Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego | Rzeczpospolita Polska | Dofinansowane przez Unię Europejską

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn

Kierunek studiów:
Mechanika i Budowa Maszyn

Piotr Maj

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

Komputerowe wspomaganie wytwarzania I

opracowane w ramach realizacji Projektu
„**Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki**”
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025

Spis treści

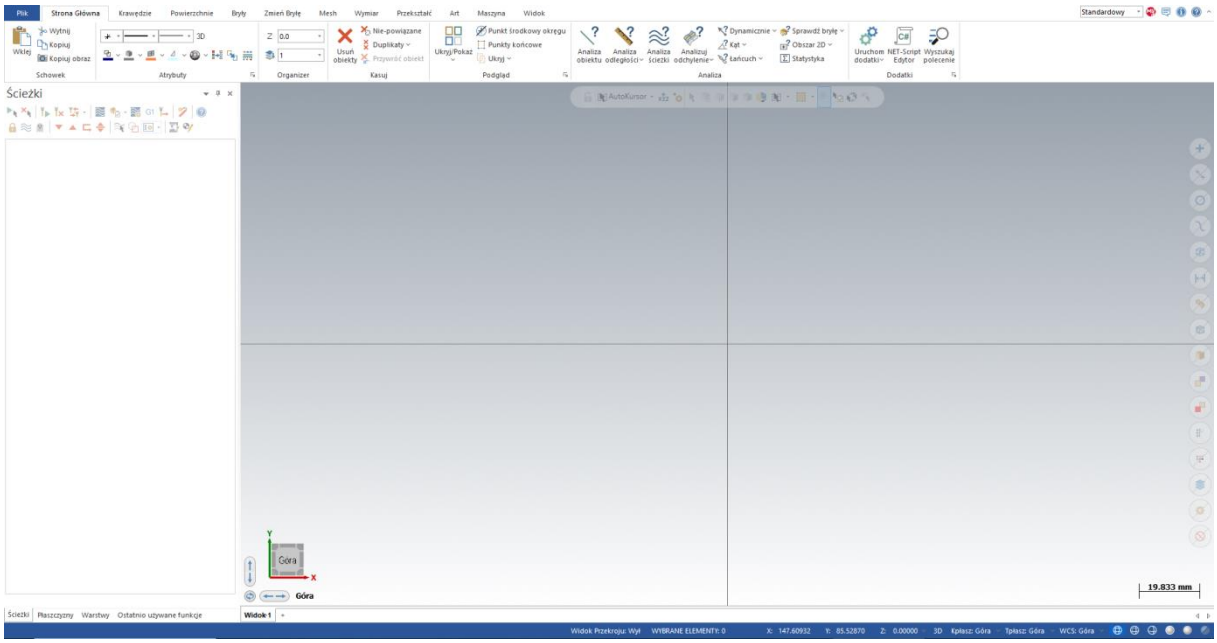
1. Opis programu ... 3
2. Frezowanie ... 3
2.1. Tworzenie bryły szkieletowej ... 3
2.2. Ustawienie maszyny ... 13
2.3. Deklarowanie przygotówki ... 14
2.4. Planowanie powierzchni ... 18
2.5. Kontur ... 27
2.6. Kieszeń ... 31
2.7. Wiercenie ... 34
2.8. Symulacja procesu frezowania ... 36
3. Toczenie ... 37
3.1. Tworzenie konturu ... 37
3.2. Deklaracja maszyny ... 38
3.3. Przygotówka ... 39
3.4. Ustawienie uchwytu ... 42
3.5. Planowanie ... 44
3.6. Obróbka zgrubna ... 47
3.7. Obróbka wykańczająca ... 50
3.8. Wiercenie ... 51
3.9. Rowkowanie ... 53
3.10. Odcięcie ... 55
3.11. Symulacja procesu toczenia ... 58
4. Literatura ... 59

Utwór objęty licencją Creative Commons BY 4.0.
Licencja dostępna pod adresem: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

1. Opis programu

Mastercam (Rys. 1) to program z grupy programów CAM (Computer-Aided Manufacturing), który służy do wspomagania programowania procesów obróbki skrawaniem na obrabiarkach CNC. Program umożliwia łatwiejsze tworzenie ścieżek (dróg) narzędzi, które następnie wykorzystywane są do obsługi i sterowania obrabiarkami sterowanymi numerycznie (ZALCO, 2020).

[Tekst alternatywny. Rysunek 1 przedstawia okno programu Mastercam.]



Rys. 1. Program Mastercam.

2. Frezowanie

2.1. Tworzenie bryły szkieletowej

Narzędzie skrawające w programie Mastercam przemieszcza się w odniesieniu do krawędzi lub płaszczyzn. Do tych celów może posłużyć model bryłowy przedmiotu wykonany w zewnętrznym programie z grupy CAD. Gdy takiego modelu nie posiadamy, program Mastercam umożliwia narysowanie prostych brył bądź elementów krawędziowych, które posłużą jako odniesienie do programowania drogi narzędzia skrawającego.

Do obróbki posłuży bryła szkieletowa utworzona z wykorzystaniem krawędzi narysowanych za pomocą podstawowych funkcji programu. Bryła będzie miała w podstawie kwadrat o wymiarach 100mm na 100mm oraz wysokość 10mm. Na górnej płaszczyźnie zostanie umieszczona kieszeń o głębokości 5mm. Dodatkowo w jednym z naroży będzie znajdował się otwór o średnicy 10mm

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki" nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

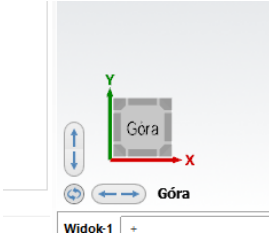
i głębokości 8mm. Przy pierwszym uruchomieniu programu może się zdarzyć, że na głównym ekranie nie będą widoczne osie (dwie przecinające się linie).
W takiej sytuacji należy nacisnąć przycisk F9. Pojawią się dwie przecinające się linie (Rys. 2). W miejscu przecięcia tych linii będzie znajdował się początek układu współrzędnych. Ułatwi to określnie położenie punktów i elementów na płaszczyźnie.

[Tekst alternatywny. Rysunek 2 przedstawia linie pionową i poziomą, które się przecinają pod kontem prostym.]

Rys. 2. Początek układu współrzędnych

Kolejnym etapem jest ustawienie płaszczyzny pracy narzędzia. Przy prostych przejściach narzędzia wykorzystuję się obrabiarkę 3 osiową. Oznacza to, że osią narzędzia jest oś Z, natomiast powierzchnią pracy dla niego będzie płaszczyzna XY. Za pomocą przycisków ALT+1 należy ustawić powierzchnię pracy na Góra (Rys. 3). Ikona aktualnej płaszczyzny pracy narzędzi znajduje się w lewym dolnym rogu ekranu roboczego programu. W sytuacji gdy jest już ona dobrze ustawiona, można pominąć ten krok.

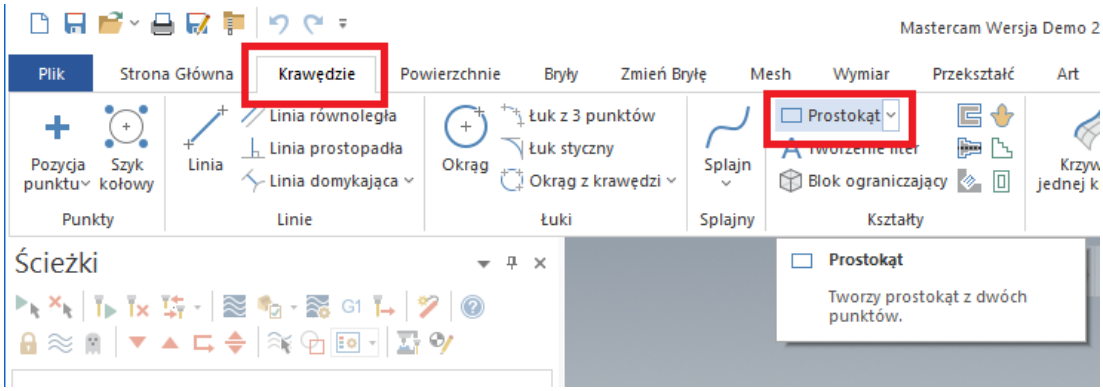
[Tekst alternatywny. Rysunek 3 przedstawia dwie osie, X oraz Y, pomiędzy którymi znajduje się kwadrat z napisem Góra].



Rys. 3. Płaszczyzna pracy narzędzia

Bazę będzie stanowił kwadrat o wymiarach 100mm na 100mm, którego środek będzie znajdował się w początku układu współrzędnych. Z górnego paska przycisków należy wybrać opcję Krawędź. Kolejnym etapem będzie zaznaczenie wykonania czworoboku z funkcji Kształtu (Rys. 4).

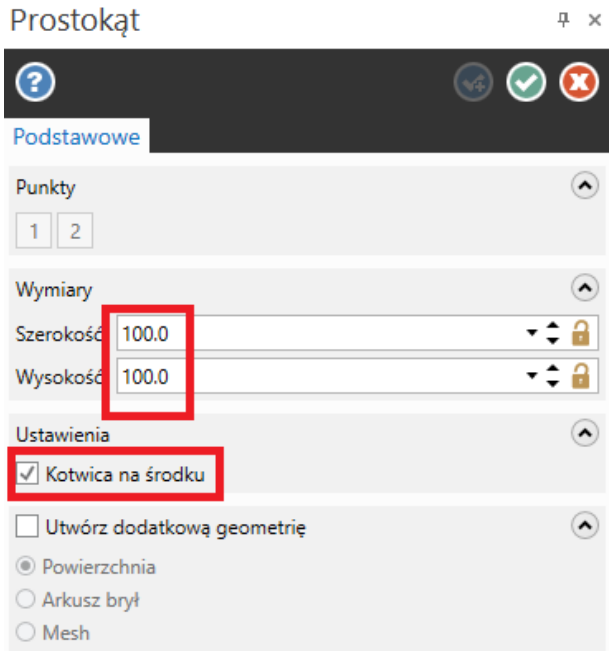
[Tekst alternatywny. Na rysunku 4 za pomocą czerwonych ramek zaznaczone jest położenie funkcji: Krawędzie- czerwona ramka z lewej strony, Prostokąt- czerwona ramka po prawej stronie].



Rys. 4. Procedura wyboru rysowania czworoboku.

Pojawi się okno rysowania prostokąta. Należy w nim wpisać odpowiednie wartości. Szerokość 100mm, wysokość 100mm. Aby wstawić rysowaną figurę względem środka układu współrzędnych należy dodatkowo zaznaczyć opcję zakotwiczenia (Rys. 5).

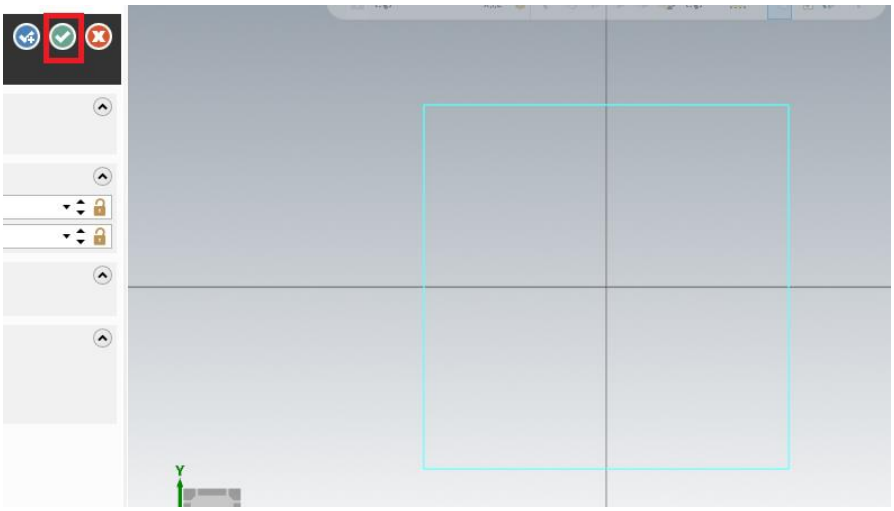
[Tekst alternatywny. Czerwoną ramką na rysunku 5 przedstawiono miejsce wprowadzenia wartości szerokości i wysokości, oraz miejsce opcji zakotwiczenia]



Rys. 5. Okno wprowadzania wymiarów prostokąta.

Po wprowadzeniu danych, do kursora zostanie przyczepiona figura. Następnie należy kliknąć myszką w początku układu współrzędnych (dwie przecinające się linie). Kwadrat zostanie narysowany na ustawionej płaszczyźnie. Aby zatwierdzić rysunek należy nacisnąć zielony przycisk OK w oknie wymiarów (Rys. 6).

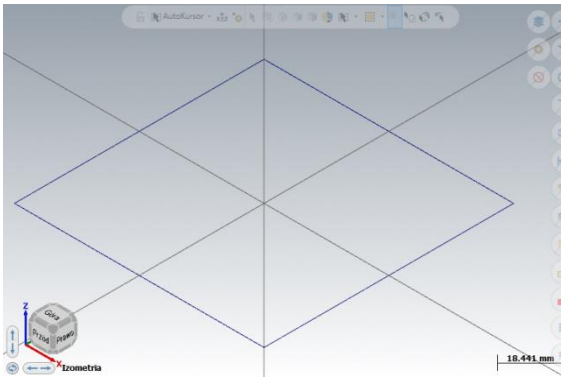
[Tekst alternatywny. Rysunek 6 przedstawia zarys wprowadzonego kwadratu oraz przycisk zatwierdzenia wprowadzania danych zaznaczony czerwoną ramką w górnej lewej części]



Rys. 6. Zatwierdzenie wprowadzonego kształtu.

Po zatwierdzeniu ukaże się kwadrat ustawiony względem początku układu współrzędnych. Kolejnym krokiem będzie zmiana widoku. Będzie tworzona bryła szkieletowa, dlatego należy zmienić widok tak aby można było zobaczyć narysowaną figurę w układzie przestrzennym. Do tego celu służy widok izometryczny. Można go ustawić za pomocą opcji widoku, lub za pomocą skrótu klawiszowego ALT+7 (Rys. 7).

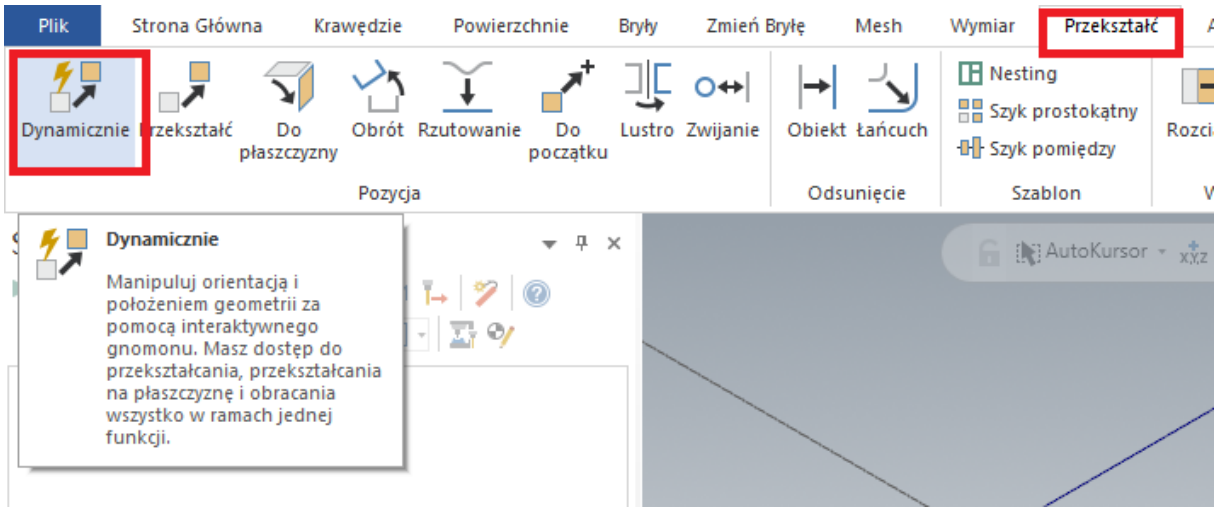
[Tekst alternatywny. Rysunek 7 przedstawia narysowany kwadrat w widoku izometrycznym]



Rys. 7. Widok izometryczny narysowanego zarysu.

Narysowany kwadrat w płaszczyźnie XY będzie stanowił odniesienie do górnej płaszczyzny tworzonej bryły. Kolejnym krokiem jest jego wykorzystanie jako wzorca do utworzenia drugiej geometrii oddalonej o 10mm. Do tego służy zakładka Przekształć. W niej można znaleźć różne funkcje umożliwiające zmianę położenia i orientacji elementów względem początku układu współrzędnych. Najprostszą i najbardziej uniwersalną funkcją do tego jest opcja Dynamicznie (Rys. 8).

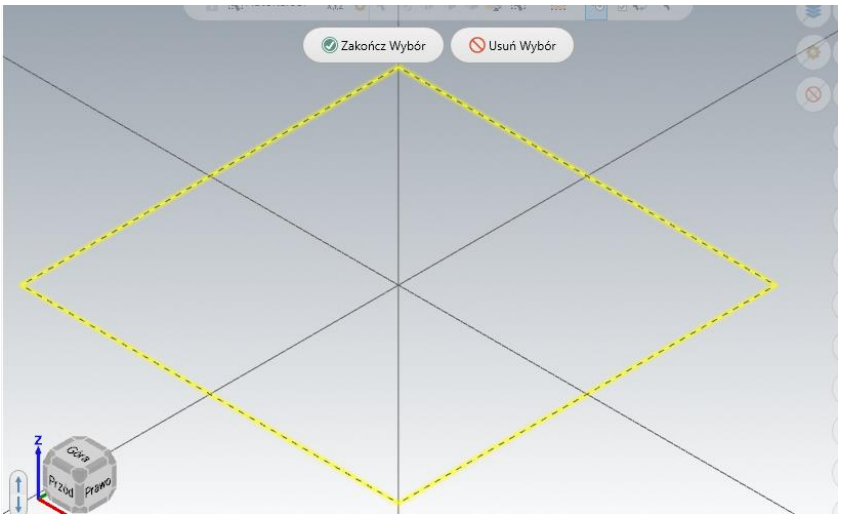
[Tekst alternatywny. Na rysunku 8 za pomocą czerwonych ramek przedstawiono położenie przycisku Dynamicznie]



Rys. 8. Funkcja zmiany położenia elementów.

W pierwszym etapie zaznaczamy zarys, który chcemy wykorzystać do dalszym operacji. Klikamy na każdą krawędź, aż zmieni się na kolor żółty. Następnie zatwierdzamy wybór zielonym przyciskiem na górze ekranu (Rys.9).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 9 znajduje się kwadrat podświetlony na żółto]

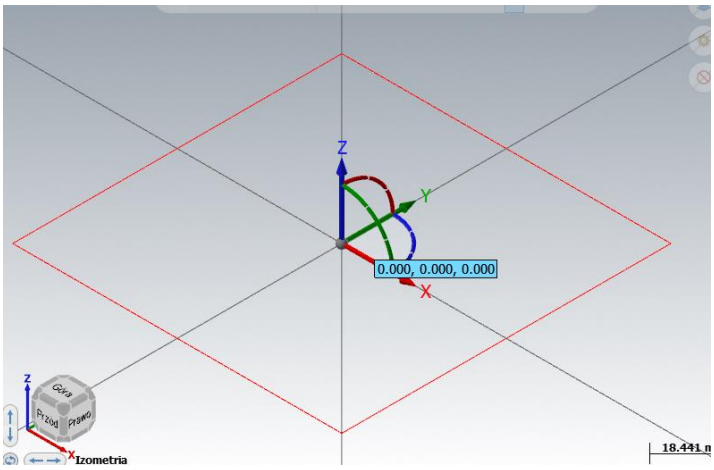


Rys. 9. Zaznaczona geometria.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

Po zatwierdzeniu opcji wyboru, przy kursorze pojawi się ruchomy układ współrzędnych. Należy go umieścić w początku układu współrzędnych. Aby to wykonać należy najechać myszką na środek układu, pojawią się liczby 0,0,0; które będą informowały że kursor jest w początku układu XYZ i kliknąć lewym przyciskiem myszki (Rys. 10).

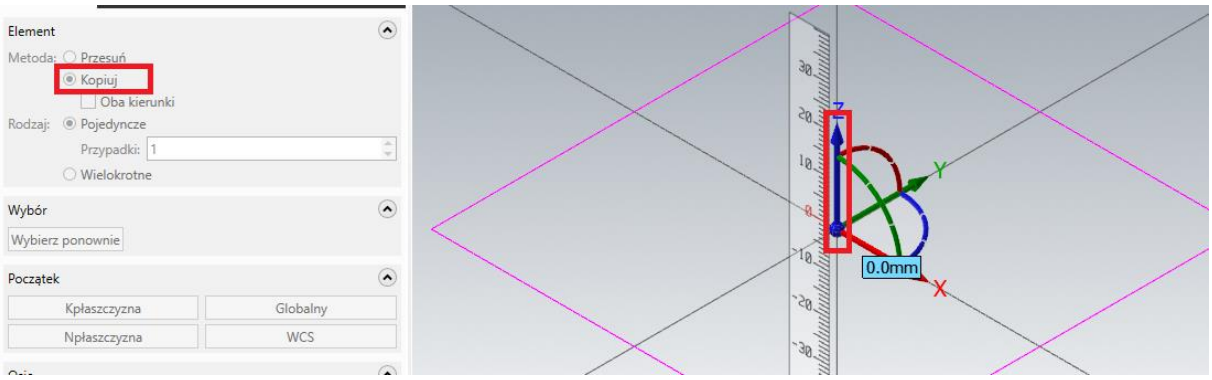
[Tekst alternatywny. Na rysunku 10 przedstawiony jest układ współrzędnych zaczepiony w położeniu X0,Y0,Z0]



Rys. 10. Układ dynamiczny zmiany położenie elementów.

Zaznaczony element chcemy wykorzystać do stworzenia podstawy bryły, która ma być 10mm poniżej. W oknie Dynamicznie zaznaczamy opcję Kopiuj, a następnie myszką klikamy na oś względem której chcemy dokonać skopiowania elementu (Rys. 11).

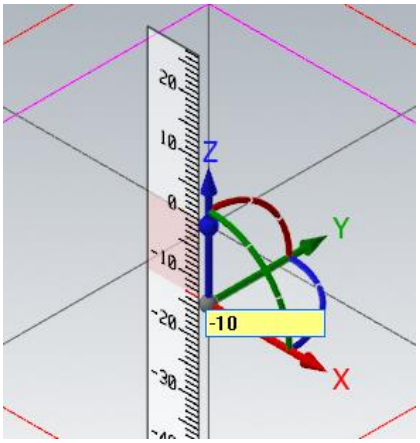
[Tekst alternatywny. Rysunek 11 przedstawia: ramka czerwona z lewej strony- miejsca opcji Kopiuj, ramka czerwona z prawej strony- zaznaczona oś Z względem której będzie wykonywane przemieszczenie]



Rys. 11. Wybór osi.

Chcemy aby skopiowany element pojawił się 10mm poniżej. Z klawiatury numerycznej wprowadzamy wartość przemieszczenia -10, automatycznie pojawi się dedykowane okienko (Rys. 12). Dwukrotnie zatwierdzamy enterem i zielony znak OK z lewej strony.

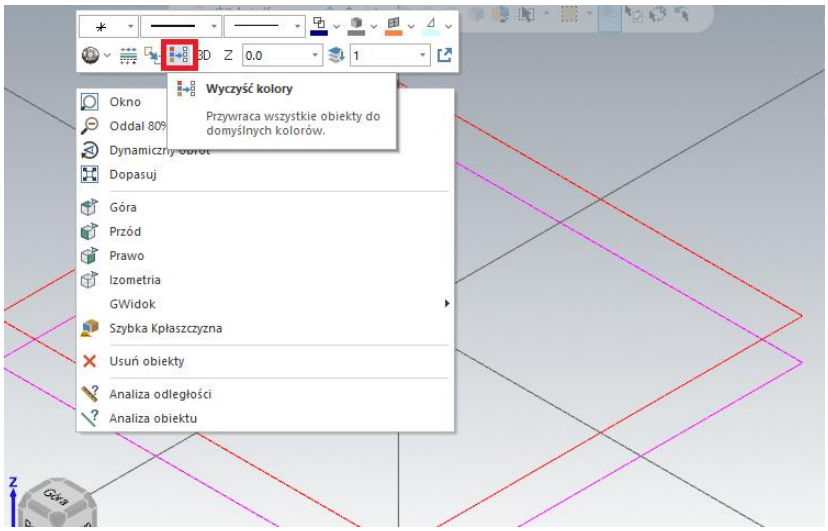
[Tekst alternatywny. Na rysunku 12 widoczne jest okienko wprowadzania wartości liczbowych]



Rys. 12. Dedykowane okienko wprowadzania wartości liczbowych.

Po tym zabiegu poniżej pojawi się kopia danego zarysu. Program zaznaczył różnymi kolorami pierwszy i drugi zarys. Aby powrócić do poprzednich kolorów należy w dowolny miejscu pola roboczego kliknąć prawym przyciskiem myszki. W oknie, które się pojawi wybrać opcję Wyczyść kolory (Rys. 13).

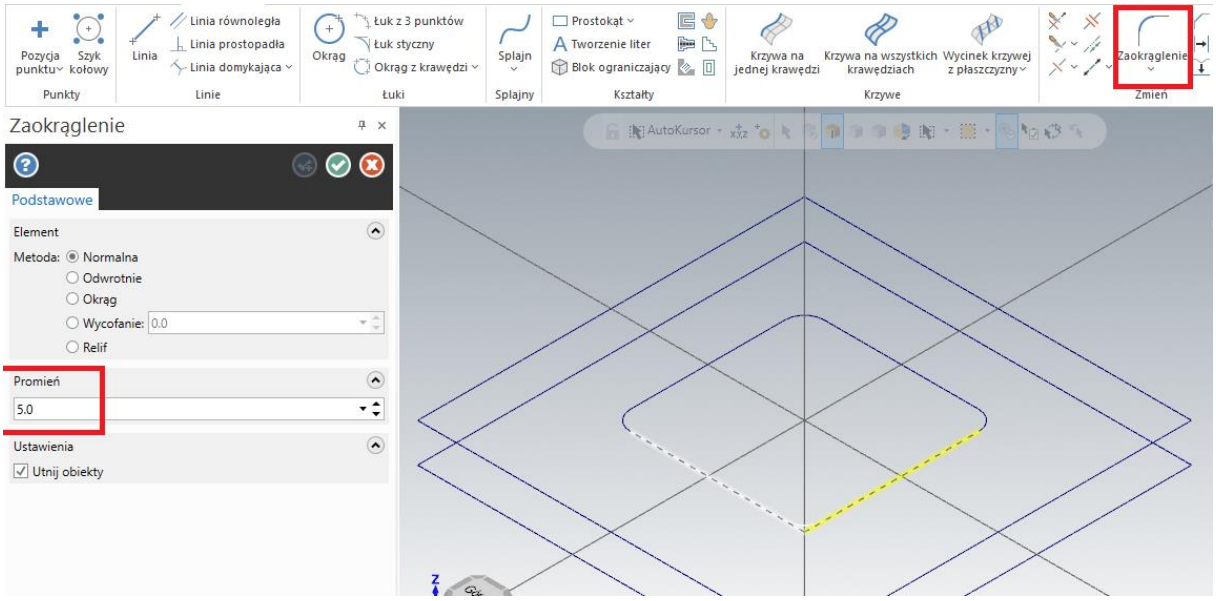
[Tekst alternatywny. Rysunek 13 przestawia położenie przycisku Wyczyść kolory]



Rys. 13. Czyszczenie kolorów.

