

**Programowanie operacji
obróbkowych w Esprit –
obróbki tokarskie**

Robert Synajewski

Programowanie operacji obróbkowych w Esprit – obróbki tokarskie

Włocławek 2019

REDAKCJA WYDAWNICTWA
PAŃSTWOWEJ WYŻSZEJ SZKOŁY ZAWODOWEJ
WE WŁOCŁAWKU

Programowanie operacji obróbkowych w Esprit – obróbki tokarskie

RECENZENT

dr inż. Marcin Krupski
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa we Włocławku

© Copyright by Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa we Włocławku
Włocławek 2019

ISBN 978-83-60607-89-3

Skład
„Grafika Słowa” Beata Kostrzewska

Druk i oprawa:

exDRUK

EXDRUK Spółka Cywilna
Wojciech Żuchowski Adam Filipiak
ul. Rysia 6, 87-800 Włocławek
tel. 501 335 617, 507 832 458
biuroexdruk@gmail.com

Spis treści

1. System Esprit CAM – potężne narzędzie przyspieszające proces tworzenia kodu na obrabiarki sterowane numerycznie	7
2. Rysunek detalu i określenie wariantów procesu technologicznego	10
3. Ustawienia wstępne w Esprit	12
4. Planowanie czoła wałka	20
5. Nawiercanie nakiełka chronionego pod kiel szlifierski	31
6. Toczenie zgrubne wzdłużne wałka	36
7. Toczenie kształtujące wałka	43
8. Wykonanie rowka pod pierścień sprężysty ustalający Segera	49
9. Literatura	59

Autor skryptu pragnie wyrazić podziękowania Panu dr inż. Józefowi Kaczmarkowi z PWSZ we Włocławku za cenne uwagi sugerowane podczas opracowywania procesu technologicznego jak i Panu Michałowi Januskiewiczowi z firmy Abplanalp Sp. z o.o. za wskazówki dotyczące sposobów programowania oraz Panu Karolowi Drobotowiczowi z firmy Sandvik Polska Sp. z o.o. za określenie doświadczalnych wartości parametrów skrawania.

1. System Esprit CAM – potężne narzędzie przyspieszające proces tworzenia kodu na obrabiarki sterowane numerycznie

Zastosowanie na szeroką skalę systemów wspomagających prace inżynierskie spowodowało znaczny wzrost pracochłonności technicznego przygotowania produkcji CAD/CAM w stosunku do pracochłonności wytwarzania [7]. Firmy inwestujące w nowoczesne narzędzia pracy szybko dostrzegają potrzebę posiadania systemu CAM (ang. *Computer Aided Manufacturing* - komputerowe wspomaganie wytwarzania), który będzie w stanie programować złożone procesy obróbcze [15]. System taki integruje fazę projektowania CAD (*Computer Aided Design* - komputerowe wspomaganie projektowania) i wytwarzania [6]. Cechą charakterystyczną CAM-u [8] jest przetwarzanie obiektów (modeli) powstałych w wyniku modelowania komputerowego 2D/3D na instrukcje maszynowe (aczkolwiek modeler może, ale nie musi, być częścią składową programu CAM). Stąd bliska aktualnym realiom definicja systemów CAM [2] to: *komputerowo wspomagane generowanie programów sterujących urządzeniami produkcyjnymi sterowanymi numerycznie, takimi jak obrabiarki, manipulatory, roboty przemysłowe oraz współrzędnościowe maszyny pomiarowe*.

Wśród wielu dostępnych na rynku systemów należących do branży CAD/CAM Esprit jest jednym z przodujących programów tego typu [10], [11]. Cechuje się dużą wydajnością i elastycznością [15]. Jest ceniony przez programistów za rozległy zestaw cykli obróbki, pełną kontrolę narzędzia oraz zdolność do wspierania produkcji w całym zakładzie. Przy pomocy Esprita inżynierowie tworzą ścieżki obróbkowe i przeprowadzają symulacje w sposób kompleksowy. System zapewnia bezbłędną detekcję kolizji i umożliwia generowanie dokładnego kodu NC.

Na początku pracy w systemie Esprit programista ma do wyboru jeden z trzech modułów obróbkowych: frezarski SolidMill, tokarski SolidTurn oraz dotyczący obróbek elektroerozyjnych SolidWire.

Wykorzystując moduł frezowania można programować praktycznie całe spektrum frezarek cnc – maszyn umożliwiających obróbkę od 2,5 do 5 osi. Esprit umożliwia programowanie obróbek typu tokarskiego w zakresie od 2 do nawet 22 osi sterowanych numerycznie, a dla obróbki elektroiskrowej od 2 do 5 osi. W zaawan-

sowanych technologiach system ten może być z powodzeniem stosowany do programowania wielozadaniowej obróbki frezarsko - tokarskiej i narzędzi obróbki osi B [15].

Komponent obróbek tokarskich obejmuje następujące składniki występujące w licencji Esprit [17]:

- SolidTurn Traditional - CAM do toczenia 2-osiowego,
- SolidTurn Production – składnik CAM do toczenia wielowrzecionowego i wielogłowicowego,
- SolidMillTurn Traditional – zawiera funkcje CAM do frezowania na tokarkach z osią C,
- SolidMillTurn Advanced - CAM do frezowania i toczenia z osią Y,
- SolidMillTurn Production plus - CAM do frezowania i toczenia z osią Y oraz B,
- SolidMillTurn FreeForm 3 axis - CAM do równoczesnego 3-osiowego frezowania na centrach tokarsko-frezarskich w osiach XZY,
- SolidMillTurn Mold FreeForm 5 axis - CAM do równoczesnego 5-osiowego frezowania na centrach tokarsko-frezarskich w osiach XZYCB.

Tylko sam moduł CAM SolidTurn Traditional do toczenia 2-osiowego posiada m.in. następujące możliwości i zawiera polecenia [16]:

- Obróbka zgrubna - do zgrubnego oraz dokładnego toczenia i planowania wewnętrznego oraz zewnętrznego z przygotówki o dowolnym kształcie,
- Konturowanie - dokładna obróbka profili: planowanie i toczenie wewnętrzne oraz zewnętrzne,
- Wykonywanie otworów w osi Z - wiercenie, gwintowanie oraz do 13 innych cykli obróbki punktowej,
- Rowkowanie - 4 wzory obróbki z możliwością zdefiniowania skoku zagłębiania oraz z płynnym wykończeniem nieregularnych kształtów rowków, możliwość obróbki z wykorzystaniem dwóch numerów korekcji przy jednym narzędziu,
- Nacinanie gwintów - obróbka gwintów prostych, stożkowych, o stałym i zmiennym skoku, jedno- i wielozwojnych, z możliwością pobrania parametrów z bazy danych,
- Operacja odcinania oraz wysuw pręta poprzez podajnik, także do stopera,
- Programowalny konik oraz podtrzymka stała - kontrola pozycjonowania i zetknięcia z detalem.

Poza możliwościami tworzenia i modyfikacji geometrii płaskiej, bryłowej oraz powierzchniowej bezpośredni interfejs Esprit importuje każdy model części z każdego źródła między systemami CAD i CAM. Esprit obrabia bezpośrednio dowolną

kombinację kształtów - z brył, powierzchni, siatki lub STL - zapewniając kompletną elastyczność produkcji.

Generowanie kodu NC sterującego pracą obrabiarki jest możliwe przy zastosowaniu właściwego pliku postprocesora. Użytkownik programu może zakupić wybrane postprocesory dla swojego parku maszyn. Wykorzystując Esprit istnieje możliwość wygenerowania kodu na każdą obrabiarkę, co jest niewątpliwie dużą zaletą programu.

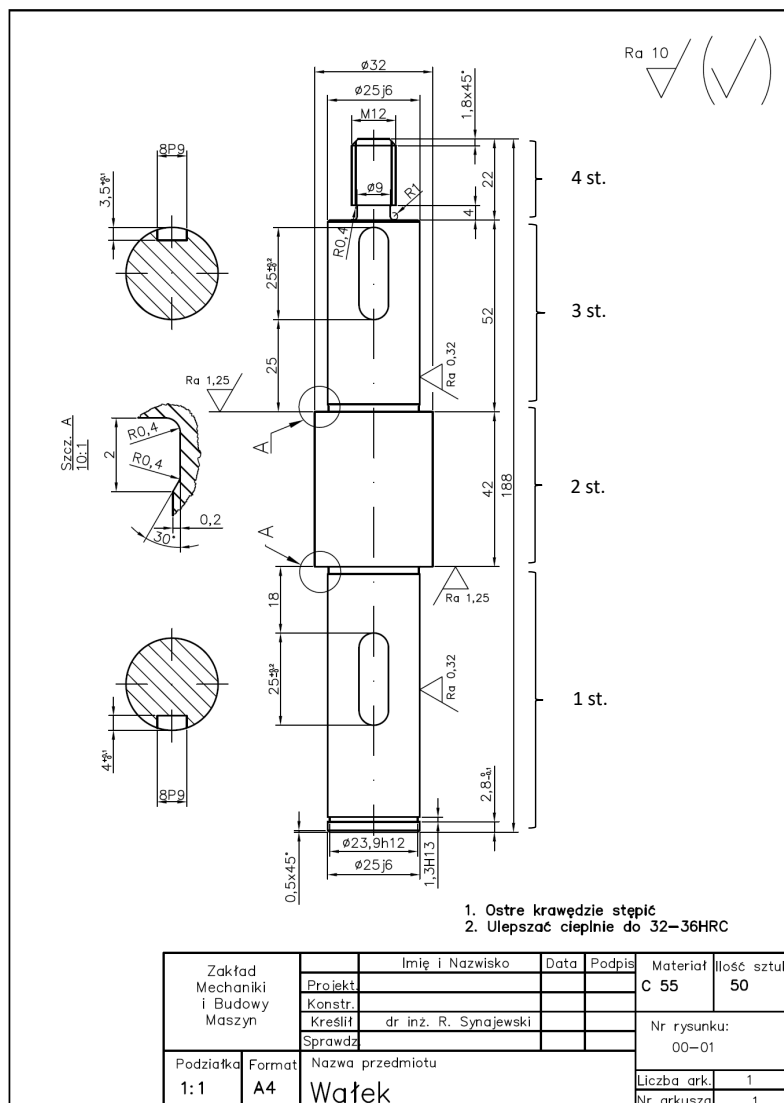
Szybkie generowanie kodów NC może odbywać się na podstawie rysunków 2D lub modeli bryłowych. Programowanie w Esprit jest dokładniejsze i szybsze niż „ręczne”, pozwala także na generowanie obróbek bardzo skomplikowanych geometrycznie części.

W niniejszym skrypcie na przykładzie programowania kilku operacji obróbkowych dla detalu w postaci wałka maszynowego przedstawiono tylko niewielki fragment z ogromnych możliwości jakie oferuje system Esprit CAM. Temat generowania kodu pozostawiono jako oddzielny do omówienia na zajęciach dydaktycznych.

Autor ma nadzieję, że niniejsze opracowanie będzie pomocne dla studentów w realizacji prac związanych z zajęciami projektowymi prowadzonymi w ramach przedmiotów: Programowanie urządzeń technologicznych i Projektowanie procesów produkcji na kierunku Mechanika i budowa maszyn w PWSZ we Włocławku.

2. Rysunek detalu i określenie wariantów procesu technologicznego

Na rys. 2.1 zaprezentowano rysunek wykonawczy wałka maszynowego narysowany w programie Auto CAD z zaznaczeniem numerów poszczególnych jego stopni wykorzystywanych w opisie wariantów procesów technologicznych.



Rys. 2.1. Wałek obrabiany na tokarce CNC

Wstępna kolejność operacji i zabiegów została ustalona opierając się na podstawie ramowego procesu technologicznego wału stopniowanego bez obróbki cieplnej przedstawionego na str. 250 pozycji literatury [13]. Przyjęto, że wał został zakupiony jako półfabrykat ze stali C55 w stanie już ulepszonym cieplnie do twardości 32 – 36 HRC.

Zaproponowano dwa procesy technologiczne dla tego wału. Pierwszy wariant procesu technologicznego dotyczy obróbki wałka przy zamocowaniu go w uchwycie trójszczękowym w ten sposób, aby położenie czoła szczęk umożliwiała przetoczenie stopnia wałka oznaczonego na rysunku jako 1 st. oraz kilka milimetrów stopnia oznaczonego jako 2 st. Proces można przedstawić następująco:

1. Przecinananie materiału.
2. Planowanie czoła i wykonanie nakiełka.
3. Toczenie zgrubne bez podparcia (stosunek wysięg przedmiotu l / średnica przedmiotu $d < 3$).
4. Toczenie kształtujące.
5. Toczenie rowka pod pierścień Segera.
6. Frezowanie rowka wpustowego.
7. Po przemocowaniu planowanie drugiego czoła i wykonanie drugiego nakiełka.
8. Toczenie zgrubne.
9. Toczenie kształtujące.
10. Toczenie rowka dla wyjścia gwintu.
11. Frezowanie drugiego rowka wpustowego.
12. Toczenie gwintu.
13. Szlifowanie czopów w kłach.

W powyższym spisie nie uwzględniono operacji prostowania wałka, ponieważ detal o wymiarach przedstawionych na rysunku trudno wyprostować i w prętach handlowych jest na ogół dość prosty.

Drugi wariant procesu technologicznego różni się od pierwszego zastosowaniem podparcia na końcu wałka ze względu na małą sztywność wałka po przemocowaniu. Proces można przedstawić następująco:

1. Przecinananie materiału.
2. Planowanie czoła i wykonanie nakiełka.
3. Toczenie zgrubne bez podparcia (stosunek wysięg przedmiotu l / średnica przedmiotu $d < 3$).
4. Toczenie kształtujące.
5. Toczenie rowka pod pierścień Segera.
6. Frezowanie rowka wpustowego.

7. Po przemocowaniu planowanie drugiego czoła i wykonanie drugiego nakiełka.
8. Toczenie zgrubne z konikiem.
9. Toczenie kształtujące z konikiem.
10. Toczenie rowka dla wyjścia gwintu z konikiem.
11. Frezowanie drugiego rowka wpustowego z konikiem.
12. Toczenie gwintu z konikiem.
13. Szlifowanie czopów w kłach.

Powyższe dwa warianty są prawie jednakowe. Różnica polega na tym, że w wariantcie pierwszym toczenie zgrubne po przemocowaniu oraz toczenie gwintu prowadzi należałoby w większej ilości przejść (mniejsza sztywność). Stąd wariant drugi jest korzystniejszym procesem niż pierwszy dlatego w dalszej części skryptu właśnie on zostanie analizowany.

W przypadku obróbki wałka z użyciem uchwyty tokarskiego bez możliwości włożenia półfabrykatu o średnicy 36mm przed operacjami planowania czoła i wykonania nakiełka zabiela się wałek na powierzchni walcowej przy jego końcu i stosuje się podtrzymkę dla zwiększenia stabilności tych operacji.

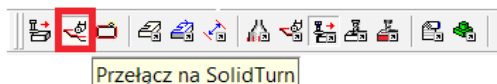
3. Ustawienia wstępne w Esprit

Wyrób jednego z trzech modułów obróbkowych jest możliwy przez włączenie odpowiedniej ikony na pasku Smart Toolbar w obszarze zaznaczonym czerwonym prostokątem.



Rys. 3.1. Pasek narzędzi Smart Toolbar z trzema modułami Esprita

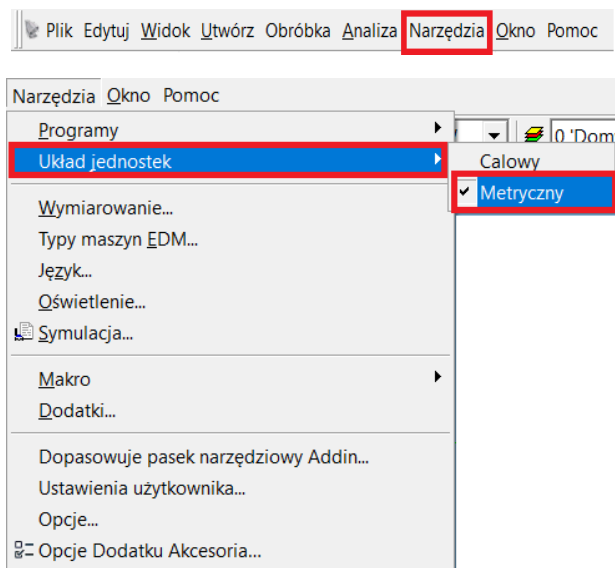
Wciśnięta ikona SolidTurn oznacza, że użytkownik systemu wykorzystuje moduł tokarski.



