

Ćwiczenie nr 3 Kształt swobodny

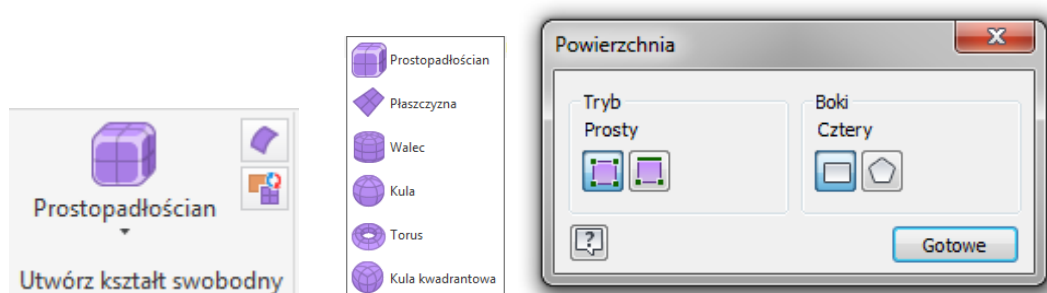
Wprowadzenie

Wykorzystanie modelowania swobodnego jest jedną z technik tworzenia elementów powierzchniowych. Technika opiera się na tworzeniu zarysu elementu przez wykonanie powierzchni o kształcie zbliżonym do docelowego (np. powierzchni płaskiej, walcowej czy innej) a następnie swobodne modyfikowanie poszczególnych ich fragmentów. Tworzona powierzchnia swobodna jest podzielona na segmenty (podział w dwóch kierunkach). Istnieje możliwość zmiany położenia poszczególnych segmentów, ich dzielenia, łączenia, usunięcia oraz innych modyfikacji. Prowadzone modyfikacje pozwalają na uzyskanie złożonych kształtów z zachowaniem ciągłości i gładkiego przejścia pomiędzy poszczególnymi fragmentami.

Tworzenie kształtu/powierzchni swobodnej

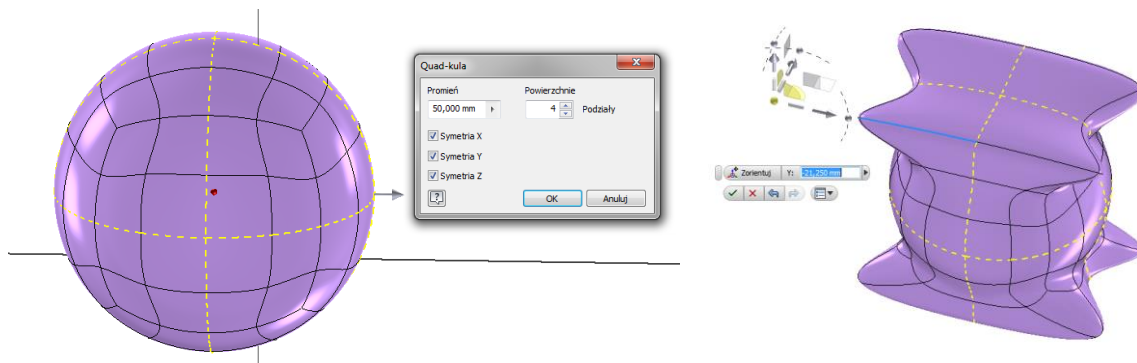
Kształt swobodny jest tworzony przez polecenia dostępne w panelu *Kształt swobodny* karty *Model 3D* środowiska części. Dostępne są trzy polecenia tworzenia (rys.1.):

- Tworzenie podstawowej powierzchni typu **prostopadłościan, płaszczyzna, walec, kula** (podział równoleżnikowo-południkowy), **torus, kula kwadrantowa** (podział na elementy czworokątne o zbliżonej wielkości).
- Polecenie **powierzchnia** wykorzystująca zdefiniowane wcześniej krawędzie i punkty. Polecenie ma dwa tryby (prosty – przez wskazanie wierzchołków oraz krawędź – wskazanie krawędzi i dwóch wierzchołków) oraz może opierać się o 4 lub inną ilość boków.
- Polecenie przekształć tworzące powierzchnię swobodną z istniejącej powierzchni bryły lub powierzchni.



