov a NC programy

2.3.1. Typy NC programov (súborov) a adresárov

- **Part program (*.MPF)**

Hlavný NC program pre obrobenie súčiastky.

- **Subprogram (*.SPF)**

Podprogram- opakovateľný NC program (cyklus), ktorý môžeme zavolať z hlavného NC programu.

- **Workpiece (*.WPD)**

Adresár obrobku, v ktorom sú uložené programy (*.MPF) a podprogramy (*.SPF) alebo iné dáta.

Vytvára sa automaticky v adresári obrobkov - **WKS.DIR**.

- **Partprograms (MPF.DIR)**

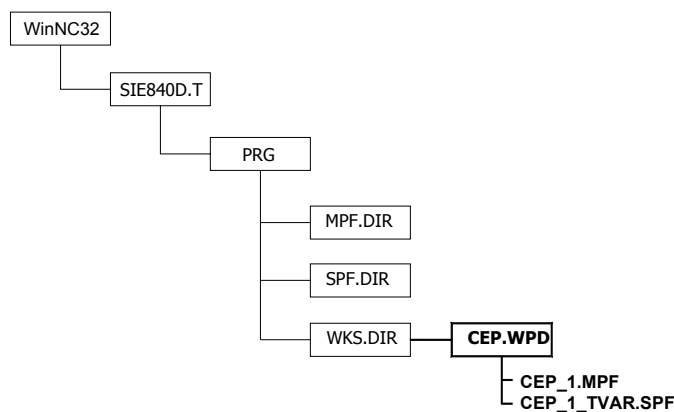
Implicitný adresár pre samostatné partprogramy, ktoré nezdužujeme do adresára obrobkov.

- **Subprograms (SPF.DIR)**

Implicitný adresár pre samostatné subprogramy, ktoré nezdužujeme do adresára obrobkov.

2.3.2. Uloženie NC súboru

Po vytvorení sa adresáre súčiastok *.WPD a súbory *.MPF a *.SPF ukladajú automaticky podľa nasledujúcej schémy. Na nasledujúcom príklade si ukážeme, ako vytvoriť adresár obrobku CEP.WPD a v ňom partprogram CEP_1.MPF a subprogram CEP_1_TVAR.SPF.



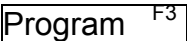
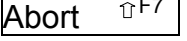
2.3.3. Vytvorenie adresára

Na príklade vysvetlíme založenie adresára a v ňom vytvoríme jeden program a jeden podprogram.

- Po spustení WinNC sa nachádzame v režime „Maschine“(stroj).



alebo F10 zmeníme význam funkčných tlačidiel

- Založíme nový adresár obrobku s názvom **CEP.WPD**
 -  **prepnutie do oblasti program**
Prepnutie do oblasti (okna) Workpieces (obrobky). Tu sú zobrazené dostupné adresáre súčiastok.
 -  **nový súbor**
Založenie nového adresára. Do červeného zadávacieho poľa napíšeme názov adresára: TEST.
 -  **potvrdenie**
Potvrdíme zadanie.
- alebo
-  **opustenie bez uloženia**
Opustíme zadanie bez uloženia zápisu dát.

2.3.4. Vytvorenie partprogramu (programu súčiastky)

Partprogram je NC program obsahujúci sled príkazov pre obrobenie súčiastky.

- V adresári CEP.WPD založíme nový súbor pre obrobenie súčiastky s názvom **CEP_1.MPF**. Šípkami umiestníme podfabenie na novo vytvorený adresár.
-  alebo Enter **otvorenie adresára**
-  **vytvorenie nového súboru**
- Premiestníme kurzor na pole „Type:“ a klávesou  prepne typ súboru na MPF
- Prepne na pole „Program name:“ a napíšeme názov: **CEP_1**
-  **potvrdenie zadania**

Teraz máme vytvorený nový súbor CEP_1.MPF, pripravený na zápis.

Skúsime si napísať program pre hrubovanie súčiastky z tyče s priemerom 18mm.

V tomto programe je použitý cyklus hrubovania CYCLE95. Jeho parametre budú vysvetlené neskôr. Obrys súčiastky vytvoríme ako samostatný podprogram s menom CEP_1_TVAR. (Zapisujeme iba tučný text.)

Program:

TRANS Z=51	<i>posun nul. bodu na čelo obrobku</i>
G40 G0 X60 Z50	<i>zrušenie korekcií, rychloposuv do výmeny nástroja</i>
T1 D1	<i>výmena nástroja</i>
G0 X19 Z2	<i>rychloposuv pred čelo obrobku</i>
G1 Z0.2 F0.1	<i>napolohovanie v osi Z na zarovnanie čela obrobku</i>
LIMS=2500	<i>obmedzenie otáčok</i>
G96 S150 M4	<i>konštantná rezná rýchlosť, otáčky doľava</i>
M8	<i>zapnutie chladenia</i>
G1 X-0.5 F0.03	<i>zarovnanie čela</i>

G0 X18 Z1	<i>odskok</i>	
CYCLE95("CEP_1_TVARE",0.8,0.1,0.5,0,0.1,0.08,0.03,1,0.1,3,0.5)		<i>cyklus hrubovania</i>
G0 X60 Z50	<i>odjazd do výmeny nástroja</i>	
T5 D1	<i>výmena nástroja</i>	
LIMS=3600	<i>obmedzenie otáčok</i>	
S200 M4	<i>rez. rýchlosť, otáčky doľava</i>	
G0 X19 Z0	<i>nájazd k čelu</i>	
G1 X-0.8 F0.03	<i>zarovnanie čela</i>	
G0 X18 Z2	<i>odskok</i>	
CYCLE95("CEP_1_TVARE",0.8,0,0,0,0.03,0.08,0.03,5,0,0,0.5)1		<i>cyklus dokončenia</i>
G0 X60 Z50	<i>odjazd na výmenu nástroja</i>	
T3 D1	<i>výmena nástroja</i>	
G97	<i>zrušenie konštantnej reznej rýchlosti</i>	
G95 S1000	<i>posuv v mm/ot, otáčky vretena</i>	
G0 X19 Z-14	<i>nájazd na upichnutie</i>	
G1 X-1 F0.05	<i>upichnutie súčiastky</i>	
G0 X19	<i>odskok</i>	
X60 Z50	<i>odjazd na výmenu</i>	
M30	<i>koniec programu</i>	

- Close  ukončíme zápis programu s uložením a návratom do adresára CEP.WPD.

2.3.5. Vytvorenie Subprogramu (podprogramu)

Rovnakým postupom vytvoríme podprogram pre obrys súčiastky. Nachádzame sa v adresári CEP.WPD, preto môžeme priamo klávesou NEW založiť nový súbor typu (SPF) s názvom CEP_1_TVARE (názov musí presne zodpovedať zápisu v cykle 95). Obrys súčiastky je popísaný ako kontúrovanie nástrojom. Pretože sa jedná o cyklus, musí byť na konci M17.

Podprogram:

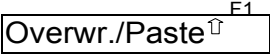
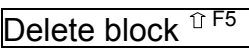
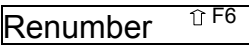
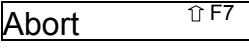
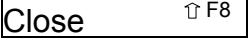
```

G01 X6 Z0
X10 Z-2
X10 Z-10 RND=1   zaoblenie rohu R1
X14 Z-10 RND=0.5 zaoblenie rohu
R0.5 Z-17
X18
M17

```

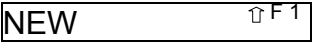
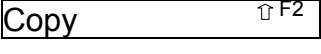
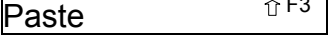
2.3.6. Editácia NC programu

Jedná sa predovšetkým o manipuláciu s určitou časťou programu. Požadovanú časť textu označíme ako tzv. blok, ktorý môžeme naraz zmazať, premiestniť apod. Na editáciu NC programu môžeme použiť funkčné tlačidlá. Tlačidlá F3, F5 a F7 sú dostupné až po označení bloku tlačidlom F2.

- | | |
|---|--|
| •  | prepísať / vložiť
Prepínanie medzi prepisovaním a vkladáním textu. |
| •  | označiť blok
Umiestnime kurzor na začiatok bloku. Stlačíme tlačidlo Mark block. Posunieme kurzor na koniec bloku. Opätovným stlačením tlačidla opustíme mód označovania. |
| •  | kopírovať blok
Blok sa skopíruje do schránky. |
| •  | vložiť blok
Blok sa vloží na aktuálnu pozíciu kurzora. |
| •  | vymazať blok
Vymaže sa predom označený blok. |
| •  | prečíslovať programové vety (riadky)
Je vhodné po vymazaní časti programu, aby čísla viet nasledovali za sebou. |
| programu | |
| •  | opustiť
Opustiť editor bez uloženia zmien. |
| •  | zavrieť
Nasleduje uloženie zmien a návrat do nadradeného adresára. |

2.3.7. Práca so súbormi a adresármi

Súbory môžeme vymazať, kopírovať, premenovať a presúvať medzi adresármi. Adresáre môžeme iba premenovať a vymazať. Ak chceme previesť program na stroji, musí byť prístupnený (označený krížikom). Prístup prepíname tlačidlom „**Alter enable**“. Na prácu so súbormi slúžia nasledujúce funkcie:

- | | |
|---|--|
| •  | založiť nový súbor alebo adresár
Popísané v kapitole 3.3.4. |
| •  | kopírovať súbor
Kopírujeme označený (podfarbený) súbor. |
| •  | vložiť súbor
Premiestníme sa do adresára, kam chceme skopírovaný súbor premiestniť. Po stlačení „Paste“ môžeme zmeniť meno (Name) a typ súboru. Potvrdíme „OK“, alebo zrušíme akciu „Abort“. |

- **Delete**  **vymazať súbor alebo adresár**
Vymažeme označený súbor. Dotaz na vymazanie potvrdíme „OK“, alebo zrušíme akciu „Abort“.
- **Rename**  **premenovať súbor**
Môžeme napísať nový názov súboru v políčku „Program name:“, tiež je možné zmeniť typ súboru v políčku „Type:“ klávesou 
- **Alter enable**  **prepínač prístupu k súboru**
Ak je v stĺpci „Enable“ u súboru (adresára) „X“, je súbor (adresár) uvoľnený na obrábanie.
- **Workp. Selection**  **výber programu**
Vyberie - navolí program, ktorý sa bude na stroji prevádzať.
- **Workp. Selection**  **výber adresára súčiastky**
Vyberie - navolí adresár, ktorý sa bude na stroji prevádzať.

2.4. Export a import NC súboru

Ako už vieme, vytvorené partprogramy a subprogramy sa automaticky ukladajú do určených adresárov. Ako ale programy prostredníctvom WinNC preniesť inam, napr. na disketu a naspäť? Túto úlohu rieši oblasť „Services“.

Klávesou  sprístupníme tlačidlo „Services“ a následno ho stlačíme. Otvorí sa nasledujúce okno.

Services	Channel 1	JOG	\WKS.DIR\CEP.WPD CEP_1.MPF	
Channel reset				
Program aborted		ROV		⇧F1
Output data :				Start ⇧F2
Name				Stop ⇧F3
Data				RS 232 C user ⇧F4
Workpieces				Printer ⇧F5
Part programs				RS 232 C PG / PC ⇧F6
Subprograms				Drive ⇧F7
User cycles				⇧F8
Standard cycles				
Data in F1	Data out F2	Clip-board F3	Error log F4	Set F8

2.4.1. Export

V nasledujúcom postupe môžeme vyskúšať export adresára CEP.WPD (ktorý sme už vytvorili) a jeho obsahu - programov CEP_1.MPF a CEP_1_TVAR.SPF do súboru CEP.ARC (archivačný súbor).

- **Data out** ^{F2} **režim export dát**
Stlačením tlačidla prepne do tohoto režimu. Políčko zčernie keď je aktivované.
- **Drive** ^{⇧F7} **cieľ exportu - Disk / disketa**
Dáta sa uložia na disk / disketu. (Okrem „Drive“ sú nad tlačidlom k dispozícii ďalšie tri možnosti.)
- **Set** ^{⇧F8} **nastavenie výstupného zariadenia**
Môžeme zvoliť:
 - „Floppy“- disketa
 - „Free ditectory“- adresár na disku, ktorého cestu zadáme:

Drive parameters	
Parameter	Special functions
Drives ☐ Floppy ☒ Free directory E:\POKUS\	☒ ☒ Overwrite with confirmation only ☒ ☐ Read-in: End of block only with LF ☒ ☒ Punched tape ☒ ☐ Long filenames

(Nastavíme napr. na „Floppy“- disketu)

- ^{F8}

uloženie nastavení

Nastavenú cestu uložíme. Toto nastavenie zostane trvalo uložené do ďalšej zmeny.

Volba dát

Exportovať môžeme celé adresáre, alebo jednotlivé súbory. Exportuje sa vždy tá položka, na ktorej je umiestnený kurzor (je podfarbená). Nastavíme teda kurzor v zobrazenom zozname adresárov na požadovaný adresár (Workpieces) vstúpime doň a označíme požadovaný adresár (napr. adresár CEP.WPD).

Pohyb v adresároch

Vstup do adresárov: dvojklikom myši alebo Enter na názve adresára.

Návrat do vyššieho adresára: ^{F7}

- ^{F2}

štart exportu dát

Do políčka „Program name:“ zapíšeme názov vytváraného súboru bez prípony(napr.CEP).

- ^{F8}

potvrdenie názvu a prevedenie zápisu dát

Exportované dáta (celý adresár súčiastky CEP.WPD) sú týmto uložené na nastavenom cieľovom zariadení (diskete) ako jeden súbor s príponou ***.ARC** (CEP.ARC). Pri importu dát do systému WinNC je spätne obnovená pôvodná štruktúra adresárov a súborov.

2.4.2. Import dát

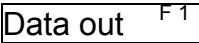
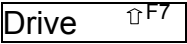
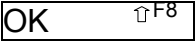
V nasledujúcom postupe môžeme vyskúšať import dát z archivačného súboru CEP.ARC, ktorý sme v predchádzajúcom postupe uložili na disketu. Aby sa dáta objavili v novom adresári (napr.s názvom IMPORT), musíme zmeniť názov pôvodného adresára v súbore CEP.ARC. Otvoríme súbor (napr.v poznámkovom bloku) a názov CEP v riadku:

```

; $PATH=/_N_WKS_DIR/_N_CEP_WPD
nahradíme názvom  IMPORT. ; $PATH=/_N_WKS_DIR/_N_IMPORT
                    _WPD

```

Tento riadok sa vyskytuje v súbore 2x. Úpravu musíme previesť v oboch riadkoch.

-  **režim import dát**
Stlačením tlačidla prepne do tohoto režimu.
-  **zdroj importu - Disk / disketa**
Pokiaľ v okne automaticky naskočí obsah diskety, nemusíme prevádzať ďalšie nastavenie- „Set“.
-  **nastavenie zdroja dát**
Tu nastavíme disketu (disk), kde je umiestnený súbor s príponou *.ARC. V prípade disku musíme napísať presnú cestu k súboru a názov súboru.
-  **štart importu**
Nastavíme kurzor na požadovaný súbor (CEP.ARC) a stlačíme tlačidlo.
-  **prevedenie importu**

Týmto postupom sa v systéme WinNC v adresári „Workpieces“ vytvoril nový adresár „IMPORT“ a v ňom súbory (programy) CEP_1.MPF a CEP_1_TVAR.SPF.

2.5. Simulácia programu

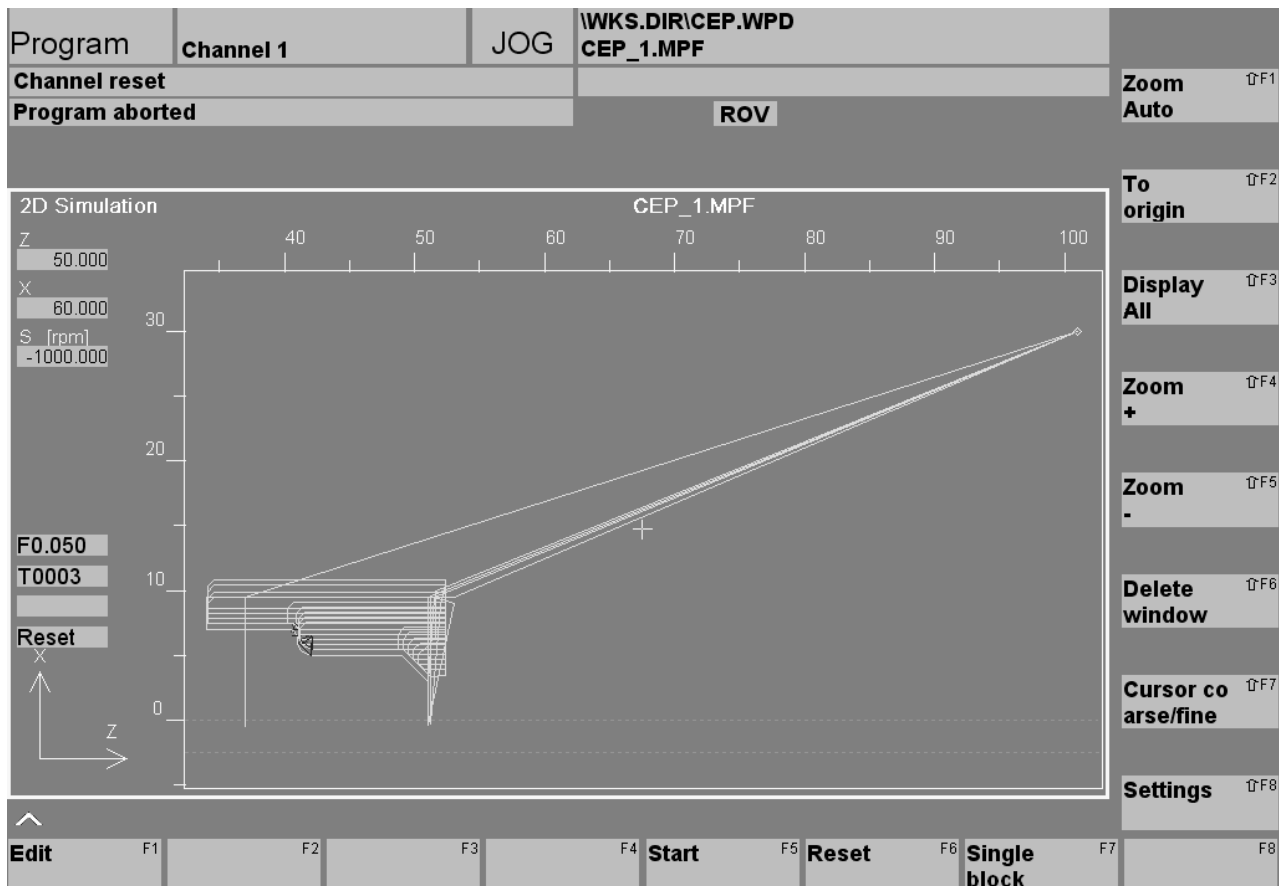
Vytvorený NC program môžeme overiť v režime simulácie, kde na obrazovke vidíme, ako sa postupne prevádzajú pohyby nástrojov. Môžeme tak odhaliť iba hrubé programátorské chyby v pohyboch nástroja, nie však chybne nastavené rezné podmienky.

Pre vstup do režimu simulácie je potrebné najskôr otvoriť v editore partprogram, ktorý chceme simulovať.

Môžeme použiť nami vytvorený partprogram CEP_1.MPF. Prevedieme to postupom:

Program/Workpieces/CEP.WPD/CEP_1.MPF

Keď máme súbor otvorený v editore, môžeme vstúpiť do simulácie:



- **Simulation** $\uparrow$ F6 **vstup do režimu simulácie**
- **Start** F5 **štart simulácie**
Zelenou čiarou sa postupne vykreslia všetky pohyby nástrojov.
- **Edit** F1 návrat do editora partprogramu
- **Reset** F6 **stop behu simulácie**
- **Single block** F7 beh programu blok po bloku zap/vyp
Zapnutie tlačidla je indikované v pravom hor. rohu.
Keď je táto voľba zapnutá, každé stlačenie tlačidla „Štart programu“ prevedie iba jeden blok. Režim je možné kedykoľvek vypnúť rovnakým tlačidlom a pokračovať kontinuálne.
- **Zoom auto** $\uparrow$ F1 **automatický zoom zap/vyp**
Počas simulácie sa pohybuje okno s nástrojom. Zapnutie tlačidla je indikované v pravom hor. rohu. „Zoom auto“ sa nedá použiť súčasne so „Zoom“.
- **To origin** $\uparrow$ F2 **návrat k pôvodnej veľkosti zobrazenia**
- **Display all** $\uparrow$ F3 **zobrazenie všetkých dráh nástroja**

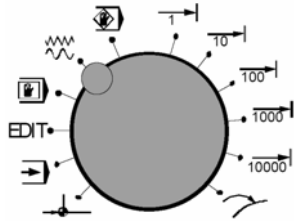
- **Zoom +**  F4 **priblíženie obrazu**
Klikaním na tlačidlo sa približuje obraz so stredom v žltom krížiku. Krížik je možné posúvať šípkami klávesnice.
- **Zoom -**  F5 **oddialenie obrazu**
- **Delete window**  F6 **zmazanie obsahu okna**
Vymažú sa dráhy nástrojov. Pri opakovaní simulácie sa prevedie automaticky.
- **Cursor c./f**  F7 **prepínač dĺžky kroku kurzoru hrubý / jemný**
Nastavenie kroku pohybu žltého krížika pri nastavení stredu „Zoom +“.
- **Settings**  F8 **nastavenie parametrov simulácie**
Tu môžeme zvolit rovinu zobrazenia simulácie. Implicitne je X-Z.

Optimálne pri simulácii je najskôr nechať prebehnúť simuláciu a potom podľa potreby zapnúť „Zoom auto“ alebo „Single block“, prípadne priblížiť pozorované miesto pomocou „Zoom +“ a znova spustiť simuláciu.

3. Ovládanie stroja

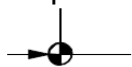
3.1. Pracovné režimy stroja

Pracovné režimy stroja volíme pomocou prepínača:



Prepínač pracovných režimov

V prípade, že nemáme ovládací panel EMCO, môžeme tieto pracovné režimy navoliť na počítačovej klávesnici pomocou funkčných tlačidiel.



Nábeh na referenčný bod (Ref)

Nájazdom suportu na referenčný bod sa synchronizuje riadenie so strojom. Táto činnosť je povinná pri každom spustení stroja.

Referenčný bod je v pravom hornom rohu prac. priestoru stroja.

Nájazd prevedieme takto:

- Prepínač nastavíme na polohu (alebo Alt+F8 na počítači).
- stlačíme smerové tlačidlo -X alebo +X, aby nájazd na referenčný bod prebehol v príslušnej ose, to isté prevedieme pre osu Z.
- Pomocou klávesy „Ref all“ sa automaticky nabehne na referenčné body vo všetkých osiach (počítačová klávesnica).

Pozor na prekážky v pracovnom priestore! (upínacie zariadenie, obrobky atd.).



AUTOMATIC- automatický režim

Automatický priebeh NC programu súčiastky. Tu je možné programy navoliť, naštartovať, korigovať, ovplyvňovať (napr. veta po vete) a spúšťať ich priebeh.

Podmienky pre spustenie programu súčiastky:

- bol uskutočnený nábeh na referenčný bod
- je načítaný NC program súčiastky (partprogram)
- nutné korekčné hodnoty (posunutie nul. bodu, korekcia nástroja) sú zadane a skontrolované
- je aktivované bezpečnostné blokovanie (napr. ochranné dvere sú zavreté)
- kľúčovým prepínačom je nastavený režim -AUTOMAT

Možnosti v automatickom pracovnom režime:

- korekcia programu
- vyhľadávanie programových viet
- prepísanie pamäti
- ovplyvňovanie programu

Spustenie automatického behu programu sa prevedie tlačidlom .

EDIT**Vstup do editácie programu****MDA - poloaautomatický režim**

V pracovnom režime MDA (Manual Data Automatic) je možné napísať NC program súčiastky v editore a ihneď spustiť ich priebeh bez prepínania medzi režimami. Riadenie prevedie zadané vety po stlačení tlačidla . Režim MDA sa tiež používa na roztočenie vretena príkazom M3 (M4) a zadaním otáčok S... pri sústružení v ručnom režime. Pro priebeh MDA - programu sú nutné rovnaké podmienky ako v automatickom režime.

**Ručný režim**

V tomto režime môžeme ručne ovládať a zoraďovať stroj.

Nástrojom môžeme posúvať ručne pomocou smerových tlačidiel -X , +X , -Z , +Z.

Postup ovládania:

- Prepínač nastavíme na polohu  (alebo Alt+F1 na počítači).
- Kľúčový prepínač prepne na polohu . Pri nastavení prepínača na  alebo pri otvorených dverách je nutné jednou rukou držať stlačené tlačidlo , inak sa pohyb neuskutoční.
- Pomocou tlačidiel -X , +X , -Z , +Z sa osy pohybujú zodpovedajúcim smerom po dobu ich stlačenia.
- Rýchlosť posuvu nastavíme pomocou korekčného prepínača posuvu. Pokiaľ stlačíme súčasne tlačidlo , pôjde o rýchloposuv.
- Keď chceme v ručnom režime sústružiť (napr. zarovnať čelo, alebo zarovnať priemer pre odmeranie korekcií), je potrebné roztočiť vreteno požadovanými otáčkami. Roztočenie vretena otáčkami 2000/min prevedieme v režime  MDA, kde v editore napíšeme vetu: **M4 S2000** a stlačením tlačidla  sa vreteno roztočí.

**Teach In**

Tu môžeme zhotoviť programy v dialógu so strojom.

**Pohyb po krokoch**

Nástrojom môžeme posúvať po krokoch pomocou smerových tlačidiel -X , +X , -Z , +Z.

Podľa polohy prepínača znamená jedno stlačenie smer. tlačidla:

1	1/1000 mm
10	1/100 mm
100	1/10 mm
1000	1 mm
10000	10 mm

Rýchlosť prevedenia kroku nastavíme pomocou korekčného prepínača posuvu.

Pri súčasnom stlačení tlačidla  sa budú sane pohybovať rýchloposuvom.

**Repos**

Spätné polohovanie.

Po prerušení programu v automatickom režime (napr. kvôli meraniu) môže nástroj v režime JOG odísť od kontúry. Riadenie uloží v takom prípade súradnice miesta prerušenia a v okne dosiahnutých hodnôt sa ukáže rozdiel odídenej dráhy v JOG ako Repos - posunutie. Príjazd nástroja automaticky späť na miesto prerušenia:

- Prepínač nastavíme na polohu  (alebo pomocou funkč. tlačidiel).
- Pomocou tlačidiel -X , +X , -Z , +Z nabehnú osy na príslušné súradnice miesta prerušenia.
- Rýchlosť posuvu nastavujeme pomocou korekčného prepínača posuvov.
- Pri súčasnom stlačení tlačidla sa budú sane pohybovať rýchloposuvom.

4. Nástrojové dáta

4.1. Korekcia nástroja

Každý nástroj upnutý v nástrojovej hlave má vzhľadom k tejto hlave inú polohu hrotu nástroja. Musíme preto systému zadať u jednotlivých nástrojov ich vzdialenosti od referenčného bodu .

Základné pojmy:

- **Nulový bod nástroja**

Nachádza sa na hrote nástroja.

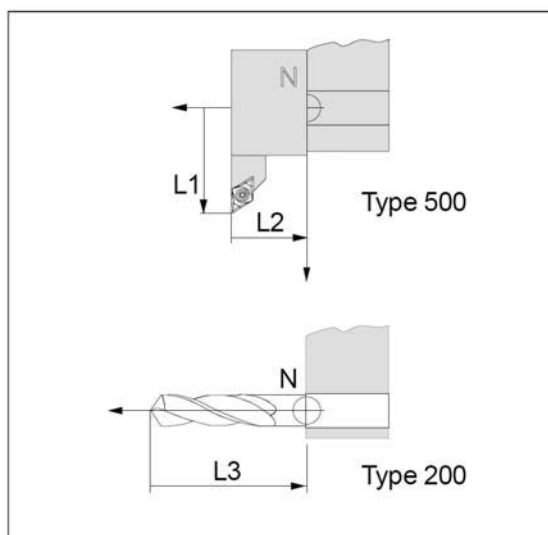
- **Referenčný bod „N“ upínača nástroja**

Sústruh EMCO TURN 105 má tento bod na čele nástrojovej hlavy v ose upínacej dutiny.

- **Dĺžková korekcia nástroja**

Vzdialenosti nulového bodu nástroja upnutého v držiaku od refer. bodu N v jednotlivých osiach označené ako L1-L3. Dĺžková korekcia nástroja presunie nulový bod nástroja z referenčného bodu upínača nástroja N na hrot nástroja. Tým sa všetky polohové údaje vzťahujú k hrotu nástroja.

Následujúci obrázok ukazuje polohu bodu „N“ a korekcie L1-L3.



V NC programe môže byť príkaz výmeny nástroja napísaný napr. takto:

M06 T5 D1

Kde:

T...: Číslo nástroja (rozsah hodnôt T 1..8)

D...: Číslo korekcie nástroja (rozsah hodnôt D 1..9)

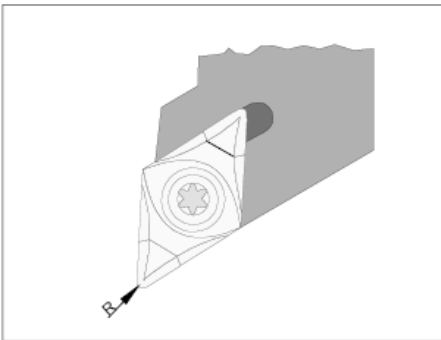
Týmto príkazom sa prevezmú korekcie D nástroja T, a nástroj sa natočí do pracovnej polohy.

Každé číslo nástroja T môže mať priradené až 9 čísiel korekcií D. Riadiaci systém SINUMERIK 810D / 840D označuje dáta korekcií D ako ostrie. Jeden nástroj môže mať niekoľko čísiel korekcií. To je výhodné napr. u zapichovacieho noža, kde takto môžeme zadať ľavý hrot a pravý hrot. Podľa použitia je potom možné v programe vyvolať napr. T1 D1 (ľavý hrot zapichováku) alebo T1 D2 (pravý hrot zapichováku).

Korekciu nástroja musíme zistiť a zadať systému po každom uvoľnení z držiaku, prípadne po výmene reznej doštičky.

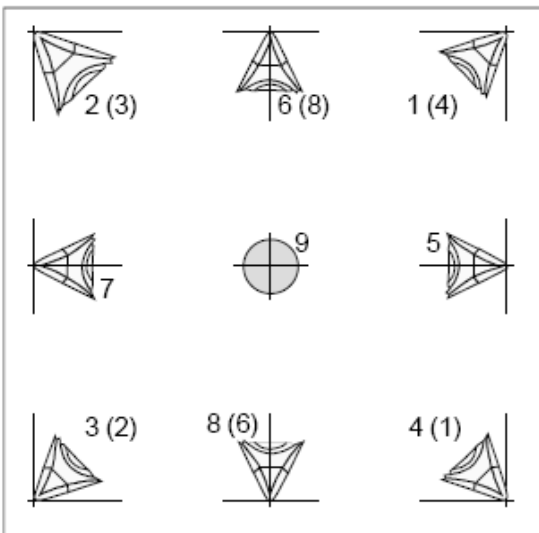
4.2. Polomer hrotu nástroja

Polomer hrotu nástroja by mohol spôsobiť nepresnosť výroby kuželovitých a tvarových plôch. Preto riadiaci systém stroja prevádza tzv. korekciu na polomer hrotu nástroja. Pri obrábaní bude táto korekcia prevedená len vtedy, keď bude v NC programe použitá funkcia G40 - G41 (korekcia polomeru nástroja). V tom prípade musíme zadať tento polomer v tabuľke nástrojových dát.



4.3. Poloha ostria

Pre správne použitie korekcie na polomer hrotu nástroja (kap.5.2) je bezpodmienečne nutné zadať všade, kde je to vyžadované, polohu ostria číslom 1...9 podľa nasledujúcej schémy.



Pre určenie typu polohy ostria sa dívajte na nástroj zhora, tak ako bude upnutý v stroji. Hodnoty v zátvorkách platia pre stroje s nástrojom pod (pred) osou sústruženia.

4.4. Zadanie nástrojových dát

Nástrojové dáta sa zadávajú v prevádzkovej oblasti „Parameter“.

- Klávesou  sprístupníme a stlačíme Parameter ^{F2} a Tool offset ^{F1}.

Parameter	Channel 1	JOG	WKS.DIR\CEP.WPD CEP_1.MPF		
Channel reset					T no. ^{⇧F1}
Program aborted		ROV			+
Tool offsets					T no. ^{⇧F2}
					-
T number	6	D number	1	No. of c.edges	1
Tool type	200	Twist drill			
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 :		0.000	0.000	mm	
					D no. + ^{⇧F3}
					D no. - ^{⇧F4}
					Delete ^{⇧F5}
					Go to ^{⇧F6}
					Overview ^{⇧F7}
					New ^{⇧F8}
Tool offset	^{F1} R variables	^{F2} Setting data	^{F3} Work offset	^{F4}	^{F5}
				^{F6}	^{F7} Determine compensa. ^{F8}

4.4.1. Parametre

- T number (číslo nástroja)**

Pod týmto číslom sa vyvolá nástroj (číslo nástrojového otvoru v revolverovej hlave).

- D number (číslo korekcie)**

Číslo korekcie nástroja. Nástroj môže mať viacej korekcií (napr. ľavý a pravý hrot zapichovacieho noža).

- No. of c. edges (počet ostrí)**

Počet D (korekcií) pre príslušný nástroj.

- **Tool type (typ nástroja)** Týmto číslom sa určí typ nástroja:

Vŕtacie nástroje

- 200** špirálový vrták
- 205** vrták s vymeniteľnými doštičkami
- 210** vyvrtávací tyč
- 220** strediaci vrták
- 230** kuželový záhlbník
- 231** zarovnávací záhlbník
- 240** závitník, normálny závit
- 241** závitník, jemný závit
- 242** závitník, Withworthov závit
- 250** výstružník

Sústružnícké nože

- 500** hrubovací nôž
- 510** hladiaci nôž
- 520** zapichovací nôž
- 530** upichovací nôž
- 540** závitový nôž

Číslo typu nástroja môžeme zadať len pri vytváraní nového nástroja. U vytvoreného nástroja sa nedá zmeniť.

- **Geometry (geometria)**

Odchýlka hrotu nástroja od nulového bodu nástrojového otvoru (ustavenie nástroja).

- **Wear (opotrebenie)**

Odchýlky od hodnoty geometrie.

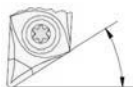
- **Base (základná geometria)**

Geometria základného modulu, do ktorého sa upína nástroj.

Súčet hodnôt geometrie, opotrebenia a základnej geometrie udáva celkovú korekciu nástroja.

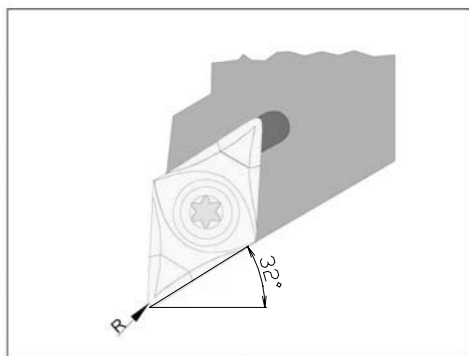
- **Clear. angle (vedľajší uhol nastavenia)**

Táto hodnota udáva, pod akým uhlom môže nástroj nabiehať do materiálu, aby nepoškodil kontúru vedľajším ostrím (napr. pri obrobení kapsy), alebo aby nedošlo ku kolízii.



vedľajší uhol nastavenia

- **Rádus (polomer)**



5.4.2. Funkčné tlačidlá

- **T no +**  **číslo nástroja +**
Prepne okno na vyššie číslo nástroja.
- **T no -**  **číslo nástroja -**
Prepne okno na nižšie číslo nástroja.
- **D no +**  **číslo korekcie +**
Prepne u aktuálneho nástroja na okno vyššieho čísla korekcie.
- **D no -**  **číslo korekcie -**
Prepne u aktuálneho nástroja na okno nižšieho čísla korekcie.
- **Delete**  **vymazať**
Vymaže zo zoznamu nástroj alebo korekciu aktuálneho nástroja. Keď stlačíme Delete, zvolíme, čo budeme mazať:
- **Delete cut. edge**  **vymazať korekciu**
Vymaže u daného nástroja vždy korekcie D s najvyšším číslom.
- **Delete tool**  **vymazať nástroj**
Vymaže sa aktuálny nástroj aj s korekciami.
- **Abort**  **opustiť**
Návrat späť bez uskutočnenia mazania.
- **GO to**  **chod' na**
Priame vyhľadanie nástroja. Má využitie pri väčšom počte nástrojov. Po stlačení tohoto tlačítka volíme z troch spôsobov vyhľadania nástroja:

Presel. tool 

předvolený nástroj

Číslo nástroje navolené v NC programu.

Active tool 

aktivní nástroj

Nástroj, ktorý je v nástrojovej hlave natočený do pracovnej polohy

Go to	
T number	6
D number	1

chod' na (zadávacie okno)

Zadáme číslo nástroja T a jeho korekcie D a potvrdíme „OK“.

- **Overview**  **prehľad nástrojov**
Zobrazenie zoznamu nástrojov s možnosťou rýchlej voľby okna nástroja. Obdoba „Go to“. Po stlačení „overview“ nabehneme v zozname kurzorom na požadovaný nástroj a zvolíme ho tlačidlom „OK“.
- **New**  **nový nástroj alebo korekcie**
Vloženie nového nástroja alebo korekcie (ostria), viď kapitola „zavedenie nového nástroja“.
- **Deter. comp.**  **prevzatie korekcie**
Automatické odmeranie nástroja, viď. kapitola "odmeriavanie korekcií nástrojov".

4.4.3. Zavedenie nového nástroja s korekciami

Po vložení nového nástroja do revolverovej hlavy musíme systému zadať všetky dôležité údaje (typ nástroja, korekcie,...). Zavedenie nového nástroja ukážeme na nasledujúcom príklade.

Postup:

- Použijeme nôž uberací stranový ľavý, polomer hrotu je $R=0,4\text{mm}$ a vedľajší uhol nastavenia $=32^\circ$. Upneme ho do pozície č.6 v nástrojovej hlave, bude to teda nástroj T6.
- Vymažeme nástroj T6 a nahradíme ho naším nástrojom.
- Odmeriame a zapíšeme jeho korekcie D1.
- Zadáme ďalšie parametre.
-  zprístupníme tlačidlo „Parameter“.
- **Parameter**  **vstup do oblasti zadávania parametrov**
- **T no +**  **číslo nástroja**
Nalistujeme požadované číslo nástroja - „Tnumber 6“. Číslo korekcie „D_number“ je už nastavené na 1.
- **Delete**  **vymazanie**
Skôr ako stlačíme ďalšie tlačidlo, presvedčíme sa, či mažeme správny nástroj. Nie je žiadny ďalší dotaz, či to naozaj chceme.
- **Delete tool**  **vymaže aktuálny nástroj**, prepne okno na nižší nástroj č.5.

-   **vytvorí nový nástroj alebo ostrie**

-   **založiť nový nástroj**
Zapíšeme do políček čísla:

T number (číslo nástroja): **6**
 Tool type (typ nástroja): **500** (hrubovací nôž, vid' kap. 5.4.1)
 C. edge pos. (poloha ostria): **3** (ľavá dolná poloha, vid' kap. 5.3)

-   **potvrdenie vytvorenia nástroja**
Teraz môžeme zadávať parametre.

Do políčka Geometry/Radius: **0.4** (polomer hrotu noža)
 Do políčka Clear. angle: **30** ($32^\circ - 2^\circ = 30^\circ$, 2° rezerva)

Požadované korekcie „Length1“ a „Length2“ musíme najskôr odmerať. Zistíme odchýlku hrotu (ostria) nástroja od nulového bodu nástroja. Máme v podstate dve možnosti odmerania:

a) Odmeranie "naškrábnutím"

Prevedieme na obrobku o známom priemere.

Najskôr nabehneme bokom nástr. hlavy (na boku hlavy je vzťažný bod „N“) na čelo obrobku a zapíšeme do systému referenčnú polohu v ose Z.

Potom nabehneme nástrojom na obrobok najskôr v ose Z, zistíme korekciu L2 a zapíšeme. Potom opakujeme postup pre osu X (korekcia L1).

- Upneme obrobok s obrobeným čelom a presne zmeraným priemerom.
- Tlačidlom  prepne do okna „Machine“.
- Otočíme nástr. hlavu tlačidlom  do polohy, v ktorej sa môžeme dotknúť čela obrobku.
- Nabehneme bokom nástrojovej hlavy k čelu obrobku (vreteno stojí, posuv zredukujeme na 1%).
- Medzi obrobok a nástrojovú hlavu vložíme list papiera a nabehneme diskom nástrojovej hlavy na čelo obrobku (vzťažný bod nástrojového otvoru), až sa bok hlavy dotkne papiera.

- Tlačítkom  prepne do okna korekcií pre nástroj T6 a korekciu D1.

-   **prevzatie referencie**

Zadáme polohu čela nástr. hlavy ako referenčnú.

V okne „Axis“ je nastavená os X. Prepne tlačidlom  na Z. Okamžitú polohu v ose Z z políčka „Position“ opíšeme do políčka "Reference value".

- Tlačidlom  prepne do okna „Machine“.
- Odídeme nástrojovou hlavou od obrobku a natočíme náš nástroj (T6) do pracovnej polohy.
- Zredukovaným posuvom nabehneme (cez papier) nástrojom (T6) na čelnú plochu.
- Tlačidlom  prepne do okna korekcií pre nástroj T6 a korekciu D1.

- Nastavíme kurzor na „Length 2“.
- Include 

vypočítat' a vložit korekciu

Automaticky sa vypočíta vzdialenosť $\text{Length 2} = \text{Position} - \text{Ref. value}$ (korekcia = poloha noža na čele – poloha hlavy na čele) a vloží sa do políčka „Length 2“.
- OK 

potvrdenie

Tým sme ukončili zadanie korekcie v smere Z.
- Tlačidlom  prepneme do okna „Machine“.
- Nabehneme nástrojom k priemeru obrobku (vreteno stojí, posuv zredukujeme na 1%).
- Medzi obrobok a nástroj vložíme list papiera a nabehneme nástrojom na priemer, až sa dotkne papiera.
- Tlačidlom  prepneme do okna korekcií pre nástroj T6 a korekciu D1.
- Nastavíme kurzor na „Length 1“.
- Determine compensa. 

prevzatie korekcie

Prevezme sa poloha nástroja na priemere obrobku. Pole "Axis" nastavíme tlačidlom  na os X. Do pole "Reference value" zapíšeme **polomer obrobku**.
- Include 

vypočítat' a vložit' korekciu

Automaticky sa vypočíta vzdialenosť:

$\text{Length 1} = \text{Position} - \text{Ref. value}$
(korekcia = polomerová poloha noža – polomer obrobku)

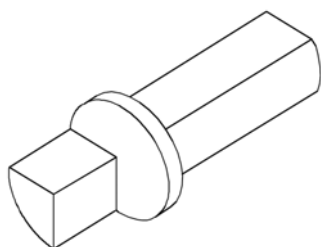
Hodnota sa automaticky vloží do políčka „Length 2“.
- OK 

potvrdenie

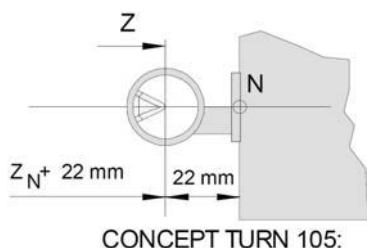
Tým sme ukončili zadanie korekcie v smere X.

b) Odmeranie optickým zariadením

Použijeme špeciálne optické zariadenie - lupu s nitkovým krížom, ktorú upneme do špeciálneho držiaku a mierku, ktorú vložíme do nástrojového otvoru hlavy. Postup je v princípe rovnaký ako u predchádzajúcej metódy. Optická metóda je presnejšia, pretože zabraňuje nepresnostiam pri dotyku obrobku s nástrojom a nástroj je v optike zobrazený zväčšený.



Mierka



Vyloženie mierky



Zobrazenie hrotu nástroja

- Zostavíme optický zoraďovací prístroj tak, aby bolo možné v pracovnom priestore nabehnúť referenčnou mierkou a ostatnými meranými nástrojmi do meracieho bodu .
- Upneme referenčnú mierku do nástrojového otvoru 1 v nástrojovej hlave.
- Natočíme nástrojový otvor 1 do pracovnej polohy.
- Nabehneme hrotom referenčnej mierky do stredu nitkového kríža optiky (pozor - obraz a teda aj osi sú zrkadlovo otočené).
- Tlačidlom  sprístupníme režim „Parameter“, nastavíme okno korekcií na nástroj T1 a korekciu D1 a zapíšeme referenčnú polohu mierky:

-

prevzatie referencie

Zadáme polohu mierky ako referenčnú. V okne je nastavená os X. Okamžitá poloha mierky v ose X je v políčku „Position“. Prepíšeme ju do políčka "Reference value". Prepne os na Z a prevedieme zápis ako u osi X s tým rozdielom, že **od hodnoty aktuálnej polohy Z musíme odčítať 22mm!!** (vyloženie mierky, viď predchádzajúci obrázok).

- 

potvrdenie

Tým sme zadali polohu mierky - referencie v osiach X a Z.

- Tlačidlom  prepne do „Machine“.
- Otočíme nástrojovú hlavu tlačidlom  na meraný nástroj (napr. T6) a nabehneme hrotom nástroja do nitkového kríža optiky.
- Tlačidlom  prepne do „Parameter“ a nalistujeme odpovedajúci nástroj (T6) a korekciu (D1).
- Nastavíme kurzor na „Length 1“.

- Determin. comp. ^{F8} **prevzatie korekcie**
V políčku „Axis“ je nastavená os X.
- Include ^{F6} **vypočítať a vložiť korekciu**
Rozdiel medzi referenčnou a aktuálnou polohou sa vloží do „Length 1“ - korekcia X.
- OK ^{⇧F8} **potvrdenie**
- Premiestníme kurzor na „Length 2“.
- Determin. comp. ^{F8} **prevzatie korekcie**
V políčku „Axis“ prepneme klávesou  na os Z.
- Include ^{F6} **vypočítať a vložiť korekciu**
Rozdiel medzi ref. a aktuál. polohou sa vloží do „Length 2“ - korekcie Z.
- OK ^{⇧F8} **potvrdenie**

5. Beh programu

5.1. Podmienky pre spustenie programu

- Posunutie nulového bodu G54 - G57 musí byť odmerané a zapísané.
- Použité nástroje musia byť odmerané a zapísané ich korekcie.
- Nástroje sa musia nachádzať v odpovedajúcich polohách (T) pre výmenu nástroja.
- Referenčný bod musí byť nabehnutý vo všetkých osiach.
- Stroj musí byť pripravený na prevádzku.
- Obrábaný kus musí byť poriadne upnutý.
- Voľné diely (upínací kľúč atď.) nesmú byť v pracovnom priestore, inak dôjde ku kolízii.
- Nesmú byť spustené žiadne alarmy.
- Je navolený správny NC program súčiastky
- Dvere stroja musia byť v okamihu spustenia programu zavreté.
- Kľúčový prepínač v polohe  -AUTOMAT.

5.2. Voľba partprogramu na obrábanie

Aby mohol byť partprogram prevedený, musí byť tzv. „uvolnený“ (enable) a navolený pre spustenie.

5.2.1. Uvolnenie partprogramu (adresára obrobku)

Uvolnenie nastavíme tak, že v režime „Program“ umiestníme kurzor na názov partprogramu (adresára) a stlačíme  **Alter enable** . Pri názve sa objaví krížik. Pokiaľ sa nachádza partprogram v adresári obrobku (workpiece) WPD, je potrebné uvoľniť aj tento adresár.

5.2.2. Navolenie partprogramu pre spustenie

V režime „Program“ nájdeme príslušný partprogram (prípona MPF), umiestníme kurzor na názov partprogramu a stlačíme  **Program selection** . Názov partprogramu vrátane cesty sa musí objaviť v záhlaví obrazovky (viď kap. 2.2.1 obrazovka poz.4).

Ak je partprogram umiestnený v adresári súčiastky (WPD) **s rovnakým názvom**, stačí navoliť tlačidlom  **Workpce selection**  tento adresár a partprogram sa z neho načíta.

6.3. Spustenie programu, zastavenie programu

6.3.1. Spustenie programu

Prevedieme po splnení podmienok v kapitole 6.1. tlačidlom .

6.3.2. Zastavenie (prerušenie) behu programu

Prevedieme tlačidlom . Opätovným stlačením  môžeme pokračovať od miesta prerušenia. Behom prerušenia môžeme pohybovať v ručnom režime nástrojom. Keď chceme pokračovať od miesta prerušenia, je potrebné prepnúť kruhový prepínač režimov na „Repos“ a potom stlačiť . Tým nabehne nástroj do miesta prerušenia a pokračuje ďalej.

6.3.3. Zrušenie behu programu

Prevedieme tlačidlom . Ďalej nie je možné pokračovať v behu od miesta prerušenia.

6.3.4. Ovplyvnenie priebehu programu

Pred tým, ako spustíme program, môžeme tlačidlami s rovnakými názvami na klávesnici riadenia stroja aktivovať niektorý z nasledujúcich spôsobov priebehu programu:

- | | |
|-----------------|--|
| SKIP | preskočenie vety
Pokiaľ je táto funkcia aktívna, preskočia sa pri priebehu programu vety s lomítkom pred číslom vety (/N...). |
| DRY | beh programu naprázdno (skúška bez obrobku)
Pre skúšobný posuv bez obrobku (beh naprázdno). Pohyb vo všetkých vetách s naprogramovaným posuvom (G1, G2, G3, G33, ...) sa prevedie namiesto naprogramovaného posuvu prednastaveným rýchlym skúšobným posuvom. Vreteno pritom stojí. |
| SBL | beh po jednotlivých vetách
Beh programu sa vždy zastaví po prevedení jednej vety. Pokračovanie tlačidlom  . |
| OPT STOP | zastavenie na príkaze M01
Na príkaze M01 v programe sa beh normálne nezastaví. Ak je OPT STOP aktívny, zastaví sa program na príkaze M01. Pokračovanie tlačidlom  . |

6. Programovanie

Niektoré adresy funkcií sú modálne, to znamená, že ak bola funkcia už v NC programe zadaná, platí jej hodnota dovtedy, pokiaľ ne zadáme inú hodnotu.

Stačí tak na začiatku programu zadať posuv F0,1 a celé obrábanie je prevedené rýchlosťou posuvu 0,1mm/ot (neplatí ale pre použitie v pevných cykloch, kde sa určujú posuvy cyklu zvlášť).

6.1. Prehľad prípravných funkcií G

G0	rýchloposuv
G1	pracovný posuv
G2	kruhová interpolácia v smere hodinových ručičiek
G3	kruhová interpolácia proti smeru hodinových ručičiek
CIP	kruhová interpolácia cez medzibod
G4	výdrž
G9	presný nábeh - pôsobí v jednej vete
G17	interpolačná rovina XY
G18	interpolačná rovina XZ
G19	interpolačná rovina YZ
G25	ohraničenie minimálneho pracovného poľa, ohraničenie počtu otáčok
G26	ohraničenie maximálneho pracovného poľa, ohraničenie počtu otáčok
G33	závit s konštantným stúpaním
G331	vŕtanie závitu
G332	spätný pohyb pri vŕtaní závitu
G40	vypnúť kompenzáciu polomeru nástroja
G41	zapnúť kompenzáciu polomeru nástroja vľavo
G42	zapnúť kompenzáciu polomeru nástroja vpravo
G53	zrušenie nastaviteľného posunutia nulového bodu - pôsobí v jednej vete
G54-G57	nastaviteľné posunutie nulového bodu
G500	zrušenie nastaviteľného posunutia nulového bodu
G505-G599	nastaviteľné posunutia nulového bodu
G60	spomalenie rýchlosti, presný nájazd
G601	jemný presný nájazd
G602	hrubý presný nájazd
G603	znova zapnúť, keď je dosiahnutá požadovaná hodnota
G63	rezanie závitu bez synchronizácie
G64	režim riadenia dráhy
G641	režim riadenia dráhy s programovaným prejazdom
G70	programovanie v palcoch (inch)
G71	programovanie v mm
G90	absolútne programovanie
G91	prírastkové programovanie
G94	posuv v mm/min alebo inch/min
G95	posuv v mm/ot alebo inch/ot
G96	konštantná rezná rýchlosť
G97	zrušenie konštantnej reznej rýchlosti
G110	programovanie v polárnych súradniciach relatívne
G111	programovanie v polárnych súradniciach absolútne
G112	programovanie v polárnych súradniciach, vzťahnutých k poslednému platnému pólu

G140	mäkký nájazd a odjazd
G141	nájazd, prípadne odjazd zľava
G142	nájazd, prípadne odjazd zprava
G143	smer nájazdu (odjazdu) v závislosti na polohe bodu ku smeru tangenty
G147	nájazd po priamke
G148	odjazd po priamke
G247	nájazd po štvrtkružnici
G248	odjazd po štvrtkružnici
G340	priestorový odjazd a nájazd (základné nastavenie)
G341	nájazd a odjazd v rovine
G347	nájazd po polkružnici
G348	odjazd po polkružnici
G450	nájazd na kontúru a odjazd
G451	nájazd na kontúru a odjazd

6.2. Prehľad pomocných funkcií M

M0	programový stop
M1	voliteľný stop (stop programu len pri OPT.STOP)
M2	koniec programu
M2=3	poháňaný nástroj ZAP v smere hodinových ručičiek
M2=4	poháňaný nástroj ZAP proti smeru hodinových ručičiek
M2=5	poháňaný nástroj VYP
M3	vreteno ZAP v smere hod. ručičiek
M4	vreteno ZAP proti smeru hod. ručičiek
M5	vreteno VYP
M8	chladenie ZAP
M9	chladenie VYP
M10	brzda vretena ZAP
M11	brzda vretena VYP
M17	koniec podprogramu
M20	pinola späť
M21	pinola vpred
M23	zberač obrobkov späť
M24	zberač obrobkov vpred
M25	upínacie zariadenie otvoriť
M26	upínacie zariadenie zavreť
M30	koniec hlavného programu
M32	koniec programu pre režim nakladania
M57	kývanie vretena ZAP
M58	kývanie vretena VYP
M67	tyčový podávač / magazín posuv ZAP
M68	tyčový podávač / magazín posuv VYP
M69	výmena tyče
M71	ofukovanie ZAP
M72	ofukovanie VYP

6.3. Skratky príkazov

AC	absolútna poloha napr. : X=AC(10)
ACN	absolútne zadanie rozmeru, do polohy nabehnúť v negatívnom smere
ACP	absolútne zadanie rozmeru, do polohy nabehnúť v pozitívnom smere
AND	logická spojka AND
AP	polárny uhol pri programovaní v polárnych súradniciach
AR	uhol roztvorenia pri kruhovej interpolácii
AXIS	typ premennej
AX	operátor osi
AXNAME	reťazcová operácia
AMIRROR	prídavné zrkadlenie
AROT	prídavná rotácia
ASCALE	prídavné merítko
ATRANS	prídavné posunutie
B_AND, B_NOT, B_OR, B_XOR	logické spojovacie operátory
BOOL	typ premennej
CASE	konštrukcia sľučky
CIP	kruhová interpolácia pomocou medzibodu
CHAR	typ premennej
CHF	vložiť zrazenie hrany
CR	kružnica zadaná pomocou polomeru
CFC	konštantný posuv po kontúre
CFIN	konštantný posuv ostria nástroja
CFTCP	konštantný posuv osi frézovacieho nástroja
CONTPRON	príprava kontúry
CHR	zrazenie hrany pomocou dĺžky zrazenia (prepony)
D	číslo ostria nástroja
DC	absolútne zadanie rozmeru, priama poloha
DIAMOF	programovanie v polomeroch
DIAMON	programovanie v priemeroch
DEF	definícia premennej
DISPLOF	indikáciu v programovom okne vypnúť
DISPLON	indikáciu v programovom okne zapnúť
DIV	celočíselné delenie
DEFAULT	konštrukcia sľučky
DEFINE AS	programovanie makra
DISC	korekcia vonkajšieho rohu, flexibilné programovanie príkazov nájazdu a odjazdu
DISCL	vzdialenosť koncového bodu od pracovnej roviny pri WAB
DISR	vzdialenosť hrany frézy od štartovacieho bodu pri WAB
ELSE	konštrukcia sľučky
ENDFOR	konštrukcia sľučky
ENDLOOP	konštrukcia sľučky
ENDWHILE	konštrukcia sľučky
ENDIF	konštrukcia sľučky
EXECTAB	prejazd prvkom kontúry
EXECUTE	tabuľka kontúry hotová
F	posuv
FOR	konštrukcia sľučky

FRAME	typ premennej
FAD	rýchlosť pomalého posuvu do hĺbky pri mäkkom nájazde a odjazde
GOTOB	skok smerom na začiatok programu
GOTOF	skok smerom na koniec programu
I1	adresa pre kruhový medzibod
IC	inkrementálna poloha pr. : = IC(10)
IF	konštrukcia sľučky
INT	typ premennej
INTERSEC	vypočítať priesečník kontúr
J1	adresa pre medzibod kružnice
KONT	adresa pre medzibod kružnice
K1	adresa pre medzibod kružnice
LIMS	obmedzenie počtu otáčok
LOOP	konštrukcia sľučky
MCALL	modálne vyvolanie podprogramu
MSG	zobraziť text na obrazovce
MIRROR	zapnúť zrkadlenie
N	číslo vety
NOT	negácia
NORM	priamy nájazd na kontúru
OFFN	offset kontúra - normálne
OR	logický OR operátor
P	počet prebehnutí podprogramu
PROC	podprogram - definícia procedúry (preberacie parametre)
R R	parametre R[0]-R[99]
ROT	zapnutie rotácie
REAL	typ premennej
RET	koniec podprogramu, skok späť do vyššej úrovne
RND	vloženie zaoblenia
RNDM	modálne vloženie zaoblenia
RP	polárny polomer pri programovaní polárnych súradníc
RPL	určenie rotačnej roviny
REP	inicializácia poľa
S	adresa vretena
SAVE	uloženie registra pri vyvolaní podprogramu
SETAL	zapnutie alarmu
SET	nastavenie premenných
SETMS	nastavenie hlavného vretena
SF	počiatočný bod pootočenia pre G33
SPCOF	vypnutie polohovania vretena
SPCON	zapnutie polohovania vretena
STRING	typ premennej
SCALE	zapnutie zmeny merítka
STRLEN	reťazcové operácie
SPOS	polohovanie vretena s riadenou polohou
SPOSA	polohovanie vretena s riadenou polohou
SUPA	vypnutie všetkých programovateľ. nastaviteľ. rámcov, posunutí
SBLOF	zapnúť potlačenie režimu veta po vete

6.4. Súradnice, nulové body

Pracovná rovina G17-G19

V pracovnej rovine pôsobí rádius nástroja, kolmo na pracovnú rovinu dĺžky nástroja. Pomocou G17 - G19 určujeme pracovnú rovinu. Os nástroja je kolmá k pracovnej rovine. Hlavná pracovná rovina pre sústruženie je G18 (ZX)

Formát:

G17

G18

G19

G17 XY - rovina: čelné obrábanie (TRANSMIT), axiálne, vŕtanie pomocou originálnych cyklov Siemens

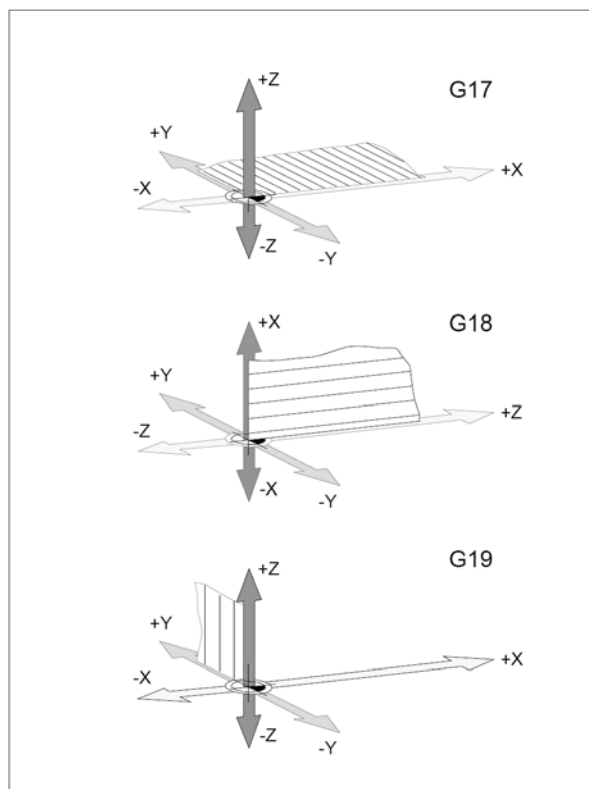
G18 ZX - rovina: sústruženie kontúry

G19 YZ - rovina: obrábanie na plášti valca (TRACYL), radiálne vŕtanie pomocou originálnych cyklov Siemens.

