

Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej

Programowanie obrabiarek CNC

Przewodnik

Nr 0S

**Podstawy obsługi programu
SinuTrain for Sinumerik Operate**

Opracował:

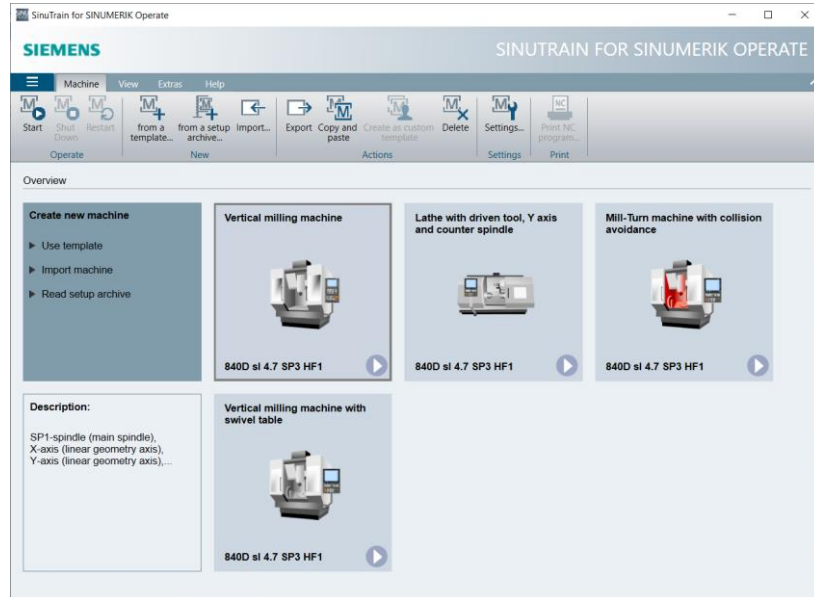
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 2020-03-23

1. Instalacja i konfiguracja programu

Program SinuTrain for Sinumerik Operate jest programem identycznym z programami współczesnymi układów sterowań serii Sinumerik. Najnowszą wersją programu jest wersja 4.8 ed.2 i jest dostępna na stronach firmy Siemens w wersji demo, która ma pewne ograniczenia użytkowe ale może być stosowana do nauki programowania (link na końcu instrukcji). Program jest standardowo w wersji angielskiej ale można dodatkowo pobrać dodatek z wersją polską.

Po zainstalowaniu i uruchomieniu tego programu widoczne jest okno (rys. 1).

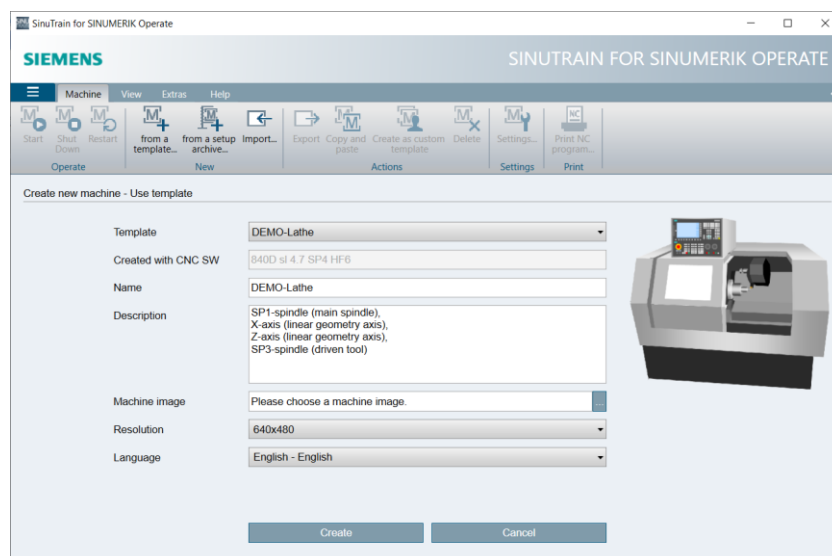


Okno startowe programu SinuTrain

W tym oknie można wybrać do operowania zdefiniowaną wcześniej maszynę, zdefiniować nową oraz zainstalować inną wersję językową.

W opcji Extras można wczytać plik z inną wersją językową.

Aby zdefiniować nową maszynę należy wybrać opcję „Use template”



Okno tworzenia nowej obrabiarki

W opcji „Template” można wybrać rodzaj obrabiarki. Dla zajęć, bez licencji, najlepiej wybrać wersje DEMO „DEMO-lathe” – tokarka 2-osiowa z narzędziami napędzanymi, „DEMO-Milling machine” – frezarka 3-osiowa. W obu wersjach możliwe jest kopiowanie programów na zewnątrz programu (w pozostałych wersjach jest to niemożliwe w wersji bez licencji).

W opcji „Name” można wprowadzić własną nazwę maszyny.

W oknie „Description” przedstawiona jest konfiguracja wybranej maszyny.

W opcji „Machine image” można wprowadzić obraz definiowanej maszyny.

W opcji „Resolution” definiuje się rozdzielczość ekranu, należy wybrać odpowiednio zależnie od rozdzielczości monitora komputera, można później zmienić w opcji „Settings”.

