

Ćwiczenie nr 2 - Tworzenie elementów powierzchniowych

Wprowadzenie

Modelowanie powierzchniowe stosujemy między innymi tam, gdzie zależy nam na utworzeniu złożonego kształtu o wysokich walorach estetycznych. Przykładem takich elementów są produkty gospodarstwa domowego, elementy zewnętrzne maszyn i urządzeń opakowania produktów itp. Wygląd tych obiektów jest kluczowy i decyduje o wyborze danego produktu przez kupujących.

Wysoką jakość poszczególnych powierzchni elementu i złożony kształt uzyskuje się stosując dwie podstawowe metody tworzenia:

- wykonywanie elementów na podstawie złożonych szkiców 2D, 3D i operacji na poszczególnych szkicach z zapewnieniem odpowiednich warunków przejść pomiędzy powierzchniami (gładkość); w ramach tej metody stosowane są również techniki modelowania bryłowego
- wykonywanie elementów na podstawie modyfikacji kształtu elementu przez operacje przesunięcia, obrotu fragmentów powierzchni - tzw. projektowanie swobodne

Obie te techniki mogą być ze sobą mieszane i równocześnie wykorzystywane.

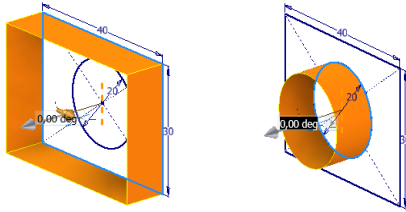
Przebieg procesu tworzenia elementu zależy też od posiadanych danych dotyczących docelowych gabarytów oraz preferowanego kształtu. W przypadku odtwarzania elementu na podstawie dokumentacji (zdjęcia lub rysunki) korzysta się głównie z technik wykorzystujących szkice oddające/odwzorujące kształt krawędzi w poszczególnych rzutach. W przypadku braku takich danych dotyczących kształtu dominujące może być wykorzystanie projektowania swobodnego.

W trakcie projektowania stosowane są zarówno elementy powierzchniowe jak i powierzchnie elementów bryłowych. Elementy powierzchniowe mogą być przetwarzane w elementy bryłowe a z elementów bryłowych możliwe jest uzyskiwanie elementów powierzchniowych.

Bieżące ćwiczenie dotyczy tworzenia elementów powierzchniowych metodą szkiców i operacji na szkicach. Następne ćwiczenie będzie dotyczyło projektowania swobodnego.

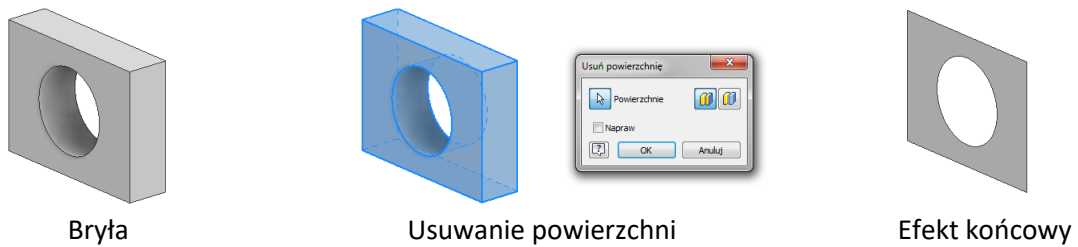
Tworzenie i zastosowanie podstawowych elementów powierzchniowych

Elementy powierzchniowe mogą być wykonywane standardowymi poleceniami tworzenia brył (wyciągnięcie, obrót, przeciągnięcie, wyciągnięcie złożone) ale z warunkiem tworzenia powierzchni a nie bryły. Jednak efekt takiego działania może być inny niż oczekiwany. Np. jeżeli chcemy zrealizować powierzchnię w formie płytki z otworem po środku to w wyniku narysowania szkicu i wskazania brzegu lub okręgu uzyskamy element jak na rysunku 1. Nie możemy wskazać kilku elementów czy obszarów ograniczonych.



Rys.1. Tworzenie powierzchni ze szkicu poleceniem Wyciągnięcie

Pewnym rozwiązaniem problemu jest wykonanie bryły a następnie usunięcie nadmiarowych elementów poleceniem **usuń powierzchnię** (polecenie dostępne w panelu *Zmień*) (rys. 2)

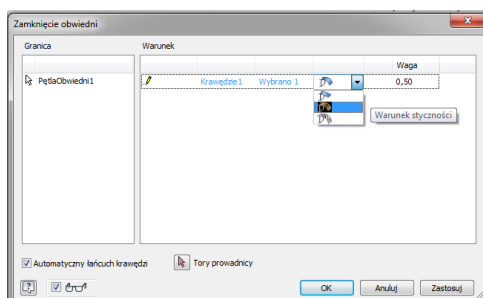


Rys. 2. Tworzenie powierzchni docelowej z bryły przez usunięcie wybranych powierzchni bryły

Są jednak polecenia dedykowane do tworzenia takich elementów. W rozważanym przypadku należy zastosować polecenie **Zamknij obwiednię** (panel *Powierzchnie*). W wyniku jego działania możemy utworzyć żądany element.

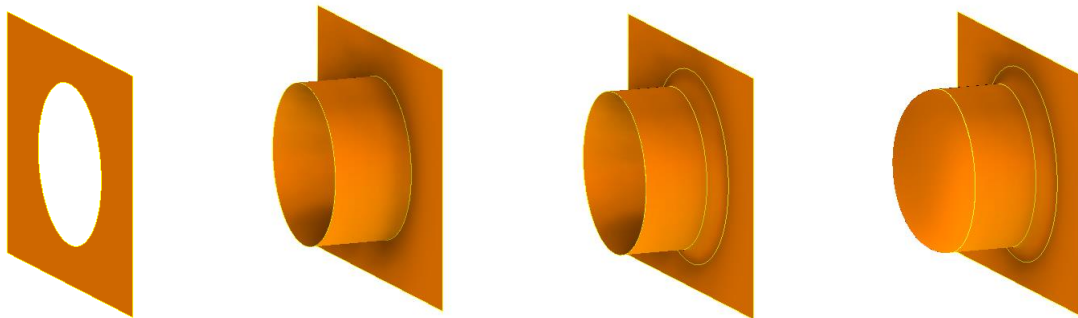
Poszczególne polecenia panelu *Powierzchnie* mają następujące zastosowania:

- - **Zszyć powierzchnie** – umożliwia połączenie dwóch lub więcej powierzchni w jeden element logiczny np. w celu zaokrąglenia styku obu powierzchni
- - **Powierzchnia prostokreślna** – umożliwia wykonanie powierzchni z wykorzystaniem istniejącej krawędzi powierzchni. Możliwe wykonanie powierzchni stycznych lub normalnych do istniejącej powierzchni.
- - **Zamknij obwiednię** – umożliwia wykonanie powierzchni w oparciu element szkicu. W przypadku tworzenia zamknięcia elementu (np. koniec rury) możliwe dodanie różnych warunków przejścia (rys. 3)



Rys. 3. Polecenie **Zamknij obwiednię** i wybór warunków przejścia

Rys. 4. Przedstawia kolejne fazy tworzenia powierzchni z zastosowaniem trzech omówionych poleceń





Tworzenie powierzchni poleceniem **Zamknij obwiednię**

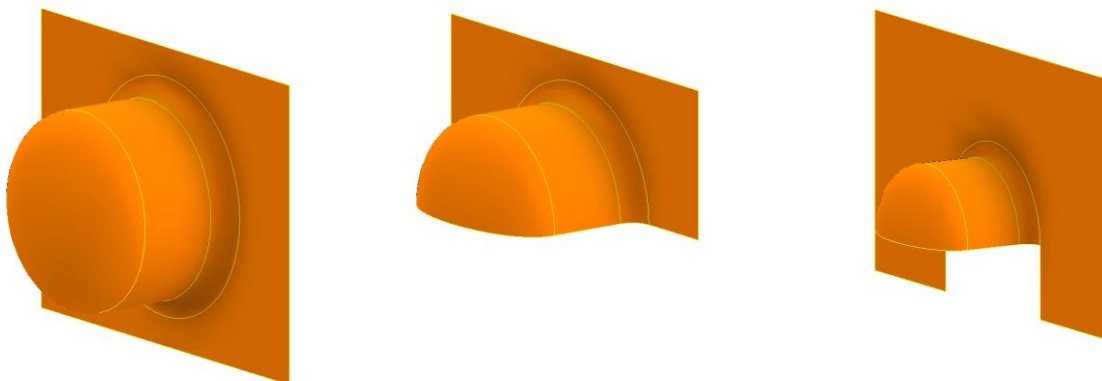
Wykonanie drugiej powierzchni poleceniem **Powierzchnia prostokreślna** z opcją normalny

Zszycie powierzchni w celu wykonania zaokrąglenia – polecenia **Zszycie powierzchni i Zaokrąglenie**

Dodanie zamknięcia poleceniem **Zamknij obwiednię** z warunkiem przejścia G2 - gładkie

Rys. 4. Etapy tworzenia elementu

-  - **Ucinanie powierzchni** – do cięcia można wykorzystać istniejące powierzchnie lub szkice 2D (pętle nieprzecinające się) lub powierzchnie konstrukcyjne (rys. 5)
-  - **Wydłużanie powierzchni** – wybraną powierzchnię można wydłużyć w jednym lub kilku kierunkach (rys. 5)




Element z rys. 4 po zszyciu. Uciąć można tylko 1 powierzchnię

Element po ucięciu płaszczyzną konstrukcyjną

Element po wydłużeniu powierzchni (wskazano wszystkie krawędzie proste)

Rys. 5. Operacja ucięcia powierzchni i wydłużenia powierzchni

-  - **Zamień powierzchnię** – zastępuje jedną z powierzchni bryły wybraną powierzchnią. Wskazana powierzchnia zostaje nowym licem bryły w miejsce poprzedniej (rys.6).




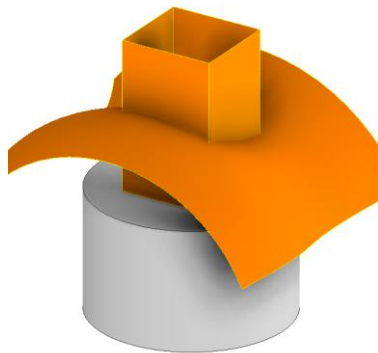
Bryła i powierzchnia dodatkowa

Po poleceniu **Zamień powierzchnię** (górną walca na powierzchnię dodatkową)

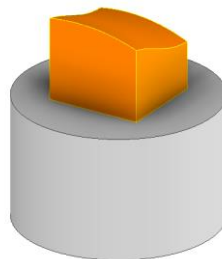
Bryła po wyłączeniu powierzchni dodatkowej

Rys.6. Polecenie **Zamień powierzchnię**

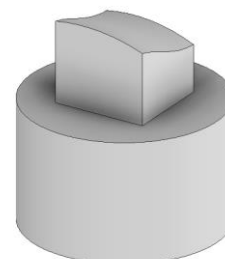
-  - **Rzeźba** – Modyfikuje bryłę przez dodanie lub usunięcie części z zastosowaniem elementów powierzchniowych (rys. 7.).



Bryła i dwie powierzchnie które stworzą wydzielony obszar





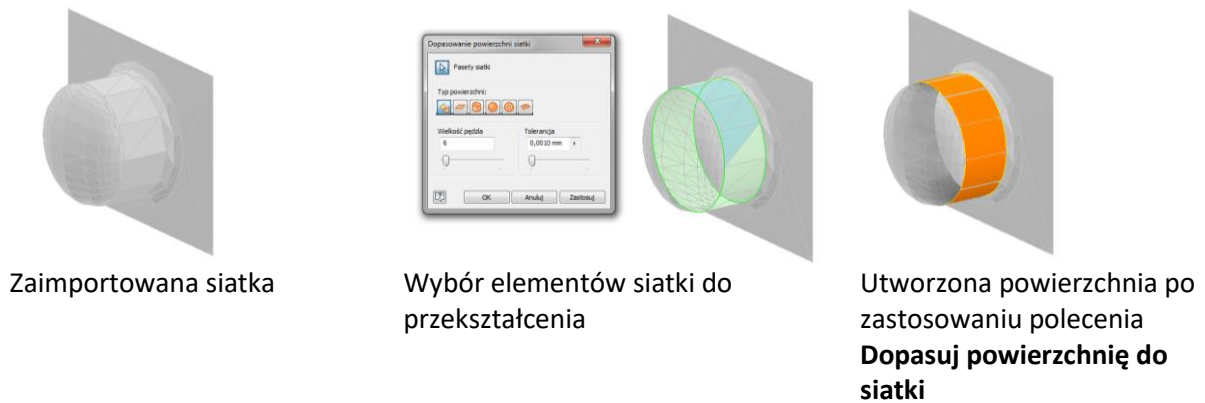
Widok wydzielonego obszaru ograniczonego bryłą i powierzchniami (widok po obcięciu powierzchni)



