

Ćwiczenie 7. Modelowanie podziału (swobodne)

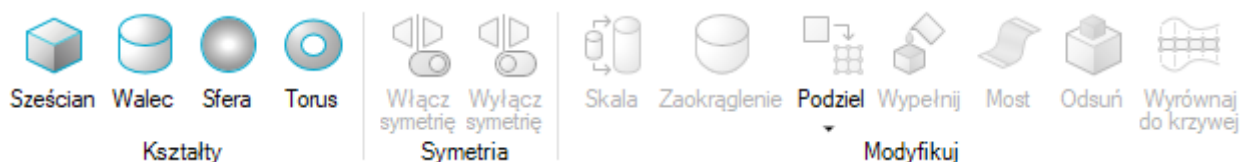
Modelowanie podziału (swobodne) w SE to zaawansowana technika pozwalająca na szybkie tworzenie złożonych kształtów 3D poprzez manipulację siatką wielokątów. Umożliwia ona przekształcanie kreatywnych koncepcji w produkty o unikalnych formach, z naciskiem na szybkość, elastyczność i precyzję. Środowisko to umożliwia szybkie tworzenie kształtów o nieszablonowych, "organicznych" kształtach. Dodatkowo elastyczność i kontrola projektowania pozwalają na modyfikowanie struktury wielokątów, dzielenie ich i dodawanie szczegółów, co daje dużą kontrolę nad końcowym kształtem.

Ta technika modelowania wykorzystuje strukturę wielokątów (siatkę), którą można łatwo edytować, aby kształtować obiekty. Modyfikacja tej siatki, jej dzielenie i dodawanie kolejnych segmentów, pozwala na tworzenie coraz bardziej złożonych detali i kontrolowanie całego obiektu aż do uzyskania pożądanego kształtu.

Polecenia *Modelowania podziału* znajdują się na karcie **Powierzchnie**, ponieważ jest to swobodny typ modelowania powierzchni. Podobnie jak inne powierzchnie, nowy model podziału jest tworzony jako obiekt konstrukcyjny, a nie jako obiekt bryłowy. Jednak w przeciwieństwie do innych powierzchni, obiekty podziału mogą być powierzchnią konstrukcyjną lub bryłą konstrukcyjną.

- Jeśli obiektem podziału miała być rzeczywista geometria części, należy ją utworzyć jako obiekt bryłowy.
- Jeśli obiekt podziału ma modyfikować geometrię innego obiektu - rzeczywistej części - należy go pozostawić jako element konstrukcyjny i używać, np. w celu dodania lub usunięcia geometrii lub zastąpienia lic.

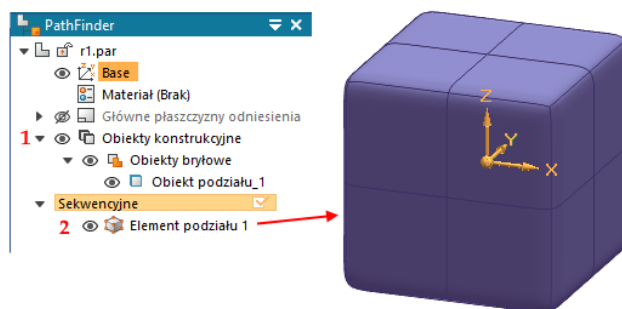
Prosta interakcja narzędzi w środowisku  **Modelowanie podziału** umożliwia tworzenie kształtów, których nie można modelować w łatwy sposób przy użyciu tradycyjnych metod. Uruchomienie polecenia aktywuje środowisko projektowe co do funkcjonalności zbliżone do szkicownika 3D z dodatkowym paskiem narzędzi. Środowisko to jest dostępne w dokumencie części lub części blaszanej.



Narzędzia te pogrupowane są na trzy główne grupy:

1. Kształt – tworzymy kształt podstawowy, który w kolejnych krokach można poddać modyfikacji.
2. Symetria – tworzenie elementu symetrycznego oraz możliwość wyłączenia symetrii tworzonego elementu.
3. Modyfikuj – polecenia modyfikujące element i jego powierzchnie.