Rys. 3.2. Pasek narzędzi Smart Toolbar z zaznaczoną ikoną modułu tokarskiego

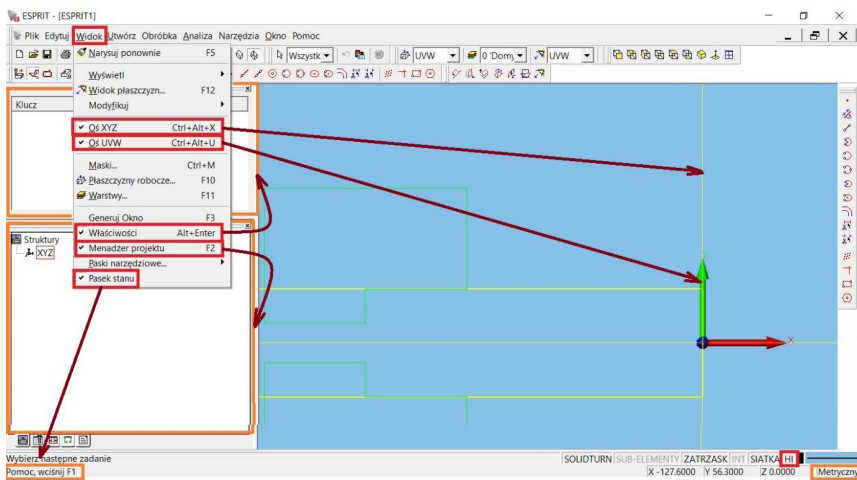
Jeśli użytkownik będzie pracował w systemie wymiarów metrycznych należy wybrać wskaźnikiem myszy z górnego rozwijalnego menu Narzędzia, a następnie

Układ jednostek i zaznaczyć opcję Metryczny (rys. 3.3). To jaki aktualnie wybrany jest układ informuje nazwa w prawym dolnym rogu interfejsu rys. 3.4 (pole zaznaczone na pomarańczowo).



Rys. 3.3. Ścieżka dostępu do zmiany układu jednostek

Dla łatwiejszej pracy w systemie Esprit warto włączyć okna i elementy interfejsu przedstawione na rys. 3.4, których widocznością na ekranie można sterować rozwijając menu Widok i stawiając znacznik obok wybranej wiersza listy.



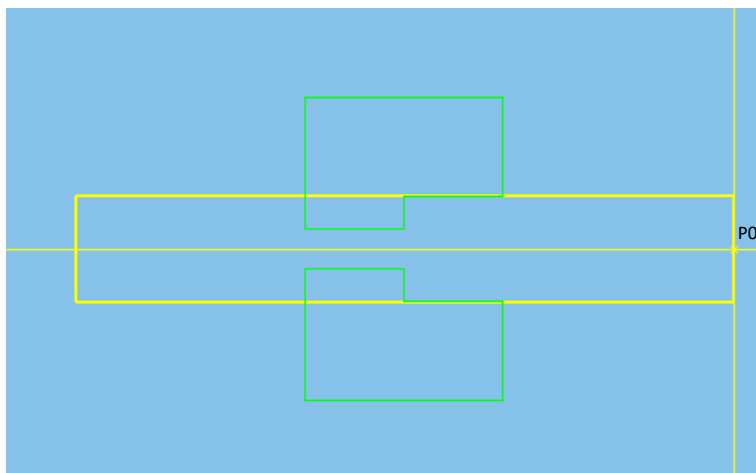
Rys. 3.4 Interfejs Esprita z wybranymi elementami menu Widok wraz ze wskazaniem strzałkami odpowiadających im obiektów

W prawym dolnym rogu ekranu zalecane jest włączenie przycisku podświetlenia HI (ang. Highlight) zaznaczonego na rys. 3.4. czerwonym prostokątem. Czarne litery HI - nie szare - oznaczają stan włączony. W tym stanie podczas pracy w Espricie możliwe jest wybranie wskaźnikiem myszyżądanego elementu w oknie modelowania w przypadku kiedy dwa obiekty nakładają się na siebie w aktywnym widoku lub są bardzo blisko siebie.

Podstawową zasadą konwersacji z Espritem jest zważanie na treści generowane przez system i wyświetlane w lewym dolnym rogu interfejsu. W przypadku kiedy funkcja HI jest włączona użytkownik na pytanie zadawane przez Esprita może odpowiedzieć jako TAK wybierając lewy przycisk myszy lub może odpowiedzieć jako NIE używając prawy przycisk.

W module tokarskim domyślnie widoczny jest zarys półfabrykatu (zaznaczone na żółto) i szczęki uchwytu tokarskiego (zaznaczone na zielono) w układzie współrzędnych (rys. 3.5).

Wzajemne zależności położenia wrzeciona, szczęk uchwytu tokarskiego, czoła półfabrykatu, elementów modelu obrabiarki i punktu zerowego Esprita P0 (tzw. „bazy”- rys. 3.5) mogą być określane przez wartości parametrów dostępnych w oknach po kliknięciu zaznaczonych ikon (rys. 3.6): Obróbka →Ustawienie.

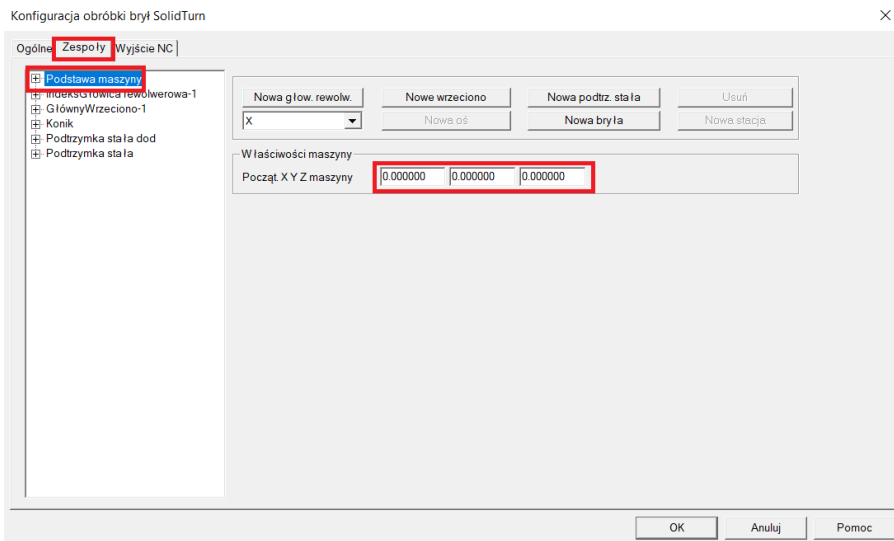


Rys. 3.5. Domyślny, początkowy widok elementów okna głównego w module tokarskim po uruchomieniu Esprita



Rys. 3.6. Ikony Ustawienie i Obróbka na paskach narzędziowych Smart Toolbar i Obróbka

Po otwarciu okna z rys. 3.7 i zaznaczeniu opcji Podstawa maszyny na zakładce Zespoły możliwa jest edycja parametru Począt. XYZ maszyny. Wyświetlane współrzędne określają położenie punktu początkowego maszyny względem punktu bazy Esprita (P0) [18]. W procesach toczenia w praktyce najczęściej zmieniana jest wartość Z i wówczas przy jej pomocy można określać położenie przedmiotu, który ma być obrabiany, względem uchwytu. Wałek może być wysuwany z uchwytu bądź wsuwany. Ale tak naprawdę sterowane jest położenie całej maszyny względem półfabrykatu.



Rys. 3.7. Okno konfiguracji z określeniem współrzędnych Pozycja podstawowa maszyny

Po podświetleniu opcji GłównyWrzeciono-1 (rys. 3.8) i wpisaniu współrzędnych dla Pozycja podst. XYZ możliwa jest zmiana położenia czołowej powierzchni uchwytu wrzeciona względem punktu początkowego maszyny (zerowego, określonego w opcji Podstawa maszyny – rys. 3.7).

Można wyróżnić dwa przypadki ustawienia detalu względem uchwytu obróbkowego. Pierwszy występuje wówczas, gdy po uruchomieniu symulacji w oknie głównym Esprita widoczne są tylko: głowica narzędziowa, obrabiany detal i uchwyt. W tej sytuacji nie ma znaczenia, którym z dwóch parametrów (zaznaczonych na rys. 3.7 czy na rys. 3.8) programista określi położenie przedmiotu względem uchwytu. Obojętne jest czy przesuwana jest podstawa maszyny czy wrzeciono.

Drugi przypadek dotyczy projektu, gdzie jest wykorzystywany szablon maszyny, który zawiera inne zamodelowane bryły np. podstawę maszyny, zespoły związane z nią nieruchomo. W tej sytuacji zmiana wartości zaznaczonej na rys. 3.8 może spowodować, że wcześniej utworzony model obrabiarki zostanie popsuty. Położe-

nia niektórych zespołów maszyny będą nieprawidłowe. Aby tego uniknąć zaleca się sterować położeniem detalu przez parametr Począt. XYZ maszyny (rys. 3.7).

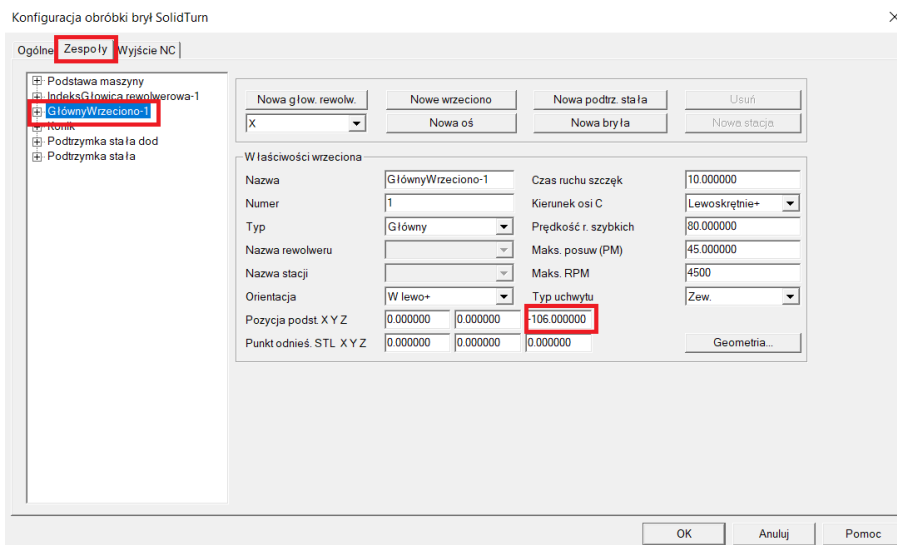
Rozpatrując w niniejszym skrypcie pierwszy przypadek ustawienia detalu przyjęto współrzędne z rys. 3.7. za zerowe. Wówczas składowa Z zaznaczona na rys. 3.8 będzie ustalała położenie powierzchni czoła uchwytu tokarskiego względem bazy P0. Przy obliczaniu wartości współrzędnej Z brano pod uwagę następujące wielkości:

- wymiary wałka (rys. 2.1),
- szerokość szczęk uchwytu 30mm (rys. 3.10),
- długość toczenia 2 st. wałka równą 3mm,
- zachowaną odległość 1mm dla bezpieczeństwa, tak, aby nie toczyć szczęk.

Zatem położenie Z względem czoła detalu obrobionego po planowaniu będzie wynosiło:

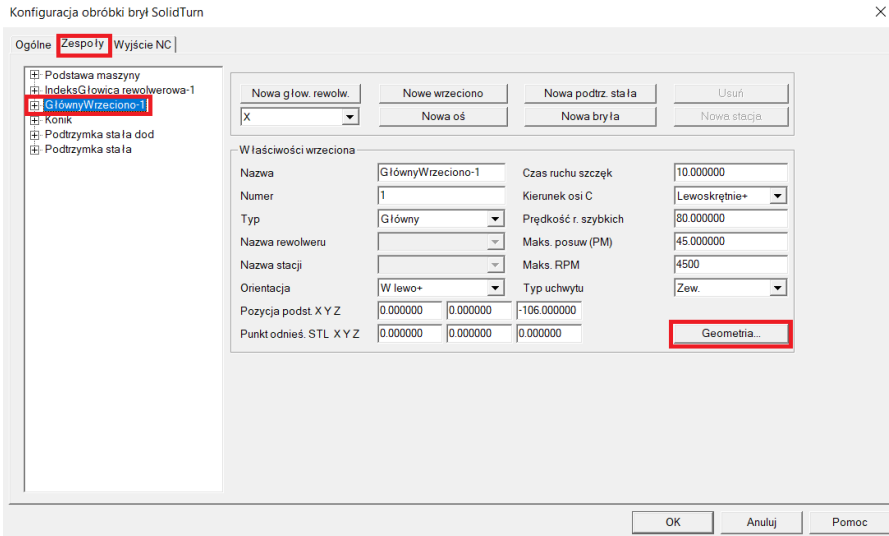
$$Z = -(188 - 22 - 52 - 42 + 3 + 1 + 30) = -106 \text{ mm}$$

Wyliczoną wartość wpisano we wskazanym miejscu na rys. 3.8.

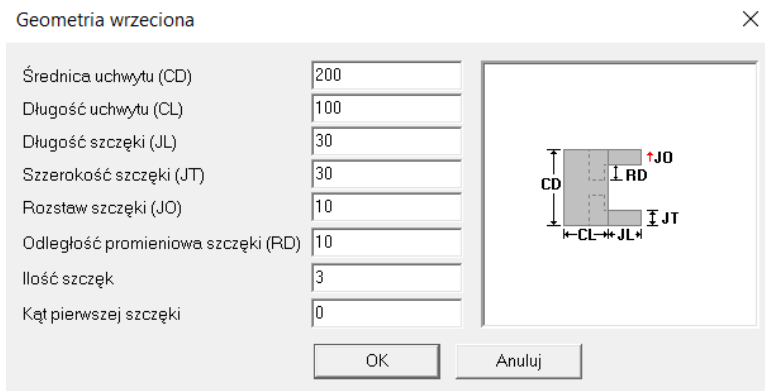


Rys. 3.8. Okno konfiguracji z określeniem pozycji podstawowej wrzeciona

Wymiary oraz ilość szczęk uchwytu należy wpisać w nowym oknie (rys. 3.10) po naciśnięciu przycisku Geometria w oknie konfiguracji obróbki (rys. 3.9) dotyczącym właściwości związanych z wrzecionem.

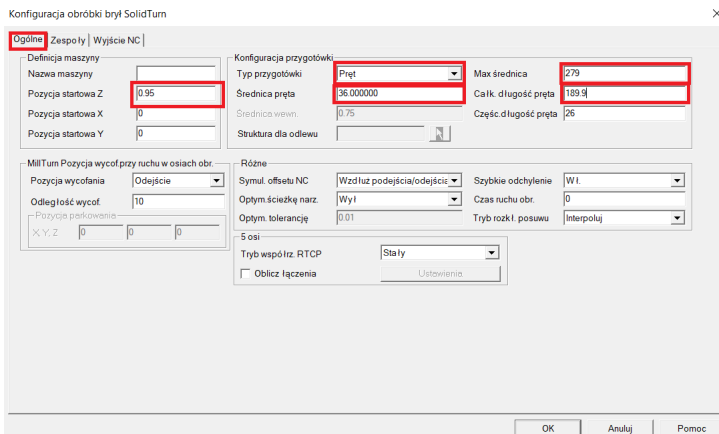


Rys. 3.9. Okno konfiguracji ze wskazaniem miejsca dostępu do edycji parametrów uchwytu obróbkowego



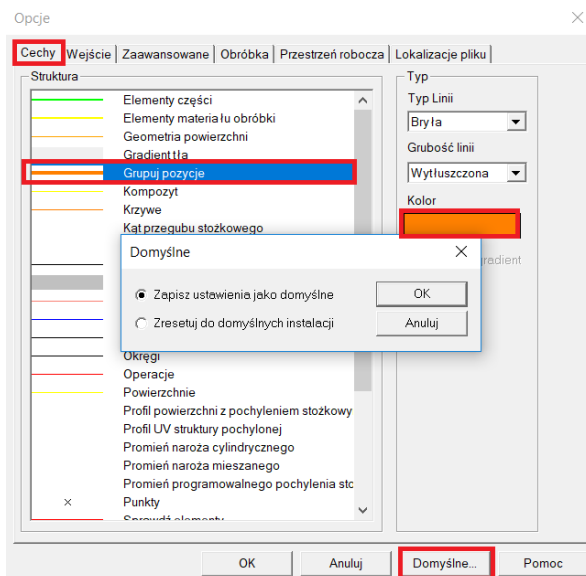
Rys. 3.10. Okno z parametrami uchwytu obróbkowego

Położenie półfabrykatu wałka względem bazy może być określone przez wpisanie nadatku na planowanie czoła na zakładce Ogólne w polu Pozycja startowa Z (rys. 3.11). Spośród kilku typów przygotówki należy wybrać Pręt i poniżej wpisać średnicę półfabrykatu. W pole Max średnica można wpisać wartość największej średnicy obrabianego wałka na danej obrabiarce. Pole Całk. długość pręta dotyczy długości półfabrykatu, czyli gotowego wałka łącznie z nadatkiem na oba czoła.



Rys. 3.11. Okno konfiguracji obróbki ze wskazaniem omawianych pozycji i parametrów półfabrykatu na zakładce Ogólne

Podczas zaznaczania wskaźnikiem myszy wybranych elementów zalecane jest, aby te elementy wyróżniały się kolorem pomarańczowym. W celu ustawienia tego koloru należy wybrać z górnego menu Narzędzia, a następnie Opcje. W oknie (rys. 3.12) na zakładce Cechy dla wiersza Grupuj pozycje należy zmienić kolor na pomarańczowy. Aby to ustawienie działało po ponownym uruchomieniu programu należy przed zaakceptowaniem OK nacisnąć przycisk Domyślne... i zatwierdzić Zapisz ustawienia jako domyślne.