Bryła po poleceniu rzeźba i wskazaniu obu powierzchni. Widoczność powierzchni wyłączona. Powierzchnie nie muszą być ucinane


Rys. 7. Zastosowanie polecenia **Rzeźba**

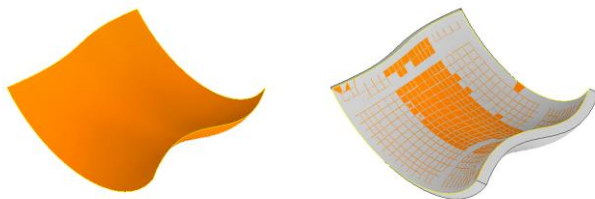
-  - **Napraw bryły** – umożliwia przejście do środowiska naprawczego w celu naprawy błędów w wybranym obiekcie bryłowym. Błędy mogą powstać w wyniku niepełnych danych w czasie importu brył lub w procesie ich tworzenia, zwłaszcza w czasie przeddefiniowywania elementów konstrukcyjnych użytych do dalszych operacji
-  - **Dopasuj powierzchnię do siatki** – polecenie stosowane w ramach importu z aplikacji zewnętrznych siatek elementów (rys. 8)



Rys. 8. Użycie polecenia **Dopasuj powierzchnię do siatki** do tworzenia powierzchni na bazie importowanej siatki z aplikacji zewnętrznej

Przekształcanie powierzchni w bryły

Elementy powierzchniowe mogą być przekształcone w bryłę przez dodanie grubości. Służy do tego polecenie  **Pogrubienie/odsunięcie** z panelu *Zmień*. Wybór jako element docelowy bryły w oknie polecenia powoduje powstanie bryły o zadanej grubości (rys. 9).




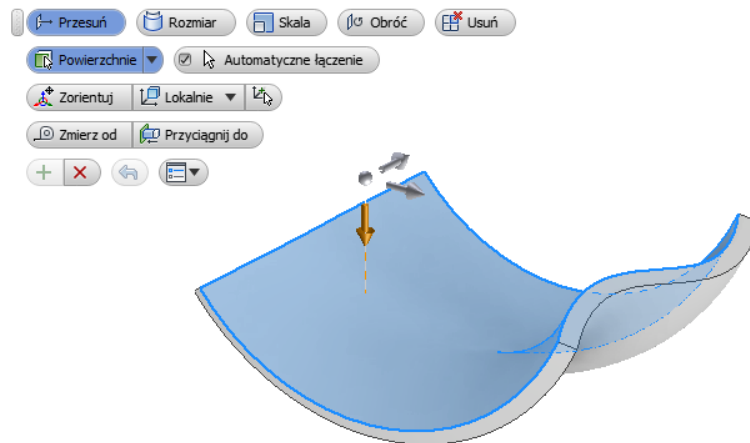
Rys. 9. Powierzchnia przekształcona w bryłę do pogrubieniu

Innym sposobem wykorzystania powierzchni jako elementów tworzących bryłę jest użycie poleceń **Rzeźba** i **Zamień powierzchnię** omówionych w poprzednim rozdziale

Edycja powierzchni brył

Edycję powierzchni brył przeprowadza się poleceniami z panelu *Zmień*

Poszczególne fragmenty/lica brył mogą być poddane modyfikacjom polegającym na przesunięciu, skalowaniu lub obróceniu wg wskazanych osi. Służy do tego polecenie **Edytuj bezpośrednio**. Widok opcji polecenia pokazano na rys. 10. Polecenie zgłasza się w formie okna pływającego. W pierwszym wierszu wybiera się operację jaka będzie wykonana a w drugim co podlega edycji (bryła czy powierzchnia). Kolejne przyciski wiersza trzeciego służą do ustawienia *narzędzia kierunków i osi operacji* (przycisk *zorientuj*) odwołania się do lokalnego lub globalnego układu współrzędnych (przycisk *Lokalnie/Globalnie*) czy wskazania końca osi operacji (przycisk na prawym końcu wiersza trzeciego) . Wiersz czwarty służy do określenia odległości *narzędzia* względem wskazanych punktów.



Rys. 10. Polecenie Edycja bezpośrednia

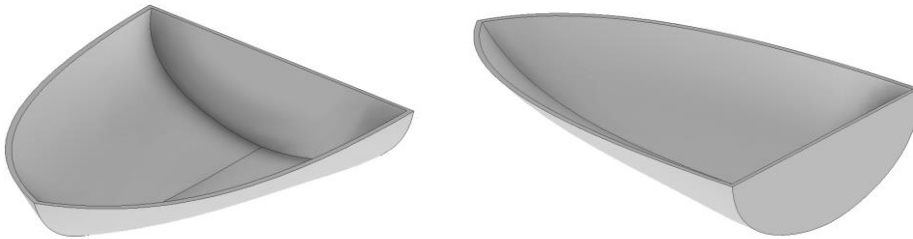
Polecenie **Podziel** (Podział) może służyć do podziału powierzchni bryły lub powierzchni na części składowe. Narzędziem podziału mogą być płaszczyzny konstrukcyjne, powierzchnie lub szkice. Polecenie te również umożliwia usunięcie części bryły lub podział bryły na dwie części (nie można wówczas stosować szkiców 3D).

