

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Programování NC strojů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Pracovní možnosti zrekonstruovaného výukového stroje EMCO 105 MILL

Autor: **Roman MARIENKA**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Jiří ČESÁNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2018/2019

Zadání

1. Úvod
2. Charakteristika a popis technologických možností stroje a řídicího systému
3. Ukázka možností na vybraných typech součástí
4. Zhodnocení a závěr

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:.....

.....

podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat celé mé rodině a okolí, za obrovskou podporu během studia a panu doc. Česánkovi za výpomoc na bakalářské práci.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Marienka	Jméno Roman
STUDIJNÍ OBOR	B2341 - Programování NC strojů	
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. ČESÁNEK, Ph.D.	Jméno Jiří
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KTO	
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Pracovní možnosti zrekonstruovaného výukového stroje EMCO 105 MILL	

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	38	TEXTOVÁ ČÁST	38	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce ukazuje možnosti využití stroje EMCO 105 MILL. Jedná se o výukový stroj, na kterém si mohou studenti vyzkoušet v praxi jednotlivé technologie frézování. Stroj je vybaven řídicím systémem SUNUMERIK 828D. Tímto systémem je stroj ovládán, a proto je také spolu s jeho možnostmi využití detailně popsán v bakalářské práci. V SinuTrainu byly vytvořeny čtyři součásti a poté jedna z nich byla obrobena na stroji EMCO 105 MILL.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	EMCO 105 MILL, SinuTrain, Obrábění, frézování, vrtání, kontura

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Marienka	Name Roman	
FIELD OF STUDY	B2341 – Programming of NC machines		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. ČESÁNEK, Ph.D.	Name Jiří	
INSTITUTION	ZČU - FST – KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Working possibilities of the renovated EMCO 105 MILL		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2019
----------------	---------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	38	TEXT PART	38	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor thesis shows working possibilities of the renovated machine EMCO 105MILL. It is a educational machine where students can try out individual milling technologies in practice. The machine is equipped with a control sytem SinuTrain. This system controls the machine and therefore it is described in detail together with its usage possibilities. Four parts were created in the SinuTrain and then one of them was machined on the EMCO 105 MILL machine.
KEY WORDS	EMCO 105 MILL, SinuTrain, working, milling, drilling, contour

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Obrábění.....	1
1.2 Frézování	2
1.2.1 Základy frézování.....	2
1.2.2 Frézování sousledné a nesousledné.....	2
1.2.3 Upínání nástrojů	3
1.2.4 Upínání materiálu.....	4
2 Charakteristika a popis technologických možností stroje a řídicího systému.....	5
2.1 Popis stroje	5
2.1.1 Schéma stroje	5
2.1.2.....	6
2.1.3 Možnosti stroje.....	6
2.2 Představení řídicího systému stroje SINUMERIK 828D	8
2.3 Výběr stroje	8
2.4 Základní funkce.....	8
2.4.1 Ovládací panel	8
2.4.2 Hlavní menu.....	9
2.5 Tvorba a možnosti vytvoření programu	10
2.5.1 Základní vytvoření, nastavení a pojmenování programu.....	10
2.5.2 Vytvoření obrobku.....	12
2.6 Seřízení nástrojů	14
2.6.1 List nástrojů a opotřebení nástrojů	14
2.6.2 Zásobník.....	15
2.6.3 Měření nástrojů.....	15
2.6.4 Počátek souřadného systému obrobku.....	15
2.7 Vrtání	17
2.7.1 Navrtávání středících důlku	17
2.7.2 Pozice.....	18
2.7.3 Vrtání a vystružování.....	20
2.7.4 Vrtání hlubokých děr	21
2.7.5 Vyvrtávání.....	22
2.7.6 Závit	23
2.8 Frézování	24

2.8.1	Rovinné frézování	24
2.8.2	Kapsa	24
2.8.3	Čep mnohohran	25
2.8.4	Drážka	26
2.6.5	Frézování závitů	26
2.8.6	Gravírování	26
2.9	Kontura	26
2.9.1	Funkce frézování kontury	27
3	Ukázka možností na vybraných typech součástí	28
3.1	Součást 1	28
3.2	Součást 2	28
3.3	Součást 3	29
3.4	Součást 4	29
3.5	Další možnosti pro tvorbu NC kódu	33
3.5.1	Tvorba NC programu v SolidCAMu	33
3.5.2	Ukázka NC kódu polokoule	34
4	Zhodnocení a závěr	35
	Příloha 1 – Součást 1	
	Příloha 2 - Součást 2	
	Příloha 3 - Součást 3	
	Příloha 4 - Součást 5	

Seznam použitých veličin

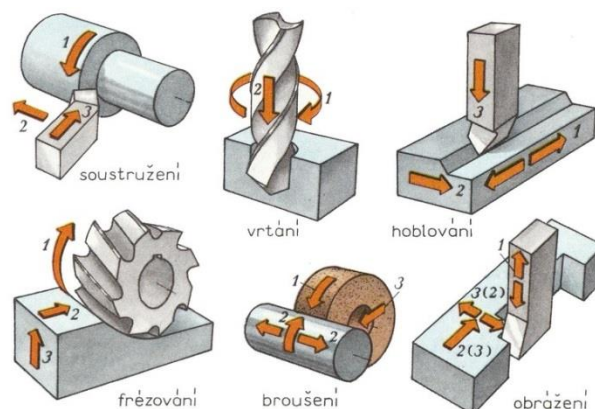
Název	Označení	Jednotka
Hmotnost	m	[kg]
Vzdálenost	L	[mm]
Plocha	S	[mm ²]
Síla	F	[N]
Rychlost	v	[m·s]
Čas	t	[s]
Teplota	T	[°C]
Moment	M	[Nm]

1 Úvod

Tato práce vznikla z důvodu rekonstrukce stroje EMCO 105 MILL. V dnešní době je velice důležité, aby studenti, kteří získají strojní vzdělání měli všeobecný technický přehled. Bezesporně do tohoto přehledu patří i obrábění a konkrétně frézování, kterým se tato práce zabývá. Je potřebné studenty seznámit s číslicově řízenými stroji. Cílem práce je zmapování možností výukového stroje EMCO 105 MILL na kterém si studenti mohou rozšířit a vyzkoušet své znalosti v oblasti frézování a programování NC strojů. Stroj je řízen řídicím systémem SINUMERIK 828D. Díky systému jsou vytvářeny příkazy, které ovládají stroj. V SinuTrainu byly vytvořeny čtyři součásti, přičemž jedna z nich byla obrobena na stroji EMCO MILL 105. Dále byla jedna součást teoreticky obrobena v prostředí SolidCAM. Jednalo se o obrobení polokoule ve 3 osách. Na závěr je hodnocen stroj EMCO 105 MILL, jeho řídicí systém SinuTrain na teoretických a praktických příkladech.

1.1 Obrábění

Jedná se o technologický proces, kterým se polotovar mění na hotový obrobek. Ten by měl mít rozměry a jakost povrchu dle výkresové dokumentace. Konkrétně se jedná o technologický proces, kdy se polotovar mění na hotový výrobek požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu odebráním částic nebo oddělováním částí materiálu mechanickými, elektrickými nebo chemickými pochody či kombinacemi těchto pochodů. Tato bakalářská práce se konkrétně zabývá třískovým obráběním. V takovém případě se jedná o technologický proces, při kterém řezná síla vtlačuje nástroj ve tvaru řezného klínu do povrchu polotovaru a odebírá z něj při vzájemném pohybu polotovaru nástroje materiál v podobě třísky. Obrábění se odehrává v soustavě stroj – nástroj – obrobek. Obráběný předmět se nazývá obrobek. Část obrobku přetvářená odebráním materiálu je obráběná plocha, která vzniká odebráním materiálu obráběné plochy profilem řezné části nástroje. Odebraný (nadbytečný) materiál obrobku se nazývá přídavek na obrábění a dochází k jeho



Obrázek 1 – obrábění [1]

odstranění. Plocha, která vzniká za břitem řezného nástroje se nazývá řezná plocha. Odebírání materiálu a vznik třísky je způsoben vzájemným pohybem a silou nástroje a obrobku. [1]

1.2 Frézování

V bakalářské práci je řešena konkrétně problematika frézování z důvodu využití zrekonstruovaného výukového stroje EMCO 105 MILL.

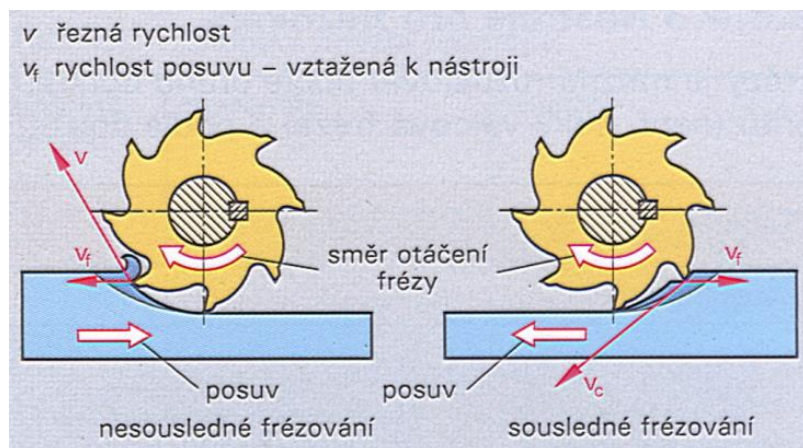
1.2.1 Základy frézování

Frézování je jedno z nejběžnějších způsobů strojního třískového obrábění. Hlavní pohyb koná nástroj. Jedná se o rotační pohyb. Vedlejší pohyb koná obrobek. V tomto případě se jedná o posuv a přísuv. Na starších a obyčejnějších strojích probíhá pohyb ve třech osách, u modernějších strojů je možný pohyb ve více osách. Takové stroje se nazývají víceosá obráběcí centra. Nejčastějšími operacemi frézování je obrábění rovinných ploch, šikmých ploch, tvarových ploch, zubů ozubených kol a závitů.

1.2.2 Frézování sousledné a nesousledné.

U sousledného frézování se obráběcí nástroj otáčí směrem jeho rotace. Pokud je to možné, je ve většině případů preferováno sousledné frézování. Velikost třísky je na začátku záběru největší a na jeho konci nejmenší, tím je břit chráněn proti obrušování a odírání.

U nesousledného frézování je směr posuvu obráběcího nástroje opačný, než je směr rotace. Velikost třísky startuje na nulové hodnotě a směrem ke konci řezu se postupně zvyšuje. U vstupu působí na břit velké síly, které způsobují obrušování, odírání a zvyšování teploty. To negativně ovlivňuje životnost břitu. Nesousledné frézování je vhodné využít u polotovarů, které se značně liší velikostí přídatku na obrábění. Dále se používá s břitovými keramickými destičkami pro obrábění žáruvzdorných slitin, protože řezná keramika je citlivá na rázy při vstupu do řezu. [2]



Obrázek 2 - sousledné a nesousledné frézování [1]

1.2.3 Upínání nástrojů

Fréza je vícebřitý nástroj, který se používá k frézování. Odlišuje se počtem břitů, materiálem, geometrickým tvarem a způsobem upínání. Frézy se upínají do vřetena stroje. Způsoby upnutí jsou buď na trn nebo do kleštiny. Do trnu se upínají nástrčné frézy. Přenos kroutícího momentu z trnu na nástroj je nejčastěji přenášen těsným perem nebo čelním unašečem. Do kleštin se upínají frézy s válcovou stopkou. Frézy s kuželovou stopkou jsou upínány přímo do kuželové dutiny, pokud je kužel shodný. Pokud je kužel upínací stopky menší, je zapotřebí použít redukční pouzdra. Válcové stopky fréz mohou mít normalizované průměry. Frézy s válcovou stopkou se upínají pomocí kleštin nebo weldonu. Jedná se o rychlá kvalitní upnutí. V případě stroje EMCO 105 MILL je vidět upnutí nástroje níže na obrázku 3.



