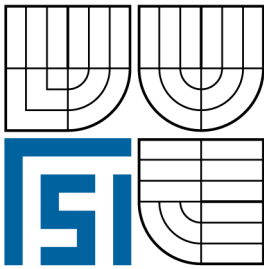


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**APLIKACE SYSTÉMU SHOFTURN PŘI
PROGRAMOVÁNÍ CNC SOUSTRUHU SP280SY**
TECHNOLOGICAL INFLUENCE OVER PARAMETERS STRUCTURE TOOLED SURFACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DAVID KOLKOP

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ALEŠ POLZER, Ph.D.

BRNO 2008

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá rozbořem možností dílensky orientovaného soustružení a frézování na soustružnickém centru SP280SY, návrhem technologie výroby a nástrojovém vybavení pro obrábění navržené součásti. Vypracování technické dokumentace pro navrženou součást s tolerovanými rozměry a kvantifikace rozdílů v dosahovaných strojních časech při aplikaci nástrojového vybavení dvou výrobců.

Klíčová slova

CNC, SinuTrain, programování, ShopTurn

ABSTRACT

This is a bachelor's thesis concerning the analysis of workshop oriented turning work and milling on the turning center SP280SY , the project of technology of production and instrumental equipment for the cutting of the designed component. The elaboration of technical documentation for the designed component with the tolerated proportions and with the qualification of differences in the reached machine times by an application of the instrumental equipment of two producers.

Key words

CNC, SinuTrain, programming, ShopTurn

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOLKOP, D. *Aplikace systému ShopTurn při programování CNC soustruhu SP280SY.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 49 s, 3 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Aleš Polzer, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Aplikace systému ShopTurn při programování CNC soustruhu SP280SY** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

10.5.2008

.....
David Kolkop

Poděkování

Děkuji tímto Ing. Aleši Polzerovi Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Obsah

	str.
Abstrakt	3
Prohlášení	4
Poděkování	5
Obsah	6
Úvod	8
1. Rozbor možností dílensky orientovaného soustružení a frézování na soustružnickém centru SP280SY	9
1.1 Start programu ShopTurn.....	9
1.2 Možnosti ShopTurnu	12
1.3 Grafická podpora programování.....	12
1.4 3D simulace.....	13
1.5 Obrábění polotovaru.....	14
1.6 Výroba otvoru.....	15
1.7 Řezání závitu.....	16
1.8 Frézování.....	17
2. Zpracování technické dokumentace pro navrženou součást	19
2.1 Součástka HŘÍDEL.....	19
2.2 Materiál a rozměry HŘÍDELE.....	19
2.3 Technologický postup.....	19
2.4 Návrh nástroje.....	20
2.4.1 Tvar špičky VBD.....	20
2.4.2 Poloměr špičky (re).....	20
2.4.3 Technologie hladící VBD.....	21
2.4.4 Upravený poloměr špičky.....	21
2.5 Porovnání standartní VBD s hladící VBD.....	23
2.6 Zvolené nástroje.....	25
3. Zpracování NC programů pro zvolenou součást	30
3.1 Vytvoření programu pro první stranu.....	30
3.1.1 Definování polotovaru.....	30
3.1.2 Zarovnání čela.....	31

3.1.3	Definování tvaru součástky (kontury).....	32
3.1.4	Konečný tvar kontury.....	33
3.1.5	Hrubovací operace.....	34
3.1.6	Dokončovací operace.....	34
3.1.7	Zápich závitu.....	35
3.1.8	Řezání závitu.....	35
3.2	Vytvoření programu pro druhou stranu.....	36
3.2.1	Zarovnání čela.....	36
3.2.2	Definování tvaru součástky (kontury).....	36
3.2.3	Konečný tvar kontury.....	37
3.2.4	Hrubovací operace.....	37
3.2.5	Dokončovací operace.....	38
3.2.6	Zápich závitu.....	39
3.2.7	Frézování drážky.....	39
4.	Základní popis stroje SP280SY.....	40
4.1	Technické data stroje.....	40
4.2	Vztažné body CNC stroje.....	40
4.3	Způsoby programování.....	42
5.	Experimentální ověření NC programu.....	43
5.1	Simulace obrábění strany 1.....	43
5.2	Simlace obrábění strany 2.....	45
5.3	Výsledné časy obrábění.....	47
	Závěr.....	48
	Seznam použitých zdrojů.....	49
	Seznam použitých symbolů a zkratek.....	50
	Seznam příloh.....	51

ÚVOD

Předmětem této práce bude rozbor možností dílensky orientovaného soustružení a frézování na moderním CNC (Computer Numerical Control) SP280SY.

Součástí práce bude také návrh technologie výroby navržené součásti HŘÍDEL a vypracování řídicího programu pro soustružnické operace v systému Sinumerik 840D v prostředí ShopTurn, který se používá pro dílenské programování.

Práce bude dále zaměřena na výběr vhodných nástrojů od firmy Sandvik Coromant a porovnání rezných vlastností vyměnitelných břitových destiček a jejich efektivní použití.

1. Rozbor možností dílensky orientovaného soustružení a frézování na soustružnickém centru SP280SY

Pro obrábění na soustružnickém centru SP280SY s řídicím systémem Sinumerik 840D lze využít stávající i nově pořízené nástrojové vybavení. Navržený program je simulován prostřednictvím výukového softwaru SinuTrain s využitím modulu ShopTurn open 6.4.


Systém ShopTurn je graficky interaktivním rozhraním pro obráběcí stroje, jejichž programování se uskutečňuje hlavně v dílnách. Tento poměrně nový způsob programování, je zvláště vhodný, pro výrobu jednotlivých kusů a malých sérií. Pro případ výroby velkých sérií je vhodná optimalizace výrobního času.

Programování a seřizování stroje je podporováno grafickým způsobem, které je pro obsluhu obráběcího stroje příznivé.

1.1 Start programu ShopTurn

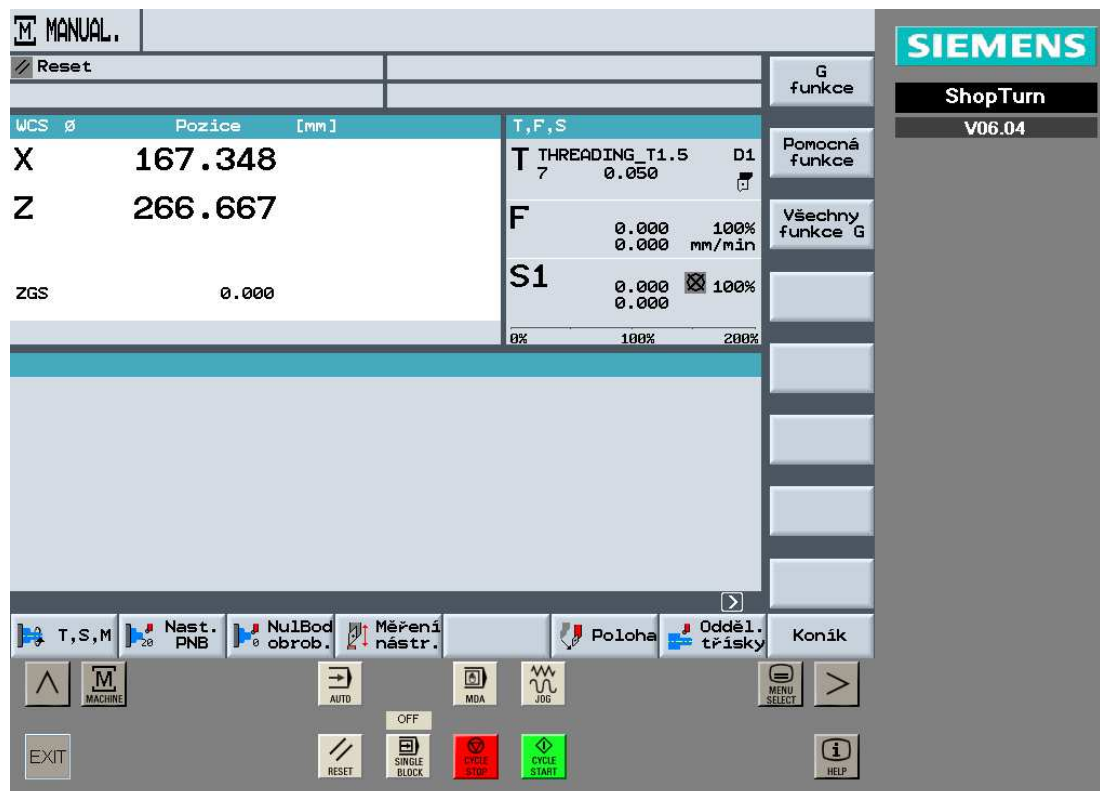


Start SinuTrain.lnk

Po kliknutí na ikonu  Start SinuTrain.lnk se objeví dialogové okno (obr.1.1), které uživateli systém SinuTrain nabízí. Po kliknutí na modul ShopTurn open 6.4, který díky vícejazyčné podpoře je i v českém jazyce, se zobrazí pracovní prostředí programu ShopTurn (obr.1.2). Stisknutím klávesy F10 je u obrazovky oblasti stroje modifikována nabídka horizontálních a vertikálních ikon. Následným kliknutím myši nebo stlačením odpovídající funkční klávesy (F1 až F8 – horizontální klávesy, shift+F1 až F8 – vertikální klávesy), je tato oblast aktivována. (5)

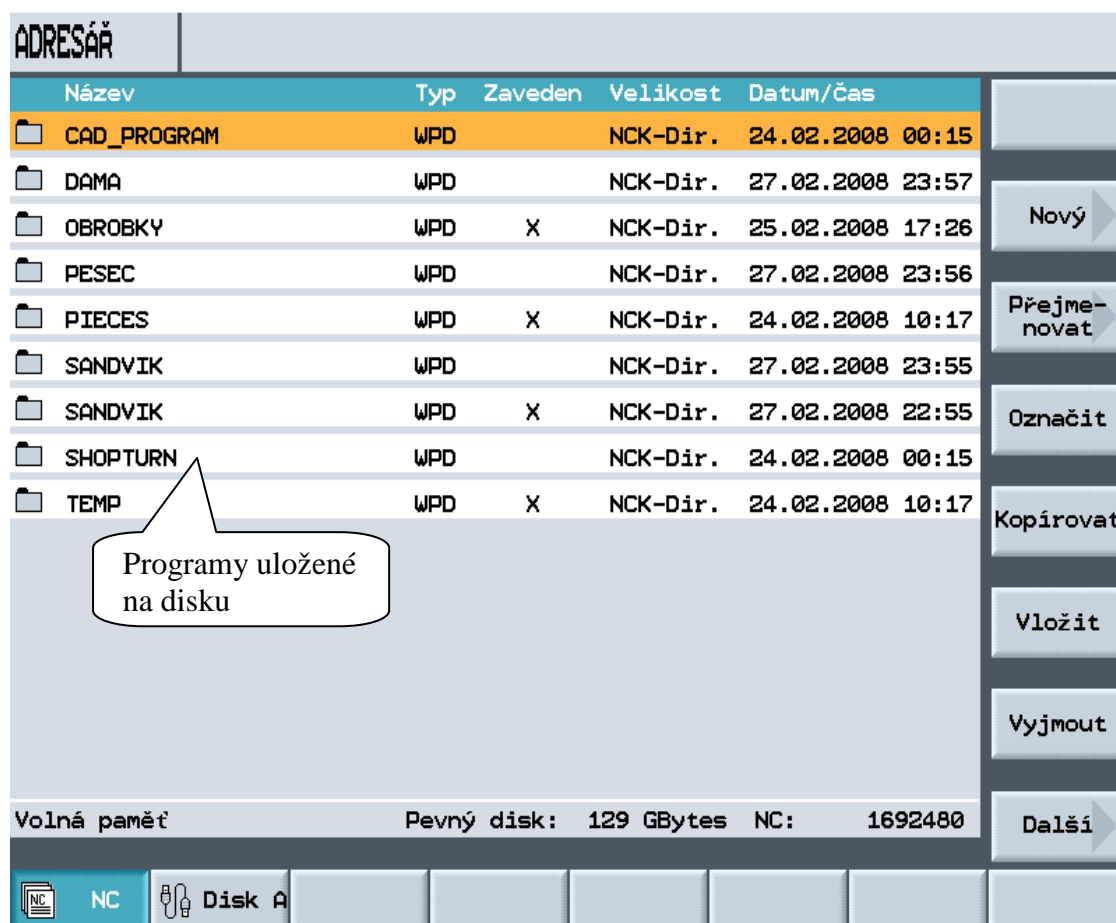


Obr.1.1 Úvodní dialogové okno programu SinuTrain



Obr.1.2 Pracovní prostředí programu ShopTurn

Pro založení nového NC programu je po stisknutí klávesy F10 a následně klávesy F2, nebo kliknutím na položku *Program manager*, zobrazeny aktuální NC programy na discích (obr.1.3) Zde je možno vepsat nový název adresáře či souboru, ale i editovat již vytvořené programy, které jsou přímo na disku, nebo po zmáčknutí klávesy F2 na disketové jednotce. (5)



Obr. 1.3 Programy uložené na disku

Před potvrzením založení nového NC programu lze ještě zvolit mezi programováním pomocí ISO kódu, nebo ShopTurn pro konturové obrábění

1.2 Možnosti ShopTurnu

Mezi nejdůležitější výhody, které systém ShopTurn nabízí jsou:

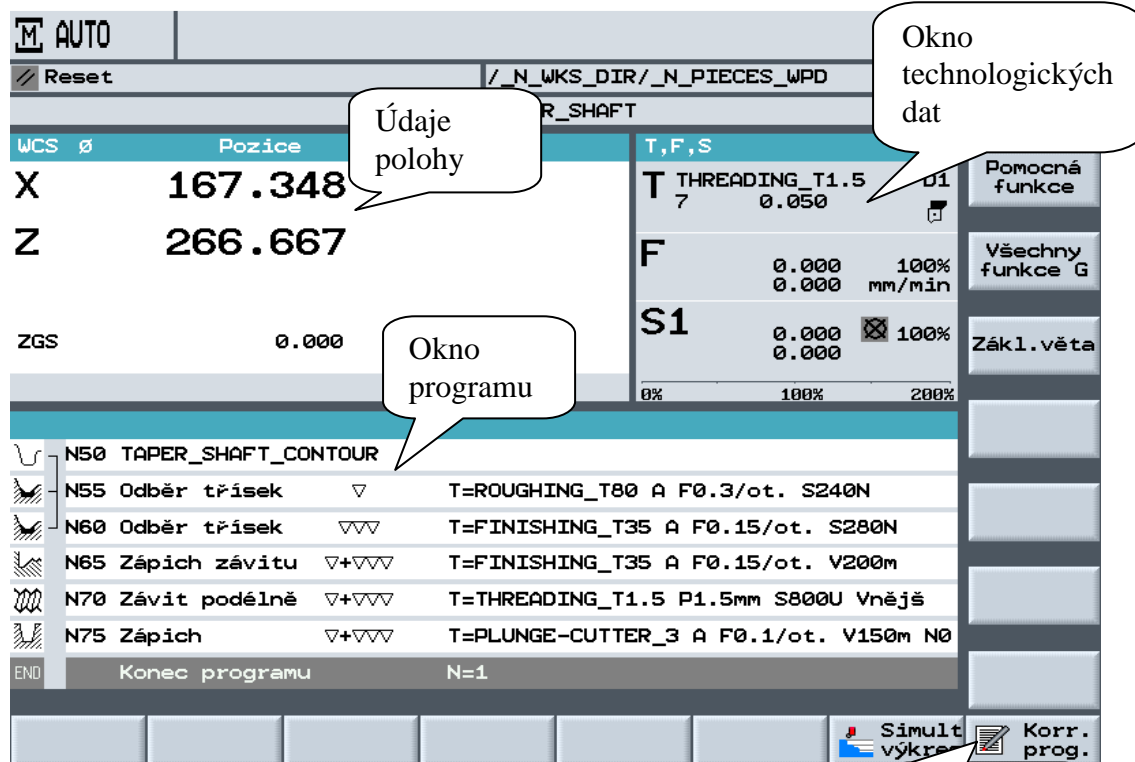
- grafická podpora obsluhy
- programování v pracovních postupech
- odstraňování materiálu dle libovolné kontury
- soustružení dutin jakýchkoliv kontur
- vrtání, frézování, řezání závitů, drážkování, zapichování
- programování pomocí G-kódu
- systém ShopTurn na PC (2)

1.3 Grafická podpora programování

Programování v systému ShopTurn je velice srozumitelné díky tomu, že obsluha nemusí znát G-kód.