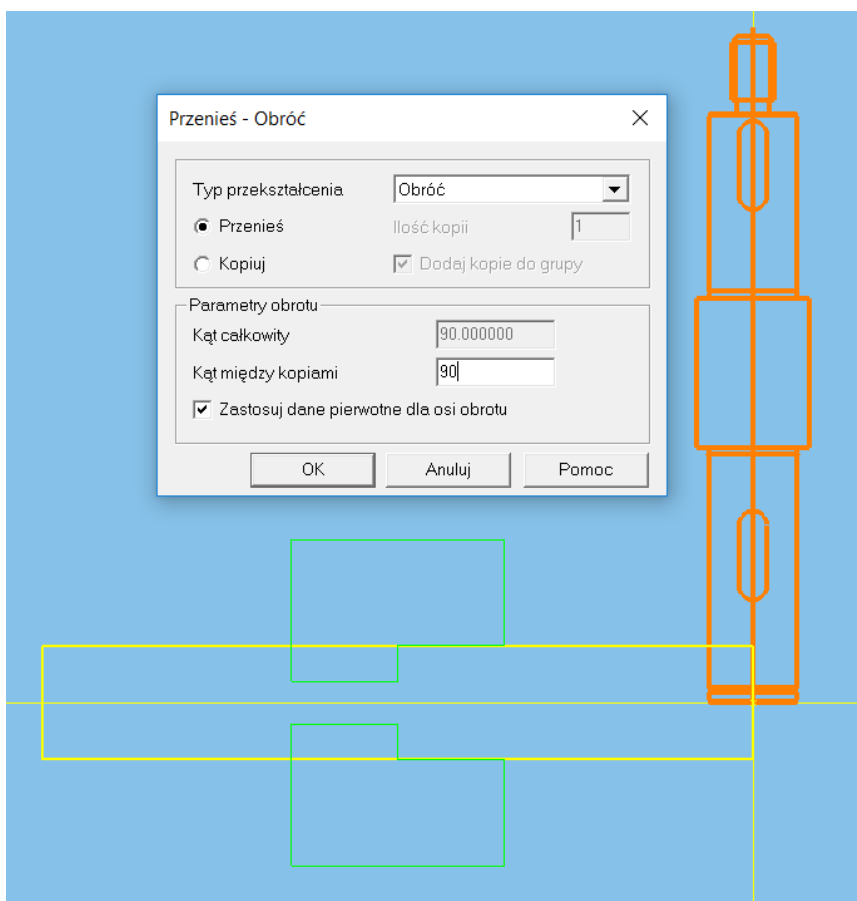


Rys. 3.12. Okno konfiguracji ze wskazaniem ustawienia koloru wyświetlanych elementów w Espricie

Import rysunku z programu typu CAD

Esprit umożliwia wczytanie rysunku utworzonego w programie typu CAD. W celu jego zaimportowania należy z menu górnego Plik wybrać opcję Otwórz, po czym wskazać w oknie plik wymiany rysunku z rozszerzeniem .dxf.

Po zaimportowaniu geometrii rysunku należy przenieść punkt początkowy na czoło wałka. Aby to osiągnąć można wybrać opcję Przenieś punkt początkowy z menu Edytuj, a następnie wskazać punkt symetrii na czole wałka. Ewentualny obrót geometrii wałka do orientacji przygotówki jest możliwy po zaznaczeniu elementów geometrii i skorzystaniu z opcji menu podręcznego po kliknięciu prawym przyciskiem myszy (rys. 3.13).



Rys. 3.13. Okno podręcznego menu z różnymi typami przekształceń m.in. z możliwością obrotu zaimportowanej geometrii wałka

Dobór narzędzi do kolejnych operacji i ich programowanie

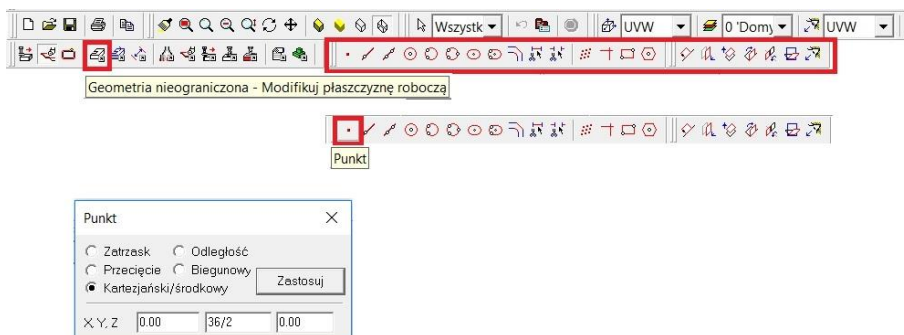
Proces programowania operacji w programie Esprit CAM składa się z podstawowych etapów zawierających:

- określenie elementów geometrycznych poprzez narysowanie ich w Esprit lub zaimportowanie z programów typu CAD,
- utworzenie struktury jako celu obróbki na podstawie zaznaczonej geometrii.
- zdefiniowanie typu i parametrów narzędzia (narzędzi) lub jego wybór z katalogu elektronicznego.
- wybór typu operacji z możliwych modułów obróbkowych wraz z określeniem dla niej technologii i parametrów.
- przeprowadzenie graficznej symulacji.
- wygenerowanie kodu wykorzystując właściwy postprocesor dla danego typu na obrabiarki CNC.

4. Planowanie czoła wałka

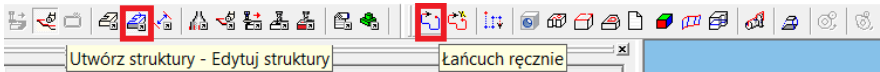
Podstawą do utworzenia struktury jest określenie elementu geometrycznego w postaci punktu na średnicy półfabrykatu w płaszczyźnie powierzchni obrobionej. W tym celu należy:

- wyświetlić pasek narzędzi Geometria nieograniczona i kliknąć ikonę Punkt,
- wpisać współrzędne kartezjańskie punktu w układzie rysunkowym XY i nacisnąć przycisk Zastosuj.



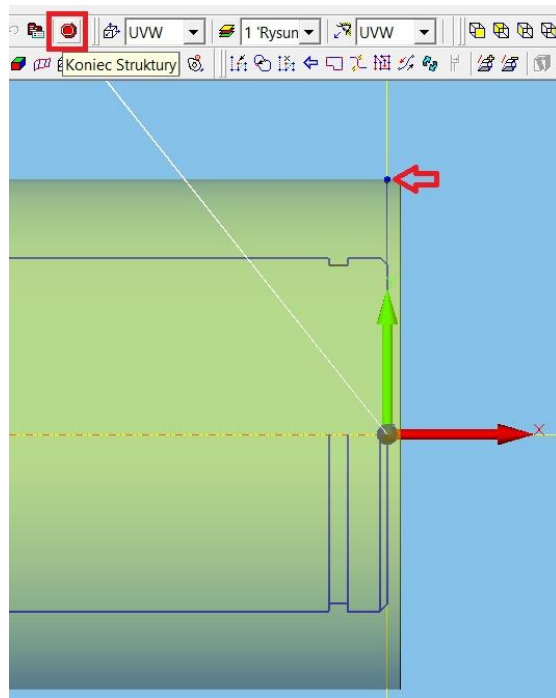
Rys. 4.1. Zaznaczona ikona na pasku Smart Toolbar włączająca pasek geometrii nieograniczonej oraz okno polecenia Punkt

- wyświetlić pasek narzędzi Utwórz struktury i kliknąć ikonę Łańcuch ręcznie



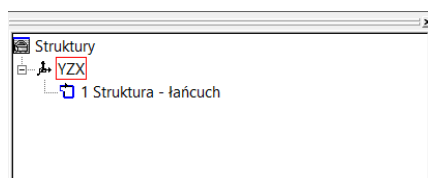
Rys. 4.2. Zaznaczona ikona na pasku Smart Toolbar włączająca pasek tworzenia struktur i ich edycji wraz z ikoną polecenia do tworzenia struktur łańcuchowych

- wskazać punkt o współrzędnych (0,18,0) utworzony powyżej, a następnie początek tego układu współrzędnych, po czym należy kliknąć ikonę z czerwonym kołem na pasku narzędzi Edytuj.



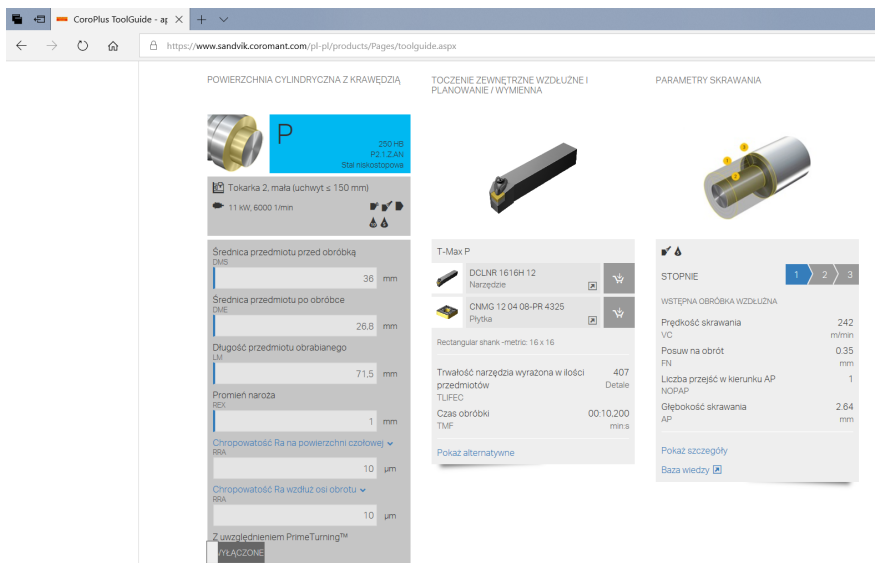
Rys. 4.3. Omawiany sposób tworzenia struktury łańcuchowej z wykorzystaniem polecenia Łańcuch ręcznie

Wskutek powyższych czynności została utworzona struktura łańcuchowa widoczna w zakładce Struktury w oknie Menadżera projektu.

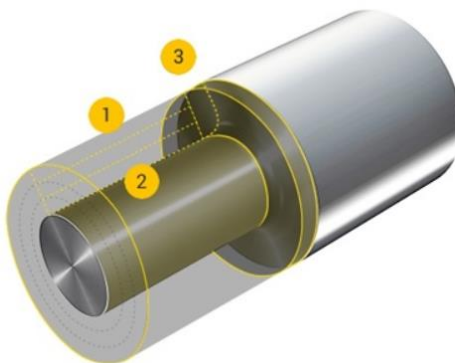


Rys. 4.4. Fragment okna Menadżera projektu po utworzeniu struktury łańcuchowej

Dla planowania jak i toczenia wzdłużnego zgrubnego zastosowano nóż tokarski o oznaczeniu kodowym DCLNR 16 16H 12 z płytką wymienną CNMG 12 04 08-PR 4325 dobrany przy pomocy programu CoroPlus ToolGuide firmy Sandvik Coromant [21].



Rys. 4.5. Zrzut ekranu z danymi wejściowymi (po lewo), z dobranym narzędziem i zalecanymi parametrami skrawania [21]



OBJAŚNIENIE

- 1 Wstępna obróbka wzdłużna
- 2 Wykańczanie wzdłużne
- 3 Wykańczanie powierzchni czołowej

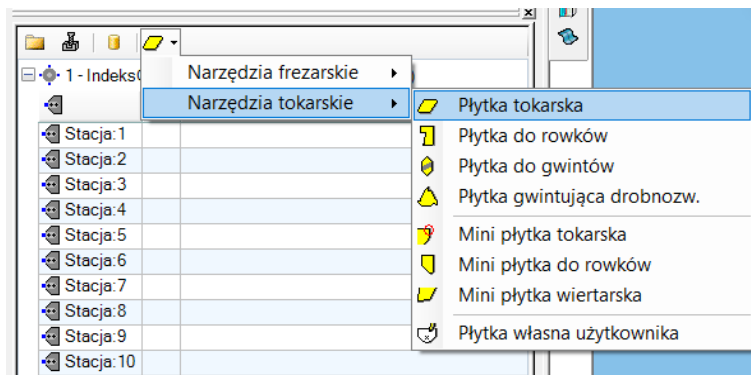
Rys. 4.6. Model kolejnych etapów obróbki prezentowany w programie CoroPlus ToolGuide [21]



Rys. 4.7. Parametry skrawania zaproponowane na podstawie programu CoroPlus ToolGuide firmy Sandvik Coromant [21]

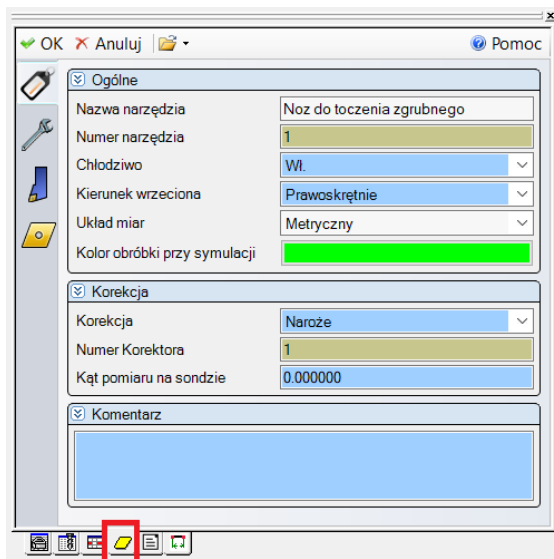
Podana na rysunku wykonawczym (rys. 2.1) twardość wałka 32÷36 HRC odpowiada twardości w skali Brinella 300 ÷ 335 HB. Jest ona większa niż założona w programie Coro plus 250HB (rys. 4.5). Z tego względu prędkość skrawania postanowiono zmniejszyć o 30%, natomiast wartość posuwu zachowano na tym samym poziomie. Prędkość skrawania przyjęto na poziomie 169 m/min, a posuw 0,35 mm/obr.

W celu utworzenia narzędzia w Esprit w Menadżerze projektu w zakładce Narzędzia należy rozwinąć menu przez kliknięcie strzałki i następnie wybrać Narzędzia tokarskie → Płytkę tokarską.



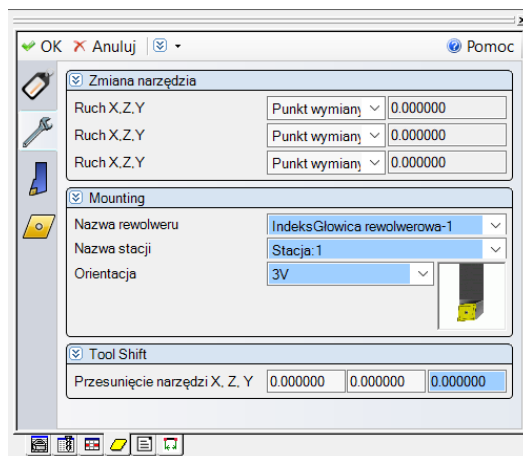
Rys. 4.8. Fragment Menadżera projektu z przedstawionym sposobem dodawania nowego narzędzia – płytki tokarskiej

Po wyborze rodzaju narzędzia w Menadżerze projektu pojawi się nowa zakładka zaznaczona w dolnej części ekranu na czerwono (rys. 4.9). Znając oznaczenie kodowe narzędzia wg międzynarodowej normy ISO należy wypełnić zakładki dotyczące narzędzia, które można wybierać w lewej części Menadżera projektu. W zakładce Ogólne należy wpisać nazwę narzędzia. W przypadku większej liczby narzędzi niż jedno zaleca się w nazwie narzędzia umieszczać kody płytki i trzonka.



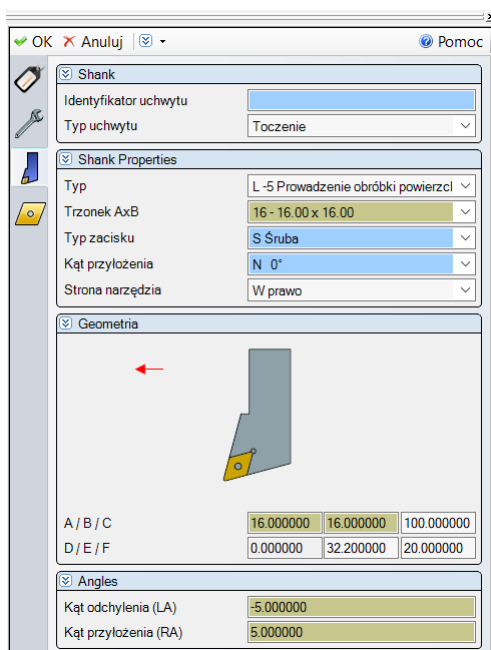
Rys. 4.9. Wypełniona zakładka Ogólne noża do obróbki zgrubnej

Przyjęto orientację narzędzia typu 3V dla ustawienia kierunku długości trzonka prostopadle do osi wrzeciona przedmiotowego.