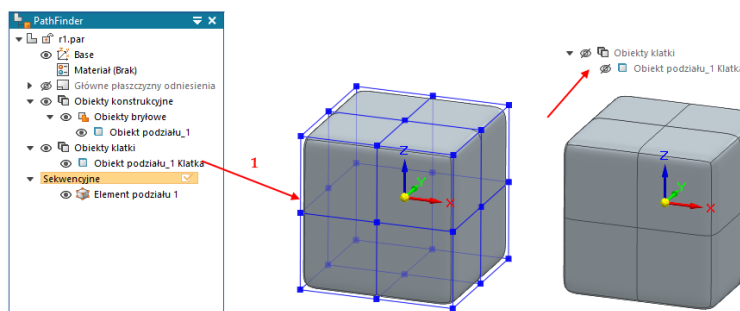
Po wykonaniu elementu podziału i zamknięcie środowiska  w efekcie przeprowadzonych prac otrzymujemy *Obiekt podziału*, który co do wyglądu jest *Obiektem konstrukcyjnym*. Informację taką można odnaleźć w PF, przy czym widzimy dwa wpisy. Pierwszą (1) o utworzeniu *Obiektu konstrukcyjnego*, którym jest *Obiekt podziału*, oraz drugą (2) (operację utworzenia obiektu podziału), która pozwala na wznowienie edycji *Obiektu podziału* poprzez edycję definicji.



Na każdym etapie dalszych prac *Obiekt podziału* może zostać przekształcony w *Obiekt bryłowy* i na odwrót poleceniem  **Przełącz obiekt bryłowy/konstrukcyjny**.

Tworzenie kształtu podziału

Tworzenie kształtu podziału rozpoczyna się od wyboru kształtu podstawowego (*Sześcian*, *Walec*, *Sfera*, *Torus*), które w kolejnych etapach tworzenia będą modyfikowane. W czasie tworzenia kształtu podziału wyświetlania jest dodatkowo klatka (1) uchwytów modyfikujących kształt. Jej widoczność jest sterowana w PF, jest to szczególnie przydatne, kiedy tworzony kształt podziału składa się z kilku kształtów edycyjnych. Klatki obiektu podziału są widoczne tylko w środowisku Modelowanie podziału.



Po wyborze rodzaju kształtu (*Sześcian*, *Walec*, *Sfera*, *Torus*), który będzie poddawany edycji podziału należy:

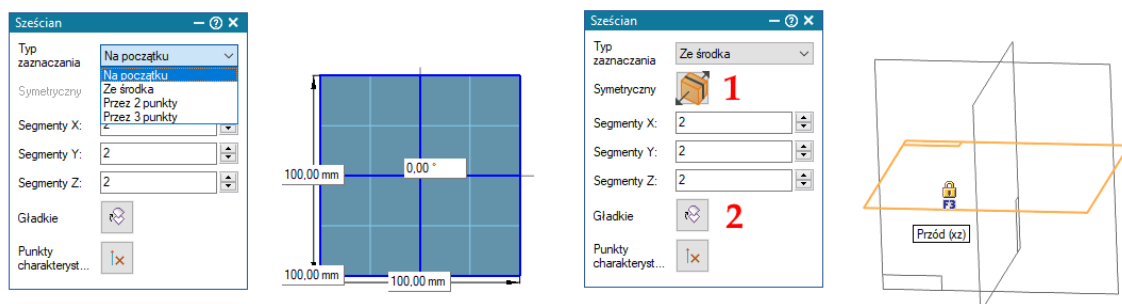
- Zdecydować, jak ma być umieszczony obiekt podziału w przestrzeni projektowej. Wybór dokonywany jest opcją *Typ zaznaczenia* (1). W zależności od wybranego kształtu do wyboru są różne opcje:
 - *Sześcian* – Na początku, Ze środka, Przez 2 punkty, Przez 3 punkty;
 - *Walec*, *Sfera*, *Torus* – Na początku, Przez 2 punkty.
- Jeśli jest to konieczne zmienić domyślne wymiary kształtu początkowego.
- Określenie ilości *Segmentów*, z których będzie składała się kształt podziału.