Graficky interaktivní podpora znamená:

- krátká doba učení systému díky pomocným dynamickým obrázkům
- ovládání bez nutnosti znát návod díky pomocným dynamickým obrázkům
- špatným vstupním údajům se lze vyhnout díky dynamické čárové grafice

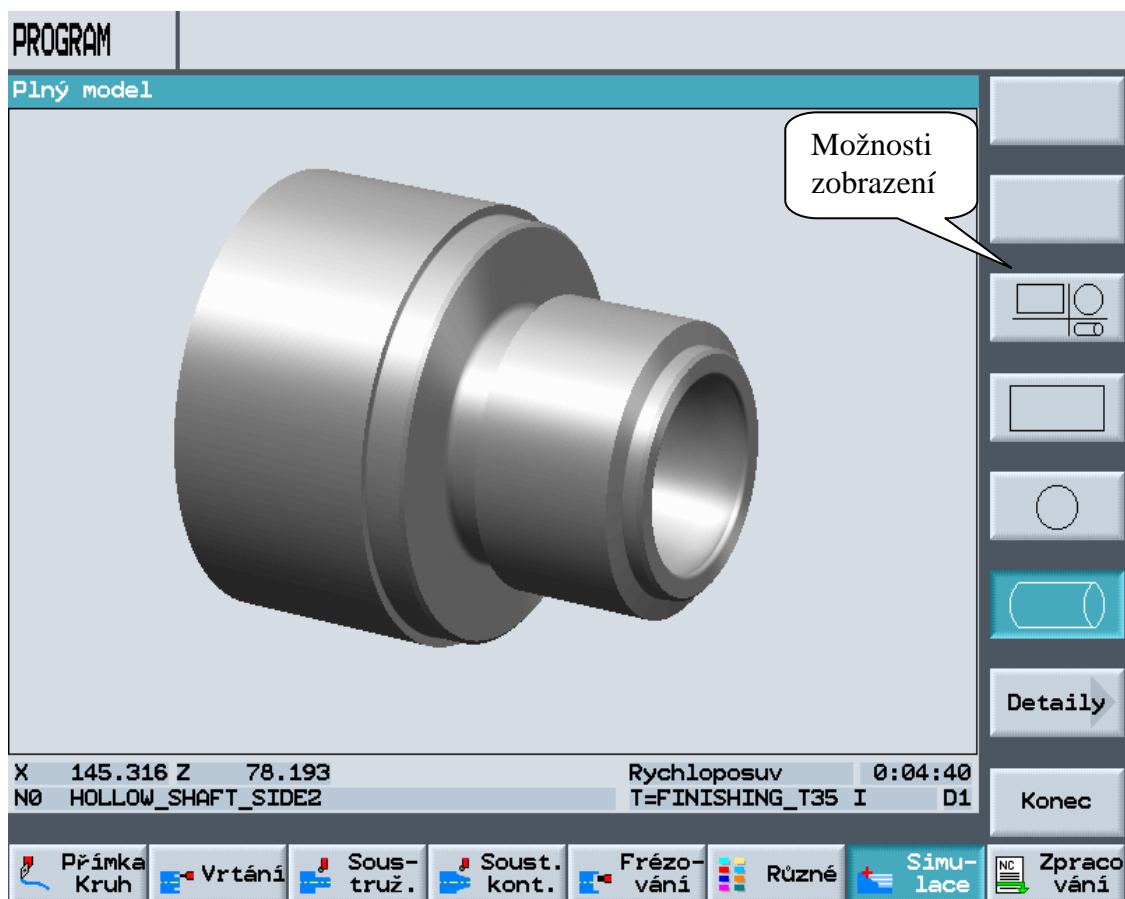


Obr.1.4 Maska s uloženými daty

1.4 3D simulace

Vysoce výkonná 3D simulace je bezesporu velkým kladem řídicího systému (obr 1.5). Integrovaná simulace nabízí následující funkce zobrazení:

- pohled z boku (soustružnické operace)
- pohled zepředu (obrábění prováděné na čelní straně) s možností libovolného nastavení řezové roviny
- statické 3D zobrazení s libovolným nastavením řezové roviny
- zobrazení řezů je možné libovolně zmenšit nebo zvětšit
- je možné automaticky vypočítat dobu zpracování programu (2)



Obr. 1.5 Simulace

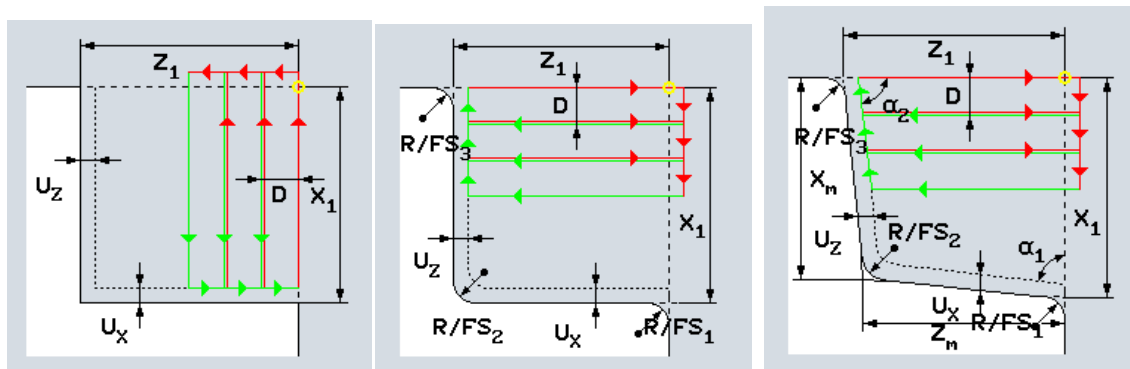
Nástroje pro grafickou simulaci jsou vhodné především pro kontrolu korektnosti vytvořeného NC programu a detailní sledování pohybů řezného nástroje. Jednotlivé pohyby nástroje je možno zobrazovat v různých barvách i typech čar. Užitečná je rovněž simulace se zvolenou rychlostí nebo v reálném čase.

1.5 Obrábění polotovaru

V režimu seřizování stroje mohou být surové obrobky soustruženy ještě před vlastním obráběním. Mohou být zadávány následující parametry:

- nástroj, hodnoty řezných parametrů
- obrábění nahrubo/načisto
- obrábění příčné nebo podélné
- vnitřní plocha, vnější plocha (2)

Pomocí programové funkce se mohou obrábět standardní geometrické tvary, jak ukazuje obrázek (obr. 1.6). Obrobek může být připraven k dalšímu obrábění, aniž by musel být vytvořen výrobní program.



Obr. 1.6 Směry soustružení

Cyklus pro oddělování třísky má následující vlastnosti:

- oddělování třísky může být prováděno 3 způsoby a to v podélném směru, v příčném směru, rovnoběžně s konturou
- obrábění vnitřních a vnějších kontur
- je možné obrábět kontury se záporným gradientem (podříznutím)
- obrábění může být nahrubo, načisto nebo nahrubo i načisto v jednom kroku

1.6 Výroba otvoru

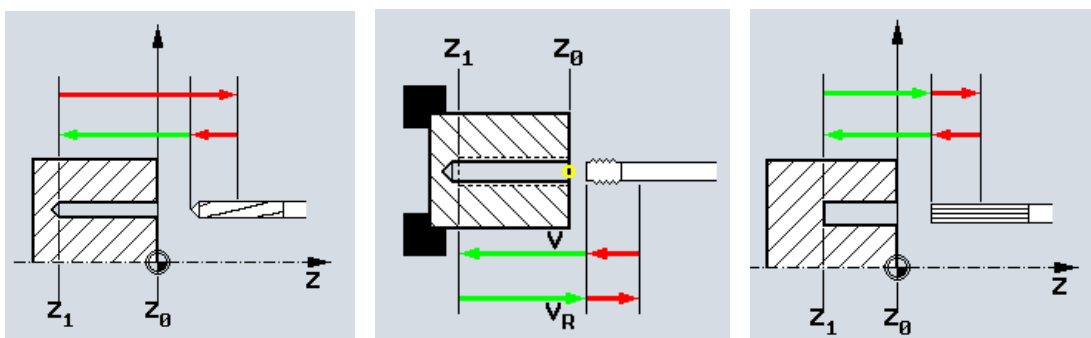
V programu lze obrábět následující otvory:

- navrtávání středících důlků
- vrtání hloubkových děr
- vyhrubování
- vystružování

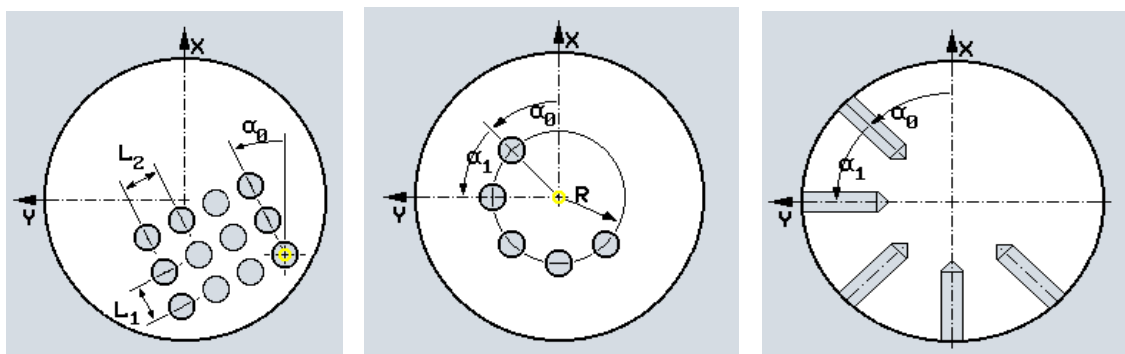
Vrtací operace (Obr. 1.7) mohou být naprogramovány v následujících vzorech (Obr. 1.8):

- jakýkoliv vzor pro polohování v kartézských i polárních souřadnicích
- přímku, mřížku
- rozložení na kružnici, na oblouku ve středu i mimo střed

Vrtací operace lze zvolit, jak na čelní, tak i na válcové ploše. Vrtání může být prováděno jak v hlavním vřetenu, tak i v protivřetenu. (2)



Obr. 1.7 Vrtací operace

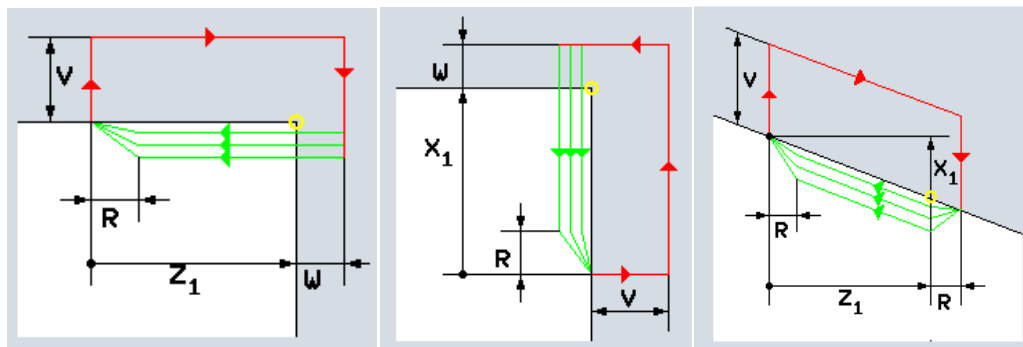


Obr. 1.8 Polohovací vzory

1.7 Řezání závitů

Obrábění závitů patří mezi základní soustružnické operace. Systém ShopTurn nabízí velké množství nastavení pro řezání závitů.

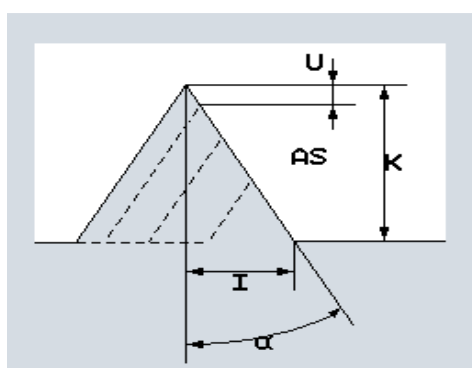
Je možné obrábět příčné, podélné nebo kuželové závity (Obr.1.9)



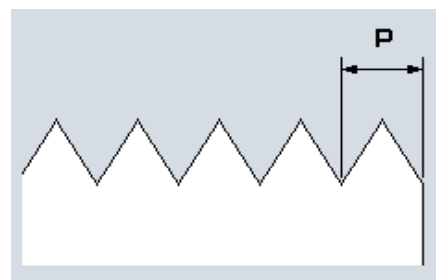
Obr. 1.9 Řezání závitů

Dále mohou být zadávány následující parametry:

- řezání závitů vnějších nebo vnitřních
- obrábění nahrubo, načisto, nahrubo i načisto
- zadávat stoupání závitu
- posunout počáteční úhel závitu (2)



Obr. 1.10 Parametry závitu



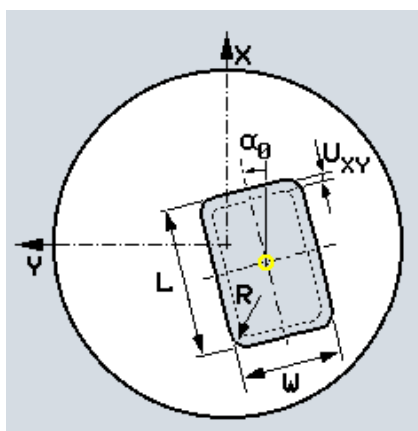
Obr. 1.11 Stoupání závitu

1.8 Frézování

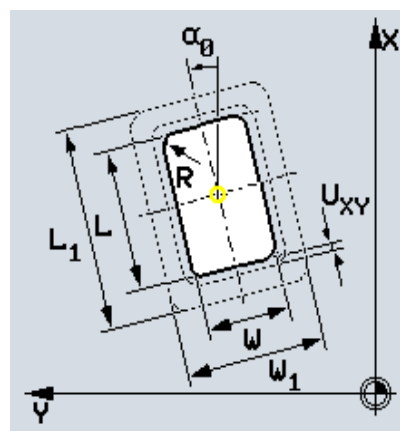
Tvarově komplikované součásti, které je při konvenční výrobě nutno obrábět na soustruhu a poté na frézce, lze u CNC soustruhu zhotovit na jedno upnutí pomocí hnaných nástrojů.