Polecenie **Usuń powierzchnię** umożliwia usunięcie wybranych elementów bryły przekształcając istniejącą bryłę w zbiór powierzchni (przykład zastosowania rys.2).

Ćwiczenie nr 2. Modele powierzchniowe - Zadania do wykonania

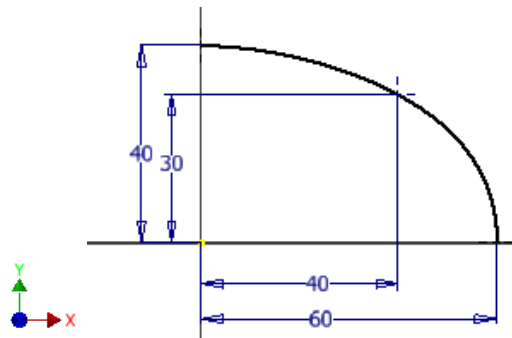
Zadanie 1. Tworzenie powierzchni i operacje na powierzchniach

Wykonać kształt jak na rysunku.

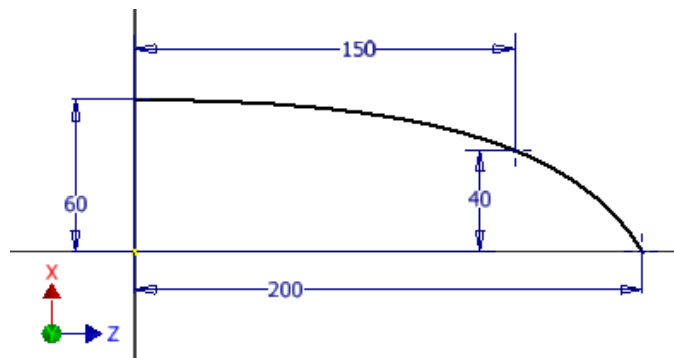


Element utworzyć wykorzystując operację zamknij obwiednię zdefiniowaną przez 3 szkice 2D lub 3D. Do utworzenia połowy dolnej części wykorzystać 3 szkice wykonane na 3 głównych płaszczyznach konstrukcyjnych.

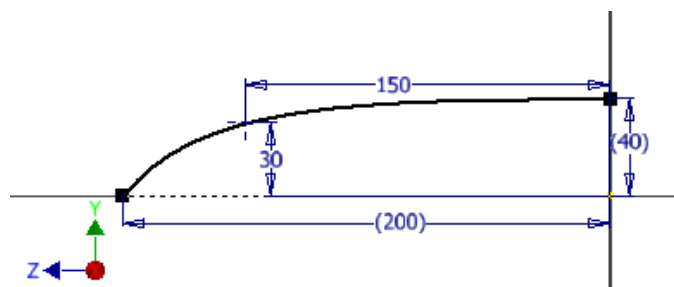
Na płaszczyźnie XY – splajn przez trzy punkty o współrzędnych $(0,40,0)$, $(40,30,0)$ i $(60,0,0)$.
W punktach końcowych splajnu zapewnić odpowiednio poziome i pionowe ustawienie stycznej



Na płaszczyźnie ZX (na rys. obok oś X pionowo) – splajn przez trzy punkty $(60,0,0)$, $(40,0,150)$ i $(0,0,200)$.
W punkcie $(60,0,0)$ zapewnić prostopadłe ustawienie stycznej do osi X



Na płaszczyźnie YZ (na rys. obok oś Z poziomo) – splajn przez trzy punkty $(0,40,0)$, $(0,30,150)$ i $(0,0,200)$.
W punkcie $(0,40,0)$ zapewnić prostopadłe ustawienie stycznej do osi Y



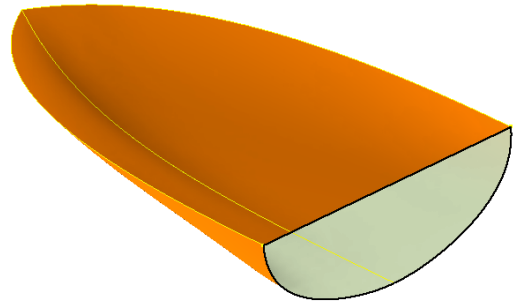
Wykonać **Zamknięcie obwiedni** wybierając trzy utworzone splajny.

Uwaga

Jeżeli w trakcie tworzenia szkiców wykorzystano polecenie Rzutuj geometrię to należy uzyskane w ten sposób elementy zamienić na elementy konstrukcyjne.

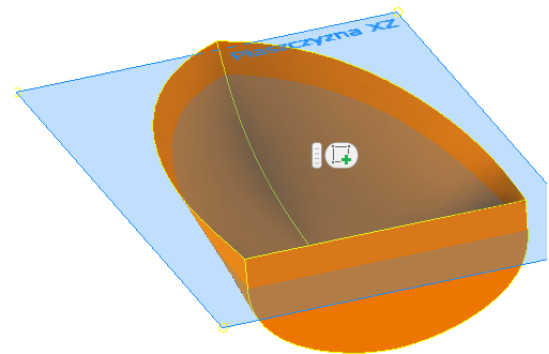
Powielić uzyskaną powierzchnię poleceniem **Odbij** względem płaszczyzny YZ.

Do wykonania 3 powierzchni (tył) wykonać dodatkowy szkic 2D lub 3D zawierający linię łączącą dwa wolne końce krawędzi wcześniej utworzonych powierzchni. Powierzchnię wykonać poleceniem Zamknięcie obwiedni.

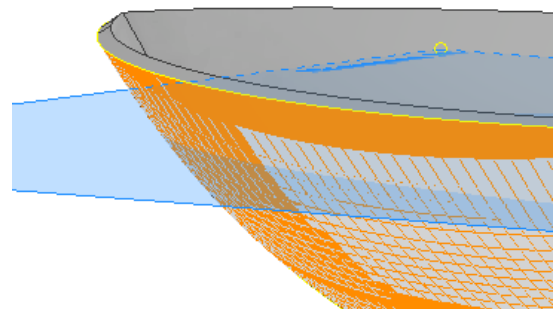


Połączyć uzyskane 3 powierzchnię w całość (polecenie Zszyj powierzchnie)

W celu uzyskania bryły należy wykorzystać polecenie **Pogrubienie**. Jednak aby zachować płaską górną część tworzonej bryły, wcześniej należy wydłużyć powierzchnię (polecenie Wydłuż powierzchnię) tak aby „wystawała” nad płaszczyznę XZ (np. o 10 mm)



Tak skorygowaną powierzchnię należy pogrubić do środka o 2 mm.