V pracovnej rovine prebieha:

- interpolácia kružnice G2/G3/CIP
- interpolácia polárnych súradníc
- korekcia polomeru nástroja G41/G42

Kolmo k pracovnej rovine prebiehajú prísuvy do hĺbky, napr. pre vŕtacie cykly.



G90 Absolútne programovanie

Zadané rozmery sa vzťahujú k aktuálnemu nulovému bodu. Nástroj sa pohybuje do programovanej polohy.

G91 Prírastkové programovanie

Zadané rozmery sa vzťahujú k poslednej programovanej polohe nástroja. Pohyb nástroja sa programuje ako prírastok dráhy z predchádzajúcej polohy do programovanej. Jednotlivé osi je možné programovať nezávisle na G90 / G91 v absolútnych alebo prírastkových súradniciach.

Príklad:

G90

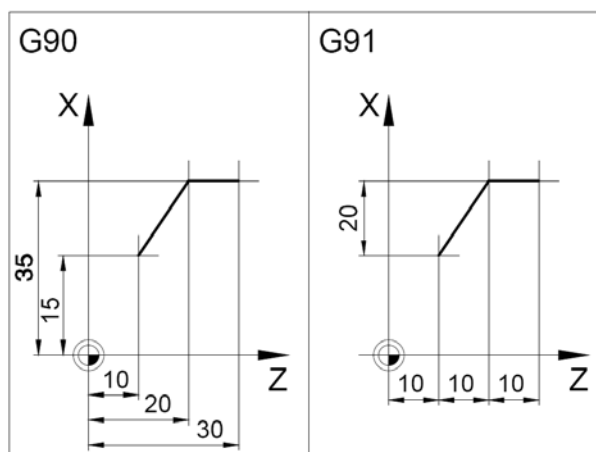
G0 X40 Z=IC(20)

Súradnica Z je zadaná ako prírastok dráhy, aj keď je aktívne absolútne programovanie G90.

G91

G0 X20 Z=AC(10)

Súradnica Z je absolútna, aj keď je aktívne prírastkové programovanie.



G110-G112 Polárne súradnice

Najskôr sa definuje pól funkcií G110 alebo G111 a potom pohyb G1 do bodu daného polárne.

G110 pól vzťahnutý k aktuálnej polohe nástroja

G111 pól vzťahnutý k aktuálnemu nul. bodu

G112 pól vzťah. k poslednému platnému pólu

Pól môže byť zadán v pravouhlých alebo polárnych súradniciach.

RP polárny polomer

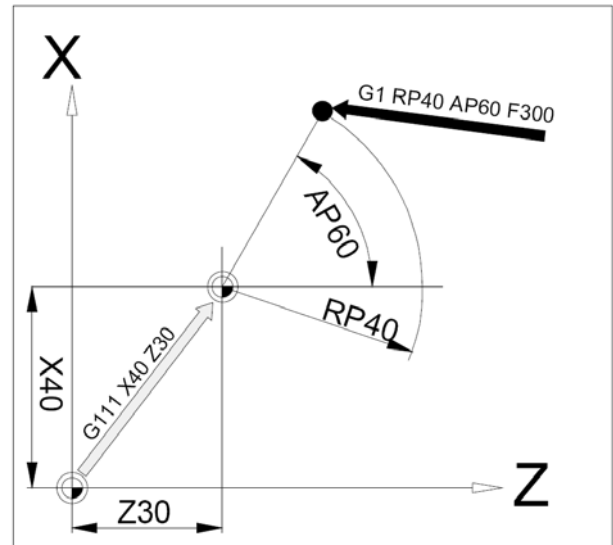
AP polárny uhol (od prvej programovanej osi pólu)

Príklad

G111 X30 Y40 Z0

G1 RP=40 AP=60 F300

Uhol sa vzťahuje k osi X (v G111 programovaná najskôr).



G53-G57, G500-G599, SUPA

Posunutie nulového bodu

G53 ruší nulové posunutia v jednej vete

G500 ruší G54 - G599.

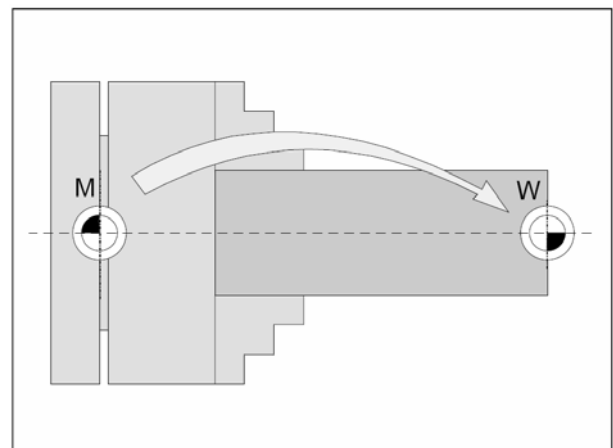
G54 - 57 nastaviteľné posunutia nulového bodu

G505 - 599 nastaviteľné posunutia nulového bodu

SUPA vypnutie programovaných posunutí v jednej vete vrátane posunutí elektronickým kolieskom

Nulové body označujú stroju polohu obrobku. Obvykle dôjde pomocou G54 - G599 k posunutiu odmeriavacieho systému na doraz obrobku v upínacom zariadení (W1) (fixne uložené), ďalšie posunutie do nulového bodu obrobku (W2) sa prevedie pomocou TRANS(premenná).

Posunutie nulového bodu



TRANS, ATRANS

Posunutie nulového bodu

Formát:

TRANS X= Z=

ATRANS X= Z=

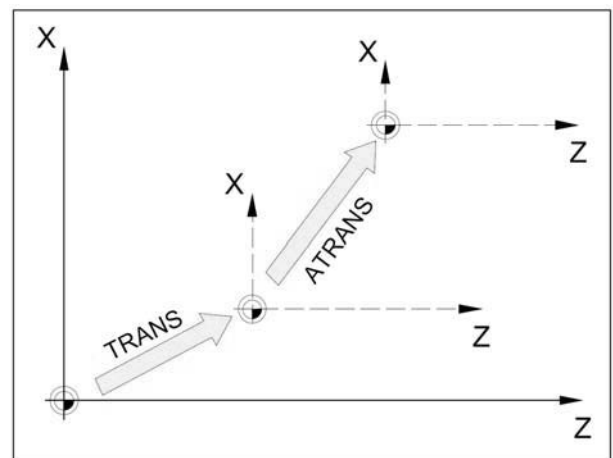
TRANS - absolútne posunutie nulového bodu

Vymaže všetky predchádzajúce TRANS, ATRANS.

Použije sa napr. k posunutiu nul. bodu z čela skľučovadla na čelo obrobku.

ATRANS- aditívne posunutie nulového bodu

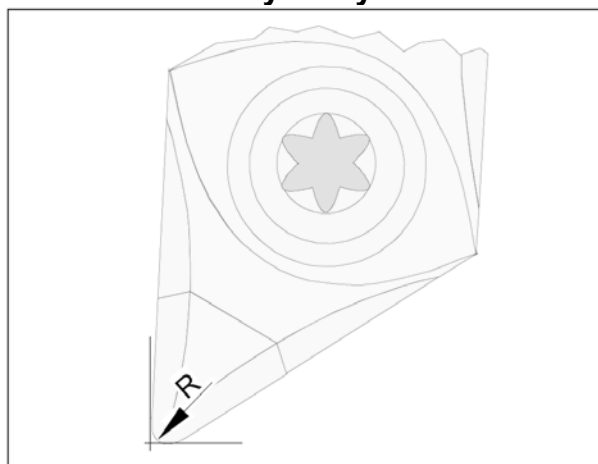
Prídavné posunutie, pričíta sa k predch. posunutiu.



6.5. Korekcia polomeru nástroja

Pri odmeriavaní nástroja sa rezná doštička meria iba v dvoch bodoch (dotyčne k osi X a Z). Priesečník osí X a Z - **teoretický rezný bod** sa pohybuje po naprogramovanej dráhe obrobku. Pri **pravoúhlom pohybe** nástroja (viď obr.) bude rozmer obrobku dodržaný. Pri **šikmom pohybe** v oboch osiach (kužel, rádiusy) nesúhlasí poloha teoretického rezného bodu s polohou pracujúceho hrotu reznej doštičky. Tým vznikne chyba tvaru obrobku. Použitím korekcie na rádius hrotu sa táto chyba rozmeru automaticky vykompenzuje. Príkazy G41 a G42 prevedú úpravu dráhy nástroja **v závislosti na hodnotách zadanych v tabuľke korekcií** (režim Parameter).

Teoretický rezný bod



G40 Zrušenie korekcie na rádius hrotu

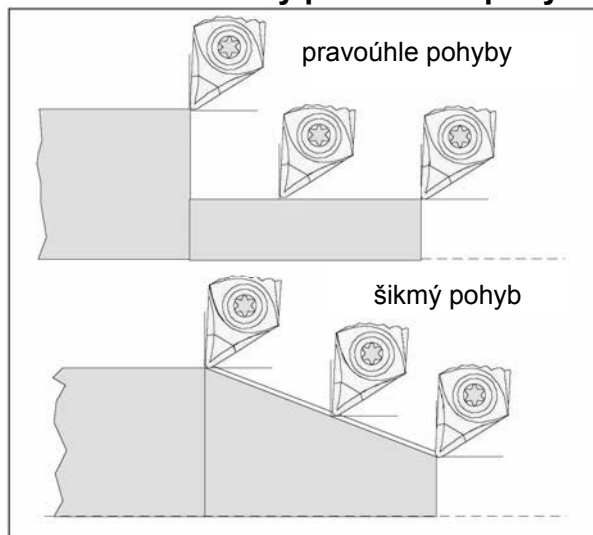
Je povinné pri zmene medzi G41 a G42.

G40 môže byť programované v tej istej vete s G00 resp. G01, alebo v predchádzajúcej vete.

Dôležité:

- zrušenie je povolené len pri použití G00, G01
- G40 je povinné pri zmene medzi G41 a G42

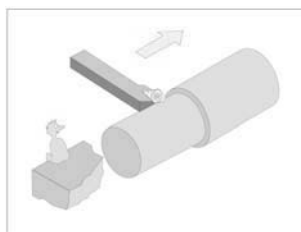
Porušenie kontúry pri šikmom pohybe



G41 Korekcia na rádius hrotu vľavo

Keď sa nástroj nachádza, pri pohľade v smere posuvu, **vľavo** od obrábanej kontúry, použijeme G41.

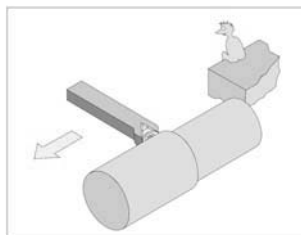
Dôležité: viď G40



G42 Korekcia na rádius hrotu vpravo

Keď sa nástroj nachádza, pri pohľade v smere posuvu, **vpravo** od obrábanej kontúry, použijeme G42.

Dôležité: viď G40



6.6. Posuvy, otáčky, pracovný priestor

Programovanie posuvu všeobecne

Zadanie posuvu sa pomocou G70 / 71 (inch - mm) neovplyvní, platí nastavenie v strojných dátach.

Po každej zmene medzi G94 - G95 sa musí F znova programovať.

Posuv F platí len pre pohybové osi, nie pre synchronizačné osi.

G94 Posuv v mm/min

Pohyb saní X, Z:

Adresa F udáva posuv v mm/min.

Používa sa hlavne pre frézovanie.

G95 Posuv v mm/ot

Pohyb saní X, Z:

Adresa F udáva posuv v mm/ot.

Používa sa hlavne pre sústruženie.

G96 Konštantná rezná rýchlosť ZAP

Formát:

G96 S120

S - rezná rýchlosť v m/min

Pri programovanej G96 sa počet otáčok, vždy závislý na priemere obrobku, automaticky mení tak, že rezná rýchlosť ostria nástroja S v m/min zostáva konštantná. Tým sa vytvára rovnomerná stopa po nástroji a kvalita povrchu je lepšia.

G97 Konštantná rezná rýchlosť VYP

Vypína konštantnú reznú rýchlosť. Po G97 sa použije G95.

Formát:

G97

G95 S1000

G95 posuv v mm/ot

S otáčky za min.

G25 Minimálne otáčky vretena

Formát:

G25 S200

Stanovíme minimálny počet otáčok vretena za min.

G25 musí byť zapísané v samostatnej programovej vete. Pomocou G25 zostane obmedzenie počtu otáčok zachované aj po skončení programu.

G26 Maximálne otáčky vretena

Formát:
G26 S4000

Stanovíme maximálny počet otáčok vretena za min. G26 musí byť zapísané v samostatnej programovej vete. Pomocou G26 sa prepíše hodnota v setting dátach a obmedzenie počtu otáčok tak zostane zachované aj po skončení programu.

LIMS Obmedzujúce otáčky

Formát:
G96 S100 LIMS=2500

Obmedzí otáčky pri aktívnom G96. Pri obrábaní súčiastky s veľkým rozdielom priemerov sa doporučuje zadať obmedzujúce otáčky. Tým sa u malých priemerov vyvarujeme neprípustne vysokých otáčok. LIMS pôsobí ako G26, s tým rozdielom, že hodnota LIMS platí len pre daný partprogram.

G4 Časová výdrž

Formát v sekundách:
G4 F2
F výdrž v sekundách

Formát v otáčkach:
G4 S10
S výdrž v počte otáčok hlavného vretena

Zastaví nástroj v poslednej dosiahnutej polohe. Používa sa pri ostrých hranách a vyčistení dna zápichu. Časový význam adres S a F je platný len pre vetu G4, inak tieto adresy znamenajú otáčky a posuv.

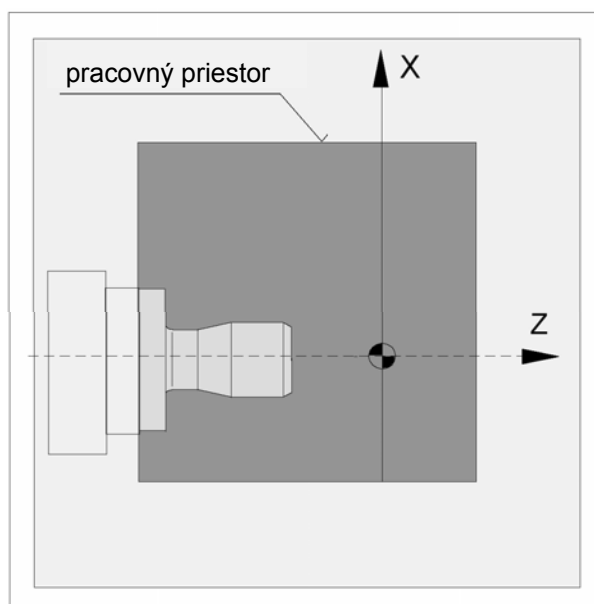
G25, G26 Obmedzenie pracovného poľa

Formát
N... G25/G26 X... Z..

Pomocou G25 / G26 je možné vymedziť **pracovný priestor**, v ktorom sa má nástroj pohybovať. Tak sa dajú v pracovnom priestore zriadiť ochranné zóny, ktoré sú pre pohyb nástroja neprístupné.

G25 a G26 musia byť zapísané v samostatnej programovej vete. Obmedzenie pracovného poľa definujeme v programe pomocou G25 a G26 a zapíname príp. vypíname pomocou WALIMON a WALIMOF.

G25 dolné obmedzenie pracovného poľa
G26 horné obmedzenie pracovného poľa
WALIMON zapnutie obmedzení pracovného poľa
WALIMOF vypnutie obmedzení pracovného poľa



6.7. Pracovné pohyby

G0, G1 priamková interpolácia

G0: pojazd rýchloposuvom

G1: pojazd pracovným posuvom

Príklad kartézsky:

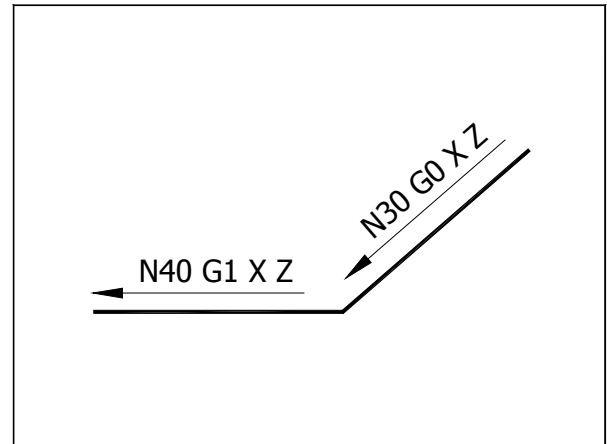
N30 **G0** X.. Z..

N40 **G1** X.. Z.. F..

Príklad polárne:

N30 **G0** AP.. RP..

N40 **G1** AP.. RP..



Zrazenie hrany

Zrazenie bude vložené po vete, v ktorej je naprogramované.

Zrazenie leží vždy v pracovnej rovine (G18).

Zrazenie bude vložené symetricky do rohu kontúry.

Príklad:

Zrazenie dané dĺžkou odvesny

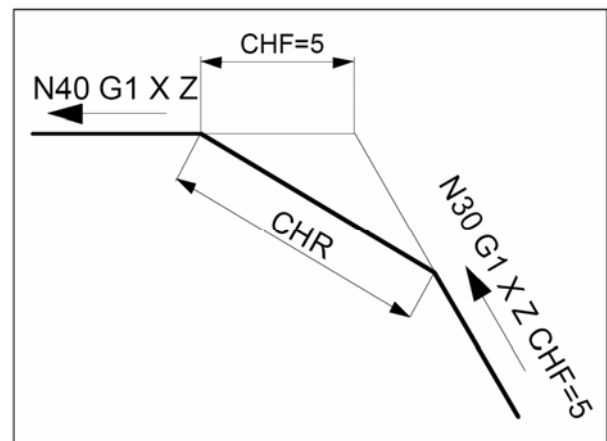
N30 G1 X.. Z.. **CHF=5**

N35 G1 X.. Z

Zrazenie dané dĺžkou zrazenia

N30 G1 X.. Z.. **CHR=8**

N35 G1 X.. Z



Zaoblenie hrany

Zaoblenie bude vložené po vete, v ktorej je naprogramované.

Zaoblenie leží vždy v pracovnej rovine (G18).

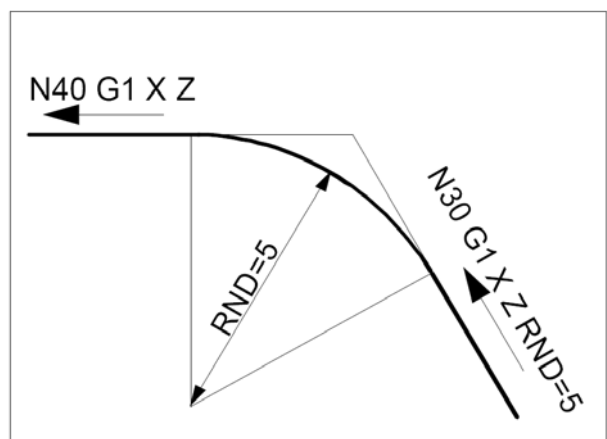
Zaoblenie bude vložené symetricky do rohu kontúry.

Príklad:

N30 G1 X.. Z.. **RND=5**

N35 G1 X.. Z..

Pokiaľ namiesto RND použijeme RNDM, bude zaoblenie v každom nasledujúcom rohu kontúry, pokiaľ nebude zrušené pomocou RNDM=0.



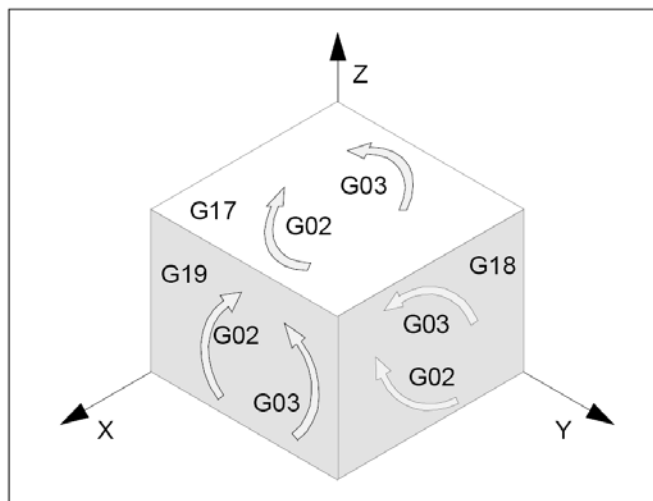
Kruhová interpolácia

G2 v smere hodinových ručičiek (VSHR, alebo CW)
G3 proti smeru hodinových ručičiek (PSHR, alebo CCW)
CIP (Circle through Points) cez medzibod

Pre kruhový pohyb leží počiatočný a koncový bod v jednej rovine.

Pri sústružení pracujeme v rovine X-Z, teda pracovná rovina pre kruhovú interpoláciu je určená funkciou G18 (viď obr.).

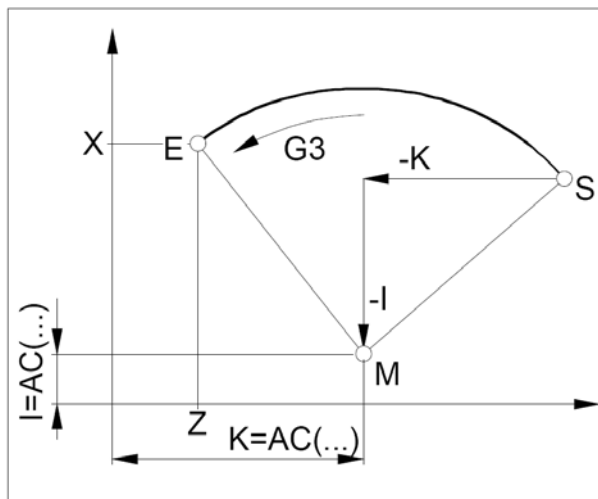
Zobrazenie kruhového pohybu pre rôzne hlavné roviny.



G2 / G3 koncovým bodom a stredom kružnice

Formát:
 G2/G3 X... Z... I... K...

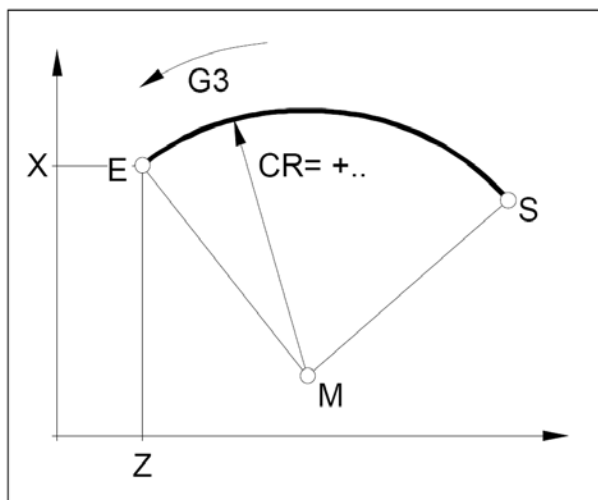
X,Z súradnice koncového bodu E
 I,K súradnice stredu kružnice M



G2 / G3 koncovým bodom a polomerom kružnice

Formát:
 G2/G3 X.. Z.. CR=± ..

X, Z súradnice koncového bodu E
 CR=+5 polomer 5, uhol menší alebo rovný 180°
 CR=-5 polomer 5, uhol väčší ako 180°
 Úplnú kružnicu nie je možné pomocou CR programovať.



G2 / G3 koncovým bodom alebo stredom kružnice a úhlom rozovrenia

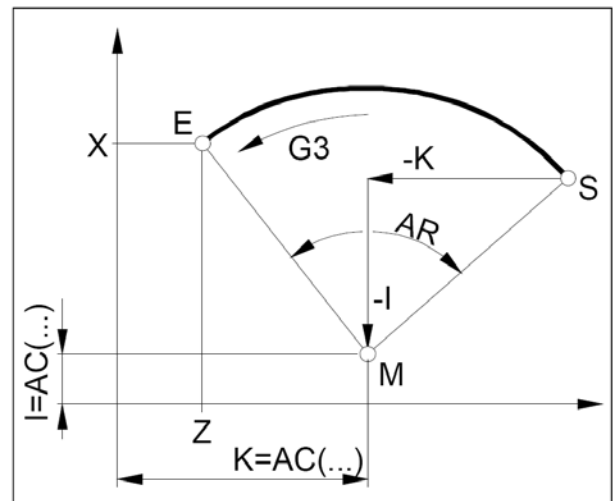
Formát s koncovým bodom:
G2/G3 X.. Z.. AR=..

X, Z súradnice koncového bodu E
AR= úhol rozovrenia

Formát so stredom:
G2/G3 I.. K.. AR=..

I, K súradnice stredu M v pravouhlých súradniciach
AR= úhol rozovrenia

Úhol rozovrenia musí byť menší ako 360° .
Úplné kružnice nie je možné pomocou AR programovať.

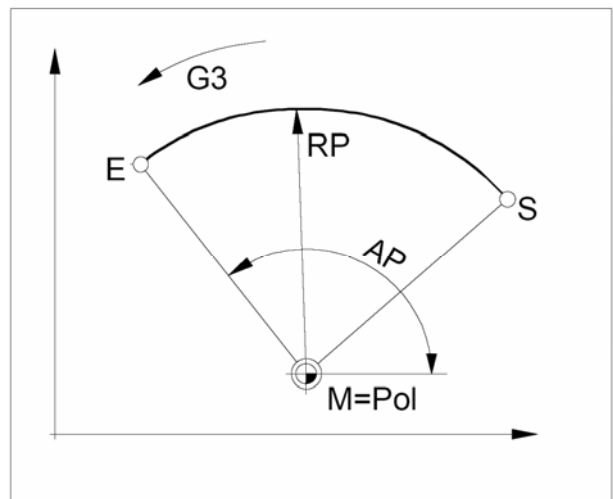


G2 / G3 polárnymi súradnicami koncového bodu

Formát:
G2/G3 AP=.. RP=..

AP= polárny uhol koncového bodu E
RP= polárny polomer

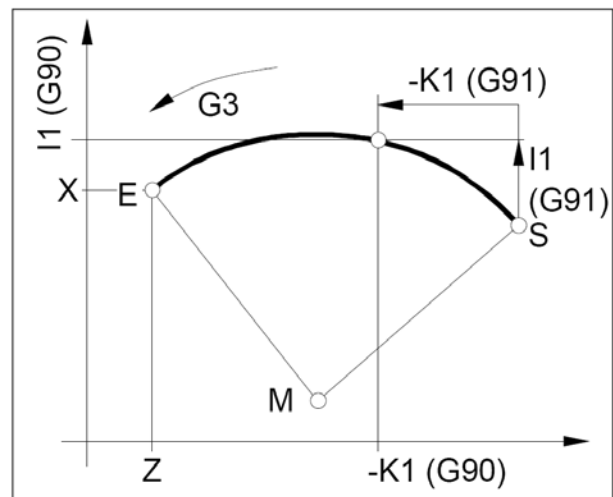
Pól sa musí nachádzať v strede kružnice
(dá sa to previesť pomocou G111).



G2 / G3 medzibodom a koncovým bodom

Formát:
CIP X.. Z.. I1=.. K1=..

X, Z súradnice koncového bodu
I1, K1 súradnice medzibodu
pri G91 súradnice relatívne
pri G90 súradnice absolútne.



G33 Rezanie závitov

Formát:

G33 X... Z... I/K... SF...

I.....stúpanie závitů [mm] v hlavnom smere X

K.stúpanie závitů [mm] v hlavnom smere Z

Zsúradnice ľavého okraja závitů

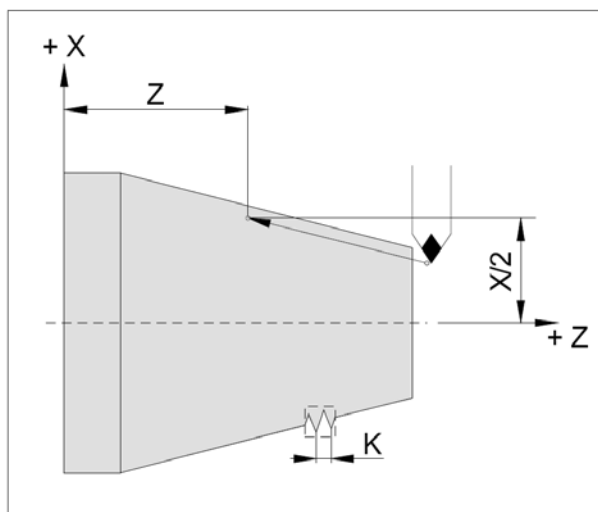
SF ...presadenie (uhlové pootočené) štartovacieho bodu

Je možné rezať priame závitů, kužeľové a čelné závitů, ryhovanie a kosoúhle vrúbkovanie.

Je nutné zadať stúpanie I (pozdĺžny závit) alebo K (pričný závit).

Dôležité:

- počas G33 nie je možné ovplyvňovať otáčky ani posuv
- je potrebné počítať so zápichom za závitom pre nábeh a výbeh.



G331 Rezanie závitov závitníkom bez dĺžkovej kompenzácie

Formát:

G331 X... Z... K...

X, Z súradnice koncového bodu dna závitů

K stúpanie závitů

G332 Spätný pohyb zo závitů

Formát:

G332 X... Z... K...

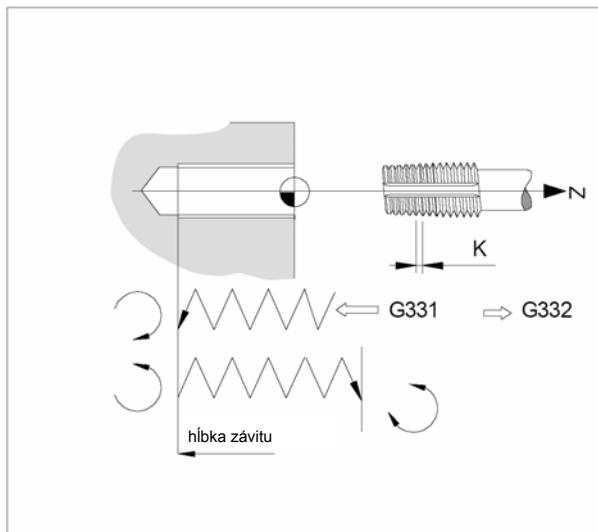
X, Z .

súradnice koncového bodu výbehu nástroja

K. stúpanie závitů

Dôležité:

- G332 má rovnaké stúpanie ako pohyb G 331
- zmena smeru nastáva automaticky
- pred G331 musíme vreteno nástroja polohovať pomocou SPOS do definovaného počiatočného bodu



6.8. Programovanie kontúry

Pre obrábanie všobecného tvaru súčiastky je potrebné v systéme vytvoriť obrys (kontúru). Kontúru vytvoríme a uložíme do súboru podprogramu *.SPF. Pri použití cyklu hrubovania, kde je kontúra potrebná, túto kontúru zavoláme, napr. CYCLE95("CEP_1_TVAR ",...) kde CEP_1_TVAR.SPF je súbor kontúry.

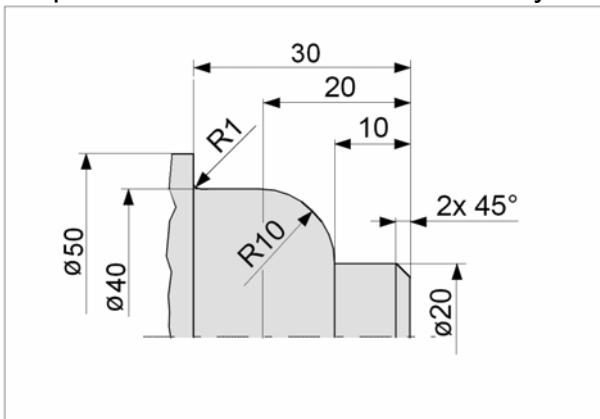
Vytvorenie súboru s kontúrou môžeme previesť dvoma spôsobmi:

- voľné programovanie kontúry
- priama tvorba kontúry

6.8.1. Tvorba voľnej kontúry

Voľné programovanie kontúry je doplnok editora partprogramu. Slúži k jednoduchšej a názornejšej tvorbe obrábanej kontúry.

Na príklade si ukážeme tvorbu kontúry nasledujúcej súčiastky:



Postup:

V editore partprogramu (režim „Program“) založíme nový adresár súčiastky VK1.WPD a v ňom súbor podprogramu VK1.SPF – v ňom bude uložená kontúra na použitie v hrubovacom cykle (kontúru môžeme tiež vytvoriť v už existujúcom súbore).

- | | |
|--|---|
| • Program F3 | navolíme režim „Program“ |
| • Workpieces F1 | voľba musí byť zapnutá, ak chceme založiť adresár |
| • New ⇧F1 | napišeme do kolónky „Workpiece name:“ VK1 |
| • OK ⇧F8 | potvrdíme |
| • Enter | vstúpime do adresára VK1 |
| • New ⇧F1 | napišeme do kolónky „Program name:“ VK1 |
| • OK ⇧F8 | vytvorí sa VK1.MPF a otvorí sa v editore |

- **Support** ^{F4} voľba podporných prostriedkov
- **New contour** ^{F1} otvorí sa nasledujúce okno pre tvorbu kontúry

Program	Channel 1	AUTO	WKS.DIR\CEP.WPD CEP_1.MPF
Channel reset			^{F1}
Program aborted			ROV
WKS.DIR\VK1.WPD\VK1.SPF			
END			Starting point Z 0.000 abs X 0.000 abs Selected plane: G18 ☐ Spec. for facing axis: DIAMON diameter ☐ Start point G1 ☐ Free input
	Starting point Z		Delete value ^{F4} Abort ^{F7} Accept element ^{F8}
F1	F2	F3	F4 F5 F6 F7 F8

Popis okna:

WKS.DIR\VK1.WPD\VK1.SPF

názov editovaného súboru s cestou

Starting point

tabuľka štartovacieho bodu kontúry

X Z

súradnice štartovacieho bodu kontúry (abs = absolútne)

Selected plane:

voľba roviny (G18 pre sústruženie)

Spec. for facing axis:

spôsob zadania osi X:

DIAMON priemerové zadávanie súradníc

DIAMOFF polomerové zadávanie súradníc

DIAM90 priemer / polomer **Start**

point

spôsob nájazdu na štartovací bod kontúry- G0 / G1 **Free**

input

voľný vstup hodnoty

V tabuľke „Starting point“ skontrolujeme, prípadne nastavíme hodnoty podľa predchádzajúceho snímku obrazovky.

Zmenu hodnoty v danom poli prevedieme umiestnením kurzoru (pole sa podfarbí) a medzi prednastavenými hodnotami prepínáme klávesou (F10 na PC klávesnici).

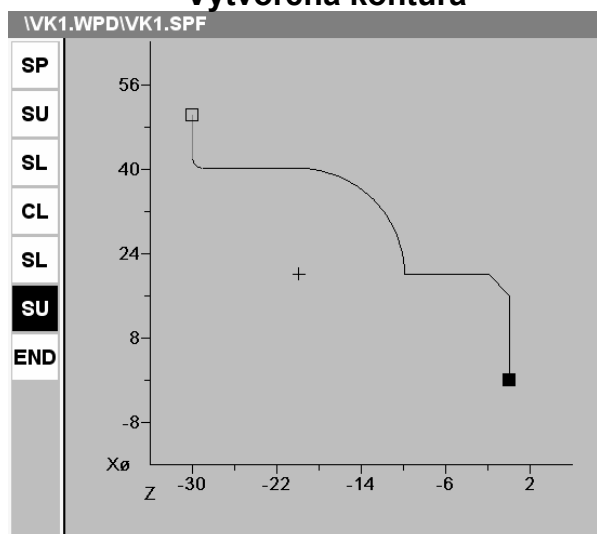
Upozornenie:

Počas tvorby **novej** kontúry, pred prvým uložením, v žiadnom prípade (okrem odmietnutia akcie zrušenia prvku kontúry) nevolíme tlačidlo **Abort** $\uparrow$ F7, tým sa vraciame do editora partprogramu a doterajšia **tvorba kontúry bude nenávratne stratená** a môžeme začať znova!!!

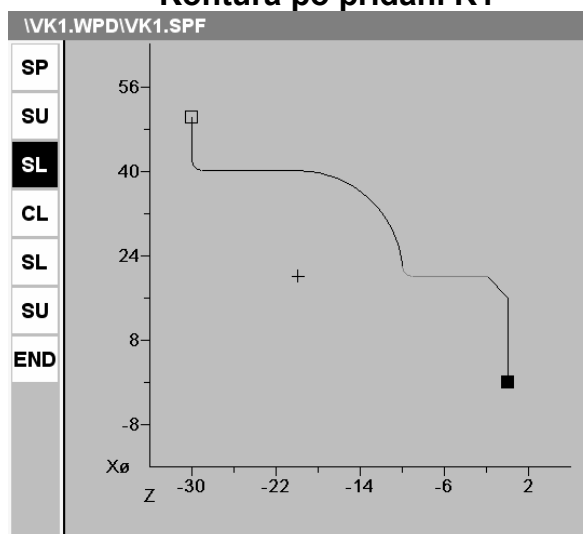
- **Accept element** $\uparrow$ F8 akceptujeme obsah tabuľky hodnôt štartovacieho bodu
Všimnite si, že na ľavej strane obrazovky, kde bol dosiaľ len štvorček END, pribudol nad ním ďalší - SP (Start point). Tu se postupne zoradujú vytvorené prvky kontúry.
- **Straight vertical** $\uparrow$ F2 vertikálna priamka, zadáme X = 20, zrazenie na konci FS = 2
Možno použiť aj **Straight any** $\uparrow$ F4 - ľubovoľná priamka, ale tu by sme zbytočne zadávali aj Z- ovú súradnicu. Táto voľba sa hodí pre šikmú priamku.
- **Accept element** $\uparrow$ F8 nakreslí sa zvislá úsečka (zatiaľ bez zrazenia)
- **Straight horizont.** $\uparrow$ F3 horizontálna priamka, zadáme Z = -10
- **Accept element** $\uparrow$ F8 nakreslí horizontálnu úsečku so zrazením 2 mm
- **Circle** $\uparrow$ F5 kružnica, R = 10, Z = -20, X = 40
Po zadaní X premiestníme kurzor dole (nič nezadáваме), objaví sa kružnica, ale vyklenutá dohora - typ zaoblenia vyberieme nasledujúcim tlačidlom
- **Dialog select** $\uparrow$ F1 prepínač medzi variantami, kliknutím zvolíme správny typ zaoblenia
- **Dialog accept** $\uparrow$ F8 potvrdiť výber varianty
- **Accept element** $\uparrow$ F8 potvrdiť element - oblúk
- **Straight horizont.** $\uparrow$ F3 zadáme Z = -30 a premiestníme kurzor na FS (zrazenie)
- **Alternative** $\uparrow$ F2 prepínač FS/R prepneme na R (zaoblenie) a zadáme R=1
- **Accept element** $\uparrow$ F8 potvrdiť element - úsečku
- **Straight vertical** $\uparrow$ F2 zadáme X=50
- **Accept element** $\uparrow$ F8 potvrdiť element - úsečku
- **Accept** $\uparrow$ F8 ukončiť kontúru a návrat do editora

Tým je vytvorená kontúra (viď nasledujúci obrázok) a uložená v súbore VK1.SPF a pripravená na použitie v hrubovacom cykle.

Vytvorená kontúra



Kontúra po pridání R1



Úprava prvku kontúry

Takto vytvorenú kontúru môžeme dodatočne upravovať. Musíme znova otvoriť editor pre tvorbu kontúry.

Predpoklad: máme súbor kontúry VK1.SPF otvorený v editore.

Postup pri úpravách ukážeme na predchádzajúcej kontúre, kde pridáme zaoblenie R1 do rohu s kruhovým oblúkom. Musíme teda upraviť vodorovnú úsečku, ktorá bude zakončená týmto zaoblením.

Postup:

- Support ⇧F4 podpora
- Recompile ⇧F7 vstup do preprogramovania kontúry
- umiestníme kurzor na SL prvé zhora
- Enter (dvojklik myšou) otvoríme úsečku na editáciu
- umiestníme kurzor na FS
- Alternative ⇧F2 prepne na R a zadáme R = 1
- Accept element ⇧F8 potvrdíme zaoblenie
- Accept ⇧F8 ukončenie úprav a návrat do editora podprogramu
- Abort ⇧F7 ak použijeme Abort, prevedené úpravy sa neuložia a vrátime sa k pôvodnej kontúre

Vymazanie prvku kontúry

- umiestníme kurzor na položku v stĺpci prvkov, ktorú chceme vymazať
- | | |
|----------------|-----|
| Delete element | ⇧F1 |
|----------------|-----|

 vymazať element (čaká na potvrdenie)
- | | |
|----------------|-----|
| Delete element | ⇧F8 |
|----------------|-----|

 potvrdenie vymazania
- | | |
|-------|-----|
| Abort | ⇧F7 |
|-------|-----|

 odmietnutie vymazania

Predĺženie kontúry

Ak umiestnime kurzor na poslednú vytvorenú položku prvku, môžeme na pôvodnú kontúru nadväzovať pridávaním ďalších prvkov.

6.8.2. Priama tvorba kontúry

Vytvoríme nový súbor (s príponou *.SPF) podprogramu kontúry. V súbore je kontúra definovaná sledom príkazov G1, G2 a G3 v smere obrábania a ukončená príkazom G17 (ako podprogram).

Podrobnejší popis tvorby súboru s príkladom TEST.SPF je popísaný v kapitole „Vytvorenie partprogramu“ a „Vytvorenie subprogramu“.

Dôležité:

- je možné použiť zrazenie (CHR, CHF) a zaoblenie (RND)
- podprogram kontúry musí mať aspoň 3 vety
- kontúra musí mať pohyb v oboch osiach
- nie je možné použiť G17, G18, G19, G41, G42, rámce (Frames)

6.9. Cykly

Cykly sú podporné prostriedky pre obrobenie najpoužívanejších prvkov pri obrábaní.

V prehľade cyklov sú uvedené všetky cykly dostupné v programe Sinumerik.

Na stroji CONCEPT TURN 105 nie sú všetky cykly dostupné. V ďalšom texte sa budeme podrobnejšie zaoberať vybranými cyklami.

Prehľad cyklov

Vŕtacie cykly:

Cycle 81	vŕtanie, navrtávanie
Cycle 82	vŕtanie, čelné zahĺbenie
Cycle 83	vŕtanie s výplachom
Cycle 83E	vŕtanie s výplachom - zjednodušené
Cycle 84	rezanie závitů závitníkom bez dĺžkovej kompenzácie
Cycle 84E	rezanie závitů závitníkom bez dĺžkovej kompenzácie
Cycle 840	rezanie závitů závitníkom s dĺžkovou kompenzáciou
Cycle 85	vyvrtávací cyklus 1
Cycle 86	vyvrtávací cyklus 2
Cycle 87	vyvrtávací cyklus 3
Cycle 88	vyvrtávací cyklus 4
Cycle 89	vyvrtávací cyklus 5

Sústružnícke cykly:

Cycle 93	zapichovací cyklus
Cycle 94	cyklus odľahčovacieho zápichu
Cycle 95	hrubovací cyklus
Cycle 96	cyklus zápichu za závitom
Cycle 97	cyklus rezania závitů
Cycle 98	cyklus reťazenia závitů

CYCLE81 Vŕtanie

CYCLE82 Vŕtanie a zarovnanie dna

Formát:

CYCLE81 (RTP,RFP,SDIS,DP,DPR)

CYCLE82 (RTP,RFP,SDIS,DP,DPR,DTP)

RTP(ReTraction Plane)	spätná rovina (koniec cyklu)
RFP(ReFERENCE Plane)	referenčná rovina absolútne
SDIS(Safety DIStance)	bezpečnostná vzdialenosť
DP(DePth)	súradnice hĺbky otvoru
DPR(DePth Relative)	hĺbka od referenčnej roviny
DTP(Dwell Time in dePth)	výdrž na dne v [s]

Dôležité:

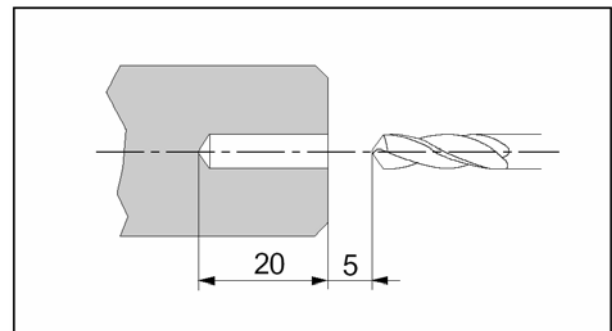
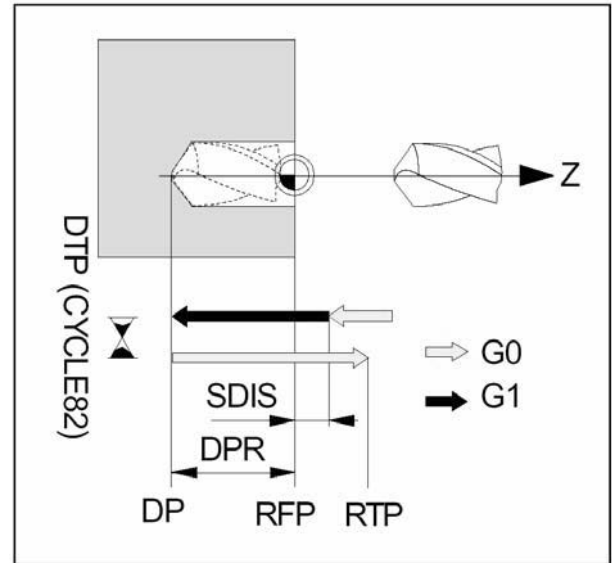
- pred cyklom musíme nabehnúť pred otvor na X=0
- nul. bod obrobku leží väčšinou na jeho čele (RFP=0)
- RTP musí ležať vyššie ako referenčná rovina
- zadávame buď DP alebo DPR, prednostné je DPR
- nástroj vŕta prac. posuvom, návrat rýchloposuvom
- výdrž na dne diery má len CYCLE82

Príklad:

G54
TRANS Z70
G17
T8 D1
G95 S1000 M3 F0.12
G0 X0 Z5
Cycle 81 (5, 0, 2, -20, 0)
G0 X100 Z10
G18
M30

Parametre cyklu:

5	spätná rovina absolútne
0	referenčná rovina absolútne
2	bezpečnostná vzdialenosť
-20	hĺbka vŕtania absolútne
0	hĺbka vŕtania relatívne



CYCLE83E vrtanie s výplachom

Formát:

CYCLE83E (RFP,DP,FDEP,DAM,DTP,VARI,DIR)

RFP(ReFerence Plane)	referenčná rovina
DP (DePth)	celková hĺbka otvoru
FDEP(First Depth)	prvá hĺbka
DAM(Depth Amount)	ďalšie hĺbky
DTP(Dwell Time)	časová výdrž na dne
VARI(Variante)	typ výplachu
DIR(Direction)	smer (os) vrtania

Tento cyklus slúži predovšetkým na vrtanie hlbokých dier, kde celková hĺbka otvoru je dosiahnutá po jednom alebo viacnásobnom výplachu (odstránenie triesky), resp. zlomení triesky.

Výhody cyklu:

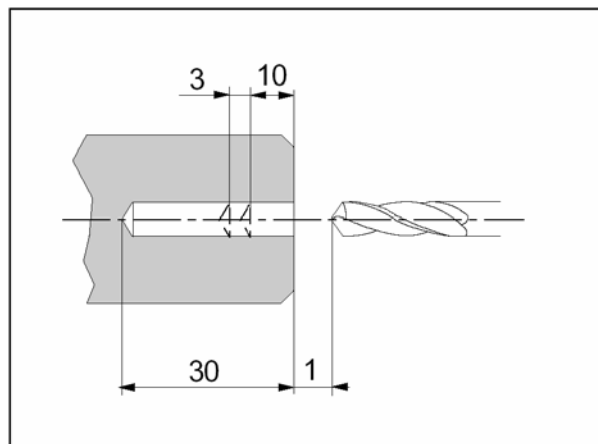
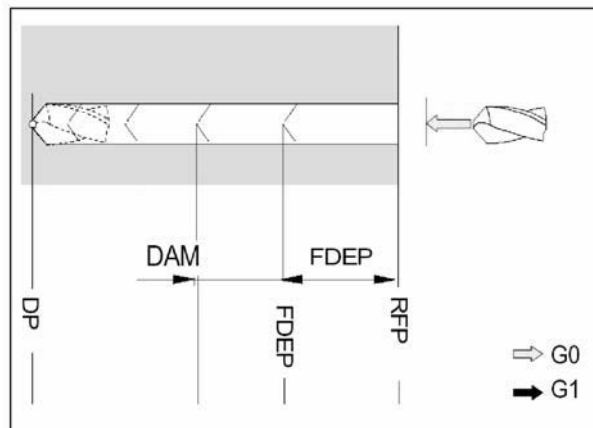
- nie je nutná voľba roviny
- smer vrtania je možné zadať
- môže byť použitý typ nástroja 500

Príklad:

G54
TRANS Z70
T7 D1
G95 S1000 M3 F0,12;
G0 X0 Z2
CYCLE83E(1,-75,-30,10,0,0,1,1)
G0 X100 Z10
M30

Parametre cyklu:

1	referenčná rovina absolútne
-30	hĺbka vrtania absolútne
-10	hĺbka prvého zavrtania
3	úbytok hĺbky
0	časová výdrž v hĺbke vrtania
0	časová výdrž v počiatočnom bode
1	0 = zlomenie triesky 1 = výplach
1	0 = os X 1 = os Z



CYCLE84 Rezanie závitov závitníkom bez dĺžkovej kompenzácie

Formát:

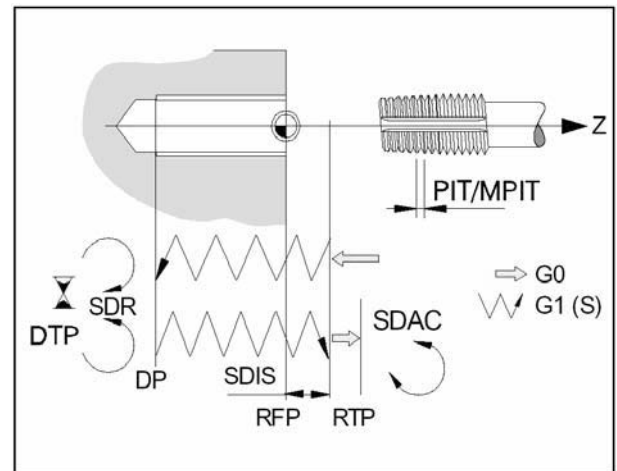
CYCLE84(RTP,RFP,SDIS,DP,DPR,DTP,SDAC,MPIT,PIT,POSS,SST,SST1)

Dodatočné parametre k G81:

SDAC	smer otáčok po ukončení cyklu: 3 = vpravo, 4 = vľavo, 5 = stop otáčok
MPIT	menovité stúpanie M: rozsah: 3 - 48 (M3 - M48)
PIT	stúpanie závit v mm - rozsah: 0,001 – 2000
POSS	poloha vretena pre presné zastavenie
SST	otáčky vretena pre rezanie závit
SST1	otáčky pre spätný chod

Dôležité:

- nástroj musí byť pred cyklom na X=0
- programujeme buď MPIT alebo PIT, inak vyvolá alarm



CYCLE840 Rezanie závitov s dĺžkovou kompenzáciou

Formát:

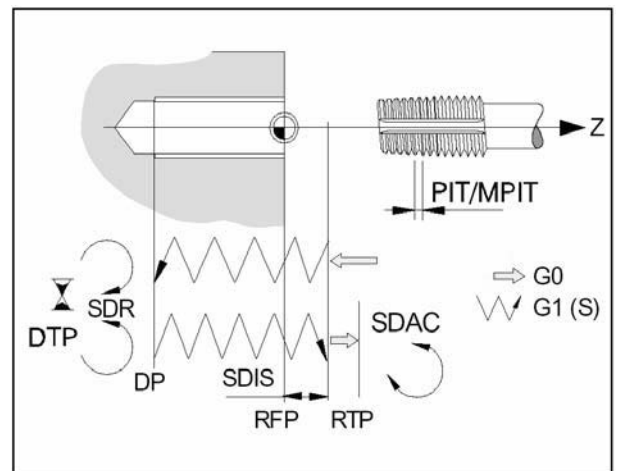
CYCLE840
(RTP,RFP,SDIS,DP,DPR,DTP,SDR,SDAC,ENC,MPIT,PIT)

Dodatočné parametre k G81:

SDR	smer otáčok pre spätný chod 0 = automaticky, 3 = vpravo, 4 = vľavo
SDAC	smer otáčok po ukončení cyklu 3 = vpravo; 4 = vľavo, 5 = stop otáčok
ENC	použiť rotačný snímač 0 = áno, 1 = nie
MPIT	metrický závit - rozsah: 3 - 48 (M3 - M48)
PIT	stúpanie závit v mm - rozsah: 0,001 – 2000

Dôležité:

- nástroj musí byť pred cyklom na X=0
- programujeme buď MPIT alebo PIT, inak vyvolá alarm



CYCLE 93 Zapichovací cyklus

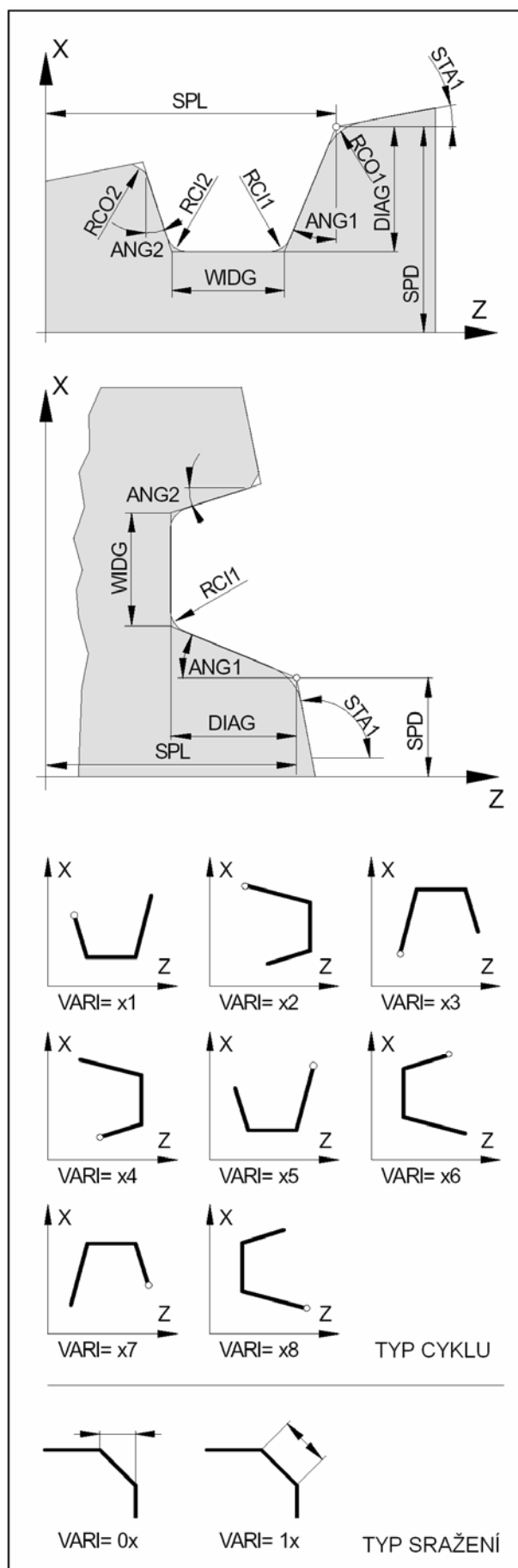
Formát:

CYCLE93(SPD,SPL,WIDG,DIAG,STA1,ANG1,ANG2,RCO1,RCO2,RCI1,RCI2,FAL1,FAL2,IDEF,DTP,VARI)

SPD(Start Point Diameter)	X štartovacieho bodu
SPL(Start Point Length)	Z štartovacieho bodu
WIDG(WIDth Ground)	šírka zápichu v dne
DIAG(DIAMeter Ground)	hĺbka zápichu
STA1(Start Angle)	uhol kontúry $0 \leq STA1 \leq 180^\circ$
ANG1(Angle)	uhol 1.boku $0 \leq ANG1 \leq 89.999^\circ$
ANG2(Angle)	uhol 2. boku $0 \leq ANG2 \leq 89.999^\circ$
RCO1(Radius Corner Outside)	vonkajší1 (+) rádius/(-) zrazenia
RCO2(Radius Corner Outside)	vonkajší2 (+) rádius/(-) zrazenia
RCI1(Radius Corner Inside)	vnútorný rádius 1
RCI2(Radius Corner Inside)	vnútorný rádius 2
FAL1(Finishing Allowance)	prídavok 1 na dne zápichu
FAL2(Finishing Allowance)	prídavok 2 bokov zápichu
IDEF(Infeed DEPTH)	hĺbka prísuvu
DTP (Dwell Time in dePth)	výdrž na dne zápichu
VARI(VARlante)	spôsob obrábania

Dôležité:

Na zapichovacom nástroji je nutné odmerať obidva hroty nástroja. Obidva hroty musia byť zadane v číslach D, po sebe idúcich. Ak je vyvolaný pre zapichovací cyklus napr. nástroj T2 D1, musí byť druhé ostrie zapísané pod D2. Cyklus určí sám, ktorá z dvoch korekcií musí byť použitá v práve prebiehajúcom pracovnom kroku a sám ju aktivuje.



