

Damian Mazur
Marek Rudy

Modelowanie w systemie NX CAD



Wydano za zgodą Rektora

Redaktor naczelny
Wydawnictw Politechniki Rzeszowskiej
prof. dr hab. inż. Leonard ZIEMIAŃSKI

Opiniodawcy
dr hab. inż. Jacek MICHAŁSKI
dr hab. inż. Tomasz TRAWIŃSKI

Redaktor
Marzena TARAŁA

Przygotowanie matryc
Mariusz TENDERA

Projekt okładki
Joanna MIKUŁA

*projektowanie
modelowanie 2D i 3D
NX, CAD*

ISBN 978-83-7934-055-2
e-ISBN 978-83-7934-80-4

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| 1. WSTĘP | 5 |
| 2. OMÓWIENIE STRUKTURY PROGRAMU | 7 |
| 2.1. Uruchomienie i interfejs programu | 7 |
| 2.2. Zastosowanie poszczególnych modułów | 9 |
| 2.3. Interfejs graficzny programu NX..... | 9 |
| 3. MODUŁ <i>MODELOWANIE</i> | 16 |
| 3.1. Wiadomości podstawowe oraz praca z modelem | 16 |
| 3.1.1. Manipulacja widokiem | 16 |
| 3.1.2. <i>Layers</i> – warstwy | 18 |
| 3.1.3. <i>Show and Hide</i> | 21 |
| 3.1.4. <i>Edit Object Display</i> – edycja wyświetlania | 22 |
| 3.1.5. <i>Quick Pick</i> | 25 |
| 3.1.6. Układy współrzędnych..... | 25 |
| 3.1.7. Modelowanie pełnoekranowe | 32 |
| 3.2. Tworzenie szkiców | 33 |
| 3.2.1. Wprowadzenie do modelowania w szkicowniku | 33 |
| 3.2.2. Relacje | 41 |
| 3.2.3. Parametryzacja..... | 48 |
| 3.2.4. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 1..... | 51 |
| 3.3. Wykorzystanie elementów typu <i>Feature</i> | 53 |
| 3.3.1. Prymitywne bryły typu <i>Feature</i> | 53 |
| 3.3.2. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 2..... | 58 |
| 3.3.3. Pozostałe elementy typu <i>Feature</i> – część 1. | 60 |
| 3.3.4. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 3..... | 72 |
| 3.3.5. Pozostałe elementy typu <i>Feature</i> – część 2. | 73 |
| 3.3.6. Pozostałe elementy typu <i>Feature</i> – część 3. | 83 |
| 3.3.7. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 4..... | 88 |
| 3.3.8. Pozostałe elementy typu <i>Feature</i> – część 4. | 90 |
| 3.3.9. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 5..... | 99 |
| 3.3.10. Pozostałe elementy typu <i>Feature</i> – część 5. | 101 |
| 3.3.11. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 6..... | 105 |
| 3.3.12. Pozostałe elementy typu <i>Feature</i> – część 6. | 106 |
| 3.3.13. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 7..... | 112 |
| 3.3.14. Pomiary oraz informacje o bryle | 114 |

| | |
|--|------------|
| 4. ASSEMBLIES – MODELOWANIE ZESPOŁÓW | 121 |
| 4.1. Wprowadzenie | 121 |
| 4.2. Rodzaje więzów..... | 123 |
| 4.2.1. Opis więzów | 123 |
| 4.2.2. Tworzenie prostego złożenia | 124 |
| 5. DRAFTING – DOKUMENTACJA TECHNICZNA | 130 |
| 6. DODATKOWE RYSUNKI..... | 139 |
| LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA | 140 |
| Streszczenie | 142 |
| Summary | 143 |

1. WSTĘP

O Siemens NX

Oprogramowanie Siemens NX jest zintegrowanym rozwiązaniem do obsługi projektowania produktów, analiz inżynierskich i produkcji, pomagającym w szybszym i bardziej efektywnym dostarczaniu lepszych produktów.

Zintegrowane rozwiązanie CAD/CAM/CAE: właściwe decyzje, lepsze produkty

NX oferuje najważniejsze funkcje umożliwiające szybkie, efektywne i elastyczne opracowywanie produktów:

- zaawansowane rozwiązania do projektowania conceptualnego, modelowania 3D i sporządzania dokumentacji,
- wielodyscyplinarne symulacje z zakresu analizy struktury, ruchu, analizy termicznej, analizy przepływu oraz analiz wielofizycznych,
- kompletne rozwiązania do obsługi produkcji z zakresu oprzyrządowania, obróbki maszynowej i kontroli jakości.

Umożliwiając podejmowanie właściwych decyzji w zintegrowanym środowisku opracowywania produktów, oprogramowanie NX pomaga w szybszym projektowaniu lepszych produktów, symulowaniu ich działania oraz ich wytwarzaniu. Najnowszą wersją oprogramowania Siemens jest NX 10.0 CAD/CAM [12]. Nowymi pakietami są m.in. Mold Wizard (Konstrukcja form), NX Progressive (Konstrukcja tłoczników), NX CAM (Programowanie maszyn technologicznych), NX CAD Synchronous (Zintegrowane modelowanie 3D). NX to nowoczesny system CAD/CAM/CAE (również w polskiej wersji językowej), który pozwala na wspomaganie prac związanych z rozwojem produktu – poprzez cyfrową analizę i weryfikację oraz moduły wytwarzania [16, 19].

Atut NX

NX jest najbardziej zintegrowanym, elastycznym i efektywnym rozwiązaniem do obsługi projektowania wyrobów, analiz inżynierskich i produkcji w branży, co potwierdzają następujące fakty:

- w żadnym innym rozwiązaniu nie wykorzystano technologii synchronicznej do elastycznego projektowania w otwartym środowisku,
- w żadnym innym rozwiązaniu wielodyscyplinarne symulacje nie są tak ściśle zintegrowane z procesem opracowywania produktów,

- żadne inne rozwiązanie nie oferuje tak pełnej gamy zaawansowanych aplikacji do obsługi wytwarzania części,
- żadne inne rozwiązanie nie jest tak ściśle zintegrowane z Teamcenter – czołową platformą do zarządzania cyklem życia produktu (PLM) na świecie.

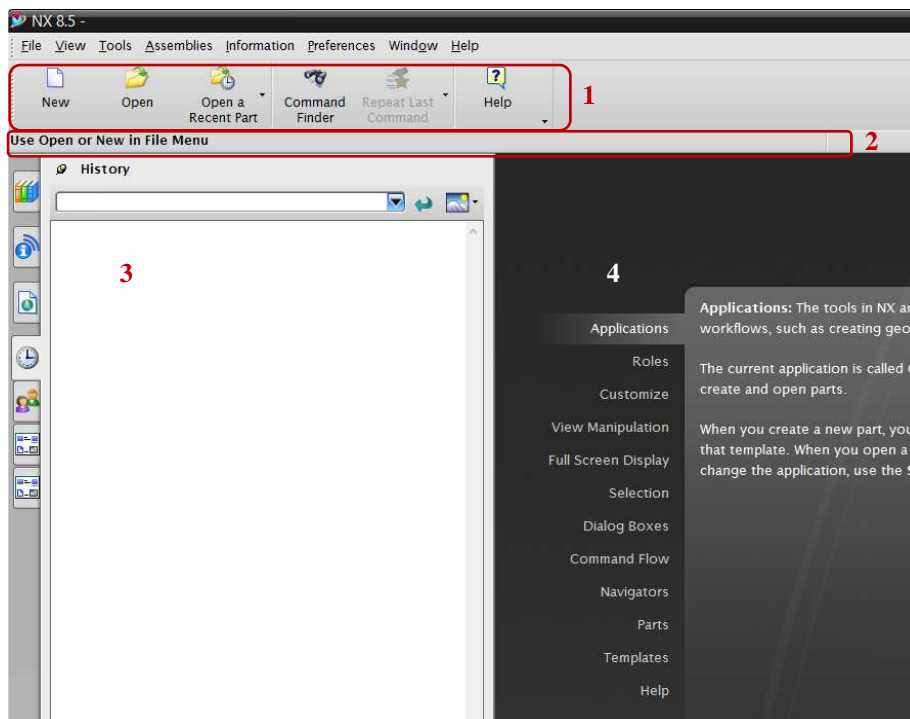
Metody modelowania przedstawione w niniejszej pracy mogą się wydawać złożone. Zapewne istnieją prostsze sposoby wykonywania przedstawionych tutaj brył. Intencją autorów było jednak zaprezentowanie różnych poleceń, jak również funkcjonalności programu NX. Z opracowania mogą korzystać uczestnicy kursu prowadzonego w ramach szkolenia „Nowoczesne technologie wytwarzania”. Oprócz wkładu własnego zawiera ono materiały zaczerpnięte z innych źródeł, aby jak najefektywniej przybliżyć początkującemu uczestnikowi tematykę modelowania CAD w programie NX.

2. OMÓWIENIE STRUKTURY PROGRAMU

2.1. Uruchomienie i interfejs programu

Po uruchomieniu programu NX 8.5 pojawi się okno startowe, w którym można wyznaczyć cztery podstawowe bloki (rys. 2.1):

- 1 – menu podstawowe,
- 2 – pasek podpowiedzi i stanu wyświetlania (są w nim podpowiedzi),
- 3 – okno nawigatora (jest w nim między innymi historia tworzenia części),
- 4 – okno graficzne.

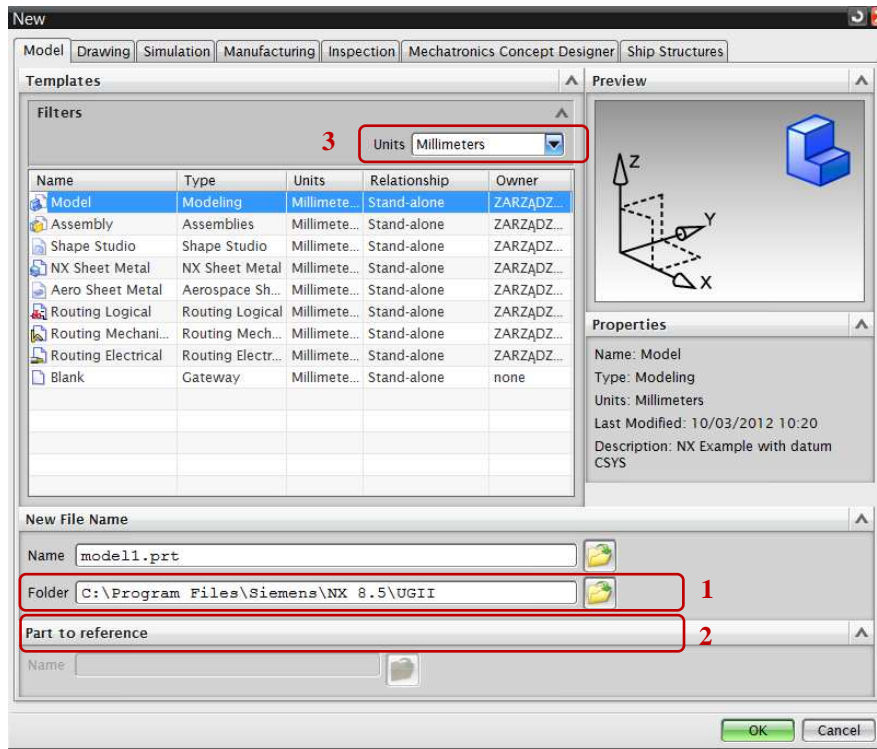


Rys. 2.1. Okno startowe systemu NX 8.5; 1-4 – objaśnienia w tekście

Przed przystąpieniem do pracy należy wybrać odpowiedni szablon, w którym będzie się pracować. Trzeba kliknąć *New* (obramowanie 1 na rys. 2.1), co

spowoduje wyświetlenie okna *New*. Do wyboru jest jeden z szablonów zawierających się w module *Model* (rys. 2.2):

- Model – do tworzenia pojedynczych części,
- Assembly – do tworzenia złożeń,
- Shape Studio – do projektowania powierzchniowego,
- NX Sheet Metal – do projektowania elementów blaszanych,
- Aero Sheet Metal – środowisko zaawansowanych blach,
- Routing Mechanical – do konstruowania instalacji rurociągowych,
- Routing Electrical – do projektowania instalacji elektrycznych.



Rys. 2.2. Wybór szablonu do pracy

W polu *Name* wprowadza się nazwę pliku (rys. 2.2, pkt 1.), a w polu *Folder* – ścieżkę zapisania pliku (rys. 2.2, pkt 2.).

Uwaga: Ani w nazwie pliku, ani w ścieżce prowadzącej do niego nie może być polskich znaków. Jeżeli się pojawią, otwarcie pliku okaże się niemożliwe.

Istnieje również możliwość wyboru jednostek, w których będzie się wykonywać model (rys. 2.2, pkt 3.). Do wyboru są następujące jednostki: mm lub inch.

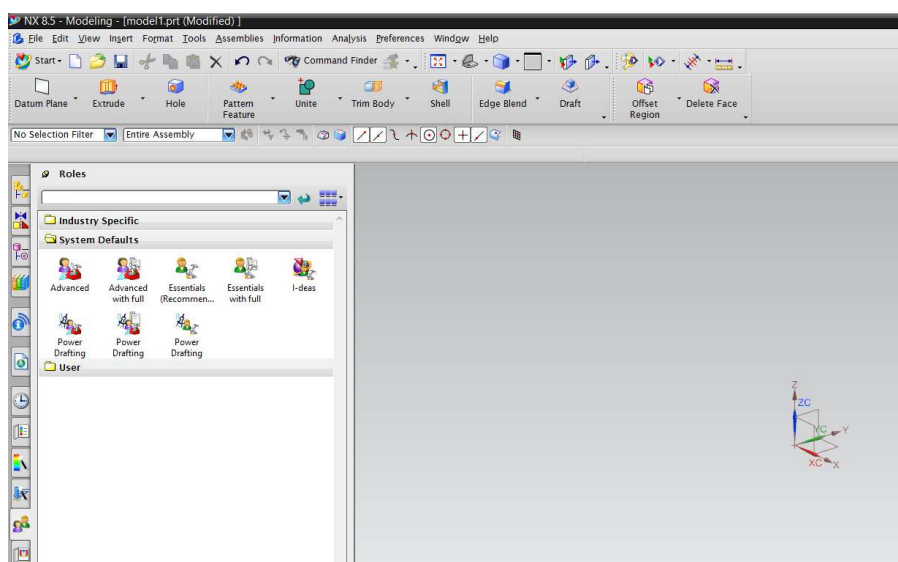
2.2. Zastosowanie poszczególnych modułów

W punkcie 2.1 omówiono poszczególne szablony wykorzystywane w module *Model*. Siemens NX posiada również dodatkowe moduły, dające programowi szeroką funkcjonalność oraz wspomagające konstruktorów w ściśle określonych segmentach działań inżynierskich. Wśród nich można wyróżnić najczęściej używane oraz najbardziej popularne:

- **Drawing** – tworzenie dokumentacji technicznej,
- **Simulation** – obliczenia strukturalne oraz przepływowe oparte na solve-rze Nastran metodą elementów skończonych MES (ang. FEM),
- **Manufacturing** – zintegrowane wytwarzanie części.

2.3. Interfejs graficzny programu NX

Należy otworzyć nowy model o dowolnej nazwie i umieścić go w nowo założonym pliku na pulpicie.



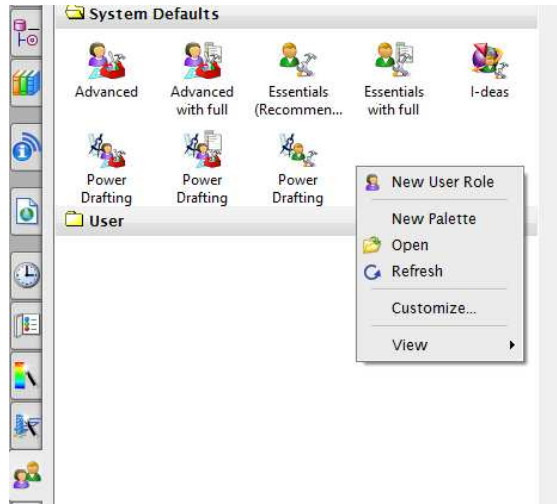
Rys. 2.3. Okno szablonu modelowania

Po otwarciu pliku wygląd okna ulegnie zmianie. Może się różnić od tego na rys. 2.3, co zależy od indywidualnych ustawień programu. Interfejs graficzny dowolnie się modyfikuje, zaczynając od tego, jakie paski mają być wyświetlone i gdzie mają zostać umiejscowione, a kończąc na liczbie poleceń, które się na nich znajdują. Ustawienia te są przechowywane w zakładce **Roles** (rys. 2.4). W programie zostały zdefiniowane pewne ustawienia, natomiast każdy z użyt-

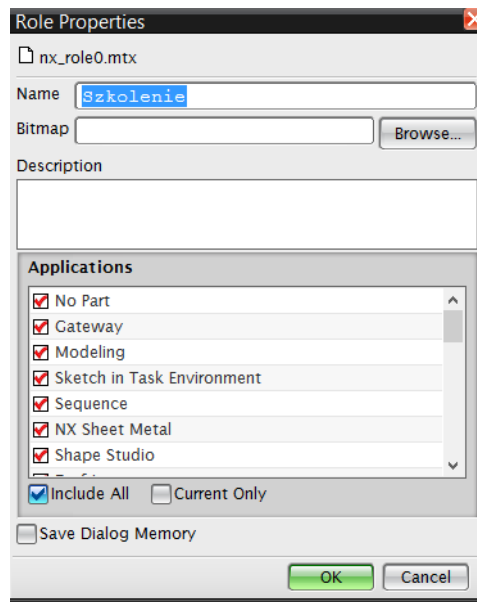
kowników może sam założyć dodatkową „rolę” ze swoimi ustawieniami. W tym celu należy:

- kliknąć prawym przyciskiem myszki puste pole na zakładce **Roles**,
- z menu rozwijanego wybrać **New User Role**.

Spowoduje to wyświetlenie okna **Role Properties** (rys. 2.5).



Rys. 2.4. Okno z zakładką **Roles**

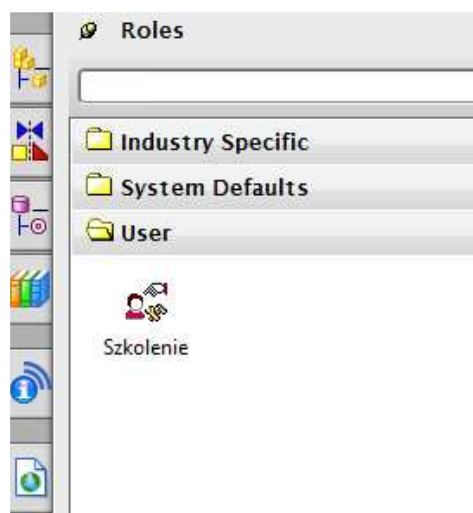


Rys. 2.5. Właściwości **Roles**

Po wpisaniu żądanej nazwy można:

- dodać bitmapę, która będzie się wyświetlała przed nazwą – należy pozostawić to miejsce puste,
- w oknie *Description* scharakteryzować rolę, np. pisząc, jakie paski są w niej widoczne,
- w oknie *Applications* wskazać, w jakim szablonie rola ma być dostępna – zaleca się zostawienie wszystkich zaznaczonych modułów,

Kliknięcie OK spowoduje dodanie roli oraz nowej zakładki (rys. 2.6).

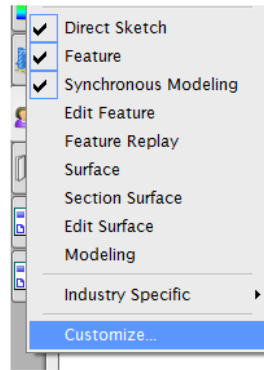


Rys. 2.6. Nowo założona rola w zakładce *Roles*

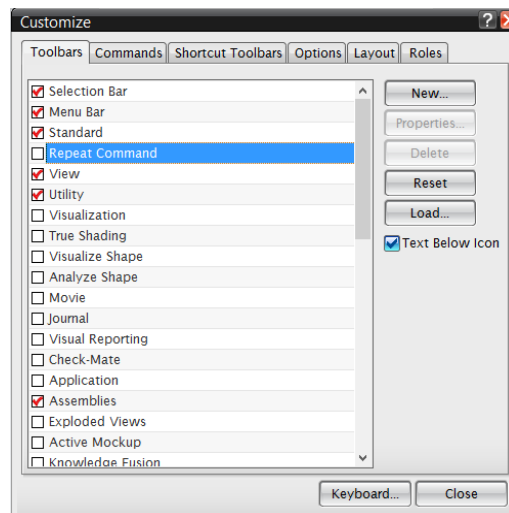
Jak widać na rys. 2.5, nowo założona rola znajduje się w głównej zakładce *Roles* oraz w podzakładce *User*. Należy wykonać następujące czynności:

- kliknąć PPM (prawy przycisk myszki) puste pole na wysokości dowolnego paska narzędzi. Spowoduje to wyświetlenie menu rozwijanego, na którym są zebrane wszystkie dostępne paski narzędzi. Wyłączenie lub włączenie dowolnego paska następuje przez kliknięcie go,
- przejść na sam dół menu rozwijanego, a następnie do *Customize* (rys. 2.7). Po kliknięciu *Customize* wyświetli się okno dialogowe (rys. 2.8),
- w celu włączenia lub wyłączenia jakiegoś paska skorzystać z pola wyboru umieszczonego obok odpowiedniej nazwy.

Można również założyć nowy pasek, klikając *New*, do którego przypisuje się zadane polecenia oraz wybiera, w jakim środowisku ma być dostępny.

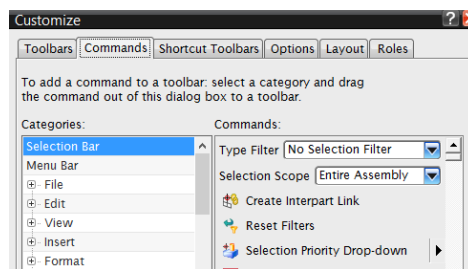


Rys. 2.7. Menu rozwijane oraz przejście do okna *Customize*



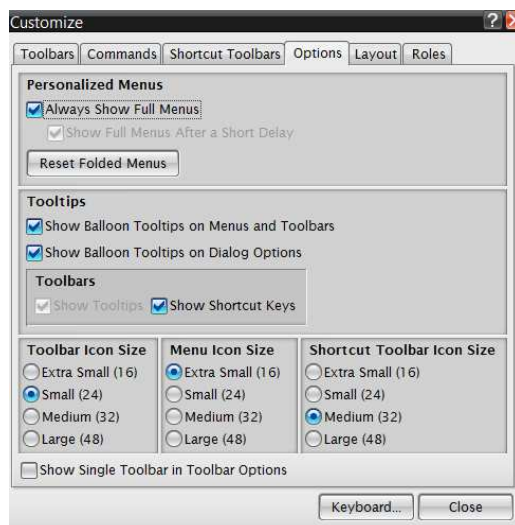
Rys. 2.8. Okno *Customize* – Paski narzędzi

Przełączając się na zakładkę *Commands*, można wybraną opcję przenieść na dowolny pasek, korzystając z techniki łap – przeciągnij – upuść (rys. 2.9).

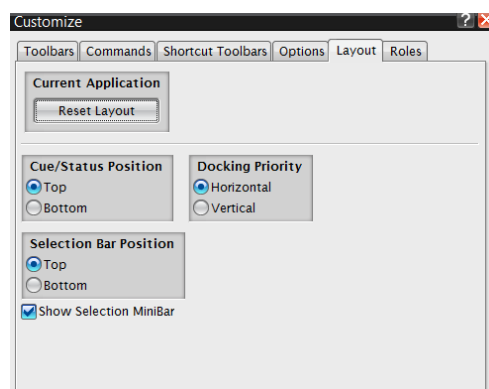


Rys. 2.9. Okno *Customize* – Polecenia

W zakładce **Options** istnieje możliwość wyboru wielkości ikon pasków i ikon menu (rys. 2.10).



Rys. 2.10. Okno *Customize* – *Opcje*



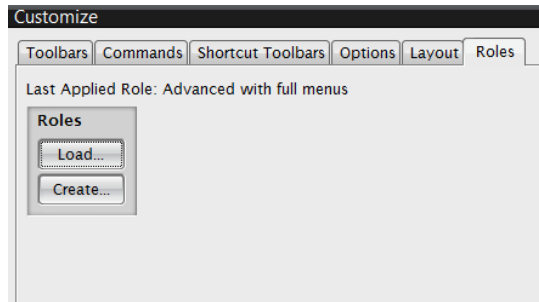
Rys. 2.11. Okno *Customize* – *Układ widoku*

W zakładce **Układ widoku** (rys. 2.11) należy zdecydować, gdzie mają być umieszczone paski:

- stanu – **Status Position**,
- filtrów – **Selection Bar Position**,

a także, jaki ma być priorytet wyrównania pasków – **Docking Priority**.

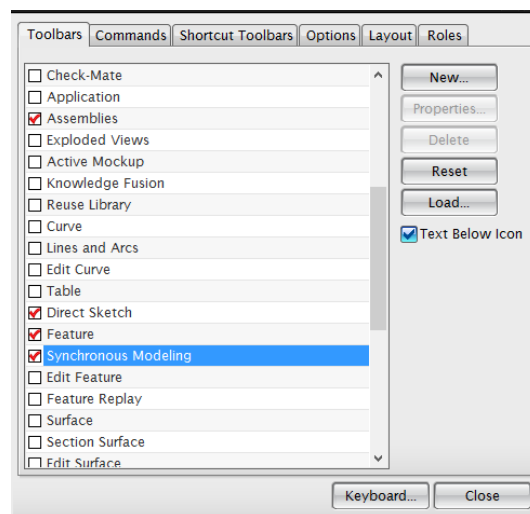
W zakładce **Roles** (rys. 2.12) można założyć nową rolę lub wczytać już istniejącą, np. z innego komputera.

Rys. 2.12. Okno *Customize* – Role

Niektóre ikony mają pod swoim symbolem dodany opis, niektóre zaś są pozbawione opisu (rys. 2.13). To użytkownik decyduje, czy napisy mają się wyświetlać, czy nie.



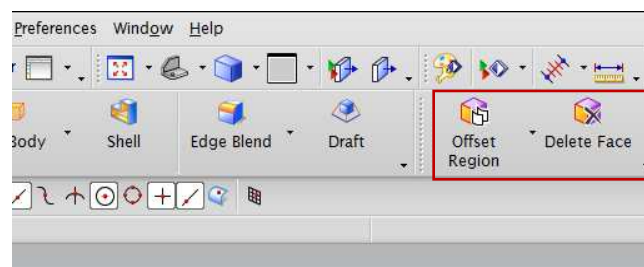
Rys. 2.13. Podpisy pod ikonami



Rys. 2.14. Włączenie i wyłączenie tekstu pod ikonami



Rys. 2.15. Zakładka pokazana na rys. 2.8 i zaznaczona opcja *Text Below Icon*



Rys. 2.16. Widok opisu pod ikonami po włączeniu podpisów

Aby tego dokonać, należy przejść jeszcze raz do zakładki pokazanej na rys. 2.8 i zaznaczyć opcję *Text Below Icon* (rys. 2.14 i 2.15). Spowoduje to pojawienie się opisu przy wybranych ikonach (rys. 2.16).

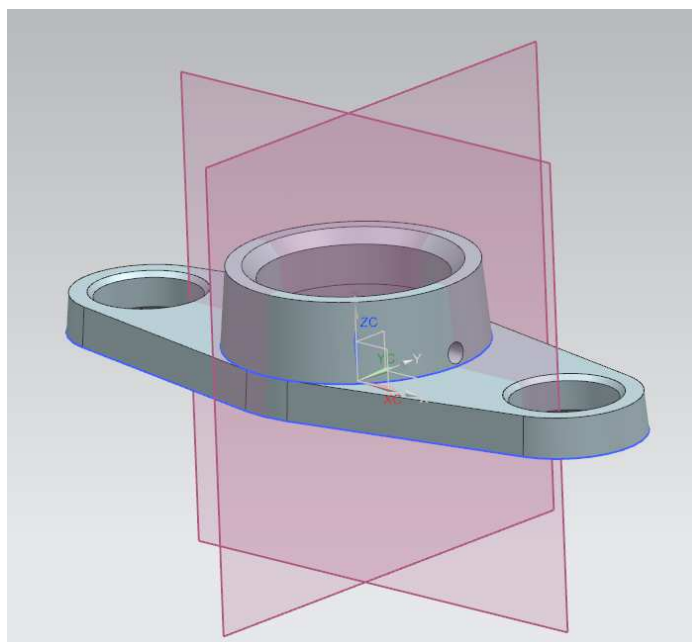
3. MODUŁ *MODELOWANIE*

3.1. Wiadomości podstawowe oraz praca z modelem

3.1.1. Manipulacja widokiem

W niniejszym punkcie zostaną przybliżone możliwości manipulowania widokiem, różne sposoby wyświetlania modelu oraz ukrywania poszczególnych części wchodzących w jego skład na podstawie już wykonanej bryły. Zanim jednak zostaną omówione poszczególne funkcje, należy otworzyć plik o nazwie *czesc_1.prt* (rys. 3.1).

W pierwszej kolejności zostanie przedstawiona manipulacja modelem za pomocą myszki.



Rys. 3.1. Widok w programie Siemens NX – *czesc1.prt*

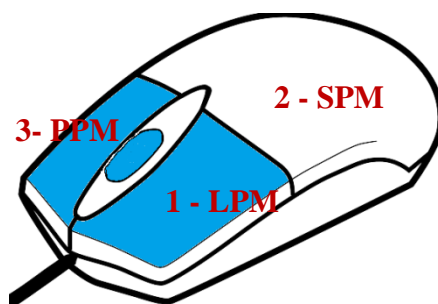
Za pomocą kombinacji przycisków myszki można wykonać różne działania (rys. 3.2):

1 – LPM: wybieranie lub przeciąganie obiektów,

2 – SPM: po kliknięciu – zatwierdzenie wybranej operacji; przytrzymanie przycisku – możliwość obracania modelem; z klawiszem SHITF + SPM – włączenie funkcji PAN; z klawiszem CTRL + SPM – oddalenie lub przybliżenie obiektu,

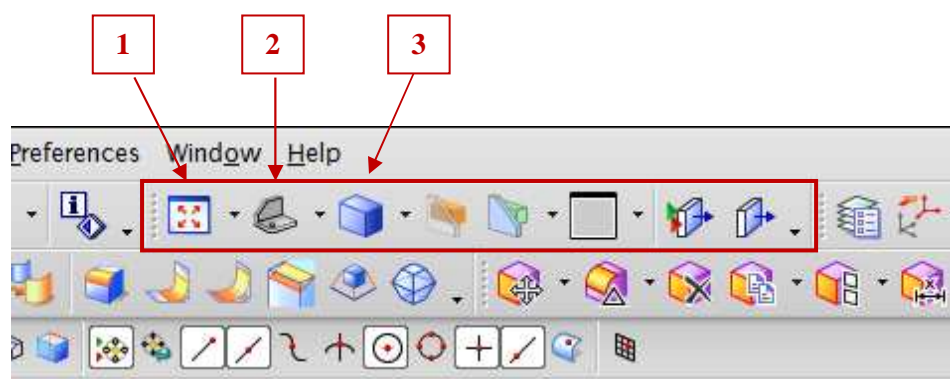
3 – PPM: wyświetlenie okna funkcji; po kliknięciu na szarym tle w oknie graficznym i przytrzymaniu przycisku – zmiana wyświetlania modelu.

Kombinacja przycisków LPM + SPM – oddalenie lub przybliżenie obiektu, natomiast SPM + PPM – włączenie funkcji PAN (Panorama – Przesuwanie obszaru widoku).



Rys. 3.2. Przyciski myszki

Po zapoznaniu się z manipulowaniem modelem za pomocą myszki można przejść do manipulowania widokiem. Do tego celu służy pasek **View** – widok (rys. 3.3).



Rys. 3.3. Umieszczenie paska **View**; 1-3 – objaśnienia w tekście

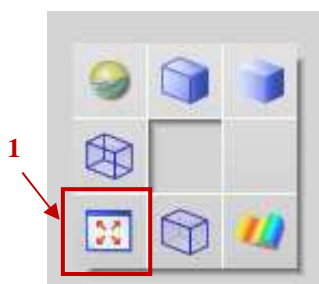
Na rysunku 3.3 wprowadzono następujące oznaczenia:

1. Polecenie **FIT** – dopasuj, służy do optymalnego wyświetlania modelu w oknie graficznym (CTRL + F).

2. Polecenie *Trimetric* – trymetria, zebranych jest osiem podstawowych widoków (przykładowo: *Góra*, *Izomeria*, *Bok*).
3. Sposób wyświetlania modelu – w zależności od tego, co chce się uzyskać, do wyboru są różne metody wyświetlania widoku, między innymi:
 - *Shaded with Edges* – cieniowany z krawędziami,
 - *Shaded* – cieniowany bez krawędzi,
 - *Static wireframe* – szkieletowy.

Pozostałe polecenia będą omówione w dalszej części opracowania.

Uwaga: Model można również wyświetlić przez kliknięcie prawego przycisku myszki i przytrzymanie go w głównym oknie graficznym (rys. 3.4). Należy zauważyć, że oprócz możliwości wyświetlania pojawiła się również opcja skorzystania z funkcji *FIT* (rys. 3.4, pkt 1.).

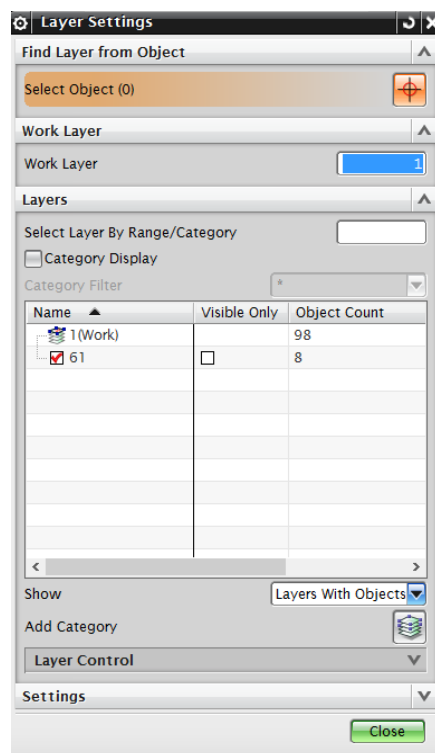


Rys. 3.4. Sposób wyświetlania modelu przez kliknięcie prawego przycisku myszki i przytrzymanie go oraz możliwość wyboru funkcji *FIT*; 1 – objaśnienie w tekście

3.1.2. Layers – warstwy

Warstwy są stosowane do uporządkowania modelu. W łatwy sposób można ukrywać typy tych samych operacji (np. szkice). Przez pojęcie *Layer* – warstwy, można rozumieć przezroczyste kartki ułożone jedna na drugiej. Jeżeli na jednej zostanie coś narysowane, to na wszystkich będzie to widoczne. W każdej jednak chwili istnieje możliwość wyciągnięcia jednej kartki ze stosu. Wtedy to, co jest na niej narysowane, przestaje być widoczne.

W celu dodania warstwy należy kliknąć *Format*, a następnie *Layer Settings*. Spowoduje to wyświetlenie okna (rys. 3.5). Aby zdefiniować własną warstwę w zakładce *Work Layer*, trzeba wpisać dowolną liczbę od 1 do 256 i kliknąć ENTER. Spowoduje to dodanie warstwy do zakładki *Layer Settings*. Warstwa, która została dodana automatycznie, stanie się warstwą roboczą. Oznacza to, że wszystko co zostanie od tego momentu dodane do modelu (np. szkice, bryły), będzie przypisane do tej warstwy. W każdej chwili daną operację będzie można przenieść na wybraną warstwę. Należy stworzyć warstwę o numerze 40.



Rys. 3.5. Okno ustawienia warstw

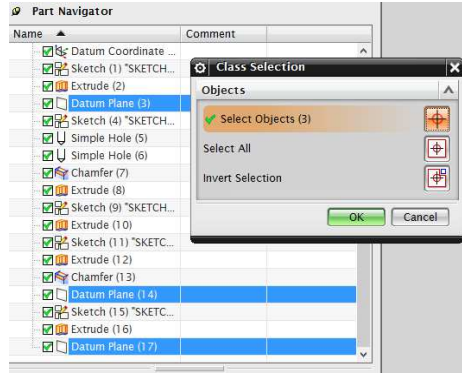
Następnie przenosi się wszystkie płaszczyzny na wybraną przez siebie warstwę. W tym celu trzeba wybrać polecenie **Format**, a następnie opcję **Move to Layer**. Wyświetli się okno wyboru klasy.

Należy kliknąć wszystkie płaszczyzny. Można to wykonać na dwa sposoby: kliknąć w oknie graficznym każdą z warstw lub w oknie nawigatora, trzymając klawisz CTRL, zaznaczyć poszczególne płaszczyzny (rys. 3.6).

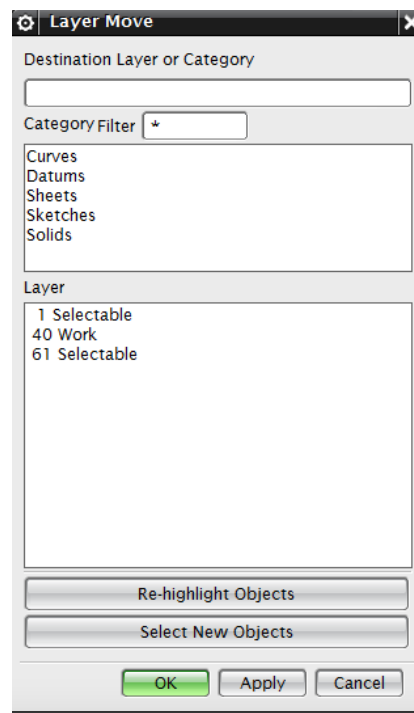
Uwaga: Klawisz SHIFT używa się, jeżeli operacje zaznaczania występują jedna pod drugą.

Po wciśnięciu klawisza OK wyświetli się okno **Layer Move** (rys. 3.7). W zakładce **Layer** zaznacza się 40 i klika OK. Zaznaczone elementy zostaną przeniesione na wskazaną warstwę.

Uwaga: Przypisując operację do odpowiedniej warstwy oraz za pomocą pól wyboru znajdujących się przy niej (rys. 3.5), można ją włączyć lub wyłączyć na widoku. Warunkiem wyłączenia warstwy jest, aby nie była ona warstwą roboczą i nie było przy niej napisu Work.



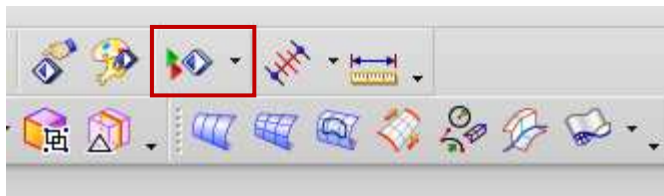
Rys. 3.6. Opcje zaznaczania warstwy

Rys. 3.7. Okno *Przesuń na warstwę*

3.1.3. Show and Hide

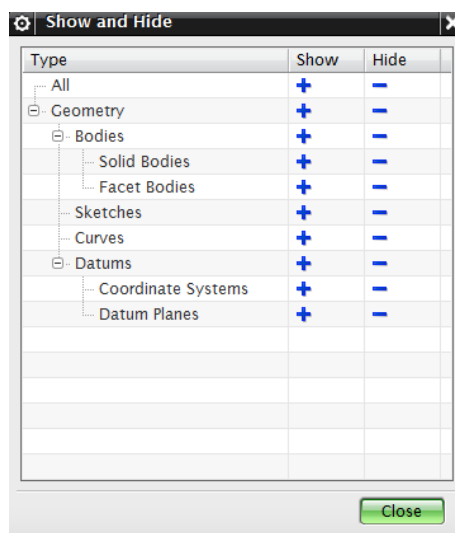
Jeżeli istnieje konieczność ukrycia lub przywrócenia jakiegoś elementu szkicu, można tego dokonać na kilka sposobów.

Należy kliknąć PPM na operację z menu i wybrać **Show and Hide** (*Pokaż i ukryj*) (rys. 3.8) – CTRL + W.



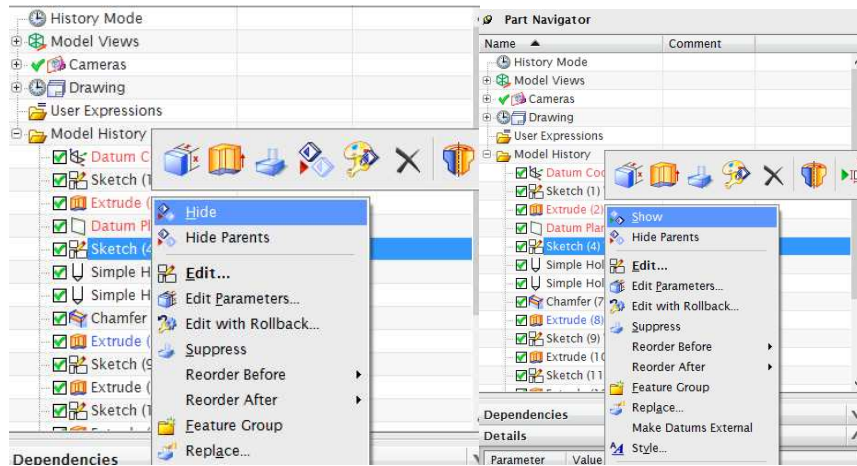
Rys. 3.8. Położenie polecenia *Show and Hide*

Po kliknięciu polecenia pojawi się okno **Show and Hide** (rys. 3.9). Za pomocą tego narzędzia ukrywa się lub przywraca do widoku wszystkie elementy tego samego typu, np. szkice, płaszczyzny czy osie. Wyłączenie lub włączenie polega na kliknięciu przy odpowiedniej opcji +, co powoduje wyświetlenie elementu, lub –, co powoduje ukrycie elementów.



Rys. 3.9. Okno *Pokaż i ukryj*

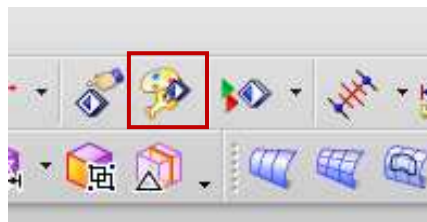
Ukrywanie oraz pokazywanie poszczególnych operacji może się również odbywać w oknie nawigatora – należy kliknąć poszczególne polecenia, które były wykonywane (rys. 3.10).