Obrázek 3 - vřeteno stroje EMCO 105 MILL



Obrázek 4 - Upínání frézy [3]

1.2.4 Upínání materiálu

Obrobek musí být dobře upnutý tak, aby obráběná plocha byla co nejbližší vřetenu. Zároveň musí být bezpečně upnut a nesmí dojít k poškození upínacích ploch a uvolnění obrobku, aby nedošlo k ohrožení obsluhy nebo poškození stroje či vřetena. Upínání obrobku je ovlivněné způsobem obrábění, velikostí a tvarem obrobku, množstvím obráběných kusů a požadavky na přesnost. U menších obrobků a sérií bývají obrobky upínány do svěráků. Ty bývají pevné, otočné, sklopné, univerzální a samostředící. Svěráky se upínají na pracovní stůl pomocí T drážek. Aby bylo obrábění co nejpřesnější, jen nutné, aby obráběná plocha bylo co nejbližší čelistem svěráku a obrobek byl upnut za dostatečně velkou část. Nejobyčejnější svěráky jsou ovládány ručně. Modernější svěráky jsou pneumatické, hydraulické a elektromagnetické. K upnutí složitějších nebo větších obrobků se používají různé pomůcky např. upínky, opěrky, podpěry a upínací lišty, kterými je obrobek upnut přímo na stůl frézky. Pokud dochází k výrobě větších sérií, je výhodné používat upínací přípravky, které jsou přizpůsobeny tvaru polotovaru a druhu práce, což velice usnadňuje, zrychluje a zvyšuje kvalitu obrobku, ale pořizovací ceny bývají vysoké.

V případě stroje EMCO 105 MILL je k upnutí používán strojní svěrák, který je upevněn v T drážkách.

[2]

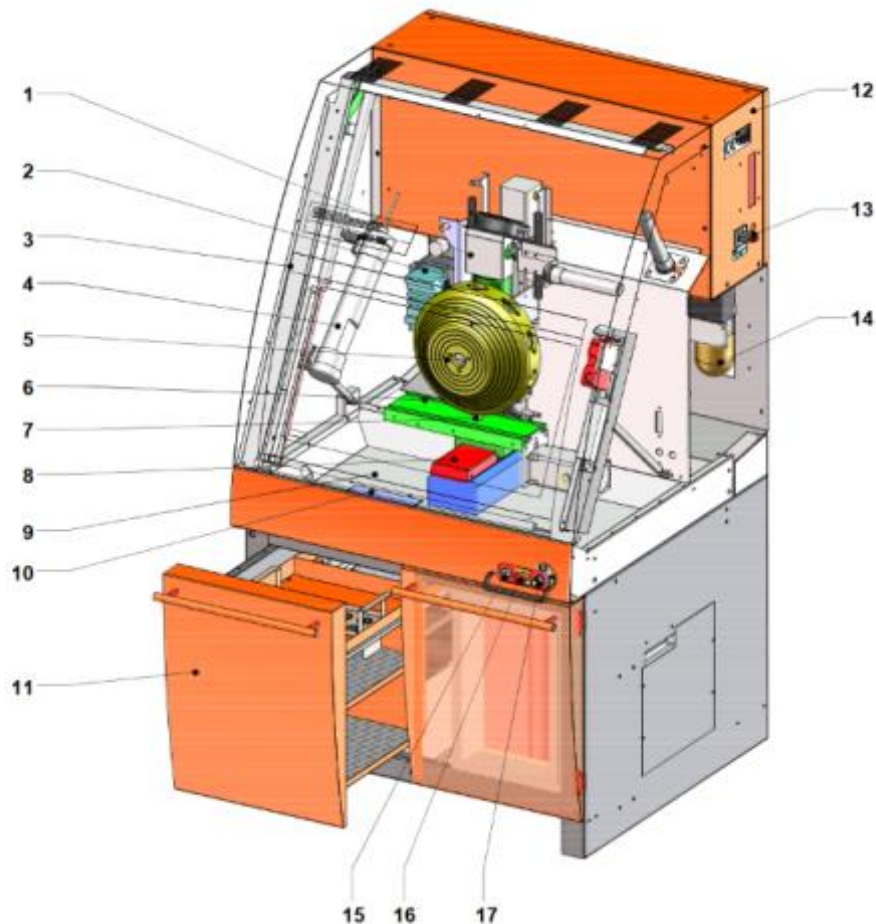


Obrázek 5 - schéma stroje

2 Charakteristika a popis technologických možností stroje a řídicího systému

2.1 Popis stroje

2.1.1 Schéma stroje



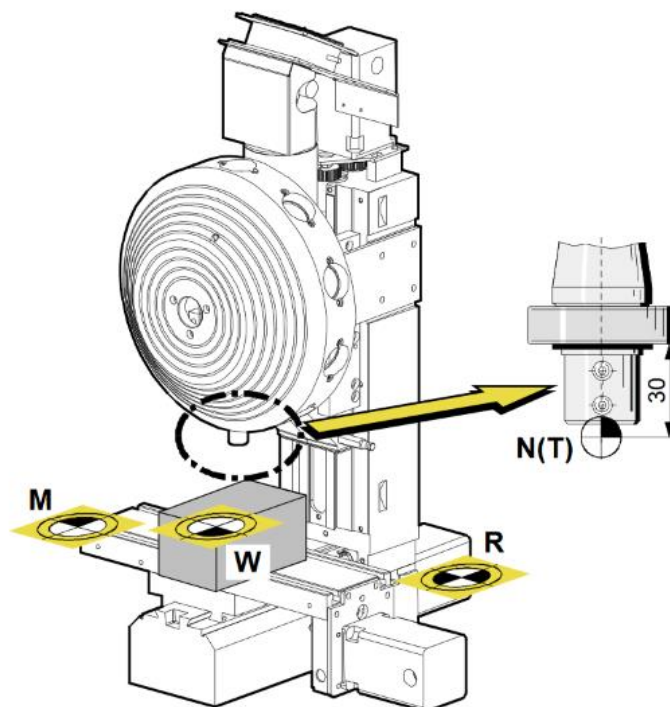
Konstrukční prvky stroje - Přehled

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1 Z-Schlitten | 10 Podpěrný stůl stroje (příslušenství) se zásuvkou pro nástroje a pro PC |
| 2 Pneumatika-obslužná jednotka | 11 Síť na třisky |
| 3 Ochranné dveře | 12 Elektro skříň |
| 4 Osvětlení stroje | 13 Hlavní vypínač |
| 5 Nástrojový buben | 14 Centrální mazání |
| 6 Stůl frézky se saněmi X | 15 Odsouhlasovací tlačítko |
| 7 Vřeteno frézky | 16 NOT-AUS-Tlačítko |
| 8 Y-saně | 17 Kličkový přepínač |
| 9 Prostor pro třisky | |

Obrázek 6 - schéma stroje [4]

2.1.2 Nulové body na stroji

Nulový bod M stroje je výchozí bod stroje. Jedná se počátek souřadného systému. Nachází se horní části stolu frézky v jeho levém předním rohu. Nulový bod obrobku se označuje W a je nastavitelný. Nastavením nulového bodu W se počátek souřadnicového systému fiktivně posune z bodu M na bod W. V ose vřeten, ve vzdálenosti 30 mm ve směru Z od osazení kuličkového ložiska nástrojového držáku leží vztažný bod nástrojového otvoru, který se označuje N (T). Tento bod slouží k určení délky nástroje. Referenční bod je označen písmenem R. Je to pevně určený bod na stroji. Používá se ke kalibraci měřicího systému. Po vypnutí stroje na vždy nutné najetí referenčního bodu stroje, aby stroj získal informace o polohách bodů M a N (T). [4]



Obrázek 7 - nulové body stroje [4]

2.1.3 Možnosti stroje

Pracovní rozsah v ose X je 200 mm, v ose Y je 150 mm. Pracovní rozsah v ose Z je závislý na délce nástroje. Užitečný zdvih v ose Z je 150 mm.

Souřadnicový systém stroje je pravotočivý. Počátek se nachází v nulovém bodě stroje m nebo v nulovém bodě obrobku W.

Saně se pohybují v rybinovém vedení, které je přesně broušené. Vůli je nastavitelná pomocí klínových lišt. Centrálním mazáním zabezpečuje, že budou všechny kluzné plochy mazané olejem. Čerpadlo mazání se automaticky zapíná. Když saně urazí dráhu 5 m.

Krokové motory pohání saně pomocí kuličkových šroubů. Stroj má vysokou polohovací a pracovní přesnost díky vysoce dimenzovaným šroubům, tuhé matici a axiálnímu uložení bez vůle. Rychloposuv stroje je 5 000 mm/min. Rychlost posuvu je 0 – 5 000 mm/min. Rozlišení kroku je garantované 1,5 mikronu, maximální posuvová síla saní v ose X a Y je 2 kN a maximální posuvová síla saní v ose Z je 2,4 kN. Pohyb vřetena je zajištěn AC motorem, to je uloženo v ložiscích, které jsou ve frézovací hlavě. Otáčky vřetena jsou nastavitelná v rozmezí 150 – 5 000 ot. / min.

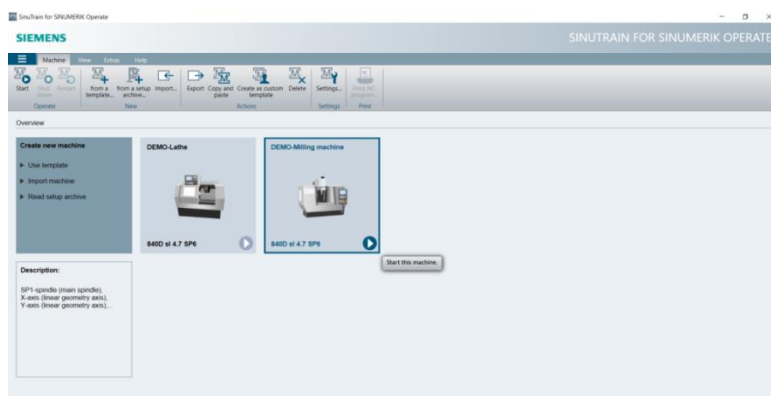
Stroj je vybaven pneumatickou jednotkou, které obsahuje ventil a spínač pro ofukovací zařízení nástrojového systému a pneumatický svěrák. Nápadecí tlak je 4 – 6 baru a připojení pneumatiky má průměr 10 mm. Díky rozhraní je možné spojit stroj s dalšími stroji např. s robotem. Stroj je vybaven DNC rozhraním, které umožňuje ovládání řídicím počítačem. Je možná přesouvat programy nebo zapínat stroj z řídicího počítače. DNC rozhraní slouží především pro vybudování pružné výrobní linky.[4]

2.2 Představení řídicího systému stroje SINUMERIK 828D

Stroj EMCO 105 MILL využívá software SinuTrain, v kterém byly vytvořeny všechny součásti do bakalářské práce. Software je počítačovou verzí CNC řídicího systému SINUMERIK 828D. Uživateli poskytuje reálnou podobu programovacího prostředí SINUMERIK Operate i s animovaným integrovaným ovládacím panelem stroje. Slouží k vytváření a testování NC programů a se skutečným jádrem SINUMERIK, které mohou být přivedeny do skutečného stroje. Velikou výhodou je možnost využití simulace, která nabízí náhled na celou řadu možností a snižuje riziko kolizí. Další nezpochybnitelnou výhodou je možnost programování stroje odkudkoliv na světě pouze s tímto programem a připojením k internetu. Software nabízí i nastavení několika jazyků, jedním z nich je i český jazyk, ale pro maximální získání nových znalostí, byl program ovládán v angličtině. [7]

2.3 Výběr stroje

V prvním kroku je k vybrán požadovaný stroj. Lze volit stroje z nabídky SinuTrain, u kterých lze upravovat parametry nebo může být stroj přímo importován. V tomto případě je vybráno 3 osé frézovací centrum 3 obdobné EMCO 105 MILL (obr. 8).



