

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

**Laboratorium
Programowanie Obrabiarek CNC**

Przewodnik do ćwiczenia

Nr 7S

**Programowanie tokarki
ISO z wykorzystaniem cyklami**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

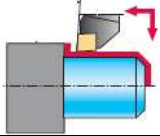
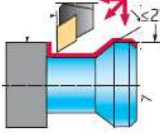
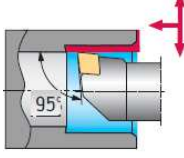
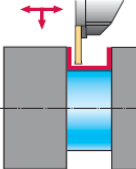
Poznań, 13 kwietnia 2020

Część tam musi być obrabiane z dwóch stron na tokarce bez wrzeciona przechwytyjącego a więc należy przygotować dwa programy dla jednej i drugiej strony.

3. Wprowadzenie danych programu

Przed opracowaniem programu należy przygotować dane do programu:

- dobór narzędzi - dla obróbki tego typu kształtu należy dobrać narzędzia oprawki oraz parametry z katalogu (patrz Przewodnik NT oraz przykładowy katalog „Narzędzia tokarka”)

L.p.	Rodzaj obróbki	Przykładowe narzędzie
1	Zgrubna zewnętrzna	
2	Kształtująca i wykańczająca zewnętrzna	
3	Zgrubna w wykańczająca wewnętrzna	
4	Toczenie rowków (toczenie poprzeczne)	

- zapisać dobrane dane narzędzi do tabelki narzędziowej pod rysunkiem zamieszczając również szkic narzędzia, jak to narzędzie jest zamocowane w głowicy,
- zdefiniować narzędzia w tabeli narzędziowej układu sterowania (patrz Przewodnik 0S)
- utworzyć nowy program (Patrz przewodnik 0S),

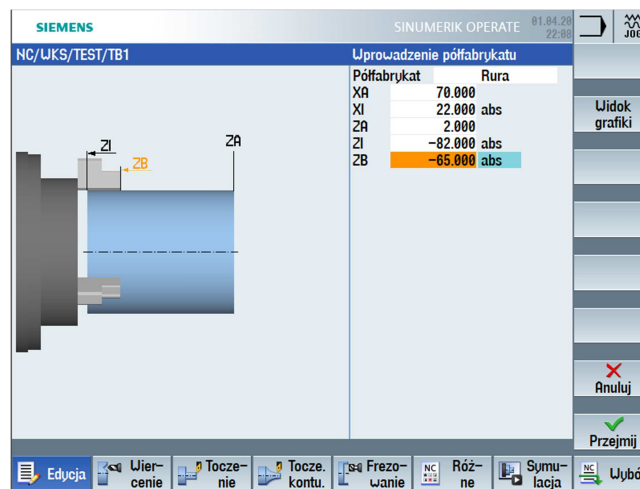
4. Opracowanie programu

W tym ćwiczeniu program ma być przygotowany w kodach ISO. Część będzie obrabiana w dwóch zamocowaniach a więc należy opracować dwa programy po jednym dla każdego zamocowania. W pierwszym zamocowaniu obrabiana będzie prawa strona rysunku łącznie z kółkiem Ø65 ale bez lewego fazowania oraz otwór na gotowo do głębokości 33 mm.

4.1. Definicja nagłówka programu i kody ustawcze

Po utworzeniu nowego programu typu G-code wyświetlone zostanie okno edytora programu z dostępnymi na dole oraz z prawej strony klawiszami funkcyjnymi.

Najlepiej na początku programu zdefiniować półfabrykat aby można było przeprowadzić symulację graficzną. W tym celu w dolnym menu należy wybrać klawisz „Różne” a następnie z prawego menu „Półfabrykat”.