Lze frézovat jednoduché tvary:

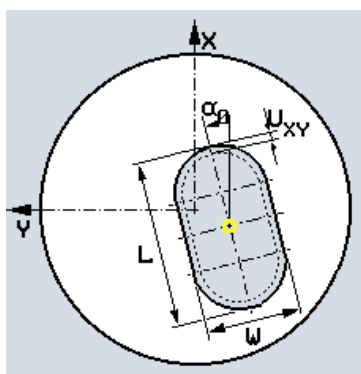
- kapsu (Obr. 1.12)
- čep (Obr. 1.13)
- drážku (Obr. 1.14)
- vícehran (Obr. 1.15) (6)



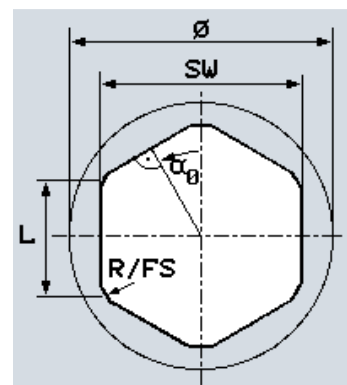
Obr. 1.12 Kapsa



Obr. 1.13 čep



Obr. 1.14 Drážka



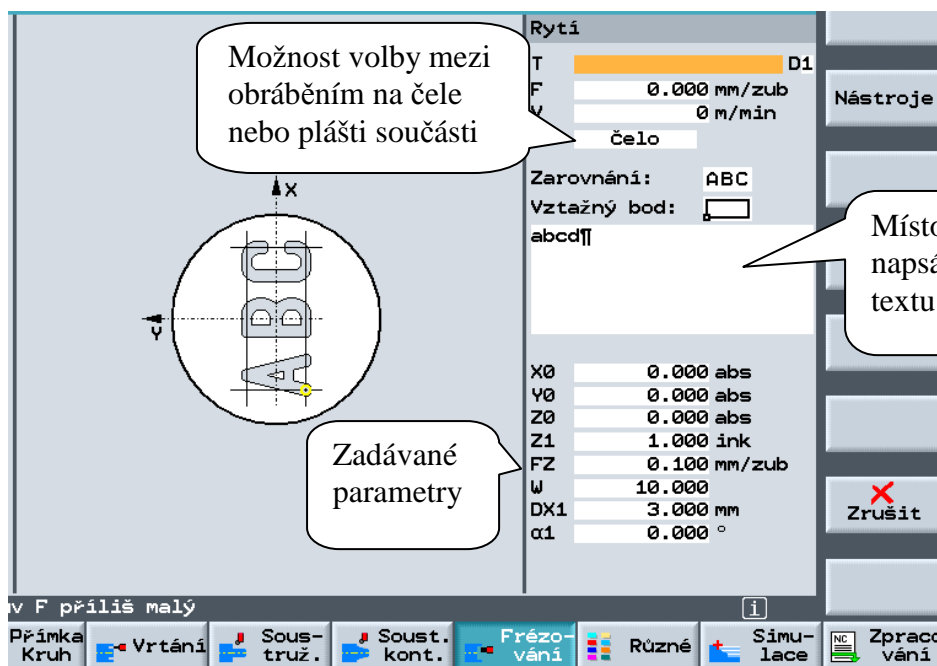
Obr. 1.15 Vícehran

U všech případů lze frézovat na čelní i vácové ploše, součást může být uchycena v hlavním vřetenu, ale i v protivřetenu. Obrábění může probíhat na hrubo a načisto.

Pro rozmanitější tvary než jen obdélník či kružnice je dostupné konturové frézování s grafickou podporou s tvorbou hraničních (vodících) křivek.

Frézování po dráze je rozšířeno o volbu rozhodující, zda bude vodící křivka určovat polohu osy rotace frézy, nebo se ji bude nástroj jen tečně dotýkat. Konturové obrábění kapes a ostrůvků je dále obohaceno o možnost generovat dráhu nástroje v místech, do kterých se předchozí nástroj nedostal (tzv. zbytkové obrábění).

Při rozboru dostupných frézovacích operací lze upozornit i na možnosti frézování textů na plášť nebo čelo součásti (Obr. 1.16). Předpis takového dialogového okna zahrnuje mimo volby nástroje a řezných podmínek i způsob zarovnání textu a polohu jeho referenčního bodu, přičemž znění každé věty může obsahovat až 92 znaků. (6)



Obr. 1.16 Dialogové okno

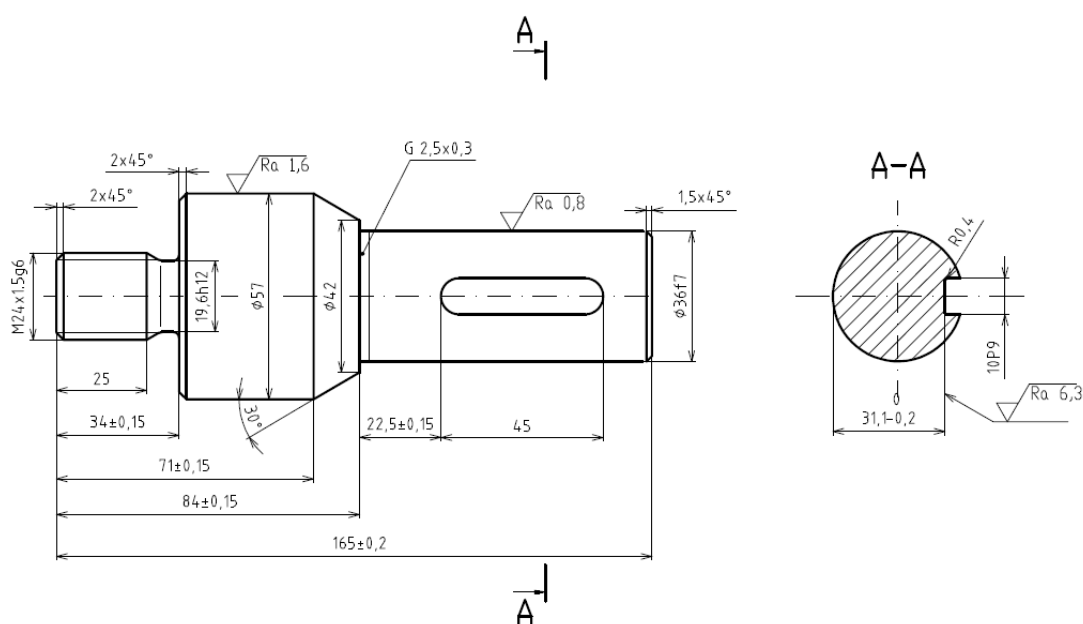
Frézováním na soustružnickém centru lze předejít zbytečné manipulaci s materiálem a tím i ušetření nákladů.

2. Zpracování technické dokumentace pro zvolenou součást

Technická dokumentace je vyhotovena pro navrženou součást hřídel, ve které je zpracován technologický postup, popis rozměrů, řezné podmínky a nástrojové vybavení.

2.1 Součást hřídel

Kompletní technický výkres je uveden v příloze č.1



Obr. 1.17 Hřídel

2.2 Materiál a rozměry hřídel

Součást hřídel má největší $\varnothing 57$ mm a největší délku 165 mm. Jako polotovar využijeme kruhovou tyč $\varnothing 60$ mm ČSN 42 5510 válcovanou za tepla s mezní úchylkou průměru $\pm 0,8$ mm. Materiál 12 050.

2.3 Technologický postup

Postupný technologický postup je vypracován, v příloze č. 2

Členění technologického postupu:

1. Dělení materiálu (pásová pila PK 32) na $l = 170 \pm 0,5$
2. Kontrola délky $l = 170 \pm 0,5$; $\varnothing 60 \pm 0,3$
3. Soustružit (soustružnické centrum SP280SY CNC), upnout do sklíčidla, soustružit tvar dle programu č. 001 a č. 002
4. Kontrola všech rozměrů četnost 20%,
5. Expedice (konzervovat, balit).

2.4 Návrh nástroje

Na trhu se objevuje řada firem, které nabízejí různé typy a druhy soustružnických nožů. Mezi nejznámější patří např. firmy SANDVIK COROMANT, ISCAR, WIDIA a PRAMET TOOLS. Pro výrobu HŘÍDELE byly vybrány soustružnické nože od firmy SANDVIK COROMANT.

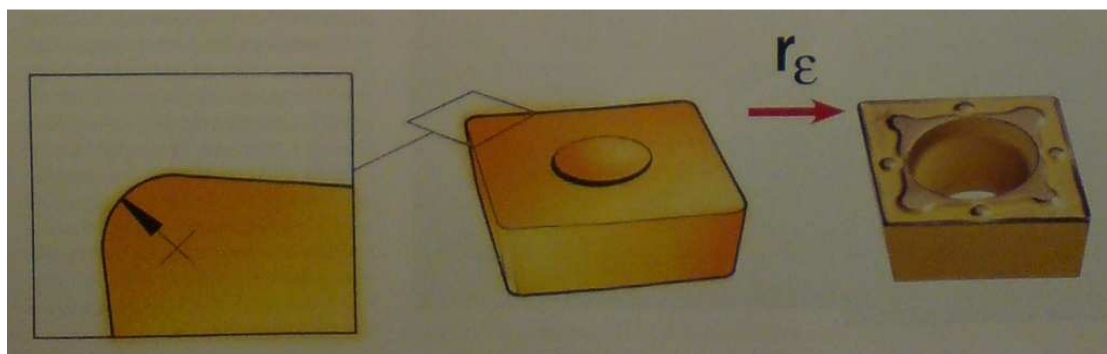
Při výběru nástroje je důležitým parametrem způsob soustružení a tvar obráběné součásti.

2.4.1 Tvar špičky VBD

Při pohledu na nástroj shora má VBD základní tvar a zaoblené rohy. Tvary VBD se podstatně liší, úhel špičky může být od 35° až do 100°. Toto rozmezí úhlů se projeví při obrábění, od největšího úhlu, který znamená nejpevnější břit pro hrubování, až po nejmenší úhel, pro nejlepší dostupnost pro kopírování.

2.4.2 Poloměr špičky (r_ϵ)

Základní faktor u soustružnických operací. Správná volba poloměru špičky ovlivňuje vše od pevnosti břitu po kvalitu obrobeného povrchu součásti. VBD se vyrábí od 0.2mm až do 2.4 mm i když u konkrétního tvaru nemusí být vždy dostupné všechny hodnoty v uvedeném rozmezí. Při hrubovacích operacích se poloměr špičky volí co největší, z důvodu pevnosti a odbourání sklonu k vibracím. U dokončovacích operacích se poloměr špičky volí malý to znamená slabší břit, ale také schopnost jemného obrábění. (1)



Obr. 2.1 Poloměr špičky VBD (1)

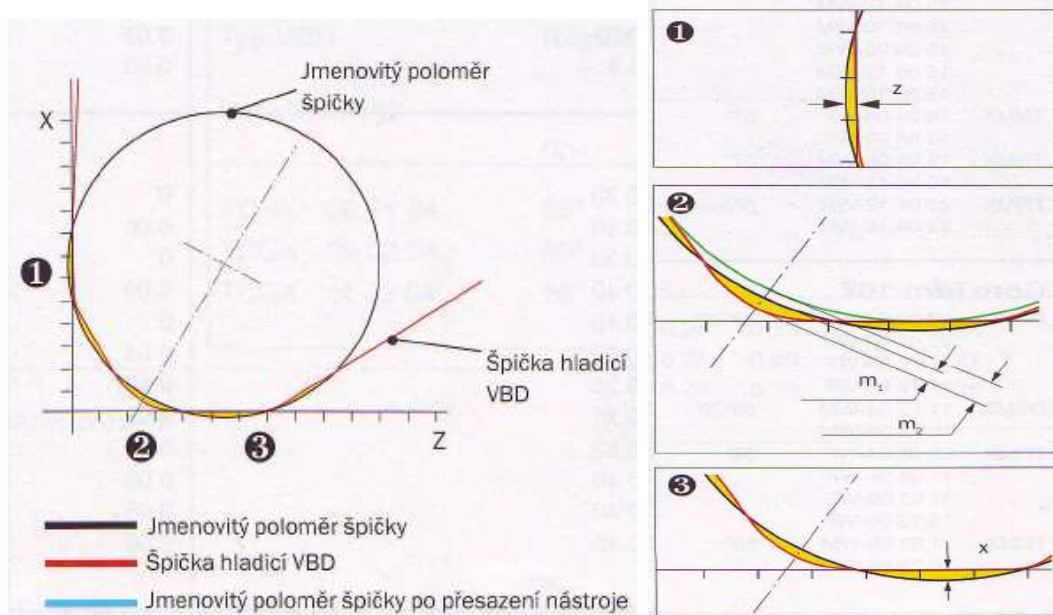
2.4.3 Technologie hladící VBD

U polodokončování a dokonce i hrubování je požadována dobrá kvalita obrobeného povrchu. Technologie hladící VBD nabízí zvýšení možností posuvu a tím i výkonu výroby. Kvalita obrobené plochy je ovlivněna kombinací poloměru špičky, posuvu, stability při obrábění, obrobku, upnutí nástroje a stavu obráběcího stroje. Běžně platí, že při soustružení je kvalita obrobeného povrchu, přímo úměrná posuvu a poloměru špičky nástroje. (1)

2.4.4 Upravený poloměr špičky

Upravený poloměr špičky je v tolerancích pro VBD provedení C a W podle norem ISO a proto nezpůsobuje žádné problémy při programování. Roh VBD má nový pečlivě propracovaný tvar, ne pouze jednoduché zaoblení. To má významný vliv na vytvářený povrch, protože hřebeny zanechané na povrchu běžnou VBD jsou prodlouženým břitem „setřeny“.

Hladící VBD DNMX/TNMX mají jiný tvar rohu než běžné VBD DNMG/TNMG, což u některých operacích ovlivní rozměr obrobku, proto se musí nastavit korekce Nástroje. To samé platí pro VBD DCMX/TCMX které jsou odlišné od DCMT/TCMT.



OBR. 2.2 Geometrie hladící VBD (1)

Na obrázku je patrné, že hladící VBD má jiný tvar rohu než běžná VBD, což u některých operací ovlivní tvar obrobku. Proto musíme nastavit korekce, abychom eliminovali vznik nepřesnosti (Obr. 2.3).

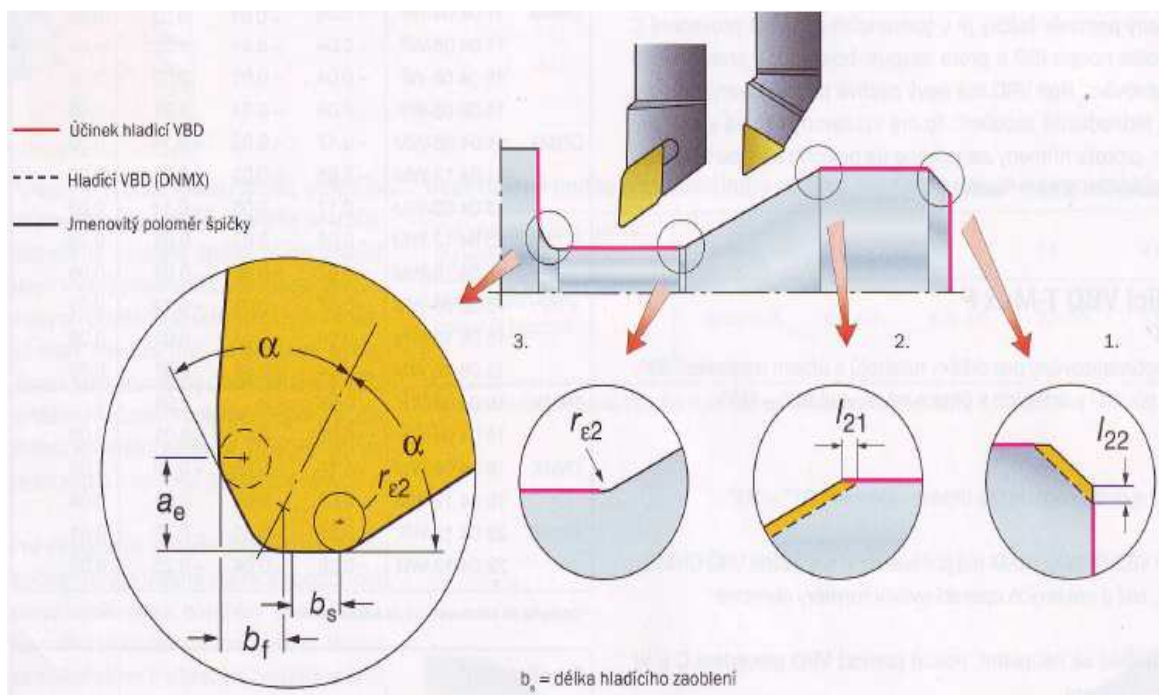
T-MAX P		x	z	m_1	$m_2^{(y)}$
DNMX	11 04 04-WF	-0.06	-0.01	0.05	0
	11 04 08-WF	-0.04	-0.01	0.02	0.06
	15 04 08-WF	-0.04	-0.01	0.02	0.06
	15 06 08-WF	-0.04	-0.01	0.02	0.06
DNMX	11 04 08-WM	-0.17	-0.03	-0.14	0.03
	11 04 12-WM	-0.05	-0.02	0.03	0.09
	15 04 08-WM	-0.17	-0.03	-0.14	0.03
	15 04 12-WM	-0.05	-0.02	0.03	0.09
	15 04 16-WM	-0.02	-0.05	0.03	0.09
	15 06 08-WM	-0.17	-0.03	-0.14	0.03
	15 06 12-WM	-0.04	-0.02	0.05	0.09
	15 06 16-WM	-0.04	-0.02	0.05	0.09
TNMX	16 04 04-WF	-0.06	0	0.05	0
	16 04 08-WF	-0.05	-0.01	0.01	0.06
TNMX	16 04 08-WM	-0.14	-0.02	-0.10	0.03
	16 04 12-WM	-0.03	-0.01	0.05	0.08
TNMX	22 04 12-WR	-0.25	-0.03	-0.22	0.01
	22 04 12-WR	-0.29	-0.04	-0.25	0.02

CoroTurn 107		x	z	m_1	$m_2^{(y)}$
DCMX	07 02 04-WF	-0.06	-0.01	-0.05	0
	07 02 08-WF	-0.03	-0.01	-0.06	0.06
	11 T3 04-WF	-0.06	-0.01	0.05	-0.01
	11 T3 08-WF	-0.05	-0.01	0.01	0.06
DCMX	11 T3 04-WM	-0.10	-0.02	0.08	-0.01
	11 T3 08-WM	-0.06	-0.01	0	0.06
TCMX	09 02 04-WF	-0.1	0	0.1	0.02
	11 03 04-WF	-0.1	-0.01	-0.1	0.01
	11 03 08-WF	-0.05	0	0	0.05
	16 T3 08-WF	-0.06	0	0	0.06
TCMX	11 03 08-WM	-0.06	0	0	0.06
	16 T3 08-WM	-0.06	0	0	0.06

Obr. 2.3 Odchylka od jmenovitého poloměru špičky (1)

Hladící efekt má vyhladit povrch vytvářený při posuvu břitu po obrobnku a je proto nejsilnější při obrábění po přímé linii, při podélném a čelním soustružení. Při soustružení šikmých hran nebo kopírování se hladící efekt neuplatní, protože VBD spoléhá na svůj upravený tvar vztahovaný ke směru posuvu, axiálního nebo radiálního.