Rys. 3.10. Ukrywanie i pokazywanie operacji za pomocą menu rozwijanego w oknie nawigatora

3.1.4. *Edit Object Display* – edycja wyświetlania

Niekiedy istnieje konieczność zmiany przezroczystości bądź zmiany koloru pojedynczej ścianki czy całego modelu. Służy do tego polecenie *Edit Object Display* – *Edytuj wyświetlanie obiektu*. Należy kliknąć to polecenie (co zostało pokazane na rys. 3.11) lub użyć skrótu klawiszowego CTRL + J.

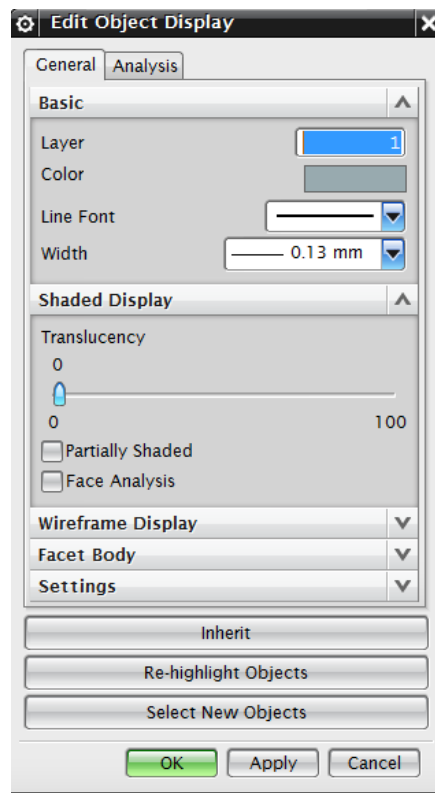


Rys. 3.11. Położenie polecenia *Edytuj wyświetlanie obiektu*



Rys. 3.12. Okno wyboru klasy

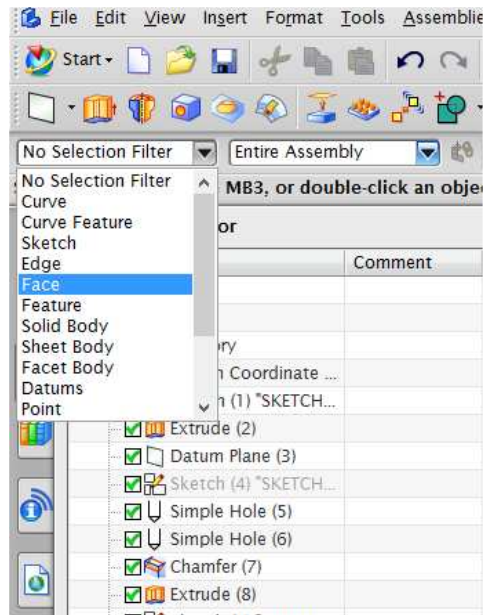
Wybranie tego polecenia wyświetli dodatkowe okno (rys. 3.12). Nic nie należy zmieniać, jedynie wskazać obiekt w oknie graficznym. Spowoduje to jego podświetlenie. Następnie trzeba kliknąć OK. Wyświetli się okno *Edit Object Display* – *Edytuj wyświetlanie obiektu* (rys. 3.13).



Rys. 3.13. Polecenie *Edytuj wyświetlanie obiektu*

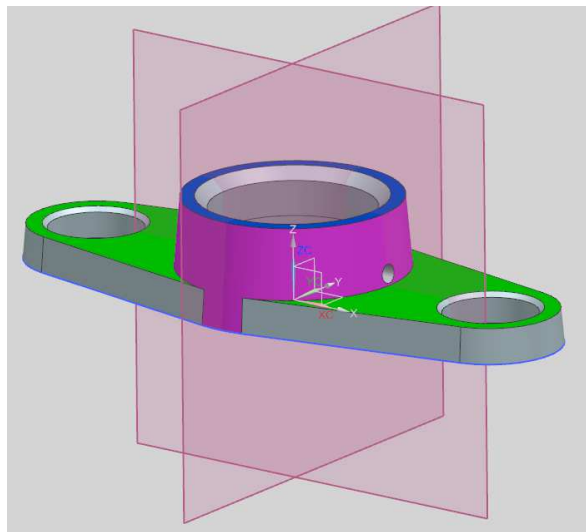
W zakładce *Basic* można edytować kolory elementu oraz linii, natomiast w *Shaded Display* – korzystając z suwaka, zmienia się przezroczystość modelu lub pojedynczej ścianki zależnie od tego, co jest zaznaczone.

Jeżeli chce się zmienić przezroczystość lub kolor tylko jednej ścianki, należy na pasku filtrów na rys. 3.14 wybrać odpowiednie z nich. Wybór filtru wiąże się z możliwością wskazywania tylko odpowiednich elementów. Jeżeli w zakładce filtrów wybierze się *Face*, to będzie możliwe jedynie zaznaczenie ścianek. Korzystanie z filtrów może się wydawać kłopotliwe, natomiast w późniejszej fazie staje się przydatne.



Rys. 3.14. Miejsce wyboru filtru

Należy ustawić filtr na **Face**, wskazać dwie wybrane ścianki i zmienić ich kolor na dowolny, zgodnie z zamieszczonym wcześniej opisem. Po zmianie koloru ścianek powinno się otrzymać model podobny do przedstawionego na rys. 3.15. Oczywiście dobór kolorów jest dowolny i całkiem przypadkowy.

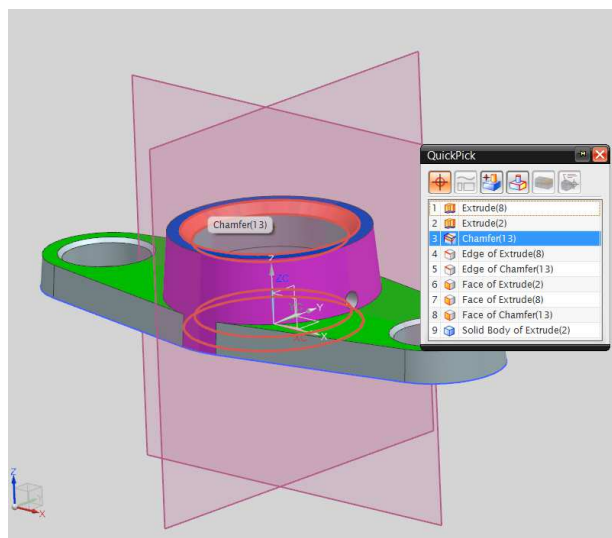


Rys. 3.15. Kolory modelu

3.1.5. Quick Pick

Quick Pick jest narzędziem pomagającym w wybieraniu i zaznaczaniu elementów modelu. Aby uaktywnić to polecenie, należy wykonać następujące czynności:

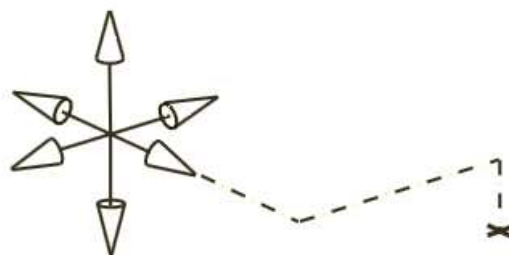
- najechać kursorem na miejsce, w którym znajduje się element, który chce się zaznaczyć i pozostawić go przez moment nieruchomo. Po chwili kursor zmieni wygląd, pojawią się trzy kropki,
- kliknąć LPM. Spowoduje to wyświetlenie okna **Quick Pick**, gdzie będą wypisane wszystkie operacje i elementy znajdujące się pod kursorem lub w jego pobliżu,
- wybrać z listy żądany element (rys. 3.16), najechać na niego w liście, co spowoduje jego podświetlenie na modelu.



Rys. 3.16. Korzystanie z **Quick Pick**

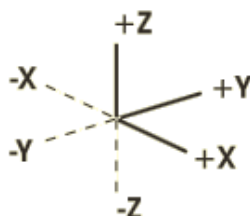
3.1.6. Układy współrzędnych

Niniejszy punkt poświęcono wprowadzeniu do układów współrzędnych, które są dostępne w programie NX oraz ich manipulacji. Przed przystąpieniem do stworzenia brył oraz szkiców konieczne jest zdobycie podstawowej wiedzy o tym, jak w programie NX oznacza się położenie i orientację obiektów. Ponieważ wykonywane modele są w środowisku trójwymiarowym, przestrzeń modelu definiuje się jako nieskończone przedłużenie trójwymiarowego pola (rys. 3.17).



Rys. 3.17. Trójwymiarowy układ współrzędnych

Kartezjański układ współrzędnych składa się z zestawu osi X, Y i Z, ułożonych względem siebie pod kątem 90° . Symbol trójosiowy służy do określenia układu współrzędnych. Przecięcie osi jest nazywane początkiem układu współrzędnych. Ma on wartości $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$. Rysunek 3.18 obrazuje, że każda oś ma kierunek dodatni i ujemny.



Rys. 3.18. Trójwymiarowy układ współrzędnych ze zobrazowaniem kierunków dodatnich oraz ujemnych

Istnieją dwa główne typy układów współrzędnych, które są wykorzystywane w NX:

- Absolute Coordinate System (**ACS**),
- Work Coordinate System (**WCS**).

Absolute Coordinate System – globalny układ współrzędnych. Jest nieruchomy, definiuje stałe punkty i orientacje w przestrzeni modelu. Absolutny układ współrzędnych jest konieczny do lokalizacji i orientacji pomiędzy różnymi obiektami modeli bryłowych, części, zespołów.


Work Coordinate System – roboczy układ współrzędnych. Umożliwia tworzenie geometrii w różnych ustawieniach, ponieważ układ globalny jest nieruchomy. Układ **WCS** może być umieszczany i ukierunkowywany ręcznie w dowolnym miejscu modelu. Układ **WCS** nie jest układem wybieralnym. Większość operacji modelowania w NX nie wymaga ręcznego obracania **WCS**, ponieważ elementy modelu dodawane do niego są z nim związane. W tych przypadkach **WCS** jest przenoszony automatycznie, chociaż pewne funkcje


są zależne od lokalizacji i orientacji **WCS** w czasie, kiedy są one wykonywane. Lokalizacja/orientacja **WCS** będzie wymagać rozważenia, gdy będą stosowane następujące funkcje:

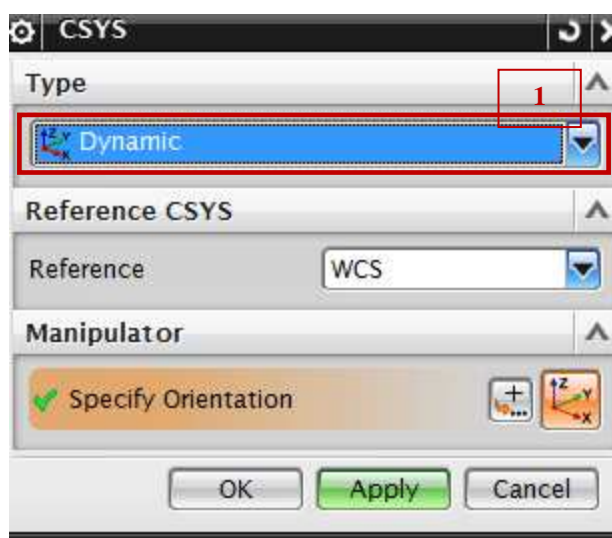
- tworzenie prymitywnych brył (szczególnie prostopadłościów),
- definiowanie płaszczyzny przy tworzeniu szkicu,
- tworzenie stałej płaszczyzny odniesienia lub stałej osi odniesienia,
- tworzenie macierzy prostokątnych z elementów.

Manipulacja układem współrzędnych

W celu poznania możliwości manipulacji układem współrzędnych należy kliknąć w pasku narzędzi na **Format**, następnie zaś **WCS**. Wyświetli się zakładka z możliwością wyboru manipulacji układu współrzędnych. Dostępne możliwości są następujące: **Dynamics (Move)**, **Origin**, **Rotate** i **Orient**.


 **Dynamics...** – umożliwia dynamiczne sterowanie i orientację układu **WCS** przez umieszczenie go w odpowiedniej odległości i pod odpowiednim kątem lub przez przeciąganie początku i obrót osi w oknie graficznym.

 **Orient...** – wyświetla okno dialogowe **CSYS**, które zawiera różne opcje pozycjonowania układu **WCS** (rys. 3.19).



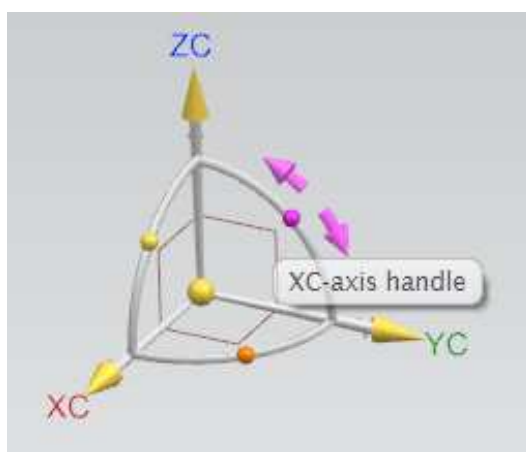
Rys. 3.19. Trójwymiarowy układ współrzędnych;
1 – objaśnienie w tekście

Po kliknięciu zakładki oznaczonej pkt 1. na rys. 3.19 uzyskuje się różne możliwości definiowania wybranego układu współrzędnych. Bez względu na to, która z opcji zostanie użyta do manipulacji układem współrzędnych, gdy z za-

kładki wybierze się opcję  **Absolute CSYS**, zawsze oznacza to przeniesienie do miejsca, w którym znajduje się *Absolute Coordinate System (ACS)*.

Move WCS (Dynamic) **Dynamics...**

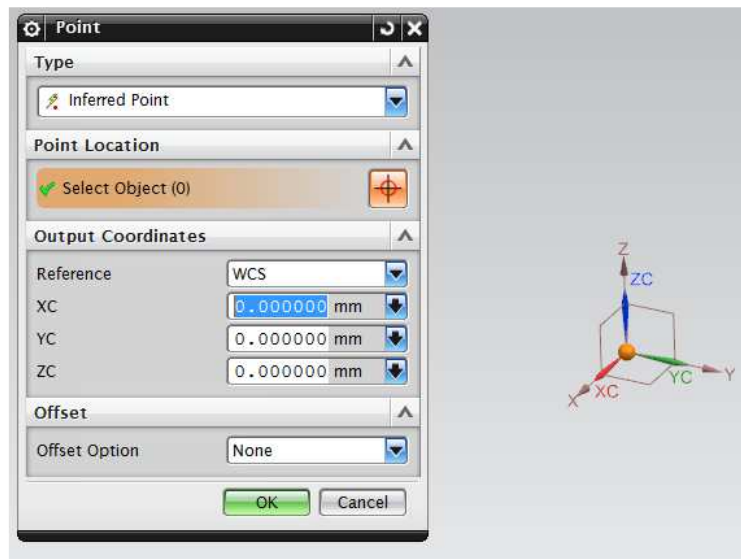
Manipulatory przeciągania są wyświetlane i stosowane do przemieszczania układów **WCS** (rys. 3.20). Manipulatory przedstawia się w postaci sześcianu, trzech ćwiartek okręgu oraz trzech kulek. Gdy kursor przechodzi nad układem **WCS**, będzie on podświetlał tymczasowe płaszczyzny obrotu w celu wskazania, że mogą być one wybierane. Jeśli istnieje inna geometria w pobliżu **WCS**, nie może być on łatwo wybierany. Należy użyć narzędzi z menu, aby je wybrać. Przesuwając **WCS**, można wybrać **MB2** lub wyłączyć przez ikonę: przesunąć **WCS**, aby potwierdzić położenie lokalizacji. **WCS** powróci wówczas do normalnego trybu wyświetlania. Opcja **undo** jest dostępna, gdy stosuje się tryb dynamiczny **WCS** i może być wówczas przywrócona poprzednia lokalizacja lub orientacja.



Rys. 3.20. Manipulacja układem przy użyciu polecenia *Dynamics WCS*

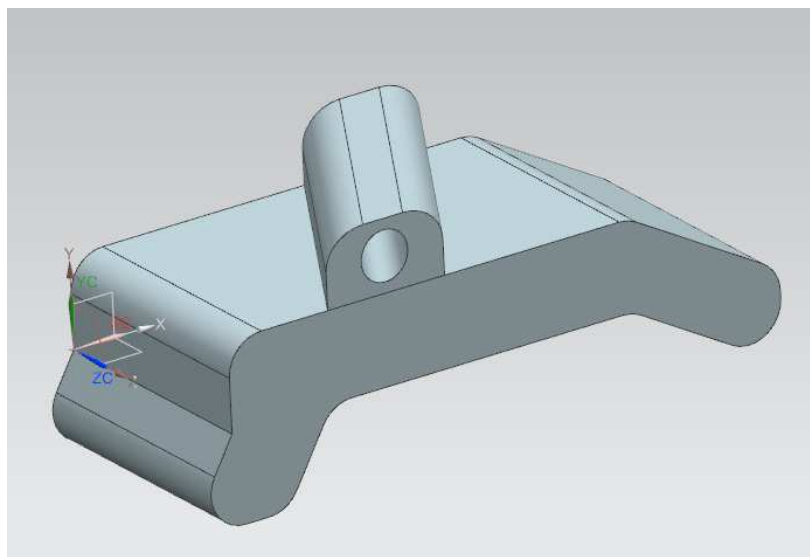
Origin **Origin...**

Gdy zostanie wskazany sześcian w pobliżu początku układu **WCS**, można przemieścić układ **WCS** do dowolnego punktu w oknie graficznym, w sposób określony przez menu punktów zatrząskowych (punkt końcowy, środek okręgu itp.) (rys. 3.21). Wskaźnik pomocy pojawi się na podświetlanym obiekcie, aby ułatwić wybór miejsca umieszczenia układu **WCS**.



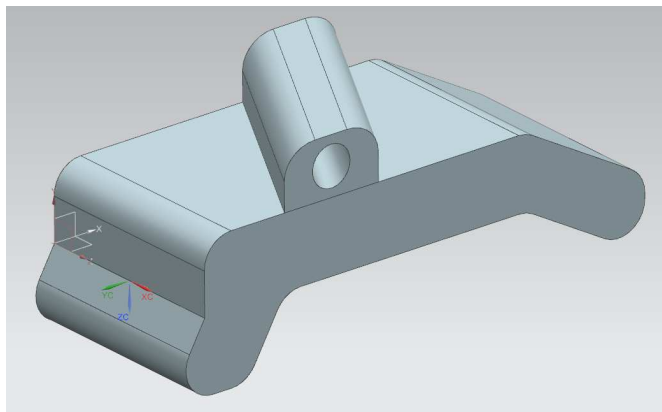
Rys. 3.21. Menu wyboru lokalizacji położenia początku układu WCS

Następnie w celu przećwiczenia manipulacji układami współrzędnych należy uruchomić plik o nazwie czesc 2.prt (rys. 3.22).



Rys. 3.22. Bryła przygotowana do manipulacji układem współrzędnych

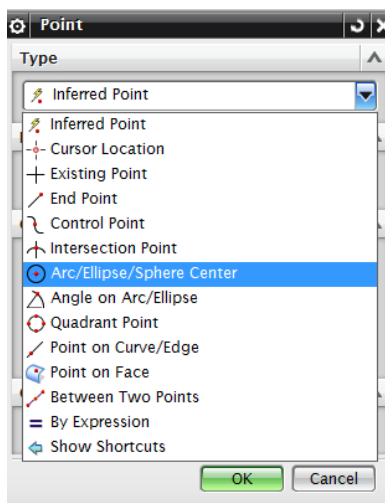
Opisaną opcję trzeba wybrać już wcześniej (mianowicie opcję *Dynamics*), po czym przesunąć układ współrzędnych zgodnie z rys. 3.23.



Rys. 3.23. Przeszczenie układu współrzędnych zgodnie z poleceniem *Dynamics*

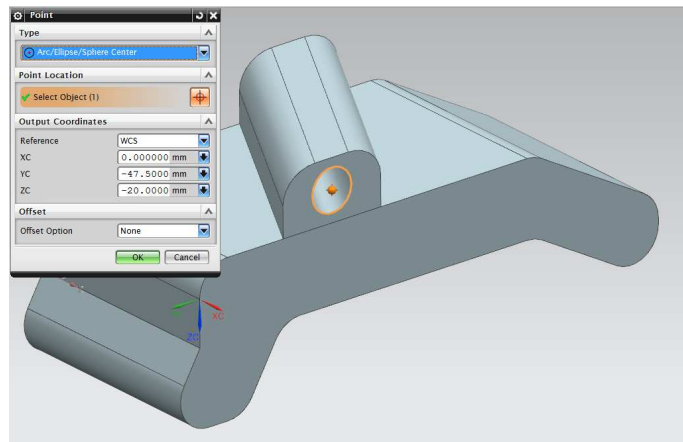
Układ współrzędnych można usytuować w każdym z punktów na bryle. Gdy zostanie użyte polecenie *Dynamics* i przemieści się układ współrzędnych po bryle, program sam znajdzie kluczowe punkty, w których układ ten da się zakotwiczyć z możliwością jego obracania. Można również skorzystać z opcji *Origin*, która dostarcza jeszcze większych możliwości definiowania położenia układu.

Po wywołaniu polecenia *Origin* w zakładce *Type* wybiera się opcję zgodną z rys. 3.24.



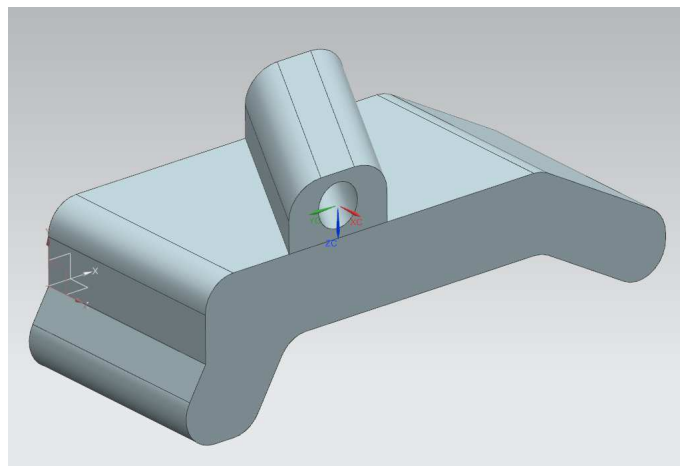
Rys. 3.24. Wybór typu definiowania układu *Origin*

Należy wskazać na bryle krawędź okręgu, który definiuje otwór. System sam wykryje środek otworu i umieści w nim układ współrzędnych (rys. 3.25).




Rys. 3.25. Przeszczenie układu współrzędnych zgodnie z poleceniem *Origin*

Po kliknięciu OK otrzyma się obraz przedstawiony na rys. 3.26.



Rys. 3.26. Rozmieszczenie układu współrzędnych przy użyciu polecenia *Origin* oraz typu Arc/Ellipse/Sphere/Center

Możliwości definiowania punktów konstrukcyjnych dostępnych w programie NX do wyznaczania układów współrzędnych oraz innych poleceń są następujące:

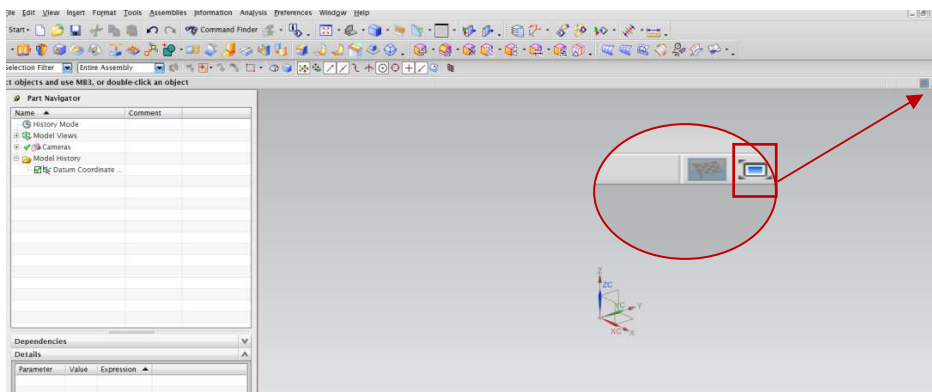
 **Inferred Point** – określenie punktu według wybranego układu współrzędnych przez zadanie odpowiednich współrzędnych,

- ✚ **Cursor Location** – określenie punktu przez podanie jego lokalizacji w oknie graficznym,
- + **Existing Point** – określenie istniejącego punktu,
- ↗ **End Point** – określenie punktu przez kliknięcie na linię i wykrycie punktu na końcu linii,
- ⤿ **Control Point** – określenie stałych punktów na krzywej,
- ✚ **Intersection Point** – określenie punktu przecięcia się dwóch krzywych,
- ⊙ **Arc/Ellipse/Sphere Center** – określenie punktu przez kliknięcie na krawędź łuku, okręgu, kuli i wykrycie środka,
- ∠ **Angle on Arc/Ellipse** – określenie punktu na łuku (definiowane przez wartość kąta),
- ⊙ **Quadrant Point** – określenie punktu na ćwiartce okręgu,
- ↗ **Point on Curve/Edge** – określenie punktu na krzywej/krawędzi,
- 👁 **Point on Face** – określenie punktu na płaszczyźnie,
- ↗ **Between Two Points** – określenie punktu pomiędzy dwoma punktami.

Możliwości definiowania układu współrzędnych jest bardzo dużo, w zależności od potrzeb.

3.1.7. Modelowanie pełnoekranowe

Modelowanie w NX może się odbywać w dwóch trybach: normalnym oraz tzw. **Full Screen**. Tryb **Full Screen** w wielu wypadkach daje większy komfort pracy, dzięki wygaszaniu niepotrzebnych w danej chwili elementów. Przełączenia między trybami dokonuje się z wykorzystaniem przycisku **Full Screen** pokazanego na rys. 3.27.

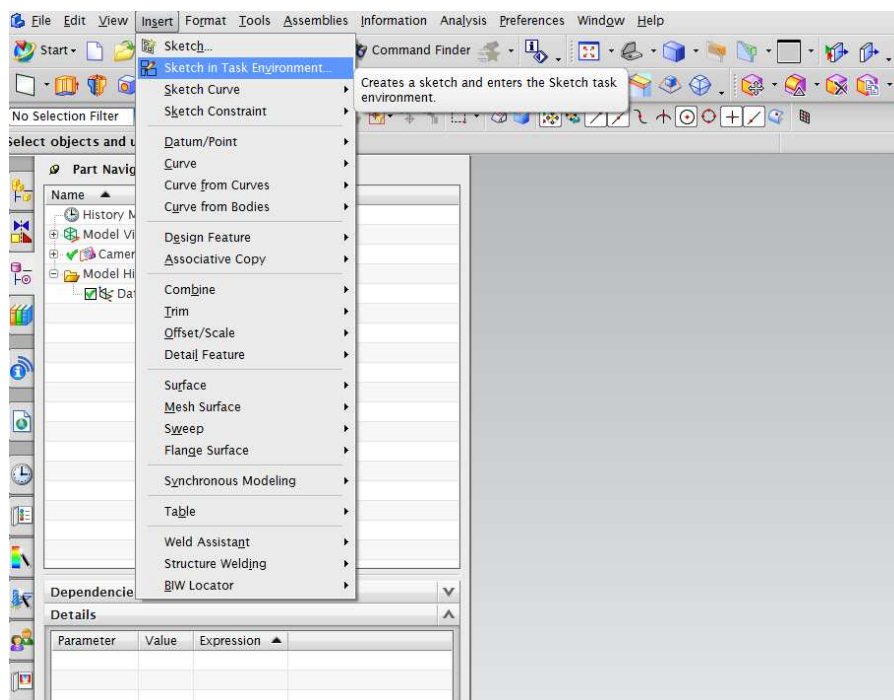


Rys. 3.27. Umieszczenie okna **Full Screen**

3.2. Tworzenie szkiców

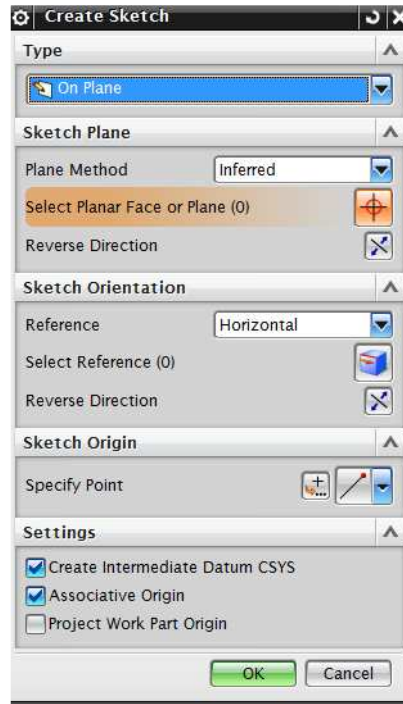
3.2.1. Wprowadzenie do modelowania w szkicowniku

W tym punkcie zostaną przedstawione podstawowe metody modelowania części. Należy rozpocząć od utworzenia nowego pliku. Po ustawieniu ścieżki do odpowiedniego katalogu i wpisaniu nazwy trzeba kliknąć OK. Otrzymuje się okno graficzne modelowania NX. W dalszej kolejności klika się **Insert** na pasku zadań, a następnie wybiera opcję **Sketch in Task Environment** (rys. 3.28).



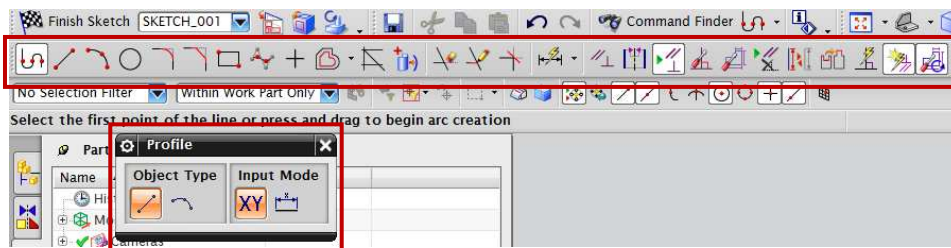
Rys. 3.28. Wstawienie szkicu

Po wybraniu opcji **Sketch in Task Environment** pojawia się okno **Create Sketch** (stwórz szkic), pokazane na rys. 3.29. Opcja okna nie będzie tutaj szczegółowo omawiana. Należy pozostawić parametry takie, jakie są i wybrać jedną z płaszczyzn. Aby tego dokonać, najeżdża się kursorem na jedną z płaszczyzn związanych z układem współrzędnych. Zostaje ona podświetlona. Kliknięcie OK zatwierdza wybór.

Rys. 3.29. Okno *Stwórz szkic*

Uwaga: Jak zauważono, w oknie *Insert* są dostępne dwie podstawowe metody szkicowania: bezpośrednia z grupy *Direct Sketch* i pośrednia z wykorzystaniem polecenia *Sketch*. Zasadnicza różnica z punktu widzenia podstawowego użytkownika jest niewielka. W opcji drugiej użytkownik ma możliwość pozycjonowania profili w przestrzeni i pracy z układami współrzędnych.

Po dokonaniu operacji opisanych wcześniej i przedstawionych na rys. 3.28 przechodzi się do środowiska szkicowania. Zmianie uległo okno graficzne NX. Pojawiły się dodatkowe opcje rysowania w szkicowniku (rys. 3.30).



Rys. 3.30. Widok opcji rysowania w szkicowniku

Jak widać na rys. 3.30, domyślnie jest aktywowane polecenie *Profile*. Jeżeli zostanie zamknięte okno *Profile*, pozostanie do wyboru dowolne polecenie rysowania z paska narzędzi przedstawionego na rys. 3.30. Dalej w krótki sposób opisano zastosowanie poszczególnych poleceń:



– rysowanie profili ciągłych, składających się z odcinków prostych oraz łuków,



– rysowanie prostych,



– rysowanie łuków,



– rysowanie okręgów przez wskazanie środka i podanie promienia,



– tworzenie zaokrągleń,



– tworzenie fazowań,



– rysowanie prostokątów (**Rectangle**),



– manualne rysowanie krzywych splajnowych (wskazanie punktu początkowego, punktów przegięcia i punktu końcowego),



– proste wstawianie punktów,



– tworzenie kopii elementów,



– tworzenie linii pomiędzy dwiema liniami równoległymi lub dwusiecznej pomiędzy liniami nierównoległymi,



– rzutowanie krawędzi, linii oraz punktów na płaszczyznę rysowania,



– wzajemne obcinanie elementów,



– wzajemne wydłużanie elementów,



– wydłużanie lub przycinanie w celu stworzenia naroża,











– nadawanie wymiarów,



– nadawanie relacji,

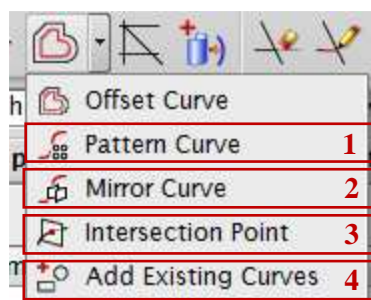


– wyświetlanie nadanych relacji na rysunku,

-  – automatyczne nadawanie relacji,
-  – automatyczne nadawanie wymiarów,
-  – podgląd nadanych relacji oraz możliwość ich szybkiego usuwania,
-  – zamiana linii na element pomocniczy,
-  – alternatywne wymiarowanie lub alternatywne więzy,
-  – nadawanie więzów lub wymiarów,
-  – nadawanie więzów podczas tworzenia krzywych,
-  – automatyczne dodawanie wymiarów podczas ich rysowania.

Można jeszcze znaleźć (rys. 3.31):

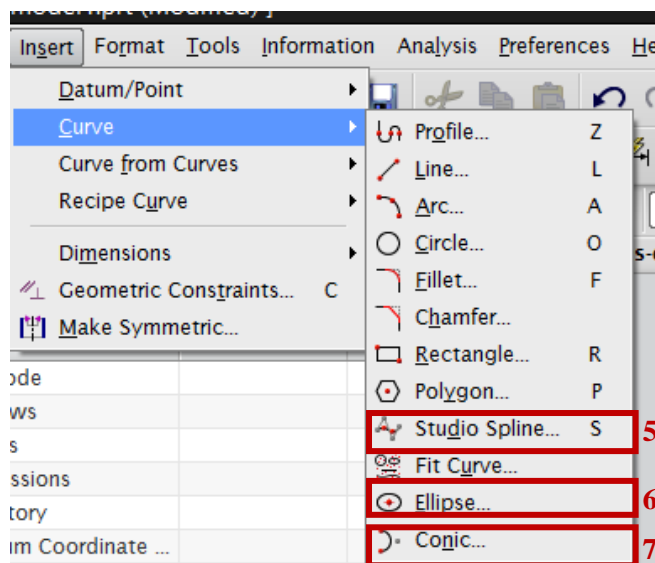
- 1 – szyk linii,
- 2 – odbicie lustrzane linii,
- 3 – tworzenie punktów w miejscu przecięcia się krzywej z płaszczyzną rysunkową,
- 4 – dodawanie krzywej lub obiektu do istniejącego szkicu.



Rys. 3.31. Dodatkowe opcje szkicownika dla krzywych;
1-4 – objaśnienia w tekście

Dodatkowo w szkicowniku w zakładce **Insert** (rys. 3.32) znajdują się:

- 5 – rysowanie wielokątów foremnych,
- 6 – rysowanie elips,
- 7 – rysowanie krzywych stożkowych przez wskazanie punktów pośrednich.



Rys. 3.32. Dodatkowe opcje szkicownika; 5-7 – objaśnienia w tekście

Podczas rysowania w szkicowniku, jak również w okienku modelowania 3D, występuje menu o nazwie **Snap Point** (rys. 3.33). Okno to pozwala podczas rysowania wychwytywać końcówki linii, przecięcia się dwóch linii czy znajdować środki linii. Opcję tę można włączyć lub wyłączyć, co przedstawiono na rys. 3.33 (pkt 1.).



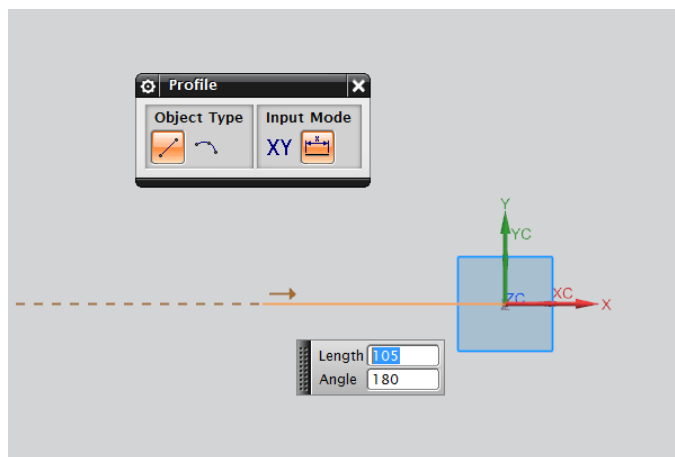
Rys. 3.33. Menu **Snap Point**; 1 – objaśnienie w tekście

Po zapoznaniu się z poleceniami szkicowania zostanie wykonany prosty szkic. W tym celu, aby rozpocząć rysowanie, należy wybrać polecenie **Profile**, a w następnej kolejności:

- najechać na środek układu współrzędnych, co spowoduje jego podświetlenie oraz zmianę wyglądu kursora,
- kliknąć LPM, co zainicjuje rysowanie linii. Obok kursora wyświetli się okno z parametrami, w którym można zdefiniować kąt i linie (rys. 3.34). W miarę przesuwania kursora pokazywane są dwie linie:
 - ciągła, wskazująca długość linii, którą się rysuje,
 - przerywana, pokrywająca się z pierwszą. Wyświetla się tylko w przypadkach, gdy pokrywa się ona z osiami głównego układu współrzędnych lub linie są powiązane z punktami charakterystycz-

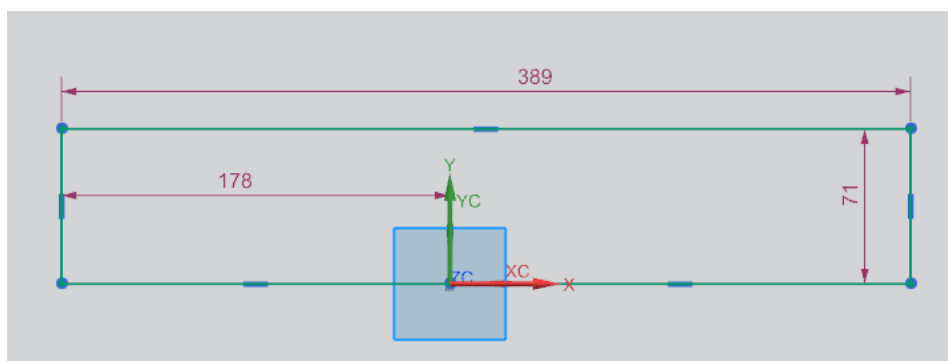
nymi modelu. W ten sposób użytkownik jest informowany o usytuowaniu linii,

- kliknąć w żądanym miejscu, aby zakończyć rysowanie linii (na tym etapie wymiary nie są ważne).



Rys. 3.34. Rysowanie linii

Wykorzystując polecenie *Profile*, można wykonać szkic przedstawiony na rys. 3.35.



Rys. 3.35. Szkic wykonany poleceniem *Profile*

Należy zauważyć, że szkic został zwymiarowany automatycznie. Jeżeli nie chce się korzystać z tej opcji, przed rozpoczęciem rysowania trzeba kliknąć

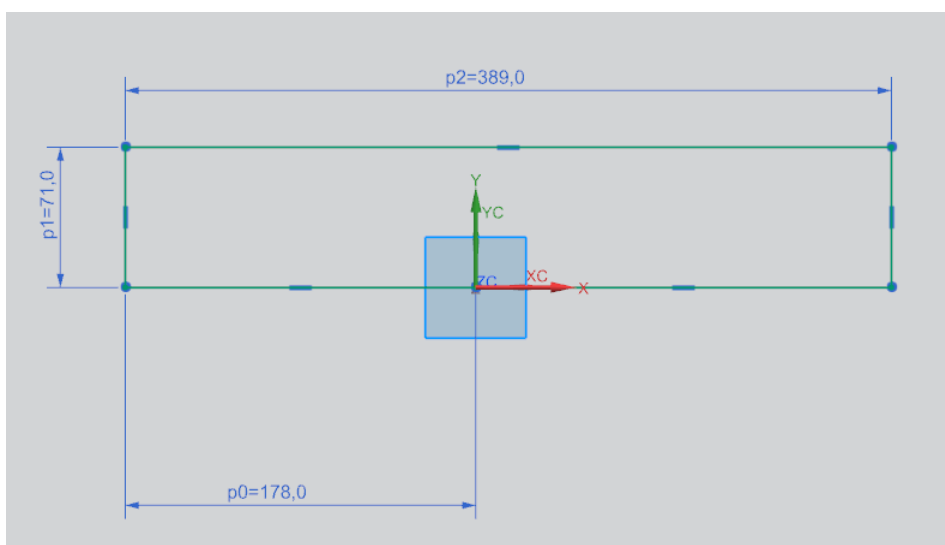


z paska narzędzi. Natomiast aby zwymiarować rysunek, należy kliknąć



Pojawi się wówczas okno szybkiego wymiarowania **Dimension** (nie trzeba nic na nim zmieniać!). Dodawanie wymiarów może przebiegać na różne sposoby.

Należy kliknąć na linię, którą chce się zwymiarować. Spowoduje to dołączenie do kursora linii wymiarowej z wartością. Aby zakończyć dodawanie wymiarów, klika się LPM miejsce, w którym chce się umiejscowić wymiar. Po zatwierdzeniu położenia wyświetli się okno z parametrem. Można w nim wpisać dowolną wartość, a długość linii zostanie do niej dostosowana. Należy zwymiarować rysunek zgodnie z rys. 3.36.



Rys. 3.36. Zwymiarowany szkic

Po kliknięciu dowolnego miejsca poza szkicem na szarym tle okna graficznego powinien się pojawić komunikat na górnej części paska podpowiedzi **Sketch is fully constrained**. Otrzymuje się informację, że wszystkie stopnie swobody zostały wykorzystane i szkic wykonano prawidłowo (rys. 3.37).