Jako półfabrykat należy wybrać „Rura” oraz wprowadzić wymiary: średnicę zewnętrzną XA oraz wewnętrzną XI półfabrykatu, najlepiej w jednostce absolutnej. Wartość ZA – naddatek na czole, można wprowadzić wartość 2.5. Wymiar ZI, jako współrzędną lewego czoła, najlepiej wprowadzić absolutnie wartość -77.5. Natomiast wymiar ZB – wymiar do szczęk – tak aby można było wykonać obróbkę pierścienia Ø65, najlepiej wprowadzić -65. Po wprowadzeniu danych zatwierdzamy okno klawiszem „Przejmij”

Na początku programu należy wprowadzić ustawcze kody G. Dla tokarki to:

G90 G18 G54 G40

Najczęściej w przypadku toczenia wykorzystujemy funkcję toczenia ze stałą prędkością skrawania. Aby wrzeciono zbyt mocno się nie rozpędzało musimy wprowadzić ograniczenie maksymalnej prędkości obrotowej wrzeciona:

G26 S3000

gdzie: S3000 – maksymalna prędkość obrotowa wrzeciona $n=3000$ obr/min

4.2.Zmiana narzędzia

Następnie należy wywołać zdefiniowane narzędzie. Należy pamiętać, że w przypadku tokarki, narzędzia zamontowane są na obrotowej głowicy i zmiana narzędzia może być dokonana w dowolnym położeniu suportu. Programista sam musi zadbać o to aby zmiana narzędzia odbyła się w bezpiecznej pozycji tak aby żadne narzędzie zamocowane w głowicy (a mają różną długość), przy jej obrocie, nie uderzyło w przedmiot obrabiany, uchwyt wrzeciona czy konik. Aby zmiana narzędzia odbywała się zawsze w tym samym miejscu, niezależnie od długości aktualnego narzędzia możemy wprowadzić następujący blok:

G0 X200 Z200 T0

gdzie: X200 Z200 – przykładowa pozycja wymiany narzędzia,

T0 – wykasowanie danych narzędzia a więc pozycja X Z odnosi się do punktu zerowego oprawki narzędziowej (punkt F)

Następnie należy wprowadzić blok wymiany narzędzia. W przypadku tego oprogramowania narzędzia wywołuje się po nazwie (nie jak w standardowym zapisie po numerze). Aby nie pomylić nazwy narzędzia najlepiej zrobić tak:

- wcisnąć klawisz „Edycja” w dolnym menu – jeśli nie jest wciśnięty,
- wybrać z prawego menu „Wybierz narzędzie”,
- zaznaczyć wymagane narzędzie i wcisnąć „Ok”
- jeśli nie ma wymaganego narzędzia należy wcisnąć klawisz „Lista narzędzie” z prawej strony menu i tam zdefiniować nowe narzędzie (patrz Przewodnik 0S),
- po zdefiniowaniu nowego narzędzia należy wcisnąć klawisz „Do programu”.

Blok wywołania narzędzia może wyglądać tak (narzędzie do obróbki zgrubnej):

T="ROUGHING_T80 A"

Jeśli skrawamy ze stałą prędkością skrawania (zalecane) musimy zdefiniować stałą prędkość skrawania, podać prędkość skrawania włączyć obroty wrzeciona:

G96 S150 M4

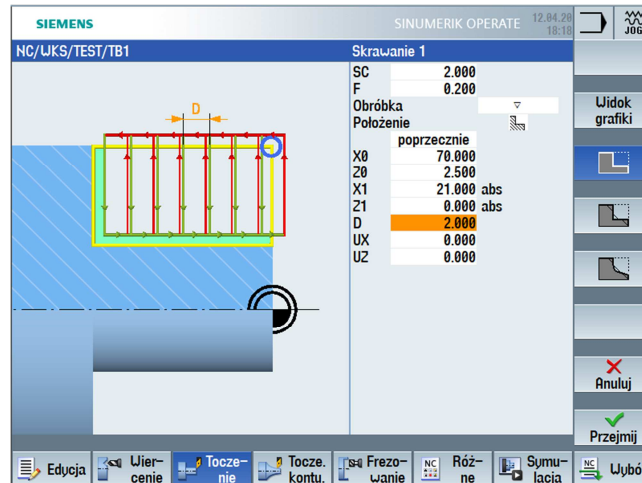
gdzie: G96 – włączenie stałej prędkości skrawania,

S150 – prędkość skrawania $v_c = 150$ m/min,

M4 – włączenie obrotów wrzeciona w lewo (najczęściej w tokarkach sterowanych numerycznie).