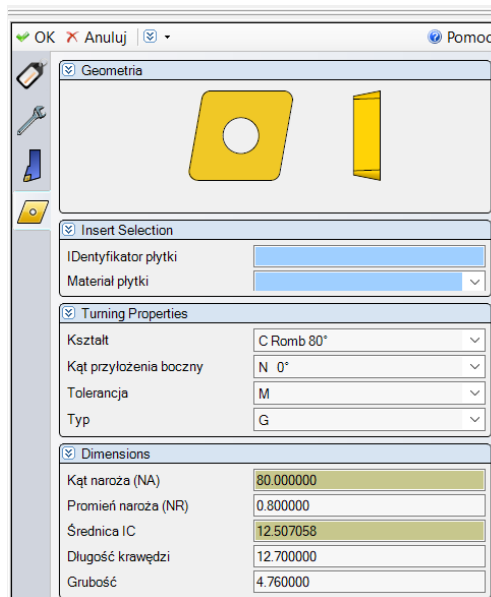


Rys. 4.10. Wypełniona zakładka Ustawienia noża do obróbki zgrubnej

W polach z tłem koloru niebieskiego są wyświetlane wartości domyślne systemu. Pola zaznaczone na brązowo dotyczą wartości obliczonych, które są zależne od innych wprowadzonych danych.

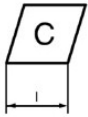
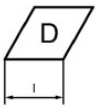

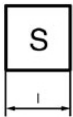

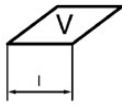



Rys. 4.11. Wypełniona zakładka Trzonek noża do obróbki zgrubnej



Rys. 4.12. Wypełniona zakładka Ostrze noża do obróbki zgrubnej

Dane wartości długości krawędzi i grubości płytki tokarskiej zostały dobrane na podstawie tabel - rys. 4.13 i rys. 4.14.

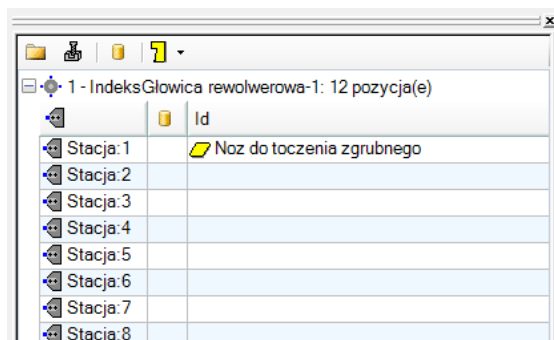
							l, d	
							mm	cale
54	04	03	03	06	-	-	3,97	5/32
04	05	04	04	08	08	53	4,76	3/16
05	06	05	05	09	09	03	5,56	7/32
-	-	06	-	-	-	-	6,00	.236
06	07	06	06	11	11	04	6,35	1/4
08	09	07	07	13	13	05	7,94	5/16
-	-	08	-	-	-	-	8,00	.315
09	11	09	09	16	16	06	9,52	3/8
-	-	10	-	-	-	-	10,00	.394
11	13	11	11	19	19	07	11,11	7/16
-	-	12	-	-	-	-	12,00	.472
12	15	12	12	22	22	08	12,70	1/2
14	17	14	14	24	24	09	14,29	9/16
16	19	15	15	27	27	10	15,88	5/8
-	-	16	-	-	-	-	16,00	.630

Rys. 4.13. Tabela długości boku płytek skrawających [19]

Symbol	Grubość [mm]
01	1,59
T1	1,98
02	2,38
03	3,18
T3	3,97
04	4,76
06	6,35
07	7,94
08	8,00
09	9,52
12	12,70

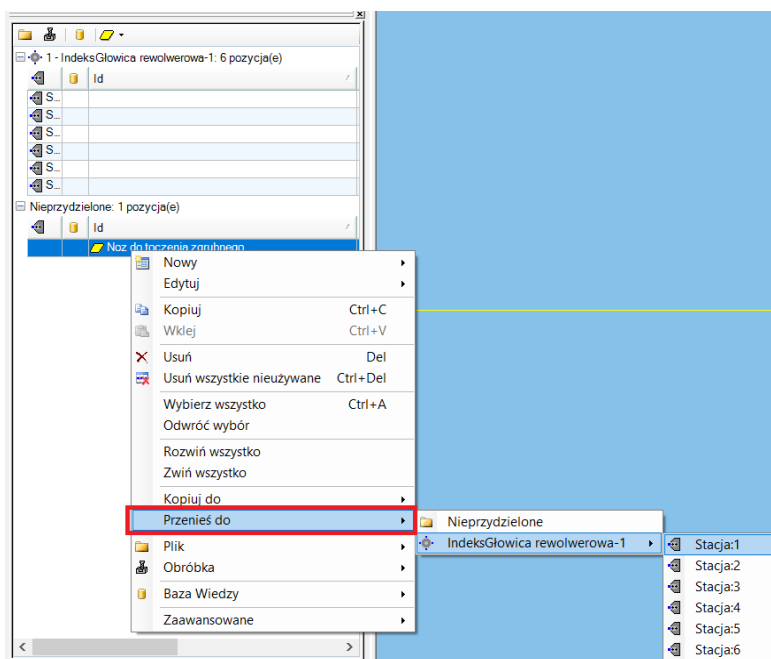
Rys. 4.14. Tabela grubości płytek skrawających [19]

Po wypełnieniu wszystkich zakładki tworzonego narzędzia należy kliknąć przycisk OK w górnej lewej części okna Menadżera projektu (rys. 4.12). Utworzone narzędzie powinno być widoczne na zakładce Narzędzia i przypisane do stacji 1 głowicy rewolwerowej – rys. 4.15.



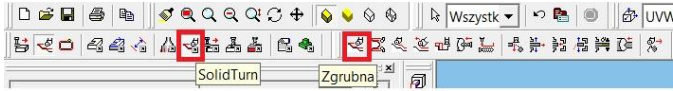
Rys. 4.15. Fragment zakładki Narzędzia Menadżera projektu z umieszczonym narzędziem w stacji 1 głowicy rewolwerowej

W przypadku, gdyby narzędzie zostało umieszczone w obszarze Nieprzydzielone (rys. 4.16), w celu przeniesienia go do konkretnej stacji głowicy rewolwerowej należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na utworzone narzędzie i wybrać ścieżkę przeniesienia tak jak na rysunku poniżej.



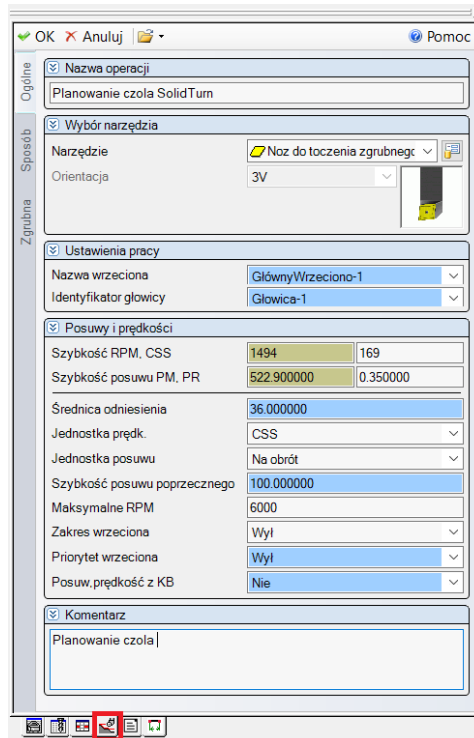
Rys. 4.16. Sposób przeniesienia narzędzia z obszaru nieprzydzielonego

Mając utworzone narzędzie i strukturę do planowania należy ustalić parametry na poziomie obróbki. W tym celu do przyjętej struktury należy przypisać obróbkę, czyli po zaznaczeniu struktury należy wyświetlić pasek narzędzi SolidTurn (rys. 4.17) i kliknąć ikonę Zgrubna.



Rys. 4.17. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek SolidTurn z zaznaczonym poleceniem operacji Zgrubna

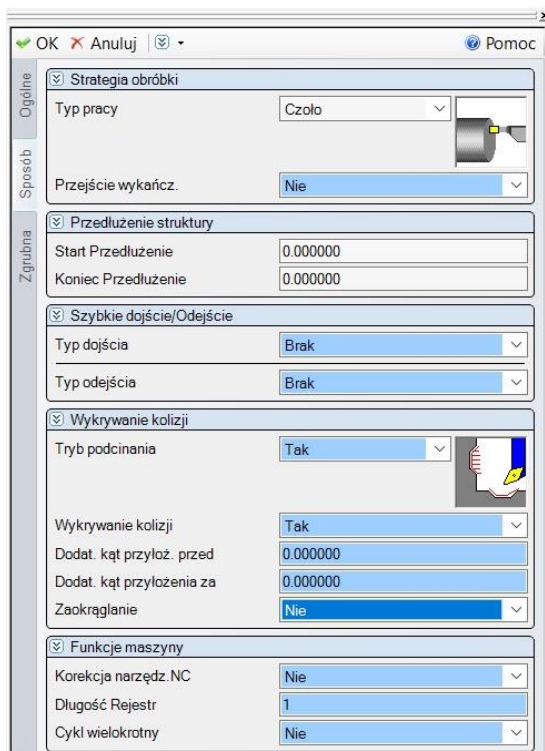
Po wyborze rodzaju operacji w Menadżerze projektu pojawi się nowa zakładka zaznaczona w dolnej części ekranu na czerwono (rys. 4.18). Na tej zakładce należy uzupełnić kolejne zakładki przedstawione poniżej, które można przełączać w lewej części okna. Na zakładce Ogólne należy wybrać narzędzie, którego sposób tworzenia został opisany w aktualnym rozdziale. Szybkość skrawania V_c w m/min i posuw w mm/obr. należy podać zgodnie z wcześniej ustalonymi wartościami. Parametr Jednostka prędk. określa jaka funkcja przygotowawcza będzie generowana przez postprocesor: G96 czy G97. Dla parametru Jednostka prędkości należy wybrać CSS, która określa stałą prędkość skrawania przy planowaniu. Dla parametru Jednostka posuwu należy wybrać Na obrót, czyli programowanie z posuwem w mm/obr. Dla pola Maksymalne RPM można wpisać maksymalna prędkość obrotową wrzeciona obrabiarki.



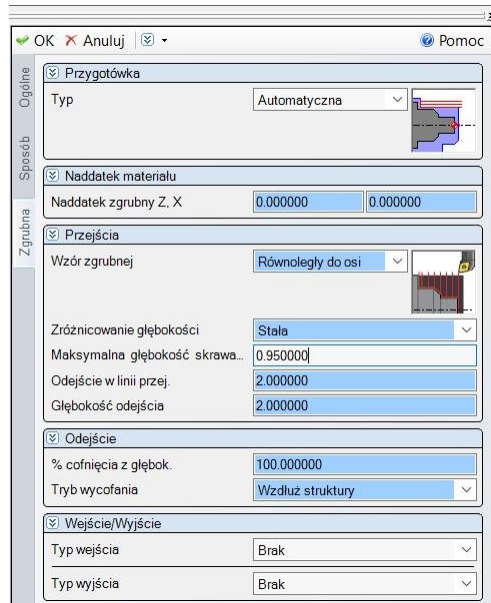
Rys. 4.18. Wypełniona zakładka Ogólne operacji planowania

Na zakładce Sposób (rys. 4.19) należy pamiętać, aby wybrać poprawny Tryb pracy – w przypadku planowania - Czoło. W przypadku utworzenia struktury, tak jak to opisano w bieżącym rozdziale, nie ma potrzeby jej modyfikacji – wartości dotyczące przedłużenia struktury mogą być zerowe. Korekcja narzędz. NC może pozostać jako NIE, co powoduje, że operator obrabiarki będzie miał wpływ na wartości korekcyjne.

Na zakładce Zgrubna (rys. 4.20) należy wybrać automatyczną przygotowkę. Dla tej opcji przygotowka jest obliczana na podstawie poprzednich operacji tokarskich, jeśli takowe występowały, lub jest definiowana w oknie Konfiguracja obróbki brył SolidTurn lub Parametrach symulacji. Naddatki powinny pozostać zerowe co oznacza, że nie będzie zostawianego naddatku pomiędzy końcową ścieżką narzędzia a strukturą. Maksymalna głębokość skrawania wskazuje na największą dopuszczalną głębokość spośród przejść skrawających. W tym przypadku dla uzyskania jednego przejścia może być ona równa naddatkowi na planowanie czoła. Obszar typów wejść i wyjść dotyczy ruchów narzędzia z posuwem roboczym. W przypadku kiedy inne parametry umożliwiają obróbkę bez uderzeń narzędzia w przedmiot obrabiany zarówno Typ wejścia jak i Typ wyjścia może być ustawiony jako Brak.



Rys. 4.19. Wypełniona zakładka Sposób operacji planowania

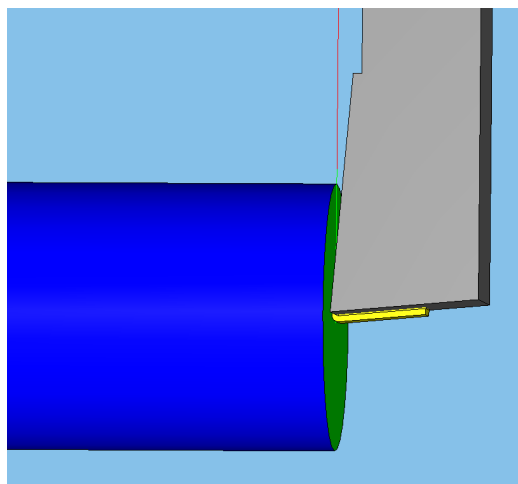


Rys. 4.20. Wypełniona zakładka Zgrubna operacji planowania

Po poprawnym wypełnieniu wszystkich zakładek należy kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu i przeprowadzić symulację obróbki. W tym celu wystarczy włączyć pasek pokazany na rys. 4.21 i wybrać jedną z opcji symulacji z tego paska. Przycisk Uruchom umożliwia rozpoczęcie symulacji jak i wznowienie jej po użyciu pauzy. Wybór Krok pojedynczy przeprowadza symulację wg liczby elementów ustawionych w oknie Parametry symulacji. Okno to jest otwierane poprzez kliknięcie na pierwszą ikonę od prawej strony zaznaczonego paska Symulacja. Jeśli parametr Częstotl. aktualizacji zostanie ustawiony na opcję Bloki, a Bloki na wartość 1 wówczas naciśnięcie przycisku Krok pojedynczy będzie skutkowało przeprowadzeniem symulacji odpowiadającej jednej linii kodu NC w czasie. Funkcja Wiele kroków umożliwia zasymulowanie zgodne z parametrem Tryb wieloetapowy. Przykładowo jeśli zostanie wybrana opcja Bloki, a dla Bloki ustawiono wartość 10, wówczas naciśnięcie przycisku Wiele kroków będzie skutkowało przeprowadzeniem symulacji odpowiadającej 10 liniom kodu NC w czasie.



Rys. 4.21. Zaznaczona ikona (od lewej) na pasku Smart Toolbar włączająca pasek Symulacja – Symulacja zaawansowana



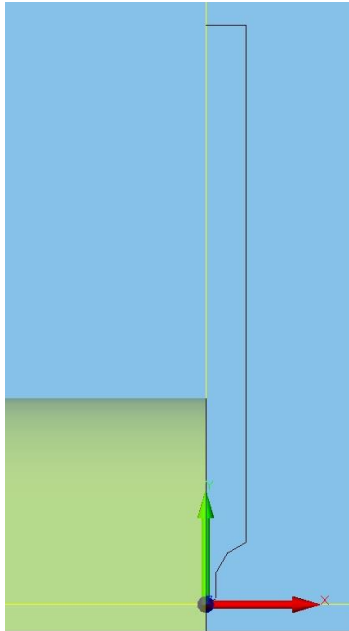
Rys. 4.22. Fragment zrzutu ekranu z symulacji planowania czoła wałka: niebieska powierzchnia – nieobrobiona, zielona powierzchnia – obrobiona, linia czerwona - odzwierciedla ruch punktu charakterystycznego ostrza noża z posuwem szybkim, linia zielona - odzwierciedla ruch z posuwem roboczym

Należy pamiętać, że przycisk Stop powoduje zatrzymanie symulacji i wyjście z trybu symulacji. Dlatego dopóki nie wybierze się tego przycisku nie jest możliwa jakakolwiek edycja operacji.

5. Nawiercanie nakiełka chronionego pod kiel szlifierski

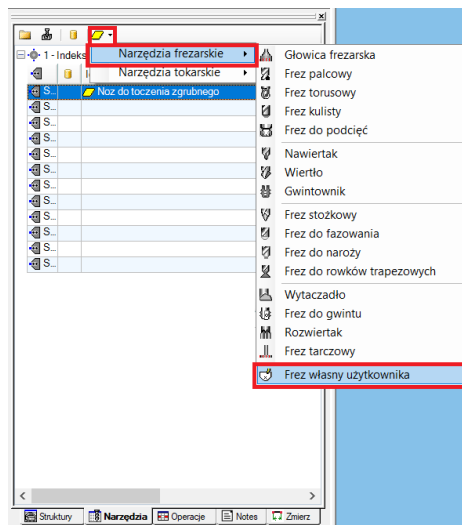
Dla średnicy wału $\varnothing 32$ zgodnie z normą PN-83/M-02499 wybrano nakiełek chroniony typ B o wielkości 1.6mm. Do wykonania nakiełka zastosowano narzędzie w postaci nawiertaka DIN 333 B z katalogu firmy Dolfamex [20].