CYCLE 94 Cyklus odľahčovacieho zápichu

Formát

CYCLE94 (SPD,SPL,FORM)

SPD(Start Point Diameter)

východzí priemer

SPL(Start Point Length)

ľavý okraj zápichu

FORM

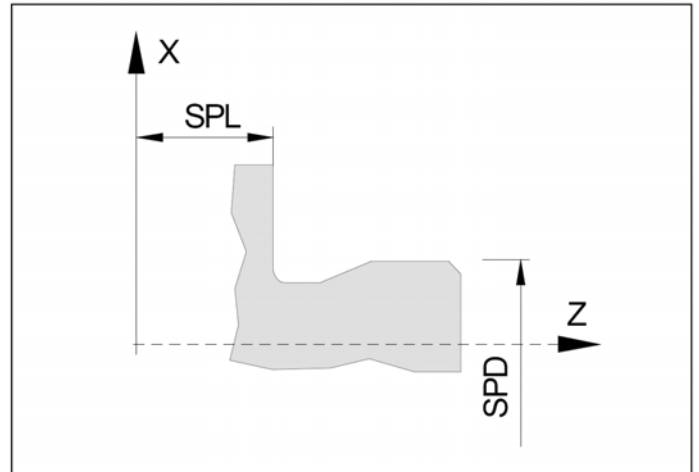
tvár zápichu „E“ alebo „F“, vid' obr.

Na priemere menšom ako 3 mm nie je možné týmto cyklom zhotoviť zápich.

Pre tento cyklus môžu byť použité iba nástroje s polohami ostria 1, 2, 3, 4 (vid' polohy ostria).

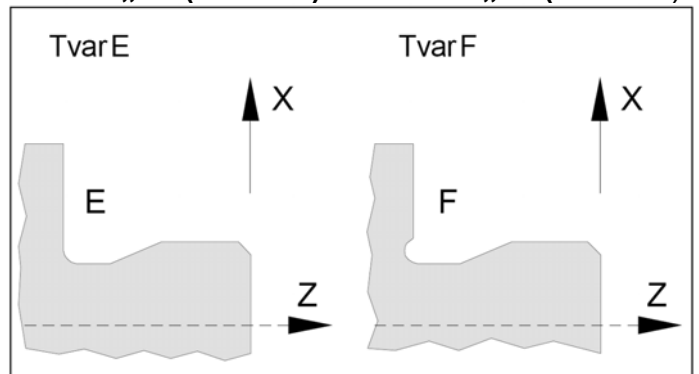
Pokiaľ je v nástrojových dátach zadáný uhol chrbáta, bude strážené poškodenie kontúry.

Pokiaľ je uhol chrbáta príliš malý, objaví sa chybové hlásenie. Obrábanie však bude pokračovať.

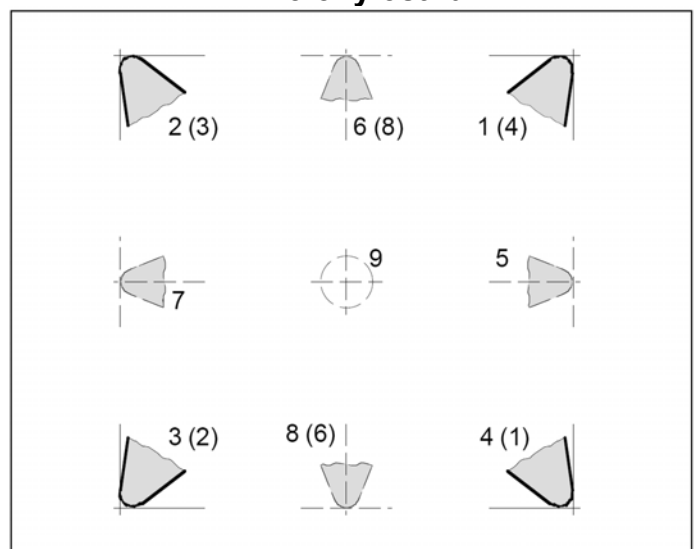


Form „E“ (DIN 509)

Form „F“ (DIN 509)



Polohy ostria



Hodnoty v zátvorkách platia pre nástroje pred osou

CYCLE 95 Hrubovací cyklus

Formát:

CYCLE95(NPP,MID,FALZ,FAX,FAL,FF1,FF2,FF3,VARI,DT,DAM)

NPP(Name Part Program)	meno podpr. kontúry
MID(Maximum Infeed Depth)	max. hĺbka rezu
FALZ (Finishing Allowance Z)	prídavok v Z
FALX(Finishing Allowance X)	prídavok v X
FAL(Finishing Allowance)	prídavok ku kontúre
FF1	hrubovací posuv mimo kapsu
FF2	hrubovací posuv v kapsu
FF3	posuv pre obrábanie načisto
VARI(VARlante)	spôsob obrobenia 1..12
DT	výdrž pre zlomenie triesky
DAM	dĺžka dráhy medzi výdržami

Pokiaľ bude DAM=0, prerušenie sa neprevedie.
Ak zadáme FALZ alebo FALX, dáme FAL=0 a opačne.
Pokiaľ nie je naprogramovaný žiadny prídavok na opracovanie, prevedie sa vyhrubovanie až na konečnú kontúru.

NPP

Pod týmto parametrom zadáme meno podprogramu (súboru *.SPF) kontúry. Názov musí byť v úvodzovkách, napr. "CONT1". V súbore je kontúra definovaná sledom príkazov G1, G2 a G3 v smere obrábania a ukončená príkazom G17 ako podprogram.

Príklad podprogramu kontúry v súbore TEST.SPF:

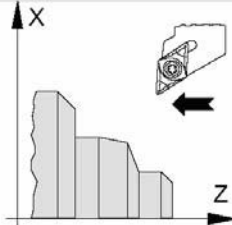
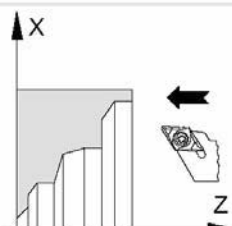
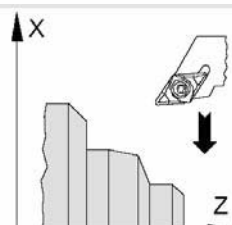
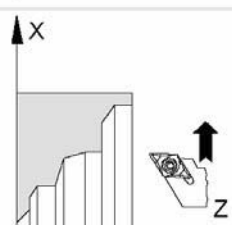
```
G01 X6 Z0
X10 Z-2
X10 Z-10 RND=1
X14 Z-10 RND=0.5
Z-17
X18
M17
```

Príklad odkazu na kontúru TEST.SPF:
CYCLE95("TEST",.....

Dôležité:

- môžeme použiť zrazenie (CHR, CHF) a zaoblenie (RND)
- podprogram kontúry musí mať aspoň 3 vety
- kontúra musí mať pohyb v oboch osiach
- nie je možné použiť G17-G19, G41,G42, rámce (Frames)

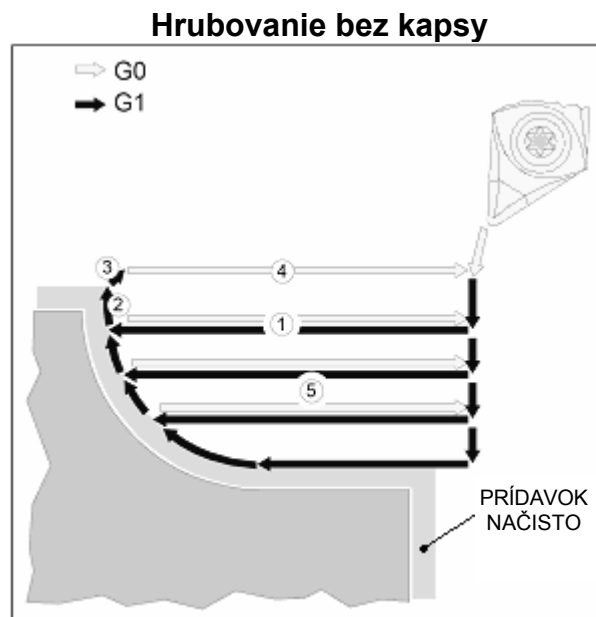
Varianty obrábania

VARI 1, 5, 9	pozdlžne vonkajšie	
VARI 3, 7, 11	pozdlžne vnútorné	
VARI 2, 6, 10	priečne vonkajšie	
VARI 4, 8, 12	priečne vnútorné	

1,2,3,4 **hrubovanie**
5,6,7,8 **načisto**
9,10,11,12 **hrubovanie + načisto**

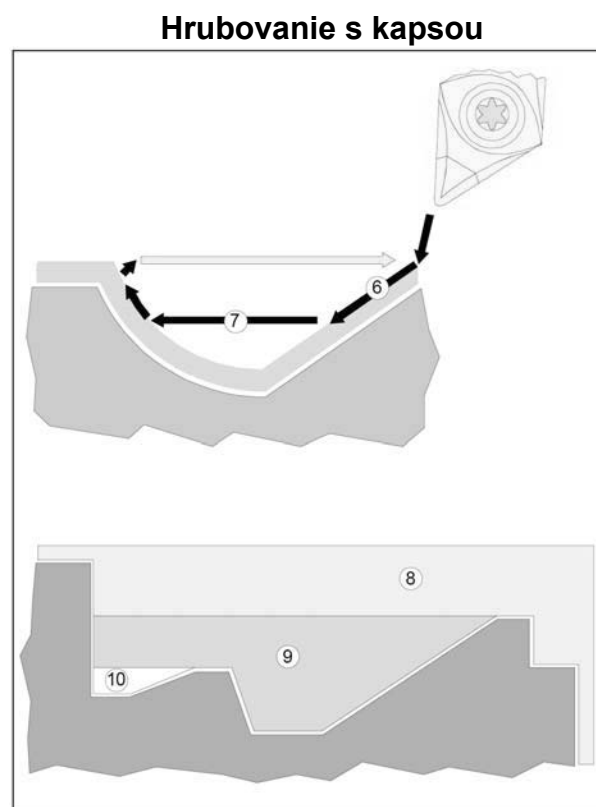
Hrubovanie bez kapsy

Odoberá materiál maximálnou zadanou trieskou „MID“ pohybmi (1) - (4) podľa obrázku do hĺbky (5) pri zachovaní prídavku načisto. Nakoniec jedným ťahom začistí kontúru s prídavkom. Pri spätných pohyboch rýchloposuvom odskakuje od materiálu 1mm v ose X aj Z.



Hrubovanie s kapsou

Najskôr odoberie materiál v oblasti (8), potom v oblasti (9) s prvou kapsou zprava a nakoniec oblasť (10) s druhou kapsou. Takýchto káps môže byť viacej. Postup obrábania kapsy je znázornený na obrázku bodmi (6) a (7).

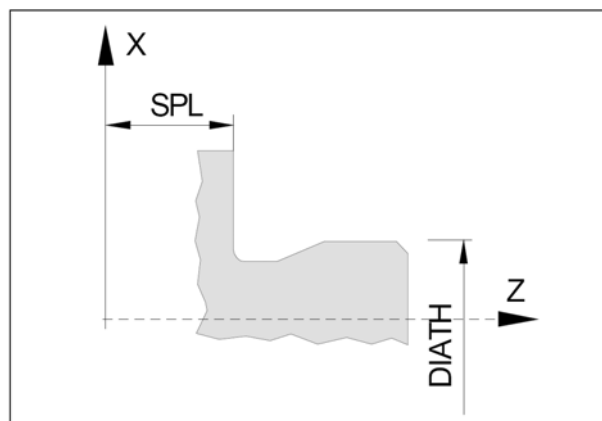


CYCLE 96 Cyklus zápichu za závitom

Formát:

CYCLE96 (DIATH,SPL,FORM)

DIATH(DIAmeter Thread)	menovitý priemer závit
SPL(Start Point Length)	Z východzieho bodu cyklu
FORM(FORM)	tvár zápichu A,B,C,D

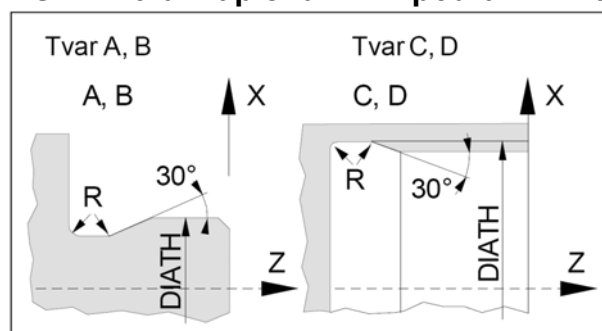


FORM - tvar zápichu A - D podľa DIN 76

Tento cyklus zhotoví odľahčovací zápich za závitom DIN76 tvar A - D pre súčiastky s metrickým ISO závitom veľkosti od M3 do M68.

Odľahčovací zápich tvar E a F DIN 509 vid' CYCLE 94.

Zápichy za závitom menším ako M3 a väčším ako M68 nie je možné týmto cyklom vyrobiť.

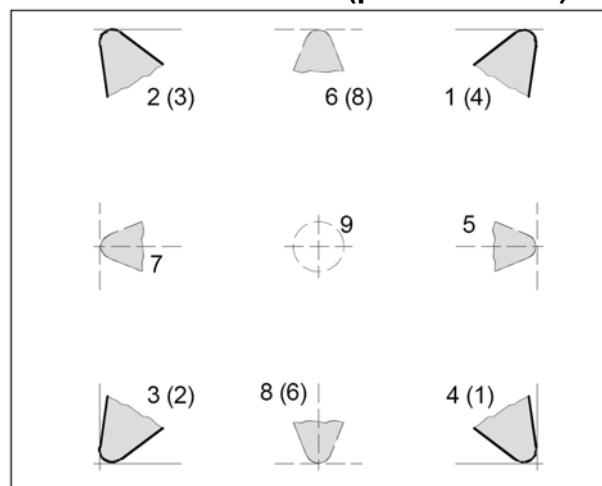


Poloha ostria noža (pohľad zhora)

Pre tento cyklus môžu byť použité len nástroje s polohou ostria 1, 2, 3, 4 (vid' schéma).

Pokiaľ je zadáný v nástrojových dátach uhol chrbáta, bude ho systém pri tvare A kontrolovať. Ak riadiaci systém zistí, že tvar zápichu za závitom nemôže byť vytvorený týmto nástrojom, pretože uhol chrbáta je príliš malý, objaví sa na obrazovke chybové hlásenie: "Change form of undercut" (zmenený tvar odľahčovacieho zápichu).

Obrábanie však bude pokračovať (chyba tvaru je obvykle veľmi malá).



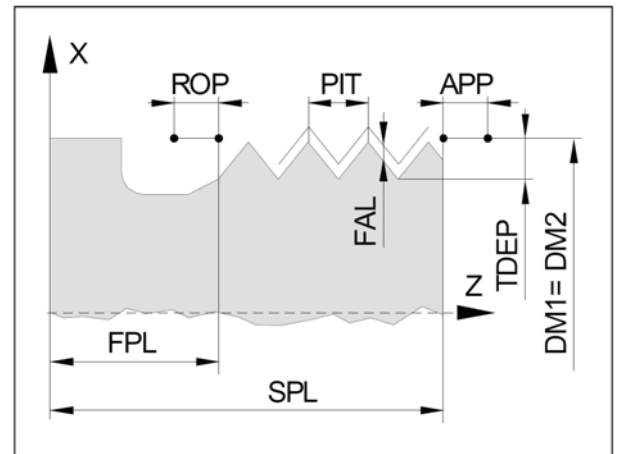
Hodnoty v zátvorkách platia pre stroje s nástrojom pod (pred) osou sústruženia.

CYCLE 97 Cyklus rezania závit

Formát:

CYCLE97(PIT,MPIT,SPL,FPL,DM1,DM2,APP,ROP,TDEP,FAL, IANG,NSP,NRC,NID,VARI,NUMTH)

PIT(PITch)	stúpanie závit, alebo zadáme
MPIT(Metrical PITch)	metrický závit M3 - M60
SPL(Start Point Length)	Z počiatku cyklu
FPL(Final Point Length)	Z konca závit
DM1	počiatočný priemer závit
DM2	koncový priemer závit
APP(APproach Path)	dĺžka nábehu
ROP(Run Out Path)	dĺžka výbehu
TDEP(Thread DEPth)	hĺbka závit
FAL(Finishing Allowance)	prídavok načisto
IANG(Infeed ANGLE)	uhol prísuvu
NSP	pootočené štartovacieho bodu
NRC(Number Rough. Cuts)	počet hrubovacích triesok
NID(Number Idle cuts)	počet hladiacich triesok
VARI(VARlante)	varianta prísuvu (vid' tab.)
NUMTH(NUMber Threads)	počet chodov závit



IANG - uhol prísuvu

IANG = 0	kolmý prísuv
IANG = 30	prísuv po jednom boku
IANG = -30	prísuv striedavo po bokoch (nedá sa pri kuželi)

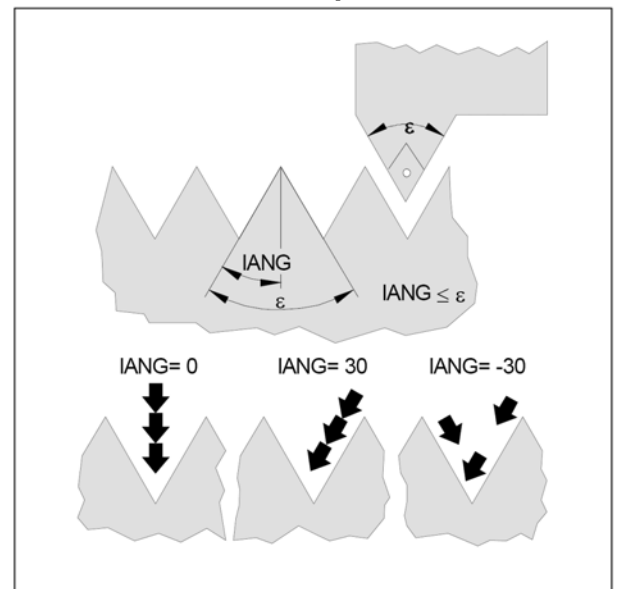
Kuželový závit

Ak je pri kuželovitom závite uhol kužela menší alebo rovný 45° , bude závit obrábaný v pozdĺžnej osi, pri uhle kužela cez 45° bude závit obrábaný v priečnej osi.

Priebeh cyklu:

- nájazd do východzieho bodu rýchloposuvom G0
- hrubovanie trieskami podľa VARI s počtom NRC
- dokončovanie počtom triesok NID
- pre ďalší chod závit sa priebeh cyklu opakuje

IANG- uhol prísuvu

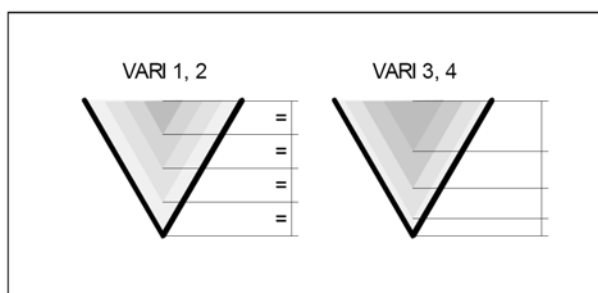


Dôležité:

- počiatočný bod v osi X leží 1mm nad priemerom závit
- pravé alebo ľavé závit určuje smer otáčok vretena
- programuje sa buď MPIT alebo PIT, odporujúce si hodnoty vyvolajú alarm
- pri metrických závitoch je $TDEP = 0,613435 \times \text{stúpanie}$
- hodnota IANG môže byť maximálne polovica vrcholového uhla závit
- pri kuželovom závite nejde striedavý prísuv (znam. mínus) závit

Variety prísuvu

VARI	vnútorný / vonkajší	prísuv
1	vonkajší	- konštantný prísuv, stúpajúci prierez triesky
2	vnútorný	- konštantný prísuv, stúpajúci prierez triesky
3	vonkajší	- klesajúca hĺbka prísuvu, konštantný prierez triesky
4	vnútorný	- klesajúca hĺbka prísuvu, konštantný prierez triesky

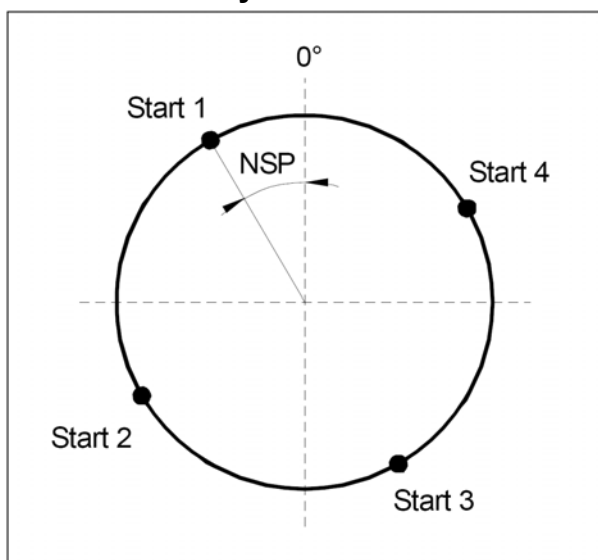
**NSP**

Tento uhol stanoví bod pre narezanie prvého chodu závit na povrchu obrobku. Pokiaľ sa nezadá alebo vynechá NSP, začne prvý chod závit na 0°- značke.

Rozsah zadania od 0.0001° do +359.9999°.

NUMTH

Počet chodov závitov pri viacchodom závite.
 NUMTH = 0 jednoduchý závit (nemusí sa zapisovať)
 Chody závit sa rovnomerne rozdelia po obvodu povrchu obrobku, začiatok prvého chodu určuje NSP.
 Ak sa má vyrobiť viacchodový závit s nerovnomerným rozdelením chodov, musí sa naprogramovať pre každý chod závit vlastný cyklus s odpovedajúcim presadením (pootočením) východzieho bodu NSP.

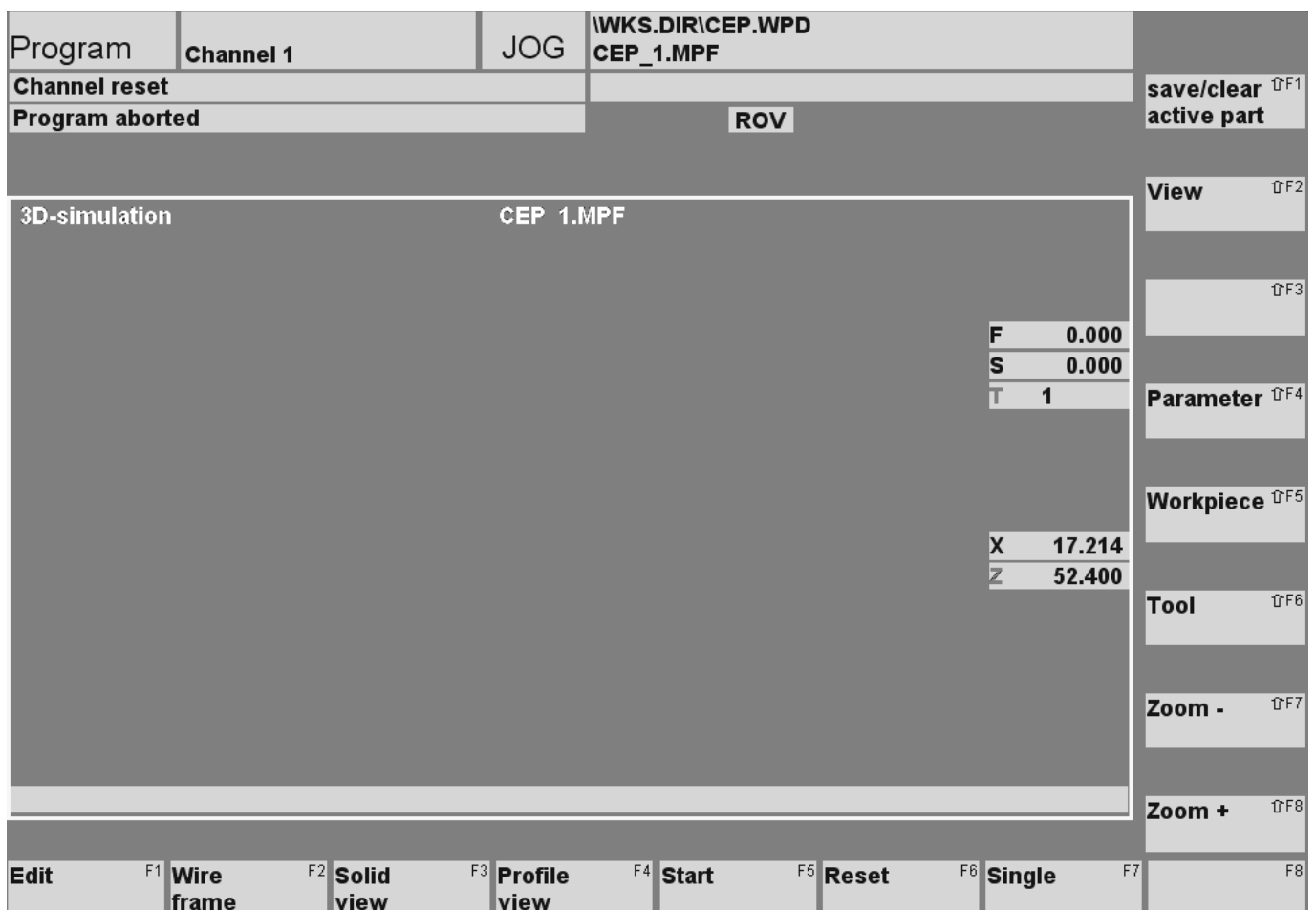
Pootočením východzieho bodu NSP

7. 3D View

Program 3D View je doplnok programu Win NC, ktorý slúži k názornej 3D simulácii obrábania. Ovládanie programu popíšeme na našom príklade z kapitoly „Vytvorenie partprogramu“. Použijeme teda súbor CEP_1.MPF s tvarom kontúry uloženom v súbore CEP_TVARI.SPF.

Postup:

- Po spustení WinNC sa nachádzame v režime „Maschine“(stroj).
- Klávesou  alebo F10 zmeníme význam funkčných tlačidiel.
- Program ^{F3} **prepne do oblasti NC programov**
- Workpieces ^{F1} **prepne do oblasti adresárov**
- Otvoríme CEP.WPD (myšou, alebo ENTER) a otvoríme súbor CEP_1.TVAR.
- 3D-View ^{F5} **vstup do simulácie**



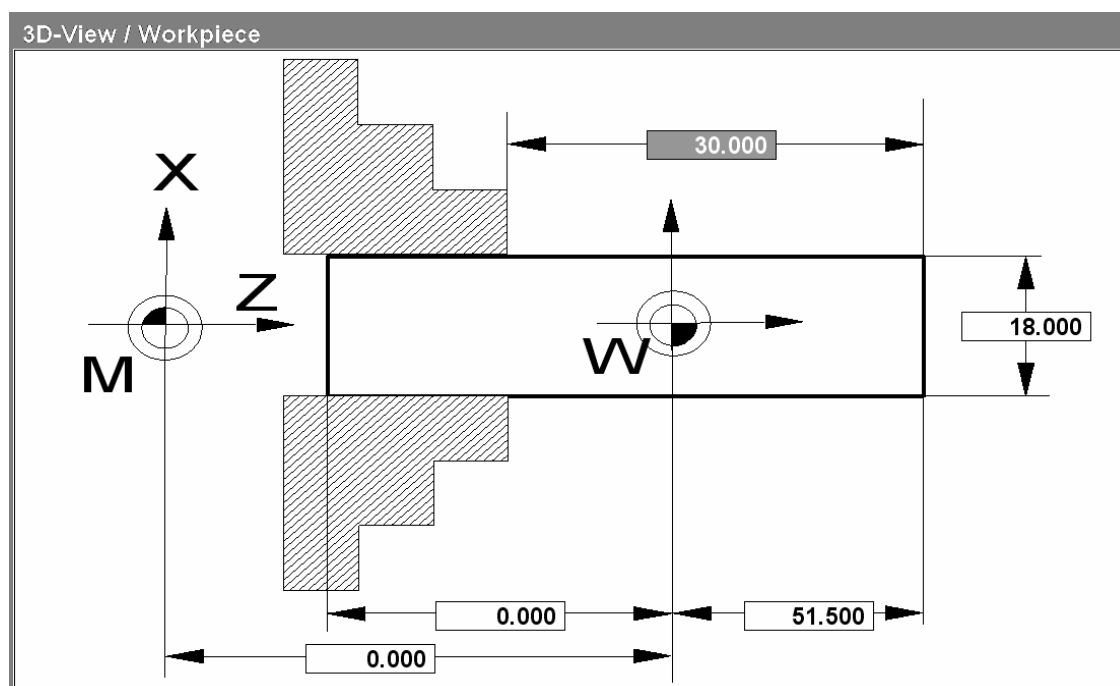
Popis tlačidiel:

Edit	prepnutie do editora partprogramu (soubor CEP_1.MPF)
Wire frame	drôtený model
Solid view	plný model
Profile view	2D profil
Start	štart simulácie
Reset	nastavenie simulácie na začiatok, vymazanie obrazu modelu
Single	prepínač behu simulácie plynule / po blokoch (zapnutie Single indikované na obrazovke)
Save/clear...	uložiť / vymazať aktívnu súčasť
View	nastavenie spôsobu zobrazovania obrobku (plný model, drôtený,...)
Parameter	nastavenie parametrov simulácie
Workpiece	nastavení rozmeru polotovaru
Tool	voľba nástroja pre simuláciu

- ↑F5

nastavenie rozmerov polotovaru

V zadávacích poliach zadáme rozmery podľa obrázku:



Pre správnu simuláciu je dôležitá hodnota 51.5, pretože v partprograme je zadané posunutie nulového bodu TRANS Z=51 . Pretože na začiatku programu zarovnáваме čelo 0.5mm, musí byť polotovar o 0.5mm dlhší, teda 51.5mm. Hodnota 30mm predstavuje vyloženie obrobku z čeľustí upínacej hlavy.

- ↑F8

potvrdenie polotovaru

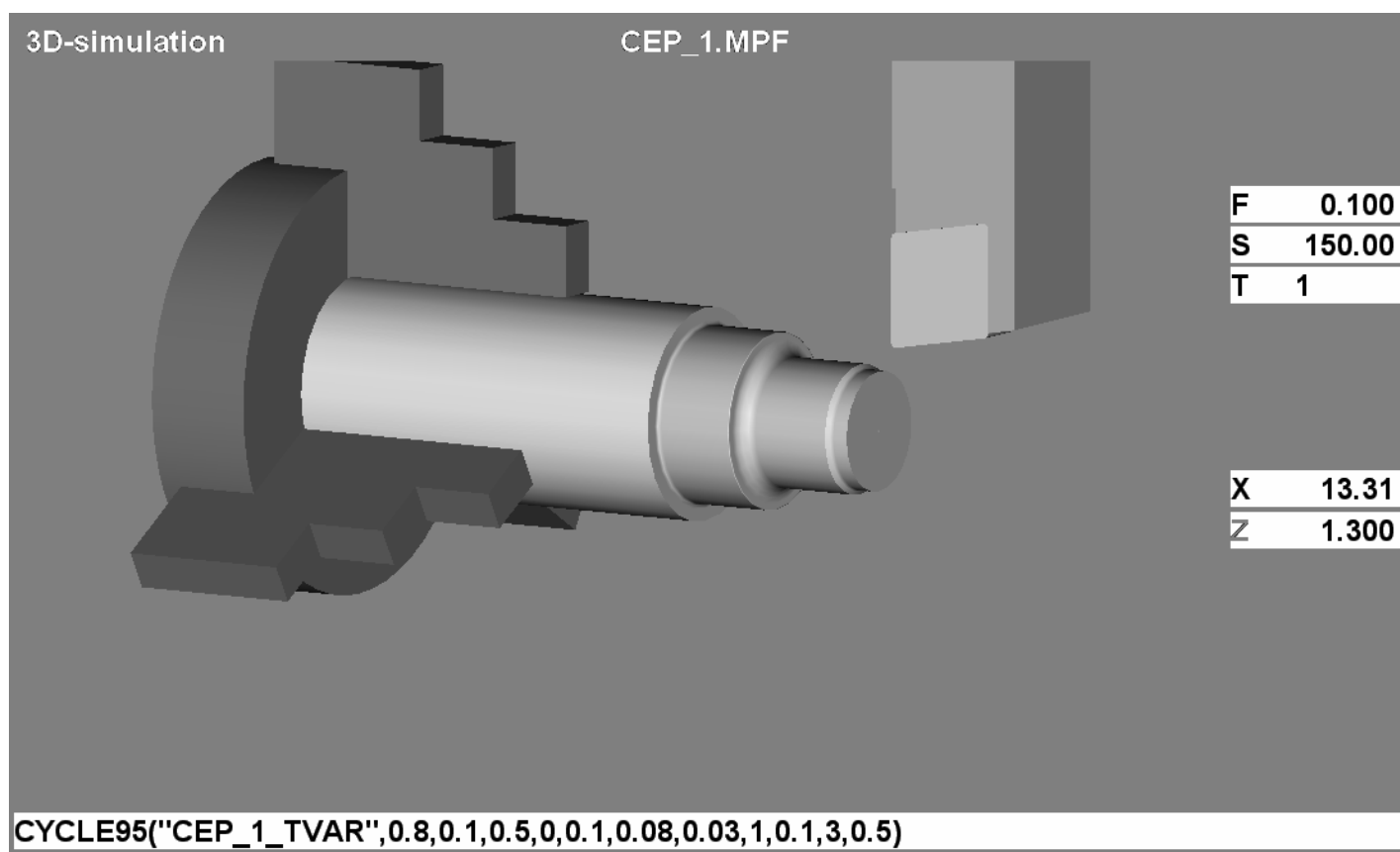
- ↑F6

zadanie nástroja pre simuláciu

Podľa nasledujúcej tabuľky priradíme z pravého stĺpca nástroj 001 do ľavého stĺpca (nástrojová hlava).

Program	Channel 1	JOG	
Channel reset			Take tool ^{⇧F1}
Program aborted		ROV	
3D-View / Tools			
Toolholder 001 Roughing tool SCAC L 1212 002 -- EMPTY -- 003 -- EMPTY -- 004 -- EMPTY -- 005 -- EMPTY -- 006 -- EMPTY -- 007 -- EMPTY -- 008 -- EMPTY --		Tools 001 Roughing tool SCAC L 1212 002 Roughing tool SCAC L 1616 003 Roughing tool SCAC R1212 004 Roughing tool SCAC R1616 005 Finishing tool SDJC L 1212 006 Finishing tool SDJC L 1616 007 Finishing tool SDJC R 1212 008 Finishing tool SDJC R 1616 009 Finishing tool SDNC N1212 010 Finishing tool SDNC N 1616 011 Finishing tool SVVC N 1212 012 Finishing tool SVVC N 1616	
Tool colour red 100 green 255 blue 0		Assign tool colour ^{⇧F4} Reset tool colour ^{⇧F5} Standard tool colours ^{⇧F6} Abort ^{⇧F7} OK ^{⇧F8}	
F1	F2	F3	F4
F5	F6	F7	F8

- Umiestníme kurzor (podfarbíme) postupne pozíciu 001 v ľavej aj pravej tabuľke
- Take tool ^{⇧F1} **priradiť nástroj pre simuláciu**
Priradíme nôž SCACL 1212 (hrubovací nôž stranový ľavý 12x12)
- Assign tool color ^{⇧F4} **priradiť novú farbu**
- OK ^{⇧F8} **potvrdenie a návrat do simulácie**
- Start ^{⇧F5} **štart simulácie**
Prebehne celá simulácia.



Riadenie simulácie:

- **Reset** F6 **reset simulácie**
Vymaže obraz a môžeme opakovať simuláciu.
- **Single** F7 **zapnúť / vypnúť blok po bloku**
Pri zapnutí (indikované na obrazovke) sa každý nasledujúci blok prevedie až po stlačení „Start“ (u cyklov sa musí veľa krát - nevýhodné). Je možné použiť aj pre dočasné zastavenie simulácie.

Manipulácia s obrazom:

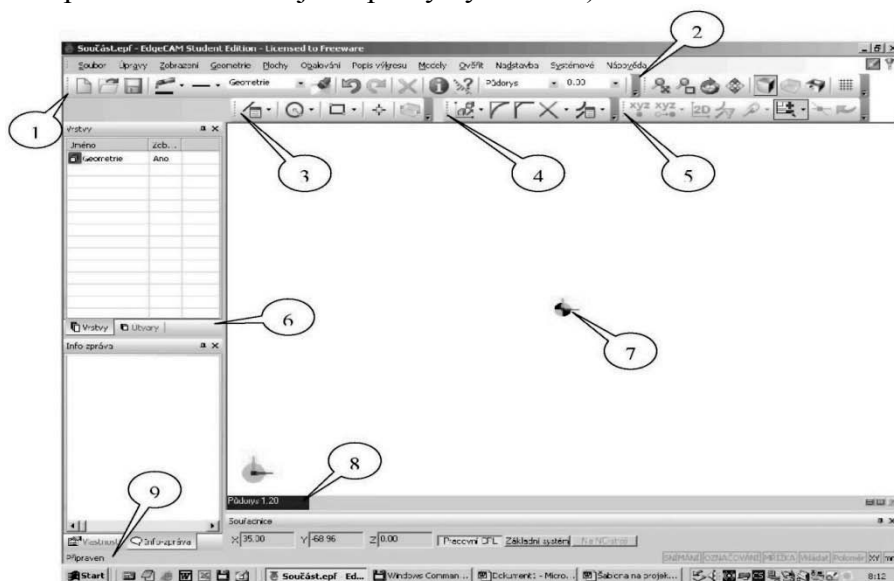
- Ľavé tlačidlo myši **voľná 3D rotácia obrazu**
- Pravé tlačidlo myši **posun obrazu**
- **Zoom -** ↑ F7 **zmenšenie obrazu**
- **Zoom +** ↑ F8 **zväčšenie obrazu**

1. Prostredie programu v režime DESIGN

1.1 Popis užívateľského prostredia EdgeCAM - v režime „design“- FRÉZOVANIE

Software EdgeCAM - má základné dva pracovné režimy - *DESIGN* (kreslenie obrábanej geometrie, Ctrl + D) a *VÝROBA* (riešenie technologických operácií Sústruženie- Frézovanie- drátorez, Ctrl + M).

Po spustení je program nastavený v režime *design* a pracovné okno je zvyčajne v tejto úprave (možno vykonávať rozmanité užívateľské úpravy, pre začínajúcich programátorov neodporúčam rozsiahlejšie úpravy vykonávať)

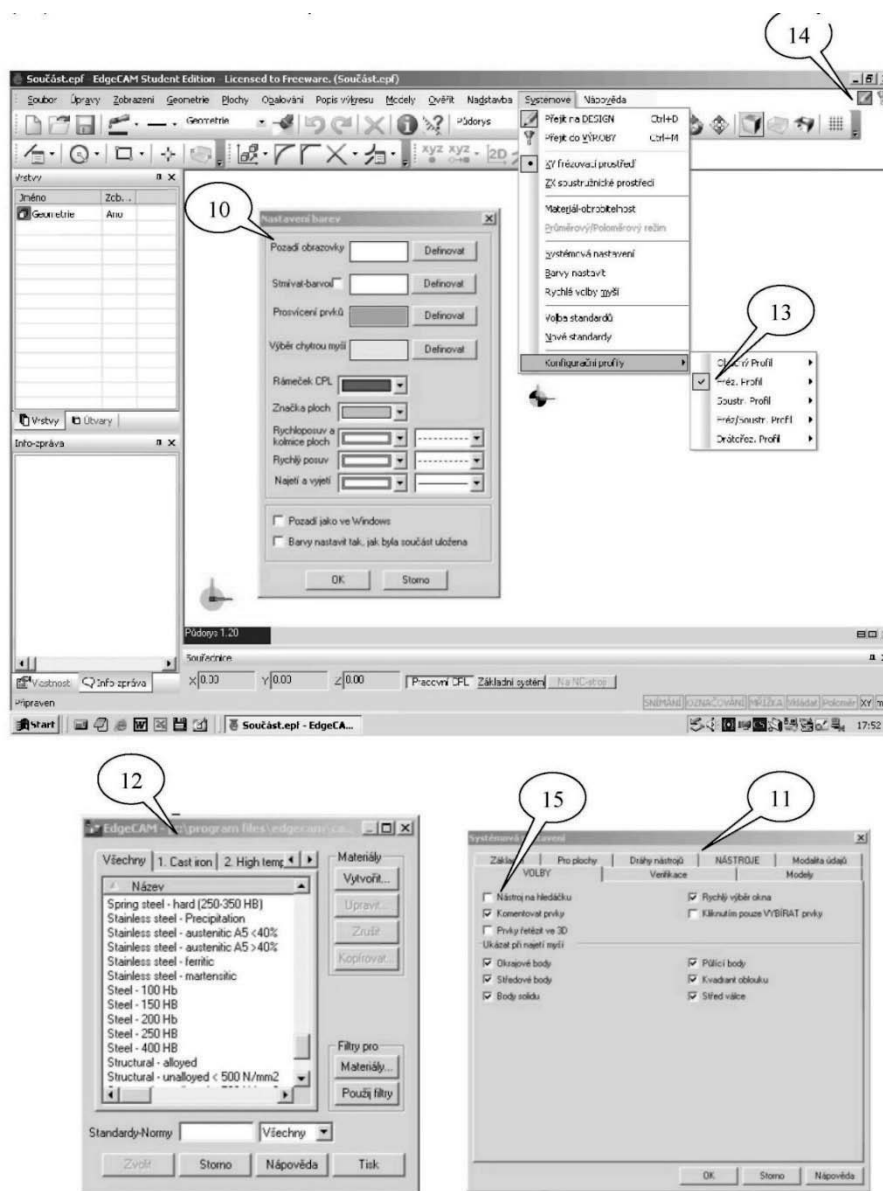


Obrázok 1.1.1

1. základný panel
2. panel pre zobrazenie
3. panel design (kreslenie)
4. panel pre úpravu nakreslených objektov
5. panel pre manipuláciu a zadávanie súradníc
6. okná pre vrstvy, obrábacie útvary, informácie, vlastnosti, súradnice, . .
7. pracovná plocha so symbolom začiatku súradníc XYZ
8. nastavení pohľadu
9. stavový riadok (sledujte informácie pri zadávaní jednotlivých príkazov)

Konfiguráciu môžeme upraviť výberom položky Systémové (pozri rozvinutá ponuka na obrázku), najmä

10. Farby nastaviť
11. Systémové nastavenia
12. Materiál - obrobitel'nosť
13. Podľa druhu použitej technológie je potrebné nastaviť Konfiguračné profily Frézovanie, Sústruženie, Drátorez a pod
14. Voľbu režimu *DESIGN* - *VÝROBA* možno ovládať myšou tlačidlami alebo klávesmi Ctrl + D resp. Ctrl + M.
15. Nástroj na hľadáči v ponuke *Systémové nastavenie* / *Voľby neaktivujte* - zhoršuje prehľadnosť



Obrázok 1.1.2

Nástroj na hľadáčku (15) v ponuke *Syst. nastavenie / Volby neaktivujte* - zhoršuje prehľadnosť.

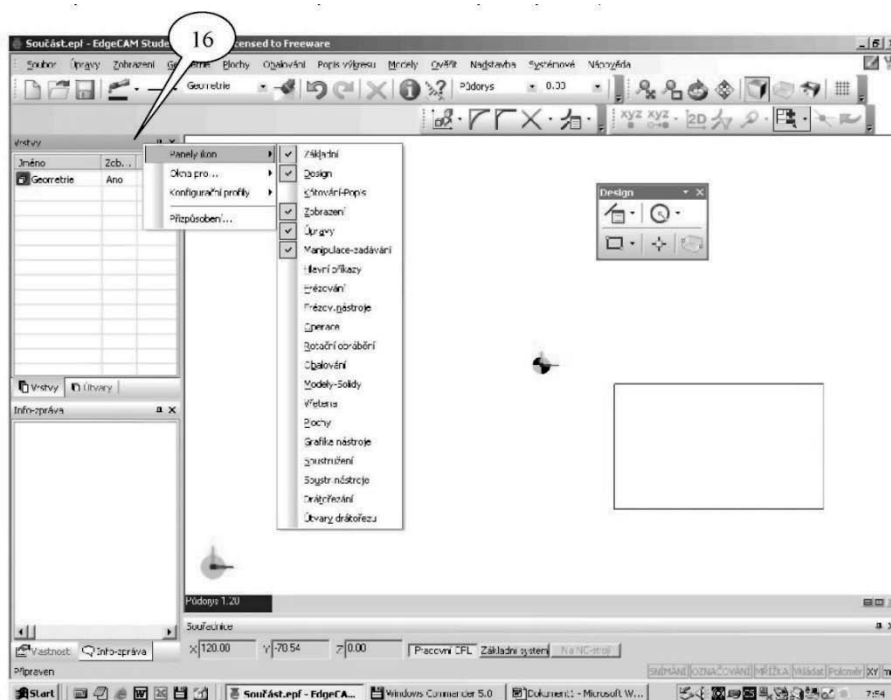
V ponuke *Systémové nastavenia / Materiál*- obrobiteľnosť je potrebné vybrať materiál obrábaného dielca, je možné pripravenú databázu vyberať podľa filtra a prípadne doplniť o nové materiály

Toto je možné iba u verzie s HW kľúčom, u študentskej verzie nie je táto možnosť podporovaná).

Poklepom pravým tlačidlom myši v priestore titulku okna (16) možno otvoriť stromovo usporiadanú ponuku.

Týmto spôsobom je na obrázku v pracovnej ploche umiestnený panel základné, design (je vysunutý do kresliacej plochy- plávajúci panel), zobrazenie, úpravy a manipulácia- zadávanie. Taktiež je možné otvoriť podľa potreby vhodné okná.

Nástroj na hľadáčku (15) v ponuke *Syst. nastavenia/Volby neaktivujte* - zhoršujú prehľadnosť.



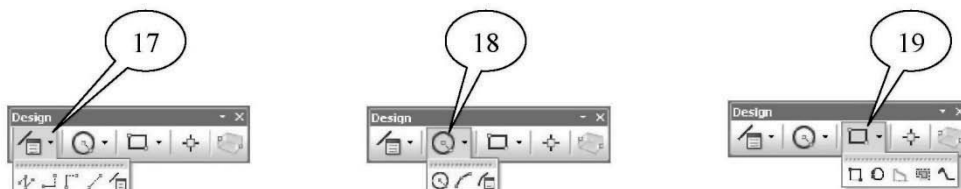
Obrázok 1.1.3

Panel dizajn umožňuje kresliť:

Úsečky (17) (lomené, horizontálne, vertikálne, konštrukcia úsečky),

Oblúky (18) (stred + polomer, 3 body, konštrukcia oblúka)

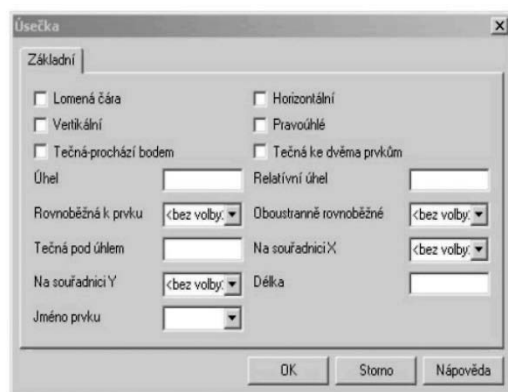
Obdĺžniky (19) (pravouholníky, mnohoúholníky, obálky sústruženie, ekvidistanty, profily - kontúry)



Obrázok 1.1.4

Nástroj *Konštrukcia úsečky* umožňuje detailné zadanie parametrov kreslenej úsečky - vid' obrázok 1.1.4.

Podobné nastavenia nájdete aj v nástroji *Konštrukcia oblúkov*.



Obrázok 1.1.5

Panel **ÚPRAVY** obsahuje nástroje pre:

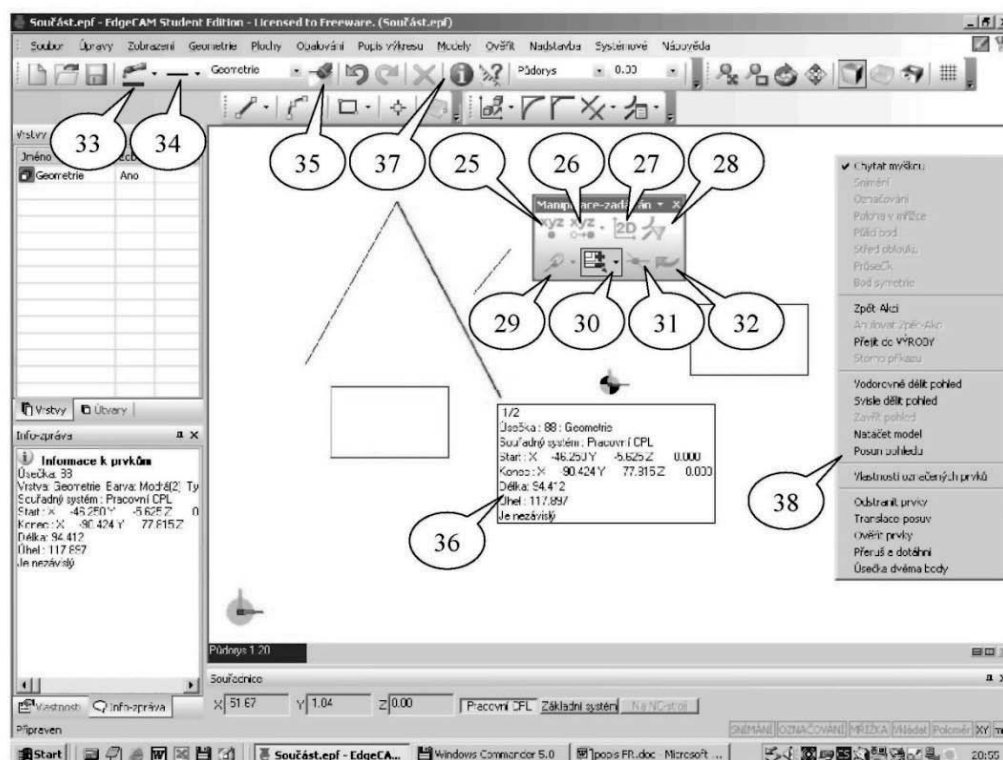
- Transláciu- posun, rotáciu, zmenu mierky, zrkadlenie, projekciu so zdvihom, zámenu súradníc (20)
- Zaoblenie rohu (21)
- Zrazenie hrany (22)
- Trimovanie (orezania) - variant obaja, prvý, preruš a dotiahne (23)

Panel **MANIPULÁCIA-ZADÁVANIE** obsahuje nástroje pre:

- Zadávanie súradníc (25)
- Presun začiatku do referenčného bodu (26)
- Pracuje iba so súradnicami v rovine (27)
- Vymedzí typy prvkov pre manipuláciu (28)
- Reťazenie prvkov do profilu (29)
- Spôsob výberu prvkov (30)
- Určenie bodu j ako priesečník dvoch prvkov (31)
- Jeden krok späť (32)
- Kreslené prvky z hľadiska farby a typu čiary ovládajú tlačidlá (33 a 34), mazanie sa vykoná nástrojom pre odstránenie prvkov (35). *obrázok 1.1.6*

Pri podržaní kurzora na vybranom prvku sa objaví informačný rámik (36), keď sú prvky umiestnené nad sebou objaví sa napríklad 1 / 2, tabuľatorom možno prepínať na objekt označený 2 / 2. Pri použití nástroja Overiť prvky (37) je informácia trvalo umiestnená do okna Info- správa, správy možno vymazať.

Súradný systém je situovaný do PCL - pracovné konštrukčné roviny. Ak kliknete pravým tlačidlom myši v kresliacej ploche objaví sa kontextové menu (38). Pojem "chytať myškou" znamená, že pri nabehnutí kurzora na prvku dôjde k presvecovaniu - označenie prvku automaticky.



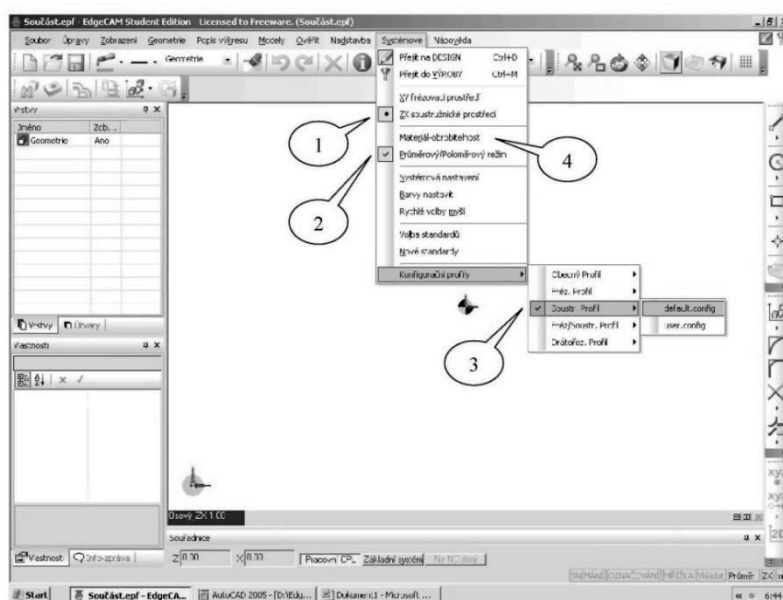
Obrázok 1.1.6

Kontrolné otázky „Design“- FRÉZOVANIE

1. Popíšte základné okno *DESIGN*
2. Popíšte možnosti zmeny materiálu polotovaru
3. Popíšte možnosti kreslenia priamkových čiar
4. Popíšte možnosti kreslenia oblúkových čiar

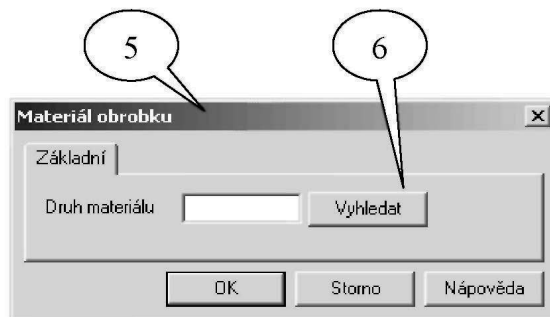
1.2 Popis užívateľského prostredia EdgeCAM - v režime „design“- SÚSTRUŽENIE

Konfiguráciu môžeme zvoliť výberom záložky *Systémové* a ponuky *ZX sústružníckeho prostredia* (1). Zadávanie rozmerov v osi X (má vplyv na priemer) ovplyvňujeme voľbou ponuky *Priemerový /Polomerový* režim (2). Pre technológiu sústruženia je potrebné nastavenie profilu *Sústruženie./ Profil* (3). Nastavenie farieb je rovnaké ako u frézovania. *Obrázok 1.2.1*



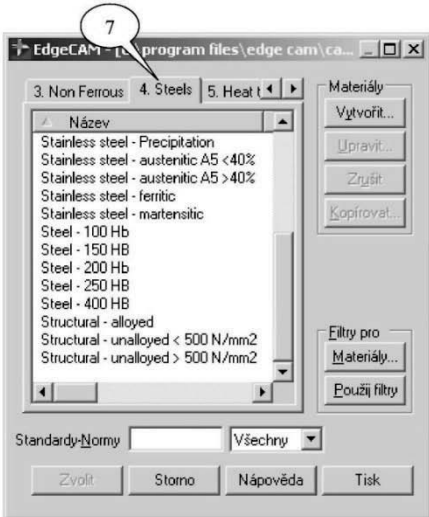
Obrázok 1.2.1

Pre voľbu materiálu slúži odkaz *Materiál - obrobitelnosť* (4), *Obrázok 1.2.2*, ktorý po zobrazení panelu na priame zadanie (5) a voľbe *Vyhľadať* (6) ponúka mnoho technických materiálov s popisom v anglickom jazyku - pozri nasledujúcu stranu.