Obrázek 8 - výběr stroje

2.4 Základní funkce

2.4.1 Ovládací panel

Po vybrání stroje se zobrazí ovládací panel.

2.4.2 Hlavní menu

Stisknutím tlačítka vybrat menu se zobrazí lišta s hlavním menu (obr. 9) První tlačítko je stroj. Pokud dojde k vybrání tohoto tlačítka, může být manuálně pohybováno s vřetenem, seřizován stroj a volen počátek souřadné soustavy obrobku. [5] [6]



Obrázek 9 - hlavní menu

Parametr, druhé tlačítko z levé strany slouží k úpravě parametrů pro správu nástrojů a pro programy. V tomto režimu lze spravovat zásobník nástrojů a počátky souřadných soustav.

Vybráním tlačítka program, jak vyplývá z názvu, jsou spravovány určité programy. V tomto režimu lze provádět obrábění pomocí tlačítek vrtání, frézování, frézování kontury a křivka kruh.



Obrázek 10 - seznam hlavních cyklů

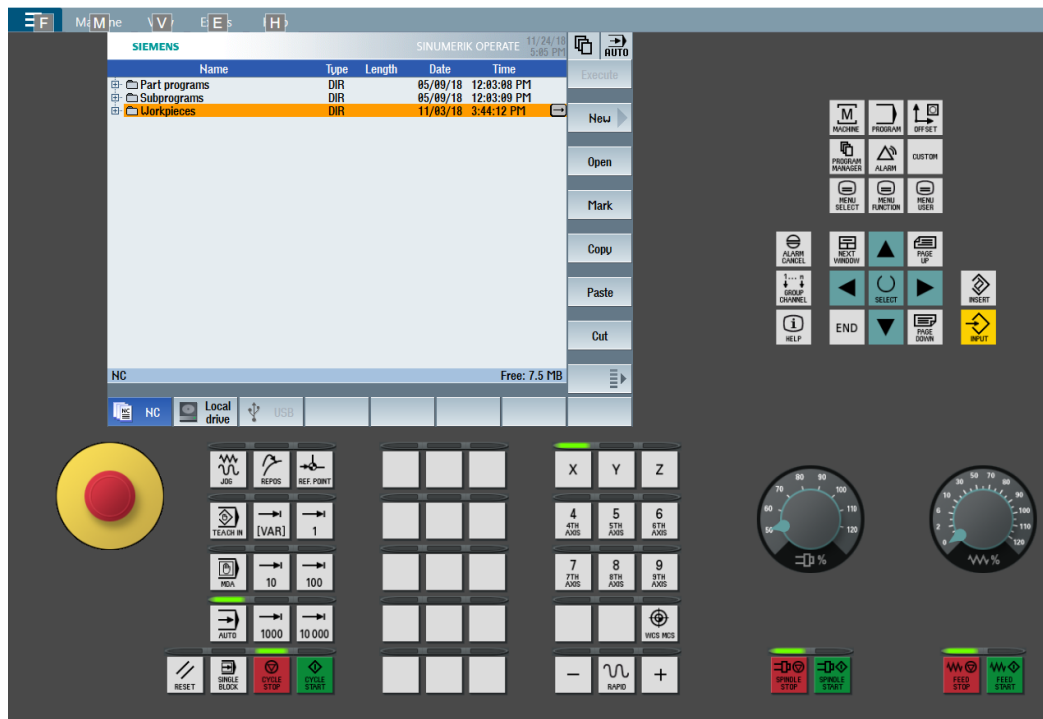
Velice užitečnou funkcí je možnost provedení simulace pomocí tlačítka simulace, která ukazuje pohyb nástroje a díky tomu lze předejít kolizím a je vidět výsledný obrobek. [5] [6]



Obrázek 11 - simulace

Další funkcí je správce programu. V tomto režimu lze vytvářet, vyvolávat, upravovat, přejmenovávat, kopírovat a mazat programy. Programy mohou být uloženy v paměti počítače na lokálním disku nebo na USB. Programy mohou být vytvořeny externě a pak např. pomocí USB vloženy do stroje.

Diagnostika slouží k prohlednutí seznamu alarmů, hlášení a alarmových protokolů. [5] [6]

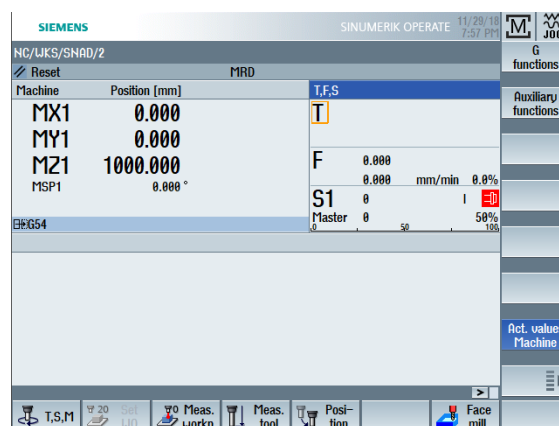


Obrázek 12 - program manager

2.5 Tvorba a možnosti vytvoření programu

2.5.1 Základní vytvoření, nastavení a pojmenování programu

Po zapnutí dojde ke spuštění řídicího systému. Jak je vidět na obrázku, došlo ke spuštění základní obrazovky.



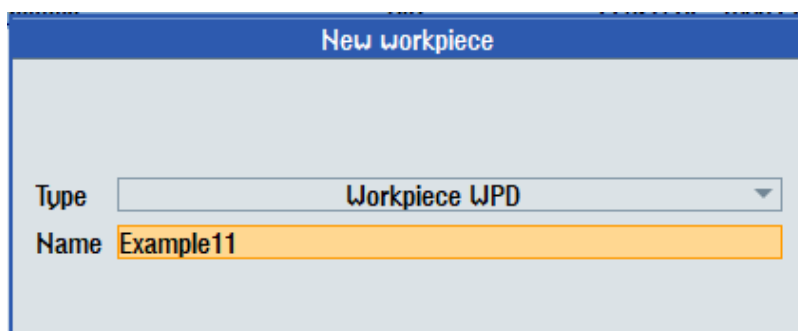
Obrázek 13 - řídicí systém

Vybráním tlačítka správce programů se otevře panel. V tomto režimu lze programy otevírat, kopírovat, vkládat a mazat. Na obrazovce se zobrazí tři hlavní složky - polotovary, podprogramy a části programů.

Name	Type	Length	Date	Time	
Part programs	DIR		05/09/18	12:03:08 PM	Execute New
Subprograms	DIR		05/09/18	12:03:09 PM	
Workpieces	DIR		11/03/18	3:44:12 PM	

Obrázek 14 - programy

Vybráním položky polotovaru a pomocí tlačítka nový dojde k založení nového polotovaru, následně dojde k naběhnutí dialogového okna, v kterém je nutné program pojmenovat.



The image shows a dialog box titled "New workpiece". It has two main input fields: "Type" and "Name". The "Type" field is a dropdown menu currently showing "Workpiece WPD". The "Name" field is a text box containing the text "Example11".

Obrázek 15 - tvorba polotovaru

Tlačítkem nový se opět otevře další dialogové okno, ve kterém je volen typ programování mezi ShopMill a Program GUIDE G-kód. V tomto případě je zvolen ShopMill a potvrzen tlačítkem přijmout. Dále je potřeba vyplnit jméno programu. V tomto případě je program pojmenován EXAMPLE11.

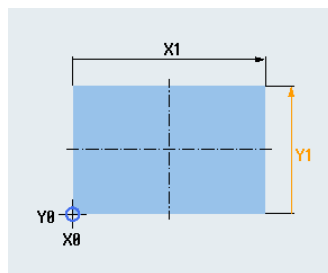


The image shows a dialog box titled "New sequential program". It has two main input fields: "Type" and "Name". The "Type" field is a dropdown menu currently showing "ShopMill". The "Name" field is a text box containing the text "EXAMPLE11".

Obrázek 16 - volba druhu programu

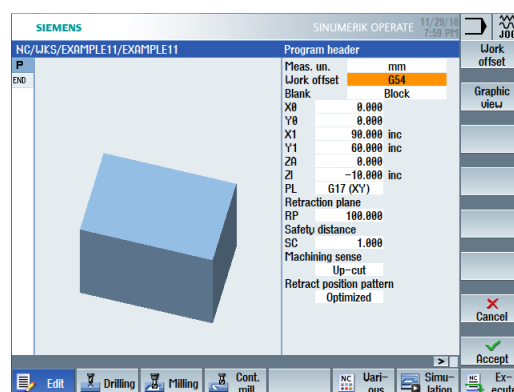
2.5.2 Vytvoření obrobku

ShopMill vždy ukládá poslední nastavení, které je zvoleno. V tomto případě to bylo to výhodou, protože všechny polotovary byly vždy stejné. Jednalo se o kvádr s rozměry 90x60x10mm. V případě, že by se jednalo o jiný polotovar, muselo by dojít vždy k upravení vstupních polí, přepínacích políček, textů, jednotek a symbolů tak, aby byly nastaveny správně.



Obrázek 17 - nastavení polotovaru

U tohoto polotovaru je zvolen nulový bod $X=0$, $Y=0$, $Z=0$ pomocí nastavení počátku G54. Tvar obrobku je vybrán kvádr. Hodnota v tabulce označená X1 vyjadřuje velikost polotovaru ve směru X a v tabulce hodnota označená Y1 vyjadřuje velikost polotovaru ve směru Y. Nulový bod v rovině Z je na horní hraně polotovaru. Tyto hodnoty mohou být zadány jako inc nebo abs. Inc je takzvané přírůstkové programování, u kterého je dáván příkaz rovnou z místa, kde se stroj nachází, do bodu místa, kam se má stroj přesunout. Abs je zkratka pro absolutní programování. V tomto případě je zvolený nulový bod a stroj dostával příkazy k pohybu v závislosti od tohoto bodu. Jako obráběná rovina je vybrána horní rovina, zvolením funkce G17. Dále je volena návratová rovina, bezpečnostní vzdálenost a frézování sousledné, či nesousledné.