4.3. Planowanie czopa

Program ma być wykonany z wykorzystaniem cykli obróbkowych. Pierwszą operacją zwykle jest planowanie. Aby zdefiniować taką operację należy w dolnym menu wybrać „Toczenie” a następnie z prawego menu należy wybrać „Skrawanie”. Po wybraniu tej funkcji wyświetlone zostanie okno:



Jest to cykl do toczenia czopów o różnych kształtach gdzie z prawej strony możemy wybrać jedną z trzech opcji skrawania. Do planowania powierzchni najlepiej wybrać opcję pierwszą.

W tym oknie należy wprowadzić:

- SC – odległość bezpieczeństwa – najczęściej $1 \div 2$ mm
- F – posuw toczenia w jednostce mm/obr - dobrany dla danego narzędzia,
- Obróbka – rodzaj obróbki – w tym przypadku obróbka zgrubna ∇ ,
- Położenie – położenie czopa – tak jak na rysunku,
- Kierunek – kierunek skrawania – dla planowania najlepiej poprzecznie,
- X0, Z0 – współrzędne maksymalne półfabrykatu (niebieskie kółko) – w naszym przypadku $X0=70$, $Z0=2.5$,
- X1 – współrzędna X końca skrawania – półfabrykatem jest rura o średnicy wewnętrznej $\varnothing 22$ dlatego można dać $X1=21$ ABS,
- Z1 – współrzędna Z końcowa – planowanie to $Z1=0$
- D – grubość warstwy skrawania – dobrane dla danego narzędzia a_p ,
- UX, UZ – naddatki na obróbkę wykańczającą – możemy od razu zrobić na gotowo a więc $UX=0$, $UZ=0$

Po wprowadzaniu danych zatwierdzamy klawiszem „Przejmij”. Do programu wprowadzona zostanie blok:

CYCLE951(70,2.5,21,0,21,0,1,2,0,0,12,0,0,0,2,0,2,1110000)

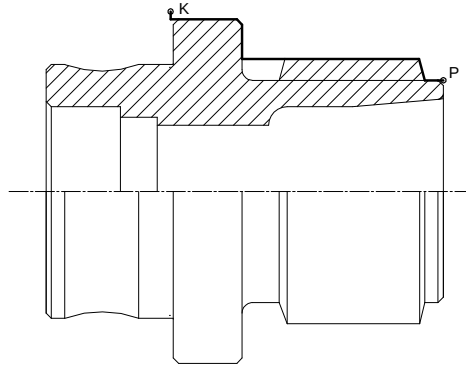
W razie konieczności aby poprawiać ten blok należy ustawić kursor na tym bloku a następnie wcisnąć klawisz $\rightarrow$.

Przed wykonaniem symulacji na końcu programu musimy wpisać blok z funkcją M2.

4.4. Toczenie powierzchni zewnętrznej

4.4.1. Definicja konturu

Ponieważ jest to powierzchnia dosyć skomplikowana zastosujemy funkcję skrawania konturu. Na początku należy zdefiniować kontur, na początek powierzchni zewnętrznej pierwszej strony. Kontur ten wygląda np. tak (gruba linia bez podcięć: P – początek, K – koniec konturu):



Zapis konturu wygląda jak program i tak też może być potraktowany przez układ sterowania a w tym przypadku nie może. Dlatego też kontury muszą być zapisane na końcu programu po funkcji M2 lub M30.