1. Utworzenie narzędzia wg zarysu użytkownika:
 - narysować profil otwarty narzędzia w prawej górnej ćwiartce płaszczyzny XY orientując oś narzędzia w osi Y i ustawiając punkt początkowy narzędzia w początku układu współrzędnych (rys. 5.1),



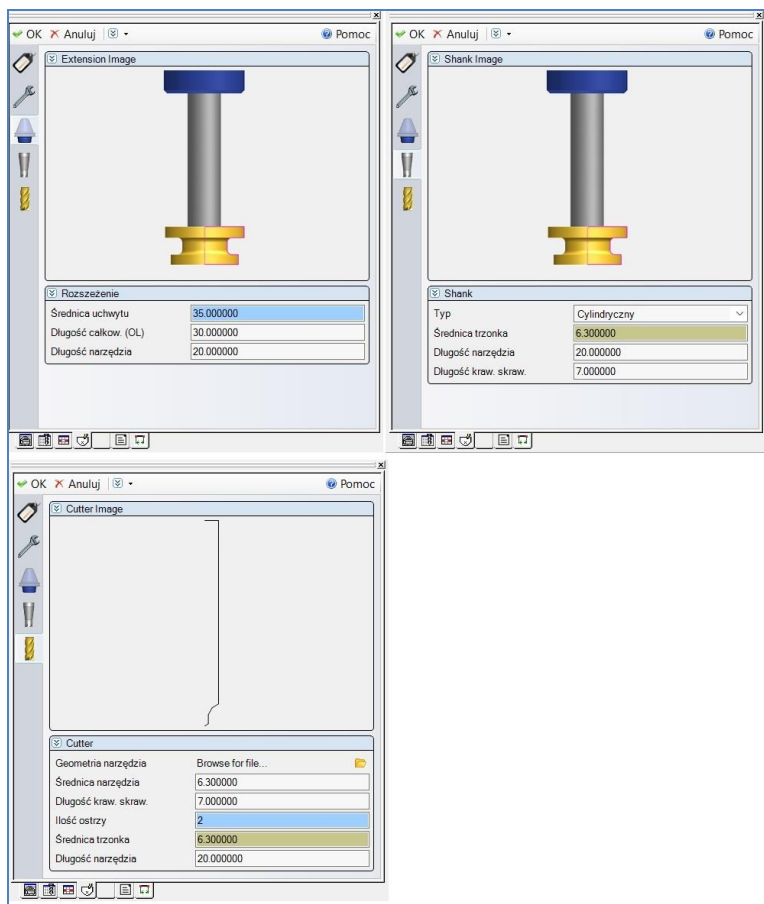
Rys. 5.1. Narysowany profil otwarty narzędzia

- zaznaczyć narysowany profil narzędzia i zapisać go jako plik geometrii narzędzia z rozszerzeniem .ect w znanej dla siebie lokalizacji,
- w projekcie Esprita w zakładce Narzędzia Menadżera projektu wybrać Narzędzia frezarskie → Frez własny użytkownika (rys. 5.2).



Rys. 5.2. Sposób dodawania nowego narzędzia – nawiertaka wg zarysu użytkownika wykorzystujący opcję Frez własny użytkownika

- na zakładce Ustawienia określić orientację osi jako Z+.
- na zakładce Cutter wybrać plik ze zdefiniowaną wcześniej geometrią narzędzia - Browse for file.
- uzupełnić wymiary narzędzia zgodnie z podanymi w katalogu narzędzi (rys. 5.3).

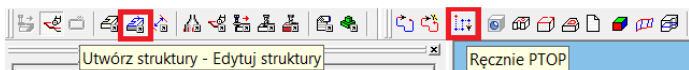


Rys. 5.3. Trzy ostatnie zakładki nawiertaka B1.6

- kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu.

2. Utworzenie struktury typu wiertarskiego PTOP:

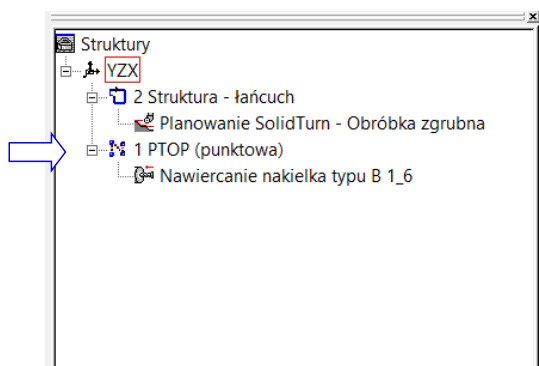
- z paska Utwórz struktury wybrać ikonę o nazwie Ręcznie PTOP.



Rys. 5.4. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek Utwórz struktury – Edytuj struktury z zaznaczonym poleceniem tworzenia struktury Ręcznie PTOP.

- lewym przyciskiem myszy wskazać punkt nawierania (0,0,0).
- na pasku Edytuj wybrać ikonę Koniec struktury tak jak w przypadku planowania czoła.

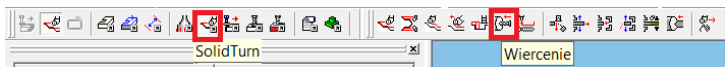
Efektom utworzenia struktury jest pojawienie się jej ikony w zakładce struktur – 1PTOP (punktowa) (na poziomie niebieskiej strzałki na rys. 5.5).



Rys. 5.5. Struktura wiertarska PTOP i dodana do niej operacja nawierania nakielka w punkcie poniżej

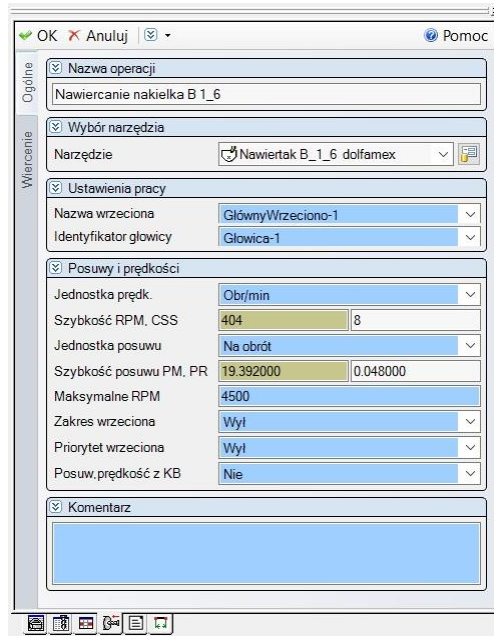
3. Dodanie operacji typu Wiercenie:

- zaznaczyć utworzoną strukturę PTOP.
- z paska SolidTurn wybrać ikonę Wiercenie (rys. 5.6).



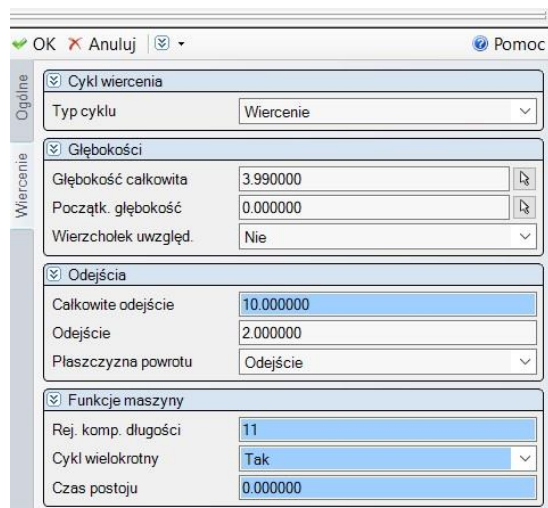
Rys. 5.6. Zaznaczona po lewo ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek SolidTurn z zaznaczonym poleceniem operacji Wiercenie.

- na zakładce Ogólne (rys. 5.7) wybrać nawiertak utworzony na początku tego rozdziału i wprowadzić parametry skrawania dobrane na podstawie katalogu firmy Dolfamex.



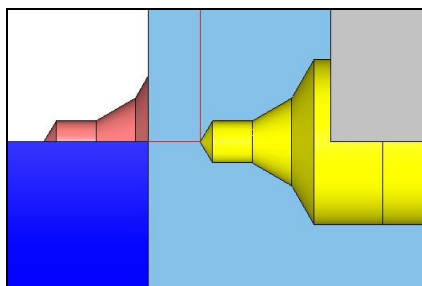
Rys. 5.7. Wypełniona zakładka Ogólne operacji nawiercania nakielka

– na zakładce Wiercenie uzupełnić parametry tak jak na rys. 5.8.



Rys. 5.8. Wypełniona zakładka Wiercenie operacji nawiercania nakielka

Po poprawnym wypełnieniu wszystkich zakładek należy kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu i przeprowadzić symulację obróbki.



Rys. 5.9. Fragment zrzutu ekranu z symulacji nawiercania (po lewo: część wałka w rzucie półwidok – półprzekrój utworzony przez wybór polecenia Przekrój $\frac{3}{4}$ z paska narzędzi Symulacja zaawansowana, po prawo: na żółto nawiertak)

6. Toczenie zgrubne wzdłużne wałka

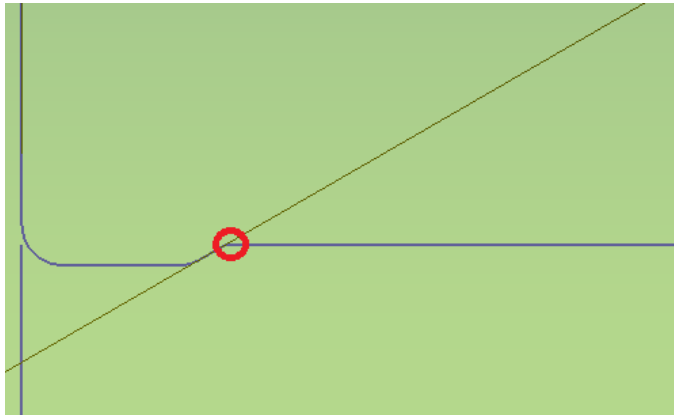
Zgodnie z rysunkiem wykonawczym (rys. 2.1) do toczenia zewnętrznego największej średnicy $\phi 32$ ze względu na wymaganą chropowatość powierzchni tego stopnia wałka Ra 10 nie jest wymagane toczenie kształtujące. Jednak ze względu na stosunkowo niedużą drogę toczenia na stopniu o największej średnicy w pierwszym zamocowaniu równą 3mm zastosowano toczenie zgrubne i kształtujące. Nie ma wtedy konieczności tworzenia oddzielnej struktury dla toczenia zgrubnego. Toczenie zewnętrzne zgrubne przeprowadzono przy pomocy noża z tą samą płytką używaną do planowania.

Kolejność czynności przy programowaniu operacji toczenia zgrubnego jest następująca:

1. Utworzenie elementów geometrii dla struktury toczenia wzdłużnego:
 - wybrać polecenie Linia 1 (rys. 6.1) i wskazać punkt charakterystyczny zaznaczony czerwonym okręgiem, a następnie określić kąt pochylenia rysowanej prostej (rys. 6.2).

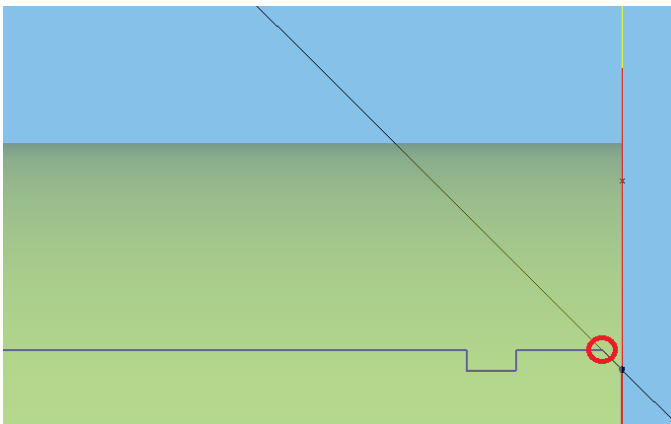


Rys. 6.1. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek Geometria nieograniczona z zaznaczonym poleceniem Linia 1



Rys. 6.2. Zaznaczony punkt charakterystyczny do utworzenia pochylej linii pod kątem 30° będącej przedłużeniem zarysu podcięcia

– analogicznie zastosować powyższe polecenia w obszarze końca zarysu wałka (rys.6.3).



Rys. 6.3. Zaznaczony punkt charakterystyczny do utworzenia drugiej pochylej linii pod kątem 135° będącej przedłużeniem zarysu fazy

– wybrać polecenie Linia 1 i wskazać element odniesienia w postaci linii zarysu czopa przedmiotu po szlifowaniu. Należy stosować się do wskazówek wyświetlanych w lewym dolnym rogu ekranu. Bezpośrednio wprowadzić z klawiatury wartość odległości 0.2mm określającą, gdzie utworzona zostanie prosta równoległa do wybranej linii. Wartość ta jest promieniowym naddatkiem na szlifowanie czopa. Można wpisać wartość naddatku średnicowego podzielonego przez 2 i zaakceptować ją poprzez Enter. W końcowym etapie należy wskazać kursorem myszy stronę, po której ma zostać utworzona nowa linia. Wynik powyższych czynności widoczny jest na rys. 6.4.



Rys. 6.4. Okno do wpisywania wartości odległości odsunięcia (na górze) i trzy proste utworzone na podstawie polecenia Linia 1 (niżej)

– skorzystać z polecenia Zachowaj, z paska narzędziowego Geometria nieograniczona, dla pozostawienia tylko linii potrzebnych do utworzenia struktury.

Efekt narysowania geometrii dla struktury toczenia wzdłużnego widoczny jest na rysunku 6.5. Odległość pomiędzy dwiema równoległymi liniami wynika z wielkości nadatku promieniowego na szlifowanie czopa wałka.

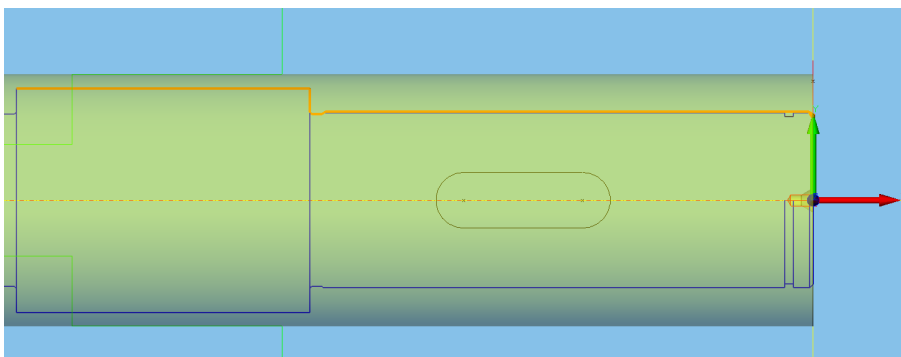


Rys. 6.5. Przygotowana geometria dla utworzenia struktury toczenia wzdłużnego po zastosowaniu polecenia Zachowaj

2. Utworzenie struktury dla operacji toczenia wzdłużnego :

– zaznaczyć elementy geometryczne poprzez wskazywanie ich myszą z jednocześnie wciśniętym klawiszem Ctrl.

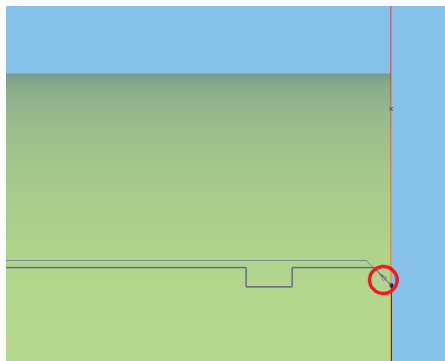
– po zaznaczeniu wszystkich elementów (rys. 6.6) należy wybrać opcję Łańcuch Auto z paska narzędzi Utwórz struktury.



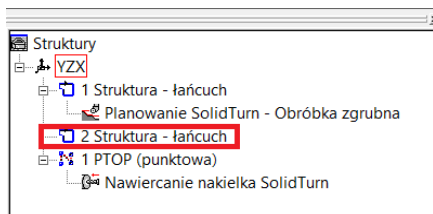
Rys. 6.6. Zaznaczone elementy do utworzenia struktury łańcuchowej

Powstała struktura od elementów geometrycznych wyróżnia się istniejącą strzałką zaznaczoną na rys.6.7a czerwonym okręgiem. W oknie Menadżera projektu struktura ta wymieniona jest pod nowym numerem 2 (rys. 6.7b).

a)



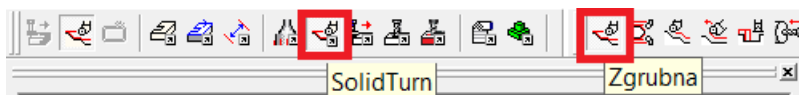
b)



Rys. 6.7. Widoczny początek utworzonej struktury ze strzałką (pkt. a) i wymieniona struktura typu Łańcuch w oknie Menadżera projektu (pkt. b)

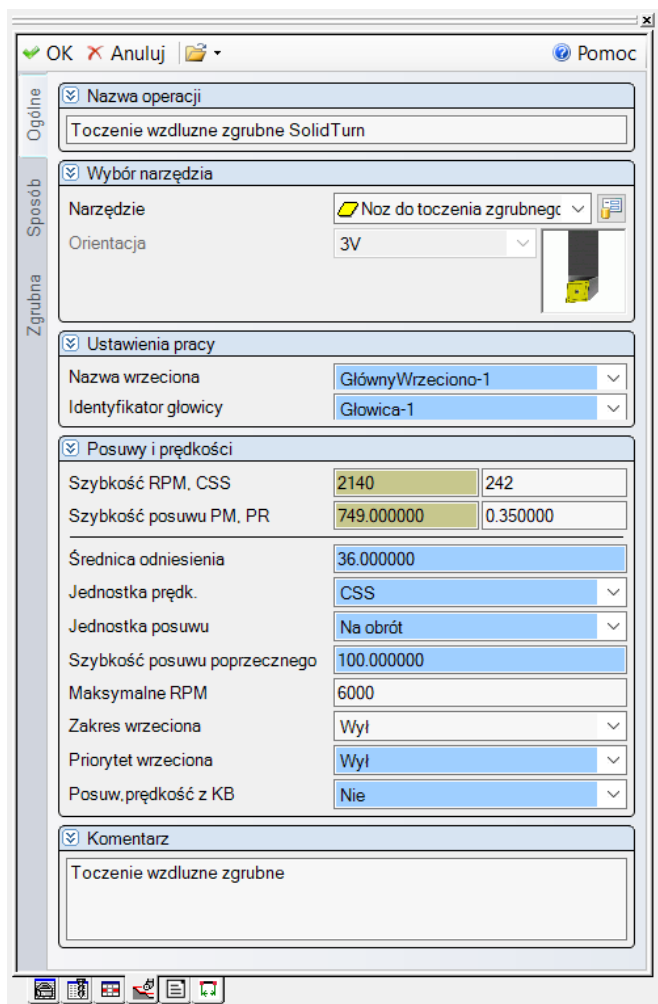
3. Dodanie operacji do utworzonej struktury:

- zaznaczyć strukturę utworzoną w pkt. 2.
- z paska SolidTurn wybrać ikonę Zgrubna (rys. 6.8).