Typ zaznaczenia (rys. poniżej) pozwala na wstawienie obiektu podziału wg. następujących reguł:

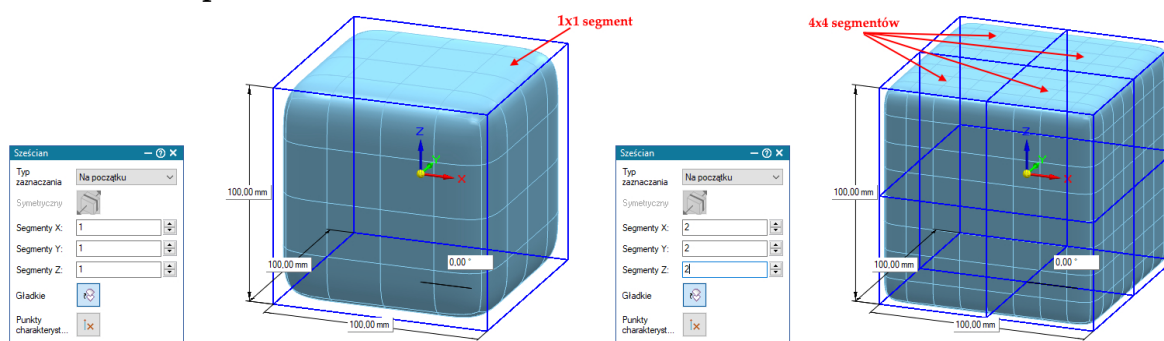
- *Na początku* – tworzy symetryczny obiekt podziału wstawiony symetrycznie względem G UW, jednocześnie SE proponuje domyślne wymiary obiektu podziału, które można zmienić.
- *Ze środka* – wybieramy płaszczyznę, na której będzie umieszczony profil kształtu blokując ją przyciskiem F3. Po zablokowaniu płaszczyzny (ustawienie się w płaszczyźnie- CTRL +H) można narysować profil (symetryczny/niesymetryczny – wybieramy opcję (1). Tworzenie profilu zaczyna się względem środka G UW, ewentualnie przed przystąpieniem do tworzenia obiektu podziału można utworzyć dodatkowy LUW, który następnie zostanie wybrany. Dodatkowo można sterować wyglądem tworzonego kształty włączając/wyłączając jego wygładzenie (2). Wyłączenie wygładzania oznacza ustawienie promienia zaokrąglenia na

wartość 0 i aby przywrócić wygładzanie należy użyć polecenia *Zaokrąglanie* dla całej klatki obiektu (wartość domyślna wygładzania jest równa 1).

- Przez 2 punkty, Przez 3 punkty – opcje działają podobnie jak *Ze środka*, przy czym należy wskazać 2 lub 3 punkty niezbędne do zdefiniowania profilu wybranego kształtu. Jeżeli istnieje już obiekt podziału to do stworzenia nowego można wykorzystać istniejące lica, jak płaszczyzny konstrukcyjne nowego kształtu.

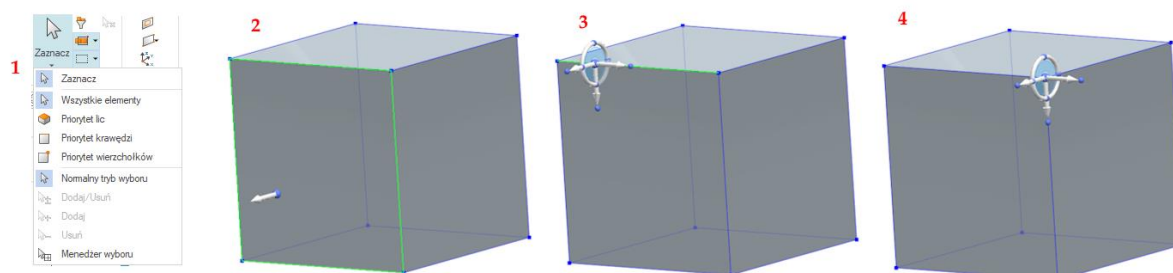


Domyślne wymiary kształtu powinny odzwierciedlać wymiary obiektu projektowego. Natomiast ilość segmentów jest cechą indywidualną obiektu projektowego. Jeżeli obiekt jest prosty, jego kształt jest równomierny, nie ma odstających elementów to ilość segmentów może być mniejsza. W przypadku kształtów skomplikowanych ilość segmentów powinna być duża, co ułatwi proces modyfikacji kształtu. Segmenty obiektu są obrazowane przez klatkę. Ilość segmentów może być różna w kierunku X, Y, Z i zależy to od projektowanego obiektu. **Ilości zdefiniowanych segmentów nie można zmienić po ich zatwierdzeniu.**