Kontury mogą być tworzone kodami G (funkcje G0, G1, G2) lub też za pomocą edytora konturu. Ponieważ ten kontur jest dość skomplikowany wykorzystamy edytor konturu. Aby utworzyć taki kontur należy:

- przesunąć kursor w edytorze programu na linię po bloku z funkcją M2, albo wpisać taki blok,
- wybrać z dolnego menu „Toczenie konturu”,
- wybrać z bocznego menu po prawej stronie klawisz „Kontur” a następnie „Nowy kontur”,
- należy wprowadzić jego unikalną nazwę np. „kontur1” (bez spacji i polskich znaków),
- wprowadzić początek konturu. Na początku konturu jest faza dlatego też można wprowadzić początek konturu jako $X=\varnothing 42$ i $Z=0$ oraz wybrać „Przejsie na początku kontury” jako „Faza”, wartość fazy 1mm oraz „Kierunek przed konturem” strzałkę w górę,
- po zatwierdzeniu klawiszem INPUT lub ENTER zatwierdzamy, jak każdy blok konturu żółtym klawiszem „Przejmij” a następnie wprowadzamy kolejne elementy konturu,
- linia pozioma - wybieramy z prawej strony odpowiedni klawisz i wprowadzamy wartość $Z=-3.5$,
- dowolna linia – w tym przypadku znamy $X=50$ oraz kąt $\alpha 1=105^\circ$, pozostałe pola pozostawiamy puste,
- pozioma linia – pomijamy rowek a więc $Z=-38$,
- pionowa linia – na końcu tej linii mamy fazę a więc możemy wprowadzić $X=65$ oraz jako „Przejsie do następnego elementu” wybieramy „Faza” oraz wartość fazy $FS=1$,
- pozioma linia – przejeżdżamy trochę lewą krawędź pierścienia a więc np. $Z=-50$,
- pionowa linia – kontur musimy zakończyć na średnicy półfabrykatu a więc w tym przypadku $X=70$,
- po wprowadzeniu całego konturu wciskamy szary klawisz „Przejmij”.

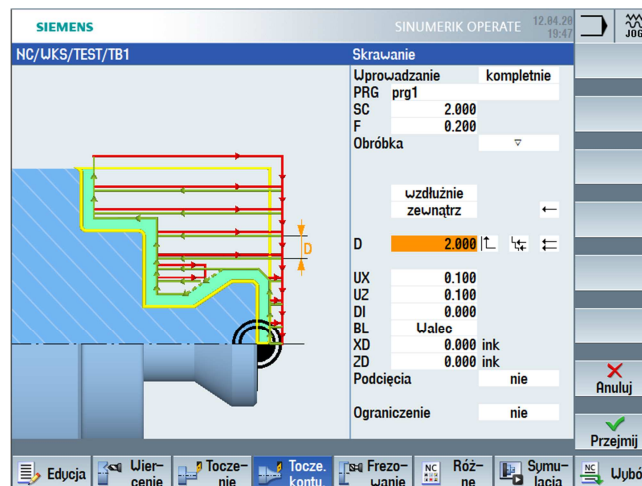
Cały kontur zapisany jest w blokach z funkcjami G ale nie jest edytowalny w sposób jawny. Aby edytować taki blok należy ustawić kursor w dowolnej linii i wcisnąć klawisz →.

Po wprowadzeniu konturu musimy go wywołać. Na początku musimy przesunąć kursor do pustego bloku po bloku, w którym zakończyliśmy pisać właściwy program (przed blok z funkcją M2). Następnie wybieramy w dolnym menu klawisz „Toczenie konturu” dalej z prawego menu „Kontur” oraz „Wywołanie konturu”. W tym przypadku będziemy wywoływali kontur po nazwie a więc w pierwszej linii wybieramy „Nazwa konturu” oraz wprowadzamy jego nazwę np. „kontur1” i zatwierdzamy klawiszem ENTER oraz „Przejmij”. Zostanie do programu dopisany blok:

CYCLE62("KONTUR1",1,,)