Rys. 1. Polecenia tworzenia kształtu swobodnego

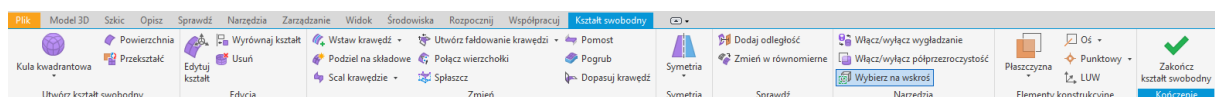
Polecenia te (oprócz polecenia powierzchnia) wymagają wskazania położenia i wartości geometrycznych oraz określenia na ile segmentów ma być podzielony dany kształt. Na rys. 2 pokazano okno polecenia **Kula kwadrantowa**. Dodatkowo założono pełną symetrię elementu co oznacza, że poszczególne sekcje będą umieszczane symetrycznie względem wybranych płaszczyzn (przy przekształcaniu).



Rys. 2. Polecenie kula kwadrantowa. Po prawej kula z opcjami symetrii po przekształceniu (poleceniem **edytuj kształt**)

Edycja kształtu swobodnego

Utworzony kształt swobodny może być poddany edycji. Po uruchomieniu edycji (dwuklik na odpowiedniej pozycji przeglądarki modelu lub wybór edycji z menu kontekstowego) wyświetlona zostaje dodatkowa karta przeznaczona do operacji na kształtach swobodnych (rys. 3).



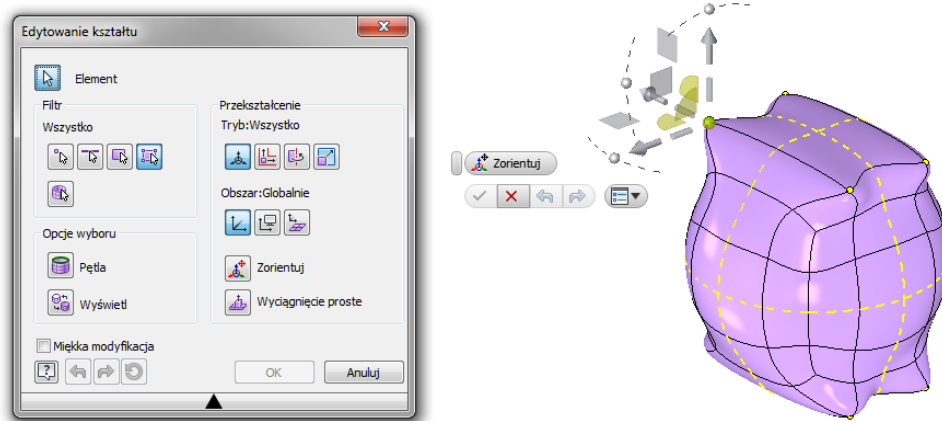
Rys. 3. Karta *Kształt swobodny*

Karta jest podzielona na sekcje odpowiadające za:

- Tworzenie kształtu swobodnego (jak w karcie Model 3D)
- Edycję: zmianę położenia lub usunięcie poszczególnych segmentów
- Zmianę: zmiana ilości segmentów przez podział lub łączenie oraz inne polecenia modyfikacyjne
- Zarządzanie symetrią: zarządzanie kształtem przez narzucenie symetrii względem wybranych płaszczyzn lub jej zniesienie
- Poprawę kształtu (Sprawdź): dodanie dodatkowych więzów określających odległość segmentów lub wierzchołków od wybranych elementów konstrukcyjnych (**dodaj odległość**) oraz ujednolicenie podziału na segmenty (polecenie **zmień w równomierne**)
- Sterowanie widokiem i sposobem wyboru (Narzędzia): włączenie lub wyłączenie wygładzania (kształt gładki lub z ostrymi przejściami), włączenie lub wyłączenie półprzezroczystości (kształt półprzezroczysty lub nie) oraz wybór wszystkich elementów kształtu w zaznaczonym obszarze (włączone **wybierz na wskroś**) lub tylko widoczne elementy w zaznaczonym obszarze (wyłączone **wybierz na wskroś**)

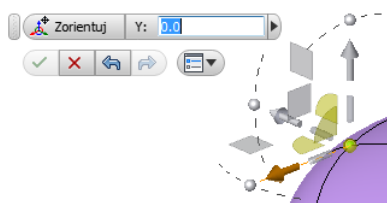
Szerszego omówienia wymagają polecenia edycji i zmiany. Działanie pozostałych poleceń jest intuicyjne i nie wymaga dalszych uwag.

Polecenie **Edytuj kształt** umożliwia przesunięcie, obrót, skalowanie wybranych elementów kształtu swobodnego (sekcji, wierzchołków, krawędzi) z użyciem filtrów wyboru oraz wyborem operacji. (Rys.4).