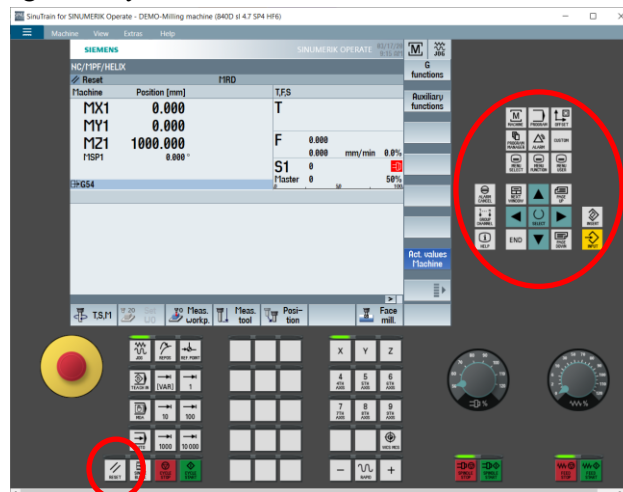
Natomiast w opcji „Language” można wybrać język dialogu sterowania, wersje wczytane do programu.

Ustawienia danej maszyny można zmienić w opcji „Settings”

2. Podstawowe operacje

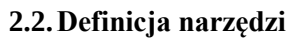
2.1. Podstawowe klawisze programu

Po uruchomieniu programu wyświetlone zostanie okno:

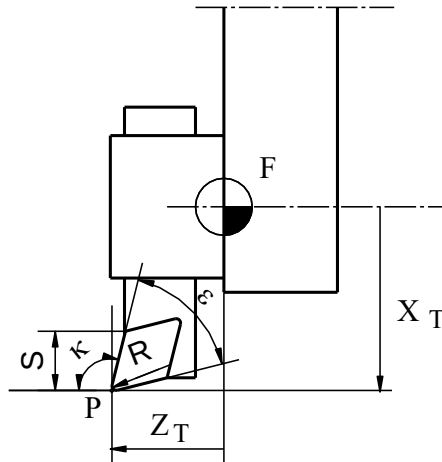


W czasie edycji programów używane są następujące klawisze z klawiatury (wybierane myszką):

	Input – zatwierdzanie wartości (Enter)
	Kursory – można korzystać z kursorów klawiatury komputera
	Wybór opcji w polach wybierania z listy
	Wyświetla pomoc dotyczącą danej funkcji
	Offset – edycja tabel układu sterowania – punkty zerowe, tabela narzędzi, tabela zużycie narzędzi itp.
	Menadżer programów – tworzenie owego programu, wybór programu do edycji itp.
	Wywołanie edycji ostatnio edytowanego programu
	Reset – kasowanie błędów, czerwonych komunikatów wyświetlanych w górnej ramce okna.



W większości tokarek sterowanych numerycznie narzędzia znajdują się za przedmiotem obrabianym a więc układ narzędzia jest taki jak przedstawiony na rysunku poniżej.



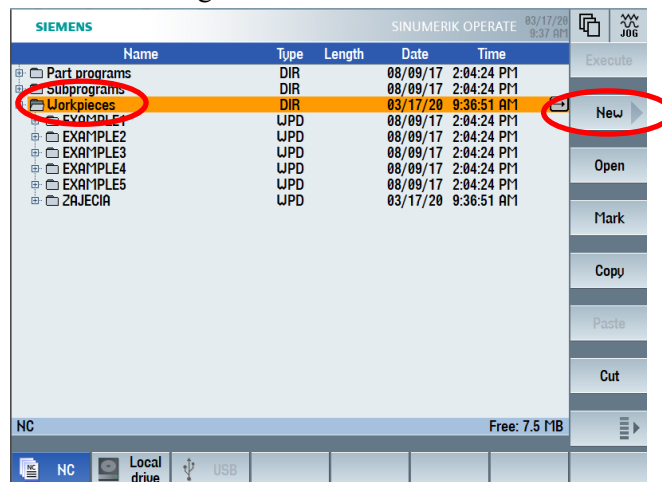
Podstawowe dane narzędzi tokarskich definiowane w magazynie narzędziowym to (zdzierak, wykańczak):

Typ	– typ narzędzia oraz położenie płytki skrawającej - wybierane z listy,
Nazwa narzędzia	– unikalna nazwa,
Wymiar X	– wymiar X_T narzędzia – odległość od punktu charakterystycznego narzędzia P do punktu odniesienia oprawki narzędziowej F w osi X (można wprowadzić np. 60 mm),
Wymiar Z	– wymiar Z_T narzędzia - odległość od punktu charakterystycznego narzędzia P do punktu odniesienia oprawki narzędziowej F w osi Z (można wprowadzić 40 mm),
Promień	– promień zaokrąglenia wierzchołka narzędzia R – z katalogu płytek,
←	- główny kierunek skrawania tym narzędziem – wybierany „Select”,
Kąt przystawienia κ	– kąt między główną krawędzią skrawającą a głównym kierunkiem skrawania,
Kąt wierzchołkowy płytki ε :	- dla płytki typu C – 80° , dla typu D – 55° , dla typu V - 35° ,
Długość ostrza	– długość krawędzi skrawającej S – z katalogu płytek,
Kierunek obrotu wrzeciona	– dla takiego układu jak na rysunku powyżej zazwyczaj lewe obroty,
Włączenie chłodziwa	– czy ma być włączone chłodziwo - tylko dla ShopTurn

Edycję tabeli narzędziowej można wywołać bezpośrednio z poziomu edycji programy przy wybieraniu narzędzia z tabeli.