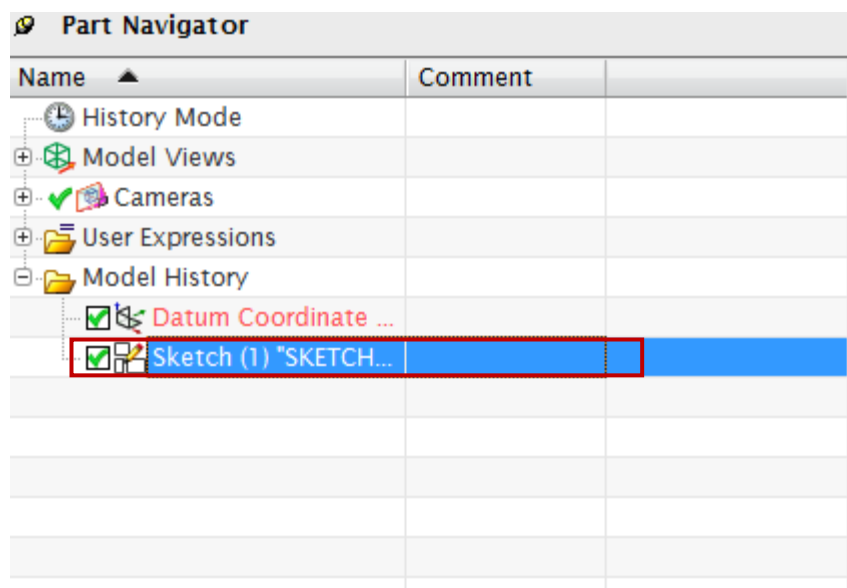
Rys. 3.37. Informacja o poprawności szkicu

Aby zakończyć szkicowanie, należy kliknąć **Finish Sketch** (rys. 3.38).



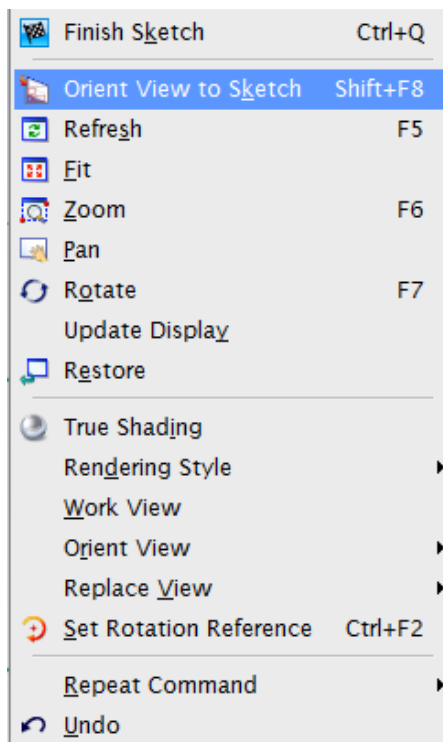
Rys. 3.38. Zakończenie wykonywania szkicu

Jeżeli chce się ponownie edytować szkic, w oknie nawigatora klika się go dwukrotnie LPM, co kieruje ponownie do wcześniej wykonywanego szkicu (rys. 3.39).



Rys. 3.39. Edytowanie szkicu

Jeżeli podczas rysowania nastąpi zmiana widoku szkicu na inny, którego nie wskazuje jego płaszczyzna rysowania, wystarczy kliknąć PPM w oknie graficznym (na szarym tle). Powoduje to wyświetlenie okna. Kliknięcie na **Orient View to Sketch** (rys. 3.40) spowoduje ponowne ustawienie szkicu w płaszczyźnie rysowania.

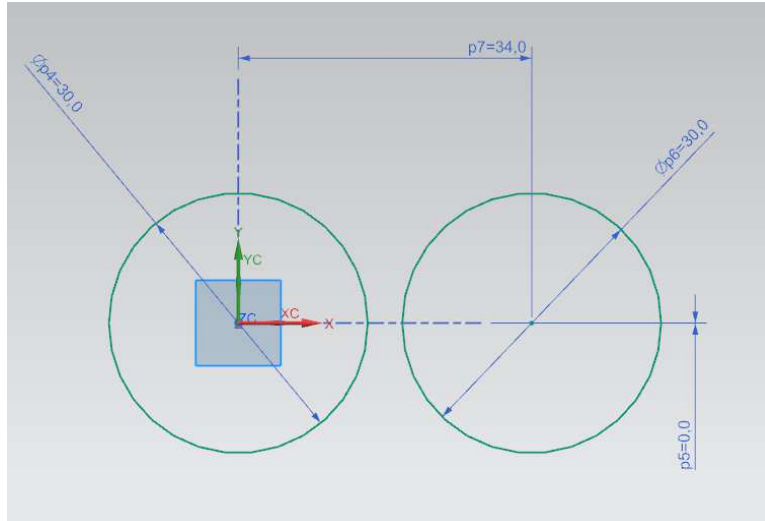


Rys. 3.40. Ustawienie widoku szkicu w płaszczyźnie rysowania

3.2.2. Relacje

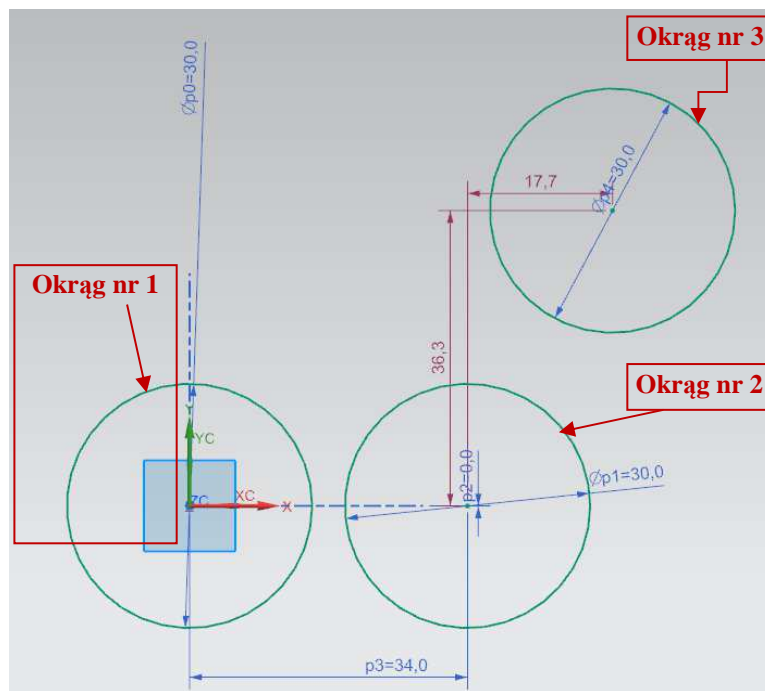
Należy utworzyć nowy plik, o nowej nazwie. W kolejnym przykładzie zostanie przedstawione (oprócz samych wymiarów geometrycznych) proste zastosowanie relacji oraz poleceń, takich jak *Mirror* czy *Quick Trim*. W tym celu wybiera się *Sketch* oraz dowolną płaszczyznę, na której będzie wykonywany analizowany przykład. W pierwszej kolejności należy wybrać polecenie rysowania *Circle* (okrąg), a następnie wykonać wymienione dalej polecenia:

- wskazać środek układu współrzędnych, następnie kliknąć LPM. Spowoduje to zatwierdzenie poprzednich czynności oraz pojawienie się okna do wprowadzenia *Diameter* (średnicy okręgu). W tym przypadku będzie to wartość 30. Należy stworzyć kolejny okrąg o tej samej średnicy, odległy od poprzedniego o 34 mm (rys. 3.41),




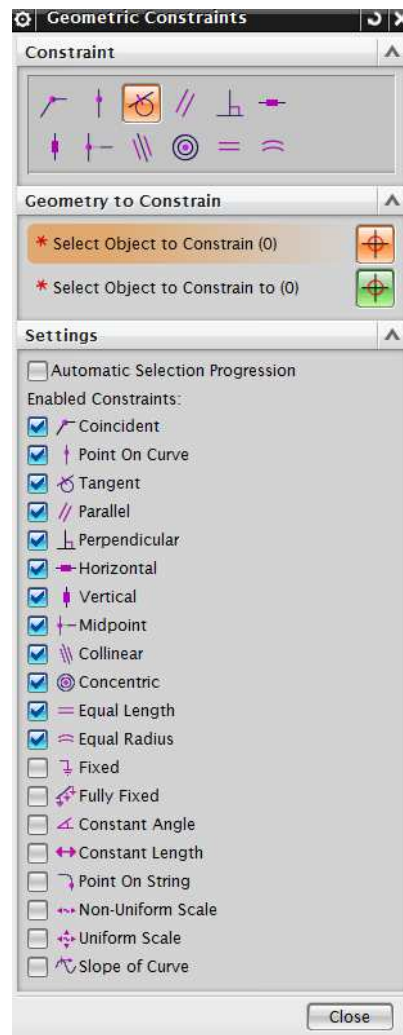
Rys. 3.41. Szkicownik – rysunek dwóch okręgów

- stworzyć w dowolnym miejscu kolejny okrąg o średnicy 30 mm (rys. 3.42),

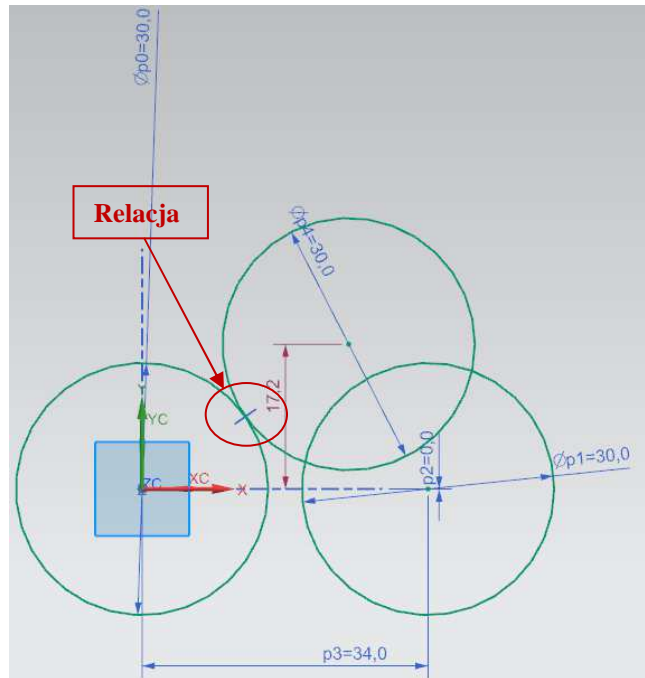


Rys. 3.42. Szkicownik – rysunek trzech okręgów

- przejść do polecenia **Geometric Constraints** (relacje) , co spowoduje wyświetlenie dodatkowego okna (rys. 3.43). W oknie tym są wymienione różne rodzaje relacji, które zostały opisane w dalszej części,
- wybrać relację **Tangent** podświetloną w sposób pokazany na rys. 3.43,
- w oknie **Geometry to Constrain** wskazać, pomiędzy jakimi elementami relacja ta powinna zostać zastosowana,
- jako **Object 1** wybrać okrąg 1, natomiast jako **Object 2** – okrąg 2. Po wykonaniu tego polecenia otrzyma się dwa okręgi połączone relacją **Tangent** (rys. 3.44),

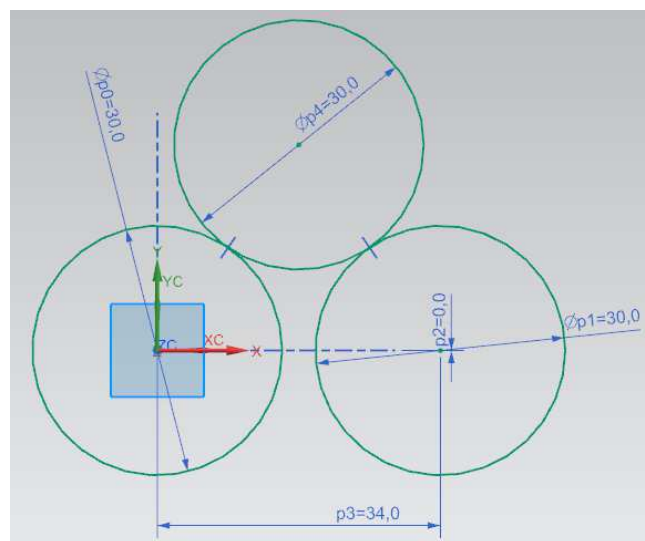


Rys. 3.43. Okno relacji



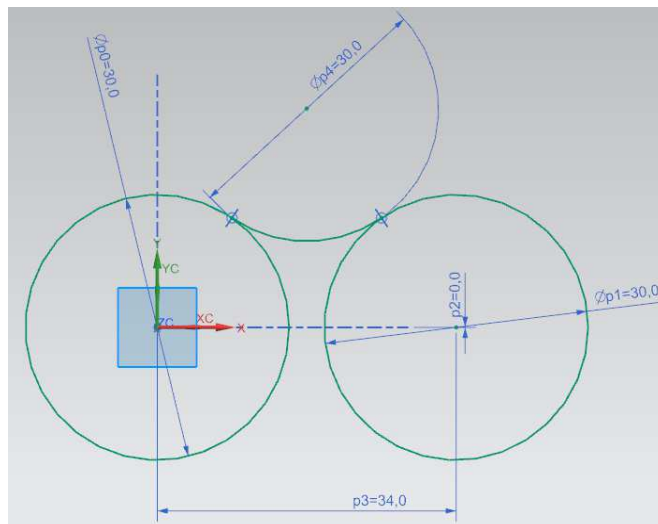
Rys. 3.44. Zastosowane relacje pomiędzy dwoma okręgami

- wykonać tę samą relację pomiędzy okręgiem nr 2 a okręgiem nr 3 (rys. 3.45),



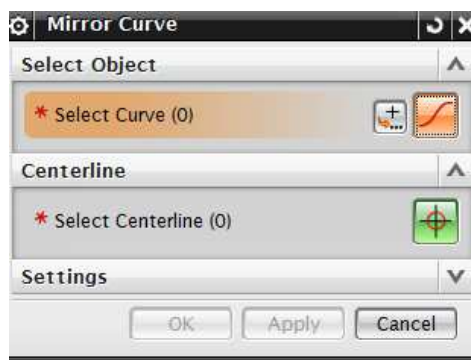
Rys. 3.45. Zastosowanie relacji pomiędzy trzema okręgami

- użyć polecenia **Quick Trim** (z klawiatury litera T) w celu docięcia okręgów. W pierwszej kolejności należy wybrać polecenie **Quick Trim**, a następnie kliknąć górną część okręgu nr 2. Spowoduje to szybkie przycięcie go (rys. 3.46),

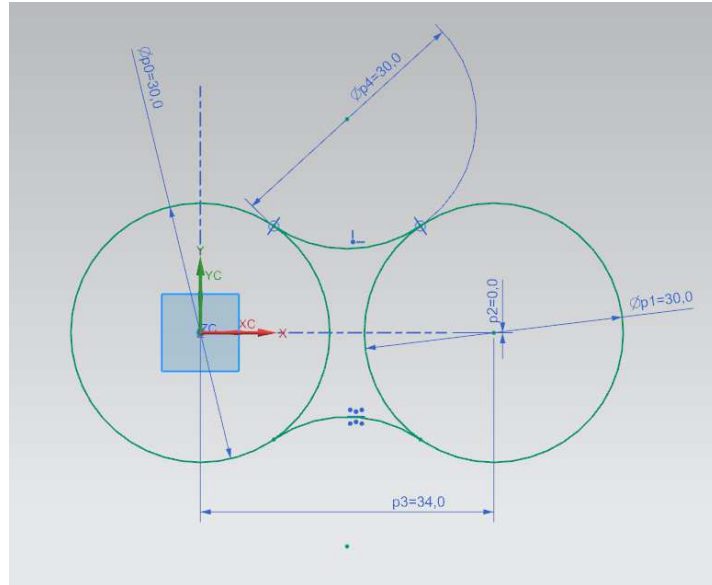


Rys. 3.46. Zastosowanie polecenia **Quick Trim**

- użyć polecenia **Mirror Curve** (lustro). Po wybraniu tego polecenia otrzyma się okno pokazane na rys. 3.47. W oknie **Select Curve** należy zaznaczyć górny okrąg, a właściwie (mówiąc potocznie) część, która po nim pozostała. W **Select Centerline** wskazuje się linię, według której zostanie wykonane odbicie lustrzane. W omawianym przypadku trzeba zaznaczyć na układzie współrzędnych wektor XC, a następnie kliknąć OK (rys. 3.48),

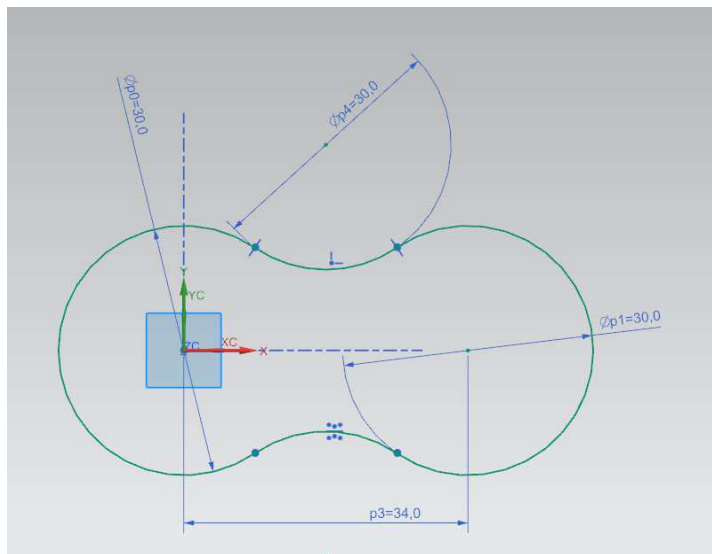


Rys. 3.47. Okno polecenia **Mirror Curve**








Rys. 3.48. Zastosowanie polecenia *Mirror Curve*

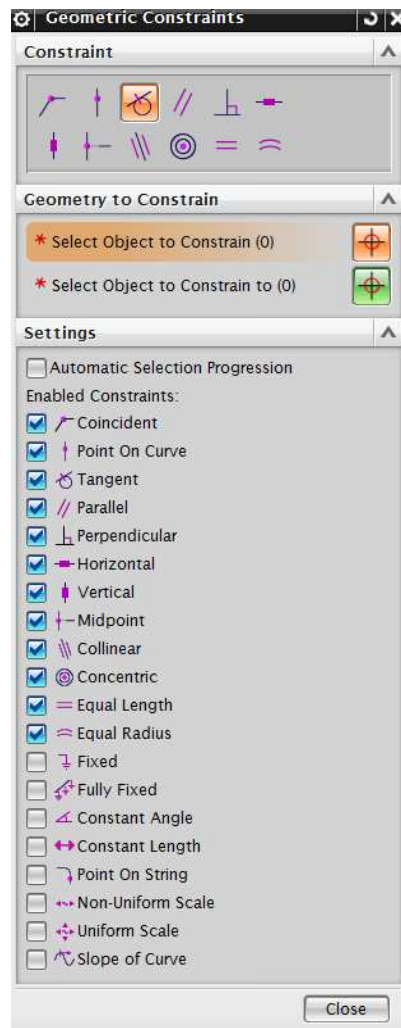
- przejść ponownie do wykorzystania polecenia *Quick Trim* i przycięcia okręgów nr 1 oraz nr 2 częścią okręgu nr 3 oraz jego odbiciem (rys. 3.49).










Rys. 3.49. Ponowne zastosowanie polecenia *Quick Trim*

Podstawowe relacje występujące w programie NX to:

-  **Coincident** – współliniowość,
-  **Point on Curve** – punkt na krzywej,
-  **Tangent** – styczność,
-  **Parallel** – równoległość,
-  **Perpendicular** – prostopadłość,



Rys. 3.50. Okno wyboru relacji

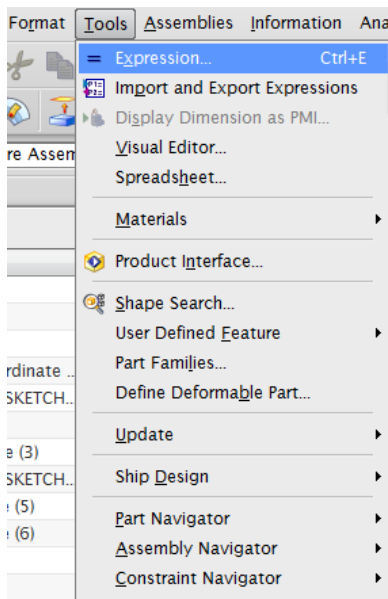
-  **Horizontal** – orientacja pozioma,
-  **Vertical** – orientacja pionowa,
-  **Midpoint** – punkt środkowy,
-  **Collinear** – współliniowość,
-  **Concentric** – współosiowość,
-  **Equal Length** – nadanie tej samej długości dla linii,
-  **Equal Radius** – nadanie tego samego promienia.

Dodatkowo w oknie relacji **Geometric Constraints** istnieje możliwość włączenia dodatkowych więzów (rys. 3.50).

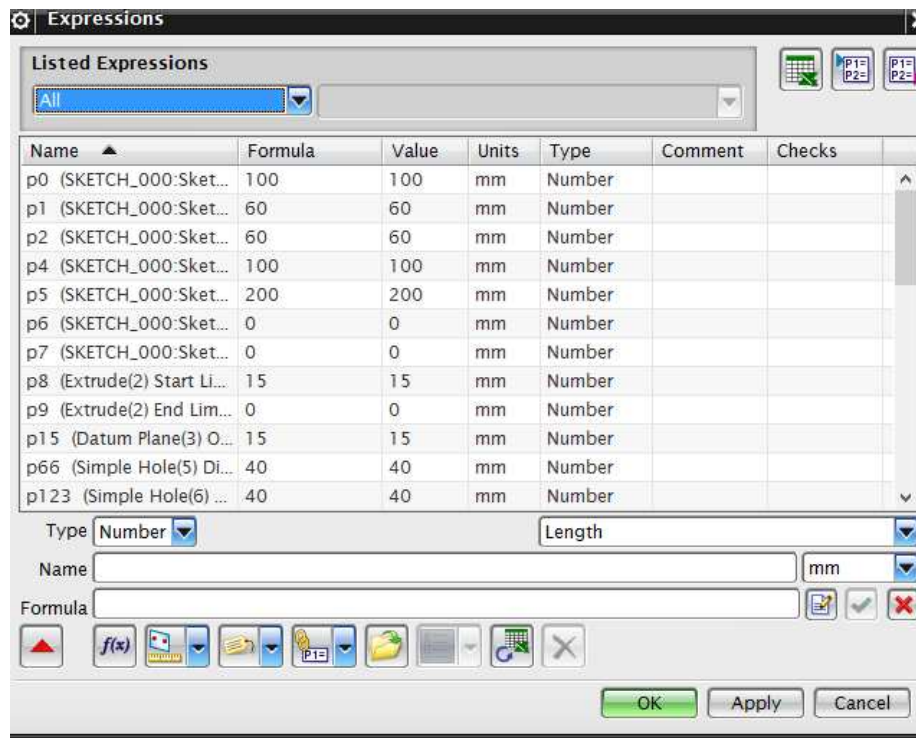
3.2.3. Parametryzacja

Parametry i formuły umożliwiają uzależnienie od siebie różnych wymiarów w danym szkicu. Jest to bardzo przydatne, gdyż pozwala na szybką zmianę pojedynczych wymiarów w szkicu przy zachowaniu pozostałych zależności.

Należy ponownie otworzyć plik o nazwie **czesc1.prt**. W pasku narzędzi wybiera się polecenie **Tools**, a następnie **Expressions** (rys. 3.51). Spowoduje to otwarcie dodatkowego okna (rys. 3.52).



Rys. 3.51. Pasek narzędzi **Tools**

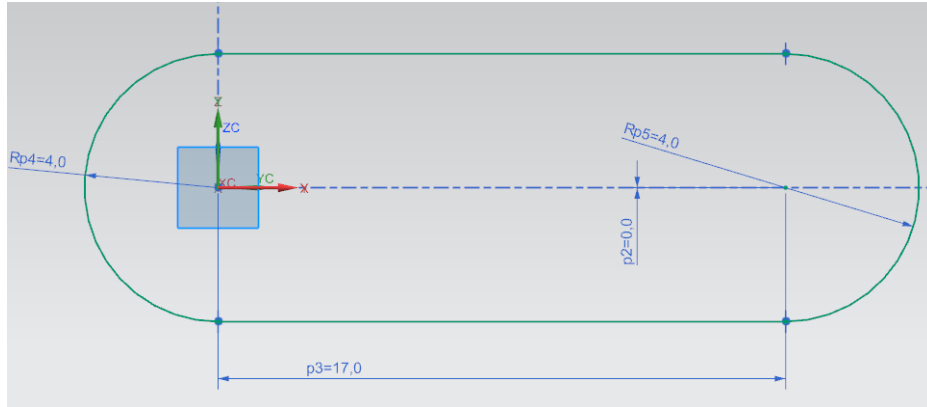
Rys. 3.52. Okno *Expressions*

W zakładce *Listed Expressions* wybiera się *All*. Na liście zostały przedstawione wszystkie użyte dotychczas parametry, które odpowiadają za stworzony model:

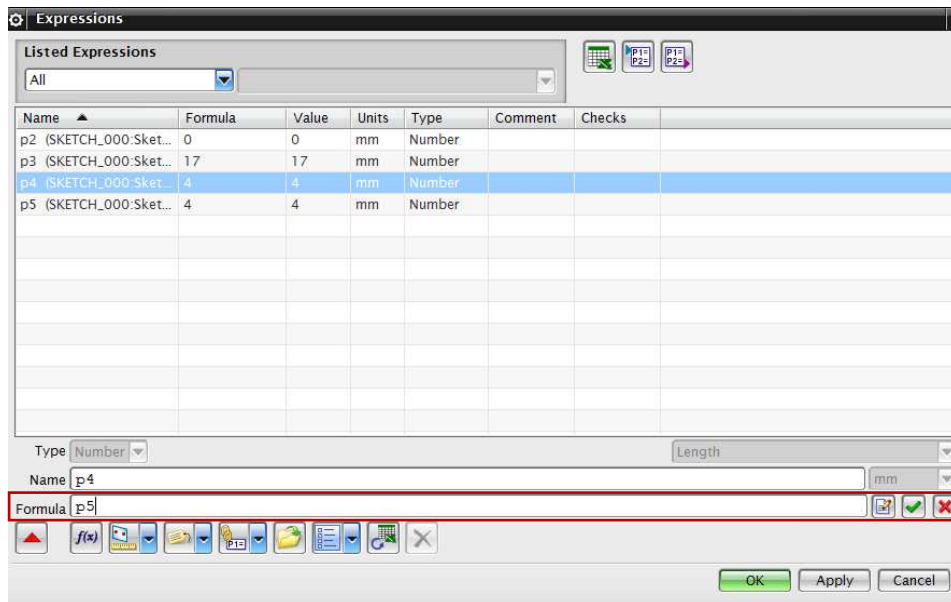
- **Name** – parametr określający dany wymiar (długość, średnica itp.),
- **Formula** – zdefiniowanie formuły, uzależnienie od siebie różnych wymiarów,
- **Value** – wartość wynikowa, będąca wartością zadaną lub wartością wynikającą z funkcji **Formula**,
- **Units** – rodzaj zastosowanej jednostki,
- **Comment** – możliwość dodania własnego komentarza.

Następnie otwiera się nowy plik i, wykorzystując polecenie szkicownika, wykonuje się szkic jak na rys. 3.53. Szkic ten posłuży do zobrazowania na danym przykładzie możliwości sparametryzowania geometrii.

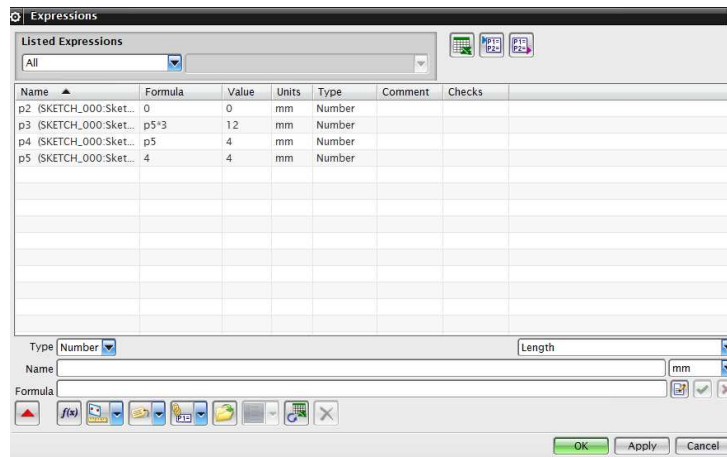
Po ukończeniu szkicu należy przejść do polecenia *Expressions*, następnie z listy parametrów wybrać parametr p4 i w zakładce *Formula* wpisać p5, zgodnie z rys. 3.54.



Rys. 3.53. Szkic do parametryzacji

Rys. 3.54. Okno *Expressions* oraz miejsce wpisywania formuł

Okręgi stworzone w jednym szkicu zostały połączone jednym parametrem p5. Teraz należy uzależnić długość szkicu od parametru p4. Najeżdża się na parametr p3 i w zakładce **Formula** wpisuje $p5 \cdot 3$ – w ten sposób następuje uzależnienie długości elementu od parametru r (rys. 3.55).

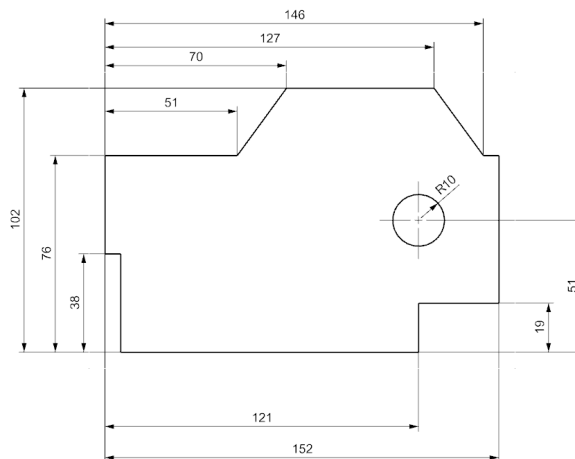
Rys. 3.55. Parametryzacja okna *Expressions*

Chcąc dokonać szybkiej zmiany wymiarów, wystarczy kliknąć dwukrotnie na wybrany parametr (np. p5) i wprowadzić zmianę wartości w zakładce **Formuła**. W ten sposób długość elementu uzależniona od parametru r formułą zmieni się automatycznie.

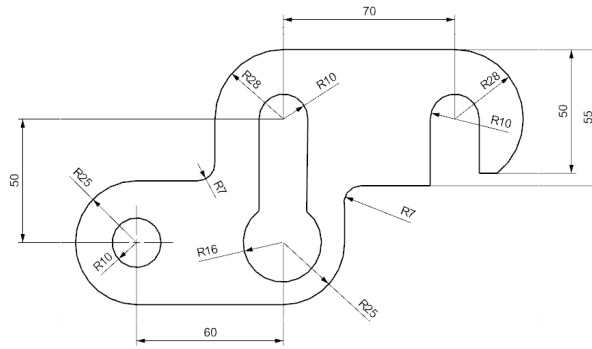
W punkcie 3.2.4 zostały przedstawione rysunki do samodzielnego wykonania w szkicowniku. Zaleca się ich wykonanie, w celu przeciwiczenia zdobytych umiejętności.

3.2.4. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 1.

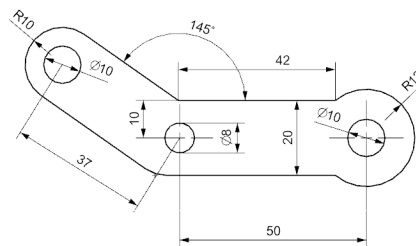
Wykorzystując poznane dotychczas polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.56-3.59.



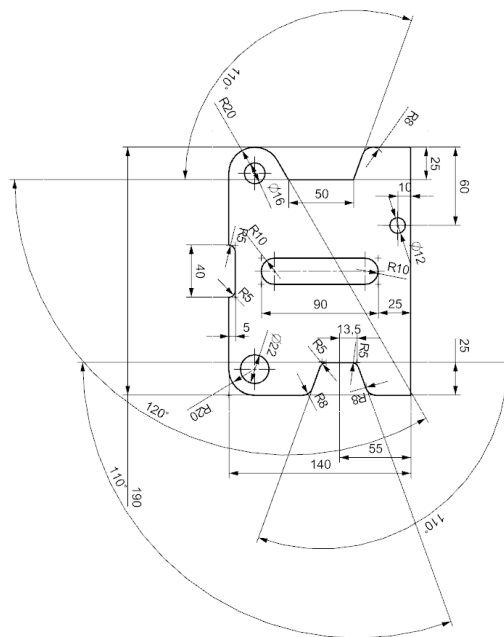
Rys. 3.56. Ćwiczenie nr 1



Rys. 3.57. Ćwiczenie nr 2



Rys. 3.58. Ćwiczenie nr 3



Rys. 3.59. Ćwiczenie nr 4

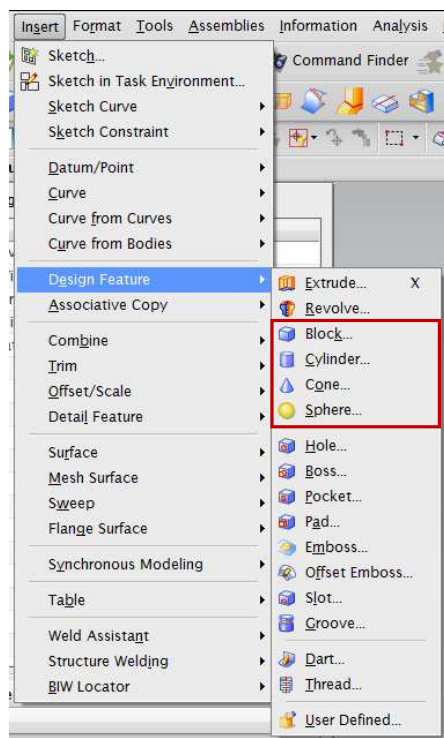
3.3. Wykorzystanie elementów typu *Feature*

3.3.1. Prymitywne bryły typu *Feature*

Punkt ten stanowi wprowadzenie do modelowania 3D w NX przez wykorzystanie elementów typu *Feature*. Istnieją różne elementy typu *Feature*. Elementy prymitywne typu *Feature* mogą być stosowane jako podstawowy kształt na początku drogi modelowania. Gdy tworzony jest obiekt prymitywny, zarówno jego typ, jak i jego rozmiar muszą być określone. Dodatkowo należy określić jego położenie i orientację w przestrzeni. W NX wyróżnia się cztery rodzaje elementów prymitywnych typu *Feature*:


- *Block*,
- *Cylinder*,
- *Cone*,
- *Sphere*.

Elementy prymitywne typu *Feature* są umieszczone bezpośrednio. Ich położenie jest definiowane w przestrzeni modelu. Mogą być one jednak przenieszone ręcznie albo za pomocą *Transform* (transformacji) lub *Move* (przeniesić). Funkcje te zostaną omówione w dalszej części pracy.



Rys. 3.60. Elementy typu *Feature*

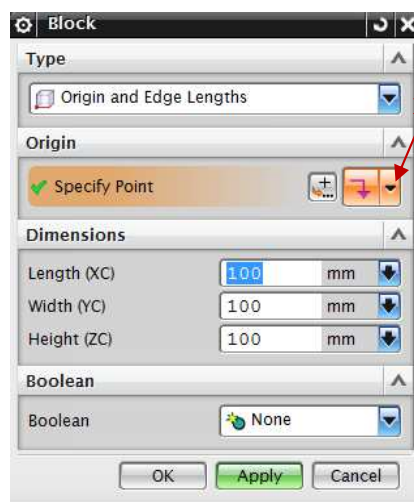
W celu wyboru podstawowych elementów prymitywnych typu *Feature* należy wejść na pasku narzędzi w zakładkę *Insert*, następnie *Design Feature* (rys. 3.60). Rozwija się okno z różnymi poleceniami systemu NX. Pozostałe polecenia będą omówione później. Ten punkt jest poświęcony wymienionym już elementom prymitywnym. W pierwszej kolejności zostanie wykorzystana funkcja *Block*.

Po wyborze funkcji *Block*  wyświetla się okno tworzenia bloku.

W zakładce *Type* istnieje możliwość wyboru sposobu tworzenia bloku. Podczas tworzenia bloku są dostępne trzy możliwości:


- początek i długość krawędzi,
- dwa punkty i wysokość,
- dwa punkty przekątnej.

Zakładka *Origin* definiuje miejsce – punkt, z którego zostanie stworzony blok. Domyślnie jest ustawiony *WCS* (globalny układ współrzędnych). Jeżeli kliknie się miejsce oznaczone punktem 1. (rys. 3.61), spowoduje to rozwinięcie zakładki i pojawią się inne możliwości definiowania punktu początkowego.



Rys. 3.61. Okno polecenia elementu typu blok

Zakładka *Dimensions* odpowiada za wymiary bloku, zgodnie z oznaczeniami według układu współrzędnych. Zakładka *Boolean* również się rozwija. Jest ona wykorzystywana w momencie wykonywania kolejnego elementu typu blok i nie tylko (np. w celu wykonania operacji połączenia dwóch stworzonych brył czy wydzielenia elementu wspólnego z dwóch). Na razie pozostawia się tę opcję bez zmian.

Wpisując wymiary zgodnie z rys. 3.61 i klikając OK, otrzymuje się w oknie graficznym blok. Należy skasować z okna nawigacji blok, najeżdżając na niego i klikając *Delete* na klawiaturze. Spowoduje to usunięcie elementu. Teraz można wybrać funkcję *Cylinder* . Po jej wyborze wyświetla się okno tworzenia cylindra.

W zakładce *Type* istnieje możliwość wyboru sposobu tworzenia cylindra. Do wyboru są dwie możliwości:

- wektor, średnica oraz wysokość,
- łuk oraz wysokość.

Zakładka *Axis* definiuje miejsce – punkt, z którego zostanie stworzony cylinder oraz wektor wskazujący kierunek, w jakim zostanie on wyciągnięty.



Zakładka *Dimensions* odpowiada za wymiary cylindra.

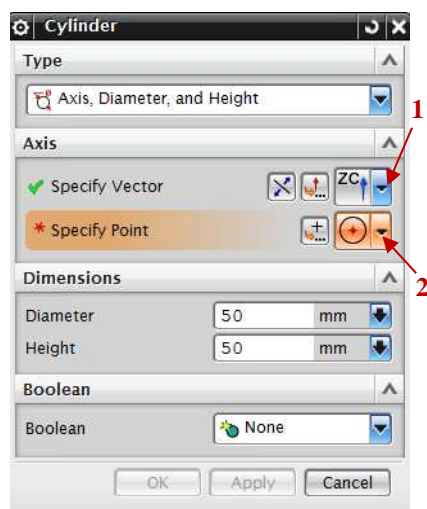
Zakładka *Boolean* została już w skrócie omówiona.

Aby został stworzony cylinder, konieczne jest zdefiniowanie:

Diameter – średnicy,

Height – wysokości.

Wymiary wprowadza się zgodnie z rys. 3.62. Należy zdefiniować wektor wyciągnięcia (rys. 3.62, pkt 1.) – wybierzmy **ZC**. W celu zdefiniowania środka cylindra (rys. 3.62, pkt 2.) wybierzmy opcję . Następnie należy kliknąć . Spowoduje to pojawienie się okna, w którym wprowadza się współrzędne środka okręgu. W omawianym przypadku będzie to 0,0,0. Po wprowadzeniu danych i kliknięciu OK otrzyma się stworzony w oknie graficznym cylinder.



Rys. 3.62. Okno polecenia elementu typu cylinder; 1 i 2 – objaśnienia w tekście

Należy skasować z okna nawigacji cylinder, najeżdżając na niego i klikając **Delete** na klawiaturze. Spowoduje to usunięcie go. Teraz można wybrać funkcję **Cone** (stożek). Po jej wyborze wyświetli się okno tworzenia stożka.

W zakładce **Type** istnieje możliwość wyboru sposobu tworzenia stożka. Do wyboru są cztery możliwości:

- średnica i wysokość,
- średnica i połówka kąta u wierzchołka,
- średnica podstawy, wysokość i połówka kąta u wierzchołka,
- średnica góry stożka, wysokość i połówka kąta u wierzchołka,
- dwa współśrodkowe łuki.

Zakładka **Axis** definiuje miejsce – punkt, z którego zostanie utworzony stożek oraz wektor wskazujący kierunek, w jakim zostanie on wyciągnięty.

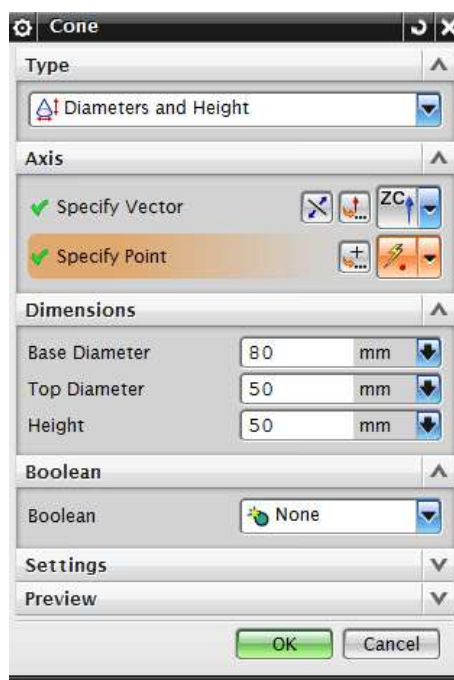
Zakładka **Dimensions** odpowiada za wymiary stożka:

Base Diameter – średnica początkowa,


Top Diameter – średnica końcowa,

Height – wysokość.

Należy wykonać stożek zgodnie z parametrami przedstawionymi na rys. 3.63 oraz kliknąć OK. Spowoduje to otrzymanie stożka w oknie graficznym.