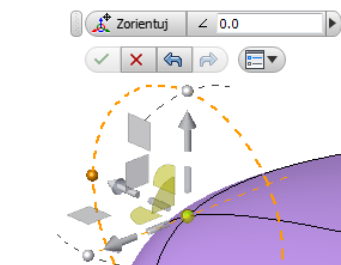


Rys. 4. Edytowanie kształtu

Wybór operacji można dokonać przez zaznaczenie odpowiedniego trybu przekształcania lub wskazanie na wybrany manipulator trójwymiarowego narzędzia edycji:



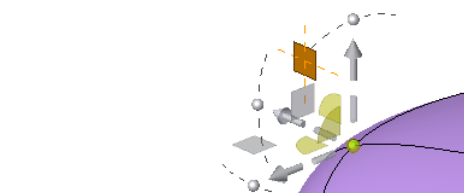
Grot – przesunięcie w wybranym kierunku



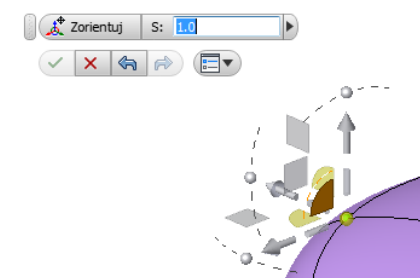
Kula – obrót względem wybranej osi



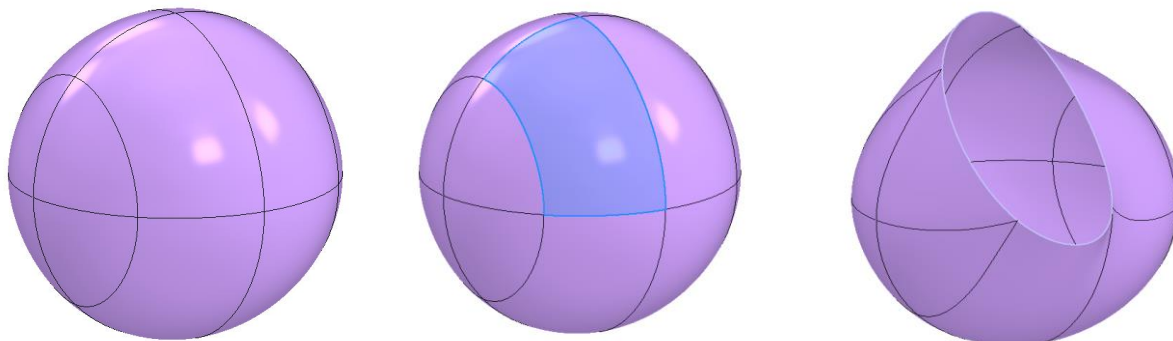
Płaszczyzna – przesunięcie wzdłuż wybranej płaszczyzny



Wycinka koła – skalowanie wg wybranej geometrii



Polecenie **Usuń** umożliwia usunięcie wybranego wierzchołka, krawędzi lub segmentów powierzchni. Usunięcie wierzchołka lub krawędzi powoduje zlepienie sąsiednich sekcji w jedną. Usunięcie wybranej sekcji powoduje powstanie otworu w powierzchni ale ze zmianą kształtu (krawędzie otworu są gładko połączone (rys. 5).

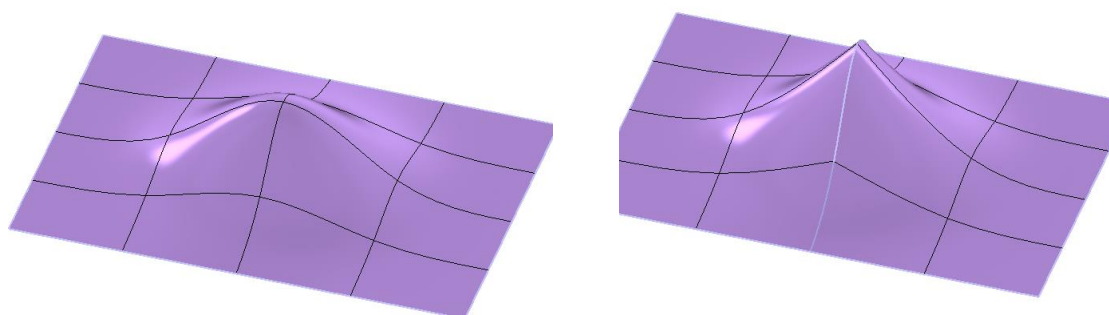


Rys. 5. Usunięcie wybranej sekcji powierzchni kulistej

Polecenie **Wyrównaj kształt** służy do zmiany lokalizacji wierzchołka lub płaszczyzny symetrii (jeżeli jest zdefiniowana) powierzchni swobodnej na wskazaną płaszczyznę docelową. Operacja dotyczy całej powierzchni.