2.3. Utworzenie nowego programu

Aby rozpocząć pisanie nowego programu należy wcisnąć klawisz „Program Manager”. Na ekranie zostanie wyświetlona lista 3 katalogów.

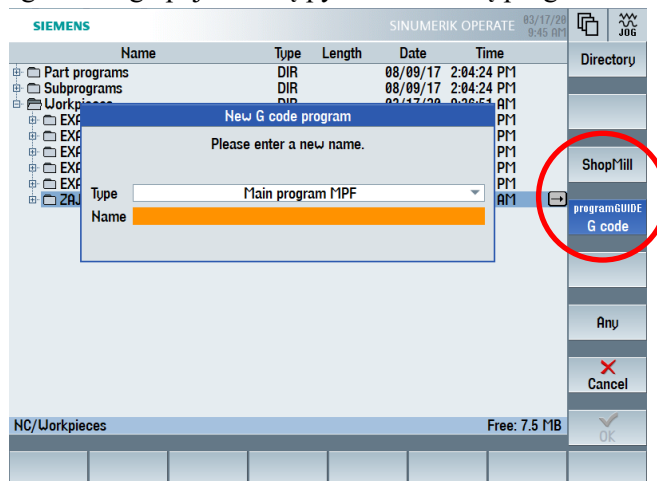


Okno Program menadżera

- Programy obróbki – programy obróbki pojedynczych przedmiotów,
- Podprogramy – podprogramy,
- Obrabiane przedmioty – zawiera katalogi, w których zapisane może być więcej programów obróbki różnych przedmiotów.

Najlepiej jeśli programy będą zapisywane w własnym podkatalogu katalogu „Obrabiane przedmioty”. Aby utworzyć taki katalog należy ustawić kursor na linii nazwy katalogu „Obrabiane przedmioty” a następnie wcisnąć klawisz „New” z bocznej listwy funkcji. (rysunek powyżej). Nazwy katalogów i programów nie mogą zawierać spacji oraz polskich liter.

Po utworzeniu nowego katalogu pojawia się pytanie o nazwę programu.



Tworzenie nowego programu

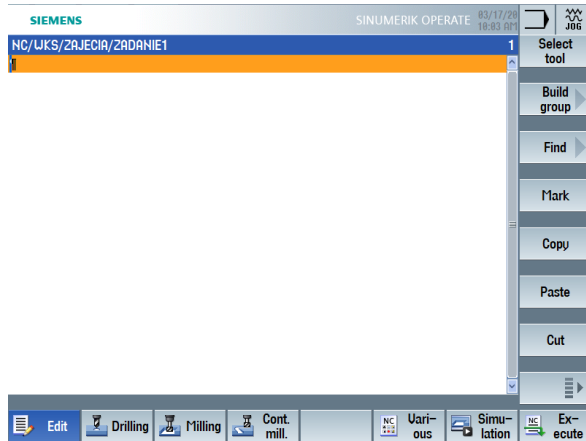
Zasadniczo będziemy pracować na programach głównych (MPF) dlatego tej opcji nie zmieniamy. Z bocznej menu należy wybrać rodzaj programu: ShopMill/ShopTurn lub G-code.

Aby utworzyć nowy program a jest już utworzony własny katalog, wówczas ustawiamy kursor na danym katalogu i z bocznej menu wciskamy klawisz „New” i również wybieramy rodzaj programu (rysunek powyżej).

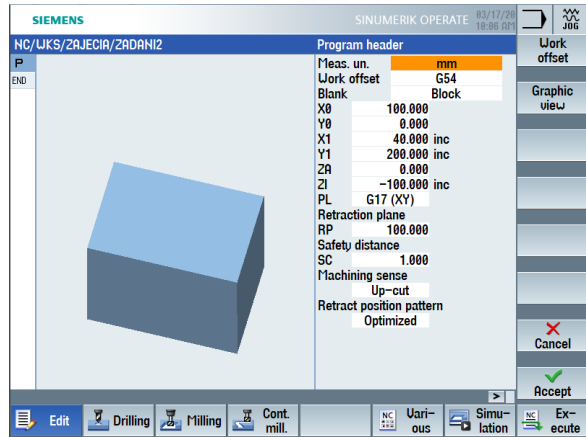
2.4. Ustawienie środowiska - frezarka

2.4.1. Ekran edycji

Po utworzeniu nowego programu pojawi się okno, zależnie od rodzaju programu.



Okno programu G-code



Pierwsze okno programu ShopMill

W dolnej listwie menu można wybrać opcje (G-code):

Edit – główne okno edycji z podstawową listwą funkcji menu,

Drilling – cykle wiercenia

Milling – cykle frezowania (kieszenie, czopy, prostokątne, okrągłe itp.)