Rys. 3.63. Okno polecenia elementu typu stożek

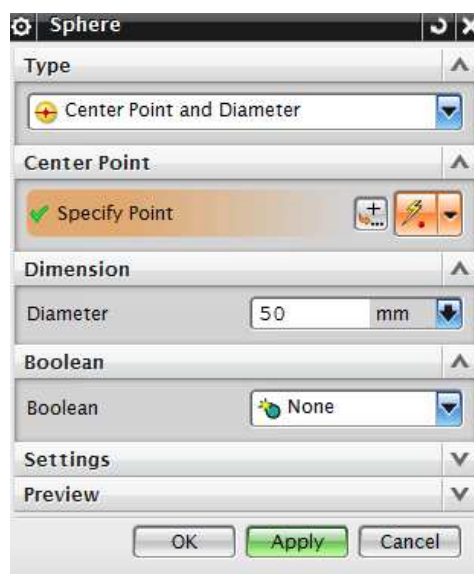
Należy skasować z okna nawigacji cylinder, najeżdżając na niego i klikając **Delete** na klawiaturze. Spowoduje to usunięcie go. Teraz można wybrać funkcję **Sphere**  (kula). Po jej wyborze wyświetli się okno tworzenia kuli.

W zakładce **Type** istnieje możliwość wyboru sposobu tworzenia kuli. Do wyboru są dwie możliwości:

- punkt środkowy oraz średnica,
- łuk, według którego zostanie stworzona kula.

Zakładka **Center Point** definiuje punkt środka, z którego zostanie stworzona kula. Zakładka **Dimensions** odpowiada za wymiary kuli. **Diameter** to średnica kuli.

Zgodnie z rys. 3.64, klikając OK, otrzymuje się w oknie graficznym stworzoną kulę.

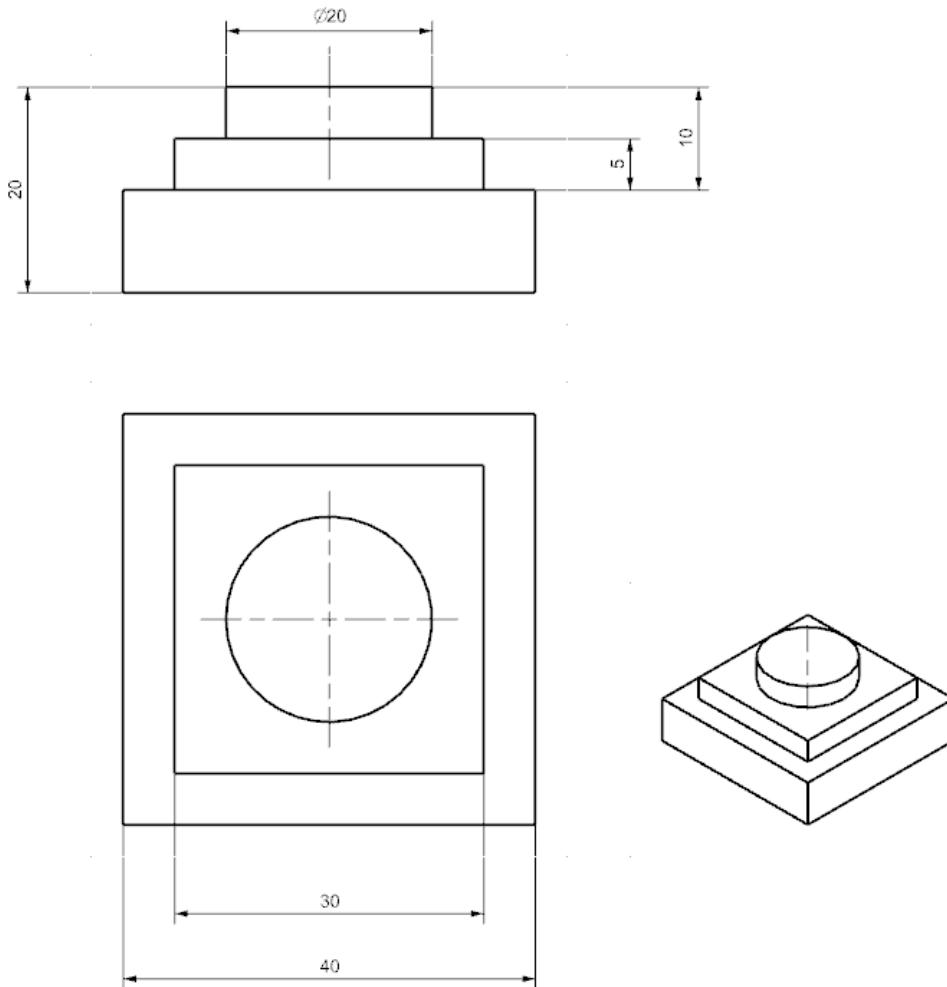


Rys. 3.64. Okno polecenia elementu typu kula

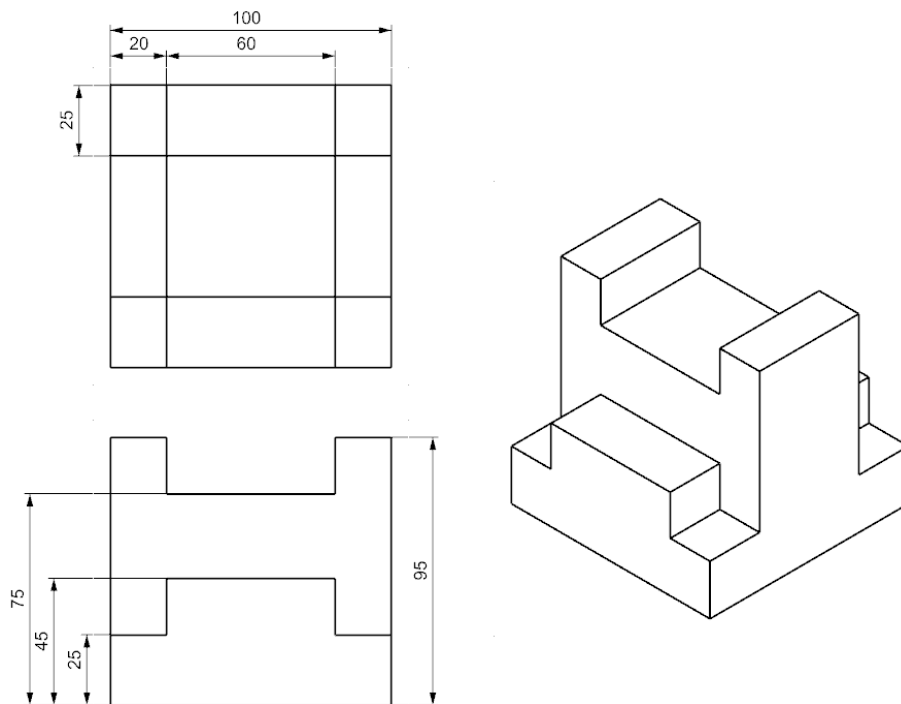
Wykorzystując zdobyte umiejętności, należy wykonać ćwiczenia zawarte w pkt 3.3.2.

3.3.2. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 2.

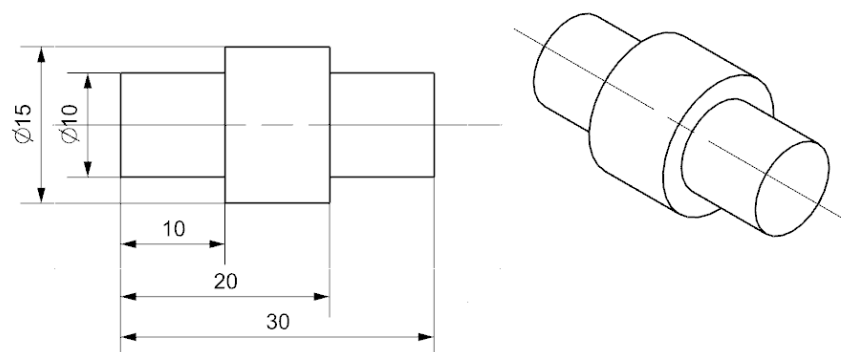
Wykorzystując poznane dotychczas polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.65-3.68.



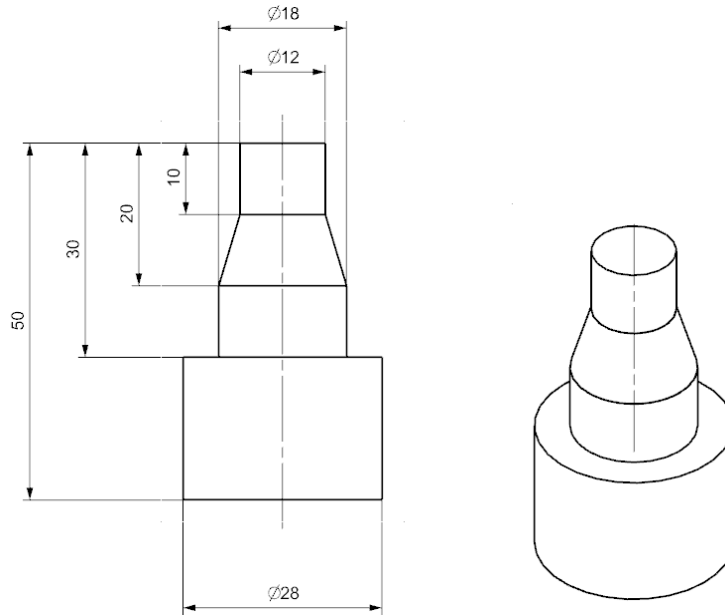
Rys. 3.65. Ćwiczenie nr 5



Rys. 3.66. Ćwiczenie nr 6



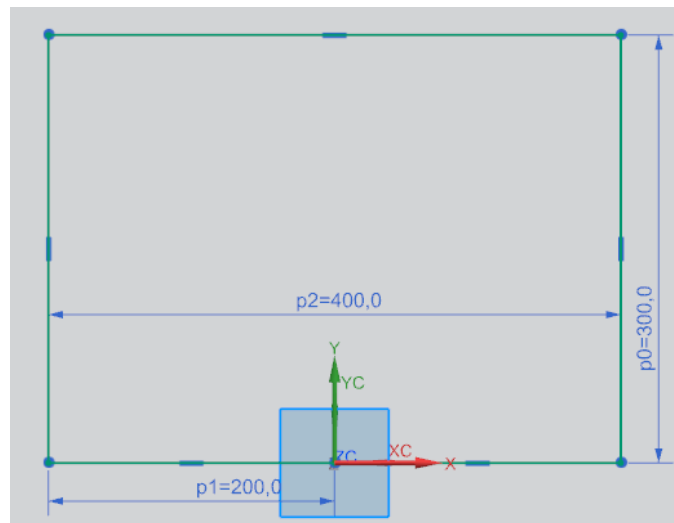
Rys. 3.67. Ćwiczenie nr 7

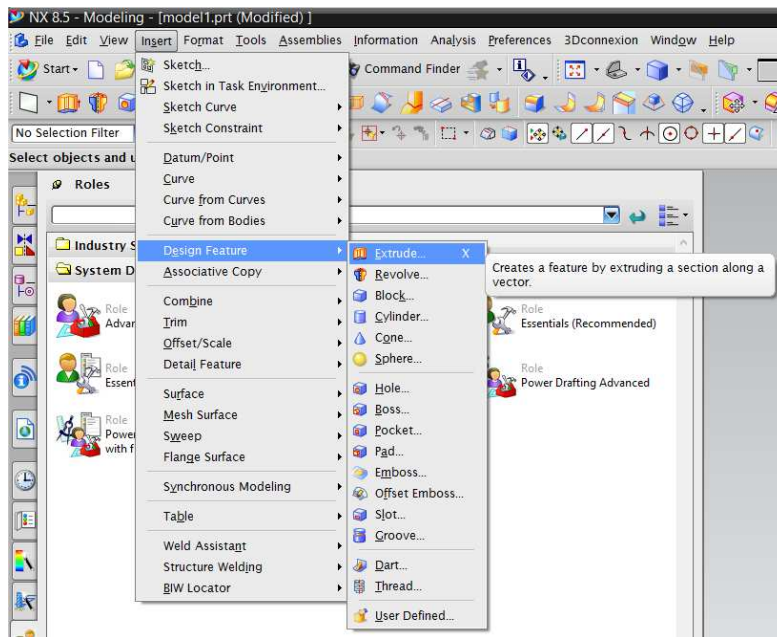
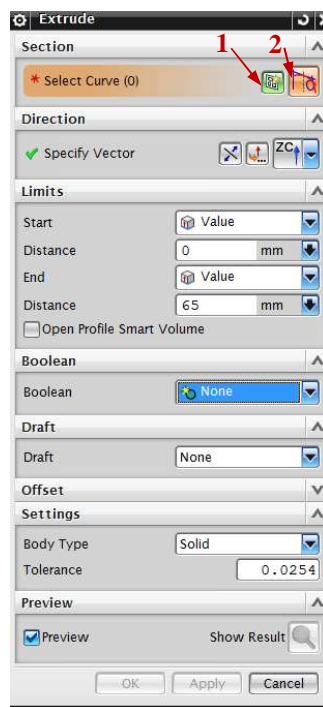


Rys. 3.68. Ćwiczenie nr 8

3.3.3. Pozostałe elementy typu *Feature* – część 1.

Wykorzystując polecenie szkicownika, należy wykonać szkic zgodnie z rys. 3.69. Następnie z paska narzędzi uruchamia się polecenie **Extrude** (rys. 3.70). Powoduje to wyświetlenie okna **Extrude** (rys. 3.71).

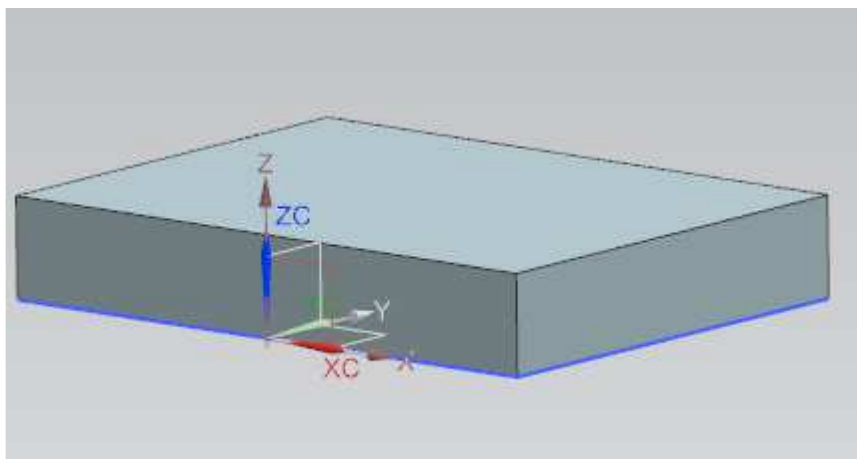
Rys. 3.69. Szkic wykorzystany do polecenia **Extrude**

Rys. 3.70. Położenie polecenia *Extrude*Rys. 3.71. Okno polecenia *Extrude*; 1 i 2 – objaśnienia w tekście

W oknie polecenia **Extrude** istotne są zakładki:


- **Section** – wybiera się z dwóch możliwości (rys. 3.71):
 - 1 – tworzenie szkicu na wybranej płaszczyźnie z poziomu funkcji **Extrude**,
 - 2 – wykorzystanie wcześniej stworzonego szkicu przez wskazanie go,
- **Direction** – odpowiada za kierunek (wektor wyciągnięcia),
- **Limits** – w zakładce ustawia się wysokość, na jaką ma być stworzone wyciągnięcie.

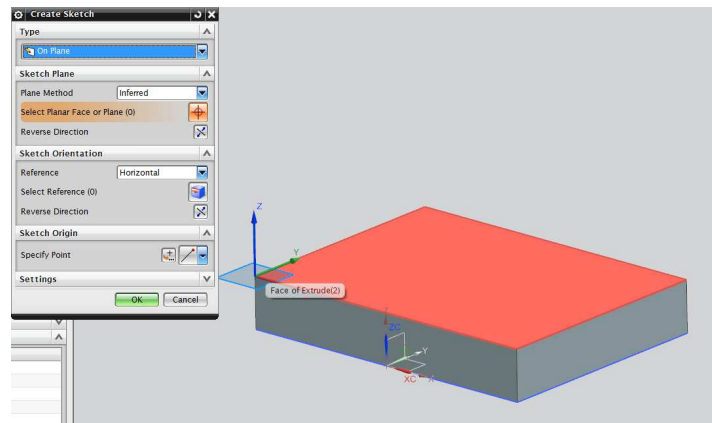
Aby stworzyć wyciągnięcie, należy w poleceniu **Section** wybrać wcześniej przygotowany szkic za pomocą drugiej możliwości (rys. 3.71). Następnie wpisuje się wartość wyciągnięcia zgodnie z rys. 3.71 oraz wybiera kierunek wyciągnięcia. W tym przypadku należy pamiętać, aby szkic był wykonany w układzie współrzędnych **X-Y**. Wyciągnięcie jest więc wykonane w kierunku **ZC**. Jeżeli szkic został wykonany w innym układzie współrzędnych, to wektor wyciągnięcia również ulegnie zmianie. Po wykonaniu wspomnianych czynności powinno się uzyskać model przedstawiony na rys. 3.72.



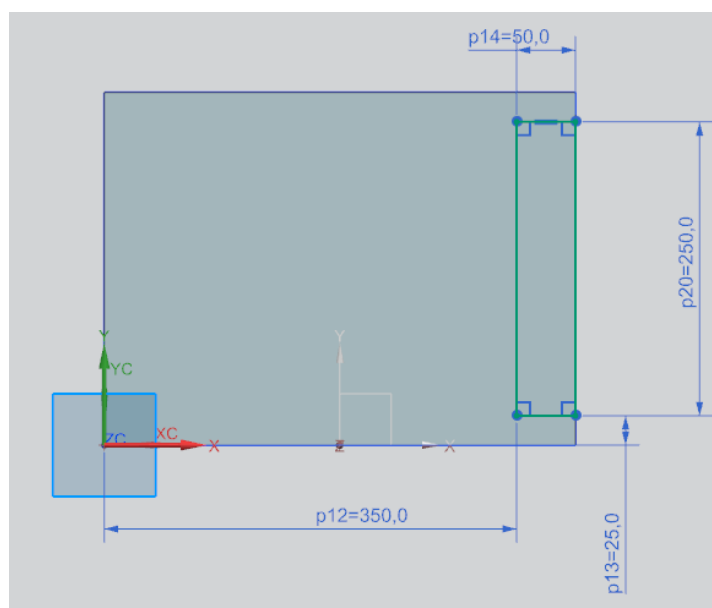
Rys. 3.72. Wykorzystanie polecenia **Extrude**

Dodana zostanie teraz kolejna operacja. Ponownie należy wywołać polecenie **Extrude**. Tym razem będzie wykorzystane polecenie **Szkic** z poziomu funkcji **Extrude**.



W funkcji **Extrude** należy kliknąć na ikonę szkicownika . Spowoduje to wyświetlenie kolejnego okna (rys. 3.73), w którym nic nie należy zmieniać. Następnie najedź się na powierzchnię bryły zgodnie z rys. 3.73 oraz kliknij LPM w celu zatwierdzenia. Powoduje to przekierowanie do opcji szkicowania. Szkic jest tworzony na płaszczyźnie górnej części wcześniej stworzonej bryły. Należy wykonać szkic zgodnie z rys. 3.74.

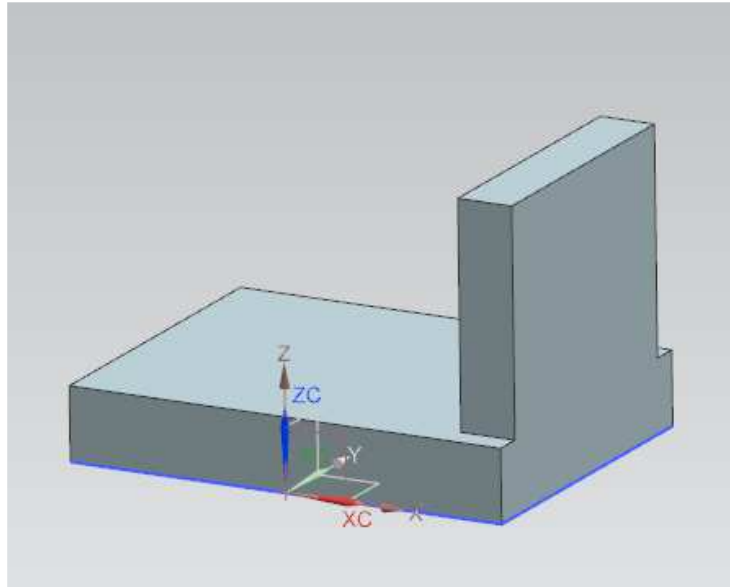


Rys. 3.73. Okno wyboru powierzchni szkicowania z poziomu *Extrude*



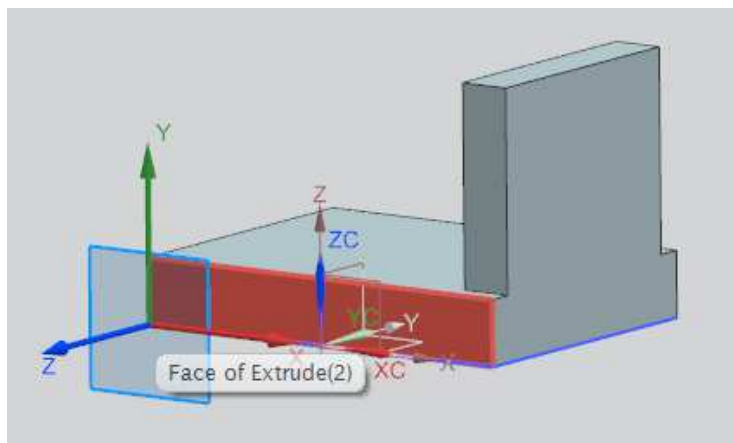
Rys. 3.74. Szkic na powierzchni bryły z poziomu polecenia *Extrude*

Aby zakończyć szkicowanie, trzeba zastosować polecenie  Finish Sketch. Następnie ustala się wartość *Extrude* (wyciągnięcie) na 200 mm. W zakładce *Boolean* należy dokonać zmiany na  Unite (połączyć). Wcześniejsze operacje zostaną dodane do już istniejących i stworzą jednolitą bryłę. Po kliknięciu OK powstanie model (rys. 3.75).

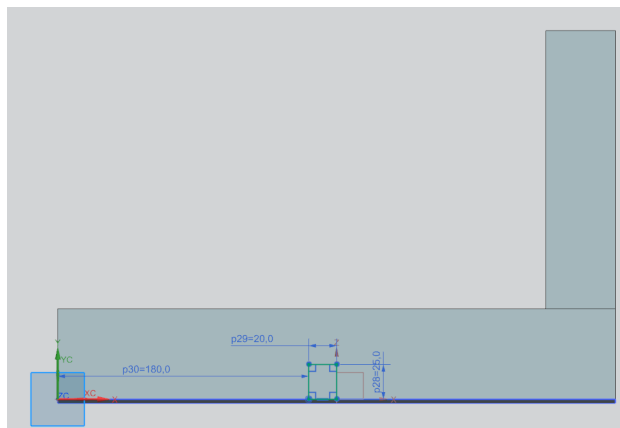


Rys. 3.75. Model 3D z połączenia dwóch brył przy użyciu funkcji *Extrude*

Wykorzystując ponownie funkcję szkicownika, można stworzyć szkic na innej płaszczyźnie modelu. W tym celu należy kolejny raz wybrać polecenie *Extrude*, a następnie polecenie szkicownika z poziomu funkcji *Extrude* i przejść do rysowania szkicu na powierzchni bryły zgodnie z rys. 3.76. Szkic sporządzony na powierzchni bryły przedstawiono na rys. 3.77.

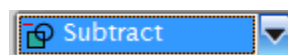


Rys. 3.76. Wybór powierzchni szkicowania z poziomu *Extrude*

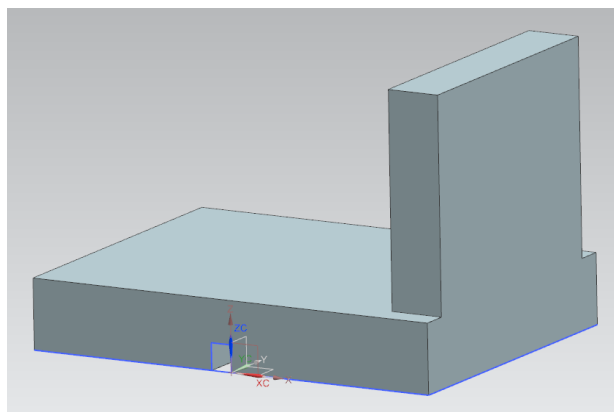


Rys. 3.77. Szkic na powierzchni bryły z poziomu polecenia *Extrude*


W oknie *Extrude* wykonuje się operację zgodnie z tym, co zostało przedstawione na rys. 3.58. Należy zmienić kierunek wyciągnięcia wektora na *YC*. Następnie w zakładce *Limits* zmienia się dystans końcowy *End* z wartości *Value* na *Until Selected*. Kolejną czynnością jest wybór płaszczyzny oznaczonej kolorem pomarańczowym zgodnie z rys. 3.59. Spowoduje to stworzenie wyciągnięcia do płaszczyzny, która została zaznaczona.

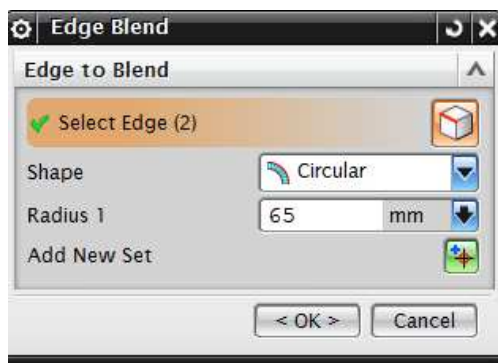


W zakładce *Boolean* należy zmienić ustawienie na (odejmować). Po kliknięciu OK otrzymuje się bryłę przedstawioną na rys. 3.78. Jak widać, dzięki wykorzystaniu funkcji *Extrude* oraz szkicu wraz z połączeniem operacji *Boolean* z bryły została usunięta część materiału.



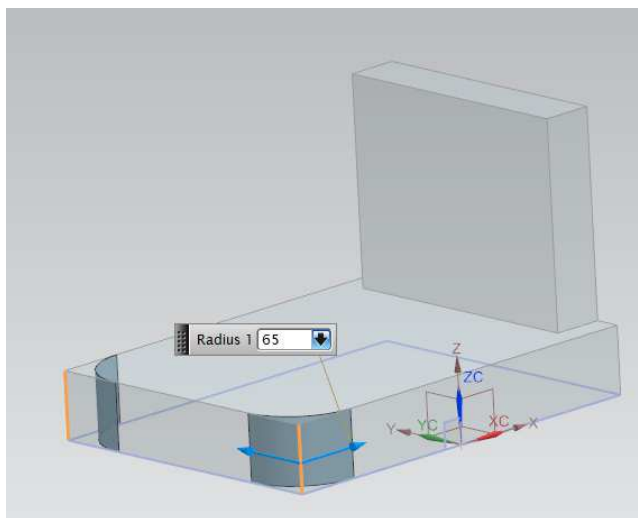
Rys. 3.78. Model 3D powstały po zastosowaniu funkcji *Extrude* oraz operacji *Boolean (Subtract)*

Wykorzystane będzie teraz kolejne polecenie, mianowicie zaokrąglenie krawędzi. Należy kliknąć na pasku narzędzi **Insert**, następnie **Detail Feature**, a później **Edge Blend** –  **Edge Blend...**. Po wskazaniu tego polecenia pojawi się okno **Edge Blend** (rys. 3.79).




Rys. 3.79. Okno **Edge Blend**

Wpisuje się tylko wartość zaokrąglenia i wskazuje dwie krawędzie. Jeżeli jakaś krawędź zostanie zaznaczona przez pomyłkę, można ją odznaczyć, klikając LPM z wciśniętym SHIFT na klawiaturze. Należy stworzyć zaokrąglenie zgodnie z rys. 3.80 i kliknąć OK.

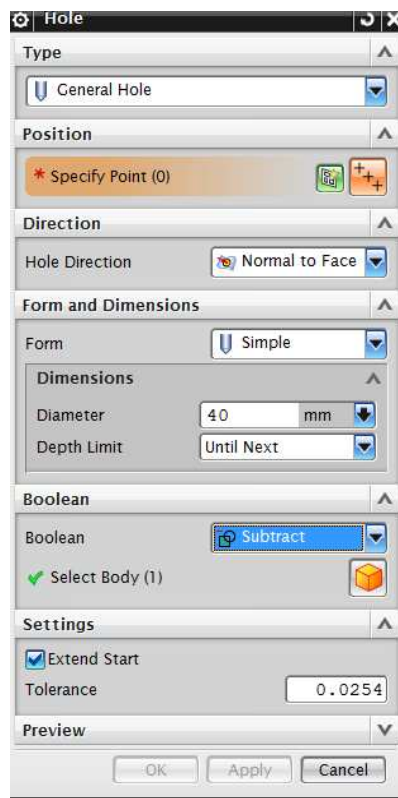


Rys. 3.80. Zastosowanie funkcji **Edge Blend** na krawędziach

Kolejne polecenie będzie odpowiadało za tworzenie otworów w bryle.

Trzeba wywołać polecenie **Hole**  **Hole...** (otwór). Można to zrobić, klikając na pasku narzędzi **Insert**, a następnie **Detail Feature**. Po wybraniu funkcji **Hole** wyświetli się okno **Hole** (rys. 3.81).

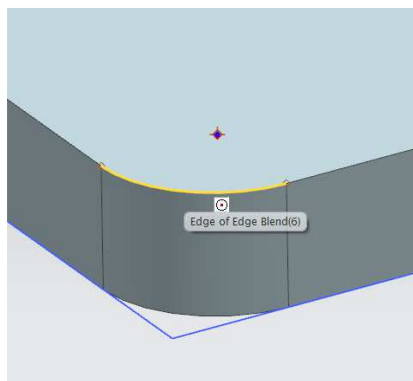
Należy ustawić parametry takie jak na rys. 3.81. Można zauważyć, że **Depth Limit** (limit głębokości) jest ustawiony na **Until Next** (do następnej). Spowoduje to, że otwór będzie wykonany do najbliższej napotkanej ścianki.



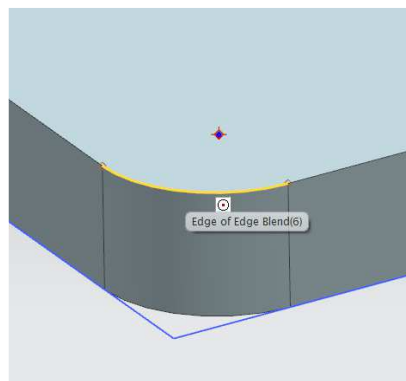
Rys. 3.81. Okno polecenia **Hole** (otwór)

Należy wstawić dwa otwory, a do ich umiejscowienia wykorzystać zaokrąglenia, które zostały dodane we wcześniejszym kroku. Dodawanie otworów odbywa się w następującej kolejności:

- ustawienie parametrów jak na rys. 3.81,
- najeżdżenie kursorem na krawędź łuku powstałego z dodania zaokrąglenia – podświetla się punkt środkowy (rys. 3.82),
- kliknięcie na krawędź łuku – spowoduje to wstawienie zarysu otworu w środku zaokrąglenia (rys. 3.83).

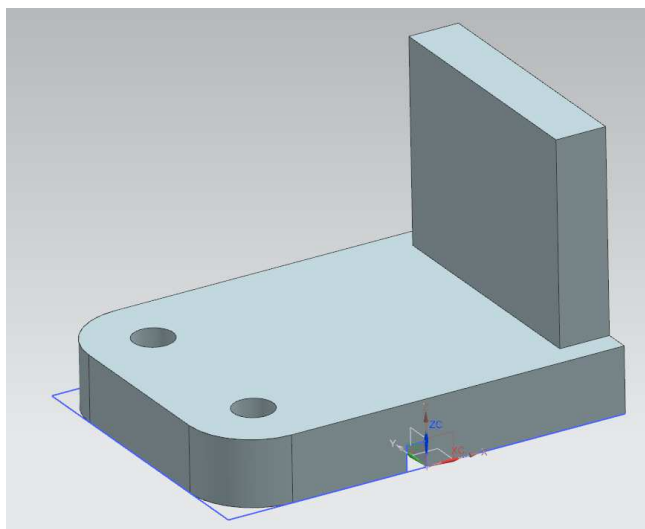


Rys. 3.82. Wskazanie krawędzi zaokrąglenia




Rys. 3.83. Zarys otworu

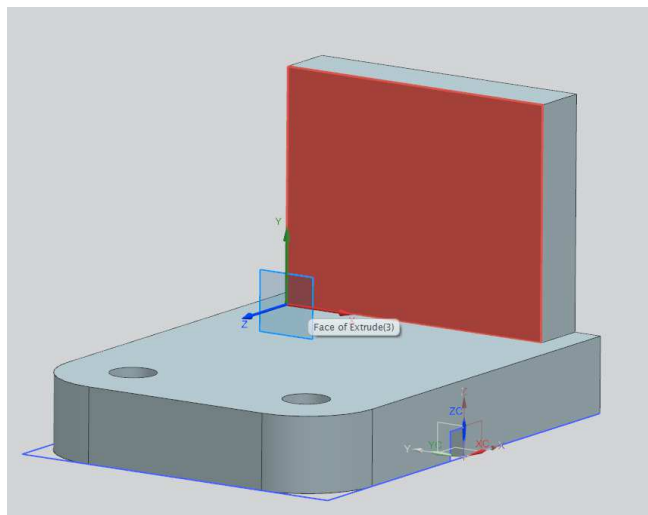
Należy postępować w podobny sposób, zaznaczając kolejną krawędź modelu. Po kliknięciu OK otrzymuje się model przedstawiony na rys. 3.84.



Rys. 3.84. Model z otworami

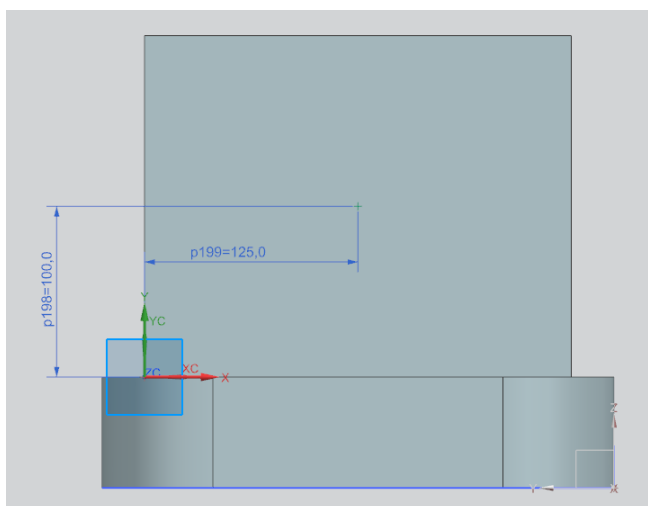
Potrzebne jest dodanie jeszcze jednego otworu. Tym razem wykorzystuje się do jego umiejscowienia punkt.

Ponownie należy wywołać polecenie **Hole** i kliknąć . Po wskazaniu płaskiej ścianki modelu zgodnie z rys. 3.85 trzeba kliknąć OK. Nastąpi przekierowanie do szkicu, w którym jest otwarte okno **Sketch Point**.




Rys. 3.85. Wybranie płaskiej ścianki modelu

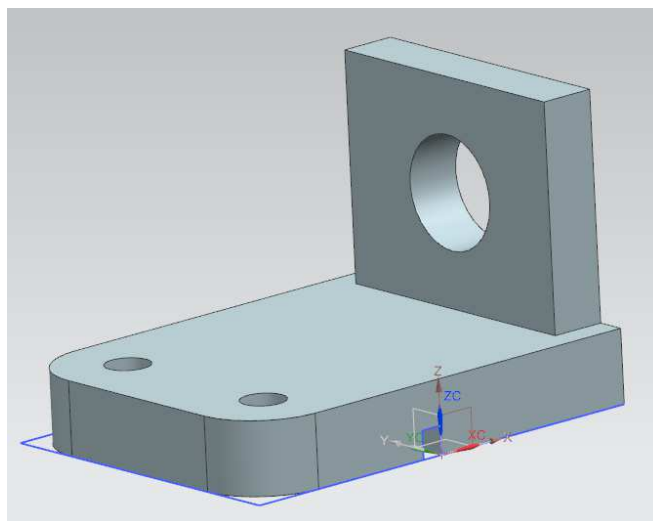
Kliknięcie dowolnego miejsca na ściance spowoduje wyświetlenie punktu. Trzeba zamknąć okno **Sketch Point**, a następnie zwymiarować punkt zgodnie z rys. 3.86.



Rys. 3.86. Parametry położenia otworu na ścianie


Po kliknięciu  **Finish Sketch** (zakończ szkic) nastąpi powrót do okna otworu. Należy wpisać średnicę – **Diameter** (w omawianym przypadku 100 mm).

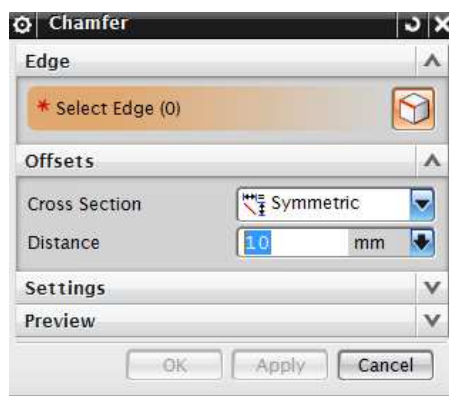
Zauważa się, że program pamięta ostatnie ustawienia, jeżeli chodzi o limit głębokości. Po wprowadzeniu parametrów trzeba kliknąć OK. Otrzymuje się model zgodny z rys. 3.87.



Rys. 3.87. Gotowy model po zastosowaniu polecenia *Hole* – model z trzema otworami

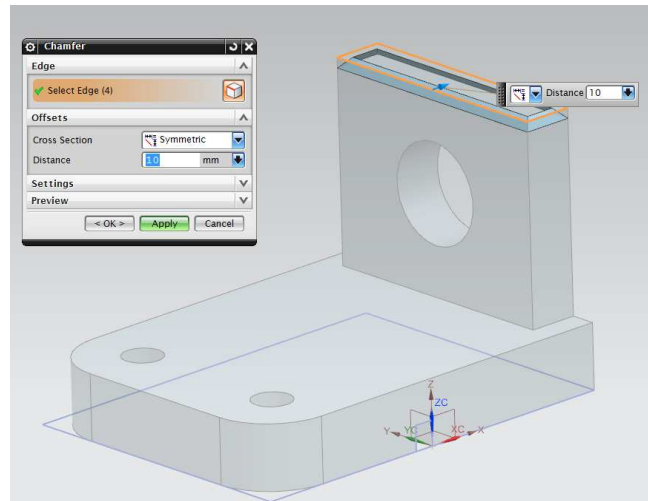
Do tworzonego modelu zostaną dodane jeszcze 4 fazy. Kolejnymi czynnościami są:

- wybór polecenia *Insert*, następnie *Detail Feature*, a później  *Chamfer...* (faza). Powoduje to pojawienie się okna *Chamfer* (rys. 3.88). Nie wszystkie opcje będą teraz omówione. Nie należy nic zmieniać, tylko wpisać wartość fazy 10 mm, tak jak to przedstawia rys. 3.88,

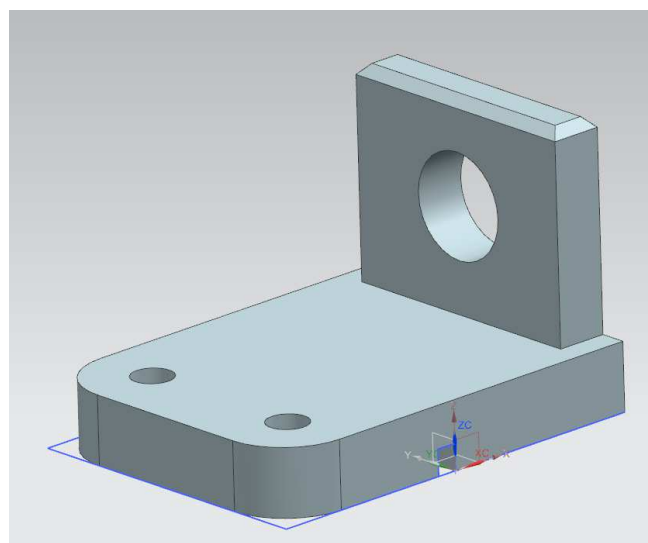


Rys. 3.88. Okno polecenia *Chamfer*

- wskazanie krawędzi, na których zostanie zastosowane polecenie *Chamfer* (zgodnie z rys. 3.89). Po wykonaniu tego polecenia i kliknięciu OK powstanie model przedstawiony na rys. 3.90.