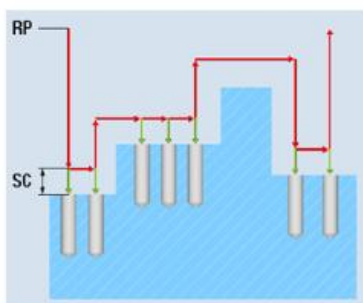


Obrázek 18 - nastavení polotovaru II

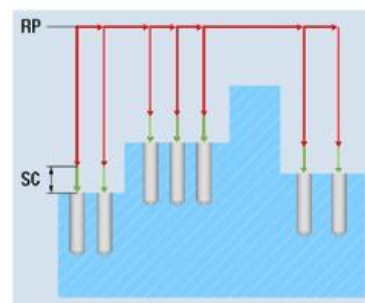
Nastavení polotovaru		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti/*Poznámka
Měřicí jednotka	mm	Palce
Posunutí počátku	G54	G55, G56, G57
Tvar obrobku	kvádr	krychle, válec, válec s dírou, nedefinovaný tvar
X0	0	/
Y0	0	/
X1	90mm ink	ink / abs
Y1	60mm ink	ink / abs
ZA	0	/
ZI	-10mm ink	X ink / abs
Návratová rovina	20	/
Bezpečnostní vzdálenost	1	/
Druh frézování	sousledné	nesousledné
Zpětný pohyb	optimalizovaný	na návratovou rovinu

Tabulka 1 - nastavení polotovaru

U polohovacího vzoru může být nastavena optimalizace, kdy nástroj najíždí v závislosti na kontuře na bezpečnostní vzdálenost nad obrobkem (obr. 19) nebo návrat na návratovou rovinu, kdy nástroj najede zpět na návratovou rovinu a potom najíždí na novou pozici. [5] [6]



Obrázek 19 - vyjetí nástroje



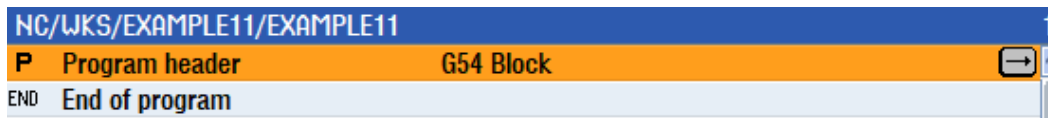
Po založení programu se automaticky se objeví dva řádky. Nastavení polotovaru a konec programu. Každý z řádků se nechá upravit šedou šipkou na pravé straně, která znovu vyvolá hlavičku programu. Mezi tyto dva řádky se postupně doplňují jednotlivé příkazy, které jsou zpracovávány shora dolů.



Obrázek 20 - tlačítko grafického zobrazení

Pomocí tohoto programového tlačítka lze přepínat zobrazení. Většinou se jedná o změnu mezi 3D a 2D zobrazením.

V modré pruhu nahoře je název programu.



Obrázek 21 - automatické řádky programu

2.6 Seřízení nástrojů

2.6.1 List nástrojů a opotřebení nástrojů

Před samotným obráběním je nutné správně nastavit nástroje. Pokud by nástroje neměly správné korekce nebo by došlo k zaměnění pozice nástrojů, tak by mohlo dojít k zničení nástroje nebo v horším případě i k poškození stroje. Tomu lze předejít díky tlačítku offset. Po jeho vybrání se zobrazí nástrojový list, na kterém jsou všechny nástroje s parametry a jejich funkce, které jsou zapotřebí k seřizování. V případě nového nástroje, který není v knihovně nástrojů lze v nástrojovém listu nový nástroj vytvořit. [5] [6]

Loc.	Type	Tool name	ST	D	Length	⊖	⊕	1	2
1		CUTTER 4	1	1	65.000	4.000		3	2
2		CUTTER 6	1	1	120.000	6.000		3	2
3		CUTTER 10	1	1	150.000	10.000		4	2
4		CUTTER 16	1	1	110.000	16.000		3	2
5		CUTTER 20	1	1	100.000	20.000		3	2
6		CUTTER 32	1	1	110.000	32.000		3	2
7		CUTTER 60	1	1	110.000	60.000		6	2
8		FACEMILL 63	1	1	120.000	63.000		6	2
9		CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	2	2
10		DRILL 8.5	1	1	120.000	8.500	118.0	2	2
11		DRILL 10	1	1	120.000	10.000	118.0	2	2
12		PREDRILL 30	1	1	120.000	30.000	180.0	2	2
13		DRILL_Tool	1	1	110.000	25.000		2	2
14		THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000		1	2
15		THREADCUTTER M10	1	1	130.000	10.000	1.500	2	2

Loc.	Type	Tool name	ST	D	ΔLength	Δ⊖	T	C	D
1		CUTTER 4	1	1	0.000	0.000			
2		CUTTER 6	1	1	0.000	0.000			
3		CUTTER 10	1	1	0.000	0.000			
4		CUTTER 16	1	1	0.000	0.000			
5		CUTTER 20	1	1	0.000	0.000			
6		CUTTER 32	1	1	0.000	0.000			
7		CUTTER 60	1	1	0.000	0.000			
8		FACEMILL 63	1	1	0.000	0.000			
9		CENTERDRILL 12	1	1	0.000	0.000			
10		DRILL 8.5	1	1	0.000	0.000			
11		DRILL 10	1	1	0.000	0.000			
12		PREDRILL 30	1	1	0.000	0.000			
13		DRILL_Tool	1	1	0.000	0.000			
14		THREAD CUTTER	1	1	0.000	0.000			
15		THREADCUTTER M10	1	1	0.000	0.000			

Obrázek 22 - list nástrojů a opotřebení

Nástrojový list	
Zkratka (Značka)	Popis
Pozice	Pozice nástroje
Typ	Druh nástroje
Název nástroje	Jméno nástroje nebo jeho číslo
ST	Číslo náhradního nástroje
Délka	Délka nástroje
Průměr	Průměr nástroje
Úhel špičky / stoupaní	Úhel špičky nebo stoupaní
N	Počet zubů
List opotřebení nástroje	
Zkratka (Značka)	Popis
Délka	Opotřeбенá délka
Rádus	Opotřeбенý rádus
TC	Volba monitorování nástroje

Tabulka 2 - nástrojový list a list opotřebení

2.6.2 Zásobník

V seznamu nástrojů v zásobníku jsou všechny nástroje, které připadají jednomu nebo více zásobníkům. Seznamem v zásobníku lze zjistit stav každého nástroje.

2.6.3 Měření nástrojů

Pokud má být dosaženo vysoké přesnosti výroby, musí být aktuální rozměry nástrojů přesně zaznamenány. Rozměry nástroje lze získat v programu pomocí tlačítka TSM a následně tlačítkem změřit nástroj. Funkcí „délka manuálně“ dojde k změření nástroje ve směru osy Z. Funkcí „průměr manuálně“ dojde k změření průměru nástroje. Funkcí „délka auto“ dojde k změření nástroje ve směru osy Z pomocí nástrojové měřicí sondy. Funkcí „průměr auto“ dojde k změření průměru nástroje pomocí nástrojové měřicí sondy. Funkcí „kalibrace měřicí sondy“ dojde k určení polohy měřicí sondy na pracovním stole stroje vzhledem k počátku souřadného systému. Funkcí „kalibrace pevného bodu“ dojde k určení pevného bodu jako vztažného pro manuální měření délky nástroje.

2.6.4 Počátek souřadného systému obrobku

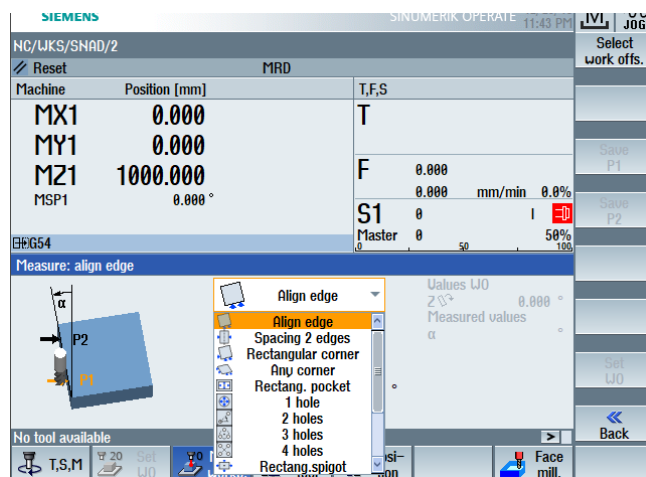
K určení počátku souřadného systému obrobku musí dojít v základním menu po přepnutí do režimu stroj manuálně. Je několik možností jak nastavit počátek. Slouží k tomu funkce „počátek souřadného

systemu obrobku“. K ručení polohy nebo rozměrů se často využívají sondy. Mohou být analogové nebo elektrické, ty odesílají informace ihned do systému. Stroj EMCO 105 MILL využívá mechanické sondy. [5] [6]



Obrázek 23 - mechanická sonda [8]

Pomocí najetí lze v programu určit polohu obrobku ve všech 3 osách, polohu děr, úhel mezi dvěma rovinami, vnitřní nebo vnější rozměry kvádrů nebo válců a sklon roviny. Je zapotřebí definovat směr snímání u najetí. Parametrem X0 jde definovat posunutí počátku souřadného systému obrobku. Nesmí se zapomínat na zohlednění průměru sondy (většinou 5 mm) pro snímání hran. Vyjimkou je osa Z, kde je častěji hrana snímána frézou. [5] [6]



Obrázek 24 - najetí nulových bodů

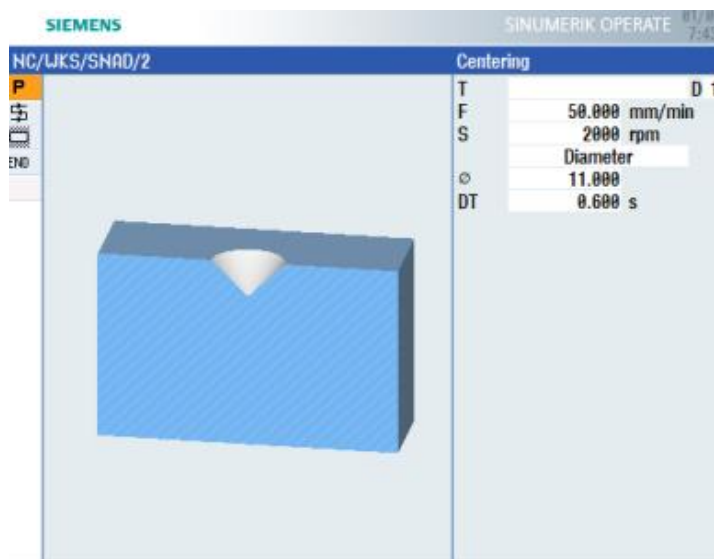
2.7 Vrtání

Aktuálně je program nastavený tak, aby mohlo dojít k obrábění. První hlavní skupinou je vrtání. Jedná se o druh třískového obrábění, kterým se vyrábějí průchozí či neprůchozí otvory. Vrtání se běžně provádí na vrtačkách pomocí nástroje vrtáku. Vrtat je však možné i na frézkách. Vrtáky se upínají pomocí válcové nebo kuželové stopky, ty s válcovou hlavou se upínají do sklíčidel, která jsou dvou nebo tříčelistová. Běžně se používají tříčelistová z důvodu lepšího vyvážení. Přesnost vrtání velmi ovlivňuje kvalitu vrtáku, přesněji jeho nabroušení. Ostření se většinou provádí na speciálních bruskách.

Po vybrání ikony vrtání se v pravém sloupci načtou ikony, které nabízejí různé možnosti vrtání a umístění děr.