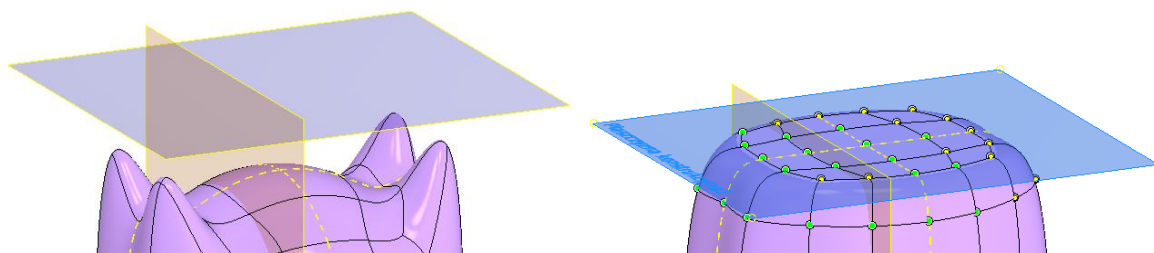
Polecenia sekcji *Zmień* takie jak **Wstaw krawędź**, **podziel na składowe**, **scal krawędzie**, **połącz wierzchołki** umożliwiają zmianę ilości segmentów przez manipulowanie wierzchołkami, krawędziami i segmentami. Pozwala to na zwiększenie dokładności (rozdzielczości) zmian w wybranych fragmentach powierzchni lub ograniczenie ilości węzłów/segmentów we fragmentach o zbliżonym wyglądzie.

Polecenia **Utwórz fałdowanie** powierzchni umożliwia wykonanie/cofnięcie wykonania ostrej krawędzi na wybranym elemencie (rys. 6)

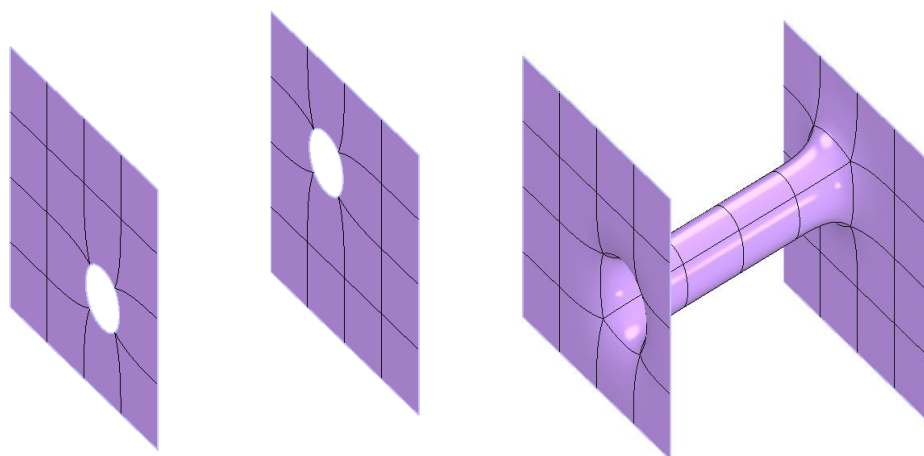


Rys. 6. Wykonanie ostrej krawędzi na kształcie poleceniem **Utwórz fałdowanie**

Polecenie **Splaszcz** manipule wyrównaniem sąsiednich wierzchołków względem wybranej powierzchni. Na rys. 7. Pokazano wyrównane (współpłaszczyznowo) wierzchołki powierzchni swobodnej. Wyrównanie uwzględnia specyfikę całej powierzchni.

Rys. 7. Polecenie **S płaszcz**

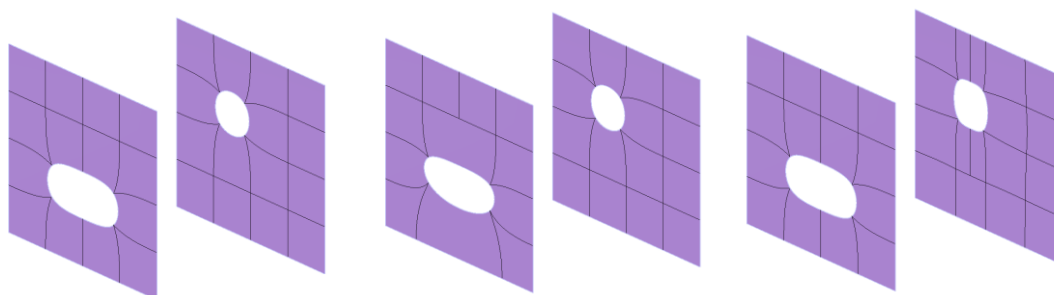
Polecenie **Pomost** służy do wykonania dodatkowych powierzchni łączących dwie pętle (rys. 8). Należy wskazać obie pętle oraz określić gęstość podziału dodatkowej powierzchni. W celu poprawnego wykonania połączenia należy zadbać o jednakową ilość krawędzi w obu pętlach przez usunięcie krawędzi lub dodatkowy podział (rys. 9).