Rys. 6.8. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek SolidTurn z zaznaczonym poleceniem operacji Zgrubna

- na zakładce Ogólne wybrać wcześniej utworzony Noz do toczenia zgrubnego i wprowadzić parametry skrawania (rys. 6.9) zgodnie z wartościami przyjętymi dla toczenia wzdłużnego.



Rys. 6.9. Wypełniona zakładka Ogólne operacji toczenia zgrubnego wzdłużnego

– na zakładce Sposób (rys. 6.10) wybrać odpowiedni tryb pracy oraz ograniczyć działanie operacji w stosunku do struktury, tak aby toczenie zakończyło się kilka milimetrów przez szczękami uchwytu. Wybrać opcję trybu podcinania jako Nie ze względu na zgrubny charakter obróbki.

OK Anuluj Pomoc

Strategia obróbki

Typ pracy: Zew.

Przejście wykańcz.: Nie

Przedłużenie struktury

Start Przedłużenie: 0.000000

Koniec Przedłużenie: -39.550000

Szybkie dojscie/Odejście

Typ dojsčia: Brak

Typ odejścia: Brak

Wykrywanie kolizji

Tryb podcinania: Nie

Wykrywanie kolizji: Tak

Dodat. kąt przyłoż. przed: 0.000000

Dodat. kąt przyłożenia za: 0.000000

Zaokrąglanie: Nie

Funkcje maszyny

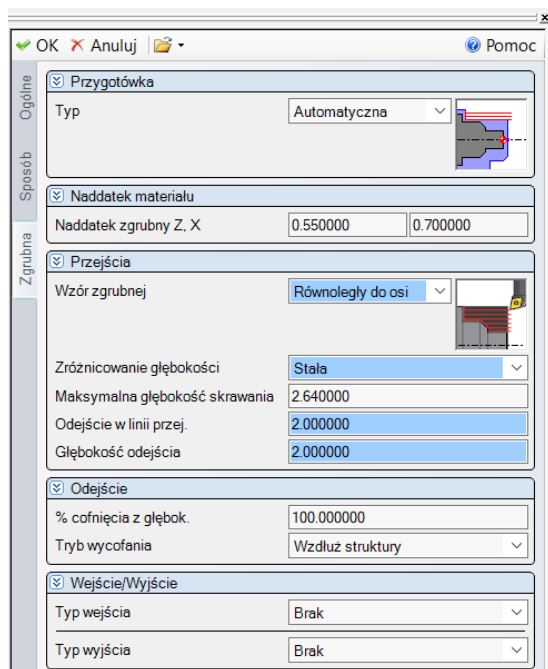
Korekcja narzędz. NC: Nie

Numer Korektora: 1

Cykl wielokrotny: Nie

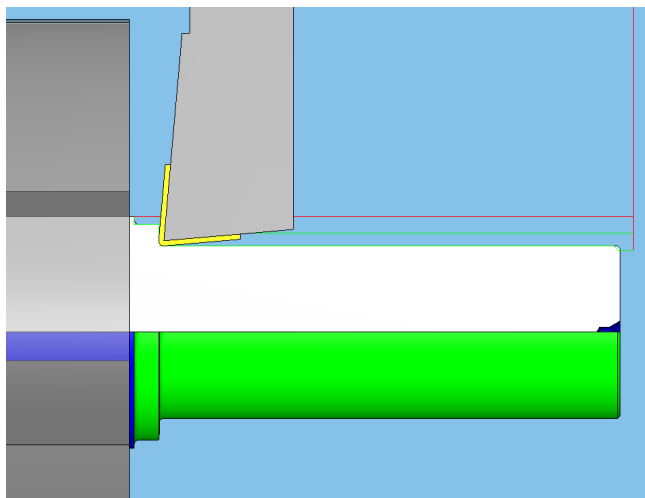
Rys. 6.10. Wypełniona zakładka Sposób operacji toczenia zgrubnego wzdłużnego

– na zakładce Zgrubna określić naddatki zapewniające materiał na toczenie kształtujące. Naddatek w kierunku X jest określany jako promieniowy. Wpisać wartość maksymalnej głębokości skrawania zalecanej podczas doboru narzędzia.



Rys. 6.11. Wypełniona zakładka Zgrubna operacji toczenia zgrubnego wzdłużnego

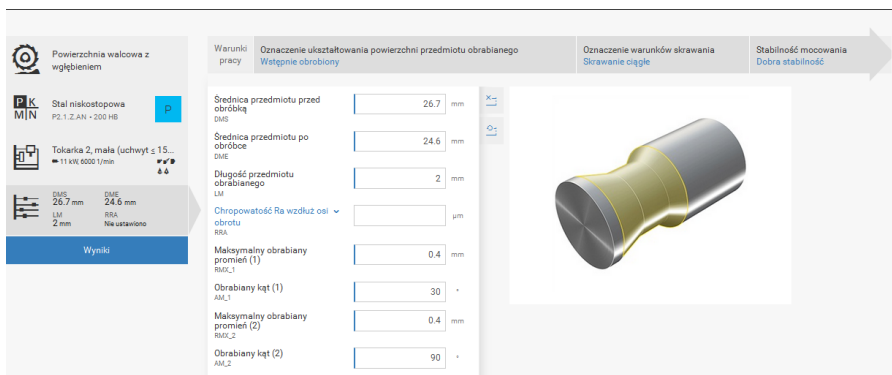
Po poprawnym wypełnieniu wszystkich zakładek należy kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu i przeprowadzić symulację obróbki.



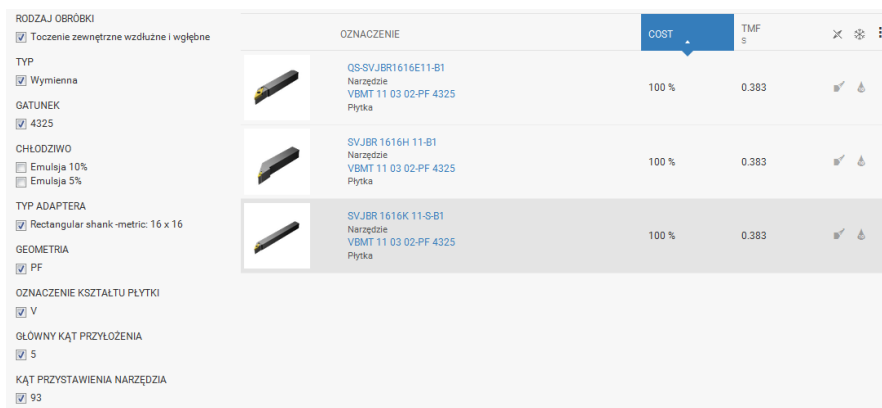
Rys. 6.12. Fragment zrzutu ekranu z symulacji toczenia wzdłużnego zgrubnego (półprzekrój): po lewo uchwyt trójszczękowy z nieobrobioną powierzchnią wałka (niebieski kolor), powierzchnia obrobiona - kolor zielony, (w półprzekroju widoczny nakiełek typu A)

7. Toczenie kształtujące wałka

Dla toczenia wzdłużnego kształtującego przy doborze narzędzia sugerowano się kształtem podcięcia obróbkowego zastosowanego na rysunku wykonawczym analizowanego wałka. Parametry tego podcięcia uwzględniono w danych wejściowych programu doboru narzędzia CoroPlus ToolGuide firmy Sandvik Coromant. Poniżej przedstawiono trzy zrzuty dotyczące doboru narzędzia.



Rys. 7.1. Zrzut ekranu z danymi wejściowymi do doboru narzędzia do toczenia kształtującego [21]



Rys. 7.2. Zrzut ekranu z danymi wyjściowymi doboru narzędzia do toczenia kształtującego – zalecane trzy alternatywne rozwiązania trzonka z płytką skrawającą [21]

Z trzech proponowanych alternatywnych rozwiązań trzonka z płytką skrawającą zdecydowano wybrać nóż tokarski o oznaczeniu kodowym SVJBR 1616H 11 B1 z płytką wymienną VBMT 11 03 02-PF 4325. Parametry skrawania dla tego rozwiązania przedstawiono na rys. 7.3.

TOCZENIE ZEWNĘTRZNE
WZDŁUŻNE I WŁOŚBNE /
WYMIENNA

CoroTurn 107

SVJBR 1616H 11-B1
Narzędzie

VBMT 11 03 02-PF 4325
Płytko

Złącze
Rectangular shank-metric: 16 x 16

Chłodzenie
 Zewnętrzne
 Emulsja 10%

DANE EKONOMICZNE PARAMETRY SKRAWANIA

VC [m/min] PRĘDKOŚĆ SKRAWANIA	FN [mm] POSUW NA OBRÓT	NOPAP LICZBA PRZEJŚĆ W KIERUNKU AP	DMS [mm] ŚREDNICA PRZEDMIOTU PRZED OBRÓBKĄ
1 438	0.06	1	26.7
DME [mm] ŚREDNICA PRZEDMIOTU PO OBRÓBCE	AP [mm] GŁĘBOKOŚĆ SKRAWANIA	RPMX [1/min] MAKSYMALNA PRĘDKOŚĆ OBROTOWA	PPCX [kW] MAKSYMALNA MOC SKRAWANIA
1 24.6	1.05	5670	1.54
MMCX [Nm] MAKSYMALNY MOMENT SKRAWANIA			
1 2.6			

OBJAŚNIENIE

1 Obróbka wstępna

Rys. 7.3. Zrzut ekranu z warunkami skrawania wybranego narzędzia dla toczenia kształtującego [21]

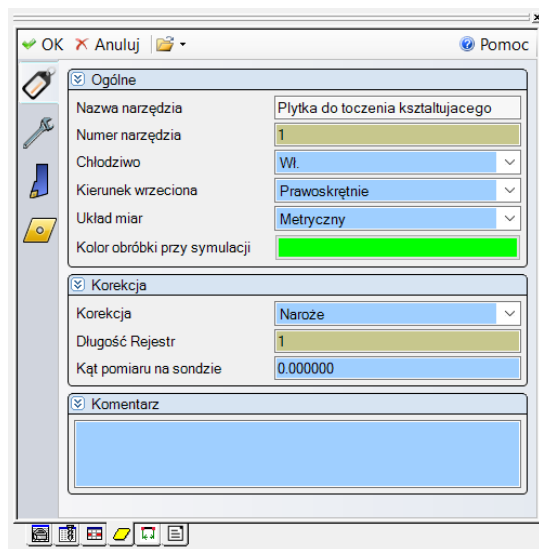
Dla zwiększenia trwałości narzędzia wybrano płytkę tokarską różniącą się w stosunku do płytki z rys. 7.3 większym promieniem ostrza 0,4mm. Oznaczenie tej płytki to VBMT 11 03 04-PF 4325. Ze względu na większą twardość obrabianego materiału niż uwzględniana na rys. 7.1 przyjęto prędkość skrawania na poziomie 150 m/min i posuw rzędu 0.05mm/obr. Dla toczenia samego czopa posuw ten może być zwiększony do poziomu 0.12 mm/obr.

Kolejność czynności przy programowaniu operacji toczenia kształtującego jest następująca:

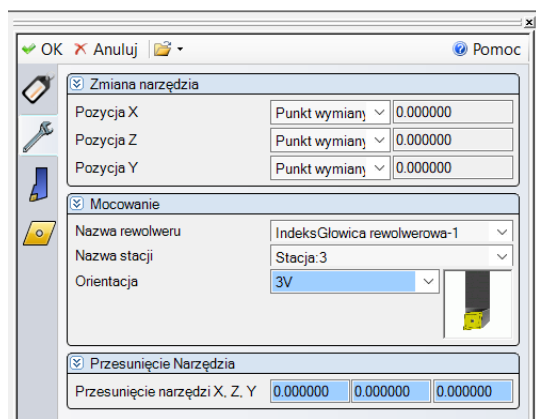
1. Utworzenie narzędzia do toczenia kształtującego w Esprit:

– analogicznie jak dla tworzenia płytki do toczenia zgrubnego, w Menadżerze projektu w zakładce Narzędzia, należy rozwinąć menu przez kliknięcie strzałki i następnie wybrać Narzędzia tokarskie → Płytko tokarsko.

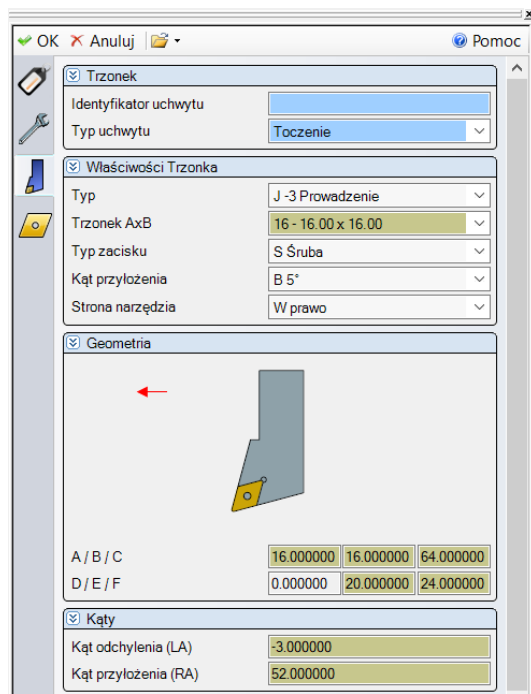
– znając oznaczenie kodowe narzędzia wg międzynarodowej normy ISO należy wypełnić zakładki dotyczące narzędzia, które można wybierać w lewej części Menadżera projektu (rys. 7.4 ÷ rys. 7.7).



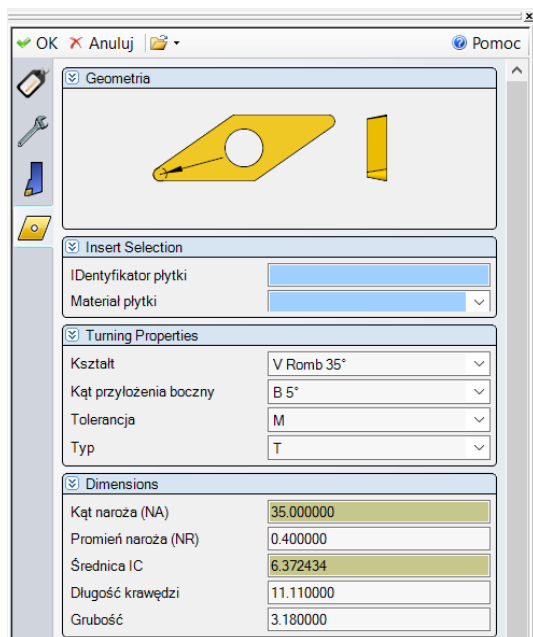
Rys. 7.4. Wypełniona zakładka Ogólne noża do toczenia kształtującego



Rys. 7.5. Wypełniona zakładka Ustawienia noża do toczenia kształtującego



Rys. 7.6. Wypełniona zakładka Trzonek noża do toczenia kształtującego



Rys. 7.7. Wypełniona zakładka Płytki noża do toczenia kształtującego

- kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu.

2. Dodanie operacji dla toczenia kształtującego z jednym przejściem:

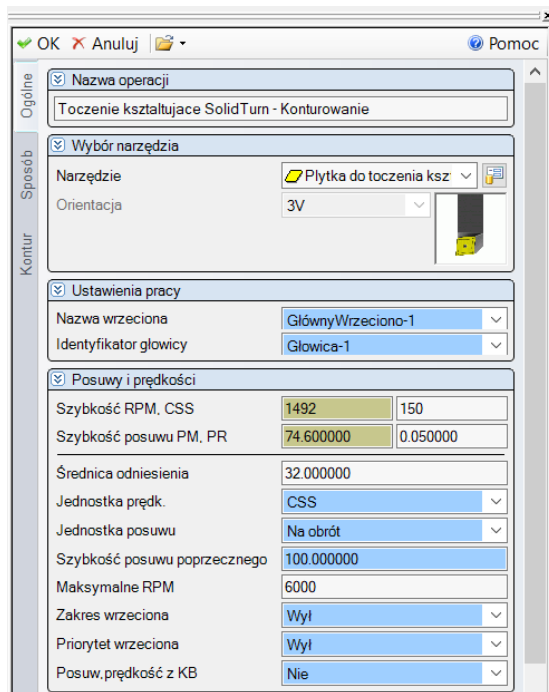
- zaznaczyć wcześniej utworzoną strukturę , wykorzystywaną już w toczeniu zgrubnym,

- z paska SolidTurn wybrać ikonę Obróbka konturowa.