Contur milling – cykle frezowania dowolnych zarysów,

Various – inne funkcje, definicja półfabrykatu, podprogramy itp.,

Simulation – symulacja graficzna programu,

Execute – wybór danego programu do obróbki (tylko jako demonstracja).

W bocznym menu dostępne są funkcje:

Select tool – wybór narzędzia z tabeli

Mark, Copy, Paste, Cut – edycja programu

 - wywołanie dodatkowych funkcji edycji programu (auto numerowanie itp.)

Dodatkowo można korzystać ze skrótów klawiszowych:

Ctrl+A – zaznaczanie całego tekstu,

Ctrl+C – kopiowanie zaznaczonego tekstu (można taki tekst następnie skopiować do notatnika lub programu Word (do tworzenia sprawozdania).

Uwaga edycja programu jest tylko możliwa gdy kursor ma kolor pomarańczowy, jeśli nie to należy kliknąć myszką w obrębie okna edycji programu.

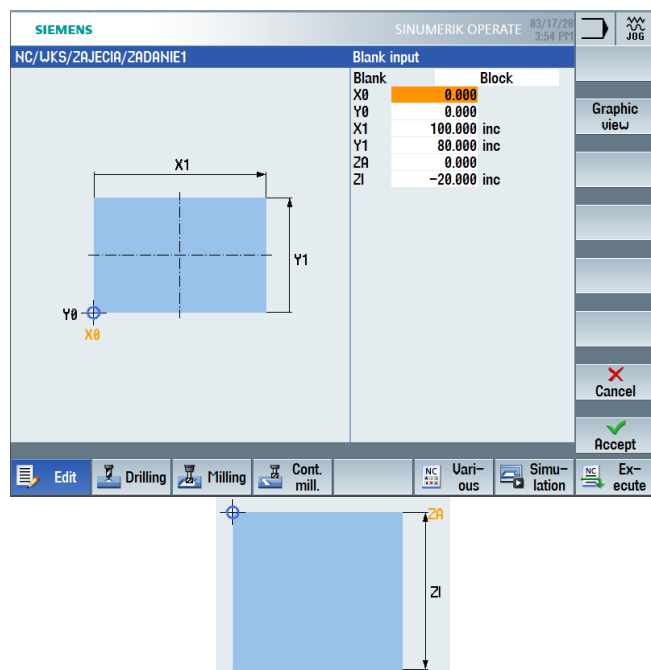
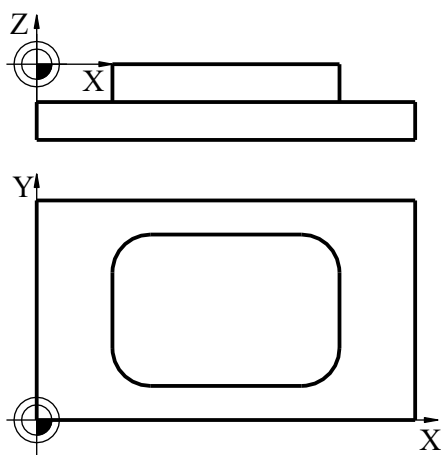
Funkcje edycji programu ShopMill zostaną opisane w innej instrukcji.

2.4.2. Definicja półfabrykatu (G-code)

Po utworzeniu nowego programu w celu przeprowadzenia symulacji graficznej należy w programie umieścić blok definiujący półfabrykat. W tym celu w głównym ekranie edycji programu należy wcisnąć klawisz „Various”-Inne (w dolnym menu) a następnie z bocznego menu „Block” – półfabrykat. Jako półfabrykat można wybrać:

- Cylinder – wałek okrągły
- Pipe – rura,
- Block center – prostopadłościan, w którym początek układu współrzędnych jest w środku,
- Blok – prostopadłościan,
- N corner – wałek o przekroju wielokąta.

Najczęściej stosowany jest blok lub block center. W przypadku definicji półfabrykatu jako blok dla przyjętego układu współrzędnych jak na rysunku należy podać:



X0, Y0 – współrzędne X i Y lewego dolnego narożnika względem przyjętego układu współrzędnych – w tym przypadku będzie X=0, Y=0,

X1, Y1 – wymiary długościowe krawędzi, tak jak na rysunku. Te wartości można wprowadzać jako absolutne (abs) lub inkrementalne (inc), jednostkę zmienia się klawiszem „Select” gdy kursor jest w polu danego wymiaru.

ZA – współrzędna Z górnej płaszczyzny półfabrykatu – w tym przypadku 0

ZI – współrzędna Z dolnej płaszczyzny półfabrykatu (również może być absolutnie lub inkrementalnie).

Po zatwierdzeniu tych wartości do programu zostanie dopisany blok (linia), np. o takiej treści:

```
WORKPIECE(,"","BOX",0,0,-20,-80,0,0,100,80)
```

Aby przejść do następnej linii należy wcisnąć klawisz „Input”.

Jeśli zajdzie konieczność poprawienia danych półfabrykatu należy ustawić kursor w tej linii a następnie wcisnąć klawisz kursora →.