Rys. 8. Polecenie **pomost**

a)

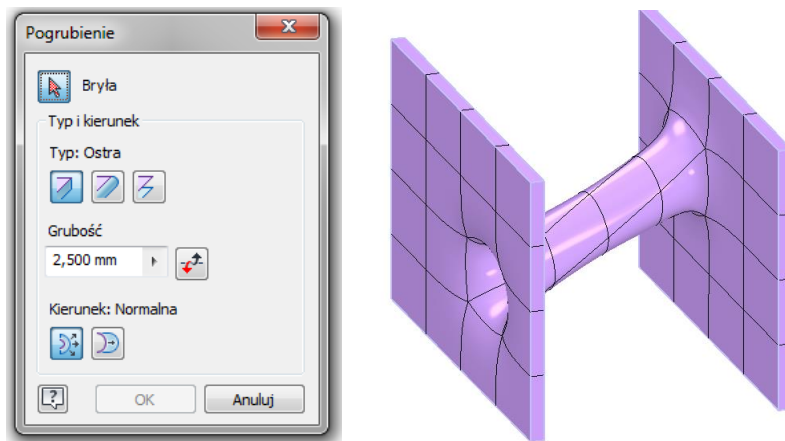
b)

c)



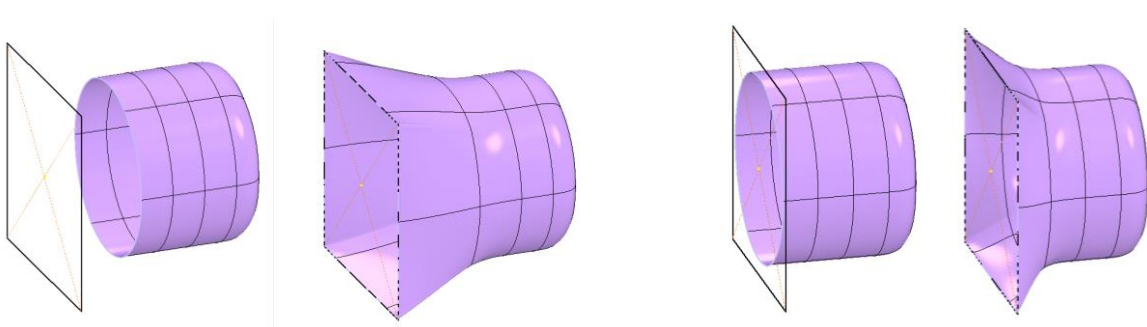
Rys. 9. Korekta pętli dla polecenia **pomost**, a) pętle przed modyfikacją, b) usunięcie krawędzi (połączenie segmentów), c) podział segmentów

Polecenie **Pogrub** (rys. 10) pozwala na uzyskanie bryły z powierzchni przez nadanie jej grubości. Jeden z typów pogrubienia (trzeci z kolei) nie tworzy bryły ale powierzchnie równoległe do istniejących.



Rys. 10. Polecenie **pogrubienie**

Polecenie **Dopasuj krawędź** umożliwia zmianę kształtu wolnej krawędzi elementu powierzchni swobodnej na. W zależności od położenia docelowej krawędzi efekt działania polecenia jest inny (rys. 11). Liczba segmentów modyfikowanej powierzchni pozostaje bez zmian.