Rys. 3.89. Wskazanie krawędzi fazowania

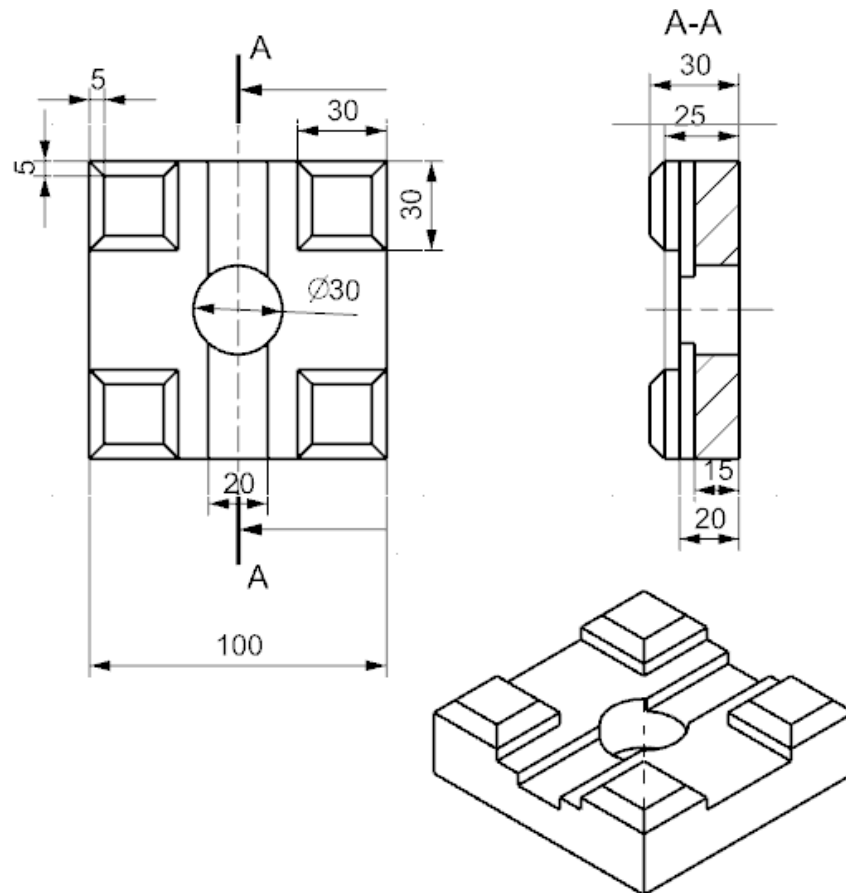


Rys. 3.90. Gotowy model

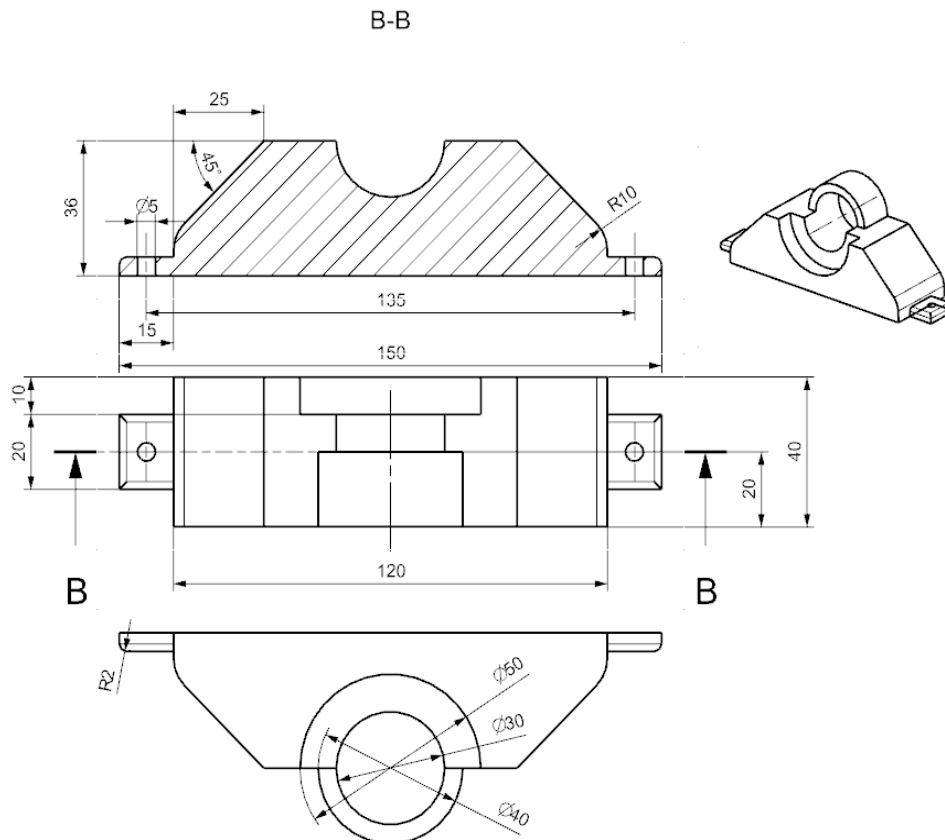
Zostało zakończone modelowanie części drugiej przedstawionej na rys. 3.90. Opanowane umiejętności to: dodawanie szkiców, wymiarowanie, dodawanie otworów, zaokrąglenia oraz faz. Wykorzystując te umiejętności, należy wykonać ćwiczenia zawarte w pkt 3.3.4.

3.3.4. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 3.

Wykorzystując poznane polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.91 i 3.92.




Rys. 3.91. Ćwiczenie nr 9




Rys. 3.92. Ćwiczenie nr 10

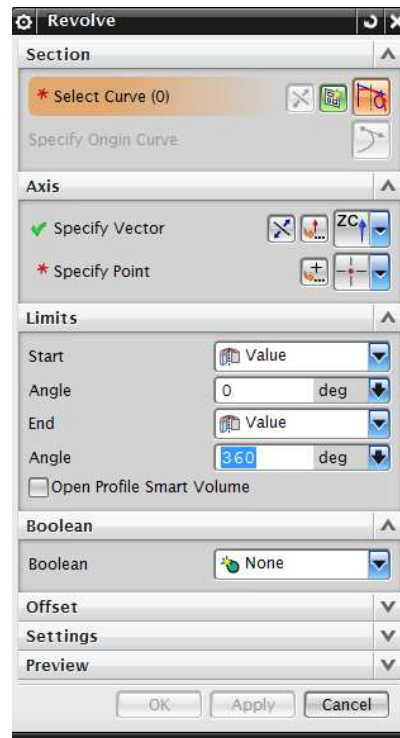
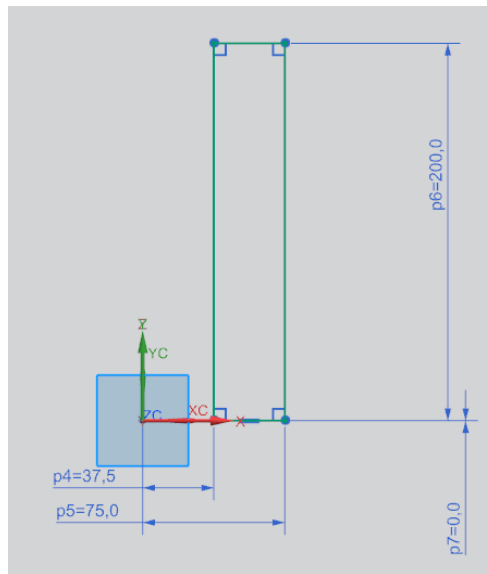
3.3.5. Pozostałe elementy typu *Feature* – część 2.

W tym punkcie zostanie zamodelowany kolejny element. Do jego wykonania będą użyte płaszczyzny i wyciągnięcie obrotowe. Wprowadzone zostaną również inne narzędzia.

Należy utworzyć nowy dokument. W zakładce na pasku narzędzi klika się **Insert**, następnie **Design Feature** i  **Revolve...** (obracać).

Po wyborze tego polecenia pojawi się okno **Revolve** (rys. 3.93). Okno to jest podobne do okna **Extrude**, które pojawiło się w poprzednich ćwiczeniach.

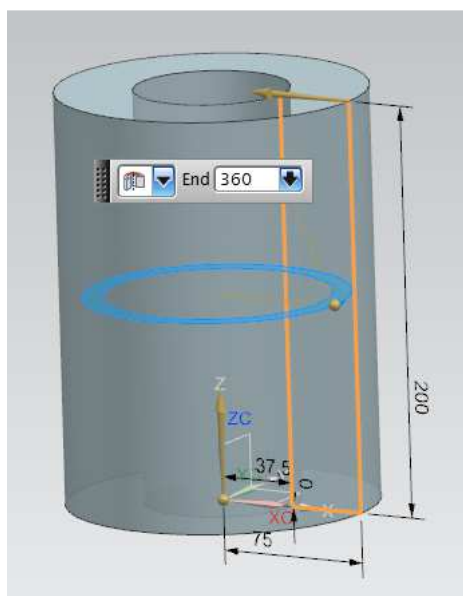
Kolejnym krokiem jest kliknięcie szkicu  i dowolnej płaszczyzny w układzie współrzędnych. Po akceptacji program przejdzie do szkicownika. Za pomocą poznanych wcześniej narzędzi należy wykonać szkic jak na rys. 3.94.

Rys. 3.93. Okno polecenia *Revolve*Rys. 3.94. Szkic do polecenia *Revolve*

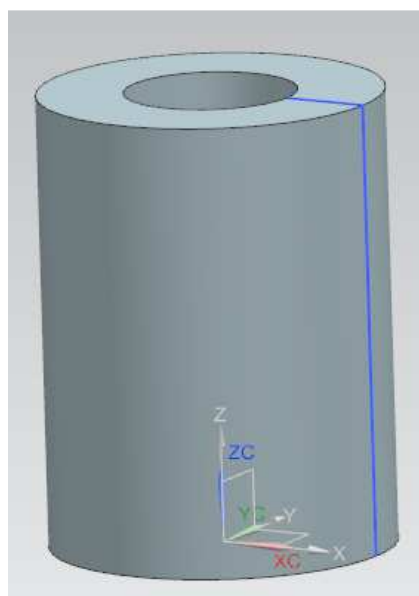
Po wykonaniu szkicu i powrocie do okna **Revolve** trzeba wskazać:

- oś obrotu, wokół której będzie się obracał szkic (w omawianym przypadku będzie to oś **ZC** – rys. 3.95),
- punkt, przez który przechodzi oś (jest to punkt początku układu współrzędnych zaznaczony na rys. 3.95).

Po wskazaniu punktu i wyborze odpowiedniej osi program wygeneruje podgląd bryły. Po kliknięciu OK powinna się pojawić bryła przedstawiona na rys. 3.96.



Rys. 3.95. Wskazanie osi i punktu do wykonania operacji **Revolve**

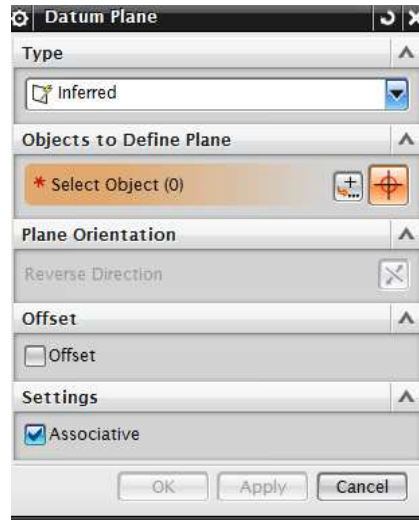



Rys. 3.96. Bryła po operacji **Revolve**

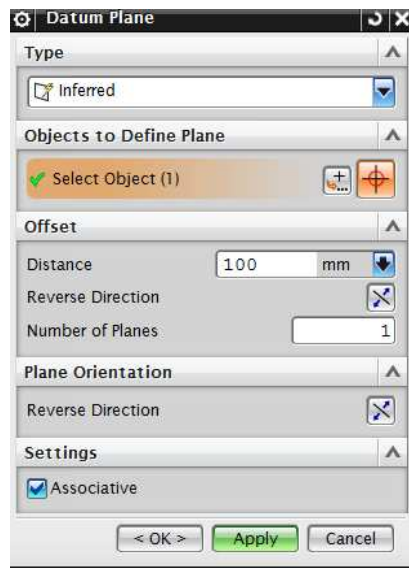
Dodana zostanie teraz płaszczyzna, która posłuży do kolejnej operacji. Płaszczyzna odniesienia jest to wirtualna powierzchnia płaska przeznaczona do definiowania szkiców lub innych elementów odniesienia. Posiada nieograniczony rozmiar, jednak by łatwiej się zorientować w jej położeniu, wyświetlana jest pozorna granica, którą można dowolnie zmieniać, chwytając LPM za punkty kontrolne umieszczone w narożach i krawędziach.

W celu stworzenia płaszczyzny należy kliknąć w zakładce na pasku narzędzi **Insert**, następnie **Datum Plane...** (płaszczyzna odniesienia). Po wyborze tego polecenia pojawi się okno **Datum Plane** (rys. 3.97).

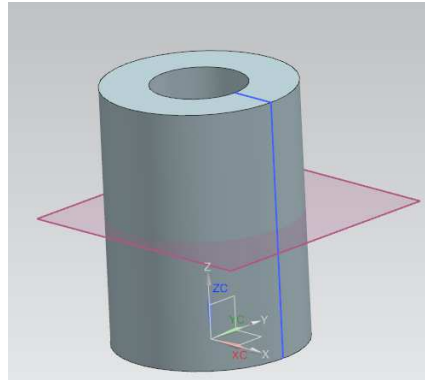
Następnie w zakładce **Type** wybiera się opcję **Inferred** (szybki wybór), dzięki czemu w łatwy sposób można dodać płaszczyznę odniesienia. W zakładce **Settings** trzeba zaznaczyć opcję **Associative**, dzięki czemu zmiany modeli nie wpłyną na położenie płaszczyzny.

Rys. 3.97. Okno *Datum Plane*

Dodawanie płaszczyzny rozpoczyna się od kliknięcia na podstawę walca. Na ekranie pojawi się kwadrat symbolizujący płaszczyznę. Należy ustawić parametry tak jak na rys. 3.98. Jeżeli płaszczyzna nie znajduje się wewnątrz walca, trzeba kliknąć **Reverse Direction** . Położenie płaszczyzny ma wyglądać jak na rys. 3.99.

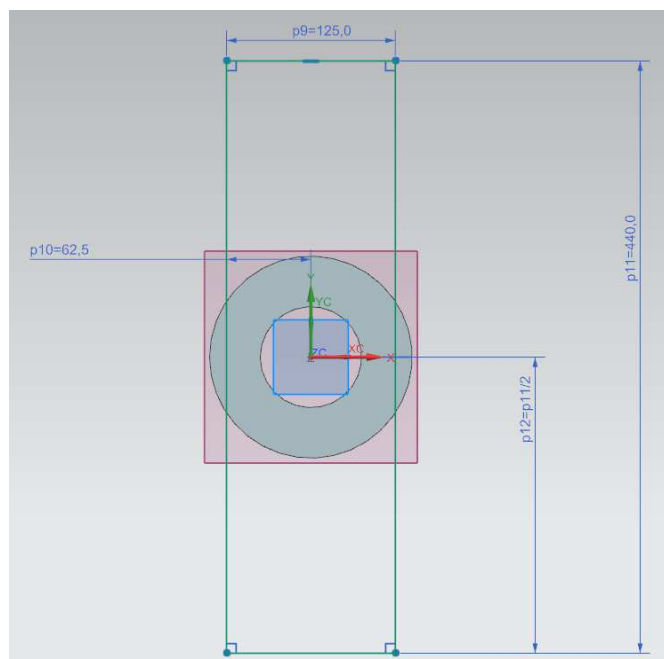


Rys. 3.98. Ustawienie płaszczyzny odniesienia



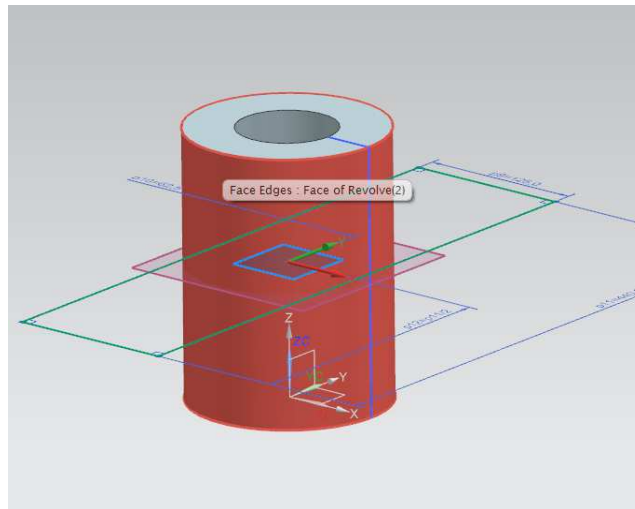
Rys. 3.99. Położenie płaszczyzny względem walca

Na nowo dodanej płaszczyźnie wykonuje się szkic zgodnie z rys. 3.100.

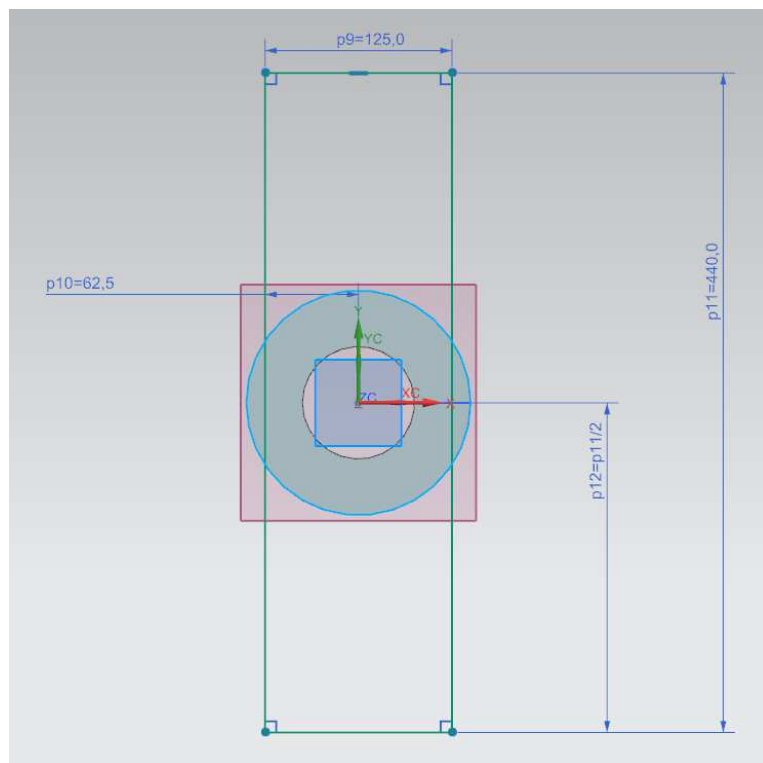


Rys. 3.100. Parametry szkicu

Nie wychodząc ze szkicownika, trzeba się posłużyć poleceniem **Project Curve** (rzutuj krzywą). Włącza się polecenie, a następnie zaznacza zewnętrzny okrąg (rys. 3.101) i klika OK. Spowoduje to zrzutowanie zewnętrznego okręgu na płaszczyznę (rys. 3.102).

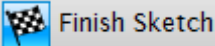


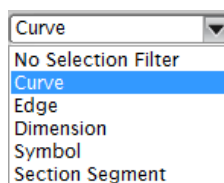
Rys. 3.101. Płaszczyzna użyta do zrzutowania



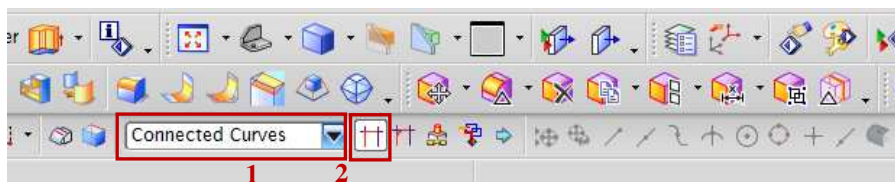
Rys. 3.102. Parametry szkicu wraz z płaszczyzną zrzutowaną na szkic

Kolejne czynności są następujące:

- wyjście ze szkicownika ,
- wybór znanych już poleceń **Extrude**, a następnie na pasku narzędzi w filtrach wybór **Curve** (krzywa) (rys. 3.103),
- zaznaczenie opcji zgodnie z rys. 3.104. Spowoduje to włączenie polecenia **Stop** na przecięciu. Pozwala ono na wybranie zamkniętego obszaru potrzebnego do stworzenia wyciągnięcia z krzywymi się przecinającymi,

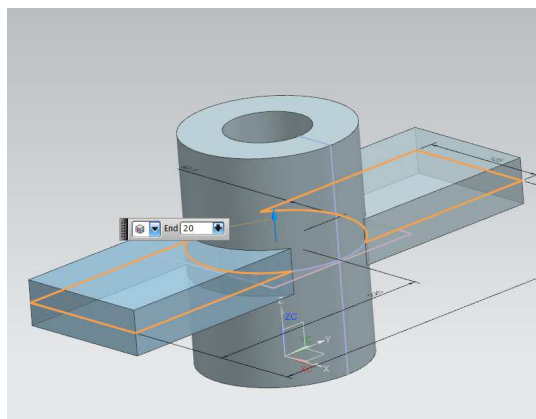


Rys. 3.103. Wybór krzywych w oknie filtrów



Rys. 3.104. Umieszczenie polecenia *Stop* na przecięciu

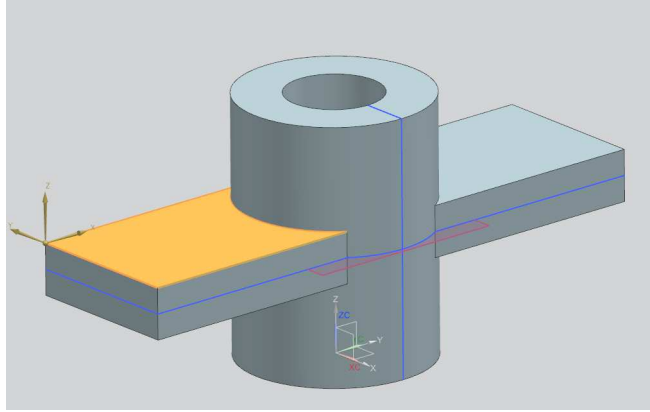
- w zakładce **Curve** w poleceniu **Extrude** zaznaczenie krzywych, które posłużą do wyciągnięcia (pomarańczowe krzywe na rys. 3.105) oraz wpisanie wartości wyciągnięcia 20 mm. W wyborze **Limits** wybór opcji **Symmetric Value**. Należy pamiętać o połączeniu brył – zakładkę **Boolean**



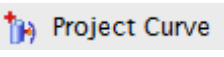
Rys. 3.105. Krzywe do wyciągnięcia

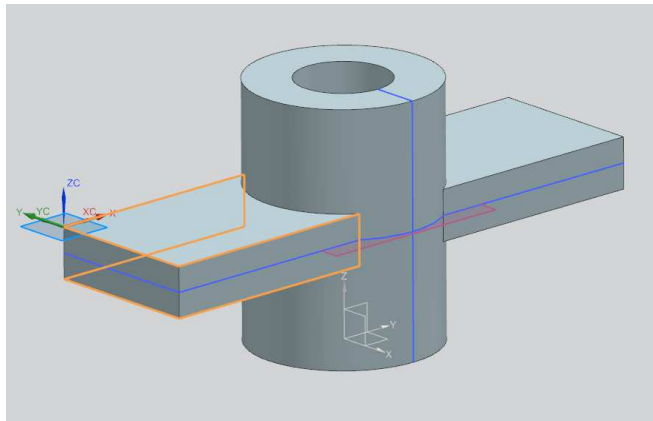
ustawia się na . Efektem tych czynności powinien być obiekt przedstawiony na rys. 3.105. Jeśli jest taki, należy kliknąć OK w poleceniu **Extrude**,

- wybór powierzchni zgodnie z rys. 3.106 z wykorzystaniem polecenia szkicownika, a następnie przejście do wykonywania kolejnego szkicu,

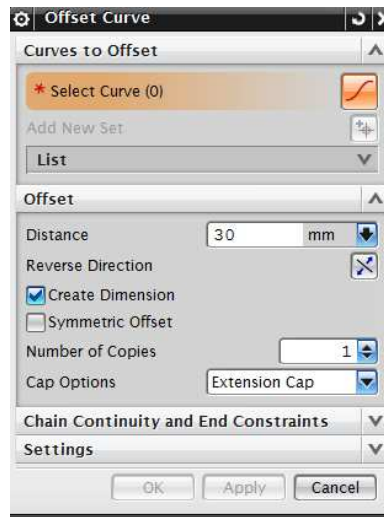


Rys. 3.106. Wybór powierzchni do szkicu

- ponowne wykorzystanie polecenia  **Project Curve**, przez zaznaczenie płaszczyzn przedstawionych na rys. 3.107. Spowoduje to zrzutowanie do szkicu płaszczyzn w postaci krzywych,
- uruchomienie polecenia **Offset**, co spowoduje pojawienie się okna (rys. 3.108),

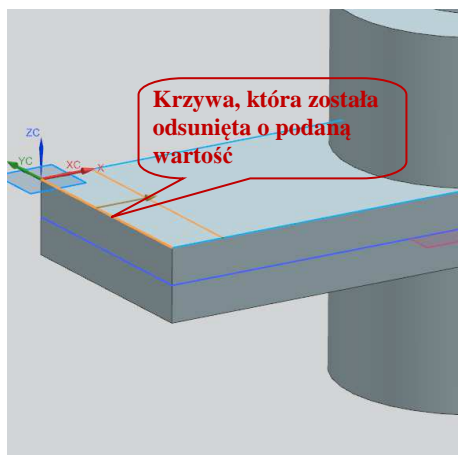


Rys. 3.107. Wybór płaszczyzn do zrzutowania

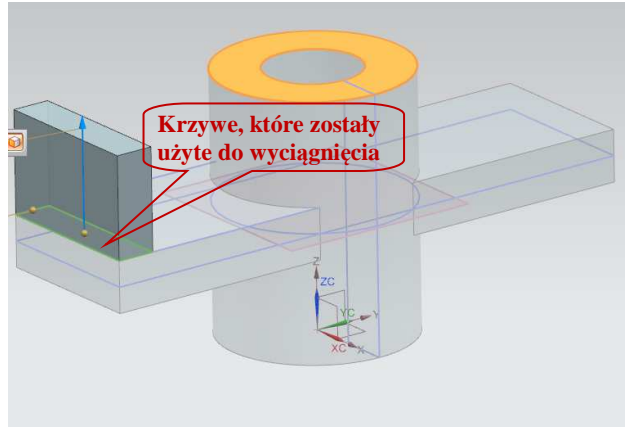
Rys. 3.108. Okno polecenia *Offset*

- wpisanie wartości 30 mm w oknie *Offset Curve* w zakładce *Distance*, natomiast w zakładce *Select Curve* zaznaczenie krzywej przedstawionej na rys. 3.108. Nastąpi wtedy odsunięcie krzywej (rys. 3.109) o wcześniej zdefiniowaną wartość, która wynosiła 30 (rys. 3.108). Po wykonaniu tych czynności można wyjść ze szkicownika,
- wybór polecenia *Extrude*, zaznaczenie krzywych zgodnie z rys. 3.110, natomiast w zakładce *Extrude* zmiana w *Limits* zakładki

End Value na End Until Extended. Nakazuje to wskazanie płaszczyzny, do której nastąpi wyciągnięcie,

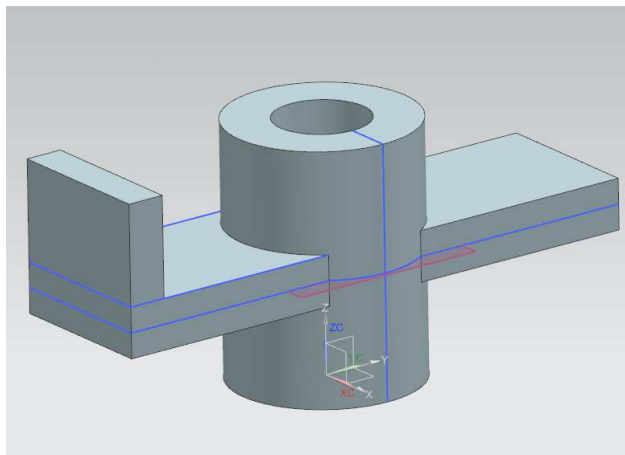


Rys. 3.109. Krzywa do odsunięcia



Rys. 3.110. Krzywe do wycięcia

- zaznaczenie górnej płaszczyzny cylindra (rys. 3.110). Przy zaznaczaniu krzywych do wycięcia należy pamiętać o włączeniu opcji *Stop na przecięciu* omówionej wcześniej, a przedstawionej na rys. 3.104. Po zakończeniu wymienionych operacji model powinien wyglądać jak na rys. 3.111.



Rys. 3.111. Gotowy model

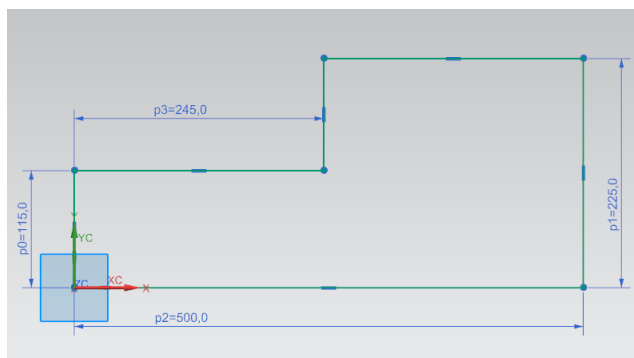
Zakończone zostało modelowanie części trzeciej, przedstawionej na rys. 3.111. Opanowane polecenia to: obrót, odsunięcie, rzutowanie powierzchni na płaszczyznę, tworzenie płaszczyzn oraz tworzenie wycięcia z krzywych się przecinających.

3.3.6. Pozostałe elementy typu *Feature* – część 3.

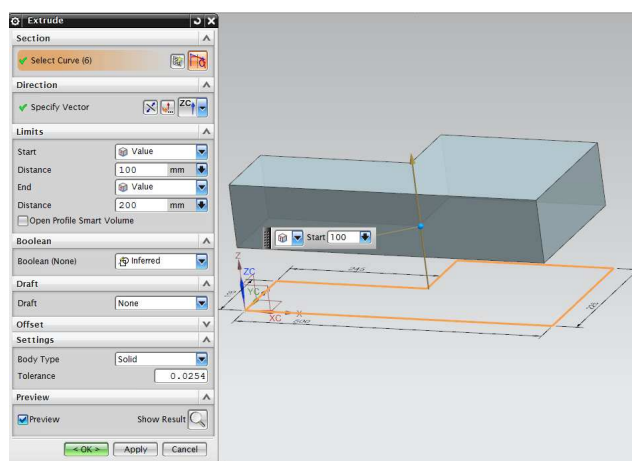
Wiadomości zawarte w niniejszym punkcie mają pomóc doskonalić zdobyte umiejętności z zakresu modelowania. Wprowadzono także nowe zagadnienia, związane:

- z zaawansowanymi możliwościami wyciągnięcia – *Extrude*,
- z cienkościennością – *Shell*.

Należy otworzyć nowy plik i wykonać szkic zgodnie z rys. 3.112. Wykorzystując znane już polecenie *Extrude*, wyciąga się ten szkic zgodnie z rys. 3.113.



Rys. 3.112. Szkic do wyciągnięcia



Rys. 3.113. Widok odsunięcia modelu oraz zastosowanie polecenia *Extrude*

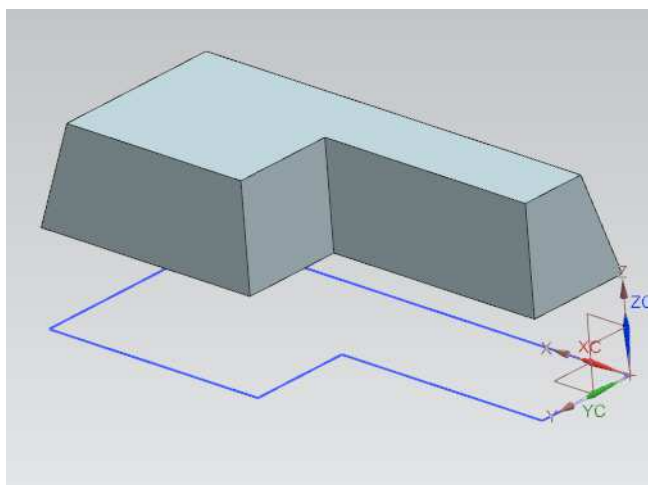
Dzięki takiej możliwości zadawania parametrów *Extrude* jest możliwe definiowanie szkicu na jednej płaszczyźnie, a rozpoczęcie wyciągnięcia na innym poziomie (rys. 3.113).

Nie wychodząc z polecenia *Extrude*, należy rozwinąć zakładkę *Draft* (pochylenie ścianek). Istnieje możliwość dodania dwóch rodzajów pochylenia:

- *From Start Limit* – pochylenie ściany będzie liczone od początku tworzenia modelu,
- *From Section* – pochylenie ściany będzie liczone od powierzchni szkicu.

From Section posiada dodatkową zakładkę, którą można zmieniać z *Single* na *Multiple*. Po kliknięciu *Multiple* wyświetli się lista, w której są zebrane wszystkie ścianki oraz kąty, pod jakimi są one pochylone. Można je pojedynczo edytować według własnych potrzeb.

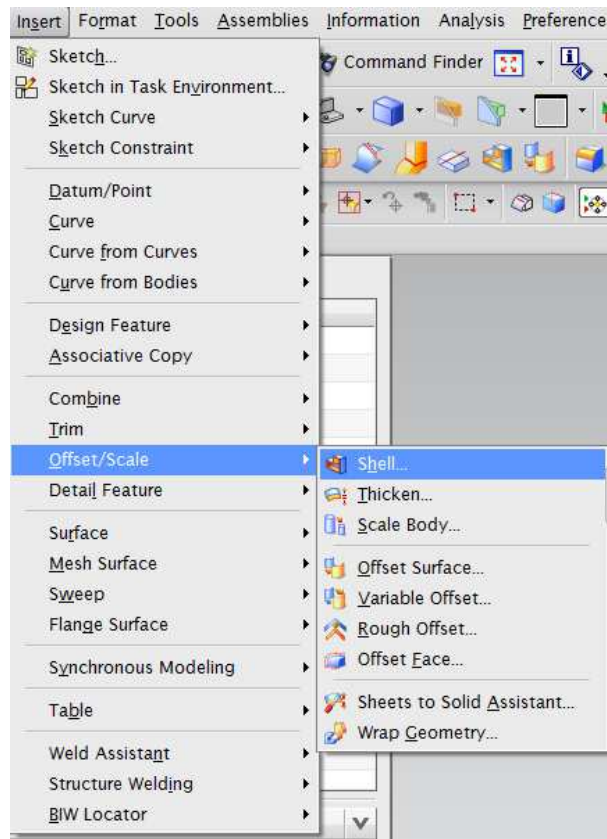
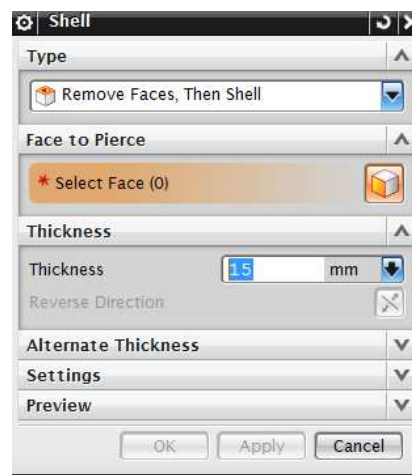
W omawianym tutaj przypadku zostanie zastosowana opcja *From Start Limit*. Ustalona wartość kąta to 12 stopni. Po tych czynnościach należy kliknąć OK (rys. 3.114).



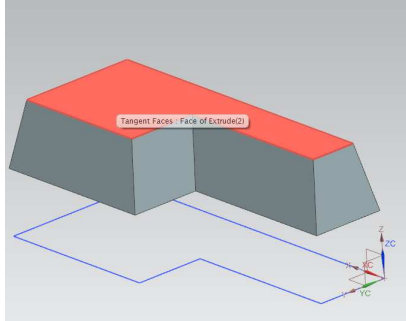
Rys. 3.114. Zastosowanie polecenia *Extrude* wraz z opcją *Draft*

W tym miejscu pojawia się nowe polecenie – *Shell* (powłoka). Lokalizacja tego polecenia została przedstawiona na rys. 3.115. Po uruchomieniu polecenia *Shell* wyświetla się okno przedstawione na rys. 3.116. Polecenie to umożliwia wybór spośród dwóch opcji (miejsce oznaczone jako pkt 1. na rys. 3.116):

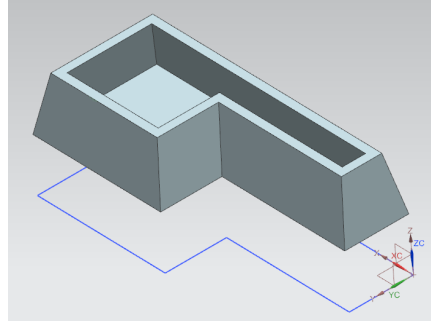
- *Remove Faces – Then Shell* – powoduje usunięcie jednej wskazanej ścianki i stworzenie otwartego elementu cienkościennego,
- *Shell All Faces* – powoduje wybranie środka modelu, który będzie pusty, i powstanie bryły pustej w środku, ale ze wszystkimi ściankami.

Rys. 3.115. Lokalizacja polecenia *Shell*Rys. 3.116. Okno polecenia *Shell*



W tym przykładzie będzie zastosowana opcja **Remove Faces – Then Shell**. Następnie wartość **Thickness** zostanie ustawiona na 15 mm. Teraz należy wybrać płaszczyznę zgodnie z rys. 3.117 i kliknąć LPM. Spowoduje to zastosowanie funkcji **Shell** (rys. 3.118).

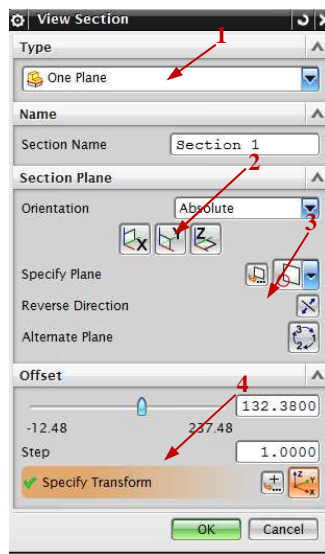


Rys. 3.117. Wybór płaszczyzny dla polecenia **Shell**




Rys. 3.118. Gotowy model po zastosowaniu funkcji **Shell**

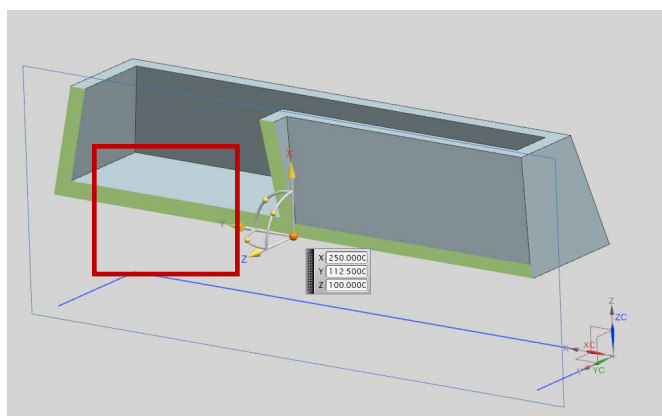
W celu lepszego zobrazowania ścianek tworzy się przekroje robocze. Polecenie tworzenia przekrojów znajduje się w pasku narzędzi . Ikonka po lewej stronie odpowiada za włączenie przekroju roboczego, natomiast ta po prawej służy do definiowania płaszczyzny przekroju. Po kliknięciu ikonki przekroju po prawej stronie  wyświetli się okno przekroju (rys. 3.119).



Rys. 3.119. Okno przekroju; 1-4 – objaśnienia w tekście

Na rysunku 3.119 wprowadzono następujące oznaczenia: 1 – widok przekroju **One Plane**, oznacza jedną płaszczyznę. Istnieje możliwość wyboru i tworzenia przekrojów z dwóch płaszczyzn lub **BOX** (jak sama nazwa wskazuje – sześciu płaszczyzn), 2 – opcja zmiany widoku rzutowania względem układu współrzędnych, 3 – możliwość dodawania i definiowania własnych płaszczyzn, 4 – suwak dający możliwość przesuwania płaszczyzny.

Dodatkowo, po uruchomieniu opcji tworzenia płaszczyzny roboczej  na modelu w oknie graficznym pojawia się dynamiczny układ współrzędnych (rys. 3.120). Gdy najeżdża się na układ współrzędnych i przesuwa go (manipulując nim) według własnych potrzeb, program automatycznie zmienia widok przekroju.

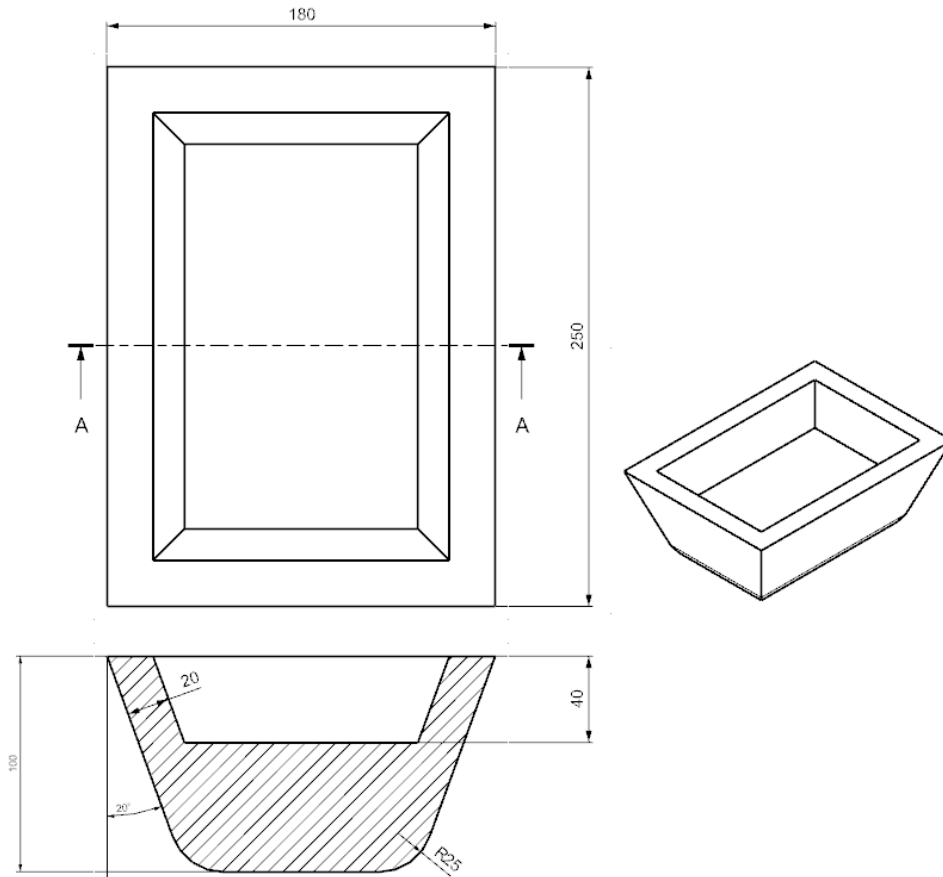


Rys. 3.120. Dynamiczny układ współrzędnych po włączeniu polecenia *Przekrój*

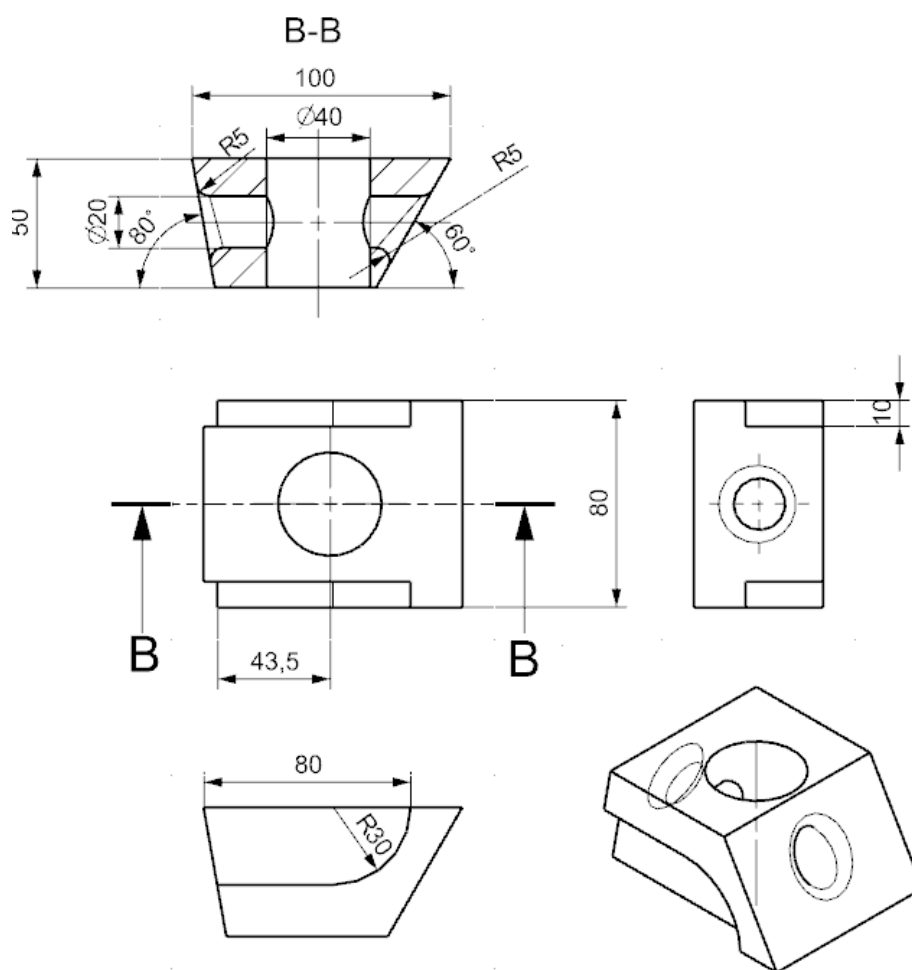
Zakończone zostało modelowanie części czwartej, przedstawionej na rys. 3.120. Opanowane polecenia to: zaawansowane wyciągnięcie, cienkościenność oraz tworzenie przekrojów. Wykorzystując te umiejętności, należy wykonać ćwiczenia zamieszczone w pkt 3.3.7.