2.7.1 Navrtávání středících důlku

První funkcí vrtání je navrtávání středících důlku. Touto funkcí dojde k navrtání díry. Běžně používaný nástroj k této operaci se nazývá středící vrták nebo navrtávák. Nástroj slouží pro přesné navrtání otvoru před vlastním vrtáním. Častěji používaný je středící vrták, který má však určité nevýhody. Jedna z nich je velké opotřebení nástroje a následně jeho zlomení, největší nevýhodou je malý úhel špičky, který bývá 60°. U takto malého úhlu při nedokonalém naostření středícího vrtáku může dojít k nepřesnému navrtání díry a následně vytvoření nepřesné díry. Pro vrták je typická krátká drážka a na rozdíl od standartních vrtáku není odlehčený, což zajišťuje vysokou tuhost. Navrtávák se lze použít u většiny typických materiálů. [10]



Obrázek 25 - navrtávání středících důlku

Navrtání díry		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti / Poznámka
T	nástroj	*nástroje z tabulky
F	mm/min	rpm
S	rpm	m / min
Požadovaná hodnota	průměr díry	Hloubka díry
$\varnothing / Z1$	mm	mm
DT	s	rev

Tabulka 3 - nastavení navrtané díry

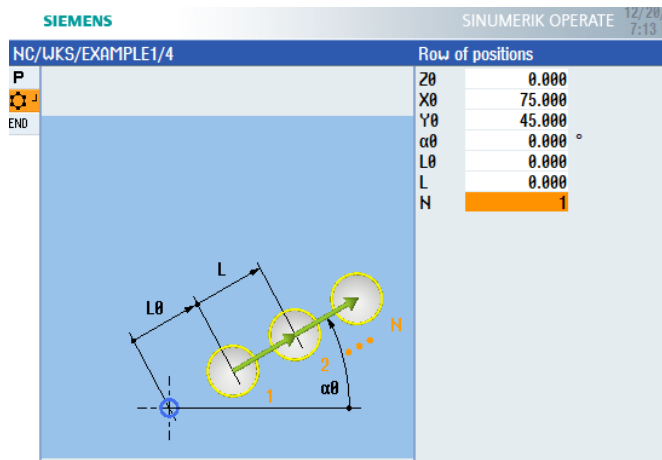
2.7.2 Pozice

Vždy po vytvoření druhu díry je nutné definovat pozici a počet děr. K tomu slouží ikona pozice.

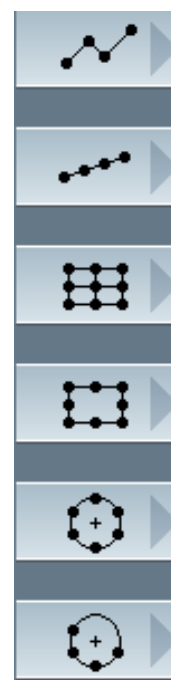
Výběrem této ikony se v pravém sloupci nabídnou možnosti pozice díry.

První ikona je základní. Vždy u ní zadáváme pozici počátku a každé díry zvlášť.

Druhá ikona se používá pro vytvoření děr, které leží v řadě. Je nutné zadat počet děr (N), nulový bod souřadného systému (Z0, X0, Y0), vzdálenost středu první díry od nulového bodu (L0) a rozteč mezi dírami.



Obrázek 26 - pozice vrtání

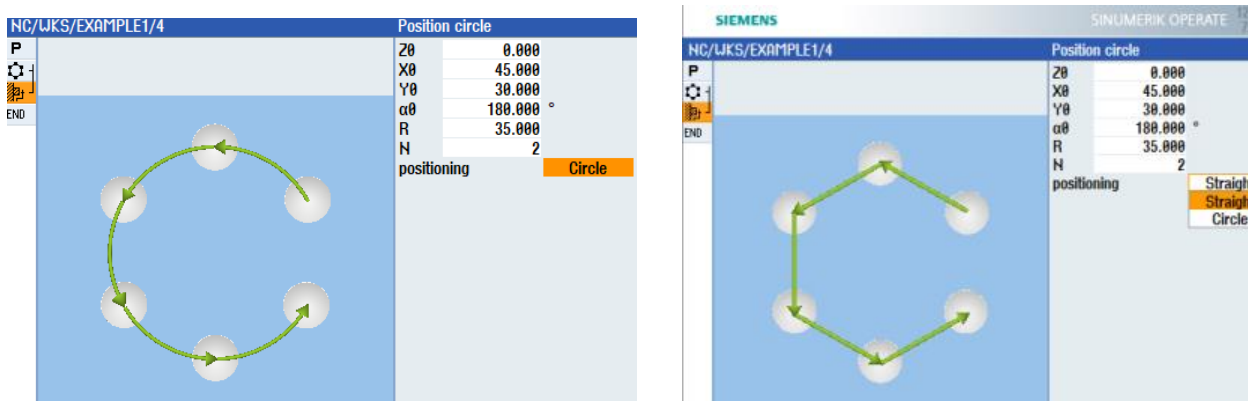


Určení pozice pro díru		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti / poznámka*
Z0	/	*poloha počátku
X0	/	*poloha počátku
Y0	/	*poloha počátku
$\alpha 0$	°	*úhel vůči hraně
L0	mm	*vzdálenost první díry
L	mm	*vzdálenost děr
N	/	*počet děr

Tabulka 4 - nastavení pozice díry

Výběrem třetí ikony dojde vytvoření děr v řadě a sloupcích, přičemž lze definovat různé počty děr, řad, sloupců a u úhly naklonění. Čtvrtou ikonou dojde k vytvoření děr po obvodu obdelníku.

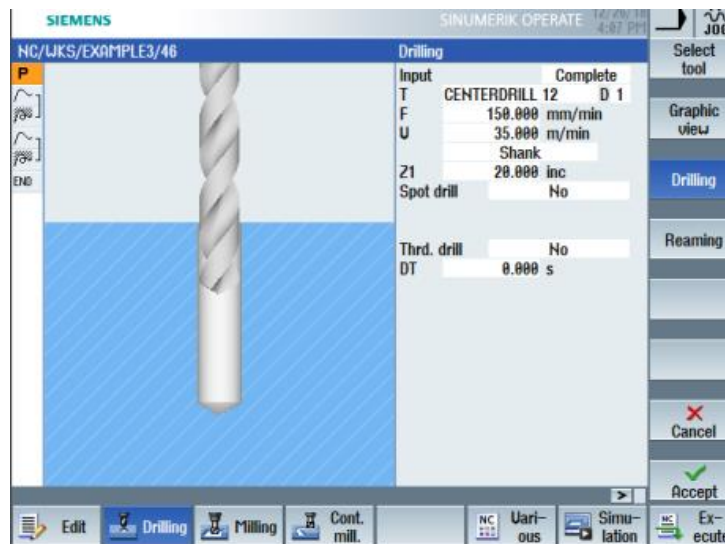
Definovatelné parametry jsou stejné jako u předchozích případů. Pátou a šestou ikonou lze vytvořit díry rozmístěné po kružnici. U poslední ikony je možnost definovat úhel, do kterého se rozvrhne zadaný počet děr, zatím co u páté ikony se díry rovnoměrně rozloží po kružnici. U tohoto rozmístění je nutné zadat oproti ostatním rozložením radius kružnice (R) a úhly na kterých se mají nacházet středy děr. Lze nastavit přejezdy buď po kružnici nebo po přímkách pomocí pozicování. (obr 27).



Obrázek 27 - nastavení pozice

2.7.3 Vrtání a vystružování

K vytvoření díry vrtákem slouží tlačítko vrtání a vystružování. Následně je na výběr z klasického vrtání nebo vystružování. To se používá k zvýšení přesnosti díry. Musí dojít k vyplnění posuvu, otáčkám nástroje a může být zvolen zavrtávací cyklus s vyjetím nástroje pomocí tlačítka bodové vrtání. Obě varianty mají podobné pole pro vyplnění.



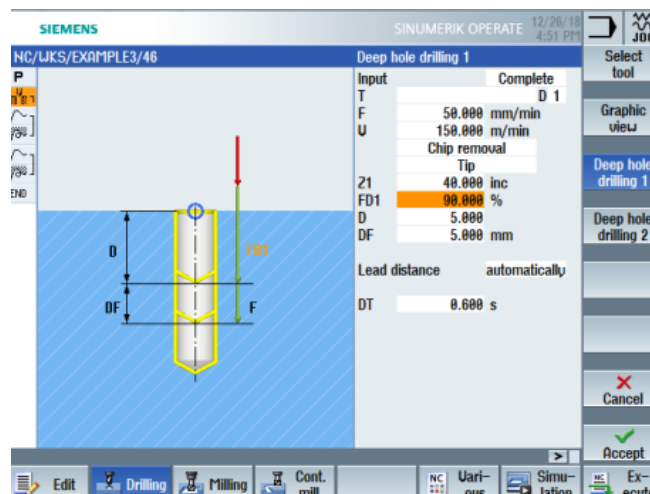
Obrázek 28 - nastavení vrtání díry

Vrtání		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti / *Poznámka
Vložení	kompletní	Chytré
Nástroj	vrták D12	zvolený nástroj
Posuv	150 mm/min	X mm/zub
Rychlost	35 m/min	Rpm
Z1	20 inc	/ abs
Spot drill	/	*Zpomalení před vrtáním
Thread drill	/	*Zpomalení při vrtání

Tabulka 5 - nastavení vrtání

2.7.4 Vrtání hlubokých děr

Třetí možností u vrtání je zvolit vrtání hlubokých děr. Následně je možné vybrat jednu ze dvou variant děr. U těchto funkcí je poměrně široká škála nastavení. Lze zvolit různé druhy vyjetí a vyprázdnění vrtáku a s tím související parametry.



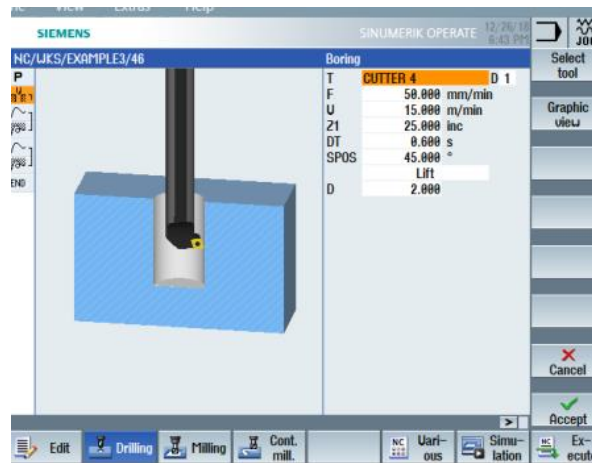
Obrázek 29 - nastavení vrtání hluboké díry

Vrtání hluboké díry 1		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti / *Poznámka
Vložení	Kompletní	Chytré
Nástroj	vrták D12	zvolený nástroj
Posuv	150 mm/min	X mm/zub
Rychlost	35 m/min	rpm
Z1	20 inc	X abs /*Hloubka díry
Spot drill	/	*Zpomalení před vrtáním
Thread drill	/	*Zpomalení při vrtání

Tabulka 6 - nastavení vrtání hluboké díry

2.7.5 Vyvrtávání

Pomocí funkce vyvrtávání dojde k vytvoření díry pomocí vyvrtávací frézy. Fréza většinou má vyměnitelné břitové destičky, které jsou snadno vyměnitelné a ekonomicky výhodnější než monolitní vrtáky.



Obrázek 30 - vyvrtávání

Vyvrtávání		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti / *Poznámka
Nástroj	vrták D12	*zvolený nástroj
Posuv	50 mm/min	/ mm/zub
Rychlost	15 m/min	/ rpm
Z1	25 inc	/ abs /*hloubka díry
DT	0,6 s	/ rev
SPOS	X °	*pozice vřetena
Lift	Yes	*odjetí od hrany
D	2 mm	*vzdálenost odjetí od hrany

Tabulka 7 - vyvrtávání

2.7.6 Závít

Poslední ikona závít slouží k vytvoření závitu. Na výběr je ze dvou možností. První podikonou je vytvoření závitů pomocí závitníku, což je běžná metoda, která je v programu pojmenována závitování. Druhou možností je použít frézování závitu. U této funkce je využito frézy, která má řezné břity pro vytvoření závitu.