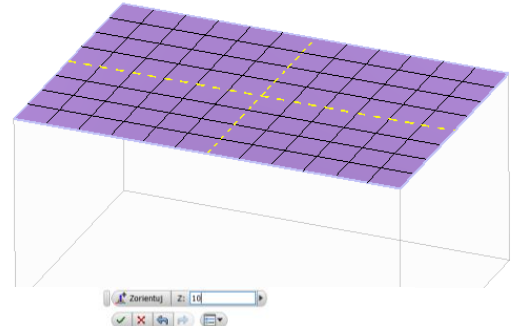
Rys. 11. Efekt działania polecenia **Dopasuj krawędź** dla różnego położenia krawędzi docelowej

Ćwiczenie nr 3. Modele powierzchniowe kształt swobodny

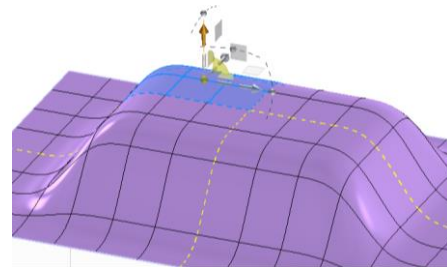
Zadania do wykonania

Zadanie 1. Modyfikacje powierzchni swobodnej

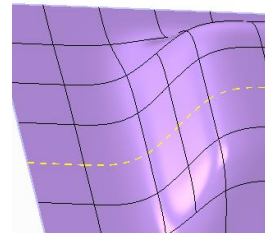
Utwórz prostopadłościan (szkic na płaszczyźnie XY symetryczny) o wymiarach podstawy 60x40 i wysokości 30. Na górnej powierzchni prostopadłościanu poleceniem **Przekształć** (panel Kształt swobodny) uzyskaj powierzchnię swobodną o podziale 12x8 sekcji. (12 Wierszy i 8 Kolumn) Poleceniem **Symetria** (karta Kształt Swobodny) uzyskaj symetrię utworzonej powierzchni względem obu symetrycznych prostokąta.



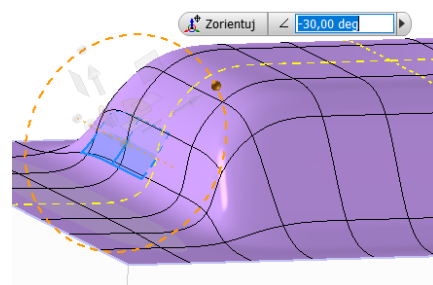
Wskaż 6 sekcji (3x2 np. sekcje 3-4W/4-6K) w jednej z ćwiartek powierzchni – przy przecięciu symetrycznych. Razem zostanie zaznaczonych 24 segmentów. Przesuń je (**Edytuj kształt**) w kierunku na zewnątrz bryły o 10 mm (rzeczywiste przesunięcie będzie mniejsze bo jest włączone wygładzanie)



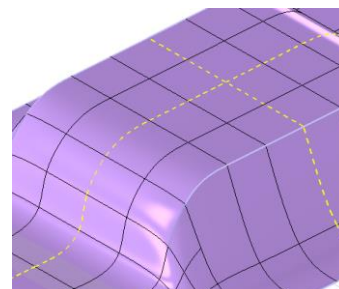
Wskaż sekcje 3-4W/3K (i podziel każdą z nich na składowe 2składowe w kierunku X (polecenie **Podziel na składowe**)



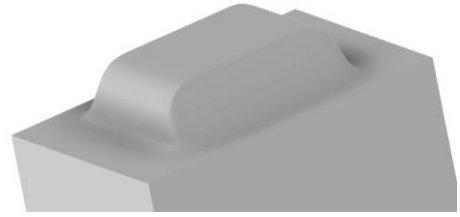
Wskaż uzyskane w wyniku podziału sekcje (dolne) i obróć je o 30 stopni (**Edytuj kształt**)



Podziel sekcję 2W/3K na cztery części 2x2 Poleceniem **Utwórz fałdowanie krawędzi** „wyostrzyć” krawędź między W2 i W3 na odcinku dawnych kolumn 5-7.

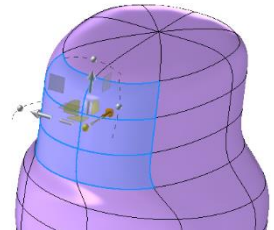


Zakończyć edycję kształtu swobodnego. Poleceniem **Zamień powierzchnię** pomienić górną powierzchnię prostopadłościanu utworzoną w wyniku operacji w ramach kształtu swobodnego powierzchnia



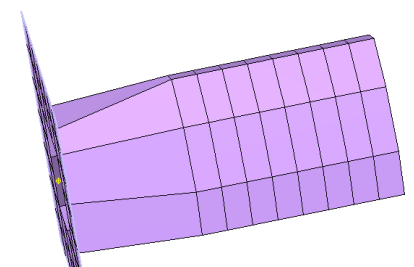
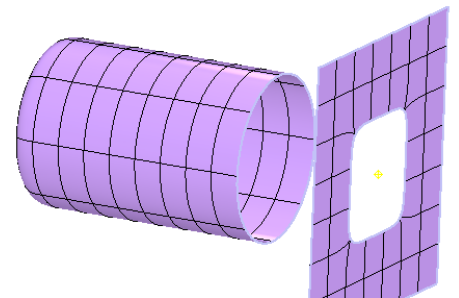
Zadanie 2. Modyfikacje powierzchni swobodnych