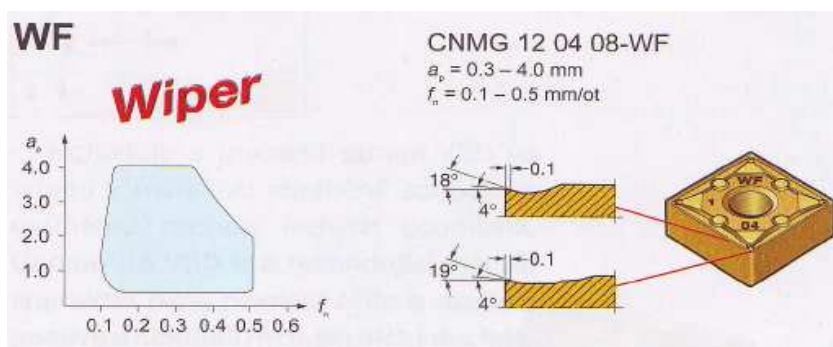
Obr.2.4 ukazuje v kterých místech je nutné nastavit korekci, kterou lze vyhledat pro danou VBD přímo v katalogu výrobce a kde se projeví hladící efekt. (1)



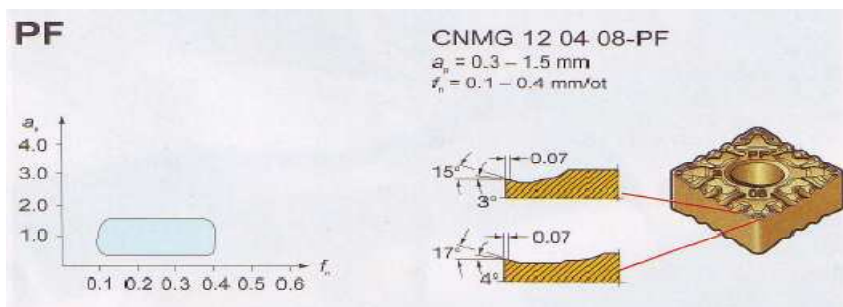
Obr. 2.4 Vliv geometrie hladící VBD na rozměry obrobnku (1)

2.5 Porovnání standardní VBD s hladící VBD

Pro porovnání byly vybrány VBD typu C



Obr. 2.5 Hladící VBD (1)



Obr. 2.6. Standardní VBD (1)

Tabulka ukazuje, čím se odlišuje poloměr špičky standardních a hladících VBD při různých posuvech. Měření bylo prováděno s VBD CNMG na nízkouhlíkové oceli.

Posuv mm	Standardní VBD	Hladící VBD	Standardní VBD	Hladící VBD	Posuv mm	Standardní VBD	Hladící VBD	Standardní VBD	Hladící VBD
	r_c 0.4 R_a μ m	r_c 0.4 R_a μ m	r_c 0.8 R_a μ m	r_c 0.8 R_a μ m		r_c 1.2 R_a μ m	r_c 1.2 R_a μ m	r_c 1.6 R_a μ m	r_c 1.6 R_a μ m
0.07	0.31	0.30	–	–	0.15	0.47	0.30	–	–
0.10	0.63	0.32	0.31	0.30	0.18	0.68	0.34	–	–
0.12	0.90	0.45	0.45	0.30	0.20	0.83	0.42	0.63	0.32
0.15	1.41	0.70	0.70	0.35	0.22	1.16	0.58	0.87	0.44
0.18	2.03	1.00	1.01	0.50	0.25	1.50	0.65	1.12	0.56
0.20	2.50	1.25	1.25	0.63	0.28	1.88	0.68	1.41	0.70
0.22	3.48	1.74	1.74	0.87	0.30	2.16	0.72	1.62	0.78
0.25	–	–	2.25	0.90	0.35	2.93	0.97	2.20	0.80
0.28	–	–	2.82	0.93	0.40	3.83	1.26	2.88	0.95
0.30	–	–	3.23	1.07	0.45	5.70	1.88	4.27	1.41
0.35	–	–	4.40	1.10	0.50	7.03	2.32	5.27	1.74
0.40	–	–	5.75	1.44	0.55	8.51	2.40	6.38	2.10
0.45	–	–	8.54	2.14	0.60	10.13	2.53	7.59	2.40
0.50	–	–	10.55	2.64	0.65	–	–	8.91	2.50
					0.70	–	–	10.34	2.60
					0.85	–	–	15.24	3.81
					0.90	–	–	17.09	4.27

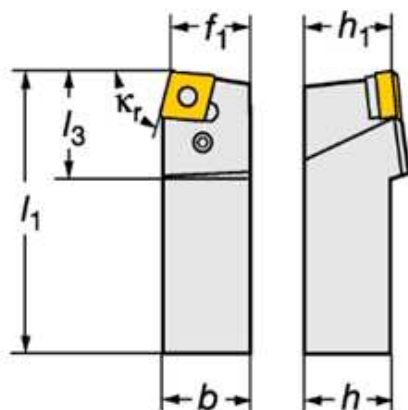
Obr. 2.7 Porovnání ISO VBD s hladící VBD (1)

Z měření vyplývá, že s použitím hladících VBD bude drsnost povrchu až dvakrát hladší než u standardní VBD při použití stejného posuvu.

2.6 Zvolené nástroje

Pro zhotovení součásti Hřídel byly vybrány nástroje:

1,2 Držák nástroje PCLNL/R 2525 M12 (pravý i levý) (4)



Rozměry:

$h=h_1=25\text{ mm}$

$b=25\text{ mm}$

$f=32\text{ mm}$

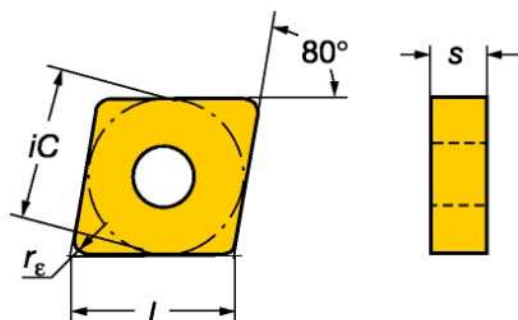
$l_1=150\text{ mm}$

$l_3=29\text{ mm}$

úhel čela $\gamma_0 = -6^\circ$

úhel sklonu ostří $\lambda_{S_1} = -6^\circ$

Vyměnitelná břitová destička CNMG 12 04 08 – PM 4025 (4)



Rozměry:

$L=12\text{ mm}$

$iC=12,7\text{ mm}$

$S=4,76\text{ mm}$

$r=0,8$

Doporučené řezné podmínky: $a_p = 3\text{ mm}$ (0,5-5,5)

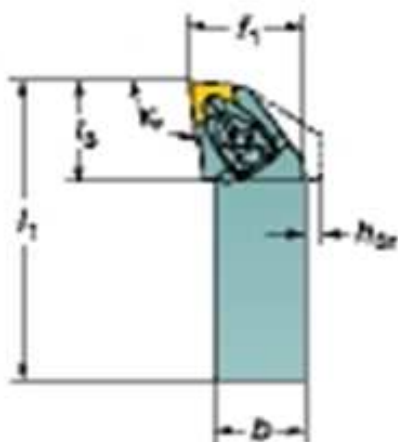
$f_n = 0,3\text{ mm}$ (0,15-0,5)

$V_c = 330\text{ m/min}$ (405-265)

Doporučené použití:

Břitová destička s oboustranným základním utvařečem je vhodná pro první volbu při středním hrubování obrábění ocelí, korozivzdorných ocelí ale také litiny. Univerzální utvařeč umožňuje široký funkční rozsah šířky záběru a posuvů.

3,4 Držák nástroje DCLNL/R 2525 M12 (pravý i levý) (4)



Rozměry:

$h = h_1 = 25 \text{ mm}$

$b = 25 \text{ mm}$

$f = 32 \text{ mm}$

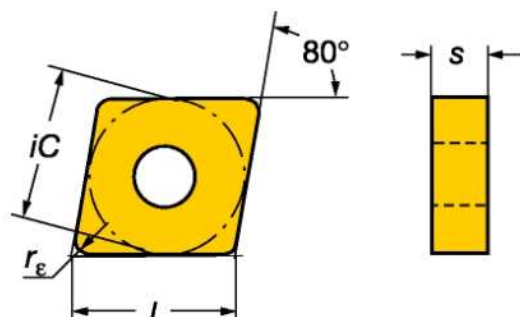
$l_1 = 150 \text{ mm}$

$l_3 = 32$

úhel čela $\alpha = -6^\circ$

úhel sklonu ostří $\lambda_s = -6^\circ$

Vyměnitelná břitová destička CNMG 12 04 08 – WF 4015 (WIPER) (4)



Rozměry:

$L = 12 \text{ mm}$

$iC = 12,7 \text{ mm}$

$S = 4,76 \text{ mm}$

$r = 0,8$

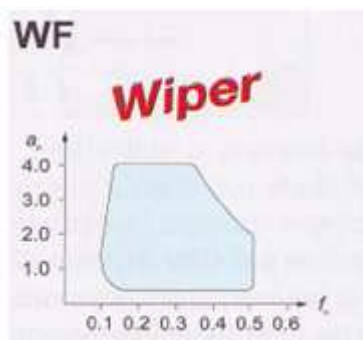
Doporučené řezné podmínky: $a_p = 1 \text{ mm}$ (0,5-5,5) (4)

$f_n = 0,2 \text{ mm/ot}$ (0,05-0,5)

$V_c = 395 \text{ m/min}$ (530-320)

Výhody: Můžeme zdvojnásobit posuv a získáme stejnou kvalitu obrobeného povrchu, nebo při stejném posuvu získáme dvakrát menší drsnost povrchu. Ideální pro případy, kde je kvalitní obrobený povrch prioritou. Může nahradit broušení. Zlepšení dělení třísky díky vyššímu posuvu.

Pracovní oblast



5. Držák nástroje DDJNL 2525 M15 (4)

Vyměnitelná břitová destička DNMG 15 0604 – PP4015

Doporučené řezné podmínky: $a_p = 3 \text{ mm}$ (0,4-6)

$f_n = 0,2 \text{ mm/ot}$ (0,1-0,3)

$V_c = 455 \text{ m/min}$ (530-395)

6. Držák L.166.5 FA – 1212 – 16 (4)

Vyměnitelná břitová destička L166.0G – 16PT01 – 140 1020

Doporučené řezné podmínky: $a_p = 1,15 \text{ mm}$

$n_{ap} = 8$

$V_c = 125 \text{ m/min}$

7. Držák RF123 F10 – 1616B (4)

Vyměnitelná břitová destička N123F2 – 0250 – 0003 – CR 1125

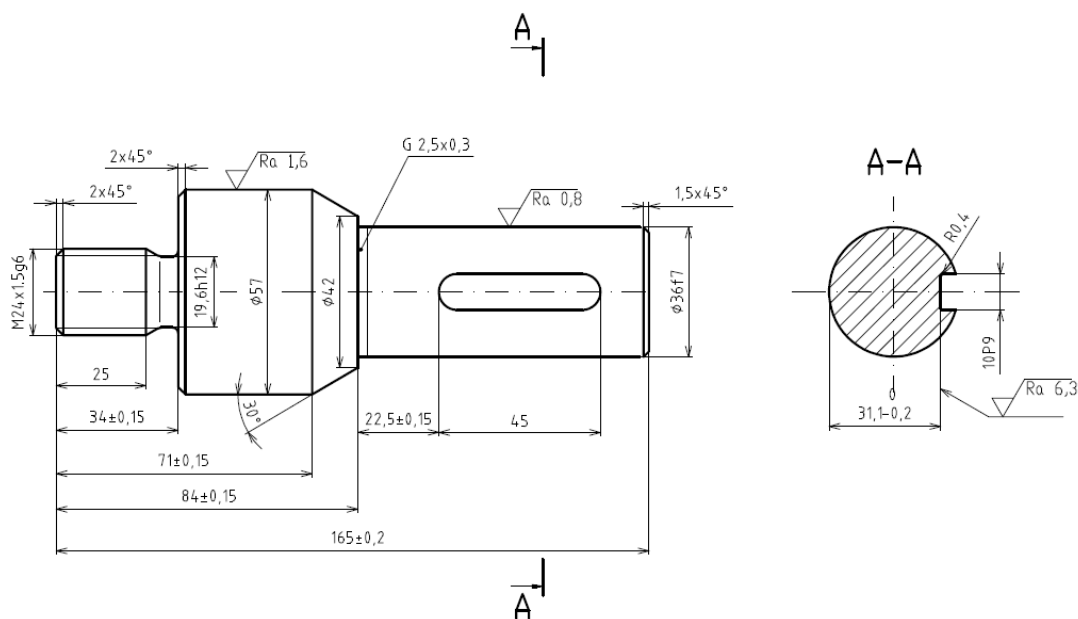
Doporučené řezné podmínky: $f_n = 0,12 \text{ mm/ot}$ (0,04-0,19)

$V_c = 140 \text{ m/min}$ (235-90)

8. Fréza: R216.33-10030-BS11K 1640

3. Zpracování NC programu pro navrženou součást

Zpracování NC programu bylo realizováno v dílensky orientovaném programu ShopTurn. Součást HŘÍDEL byla navržena tak, aby na ni bylo možné aplikovat samotné zadání bakalářské práce, s ohledem na možnosti obráběcího stroje.