Kolejnym etapem będzie wykonanie zarysu kieszeni. Czyli ograniczonego obszaru, ze środka którego zostanie wybrany materiał. Będzie ona ustawiona swoim środkiem w początku układu współrzędnych. Bazą będzie kwadrat o wymiarach 50mm na 50mm. Tworzy się go analogicznie jak poprzedni zarys. Dodatkową rzeczą, którą należy ustawić są zaokrąglenia na narożach. Tworzy się je za pomocą funkcji Zaokrąglenie znajdującej się w zakładce Krawędzie. Promień zaokrągleń ustawić na 5mm (Rys. 14). Po wprowadzeniu wartości zaokrąglenia należy wskazać krawędzie (linie) między którymi ma się ono znaleźć i kliknąć lewym przyciskiem myszki.

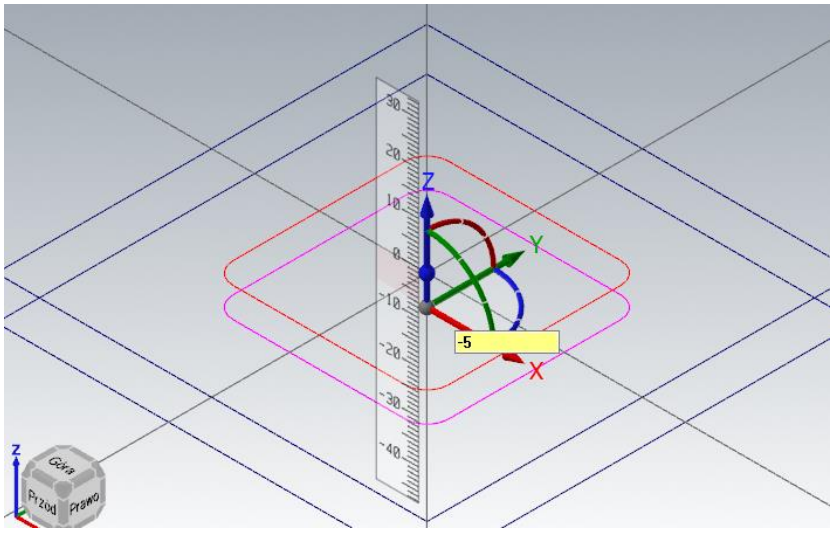
[Tekst alternatywny. Rysunek 14 przestawia położenie funkcji Zaokrąglenie oraz miejsce wprowadzenia wartości zaokrąglenia]



Rys. 14. Zaokrąglenia.

Za pomocą funkcji Przekształć Dynamicznie, kopiujemy stworzony zarys o 5mm niżej (Rys. 15).

[Tekst alternatywny. Rysunek 15 przedstawia kopiowanie zarysu na nowe położenie]

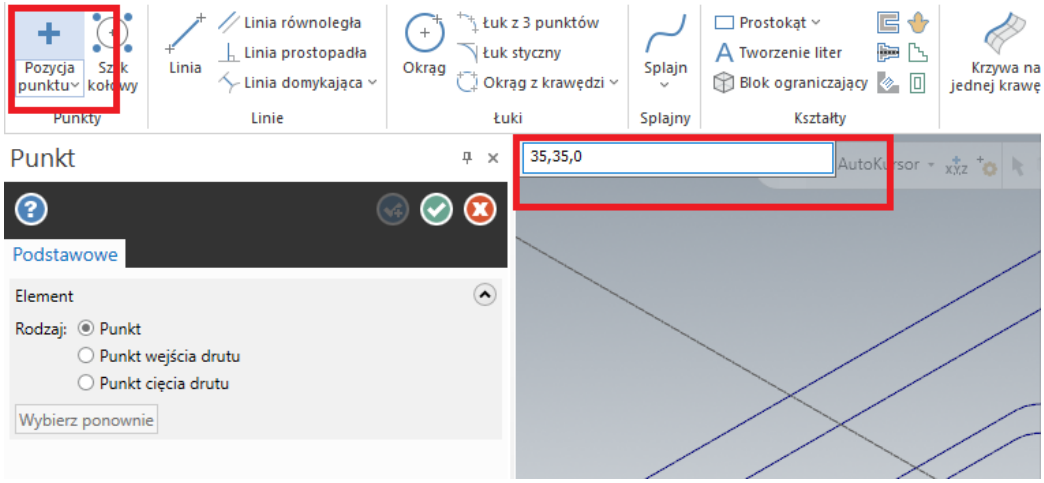


Rys. 15. Kopiowanie zarysu kieszeni.

Ostatnim elementem, który będzie znajdować na zarysie bryły będzie otwór o średnicy 10mm i głębokości 8mm. Będzie on położony względem środka na współrzędnych X 35, Y 35 (oddalony o 35mm od osi X i 35mm od osi Y). Na wskazanym położeniu nie ma żadnego punku, który mógłby posłużyć jak odniesienie.

Do tych celów stosujemy opcję Pozycja punktu. Z klawiatury numerycznej wprowadzamy położenie punku: 35,35,0. Odpowiada to odpowiednio położeniu punku w X 35, Y 35, Z 0 (Rys. 16). Oś Z jest ustawiona na 0 ponieważ punkt odniesienia ma się znaleźć na płaszczyźnie Góra względem osi X i Y.

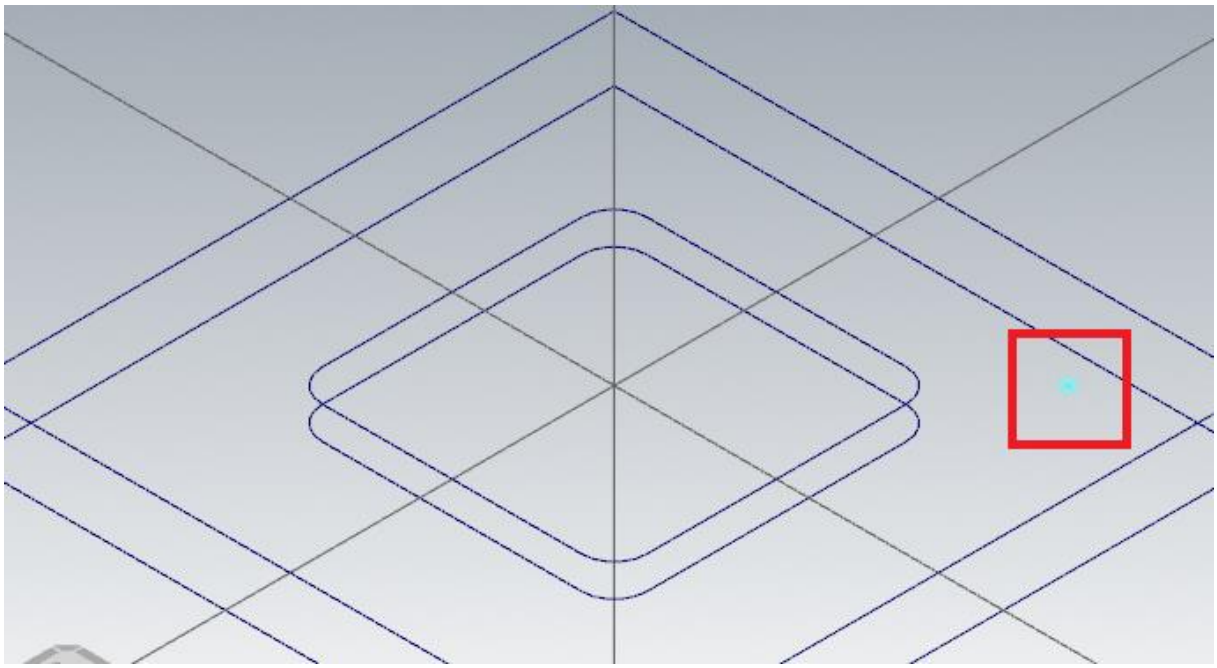
[Tekst alternatywny. Na Rysunku 16 przedstawiona jest funkcja wprowadzania położenia Pozycji punktu]



Rys. 16. Położenie punktu.

Po zatwierdzeniu wprowadzonych danych za pomocą klawisza enter, na płaszczyźnie górnej pojawi się punkt (Rys. 17).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 17 za pomocą czerwonej ramki zaznaczone jest położenie utworzonego punktu]

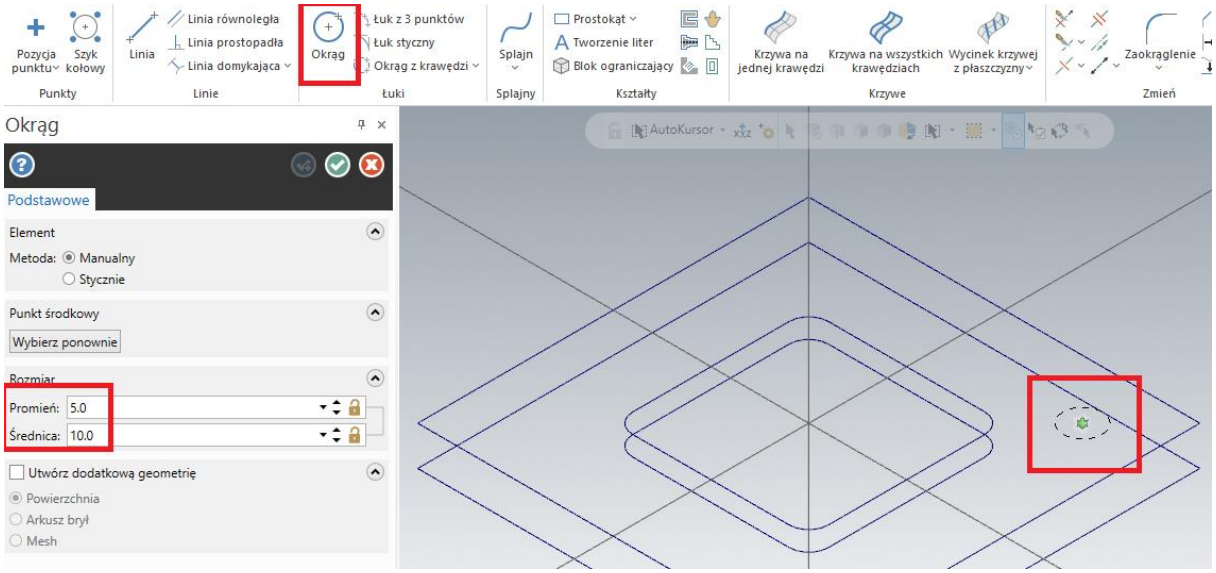


Rys. 17. Punkt.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

Wykorzystując ten punkt jako odniesienie, należy względem niego narysować okrąg o średnicy 10mm. Wybieramy opcję Okrąg, wprowadzamy wartość średnicy z lewej strony ekranu. Następnie klikamy na wcześniej utworzony punkt (Rys. 18).

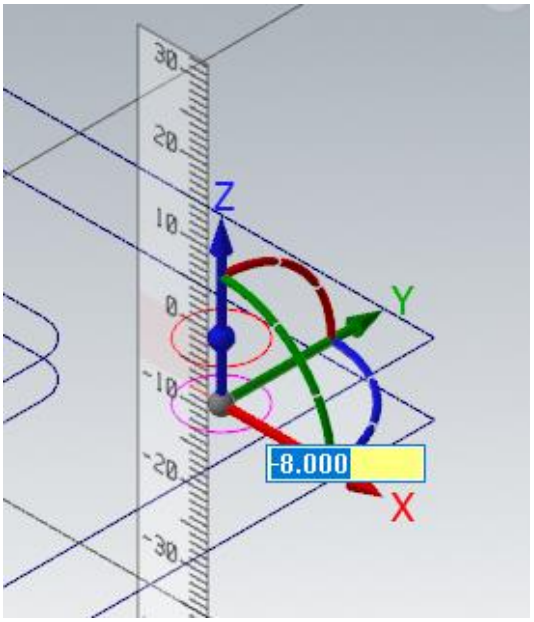
[Tekst alternatywny. Rysunek 18 przedstawia procedurę rysowania okręgu]



Rys. 18. Tworzenie okręgu.

Za pomocą funkcji Przekształć Dynamicznie, kopiujemy okrąg o 8mm w dół (Rys. 19).

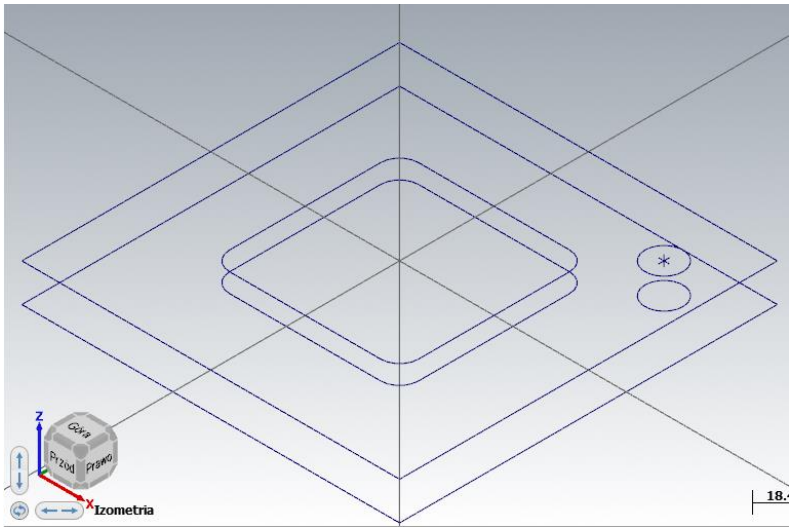
[Tekst alternatywny. Rysunek 19 przedstawia kopiowanie okręgu na nowe położenie]



Rys.19. Kopiowanie okręgu.

Po tych zabiegach otrzymujemy zarys szkieletowy elementu, który może posłużyć do programowania drogi narzędzi skrawających (Rys. 20).

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia model szkieletowy bryły, w postawie jest kwadrat, w środkowej części kieszeń, z prawej strony otwór]

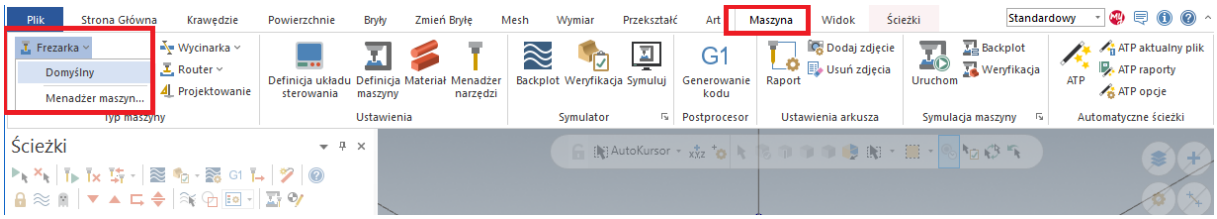


Rys. 20. Model szkieletowy.

2.2. Ustawienie maszyny

Utworzony model szkieletowy może być obrobiony za pomocą frezarki. Aby ustawić obrabiarkę należy w górnym pasku zadań zaznaczyć Maszyna, następnie z lewej strony rozwinąć pasek Frezarka i zaznaczyć opcję Domyślny (Rys. 21). Maszyna Domyślna jest to uniwersalna frezarka.

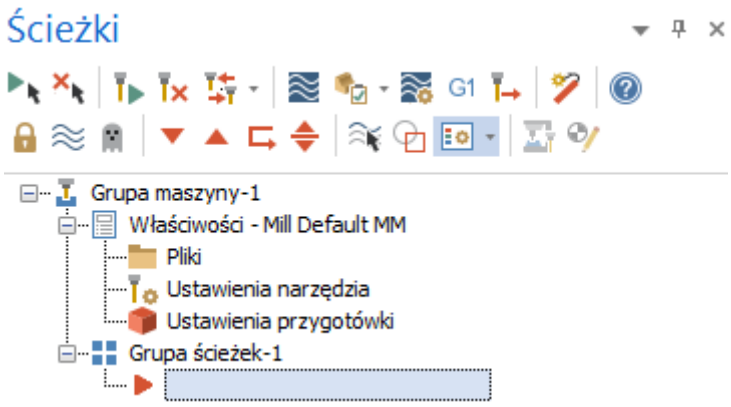
[Tekst alternatywny. Rysunek 21 przedstawia procedurę wyboru maszyny]



Rys. 21. Wybór obrabiarki.

Po wyborze tej funkcji, z lewej strony ekranu w oknie ścieżki pojawi się Grupa maszyny-1 (Rys. 22). Znajdują się tam informacje ogólne o środowisku pracy obrabiarki.

[Tekst alternatywny. Na rysunku 22 przedstawiono opcje ustawień maszyny do pracy]

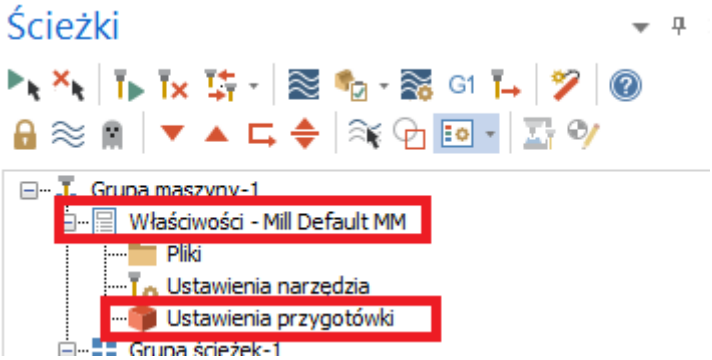


Rys. 22. Deklaracja maszyny.

2.3. Deklarowanie przygotówki

Zadeklarowany wcześniej zarys bryły szkieletowej jest jedynie bryłą pomocniczą do programowania drogi narzędzia. Inaczej, przedstawia to co chcemy uzyskać w procesie obróbki skrawaniem. Żeby uzyskać taki kształt potrzebujemy przygotówki. Jest to materiał wyjściowy (półfabrykat), z którego zbierany jest materiał, żeby uzyskać końcowy przedmiot o zadeklarowanym kształcie i wymiarze. Taki półfabrykat powinien mieć naddatki. Opcja ustawienia przygotówki znajduje się w oknie ścieżki z lewej strony ekranu w Właściwościach maszyny (Rys. 23).

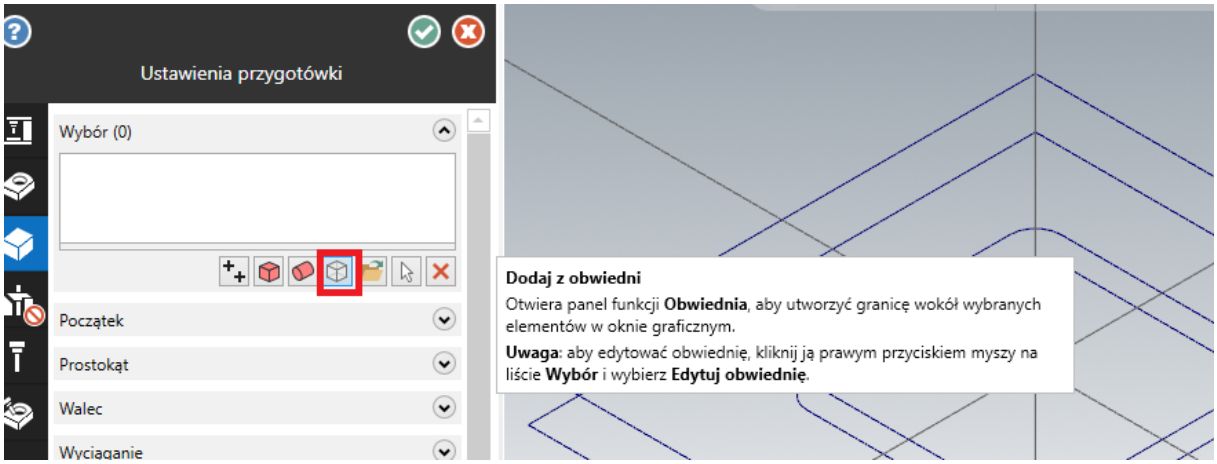
[Tekst alternatywny. Na rysunku 23 za pomocą czerwonych ramek przedstawiono położenie opcji Ustawień przygotówki]



Rys. 23. Ustawienia przygotówki.

W opcjach ustawień przygotówki znajduje się kilka sposobów ustawiania gabarytów przedmiotu wyjściowego. Każda z nich działa na innej zasadzie w zależności od rodzaju wprowadzenia elementu do obróbki. Do bryły szkieletowej najszybciej zadziała funkcja Dodaj z obwiedni (Rys. 24).

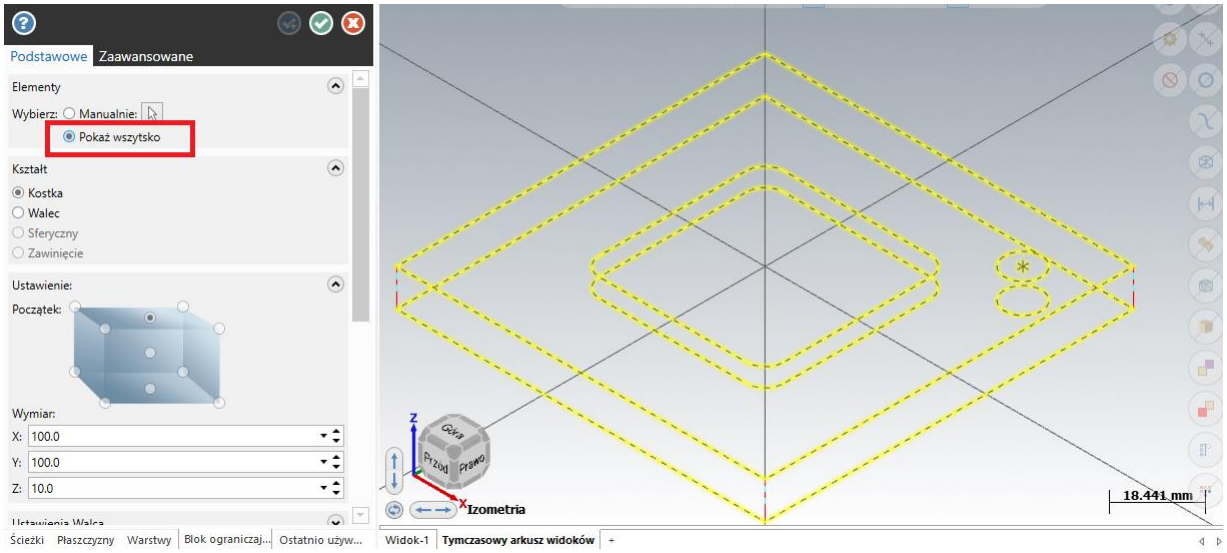
[Tekst alternatywny. Za pomocą czerwonej ramki na rysunku 24 pokazano położenie opcji Dodaj z obwiedni]



Rys. 24. Funkcja ustawiania przygotówki.

Po zaznaczeniu opcji Pokaż wszystko, cała bryła zostanie zaznaczona. W oknie pokarze się również wymiar zaznaczonego zakresu (Rys. 25).

[Tekst alternatywny. Rysunek 25 prestawia cały zarys szkieletowy zaznaczony żółtą liną]



Rys. 25. Zaznaczanie zakresu przygotówki.

Tak zatwierdzona przygotówka nie posiadałaby żadnych naddatków do obróbki. Dlatego kolejnym etapem jest ich ustawienie na każdej powierzchni. Do tego celu służy Ustawienie. Znajdują się tam aktualne wymiary przygotówki oraz opcja początek. W tej opcji jest umieszczona bryła, która w uogólniony sposób przedstawia

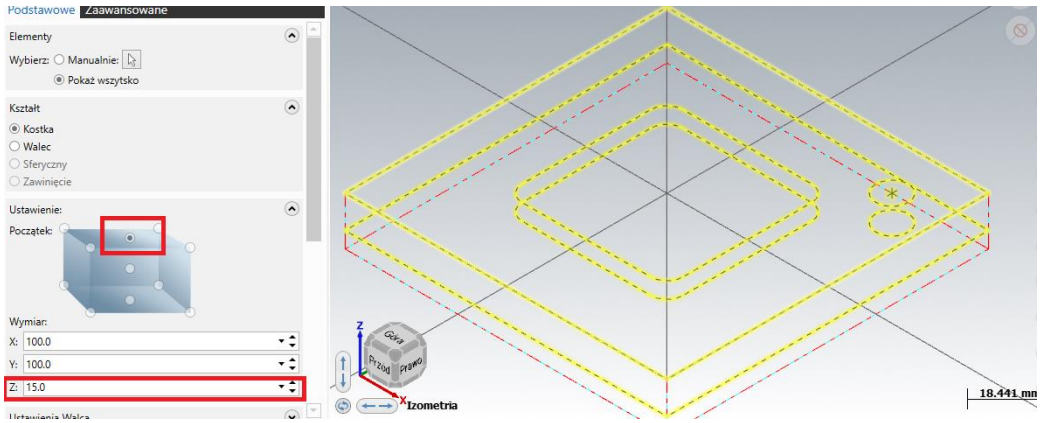
Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

przygotówkę. Białe okręgi stanowią miejsca zakotwiczenia blokady płaszczyzny lub krawędzi, które nie są zablokowane. Ciemny punkt stanowi zablokowanie płaszczyzny. Oznacza to że wszystkie wprowadzane dane do wymiarów nie spowodują przemieszczenia powierzchni lub krawędzi przygotówki względem początku układu współrzędnych.

Poprzez blokadę odpowiednich punków należy ustawić następujące naddatki:

- Dodatkowe 5mm na płaszczyźnie dolnej (naddatek aby złapać przedmiot w uchwycie np. w imadle). W opcjach ustawić blokada górnej płaszczyzny. W osi Z ustawić 15mm (Rys. 26).

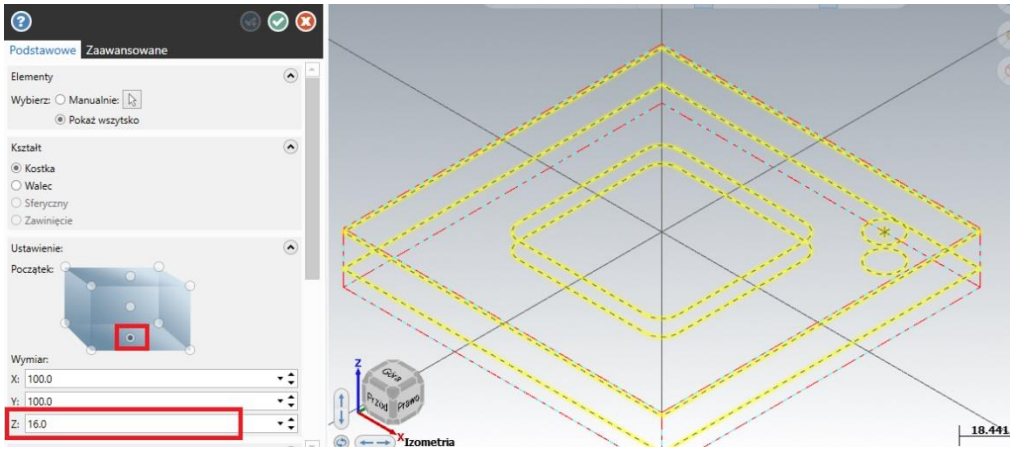
[Tekst alternatywny. Rysunek 26 przestawia sposób ustawienia dolnego naddatku]



Rys. 26 Ustawienie dolnego naddatku.