- utwórz kształt swobodny (walec) na płaszczyźnie XY. Wysokość walca 100, promień 30. Podział 11 warstw wzdłuż wysokości i 8 sekcji po promieniu
- Poleceniem **Utwórz fałdowanie krawędzi** wprowadź „zagięcie” na dolnej pętli walca.
- poleceniem **Edytuj kształt** zmień rozmiar 5 od dołu pętli stosując współczynnik skali 0.7. Powtórz operację na 3 górnych warstwach stosując współczynnik skali 0.8 – uzyskaj element jak na rysunku
- Poleceniem **Edytuj kształt** wprowadź modyfikację dla 6 sekcji. Przesuń je o 10 jednostek promieniowo na zewnątrz.



Zadanie 3. Łączenie powierzchni swobodnych

- utwórz powierzchnię swobodną w kształcie walca (W) w początku układu współrzędnych (pł. XY). Promień walca 30, długość 100. Podział na 8 sekcji (promień) i 10 (długość). Element wykonany symetrycznie
- W trakcie edycji kształtu swobodnego wykonać płaszczyznę konstrukcyjną (P1) odsuniętą od początku układu współrzędnych (pł. XY) o 80 oraz punkt konstrukcyjny na przecięciu 3 płaszczyzn (P1, XZ i YZ)
- na P1 utworzyć kształt swobodny – płaszczyznę (PS) (100x100 po 7 sekcji w każdym kierunku)
- usunąć zamknięcie powierzchni walcowej od strony powierzchni PS, oraz wewnętrzne sekcje (3x3) powierzchni PS
- poleceniem **Scal krawędzie** połączyć otwartą stronę W (zestaw 1) oraz wewnętrzną pętlę krawędzi na PS (zestaw 2). Wybrać tryb – do krawędzi.

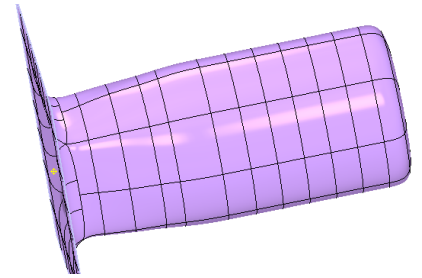


f) Sprawdzić wygląd elementu bez wygładzania – polecenie

Włącz/Wyłącz wygładzanie

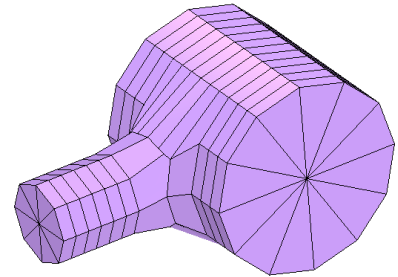
g) Poprawić jakość elementu – podzielić największe segmenty na cztery w kierunku osi Z – polecenie **Podziel na składowe**, wyrównać rozmieszczenie węzłów siatki – polecenie **Zmień w równomierne**.

h) dodać grubość elementu – polecenie **Pogrub** (3mm) – kierunek do środka elementu



Zadanie 4. Łączenie powierzchni swobodnych – sprawdzenie wiadomości

Utwórz element na podstawie pokazanego widoku bez wygładzania

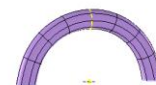
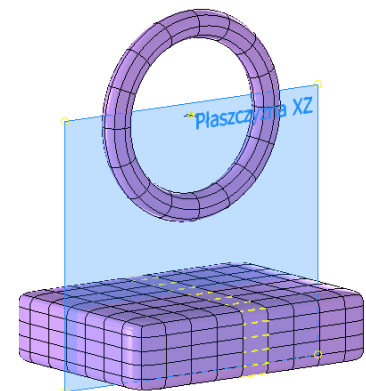


Zadanie 5. Łączenie powierzchni swobodnych – Pomost

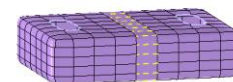
Wykonaj szkic na płaszczyźnie XZ z punktem konstrukcyjnym odległym o 70 od płaszczyzny XY

Na XY narysuj element kształt swobodny – prostopadłościan o wymiarach 80x60x20 z podziałem na 9;7;5 i symetrią boku 80. Na płaszczyźnie XZ utwórz (w czasie edycji kształtu swobodnego) torus z punktem wstawienia odległym o 70 jednostek od dolnej podstawy prostopadłościanu.