Obr. 3. Hřídel

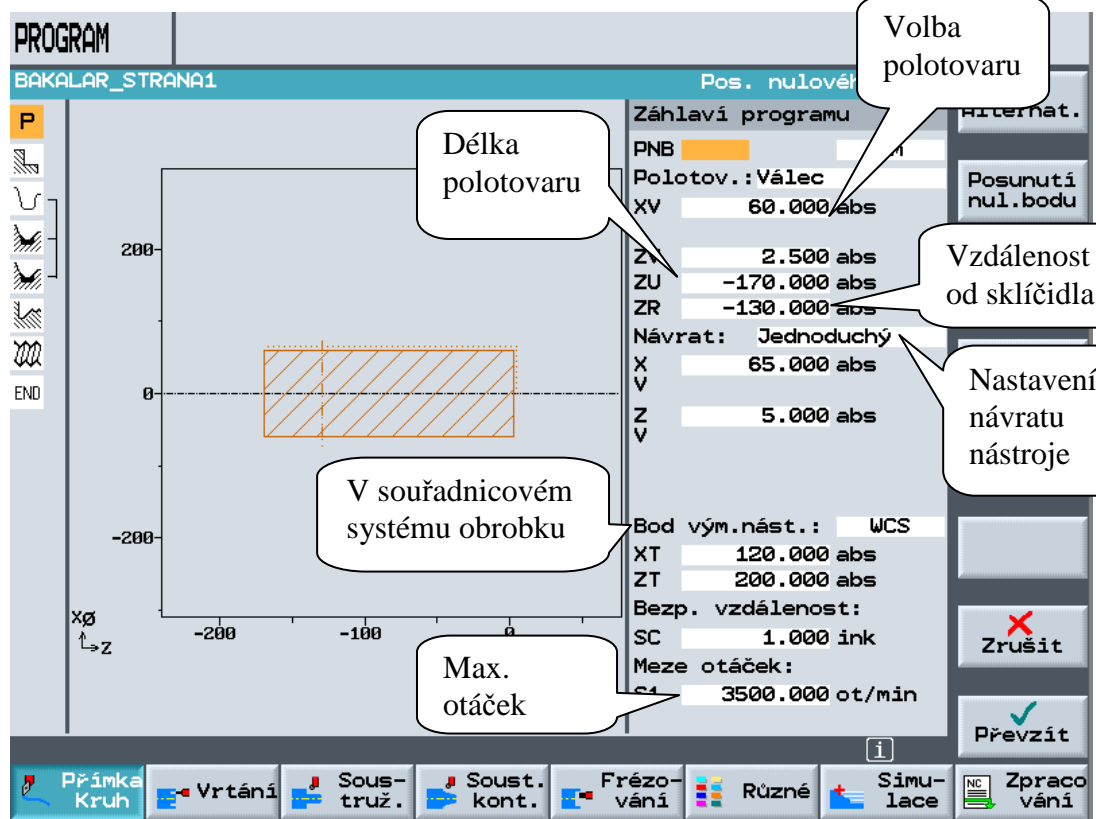
3.1 Vytvoření programu pro první stranu

3.1.1. Definování polotovaru (obr. 3.1)

V okénku polotovar, máme předdefinované tvary a to:

- Válec
- Obdelník
- Trubka
- N-úhelník

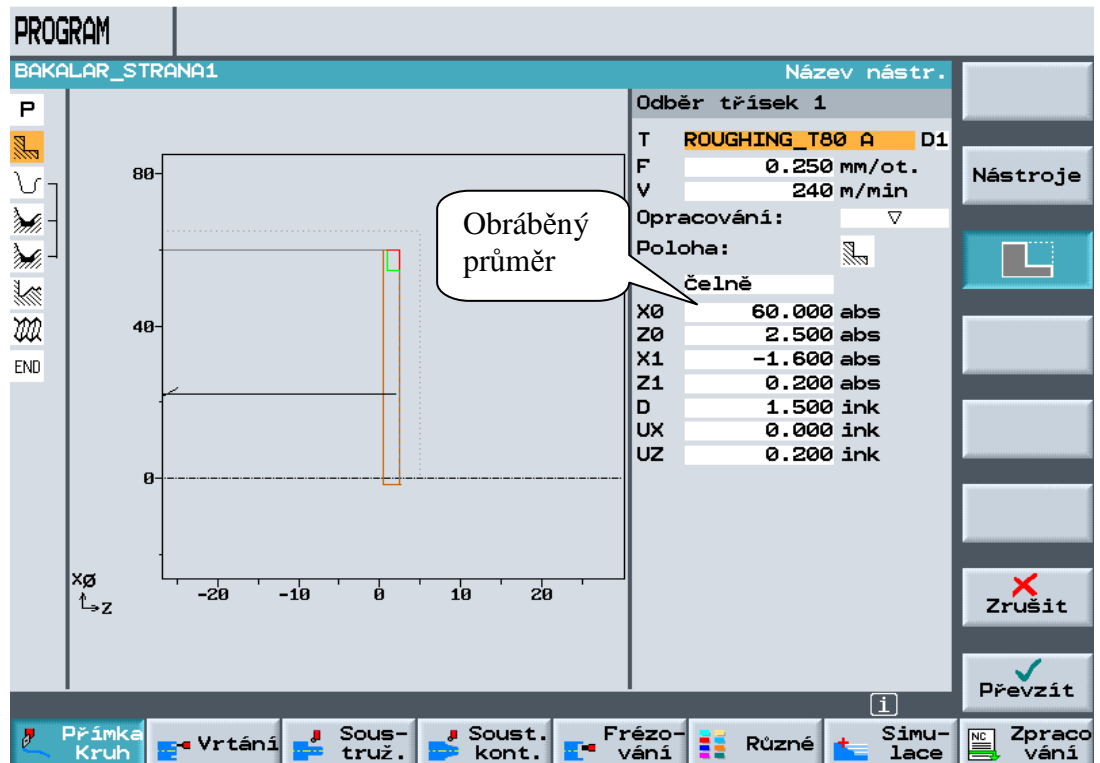
Dále mohou být hodnoty zadávány absolutně, nebo inkrementálně.



Obr. 3.1 Definování polotovaru

3.1.2 Zarovnání čela

Před samotným obráběním provedeme zarovnání čela

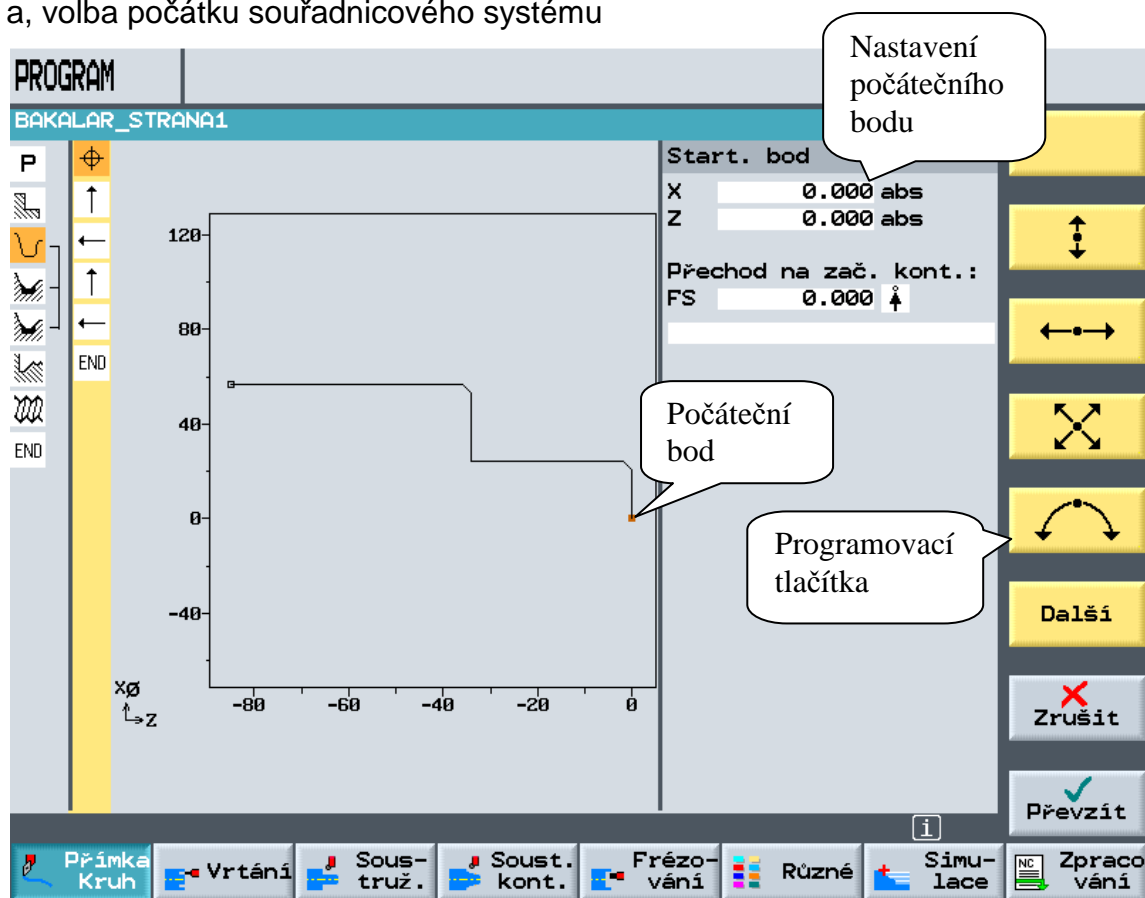


Obr. 3.2 Zarovnání čela

3.1.3 Definování tvaru součástky (kontury)

Tvar součástky je vytvořen z několika na sebe navazujících kontur. Tyto kontury se zadávají pomocí programových tlačítek kterou jsou na pravé straně obrazovky. Můžeme zadávat svislé kontury, vodorovné, šikmé nebo kruhového tvaru

a, volba počátku souřadnicového systému



Obr. 3.3 Definování tvaru součástky

Dále bude kontura programována v pořadí:



Přímka X

X

Přechod na násled. prvek:
FS



Přímka Z

Z

$\alpha 2$

Přechod na násled. prvek:
FS



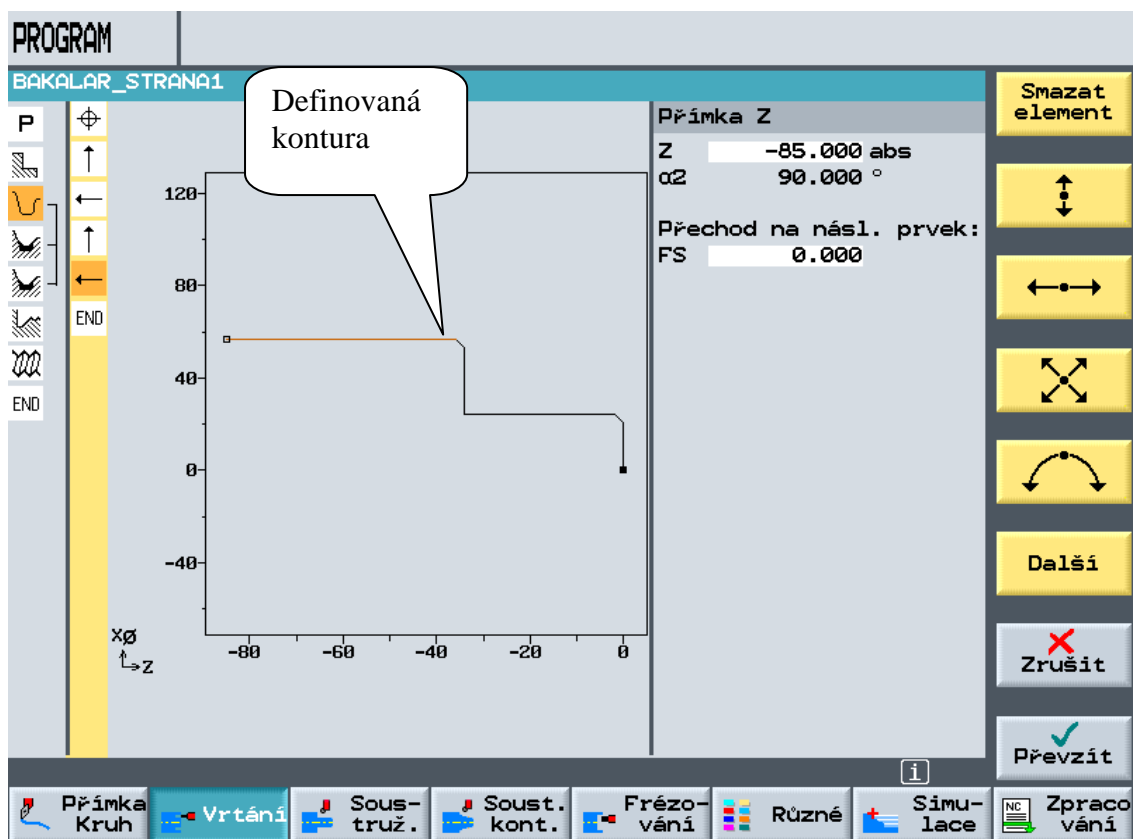
Přímka X

X

$\alpha 2$

Přechod na násled. prvek:
FS

3.1.4 Konečný tvar kontury



Obr. 3.4 Konečný tvar kontury

Po zvolení kontury se zvolí způsob obrábění. V prvním kroku budeme obrábět na hrubo. Příklad na obrábění byl zvolen 0,2 mm v ose x i 0,2 mm v ose z, na dokončovací operaci. Dále nastavíme přídavek na možnou nepřesnost polotovaru a to 0,5 mm na průměru a 0,2 mm na délku.

3.1.5 Hrubovací operace

PROGRAM
BAKALAR_STRANA1

Název nástř.

Odběr třísek

T **hrubovací**

F 0.300 mm/ot.

V 330 m/min

Opracování: ▾

Podélně

Vnější ←

D 2.000

UX 0.200

UZ 0.200

DI 0.000

BL Válec

XD 0.500 ink

ZD 0.200 ink

Ohraničení: Ne

Podříznutí: Ne

Zrušit

Převzít

Přímka Kruh

Vrtání

Sous-truž.

Soust. kont.

Frézování

Různé

Simulace

Zpracování

Opracování hrubé

Přídavek v ose x a z

Přídavek na možnou nepřesnost polotovaru

Obr. 3.5 Hrubovací operace

3.1.6 Dokončovací operace

PROGRAM
BAKALAR_STRANA1

Název nástř.

Odběr třísek

T **dokoncovací** D1

F 0.100 mm/ot.

V 395 m/min

Opracování: ▾

Podélně

Vnější ←

Přídavek: Ne

Ohraničení: Ne

Podříznutí: Ne

Zrušit

Převzít

Frézování

Různé

Simulace

Zpracování

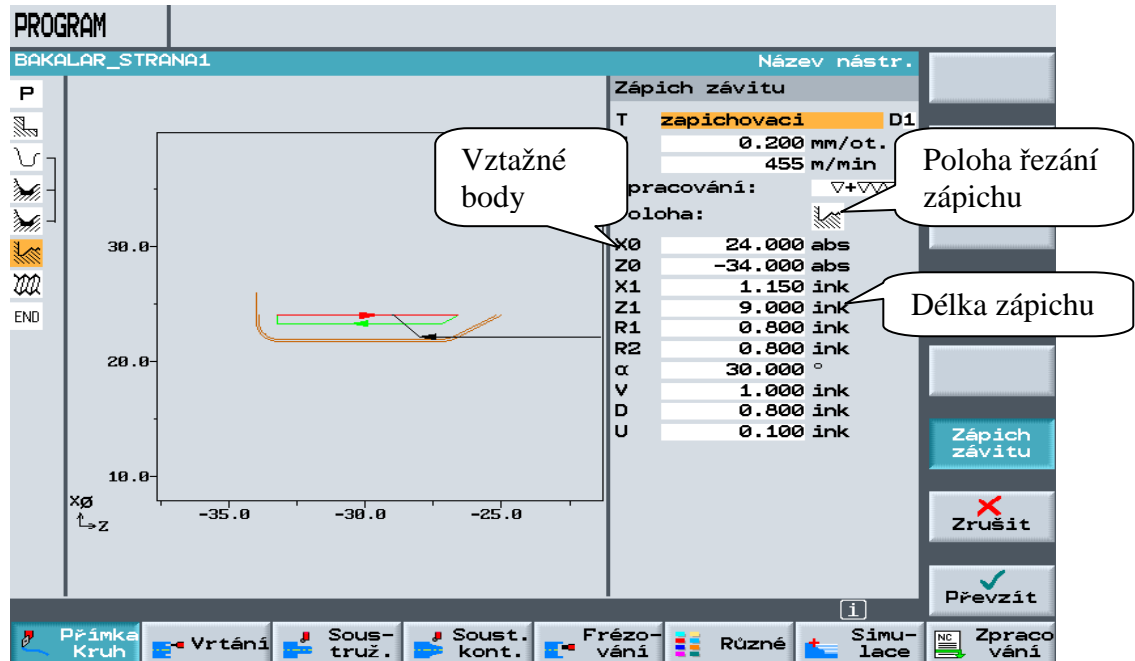
Nástroje

Při dokončování bude odebrán zbytkový materiál, který byl nechán po předchozí operaci

Obr. 3.6 Dokončovací operace

3.1.7 Zápich závitu

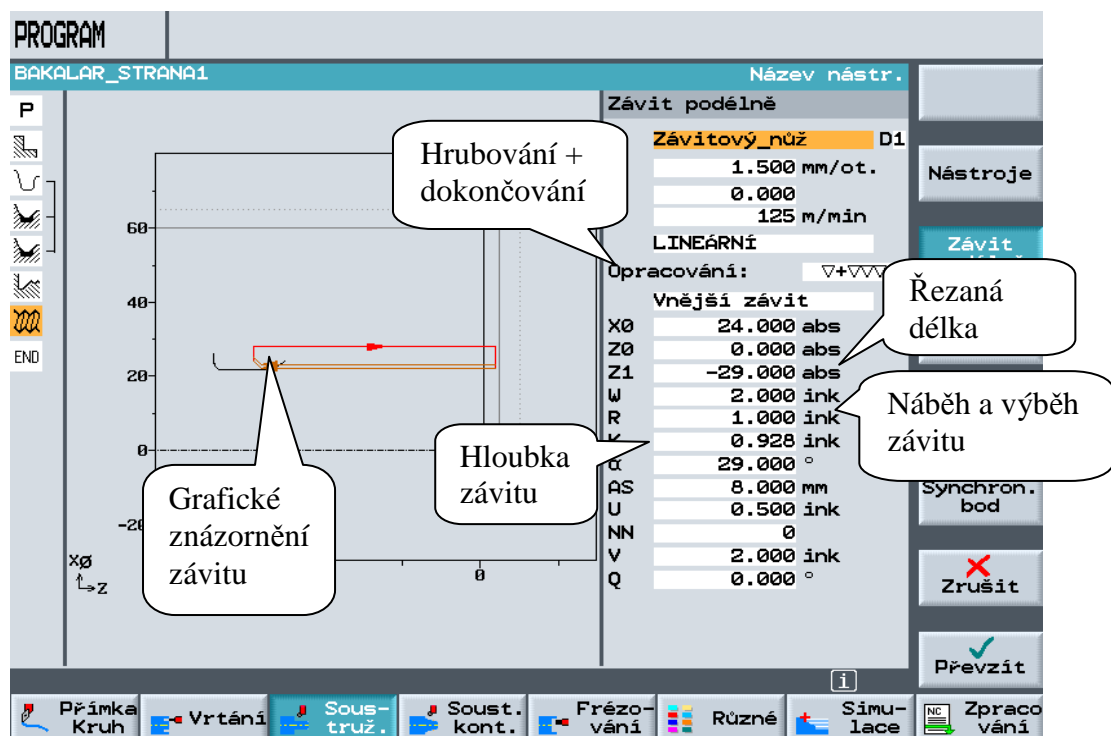
Zápich závitu bude vytvořen, až po hrubování a dokončování a bude se obrábět zároveň na hrubo i na čisto. Ostatní parametry jsou popsány níže.