3.3.7. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 4.

Wykorzystując poznane dotychczas polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.121 i 3.122.



Rys. 3.121. Ćwiczenie nr 11



Rys. 3.122. Ćwiczenie nr 12

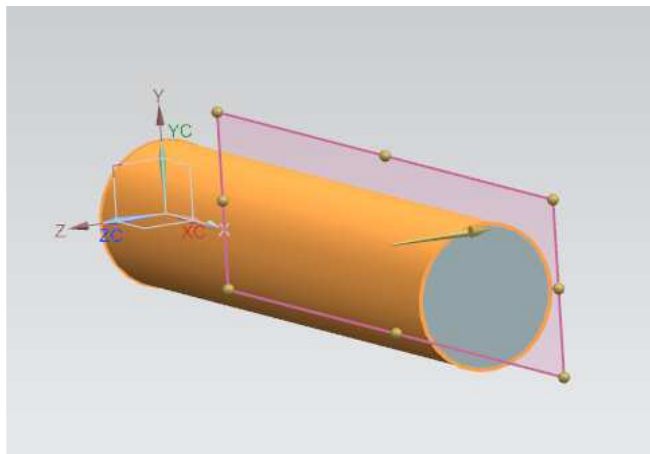
3.3.8. Pozostałe elementy typu *Feature* – część 4.

Wykorzystując polecenie *Design Feature*, a następnie polecenie *Cylinder*, należy wykonać cylinder o wymiarach podanych na rys. 3.123. Przyjęto kierunek wyciągnięcia *XC*. Otrzymany cylinder przedstawiono na rys. 3.123.




Rys. 3.123. Cylinder – *Diameter* 45 mm, *Height* 200 mm

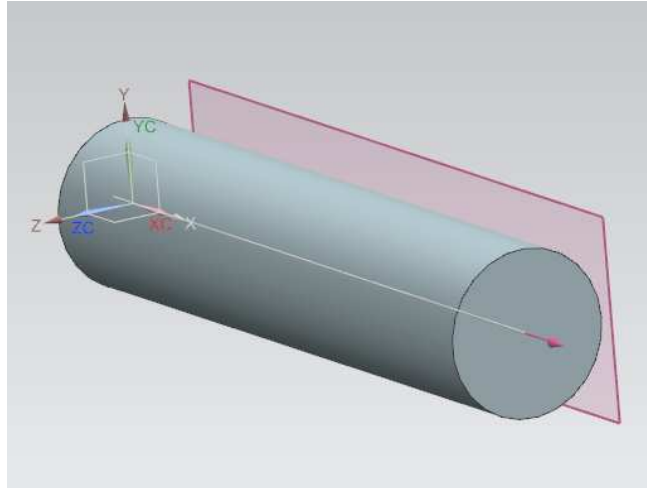
Aby stworzyć płaszczyznę styczną do otrzymanego walca, należy wybrać polecenie *Insert*, potem *Datum/Point*, następnie zaś *Plane*. Otworzy się okno odpowiedzialne za tworzenie płaszczyzny. Kliknięcie na powierzchnię walca spowoduje dodanie płaszczyzny zgodnie z rys. 3.124. Następnie należy kliknąć OK.




Rys. 3.124. Płaszczyzna styczna do cylindra

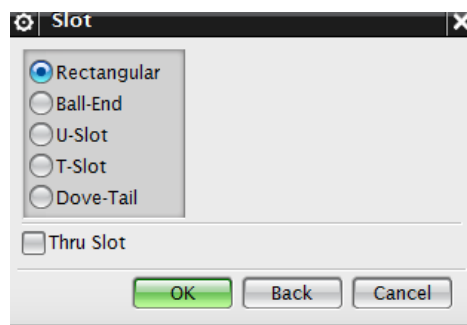
Do skorzystania z polecenia **Slot** niezbędne jest posiadanie osi przechodzącej przez środek rowka, do której będzie się on odnosił. Aby ją stworzyć, należy:

- wstawić oś odniesienia, czyli  Datum Axis... (Design Feature > Datum Point > Datum Axis),
- zaznaczyć część walca, co spowoduje wstawienie osi, następnie kliknąć OK (rys. 3.125).



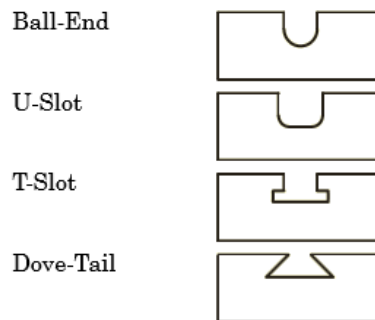
Rys. 3.125. Cylinder ze wstawioną osią odniesienia

Gdy posiada się już płaszczyznę, oś odniesienia oraz walec, należy skorzystać z polecenia **Slot** (rowek). Znajduje się ono w pasku narzędzi w zakładce **Insert** (kolejno **Design Feature**, następnie  Slot...). Po otwarciu polecenia **Slot** otrzymuje się okno z możliwością wyboru rowka (rys. 3.126).



Rys. 3.126. Rodzaje rowków

Dostępnych jest pięć rodzajów rowków. Przekroje czterech z nich przedstawia rys. 3.127.

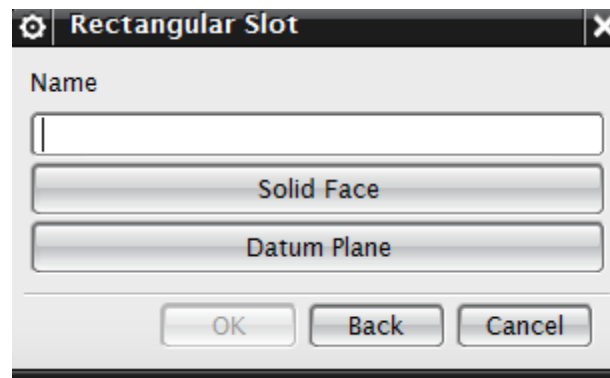


Rys. 3.127. Rodzaje rowków – widok przekroju

Dostępne rodzaje rowków:

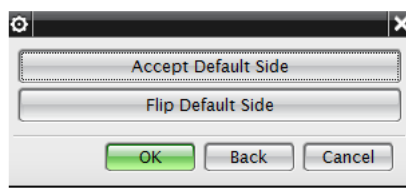
- **Rectangular** – prostokątny,
- **Ball-End** – kulisty,
- **U-Slot** – typu U,
- **T-Slot** – typu T,
- **Dove-Tail** – trapezowy.

Kolejność postępowania przy tworzeniu każdego rowka jest taka sama. Omówiono ją szczegółowo na przykładzie rowka **Rectangular**. Należy wybrać typ rowka i kliknąć OK. Spowoduje to wyświetlenie kolejnego okna (rys. 3.128), a program poprosi o wskazanie płaskiej ścianki, na której zostanie wstawiony rowek.



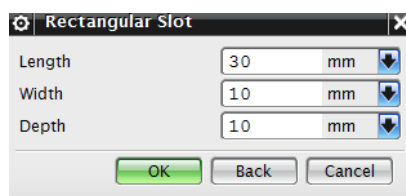
Rys. 3.128. Okno wstawienia rowka; **Solid Face** – płaszczyzna bryły, **Datum Plane** – płaszczyzna odniesienia

W omawianym przypadku będzie to płaszczyzna odniesienia. Należy wybrać **Datum Plane**, następnie zaś wskazać płaszczyznę, którą stworzono wcześniej. Wyświetli się kolejne okno, w którym trzeba kliknąć OK (rys. 3.129).



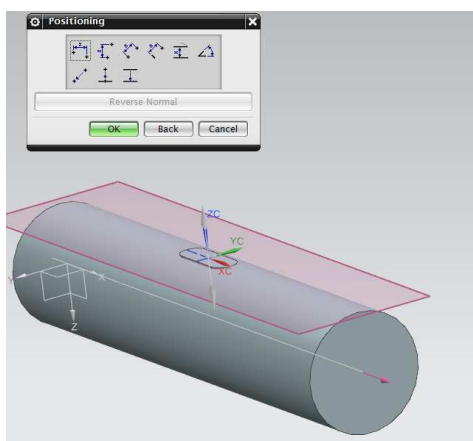
Rys. 3.129. Akceptacja wskazania płaskiej ścianki

Pojawi się okno **Horizontal References** (okno odniesienia poziome). Można skorzystać z pól wyboru lub z gotowej osi, która się wyświetliła. Należy kliknąć **Datum Axis**, następnie wybrać stworzoną wcześniej oś walca. Ukaże się okno zdefiniowania rowka (rys. 3.130). Teraz trzeba wprowadzić wymiary zgodnie z rys. 3.130 i kliknąć OK.



Rys. 3.130. Zdefiniowanie wymiarów rowka

Wyświetliło się kolejne okno, niezbędne do usytuowania rowka, a w oknie graficznym pojawiła się bryła o parametrach rowka (rys. 3.131).



Rys. 3.131. Okno ustawienia rowka oraz bryła o parametrach rowka

W celu usytuowania rowka korzysta się z pozycjonowania. Dalej opisano poszczególne rodzaje pozycjonowania niezbędne do ustawienia rowka według konkretnych potrzeb.



– poziome – tworzy wymiar między dwoma punktami dostosowany do poziomu odniesienia.



– pionowe – tworzy wymiar między dwoma punktami dostosowany do pionowego odniesienia.



– równoległe – tworzy wymiar między dwoma punktami mierzonymi równoległe do płaszczyzny pracy.



– prostopadłe – tworzy wymiar prostopadły pomiędzy stałą krawędzią a punktem.



– równoległe w odległości – tworzy wymiar pomiędzy równoległymi krawędziami o stałym odsunięciu.



– kątowy wymiar – tworzy wymiar między krawędziami ustalonymi pod zadaniem kątem.



– punkt do punktu – łączy dwa wskazane punkty.

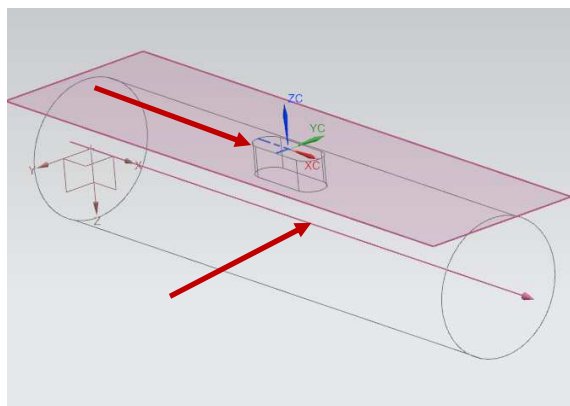


– punkt do linii – łączy punkt i wskazaną linię.



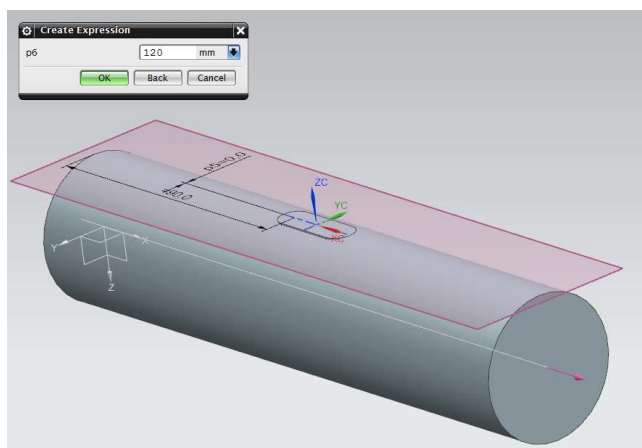
– linia do linii – łączy dwie wskazane linie.

Po wyborze pozycjonowania linia do linii połączona zostanie oś przechodząca przez środek walca z linią przechodzącą przez środek rowka (rys. 3.132).



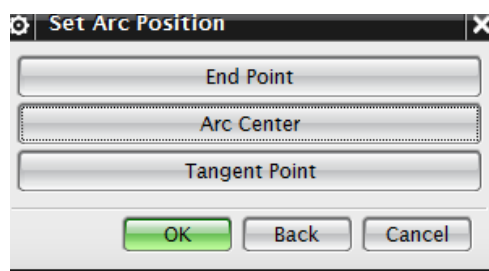
Rys. 3.132. Pozycjonowanie linia do linii

Kolejna wybrana opcja to pozycjonowanie poziome – dodanie wymiaru między krawędzią modelu i środkiem łuku rowka (rys. 3.133). Można zauważyć, że w zależności od tego, co obecnie ma zostać wybrane, zmienia się wygląd okna.



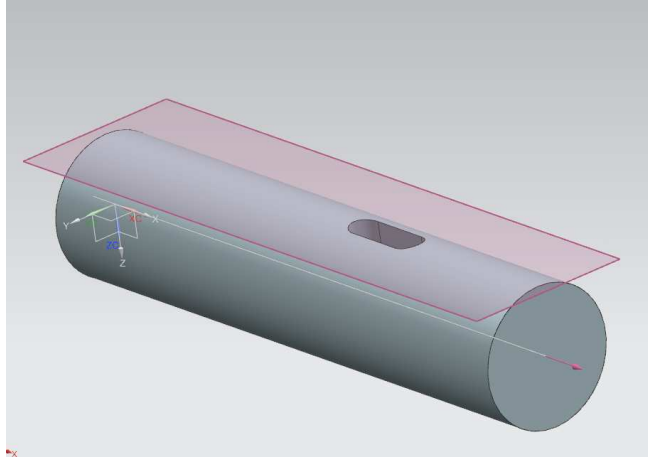
Rys. 3.133. Dodanie wymiaru

Dodawanie wymiaru poziomego należy rozpocząć od wskazania krawędzi. Po kliknięciu łuku pojawi się okno wyboru (rys. 3.134).




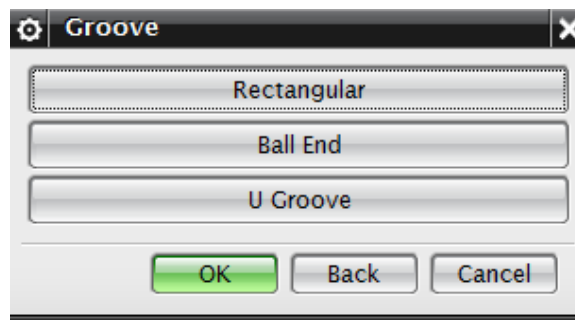
Rys. 3.134. Okno wyboru

Po wybraniu *Arc Center* oraz ustaleniu wartości na 120 mm nastąpi dodanie wymiaru o takiej wartości (rys. 3.133). Należy kliknąć OK na walcu, który został wskazany. Powinien powstać rowek jak na rys. 3.135.



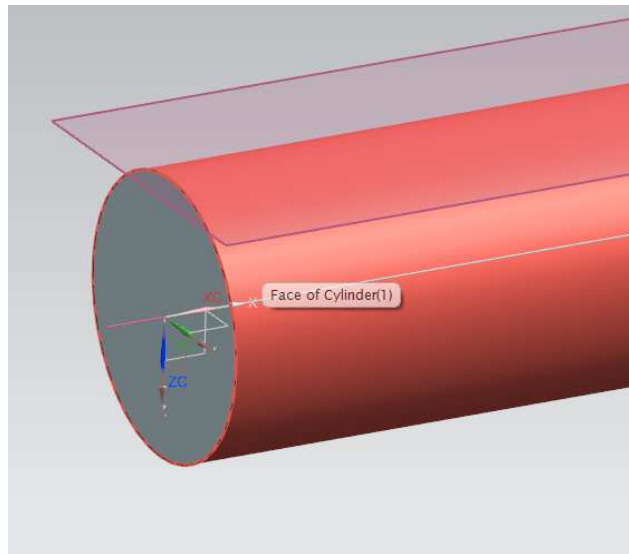
Rys. 3.135. Gotowy model zawierający rowek

Poleceniem, które zostanie teraz wykorzystane, będzie **Groove**.
 **Groove...**. Znajduje się na pasku narzędzi **Insert > Design Feature > Groove**. Po wybraniu go otrzymuje się okno przedstawione na rys. 3.136. Okno to daje możliwość wyboru trzech rodzajów podcięć.



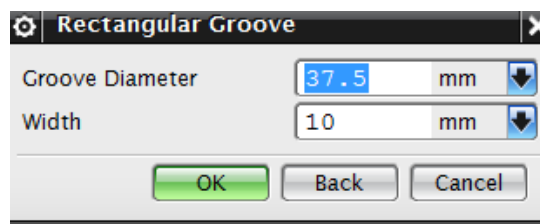
Rys. 3.136. Okno wyboru podcięcia

W omawianym przypadku zostanie wybrane podcięcie typu **Rectangular** (prostokątny). Następnie należy wybrać płaszczyznę, na której będzie wykonywane podcięcie (rys. 3.137) i kliknąć OK.




Rys. 3.137. Powierzchnia wyboru podcięcia

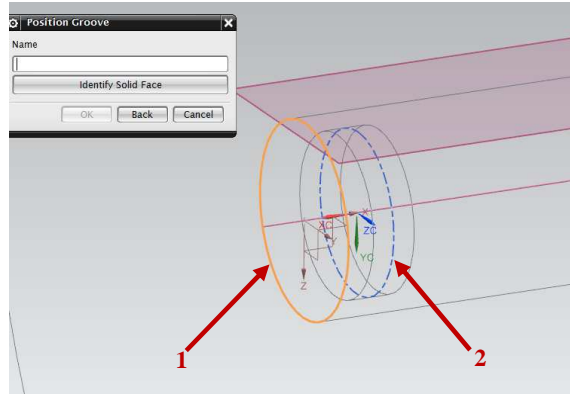
Otrzymuje się okno do zdefiniowania parametrów podcięcia. Jest to średnica (*Diameter*) podcięcia oraz jego szerokość (*Width*) (rys. 3.138). Należy wprowadzić dane zgodnie z rys. 3.138, a następnie kliknąć OK.



Rys. 3.138. Parametry podcięcia

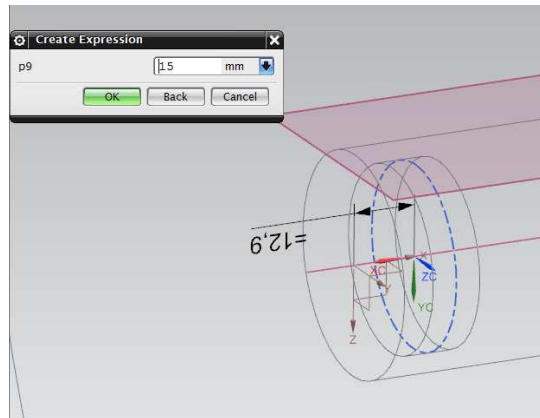
W dalszej kolejności przystępuje się do zdefiniowania położenia rowka.

W tym celu trzeba zmienić widok bryły na  Static Wireframe. Kolejno należy zaznaczyć krawędź bryły (rys. 3.139, pkt 1.) oraz środek rowka (rys. 3.139, pkt 2.).

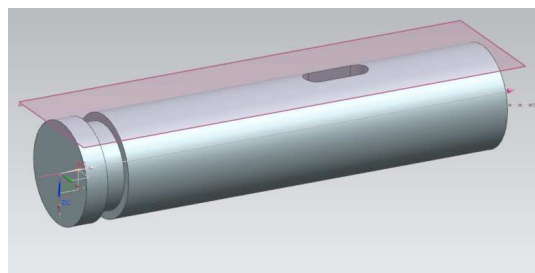


Rys. 3.139. Zdefiniowanie położenia podcięcia; 1 i 2 – objaśnienia w tekście

Powinno się teraz pojawić okno, które definiuje położenie środka podcięcia względem końcowej krawędzi cylindra. Należy wprowadzić w oknie dialogowym wartość 15 mm zgodnie z rys. 3.140 i kliknąć OK. Spowoduje to zmianę wymiaru 12,9 na 15 i powstanie rowka (rys. 3.141).



Rys. 3.140. Zdefiniowanie wartości położenia podcięcia

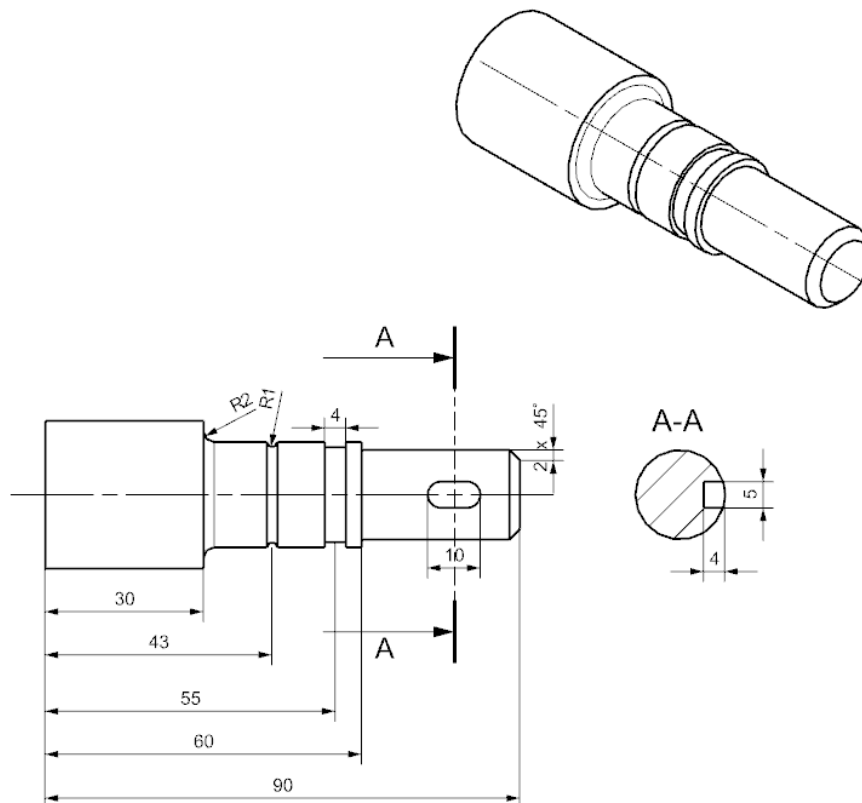


Rys. 3.141. Gotowy model z rowkiem oraz podcięciem

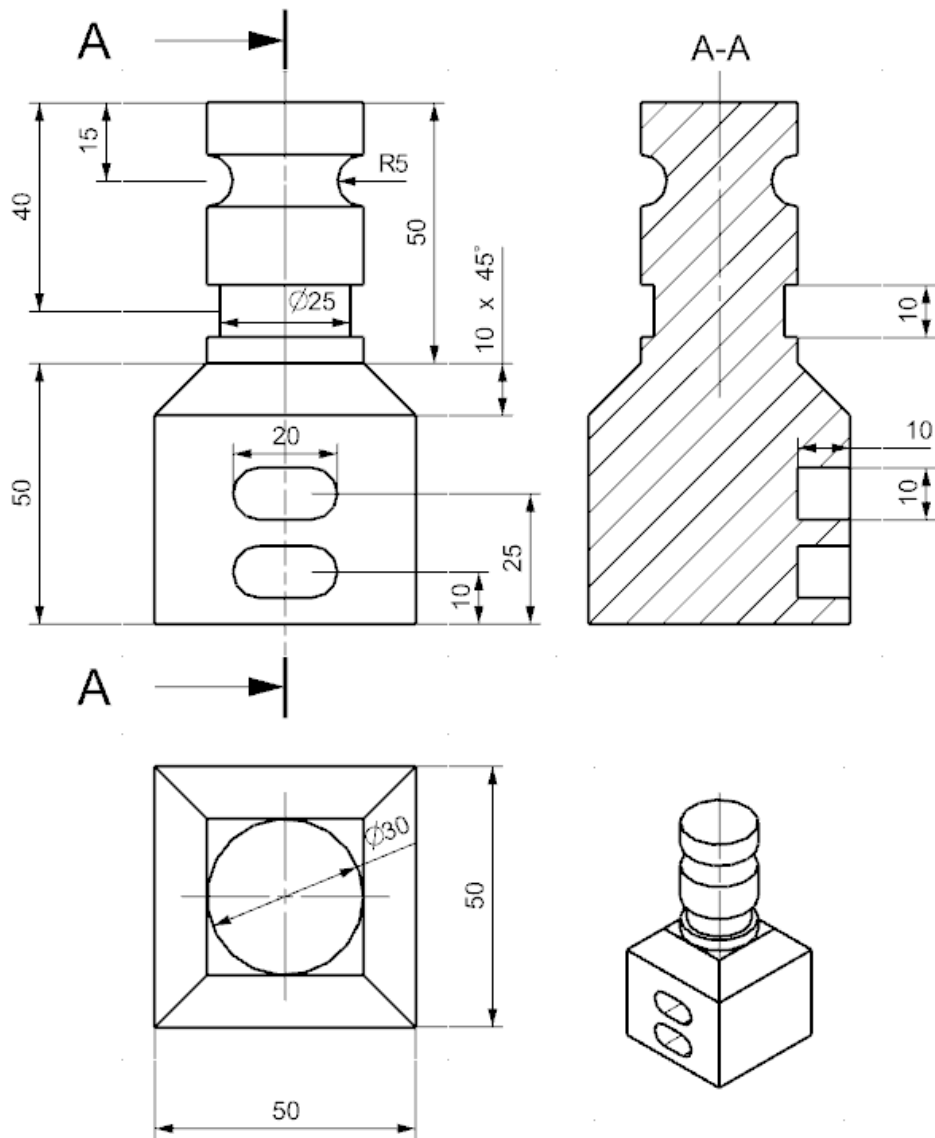
Zakończone zostało modelowanie części piątej, przedstawionej na rys. 3.141. Opanowane polecenia to: *Slot*, *Groove* wraz z ich umiejscowieniem. Wykorzystując te umiejętności, należy wykonać ćwiczenia zamieszczone w pkt 3.3.9.

3.3.9. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 5.

Wykorzystując poznane dotychczas polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.142 i 3.143.



Rys. 3.142. Ćwiczenie nr 13

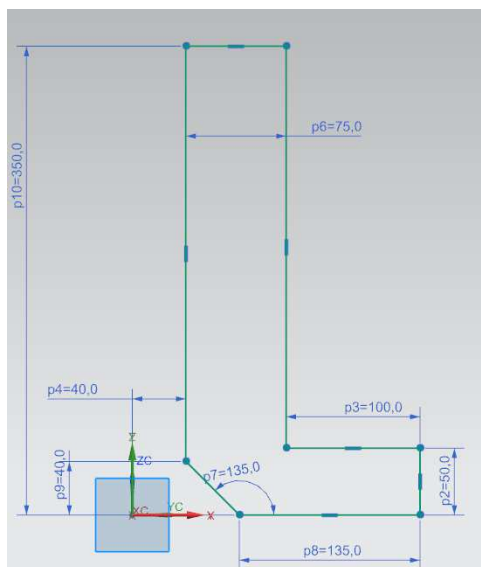


Rys. 3.143. Ćwiczenie nr 14

3.3.10. Pozostałe elementy typu *Feature* – część 5.

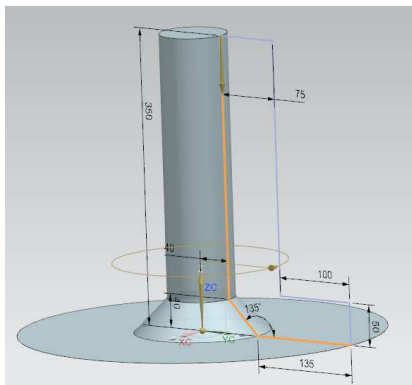
W niniejszym punkcie zostaną jeszcze raz przypomniane polecenia *Revolve* (obracanie), *Hole* (otwór) i *Pattern Feature* (szyk).

Należy wykonać szkic zgodnie z rys. 3.144. Można tego dokonać na dwa sposoby, podobnie jak w przypadku polecenia *Extrude*: najpierw szkic, potem polecenie *Revolve* lub z polecenia *Revolve* wykonać szkic.

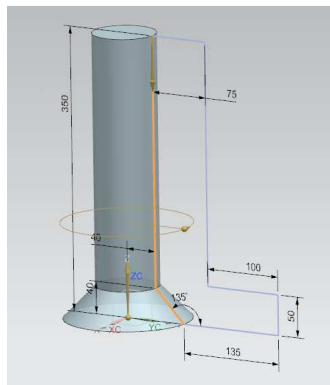


Rys. 3.144. Szkic do obrotu (*Revolve*)

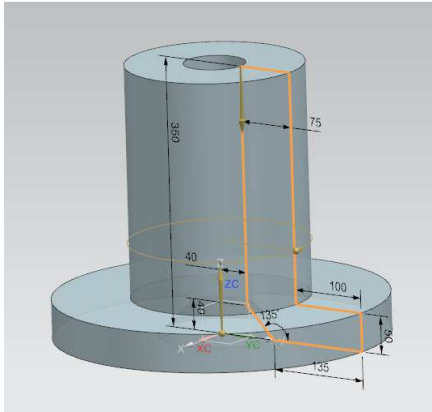
W zależności od tego, jaki fragment szkicu zostanie zaznaczony, uzyska się inny wynik. Różnice obrazują rys. 3.145-3.147. Oś, wzdłuż której następuje obrót, jest oś *ZC*, natomiast punkt startu to środek układu współrzędnych. Jeżeli



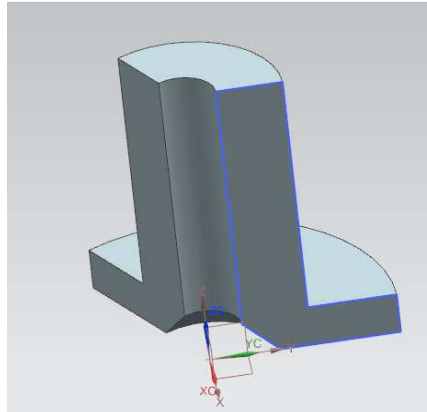
Rys. 3.145. Obrót szkicu – trzy krzywe



Rys. 3.146. Obrót szkicu – dwie krzywe




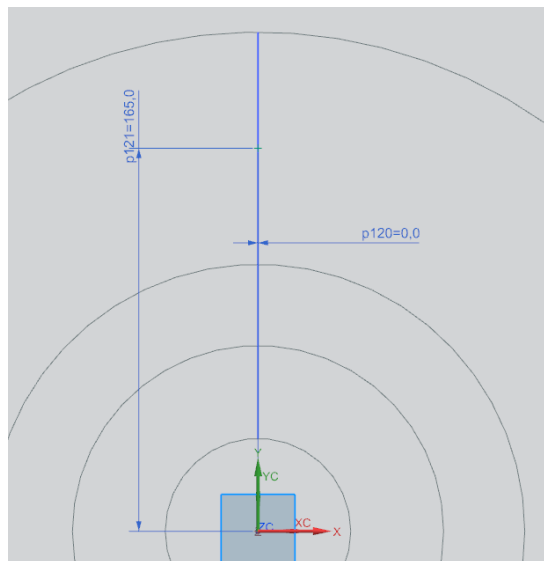
Rys. 3.147. Obrót całego szkicu



Rys. 3.148. Obrót o 120 stopni

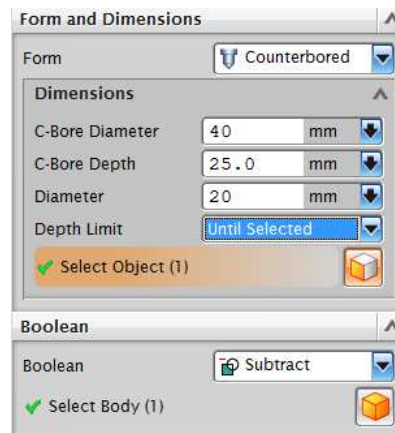
zostanie zmieniony kąt obrotu na przykład na 120 stopni, to otrzyma się obrót o zadany kąt (rys. 3.148).

Należy ustawić kąt na 360 stopni i zaznaczyć cały szkic, aby uzyskać model z rys. 3.147. Do modelu zostaje dodanych 6 otworów z pogłębieniem walcowym. W tym celu wywołuje się znane już polecenie  Hole... i określa jego położenie zgodnie z rys. 3.149.



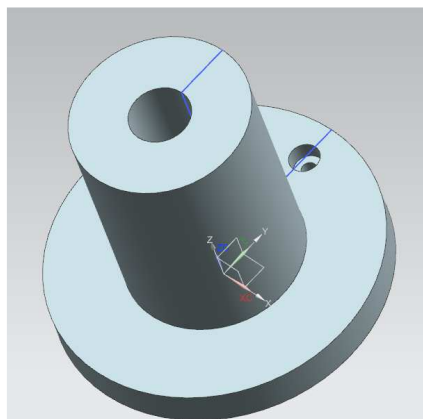
Rys. 3.149. Położenie otworu

Po wyborze właściwości otworu zgodnie z rys. 3.150 zostanie stworzony otwór z pogłębieniem walcowym.



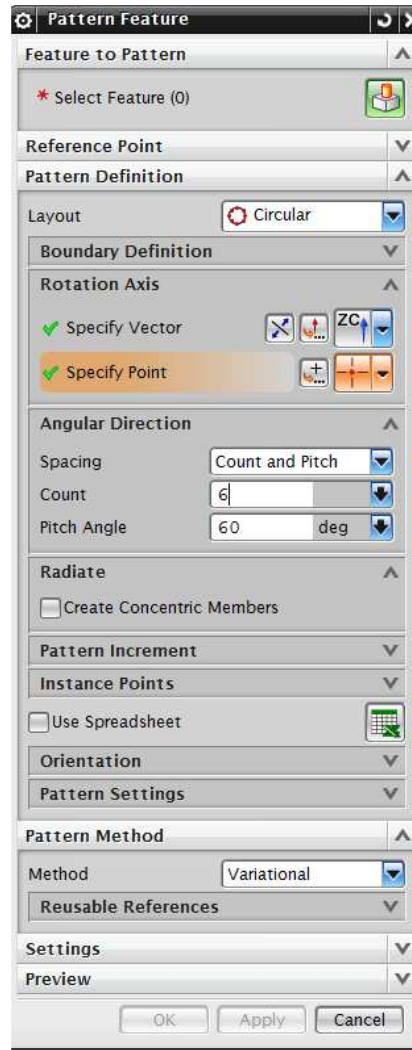
Rys. 3.150. Parametry otworu

Wykonanie operacji **Revolve** oraz **Hole** prowadzi do otrzymania obrazu jak na rys. 3.151.



Rys. 3.151. Bryła wykonana przy użyciu polecenia **Revolve** oraz **Hole**

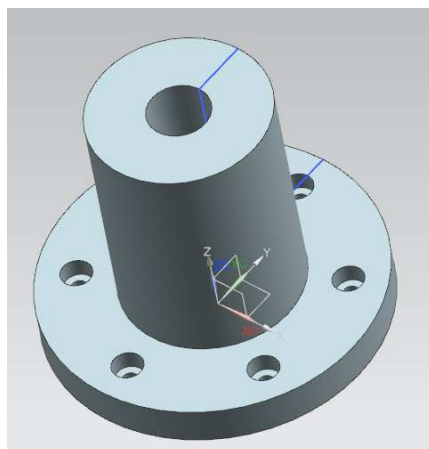
Kolejnym zadaniem jest stworzenie 6 otworów rozmieszczonych równolegle co 60 stopni. W tym celu zostanie wykorzystane polecenie **Pattern Feature**. Znajduje się je następująco: **Insert > Associative Copy > Pattern Feature**. Po wybraniu tego polecenia pojawia się okno **Pattern Feature** (rys. 3.152). Nie należy w nim nic zmieniać, tylko postępować zgodnie z przedstawionymi wskazówkami:



Rys. 3.152. Okno wyboru polecenia Szyk

- **Feature to Pattern** – odpowiada za operacje, które zostały wykonane (można je zaznaczyć w celu ich powielenia). W omawianym przypadku należy zaznaczyć wykonany otwór,
- **Layout** – daje możliwość wyboru szyku: liniowego bądź kołowego. Należy skorzystać tutaj z szyku kołowego – **Circular**,
- **Vector** – wektor obrotu wybranego wcześniej otworu. Należy wybrać taki jak wektor obrotu wykonywanej bryły. W analizowanym przypadku będzie to więc **ZC**,
- **Specify Point** – wybór środka układu współrzędnych,

- **Count** – wybór liczby otworów (tutaj 6),
 - **Pitch Angle** – wybór kąta rozmieszczenia otworów (tutaj 60°).
- Po kliknięciu OK otrzymuje się bryłę zgodną z rys. 3.153.

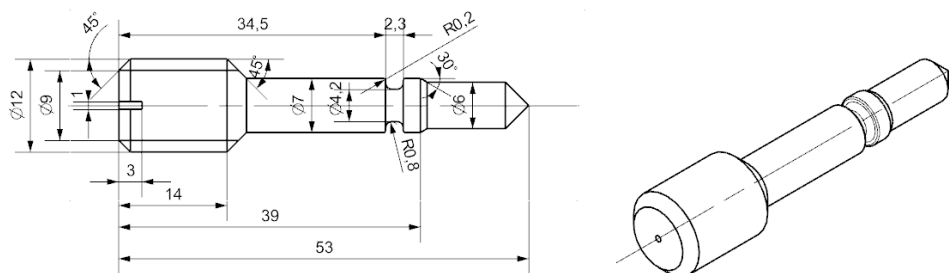


Rys. 3.153. Gotowa bryła powstała po zastosowaniu poleceń: **Revolve**, **Hole**, **Pattern Feature**

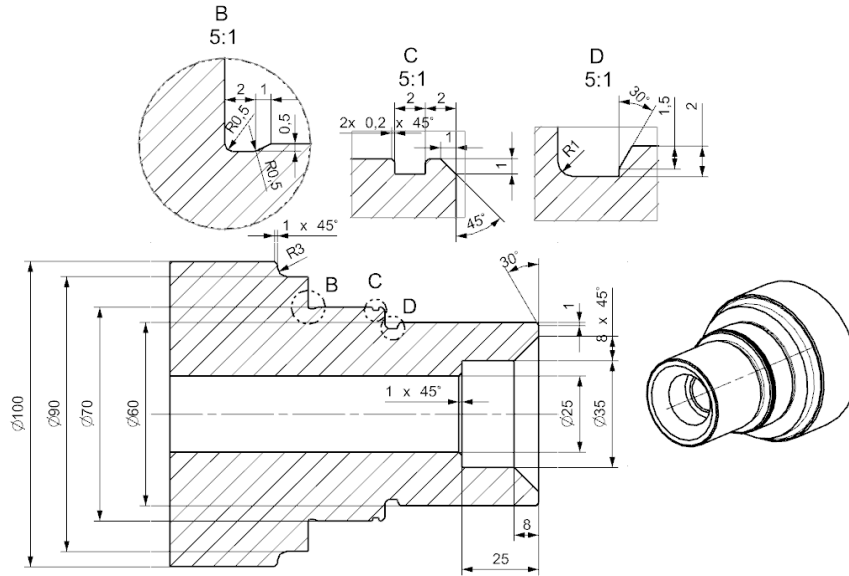
Zakończone zostało modelowanie części szóstej, przedstawionej na rys. 3.153. Opanowane polecenia to: **Revolve**, **Pattern Feature**, **Hole** (zawansowane). Wykorzystując te umiejętności, należy wykonać ćwiczenia zamieszczone w pkt 3.3.11.

3.3.11. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 6.

Wykorzystując poznane dotychczas polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.154 i 3.155.