Wymiary torusa: promień 25, promień segmentu 4. Podział na 16 segmentów po 8 na każdy segment. Zachować symetrię względem tej samej płaszczyzny

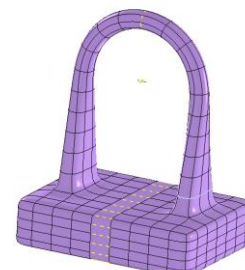


Usunąć 3 segmenty w prostopadłościanie i połowę torusa



Poleceniem **Pomost** wykonać połączenie pętli na końcu uciętego torusa oraz pętli w prostopadłościanie. Zastosować podział pomostu na 6 segmentów

W przypadku problemów z utworzeniem połączenia zastosować się do uwag poniżej



Uwaga: warunkiem powodzenia operacji jest jednakowa ilość segmentów w dolnej części torusa i krawędzi w utworzonej pętli prostopadłościanu. W przypadku użycia innego podziału na segmenty na początku tworzenia elementów należy skorygować liczbę krawędzi przez dodatkowe podziały

Uwaga2: w celu wskazania całej pętli należy wykonać dwuklik na fragmencie pętli

Uwaga 3: Polecenie wykonujemy tylko na jednym ramieniu –aktywna opcja symetrii zapewnia wykonanie obu ramion

Zadanie 6 – Zaprojektować pojemnik pokazany na rysunku

Element wykonany na bazie walca o średnicy 60 i wysokości 250 i prostopadłościanu o wymiarach 200x60 i wysokości 200. Walec jest umieszczony środkiem w środku boku o długości 60 podstawy prostopadłościanu

Wlew uzyskany przez skalowanie.

Fragment górnej części prostopadłościanu wyciągnięto.

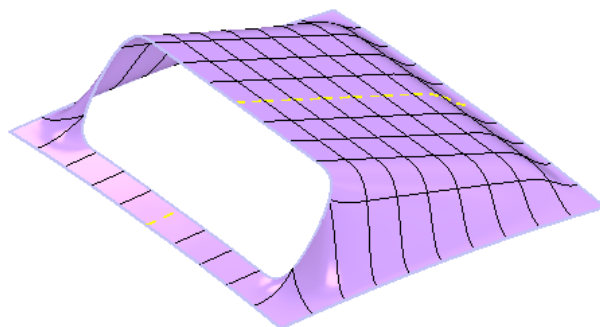
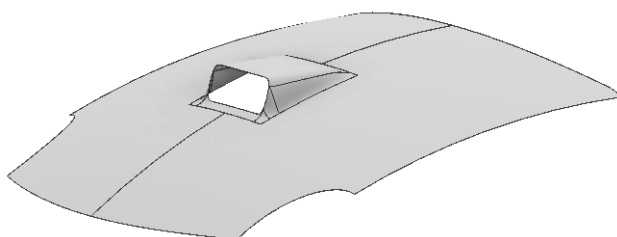
Uchwyt uzyskano przez usunięcie części sekcji (po ich zagęszczeniu) i wykonaniu pomostu

Na styku prostopadłościanu i walca wykonano fałdowanie krawędzi i ręczną korektę miejsc połączenia.



Zadanie 7 – Zaprojektować wlot powietrza na masce samochodowej z listy 2 (zad 6).

Element wykonać jako kształt swobodny o rozmiarze 250 (szerokość) na 200 (wymiar wzdłuż osi) w wybranej lokalizacji maski.



W pierwszej kolejności wyciąć fragment maski przy pomocy 4 powierzchni pomocniczych (np. wyciągnięcie prostokąta naszkicowanego na płaszczyźnie XZ – płaszczyźnie równoległej do podłogi samochodu). W wycięciu wykonać nową powierzchnię (**Zamknięcie obwiedni**) i przekształcić w kształt swobodny (podział np. 10x10) – polecenie **Przekształć**. W edycji kształtu swobodnego dodać symetrię (**Symetria**).

Uzyskaną powierzchnię zmodyfikować (**Edytuj kształt**) – przesuwając wybrane elementy w kierunku pionowym o np. 50, usunąć kilka elementów aby uzyskać wlot. W celu uzyskania płaskiej górnej powierzchni wlotu wykorzystać polecenie **Splaszcz** w wybranych wierzchołkach z wyrównaniem do utworzonej płaszczyzny konstrukcyjnej (utworzonej np. przez przesunięcie pł. XZ)