Obr. 3.7 Zápich závitu

3.1.8 Řezání závitu

Bude se obrábět Metrický závit o průměru 24 mm. Náběh závitového nože byl zvolen 2 mm a přeběh 1 mm

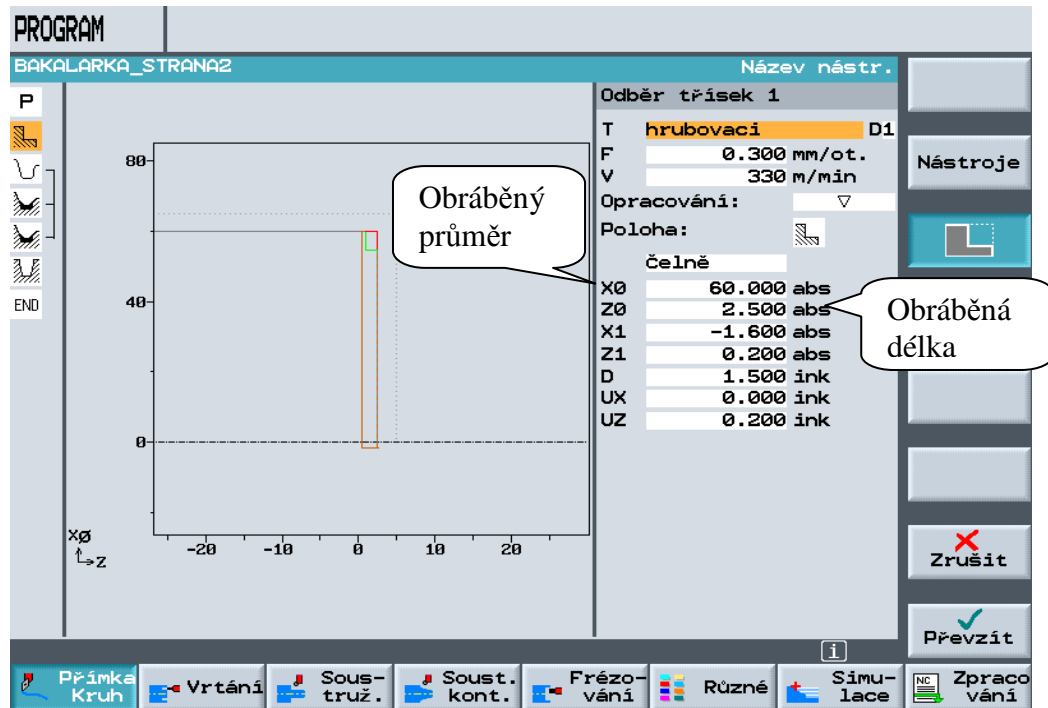


Obr. 3.8 Řezání závitu

3.2 Vytvoření programu pro druhou stranu

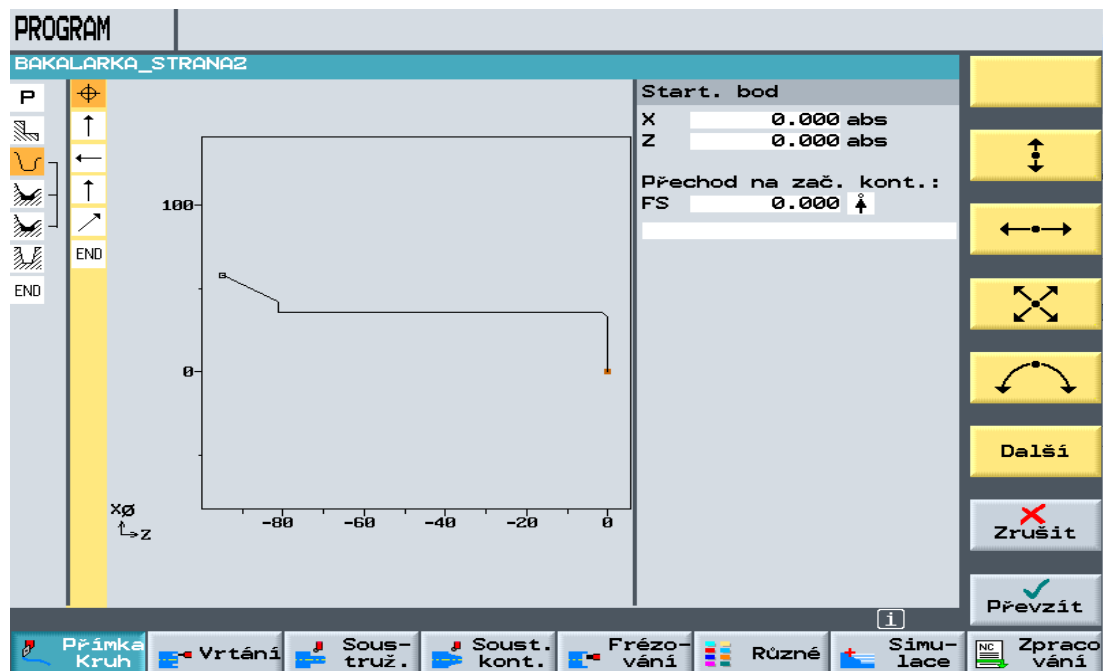
I když obrábíme druhou stranu součásti, která se bude obrábět v protivřetenu, programujeme stále tak, jako by součást byla upnutá v hlavním vřetenu, tedy vlevo.

3.2.1 Zarovnání čela



Obr. 3.9 Zarovnání čela

3.2.2 Definování tvaru součástky (kontury)

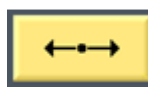


Obr. 3.10 Definování tvaru

Další kroky kontury:



Přímka X	
X	36.000 abs
Přechod na násled. prvek:	
FS	1.500



Přímka Z	
Z	-81.000 abs
$\alpha 2$	90.000 °
Přechod na násled. prvek:	
FS	0.000



Přímka X	
X	42.000 abs
$\alpha 2$	270.000 °
Přechod na násled. prvek:	
FS	0.000

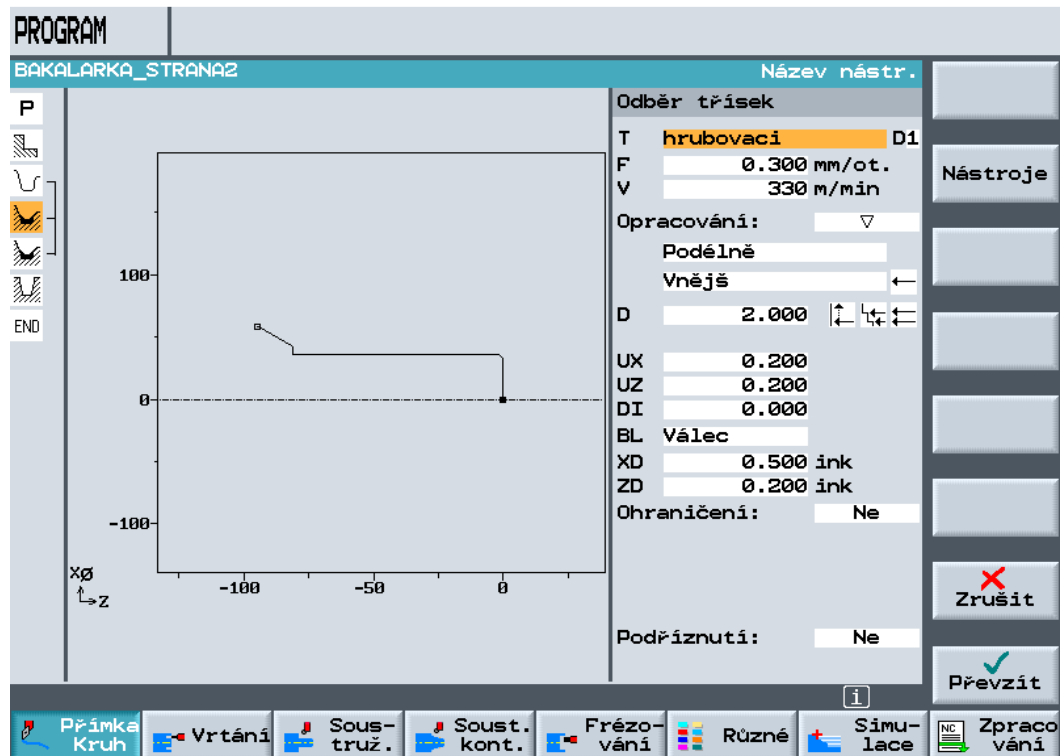
3.2.3 konečný tvar kontury

V tomto kroku se bude obrábět šikmá plocha. Při dokončení navržené součásti hladící VBD se neuplatní hladící efekt. Byla vybrána destička typu C a tudíž se nemusí korigovat program. Při použití destičku typu D, nebo T by musela být provedena korekce jak je popsáno v předchozí části.

Obr. 3.11 Konečný tvar kontury

3.2.4 Hrubovací operace

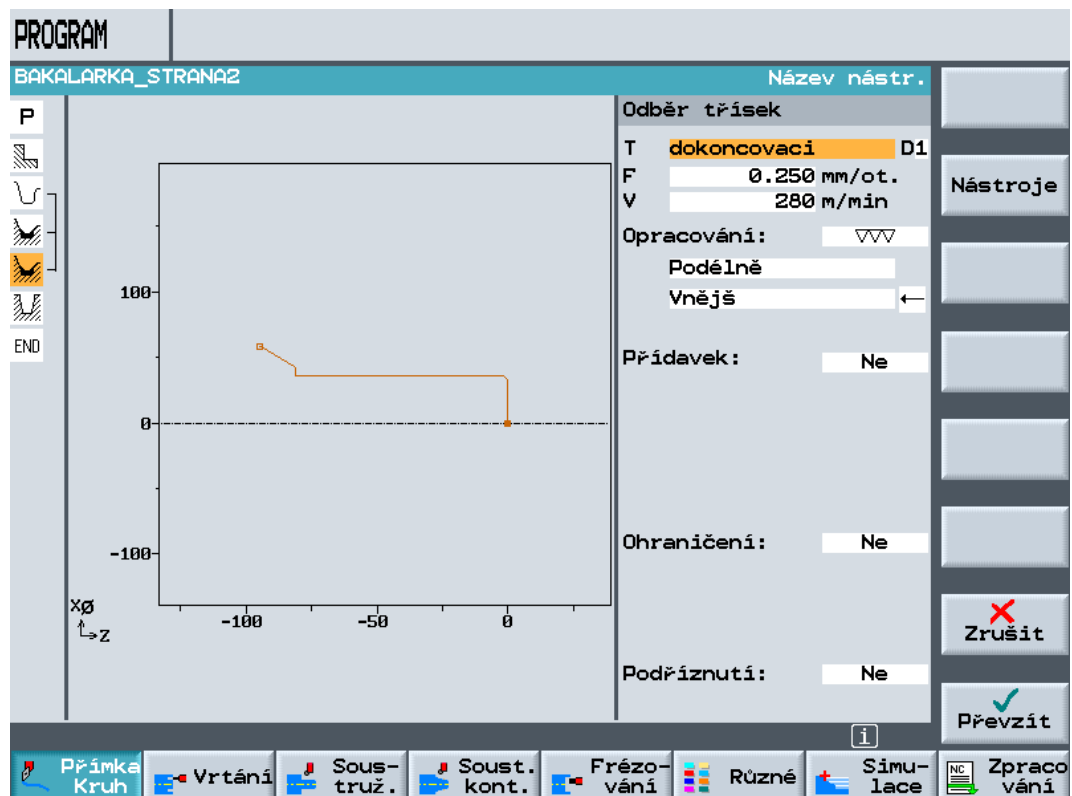
Pro hrubování byl zvolen přírůstek na dokončení 0,2 mm jak v ose x tak i v ose z



Obr. 3.12 Hrubovací operace

3.2.5. Dokončovací operace

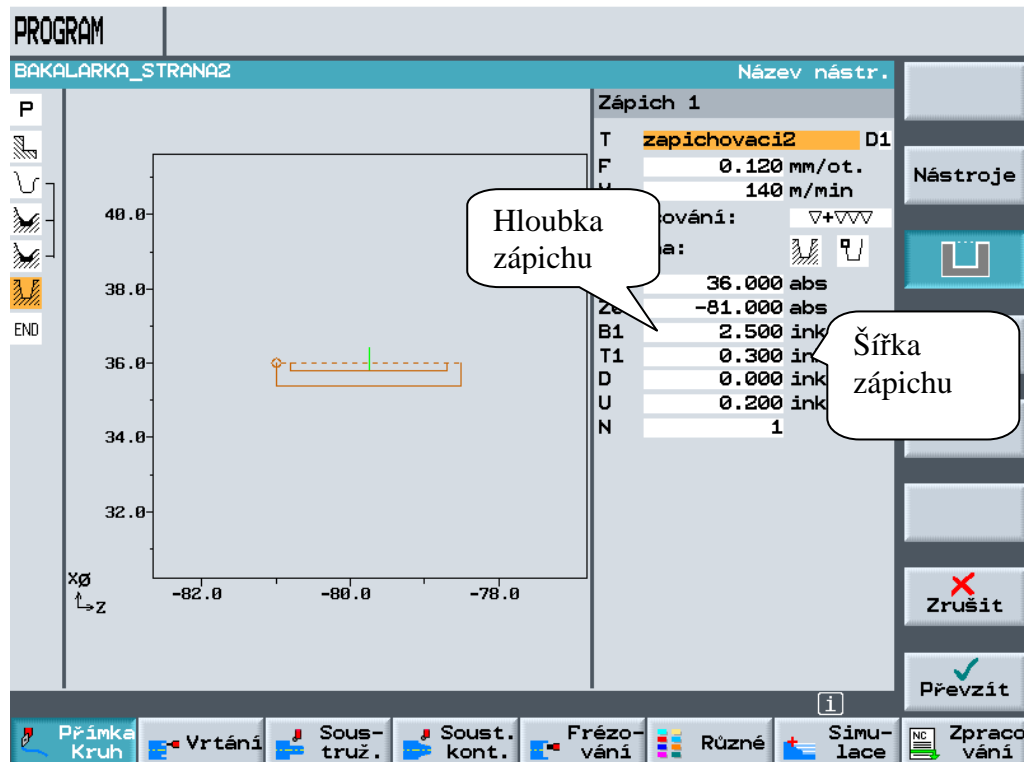
Po hrubování změním typ nástroje na dokončovací a provedeme obrobení součásti