Obrázok 1.2.2

Zrejme najpoužívanejšia je záložka *4.Steels - ocele* (7), ktorá po zväčšení dovoľuje zaradenie obrábanej ocele so zreteľom na pevnosť alebo tvrdosť (8). Pre ľahšie určenie tvrdosti ocele z pevnosti a naopak je priložená prevodná tabuľka. *Obrázok 1.2.3*



Pevnost	TVRDOST			
	MPa	HB	HRB	HRC HV
1220	355	-	39,8	375
1200	350	-	39,1	370
1180	345	-	38,3	370
1170	340	-	37,6	364
1150	335	-	36,8	357
1130	330	-	36,0	351
1120	325	-	35,3	345
1100	320	-	34,5	338
1080	315	-	33,8	332
1060	310	-	33,0	325
1050	305	-	32,6	319
1030	300	-	32,1	313
1010	295	-	31,1	306
990	290	-	30,2	304
970	285	-	29,3	300
960	280	-	28,3	293
940	275	-	27,4	286
920	270	-	26,5	279
900	265	-	25,5	273
890	260	-	24,6	266
870	255	-	23,7	259
850	250	-	22,7	252
840	245	-	21,8	245
820	240	-	20,9	240
800	235	-	19,9	235
780	230	-	19,0	230
770	225	99	-	225
750	220	98,2	-	220
730	215	97,4	-	215
720	210	96,6	-	210
700	205	95,8	-	205
680	200	95	-	200
670	195	94	-	195
650	190	93	-	190
630	185	91,8	-	185
620	180	90,8	-	180
600	175	89,6	-	175
580	170	88,2	-	170
560	165	86,8	-	165
550	160	85,4	-	160
530	155	83,9	-	155
510	150	82,2	-	150
500	145	80,4	-	145
480	140	78,4	-	140
470	135	76,4	-	135
450	130	74,4	-	130
430	125	72	-	125
420	120	69,4	-	120
400	115	66,4	-	115
390	110	63,4	-	110
370	105	60	-	105
350	100	56,4	-	100
330	95	52	-	95
320	90	47,4	-	90
300	85	42,4	-	85
280	80	36,4	-	80

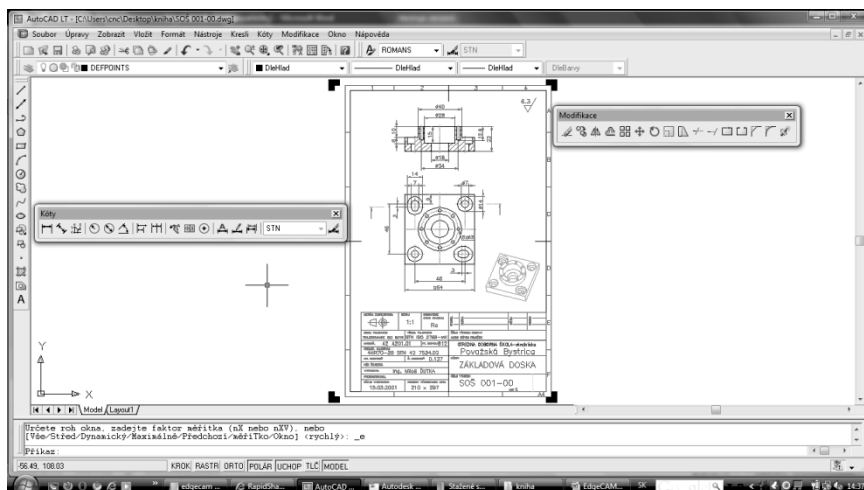
Obrázok 1.2.3

Kontrolné otázky „Design“- SÚSTRUŽENIE

1. Porovnajte rôzne druhy materiálu vzhľadom na tabuľku prevodov tvrdosti a pevnosti materiálu.
2. Popíšte súradný systém pri jednoduchom dvojosom sústružení.
3. Vysvetlite určenie bodov pomocou súradného systému.

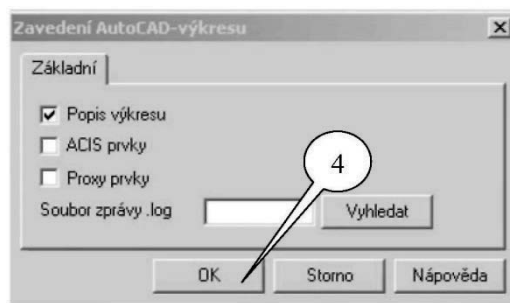
1.3 Import geometrických dát do prostredia EdgeCAM – FRÉZOVANIE

EdgeCAM umožňuje zložitejšie geometrické tvary importovať z užívateľsky (pre túto činnosť) prívetivejšieho prostredia napríklad AutoCADu (2000 - 2005). V implicitne nastavenej hladine 0 je na priloženom obrázku nakreslený v AutoCADu 2002 zložitejší obrys príruby odliatku vrátane stredov otvorov. Vonkajšie (1) a vnútorné (2) obrysy boli spojené do uzavretej krivky (nie je potrebné), pre EdgeCAM je vhodné vytvoriť po načítaní importovanej geometrie profily.

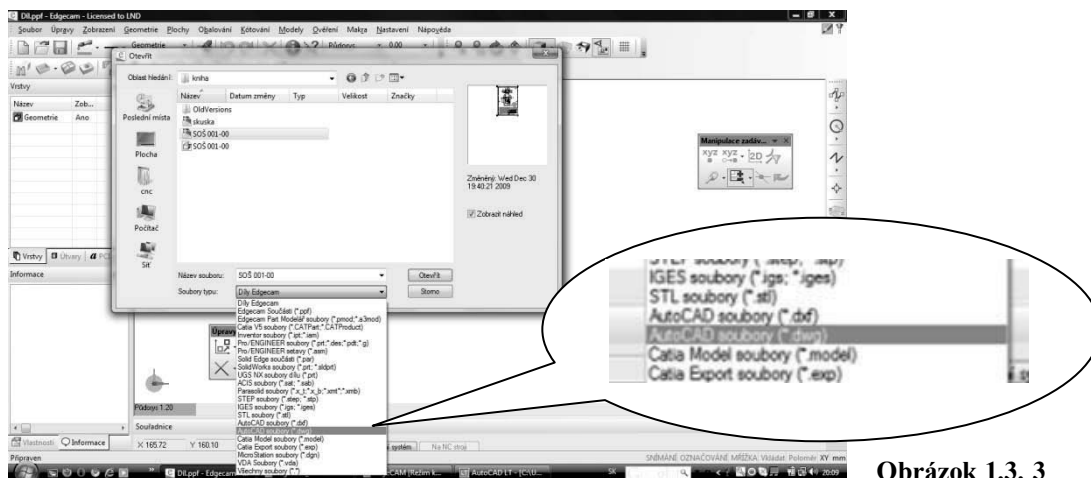


Obrázok 1.3.1

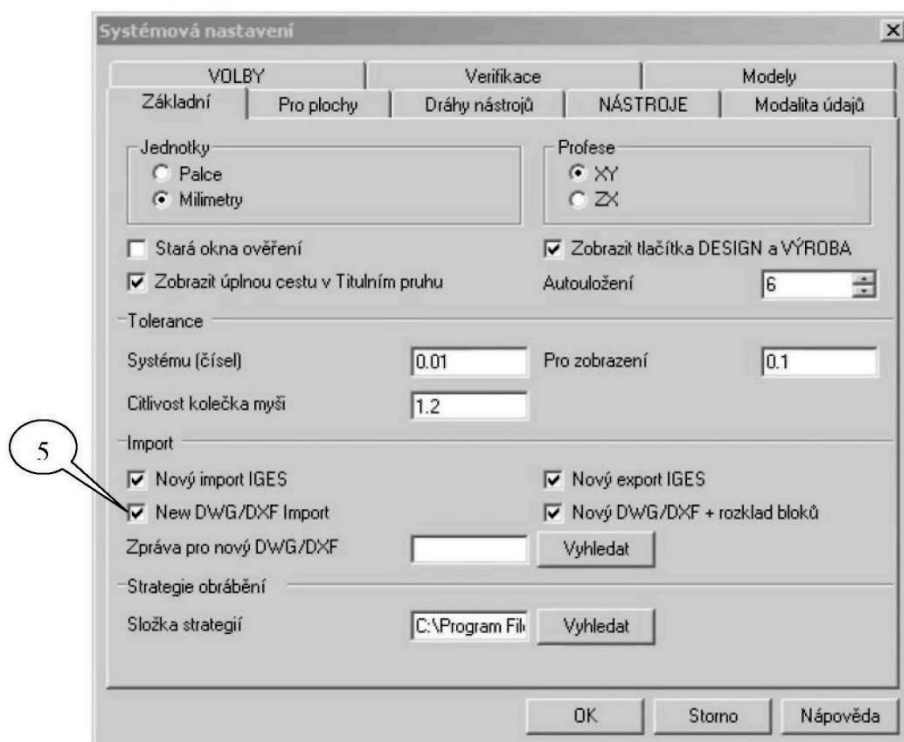
Z menu Súbor vyberte položku *Otvoriť*, Vyberte typ súboru dwg a z príslušného zdroja otvorte súbor AutoCADu (pozri náhľadové okienko (3) panela Otvoriť). Potvrdíte OK (4). *obrázok 1.3.2* V prípade, že sa objaví informácia o chybe (nové DWG súbory nie sú podporované) nastavte v menu *Systémové / Systémové nastavenia* (5). *obrázok 1.3.4*



Obrázok 1.3.2

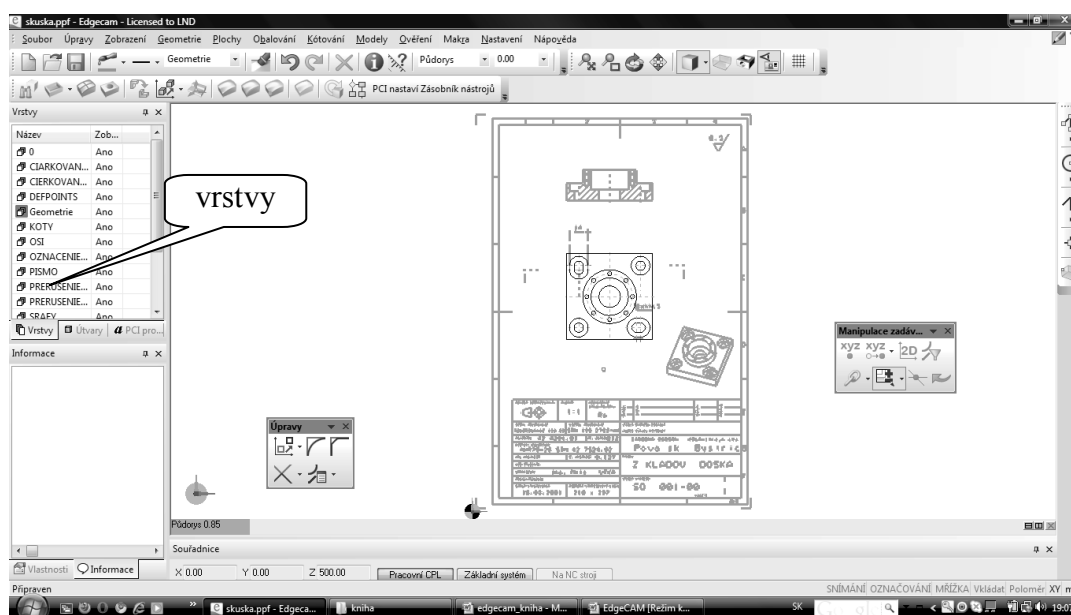


Obrázok 1.3.3



Obrázok 1.3.4

Ťahaním myšou bez príkazu označíme z načítaného výkresu SOŠ 001-00.dwg čiary ktoré v grafike nepotrebujeme a klávesov *delete* ich vymažeme, prípadne vypneme v okne vrstvy (vrstvy) obrázok 1.3.5



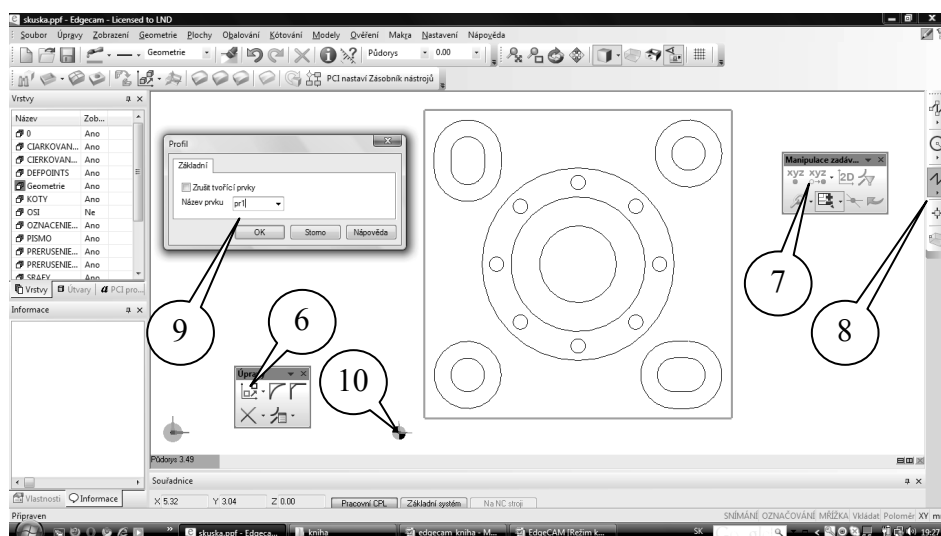
Obrázok 1.3.5

Pomocou nástrojov pre posun (6) a zadanie súradníc (7) presunieme importovaný objekt do vhodnej polohy - vo väzbe na začiatok súradnicového systému PCL (10) (pracovná konštrukčná rovina). V ďalšej etape vytvoríme profily vonkajšie a vnútorné. Pre ľahšiu orientáciu je vhodné tieto prvky pomenovať napr. priklad2 atď. obrázok 1.3.6

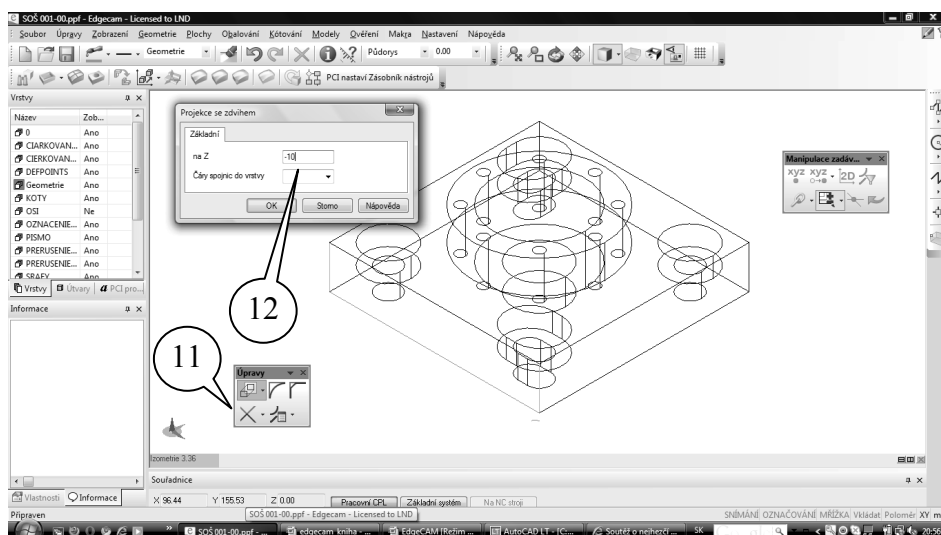
Ponuka tiež umožňuje zrušiť tvoriace prvky (zdrojové, v tomto prípade importované z AutoCADu 2005), potom sa neprekrývajú jednotlivé úsečky, kruhové oblúky s novo vytvorenými profilmi.

Importované tvary prevedené do profilov teraz vysunie do priestoru (v osi Z). Použijeme

tlačidlo (11) a vyplníme údaje v dialógovom okne *Projekcia so zdvihom* (12). Výsledok je zrejmý z ďalšieho obrázka. Zobrazenie je nastavené v dynamickom pohľade, mierka 3,36:1. *obrázok 1.3.7*

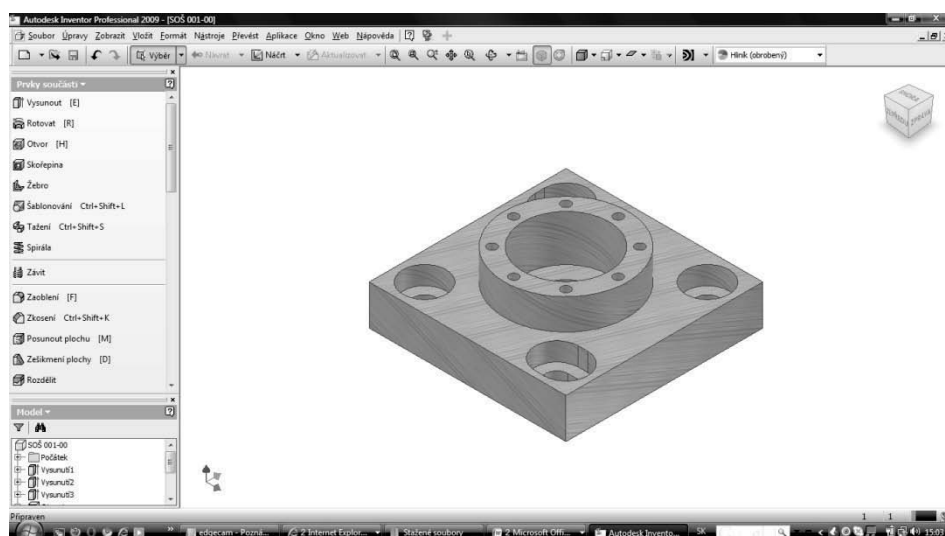


Obrázok 1.3.6



Obrázok 1.3.7

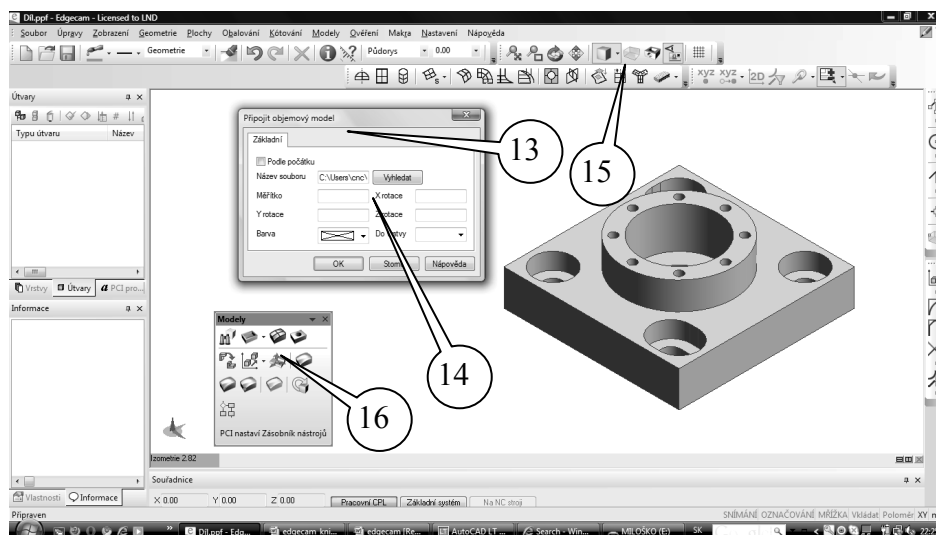
EdgeCAM podporuje aj vkladanie 3D modelov obrábaných dielcov. V prostredí *Autodesk Inventoru* vytvorený súbor *.ipt (v uvedenom prípade SOŠ 001-00.ipt). *obrázok 1.3.8*



Obrázok 1.3.8

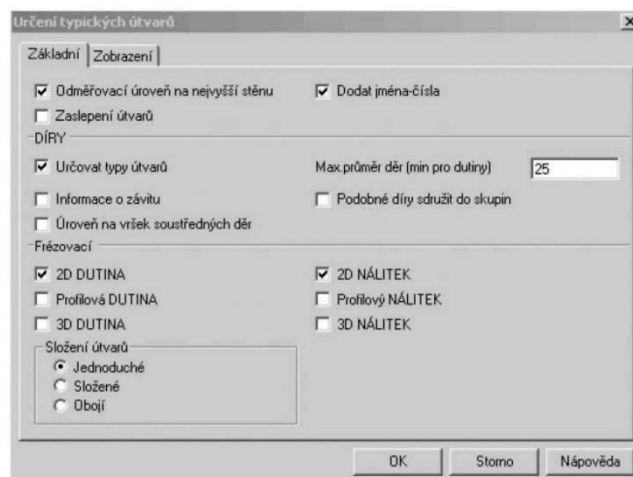
V EdgeCAM vyberte postupne *Súbor / Vložiť- pripojiť / Model- Solid*. Objaví sa dialógové okno *Pripojiť objemový model* (13). Zvoľte *Vyhľadať* (14), vyberte typ súboru *Objemové- Solid modely*. Tlačidlom (15) je možné vložený objemový model vysunúť alebo zobraziť v drôtovom prevedení. V okne *Vrstvy* je zaznamenaná nová vrstva SOŠ 001-00. Dvojitým poklepom ľavým tlačidlom myši na položku *Ano* môžeme objekty v príslušnej vrstve zneviditeľniť - objaví sa *Nie* (a obdobne naspäť).

Pre ďalšiu prácu s 3D importovaným modelom otvorte nástrojový panel *Modely* (16). Stačí klepnúť pravým tlačidlom myši na ľubovoľnú ikonu v otvorených nástrojových paneloch a otvorí sa kontextové menu *Panely ikon- Okná pre .. - Konfiguračné profily- Prispôsobenie*. Rozviníme ponuku *Panely ikon* a vyberieme položku *Modely- Solid*.



Obrázok 1.3.9

Po vložení 3D solid modelu sú aktívne takmer všetky nástroje panela *Model*. Pre rýchle zmapovanie tvarových útvarov importovaného modelu určeného na obrábanie slúži nástroj *Určenie typických útvarov* (17). Jeho podoba - okna je zachytená na ďalšom obrázku.

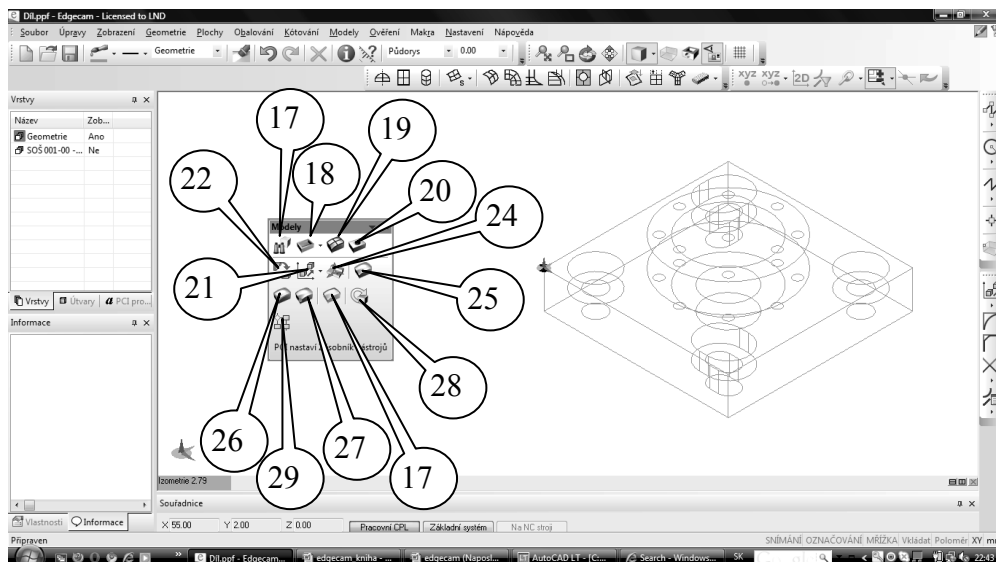


Obrázok 1.3.10

Panel *Modely* umožňuje tiež riešiť výber tvarových útvarov pre obrábanie individuálnym výberom (v niektorých prípadoch výhodnejšie, výber môžeme ovplyvniť sami). Postupne máme k dispozícii nástroje:

- 18 - Určiť útvár *DIERA* (podponuka - profil z hrán, profil z obvodu, frézovacie útvár z bočnej steny alebo zo spodnej steny, vrtáť- závitovať, stena povrch)
- 19 - Určiť útvár *STENA – POVRCH*
- 20 - Určiť útvár *DIERA*
- 21 - Sústružnícky útvár (profil) v režime frézovanie neaktívne
- 22 - Polohovať pre sústruženie v režime frézovanie neaktívne

- 23 - TRANSLACIA -posuv, Otočenie, Mierka
- 24 -Konštrukčná rovina CPL (možnosť premiestnenia roviny, v ktorej možno iba kresliť')
- 25 - Geometria z vybraných okrajov (hrán) modelu
- 26 - Profily z obvodových častí modelu
- 27 - Body v styčných vrcholoch modelu
- 28 - Aktualizácia modelu (asociativita s modelom v CAD systéme, akceptovanie zmien)
- 29 - Štart modulu Manažér stratégie (poznámky súvisiace s technológiou obrábanie)

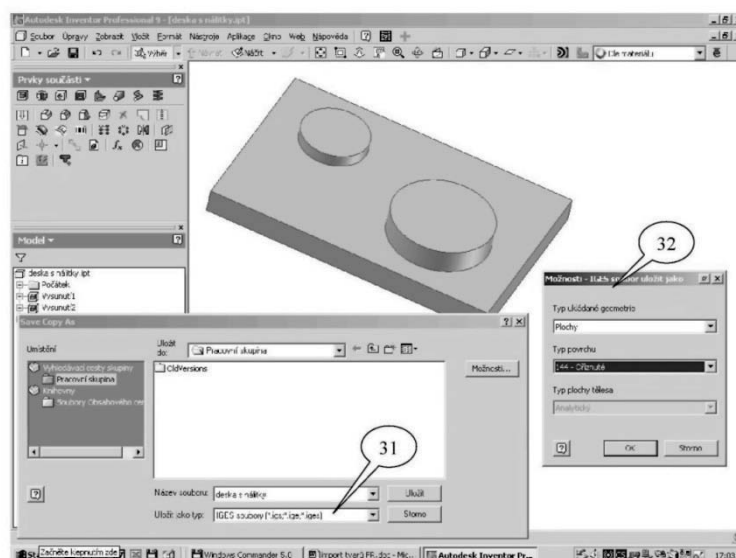


Obrázok 1.3.11

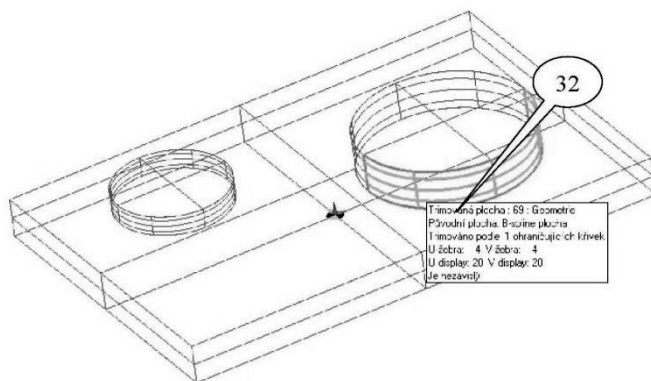
Pomocou nástroja (25) boli vytvorené v príslušnej rovine CPL priemety modelu (2 úsečky a oblúk), pre uzavretie budúceho profilu bolo vhodné doplnené.

Inou možnosťou je import objektov vo formáte IGS (resp. IGES). Tento spôsob používa priemyselne využívaný formát pre výmenu dát medzi CAD / CAM prostredím. V niektorých prípadoch je v EdgeCAMu jednoduchšie práce s objektmi prevedené na plochy (napríklad niektoré frézovacie cykly pre obrábanie dutín alebo výstupkov). Na obrázku je model dosky s náliatkov rôzneho priemeru a výšky spracovaný v Autodesk Inventoru 9. Príkaz *Uložiť* ako umožňuje nastaviť typ súboru na *. igs (31), Možnosti. nastavte podľa dialógového okna (32). Pozor na Typ povrchu -144 orezané, ak nastavíte 143 - viazané neprebehne korektné načítanie do EdgeCAMu. Týmto spôsobom sa uložia dva súbory: *. igs a *. xlo.

Načítaním do prostredia EdgeCAMu získate model zložený z jednotlivých orezaných plôch tzv. trimovaných (32).

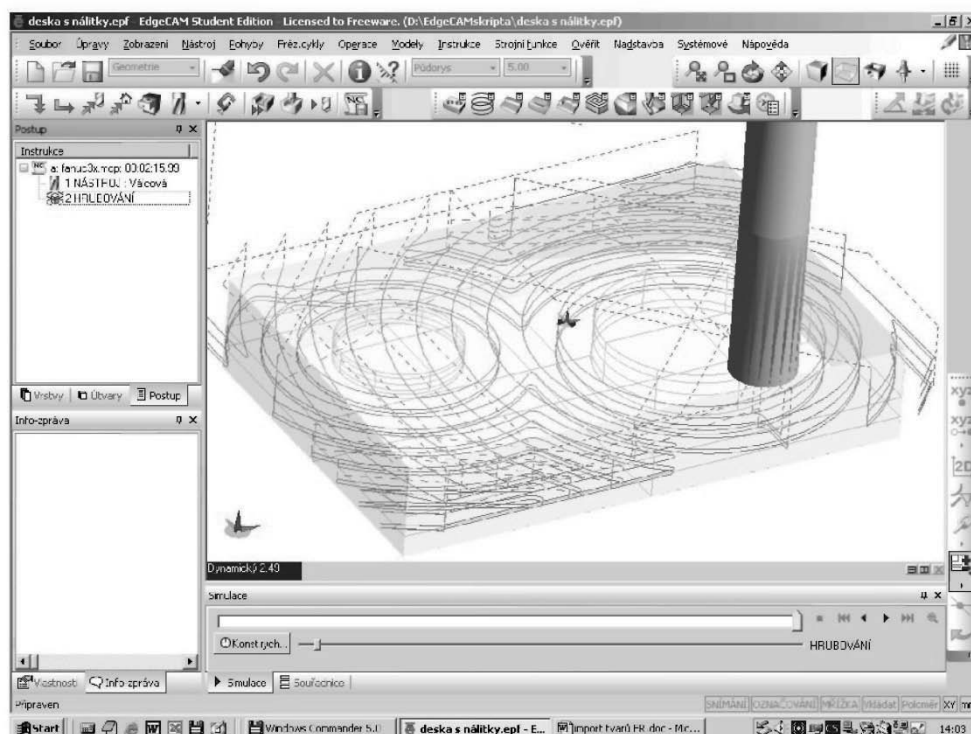


Obrázok 1.3.12



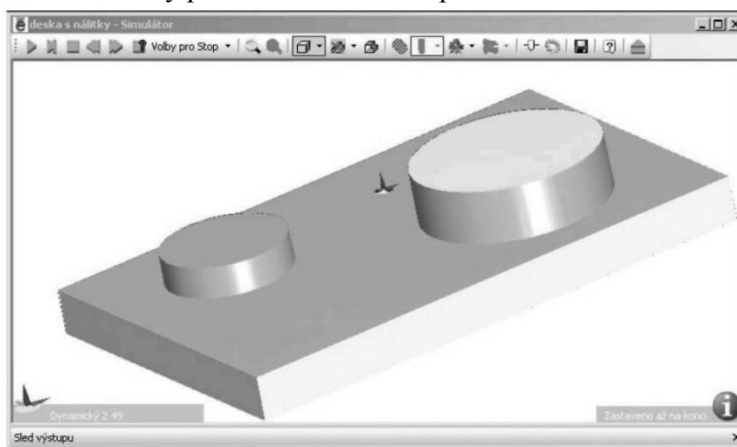
Obrázok 1.3.13

V režime **VÝROBA** bol zvolený nástroj (valcová čelná fréza priemer 15 mm) a frézovacie cyklus hrubovanie. Na obrázku je trajektória nástroja (koncentrická), polotovár je jemne tieňovaný.



Obrázok 1.3.14

Simulátor zobrazí realistický pohľad na obrobenu plochu s náliatkov.



Obrázok 1.3.15

Kontrolné otázky Import dát- FRÉZOVANIE

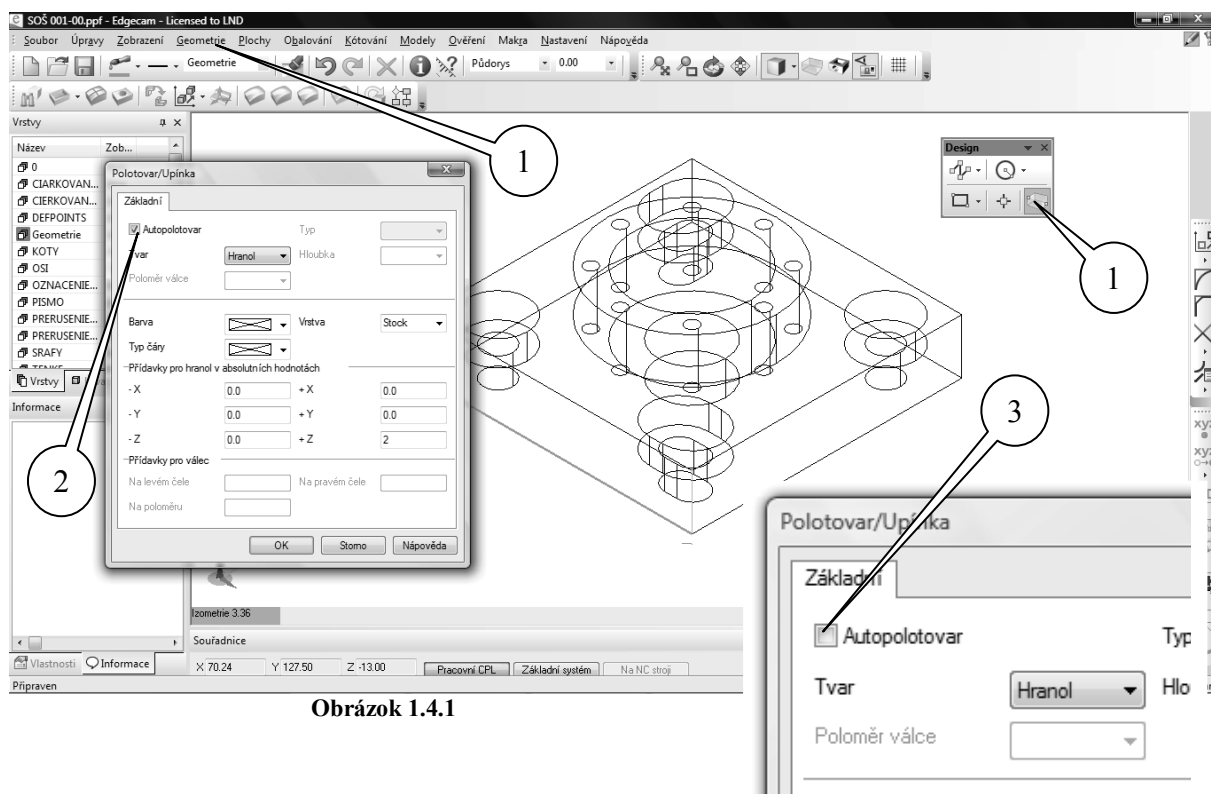
1. Importujte zvolený súbor formátu *.DWG do prostredia EdgeCAM
2. Vytvorte z importovaného súboru 2.5D geometriu (drôtový model)
3. Importujte zvolený súbor formátu *.IPT do prostredia EdgeCAM

1.4 Vytvorenie polotovaru

Polotovar je prvok, z ktorého sa budú uberať vrstvy materiálu v module *Simulácia*. Vlastnosti polotovaru sa definujú v dialógovom okne *Polotovar / Úpinka* príkazom z menu *Geometria*, alebo panela nástrojov *Design* (1) Obrázok 1.4.1

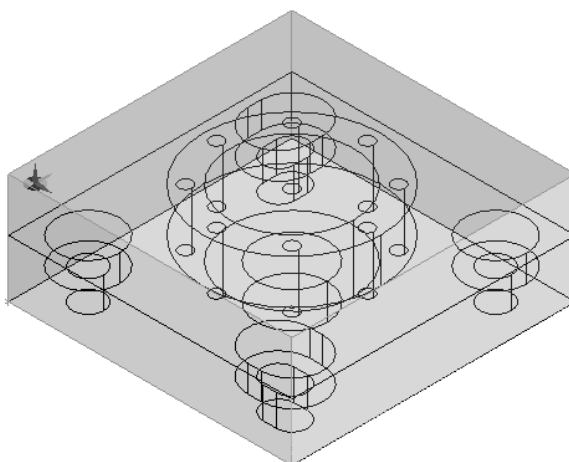
Možnosti tvorby polotovarov:

- Autopolotovar zaškrtnutý – polotovarom je *Hranol* alebo *Valec* s možnosťou prídavkov rozmerov v absolútnych hodnotách (2)
- Autopolotovar zrušiť výber – polotovar je určený *3D modelom*, *Profilom*, *Hranolom* alebo *Valcom* (3) Obrázok 1.4.1



Obrázok 1.4.1

Na obrázku 1.4.2 je vytvorený a tieňovaný polotovar typu *Hranol* ako obalový na drôtovej geometrii modelu, s prídavkami na opracovanie v jednotlivých osiach X, Y, Z.

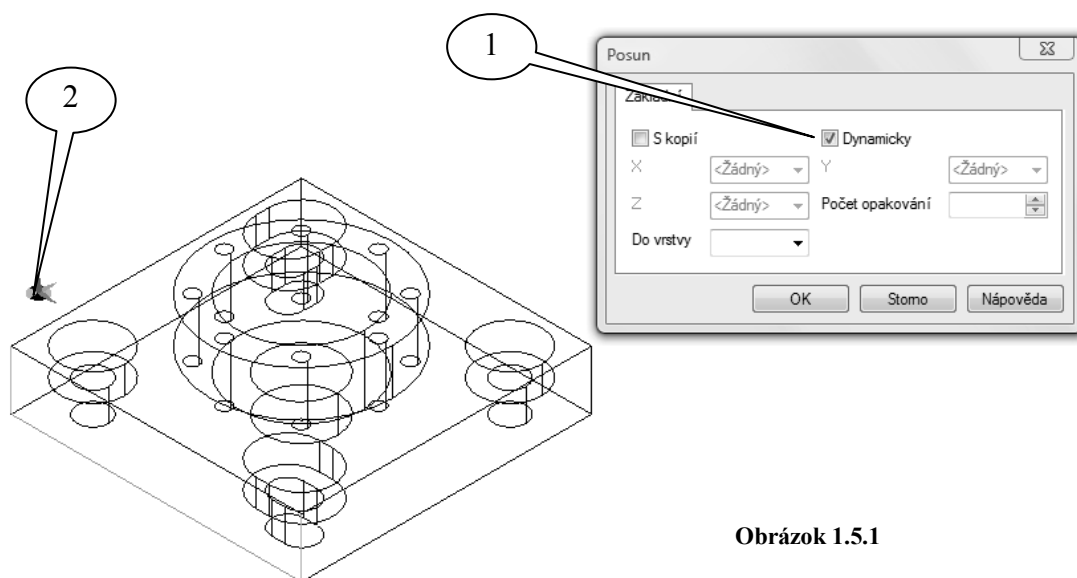


Obrázok 1.4.2

1.5 Určenie nulového bodu obrobku

Nulový bod obrobku je bodom, ku ktorému sa v module CAM bude generovať NC- kód pre obrábanie a jeho definovanie je možné dvomi spôsobmi:

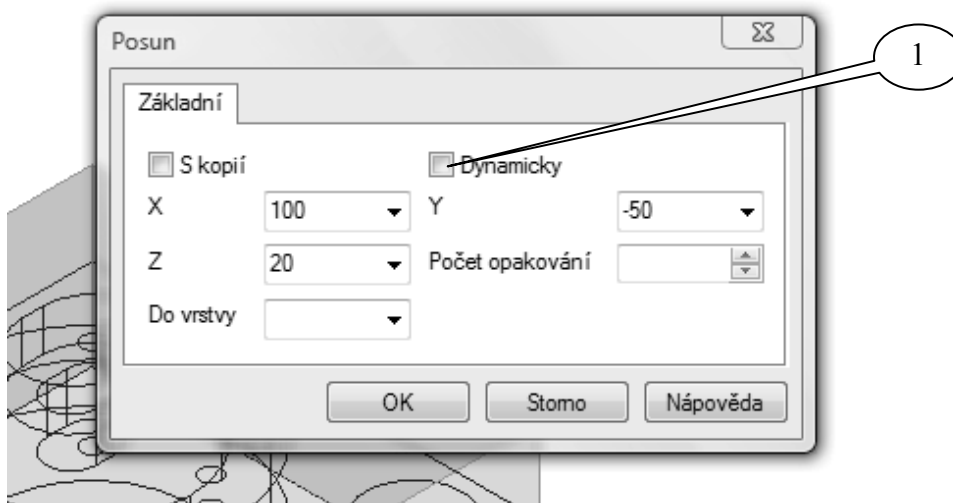
Posunutím modelu príkazom *Posuň* z panela nástrojov *Úpravy*. V dialógovom okne Posunúť sa začiarkne *Dynamicky* (1), oknom sa vyberú všetky vrstvy modelu vrátane polotovaru, určí sa nulový bod pre určenie začiatku na obrobku (napr. stred prednej diery, príp. niektorý z rohov polotovaru) a cieľovým bodom sa označí *NULA* (2) na ploche. Obrázok 1.5.1



Obrázok 1.5.1

- Posunutím modelu príkazom *Posuň* z panela nástrojov *Úpravy* V dialógovom okne Posunúť sa nezačiarkne *Dynamicky* (1) a do okienok X, Y a Z sa napíše hodnota o koľko má byť posunutý model s polotovarom voči nulovému bodu v jednotlivých osiach, absolútne.

Obrázok 1.5.2

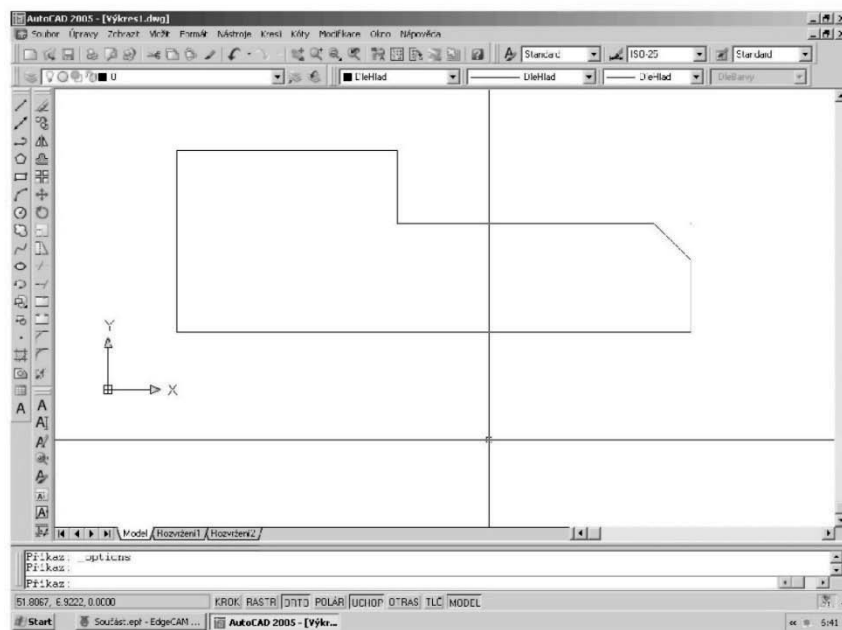


Obrázok 1.5.2

Prepínanie medzi drôtovým a priesvitným zobrazením polotovaru sa vykonáva tlačidlom *Polotovár- Drôtový /Priesvitný* v paneli *Zobrazenie*

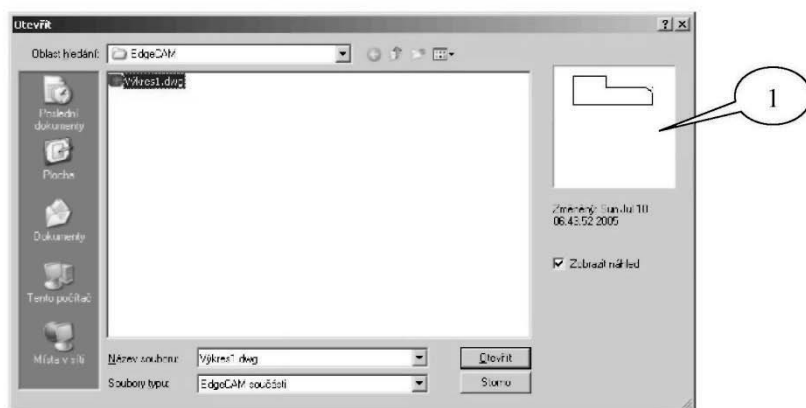
1.6 Import geometrických dát do prostredia EdgeCAM – SÚSTRUŽENIE

EdgeCAM umožňuje geometrické tvary importovať z prostredia AutoCAD - 2D a následne upraviť do podoby rotačnej súčasti v náryse (doplneného o zrkadlový obraz pod osou) alebo vytvoriť rotovanú skupinu, ktorá navodzuje 3D predstavivosť. Na priloženom obrázku *obrázok 1.6.1* je nakreslený v 2D tvar súčiastky nad osou v súradnicovom systéme XY.



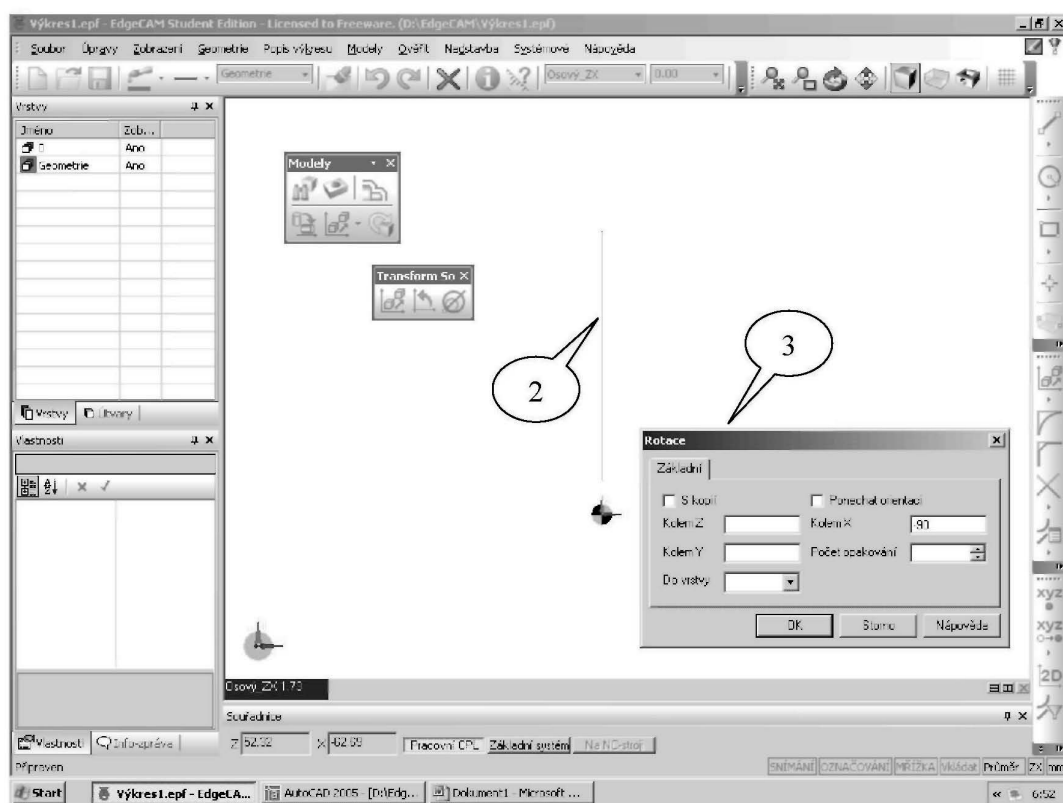
Obrázok 1.6.1

Tento tvar je možné vložiť do prostredia EdgeCAM. V náhľadovom okne (1) *obrázok 1.6.2* je vidieť jeho tvar.



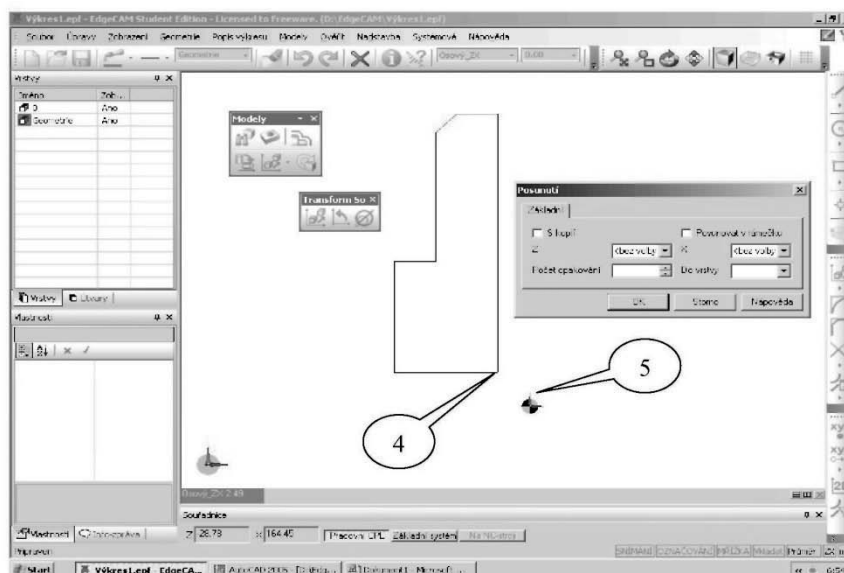
Obrázok 1.6.2

Pretože v prostredí AutoCAD sme pracovali v súradnicovom systéme XY, prostredie EdgeCAM a jeho súradný systém pre sústruženie ZX zobrazil nami importovaný tvar súčasti ako čiaru (2). Preto je potrebné vykonať rotáciu (3) na natočenie do požadovanej podoby *obrázok 1.6.3*.



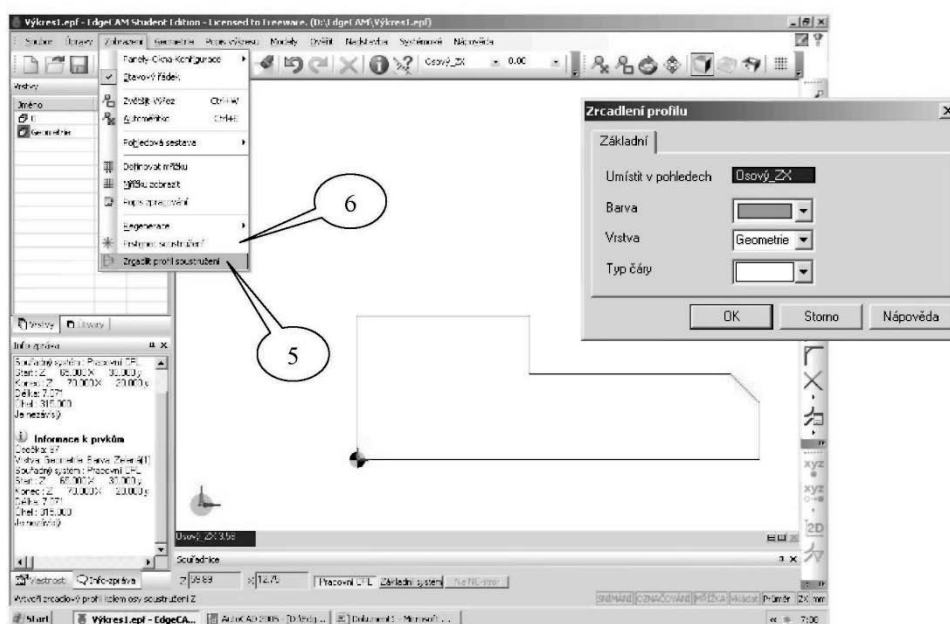
Obrázok 1.6.3

Pre dosiahnutie požadovanej orientácie je potrebné aj niekoľkých rotácií, ktoré zavŕšime posunutím čela obrobku (4) do začiatku súradnicového systému (5) *obrázok 1.6.4*.