4.4.2. Obróbka zgrubna

Następnie musimy zdefiniować obróbkę zgrubną tego konturu. W tym celu wybieramy z dolnego menu klawisz „Toczenie konturu” następnie z prawego menu „Skrawanie” (jeśli jest tam klawisz „Nowy kontur” to należy wcisnąć klawisz z prawej strony „Powrót” a następnie „Skrawanie”). Okno definicji skrawania kontury wygląda następująco:



W tym oknie wprowadzamy:

- Wprowadzanie – wybieramy „kompletne”
- PRG – nazwa tymczasowego pliku programu – dowolny tekst np. prg1
- SC – odstęp bezpieczeństwa – najlepiej 2 mm,
- F – posuw toczenia [mm/obr] – dobrane dla danego narzędzia,
- Obróbka – rodzaj obróbki – w tym przypadku zgrubna ▽,
- Sposób skrawania – wzdłużnie,
- Rodzaj kontury – zewnętrzny,
- ← – kierunek ruchu narzędzia,
- D – grubość warstwy skrawanej
- Ikony ze strzałkami – różne sposoby podziału warstwy skrawanej (najlepiej pozostawiamy domyślne),
- UX, UZ – naddatki na obróbkę wykańczającą – wprowadzamy np. 0.1 mm,
- DI – odległość łamania wióra – 0 – bez łamania wióra (zalecane), ewentualnie wartość ok 10mm

- | | |
|--------------|--|
| BL | – rodzaj półfabrykatu – walec, |
| XD, ZD | – nadwymiaru półfabrykatu – możemy zostawić 0 inne wartości zależnie od spodziewanej dokładności półfabrykatu, |
| Podcięcia | – nie ma podcięć – nie |
| Ograniczenie | – wybór skrawania tylko części kontury – wybieramy nie. |

Po zatwierdzeniu klawiszem „Przejmij” dopisany do programu będzie blok np.:

CYCLE952("prg1", "", 2101311, 0.2, 0, 0, 2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0, 1, 0, 0, , , , , 2, 2, , 0, 2, , 0, 12, 1100110, 1, 0)

Teraz można wykonać symulację graficzną.

4.4.3. Obróbka wykańczająca

Po sprawdzeniu programu można zdefiniować obróbkę wykańczającą tego konturu. Konturu nie musimy wywoływać ponieważ jest taki sam jak w poprzedniej operacji.

Na początku musimy zmienić narzędzie. W tym celu musimy odjechać do bezpiecznego punktu wymiany narzędzia, dokonać zmiany oraz ustawić parametry obróbki. Bloki te mogą wyglądać następująco (podobnie jak wybór pierwszego narzędzia):

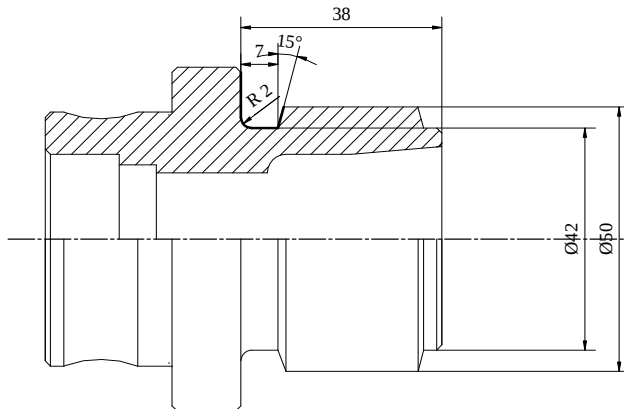
G0 X200 Z200 T0
T="FINISHING_T35 A"
G96 S150 M4

Następnie wybieramy z dolnego menu „Toczenie konturu” oraz „Skrawanie”. Okno edycji jest takie samo jak poprzednio ale w tym przypadku istotne są parametry:

- | | |
|----------|---|
| F | – posuw toczenia obróbki wykańczającej [mm/obr] – dobrane dla danego narzędzia, |
| Obróbka | – rodzaj obróbki – w tym przypadku obróbka wykańczająca $\nabla\nabla\nabla$, |
| Naddatki | – czy pozostawić jeszcze naddatki – wybieramy nie, |

4.5. Toczenie rowka

Następną operacją może być toczenie rowka.