Obr. 3.13 Dokončovací operace

3.2.6. Zápich závitů

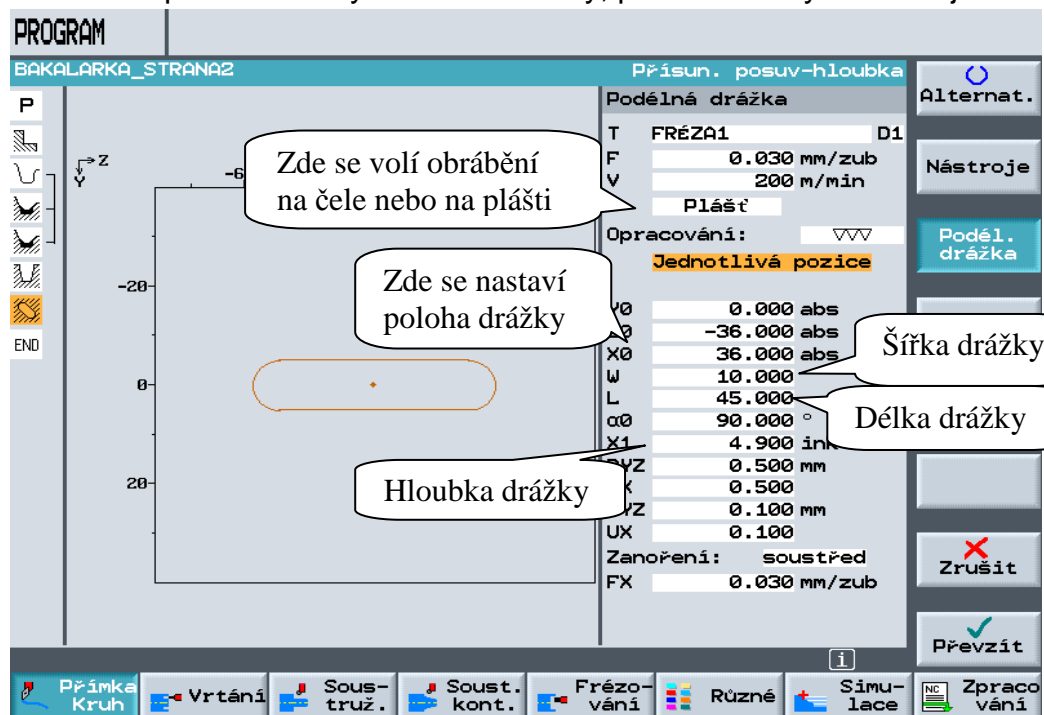
V dalším kroku provedeme odlehčovací zápich, který má šířku 2,5 mm a hloubku 0,3 mm



Obr. 3.14 Zápich závitů

3.2.7 Frézování drážky

Na závěr provedeme vyfrézování drážky, pomocí hnaných nástrojů



Obr. 3.15 Frézování drážky

4. Základní popis stroje SP280SY

4.1 TECHNICKÁ DATA STROJE

Pracovní rozsah

Oběžný průměr nad ložem 570 mm

Max. průměr soustružení 280 mm

Vřetenno

Řemenový náhon - A6/A8 4700/4000 ot/min

Protivřetenno - A5 6000 ot/min

Nástrojová hlava

Počet poloh 12

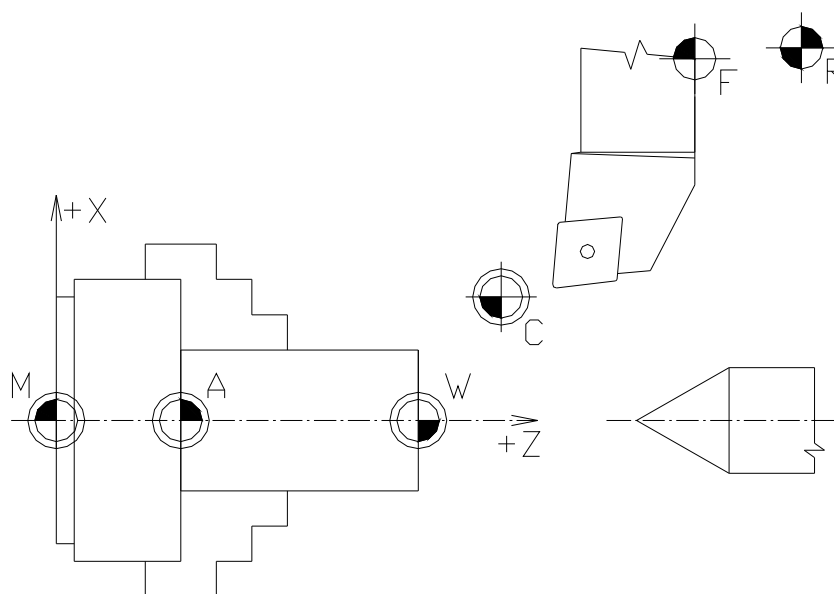
Rozměry stroje

Délka x šířka x výška 3875 x 2122 x 2345 mm

Hmotnost 7900 kg

(9)

4.2 Vztažné body CNC stroje



Obr. 4.1 Poloha vztažných bodů CNC stroje (11)

R – referenční bod stroje:

Jediný strojní bod na který je systém schopný najed automaticky a jeho polohu stroj zná. V referenčním bodě dochází k přesnému určení polohy nástroje vzhledem k odměřovacímu systému. (1)

W – nulový bod obrobku:

Pozici bodu určuje programátor a lze ho kdykoliv měnit. Z pravidla je to bod na součásti ke kterému se vztahují kóty na výkresu. (1)

A – dorazový bod

Jedná se o bod, na který dosedá součást např. v upínacím přípravku. (1)

C – výchozí bod programu:

Jeho poloha je stanovena programátorem mimo obrobek, aby mohla bez problémů proběhnout např. výměna nástroje nebo obrobku. Pozice bodu je zapsána v NC programu (bod pro výměnu nástroje). (1)

F – nulový bod nástroje:

K tomuto bodu jsou určeny korekce nástroje. Volí se například střed držáku nástroje (1)

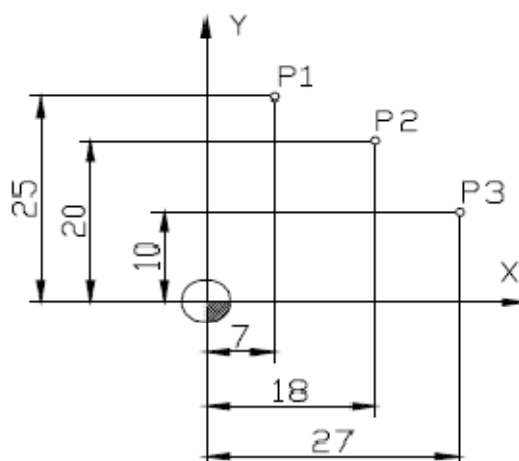
M – nulový bod stroje:

Z hlediska programátora se jedná o pevný bod, jehož polohu není možno měnit. Poloha je stanovena při montáži stroje a je zapsána v technické dokumentaci (1)

4.3 Způsoby programování

Absolutní:

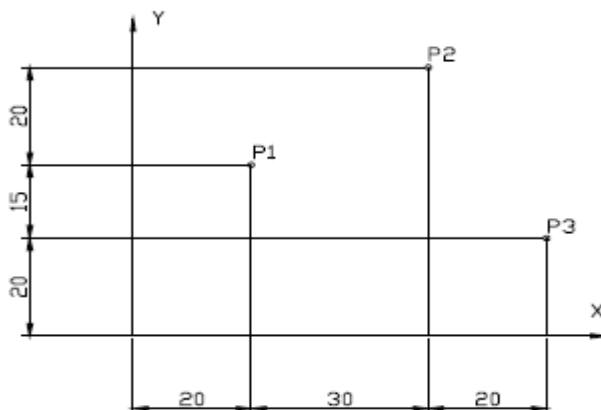
- používáme-li absolutní programování vztahujeme všechny pozice nástroje vzhledem k počátku souřadného systému (nulového bodu),
- není citlivý na rušivé vlivy. (11)



Obr. 4.2 Absolutní programování (11)

Inkrementální (přírůstkové)

- při inkrementálním programování vztahujeme novou polohu nástroje vůči původní, takže pouze dopočítáme přírůstek v osách.
- sčítání nepřesností každého údaje,
- při výpadku proudu ztrácí systém informace o poloze. (11)



Obr. 4.3 Přírůstkové programování (11)

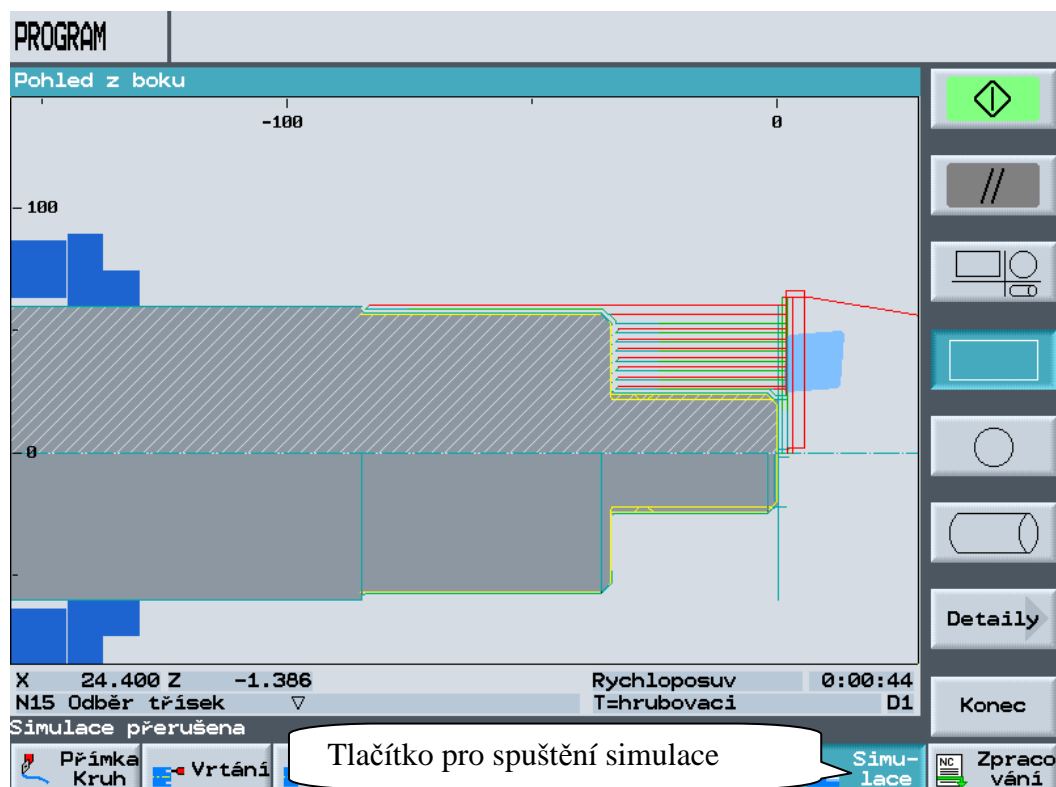
5. Experimentální ověření NC programu

Modul ShopTurn nabízí velkou variabilitu pohledů na obrobenou součástku a také je schopen dle zadaných řezných podmínek vypočítat čistý strojní čas potřebný k vyhotovení součástky.

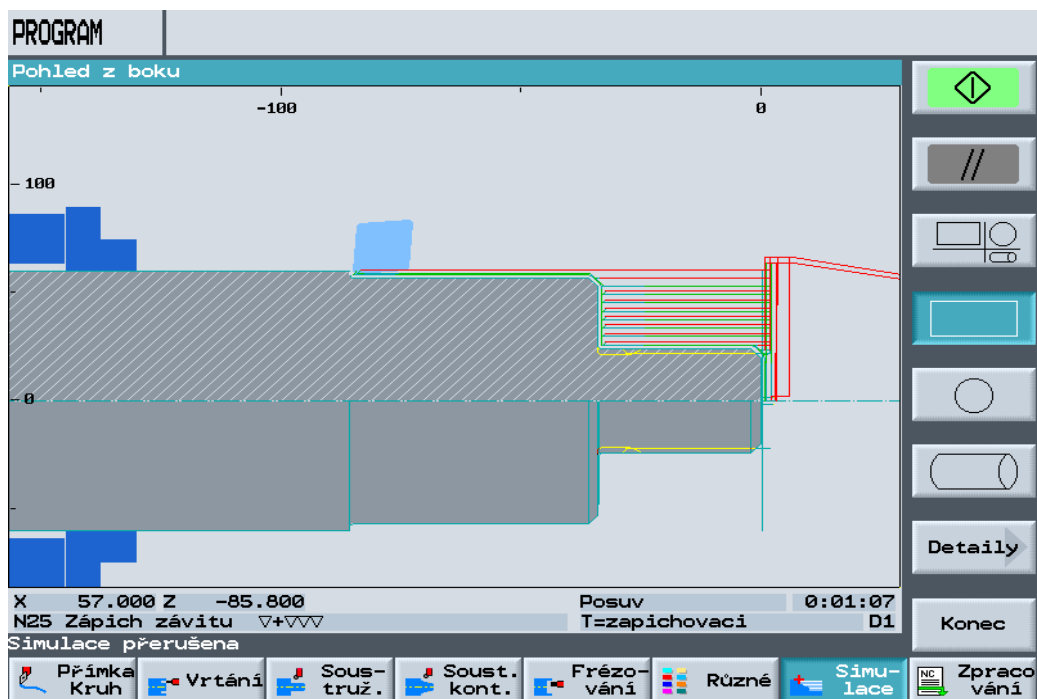
Simulace také poskytuje informace o správném naprogramování součástky, informace o dráze pohybu nástrojů a počtu odebraných třísek. Veškeré nástrojové vybavení a zvolené řezné podmínky jsou zpracovány v předchozí kapitole.