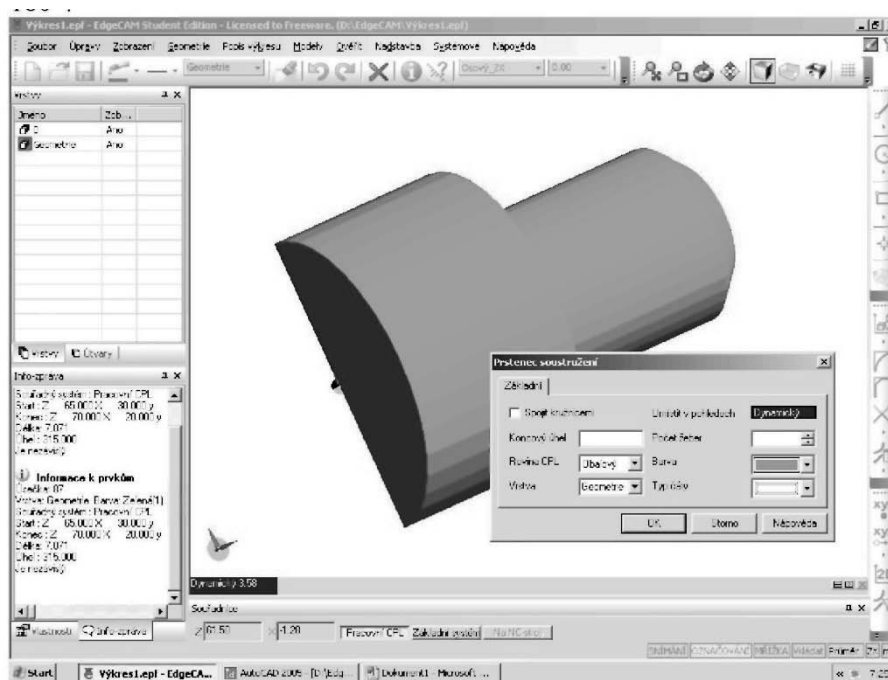
Obrázok 1.6.4

Ak došlo k chybnému importu obrysu súčasti z prostredia AutoCAD, možno ho v EdgeCAM dokončiť pomocou nástrojov z panelu *Design*. Získaný profil možno pomocou príkazu *Zrkadlit'* profil sústruženie (5) orotovať okolo osi Z s možnosťou zobraziť časť pod osou inou farbou a typom čiary. obrázok 1.6.5



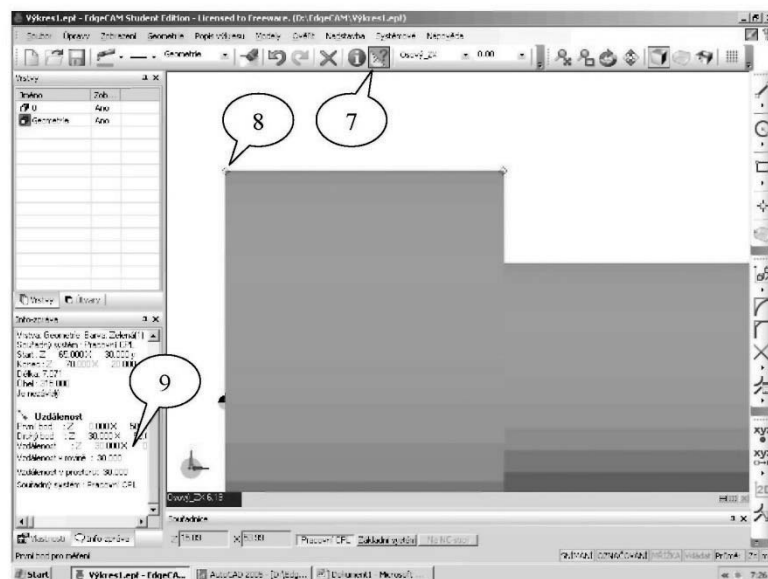
Obrázok 1.6.5

Pre získanie prstenca sústruženia stačí len časť profilu nad osou a použiť panel *Kružok* sústruženie (6). Možno zadať veľkosť koncového uhla - v našom prípade bol zvolený 180 ° *Obrázok 1.6.6*



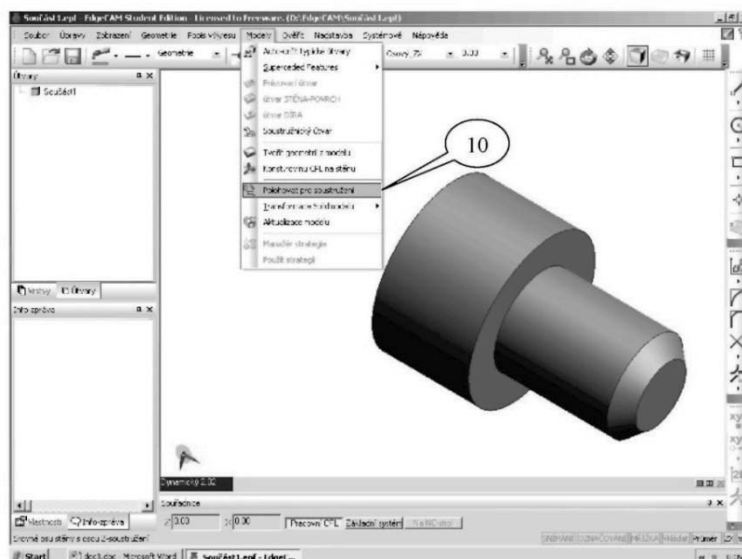
Obrázok 1.6.6

Na získanom profile sústruženia možno merať rozmery pomocou ikony *Vzdialenosť* (7), keď sa zadávajú krajné body (8). Požadované hodnoty sú k dispozícii v *Info- správe* (9). Obrázok 1.6.7

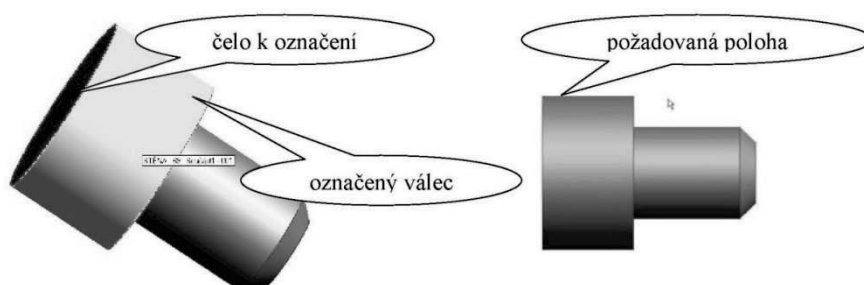


Obrázok 1.6.7

EdgeCAM umožňuje geometrické tvary súčasti importovať i z prostredia 3D napr. AutodeskInventor. Orientácia súčasti do prostredia sústruženia sa vyvoláva ponukou *Modely I*. Obrázok 1.6.8 Polohovať pre sústruženie (10) a je potrebné pre určenie osi označiť rotačnú plochu (valec) a rovinu kolmú na os Z (napr. čelo) Obrázok 1.6.9

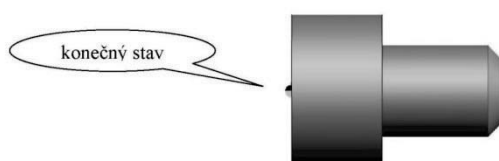
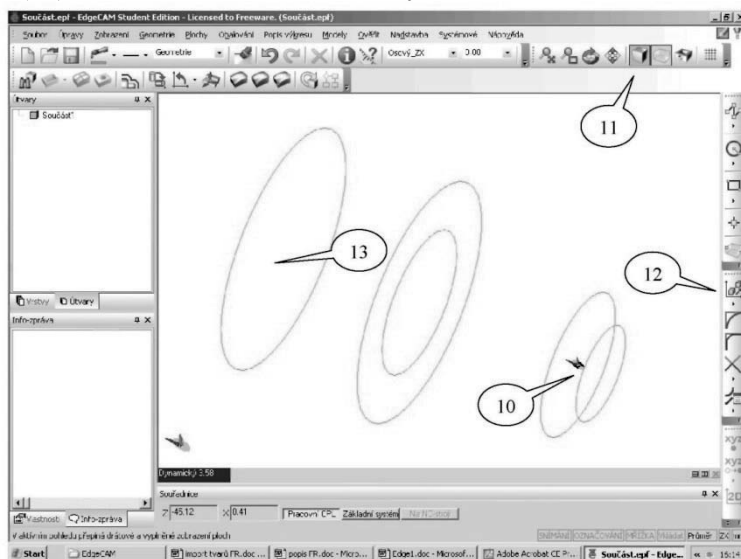


Obrázky 1.6.8



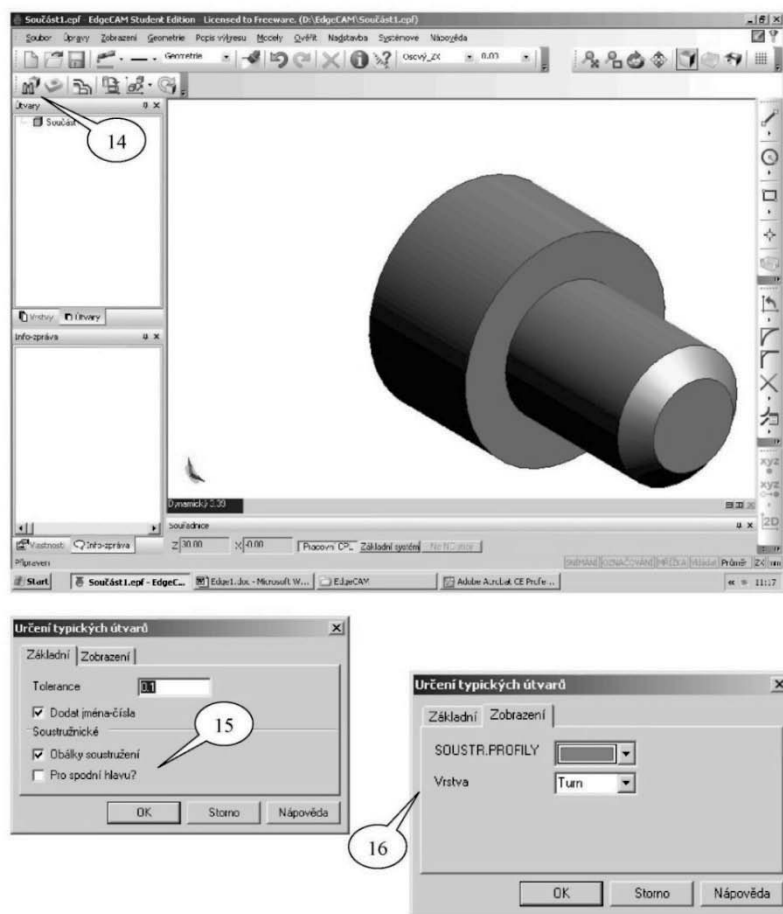
Obrázky 1.6.9

Dôjde k orientácii súčasti podľa osi Z, ale začiatok súradnicového systému (10) môže byť skrytý vo vnútri modelu. Preto je dobré použiť transparentné zobrazenie modelu - *Model drôťový /Vyplnený* (11) a potom pomocou posunutia *Translacia /Posun* (12) vykonáme umiestnenie čela obrobku (13) do začiatku súradnicového systému. *Obrázok 1.6.10*



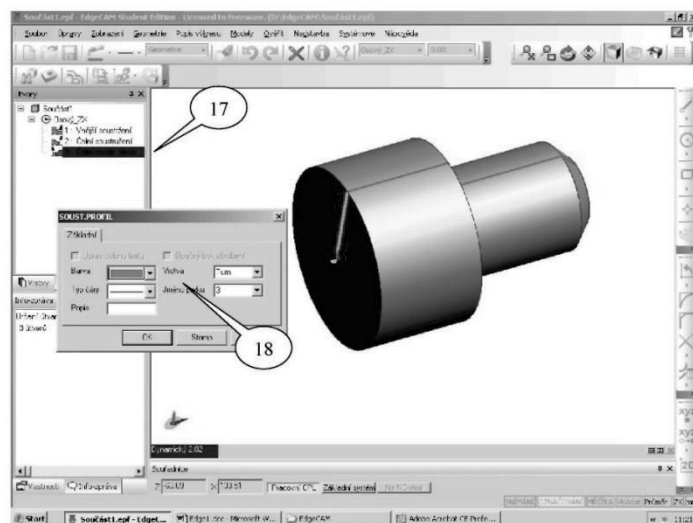
Obrázky 1.6.10

V následnom kroku je potrebné identifikovať alebo zvoliť profily určené k sústruženiu. Toto je možné buď pomocou ponuky *Určenie typických útvarov* (14) s voľbou presnosti, *Pre spodnú hlavu* (15)-sústružený profil bude zobrazený na súčasti pod osou - a farby (16).
Obrázok 1.6.11



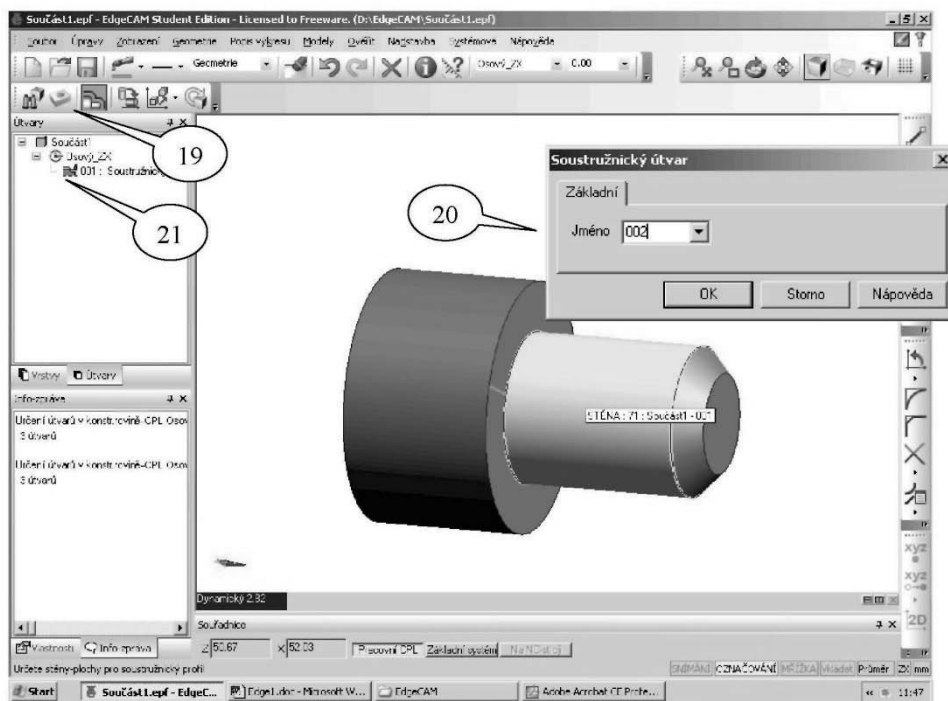
Obrázok 1.6.11

V tomto prípade budú všetky profily vhodné na obrábanie sústružením identifikované a pomenované. Objavia sa pod sebou v prehliadačovom okne *Útvary* (17). Ich označením a po stlačení pravého tlačidla myši voľbou *Upraviť* je možné ich vzájomne farebne odlíšiť zmenou pôvodnej jednotnej farby (18). Ak nájdený profil nechceme sústružiť, možno ho označiť a pokynom *Zrušiť* odstrániť. Obrázok 1.6.12



Obrázok 1.6.12

Niekedy je lepším spôsobom označovať jednotlivé profily ručne a na to slúži vyhľadávač útvarov *Sústružnícky útvar (profil)* - (19). Tieto možno označovať a zároveň pomenovávať vlastným spôsobom (20). Dôjde opäť k vytvoreniu ich zoznamu v prehliadačovom okne *Útvary* (21). *Obrázok 1.6.13*



Obrázok 1.6.13

Kontrolné otázky Import dát- SÚSTRUŽENIE

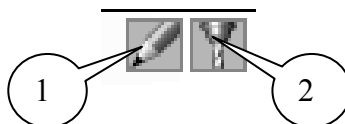
1. Vytvorte model z importovaných dát pomocou projekcie so zdvihom
2. Priradíte modelu najvýhodnejší polotovár.
3. Určíte nulový bod obrobku modelu.
4. Importujte dáta z CAD systému a vytvorte model obrobku pre sústruženie.

2. Prostredie programu v režime VÝROBA

2.1 Základné obrábacie operácie v EdgeCAM - 2D geometria

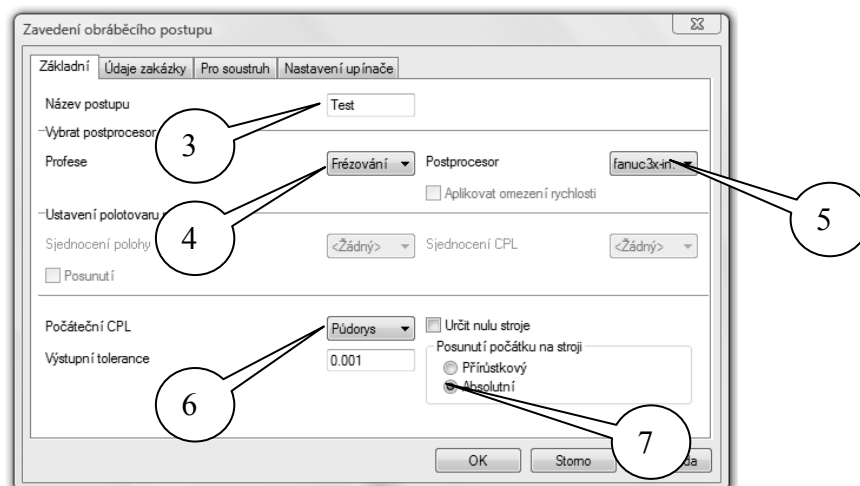
2.1.1 Nastavenie nového obrábacieho postupu- Frézovanie

Obrábacím postupom sa rozumie súhrn inštrukcií (voľba nástrojov, cykly obrábanie, výmeny nástrojov ,...), ktoré vstupujú do procesu obrábania a z ktorých sa generuje NC- kód. Po prechode z modulu *Design*(1) do *Výroba* (2) obrázok 2.1.1sa objaví dialógové okno *Nový obrábací postup*, v ktorom sa definujú nastavenia:



Obrázok 2.1.1.1

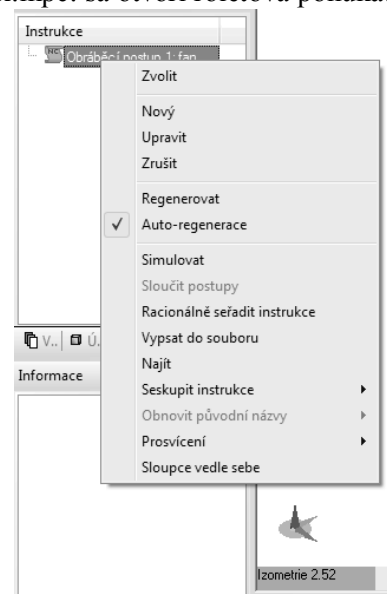
Meno postupu (3) -napr. *Test*, *Profesia* (4) -frézovanie, *Postprocesor* (NC- stroj) (5) -vyberie sa zodpovedajúce z dostupných v ponuke *Počiatkové CPL*(6) -Pôdorys nula stroje- definuje skutočný nulový bod stroja, štandardne je totožný s nulou obrobku, *Programovanie*(7) (typ posunutie) obrázok 2.1.2



Obrázok 2.1.1.2

Kliknutím pravým tlačidlom v okne *Inštrukcie* na *Test: fanuc3x.mpc*: sa otvorí roletová ponuka:

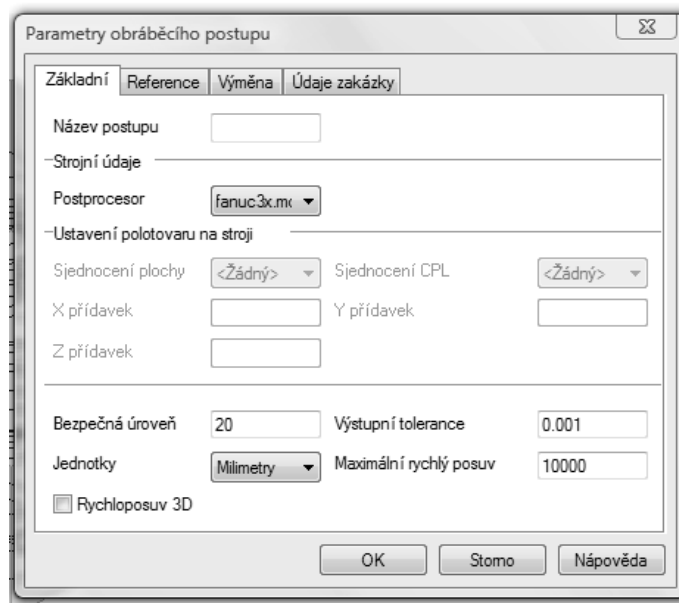
- *Nový*- definícia nového obrábacieho postupu
- *Vybrať*- výber postupu na definovanie obrábania
- *Upraviť*- editácie parametrov obrábacieho postupu
- *Odstrániť*- odobratie obrábacieho postupu
- *Simulovať*- simulácia pohybu nástroja na obrazovke
- *Vypísať* do súboru- transformácia postupu do textového súboru
- *Obnoviť*- obnovenie dráh nástrojov Regenerovať- prepočítanie dráh nástrojov
- *Skupina*- možnosť zobrazit' inštrukcie po skupinách, napríklad po nástrojoch Obrázok 2.1.3



2.1.2 Úprava parametrov nového obrábacieho postupu

Dvojklikom na Test: fanuc3x.mpc: sa otvorí dialógové okno *Parametre* obrábacieho postupu, v ktorom možno upraviť základné parametre nastavenia nového obrábacieho postupu

Obrázok 2.1.2



Obrázok 2.1.2.1

2.1.3 Hrubovanie

Obrábanie v *EdgeCAM* je možné definovať pomocou jednotlivých cyklov alebo operácií (ponuka *Operácie*), operácie pozostávajú z niekoľkých inštrukcií vrátane cyklov. Postup obrábanie so súvislým riadením 2.5D sa definuje zadávaním hodnôt ponúk jednotlivých cyklov

A. Frézovanie čelné

Čelným frézovaním odoberáme prebytočný materiál z čela súčasti, pre určenie plochy na frézovanie stačí označiť vonkajší obrys súčasti a prípadne vnútorné okná. Obrábacie ikony na paneli nástrojov *Frézovanie* sa aktivujú po vybratí nástroja z menu *Nástroje - Z* databázy.

Definovanie postupu obrábanie:

Výber čelnej frézy zo *Zásobníka nástrojov* - dialógové okno všetkých nadefinovaných nástrojov sa načíta kliknutím na ikonu *Zásobník nástrojov* z panela nástrojov CAM

Panel nástrojov CAM. Obrázok 2.1.3.1

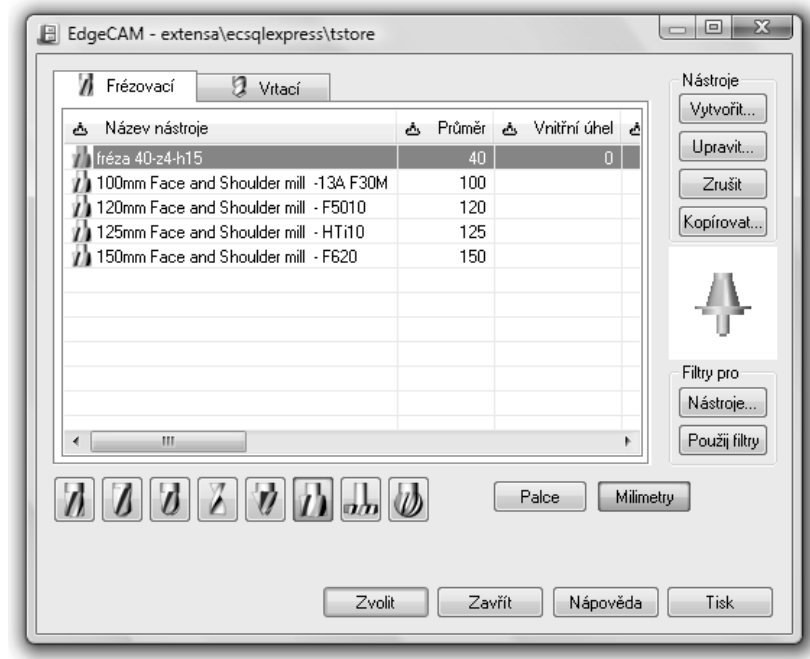


Obrázok 2.1.3.1

Dialógové okno *Zásobník nástrojov* - pre čelné frézovanie obrobku vytvoreného konštrukcií 3D modelu vyberieme čelnú frézu priemeru 40 mm.(1) Obrázok 2.1.3.4

V *Zásobníku nástrojov* možno vytvoriť a upraviť akúkoľvek inú používanú frézu na stroji.

Obrázok 2.1.3.2

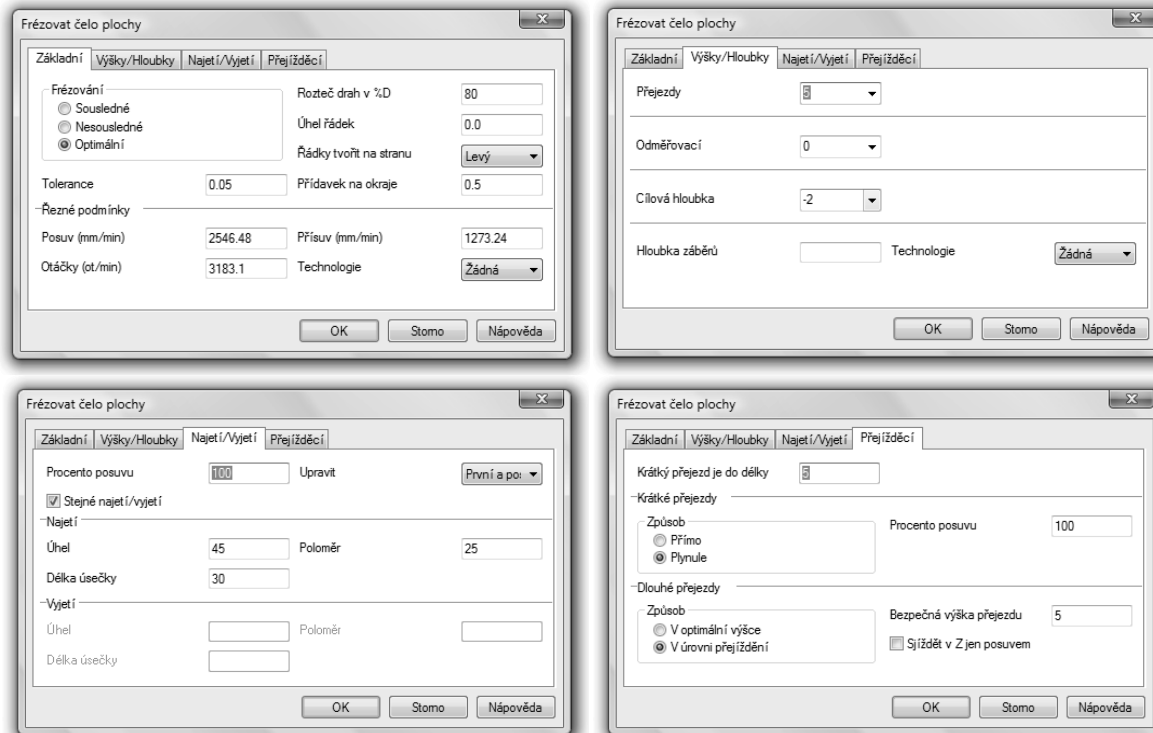


Obrázok 2.1.3.2

Výber cyklu *Frézovanie čelné* - príkazom z menu *Frézovanie- Čelné* alebo ikonou *Frézovanie Čelné* z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Frézovať čelo plochy* so záložkami

- Základné
- Výšky/Hĺbky,
- Nábeh/Výbeh
- Prejazd

Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledovných obrázkov:



Obrázok 2.1.3.3

a) *Základné* - zvolíme spôsob frézovania s nastavením rozstupu dráh a uhla dráh vzhľadom na os X, prídavok od vonkajšieho profilu v rovine XY, maximálnu hĺbku obrábanie v osi Z pri jednom prejazde nástroja a rezné podmienky

b) *Výšky/Hĺbky* - zvolíme rovinu pre bezpečný prejazd nástroje rýchloposuvom, odmeriavaciu rovinu určenú ako rovinu začiatku obrábania, cieľovú hĺbku uberania materiálu v osi Z od odmeriavacej roviny

c) *Nábeh/Výbeh* - zvolíme dráhu nástroja pre nabehnutie (vybehnutie) do materiálu, dráhu tvoria oblúk definovaný polomerom s uhlom a priamou dĺžkou vetvy napojujúci sa pred oblúk (nábeh sa vytvorí v kolmej rovine na rovine XY)

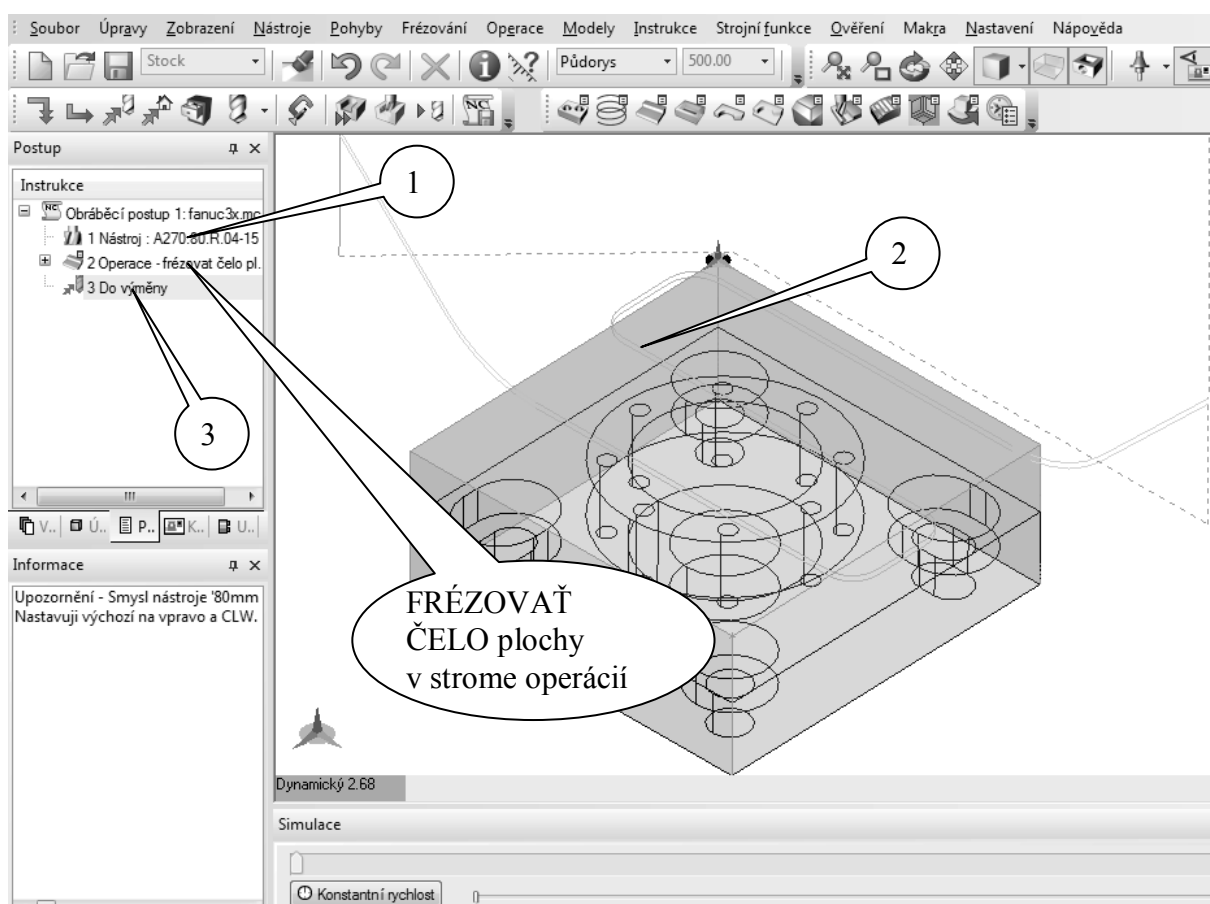
d) *Prejazd* - zvolíme dráhu nástroja, spájajúcu susedné dráhy pre určený spôsob obrábania, delí sa na Krátke a Dlhé prejazdy, v prípade zvolenia súbežného alebo protibežného spôsobu frézovania je možné definovať prejazd nástroje V úrovni prechádzania alebo v optimálnej výške

Určením geometrie vymedzujúcej obrábanú oblasť dvojklikom na ľubovoľný prvok vonkajšieho profilu modelu sa vygeneruje dráha nástroja.(2) *Obrázok 2.1.3.4*

Odjazd nástroja do výmeny- kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM(3) *Obrázok 2.1.3.4*

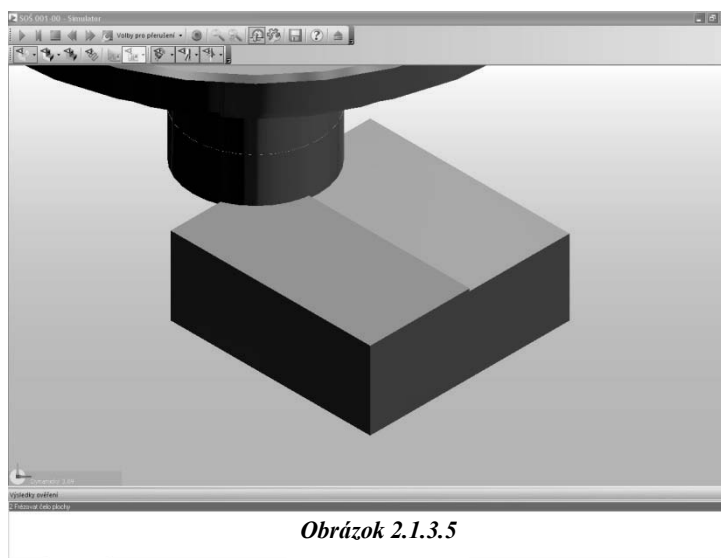
Po zadání všetkých parametrov a vygenerovaní dráhy nástroja je možné vykonávať *Simuláciu* a *Simuláciu s overením*

Simulácia - spustenie sa uskutoční v okne „Simulácia“



Obrázok 2.1.3.4

Simulácia s overením - spustenie sa vykoná kliknutím na ikonu *Simulátor overenia obrábania* v paneli nástrojov CAM



Obrázok 2.1.3.5

B. Hrubovanie vo vrstvách- tvárniky (náliatky)

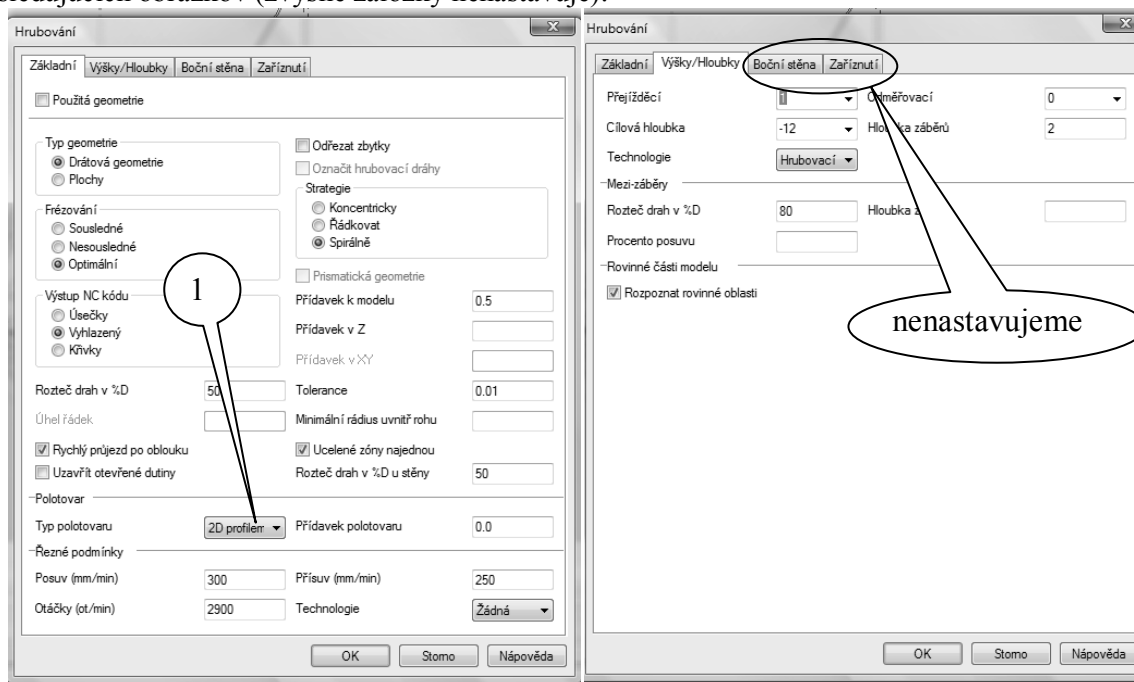
V prípade obrábania súčiastok typu tvárniky (vonkajší tvar) je potrebné nastaviť voľbu *Polotovár* ten sa určí na hodnotu *Profilom* v okne *Hrubovanie* a záložke *Základné*

Definovanie postupu obrábanie:

Výber *valcové frézy* zo *Zásobníka nástrojov* - dialógové okno všetkých nadefinovaných nástrojov sa načíta kliknutím na ikonu *Zásobník nástrojov* z panela nástrojov *CAM*, po kliknutí na ikonu *Valcová fréza* vyberieme valcovú frézu priemeru 40 mm.

Výber cyklu *hrubovanie vo vrstvách* - prevedenie príkazom z menu *Frézovanie- hrubovaním* alebo ikonou *Hrubovanie vo vrstvách* z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Hrubovanie* so záložkami *Základné*, *Výšky/Hĺbky*, *Bočná stena*, *Zarezanie*

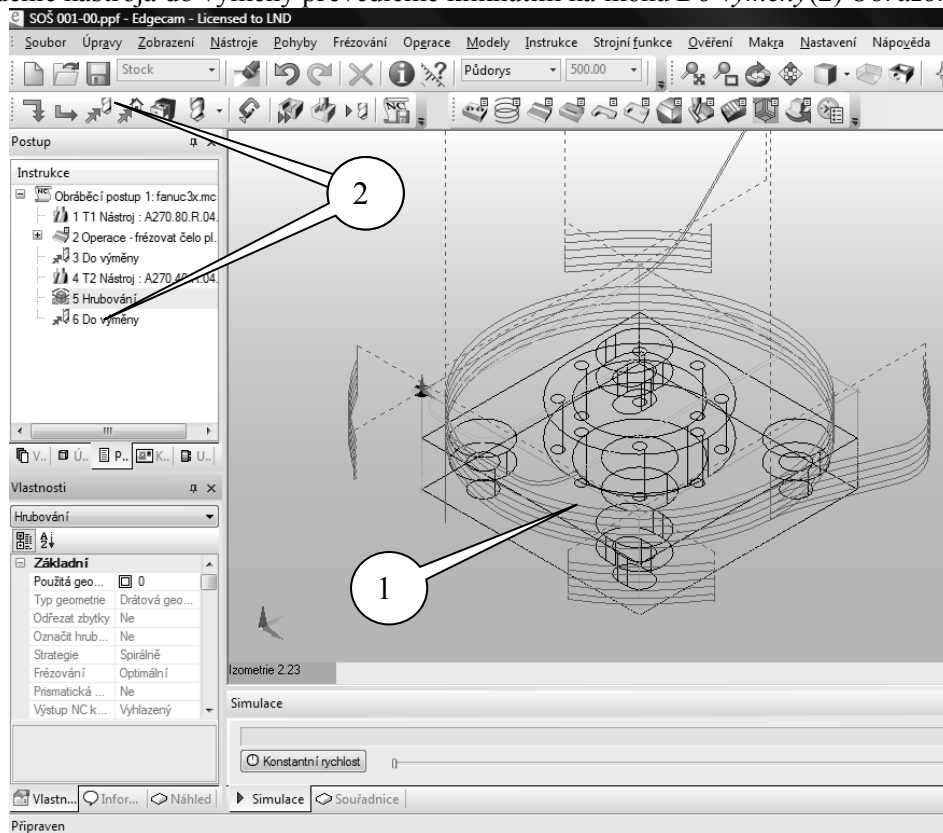
Nastavenie parametrov v oknách záložiek *Základné* a *Výšky/Hĺbky* sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov (zvyšné záložky nenastavujeme):



Obrázok 2.1.3.6

Po označení *Geometrie* pre obrábanie a určenie *2D profilu*(1) Obrázok 2.1.3.6 polotovaru dvojklikom na príslušné profilové krivky sú vygenerované dráhy nástroja(1) Obrázok 2.1.3.7

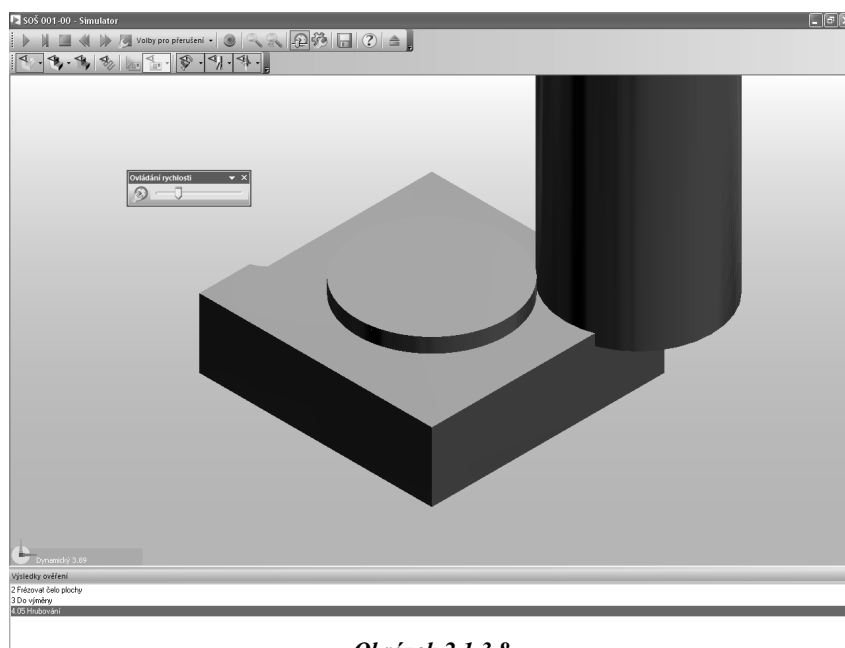
Odídenie nástroja do výmeny prevedieme kliknutím na ikonu *Do výmeny*(2) Obrázok 2.1.3.7



Obrázok 2.1.3.7

Po zadání všetkých parametrov a vygenerovanie dráh nástroja je možné previesť Simuláciu a Simuláciu s overovaním. Obrázok 2.1.3.8

Simulácia s overovaním pri frézovaní- hrubovanie typu náliatok



Obrázok 2.1.3.8

Kontrolné otázky Frézovanie hrubovaním- Čelné a náliatky

1. Popíšte spôsob odobratia materiálu z čela obrobku a vygenerujte dráhy obrábania.
2. Preved'te simuláciu čelného frézovania.
3. Preved'te odobratie materiálu v okolí náliatku obrobku a simulujte proces

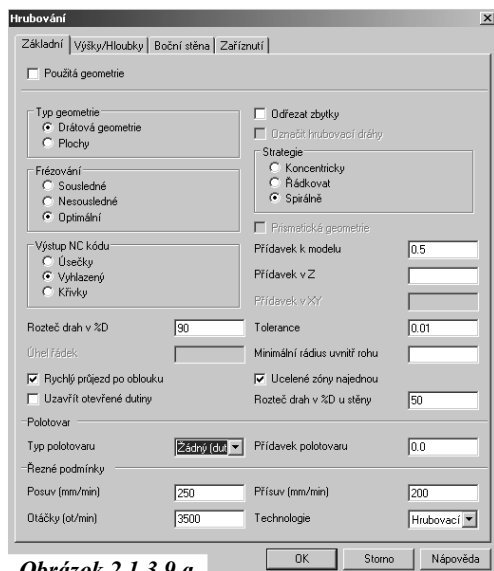
C. Hrubovanie vo vrstvách - uzatvorené profilované zámky (dutiny)

Hrubovaním vo vrstvách môže obrábať dutiny (zámky), ktorých určujúci profil tvorí uzavretá krivka a vo vnútri zámku môže byť ľubovoľný počet ostrovčekov rôzne vysokých, tvárniky a otvorené zámky. V cykle hrubovanie sa generujú dráhy postupne v nižších úrovňových rovinách podľa zadanej cieľovej hĺbky a hĺbky záberu s ponechaním prídavku na obvod a na dno pre dokončenie iným dokončovacím cyklom alebo operáciou.

Definovanie postupu obrábania:

1. Výber Drážkovača zo Zásobníka nástrojov - dialógové okno všetkých nadefinovaných nástrojov sa načíta kliknutím na ikonu Zásobník nástrojov z panela nástrojov CAM, po kliknutí na ikonu Drážkovač vyberieme drážkovač priemeru 12 mm.
2. Výber cyklu hrubovanie vo vrstvách - prevedenie príkazom z menu *Frézovanie- hrubovanie* alebo ikonou *hrubovanie vo vrstvách* z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Hrubovanie* so záložkami *Základné*, *Výšky/Hĺbky*, *Bočná stena*, *Zarezanie*
3. Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledovných obrázkov,

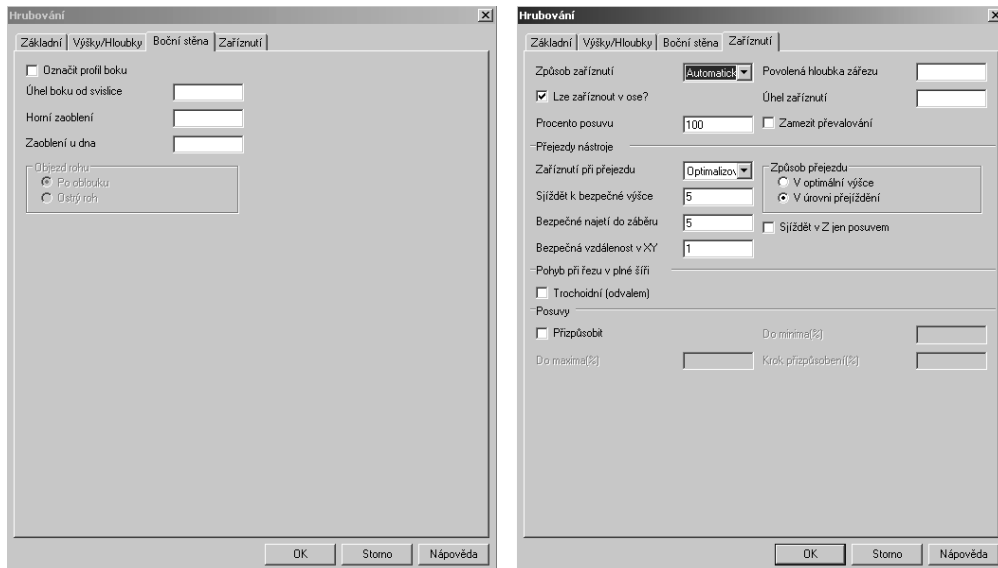
Obrázok 2.1.3.9



Obrázok 2.1.3.9 a



Obrázok 2.1.3.9 b



Parametre v jednotlivých oknách záložiek definujú:

a) **ZÁKLADNÉ** - zvolený spôsob frézovania so stratégiou obrábanie, nastaveným rozstupom dráh, prídavku na obvod a na dno, spôsob zápisu NC kódu, toleranciu generovaní dráh, obrábanie jednej oblasti po druhej až do konca zaškrtnutím Ucelené zóny naraz, obrábanie zámkov zadáním Polotovary / Žiadny. Obrázok 2.1.3.9 a

b) **VÝŠKY/HĚBKY** - zvolenú rovinu Prechádzanie pre bezpečné prechádzanie nástroja Rychloposuvom. Odmeriavaci rovinu určenú ako rovinu začiatku obrábania, Cieľovú hĺbku uberania materiálu v osi Z od odmeriavacej roviny a Hĺbku záberov na postupné odoberanie materiálu. Obrázok 2.1.3.9 b

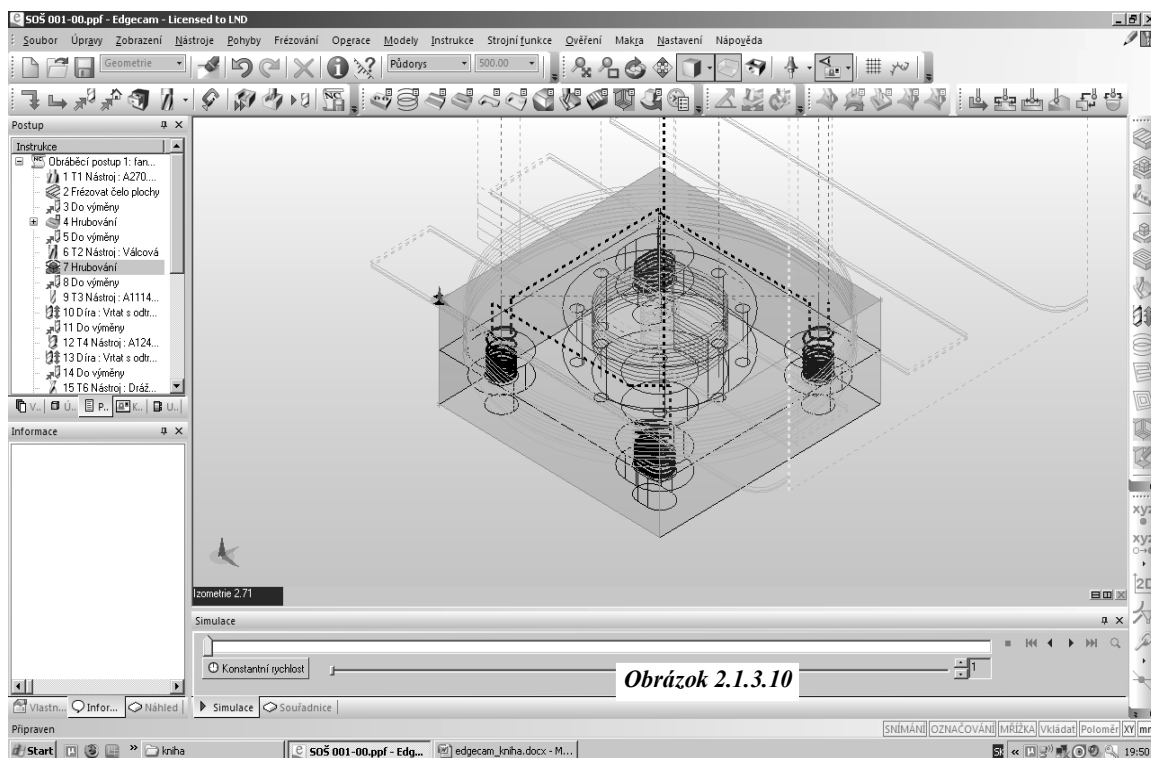
c) **BOČNÁ STENA** - sklon steny zadáním Uhla boku od vertikály a Zaoblenia horného a pri dne, alebo voľbou nakresleného bočného profilu Označiť bočný profil. Obrázok 2.1.3.9 c.

d) **ZAREZANIE** - spôsob Nábehu nástroja do materiálu s parametrami vygenerovanými programom alebo zadáním Povolené hĺbky zárezu, Uhla zarezania, atď.: Obrázok 2.1.3.9 d

- **Automaticky** - hrubovací cyklus vyberá najlepší spôsob zarezania do materiálu podľa tvaru obrábanej súčasti vo zvolenom poradí - Pod uhlom, špirálovito, Cik- Cak, Podľa profilu, prípadne Osovo pri začiatku Možno zarezat' v osi?.
- **Predvrtaná diera** - umožňuje definovať bod zarezania v predtým vyvrtanom otvore.
- **Špirálovo** - je preferovaným spôsobom Zarezania.
- **Cik- Cak** - zahĺbenie nástroja sa uskutoční pod Uhlom zarezania.

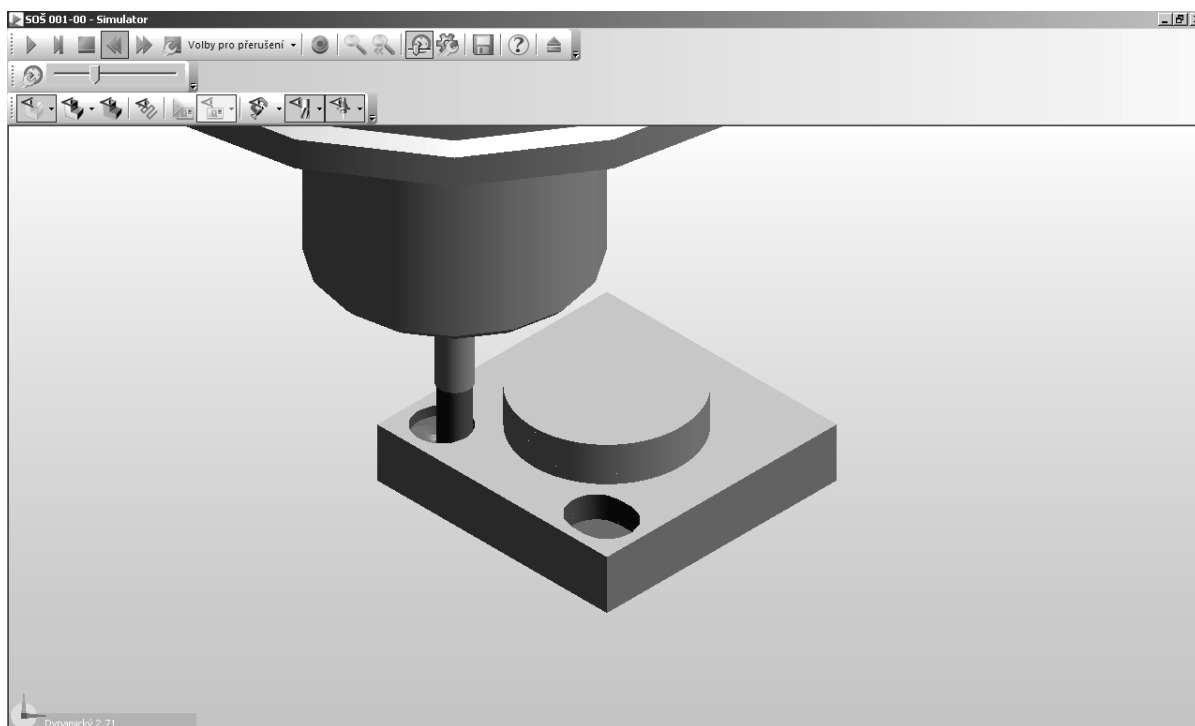
4. Určenie **GEOMETRIE** vymedzujúcej obrábanú oblasť definovanú jednotlivými prvkami alebo profilom. Po skončení príkazu sú vygenerované dráhy nástroja v každom zámku vrátane dráh Nábehu.

5. Odísť nástrojom do výmeny kliknutím na ikonu Do výmeny z panela nástrojov CAM , viď Obrázok 2.1.3.7 a Obrázok 2.1.3.10



Obrázok 2.1.3.10

6. Po zadání všetkých parametrov a vygenerovanie dráh nástroja je možné vykonávať simuláciu s overovaním. *Obrázok 2.1.3.11*



Obrázok 2.1.3.11

D. Hrubovanie vo vrstvách- otvorené zámky (dutiny)

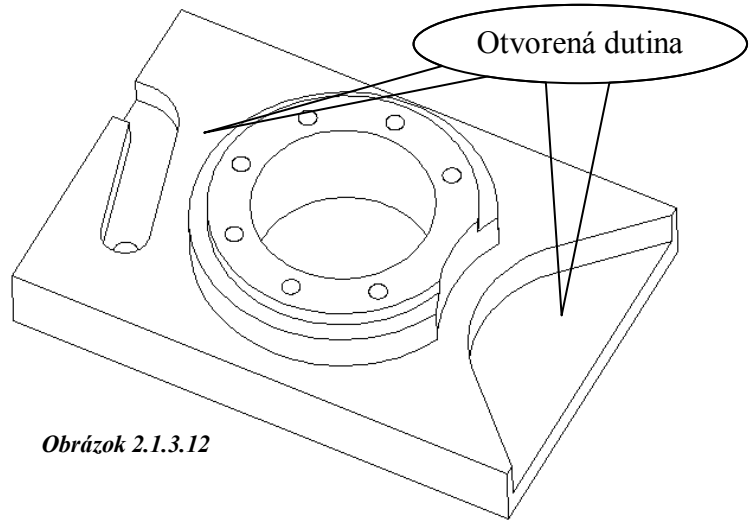
Geometrie súčasti určených na obrábanie musia tvoriť otvorenú dutinu a profil polotovaru sa musí čiastočne prekryvať s profilom určeným pre obrábanie, obidva profile môžu ležať v rovnakej úrovni osi Z, prípadne je možné profil polotovaru posunúť.

Hrubovanie vo vrstvách- otvorené zámky (dutiny) si vysvetlíme na modely podľa Obrázka 2.1.3.12

Drôtový 3D model vytvoríme už známym postupom, z výkresu importovaného vo formáte *.dwg Obrázok 2.1.3.12

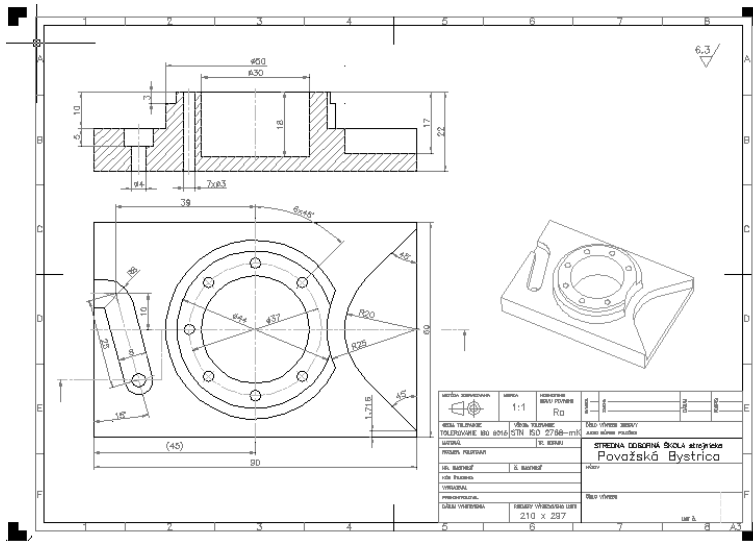
Definovanie postupu obrábania:

- Výber valcové frézy zo Zásobníka nástrojov vyberieme valcovú frézu priemeru 7 mm.
- Výber cyklu hrubovanie vo vrstvách - prevedenie príkazom z menu **FRÉZOVANIE-HRUBOVANIE** alebo ikonou **HRUBOVANIE** vo vrstvách z panela nástrojov **FRÉZOVANIE** sa otvorí dialógové okno **CYKLUS-HRUBOVANIE**



Obrázok 2.1.3.12

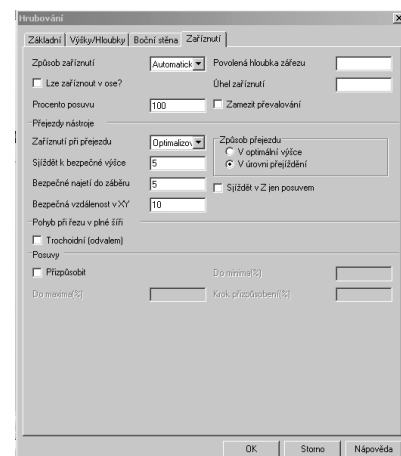
- Nastavenie parametrov v okne záložky **ZÁKLADNÉ** sa vykoná rovnako ako v predchádzajúcej úlohe a v oknách záložiek **VÝŠKY / HLBKÝ** a zarezanie sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov (ostatné nenastavuje):



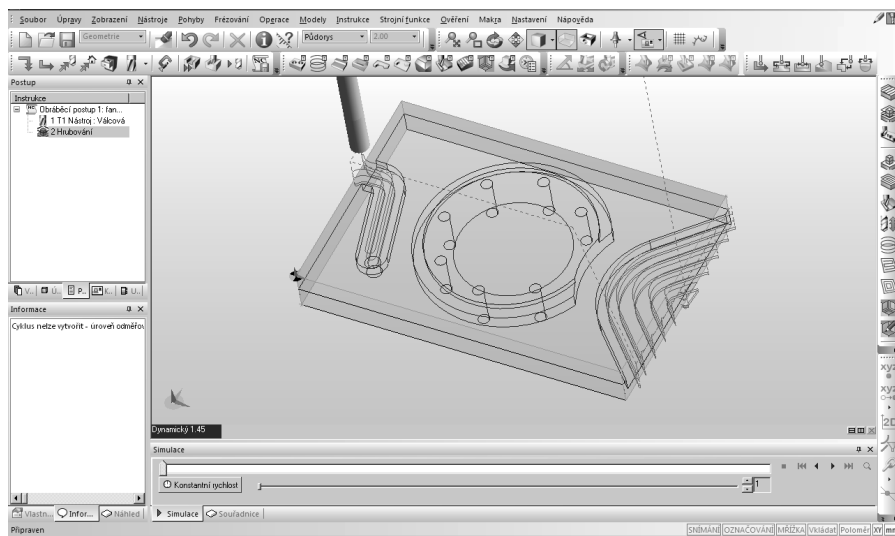
Obrázok 2.1.3.13

- Nastavenie **ODSTUP VONKAJŠIEHO NÁBEHU** v záložke **ZAREZANIE** definuje dĺžku nábehu pracovným posuvom k obrobku v rovine X-Y. Obrázok 2.1.3.13

- Odchod nástroja do výmeny prevedieme kliknutím na ikonu **DO VÝMENY**

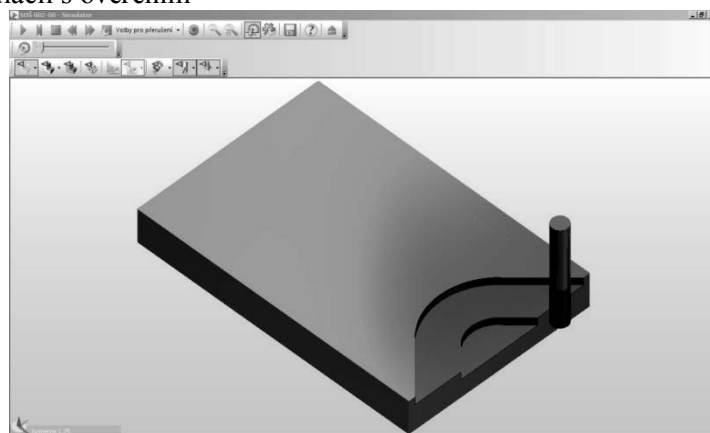


Vygenerované dráhy nástroja



Obrázok 2.1.3.14

Obráz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.3.15

E. Hrubovanie vo vrstvách- trochoidné obrábanie

Trochoidné obrábanie umožňuje obrábanie aj v miestach prvého záberu menšou šírkou záberu, ako je celý priemer nástroja. Tým sa priblíži táto šírka prvého záberu šírke ďalších rozširujúcich záberov.