- Dodatkowy 1mm na płaszczyźnie górnej (planowanie powierzchni). Należy zablokować dolną powierzchnię, a następnie wartość 15 w osi Z zamienić na 16. W odniesieniu do poprzedniego ustawienie osi Z spowoduje to jedynie zwiększenie wysokości przygotówki o 1mm (Rys. 27).

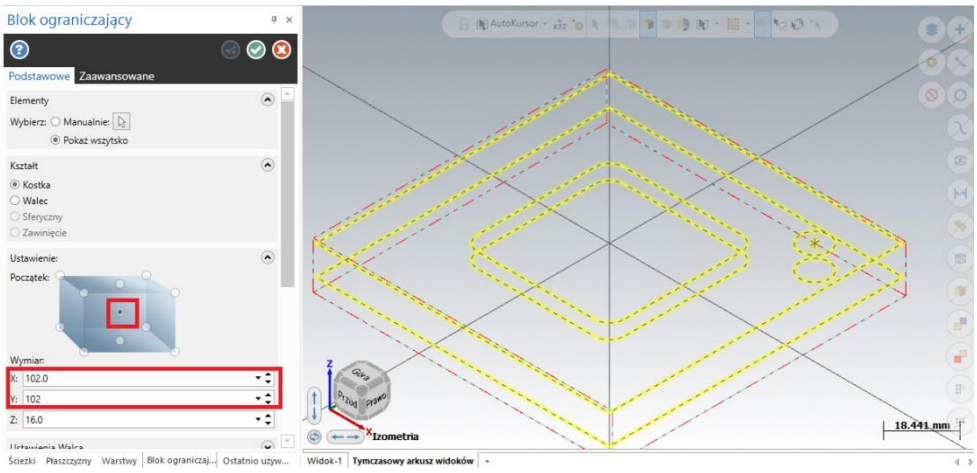
[Tekst alternatywny. Rysunek 27 przestawia sposób ustawienia górnego naddatku]



Rys. 27. Ustawienie naddatku górnego.

- Dodatkowy 1mm na ścianach bocznych. Należy wybrać taką opcję, która w żaden sposób nie będzie blokowała przemieszczeń ścian bocznych przygotówki. Następnie w opcjach osi X oraz Y należy wprowadzić 102mm (Rys. 28). Wprowadzenie tej wartości spowoduje pojawienie się naddatków o wartości 1mm na każdej ze ścian bocznych,

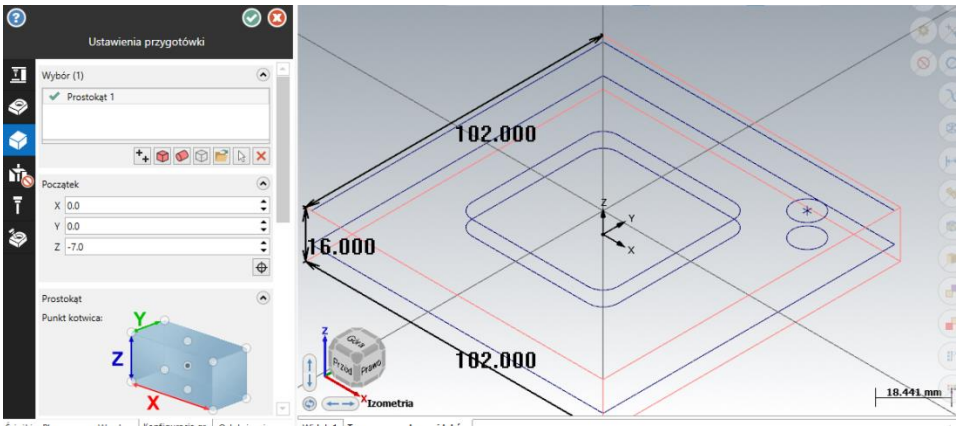
[Tekst alternatywny. Rysunek 28 przestawia sposób ustawienia bocznych naddatków]



Rys. 28. Ustawienie naddatków na ścianach bocznych.

Wszystkie wprowadzane dane będę wyświetlane w postaci przygotówki zbudowanej z czerwonej przerywanej linii. Po wprowadzeniu wszystkich naddatków, należy zielonym przyciskiem OK zatwierdzić wybór. Pojawi się okno z aktualnymi wymiarami przygotówki oraz jej położeniem względem bryły szkieletowej (Rys. 29). Celem zatwierdzenia ponownie naciskamy zielony przycisk OK na górze okna wyboru.

[Tekst alternatywny. Rysunek 29 przedstawia przygotówkę z wymiarami]

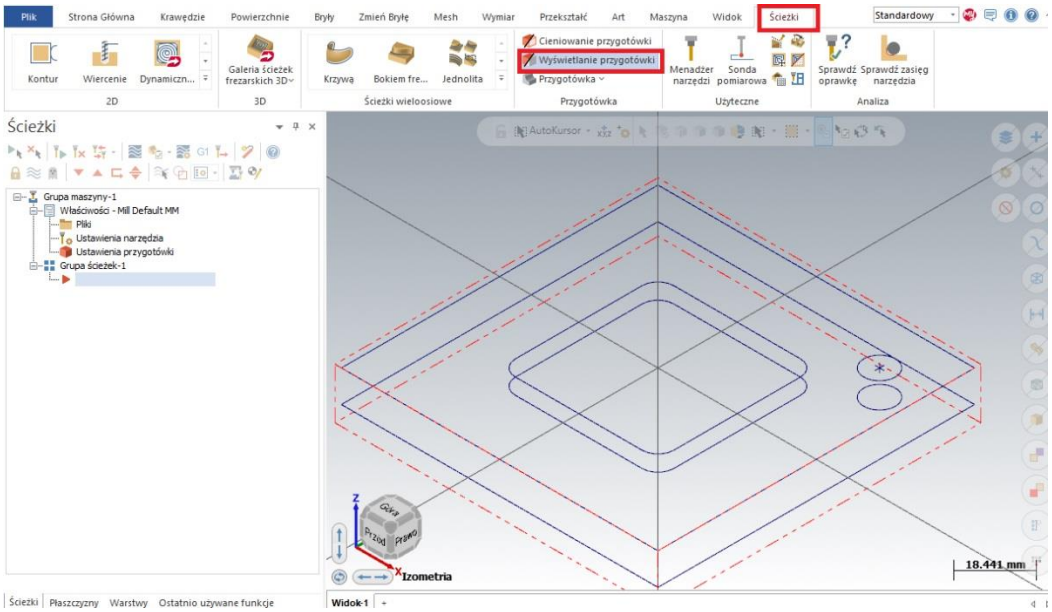


Rys. 29. Deklaracja przygotówki.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

Przygotówka nie będzie widoczna. Aby włączyć jej podgląd wybieramy opcję Ścieżki, a następnie wyświetlanie przygotówki (Rys. 30). Tak przygotowany model może zostać poddany procesowi tworzenia drogi narzędzia.

[Tekst alternatywny. Rysunek 30 przedstawia położenie opcji wyświetlania przygotówki za pomocą czerwonych ramek]

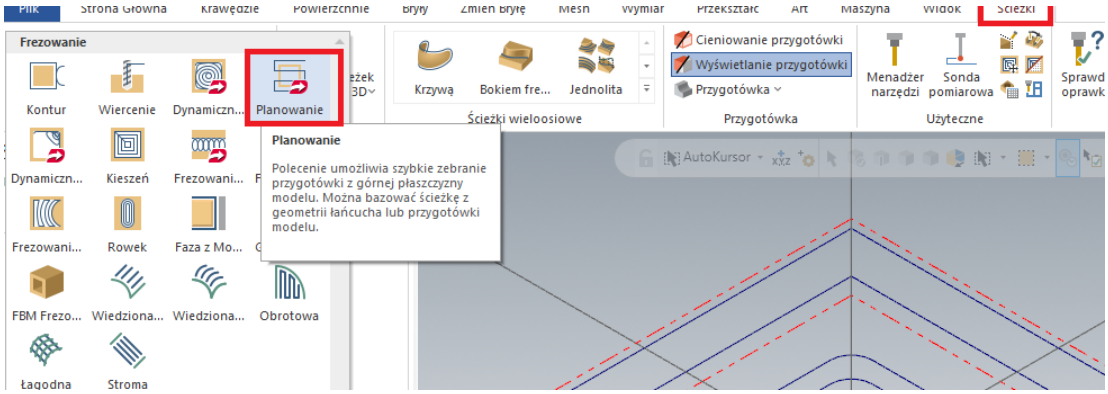


Rys. 30. Włączenie widoku przygotówki.

2.4. Planowanie powierzchni

Proces planowania powierzchni jest zabiegiem polegającym na zebraniu materiału z powierzchni płaskiej za pomocą głowicy frezarskiej. Aby wykonać ten zabieg należy z górnego paska zakładek wybrać opcję Ścieżki, następnie obróbka 2D i opcja Planowanie (Rys. 31).

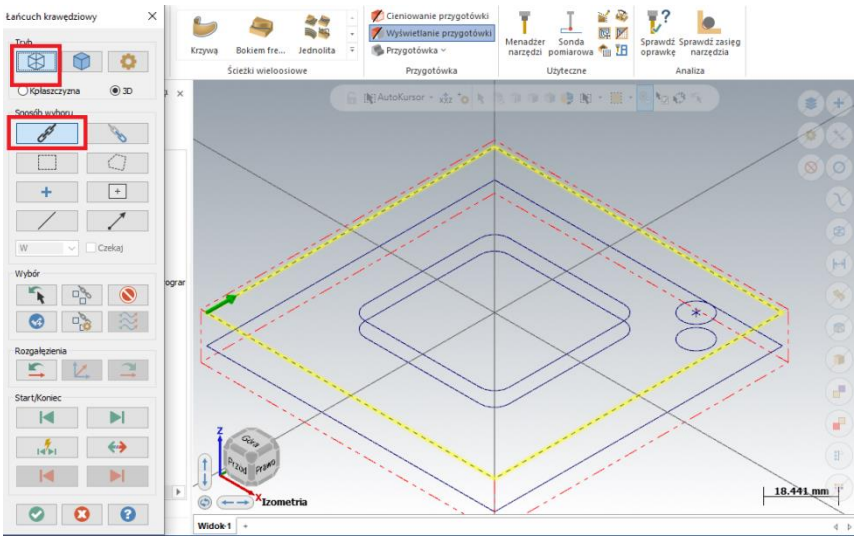
[Tekst alternatywny. Rysunek 31 przedstawia sposób wyboru opcji planowania]



Rys. 31. Wybór zabiegu planowania.

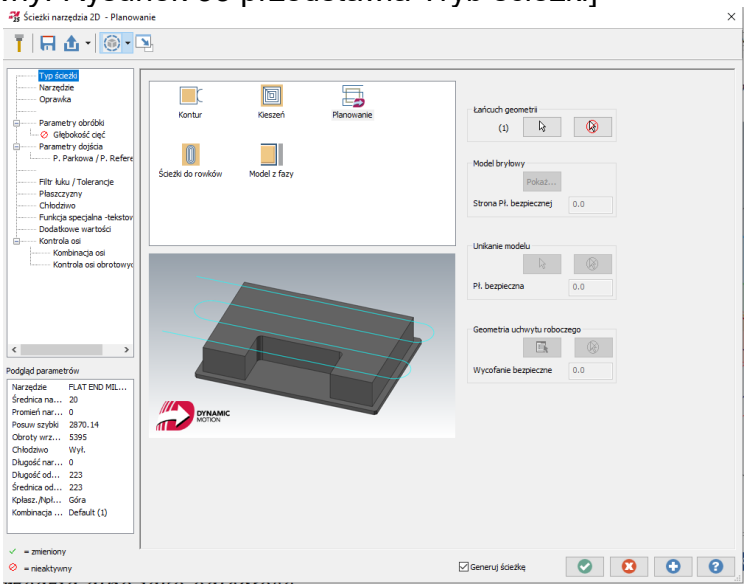
Aby móc zaznaczyć krawędzie na bryle szkieletowej należy zaznaczyć opcję Tryb na Krawędź. Dodatkowo należy ustawić opcję Łańcuch, która umożliwi szybkie zaznaczenie górnych krawędzi bryły szkieletowej. Następnie należy kliknąć myszką na krawędź. Spowoduje do zaznaczenie na żółto górnych krawędzi (Rys. 32).

[Tekst alternatywny. Rysunek 32 przedstawia zaznaczone na żółto górny krawędzie bryły, w czerwonych ramach opcje wyboru zaznaczenia krawędzi]



Rys. 32. Wybór obszaru do planowania powierzchni.

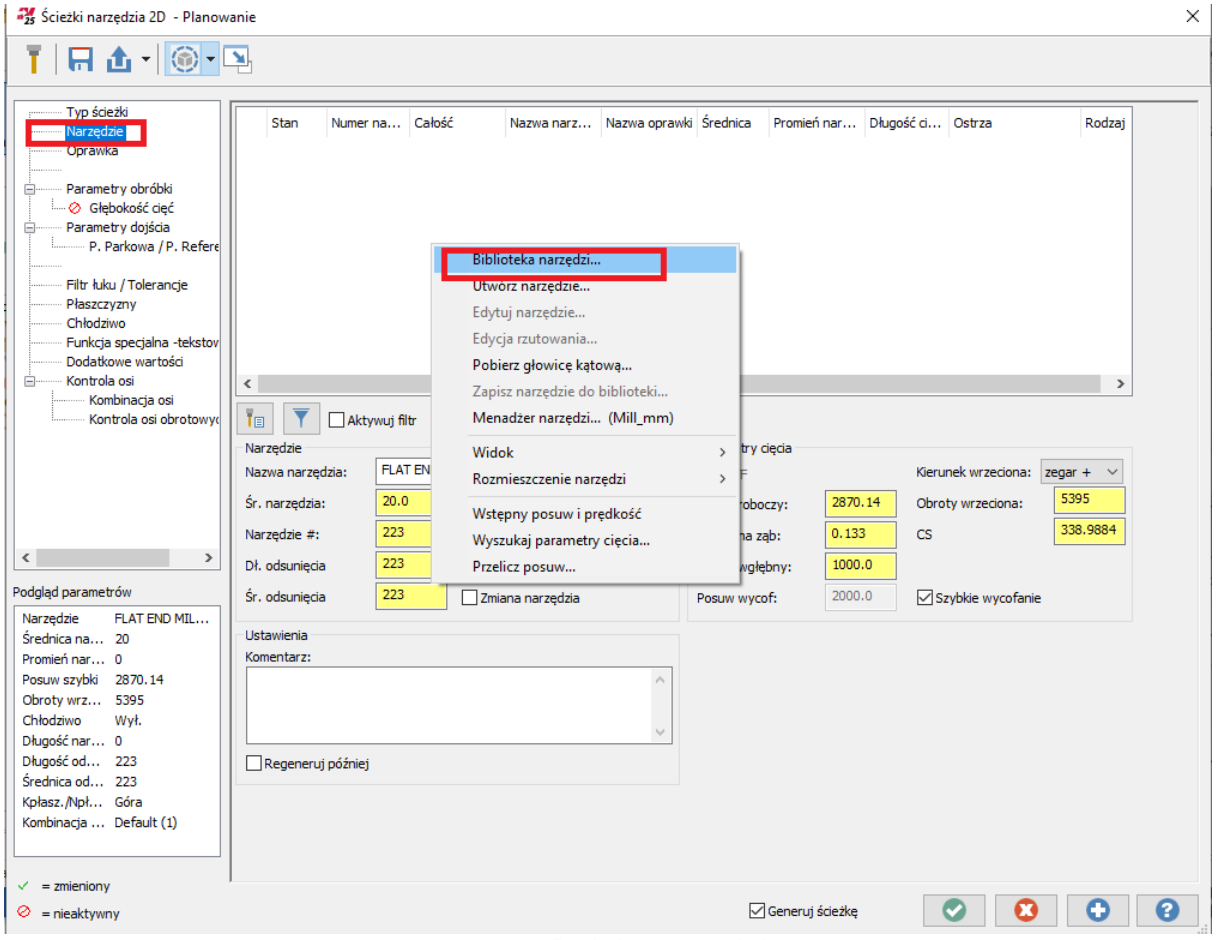
Po zatwierdzeniu okna w lewym dolnym rogu zielonym przyciskiem OK program wyświetli okno przedstawiające możliwości wprowadzenia parametrów obróbki.
W pierwszym oknie przedstawiona jest informacja jaki typ zabiegu będzie wykonany (Rys. 33).
[Tekst alternatywny. Rysunek 33 przedstawia Tryb ścieżki]



Rys. 33. Okno procesu planowania.

W opcjach Narzędzie należy ustawić narzędzie przystosowane do tego rodzaju obróbki. Na białym pustym polu należy kliknąć prawym przyciskiem myszki i wybrać opcję Biblioteka narzędzi (Rys. 34).

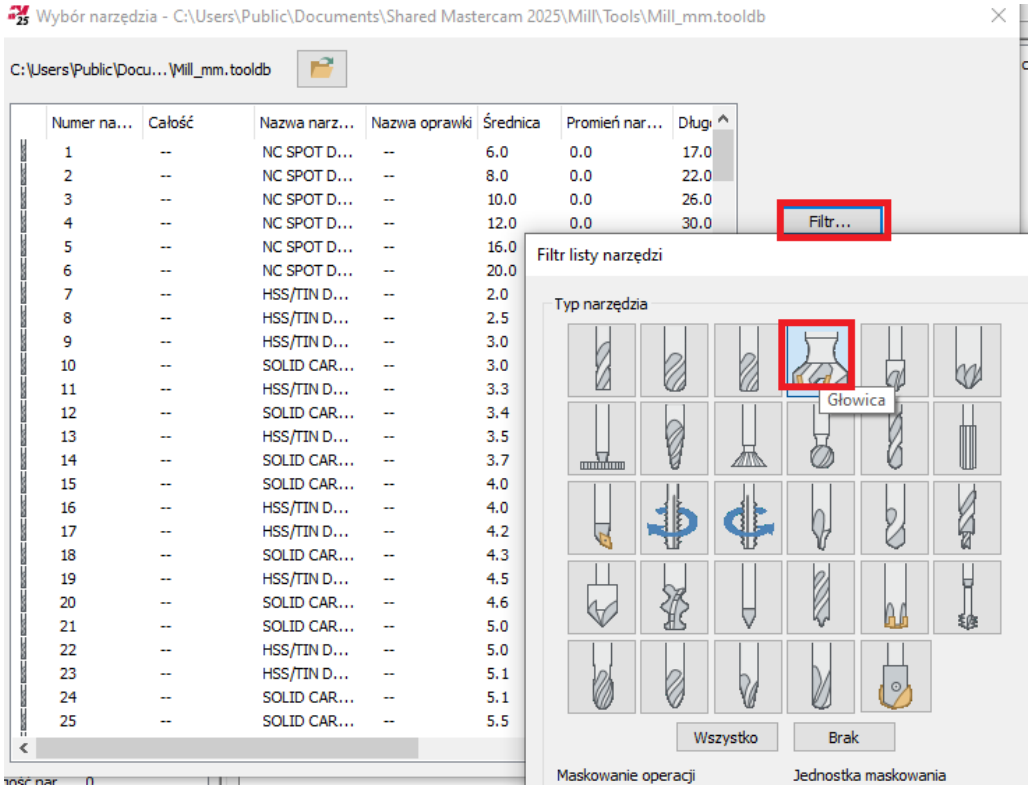
[Tekst alternatywny. Za pomocą czerwonych ramek na rysunku 34 przedstawiona jest procedura wyboru narzędzia]



Rys. 34. Dobór narzędzia.

Pojawi się okno, w którym będzie wykaz wszystkich narzędzi wprowadzonych do programu. Aby szybko znaleźć głowicę frezarską, można skorzystać z opcji filtr. Po jej użyciu należy zaznaczyć jedynie tylko te narzędzie, które jest potrzebne. Spowoduje to wyświetlenie tylko jednego rodzaju narzędzia (Rys. 35).

[Tekst alternatywny. Rysunek 35 przedstawia sposób wybierania narzędzia poprzez opcje filtr]



Rys. 35. Wyszukiwanie narzędzia w bibliotece.

Spośród wyświetlonych narzędzi należy wybrać te, które ma by wykorzystane w danym procesie po przez podwójne kliknięcie na nim (Rys. 36).

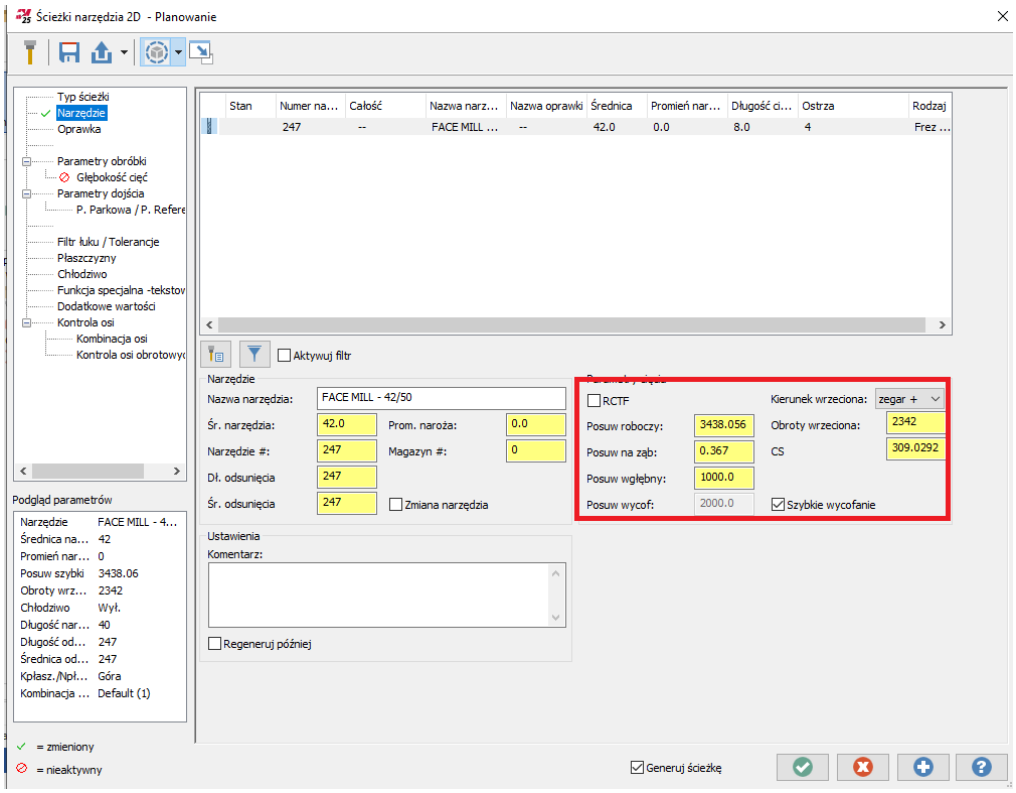
[Tekst alternatywny. Rysunek 36 przedstawia wybór narzędzia]

Numer na...	Całość	Nazwa narz...	Nazwa oprawki	Średnica	Promień nar...	Długość
247	--	FACE MILL ...	--	42.0	0.0	8.0
248	--	FACE MILL ...	--	50.0	0.0	8.0
249	--	FACE MILL ...	--	55.0	0.0	8.0
250	--	FACE MILL ...	--	63.0	0.0	8.0
251	--	FACE MILL ...	--	72.0	0.0	8.0
252	--	FACE MILL ...	--	80.0	0.0	8.0
253	--	FACE MILL ...	--	92.0	0.0	8.0
254	--	FACE MILL ...	--	100.0	0.0	8.0
255	--	FACE MILL ...	--	117.0	0.0	8.0
256	--	FACE MILL ...	--	125.0	0.0	8.0

Rys. 36. Wybór głowicy

Wybrane narzędzie pojawi się w oknie doboru narzędzi. Aby narzędzie prawidłowo wykonywało swoje funkcje, bardzo ważną rzeczą jest wpisanie parametrów pracy tego narzędzia (Rys. 37). Parametry te znajduje się w katalogach narzędziowych.

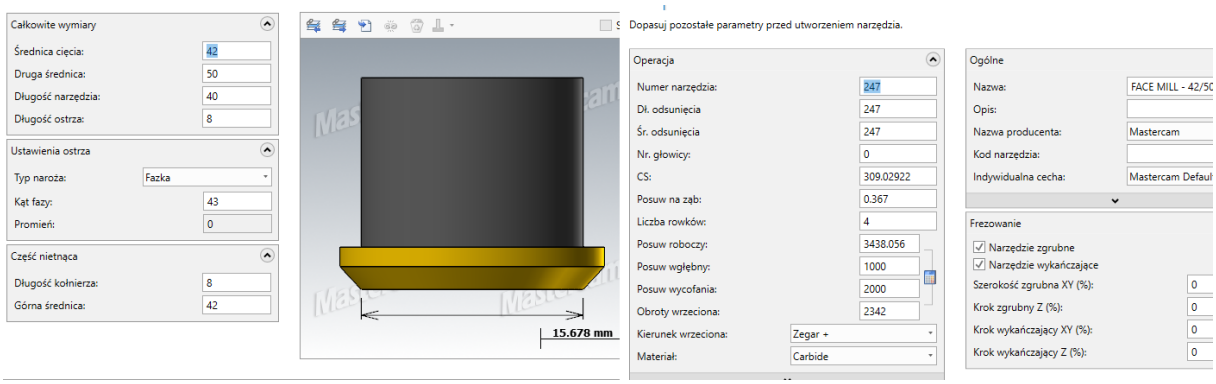
[Tekst alternatywny. Na rysunku 37 czerwoną ramką zaznaczono miejsce wprowadzania parametrów pracy narzędzia]



Rys. 37. Parametry pracy narzędzia.

Istniejące narzędzia można poddać edycji. Klikając na nie prawym przyciskiem myszki. Wybieramy opcję Edycji. Pojawią się okna, w których będzie możliwość zmiany danych narzędzia (Rys. 38). Podobna tabela pojawi się również gdy będziemy chcieli utworzyć nowe narzędzie.

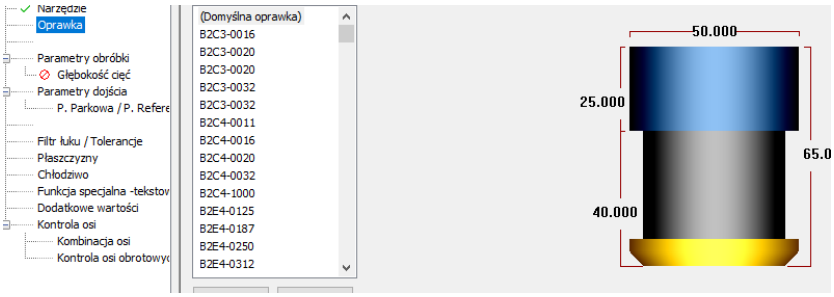
[Tekst alternatywny. Rysunek 38 przedstawia okna wprowadzania wymiarów i parametrów pracy narzędzia]



Rys. 38. Okno edycji narzędzia.

W zakładce Oprawki znajdują się informacje na temat oprawek narzędziowych. Istnieje możliwość skorzystania z lokalnej bazy, bądź importowania z innej bazy oprawek (Rys. 39).