Obrázek 31 - závitová fréza [9]

2.8 Frézování

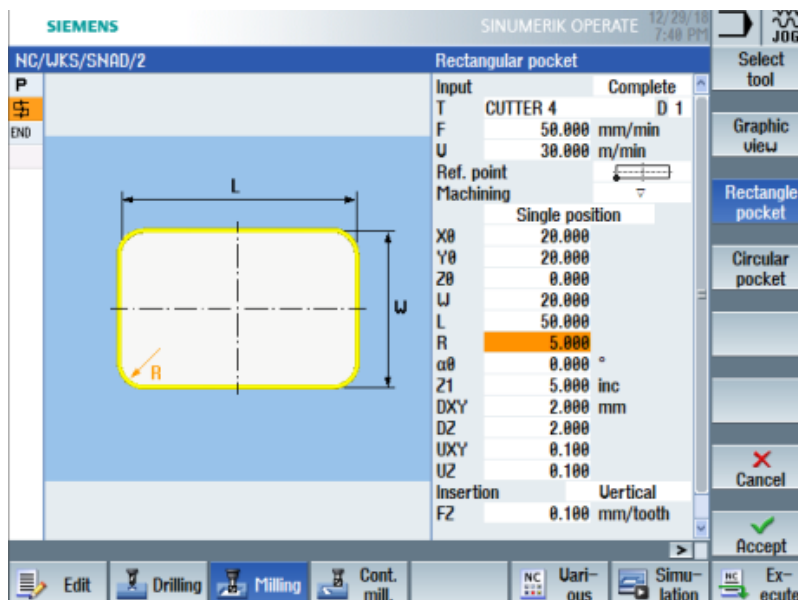
Frézování je druhou hlavní skupinou cyklů. Po rozkliknutí hlavní ikony se na pravé straně zobrazí šest možností frézování.

2.8.1 Rovinné frézování

První ikonou je frézování rovinné plochy. Pro zadání cyklu se vyplňují parametry nástroje, referenčního bodu a poloha. Tento cyklus se běžně používá pro srovnání ploch.

2.8.2 Kapsa

Vybráním cyklu kapsa se na pravé straně otevrou další dvě možnosti cyklů. Kapsy mohou mít čtvercový nebo kruhový průřezem. Je zapotřebí nastavit rozměry a polohu kapsy.



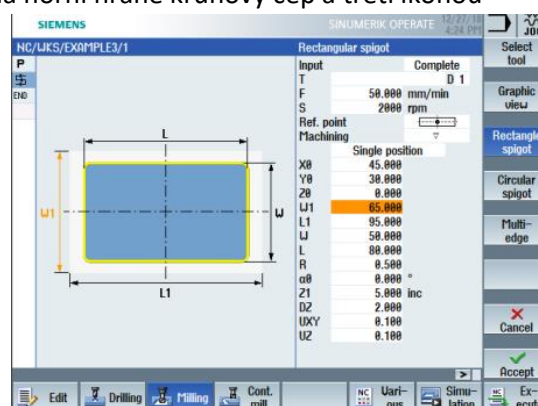
Obrázek 32 - frézování kapsy

Kapsa		
Název	Vybraná hodnota	Další možnosti / Poznámka
Vložení	Kompletní	chytré
Nástroj	vrták D5	zvolený nástroj
Posuv	50 mm/min	/ mm/zub
Rychlost	30 m/min	/ rpm
X0	20 mm	/ mm / Poloha
Y0	20 mm	/ mm/ Poloha
Z0	0 mm	/ mm / Poloha
W	20 mm	/ mm / strana 1 kapsy
L	50 mm	/ mm / strana 2 kapsy
R	5 mm	/ mm /rádius hrany kapsy
O	0°	/°/ naklonění kapsy
Z1	5 mm (inc)	/ mm (abs) / hloubka kapsy
DXY	2 mm	/ mm / tříska v XY
DZ	2 mm	/ mm tříska v Z
UXY	0,1 mm	/ mm / přídavek na dokončení
UZ	0,1 mm	/ mm / přídavek na dokončení
Zavrtání	Vertikální	Oscilární, šroubovice
FZ	0,1 mm / zub	/ rpm

Tabulka 8 - nastavení frézování kapsy

2.8.3 Čep mnohohran

Čep mnohohran je cyklus, který obrábí boční hrany tak, že na horní části obrobku vznikne čep, který může mít čtvercový, kruhový nebo mnohoúhelníkový průřez. První ikonou vznikne na horní hraně čtvercový (obdélníkový) čep. Druhou ikonou vznikne na horní hraně kruhový čep a třetí ikonou mnohohranný čep. U těchto cyklů je nutná zadat parametry nástroje, vybrat referenční bod, který je může být ve středu nebo na některém z rohů. Dále je nutné zadat polohu, rozměry vybraného tvaru a úhel natočení alfa. Nakonec je zapotřebí vyplnit hloubku obrábění, velikost třísky a přídavek na dokončení.



Obrázek 33 - frézování vysunutí

2.8.4 Drážka

Tento cyklus slouží k vytváření drážek. Drážky často bývají součástí různých spojení a mívají různé velikosti a tvary. Ikona podélná drážka vytvoří uzavřenou drážku v obrobku. Kruhová drážka vytvoří uzavřené drážky po zadané kružnici a třetí ikona otevřená drážka vytváří několik drážek rozmístěných po kružnici. Vyplňované parametry jsou podobné jako v předchozím případě. Opět je nutné zadat parametry týkající se nástroje, velikosti třísky, přídávky na dokončení, polohu a rozměry.

2.6.5 Frézování závitu

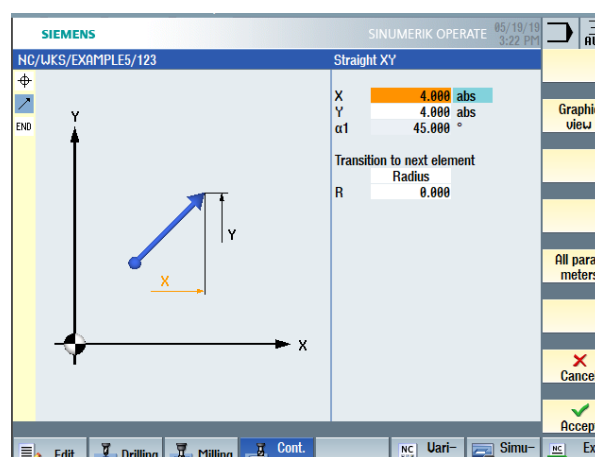
Frézování závitů je velice produktivní. Snižuje výrobní náklady a strojní časy. Zavit je frézován na jednu otáčku po obvodu závitového otvoru za současného vystoupaní v ose o jedno stoupání závitu vyrobí kompletní závit. Operace končí vyjetím frézy od zavitu a následně z díry. Před spuštěním cyklu se vyplňují parametry nástroje, přídavek na dokončení, velikost třísky a druh závitu. Nastavuje se pravotočivý či levotočivý závit, stoupání, vnitřní či vnější závit, počet břitů frézy a délka závitu.

2.8.6 Gravírování

Gravírování se používá k označování součástí popisky, symboly či ornamenty. Jedná se o technologii, která nahradila ruční rytí. Pro gravírování se používají speciální nástroje. Nejčastěji to bývají pulené frézy. V programu po vybrání ikony gravírování naběhne panel s parametry. Musí dojít k vyplnění polohy, velikosti a samotných znaků. Popř. může dojít k vybrání proměnné v programu (kvantita, čas).

2.9 Kontura

Funkce kontura slouží k nadefinování vlastních drah nástroje. Kontury je možné ukládat k pozdějšímu vyvolání do programu. Nejprve je nutné definovat počátek kontury. Následně mohou být vytvořeny dráhy pomocí tlačítek, nahoru, do strany, šikmo a rádius.



Obrázek 34 - kontura

2.9.1 Funkce frézování kontury

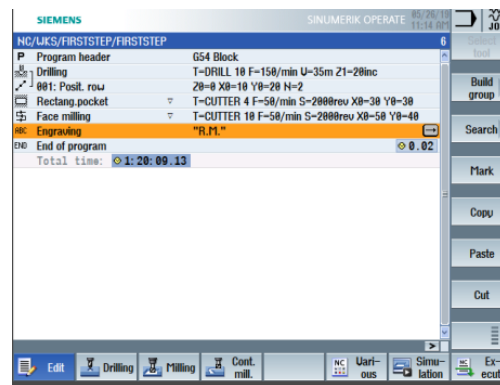
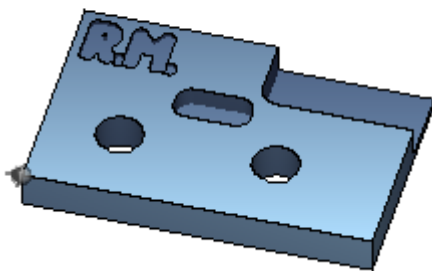
Po nadefinování kontury musí dojít k vybrání funkce. Může být vybrána funkce frézování po dráze, kapsa nebo čep. Při výběru kapsy dojde k obrobení prostoru uvnitř kontury a při výběru čep dojde k obrobení vnější části. Dále může být vybrána funkce vrtání. Je také možné obrábět prostor mezi dvěma konturami. Je však nutné nadefinovat vnější a vnitřní tvar pomocí kontur a následně vybrat funkci kapsa.

3 Ukázka možností na vybraných typech součástí

Všechny polotovary součástí určené obrobení byly totožné. Polotovary měly rozměry 90x60x10. Na těchto čtyřech polotovarech bylo zkoumány možnosti programu SinuTrain. Součást čtyři byla navíc obrobena na stroji EMCO 105 MILL. Ke každé součásti byl vytvořeny výrobní výkres, výrobní postup, NC kód a seznam nástrojů.

3.1 Součást 1

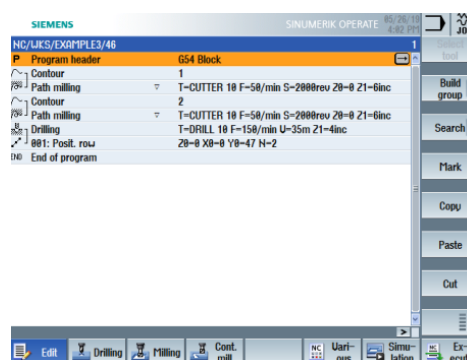
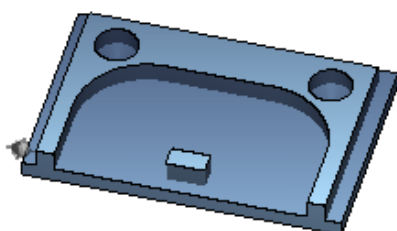
U První součásti byla využita nejprve funkce vrtání na vrtání dvou děr o průměru 10 mm, dále ve středu součásti byla vyfrézována kapsa 20x10mm o hloubce 5 mm. V pravé horní části došlo k frézování pomocí funkce frézování rovinných ploch a v levé horní části došlo ke gravírování R.M.. Výrobní výkres, výrobní postup a seznam nástrojů je vložen v příloze 1.