Ukryć element powierzchniowy (wyłączyć widoczność)

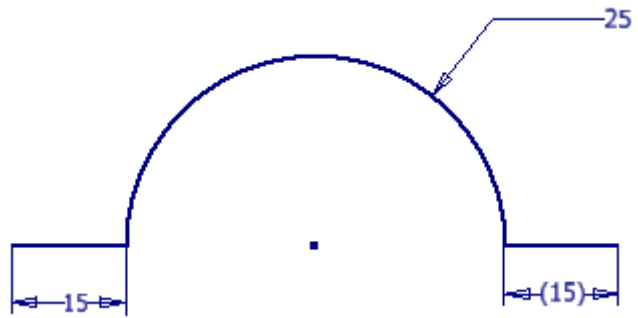
Poleceniem **Podziel** (opcja bryły) usunąć część ponad płaszczyznę XZ.

Zadanie 2. Tworzenie powierzchni i operacje na powierzchniach

a) Wykonać szkic w płaszczyźnie XY zgodnie z rysunkiem

- promień łuku (połowa okręgu) 25mm

- długości odcinków prostych 15mm

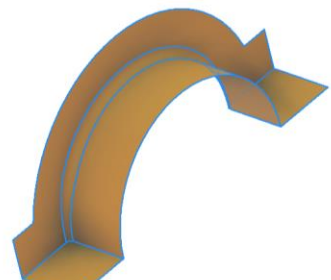
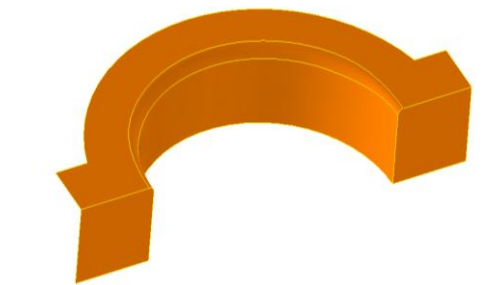
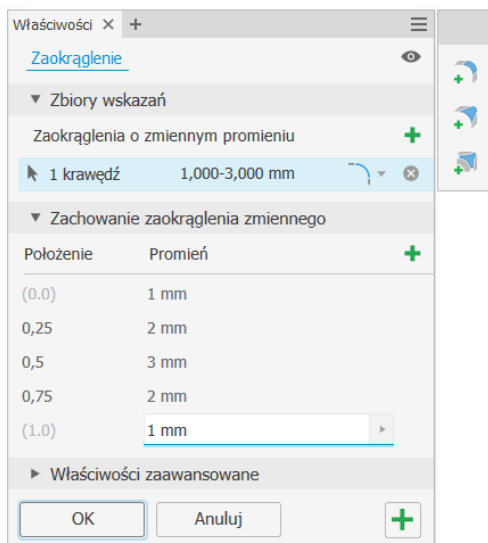


b) Zastosować **Wyciągnięcie proste** ze szkicu na wysokość 15mm (w kier. Osi Z)

c) Wykonać **Powierzchnię prostokreślną** z opcją normalny (z górnej krawędzi powierzchni) na odległość 10mm

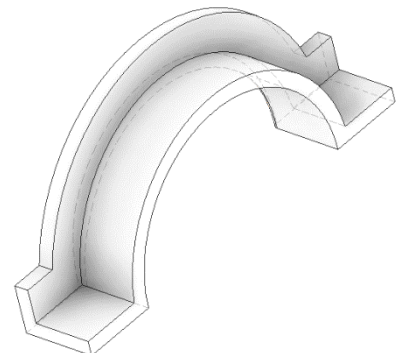
d) Poleceniem **Zszyj powierzchnie** połącz obie powierzchnie w jedną

e) Poleceniem **Zaokrąglenie** (ze zmiennym promieniem) wykonać zaokrąglenie zgodnie z rysunkiem



f) poleceniem **Pogrubienie/odsunięcie** utworzyć bryłę przez wskazanie powierzchni pokazanych na rysunku i nadanie grubości/odległości 1mm.

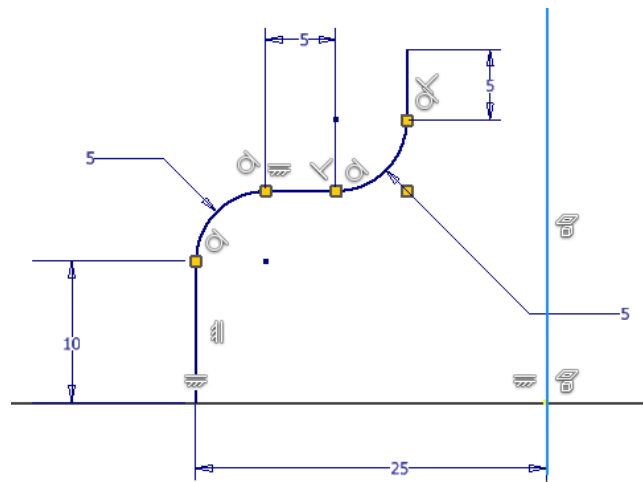
Zmienić odległość na 3 mm – zaobserwować zmiany