Rys. 3.154. Ćwiczenie nr 15

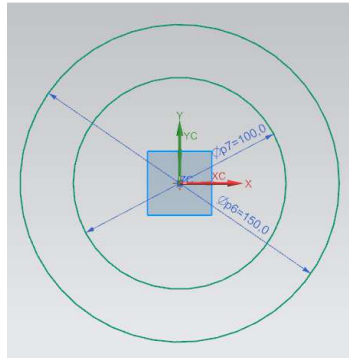
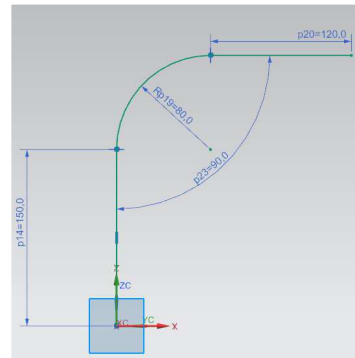


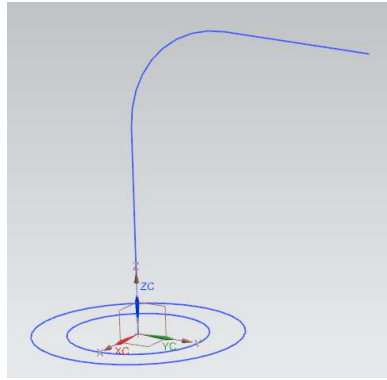
Rys. 3.155. Ćwiczenie nr 16

3.3.12. Pozostałe elementy typu *Feature* – część 6.

W niniejszym punkcie zostaną wprowadzone polecenia: *Sweep Along Guide* (wyciąganie po krzywej), *Tube* (tworzenie rur) oraz *Helix* (tworzenie linii śrubowej).

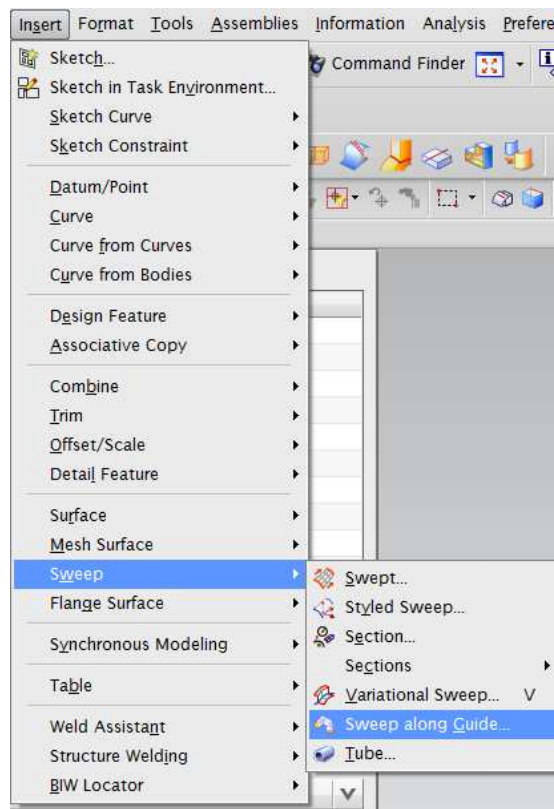
W pierwszej kolejności należy skorzystać z polecenia *Sweep Along Guide*. Potrzebne są do tego dwa szkice. Tworzy się je zgodnie z rys. 3.156 i 3.157. Pierwszy z nich trzeba wykonać w płaszczyźnie *XC-YC*, natomiast drugi w płaszczyźnie *YC-ZC*. Po wykonaniu szkiców powinien powstać obraz jak na rys. 3.158.

Rys. 3.156. Szkic pierwszy
– płaszczyzna *XC-YC*Rys. 3.157. Szkic drugi
– płaszczyzna *YC-ZC*



Rys. 3.158. Widok izometryczny dwóch szkiców

Należy wywołać polecenie wyciągnięcia po krzywej *Sweep Along Guide* (rys. 3.159). Po wywołaniu tego polecenia otworzy się okno *Sweep Along Guide* (rys. 3.160).

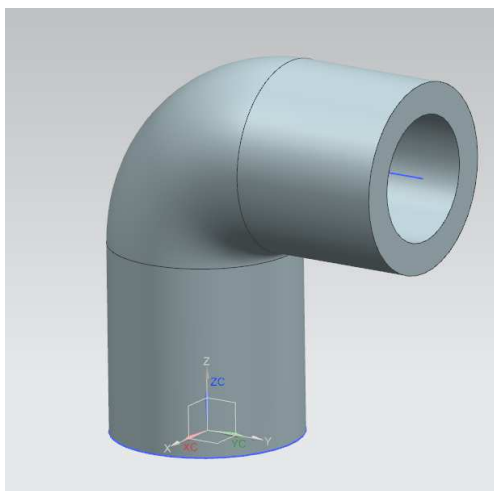
Rys. 3.159. Umieszczenie polecenia *Wyciągnięcie po krzywej*



Rys. 3.160. Okno polecenia *Wyciągnięcie po krzywej*

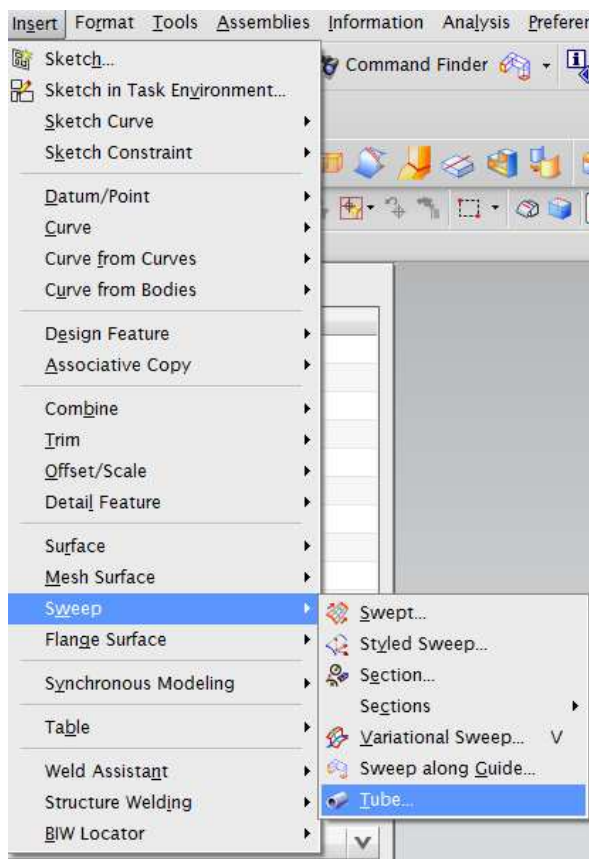
Jako zakładkę **Section** wybiera się krzywe odpowiadające za szkic nr 1 stworzony wcześniej na płaszczyźnie **XC-YC**. W zakładce **Guide** należy wybrać szkic nr 2, stworzony wcześniej na płaszczyźnie **YC-ZC**.

Po wprowadzeniu parametrów powinna powstać bryła przedstawiona na rys. 3.161.



Rys. 3.161. Bryła utworzona przy użyciu polecenia *Wyciągnięcie po krzywej*

Polecenie *Wyciągnięcie po krzywej* jest używane w odniesieniu do różnych figur geometrycznych. Można wyciągać po krzywej profile o dowolnym kształcie. Bryłę w kształcie rury da się stworzyć również z zastosowaniem odpowiedniego polecenia odpowiadającego za tworzenie rur. Polecenie to nazywa się ***Tube***. Jego lokalizację wskazuje rys. 3.162.



Rys. 3.162. Umieszczenie polecenia ***Tube***

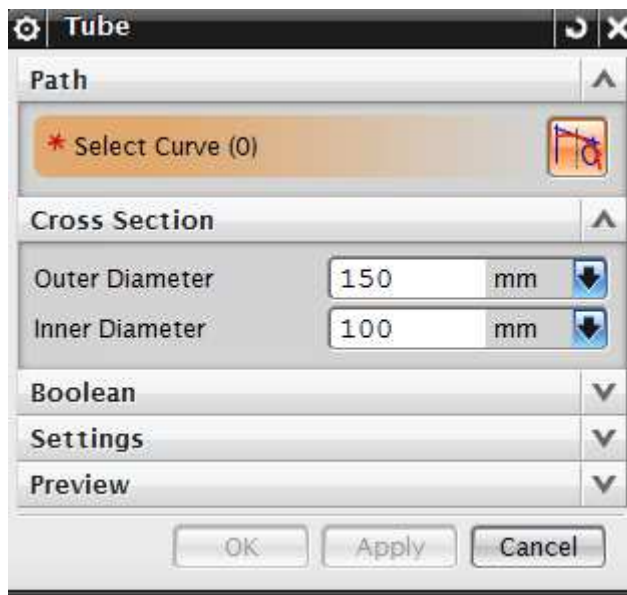
Należy skasować z okna nawigatora bryłę wykonaną za pomocą polecenia ***Sweep***, a następnie wywołać polecenie ***Tube***. Po wywołaniu tego polecenia otworzy się okno ***Tube*** (rys. 3.163), a w nim:

Outer Diameter – wybiera się średnicę zewnętrzną rury,

Inner Diameter – wybiera się średnicę wewnętrzną rury,

Path – zaznacza się krzywą, po której ma zostać wyciągnięta rura (w omawianym przypadku będzie to krzywa stworzona w szkicu nr 2).

Ustawia się parametry takie jak wymiary szkicu nr 1, czyli:
Outer Diameter – 150 mm,
Inner Diameter – 100 mm.



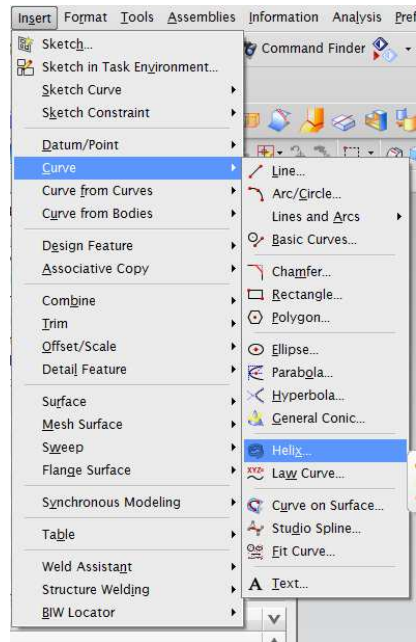
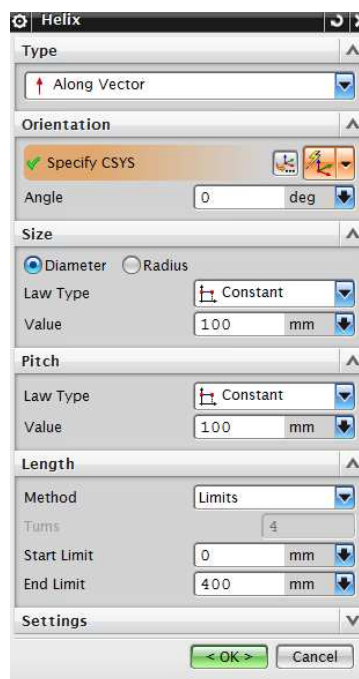
Rys. 3.163. Okno polecenia *Tube*

Po wykonaniu tego polecenia powstanie taka sama bryła jak przy użyciu polecenia *Sweep Along Guide*, co przedstawiono na rys. 3.161. Dla dwóch poleceń został zastosowany ten sam przykład, w celu zobrazowania i przedstawienia użyteczności oprogramowania NX.

Kolejnym wprowadzonym poleceniem będzie *Helix* (polecenie tworzenia linii śrubowej). Rozpoczyna się od utworzenia nowego dokumentu i wywołania polecenia *Helix* zgodnie z rys. 3.164. Po wywołaniu tego polecenia otworzy się okno *Helix* (rys. 3.165). Nie należy niczego zmieniać w tym oknie, lecz postępować zgodnie ze wskazówkami.

W zakładce *Orientation* zaznacza się w oknie graficznym układ współrzędnych, następnie zaś wprowadza dane zgodnie z rys. 3.165:

- **Size** – odpowiada za wielkość linii śrubowej. W omawianym przypadku jest to średnica lub promień (*Diameter* lub *Radius*),
- **Pitch** – odpowiada za zdefiniowanie skoku linii śrubowej,
- **Length** – odpowiada za całkowitą długość linii śrubowej.

Rys. 3.164. Umieszczenie polecenia *Helix*Rys. 3.165. Okno polecenia *Helix*

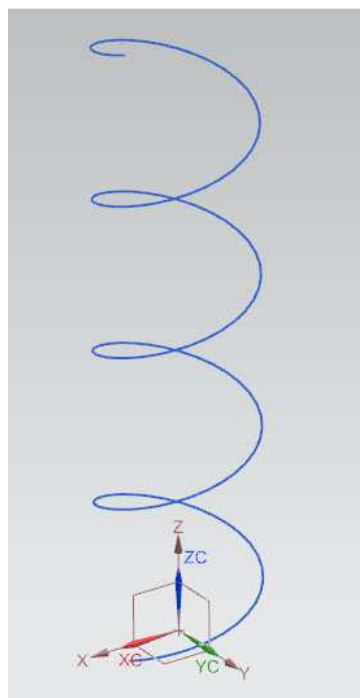
Po wprowadzeniu danych i kliknięciu OK otrzymuje się widok przedstawiony na rys. 3.166.

Polecenie spirali **Helix** można połączyć z poznanym już wcześniej poleceniem **Tube**. Należy je wybrać i wprowadzić następujące dane:

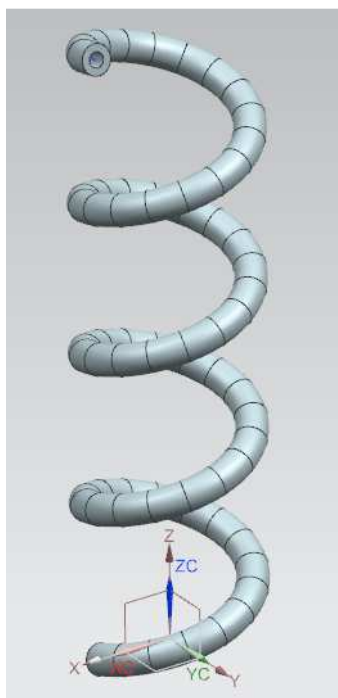
Outer Diameter – 20 mm,

Inner Diameter – 10 mm,

a także wybrać krzywą wyciągnięcia – spiralę stworzoną przy użyciu polecenia **Helix**. W ten sposób otrzymuje się model przedstawiony na rys. 3.167.



Rys. 3.166. Krzywa stworzona przy użyciu polecenia **Helix**

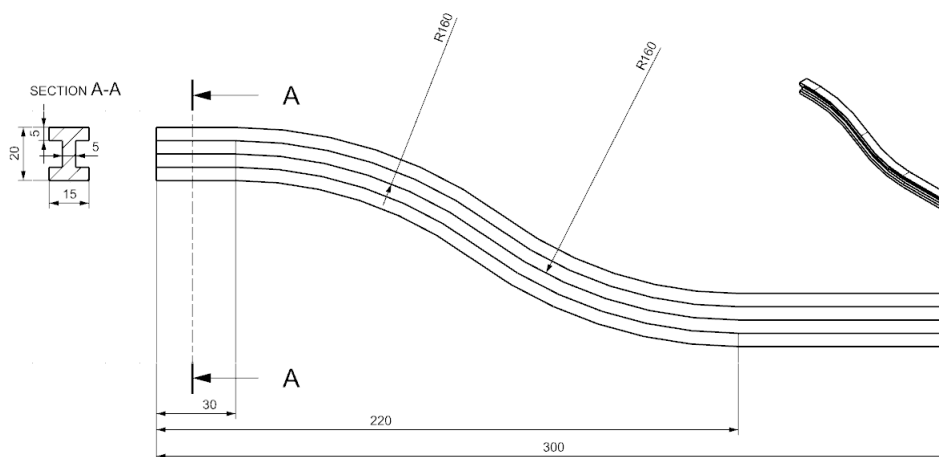


Rys. 3.167. Bryła utworzona przy użyciu poleceń **Helix** oraz **Tube**

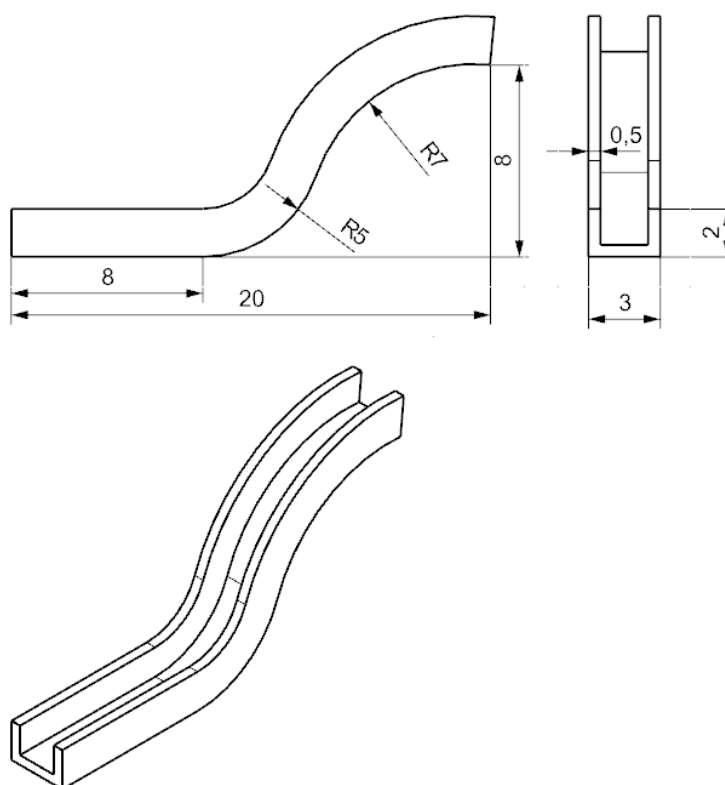
Zakończone zostało modelowanie części siódmej (rys. 3.161) oraz ósmej (rys. 3.167). Opanowane polecenia to: **Sweep Along Guide**, **Tube**, **Helix**. Wykorzystując zdobyte umiejętności, należy wykonać ćwiczenia zamieszczone w pkt 3.3.13.

3.3.13. Ćwiczenia do samodzielnego wykonania – część 7.

Wykorzystując poznane dotychczas polecenia, wykonaj w szkicowniku rys. 3.168 i 3.169.



Rys. 3.168. Ćwiczenie nr 17

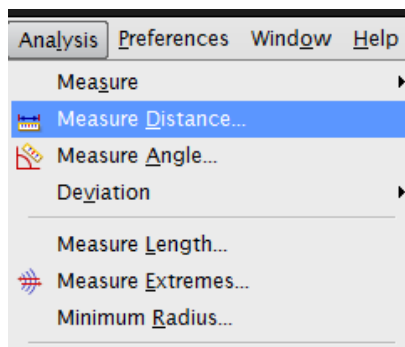


Rys. 3.169. Ćwiczenie nr 18

3.3.14. Pomiary oraz informacje o bryle

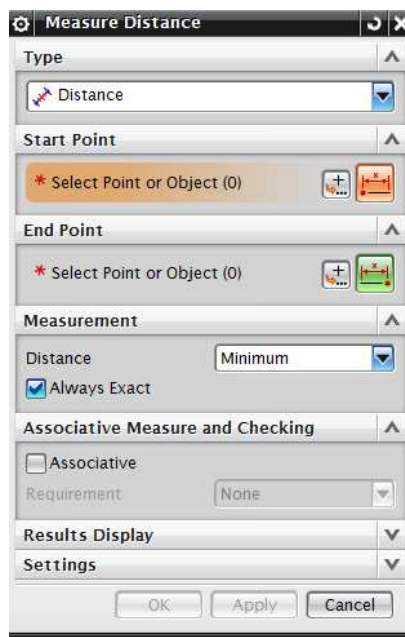
Siemens NX umożliwia pobieranie z modelu niezbędnych informacji, takich jak masa, objętość, pole powierzchni czy momenty bezwładności. Należy stworzyć plik o nazwie Kadlub_Srodkowy.x_t. Jest to plik w formacie parasolid.

Do pomiarów bryły służy opcja *Measure Distance* (zmiierz odległość), której lokalizację przedstawia rys. 3.170.



Rys. 3.170. Położenie polecenia *Measure Distance*

Po otwarciu polecenia pojawi się okno *Measure Distance* (rys. 3.171).

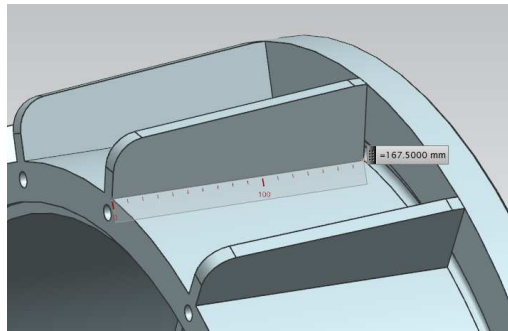


Rys. 3.171. Okno polecenia *Measure Distance*

W tej funkcji jest dostępnych dziewięć opcji dokonywania pomiaru, m.in.:

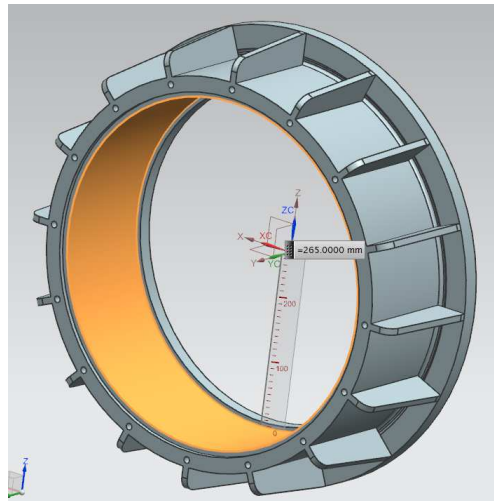
- **Distance** – odległość między dwoma punktami wzdłuż linii prostej,
- **Projected Distance** – odległość między dwoma punktami rzutowanymi na wskazany wektor,
- **Screen Distance** – przybliżone pomiary 2D między dwoma wskazanymi punktami,
- **Length** – rzeczywista długość wskazanej krzywej,
- **Radius** – wartość wskazanego promienia.

Należy ustalić rodzaj pomiaru w oknie *Measure Distance* na typ *Distance* i wykonać pomiar długości żebra zgodnie z rys. 3.172.



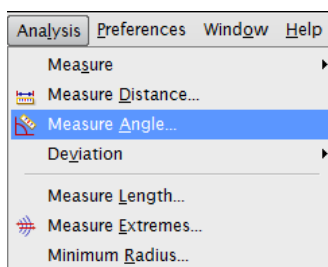
Rys. 3.172. Pomiar żebra przy użyciu *Measure Distance* – typ *Distance*

Następnie ustala się rodzaj pomiaru na typ *Radius* i wykonuje pomiar wartości promienia zgodnie z rys. 3.173.



Rys. 3.173. Pomiar promienia przy użyciu *Measure Distance* – typ *Radius*

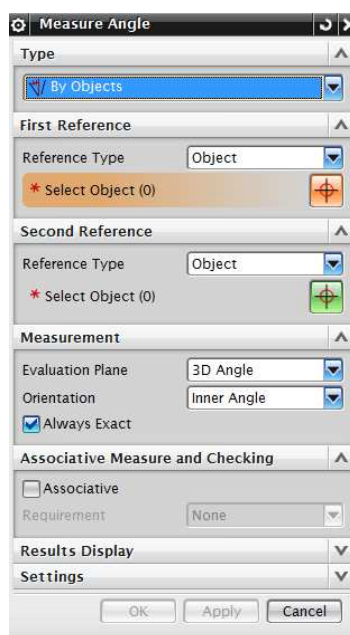
Rodzaje zastosowanego typu pomiaru zależą od potrzeb użytkownika. Wcześniej przedstawiono dwa przykładowe zastosowania. Do mierzenia kątów jest przeznaczone polecenie *Measure Angle* (rys. 3.174).



Rys. 3.174. Położenie polecenia *Measure Angle*

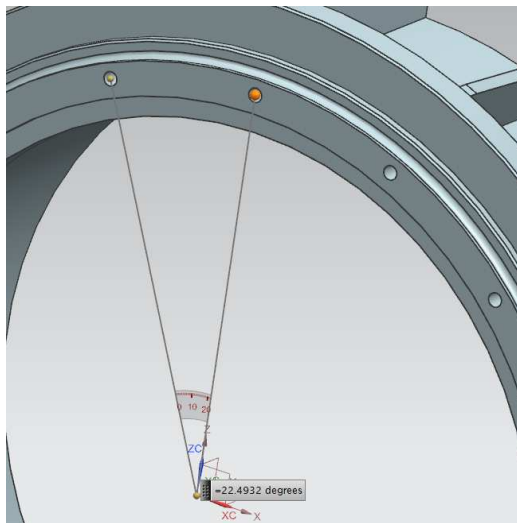
Po otwarciu tego polecenia otrzymuje się okno *Measure Angle* (rys. 3.175). W oknie tym są do wyboru trzy możliwości pomiaru:

- **By Objects** – wskazanie dwóch obiektów, między którymi chce się wykonać pomiar,
- **By 3 Point** (przez trzy punkty) – pierwszy punkt to punkt bazowy, drugi jest końcem linii bazowej, trzeci – końcem pomiaru,
- **By Screen Point** – podobnie jak **By 3 Point**, lecz płaszczyznę pomiaru definiuje ustawiony widok.



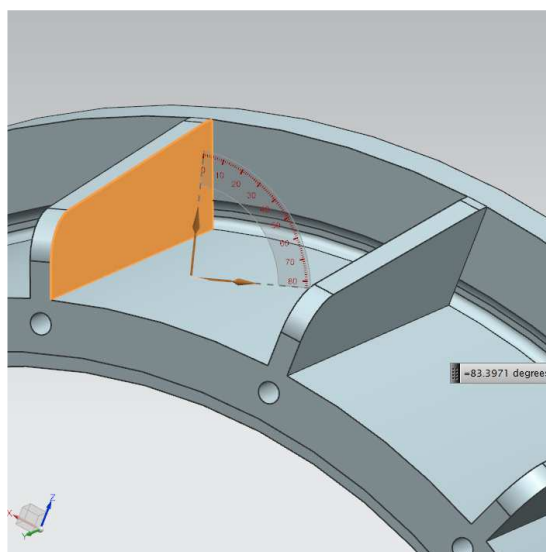
Rys. 3.175. Okno polecenia *Measure Angle*

Wykorzystując okno *Measure Angle* oraz typ pomiaru *By 3 Point*, wykonuje się pomiar zgodnie z rys. 3.176.



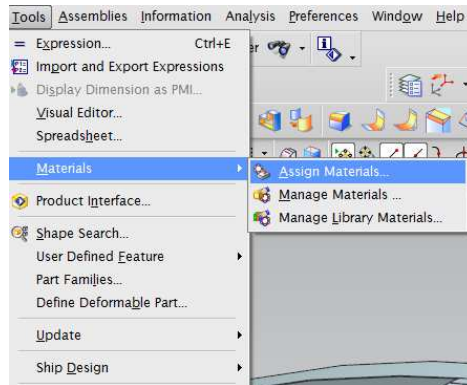
Rys. 3.176. Pomiar kątowy przy użyciu *Measure Angle* – typ *By 3 Point*

Jak widać na rys. 3.177, ścianki nie muszą być proste, aby został wykonany pomiar. W takim przypadku mierzony jest kąt między wektorem normalnym do ścianki.



Rys. 3.177. Pomiar kątowy przy użyciu *Measure Angle* – typ *By Object*

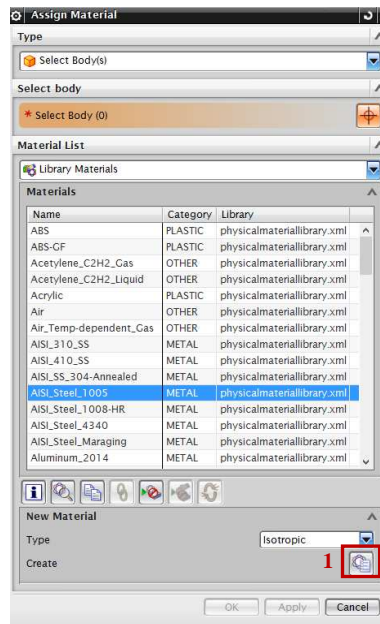
Nadanie materiału na zamodelowaną bryłę odbywa się przez uruchomienie polecenia *Assign Materials* (rys. 3.178).



Rys. 3.178. Lokalizacja polecenia *Assign Materials*

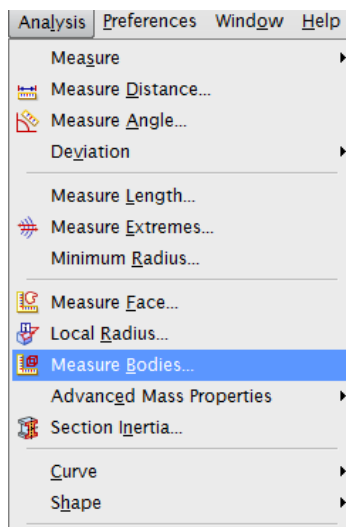
Po uruchomieniu polecenia *Assign Materials* ukazuje się okno (rys. 3.179), w którym widać zebrane dostępne materiały. Jeżeli w bibliotece nie ma danego materiału, można go dodać, wykorzystując opcję *New Materials* (rys. 3.179, pkt 1.). Tutaj zostanie nadany przykładowy materiał.

Należy zaznaczyć model, a następnie na liście wybrać dowolny materiał, np. ANSI_Steel_1005.



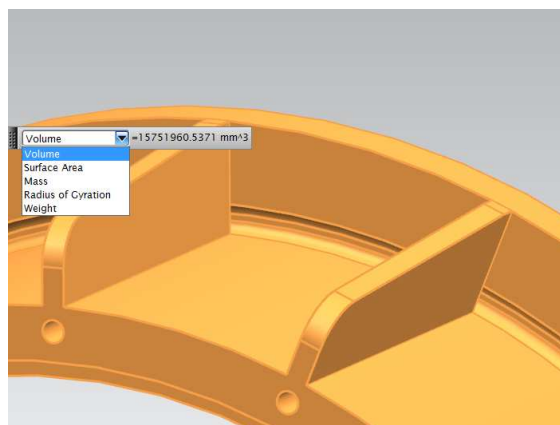
Rys. 3.179. Okno polecenia *Assign Materials*

Po przypisaniu materiału można zamknąć okno i kliknąć **Measure Bodies** (rys. 3.180).

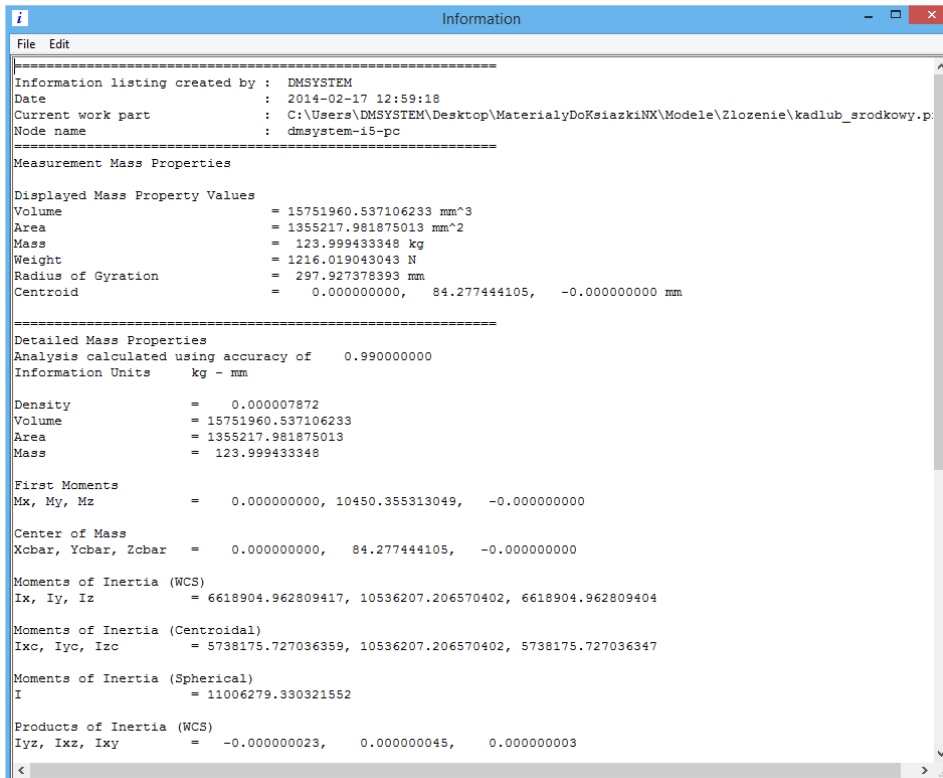


Rys. 3.180. Lokalizacja polecenia **Measure Bodies**

Kolejnym krokiem jest otwarcie okna **Measure Bodies** i kliknięcie na bryłę. Spowoduje to wyświetlenie się okna pomiarów (rys. 3.181). Po wyborzeżądanego pomiaru, np. masy, program wyświetli wynik. Jeżeli w oknie włączy się opcję **Show Informations Window**, program uruchomi dodatkowe okno tekstowe. Można w nim wypisać wszystkie parametry, które wcześniej dało się zmieniać z okna wyboru, jak również dodatkowe wartości, np. momenty bezwładności (rys. 3.182).



Rys. 3.181. Bryła z oknem wyników



Rys. 3.182. Szczegółowe informacje na temat bryły

W rozdziale tym przedstawiono interfejs, różne sposoby modelowania i dokonywania pomiarów. Przekazane informacje oraz ćwiczenia, które tutaj zamieszczono, powinny zapewnić podstawową wiedzę z zakresu modelowania bryłowego w programie NX. Kolejne rozdziały będą dotyczyły tworzenia złożeń (*Assemblies*) oraz dokumentacji technicznej (*Drawing*).

4. ASSEMBLIES – MODELOWANIE ZESPOŁÓW

4.1. Wprowadzenie

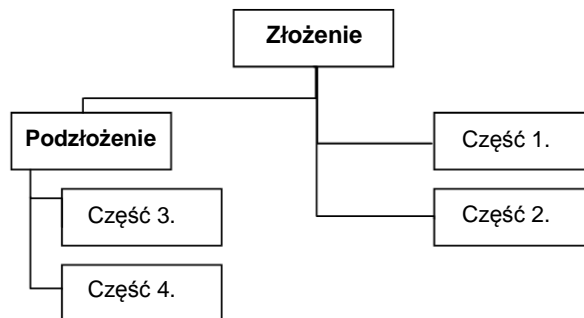
Tworzenie zespołu w Siemens NX, podobnie jak w przypadku montażu rzeczywistych urządzeń, polega na określeniu, jakie części wchodzą w skład całego zespołu oraz jak mają być połączone i ustawione względem siebie.

Model *Assemblies* stanowi integralną część środowiska NX. Za jego pomocą można budować zespoły składające się:

- z części zaprojektowanych w NX,
- z części pochodzących z innych programów,
- ze złożeń wchodzących w skład złozenia głównego.

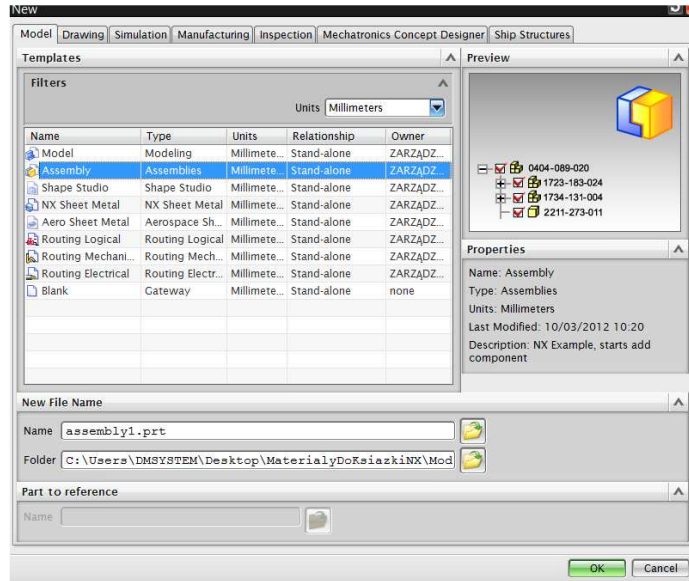
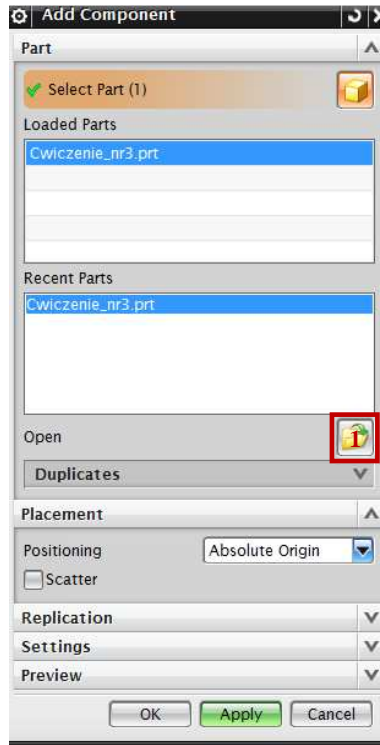
Struktura zespołu

Każde złozenie składa się z części nadrzędnych i podrzędnych. Na zamieszczonym schemacie (rys. 4.1) plikiem nadrzędnym jest złozenie. Jeżeli będzie rozpatrywane złozenie z punktu widzenia części 3., to dla niej plikiem nadrzędnym będzie podzłozenie, dla podzłozenia zaś plikiem nadrzędnym będzie złozenie.



4.1. Schemat złozenia

Aby wykonać złozenie, trzeba uruchomić program, wybrać moduł *Assemblies* i kliknąć OK (rys. 4.2). Po włączeniu modułu *Assemblies* otwiera się okno wstawienia elementów (*Add Component*) do złozenia (rys. 4.3).

Rys. 4.2. Wybór modułu *Assemblies*Rys. 4.3. Okno *Wstaw komponent*; 1 – załadowanie części do złożenia

Okno jest podzielone na różne zakładki. Najważniejsze z nich to:


- **Loaded Parts** – program wyświetla wszystkie elementy wczytane do złożenia,
- **Recent Parts** – historia ostatnio otwieranych części,
- **Positioning** – wybór sposobu wczytania danej części do złożenia:
 - **Absolute Origin** – układ współrzędnych części dodawanej do złożenia jest wstawiany w 0,0,0,
 - **Select Origin** – układ współrzędnych części dodawanej do złożenia jest wstawiany przez użytkownika na modelu,
 - **By Constraints** – część wstawiania do złożenia jest pozycjonowana za pomocą więzów wybranych przez użytkownika,
 - **Move** – części są przenoszone po zdefiniowaniu początkowej lokalizacji.

4.2. Rodzaje więzów

4.2.1. Opis więzów

W NX występują następujące rodzaje więzów:

- ☞ **Touch** (przyleganie) – dwa obiekty stykają się ze sobą płaskimi ściankami w taki sposób, że wektory normalne tych ścianek są skierowane w przeciwne strony,
- ☞ **Align** (wyrównanie) – dwa obiekty stykają się ze sobą płaskimi ściankami w taki sposób, że wektory normalne tych ścianek są kierowane w tę samą stronę,
- ☞ **Infer Center/Axis** (środek/oś) – dwa obiekty obrotowe ustawiają się współosiowo,
- ☉ **Concentric** (koncentrycznie) – obiekty są ustawiane współśrodkowo i współpłaszczyznowo,
- ☞ **Distance** (odległość) – określana jest odległość między dwoma modelami,
- ☞ **Fix** (utwierdzenie) – wskazanemu modelowi są odbierane wszystkie stopnie swobody,
- ☞ **Parallel** (równoległe) – dwa modele są ustawiane równoległe względem siebie,
- ☞ **Perpendicular** (prostopadle) – dwa modele są ustawiane prostopadle względem siebie,
- = **Fit** (dopasowanie) – dwie geometrie walcowe o tej samej średnicy są do siebie dopasowane,
- ☞ **Bond** (spajać) – dwa obiekty, modele, są łączone wirtualnie, przez co ich orientacja względem siebie jest ustalona,

 **Center** (środek) – części między wskazanymi obiektami zostają wyśrodkowane,

 **Angle** – definiowany jest wymiar kątowy między dwoma obiektami.

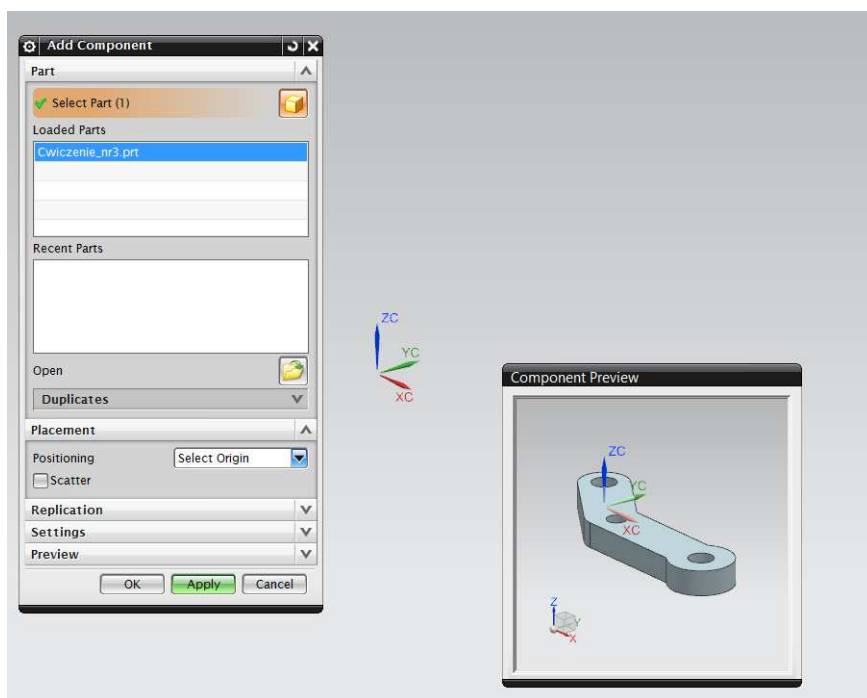
4.2.2. Tworzenie prostego złożenia

Uwaga: Zanim przejdzie się do składania zespołu, należy wykorzystać szkic oznaczony jako ćwiczenie nr 3 i przy użyciu polecenia **Extrude** wyciągnąć go na grubość 10 mm, a następnie zapisać w pliku jako Cwiczenie_nr3, ponieważ posłuży jako jeden z elementów do złożenia.

Aby wykonać złożenie, trzeba najechać na zakładkę **Open** (rys. 4.3, pkt 1.). Otworzy się wówczas okno.