2.4.3. Wywołanie ustawczych kodów przygotowawczych (G-code)

W poszczególnych grupach kodów G zwykle jedna z funkcja jest aktywna po uruchomieniu programu, ale nie wiemy dokładnie która. Dlatego też te funkcje G, które mają istotny wpływ na działanie programu należy wywołać w pierwszych liniach programu. Najczęściej jest to blok z takimi kodami jak:

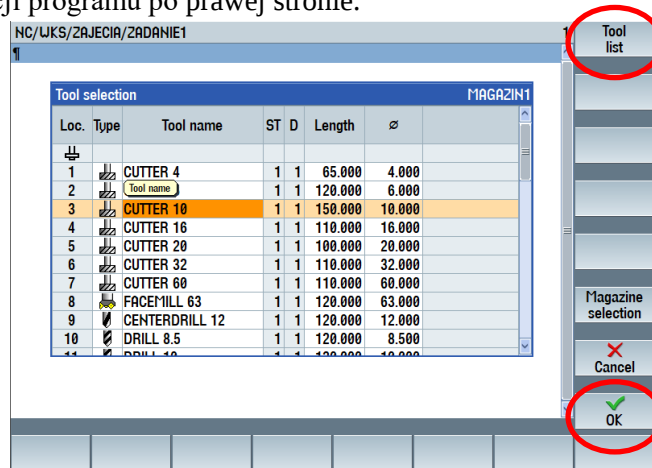
G90 G40 G17 G54 ;dla frezarki

Gdzie: G90 – włączenie wymiarowania absolutnego,
 G40 – wyłączenie kompensacji promienia narzędzia,
 G17 – wybór płaszczyzny interpolacji X-Y,
 G54 – wybór pierwszego punktów zerowych

Poszczególne adresy wprowadza się dużymi literami wstawiając spacje między nimi, dla lepszego czytania.

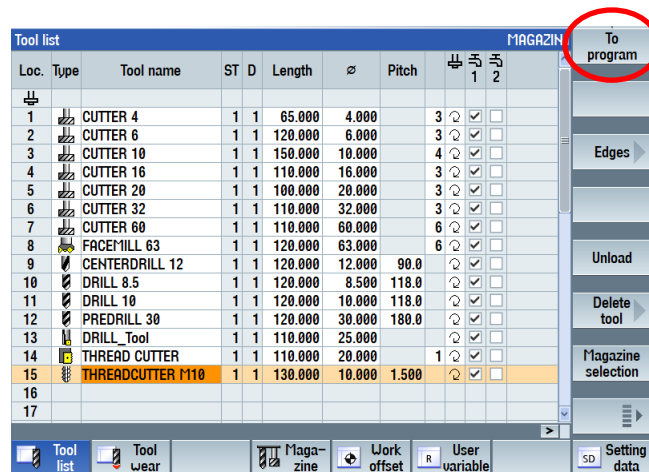
2.4.4. Wywołanie narzędzia w programie

W tej wersji programu SinuTrain narzędzia wywołuje się po nazwie (nie po numerze narzędzia). Najlepiej zatem wprowadzić blok wywołania narzędzia specjalnym klawiszem „Select Tool” – dostępny w czasie edycji programu po prawej stronie.



Okno wyboru narzędzia

W tym oknie można wybrać narzędzie, jeśli takie istnieje, i wcisnąć klawisz OK lub klawisz „Input”. Jeśli nie ma wymaganego narzędzia należy wcisnąć klawisz „Tool list” i przejść do edycji tabeli narzędziowej. Po utworzeniu nowego narzędzia można wrócić do programu, z wprowadzeniem bloku wywołania narzędzia, wciskając klawisz „To program”.



Okno edycji narzędzi z poziomu edycji programu

Wówczas zostanie dopisany blok programu wywołania narzędzia (frezarka):

T="CUTTER 20" S3200 M6

Pozostałe adresy w tym bloku należy wprowadzić:

S – prędkość obrotową narzędzia, na przykład S3200 co oznacza $n = 3200$ obr/min,

M6 – fizyczna zmiana narzędzia.

W kolejnym bloku powinno się wprowadzić adresy:

G0 X0 Y0 Z100 M3

gdzie: G0 – włączenie ruchu szybkiego,

X=0, Y=0 – ustawienie w pozycji początkowej,

Z=100 – ustawienie narzędzia na płaszczyźnie bezpiecznej, powyżej imadeł i zamocowań,

M3 – włączenie obrotów wrzeciona w prawo.

2.4.5. Koniec programu

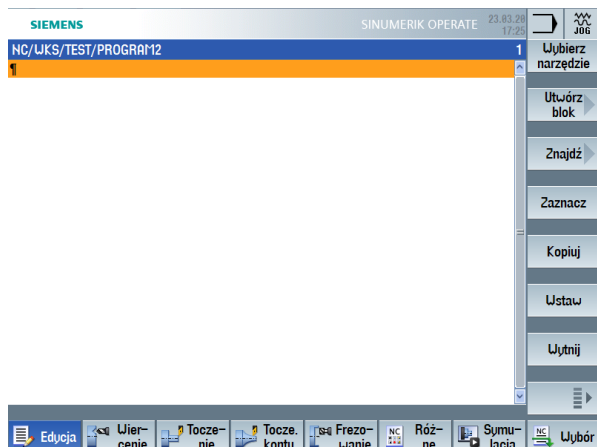
Przed zakończeniem programu należy odjechać narzędziem z ruchem szybkim na bezpieczną wysokość, np. Z=100 oraz wprowadzić funkcję maszynową M2 lub M30 – koniec programu:

G0 Z100 M2

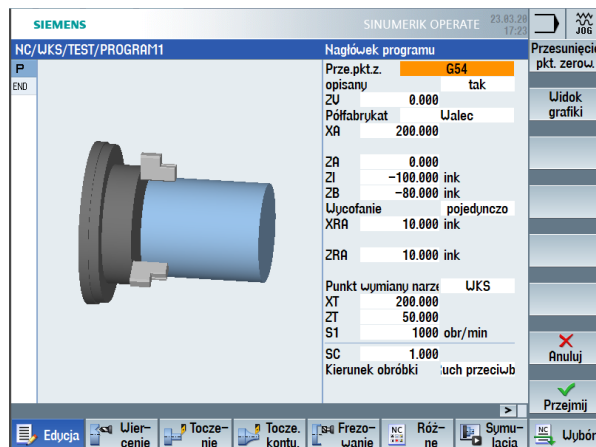
2.5. Ustawienie środowiska - tokarka

2.5.1. Ekran edycji

Po utworzeniu nowego programu pojawi się okno, zależnie od rodzaju programu.



Okno programu G-code



Pierwsze okno programu ShopTurn

W dolnej listwie menu można wybrać opcje (G-code):

Edit – główne okno edycji z podstawową listwą funkcji menu,

Wiercenie – cykle wiercenia

Toczenie – cykle toczenia prostych kształtów (czopów, rowków, podcięć, ucinanie itp. itp.)

Toczenie konturu – cykle frezowania dowolnych zarysów,

Frezowanie – cykle frezowania napędzanymi narzędziami,

Różne – różne funkcje, między innymi definicja półfabrykatu,

Symulacja – symulacja graficzna programu,

Wybór – wybór danego programu do obróbki (tylko jako demonstracja).

W bocznym menu dostępne są funkcje:

Wybierz narzędzie – wybór narzędzia z tabeli,

Kopiu, Wstaw, Wytnij – edycja programu

 - wywołanie dodatkowych funkcji edycji programu (auto numerowanie itp.)

Dodatkowo można korzystać ze skrótów klawiszowych:

Ctrl+A – zaznaczanie całego tekstu,

Ctrl+C – kopiowanie zaznaczonego tekstu (można taki tekst następnie wkleić do notatnika lub programu Word (do tworzenia sprawozdania).

Uwaga edycja programu jest tylko możliwa gdy kursor ma kolor pomarańczowy, jeśli nie to należy kliknąć myszką w obrębie okna edycji programu.

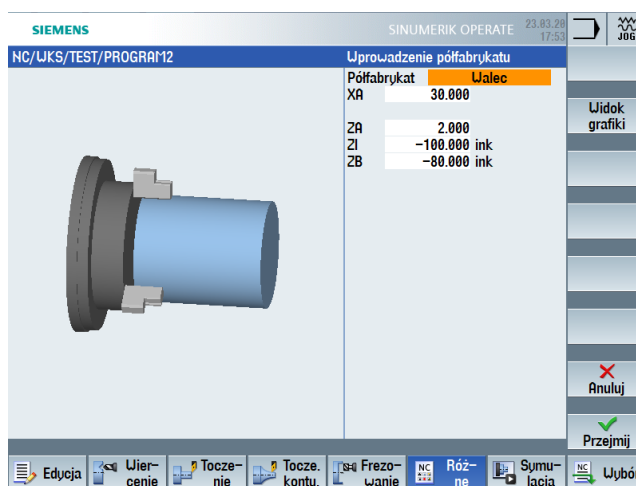
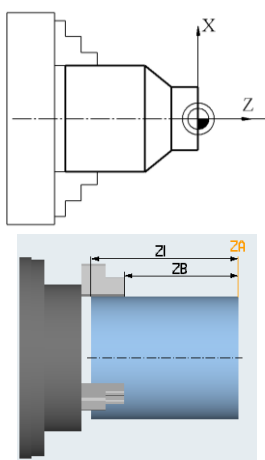
Funkcje edycji programu ShopTurn zostaną opisane w innej instrukcji.

2.5.2. Definicja półfabrykatu (G-code)

Po utworzeniu nowego programu w celu przeprowadzenia symulacji graficznej należy w programie umieścić blok definiujący półfabrykat. W tym celu w głównym ekranie edycji programu należy wcisnąć klawisz „Inne” (w dolnym menu) a następnie z bocznego menu „Półfabrykat”. Jako półfabrykat można wybrać:

- Walec – wałek okrągły,
- Rura – rura,
- Prostopadłościan środkowy – pręt o przekroju prostokątnym,
- Wielobok – pręt o przekroju wieloboku,

Najczęściej stosowany jest walec albo rura. Początek układu współrzędnych najczęściej przyjmuje się na czole w osi gotowego przedmiotu. W przypadku definicji półfabrykatu jako walec, dla przyjętego układu współrzędnych jak na rysunku należy podać:



- XA – średnica zewnętrzna walca półfabrykatu,
- ZA – współrzędna powierzchni czołowej półfabrykatu: 0 – bez naddatku, np. 2 mm – naddatek na czole na splanowanie,
- ZI – współrzędna powierzchni czołowej z lewej strony. Wymiar może być wprowadzany inkrementalnie – względem powierzchni czołowej półfabrykatu, lub absolutnie – współrzędna tej płaszczyzny w osi Z,
- ZB – współrzędna czoła szczęk.