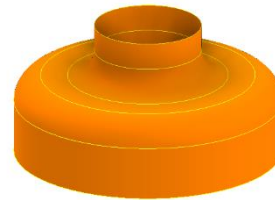
Zadanie 3. Tworzenie powierzchni i operacje na powierzchniach

a) Wykonać szkic w płaszczyźnie XY zgodnie z rysunkiem

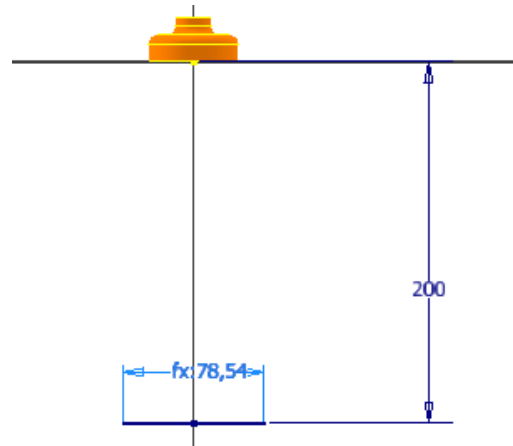
- promień łuków 5mm
- długości odcinków prostych 5 i 10 mm
- odległość odcinka pionowego od początku układu 25 (wymiar nazwać PR)



b) Wykonać element powierzchniowy poleceniem **Obrót** (względem osi Y)



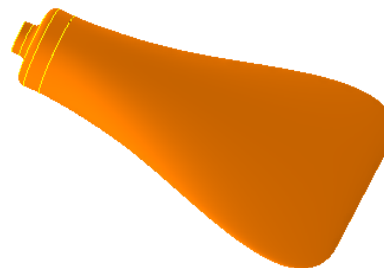
c) wykonać szkic zgodnie z rysunkiem (płaszczyzna XY) składający się z linii poziomej o długości równej $PR \cdot \pi$ (połowa obwodu dolnej części utworzonej w poprzednim punkcie elementu)



d) wykonać zamknięcie dolnego otworu (**Zamknij obwiednię**). Wybrać warunek G2 z wagą 0.5 i wskazać jako tor prowadnicy narysowany w pkt c) linię

e) Zmienić wagę na 0,9 i zaobserwować efekt zmian wagi,

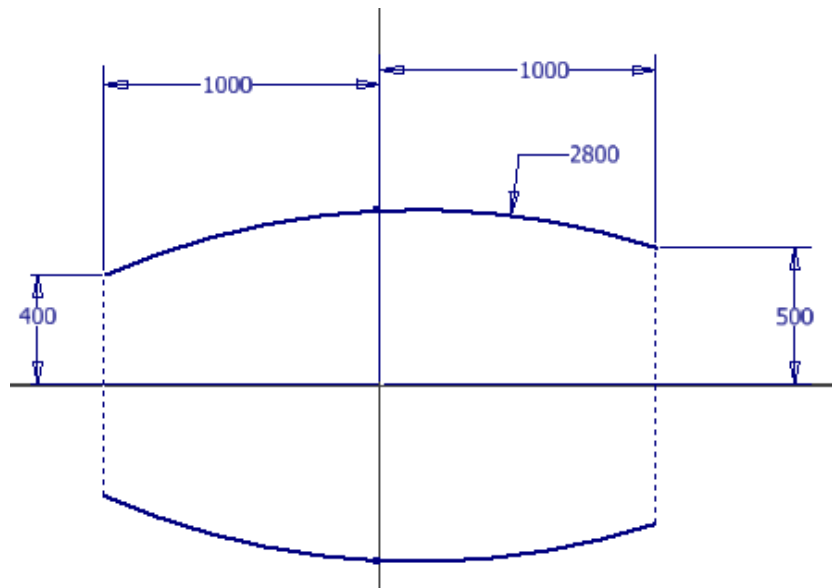
f) wprowadzić kilka torów przez modyfikację szkicu z pkt c) i zaobserwować efekt wprowadzonych zmian na kształt elementu



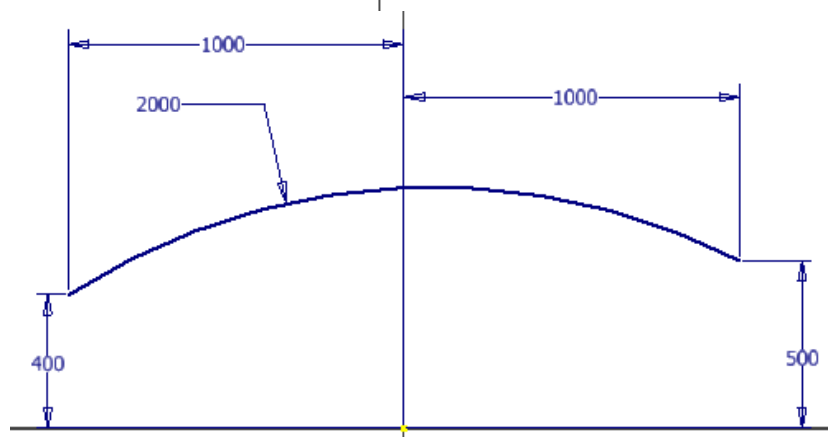
Zadanie 4. Tworzenie powierzchni i operacje na powierzchniach – projekt owiewki

1. Wykonać szkice zgodnie z rysunkiem

Na płaszczyźnie XY dwa łuki o promieniu 2800

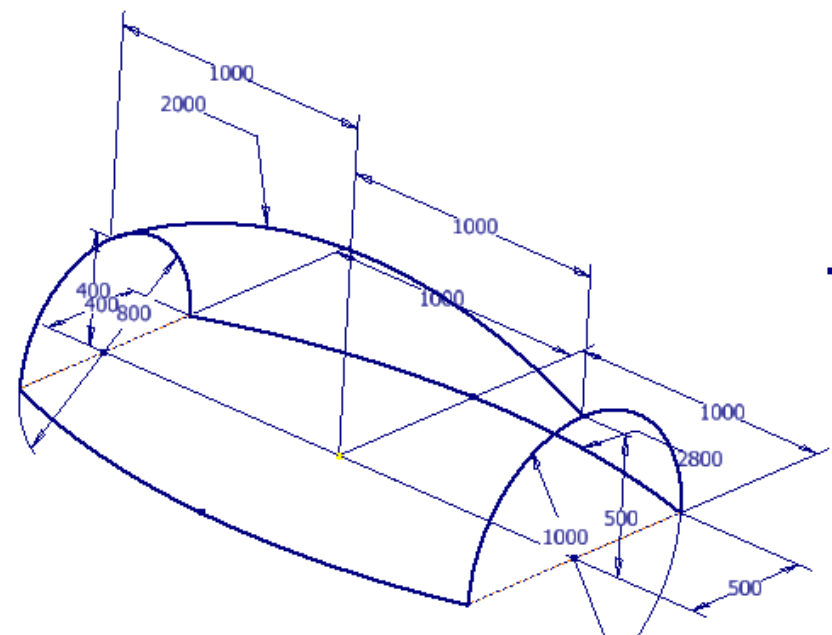


Na płaszczyźnie ZX łuk o promieniu 2000



Na płaszczyźnie YZ (+1000) półokrąg o promieniu 500 (średnicy 1000)