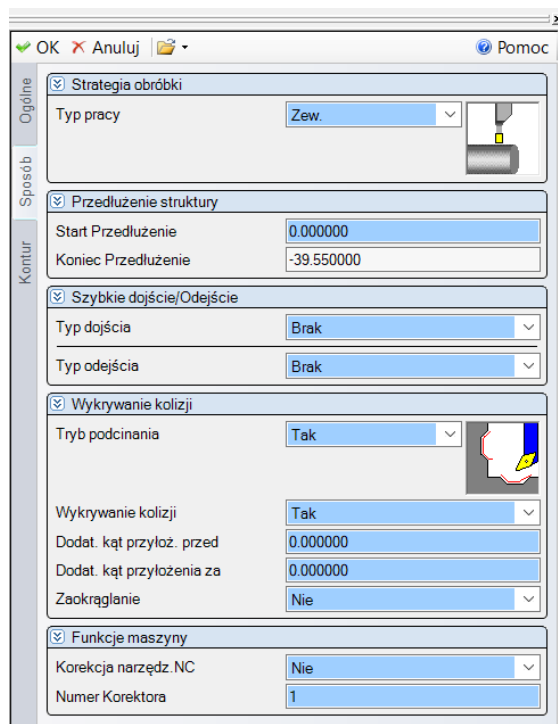
Rys. 7.8. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek SolidTurn z zaznaczonym poleceniem operacji Obróbka konturowa

- na zakładce Ogólne wybrać narzędzie utworzone na początku tego rozdziału i wprowadzić parametry skrawania (rys. 7.9).



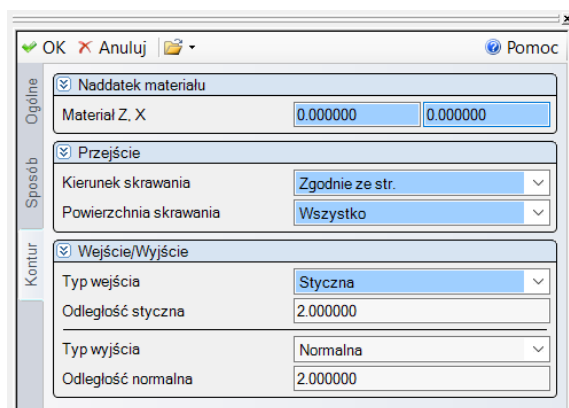
Rys. 7.9. Wypełniona zakładka Ogólne operacji toczenia kształtującego

- na zakładce Sposób (rys. 7.10) wybrać odpowiedni tryb pracy oraz ograniczyć działanie operacji w stosunku do struktury, tak jak przy obróbce zgrubnej. Wybrać opcję trybu podcinania jako Tak, aby możliwe było wykonanie podcięcia na wyjście ściernicy przy szlifowaniu.



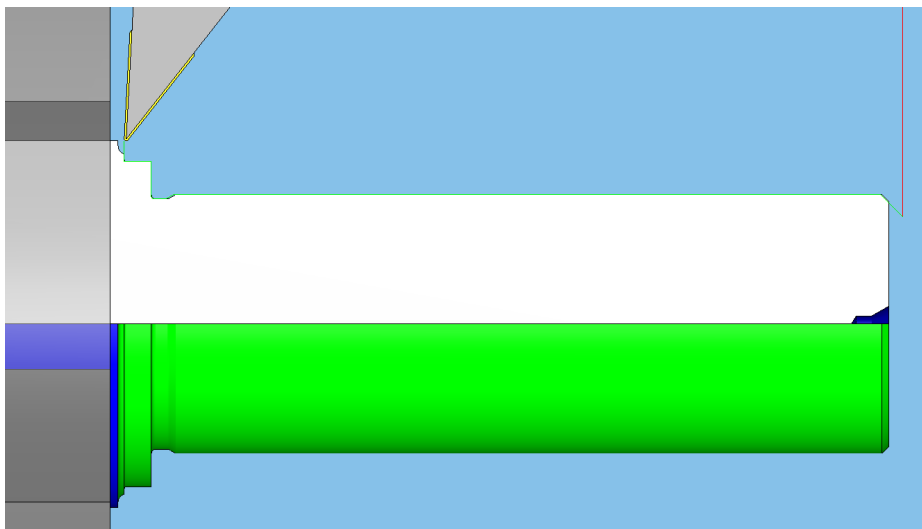
Rys. 7.10. Wypełniona zakładka Sposób operacji toczenia kształtującego

– na zakładce Kontur (rys. 7.11) wybrać typ wejścia i wyjścia określający kierunek dodatkowych ruchów z posuwem roboczym w stosunku do początku i końca struktury. Wpisać wartości długości tych ruchów.



Rys. 7.11. Wypełniona zakładka Kontur operacji toczenia kształtującego

- kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu.
- uruchomić symulację i sprawdzić jej działanie.



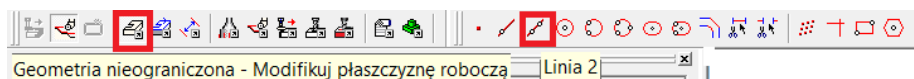
Rys. 7.12. Fragment zrzutu ekranu z symulacji toczenia wzdłużnego kształtującego (półwidok – półprzekrój) w chwili tuż po zeskraniu warstwy materiału

8. Wykonanie rowka pod pierścień sprężysty ustalający Segera

Rowkowanie jest zaliczane do obróbki kształtującej części maszyn klasy wał i dlatęgo ta operacja wykonywana jest przed szlifowaniem czopów. Kolejność czynności przy programowaniu operacji rowkowania jest następująca:

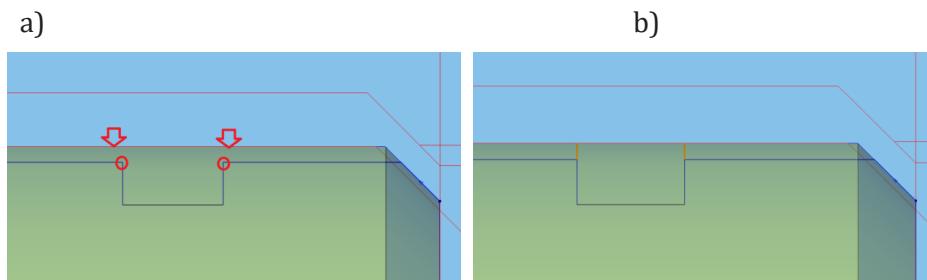
1. Utworzenie elementów geometrii dla struktury łańcuchowej w kształcie zarysu rowka w przekroju. Istniejący zarys rowka należy zmodyfikować (przedłużyć) uwzględniając naddatek na szlifowanie:

- utworzyć dwa odcinki prostopadłe do zarysu po toczeniu kształtującym i mające początki w miejscach oznaczonych czerwonymi okręgami (rys. 8.2). W tym celu należy wybrać polecenie Linia 2 (rys. 8.1),



Rys. 8.1. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek Geometria nieograniczona z zaznaczonym poleceniem Linia 2

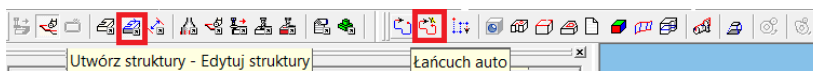
kliknąć w miejsce z czerwonym okręgiem, a następnie w linię zarysu po toczeniu kształtującym wskazaną czerwoną strzałką. Te same czynności należy wykonać w celu utworzenia drugiej linii. Efekty polecenia Linia 2 powinny być widoczne w postaci powstałych odcinków zaznaczonych na rys. 8.2. na pomarańczowo.



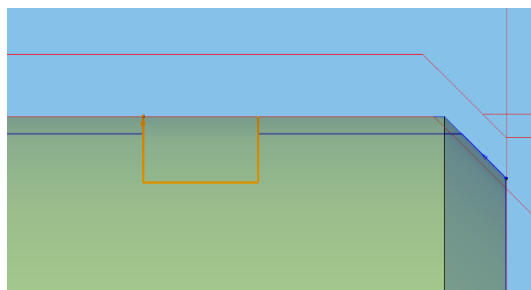
Rys. 8.2. Tworzenie dwóch odcinków poprzez wykorzystanie polecenia Linia 2:
a) wskazywane elementy, b) powstałe odcinki zaznaczone na pomarańczowo

2. Utworzenie struktury łańcuchowej:

- zaznaczyć z wciśniętym klawiszem Ctrl kilka elementów tworzących zarys rowka.
- wyświetlić pasek narzędzi Utwórz struktury i kliknąć ikonę Łańcuch auto – efekt działań powinien być widoczny tak jak na rys. 8.4.



Rys. 8.3. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek Utwórz struktury – Edytuj struktury z zaznaczonym poleceniem Łańcuch auto

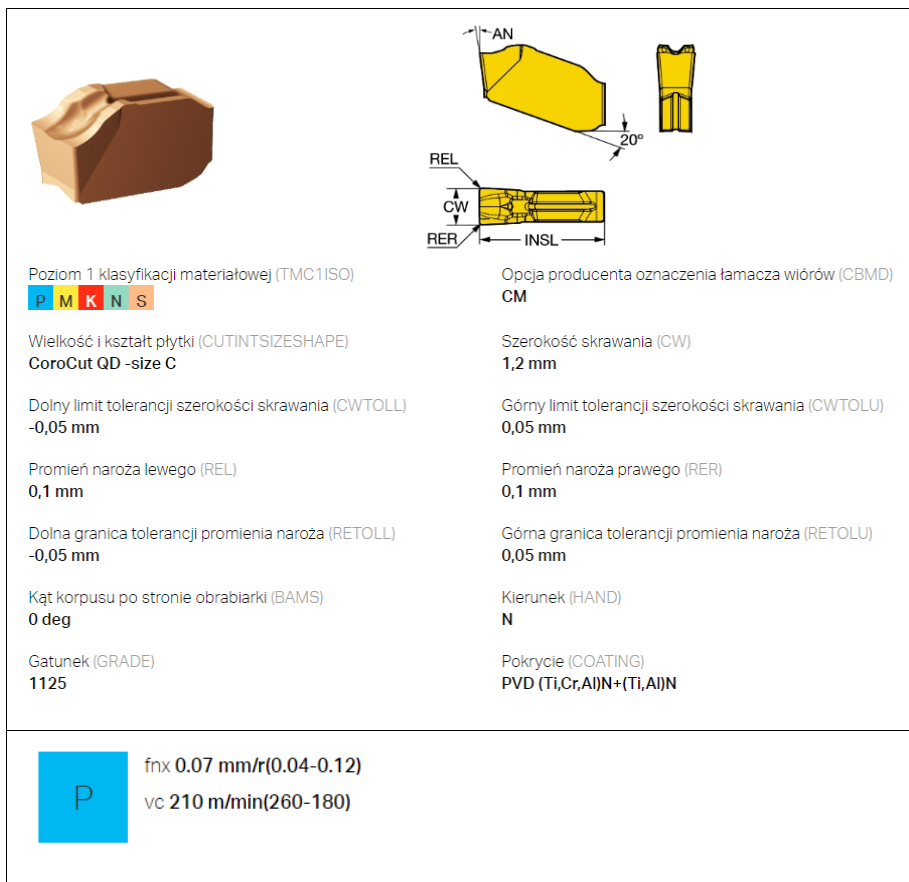


Rys. 8.4. Utworzona struktura do rowkowania zaznaczona na pomarańczowo

3. Wybór narzędzia z katalogu:

W przypadku małej liczbie serii toczonych rowków bardzo dobrze nadają się do tej operacji płytki typu QD firmy Sandvik Coromant. Są to stosunkowo nowe

płytki w ofercie tego producenta. Cechuje je duża uniwersalność. Poza toczeniem rowków z powroźeniem mogą być wykorzystywane do przecinania, obróbki szerokich rowków czy toczenia wzdłużnego. Na rys. 8.5. przedstawiono podstawowe dane techniczne dobranej płytki.



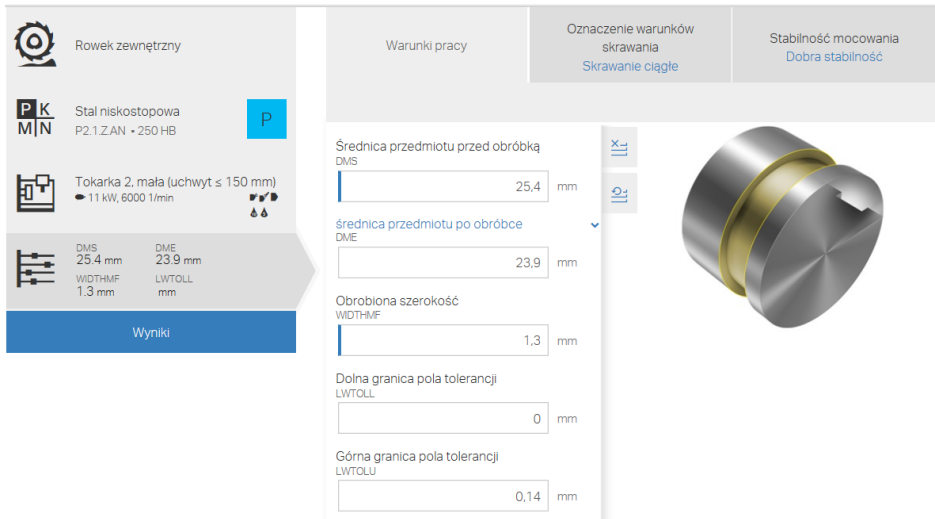
Rys. 8.5. Dane katalogowe płytki do rowkowania QD firmy Sandvik Coromant o oznaczeniu QD-NC-0120-0001-CM-1125. Na rysunku od góry wskazano zalecane możliwe grupy materiałów do skrawania, wymiary, materiały płytki i zalecane parametry skrawania [21]

Na rys. 8.6. przedstawiono dane techniczne oprawki odpowiedniej do płytki QD z rys. 8.5.

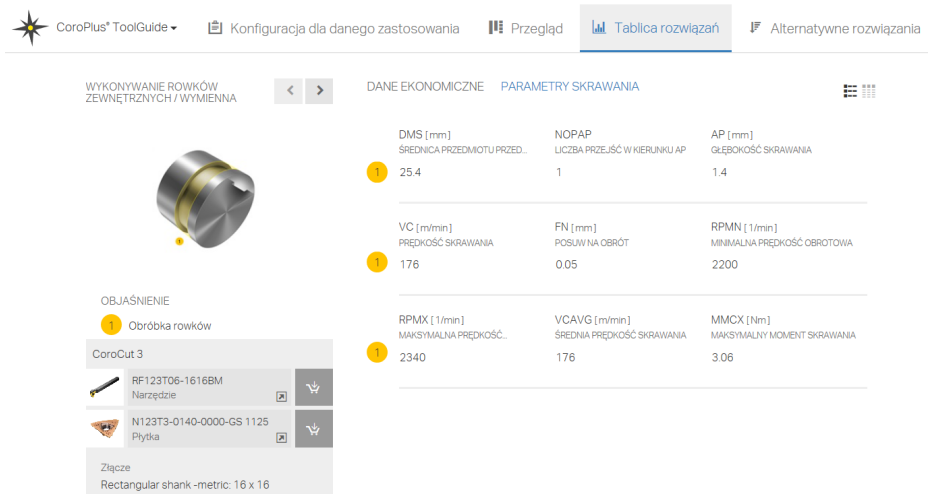
Oznaczenie wielkości złącza (CZC) 16 x 16	Maksymalna głębokość skrawania (CDX) 13 mm	
Maksymalna średnica przecinanego przedmiotu (CUTDIA) 26 mm	Część 2 oznaczeń złącza elementu skrawającego (CUTINTMASTER) CoroCut QD -size C (QD-NC-0125-0001-CM)	
Złącze po stronie obrabiarki (ADINTMS) Rectangular shank -metric: 16 x 16	Kąt korpusu po stronie przedmiotu obrabianego (BAWS) 0 deg	
Oznaczenie typu wlotu chłodziwa (CNSC) 0: without coolant	Minimalny wysięg (OHN) 26,1 mm	
Maksymalny wysięg (OHX) 26,1 mm	Szerokość trzonka (B) 16 mm	
Wysokość trzonka (H) 16 mm	Kierunek (HAND) R	
Oznaczenie typu wylotu chłodziwa (CXSC) 0: no coolant exit	Długość funkcjonalna (LF) 125 mm	
Szerokość funkcjonalna (WF) 16 mm	Wysokość funkcjonalna (HF) 16 mm	
Oznaczenie płytki głównej (MIIDM) QD-NC-0125-0001-CM	Ciężar elementu (WT) 0,241 kg	

Rys. 8.6. Dane katalogowe oprawki o oznaczeniu QD-RFC13-1616S [21]

Dla wykonania kilku tysięcy sztuk rowków ekonomicznym rozwiązaniem są płytki typu Coro Cut 3 sugerowane przez program CoroPlus ToolGuide. Poniżej przedstawiono tylko informacyjnie dwa zrzuty ekranu z tego programu (rys. 8.7 i rys. 8.8). Szerokość płytki dopasowana jest do znormalizowanej szerokości rowka uwzględniając jego tolerancję. Wystarczy, że płytka tylko raz zagłębi się w materiał i rowek zostanie wykonany na gotowo.