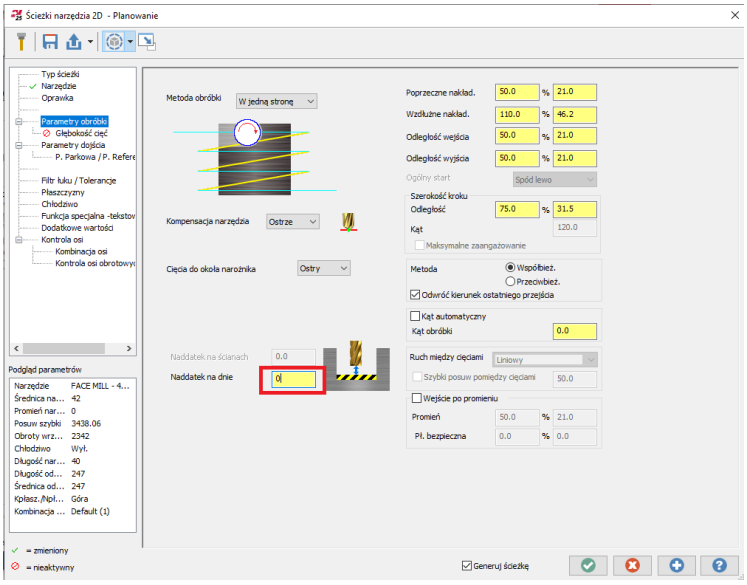
[Tekst alternatywny. Rysunek 39 przedstawia możliwości doboru kształtu i wymiaru oprawki narzędziowej]



Rys. 39. Oprawki narzędziowe.

W zakładce Parametry obróbki znajdują się dane związane z rodzajem drogi oraz wartościami przemieszczeń narzędzia. W metodzie obróbki jest możliwość wybrania jednej z dróg narzędzia: w jedną strone, Zig Zag, jedno przejście, dynamicznie. W sytuacji gdy chcemy uzyskać powierzchnię na „gotowo”, należy ustawić naddatek na 0 (Rys. 40).

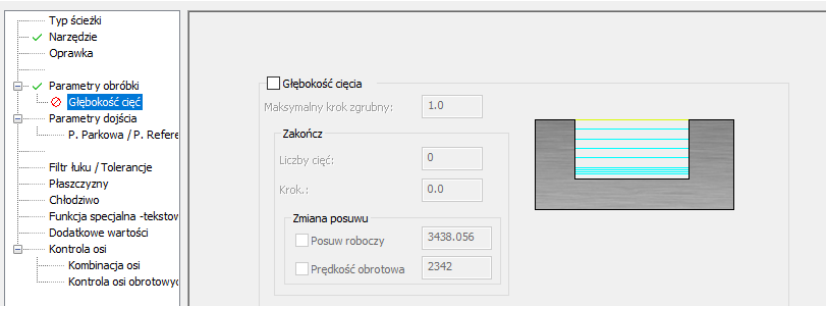
[Tekst alternatywny. Na rysunku 40 przedstawiono podgląd opcji wyboru drogi narzędzia i ustawienia naddatków]



Rys. 40. Parametry obróbki.

W Głębokość cięć ustawiamy jak grube warstwy materiału będą usuwanie przez narzędzie w jednym przejściu. Opcja ta jest powiązana z parametrem narzędzia: ap-głębokość skrawania, która jest opisana w katalogach narzędziowych (Rys. 41).

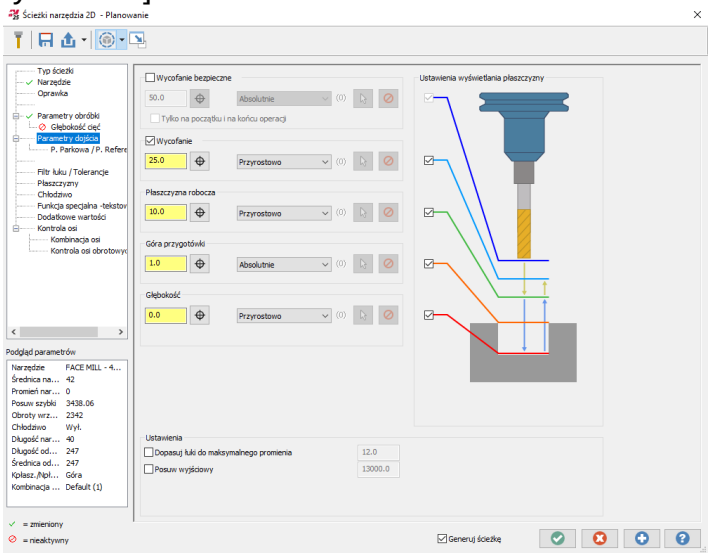
[Tekst alternatywny. Rysunek 41 przedstawia okno ustawienia parametrów głębokości cięć, poziome linie z prawej strony okna symbolizują warstwy]



Rys. 41. Głębokość cięć.

W Parametrach dojścia ustawia się na jakich wysokościach pracuje narzędzie względem zaznaczonego konturu i gabarytów zaprogramowanej przygotówki. W sytuacji poprawnie zdefiniowanych konturów bryły i gabarytów przedmiotu wyjściowego te wartości zostaną automatycznie wyliczone i wstawione przez program (Rys. 42). Wartości te można również zmieniać w celu lepszej optymalizacji pracy narzędzia poprzez wstawianie własnych wartości w dedykowane okna, bądź wskazując je bezpośrednio na modelu.

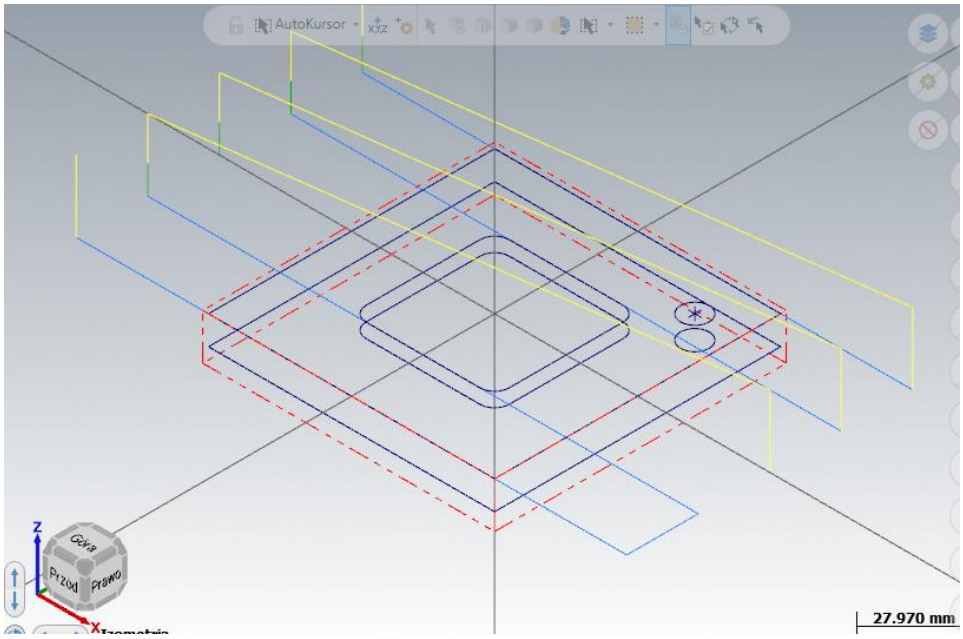
[Tekst alternatywny. Rysunek 42 przedstawia rysunek narzędzia, od którego odchodzą linie z wymiarami]



Rys. 42. Okno parametrów dojścia.

Po zatwierdzeniu okna pojawi się zaprogramowana droga narzędzia (Rys. 43). Kolorem żółtym zaznaczony jest ruch szybki narzędzia na pozycje startowe. Kolor zielony i niebieski przedstawia dojazd narzędzia na bezpieczną wysokość oraz ruch roboczy narzędzia.

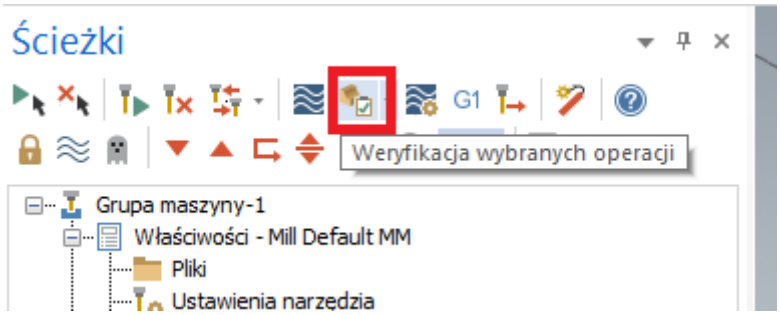
[Tekst alternatywny. Rysunek 43 przedstawia drogę zaprogramowanego narzędzia względem bryły szkieletowej. Są to równoległe linie na górnej powierzchni bryły]



Rys. 43. Droga narzędzia podczas planowania.

Celem sprawdzenia poprawności wprowadzonych danych trzeba skorzystać z opcji weryfikacji. Znajduje się ona z lewej stronie w oknie ścieżki (Rys. 44).

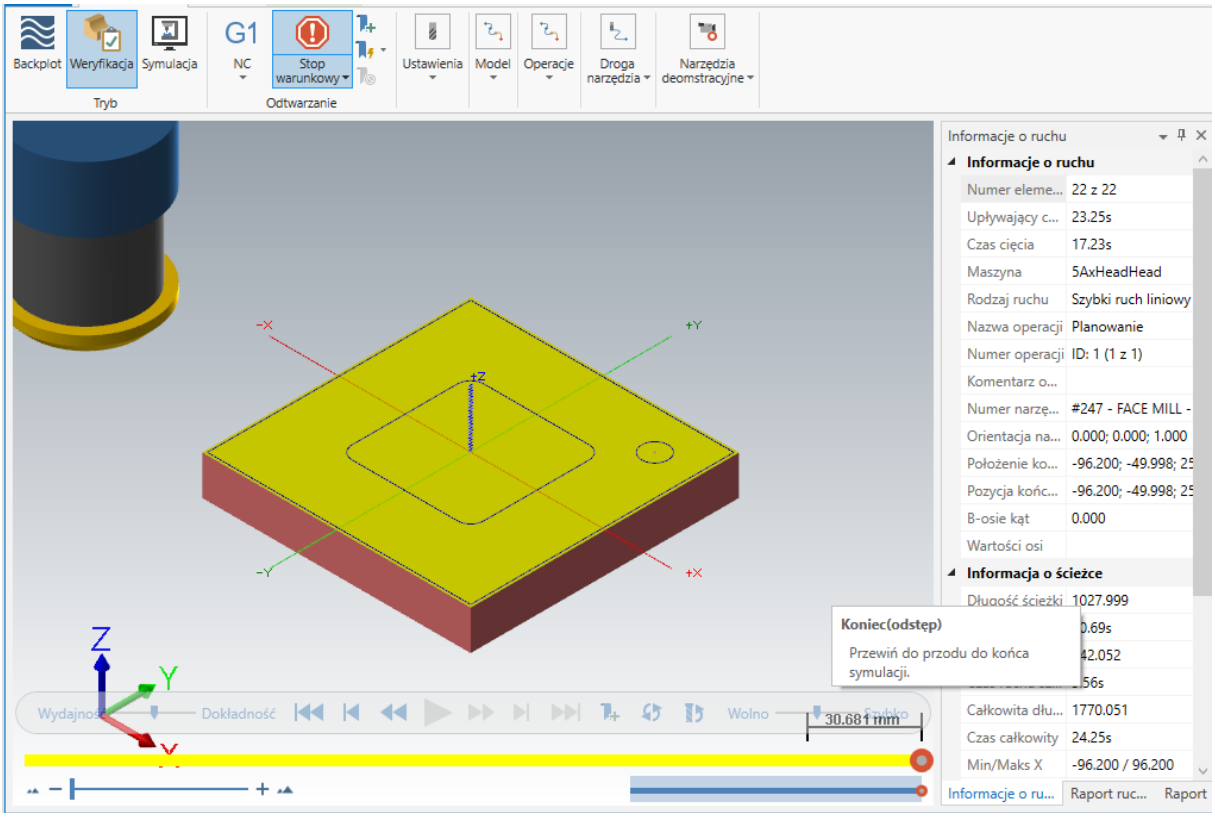
[Tekst alternatywny. Za pomocą czerwonej ramki na rysunku 44 zaznaczone jest położenie opcji weryfikacji drogi narzędzia]



Rys. 44. Weryfikacja wybranych operacji.

Po skorzystaniu z tej opcji pojawi się okno symulacji (Rys. 45). Za pomocą przycisku Play w dolej części okna uruchomimy symulację.

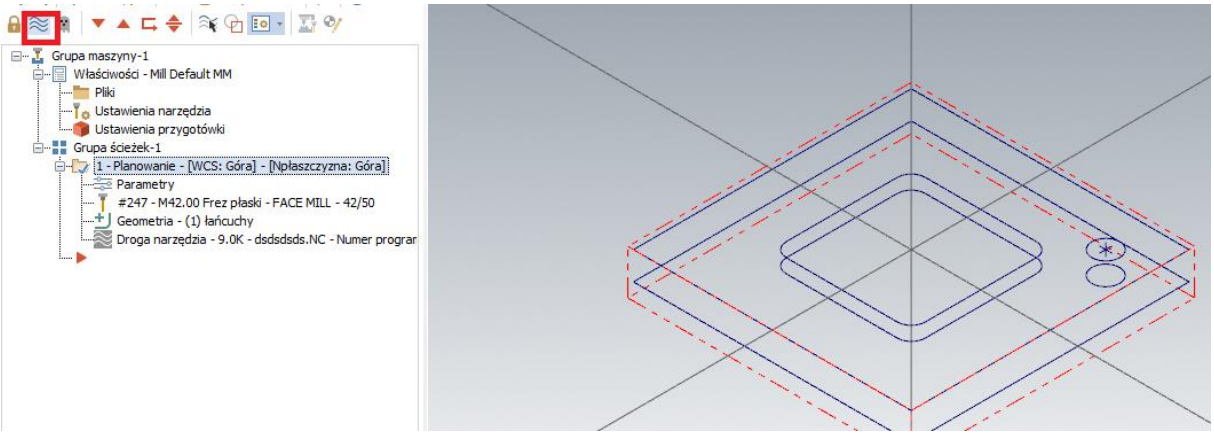
[Tekst alternatywny. Na rysunku 45 przedstawiono symulację z obrobioną powierzchnią górną]



Rys. 45. Symulacja planowania powierzchni.

W oknie symulacji jest również podgląd położenia narzędzia w trakcie symulacji, czasu pracy. Istnieje również możliwość ustawienia jakie elementy symulacji mają być wyświetlane a jakie wygaszone. Opcja Stop warunkowy służy do kontroli błędów obróbki. Każda następna zaprogramowana droga narzędzia będzie wyświetlana na modelu. Z czasem może to spowodować zamazanie obrazu wieloma drogami. Aby wyłączyć wyświetlanie dróg narzędzi stosuje się przycisk z falą (Rys. 46).

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia położenie przycisku za pomocą czerwonej ramki]

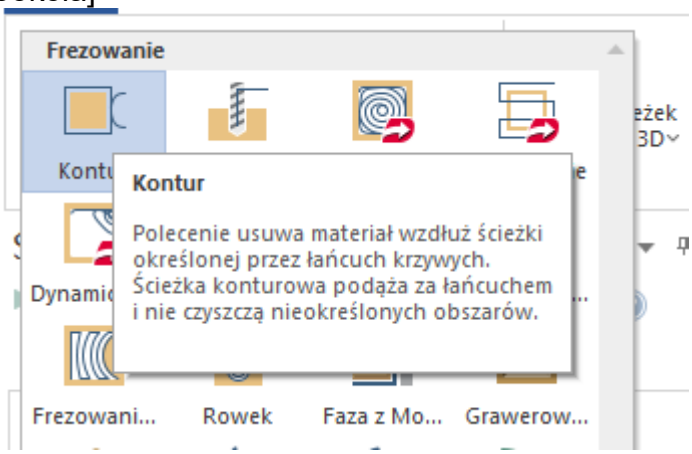


Rys. 46. Wyłączenie podglądu drogi narzędzia.

2.5. Kontur

Proces obróbki po Konturze będzie miał na celu zebranie naddatku z płaszczyzn bocznych. Narzędzie, frez walcowy, wykona przejście względem dolnego konturu bryły po zewnętrznej stronie. Proces znajduje się w zakładce Ścieżki-2D-Kontur (Rys. 47).

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono wygląd ikony Kontur; kwadrat z niebieską linią dookoła]

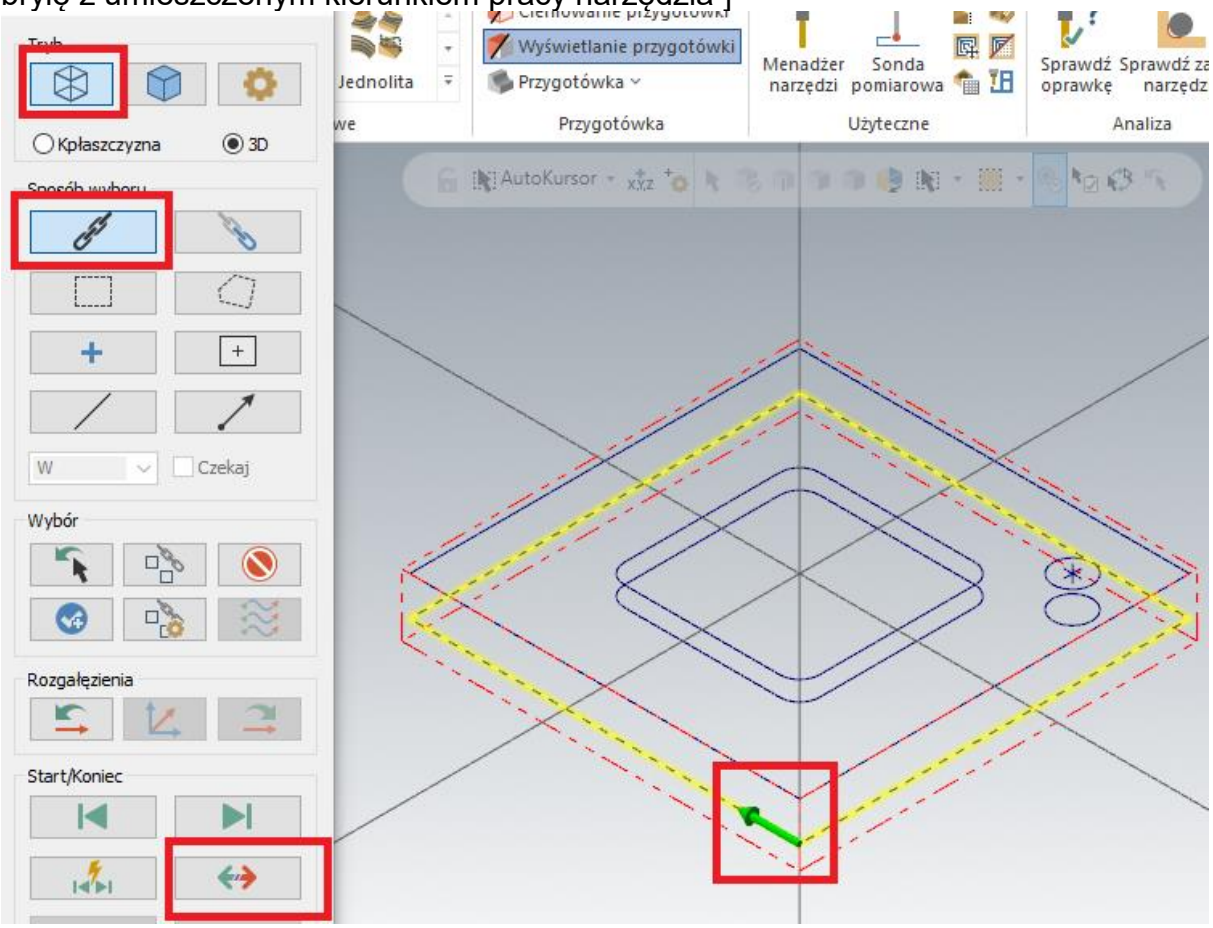


Rys. 47. Kontur

Proces szybkiego zaznaczania krawędzi względem której ma przemieścić się narzędzie jest analogiczne jak w procesie planowania powierzchni. Zaznaczamy Kontur, Łańcuch, a następnie klikamy na dolną krawędź bryły szkieletowej. Ważnym elementem w tym procesie jest odpowiednia interpretacja kierunku przemieszczania się narzędzia. Symbolizuje ją zielona strzałka umieszczona na krawędzi bryły. Jest to kierunek kompensacji narzędzia. Narzędzie względem zaznaczonej linii może

przemieszczać się na trzy sposoby: z lewej strony linii, prawej strony linii, swoim środkiem po linii (Rys. 48).

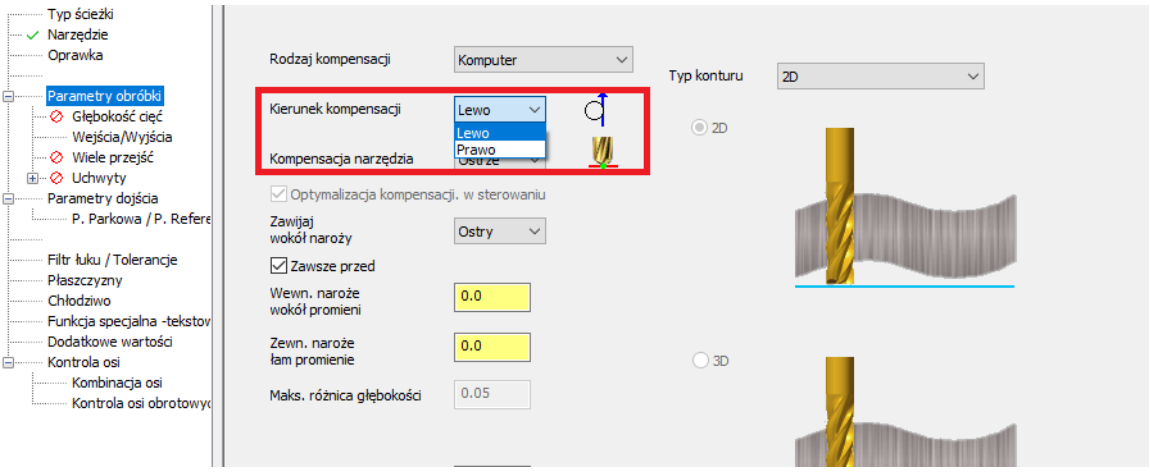
[Tekst alternatywny. Na rysunku zaznaczono opcje wyboru zaznaczenia konturu oraz bryłę z umieszczonym kierunkiem pracy narzędzia]



Rys. 48. Zaznaczenie konturu.

Po zatwierdzeniuu opcji wyboru konturu pojawi się okno z ustawieniami drogi narzędzia. Okno wybory jest podobne do procesu planowania. W pierwszej zakładce będą wyświetlone informacje na temat wybranego typu drogi narzędzia. W zakładce Narzędzie, dobieramy narzędzie z biblioteki tak samo jak w poprzednim zabiegu. Wybieramy Frez Walcowacy- End Mill. Po wyborze narzędzia należy odpowiednio uzupełmnić tabelkę z parametrami narzędzia według wytycznych katalogowych.
W parametrach obróbki należy zwrócić uwagę czy kierunek kompensacji jest odpowiednio ustawiony względem zielonej strzałki na modelu (Rys. 49)

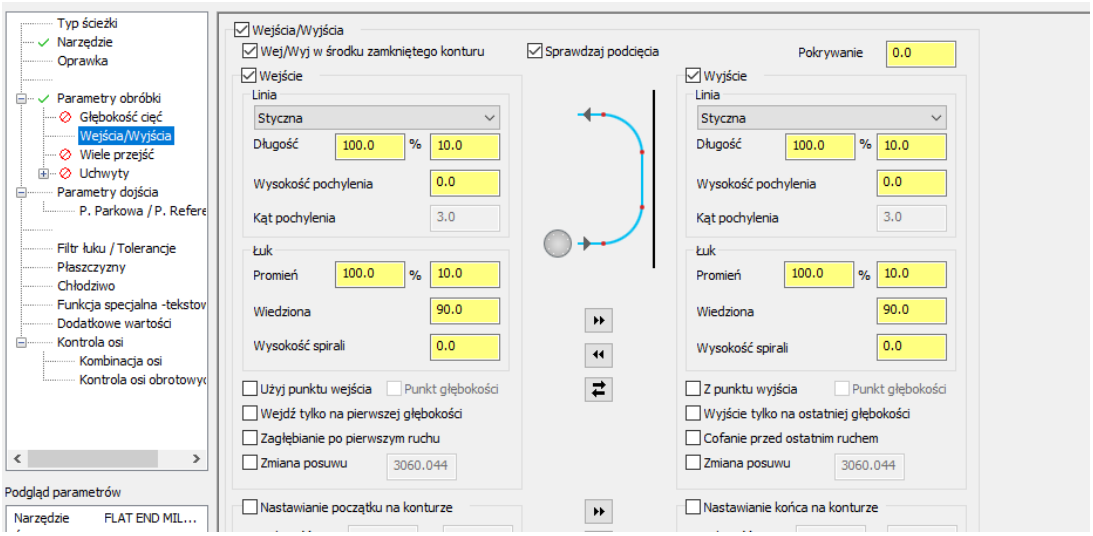
[Tekst alternatywny. W czerwonej ramce zaznaczono opcje wyboru kompensacji drogi narzędzia]



Rys. 49. Parametry obróbki.

Głębokości cieć należy ustawić odpowiednio w odniesieniu do parametru ap narzędzia, tak jak to zostało opisane w procesie planowania. Nowym elementem, który można ustawić jest opcja Wejścia/Wyjścia. Każde narzędzie wykonujące przemieszczenie po konturze może na różne sposoby przemieścić się do pozycji rozpoczęcia procesu skrawania. Są to linie proste i łuki. W celu lepszej optymalizacji procesu obróbki skrawającej, dopuszczalne jest modyfikowanie długości tych odcinków celem skrócenia czasu pracy narzędzia i ustawienia bezpiecznych dojazdów (Rys. 50).

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiony jest dojazd i odjazd narzędzia w postali linii prostych i łuków. Obok linii znajdują się okna do wprowadzania ich długości]

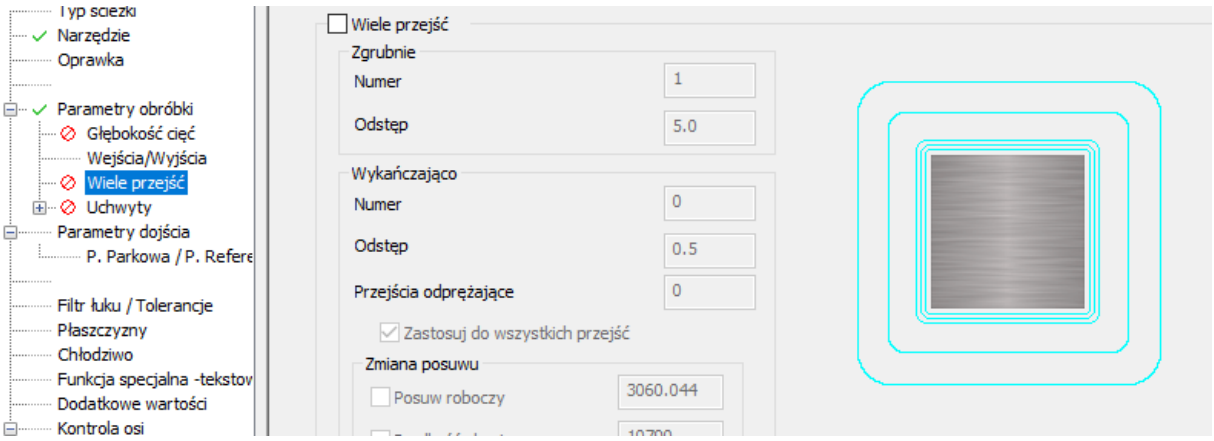


Rys. 50. Opcja wejścia i wyjścia narzędzia.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki" nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

W następnej zakładce ustawia się opcję Wielu przejść, która jest powiązana z parametrem ae narzędzia. Jest to odległość, na jaką narzędzie skrawające wnika w materiał podczas jednego przejścia, mierząc w kierunku prostopadłym do osi obrotu narzędzia, tzw. zachodzenie torów narzędzia (Rys. 51).