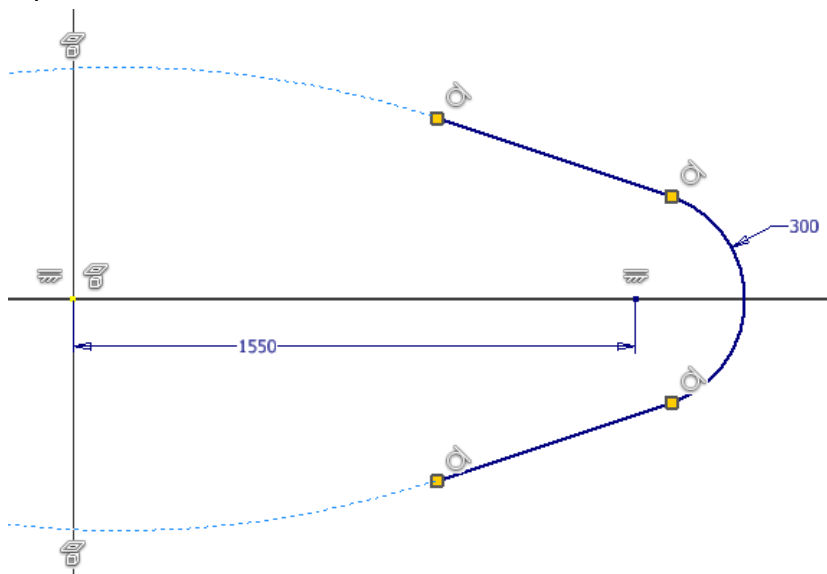
Na płaszczyźnie YZ(-1000) półokrąg o promieniu 400 (średnicy 800)



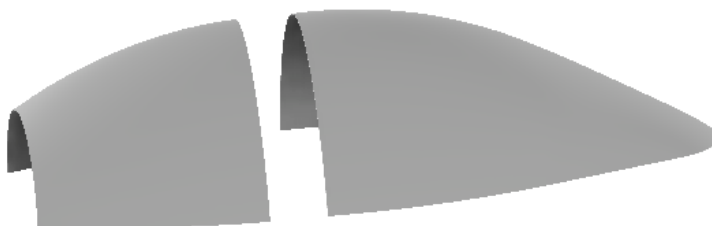
2. Poleceniem **Wyciągnięcie złożone** uzyskać Powierzchnię1 (wyciągnięcie dwóch łuków R400 i R500 po trzech torach (łuki R2000 i R2800))



3. Wykonać kolejny szkic na płaszczyźnie XY składający się z trzech łuków połączonych stycznie z łukami R2800.



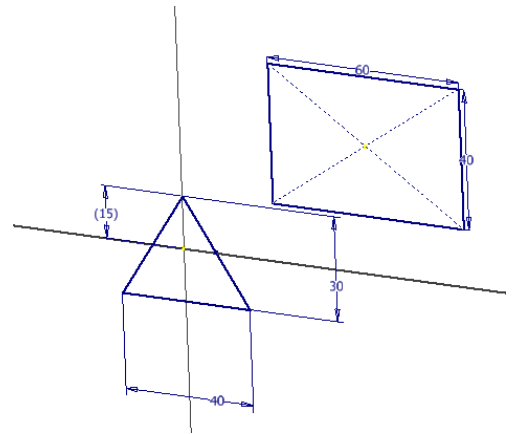
4. Poleceniem **Zamknij obwiednię** wykonać Powierzchnię2 opartą o łuk R500 (krawędź Powierzchni1 oraz 3 łuki ze szkicu z pkt3. Dla łuku R500 wybrać warunek styczności.
5. Zszyć obie powierzchnie (**Zszyj powierzchnie**)
6. Uzyskać bryłę przez **Pogrubienie** (5mm) zszycia
7. Podzielić bryłę (**Podział**) na dwa elementy składowe (płaszczyzna podziału YZ)
8. Poleceniem **Edytuj bezpośrednio** uzyskać rozsuniecie obu uzyskanych brył



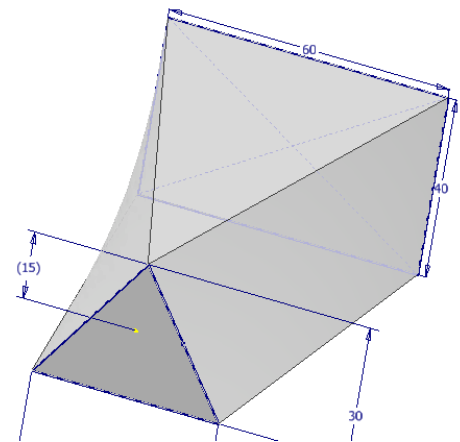
Zadanie 5. Zastąpienie powierzchni bryły i rzeźba bryły

a) wykonać dwa szkice:

- 1) na płaszczyźnie XY prostokąt o wymiarach 60 (w poziomie) i 40 (w pionie), umieszczony centralnie w początku układu współrzędnych,
- 2) na płaszczyźnie równoległej do XY (odległość 100) trójkąt równoramienny o wymiarach podstawa 40, wysokość 30 o wierzchołku odległym od początku układu o 15 (do góry)



b) poleceniem **Wyciągnięcie złożone** wykonać bryłę ustawiając odpowiednio warunki przejścia tak aby uzyskać bryłę zgodnie z rysunkiem. W czasie realizacji polecenia ustawić odpowiednio warunki przejścia wierzchołków trójkąta na wierzchołki prostokąta

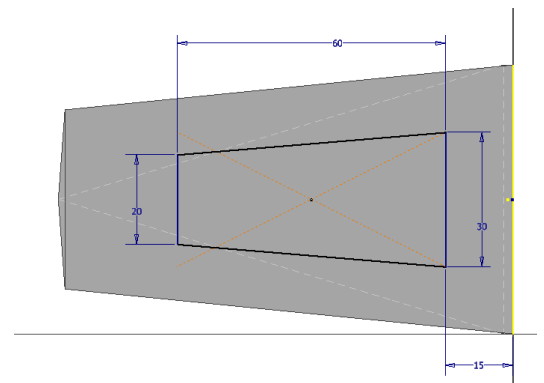


c) Poleceniem **Rzeźbienie** wykonać wycięcie w dolnej powierzchni bryły.