Rys. 8.7. Zrzut ekranu z danymi wejściowymi do doboru narzędzia do toczenia rowka [21]



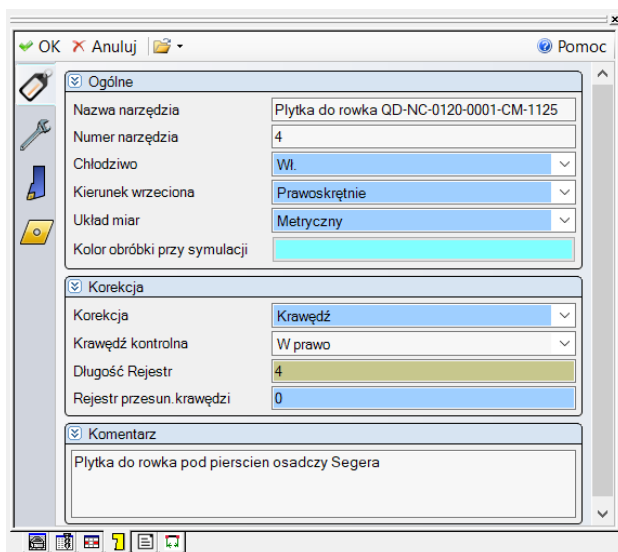
Rys. 8.8. Zrzut ekranu z warunkami skrawania zalecanym narzędziem (po lewo) dla toczenia rowków [21]

4. Utworzenie narzędzia do toczenia rowka w Esprit:

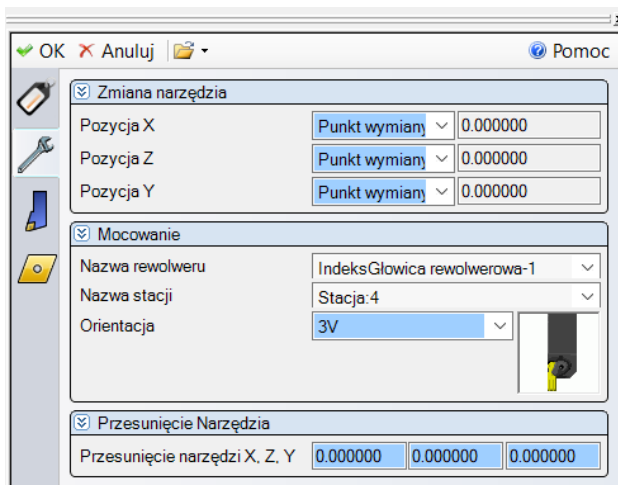
– w Menadżerze projektu w zakładce Narzędzia należy rozwinąć menu przez kliknięcie strzałki i następnie wybrać Narzędzia tokarskie → Płytkę do rowków.

– znając oznaczenie kodowe narzędzia wg międzynarodowej normy ISO należy wypełnić zakładki, które można wybierać w lewej części Menadżera projektu. W tym miejscu wzięto pod uwagę wyżej dobraną płytkę typu QD (rys. 8.5). W zakładce Ogólne (rys. 8.9) należy wpisać nazwę narzędzia z jego kodem katalogo-

wym, wybrać Krawędź kontrolną (główną) jako W prawo ze względu na wymiar położeniowy rowka na rysunku wałka. Można dodać również komentarz. Następnie wypełniono wiersze w dwóch ostatnich zakładkach.

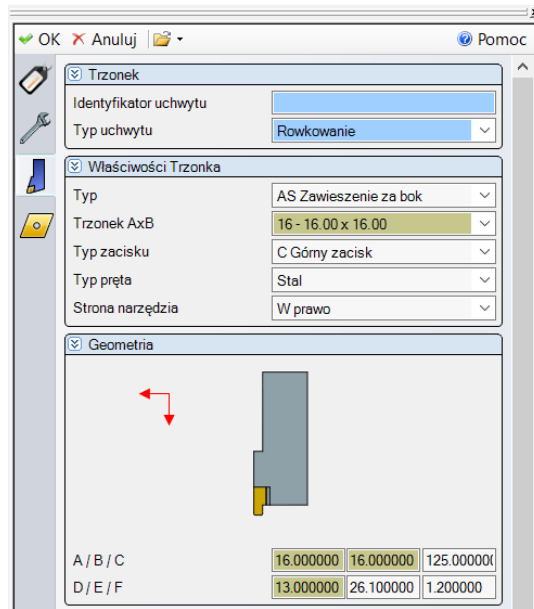


Rys. 8.9. Wypełniona zakładka Ogólne narzędzia do toczenia rowka

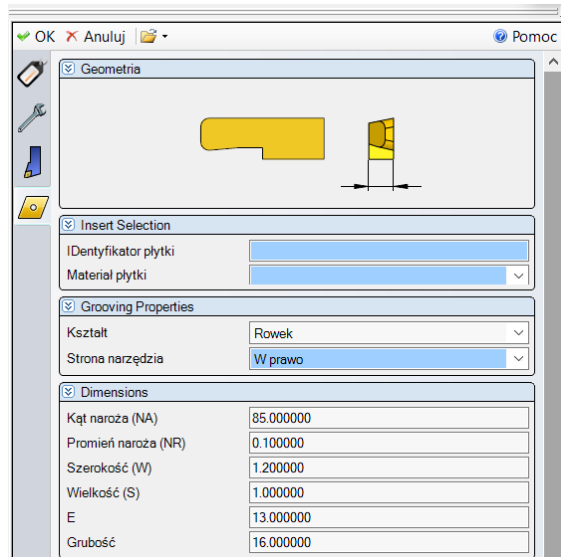


Rys. 8.10. Wypełniona zakładka Ustawienia narzędzia do toczenia rowka

Zakładki na rys. 8.11 i rys. 8.12 wypełniono zgodnie z danymi rys. 8.6 i rys. 8.5. Na zakładce Płytko wybrano opcję Kształt jako Rowek odpowiadający zarysowi dna rowka. Kąt naroża przyjęto równy 85° . Nie będzie on wpływał na kod wygenerowany na obrabiarkę tylko na dokładność odwzorowania symulacji.

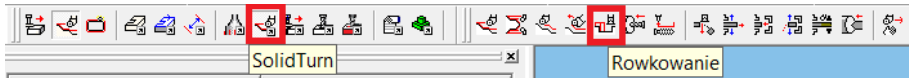


Rys. 8.11. Wypełniona zakładka Trzonek narzędzia do toczenia rowka



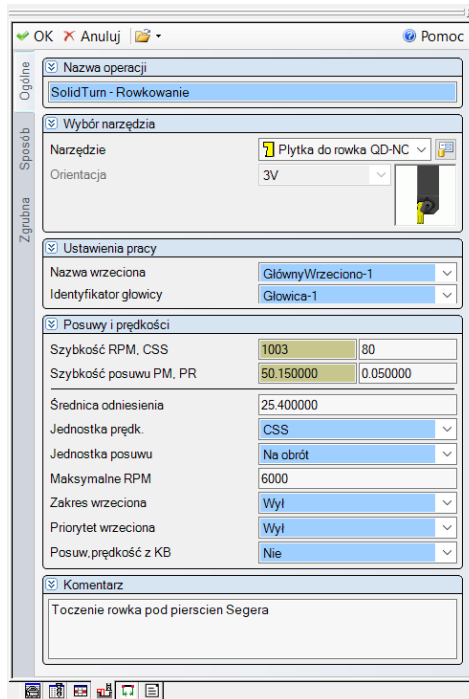
Rys. 8.12. Wypełniona zakładka Płytkę narzędzia do toczenia rowka

- kliknąć przycisk OK w lewym górnym rogu Menadżera projektu.
- 4. Dodanie operacji do utworzonej struktury:
 - zaznaczyć strukturę utworzoną w pkt. 2.
 - z paska SolidTurn wybrać ikonę Rowkowanie.

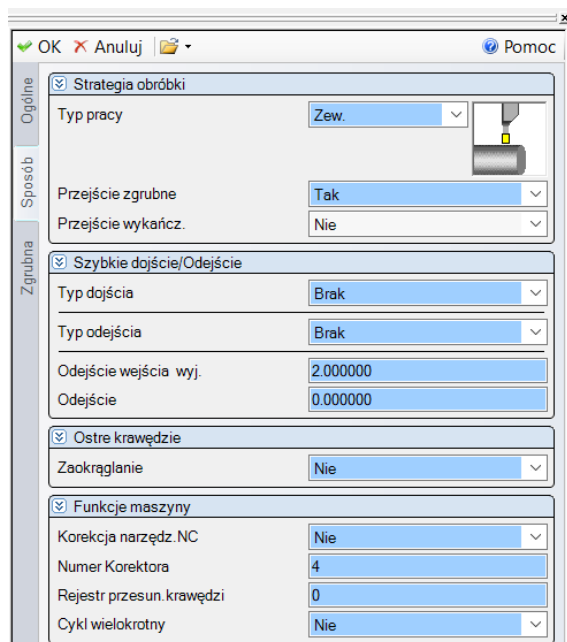


Rys. 8.13. Zaznaczona ikona na pasku narzędziowym Smart Toolbar włączająca pasek SolidTurn z zaznaczonym poleceniem operacji Rowkowanie

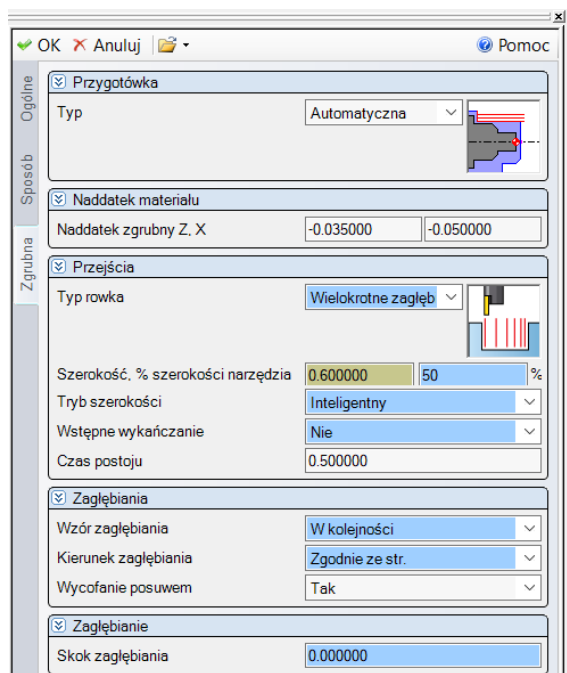
- na zakładce Ogólne wybrać wcześniej utworzony przecinak QD-NC-0120-0001-CM-1125 i wprowadzić parametry skrawania (rys. 8.14). Na zakładce Sposób (rys. 8.15) parametr Odejszcie wejścia wyj., umożliwia określenie odległości ruchu roboczego tuż przed stykiem z powierzchnią obrabianą. Na zakładce Zgrubna (rys. 8.16) w polach Naddatek zgrubny Z, X wpisano wartości ujemne, które zostały wyliczone na podstawie tolerancji wymiarów (tabele odchyłek wymiarów tolerowanych [5]) określających szerokość i głębokość rowka dla skrawania w połowie pola tolerancji. Ustawienie Szerokość, % szerokości narzędzia może być przyjęte na domyślne 50%. Wartość ta odpowiada za odległości pomiędzy kolejnymi przejściami narzędzia. Wykonanie ich jest ograniczane przez strukturę. Opcja Czas postoju nie jest uwzględniana w symulacji, ale ma wpływ na obliczenia czasu obróbki dla modułu czasów operacji Esprita. Wycofanie posuwem jako TAK umożliwia wyjście narzędzia z rowka ruchem roboczym.



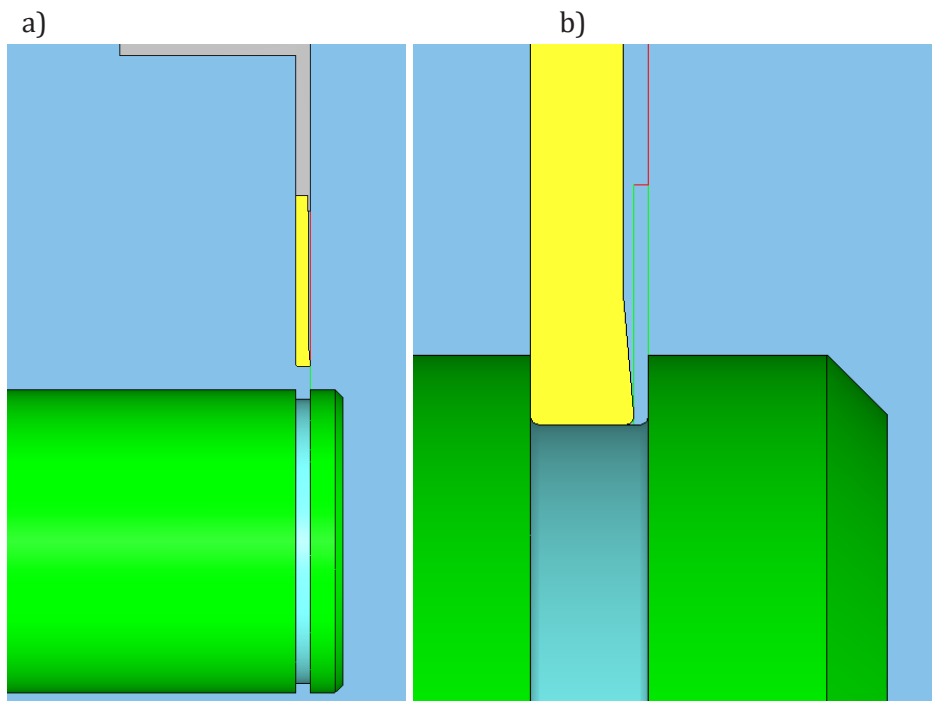
Rys. 8.14. Wypełniona zakładka Ogólne operacji rowkowania



Rys. 8.15. Wypełniona zakładka Sposób operacji rowkowania



Rys. 8.16. Wypełniona zakładka Zgrubna operacji rowkowania



Rys. 8.17. Fragment zrzutu ekranu z symulacji wykonania rowka pod pierścieni sprężynujący: a) po pierwszym zagłębieniu, b) podczas drugiego zagłębienia (obszar skrawania w powiększeniu)

9. Literatura

1. Sobolewski J. Z. (red.): *Techniki wytwarzania. Projektowanie procesów technologicznych*. Politechnika Warszawska. Warszawa 2012.
2. Stryczek R., Pytlak B.: *Elastyczne programowanie obrabiarek*. PWN. Warszawa 2011.
3. <https://glowny-mechanik.pl/2016/05/31/nowe-oprogramowakami-esprit-2016/>.
4. Habrat W.: *Obsługa i programowanie obrabiarek CNC. Podręcznik operatora*. Wydawnictwo KaBe. Krosno 2015 r.
5. Kurmaz L.W., Kurmaz O.L.: *Podstawy konstruowania węzłów i części maszyn. Podręcznik konstruowania*. Politechnika Świętokrzyska 2011.
6. Żabicki D.: *Rodzaje oprogramowania do wspomagania procesów produkcyjnych*. Główny Mechanik, nr Lipiec-Sierpień 2017.
7. Czech-Dudek K.: *Zastosowanie systemów CAD/CAM w przygotowaniu produkcji*. MECHANIK 7/2015. XIX Międzynarodowa Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji.
8. Korcz A.: Komputerowe wspomaganie procesów wytwarzania CAM. Scientific Bulletin of Chem. Section of Mathematics and Computer Science. No. 1/2009.
9. <https://docplayer.pl/7878837-System-cad-cam-esprit.html>.
10. Oprogramowanie CAD/CAM – raport. Forum narzędziowe Oberon. Numer 06 (93) 2018.
11. Oprogramowanie CAD/CAM – raport. Forum narzędziowe Oberon. Numer 06 (87) 2017.
12. Materiały video ze szkoleń prowadzonego przez przedstawicieli firmy Abplanalp Sp. z o.o.
13. Feld M.: *Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn*. WNT. Warszawa 2015.
14. Jarosław Pietrzak: *CAM do programowania tokarko-frezarek*. Esprit Cam Center. <http://www.espritam.pl/pliki/esprit-ostatni.pdf>.
15. <http://www.abplanalp.pl/oprogramowanie-cad-cam-dla-obrabiarek.html>.
16. <http://www.abplanalp.pl/cad-cam/moduly-tokarskie/60-solidturn-traditional.html>.
17. Oferta sprzedaży systemu CAD/CAM Esprit od firmy Abplanalp Consulting Sp. z o.o. - 25.04.2017 r.
18. Pomoc programu Esprit.
19. <https://darmet.com.pl/pl/informacje-techniczne-darmet.html>.
20. *Katalog narzędzi PM, HSS, HSS-E* ze strony www.dolfamex.com.
21. <https://www.sandvik.coromant.com/pl-pl/products/pages/toolguide.aspx>.