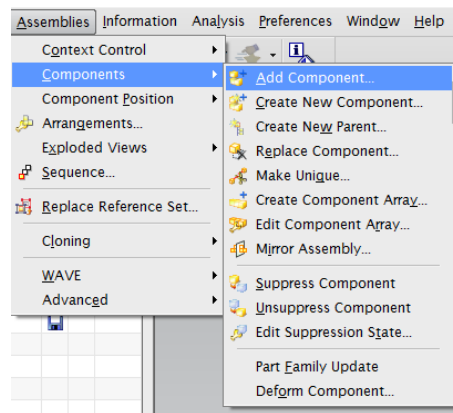
Należy znaleźć część, którą chce się wykorzystać w złożeniu oraz wcisnąć OK. W omawianym przypadku pierwsza będzie część o nazwie Cwiczenie_nr3.prt. Po wybraniu części w prawym rogu oprócz okna złożenia wyświetli się okno podglądu części (rys. 4.4).

Z zakładki **Positioning** wybiera się typ, który zostanie użyty do pozycjonowania części w złożeniu (w omawianym przypadku dla pierwszej części zostanie wykorzystane polecenie **Absolute Origin**). Po kliknięciu OK nastąpi dodanie części w głównym oknie graficznym złożenia.



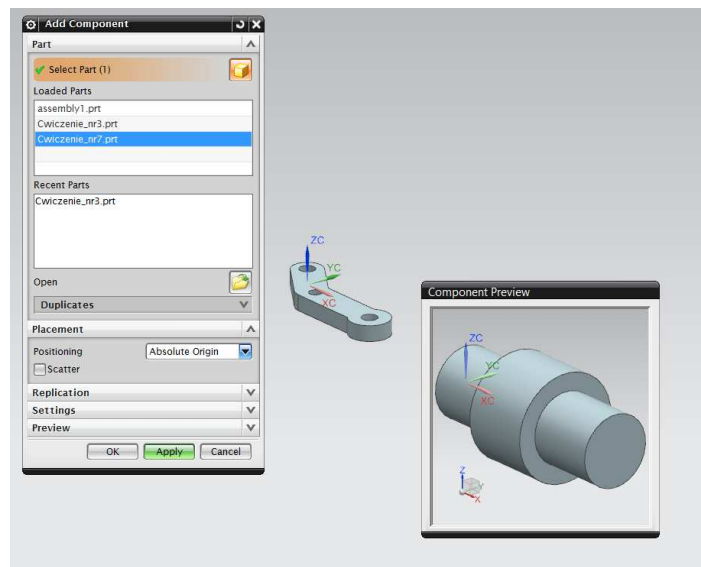
Rys. 4.4. Okno wstawiania komponentu oraz okno podglądu części

Okno dodania komponentu zostało zamknięte po dodaniu pierwszej części. W celu jego wywołania należy wybrać z paska narzędzi polecenie zgodnie z rys. 4.5.



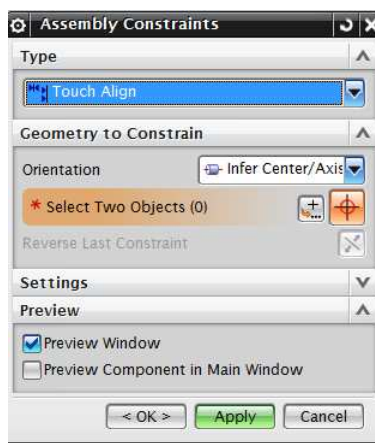
Rys. 4.5. Umieszczenie okna dodawania części

Po ponownym uruchomieniu okna dodawania części zostanie wykorzystana kolejna część w złozeniu. Będzie to model stworzony na podstawie ćwiczenia nr 7. W omawianym przypadku plik ten nosi nazwę Cwiczenie_nr7.prt. Po jego uruchomieniu otrzymuje się okno podglądu części oraz okno dodawania części (rys. 4.6).



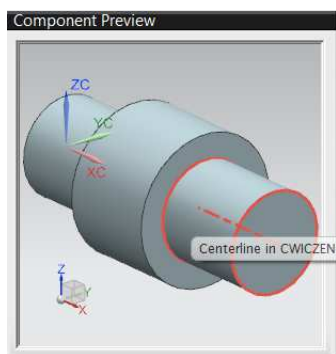
Rys. 4.6. Okno dodawania modelu oraz okno podglądu części przy dodawaniu drugiego modelu do złozenia

W celu dodania tej części zostaną wykorzystane więzy. Z okna **Positioning** należy wybrać **By Constrains**. Wyświetli się kolejne okno (rys. 4.7). Jest to okno zadawania więzów pomiędzy poszczególnymi bryłami złożenia. Rodzaje więzów zostaną omówione w dalszej części pracy.

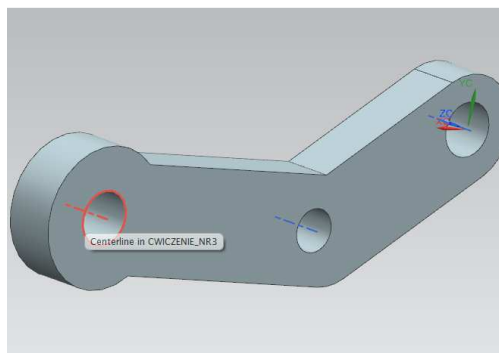


Rys. 4.7. Okno wyboru więzów

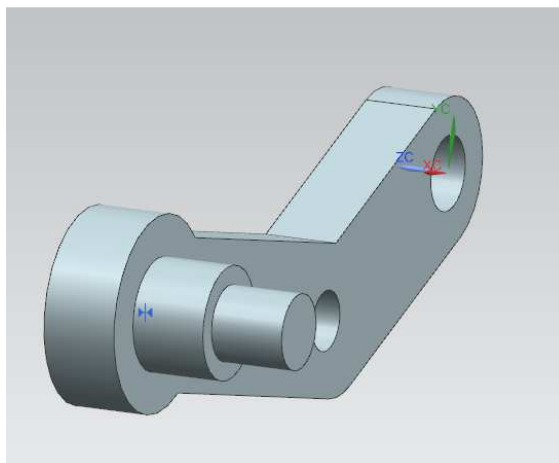
W analizowanym przypadku będą użyte więzy należące do grupy **Touch** oraz **Align**. W pierwszej kolejności zostaną zastosowane więzy **Infer Center/Axis**, zgodnie z rys. 4.7. Teraz należy wybrać usytuowanie części względem poprzedniej, korzystając z **Infer Center/Axis**. Po najechaniu w oknie podglądu części na oś symetrii modelu zostanie ona podświetlona (rys. 4.8). Trzeba kliknąć LPM. Następnie w głównym oknie złożenia należy najechać na model i odnaleźć oś symetrii otworu, względem którego chce się część usytuować (rys. 4.9). Trzeba kliknąć LPM. Po kliknięciu w oknie wyboru więzów OK powinno się otrzymać złożenie jak na rys. 4.10.



Rys. 4.8. Wybór osi symetrii w oknie podglądu części

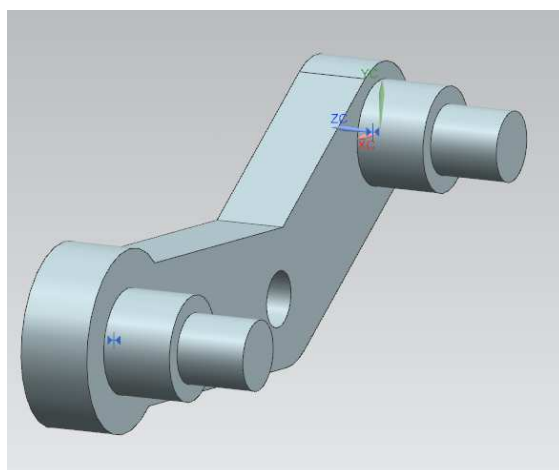


Rys. 4.9. Wybór osi symetrii w oknie głównego złożenia



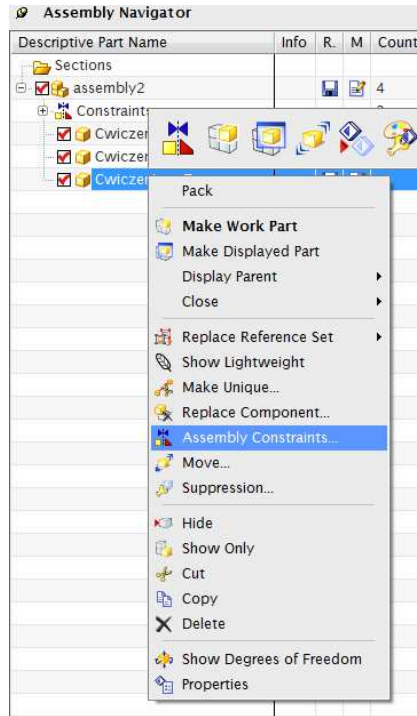
Rys. 4.10. Złożenie dwóch części

Jeszcze raz zostanie wykorzystany model Cwiczenie_nr7.prt. Należy wykonywać polecenia tak samo jak dotychczas, a w efekcie uzyska się złożenie zgodne z rys. 4.11.



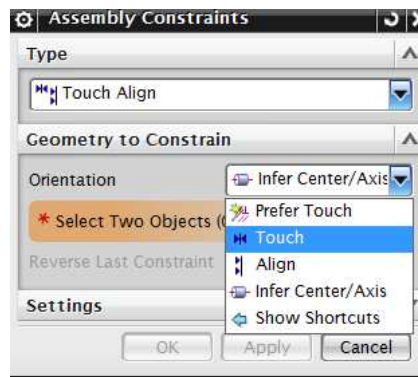
Rys. 4.11. Złożenie trzech części

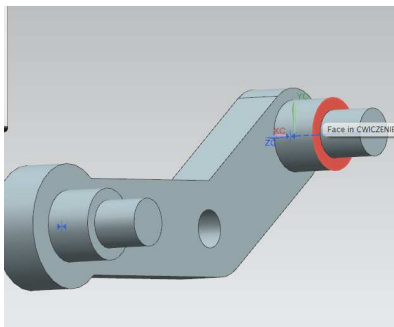
Aby dodawać kolejne więzy do modelu, można w oknie nawigatora najechać na daną część, kliknąć PPM i wybrać jeszcze raz *Assembly Constraints* (rys. 4.12). Otrzyma się ponownie okno więzów.



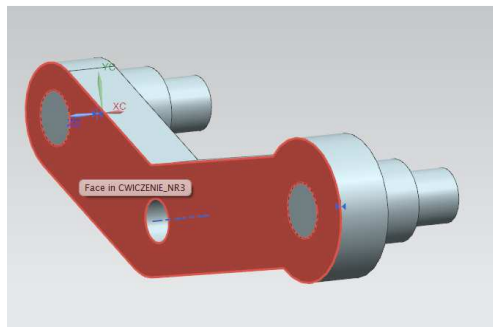
Rys. 4.12. Okno wyboru więzów z pozycji okna nawigacji

Należy wybrać polecenie **Touch** zgodnie z rys. 4.13. Następnie po jego wyborze w zakładce okna trzeba kliknąć na powierzchnie brył w następujący sposób: najpierw na bryłę zgodnie z rys. 4.14, następnie na bryłę zgodnie z rys. 4.15. Spowoduje to przemieszczenie się elementu i zmianę jego położenia. Wiąz, który został zastosowany, odpowiada za przyleganie dwóch obiektów. Po wykonaniu tych czynności powinno powstać złożenie zgodne z rys. 4.16.

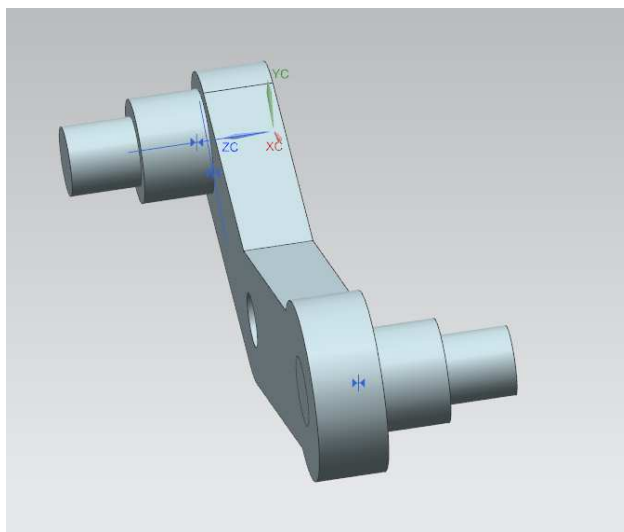
Rys. 4.13. Okno więzów – wybór **Touch**



Rys. 4.14. Wybór pierwszej powierzchni dla *Touch*



Rys. 4.15. Wybór drugiej powierzchni dla *Touch*

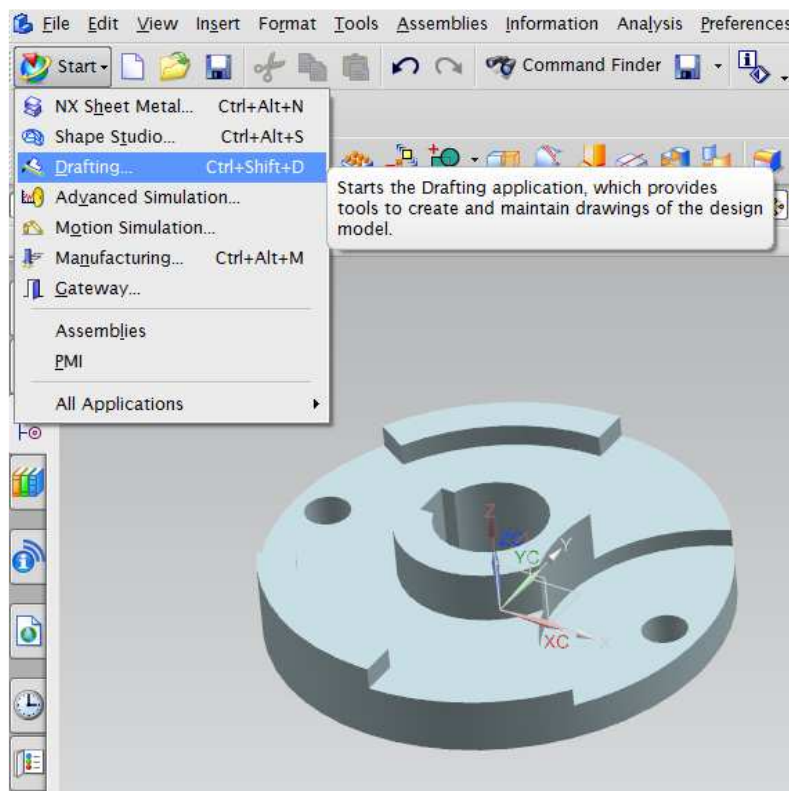


Rys. 4.16. Złożenie z zastosowaniem dwóch rodzajów więzów: *Touch* oraz *Infer Center/Axis*

5. DRAFTING – DOKUMENTACJA TECHNICZNA

W Siemens NX przekroje, widoki, wyrwania, widoki szczegółowe – dokumentacja techniczna, są wykonywane w module **Drafting**. Tworzenie dokumentacji technicznej z modeli i ze złożeń następuje automatycznie. Wszystkie zmiany wprowadzone później w modelu aktualizują dokumentację. Do tworzenia dokumentacji wykorzystuje się model o nazwie Drafting.prt. Jeśli nie posiada się modelu, należy go wykonać zgodnie z rys. 5.14 (s. 138.).

Gdy posiada się już model wykonany z zastosowaniem modułu **Model**, trzeba otworzyć moduł do tworzenia dokumentacji. W tym celu klika się na pasku narzędzi START i postępuje zgodnie z rys. 5.1. Można również wejść do dokumentacji technicznej, używając CTRL + SHIFT + D. Po uruchomieniu modułu otworzy się okno **Sheet** (arkusz) jak na rys. 5.2.



Rys. 5.1. Umieszczenie modułu **Drafting**

Rys. 5.2. Okno *Arkusz*

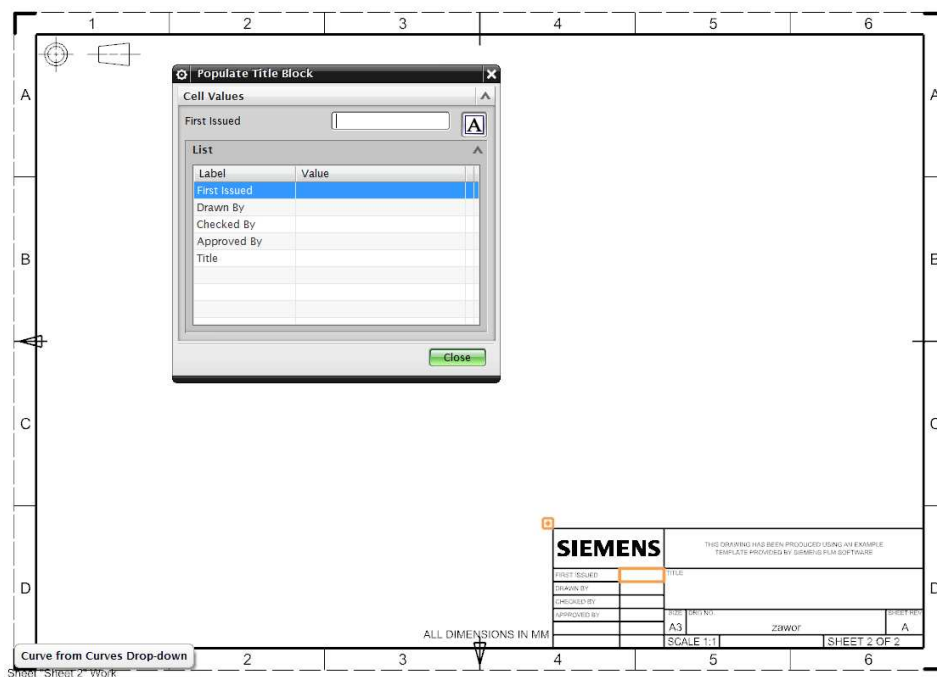
W oknie *Sheet* definiuje się wszystkie dane potrzebne do rozpoczęcia rysowania. W zakładce *Size* definiuje się format, na jakim będzie możliwe wykonywanie rysunku. Do wyboru są trzy opcje:

- ***Use Template*** – dostępne są szablony z gotowymi ramkami, tabliczkami rysunkowymi, nie można zaś wybrać rodzaju rzutowania ani jednostek,
- ***Standard Size*** – można wybrać rozmiar arkusza, ale na nim nie ma już ramek ani tabliczek. Trzeba je wykonać samodzielnie lub wczytać z jakiegoś szablonu. Można natomiast wybrać rodzaj rzutowania oraz jednostki,

- **Custom Size** – samodzielnie decyduje się o parametrach arkusza, wysokości i szerokości tabeli.

Dodatkowo w oknie *Sheet* w zakładce *Settings* istnieje możliwość wyboru jednostek, a w zakładce *Projection* – możliwość wyboru rzutowania: europejskiego lub amerykańskiego. Metoda europejska jest widoczna po lewej stronie.

W oknie należy wybrać opcję *Use Template*, a następnie rozmiar rysunku A3 i kliknąć OK. Przechodzi się do dokumentacji technicznej, przy czym automatycznie włącza się okno uzupełnienia tabeli rysunkowej (rys. 5.3).



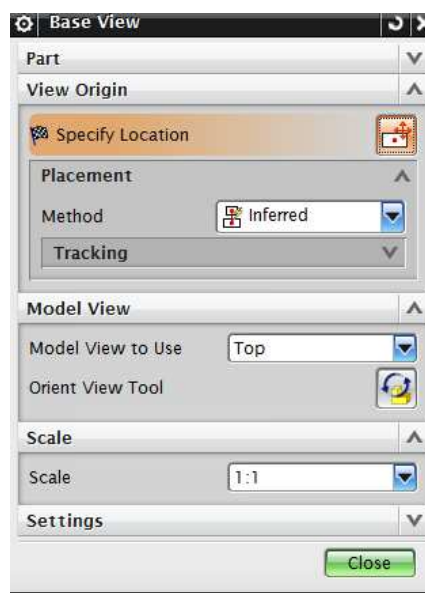
Rys. 5.3. Arkusz okna A3 oraz okno uzupełnienia tabeli

Kolejno można wprowadzić dane dotyczące wykonawcy dokumentacji technicznej – *Drawn By*, i sprawdzającego – *Checked By*. Można pominąć ten aspekt, klikając *Close*. Po kliknięciu *Close* uruchamia się kolejne okno – *View Creation Wizard*. Odpowiada ono za tworzenie rzutów przez pewne automatyczne ustawienia – taka metoda nie jest w omawianym przypadku potrzebna, dlatego należy po raz kolejny kliknąć *Cancel*.

Aby wykonać pierwszy z rzutów, trzeba wywołać polecenie **Base View** (rys. 5.4). Po jego włączeniu otrzyma się okno definiowania pierwszego z rzutów (rys. 5.5).

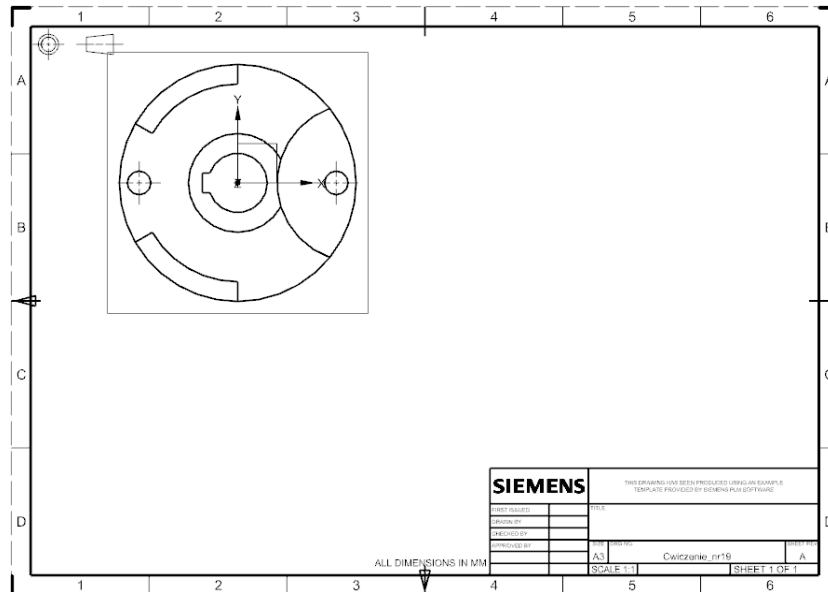


Rys. 5.4. Umieszczenie polecenia **Base View**



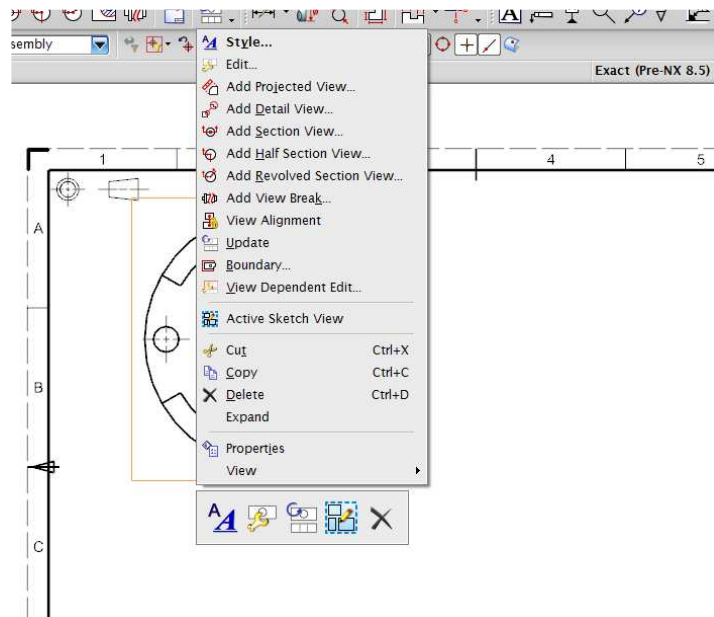
Rys. 5.5. Okno polecenia **Base View**

W zakładce **Model View** decyduje się, w jaki sposób będzie wyświetlany widok główny. Jeżeli żaden z zaproponowanych przez program widoków nie pasuje, można go ustawić samodzielnie za pomocą **Orient View Tool**. Zakładka **Scale** umożliwia ustalanie skali. Należy ustalić parametry jak na rys. 5.3. Po kliknięciu OK oraz wskazaniu umiejscowienia pierwszego z widoków powinno się otrzymać rys. 5.6.



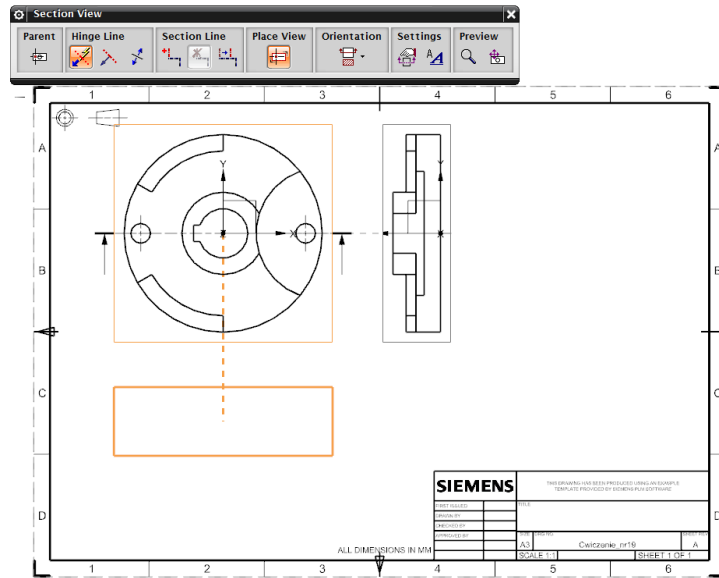
Rys. 5.6. Pierwszy z rzutów

W dalszej kolejności przechodzi się do wykonania drugiego z rzutów. W tym celu należy najechać na już stworzony rzut i kliknąć PPM. Zostanie wywołane okno pokazane na rys. 5.7. Jest to okno, w którym do już istniejącego

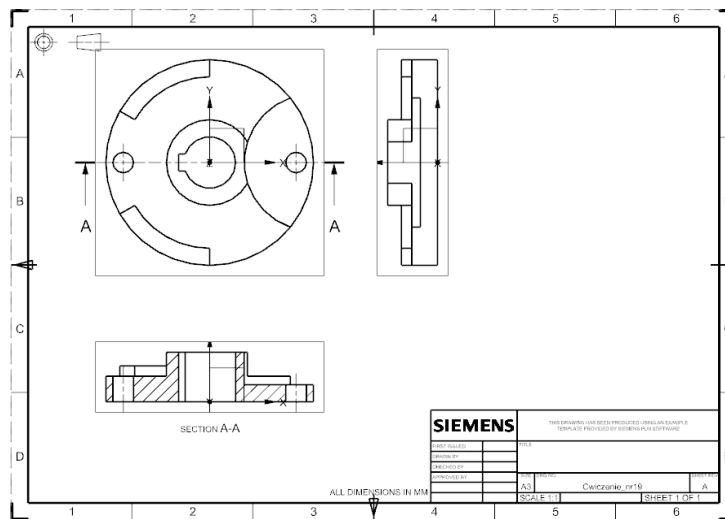


Rys. 5.7. Dodawanie kolejnych przekrojów, rzutów, widoków dla już istniejącego rzutu

Po kliknięciu środka układu współrzędnych, a następnie przeciągnięciu w dół myszki podświetli się sposób wykonania przekroju, a także umiejscowienie jego wykonania. Następuje to przez kliknięcie w środek układu współrzędnych, czyli wskazanie miejsca, przez które ma przechodzić wykonywany przekrój (rys. 5.10). Po zatwierdzeniu jego umiejscowienia powinno się otrzymać rys. 5.11.



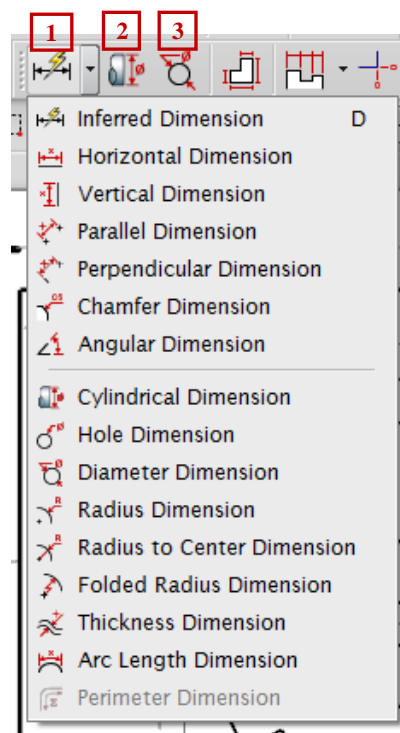
Rys. 5.10. Podświetlenie wykonywanego przekroju



Rys. 5.11. Gotowy przekrój wraz z pozostałymi dwoma rzutami

Aby dodać wymiary do wykonanego rysunku, należy najechać na pasek narzędzi (rys. 5.12). Jak widać na rys. 5.12, oznaczono trzy pozycje odpowiadające za wykonywanie wymiarów:

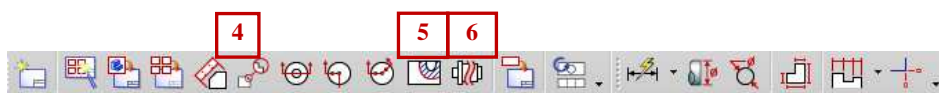
- 1 – zakładka zawierająca wszystkie wymiary,
- 2 – szybkie wymiarowanie brył obrotowych,
- 3 – określanie średnicy.



Rys. 5.12. Umieszczenie poleceń odpowiadających za wymiarowanie; 1-3 – objaśnienia w tekście

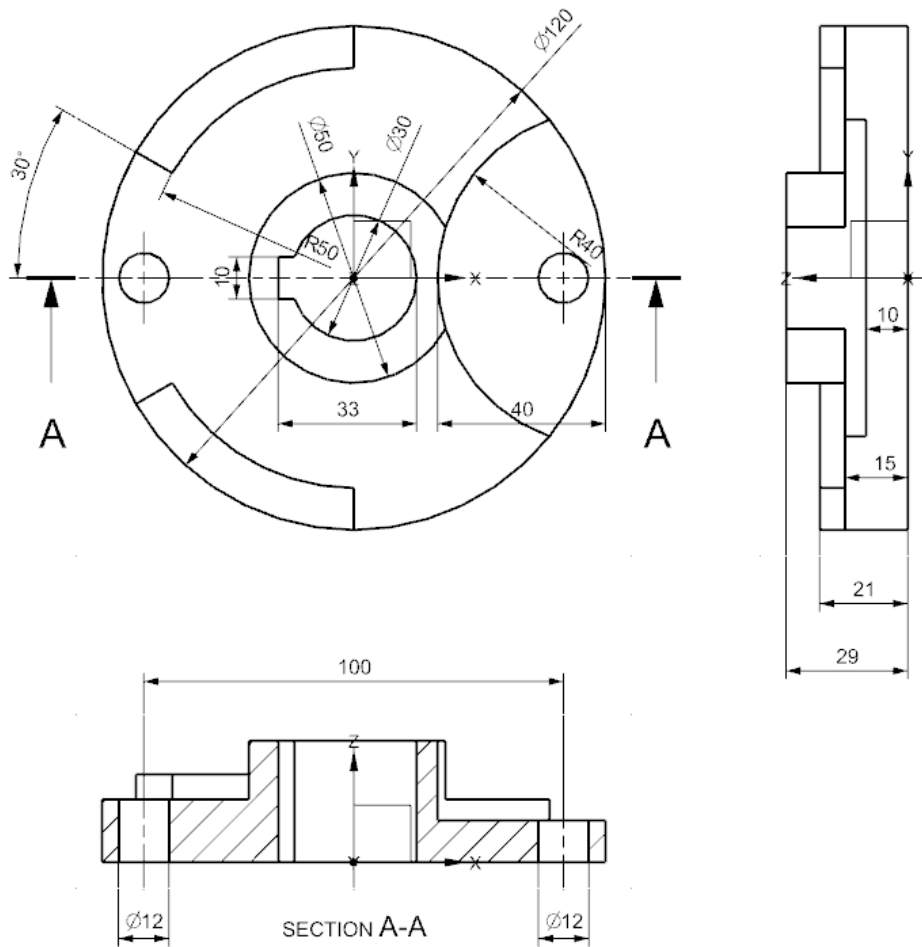
Dodatkowo w pasku narzędzi można znaleźć polecenia odpowiadające za następujące wymiary (rys. 5.13):

- 4 – widok detalu,
- 5 – wyrwanie,
- 6 – przerwanie widoku.



Rys. 5.13. Umieszczenie dodatkowych poleceń odpowiadających za wymiarowanie; 4-6 – objaśnienia w tekście

Kolejnym krokiem jest wymiarowanie części zgodnie z rys. 5.14.

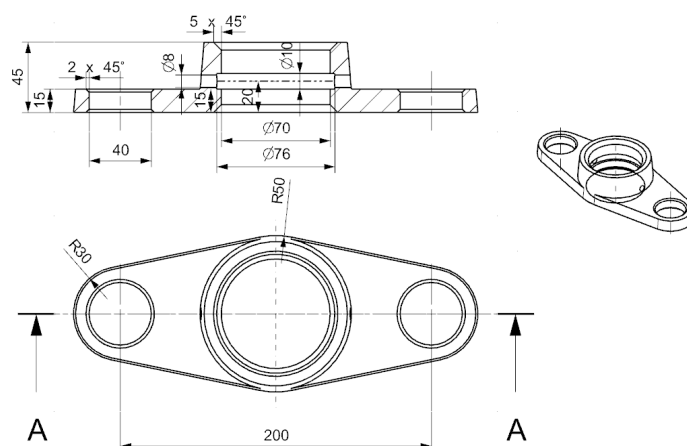


Rys. 5.14. Gotowa część wraz z wymiarami

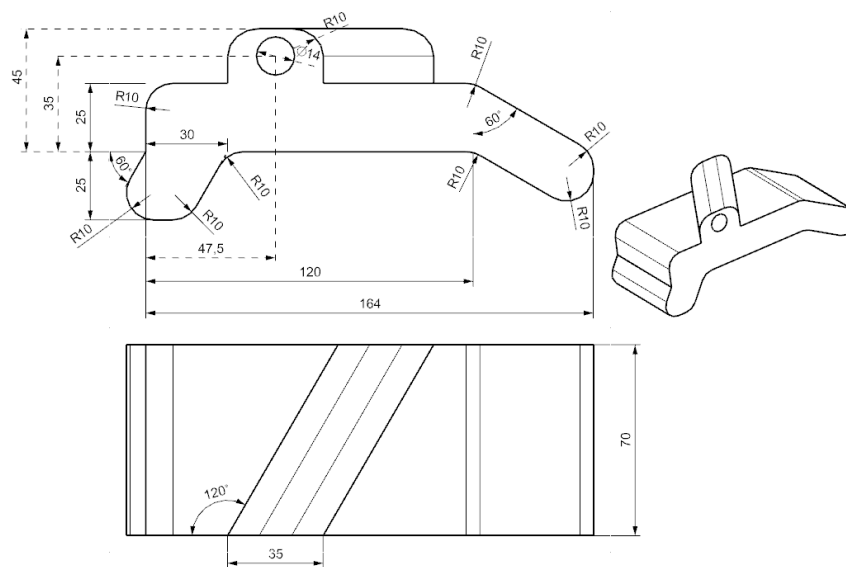
Przykład ten kończy rozważania poświęcone podstawom modelowania CAD w programie NX. Nie zostały tutaj pokazane wszystkie opcje oraz możliwości programu NX. Publikacja ta ma spełniać rolę podręcznika dla osób chcących poznać od początku możliwości oraz podstawy modelowania CAD. W celu zaznajomienia się z dodatkowymi poleceniami oraz większymi możliwościami i funkcjonalnością oprogramowania NX zapraszamy na kursy organizowane na poziomie zaawansowanym, poszerzające tę wiedzę.

6. DODATKOWE RYSUNKI

W tym rozdziale zamieszczono rysunki modeli, które zostały wcześniej wykorzystane (rys. 6.1 i 6.2).



Rys. 6.1. Część 1. wykorzystana w pkt 3.1



Rys. 6.2. Część 2. wykorzystana w pkt 3.1

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Adams V., Askenazi A.: Building Better Products with Finite Element Analysis, 1998
- [2] Balonek K., Gozdur S.: Wprowadzenie do metody elementu skończonego, AGH, Kraków 2012 (<https://www.google.pl>)
- [3] Banaś K.: Wprowadzenie do MES, AGH, Kraków 2012 (<https://www.google.pl>)
- [4] Banerjee P.K.: The boundary element methods in engineering, McGraw-Hill Book Company, London 1994
- [5] Becker A.A.: The boundary element method in engineering. A complete course, McGraw-Hill Book Company, 1992
- [6] Brebbia C.A., Domingues J.: Boundary elements. An introductory course, CMP, McGraw-Hill Company, New York 1992
- [7] Burczyński T.: Metoda elementów brzegowych w mechanice, WNT, Warszawa 1995
- [8] Cichoń C.: Metody obliczeniowe. Wybrane zagadnienia, WPS, Kielce 2005
- [9] Cook R.D., Malkus D.S., Plesha M.E., Witt R.J.: Concept and application of finite element analysis, Wiley Hardcover, 2001
- [10] Dacko M., Borkowski W., Dobrociński S., Niezgoda T., Wieczorek M.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Arkady, Warszawa 1994
- [11] Gawroński W., Kruszewski J., Ostachowicz W., Tarnowski J., Wittbrodt E.: Metoda elementów skończonych w dynamice konstrukcji, Arkady, 1984
- [12] Józwiak D.: NX: projektowanie form wtryskowych. CAM division, Błonie 2014
- [13] Kane J.H.: Boundary element analysis in engineering continuum mechanics, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1994
- [14] Kleiber M.: Komputerowe metody mechaniki ciał stałych, PWN, Warszawa 1995
- [15] Kołodziej J.A.: Wybrane zagadnienia z mechaniki płynów w ujęciu komputerowym, WPP, Poznań 2003
- [16] Mazur J., Polakowski K.: Graficzny i komputerowy zapis konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012
- [17] NX.9.0 Documentation, 2013
- [18] NX Nastran Release Guides
- [19] Pacana J.: Parametryczne projektowanie CAD z wykorzystaniem systemu Unigraphics NX, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2005
- [20] Rakowski G., Kacprzyk Z.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005
- [21] Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T.: Zaawansowana Metoda Elementów Skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000

- [22] Szmelter J.: Metody komputerowe w mechanice, PWN, Warszawa 1980
- [23] Zielnica J.: Wytrzymałość materiałów, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996
- [24] Zienkiewicz O.C.: Metoda elementów skończonych, Arkady, Warszawa 1972
- [25] Zienkiewicz O.C., Taylor R., Zhu J.: Finite Element Method, Its Basis & Fundamentals, Elsevier, Oxford 2005
- [26] www.drbinde.de

MODELOWANIE W SYSTEMIE NX CAD

Streszczenie

Tematyka monografii jest poświęcona współczesnym technikom modelowania z zastosowaniem komputerowego oprogramowania wspomagania projektowania CAD z wykorzystaniem programu Siemens NX. Obserwowany od wielu lat intensywny rozwój przemysłu objawia się między innymi dążeniem do maksymalnego skrócenia czasu projektowania urządzeń lub komponentów urządzeń i możliwie szybkim wdrożeniem nowych produktów do sprzedaży. Istotnego znaczenia nabierają: skrócenie czasu trwania prac koncepcyjnych, zmniejszenie liczby wykonywanych prototypów urządzenia oraz projektowanie procesu technologicznego – wytwórczego już na etapie prac projektowych w przestrzeni wirtualnej komputerów. Ważne stają się zatem dobór narzędzi do obróbki mechanicznej i projektowanie trajektorii ruchu tych narzędzi.

Tematyka monografii wiąże się z przekazywaniem umiejętności projektowania urządzeń z wykorzystaniem programu Siemens NX w obszarze modelowania bryłowego, złożów urządzeń z komponentów oraz przygotowania dokumentacji technicznej. Przybliży tajniki modelowania w systemie Siemens NX. Zawiera zestaw ćwiczeń do samodzielnego wykonania, mających motywować Czytelników do pogłębienia umiejętności obsługi tego systemu.

Część wstępna monografii wskazuje znaczenie i możliwości, jakich dostarcza oprogramowanie Siemens NX w zakresie projektowania i wdrażania urządzeń do produkcji. W rozdziale 2. omówiono podstawowe zagadnienia związane z uruchamianiem oprogramowania, opisano znaczenie jego poszczególnych modułów i scharakteryzowano jego interfejs graficzny. Rozdział 3. jest najbardziej rozbudowaną częścią monografii. Omówiono w nim pracę z modelem, a w szczególności: manipulacje widokiem rysunku, operacje z wykorzystaniem warstw rysunku, różne rodzaje poleceń (m.in. *Show and Hide*, *Edit Object Display*, *Quick Pick*), układy współrzędnych, modelowanie pełnoekranowe, tworzenie szkiców, wykorzystywanie elementów typu *Feature*.

MODELLING IN THE NX CAD SYSTEM

Summary

The subject matter of the presented monograph concerns contemporary modelling techniques by means of CAD computer aided design software and using the Siemens NX programme in particular. The intensive development of industry that we have observed for many years manifests itself, among others, in the strive to maximally shorten the designing time of machines and components and to implement, possibly quickly, new products to sales. A significant meaning, however, has shortening the duration time of conceptual works, reducing the number of constructed prototypes of a machine, as well as designing the technological-manufacturing process, already at the stage of design works in the virtual environment, which manifests itself in the selection of tools for mechanical processing, and designing movement trajectories for those tools.

The topic of the monograph is connected with the issues of teaching machine designing skills by using the Siemens NX programme in the area of solid modelling, component assemblies, and preparing technical documentation.

The authors introduce, in an intelligible way, the reader to the secrets of modelling in the NX Siemens system. The monograph includes a set of exercises to do individually, which by all means will motivate a potential reader to expand their skills in the area of using the Siemens NX system. In the introductory part the authors indicate the significance of possibilities provided by the Siemens NX software in the range of designing and implementation of machines to production. In the second chapter the authors discussed basic issues connected with starting the software, described importance of its particular modules and provided the description of its graphical interface. The third chapter is the most comprehensive part of the monograph, both in terms of text and drawings. This chapter is devoted to discussing such issues as work with a model that includes: manipulating drawing views, operations using drawing layers (*Show and Hide* command, *Edit Object Display* command, *Quick Pick* command), types of coordinate systems, full-screen modelling, developing sketches, using *Feature* elements.