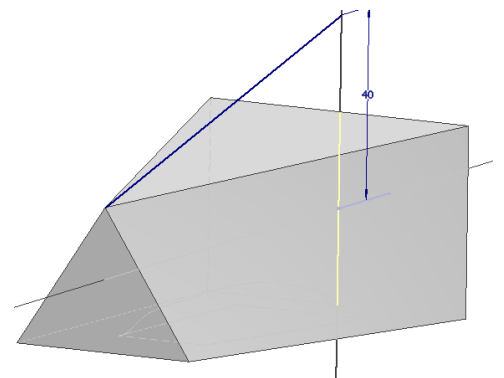
Wykorzystać do tego powierzchnię pomocniczą (P) wykonaną ze szkicu (trapez równoramienny o podstawach 30 i 20, wysokość 60; Podstawa odsunięta o 30 od krawędzi) na wysokość np. 10 mm.

Poleceniem **Zamknij obwiednię** na bazie utworzonej powierzchni pomocniczej (P) uzyskać powierzchnię (A) opartą o krawędzie (P) z warunkiem przejścia G2.

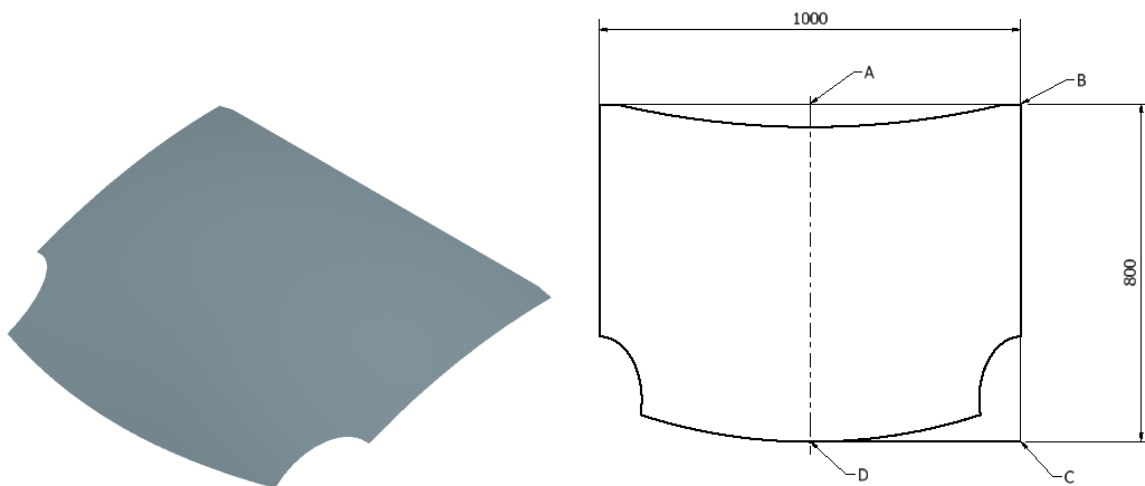
Wykonać rzeźbę uzyskując na dolnej powierzchni bryły zagłębienie o kształcie powierzchni (A)



d) Wykonać dodatkową powierzchnię (D) przez obrót szkicu wokół osi Z (płaszczyzna ZX) składającego się z dwóch linii jak na rysunku. Odległość styku końca linii pionowej i ukośnej od osi Z wynosi 40.



e) poleceniem **Zamień powierzchnię** zamienić górną powierzchnię bryły nową powierzchnią (D)

Zadanie 6 – Wykonać model maski samochodowej jak na rysunku

Model wykonać na podstawie 4 głównych punktów konstrukcyjnych dla połowy maski (przed zaokrągleniami) – widok na płaszczyznę XZ.

Punkty mają współrzędne A(0,0,0), B(500,-65,0), C(500,-300,-800) D (0,-250,-800). Stworzyć 2 dodatkowe płaszczyzny przez odsunięcie płaszczyzn XY o 800 i YZ o 500.

Wykonać 4 szkice w których każdy zawiera łuk. Odpowiednio łuki AB, AD, BC i DB

Np. na płaszczyźnie XY wykonać łuk AB, początek łuku w pkt A, koniec w pkt B, promień jest wynikiowy przez założenie, że styczna do łuku w pkt A jest pozioma.

Na płaszczyźnie XZ wykonać kolejno szkice umożliwiające uzyskanie ostatecznego wyglądu połowy maski. Na aby zrobić wycięcie od strony szyby wykonać łuk przecinający rzut profilu maski. Utworzyć powierzchnię poleceniem **Wyciągnij** na wysokość i w kierunku pozwalającym obciąć fragmenty maski – (polecenie **Utnij powierzchnię**). To wycięcie jest wykonane łukiem o promieniu R2000, łuk zaczyna się w punkcie (460,0,0) a styczna w końcu jest pozioma.

Pozostałe wycięcia wykonać przy pomocy łuku (R1300) i elipsy (długości półosi 150 i 100 odpowiednio, środek elipsy na końcu łuku R1300).

Wykonać odbicie lustrzane w celu uzyskania całości i po zszyciu pogrubić (0,5mm)

Zadanie 7 – Wykonać model na podstawie skanów elementów

Na podstawie dostarczonych/własnych skanów wykonać model elementu. Wykorzystać szkice w głównych płaszczyznach układu współrzędnych, rozpiąć między nimi powierzchnie (polecenia **zamknij obwiednię**, **powierzchnia prostokreślna** lub inne polecenia tworzenia elementów powierzchniowych np. Wyciągnięcie złożone) .