SinuTrain nie sprawdza i nie informuje czy dochodzi do kolizji. Jedynie w symulacji graficznej, obserwując ścieżki narzędzi możemy stwierdzić czy doszło do kolizji. Dlatego też bardzo ważne jest dokładne opisanie półfabrykatu oraz wymiaru ZB aby być pewnym poprawności programu.

Blok ze zdefiniowanym półfabrykatem może wyglądać następująco:

```
WORKPIECE(,,"CYLINDER",0,2,-100,-80,30)
```

Aby przejść do następnej linii należy wcisnąć klawisz „Input” lub „Enter”.

Jeśli zajdzie konieczność poprawienia danych półfabrykatu należy ustawić kursor w tej linii a następnie wcisnąć klawisz kursora →.

2.5.3. Wywołanie ustawczych kodów przygotowawczych (G-code)

W poszczególnych grupach kodów G zwykle jedna z funkcja jest aktywna po uruchomieniu programu, ale nie wiemy dokładnie która. Dlatego też te funkcje G, które mają istotny wpływ na działanie programu należy wywołać w pierwszych liniach programu. Najczęściej jest to blok z takimi kodami jak:

G90 G40 G18 G54 ;dla tokarki

Gdzie: G90 – włączenie wymiarowania absolutnego,
 G40 – wyłączenie kompensacji promienia narzędzia,
 G18 – wybór płaszczyzny interpolacji Z-X,
 G54 – wybór pierwszego punktów zerowych

Poszczególne adresy wprowadza się dużymi literami wstawiając spacje między nimi, dla lepszego czytania.

W przypadku tokarek bardzo często korzystamy z funkcji stałej prędkości skrawania - zmieniając średnicę skrawania układ sterowania sam oblicza prędkość obrotową na podstawie aktualnej średnicy oraz wprowadzonej prędkości skrawania. Aby wrzeciono nie osiągało zbyt dużej prędkości obrotowej np. podczas planowania czoła, musimy wprowadzić ograniczenie maksymalnej prędkości obrotowej wrzeciona. Blok ograniczenia prędkości obrotowej wrzeciona wygląda następująco

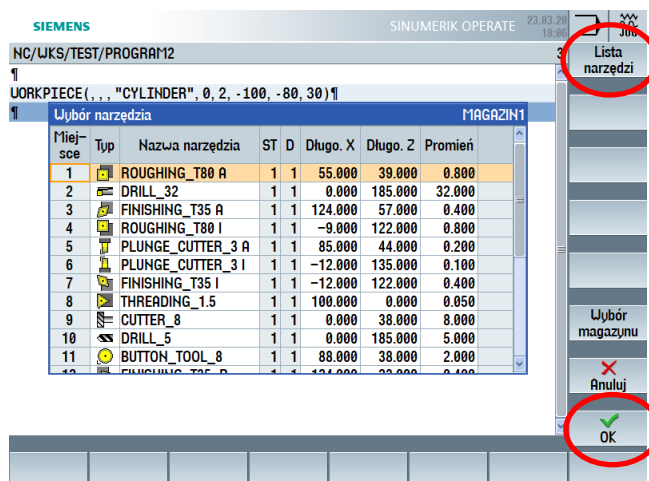
G26 S3000 ;gdzie S3000 oznacza maksymalna prędkość obrotowa wrzeciono $n=2000$ obr/min.

2.5.4. Wywołanie narzędzia w programie

We frezarkach z magazynem narzędziowym, przed zmianą narzędzia, wrzeciono jedzie do stałego punktu wymiany narzędzia, zwykle gdzieś wysoko. W przypadku tokarek magazyn w postaci głowicy narzędziowej znajduje się na suporcie krzyżowym i zmianę narzędzia można dokonać w dowolnym położeniu suportu co przy zmianie narzędzia może czasami prowadzić do kolizji. Dlatego też programista musi zadbać o takie ustawienie głowicy narzędziowej przed zmianą narzędzia aby nie dochodziło do kolizji między narzędziem a przedmiotem obrabianym, konikiem itp.. Należy brać pod uwagę wymiary nie tylko narzędzia, które pracowało, i które ma pracować ale każde które jest w obracającej się głowicy. Nie widząc fizycznej maszyny i narzędzi trudno jest określić bezpieczny punkt zmiany narzędzia, założmy że będzie to punkt $X=150$ mm, $Z=150$ mm. Dlatego też przed każdą zmianą narzędzia należy przesunąć narzędzie/głowicę na ten punkt:

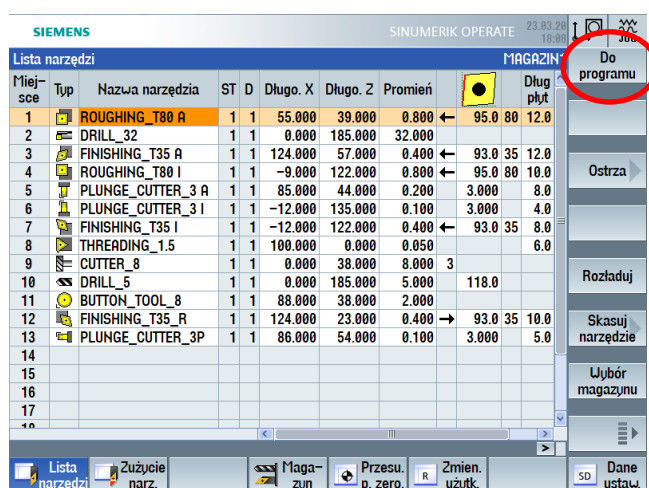
G0 X150 Z150

W tej wersji programu SinuTrain narzędzia wywołuje się po nazwie (nie po numerze narzędzia). Najlepiej zatem wprowadzić blok wywołania narzędzia specjalnym klawiszem „Wybierz narzędzie” – dostępny w czasie edycji programu po prawej stronie (musi być aktywny klawisz „Edycja” w dolnym menu.



Okno wyboru narzędzia

W tym oknie można wybrać narzędzie, jeśli takie istnieje, i wcisnąć klawisz OK lub klawisz „Input”. Jeśli nie ma wymaganego narzędzia należy wcisnąć klawisz „Lista narzędzi” i przejść do edycji tabeli narzędziowej. Po utworzeniu nowego narzędzia można wrócić do programu z wprowadzeniem bloku wywołania narzędzia, wciskając klawisz „Do programu”.



Okno edycji narzędzi z poziomu edycji programu

Wówczas zostanie dopisany blok programu wywołania narzędzia:

T="ROUGHING_T80 A"

Po zmianie narzędzia musimy ustawić prędkość obrotową wrzeciona:

G95 S2000 ;gdzie G96 – włączenie stałej prędkości obrotowej wrzeciona (domyślnie włączona),
S2000 – prędkość obrotowa wrzeciona $n = 2000$ obr/min,

lub stałą prędkość skrawania (zalecane):

G96 S160 ; gdzie: G96 – włączenie stałej prędkości skrawania,
S160 – prędkość skrawania $v_c = 160$ m/min.

Następnie należy włączyć obroty wrzeciona. W tokarkach sterowanych numerycznie najczęściej pracujemy na lewych obrotach dlatego też włączamy:

M4

Następnie należy podjechać w jakiś stały bezpieczny punkt w pobliżu materiału, np. dla wałka o średnicy 30mm:

G0 X40 Z4

2.5.5. Koniec programu

Przed zakończeniem programu należy odjechać narzędziem ruchem szybkim na bezpieczną wysokość, np. Z=100 oraz wprowadzić funkcje maszynową M2 lub M30 – koniec programu:

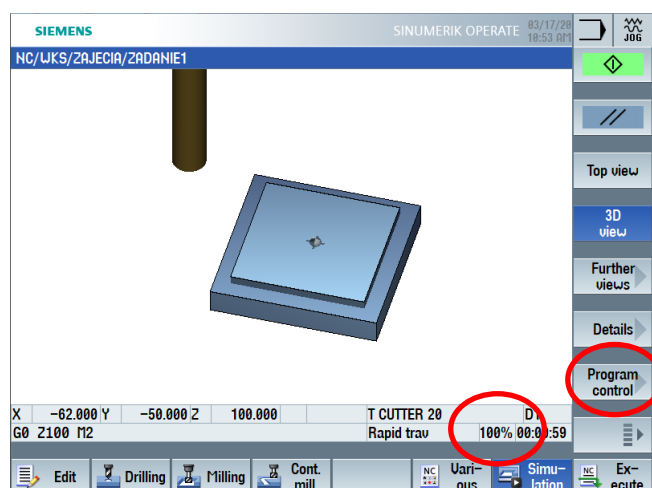
G0 Z100 M2

2.6. Symulacja graficzna programu

Po opracowaniu programu można przeprowadzić jego symulację graficzną, wybierając w dolnym menu opcję „Symulacja”.

W przypadku gdy wystąpią błędy w programie pojawi się odpowiednia informacja w górnej ramce okna. Po powrocie do programu (klawisz „Edycja”) kursor ustawi się na linii, w której występuje błąd.

Uwaga przed symulacją należy w ostatnim bloku programu wprowadzić funkcję M2 lub M30 (koniec programu), jeśli takiej funkcji nie będzie wyświetli się błąd o niewłaściwym zakończeniu programu.



Okno symulacji graficznej programu

W czasie symulacji można zmienić widok przedmiotu na „Top view, „3D wiew” i inne.

Prędkość symulacji można zmieniać wciskając klawisz Ctrl+ ↑↓, wybierając opcję „Program control” lub kółkiem myszki (kółko myszki ma kilka różnych funkcji zmienianych przez pojedynczy klik na kółko myszki).

Literatura

- [1] <https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you.html> -
program SinuTrain - do pobrania
- [2] Instrukcja do ćwiczenia nr 1.