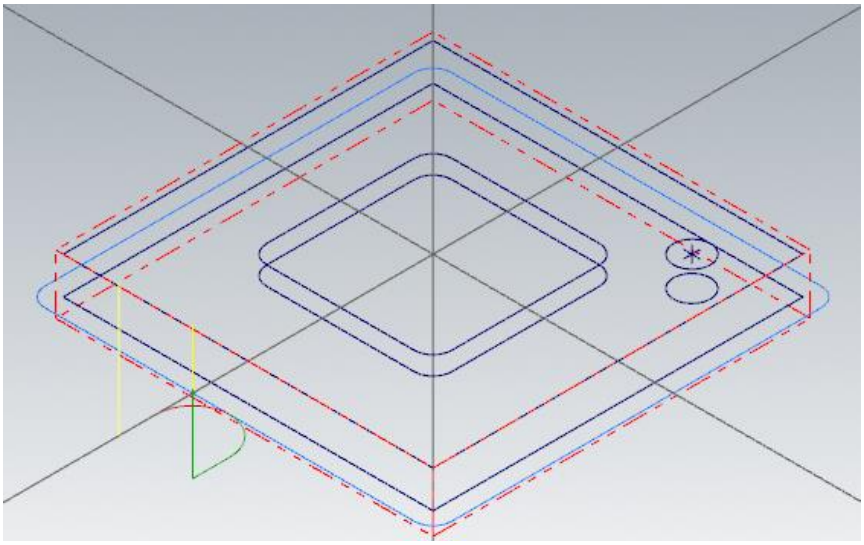
[Tekst alternatywny. Okno ustawień wielu przejść. Dodatkowe przejścia przedstawione są jako linie dookoła kwadratu z prawej strony ekranu. W środkowej części wprowadza się ilość przejść i ich odstęp]



Rys. 51. Ustawienie wielu przejść.

Parametry dojścia działają na takiej samej zasadzie jak w poprzednim procesie. Po zatwierdzeniu okna pojawi się droga narzędzia (Rys. 52).

[Tekst alternatywny. Niebieska linia dookoła bryły przedstawia drogę roboczą narzędzia. Linie żółte i zielone są to podjazdy narzędzia na pozycję startową]

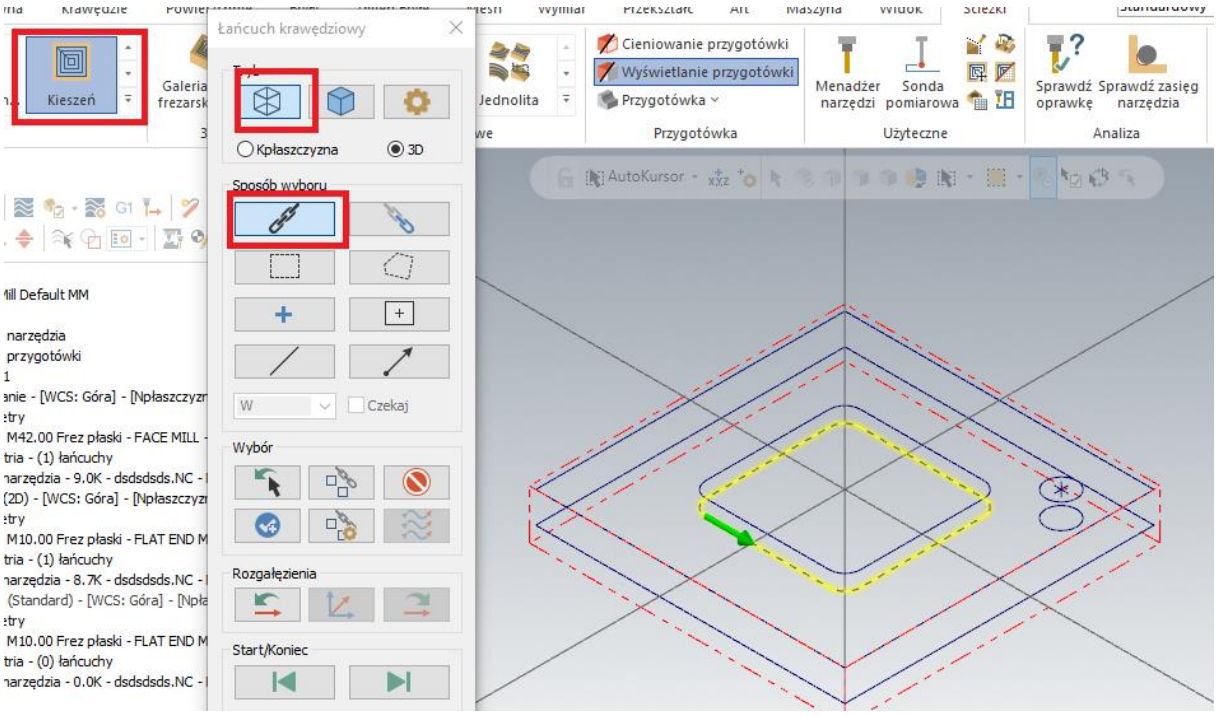

Rys. 52. Droga narzędzia po konturze.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

2.6. Kieszeń

Kieszeń jest to zabieg wybrania materiału ze środka zadanego zarysu, który może być regularnego lub nieregularnego kształtu. W zakładce Ścieżki wybieramy opcje 2D, a następnie Kieszeń. Naszym celem jest zaznaczenie dna kieszeni z opcjami Kontur oraz Łańcuch (Rys. 53). W tym przypadku program rozpoznaje, że to jest kieszeń i będzie zawsze programował drogę narzędzia w środku zaznaczonego zarysu.

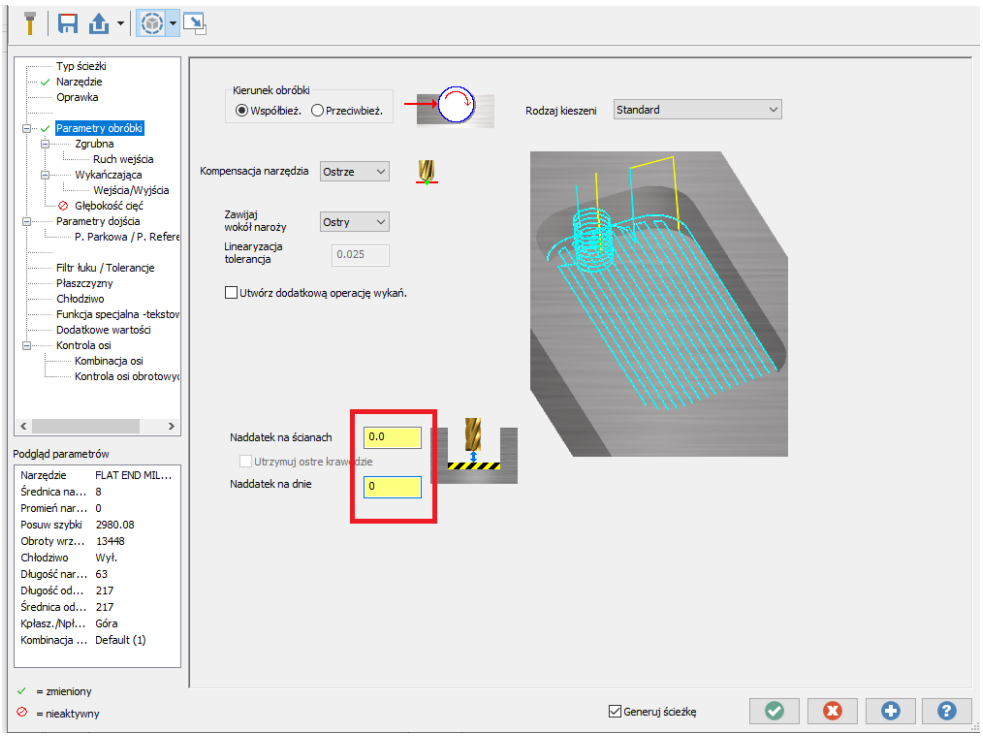
[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono położenie opcji Kieszeń oraz funkcji zaznaczania konturu kieszeni za pomocą czerwonych ramek]



Rys. 53. Zaznaczenie kieszeni.

Po zatwierdzeniu okna wyboru, pojawi się okno zarządzania ustawieniami kieszeni. Narzędzie ustawiamy analogicznie jak w poprzednich procesach. Do tych celów wykorzystamy frez walcowy End Mill. Jeżeli w poprzednich zabiegach był wykorzystywany już frez, można wybrać go ponownie, klikając w bibliotece narzędzi na nim. Żeby uzyskać kieszeń o dużej dokładności zalecane jest wybranie narzędzia o promieniu mniejszym niż najmniejszy wewnętrzny promień zarysu. W parametrach obróbki należy ustawić odpowiednio naddatki. Jeżeli kieszeń ba być wykonana na „gotowo”, należy wprowadzić naddatki 0 (Rys. 54).

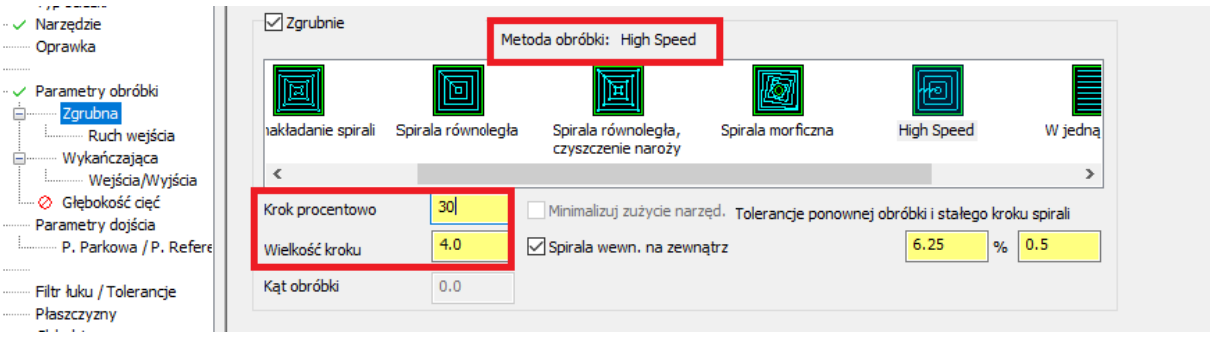
[Tekst alternatywny. Za pomocą czerwonej ramki zaznaczono miejsce wprowadzania naddatków. Z prawej strony znajduje się grafika przedstawiająca drogę narzędzia w kieszeni]



Rys. 54. Okno parametrów obróbki.

W zakładce Zgrubna ustawiamy parametry związane z obróbką zgrubną. Możemy ustawić metodę obróbki, czyli jaka droga wewnątrz kieszeni będzie przemieszczać się narzędzie. Dodatkowo ustawiamy Krok procentowy, zachodzenie torów narzędzia związane z parametrem ae (Rys. 55).

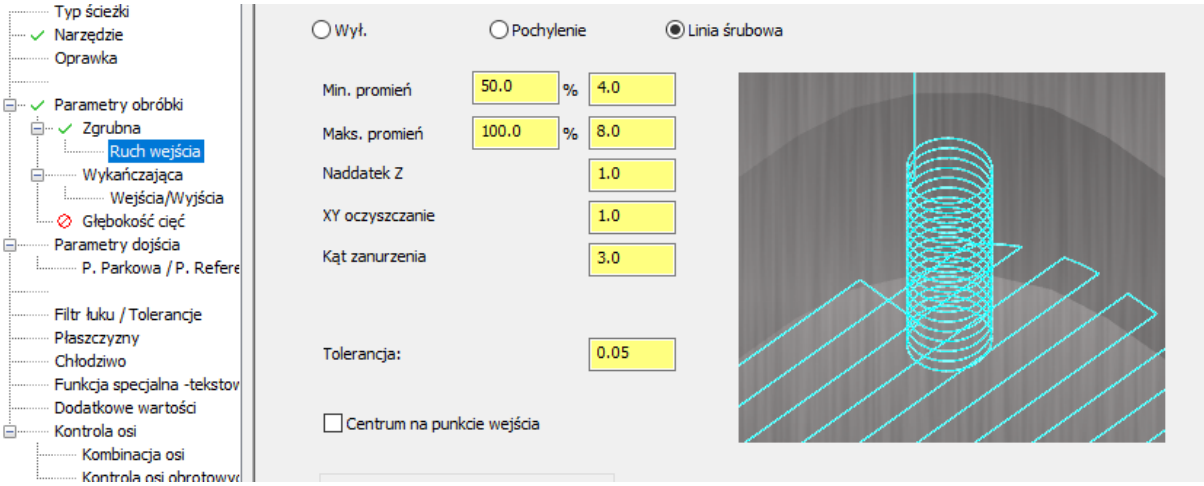
[Tekst alternatywny. W górnej czerwonej ramce zaznaczono miejsce wyboru drogi narzędzia. Dolna ramka zaznacza miejsce wprowadzania odstępu między kolejnymi przejściami narzędzia]



Rys. 55. Obróbka zgrubna.

W zakładce Ruch wejścia (Rys. 56) ustawiamy po jakiej drodze narzędzie będzie wcinać się w głąb materiału. Są trzy możliwości: pionowo, po skosie, linią śrubową. Dodatkowo do każdej drogi narzędzia jest możliwość edycji parametrów drogi.

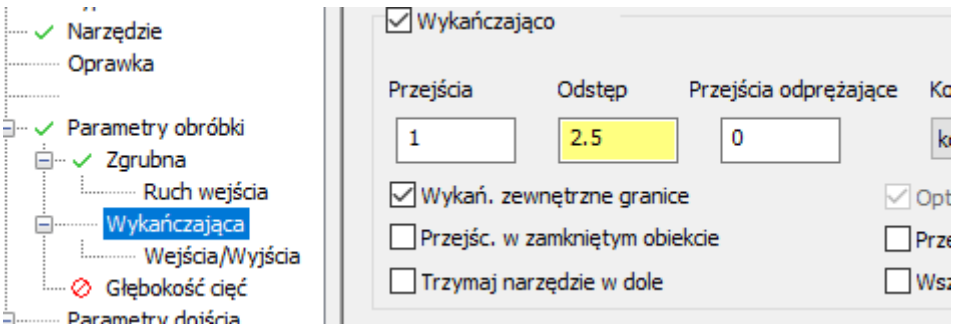
[Tekst alternatywny. Na zdjęciu przedstawiono ruch narzędzia w dół po spirali. W środkowej części widnieją wymiary spirali]



Rys. 56. Ruch wejścia.

W zakładce Wykańczająca ustawia się ostatnie przejście narzędzia w obróbce wykańczającej (Rys. 57).

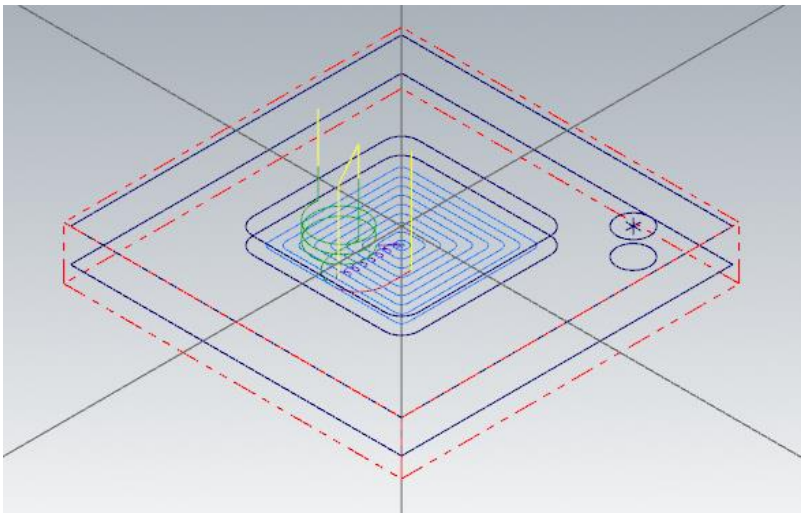
[Tekst alternatywny. W oknie wprowadza się ilość przejść oraz ich odstęp]



Rys. 57. Obróbka wykańczająca.

Program Mastercam w wielu procesach obróbki wykorzystuje takie same funkcje ustawcze. Dlatego ustawienia: Wejścia/Wyjścia, Głębokość cięć, Parametry dojścia ustawia się tak samo jak w poprzednich zabiegach. Po zatwierdzeniu głównego okna pojawi się droga narzędzia wewnątrz kieszeni (Rys. 58).

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia zarys bryły. W kieszeni pojawiły się symetrycznie ustawione linie symbolizujące drogę narzędzia]

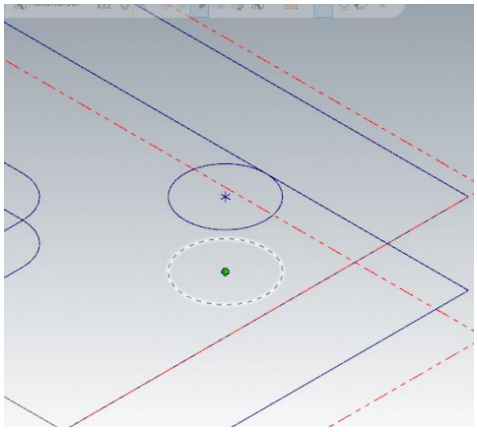


Rys. 58. Droga narzędzia wewnątrz kieszeni.

2.7. Wiercenie

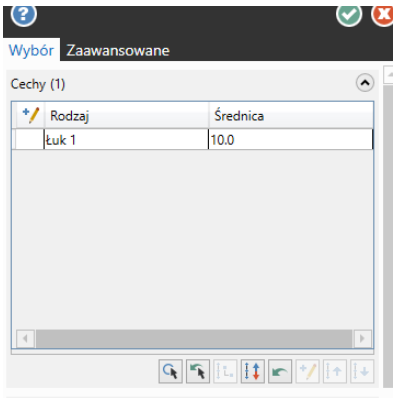
Celem wykonania otworu wybieramy opcję Wiercenie znajdującą się w zakładce Ścieżki-2D. Okno wyboru miejsca wykonania otworu różni się od poprzednich zabiegów. Naszym celem jest wskazanie gdzie znajduje się środek dna wykonywanego otworu. Ustawiamy kursor myszki na środku otworu aż pojawi się zielony plus, wtedy raz klikamy myszką (Rys. 59). Gdy dobrze zostanie zaznaczony punkt, w lewym oknie pojawi się informacja o rozpoznanym okręgu (Rys. 60).

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia miejsce zaznaczenie dna wykonywanego otworu. Na środku dna pojawił zielony znak plus]



Rys. 59. Zaznaczanie miejsca wykonania otworu.

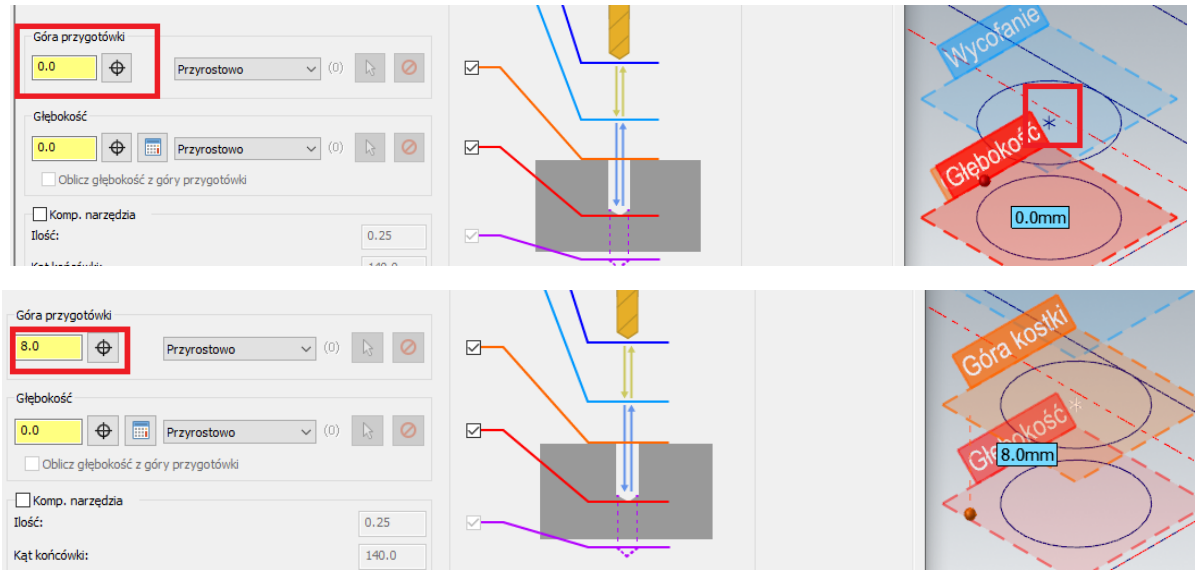
[Tekst alternatywny. Okno wyboru otworu. W tabelce widnieje rozpoznany otwór: Łuk 1 o średnicy 10mm]



Rys. 60. Rozpoznanie otworu.

Po zatwierdzeniu pojawi się okno z opcjami ustawienia parametrów procesu wiercenia. Tak jak w poprzednich przypadkach należy wybrać odpowiednie narzędzie. Do tych celów posłuży wiertło o średnicy 10mm. Uzupełnić również trzeba prędkości skrawania. W procesie wiercenia trzeba zwrócić szczególną uwagę na zakładkę Parametry dojścia. Przy pierwszym wykorzystaniu procesu wiercenia istnieje możliwość, że program źle rozpozna miejsce rozpoczęcia procesu wiercenia i położenia przygotówki. Góra przygotówki (Góra kostki) będzie równa 0. W takiej sytuacji trzeba ręcznie wprowadzić długość otworu, albo skorzystać z funkcji zaznaczania. Jest co celownik. Klikamy na niego a następnie na miejsce rozpoczęcia wiercenia (Rys. 61).

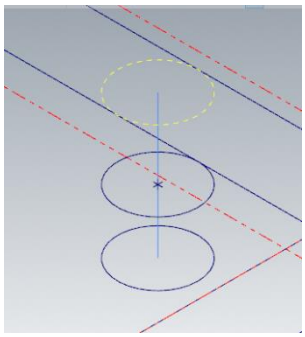
[Tekst alternatywny. W górnej czerwonej ramce zaznaczone je aktualne położenie góry przygotówki, które jest równe 0. W dolnej czerwonej ramce wprowadzone jest położenie początku otworu]ł



Rys. 61. Ustawienie położenie początku wykonywania procesu wiercenia.

Po zatwierdzeniu głównego okna na modelu pojawi się droga wiertła (Rys. 62).

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia drogę wiertła. Żółty okrąg stanowi miejsce ustawienie narzędzia przed procesem. Pionowa linia przez w osi otworu to droga wiertła]

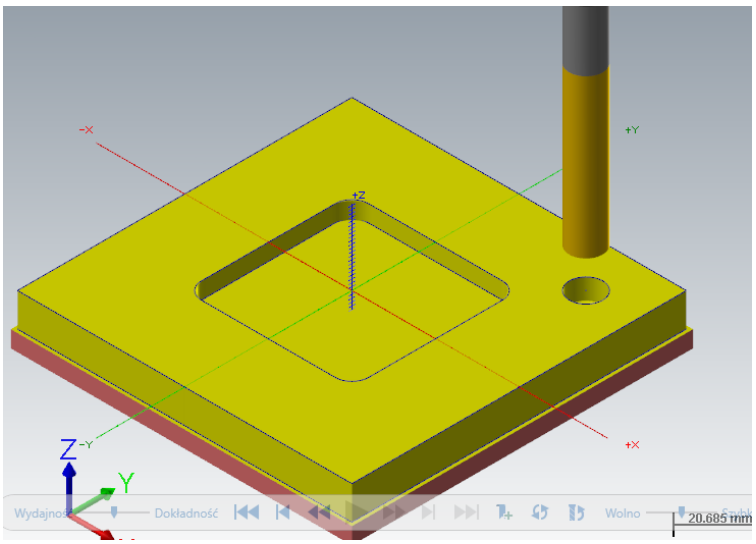


Rys. 62. Droga wiertła.

2.8. Symulacja procesu frezowania

Do sprawdzenia poprawności zaprogramowanej drogi narzędzia stosujemy Weryfikację wybranym operacji (Rys. 44), a następnie przyciskiem Play uruchamiamy symulację (Rys. 63).

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono rezultat symulacji procesu frezowania. Żółte powierzchnie przedstawiają obszary po procesie skrawania.
Z prawej strony znajduje się symulacja narzędzia. Ciemny nieobrobiony kontur u dołu bryły jest miejscem złapania przez imadło]



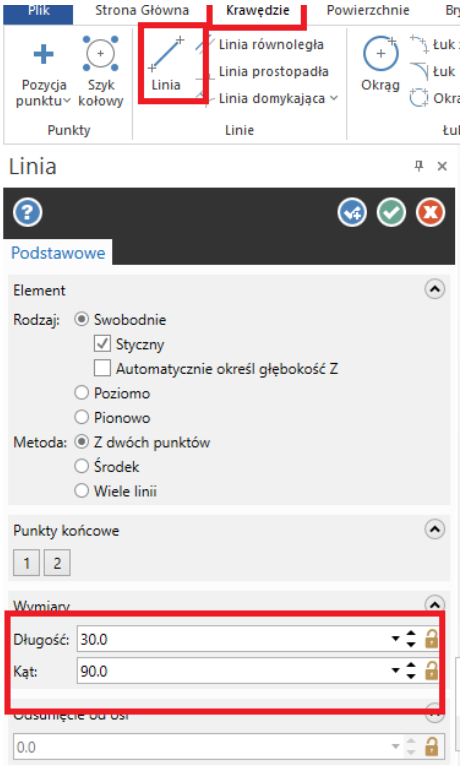
Rys. 63. Symulacja procesu frezowania.

3. Toczenie

3.1. Tworzenie konturu

Prawidłowo ustawiony zarys elementu dla procesu toczenia powinien znajdować się w płaszczyźnie XY (widok/układ Góra- ALT+1) w drugiej ćwiartce układu współrzędnych na płaszczyźnie XY, a środek pierwszego okręgu powinien być w początku układu współrzędnych. Na tokarce wykonuje się bryły obrotowe, więc wystarczy, że zostanie stworzony jeden zarys przedmiotu. Do tego celu służy opcja Krawędź-Linia (Rys. 64).