Pre demonštráciu problému použijeme predchádzajúci model a vypracujeme obrábací postup na cyklus obrábanie drážky súčasti *TROCHOIDNÝM HRUBOVANÍM*.

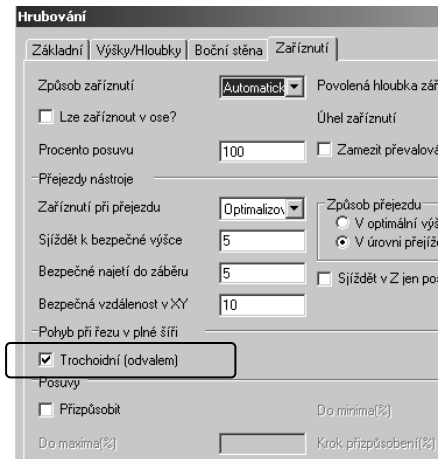
Definovanie postupu obrábanie:

- Výber valcové frézy zo Zásobníka nástrojov pre obrábanie drážky, vyberieme valcovú frézu priemeru 7 mm

- Výber cyklu hrubovanie vo vrstvách - prevedenie príkazom z menu *FRÉZOVANIE- hrubovanie*, alebo ikonou *Hrubovanie vo vrstvách* z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Cyklus- Hrubovanie*

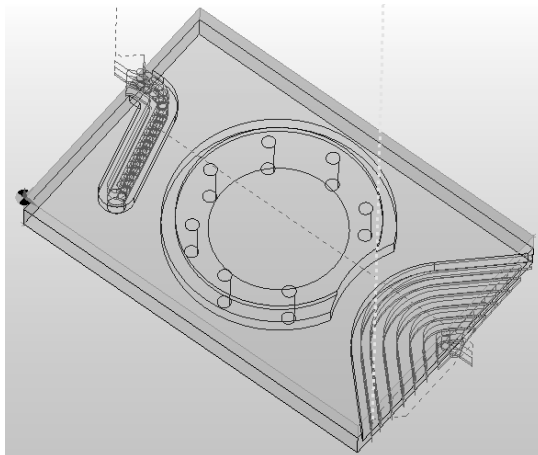
- Nastavenie parametrov v okne záložky *Základné* sa vykoná rovnako ako predchádzajúcich úlohách nastavenie *Rozstup riadok u steny* sa nevyplní a v okne záložky *Výšky / Hĺbky* sa nastaví *Cieľová hĺbka* a *Hĺbka záberov*, v okne *zarezanie* sa začiarke *Trochoidné – odvalom* (ostatné nenastavuje). *Obrázok 2.1.3.16*

- Odjazd nástroja do výmeny prevedieme kliknutím na ikonu *Do výmeny*



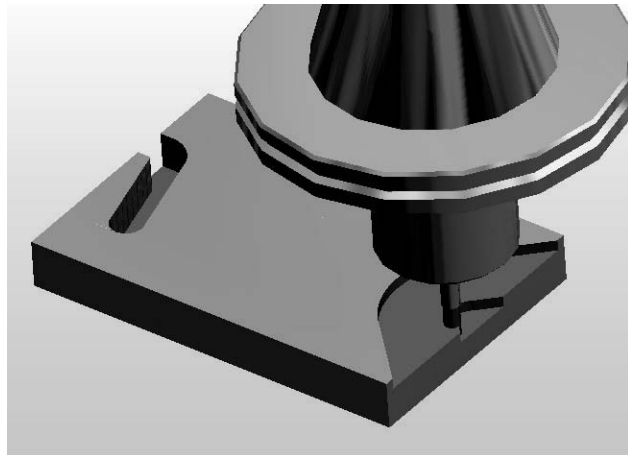
Obrázok 2.1.3.16

Vygenerované dráhy nástroja



Obrázok 2.1.3.17

Obraz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.3.18

Kontrolné otázky *Frézovanie hrubovaním- dutiny, otvorené dutiny a trochoidné frézovanie*

1. Popíšte spôsob odobratia materiálu v dutinách a vygenerujte dráhy obrábania.
2. Preved'te simuláciu.
3. Popíšte spôsob odobratia materiálu v otvorených dutinách a vygenerujte dráhy obrábania.
4. Preved'te simuláciu.
5. Vysvetlite čo sa skrýva pod pojmom trochoidné obrábanie.

2.1.4 Dokončovacie obrábanie

Pre dokončovacie obrábanie menej komplikovaných uzavretých aj otvorených profilov slúžia cykly frézovanie *Po 2D profile*, v prípade zložitejších úloh sa odporúča používať cyklus *Dokončenie po profiloch*, ktorý podobne ako cyklus hrubovania umožňuje generovanie dráh nástrojov pomocou geometrie 2D.

A. Dokončovanie po 2D profile- uzatvorené profilované zámky (dutiny)

Cyklus Po 2D profilu slúži pre obrábanie dokončovacími operáciami po hrubovaní, alebo môže definovať samostatný cyklus s možnosťou nastavenia *Korekcia na polomer nástroja*. Podobne ako v *hrubovacích* cykloch je možné definovať obrábanie prvkov so šikmými stenami.

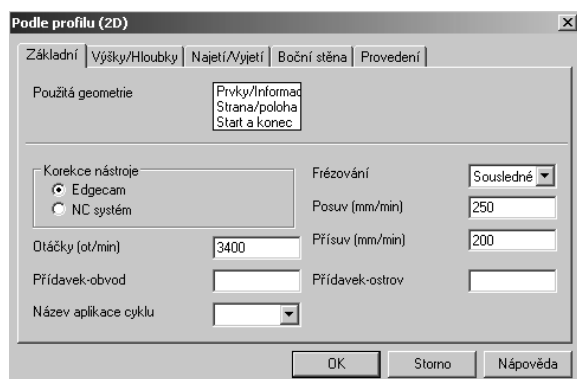
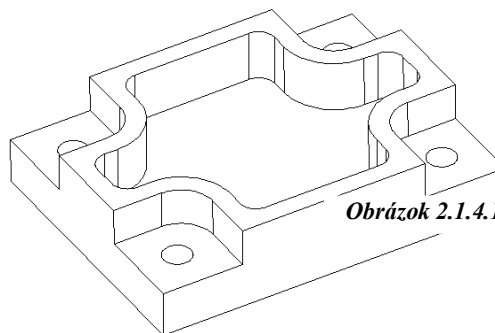
Pre demonštráciu problému dokončovacích operácii použijeme model vytvorený Obr. 2.1.4.1 a vypracujeme obrábací postup dokončovanie zámkov po 2D profile.

Drôtový 3D model vytvoríme už známym postupom, z výkresu importovaného vo formáte *.dwg .

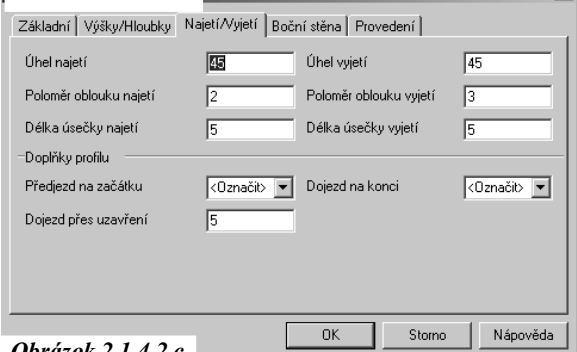
Definovanie postupu obrábania:

- Výber valcové frézy zo *Zásobníka nástrojov* pre obrábanie zámku, vyberieme valcovú frézu priemeru 6 mm (6mm Endmill - 4 Flute - 13A F30M).

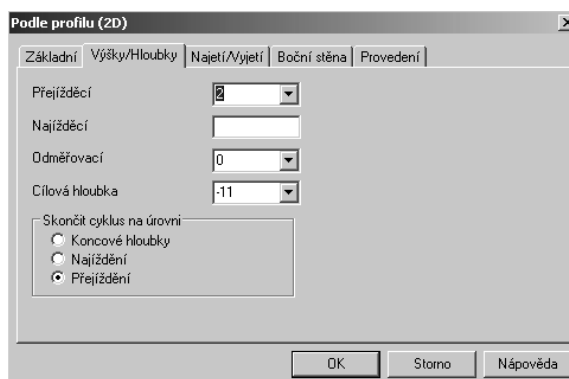
- Výber cyklu *Po 2D profile* - prevedenie príkazom z menu *Frézovanie - po 2D profile* alebo ikonou *Frézovanie profilom* z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Podľa profilu(2D)* so záložkami *Základné*, *Výšky / Hĺbky*, *Nábeh / Výbeh*, *Bočná stena*, *Vykonávacie voľby*



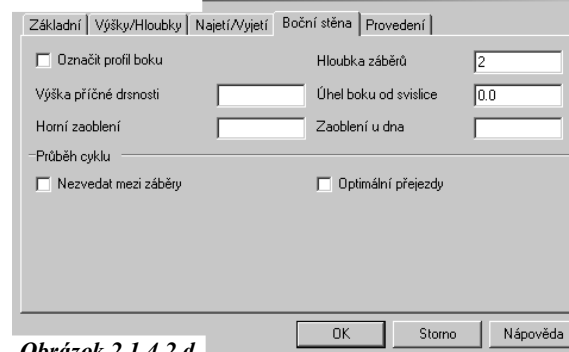
Obrázok 2.1.4.2 a



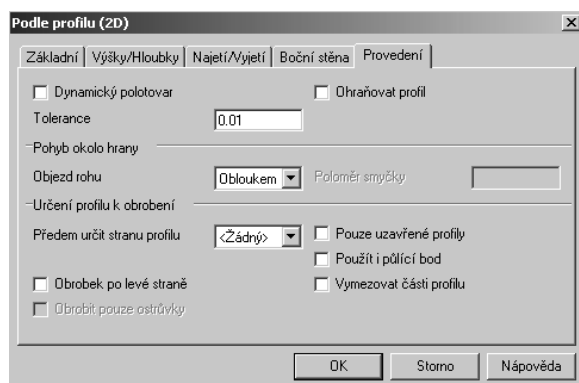
Obrázok 2.1.4.2 c



Obrázok 2.1.4.2 b



Obrázok 2.1.4.2 d



a) *Základné* - vybraný spôsob frézovania s definovaním NC kódu po *Ekvidištante*, alebo po *Geometrii profilu* s korekciou. *Obrázok 2.1.4.2 a*

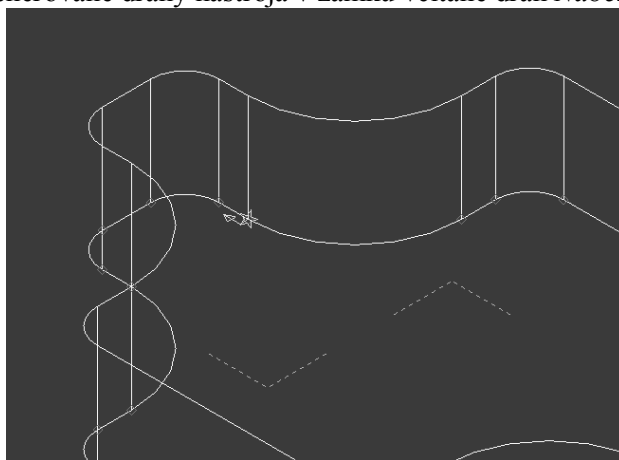
b) *Výšky / Hĺbky* - zvolenú rovinu pre bezpečný prejazd nástroja *Rychloposuvom*, odmernú rovinu určenú ako rovinu začiatku obrábania, cieľovú hĺbku odobratia materiálu v osi Z od odmernej roviny. *Obrázok 2.1.4.2 b*

c) *Nábeh / výbeh* - zvolenú dráhu nástroja pre nabehnutia (vybehnutia) do materiálu, dráhu tvoria oblúk definovaný polomerom s uhlom a priamou dĺžkou vetvy napojujúci sa pred oblúk (nábeh sa vytvorí v rovine XY), doplnky na profile určujú oddialenie alebo priblíženie bodu *Štartu* a *Konca* vzhľadom k nadefinovanému profilu. *Obrázok 2.1.4.2 c*

d) *Bočná stena* - parametre súvisiace s tvarom bočnej steny a hĺbkou záberov, optimalizáciou priebehu cyklu zaškrtnutím *Nezdvíhať medzi zábermi* a *Podrobné voľby* nedochádza k výbehu nástroja do roviny *Prejazd* pred nasledujúcou dráhou. *Obrázok 2.1.4.2 d*

e) *Výkonávacie voľby* - zvolenú stratégiu objazdu rohov, stranu profilu na obrábanie, zaškrtnutím *Iba uzavreté profily* sa určuje celá veľkosť zámku pre obrábanie, zaškrtnutím *Použiť aj poliaci bod* sa určuje bod *Štartu* napríklad stred úsečky. *Obrázok 2.1.4.2 e*

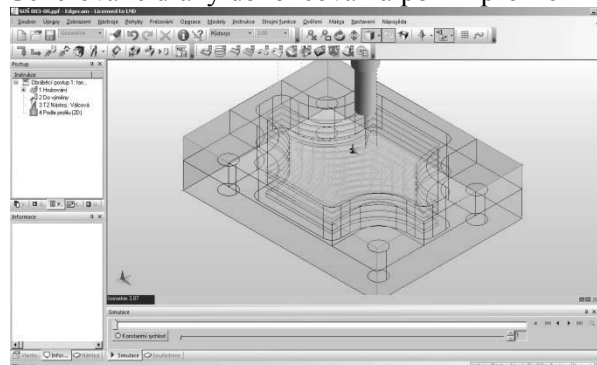
• Určenie geometrie vymedzujúce obrábanie oblasť definovanú jednotlivými prvkami alebo profilom, na obrazovke sa objaví pri profile šípka, ktorá znamená *Štart obrábania* a hviezdička, ktorá znamená *Koniec obrábania* *Obrázok 2.1.4.3*, *Štart* a *Koniec* obrábanie možno posunúť kliknutím ľavým tlačidlom na symbol, prípadne pri podržaní klávesy Ctrl -- posunúť súčasne *Štart* i *Koniec*. Po skončení príkazu sú vygenerované dráhy nástroja v zámku včítane dráh *Nábeh*



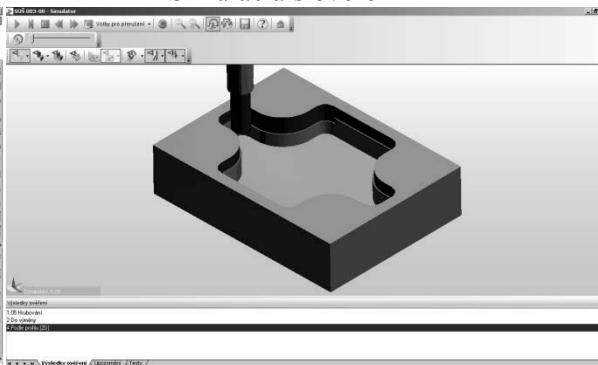
Obrázok 2.1.4.3

• *Odchod* nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM

Generované dráhy dokončovania po 2D profile

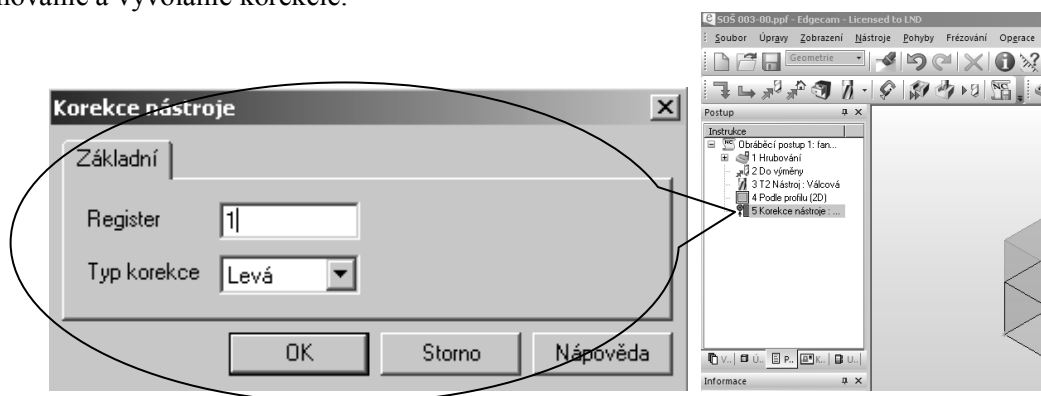


Simulácia s overením



Použitie korekcie

Príkaz *Korekcia* z menu *Nástroje* (Obrázok 2.1.4.5) v prípade cyklu po 2D profile má byť vyvolaný pred definovaným cyklom, môže byť vyvolaný aj neskôr a presunutý pred vlastný cyklus. Definovanie a vyvolanie korekcie:



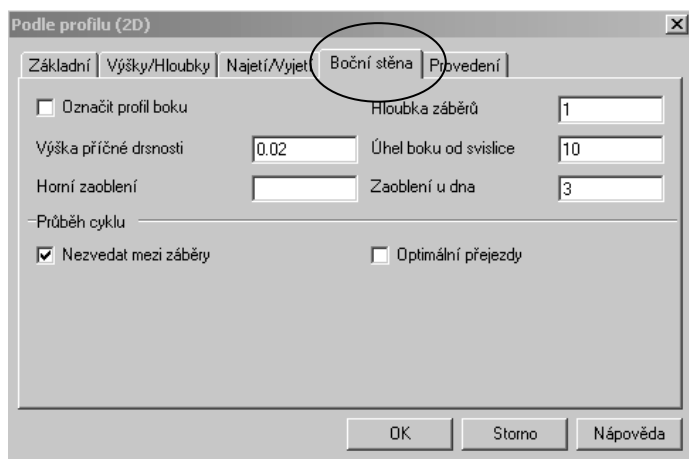
Obrázok 2.1.4.5

- Výber príkazu *Korekcia* z menu *Nástroje*
- Výber typu korekcie *Levá* alebo *Pravá* podľa potreby
- V záložke *Základné* v dialógovom okne *Cyklus- frézovanie po 2D profilu* vyberieme spôsob *Posunutie nástroja - NC- systém*, NC kód je v tomto prípade generovaný ako súradnice geometrie profilu, na obrazovke sú vygenerované 2 dráhy - jedna dráha pre využitie v module *Simulácia* a druhá dráha zodpovedajúce *Geometrii profilu*. Pri voľbe *Ekvidistanta* je vygenerovaná dráha už posunutá o polomer nástroja.

Tento istý problém je možné riešiť aj v prípade, že zámok má zvislé steny definované uhlom.

Definovanie postupu obrábania:

- Výber guľovej frézy zo *Zásobníka nástrojov* pre dokončovanie, vyberieme guľovú frézu priemeru 6 mm (6mm Solid Carbide Ballnose).
- Výber cyklu po 2D profile - prevedenie príkazom z ponuky *Frézovanie - po 2D profile*, alebo ikonou *Frézovanie profilom* z panela nástrojov *Frézovanie*, sa otvorí dialógové okno *Podľa profilu(2D)*.
- Nastavenie parametrov v okne záložky *Základné*, *Výšky / Hĺbky*, *Nábeh /-Výbeh* a *Vykonávacie voľby* sa vykoná rovnako ako v predchádzajúcom príklade, okno záložky *Bočná stena* sa nastaví podľa obrázku 2.1.4.6.



Zadaním hodnoty *Výška příčné drsnosti* (napr. 0.02) možno zhustiť riadky dráh - hodnota predstavuje max. výšku materiálu, ktorá môže zostať medzi susednými riadkami dráh.

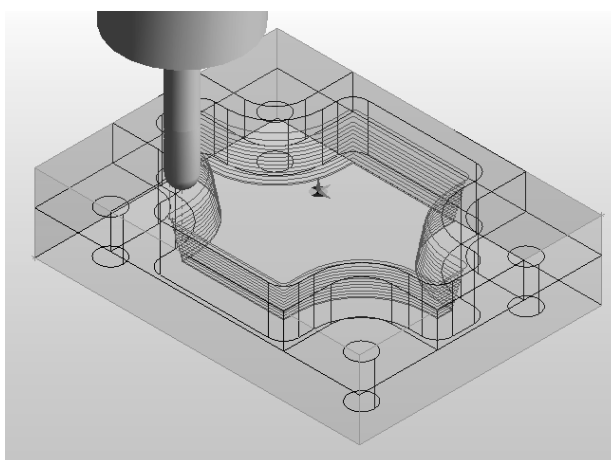
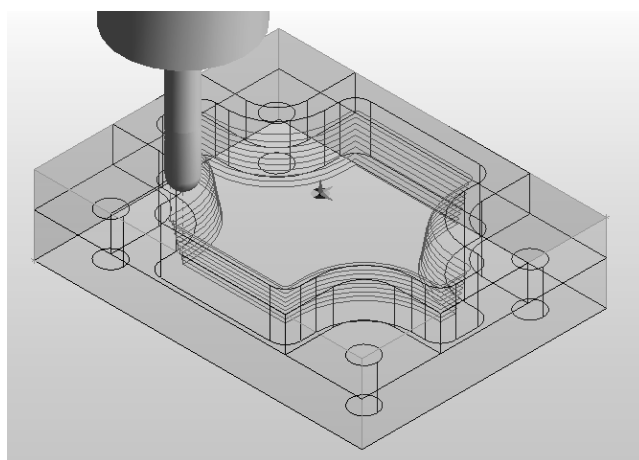
- Určenie geometrie vymedzujúce obrábanú oblasť dvojklikom na ľubovoľný prvok profilu zámku.

Obrázok 2.1.4.6

- Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu Do výmeny z panela nástrojov CAM

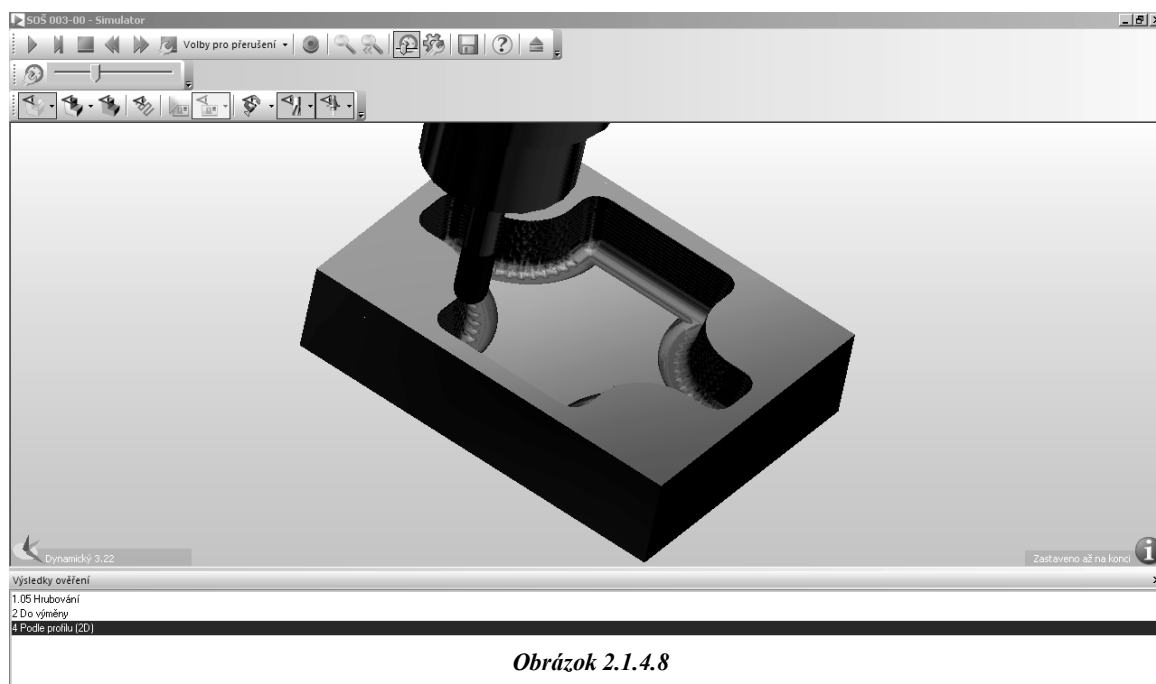
Vygenerované dráhy nástroja bez

a s definovaním výšky priečnej drsnosti



Obrázok 2.1.4.7

Obráz po simulácii s overovaním



Obrázok 2.1.4.8

Kontrolné otázky Frézovanie dokončováním- Dokončovanie po 2D profile- uzatvorené profilované zámky (dutiny)

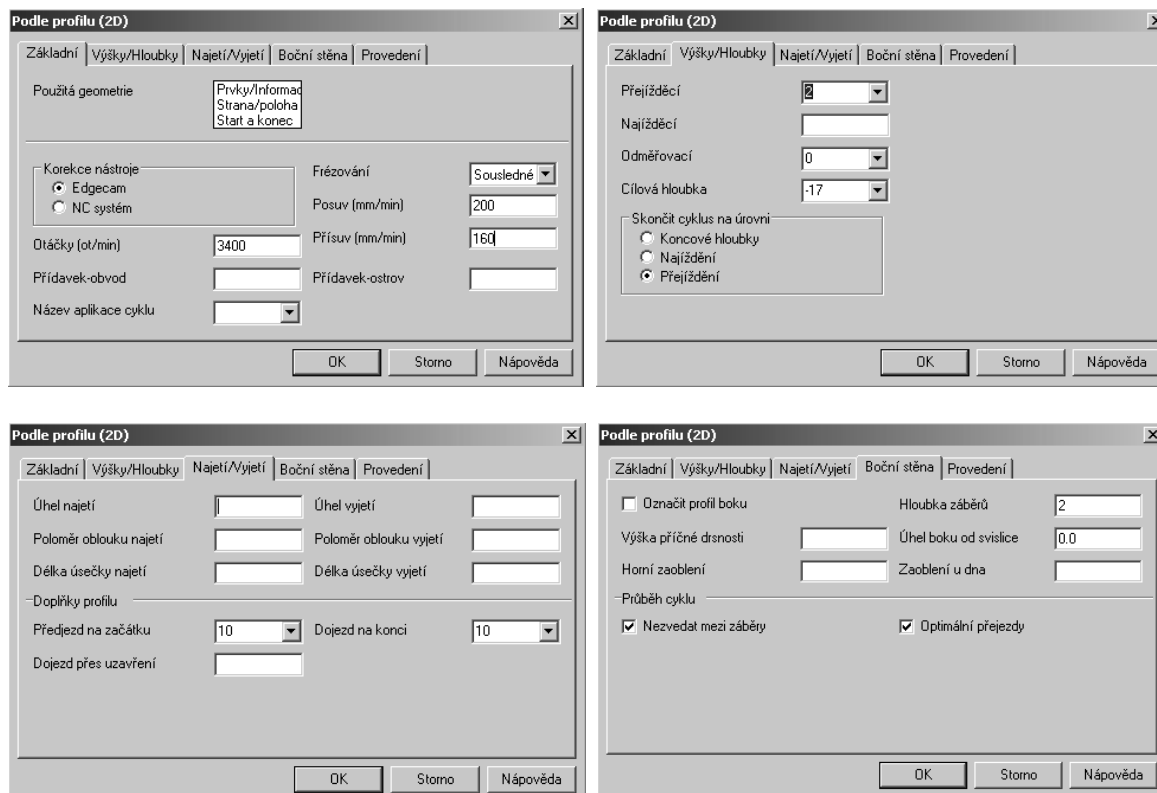
1. Popíšte spôsob odobratia materiálu na čisto podľa definovaného profilu a vygenerujte dráhy obrábania.
2. Preved'te simuláciu.
3. Popíšte spôsob odobratia materiálu na čisto v profilových dutinách a vygenerujte dráhy obrábania.
4. Preved'te simuláciu.
5. Vysvetlite význam a použitie korekcie nástroja pri CNC obrábání.

B. Dokončovanie Po 2D profilu - otvorené zámky (dutiny)

Model pre cyklus obrábanie dokončováním po 2D profilu otvorených zámkov súčasti použijeme pre demonštráciu cyklu s kapitoly 2.1.3 Hrubovanie podkapitoly Hrubovanie vo vrstvách- otvorené zámky (dutiny)

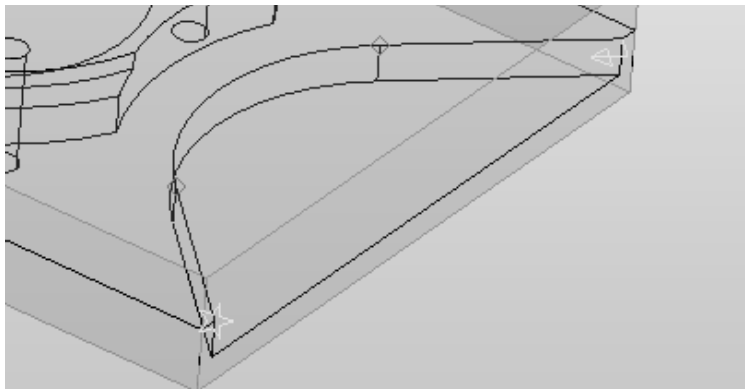
Definovanie postupu obrábania:

- Výber valcovej frézy zo *Zásobníka nástrojov* pre dokončovanie, vyberieme valcovú frézu priemeru 6 mm
- Výber cyklu *Po 2D profile* - prevedenie príkazom z ponuky *Frézovanie - Po 2D profile* alebo ikonou *Frézovanie Profilom* z panela nástrojov *Frézovanie*
- Nastavenie parametrov v okne záložiek *Základné*, *Výšky / Hĺbky*, *Nábeh / Výbeh* a *Bočná stena* podľa obrázkov:



Obrázok 2.1.4.9

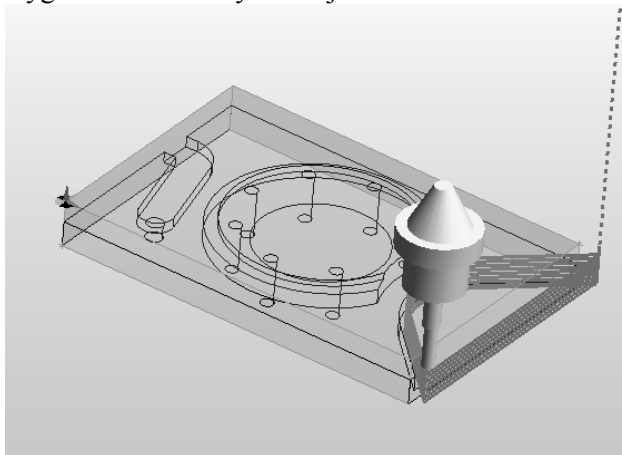
- Určenie Geometrie vymedzujúcej obrábanie oblasť kliknutím na prvý a posledný krajný prvok profilu otvorený zámok s využitím príkazu *Reťaz Od-Do* z panela nástrojov *Manipulácia* (zadáme najskôr), správne označenie štartovacieho bodu vnútri profilu presunutím k druhému krajnému prvku



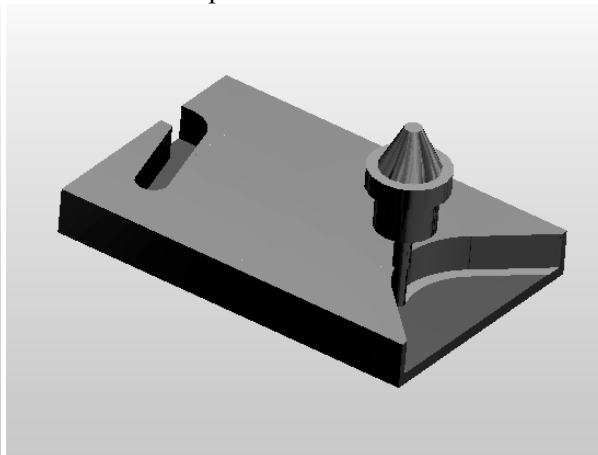
Obrázok 2.1.4.9

- Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM

Vygenerované dráhy nástroja



Obraz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.4.11

Kontrolné otázky *Frézovanie dokončovaním- Dokončovanie Po 2D profilu - otvorené zámky (dutiny)*

1. Popíšte spôsob odobratia materiálu na čisto podľa otvoreného definovaného profilu a vygenerujte dráhy obrábania.
2. Preved'te simuláciu.

2.1.5 Frézovanie drážok

Obrábanie drážok možno definovať príkazom *Drážky* z menu *Frézovanie* alebo ikonou *Frézovanie Drážky* z panela nástrojov *Frézovanie*. Obrázok 2.1.5.1

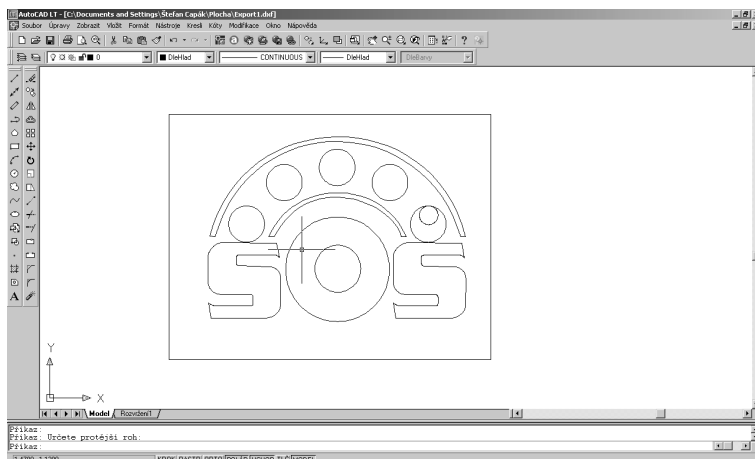
V cykle *Drážky* je nástroj vedený stredom po označenom profile, profil môže byť uzatvorený alebo otvorený a v cykle možno využiť dve *Stratégie obrábania* - *2D alebo 3D*. Ak v jednom cykle obrábania je niekoľko drážok, môžeme definovať spôsob prejazdu medzi nimi parametrom *Spôsob prejazdu*.



Obrázok 2.1.5.1

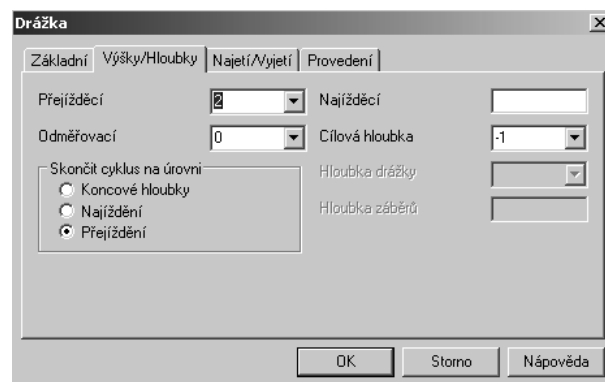
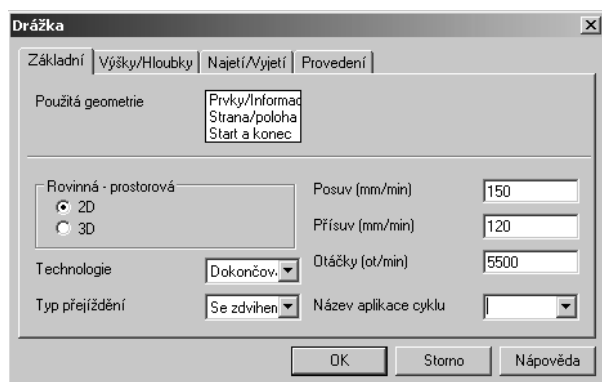
Frézování drážky

Pre demonštráciu problému frézovania drážok použijeme model vytvorený importom dát z výkresu ,ktorý bol vytvorený v Autodesk AutoCAD v.2002 Obrázok 2.1.5.2 a vypracujeme obrábací postup.



Definovanie postupu obrábania:

- Výber frézy zo *Zásobníka nástrojov*, vyberieme drážkovaciu frézu priemeru 1 mm (1mm Slot Drill - 2 flute - IC250)
- Výber cyklu *Drážky* z menu *Frézovanie* alebo ikonou *Frézovanie Drážky* z panela nástrojov *Frézovanie*.
- Nastavenie parametrov v okne záložiek *Drážka Základné* a *Výšky / Hĺbky* podľa obrázkov:

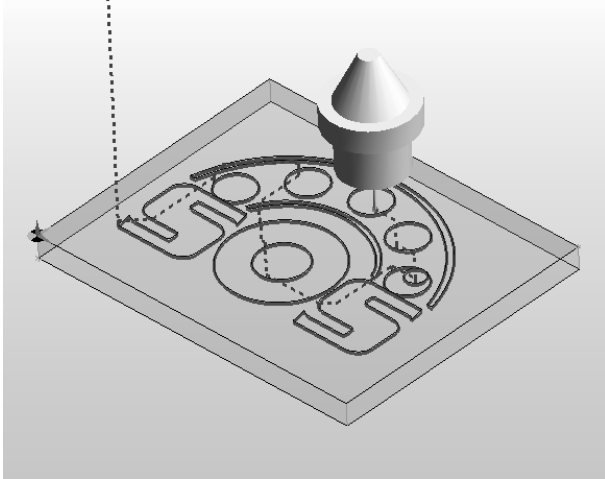


Obrázok 2.1.5.3

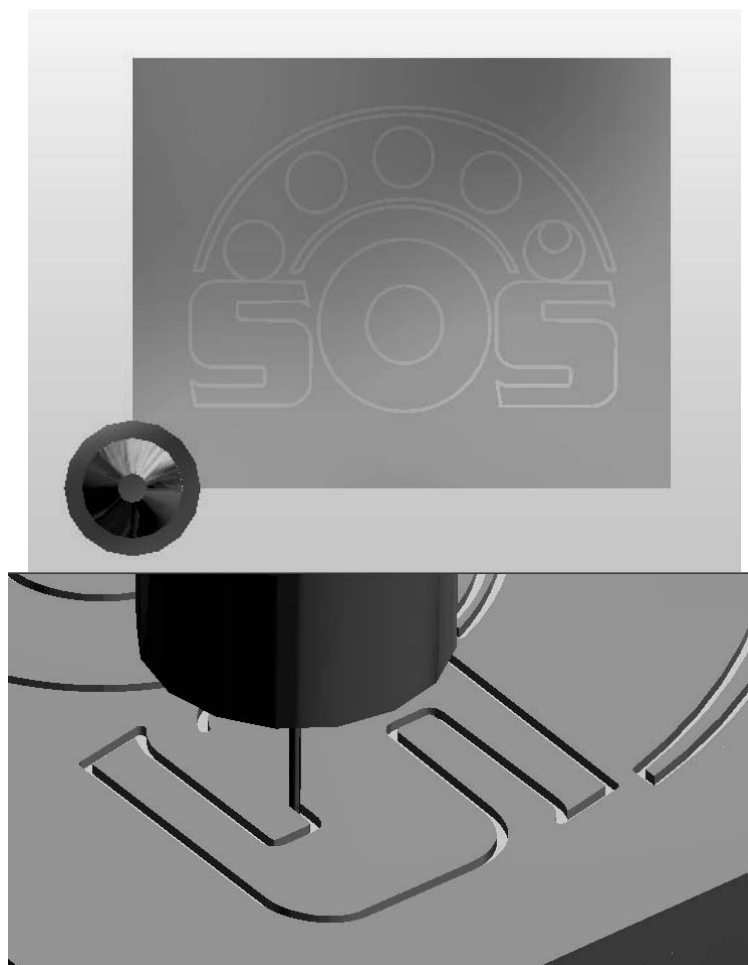
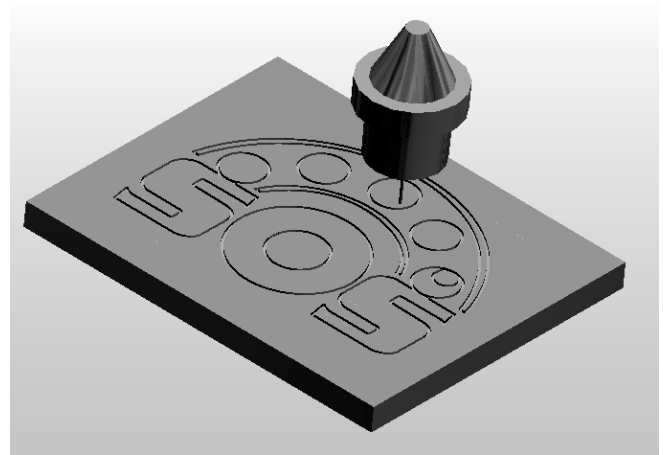
Výber Geometria profilu obrazca pre obrobenie a *Enter*, sú vygenerované *Počiatky* a *Konce* dráh a dráhy nástrojov

Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM

Vygenerované dráhy nástroja



Obraz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.5.4

Kontrolné otázky *Frézovanie DRÁŽIEK*

1. Popíšte možnosti frézovania drážiek v systéme EdgeCAM.
2. Preved'te vytvorenie drážky podľa modelu.

2.1.6 Frézovanie textov

Pri obrábaní rôznych súčastí nastáva potreba v konečnej fáze vyfrézovať nápis alebo číslo. Text pre obrábanie môže byť vytvorený v EdgeCAM, nahraný z iného programu CAD alebo textového súboru. Písmo vo Windows (True Type) má určenú hrúbku, parametre typu Kurzíva, tučné alebo Zrkadlenie možno nastaviť ako vlastnosti. Podľa použitej metódy obrábanie môžeme získať nápis hĺbkový alebo vyvýšený

A. Frézovanie hĺbkového textu

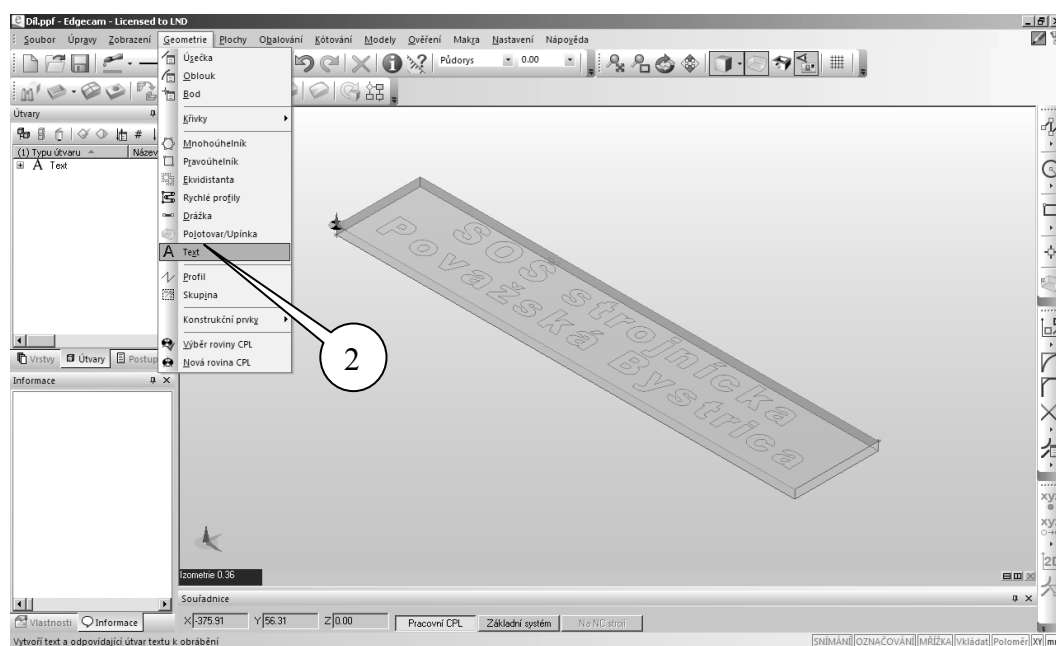
Vypracujeme obrábací postup pre cyklus obrábanie hĺbkového nápisu **SOŠ strojnícka Považská Bystrica**, nápis definujeme True Type(1) z ponuky *Geometria* príkazom *Text*, (2) vyberieme písmo Arial Black(3) a výšku písma 50(4), k vybranému nápisu definujeme polotovar hranol hĺbky 20 mm.



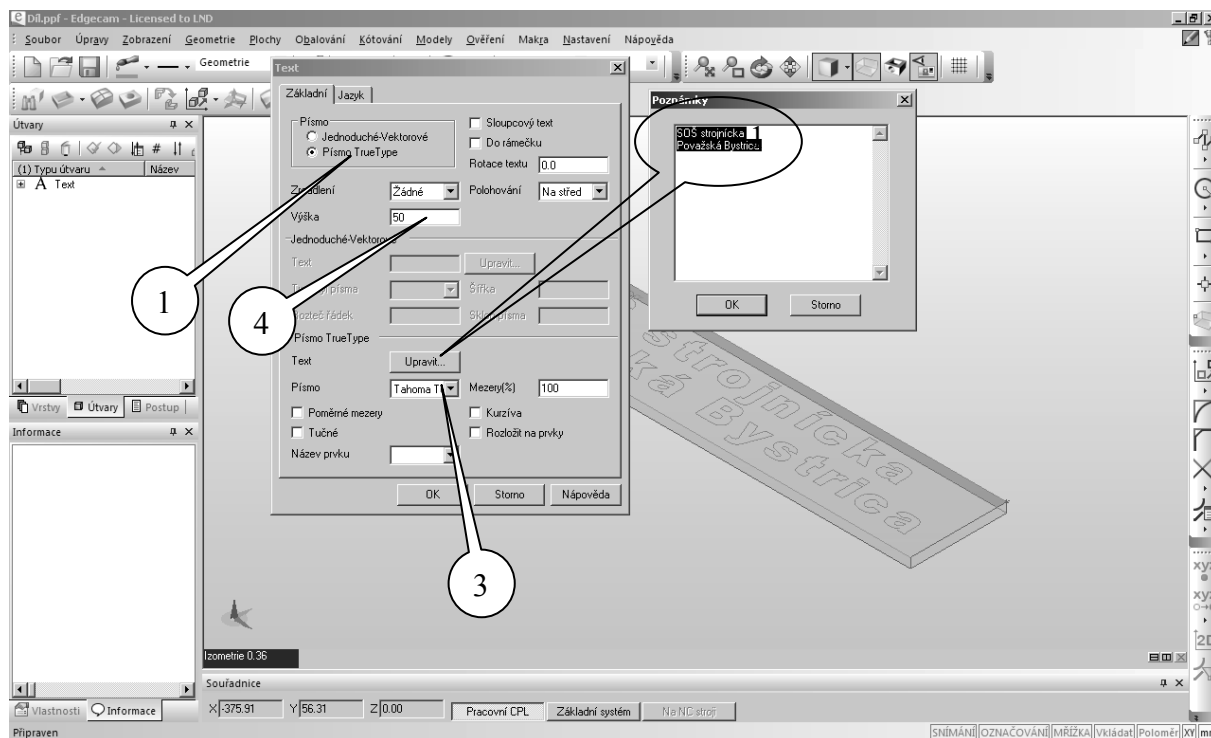
Obrázok 2.1.6.1

Definovanie postupu obrábania:

- Výber frézy zo Zásobníka nástrojov, vyberieme drážkovaciu frézu priemeru 4 mm (4mm Slot Drill - 2 flute - IC250)
- Výber cyklu hrubovanie vo vrstvách - prevedenie príkazom z ponuky *Frézovanie- hrubovanie* alebo ikonou hrubovanie vo vrstvách z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Hrubovanie*.
- V záložke *Základné* označíme Typ geometrie *Drôtová* a polotovar *Žiadny*.
- V záložke *Výšky / Hĺbky* napíšeme *Príjazd 2*, *Odmeriavacia rovina 0* a *Cieľová hĺbka -2*.
- Označenie *Geometrie* pre obrábanie kliknutím na nápis SOŠ STROJNÍCKA POVAŽSKÁ BYSTRICA.
- Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM

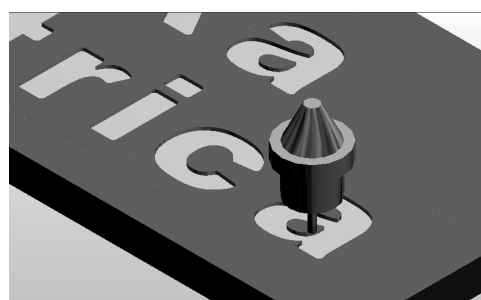
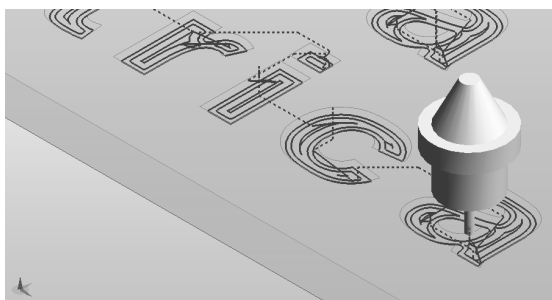


Obrázok 2.1.6.2



Vygenerované dráhy nástroja

Obraz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.6.4

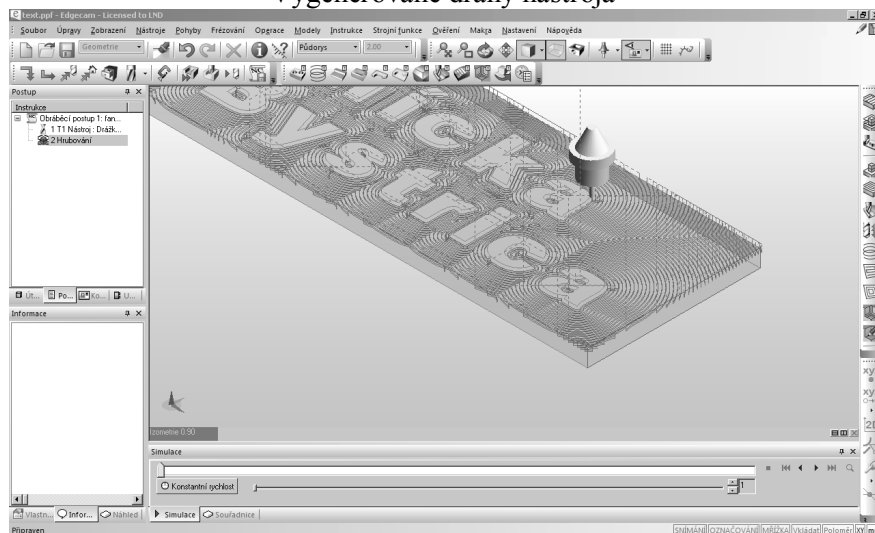
B. Frézovanie vystúpeného textu

Na demonštráciu vytvorenia vystúpeného textu použijeme model s predchádzajúcej kapitoly a vypracujeme obrábací postup pre cyklus obrábanie vystúpeného nápisu **SOŠ strojnícka Považská Bystrica**, nápis definujeme True Type z ponuky *Geometria* príkazom *Text*, vyberieme písmo Arial Black a výšku písma 50, k vybranému nápisu definujeme polotovár Hranol hĺbky 20 mm.

Definovanie postupu obrábania:

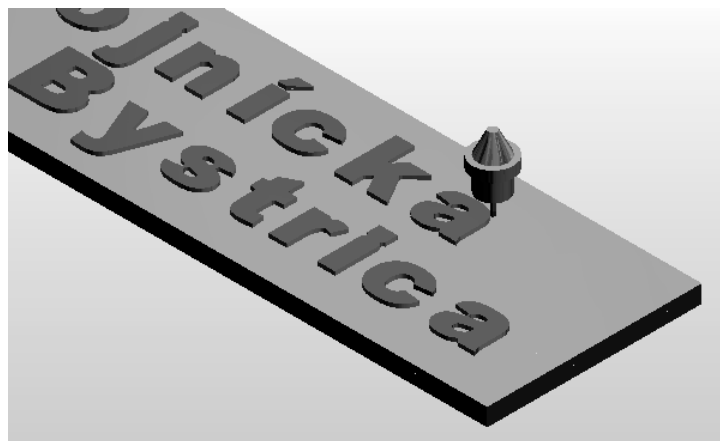
- Výber frézy zo Zásobníka nástrojov, vyberieme drážkovaciu frézu priemeru 4 mm (4mm Slot Drill - 2 flute - IC250)
- Výber cyklu *Hrubovanie vo vrstvách*
- V záložke *Základné* označíme typ geometrie *Drôtová* a polotovár *Profil*
- V záložke *Výšky / Hĺbky* napíšeme *Prejazd 10*, *Odmeriavacia rovina 0* a *Cieľová hĺbka -2*
- Označenie geometrie pre obrábanie kliknutím na nápis **SOŠ STROJNÍCKA POVAŽSKÁ BYSTRICA** a označíme polotovár dvojklikom na horný prvok profilu polotovaru
- Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM

Vygenerované dráhy nástroja



Obrázok 2.1.6.5

Obráz po simulácii s overením



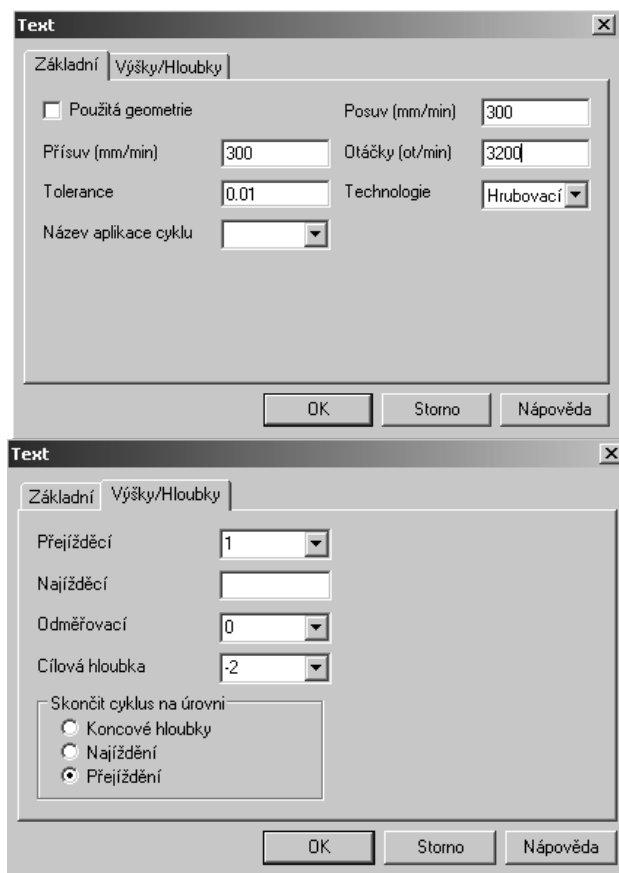
Obrázok 2.1.6.6

C. Frézovanie vektorového textu

Na demonštráciu vytvorenia vektorového textu použijeme model s predchádzajúcej kapitoly a vypracujeme obrábací postup pre cyklus obrábanie vektorového nápisu **SOŠ strojnícka Považská Bystrica**, nápis definujeme *Jednoduché - Vektorové* z ponuky *Geometria* príkazom *Text*, vyberieme písmo *standard* a výšku písma 50, k vybranému nápisu definujeme polotovar *Hranol* hĺbky 20 mm.