5.1 Simulace obrábění strany 1

Hrubovací operace:

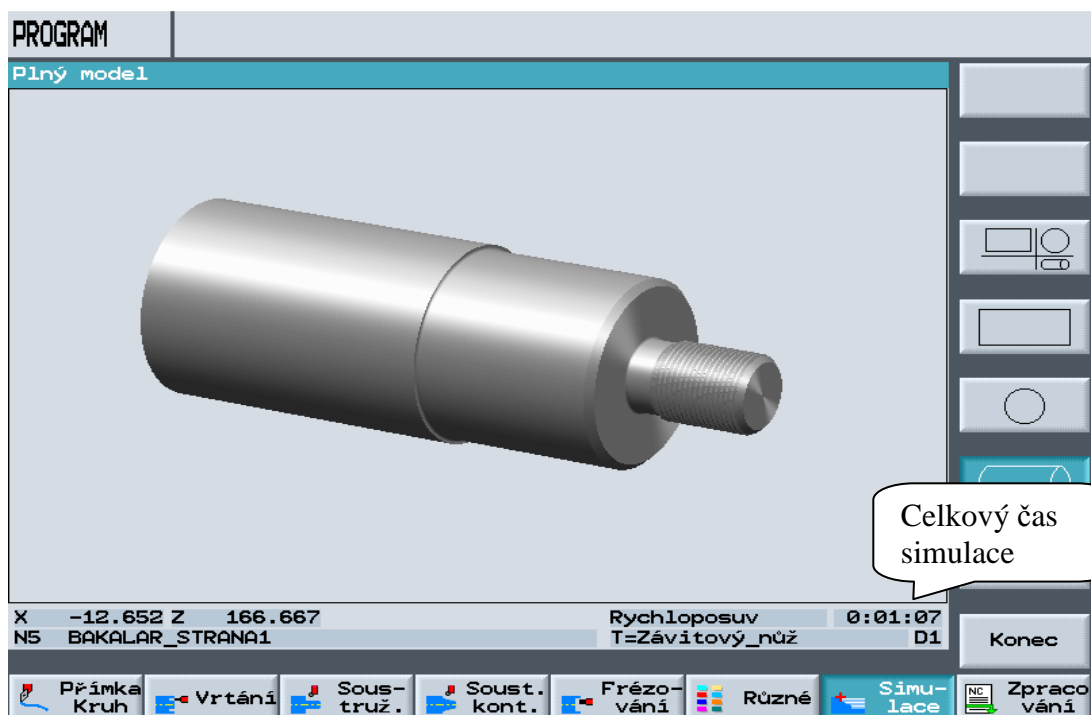


Obr. 5.1 Simulace hrubování

Dokončovací operace:

Obr. 5.2 Simluce dokončení

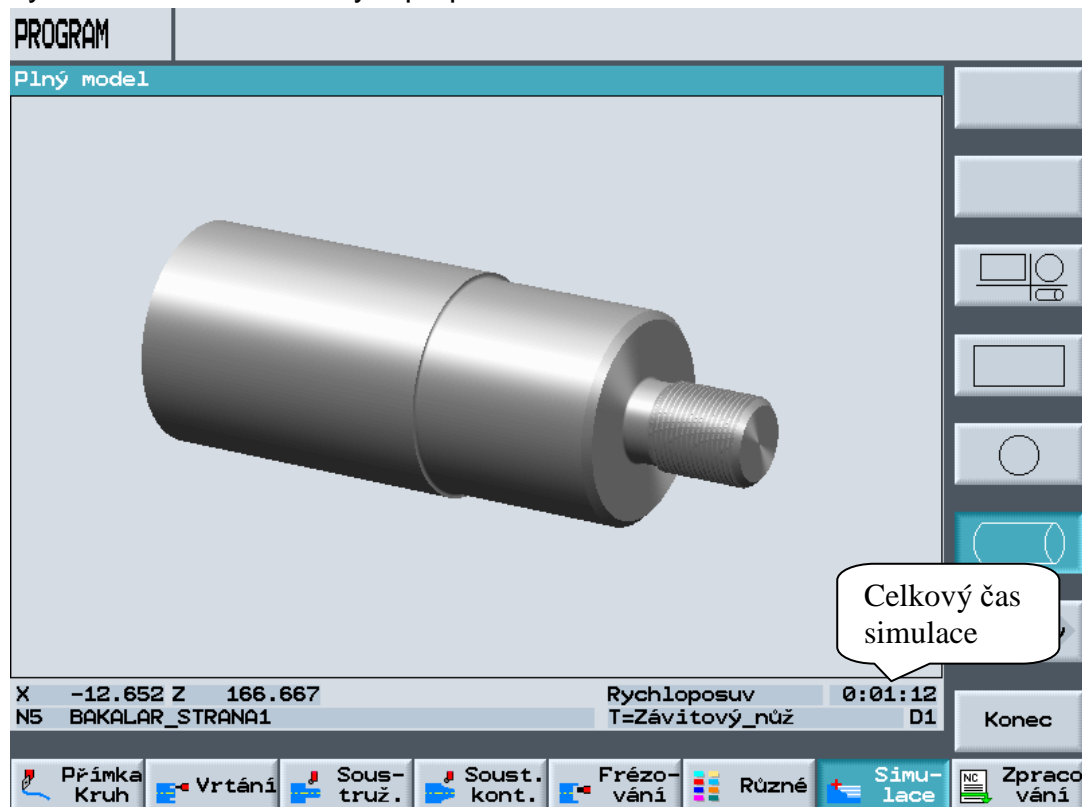
Výsledná simulace strany 1 při použití hladicí VBD



Obr. 5.3 Výsledný čas strany 1 při použití hladicí VBD

Celkový čas obrábění první strany při použití hladicí VBD je 1:07 min

Výsledná simulace strany 1 při použití standardní VBD

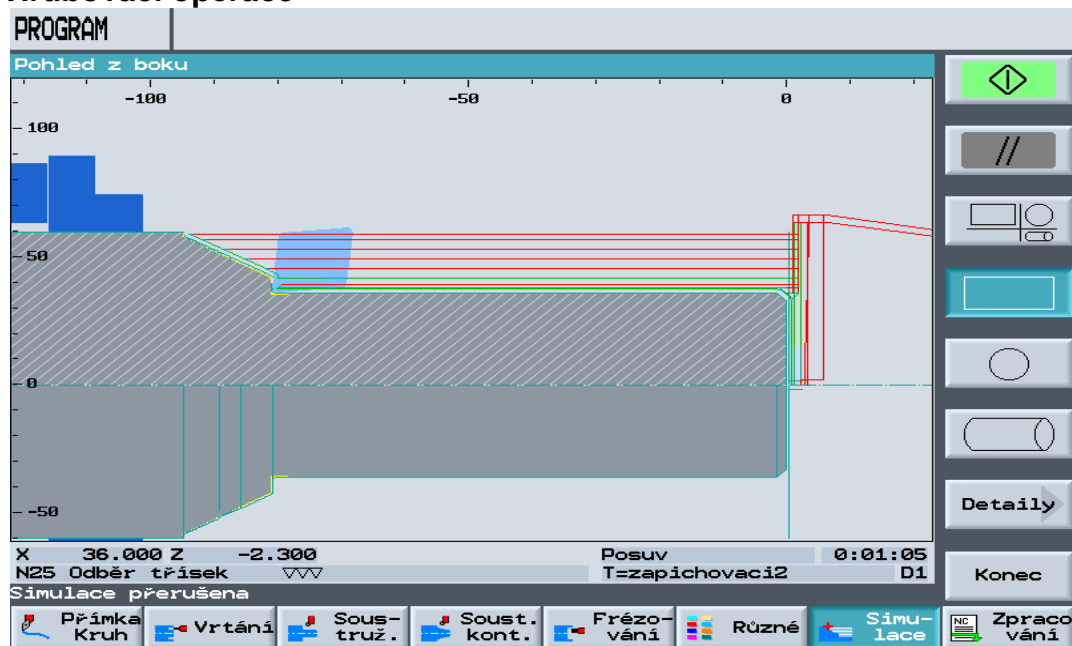


Obr. 5.4 Výsledný čas strany 1 při použití standardní VBD

Celkový čas obrábění první strany při použití hladící VBD je 1:12 min

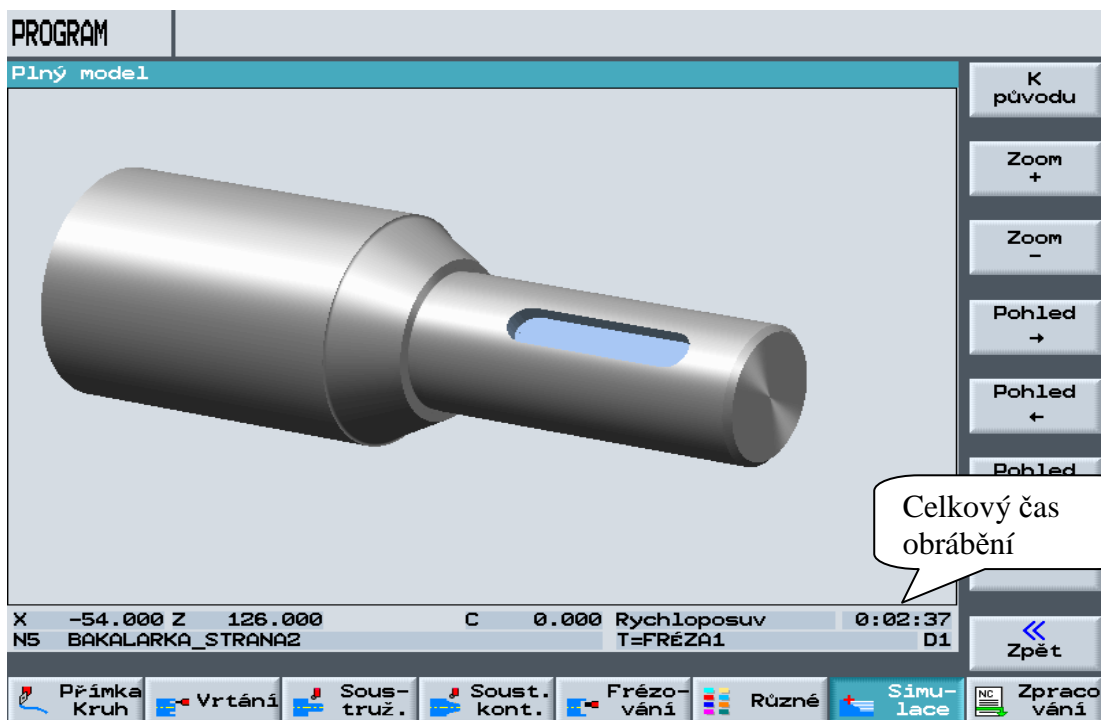
5.2 Simulace obrábění strany 2

Hrubovací operace



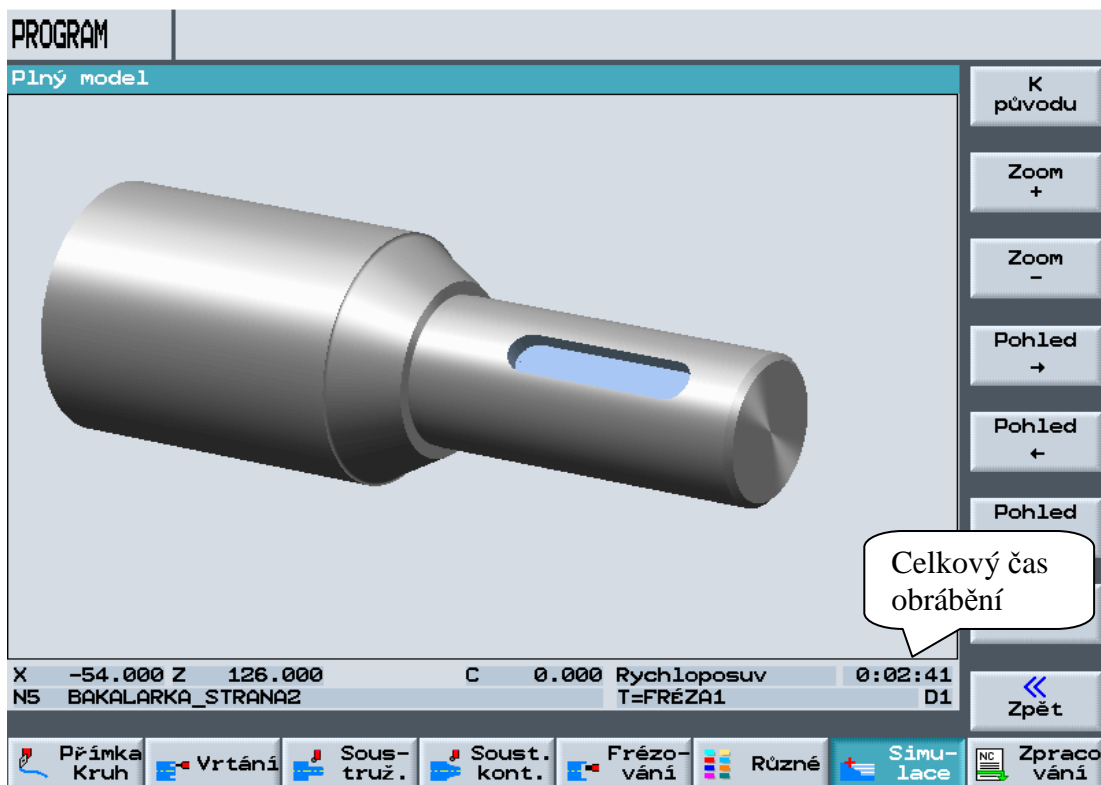
Obr. 5.5 Simulace hrubování strany 2

Výsledná simulace strany 2 při použití hladící VBD



Obr. 5.6 Výsledný čas strany 2 při použití hladící VBD

Výsledná simulace strany 2 při použití standardní VBD



Obr. 5.7 Výsledný čas strany 2 při použití standardní VBD

5.3 Výsledné časy obrábění

Celkový čas obrábění strany 1 při použití hladící VBD je 1:07 min

Celkový čas obrábění strany 1 při použití standardní VBD je 1:12 min

Celkový čas obrábění strany 2 při použití hladící VBD je 2:37 min

Celkový čas obrábění strany 2 při použití standardní VBD je 2:41 min

Celkový čas obrábění hřídele při použití hladící VBD je 3:44 min

Celkový čas obrábění hřídele při použití hladící VBD je 3:53 min

Při použití hladící VBD ušetříme 9 sekund strojního času oproti standardní VBD. Při obrábění jednoho kusu by se tento rozdíl mohl zdát zanedbatelný, ale budeme-li uvažovat výrobu např. 10 000 kusů pak jednoduchým výpočtem můžeme spočítat, že ušetříme 25 hodin strojního času.

ZÁVĚR

Předložená práce zahrnuje základní informace o systému ShopTrun, ve kterém jsem vytvořil program pro výrobu součásti Hřídla č.v.: BP – 2008 - 001. Tvorbou programů jsem se seznámil s jeho ovládáním a naučil jsem se s tímto systémem pracovat. První část práce se zabývá teoretickým popisem základních informací o systému ShopTurn, způsobem programování a možnostech jeho využití. V další kapitole je popsán samotný program a vysvětleny jednotlivé kroky. Vytvořený program jsem odsimuloval, tím zjistil jeho funkčnost a předešel případné kolizi při obrábění, která by vedla k poškození nástroje nebo i stroje. Simulace proběhla v pořádku a tím jsem i ověřil správnost programu.

Také jsem se zaměřil, na navržení vhodného nástrojového vybavení, které jsem vybral od firmy Sandvik coromant. Volil jsem mezi dvěma VBD a zhodnotil jejich rozdíly. Měření ukázalo, že s použitím hladící (WIPER) VBD, bych ušetřil 9 sekund strojního času. Snižování strojního času by mělo být prioritou každého programátora, proto by měl uvážit všechny možnosti, do kterých by mělo patřit i použití soustružnických nožů s většími posuvovými rychlostmi např. WIPER.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

1. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ. *Příručka obrábění - Kniha pro praktiky*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, 2008. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cuttig - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
2. SIEMENS, Siemens sinumerik 810Da840D SHOPTURN, *Přehled řídicích systémů pro prodejce obráběcích strojů*. Verze programového vybavení 6.3, SIEMENS AG 2002 SHOPTURN-VERZE 6.3
3. SIEMENS. [On-line]. Dostupné na www: <<http://www.siemens.cz>>.
4. Sandvik Coromant. [Online]. Dostupné na www: <http://www.coromant.sandvik.com/cz>
5. Polzer Aleš. CNC programování, dílenské programování v systému Shopturn [Online]. Dostupné na www: http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_5.pdf
6. Polzer Aleš. CNC programování, frézování a vrtání na soustruhu [Online]. Dostupné na www: http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_7.pdf
7. Polzer Aleš. CNC programování, ShopTurn Open v 6.04 [Online]. Dostupné na www: http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_9.pdf
8. Polzer Aleš. CNC programování, ShopTurn Open v 6.04 pokračování [Online]. Dostupné na www: [http://www.techtydenik.cz/cnc_prikлады/priklad_10.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_10.pdf)
9. Mas Kovosvit. [Online]. Dostupné na www: <http://www.kovosvit.cz/2008/cs/index.html>
10. HUMÁR, A. *Technologie obrábění - 1. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia. [On-line]. Dostupné na www: <<http://www.kst2.fme.vutbr.cz>>
11. PÍŠKA M., POLZER A. *SPN12CNC_Sinumerik810D*. [On-line]. Dostupné na www: <<http://www.kst2.fme.vutbr.cz>>.

Seznam použitých symbolů a zkratk

CNC	číslicové řízení počítačem	Computer Numerical Control
NC	číslicové řízení	Numerical Control
LAN	místní počítačová síť	Local Area Network
VBD	vyměnitelná břitová destička	
n	otáčky obrobku	$[\text{min}^{-1}]$
v_c	řezná rychlost	$[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$
a_p	hloupka řezu	$[\text{mm}]$
f_n	posuv na otáčku	$[\text{mm}/\text{ot}]$

Seznam příloh

Příloha č.1. – Technický výkres součásti Hřidel

Příloha č.2. – Technologický postup součásti Hřidel

Příloha č.3. – CNC program součásti Hřidel strana1

Příloha č.4. – CNC program součásti Hřidel strana2