Obrázek 35 - součást 1 - 3D pohled a NC kód

3.2 Součást 2

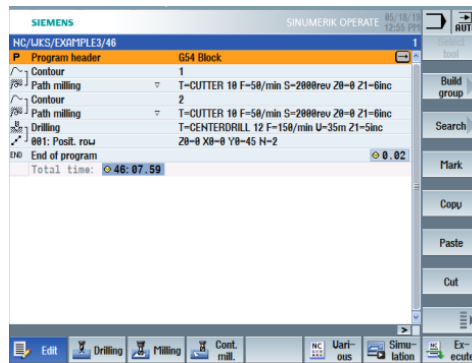
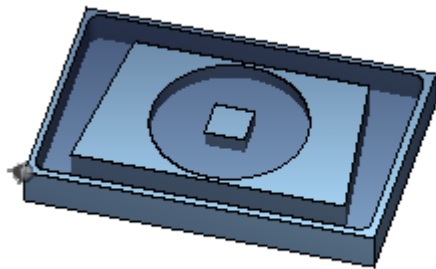
Na druhé součásti byly představy možnosti obrábění pomocí kontur. Vnitřní i vnější plochy byly obrobena nadefinovanými křivkami a pomocí funkce frézování po dráze. Horní dvě díry byly vrtány na průměr 12 pomocí funkce vrtání. Výrobní výkres, výrobní postup a seznam nástrojů je vložen v příloze 2.



Obrázek 36 - součást 2 - 3D pohled a NC kód

3.3 Součást 3

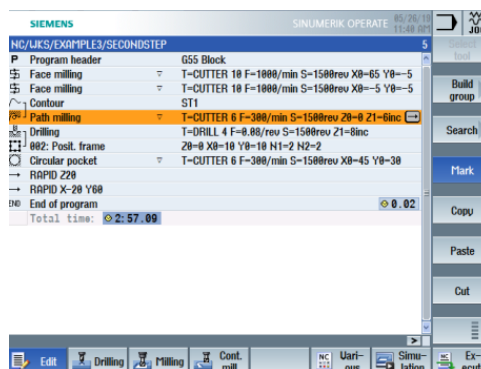
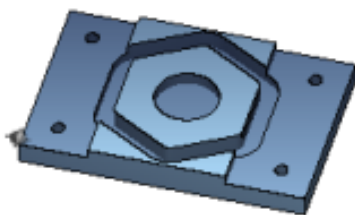
Třetí součást byla zaměřena pouze na obrábění pomocí nadefinovaných kontur. V tomto případě byl obrobek pouze prostor mezi nadefinovanými konturami. Větší kontura byla definována čtvercovým a lichoběžníkovým tvarem. Menší kontura byla definována kruhovým a čtvercovým tvarem. Výrobní výkres, výrobní postup a seznam nástrojů je vložen v příloze 3.



Obrázek 37 - součást 3 - 3D pohled a NC kód

3.4 Součást 4

Součást číslo čtyři byla obrobena jako ostatní součásti teoreticky v simulaci, ale navíc u této součásti došlo k obrobění na stroji EMCO 105 MILL. Teoretická součást byla vytvořena ze čtyřech průchozích děr o průměru 4 mm. Plochy byly obroběny funkcí frézování rovinných ploch. Šestiúhelník byl obroběn funkcí mnohoúhelník a uprostřed součásti byla vyfrézovaná kruhová kapsa.



Obrázek 38 - součást 4 - 3D pohled a NC kód

U praktického obrobění součásti muselo dojít k změnám, jelikož stroj nedisponuje všemi funkcemi jako počítačová verze SinuTrain. Muselo dojít k manuálnímu vytvoření kontury šestiúhelníku. Na další straně v tabulce 4 je k vidění seřizovací list a výrobní výkres součásti čtyři.

ZČU FST KTO

		Výrobní postup			
Název		Součást 4		Vypracoval	Marienka
Číslo výkr				List	1/1
Materiál		Polotovar	90x60x10	Kusů	

č.op. Prac.

10	Upnout do svěráku
20	Frézovat rovinné plochy na okrajích dle výrobního výkresu
30	Frézovat šestiúhelník dle výrobního výkresu
40	Vrtat díry dle výrobního výkresu
50	Frézovat kruhovou kapsu dle výrobního výkresu

3.5 Další možnosti pro tvorbu NC kódu

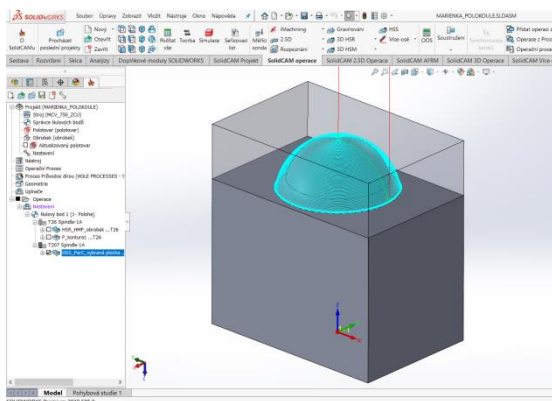
Dnes již existuje mnoho programů, v kterých lze vytvořit NC kód. Další praktická ukázka vytvoření NC kódu je pomocí programu SolidCAM. Jedná se o integrovaný CAM systém, který je přímo integrovaný do Solidworksu a Autodesk Inventoru. Nastavení programu probíhá v jednom okně, což je uživatelsky velice příjemné.

3.5.1 Tvorba NC programu v SolidCAMu

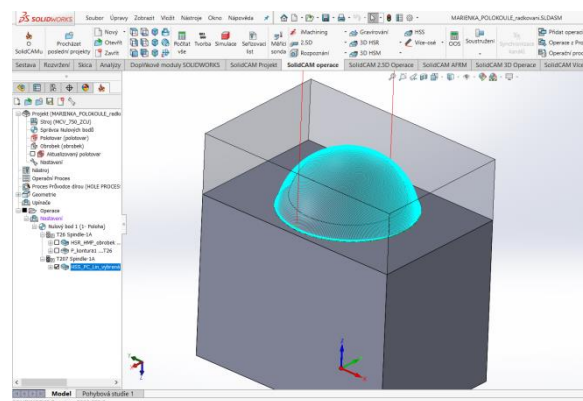
K tvorbě programu v SolidCAMu je nejprve nutné vymodelování obrobku např. v Solidworksu.

Následně musí být model převeden do SolidCAMu, kde je nastaven polotovár a veškeré ostatní možnosti nastavení jako např. nastavení kroku nebo nulového bodu. Pro praktické využití toho programu byl navržen obrobek polokoule.

Obrobení polokoule proběhlo dvěma způsoby. Nejprve byly dráhy vygenerované řádkováním v rovině XY. Druhý způsob obrábění byl pomocí řádkování v rovině XZ. V obou případech byl maximální krok nastaven 0,2 mm. V simulaci SolidCAMu vypadaly oba dva způsoby korektně, avšak vhodnější metoda by měla být pomocí řádkování v rovině XZ. Ukázka vygenerovaného NC kódu se nachází pod obrázky.



Obrázek 40 - řádkování v rovině XY



Obrázek 41 - řádkování v rovině XZ

3.5.2 Ukázka NC kódu polokoule

```
0 BEGIN PGM MARIENKA.H MM
1 ; ***** SolidCAM *****
2 ; verze postprocesoru: 7
3 ; 25-APR-2019
4 ; 15:49:23
5 BLK FORM 0.1 Z X-260 Y-140 Z-60
6 BLK FORM 0.2 X260 Y140 Z0
7 M9
8 M5
9 M01
10 * - FR D12 R0.2 L26 Z4 (KLASIKA) - OB06953-1
11 ; PRUMER = 12
12 ; ZAOLENI = 0.200
13 ; UPINAC = WELDON KFH D12x80
14 ; VYLOZENI = 39.000
15 TOOL CALL 26 Z S4775
16 M6
17 ;
18 L X+44.915 Y-14.13 R0 FMAX M13
19 L Z+179.99 R0 FMAX
20 M01
21 * - HSR-HMP-obrobek
22 M13
23 L X+44.915 Y-14.13 Z+71 FMAX
24 L Z+62.145 FMAX
25 L X+44.77 Y-14.177 Z+61.38 F955
26 L X+44.358 Y-14.31 Z+60.731
27 L X+43.74 Y-14.509 Z+60.297
28 L X+43.012 Y-14.744 Z+60.145
29 L X+39.224 Y-15.966 F1910
30 CC X40.916 Y-21.210
.
.
.
41074 L Z+47
41075 L Z+65 FMAX
41076 L Z+159.99 FMAX
41077 L M09
41078 M30
41079 ;
41080 END PGM MARIENKA.H MM
```

4 Zhodnocení a závěr

V práci byla nejprve nastíněna teorie frézování. Poté práce popisuje SinuTrain, který je součástí stroje EMCO 105 MILL. V práci byly popsány funkce SinuTrainu, které je možné používat pro tvorbu NC kódu.

Dále byly testovány praktické možnosti využití stroje EMCO 105 MILL, které byly testovány na součásti číslo čtyři. Prvním problémem bylo neshodné pojmenování nástrojů počítačové verze SinuTrain oproti verzi stroje. To bylo vyřešené přepsáním nástrojů dle stroje.

Hlavní problém nastal při spuštění funkce šestiúhelník. Tato funkce nemohla proběhnout, protože po prozkoumání řídicího systému stroje bylo zjištěno, že stroj EMCO 105 MILL touto funkcí vůbec nedisponuje. Proto bylo nutné tento šestiúhelník vytvořit pomocí kontur. Což vede k zamyšlení, jestli se vyplácí šetřit na méně vybaveném softwaru stroje, protože šestiúhelníku trvalo vytvořit tři minuty funkcí, oproti složité vytvoření kontury šestiúhelníku, která zabralo okolo jedné hodiny času, což není příliš efektivní způsob programování.

Dále byl stroj prozkoumán a bylo zjištěno, že v řídicím systému stroje chybí oproti počítačové verzi SinuTrain u frézování možnost využití funkcí frézování závitu a gravírování. Pro frézování pomocí kontur dokáže stroj vytvářet pouze frézování po křivce, zatím co počítačová verze nabízí ještě funkce kapsa a díra.

Naopak stroj musí být hodnocen velice pozitivně, co se týče přesnosti obrábění, protože vyrobená součást měla pouze drobné odchylky, které jsou běžné a mnohem dražších a kvalitnějších zařízení.

Seznam použitých zdrojů:

[1] ELUC – Strojírenství - Obrábění [online]. [cit. 2018-10-11]. Dostupné z:

<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1183>

[2] ELUC – Strojírenství - Frézování [online]. [cit. 2018-10-11]. Dostupné z:

<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1824>

[3] ELUC – Strojírenství – Druhy a rozdělení fréz [online]. [cit. 2018-10-11]. Dostupné z:

<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1228>

[4] EMCO 105 MILL pdf. [cit. 2018-12-20]

[5] Programovací příručka, 02/2011, 6FC5398-1BP40-1UA– Základy [online]. [cit. 2018-11-26]. Dostupné z:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/280/53859280/att_74738/v1/PG_0211_cz_cs-CZ.pdf

[6] Programovací příručka, 02/2011, 6FC5398-2BP40-1UA0 – Pro pokročilé [online].