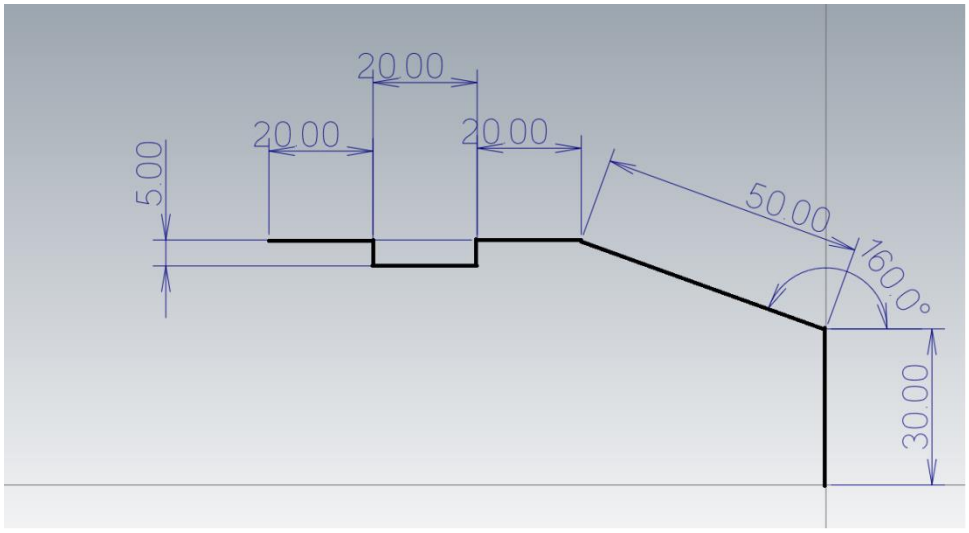
[Tekst alternatywny. W czerwonych ramkach zaznaczono położenie opcji rysowania linii oraz miejsce wprowadzania długości linii]



Rys. 64. Opcja rysowania linii.

Opcja rysowania linii jest bardzo intuicyjna. Należy przyczepić pierwszy odcinek w początku układu współrzędnych a następnie wprowadzić dane z rysunku 65 w opcjach długości i kąta. Pierwszy odcinek: zaznaczamy początek układu, wprowadzamy długość 30, kąt 180, naciskamy enter, zaczepiamy nową linię w końcu poprzedniej i wprowadzamy długość 50, kąt 160. Po narysowaniu całego zarysu klikamy zielony przycisk OK w oknie Linia.

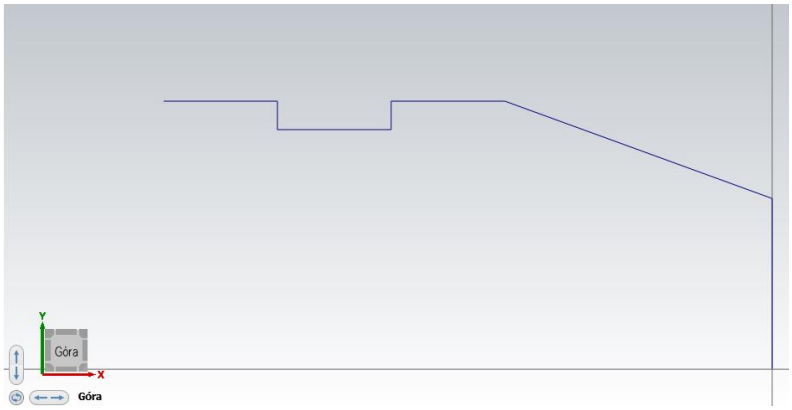
[Tekst alternatywny. Za pomocą czarnych linii narysowany jest kontur. Od niego odchodzą linie z wymiarami]



Rys. 65. Wymiary konturu.

W rezultacie uzyskamy zarys elementu, który będziemy chcieli otrzymać w procesie toczenia (Rys. 66).

[Tekst alternatywny. Zarys narysowanego konturu]

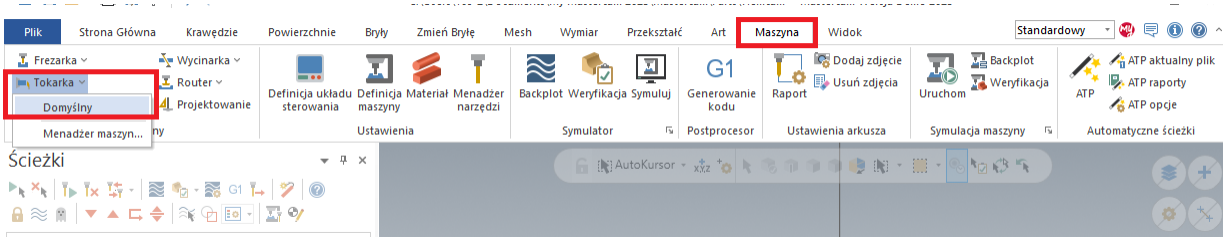


Rys. 66. Zarys elementu toczonego.

3.2. Deklaracja maszyny

Stworzony przedmiot będzie obrabiany na tokarce. Z górnego paska wybieramy Maszyna, a następnie Tokarka-Domyślny (Rys. 67).

[Tekst alternatywnie. Za pomocą czerwonych ramek zaznaczono położenie opcji wyboru maszyny: Maszyna-Tokarka-Domyślny]

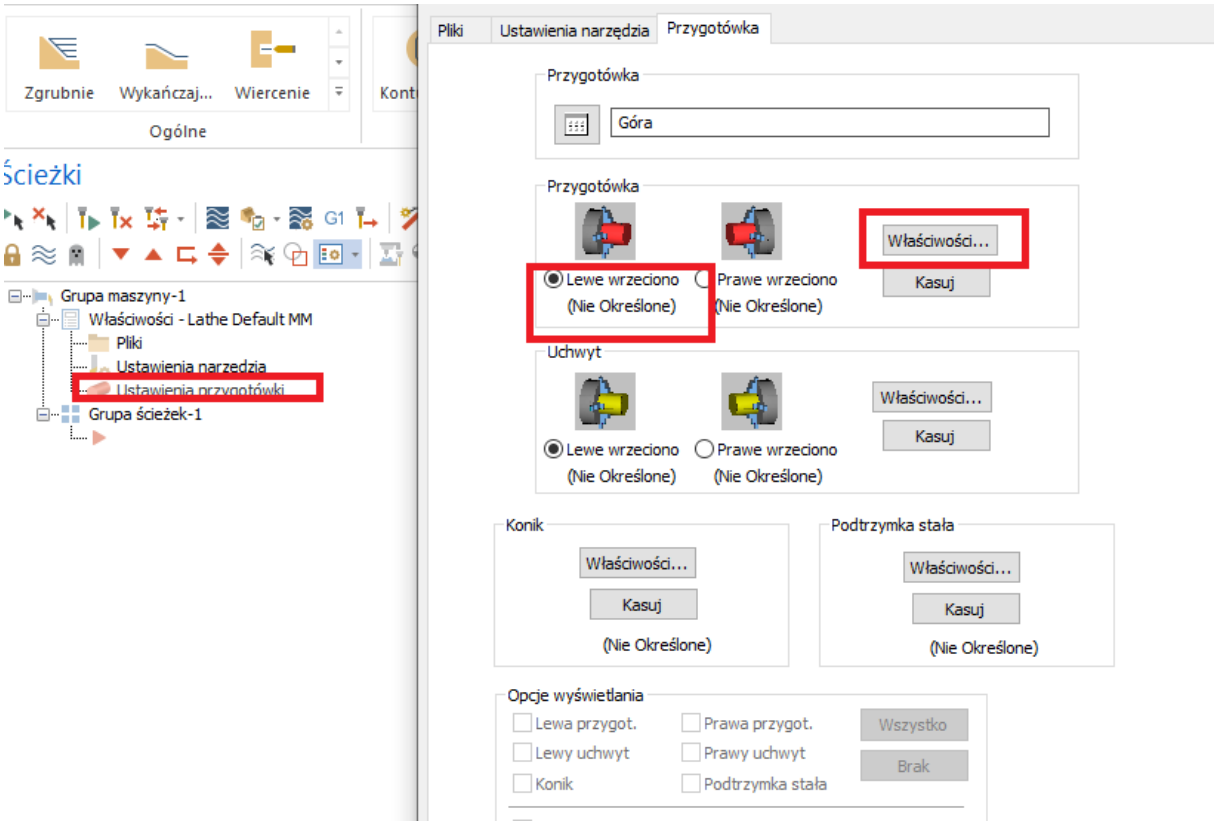


Rys. 67. Ustawnie tokarki.

3.3. Przygotówka

W oknie Ścieżki rozwijamy właściwości, następnie Ustawienia przygotówki. W oknie, które się pojawi należy się upewnić że zaznaczone jest Lewe wrzeciono a następnie klikamy na Właściwości (Rys. 68).

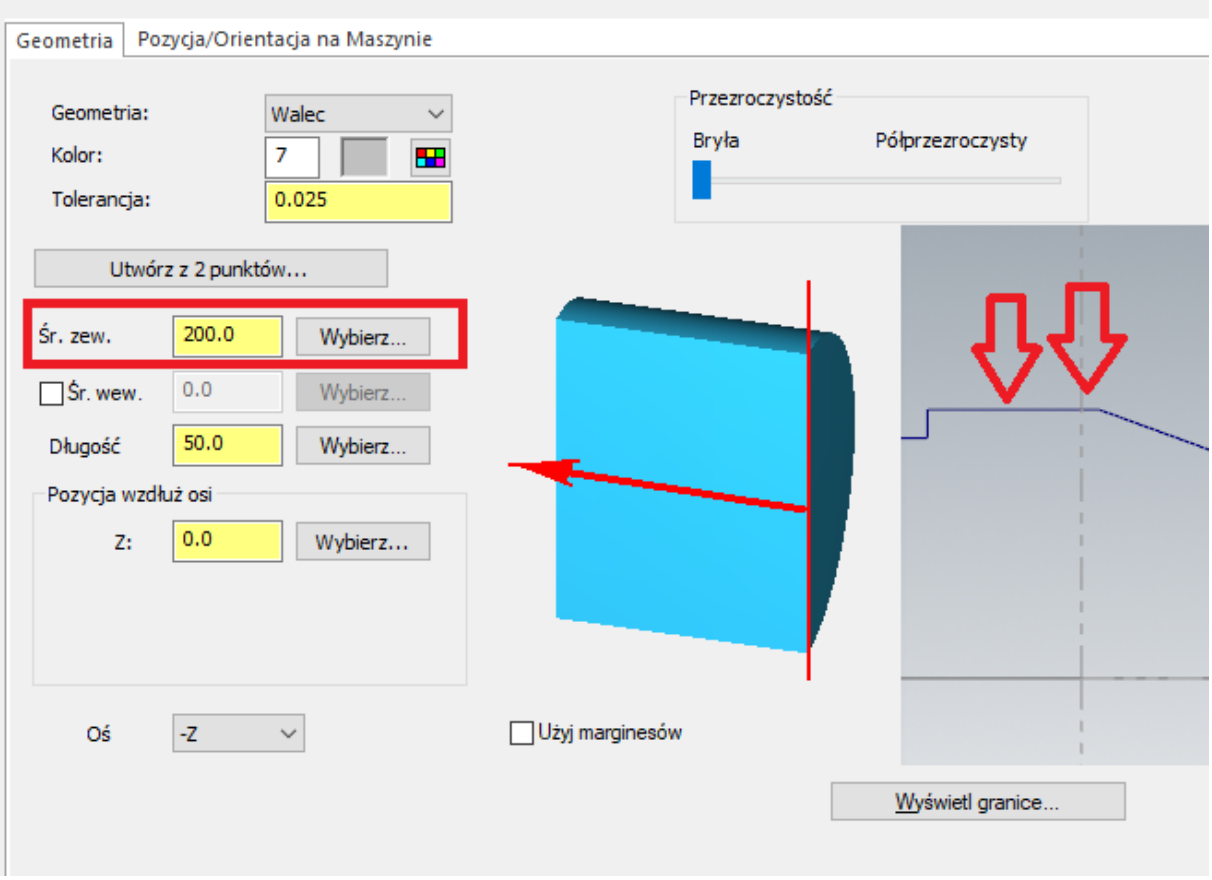
[Tekst alternatywny. Z lewej strony zaznaczona jest pozycja Ustawień przygotówki w oknie Ścieżki. Z prawej strony zaznaczone są opcje wyboru położenia wrzeciona i opcja Właściwości przygotówki]



Rys. 68. Ustawienie przygotówki.

Jeżeli znamy średnicę toczonego przedmiotu, możemy tą wartość wprowadzić w odpowiednie okienko lub korzystamy z przycisku Wybierz, a następnie wskazujemy najwyższy punkt charakterystyczny zarysu. Może to być początek, koniec lub środek linii (Rys. 69).

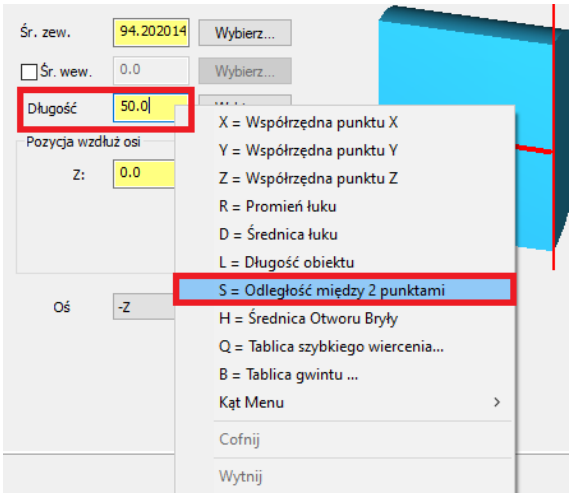
[Tekst alternatywny. W ramce z lewej strony zaznaczone jest miejsce wprowadzania średnicy przygotówki. Z prawej strony czerwonymi strzałki miejsca charakterystyczne zarysu]



Rys. 69. Wybór średnicy elementu toczonego.

Długość elementu możemy wstawić w podobny sposób. Wprowadzamy wartość długości lub opcja Wybierz. Istnieje jeszcze jedna metoda wprowadzania wartości. Na okienku, w którym znajduje się wymiar klikamy prawym przyciskiem myszki. Spowoduje to wyświetlenie wszystkich możliwych sposobów wprowadzenia danego wymiaru. Każdy użytkownik programu może dzięki temu dopasować metodę do własnych możliwości. Przykładowo: długość elementu można wprowadzić na podstawie odległości pomiędzy dwoma punktami (Rys. 70). Po wyborze tej opcji należy kliknąć myszką na skrajny lewy a następnie skrajny prawy punkt na utworzonym zarysie. Długość przygotówki zostanie automatycznie wprowadzona.

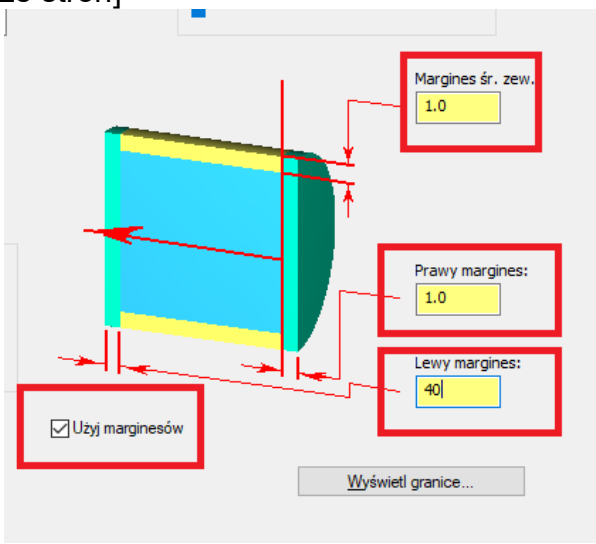
[Tekst alternatywny. Metoda alternatywna wprowadzania danych za pomocą prawego przycisku myszki w polu wartości]



Rys. 70. Wprowadzenie długości przygotówki.

Tak utworzona przygotówka będzie miała kształt walca z wymiarami równymi co do długości i maksymalnej średnicy przedmiotu toczonego. Aby proces obróbki ubytkowej przebiegał poprawnie należy ustawić naddatki na poszczególnych płaszczyznach. Stosuję się do tego opcja Użyj marginesów, która jest w dolnej części okna (Rys. 71). Marginesy są to naddatki. Dla prawidłowego ustawienie trzy rodzaje naddatków:
- margines prawy: 1mm do procesu planowania czoła
- margines śr. zewnętrznej: 1mm do obróbki zgrubnej i wykańczającej na średnicy
- margines lewy: 40mm, za tą cześć będzie trzymana przygotówka w uchwycie

[Tekst alternatywny. W czerwonych ramkach zaznaczono miejsca wprowadzania naddatków na każdą ze stron]



Rys. 71. Ustawienie naddatków.

Po zatwierdzeniu wszystkich okienek pojawi się zarys wykonany wcześniej otoczony szarą przerywaną linią symbolizującą przygotówkę (Rys. 72).

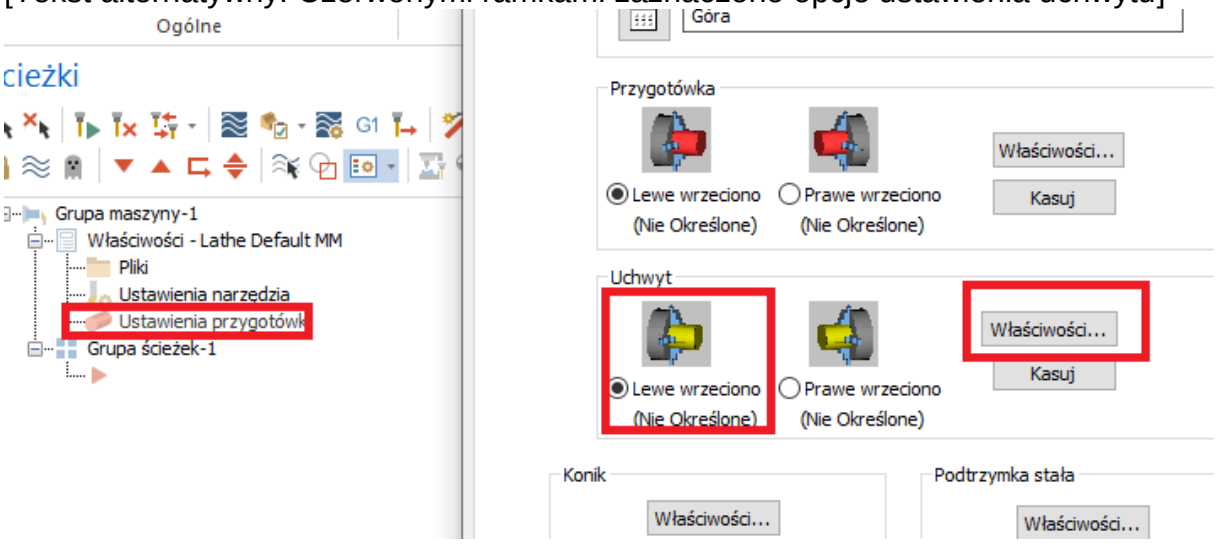
[Tekst alternatywny. Przerywaną linią zaznaczony jest zarys przygotówki. Wewnątrz linią ciągłą znajduje się zarys elementu toczonego]

Rys. 72. Zarys przygotówki.

3.4. Ustawienie uchwytu

Każdy przedmiot toczony musi być zamocowany w uchwycie. Ustawiamy go poprzez Właściwości przygotówki, następnie zaznaczamy opcję Uchwyt Lewe wrzeciono i przycisk Właściwości (Rys. 73).

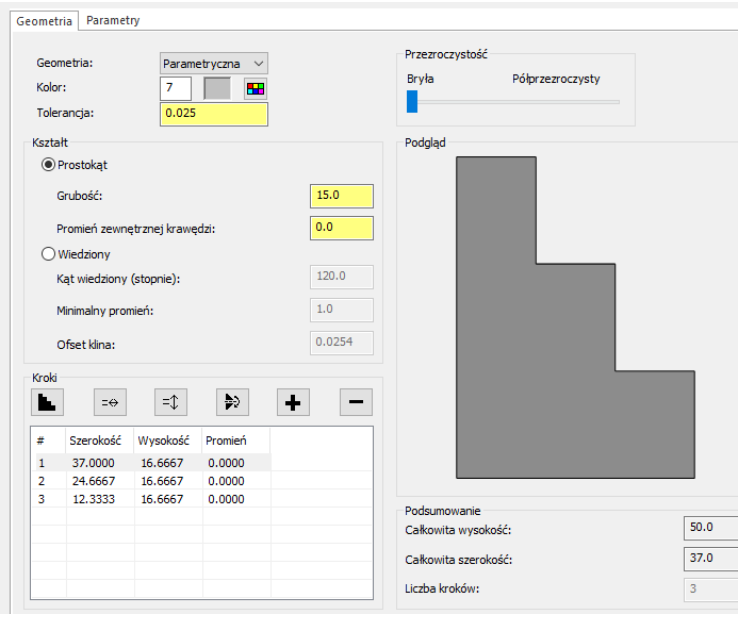
[Tekst alternatywny. Czerwonymi ramkami zaznaczono opcje ustawienia uchwytu]



Rys. 73. Ustawienie uchwytu.

W pierwszej zakładce Geometria (Rys. 74), znajdują się informacje o wymiarach i kształcie szczęk w uchwycie tokarskim.

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono wymiary i kształt uchwytu szczękowego]



Rys. 74. Wymiary szczęk.

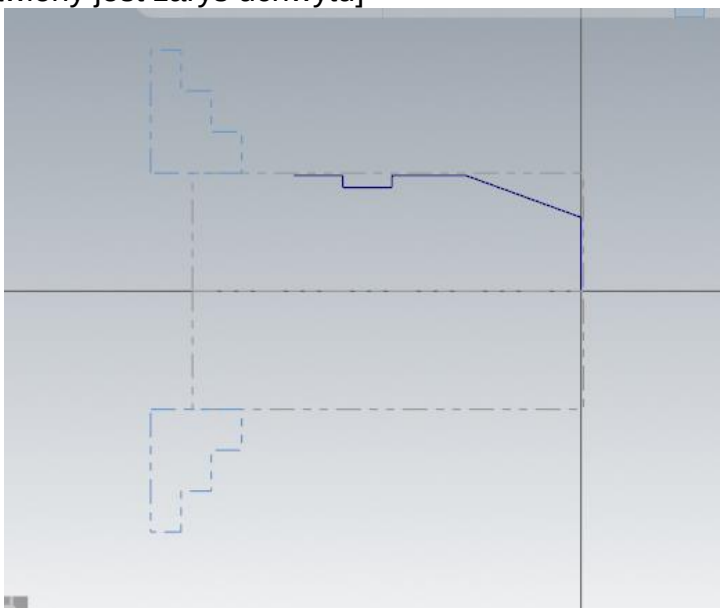
Celem ustawienia położenia szczęk względem przygotówki, przełączamy na drugą zakładkę Parametry. W oknie pozycja zaznaczamy Z przygotówki i w dostępnym oknie wprowadzamy wartość 20 (Rys. 75). Będzie to oznaczać, że czoło uchwytu będzie przesunięte w prawo o 20mm względem lewego czoła przygotówki. Istnieje też możliwość innego sposobu wprowadzenia położenia. Za pomocą Pozycji definiowanej: podajemy średnicę przygotówki i położenie czoła uchwytu względem początku układu współrzędnych.

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia miejsce wprowadzenia danych położenia uchwytu szczękowego]

Rys. 75. Pozycja uchwytu.

Po zatwierdzeniu wszystkich okien, ukaże się zarys z przygotówką na której z lewej strony będzie widoczny zarys szczęk (Rys. 76).

[Tekst alternatywny. Na szarym zarysie przygotówki z lewej strony niebieskim kolorem przedstawiony jest zarys uchwytu]

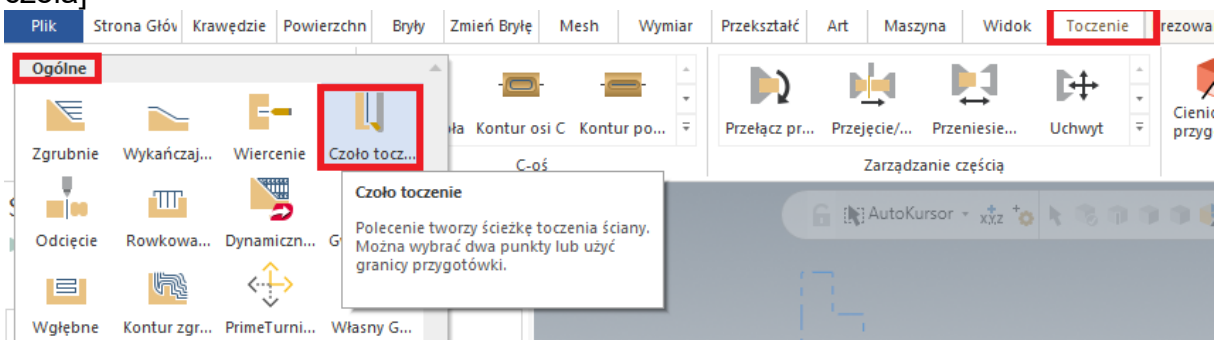


Rys. 76. Zarys uchwytu.

3.5. Planowanie

Planowanie na tokarkach jest to toczenie powierzchni czołowych. Celem tego zabiegu jest wyrównanie powierzchni czołowej oraz ustawienie czoła przedmiotu w początku układu współrzędnych. Skrawanie prawego marginesu. Opcja toczenia czoła znajduje się w górnej zakładce Toczenie- Ogólne- Czoło toczenie (Rys. 77.).