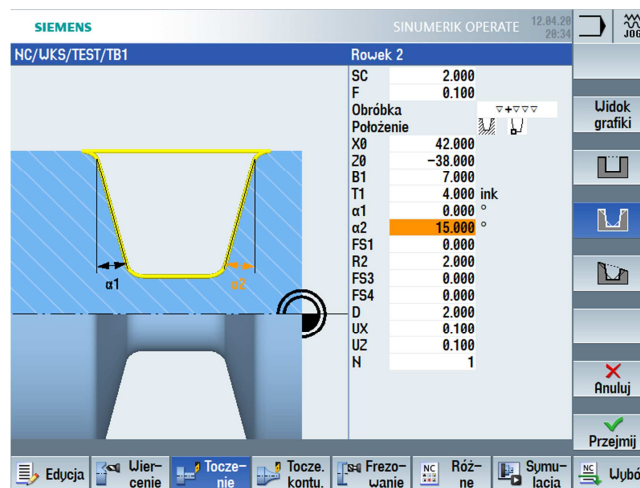
Na początku musimy wybrać narzędzie do toczenia poprzecznego. Należy zwrócić uwagę, że to narzędzie musi mieć szerokość mniejszą niż płaska część dna rowka a więc mniej niż 4mm.

G0 X200 Z200 T0

T="PLUNGE_CUTTER_3 A"

G96 S120 M4

Po wywołaniu narzędzia można zdefiniować cykl obróbki rowka. W tym celu wybieramy z dolnego menu „Toczenie” a następnie z bocznego menu „Rowek”. Okno edycji obróbki rowka wygląda następująco.



Są dostępne 3 rodzaje kształtów rowków (wybór po prawej stronie). W naszym przypadku należy wybrać drugą opcję.

W oknie edycji obróbki rowka wprowadzamy:

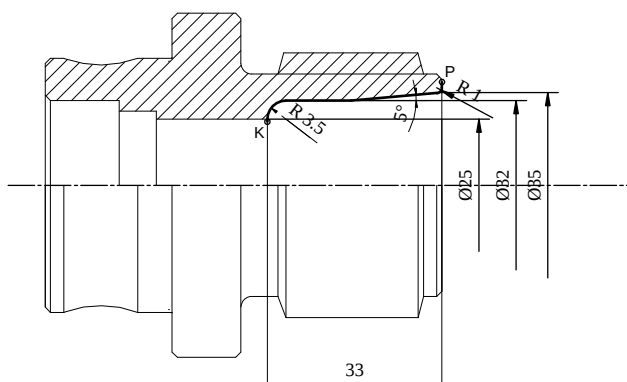
- SC – odstęp bezpieczeństwa – najlepiej 2 mm,
- F – posuw toczenia [mm/obr] – dobrane dla danego narzędzia,
- Obróbka – rodzaj obróbki – w tym przypadku możemy wybrać obróbka zgrubna i wykańczająca $\nabla + \nabla \nabla \nabla$,
- Położenie rowka – wybieramy tak ja na rysunku,

Punkt charakterystyczny – wybór narożnika o znanych współrzędnych. W tym przypadku znamy współrzędne narożników na dole rowka z lewej i prawej strony. Załóżmy że wybieramy lewy narożnik,

- X0, Z0 – współrzędne tego narożnika – w tym przypadku X0=42, Z0=-38,
 Ikony ze strzałkami – różne sposoby podziału warstwy skrawanej (najlepiej pozostawiamy domyślne),
 B1, B2 – wymiar długościowy rowka na dole B1, na górze B2 – wybieramy B1=7 mm,
 T1 – głębokość rowka – najlepiej T1 = 8 ABS,
 α_1, α_2 – kąty pochylenia boków rowka – w tym przypadku $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 15^\circ$,
 FS1÷FS4, R1÷R4 – fazy lub zaokrąglenia narożników rowka – w tym przypadku R2=2 pozostałe wartości 0 (bez znaczenia czy FS czy R),
 D – głębokość pojedynczego zagłębienia – np. 2 mm,
 UX, UZ – nadatki na obróbkę wykańczająca – np. 0.1 mm,
 N – liczba rowków – w tym przypadku 1.