[cit. 2018-11-26]. Dostupné z:

<file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/Siemens%20840,828%20pro%20pokro%C4%8Dil%C3%A9.pdf>

[7] Siemens – SinuTrain [online]. [cit. 2018-11-24]. Dostupné z:

<https://new.siemens.com/cz/cs/products/automation/sinutrain.html>

[8] Markagro – Mechanická nájezdová sonda [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z:

<https://www.markagro.net/sk/produkt/mechanicky-najezdova-sonda-darmet-czk-00c-so-spickou>

[9] CRSTOOL – Frézování závitu [online]. [cit. 2019-01-12]. Dostupné z:

<http://crstools.cz/frezovani-zavitu-2/>

[10] STIMZET – NC navrtávky [online]. [cit. 2019-01-12]. Dostupné z:

https://www.stimzet.cz/data/tech_navrtavaky_cz.html

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Součást 1

Příloha č. 2 – Součást 2

Příloha č. 3 – Součást 3

Příloha č. 4 – Součást 5

Seznam obrázků:

Obrázek 1 – obrábění [1].....	1
Obrázek 2 - sousledné a nesousledné frézování [1].....	2
Obrázek 3 - vřeteno stroje EMCO 105 MILL.....	3
Obrázek 4 - Upínání frézy [3].....	3
Obrázek 5 - schéma stroje.....	4
Obrázek 6 - schéma stroje [4].....	5
Obrázek 7 - nulové body stroje [4].....	6
Obrázek 8 - výběr stroje.....	8
Obrázek 9 - hlavní menu.....	9
Obrázek 10 - seznam hlavních cyklů.....	9
Obrázek 11 - simulace.....	9
Obrázek 12 - program manager.....	10
Obrázek 13 - řídicí systém.....	10
Obrázek 14 - programy.....	11
Obrázek 15 - tvorba polotovaru.....	11
Obrázek 16 - volba druhu programu.....	11
Obrázek 17 - nastavení polotovaru.....	12
Obrázek 18 - nastavení polotovaru II.....	12
Obrázek 19 - vyjetí nástroje.....	13
Obrázek 20 - tlačítko grafického zobrazení.....	13
Obrázek 21 - automatické řádky programu.....	14
Obrázek 22 - list nástrojů a opotřebení.....	14
Obrázek 23 - mechanická sonda [8].....	16
Obrázek 24 - najetí nulových bodů.....	16
Obrázek 25 - navrtávání středících důlků.....	17
Obrázek 26 - pozice vrtání.....	18
Obrázek 27 - nastavení pozice.....	19
Obrázek 28 - nastavení vrtání díry.....	20
Obrázek 29 - nastavení vrtání hluboké díry.....	21
Obrázek 30 - vyvrtávání.....	22
Obrázek 31 - závitová fréza [9].....	23
Obrázek 32 - frézování kapsy.....	24
Obrázek 33 - frézování vysunutí.....	25
Obrázek 34 - kontura.....	26

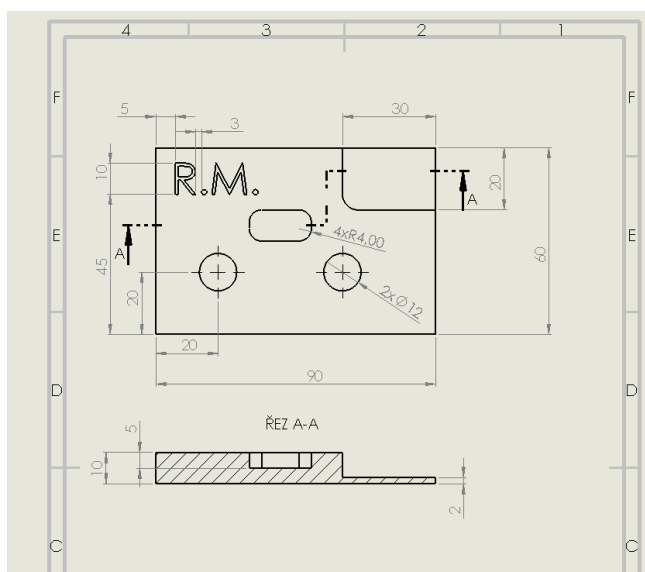
Obrázek 35 - součást 1 - 3D pohled a NC kód	28
Obrázek 36 - součást 2 - 3D pohled a NC kód	28
Obrázek 37 - součást 3 - 3D pohled a NC kód	29
Obrázek 38 - součást 4 - 3D pohled a NC kód	29
Obrázek 39 - součást 4 - výkres	31
Obrázek 40 - řádkování v rovině XY	33
Obrázek 41 - řádkování v rovině XZ	33

Seznam tabulek:

Tabulka 1 - nastavení polotovaru	13
Tabulka 2 - nástrojový list a list opotřebení	15
Tabulka 3 - nastavení navrtané díry	18
Tabulka 4 - nastavení pozice díry	19
Tabulka 5 - nastavení vrtání	20
Tabulka 6 - nastavení vrtání hluboké díry	21
Tabulka 7 - vyvrtávání	22
Tabulka 8 - nastavení frézování kapsy	25
Tabulka 9 - součást 4 - seřizovací list	31

Příloha č 1 – Součást 1

SEŘIZOVACÍ LIST – Součást 1					
STROJ + ŘÍDICÍ SYSTÉM: EMCO CONCEPT 105 MILL + SIN 810M					
Číslo programu:	1	Součást:	KTO 223/07	Posunutí:	G54
Způsob upnutí	Strojní svěrák				
Osazení nástrojové hlavy					
Označení nástroje – název	Poloha nástroje	Číslo korekce	Řezná destička	Poznámka	
DRILL 10 – Vrták \varnothing 10 mm	T1	D1	HSS		
CUTTER 4 – Válcová fréza \varnothing 4 mm	T2	D1	HSS		
CUTTER 10 – Válcová fréza \varnothing 10 mm	T3	D1	JSS		
	T4				
	T5				
	T6				
Výchozí bod	X= 0 mm		Y= 0 mm	Z= 10 mm	
Rozměr polotovaru	Kvadr 90x60x10 mm				



Příloha č 2

ZČU FST KTO

		Výrobní postup			
Název		Součást 1		Vypracoval	Marienka
Číslo výkr				List	1/1
Materiál		Polotovár	90x60x10	Kusů	100

č.op. Prac.

10	Upnout do svěráku
20	Vrtat díry dle výrobního výkresu
30	Frézovat kapsu dle výrobního výkresu
40	Rovinné plochy frézování dle výrobního výkresu
50	Gravírovat dle výrobního výkresu

ZČU FST KTO

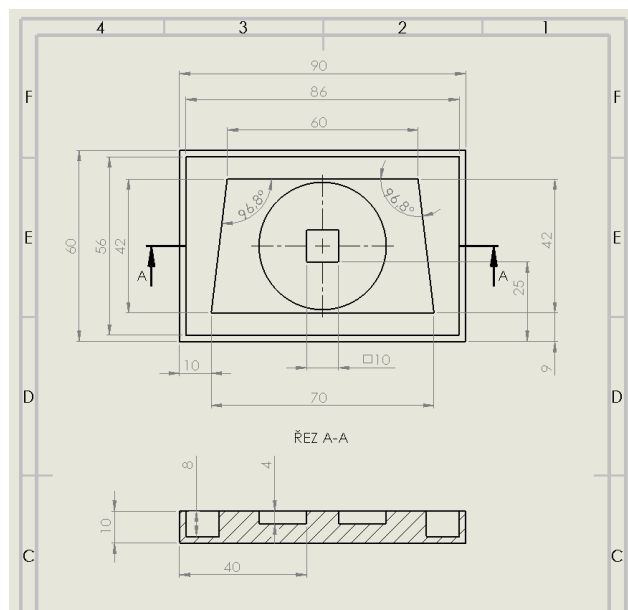
		Výrobní postup			
Název		Součást 2		Vypracoval	Marienka
Číslo výkr				List	1/1
Materiál		Polotovar	90x60x10	Kusů	

č.op. Prac.

10	Upnout do svěráku
20	Frézovat vnější rovinné plochy dle výkresu
30	Frézovat vnitřní rovinné plochy dle výkresu
40	Vrtat dle výkresu

Příloha č 3 – Součást 3

SEŘIZOVACÍ LIST – Součást 3				
STROJ + ŘÍDICÍ SYSTÉM: EMCO CONCEPT 105 MILL + SIN 828D				
Číslo programu:	3	Součást:	KTO 223/07	Posunutí : G54
Způsob upnutí	Strojní svěrák			
Osazení nástrojové hlavy				
Označení nástroje - název	Poloha nástroje	Číslo korekce	Řezná destička	Poznámka
CUTTER 6 – Válcová fréza \varnothing 6 mm	T1	D1	HSS	
	T2			
	T3			
	T4			
	T5			
Výchozí bod	X= 0 mm		Y= 0 mm	Z= 10 mm
Rozměr polotovaru	Kvádr 90x60x10 mm			



ZČU FST KTO

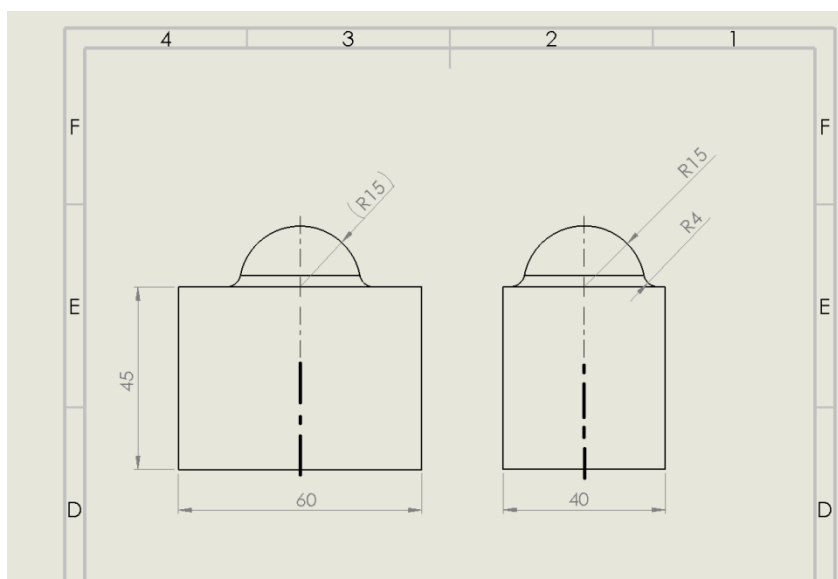
Zakázka			
Název	Součást 3		Vypracoval Marienka
Číslo výkr			List 1/1
Materiál		Polotovar 90x60x10	Kusů

č.op. Prac.

10	Upnout do svěráku
20	Frézovat vnitřní větší rovinné plochy dle výkresu
30	Frézovat vnitřní menší rovinné plochy dle výkresu

Příloha č 4 – Součást 5

SEŘIZOVACÍ LIST – Součást 5				
STROJ + ŘÍDICÍ SYSTÉM: EMCO CONCEPT 105 MILL + SIN 828D				
Číslo programu:	3	Součást:	KTO 223/07	Posunutí : G54
Způsob upnutí	Strojní svěrák			
Osazení nástrojové hlavy				
Označení nástroje - název	Poloha nástroje	Číslo korekce	Řezná destička	Poznámka
Kulová fréza 6 – Kulová fréza \varnothing 6 mm	T1	D1	HSS	
	T2			
	T3			
	T4			
	T5			
Výchozí bod	X= 0 mm		Y= 0 mm	Z= 0 mm
Rozměr polotovaru	Kvádr 65x60x40 mm			



ZČU FST KTO

Zakázka	Výrobní postup		
Název	Součást 5		Vypracoval Marienka
Číslo výkr			List 1/1
Materiál	Polotovary	65x60x40	Kusů

č.op. Prac.

10	Upnout do svěráku
20	Frézovat tvar polokoule dle výrobního výkresu