[Tekst alternatywny. Czerwonymi ramkami zaznaczono położenie opcji planowania czoła]

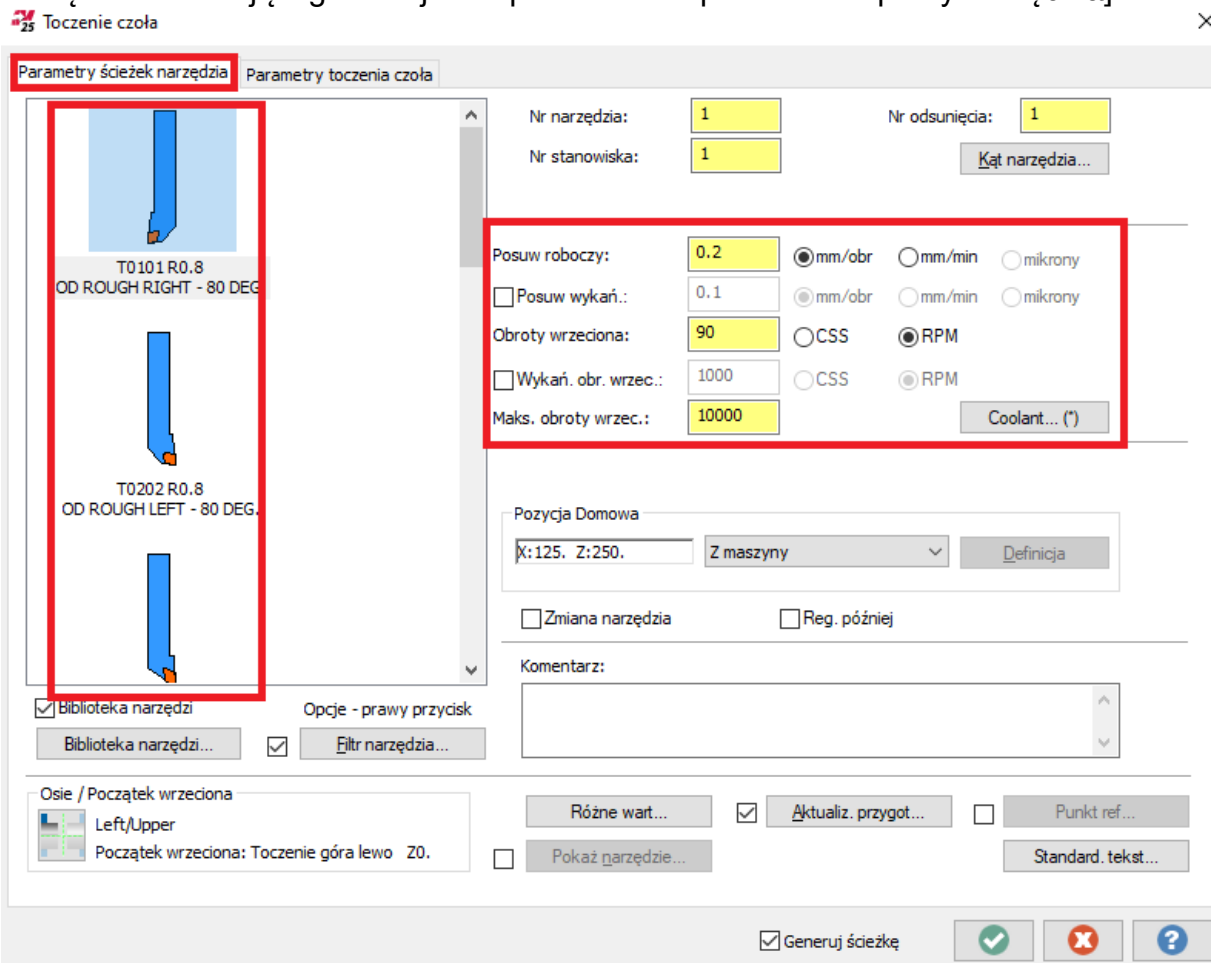


Rys. 77. Ustawienie zabiegu planowania czoła.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

Pojawi się okno konfiguracji planowania czoła (Rys. 78). W pierwszej zakładce ustawią się parametry ścieżek narzędzia. Z biblioteki należy dobrać narzędzie odpowiednie dla danego zabiegu. W sytuacji gdy nie ma wymaganego narzędzia, należy kliknąć prawym przyciskiem myszki na białe pole z grafikami narzędzi i wybrać opcję Utworzenia nowego narzędzia. W trakcie dobierania lub tworzenia narzędzia trzeba wybrać jego odpowiedni typ. Przedmiot obrabiany jest trzymany przez uchwyt z lewej strony, dlatego narzędzie musi przemieszczać się od prawej strony do lewej strony. Należy deklarować narzędzia Prawe. Z prawej strony należy wpisać parametry pracy dla danego narzędzia.

[Tekst alternatywny. Za pomocą czerwonych ramek zaznaczono miejsce wyboru narzędzia skrawającego i miejsce wprowadzania parametrów pracy narzędzia]



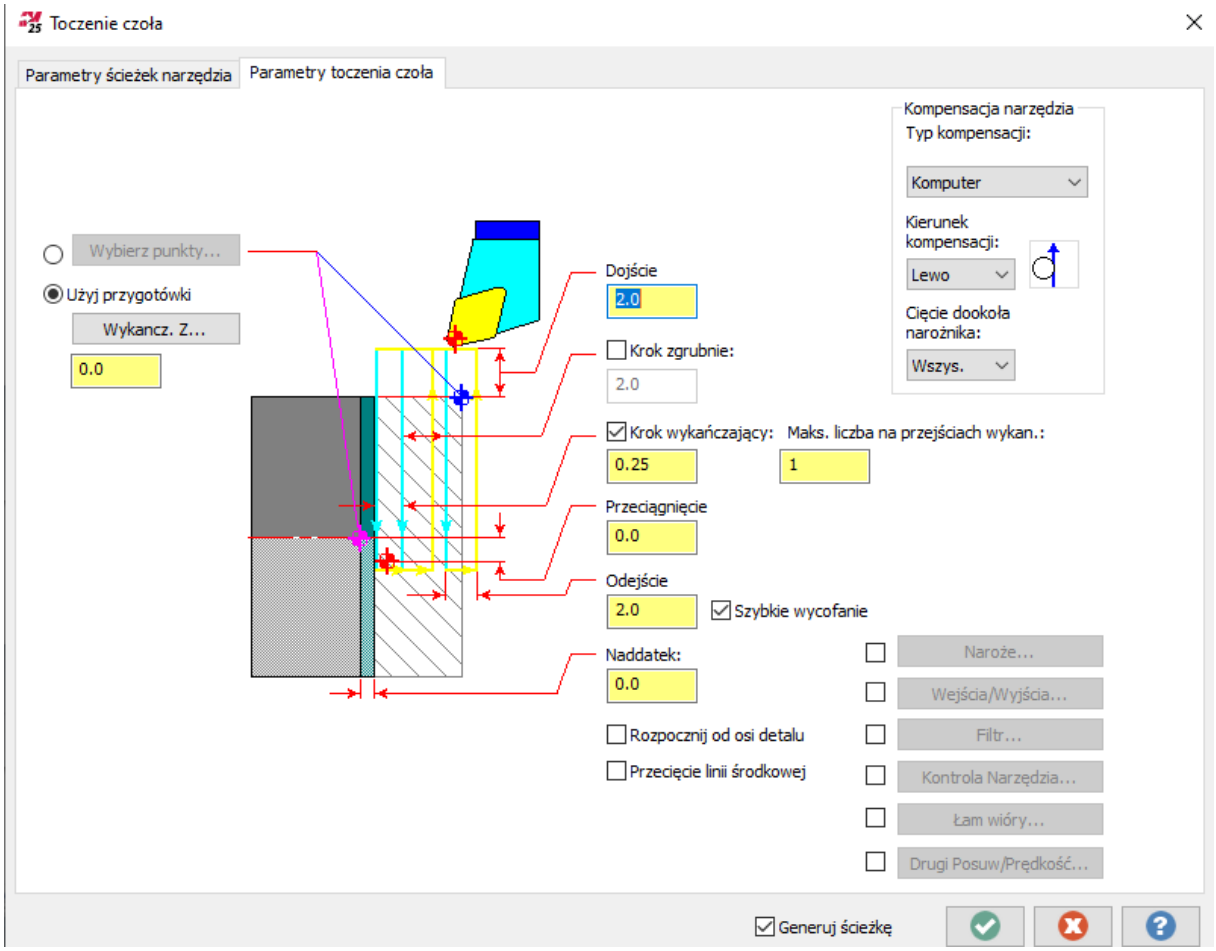
Rys. 78. Okno toczenia czoła.

W drugiej zakładce znajdują się parametry toczenia czoła (Rys. 79). Najważniejszymi elementami okna są:
- Użyj przygotówki, Wykończ Z...- za pomocą tej funkcji ustawiamy do jakiego położenia względem osi Z przemieszcza się narzędzie i zbiera materiał. Jeżeli czoło narysowanego zarysu znajduje się w osi Z na położeniu 0 nie należy nic zmieniać. Wszystko na prawo od czoła względem początku układu będzie skrawane.
- Dojście – bezpieczny dojazd narzędzia przed przygotówkę.

- Krok zgrubne – jeżeli materiału jest więcej niż narzędzie jest wstanie skrawać w jednym przejściu (parametr ap) dodajemy grubości dodatkowych przejść.
- Krok wykańczający/Maksymalna ilość na przejściach – ustawiamy grubości i ilości przejść wykańczających.

Przeciągnięcie – Płytki skrawające posiadają zaokrąglenia. W trakcie planowania powierzchni czołowej narzędzie dojeżdża do osi przedmiotu i tam pozostawia zadzior odpowiadający kształtowi zaokrąglenia płytki. Aby go zmniejszyć ustawia się wartość o jaką narzędzie ma przejechać poniżej osi przedmiotu.
Odejście – wielkość odjazdu narzędzia od czoła przedmiotu.
Naddatek – ile materiału ma pozostać na czole.
Po weryfikacji wszystkich parametrów, zatwierdzamy okno.

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono nóż tokarski od którego odchodzą linie. Na końcu każdej linii znajduje się okienko z informacją jaką wartość można wprowadzić i za co dany parametr odpowiada]



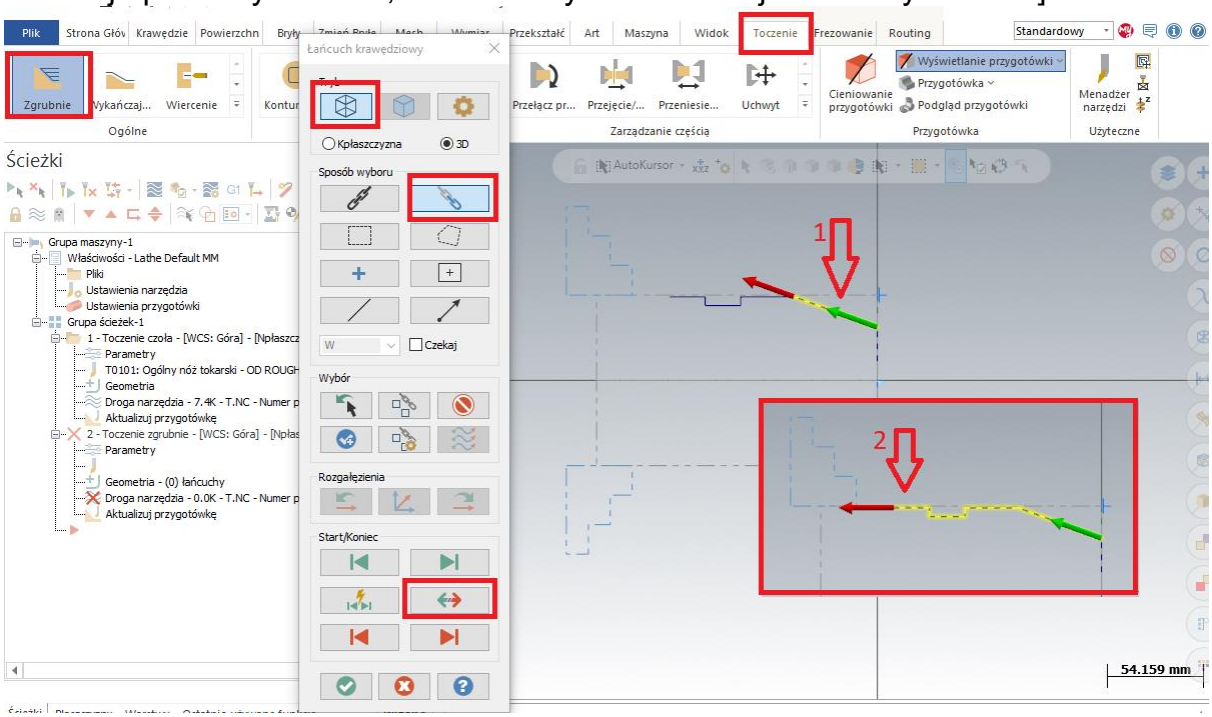
Rys. 79. Zakładka parametrów toczenia czoła.

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

3.6. Obróbka zgrubna

Obróbka zgrubna ma na celu w szybki sposób zebranie jak największej warstwy materiału i pozostawić naddatek na obróbkę wykańczającą. Narzędzie w takim zabiegu powinno przemieszczać się od prawej do lewej strony i po każdym przejściu ustawiać się na pozycji początkowej na mniejszej średnicy. Zabieg będzie powtarzany do momentu uzyskania zadanej średnicy. Obróbka zgrubna znajduje się w Toczenie- Ogólne- Obróbka zgrubna. Należy wybrać tryb krawędź, sposób wyboru- częściowy. Narzędzie powinno przemieszczać się od prawej strony do lewej, dlatego powinna zostać wybrana jako pierwsza krawędź po prawej stronie. Po kliknięciu, na niej pojawią się strzałki, zielona i czerwona. Symbolizują miejsce wejście i wyjścia narzędzia oraz kierunek przemieszczania się narzędzia. Aby proces skrawania przebiegł prawidłowo muszą być one ustawione w lewą stronę. Gdy są w przeciwną nie należy ponownie klikać na krawędź. Każde kolejne kliknięcie będzie generować nową drogę narzędzia. Wielokrotne nałożenie się dróg narzędzia spowoduje jego błędne przemieszczanie. Do zmiany kierunku przemieszczania się narzędzia służy zielono czerwona strzałka znajdująca się w oknie Start/Koniec. Kolejnym krokiem jest kliknięcie na lewą krawędź zarysu. Gdy zarys jest prawidłowy wykonany, wszystkie jego linie są ze sobą połączone, wszystkie krawędzie pomiędzy zaznaczonymi krawędziami zostaną podświetlone na żółto. Względem tego zaznaczone odcinka będzie przemieszczać się narzędzie (Rys. 80).

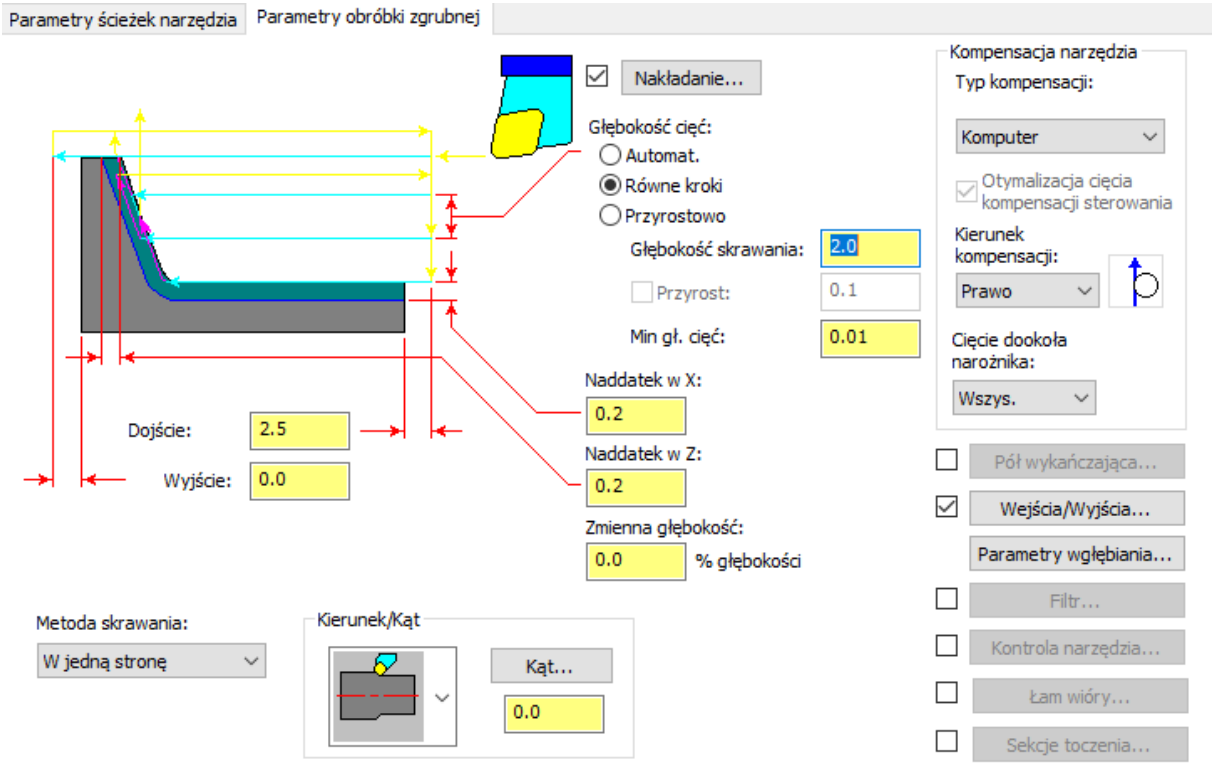
[Tekst alternatywny. Czerwonymi ramkami zaznaczono przycisk opcji obróbki zgrubnej, warunki zaznaczania i miejsce zaznaczania odcinka. Strzałka z cyfrą 1 wskazuje pierwszy odcinek, strzałka z cyfra 2 wskazuje końcowy odcinek]



Rys. 80. Wybór obróbki zgrubnej i krawędzi obróbki.

Po zatwierdzeniu okna zielonym przyciskiem OK, pojawi się opcja ustawień Parametrów ścieżek narzędzia. Tak jak przy procesie planowania należy tam wybrać narzędzie i ustawić jego parametry pracy. Z lewej strony dobieramy narzędzie prawe do obróbki zgrubnej. Z prawej strony uzupełniamy parametry z jakim będzie pracować wybrane narzędzie. W drugiej zakładce znajdują się parametry obróbki zgrubnej (Rys. 81). W tej zakładce warto zwrócić uwagę na następujące parametry:
-Głębokość skrawania- jest to informacją jak grubą warstwę materiału będzie skrawać narzędzie w jednym przejściu.
-Naddatek w X/Naddatek w Z- informacja jak gruba warstwa materiału ma pozostać na obróbkę wykańczającą.
-Wejścia/Wyjścia (Rys. 82)- Ustawnie wielkości dojazdu i odjazdu względem zadanego konturu.
-Parametry wgłębiania (Rys. 83)- Jeżeli kształt i geometria wybranego narzędzia na to pozwala, istnieje możliwość ustawienia aby narzędzia wykonywało również rowki i podtoczenia na różnych płaszczyznach. Domyślnie ta funkcja jest wyłączona, narzędzie omija wykonywanie tych kształtów. Wtedy rowki, podtoczenia robi się dedykowanym zabiegiem.

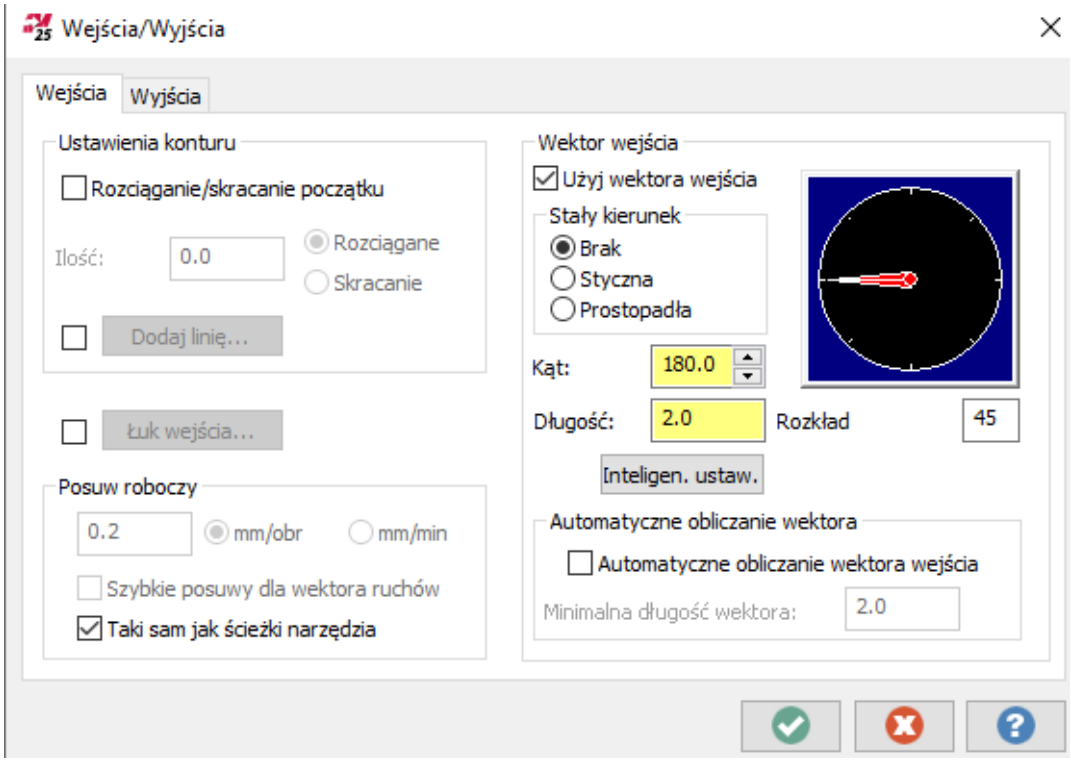
[Tekst alternatywny. Na rysunku znajduje się okno z doborem parametrów skrawania przy obróbce zgrubnej. Narysowany jest zarys od którego odchodzą linie z parametrami]



Rys. 81. Parametry obróbki zgrubnej.

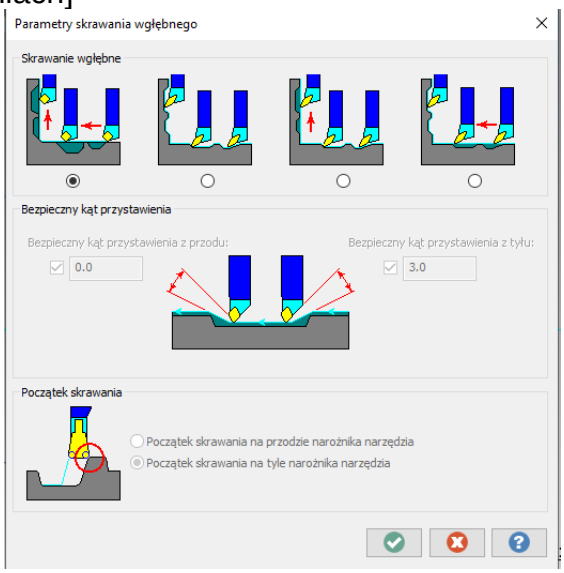
Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia miejsce wprowadzenia danych wejścia narzędzia takich jak długoś odcinka i kąt]



Rys. 82. Parametry wejścia i wyjścia narzędzia.

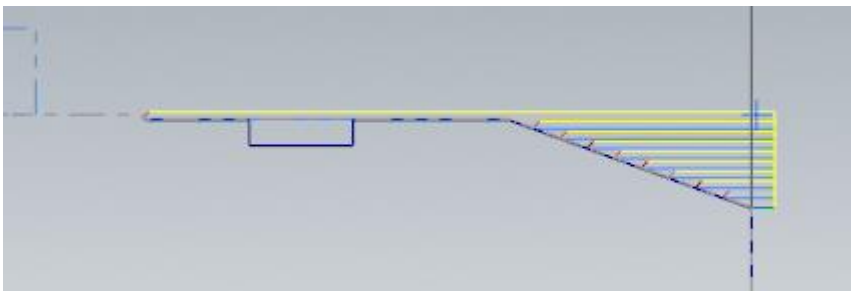
[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia cztery sposoby jak narzędzie może przemieszczać się względem zadanego konturu z możliwościami omijania rowków na różnych powierzchniach]



Rys. 83. Parametry wgłębiania.

Po wprowadzeniu i zweryfikowaniu wszelkich danych należy zatwierdzić okno. Na stworzonym zarysie pojawią równoległe linie przedstawiające drogę narzędzia (Rys. 84).

[Tekst alternatywny. Na zarysie przedmiotu obrabianego pojawiły się równoległe linie przedstawiające drogę narzędzia]

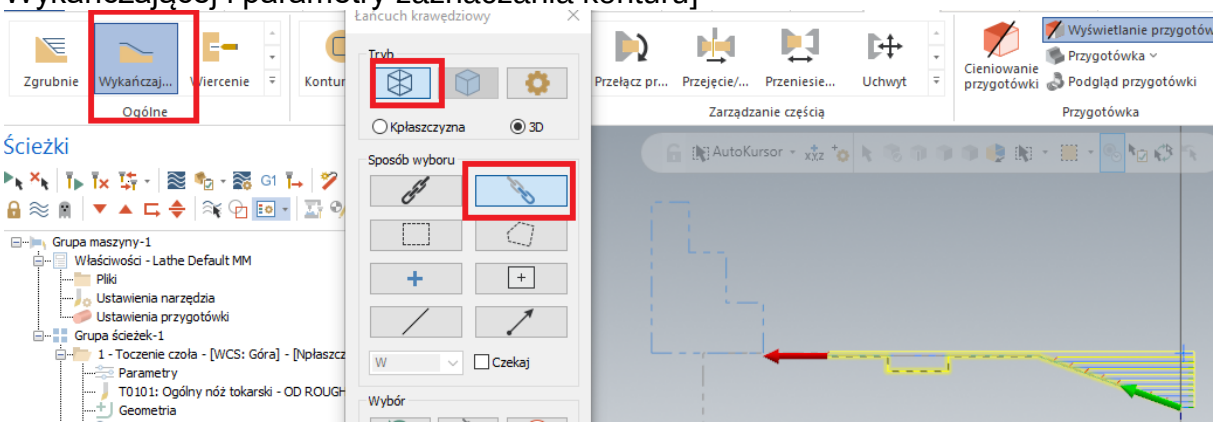


Rys. 84. Droga narzędzia przy obróbce zgrubnej.

3.7. Obróbka wykańczająca

Celem obróbki wykańczającej jest nadanie odpowiedniej gładkości, kształtu i wymiaru obrabianej powierzchni.
Toczenie- Ogólne- Wykańczająca.
Początek procedury jest bardzo zbliżony do procesu obróbki zgrubnej (Rys 85).
Z górnego paska wybieramy zabieg. Weryfikujemy Tryb i sposób wyboru. Następnie klikamy krawędzie konturu.

[Tekst alternatywny. W czerwonych ramkach zaznaczono opcję obróbki Wykańczającej i parametry zaznaczania konturu]



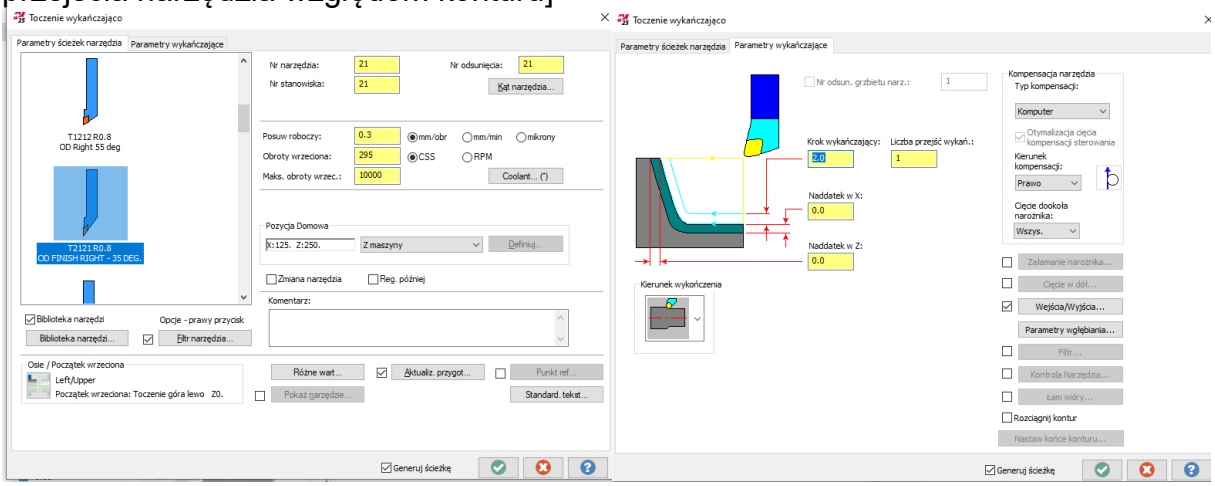
Rys. 85. Obróbka wykańczająca.

Po zatwierdzeniu dobieramy narzędzie przystosowane do obróbki wykańczającej i podajemy jego parametry pracy. W drugiej zakładce weryfikujemy parametry

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

związane z przejściem narzędzia (Rys. 86). Po zatwierdzeniu okna pojawi się na zarysie przejście narzędzia przedstawiające obróbkę wykańczającą.