4.6.Toczenie kontury wewnętrznej

Toczenie kontury wewnętrznej wygląda podobnie jak przy skrawaniu zewnętrznym. W tym przypadku musimy zdefiniować kontur tak jak na rysunku:



4.6.1. Definicja konturu

Do definicji tego kontury również wykorzystamy edytor konturu. Aby utworzyć taki kontur należy:

- przesunąć kursor w edytorze programu na wolną linię po bloku z funkcją M2,
- wybrać z dolnego menu „Toczenie konturu”,
- wybrać z bocznego menu po prawej stronie klawisz „Kontur” a następnie „Nowy kontur”,
- należy wprowadzić jego unikalną nazwę np. „kontur2”,
- wprowadzić początek konturu. Na początku konturu jest zaokrąglenie dlatego też można wprowadzić początek konturu jako X=Ø35 i Z=0 oraz wybrać „Przejdźcie na początku konturu” jako „Promień”, wartość promienia 1 mm oraz „Kierunek przed konturem” strzałkę w dół ↓ aby właściwie było zrobione zaokrąglenie,
- następnie wprowadzamy kolejne bloki konturu,

- linia dowolna - wybieramy z prawej strony odpowiedni klawisz i wprowadzamy wartości znane: $X=32$ ABS oraz $\alpha_1=185^\circ$,
- pozioma linia – linia zakończona zaokrągleniem a więc wprowadzamy $Z=-33$ oraz „Przejdźcie do następnego elementu” jako „Promień” o wartości $R=3.5$,
- pionowa linia – koniec konturu musimy skończyć na średnicy wewnętrznej półfabrykatu a więc $X=22$ ABS.
- po wprowadzeniu całego konturu wciskamy szary klawisz „Przejmij”.

Po wprowadzeniu konturu musimy go wywołać. Na początku musimy przesunąć kursor do pustego bloku po bloku, w którym zakończyliśmy pisać właściwy program (przed blok z funkcją M2). Następnie wybieramy w dolnym menu klawisz „Toczenie konturu” dalej z prawego menu „Kontur” oraz „Wywołanie konturu”. W tym przypadku będziemy wywoływali kontur po nazwie a więc w pierwszej linii wybieramy „Nazwa konturu” oraz wprowadzamy jego nazwę np. „kontur2” i zatwierdzamy klawiszem ENTER oraz „Przejmij”. Zostanie do programu dopisany blok:

CYCLE62("KONTUR2",1,,)

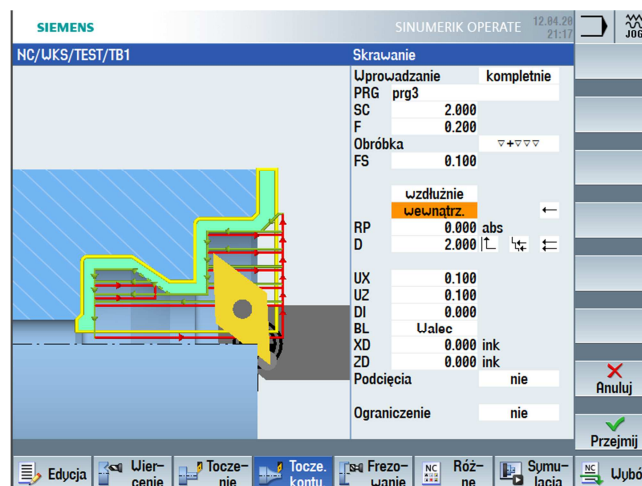
4.6.2. Obróbka zgrubna i wykańczająca

Na początku musimy wywołać narzędzie do obróbki wewnętrznej podobnie jak poprzednio np. tak:

G0 X200 Z200 T0
T="ROUGHING_T80 I"
G96 S150 M4

Tym narzędziem wykonamy obróbkę zarówno zgrubną jak i wykańczającą.