Definovanie postupu obrábania:

- Výber frézy zo *Zásobníka nástrojov*, vyberieme drážkovaciu frézu priemeru 4 mm (4mm Slot Drill - 2 flute - IC250)
- Výber cyklu *Texty* z menu *Frézovanie*
- Nastavenie parametrov v okne záložiek *Základné*, *Výšky / Hĺbky* v dialógovom okne *Frézovanie Textu* podľa obrázkov (Obrázok 2.1.6.7):

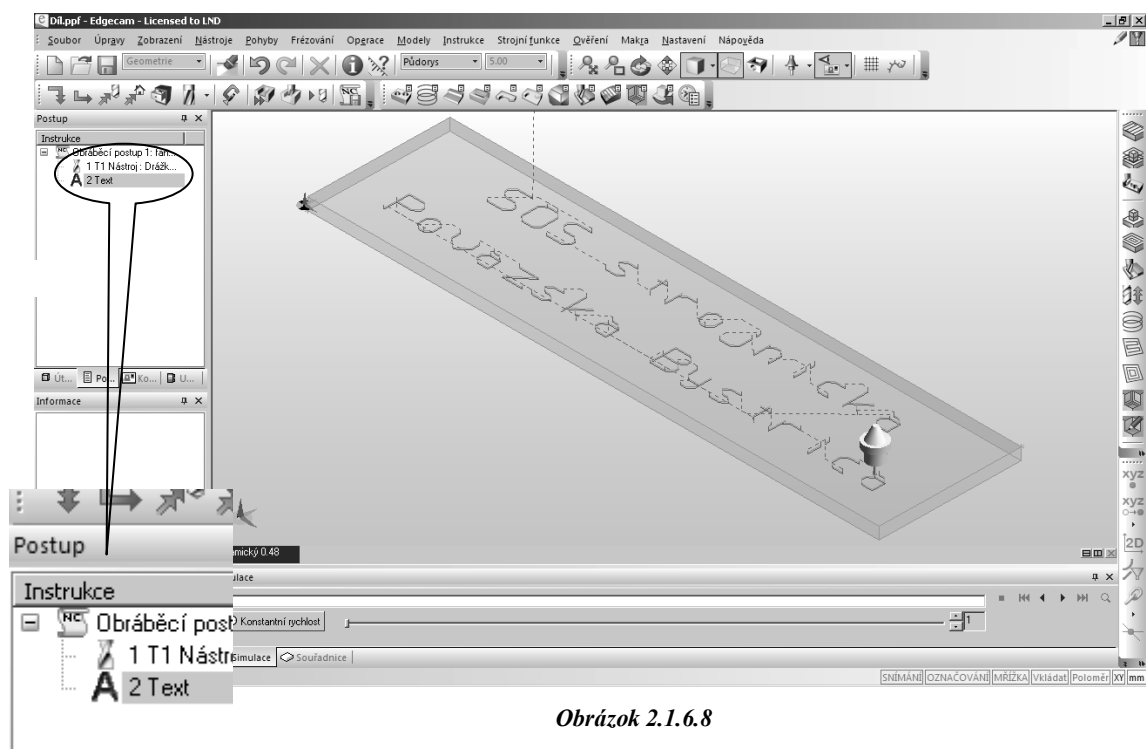


Obrázok 2.1.6.7

- Označenie Geometrie pre obrábanie kliknutím na nápis **SOS strojníčka Považská Bystrica**

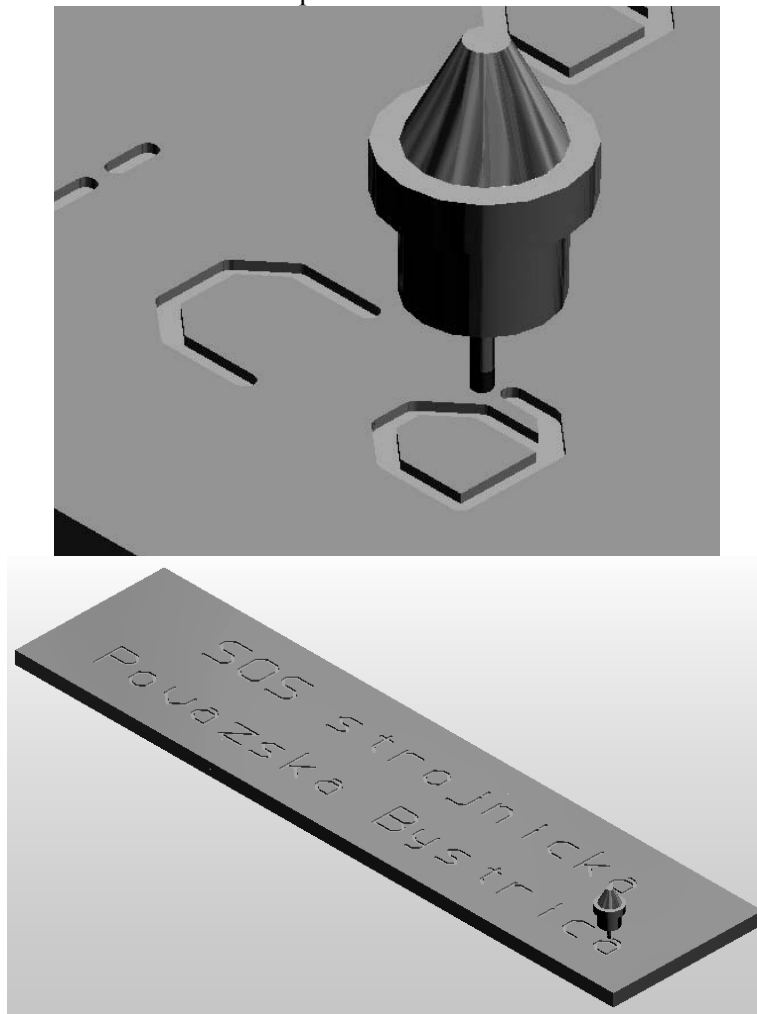
Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov CAM

Vygenerované dráhy nástroja Obráz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.6.8

Obráz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.6.9

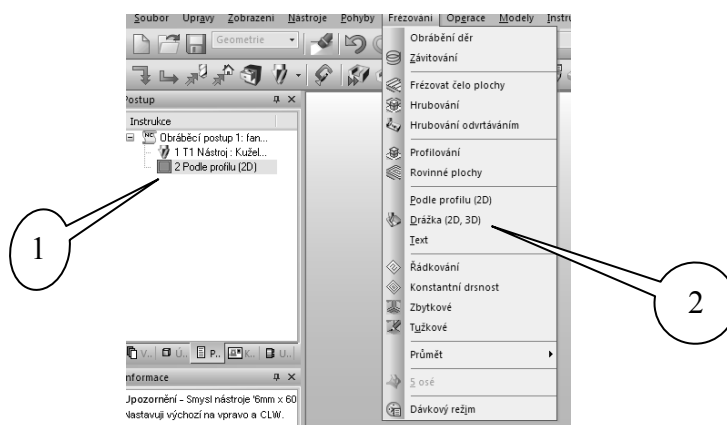
Kontrolné otázky *Frézovanie TEXTOV*

1. Preved'te frézovanie ľubovoľného textu v ASCII (jednoduchý text)kóde v systéme EdgeCAM.
2. Preved'te simuláciu
3. Preved'te frézovanie ľubovoľného textu *True Type* v systéme EdgeCAM.
4. Preved'te simuláciu.
5. Preved'te frézovanie ľubovoľného textu *True Type* vystúpeného v systéme EdgeCAM.
6. Preved'te simuláciu.

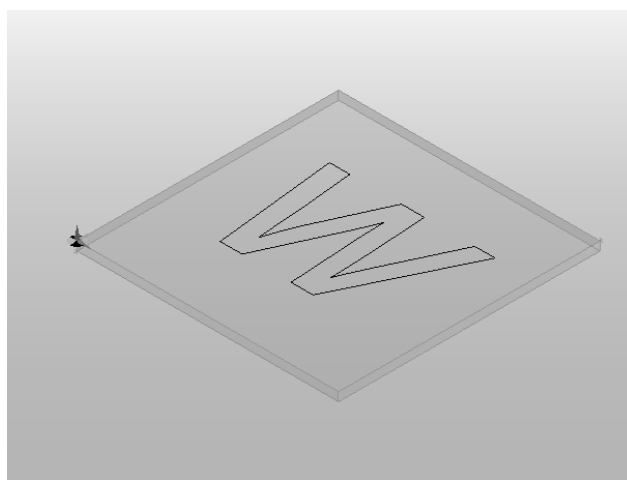
2.1.7 Gravírovanie

EdgeCAM umožňuje využiť pre gravírovanie geometrie cyklus *Po 2D profile*, aby bola vytvorená správne dráha nástroja, je potrebné označiť nastavenie *Vrátane ohrenenia profilu* v záložke *Vykonávacie voľby*. Pre gravírovanie možno používať iba kužeľové frézy. Cyklus *Po 2D profile* s kužeľovou frézou možno využiť ako dokončovacie obrábanie po predchádzajúcom hrubovaní.

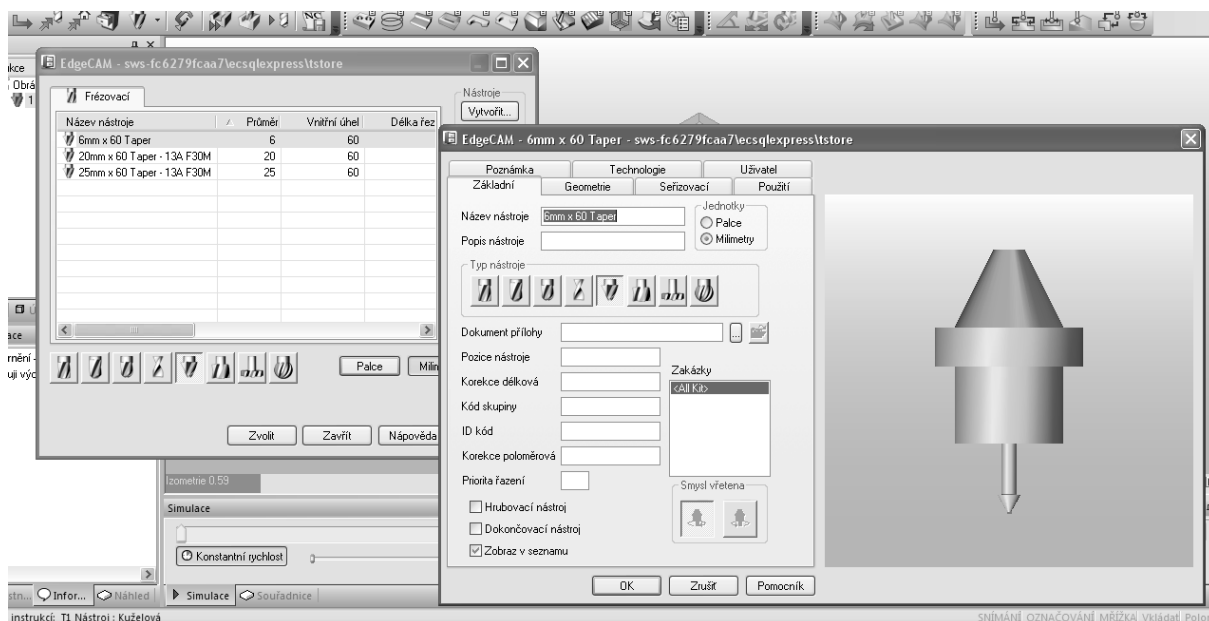
Nakreslite geometriu v tvare písmena W podľa obrázka, vytvorte polotovar tvaru Hranol hĺbky 10 *Obrázok 2.1.7.2*, nastavte nový obrábací postup v CAM (1)pre gravírovanie a definujte gravírovanie v cykle *Po 2D profile* (2)obrobku. *Obrázok 2.1.7.1*



Obrázok 2.1.7.1



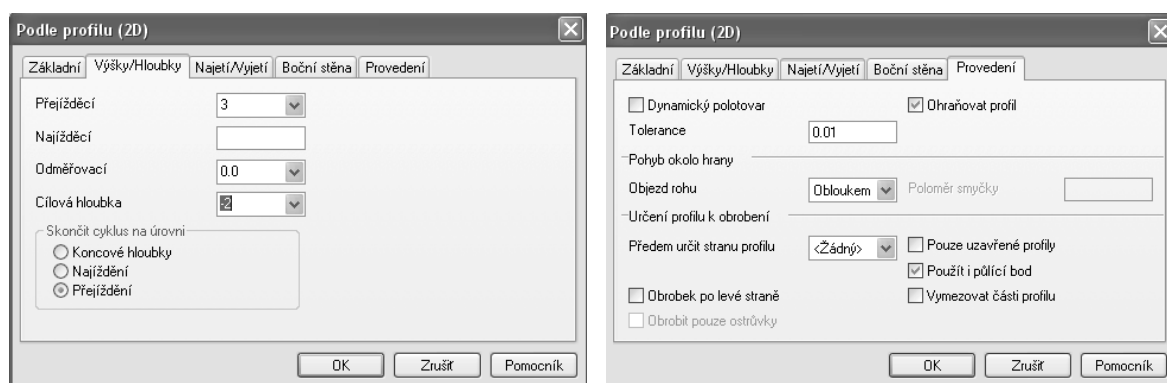
Obrázok 2.1.7.2



Obrázok 2.1.7.3

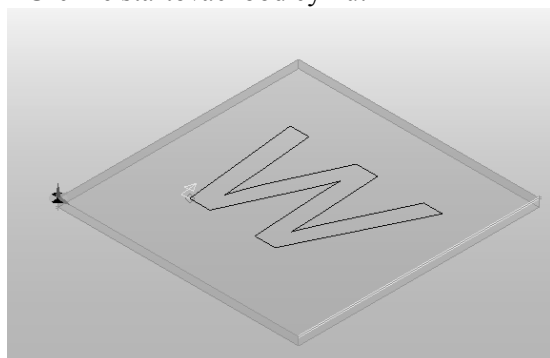
Definovanie postupu obrábania: Výber frézy zo *Zásobníka nástrojov*, vyberieme kuželovú frézu priemeru 6 mm *Obrázok 2.1.7.3*. Výber cyklu *Po 2D profile*- prevedenie príkazom z ponuky *Frézovanie - Po 2D profile* alebo ikonou *Frézovanie Profíлом* z panela nástrojov *Frézovanie*

Nastavenie parametrov v okne záložiek *Výšky- Hĺbky* a *Vykonávacie voľby* podľa obrázkov (*Obrázok 2.1.7.4*):

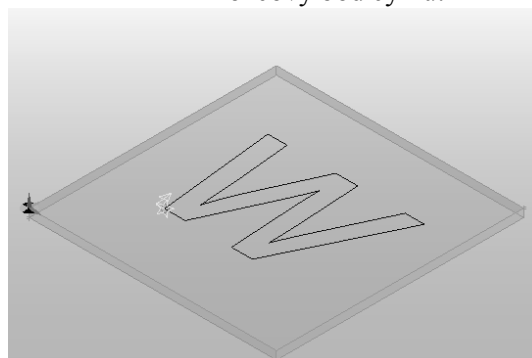


Obrázok 2.1.7.4

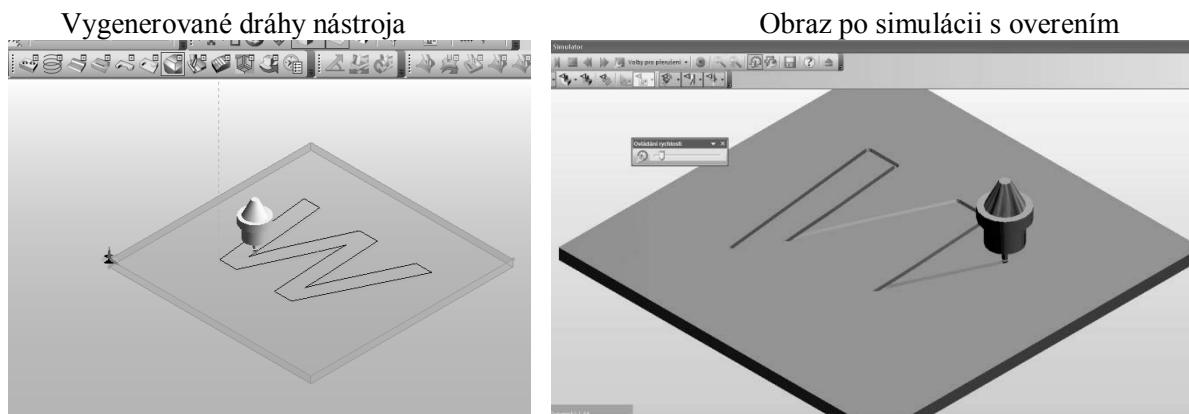
Určíme štartovací bod cyklu:



Koncový bod cyklu:



Obrázok 2.1.7.5



Obrázok 2.1.7.6

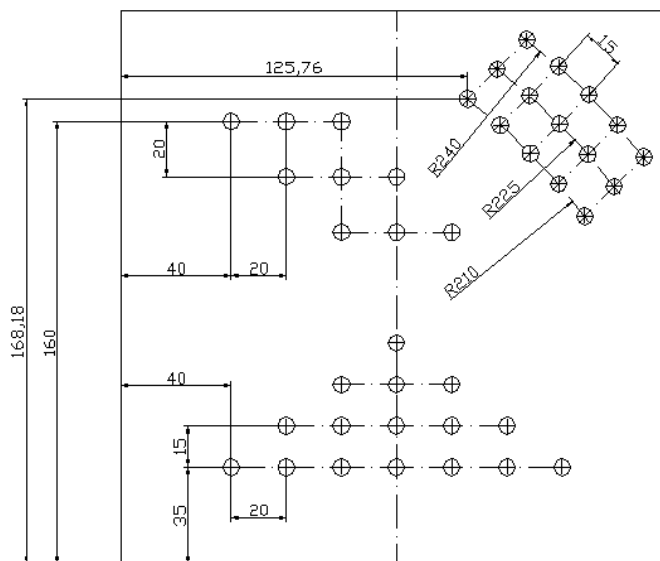
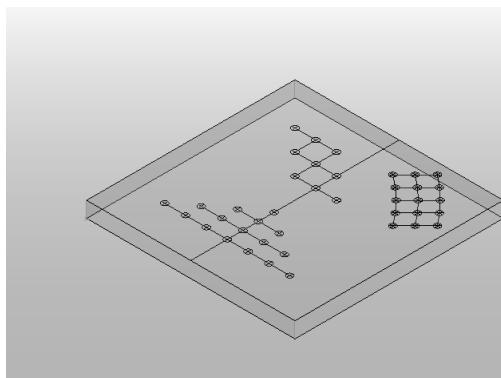
2.1.8 Vrtanie, vyhrubovanie, vyvrtávanie a závitovanie

Pre definovanie tvorby dier v **EdgeCAM** slúži cyklus *Vrtanie / závitovanie* z ponuky *Frézovanie*, ktorý zahŕňa rôzne spôsoby vrtania. Termínom *Vrtanie* označujeme všetky stratégie tvorby dier. Pribeh *Vrtacieho / Závitovacieho* cyklu je závislý na *Cieľovej hĺbke*. Pre definíciu tohto cyklu možno vybrať *2D geometriu* určenú bodmi, osami symetrie alebo oblúkmi. Pri vrtaní väčšieho počtu dier možno optimalizovať dráhy nástroja s cieľom minimalizovať prejazdy nástroja.

Nakreslite geometriu otvorov podľa obrázka, vytvorte polotovar tvare *Hranol* hĺbky 15mm, nastavte nový obrábací postup v *CAM* pre vrtanie a vypracujte obrábací postup pre cyklus *Vrtanie / závitovanie* obrobku.

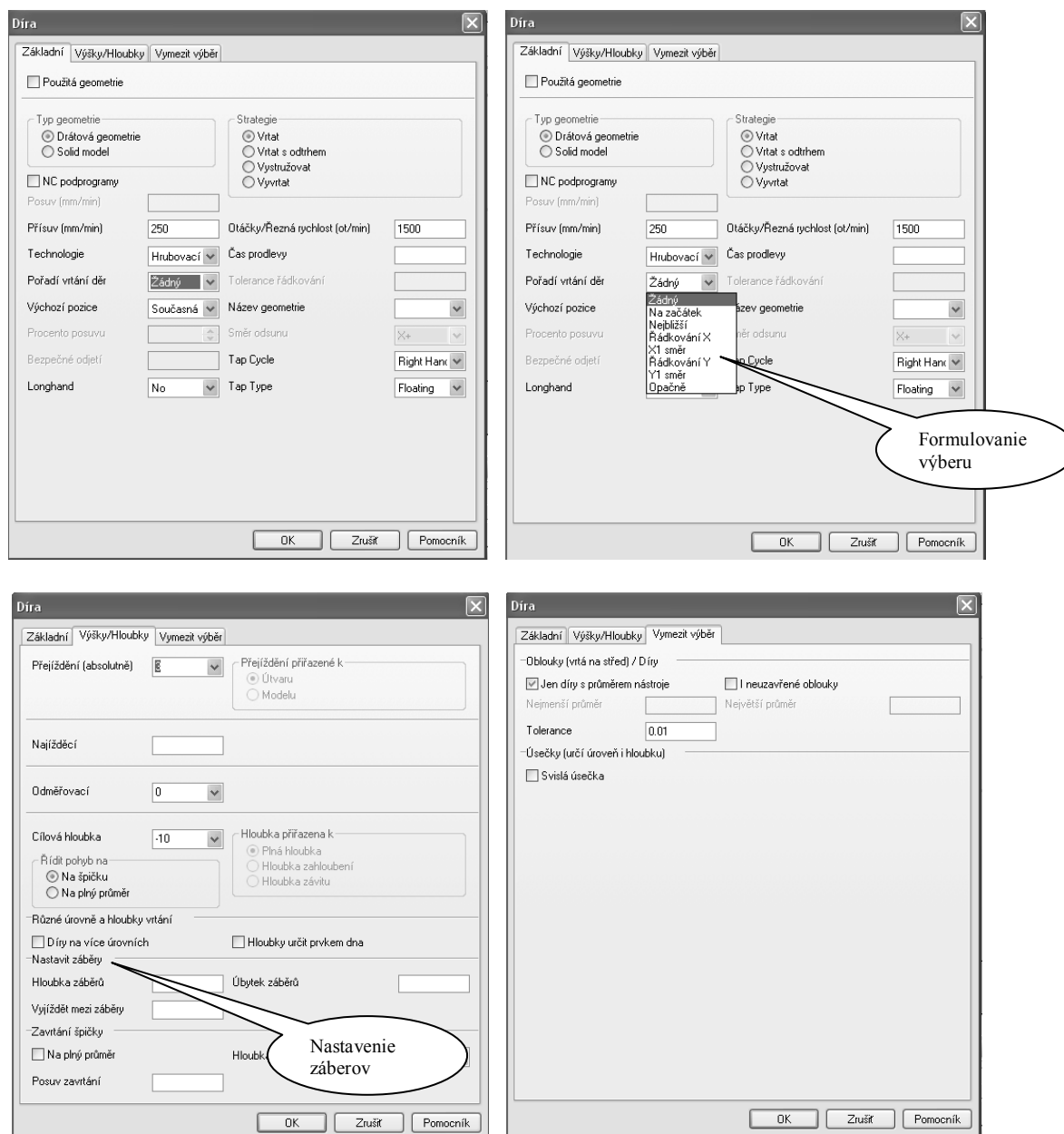
Definovanie postupu obrábanie:

- Výber vrtáka zo *Zásobníka nástrojov*, vyberieme vrták priemeru 6 mm, v dialógovom okne *Nástroj*, záložke *Ďalšie voľby* určíme riadenie pohybu *Na špičku* alebo *Na plný priemer*
- Výber cyklu *Vrtanie / závitovanie* z ponuky *Frézovanie* alebo ikonou *Vrtacie / Závitovacie* z panela nástrojov *Frézovanie*



Obrázok 2.1.8.1

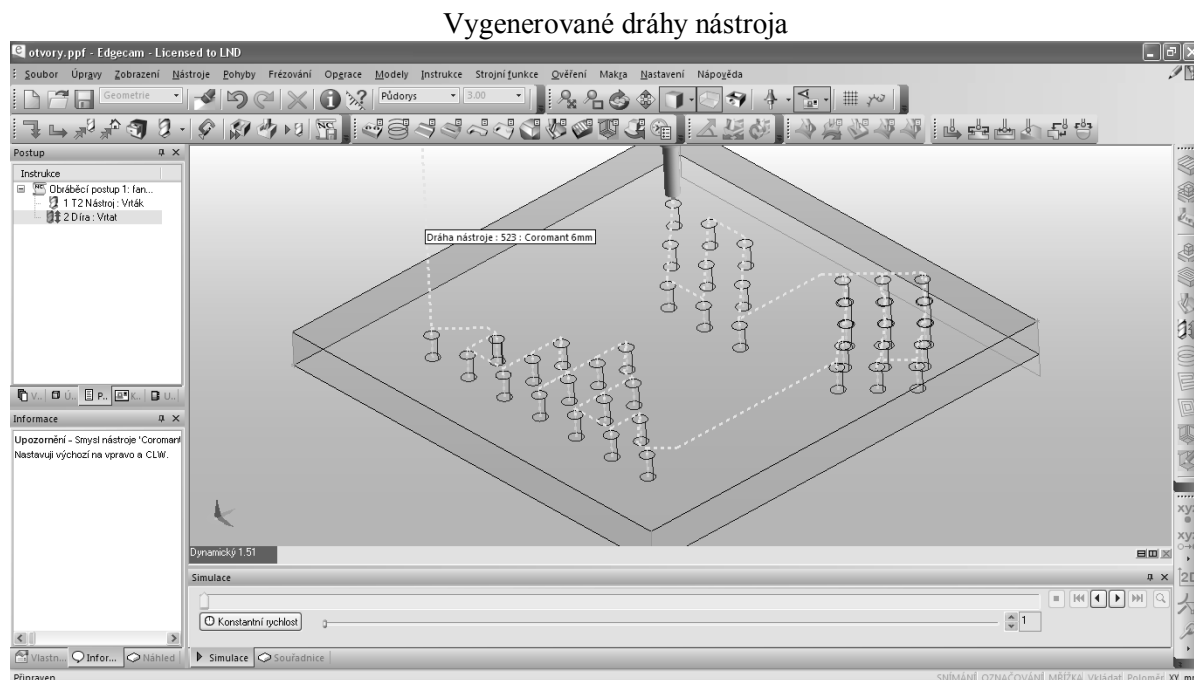
Nastavenie parametrov v okne záložiek *Základné*, *Výšky-Hĺbky*, *Nastaviť zábery* a *Sformulovať výber* podľa obrázkov(Obrázok 2.1.8.2):



Parametre v jednotlivých oknách záložiek definujú:

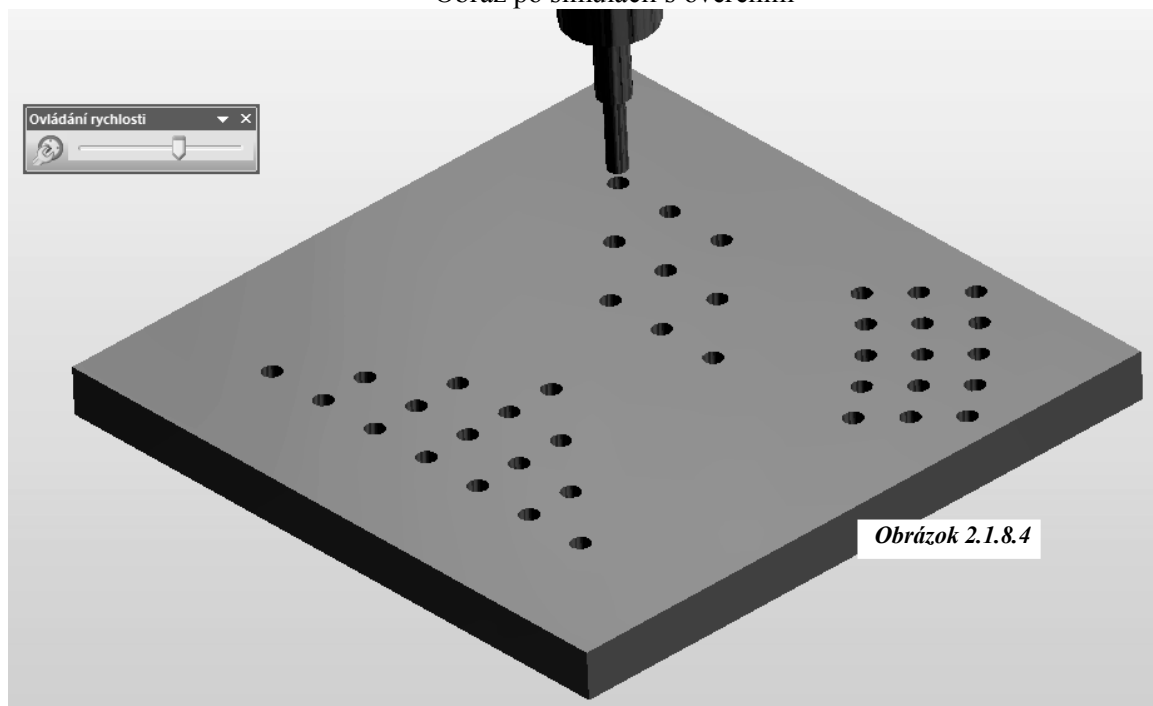
- Základné** - voľbu stratégie obrábanie (typu vrtacieho cyklu):
 - *Vrtat* - prosté vrtanie s výjazdom rýchloposuvom po každom zábere
 - *Vrtat s odtrhom* - s výjazdom po každom zábere o 1 mm
 - *Vystruhovat* - nábeh aj výbeh nástroje z *Cielové hlčky* prísuvom
 - *Vyvrtat* - po dosiahnutí *Cielové hlčky* nástroj podíde od povrchu otvoru a vyjde rýchloposuvom
 - *Závitovat* - závitník po dosiahnutí *Cielové hlčky* sa zastaví, zmení smer otáčania a vyjde prísuvom. V prípade vrtania veľkého počtu dier, ktoré sú viac vzdialené od seba, možno optimalizovať dráhy priecestí nastavením *Poradie vrtaných dier*.
- Výšky-Hĺbky** - zvolenú rovinu pre bezpečný *Príchod nástroja rýchloposuvom*, *Odmeriavaciu rovinu* určenú ako rovinu začiatku obrábania, *Cielovou hĺbkou* vrtania nástroja v osi Z od odmeriavacej roviny. Možno nastaviť aj rôzne úrovne a hĺbky vrtania. V prípade obrábania otvorov ležiacich v rôznych úrovňových rovinách program rozpozná ich počiatočnú úroveň a vrták obrába otvor do zadanej *Cielové hlčky* a vracia sa na úroveň *Príjazdu* v závislosti na úrovňovej rovine diery pri označení *Diera na viaceroch úrovniach*.

- c) **Nastaviť zábery** - veľkosť záberu (zahĺbenie) s možnosťou definovania úbytku každého nasledujúceho záberu a vzdialenosti spätného rýchloposuv
- d) **Sformulovať výber** - výber kritérií na označenie a určenie obrábaných dier
- Výber všetkých dier priemere 1 - 10 mm oknom
 - Odísť nástroja do výmeny kliknutím na ikonu Do výmeny z panela nástrojov CAM
- Vygenerované dráhy nástroja



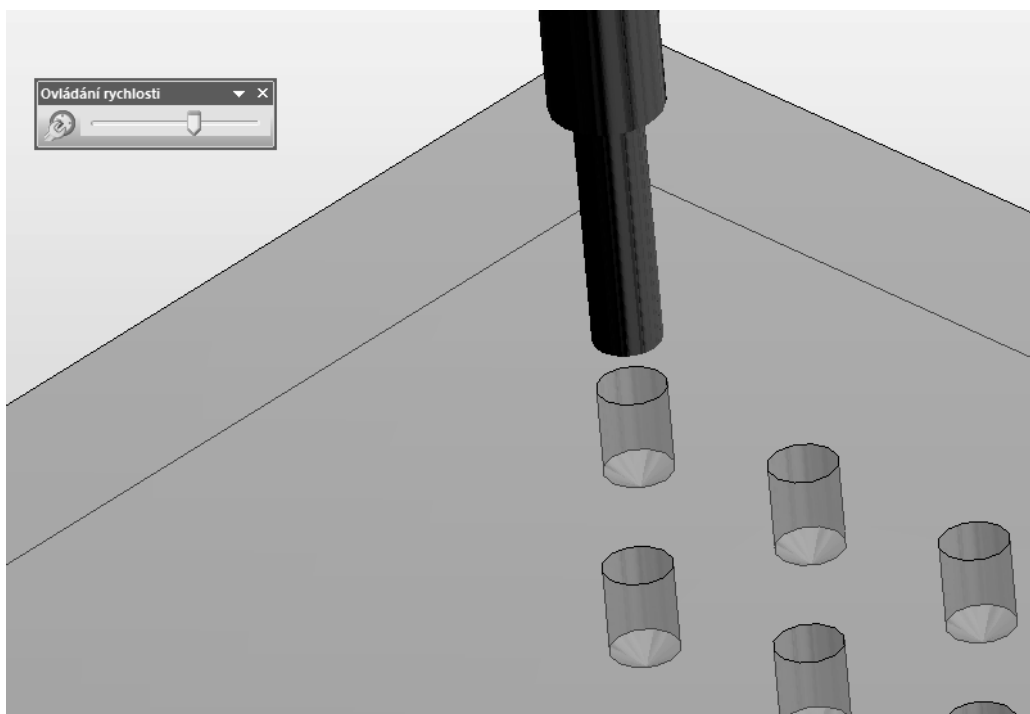
Obrázok 2.1.8.3

Obraz po simulácii s overením



Obrázok 2.1.8.4

Detail simulácie s overením



Obrázok 2.1.8.5

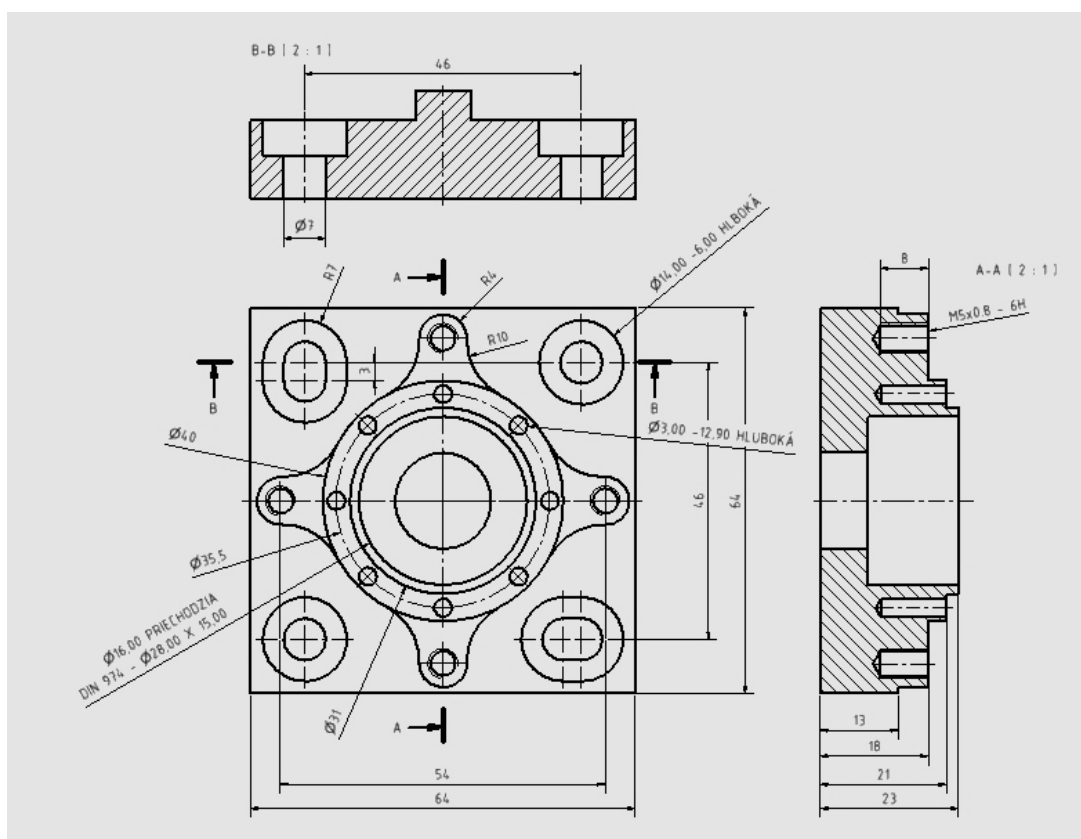
Kontrolné otázky *Frézovanie GRAVÍROVANÍM, VRTANIE, VYHRUBOVANIE, VYVRTÁVANIE A ZÁVITOVANIE*

1. Preved'te gravírovanie ľubovoľného motívu (nakresliť v AutoCAD) v systéme EdgeCAM.
2. Preved'te simuláciu
3. Preved'te vrtanie otvorov vo zvolenom modeli.
4. Preved'te simuláciu.
5. Preved'te vyhrubovanie a závitovanie otvorov vo zvolenom modeli.
6. Preved'te simuláciu.

EdgeCAM asociatívne spolupracuje s CAD systémami *Autodesk Inventor*, *Part Modeler*, *Pro/ENGINEER*, *SolidEdge*, *SolidWorks*, *Catia* a ďalšími založenými na jadre *Parasolid*. Objemové 3D modely možno načítať z CAD systémov vrátane modelov polotovarov, úpiniek a stola, čo spresňuje celú zostavu obrábanej súčiastky. Pre tvorbu obrábacieho postupu možno využiť možnosťou nastavenia z 3D drôtových modelov a ďalšie špecifikácie.

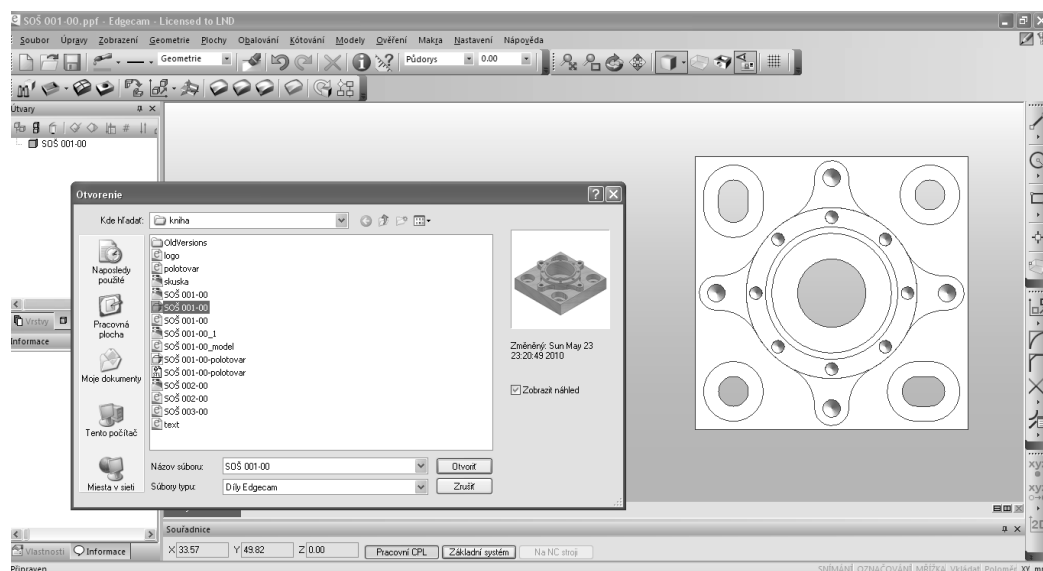
2.2.1 Vyhľadávanie útvarov 3D objemových modelov

Nakreslite 3D model *PRÍRUBY* podľa obrázku vo zvolených rozmeroch podľa výkresu v AutodeskInventor, k modelu príruby vytvorte 3D model polotovaru, ktorý bude rovnakého tvaru s výškou väčšou o 1mm. Vyhľadajte útvary modelu skrine pre prípravu obrábania v CAM systéme



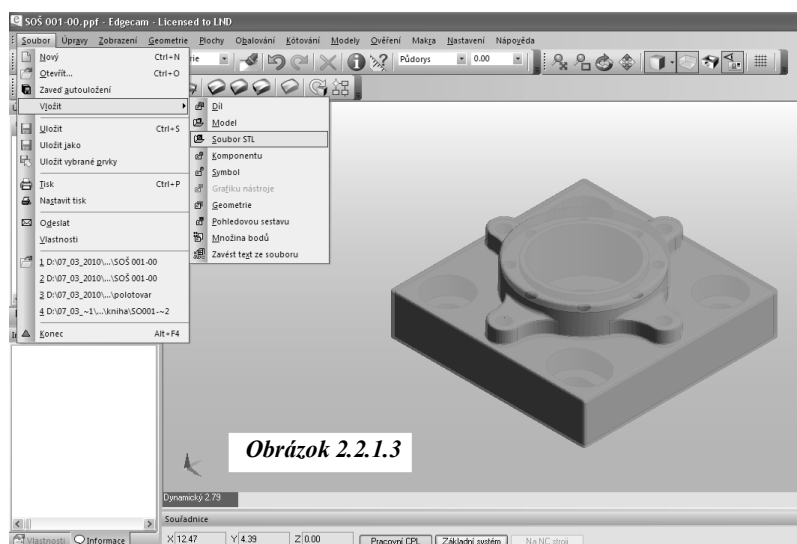
Obrázky 2.2.1.1

Načítanie 3D modelu *PRÍRUBY* namodelovaného podľa obrázku (*Obrázok 2.2.1.1*) vo zvolených rozmeroch, uskutočnime štandardným spôsobom v cez ponuku *Súbor* funkcia *Otvoriť*. (*Obrázok 2.2.1.2*)

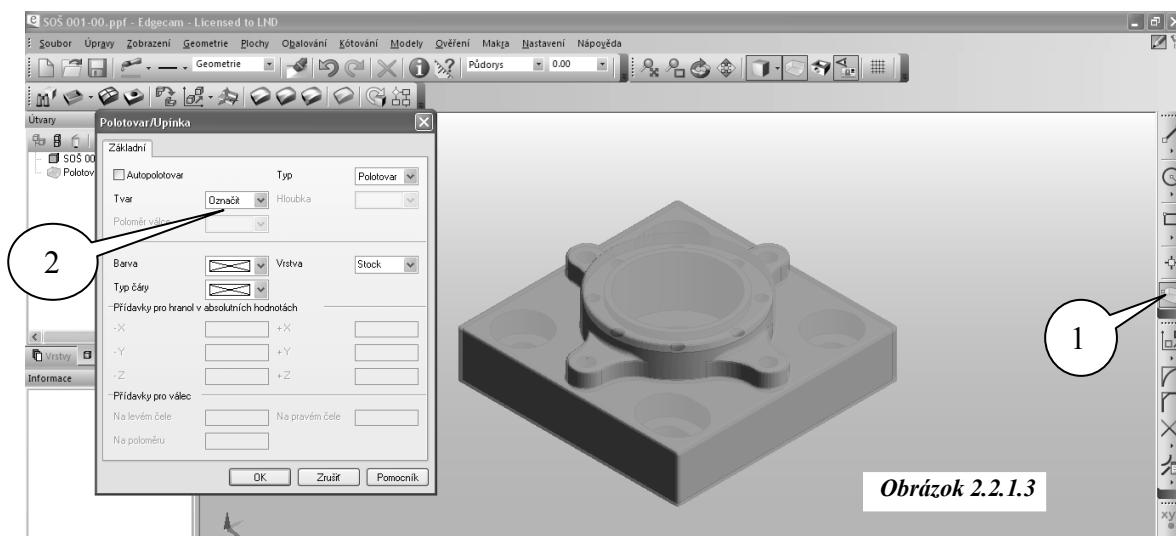


Obrázok 2.2.1.2

Načítanie 3D modelu polotovaru *PRÍRUBY* namodelovaného v AutodeskInventor, prevedieme v ponuke *Súbor* funkcia *Vložiť- súbor STL*. (Obrázok 2.2.1.3) a zjednotenie s modelom obrobnu prevedieme funkciou *Polotovar / Úpinka (1)* označením polotovaru klepnutím myškou (2). (Obrázok 2.2.1.4)



Obrázok 2.2.1.3

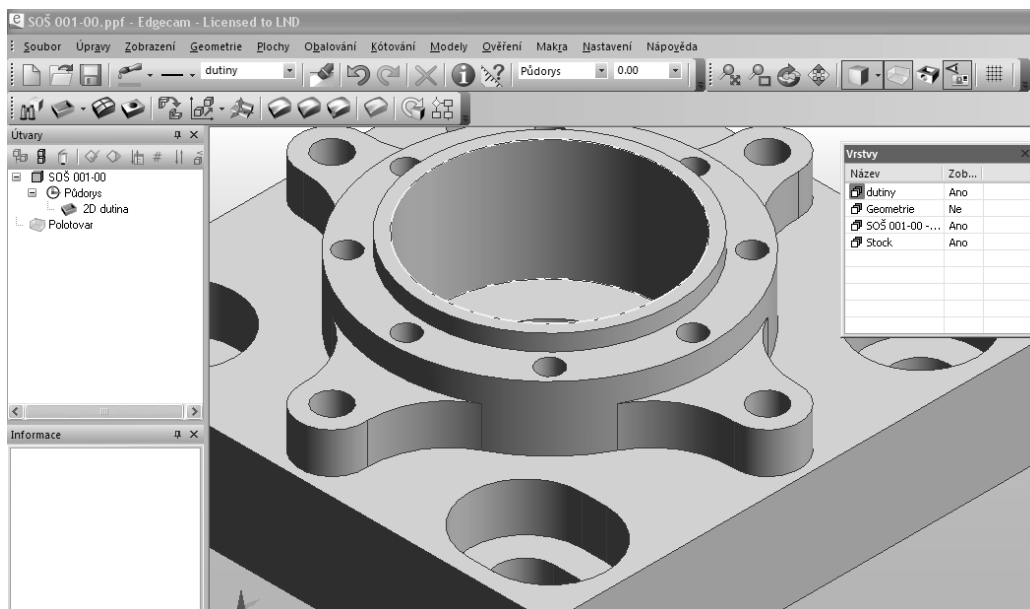


Obrázok 2.2.1.3

2.2.2 Definovanie postupu vyhľadávania útvarov

A Ručné určovanie útvarov typu Dutina

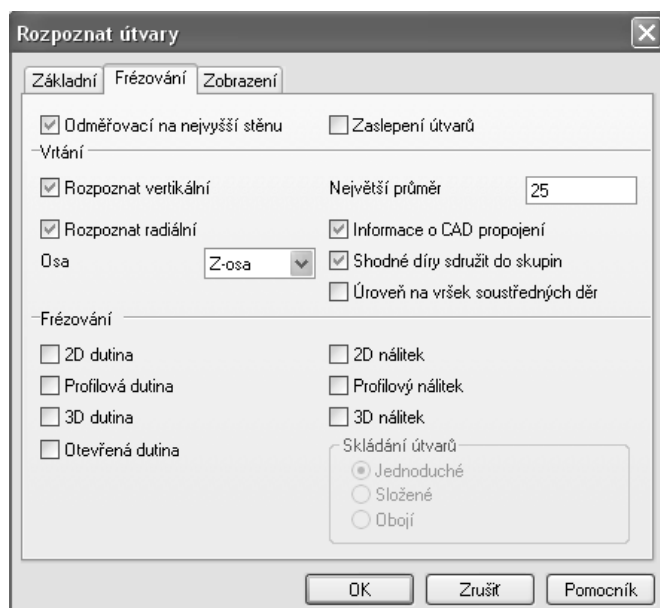
- Na obrazovke zviditeľníme len súčasť - ostatné vrstvy skryjeme
- Vytvoríme vrstvu Dutiny a aktivujeme ju
- Klikneme na ikonu Frézovacie útvary (dnom) z panela Modely
- Označíme jednotlivé dna dutín - ohraničujúcimi krivkami je určený útvary Dutina



Obrázok 2.2.1.4

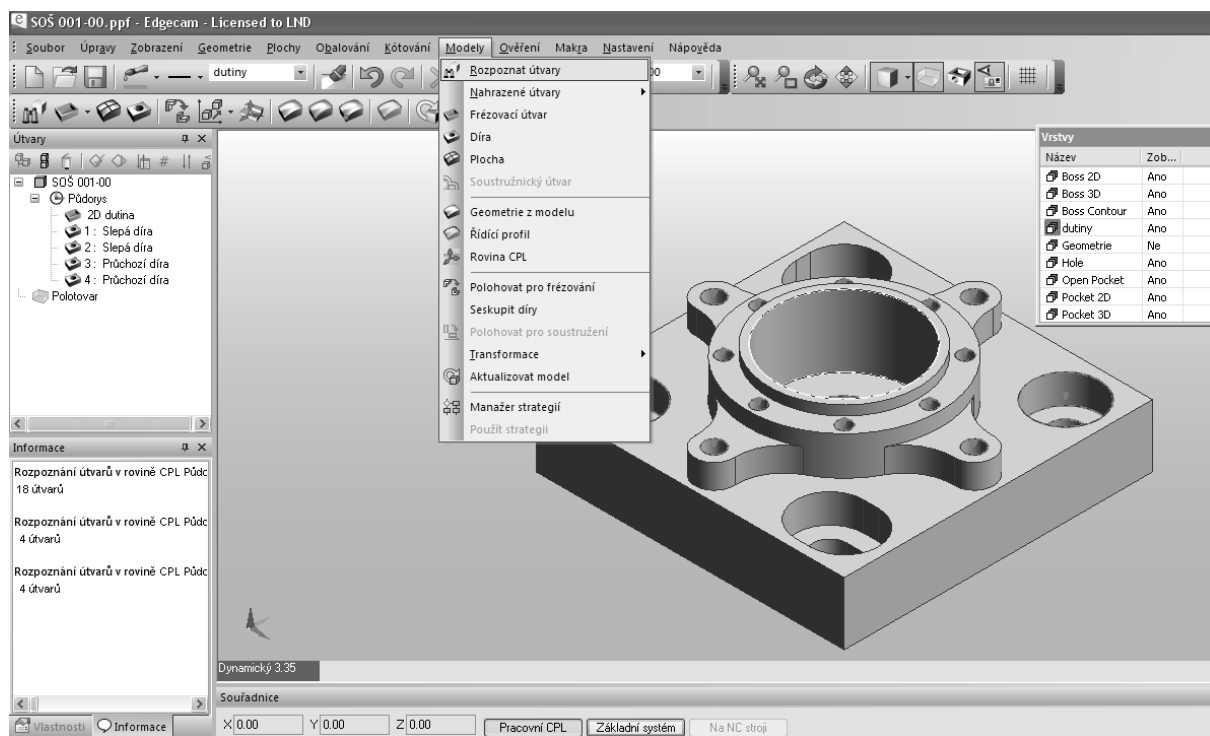
B Automatické určovanie útvarov typu Otvor

- Klikneme na ikonu *Automaticky určiť* útvary z panela *Modely*
- Nastavíme parametre v okne *Rozpoznať útvary* podľa obrázku (Obrázok 2.2.1.6) a v záložke *Parametre* zobrazenia zvolíme farbu a názov vrstvy pre diery:



Obrázok 2.2.1.5

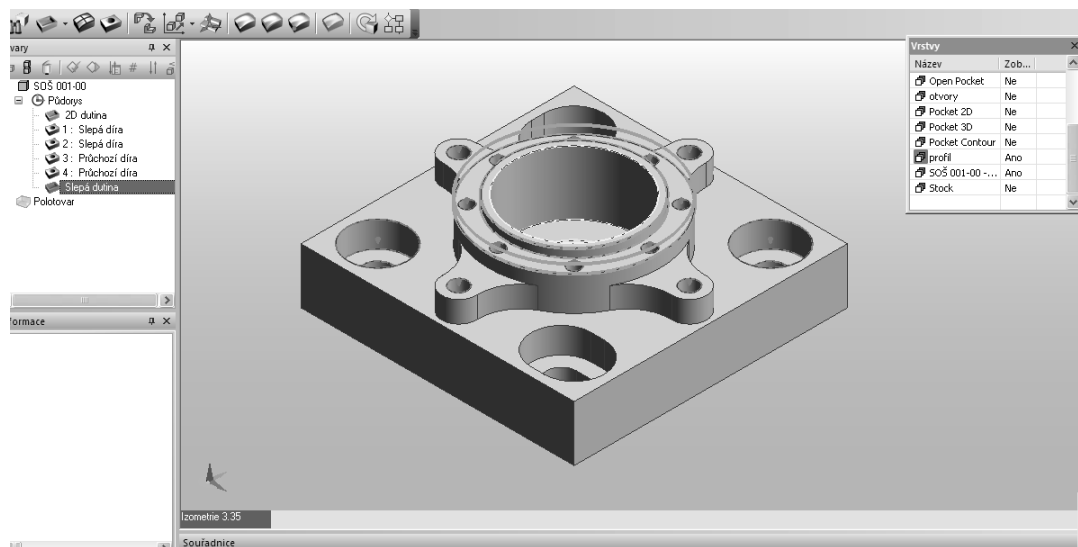
- označíme 3D těleso - stredy a okruhy sú určené útvary *Diery*



Obrázok 2.2.1.6

C Ručné určovanie útvarov typu Profil

- Vytvoríme vrstvu *Profil* a aktivujeme ju
- Klikneme na ikonu Profil (obvod - hranica) z panela Modely
- Označíme horný - najvyšší vonkajší profil - ohraničujúcimi krivkami je určený útvar Vonkajší tvar 2D.



Obrázok 2.2.1.7

Kontrolné otázky Vyhľadávanie útvarov - 3D Geometria

1. Importujte dáta modelu s AutodeskInventor
2. Importujte dáta s AutodeskInventor príslušného polotovaru a spojte model s polotovarom.
3. Vyhľadajte v modeli útvary v automatickom režime.
4. Vyhľadajte v modeli útvary v ručnom režime.

2.3 Základné operácie prevádzané na rozpoznaných útvaroch 3D modelu

2.3.1 Hrubovanie

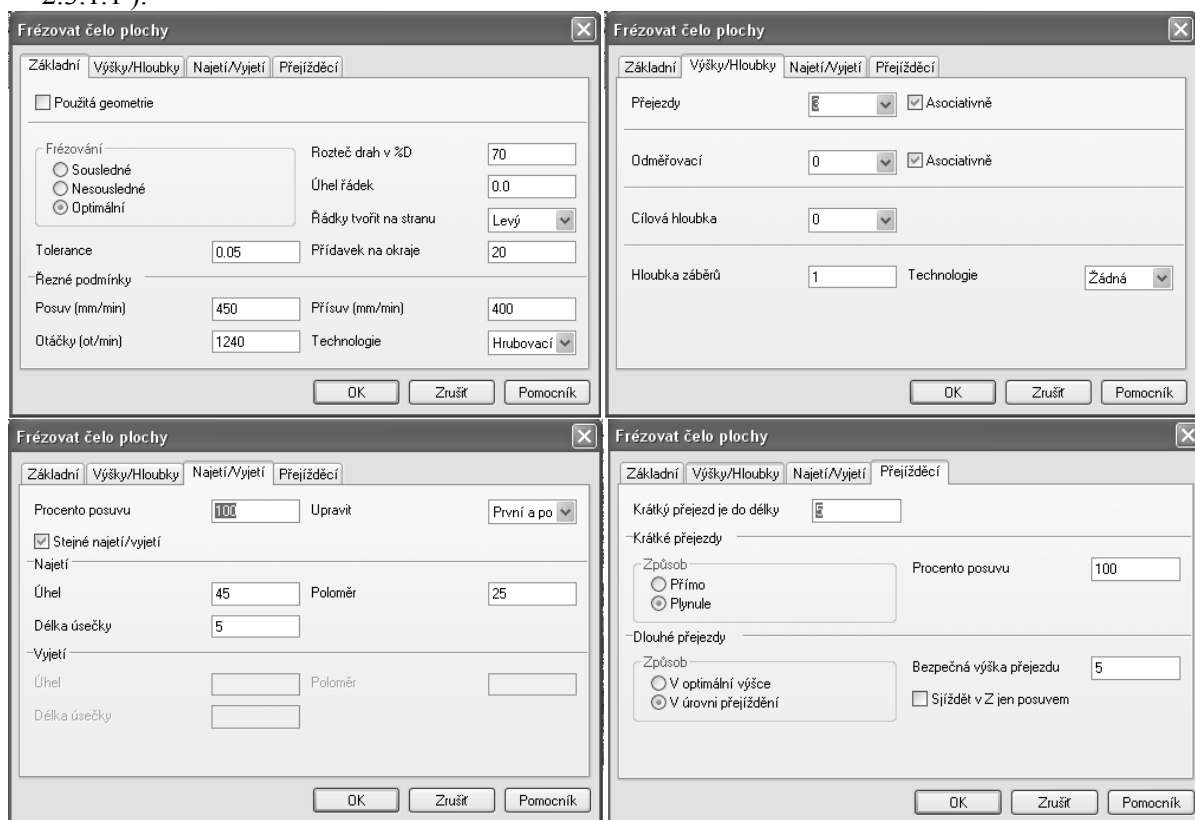
A. Frézovanie čela

Vypracujte obrábací postup pre cyklus *Čelné frézovanie* obrobku vytvoreného 3D modelu príruby z kap. 2.2.1 . Použite čelnú frézu zo zásobníka nástrojov -80mm x45 approach Facemill - HTi10

Definovanie postupu obrábania:

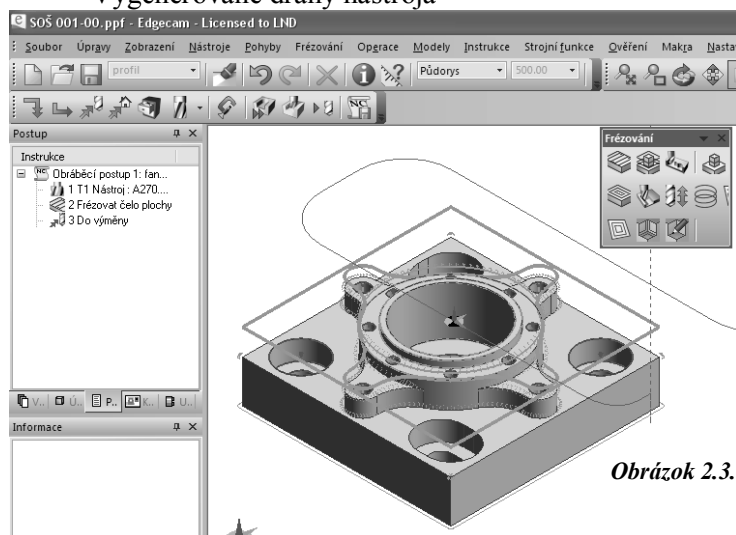
- Výber frézy zo Zásobníka nástrojov, vyberieme valcovú frézu z priemerom 80 mm
- Výber cyklu *Frézovanie čelné* - príkazom z menu *Frézovanie- Čelné* alebo ikonou *Frézovanie Čelné* z panela nástrojov *Frézovanie* sa otvorí dialógové okno *Frézovať čelo plochy* so záložkami *Základné*, *Výšky- hĺbky*, *Nábeh/ Výbeh*, *Prechádzajúca*.

- Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov(Obrázok 2.3.1.1):



Obrázok 2.3.1.1

Vygenerované dráhy nástroja

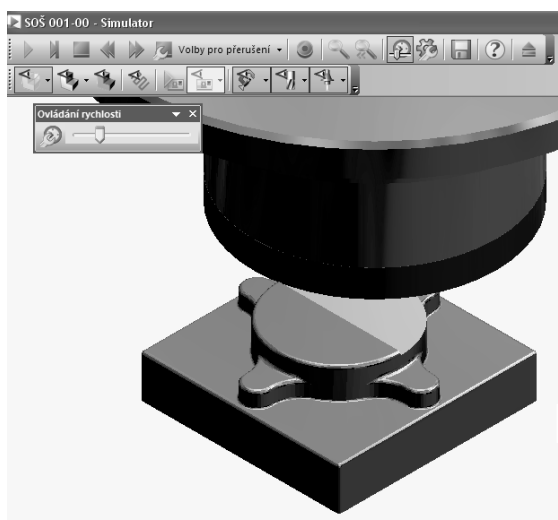


Obrázok 2.3.1.2

Určenie *Geometrie* vymedzujúcej obrábanú oblasť súčiastky - po ukončení príkazu sú vygenerované dráhy nástroja Obrázok 2.3.1.2

Odchod nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*

Simulácia s overovaním



Obrázok 2.3.1.3

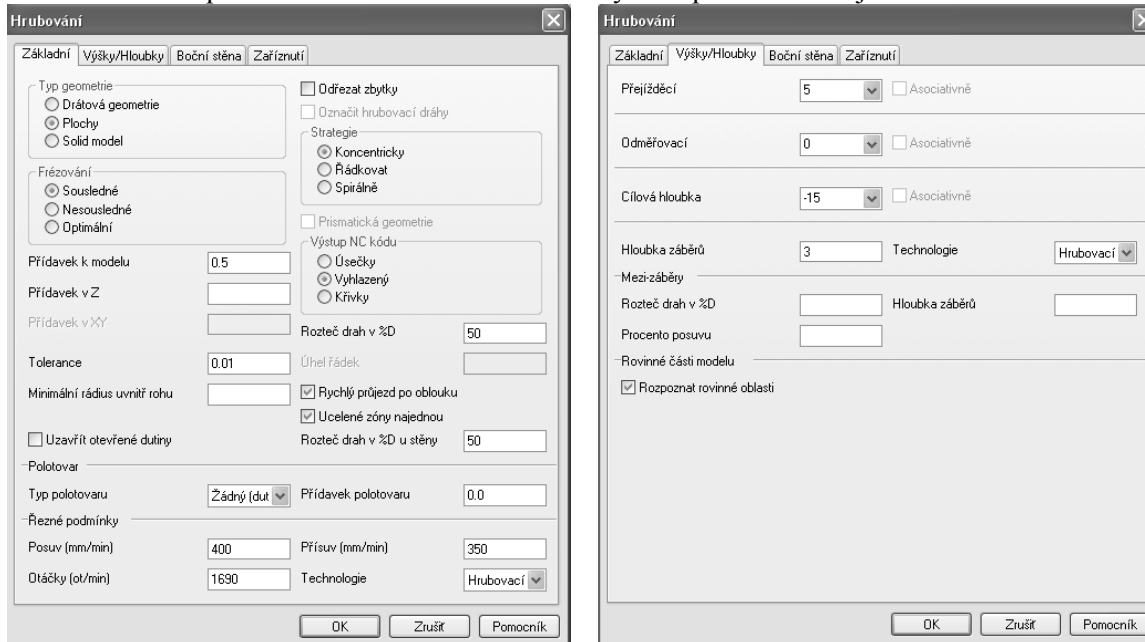
B. Hrubovanie vo vrstvách- zámky (dutiny)

Vypracujte obrábací postup pre cyklus Hrubovanie vo vrstvách dutín príruby z kap.2.2.1. Použite drážkovaciu frézu zo zásobníka nástrojov - 18mm Slot Drill - 2 flute - IC250

Vygenerované dráhy nástroja

Definovanie postupu obrábania strednej dutiny:

- Výber drážkovacej frézy zo *Zásobníka nástrojov* pre hrubovanie vo vrstvách, vyberieme drážkovaciu frézu s priemerom 18 mm
- Výber cyklu Hrubovanie vo vrstvách - prevedenie príkazom z ponuky *Frézovanie-Hrubovanie*, alebo ikonou *Hrubovanie vo vrstvách* z panela nástrojov *Frézovanie*, sa otvorí dialógové okno *Hrubovanie*
- Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov:

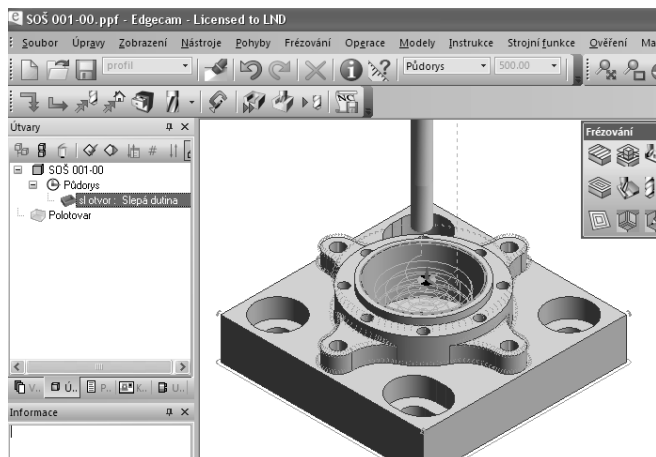


Obrázok 2.3.1.4

Určenie *Geometrie* vymedzujúcej obrábanú oblasť kliknutím na profil určujúci útvar *Dutina súčiastky* - po ukončení príkazu sú vygenerované dráhy nástroja

Odchod nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*

Ostatné dutiny definujeme rovnakým spôsobom s použitím príslušných nastavení podľa výkresu.



Vygenerované dráhy nástroja

Obrázok 2.3.1.5



Obrázok 2.3.1.6

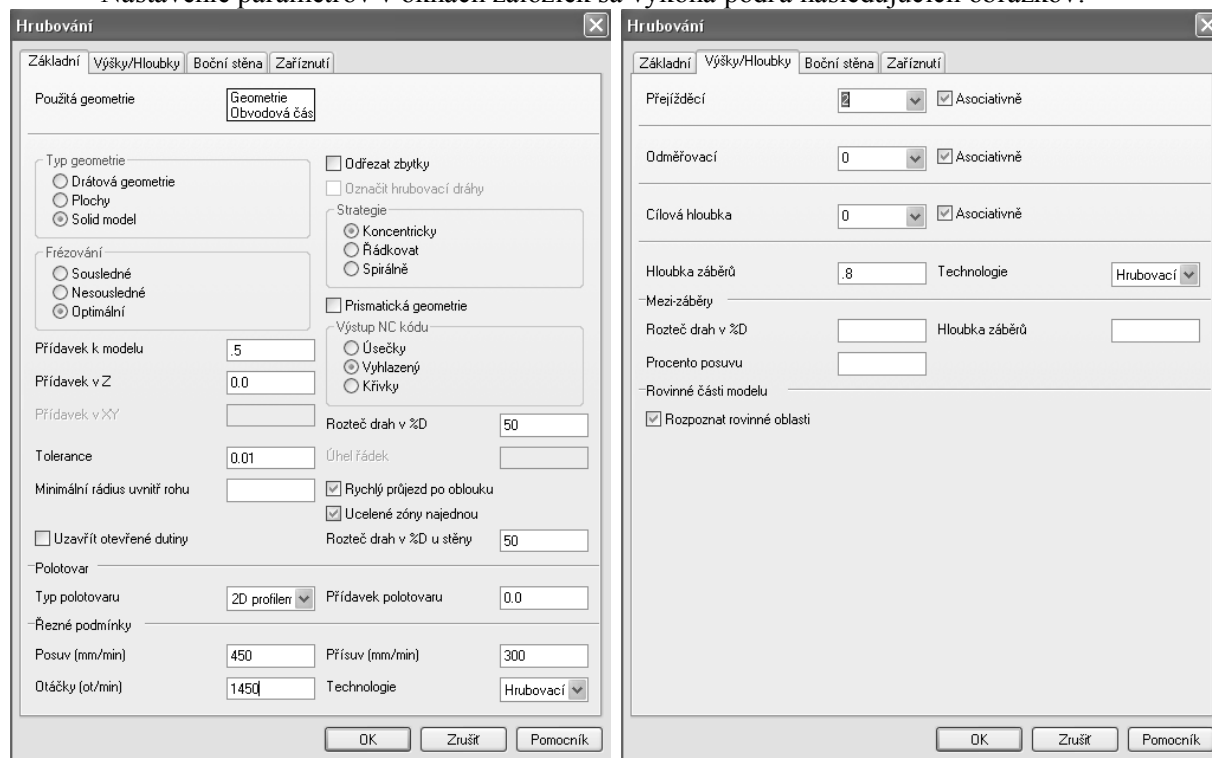
2.3.2 Dokončovacie obrábanie

Pre dokončovacie obrábanie použijeme cyklus *Dokončenie po profile*, prevedieme dokončenie v oválnych dutinách a útvaru *Vonkajšie tvar 2D*.

Vypracujte obrábací postup pre cyklus *Dokončenie po profile* v oválnych dutinách útvaru a *Vonkajší tvar 2D* príruby z kap.2.2.1. Použite drážkovaciu frézu zo zásobníka nástrojov 12mm Slot Drill - 2 Flute - 13A F30m pre oválne dutiny a 18mm Slot Drill - 2 flute - IC250 pre vonkajší tvar.

Definovanie postupu obrábania oválnej dutiny:

- Výber drážkovacej frézy zo *Zásobníka nástrojov* pre dokončovanie oválnych otvorov - drážkovacia fréza 12mm Slot Drill - 2 Flute - 13A F30m.
- Výber cyklu *Profilovanie*
- Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov:

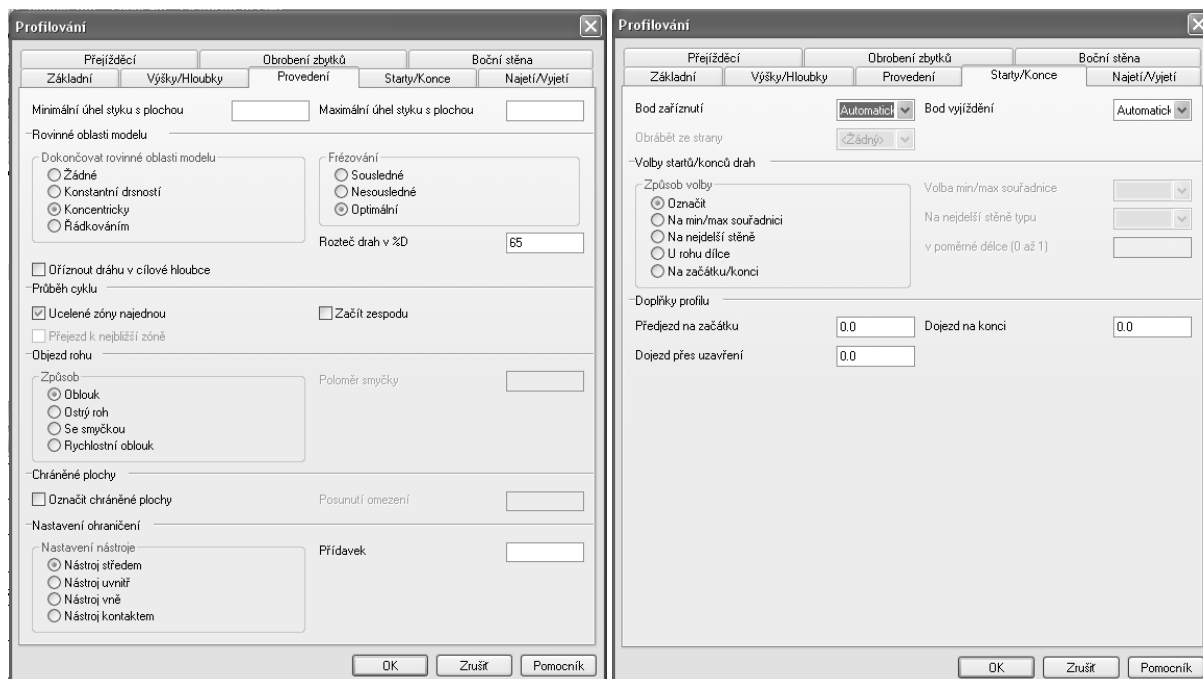
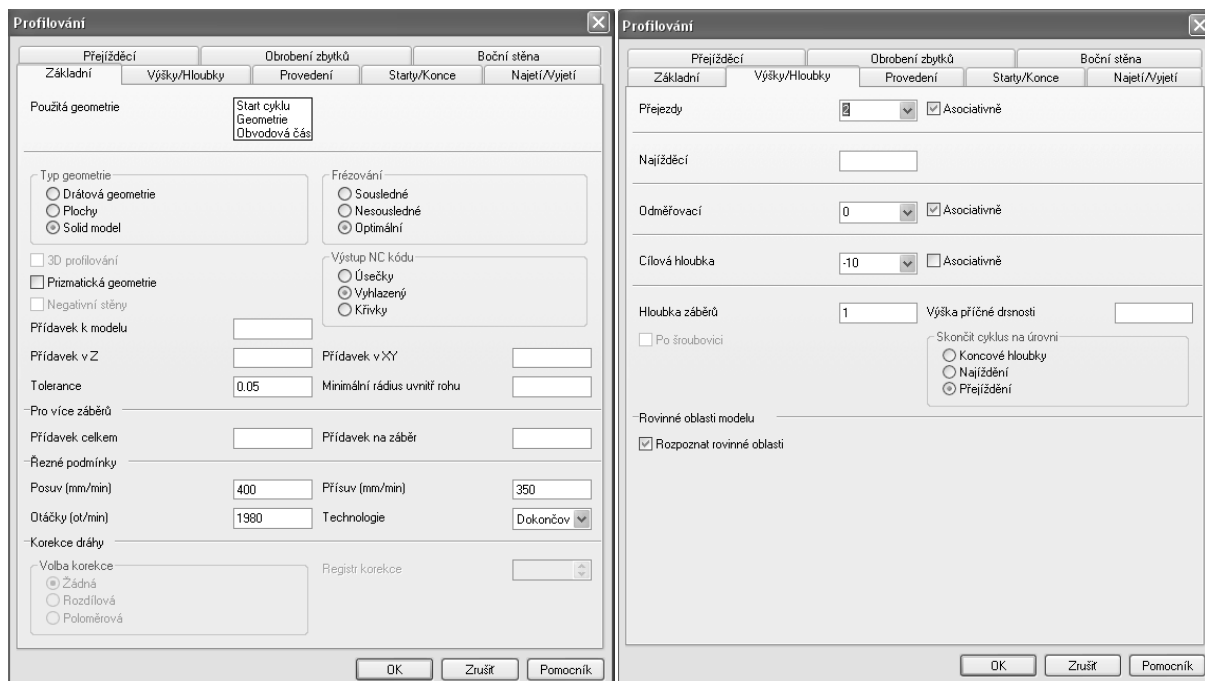


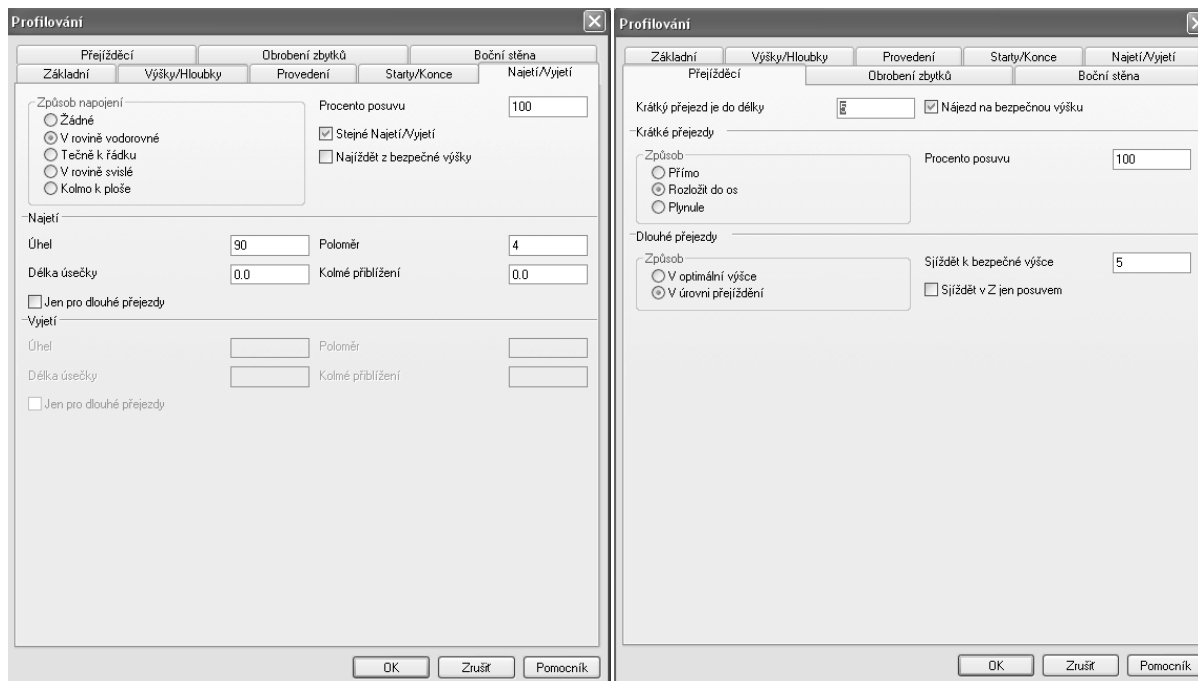
Obrázok 2.3.1.1

Určenie *Geometrie* vymedzujúcej obrábanú oblasť kliknutím na profil určujúce útvary Dutina súčiastky - po ukončení príkazu sú vygenerované dráhy nástroja

Odchod nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov EdgeCAM
Definovanie postupu obrábanie útvaru Vonkajšie tvar 2D:

- Výber drážkovacej frézy zo *Zásobníka nástrojov* pre hrubovanie vo vrstvách - nástroj ponecháme rovnaký, nevyberáme (drážkovacia fréza 18mm Slot Drill - 2 flute - IC250). Výber cyklu je rovnaký ako u dutiny
- Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov, ostatné rovnaké ako u dutiny:





Obrázok 2.3.2.2

Určenie *Geometrie* vymedzujúcej obrábanú oblasť kliknutím na profil určujúce útvary *Vonkajší tvar 2D* v karte útvary- po ukončení príkazu sú vygenerované dráhy nástroja
Odchod nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*

Kontrolné otázky Operácie na rozpoznávaných útvaroch - 3D Geometria

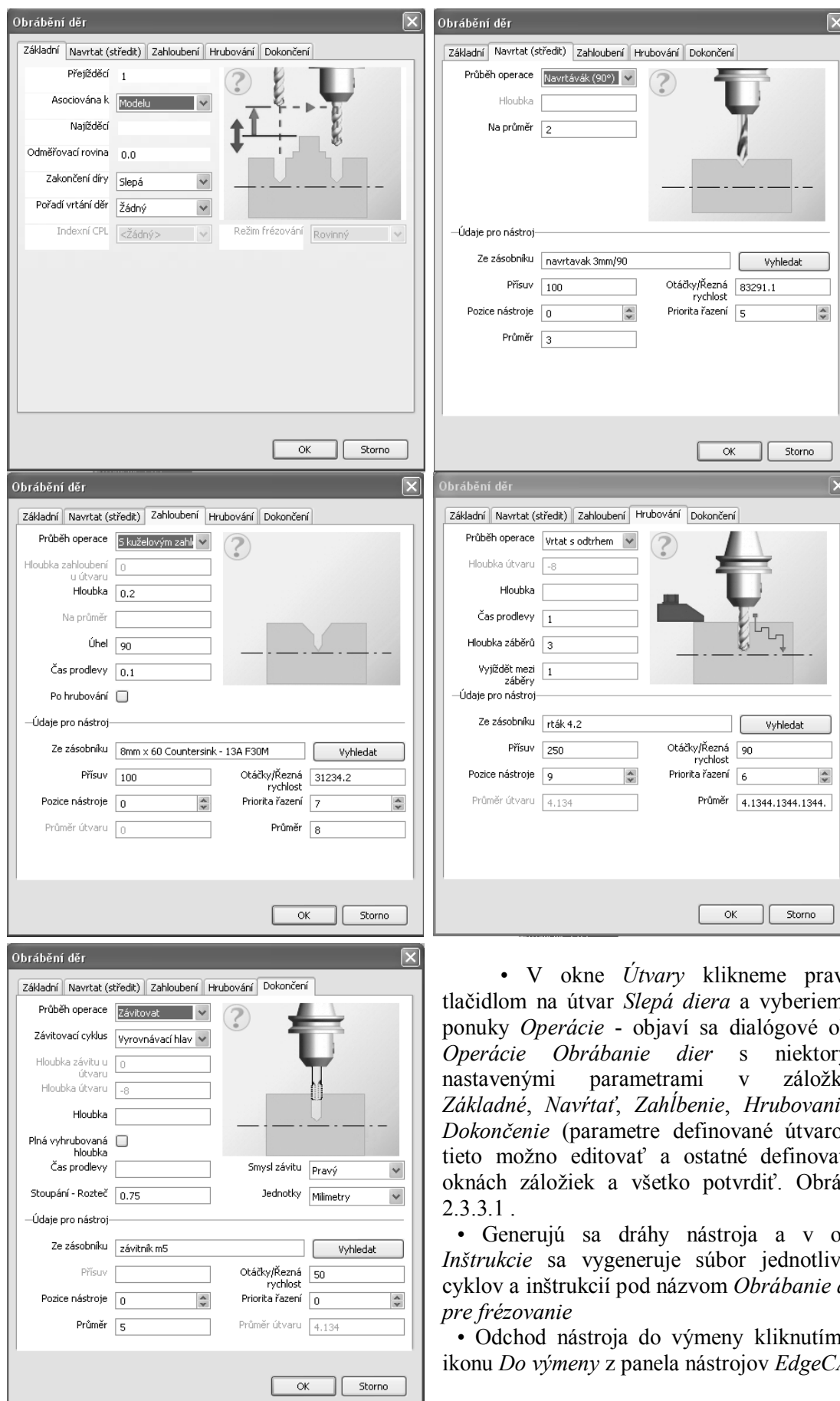
1. Popíšte spôsob odobratia materiálu s čela obrobku a vygenerujte dráhy obrábania.
2. Preved'te simuláciu čelného frézovania.
3. Preved'te odobratie materiálu v okolí náliatku obrobku a simulujte proces.
4. Preved'te odobratie materiálu v dutine obrobku a simulujte proces

2.3.3 Vrtanie

Pre obrobenie otvorov použijeme príkaz *Vrtanie / Závítovanie* z menu *Operácie*, čo značne urýchli definovanie postupu obrábania dier - väčšina nastavení je vykonaná automaticky.

Vypracujte obrábací postup pre operáciu *Vrtanie / Závítovanie* obrobku príruby z kap.2.2.1. Definovanie postupu obrábanie útvaru *Slepá diera*. Pri vrtaní otvorov použite navŕtavanie navŕtavakom priemeru 12 mm. V prípade rezania závitú vrták priemeru 4,2 mm, závitník M5 .

- Nastavenie parametrov v oknách záložiek sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov:



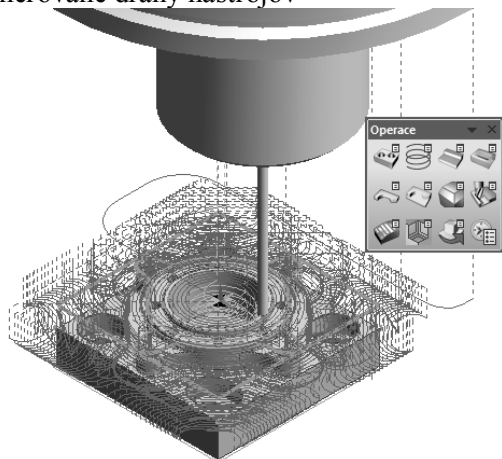
Obrázok 2.3.3.1

• V okne *Útvary* klikneme pravým tlačidlom na útvar *Slepá diera* a vyberieme z ponuky *Operácie* - objaví sa dialógové okno *Operácie Obrábanie dier* s niektorými nastavenými parametrami v záložkách *Základné*, *Navrtat'*, *Zahlbenie*, *Hrubovanie* a *Dokončení* (parametre definované útvarom), tieto možno editovať a ostatné definovať v oknách záložiek a všetko potvrdiť. Obrázok 2.3.3.1.

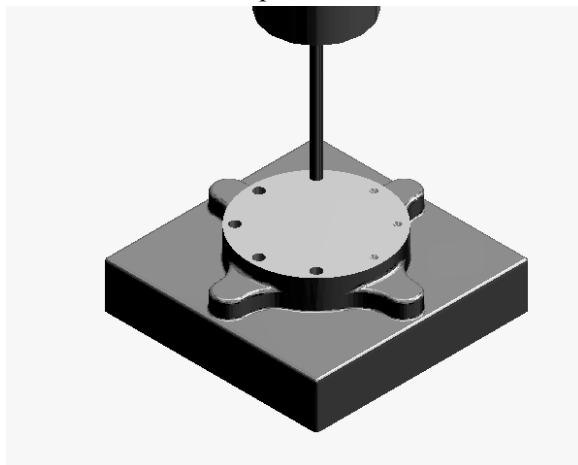
• Generujú sa dráhy nástroja a v okne *Inštrukcie* sa vygeneruje súbor jednotlivých cyklov a inštrukcií pod názvom *Obrábanie dier pre frézovanie*

• Odchod nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov EdgeCAM

Vygenerované dráhy nástrojov



Obraz v priebehu simulácie



Kontrolné otázky Vŕtanie - 3D geometria

1. Preved'te vŕtanie otvorov v 3D modeli a simulujte proces
2. Vysvetlite jednotlivé nastavenia v dialógových oknách pre vŕtanie, navŕtavanie, zahlbovanie a závitovanie

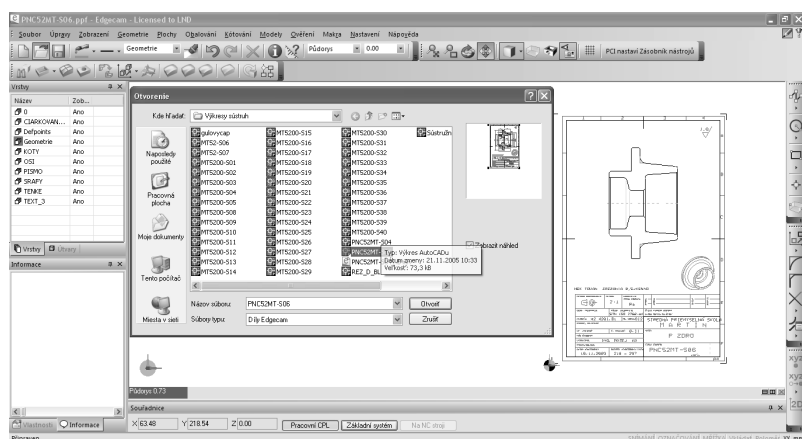
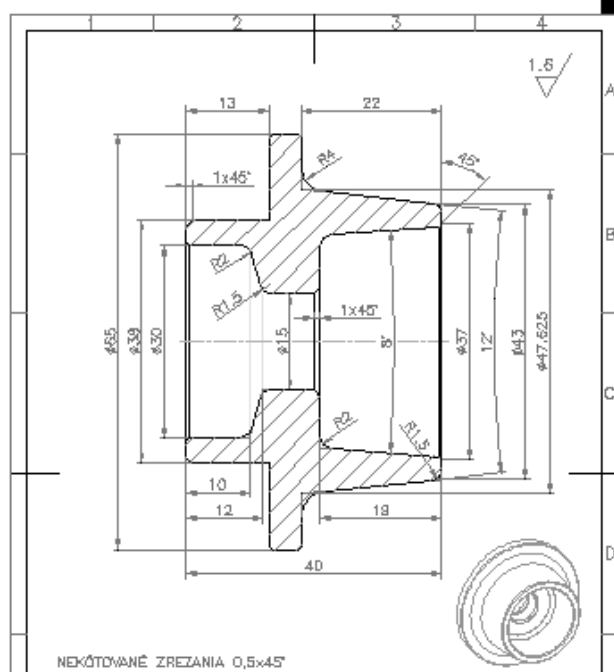
3 SÚSTRUŽENIE 2 osé - 2D GEOMETRIA

Príprava súčiastok v CAD systémoch pre sústruženie môže mať podobu 2D objektov, drôtových, alebo objemových 3D modelov. Tieto objekty možno importovať do *EdgeCAMu* a ďalej potom pripraviť pre výrobu. Špecifiká obrábania sústružením vyžadujú vysvetlenie niektorých nastavení programu, ktoré sú iné ako v *module frézovania*. Pri sústružení sú najdôležitejšie dve osi - os Z (os rotácie vretena) a os X, os Y plní pomocnú funkciu pri programovaní na obrábacích centrách s poháňanými nástrojmi v osiach C, Y a B

3.1 Príprava 2D objektov- DESIGN

2D objekty pripravené pre CAM je možné pripraviť z načítaných výkresových 2D objektov z CAD systémov alebo ich možno vytvoriť priamo v *EdgeCAMe*.
Postup prípravy 2D objektu pre CAM:

3.1.1 Načítanie výkresu sústruženej súčiastky z CAD systému (AutoCAD)



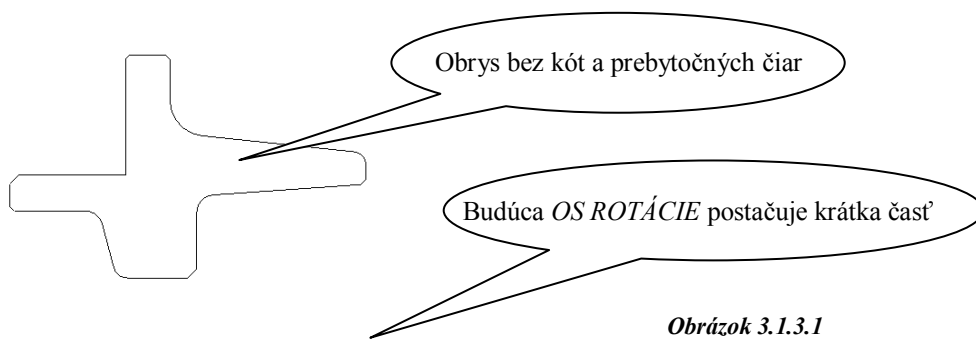
Obrázok 3.1.1.1

3.1.2 Odstránenie nepotrebných elementov

Na prípravu 2D sústruženej súčiastky vyberieme (nakreslíme) obrys, všetko ostatné je možné odstrániť. Nutné je ponechať os rotácie!!!

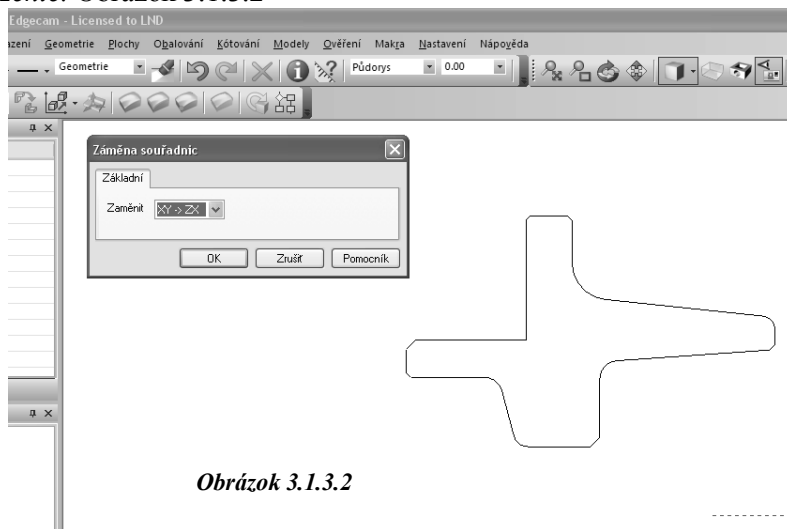
Nakreslite výkres *sústruženej súčiastky* podľa obrázku 3.1.1.1 v zadaných rozmeroch v AutoCAD a nastavte nový obrábací postup v EdgeCAM.

3.1.3 Prenesenie prvkov do roviny ZX a nastavenie prostredia ZX-sústruženie



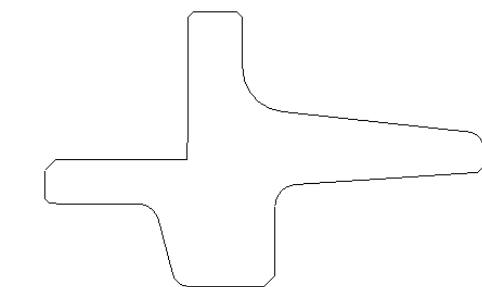
Obrázok 3.1.3.1

Obrys súčiastky je nakreslený v rovine XY, pre prenesenie prvkov do roviny ZX použijeme príkaz *Transformácia- Zmena súradníc* z menu *Úpravy* a zmeníme prostredie na *ZX-sústruženie*. Obrázok 3.1.3.2



Obrázok 3.1.3.2

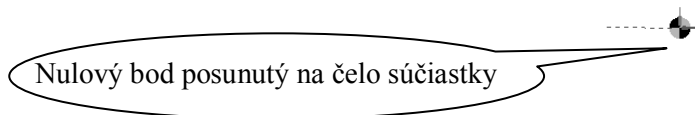
3.1.4 Definovanie nulového bodu obrobku



Obrázok 3.1.4.1

Nulový bod obrobku sa definuje zvyčajne na *čele súčasti*!! Posunutím sústružené súčasti príkazom *Posuň* z panela nástrojov *Úpravy*.

V dialógovom okne *Posunúť* sa zaškrtnie *Dynamicky určiť* myšou, oknom sa vyberie sústružená súčiastka, určí sa nulový bod pre určenie začiatku v priesečníku čela súčiastky a osi. Cieľovým bodom sa označí NULA na ploche. Obrázok 3.1.4.1



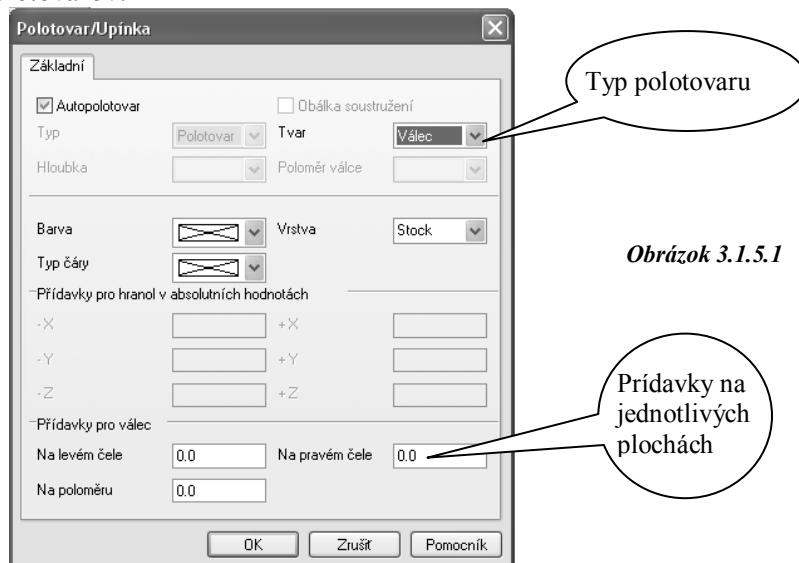
Kontrolné otázky Sústruženie 2 osé -2D Geometria

1. Preved'te náčrt súčiastky roviny XY do roviny XZ a upravte obrys.
2. Umiestnite nulový bod obrobku na pravé čelo obrobku.
3. Vytvorte nový pracovný postup pre sústruženie s voľbou postprocesoru.

3.1.5 Vytvorenie polotovaru

Polotovar je prvok, z ktorého sa budú uberať vrstvy materiálu v module *Simulácia*. Vlastnosti polotovaru sa definujú v dialógovom okne *Polotovar / úpínka* príkazom z ponuky *Geometria*. Polotovar môže mať tvar valca alebo ľubovoľného rotačného telesa

Postup tvorby polotovarov:



Obrázok 3.1.5.1

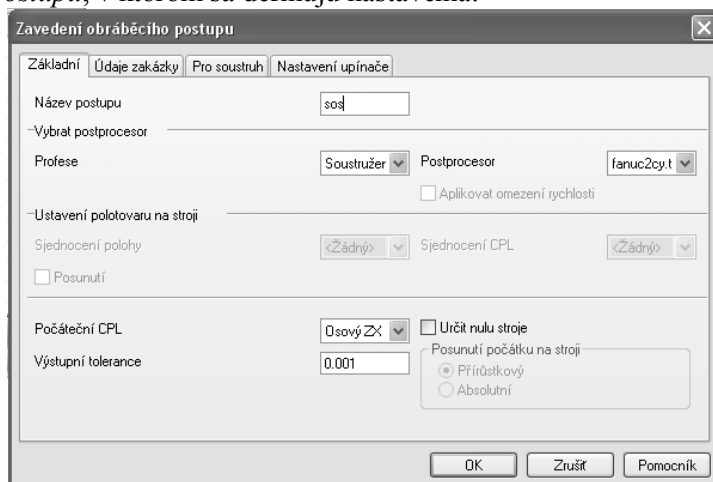
Autopolotovar zaškrtnutý - polotovarom je *Válec* s možnosťou prídavkov rozmerov na ľavom a pravom čele a na polomere v absolútnych hodnotách

Autopolotovar zrušiť výber - polotovar je určený *valcom*, *3D modelom* alebo je vytvorený *sústružnícky polotovar*.

Pri automatickej tvorbe polotovaru je zároveň vygenerovaná automaticky oblasť obrábania vo vrstve *Polotovar*, oblasť obrábania je vhodné preniesť do vrstvy napr.: *Oblasť* pomocou ikony *Upraviť* vybrané prvky z panela nástrojov *Úpravy*.

3.1.6..Nastavenie nového obrábacieho postupu

Po prechode z modulu *Design* do modulu *Technológia* sa objaví dialógové okno *Zavedenie obrábacieho postupu*, v ktorom sa definujú nastavenia:



Obrázok 3.1.6.1

Meno postupu- napr. *SOS*

Profesia- *Sústruženie*

Postprocesor (NC- stroj)-vyberie sa zodpovedajúce z dostupných v ponuke

Počiatková obrábacia CPL –*Osový ZX*

Nula stroja -definuje skutočný nulový bod stroja, štandardne je totožný s nulou obrobku
Programovanie (typ posunutie)

3.1.7 Editácia parametrov nového obrábacieho postupu

Dvojklikom na SOS: *FANUC2X.TCP*: sa otvorí dialógové okno *Parametre* obrábacieho postupu, v ktorom možno editovať základné parametre nastavenia nového obrábacieho postupu

Kontrolné otázky Nastavenie nového a editácia obrábacieho postupu.

1. Vytvorte polotovár rotačnej súčiastky.
2. Vytvorte nový pracovný postup pre sústruženie s voľbou postprocesoru.
3. Upravte pracovný postup a zmeňte postprocesor.

3.2 Hrubovanie- VÝROBA

Hrubovanie znamená odoberanie väčšieho množstva materiálu s možnosťou ponechania prídavku na dokončovacie obrábanie

3.2.1. Sústruženie čelné – pravouhlé

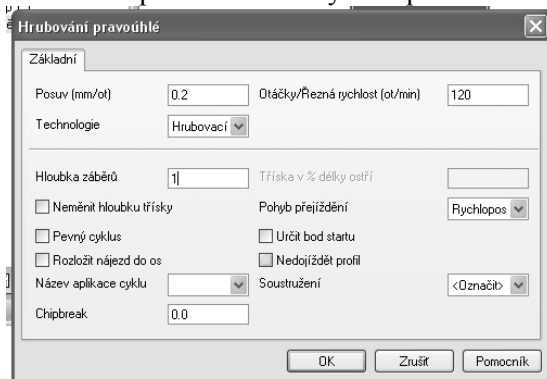
Čelným sústružením odoberáme nadbytočný materiál z čela súčiastky, pre určenie plochy na sústruženie stačí označiť dva body: štart a koniec obrábania. Obrábacie ikony na paneli nástrojov *Sústruženie* sa aktivujú po vybratí nástroja z menu *Nástroje Z databázy*.

Vypracujte obrábacie postup pre cyklus Pravouhlé (čelné) sústruženie obrobku vytvoreného obrysom z kap. 3.1

Definovanie postupu obrábania:

- Výber sústružníckeho noža zo *Zásobníka nástrojov* - dialógové okno všetkých nadefinovaných nástrojov sa načíta kliknutím na ikonu *Zásobník nástrojov* z panela nástrojov *EdgeCAM*
- Výber cyklu *Pravouhlé sústruženie* - prevedenie príkazom z menu *Sústruženie- Pravouhlé* alebo ikonou *Pravouhlé sústruženie* z panela nástrojov *Sústruženie* sa otvorí dialógové okno *Hrubovanie pravouhlé*.

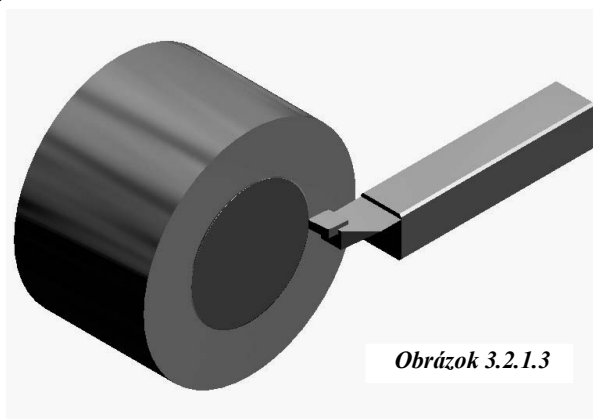
Nastavenie parametrov sa vykoná podľa obrázku 3.2.1.1



- Označenie začiatku a konca cyklu – vygeneruje sa dráha nástroja
- Odídenie nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*
- Prevedie sa *simulácia* obrábania

Obrázok 3.2.1.1

Drôtové zobrazenie čelného obrábania



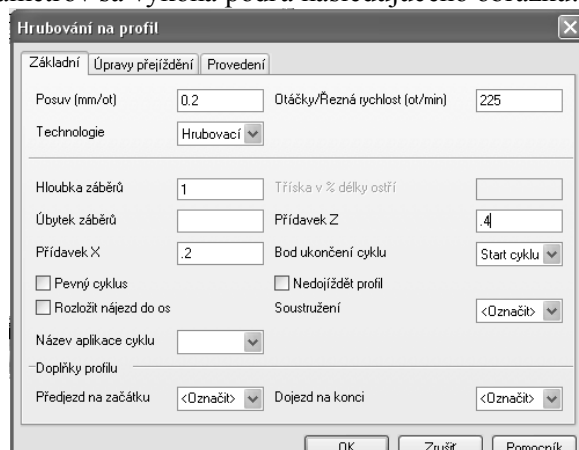
3.2.2..Hrubovanie pozdĺžne

Pozdĺžnym *hrubovaním* odoberáme nadbytočný materiál z obvodu súčasti, pre určenie plochy na hrubovanie stačí označiť obrábaný profil reťazením a oblasť obrábania.

Vypracujte obrábací postup pre cyklus *Hrubovanie* (pozdĺžne) na profil obrobku vytvoreného v kap. 3.1 .Použite hrubovací nôž PCLNL-2525-M12 0.8 General Turn GC1015

Definovanie postupu obrábania:

- Výber sústružníckeho noža zo *Zásobníka nástrojov* - hrubovací nôž
- Výber cyklu *Hrubovanie* - prevedenie príkazom z menu *Sústruženie* - *Hrubovanie* alebo ikonou *Hrubovanie* z panela nástrojov *Sústruženie* sa otvorí dialógové okno *Hrubovanie na profil*
- Nastavenie parametrov sa vykoná podľa nasledujúceho obrázku:

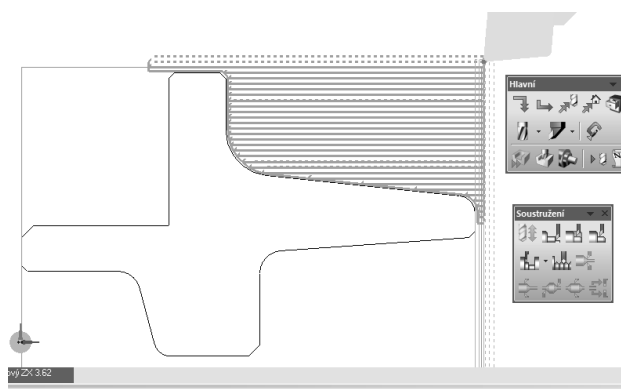


Obrázok 3.2.2.1

Označenie obrábaného profilu reťazením *OD-DO* a polotovaru - je vygenerovaná dráha nástroja Odchod nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*

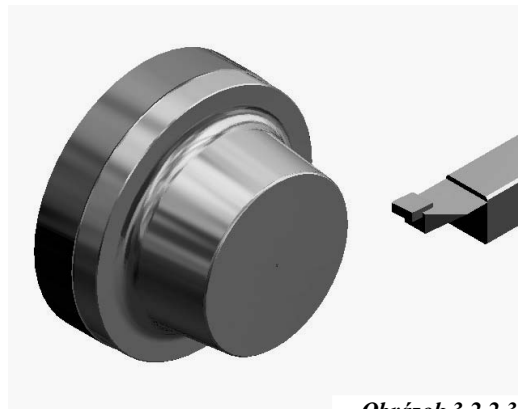
Prevedenie simulácie obrábania:

Vygenerované dráhy nástroja



Obrázok 3.2.2.2

Simulácia s overovaním



Obrázok 3.2.2.3

Kontrolné otázky *Hrubovanie čelne, pozdĺžne- 2D Geometria*

1. Vytvorte nový postup pre sústruženie podľa výkresu- hrubovanie čelné.
2. Preved'te simuláciu.
3. Vytvorte nový postup pre sústruženie podľa výkresu- hrubovanie pozdĺžne.
4. Preved'te simuláciu.

3.3 Dokončovacie operácie

K dokončovacej operácii obrábania na čisto patrí cyklus *Dokončovanie podľa profilu*

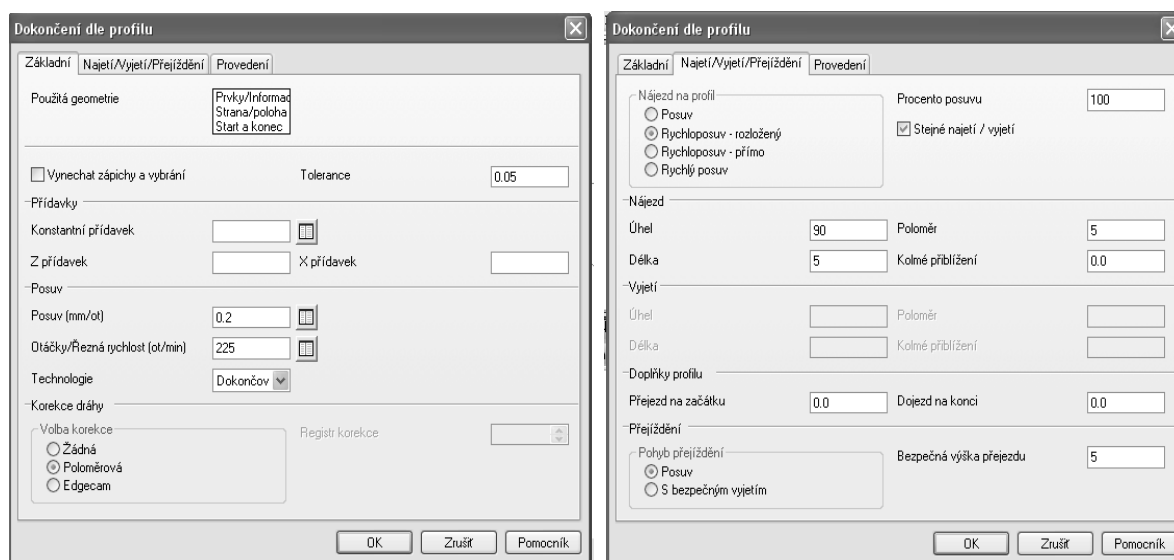
3.3.1 Dokončovanie podľa profilu

V cykle *Dokončovanie podľa profilu* systém generuje dráhu nástroja v tvare, ktorý zodpovedá geometrii určenej na obrábanie s možnosťou definovania parametrov Nájazd a výjazd nástroja z materiálu.

Vypracujte obrábací postup pre cyklus *Dokončovanie podľa profilu* obrobku vytvoreného v kap. 3.1 s použitím nástroja SVLBL-2020-K16 0.4 - Finish Turn GC1015

Definovanie postupu obrábanie:

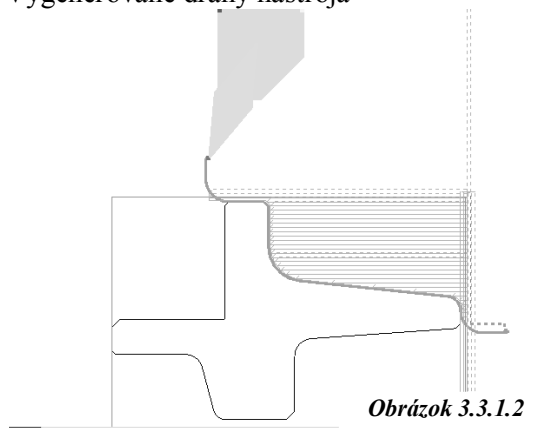
- Výber sústružníckeho noža zo *Zásobníka nástrojov* - dokončovací nôž
- V dialógovom okne *Uhly nastavenia* z menu *Nástroje* zatrhnuť *Nastaviť*
- Výber cyklu *Dokončovanie podľa profilu* - prevedenie príkazom z ponuky *Sústruženie-Dokončovanie* alebo ikonou *Dokončovanie* z panela nástrojov *Sústruženie* sa otvorí dialógové okno *Dokončovanie podľa profilu*, pred generovaním cyklu možno zadať *Korekciu* (Ľavá, pravá, Ekvidištanta) z ponuky *Nástroje*
- Nastavenie parametrov sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov:



Obrázok 3.3.1.1

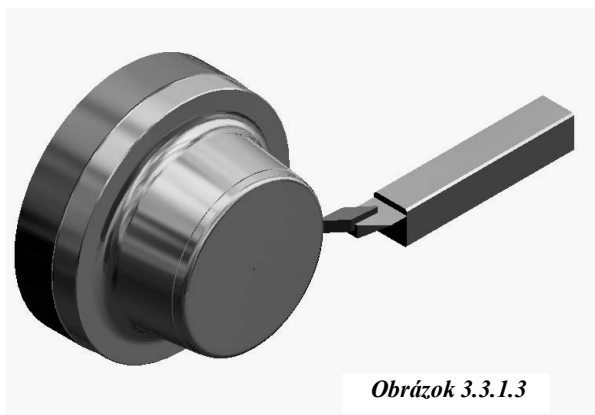
Označenie obrábaného profilu reťazením - je vygenerovaná dráha nástroja. *Odjazd nástroja do výmeny* kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*

Vygenerované dráhy nástroja



Obrázok 3.3.1.2

Obraz po simulácii s overením



Obrázok 3.3.1.3

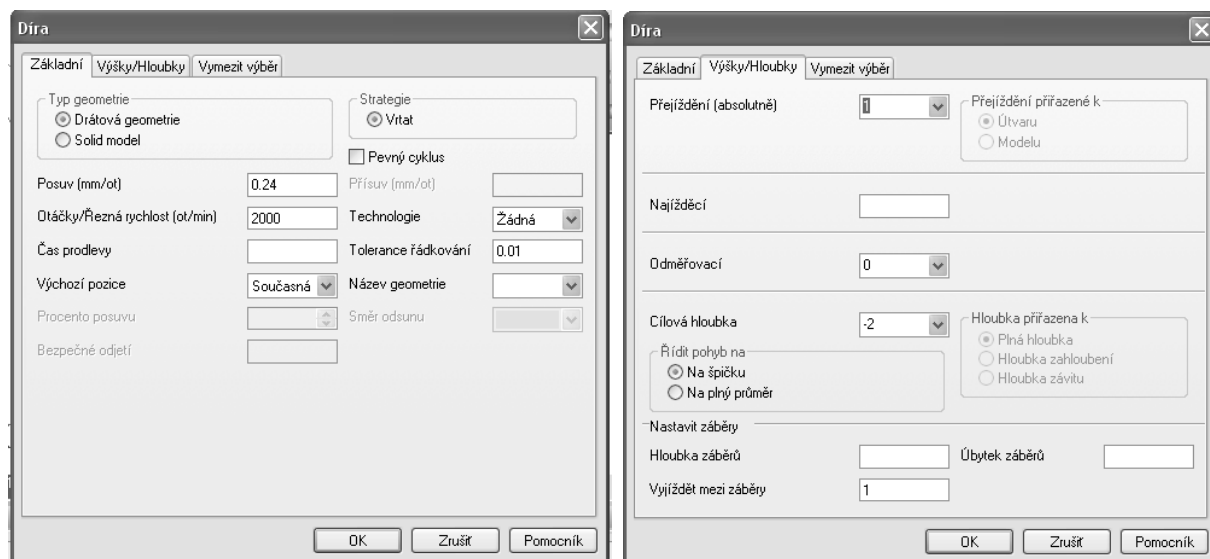
3.4 Vrtanie a závitovanie

Pre obrábanie otvorov slúži cyklus *Vrtanie / závitovanie*, pričom definovanie cyklu je podobné ako u frézovanie. Po vyvrtanie diery môžeme pokračovať v obrábaní vnútornom sústružením.

Vypracujte obrábací postup pre cyklus *Vrtanie / závitovanie* a vytvorte diery priemeru 15 mm do hĺbky 80 mm v osi obrobku s predvrtaním navŕtavakom priemeru 12 mm do hĺbky 2mm vytvoreného z kap. 3.1

Definovanie postupu obrábanie:

- Výber navŕtavaka zo *Zásobníka nástrojov* – navŕtavak 12 mm
- Výber cyklu *Vrtanie / závitovanie* - prevedenie príkazom z ponuky *Sústruženie - Vrtanie/závitovanie* alebo ikonou *Vrtanie / závitovanie* z panela nástrojov *Sústruženie* sa otvorí dialógové okno *Vrtanie / závitovanie* sa záložkami *Základné*, *Výšky- Hĺbky*, *Nastaviť zábery*
- Nastavenie parametrov sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov s hĺbkou 2 mm:

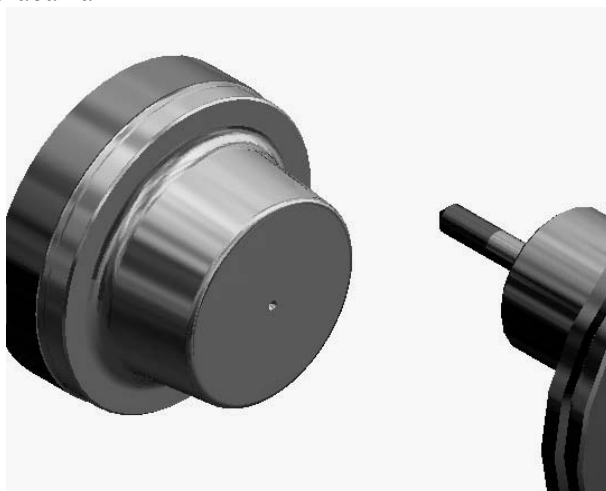


Obrázok 3.4.1

Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*
Prevedenie simulácie obrábania

Prevedenie simulácie obrábania

Obrázok 3.4.2



- Výber vrtáka zo *Zásobníka nástrojov* - vrták 15 mm
- Výber cyklu *Vrtanie / závitovanie* - prevedenie príkazom z ponuky *Sústruženie - Vrtanie/závitovanie* alebo ikonou *Vrtanie / závitovanie* z panela nástrojov *Sústruženie* sa otvorí dialógové okno *Vrtanie / závitovanie* sa záložkami *Základné*, *Výšky- Hĺbky*, *Nastaviť zábery*
- Nastavenie parametrov sa vykoná podľa nasledujúcich obrázkov s hĺbkou 80 mm:

Díra

Základní Výšky/Hĺbky Vymezit výběr

Typ geometrie
☒ Drátová geometrie
☐ Solid model

Strategie
☒ Vrtat

☐ Pevný cyklus

Posuv (mm/ot) 0.22 Přířuv (mm/ot)

Otáčky/Řezná rychlost (ot/min) 1200 Technologie Žádná

Čas prodlevy Tolerance řádkování 0.01

Výchozí pozice Současná Název geometrie

Procento posuvu Směr odsunu

Bezpečné odjetí

OK Zrušit Pomocník

Díra

Základní Výšky/Hĺbky Vymezit výběr

Přejíždění (absolutně) 1 Přejíždění přiřazené k
☒ Útvary
☐ Modelu

Najíždění

Odměřovací 0

Cílová hloubka -80 Hloubka přiřazená k
☒ Plná hloubka
☐ Hloubka zahloubení
☐ Hloubka závitů

Řídit pohyb na
☐ Na špičku
☒ Na plný průměr

Nastavit záběry

Hloubka záběrů Úbytek záběrů

Vyjíždět mezi záběry 1

OK Zrušit Pomocník

Obrázok 3.4.3

Odjazd nástroja do výmeny kliknutím na ikonu *Do výmeny* z panela nástrojov *EdgeCAM*
Prevedenie simulácie obrábania



Prevedenie simulácie obrábania

Obrázok 3.4.4

Kontrolné otázky *Dokončovacie práce, vŕtanie a závitovanie – 2D Geometria*

1. Vytvorte postup pre sústruženie podľa výkresu- dokončovacie operácie.
2. Preved'te simuláciu.
3. Vytvorte postup pre sústruženie podľa výkresu- vŕtanie osového otvoru a závitovanie.
4. Preved'te simuláciu.

Použitá literatúra

1. Ing. Stanislav FOLWARCZNY:
Technologické programování v EdgeCAMu , Karviná, 2005
2. Manuál EdgeCAM
3. Združená stredná škola elektrotechnická Stará Turá:
Zhotovenie riadiaceho programu na CNC cez CAD/CAM 2007
4. Ing.Jiří Kořtek z fy Proper :
EdgeCAM Soustružení , Kroměříš, Nexnet, a.s. , 2007
5. Střední průmyslová škola a Střední odborné učiliště, Trutnov, Školní 101,
jako projekt v rámci Státní informační politiky ve vzdělávání
(SIPVZ):
EdgeCAM – programování CNC obrábacích strojů, 2010
6. SONETECH, s.r.o.:
Začínáme s EdgeCAM, 2008