[Tekst alternatywny. Z lewej strony znajduje się okno wyboru narzędzi skrawających i parametrów pracy. Z prawek strony znajdują się informacje na temat parametrów przejścia narzędzia względem konturu]

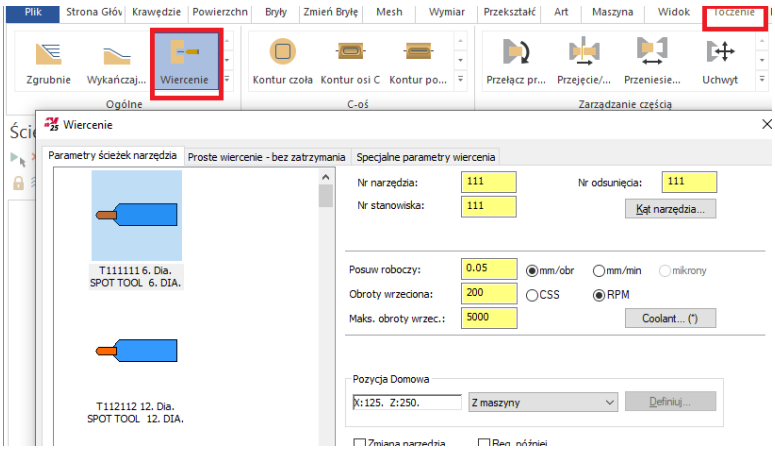


Rys. 86. Okno parametrów obróbki wykańczającej.

3.8. Wiercenie

Do procesu wiercenia nie jest potrzebny zarys względem, którego będzie przemieszczać się narzędzie. Na podstawowej tokarce CNC proces wiercenia można wykonać tylko w osi obrabianego przedmiotu. Po wyborze procesu wiercenia od razu pojawi się okno doboru parametrów wiercenia (Rys. 87). Po wyborze odpowiedniego narzędzia należy ustawić obroty wrzeciona i posuw roboczy.

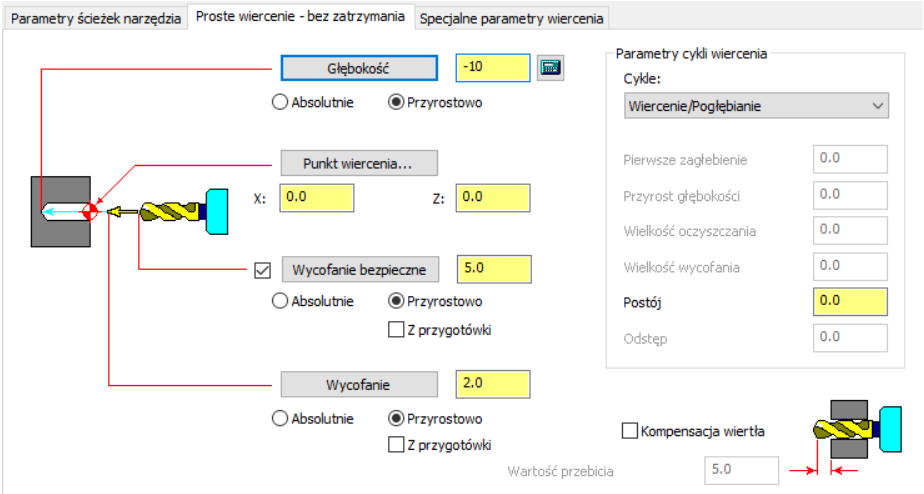
[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono miejsce wyboru procesu wiercenia i doboru narzędzia]



Rys. 87. Okno procesu wiercenia.

Aby wykonać prosty zabieg wiercenia należy wybrać drugą zakładkę (Rys. 88). Punkt rozpoczęcia wiercenia jest już dobrany domyślnie. Należy jedynie podać głębokość na jaką ma być wykonane wiercenie. Pozostałe parametry służą do zoptymalizowania pracy narzędzia. Aby zakończyć procedurę należy zatwierdzić okno.

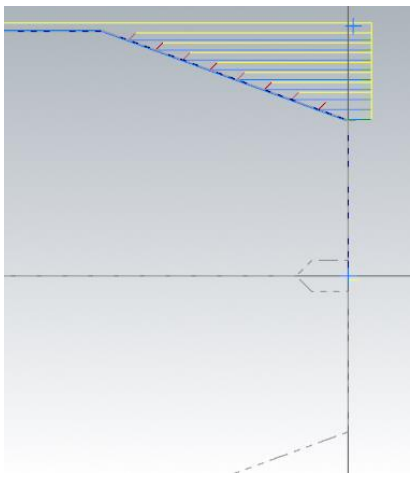
[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia informacje związane z położeniem otworu i jego głębokością]



Rys. 88. Proste wiercenie.

Na czole przygotówki pojawi się zarys wykonanego otworu (Rys. 89).

[Tekst alternatywny. Na przygotówce znajduje się zarys odzwierciedlający wykonany otwór]



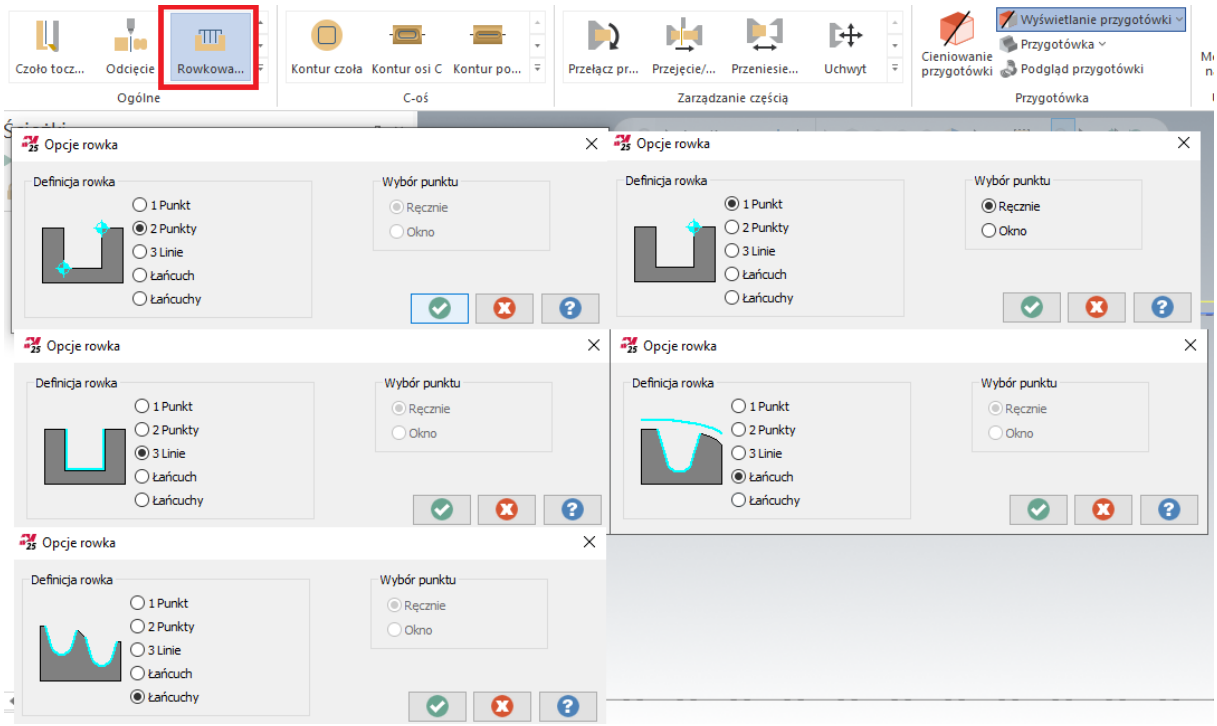
Rys. 89. Proces wiercenia.

3.9. Rowkowanie

Aby wykonać proces rowkowania należy wybrać proces Ogólny- Rowkowanie. Pojawi się okno wyboru sposobu zaznaczenia miejsca do procesu toczenia (Rys. 90). W zależności od kształtu rowka i posiadanych informacji można wybrać jedną z dostępnych opcji:

- 1 Punkt – zaznaczamy jeden punkt rowka w prawym górnym rogu.
- 2 Punty – zaznaczamy dwa punku w rowku po skosie na zasadzie zaznaczania i przeciągania okna.
- 3 Linie – należy zaznaczyć kolejno linie które przedstawiają zarys rowka.
- Łańcuch – zaznaczenie rowka o nieregularnym kształcie bądź składającego się z wielu.
- Łańcuchy – działa tak samo jak opcja Łańcuch, ale można zaznaczyć kilka rowków jednocześnie.

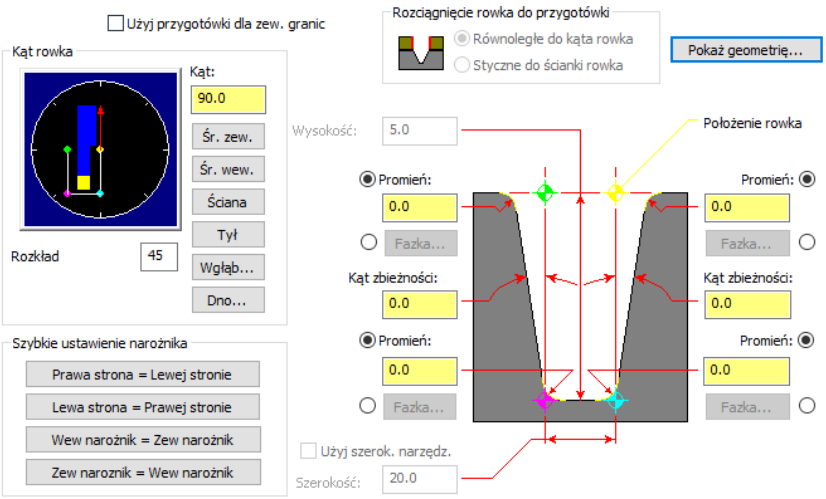
[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia sposoby zaznaczania miejsca i zakresu wykonania rowka]



Rys. 90. Metoda wyboru rowkowania.

W części z opcji będzie konieczność podania dodatkowych informacji na temat wymiarów i kształtu rowka (Rys. 91).

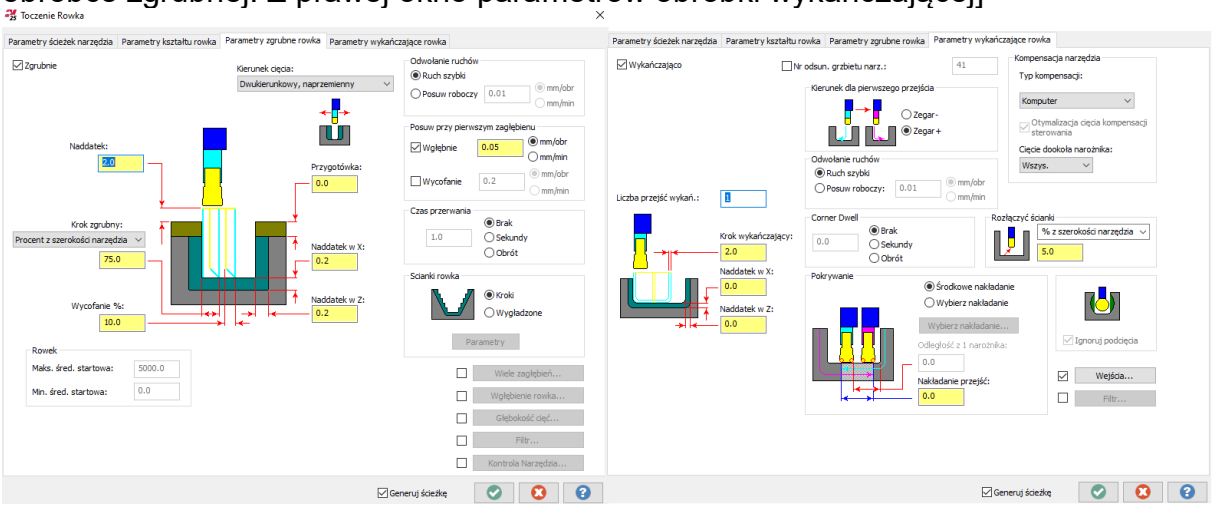
[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia kąt podejścia narzędzia oraz zarys rowka z możliwościami ręcznego wprowadzenia wymiarów]



Rys. 91. Kształt rowka.

W zakładce Parametry ścieżek narzędzia wybierany narzędzie przystosowane do zabiegu rowkowania i wprowadzamy jego parametry pracy. W kolejnych zakładkach ustawiane są parametry związane z obróbką zgrubną i wykańczającą (Rys. 92). Wprowadzić można dane np. ile materiału ma pozostać o obróbce zgrubnej albo jak narzędzie ma się przemieszczać w zaznaczonym konturze.

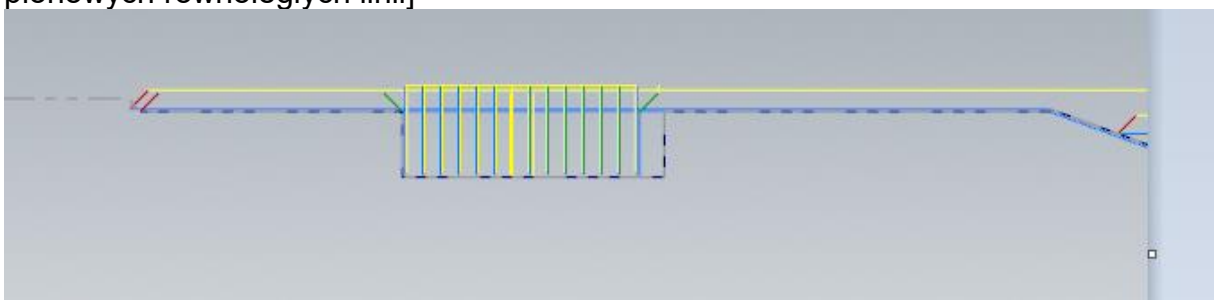
[Tekst alternatywny. Z lewej strony znajdują się parametry drogi narzędzia przy obróbce zgrubnej. Z prawej okno parametrów obróbki wykańczającej]



Rys. 92. Parametry obróbki rowka.

Po wprowadzeniu danych i zatwierdzeniu okna na zarysie bryły pojawi się droga narzędzia przy procesie rowkowania (Rys. 93).

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiona jest droga narzędzia w postaci pionowych równoległych linii]

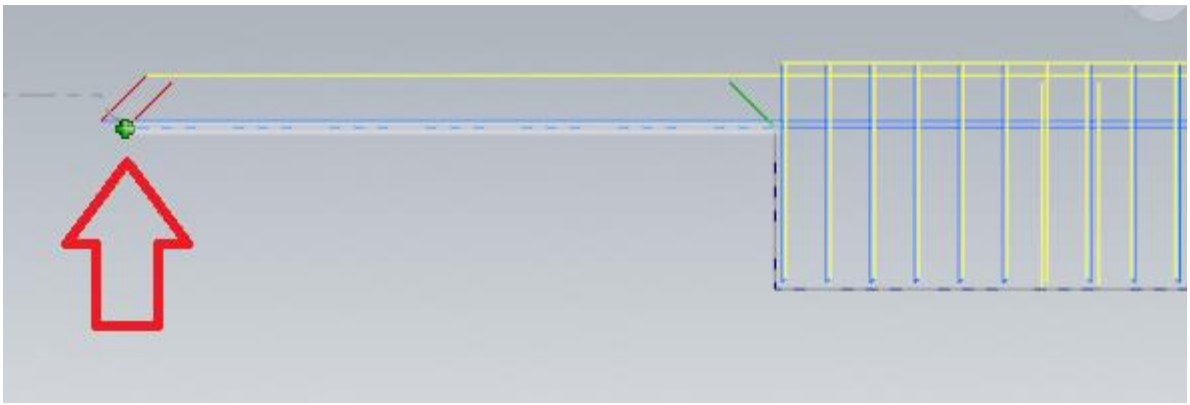


Rys. 93. Droga narzędzia przy rowkowaniu.

3.10. Odcięcie

Po wykonaniu wszystkich zabiegów przedmiot należy odciąć od reszty przygotówki (od lewego marginesu). Wybieramy do tego celu zabieg ogólny Odcięcie. Wskazujemy miejsce, w którym proces ma się rozpocząć (Rys. 94). Skrajny górny lewy punkt zarysu.

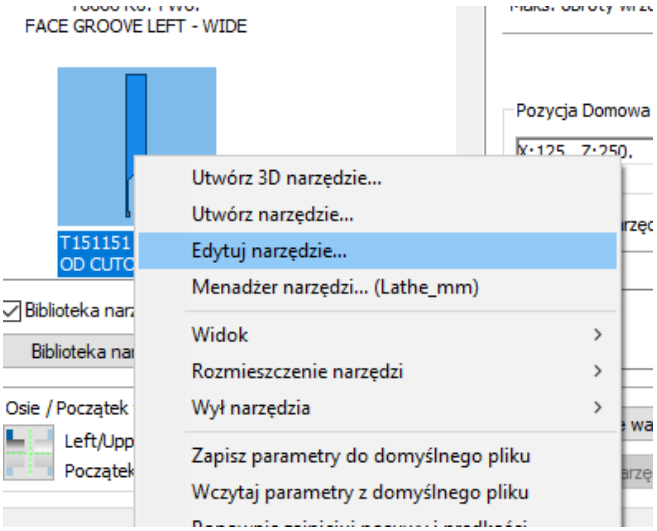
[Tekst alternatywny. Na rysunku czerwoną strzałką zaznaczony jest lewy koniec zarysu przedmiotu toczonego]



Rys. 94. Miejsce zaznaczenia odcięcia.

W oknie wybieramy prawe narzędzie do odcinania przedmiotu Cut OFF. Warto zweryfikować w tym oknie wymiary narzędzia. Ważnym parametrem narzędzia jest długość części roboczej. Gdy narzędzie jest za krótkie, uderza swoją częścią chwytową o przedmiot obrabiany. Należy na narzędziu kliknąć prawym przyciskiem myszki i wybrać opcję Edycji (Rys. 95).

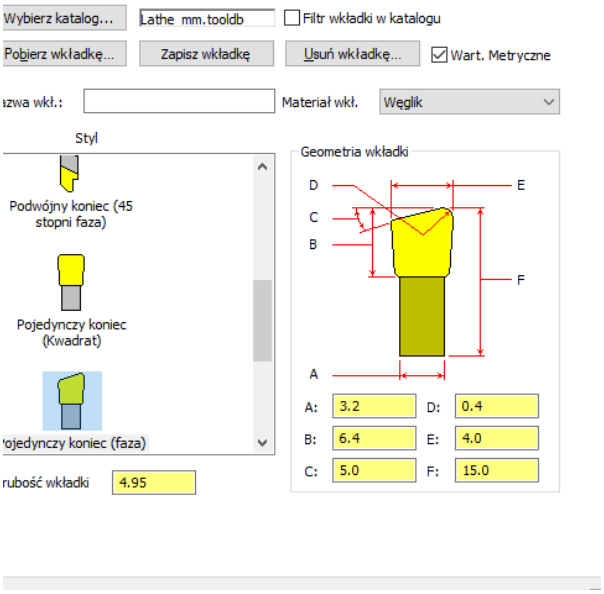
[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia położenie opcji edycji narzędzia]



Rys. 95. Edycja narzędzia.

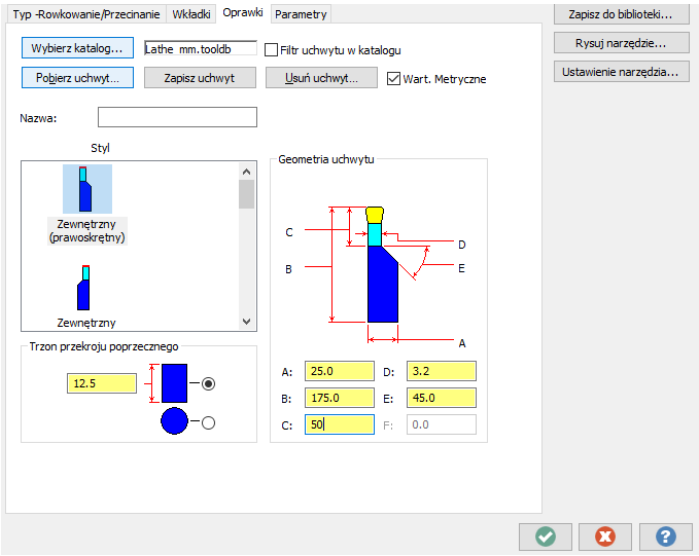
W zakładce, która się pojawi będzie możliwość zmiany wymiarów płytki skrawające (Rys. 96). W tej zakładce nie ma konieczności wprowadzania zmian. Istotniejsza jest następna: Oprawki (Rys. 97). W niej należy zweryfikować wymiar C narzędzia. Jego wymiar powinien być nieznacznie większy od promienia obrabianego przedmiotu. Po weryfikacji wszystkich wymiarów należy zatwierdzić okno.

[Tekst alternatywny, Rysunek przedstawia wymiary charakterystyczne płytek skrawających]



Rys. 96. Okno edycji płytek skrawających.

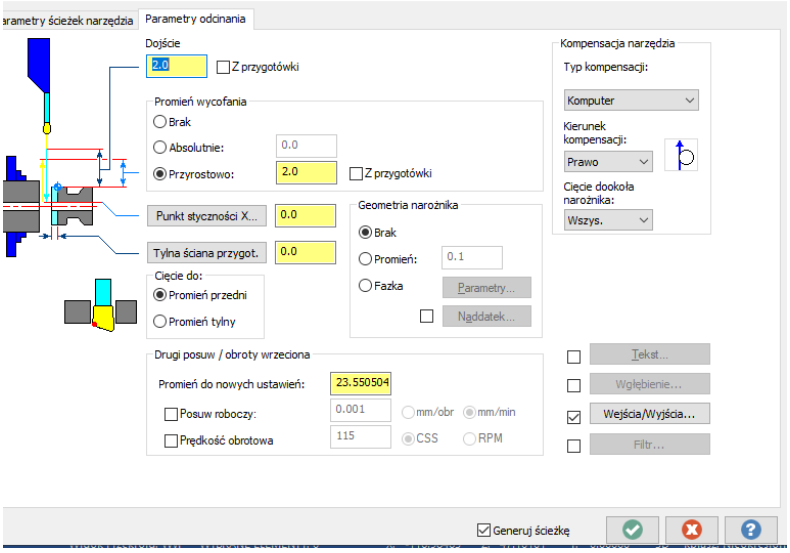
[Tekst alternatywny. Okno przedstawia możliwość wyboru części chwytowej noża tokarskiego wraz z możliwością ręcznego wprowadzania wymiarów]



Rys. 97. Okno edycji wymiarów oprawki narzędzia.

W drugiej zakładce są Parametry odcinania (Rys. 98). Najważniejszym elementem jest tu parametr Dojście. Wielkość musi być dopasowana do wymiarów przygotówki. Aby narzędzie przy ruchu szybkim nie uderzyło w przedmiot obrabiany należy zwiększyć dojście narzędzia. Innym sposobem jest zaznaczenie opcji Z przygotówki. Do wymiarów przygotówki zostanie dodany parametr dojścia.

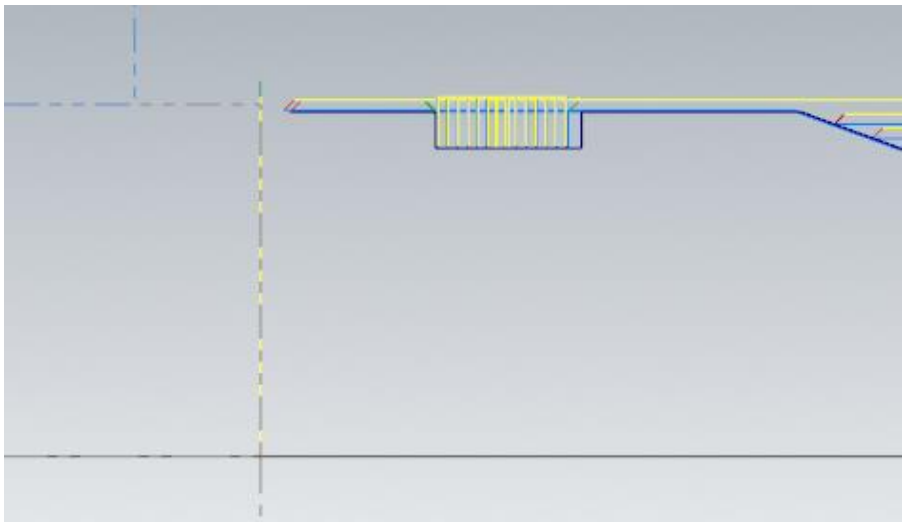
[Tekst alternatywny. Okno przedstawia możliwości ustawanie dojścia narzędzia w procesie odcinania]



Rys. 98. Parametry odcięcia przedmiotu.

Po wprowadzeniu wszystkich danych należy zatwierdzić główne okno. Ukażę się podgląd zaprogramowanej drogi narzędzia (Rys. 99).

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia drogę narzędzia przy procesie odcinania. Jest to pionowa szaro żółta linia]

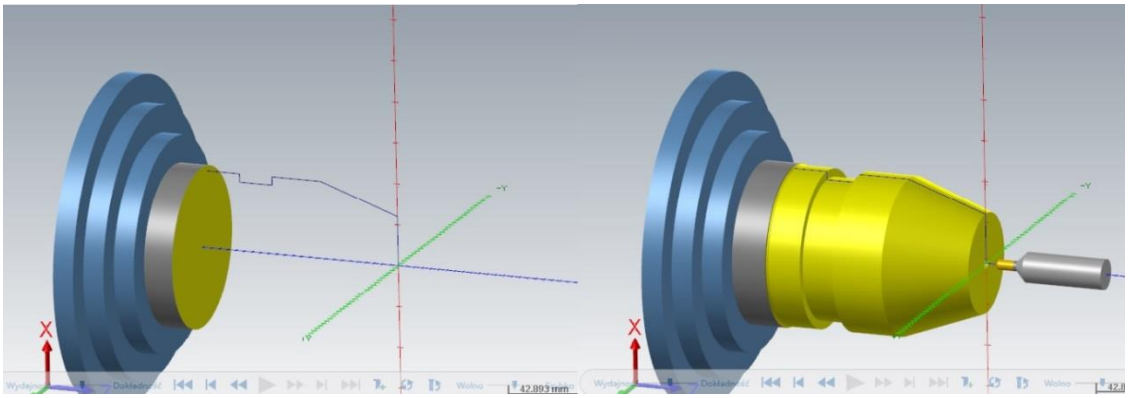


Rys. 99. Odcinanie przedmiotu obrabianego.

3.11. Symulacja procesu toczenia

Celem sprawdzenia poprawności zaprogramowania dróg narzędzia należy wykonać Weryfikację wybranych operacji. Gdy zostanie puszczona pełna symulacja wszystkich zabiegów, na ekranie ukaże się lewa część przygotówki i sam zarys przedmiotu. Powodem tego jest to, że po pełnym odcięciu przedmiotu, przedmiot obrabiany spada w przestrzeń roboczą obrabiarki. Gdy chcemy sprawdzić podgląd innych zabiegów, należy odznaczyć zabieg odcięcia i dokonać Weryfikacji wybranych operacji (Rys. 100).

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawione są efekty symulacji procesu toczenia]



Rys. 100. Symulacja procesu obróbki elementu toczonego.

4. Literatura

1. ZALCO Sp. z o. o (2020), Szybki start w programie Mastercam 2020 – ćwiczenia z podstaw programowania. Warszawa