Następnie musimy zdefiniować obróbkę zgrubną tego konturu. W tym celu wybieramy z dolnego menu klawisz „Toczenie konturu”, następnie z prawego menu „Skrawanie” (jeśli jest tam klawisz „Nowy kontur” to należy wcisnąć klawisz z prawej strony na dole „Powrót” a następnie „Skrawanie”). Okno definicji skrawania konturu wewnętrznego wygląda następująco:



W tym oknie wprowadzamy:
 Wprowadzanie – wybieramy „kompletne”

PRG	– nazwa tymczasowego pliku programu – dowolny tekst np. prg3
SC	– odstęp bezpieczeństwa – najlepiej 1 mm,
F	– posuw toczenia [mm/obr] – dobrane dla danego narzędzia,
Obróbka	– rodzaj obróbki – w tym przypadku możemy wybrać obróbka zgrubna i wykańczająca $\nabla + \nabla \nabla \nabla$,
FS	– posuw obróbki wykańczającej,
Sposób skrawania	– wzdłużnie,
Rodzaj kontury	– wewnętrzny,
RP	– płaszczyzna retrakowa do wycofania narzędzia z otwory – w tym przypadku np. 20 ABS. Nie może być za mała aby narzędzie nie zahaczyło o materiał. Narzędzie musi umożliwiać obróbkę w otworze o średnicy 20 mm
←	– kierunek ruchu narzędzia,
D	– grubość warstwy skrawanej
Ikony ze strzałkami	– różne sposoby podziału warstwy skrawanej (najlepiej pozostawiamy domyślne),
UX, UZ	– naddatki na obróbkę wykańczającą – wprowadzamy np. 0.1 mm,
DI	– odległość łamania wióra – 0 – bez łamania wióra (zalecane), ewentualnie wartość ok 10mm
BL	– rodzaj półfabrykatu – walec,
XD, ZD	– nadwymiar półfabrykatu – możemy zostawić 0 inne wartości zależnie od spodziewanej dokładności półfabrykatu,
Podcięcia	– nie ma podcięć – nie
Ograniczenie	– wybór skrawania tylko części kontury – wybieramy nie.

Teraz można wykonać symulację graficzną.

Ponieważ w tym przypadku obróbka odbywa się wewnątrz w czasie symulacji należy wybrać „Dalsze widoki” z bocznego menu a następnie „Przekrój”.

4.7. Obróbka drugiej strony

Obróbkę drugiej strony należy wykonać podobnie jak pokazano wyżej jako osobny program. Układ współrzędnych również należy przyjąć na czole ale oś Z na rysunku zwrócona będzie w lewo (odbicie lustrzane). Należy wyobrazić sobie odbicie lustrzane rysunku.

Ponieważ w tej obrabiarce „DEMO-Lathe” nie ma funkcji obróbki resztkowej a jest zagłębienie R20 do wykonania, należy w obróbce zgrubnej konturu wybrać „Podcięcia” Tak.

5. Zaliczenie zadania

W celu zaliczenia zadania należy dostarczyć do prowadzącego:

- rysunek przedmiotu z wrysowanymi układami współrzędnych oraz wypełnioną tabelę narzędzi i parametrów obróbki (pod rysunkiem)
- Skopiowane programy, w programie ShopTurn w edytorze wciskamy Ctrl+X oraz Ctrl+C a następnie wklejamy do programu Word lub notatnika.
- Print Screen ekranów symulacji graficznej w przekroju po kompletnych obróbkach obu programów.