Praca z elementami klatki

Zdefiniowane segmenty są komórkami, które w kolejnym kroku można poddawać operacją modyfikacji. Każdy kształt geometryczny jest kontrolowany przez strukturę. W SE można ustawić priorytet wyboru dla elementów klatki (1). Na karcie **Narzędzia główne**, w grupie **Wybierz**, na liście **Wybór** wybierz opcję **Priorytet lica**, **Priorytet krawędzi** lub **Priorytet wierzchołka**. Aby przełączać filtry wyboru, można również nacisnąć klawisze **CTRL + spacja**. Struktura kontrolna składa się z lic klatki (2), krawędzi klatki (3) i wierzchołków klatki (4).

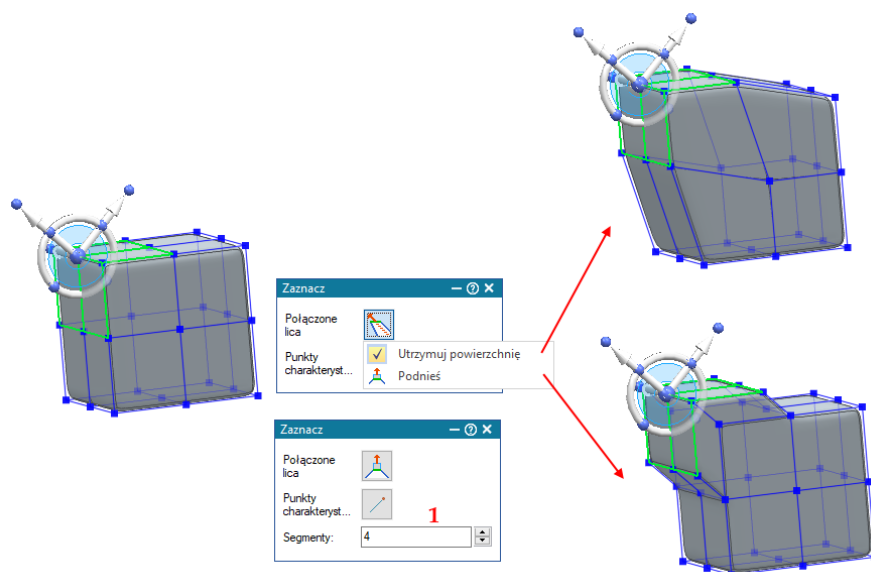


Struktura kontrolna (klatka) reprezentuje granice kształtu geometrycznego, podczas manipulowania jej elementami zmieniają się granice, co z kolei zmienia kształt obiektu podziału.

Edycja kształtu

Po wyborze dowolnego elementu lub elementów klatki (w tym celu po wskazaniu pierwszego, aby wskazać kolejne naciska się *SHIFT*, wskazanie następnych lub wykluczenie nie wymaga wciśniętego *SHIFT*) i pojawieniu się uchwytu (strzałka w przypadku lica, koło w przypadku krawędzi i punktu klatki) można przystąpić do edycji wskazanych elementów. Modyfikacji wyświetlonego uchwytu dokonuje się tak samo jak w trybie synchronicznym tj. klikając na białe elementy lub płaszczyznę wewnątrz uchwytu z wciśniętym *SHIFT*, co powoduje modyfikację TYLKO uchwytu.

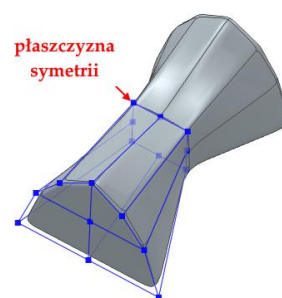
Dostępne są dwa tryby edycji tj.: utrzymuj powierzchnię  oraz podnieś . W przypadku *Podnieś* mamy możliwość wskazania, ile segmentów zostanie utworzone w wyniku tej operacji (1).



Należy pamiętać, że nie wszystkie modyfikacje wskazanych elementów są dostępne w tych trybach, dotyczy to szczególnie modyfikacji obrotu w trybie *Podnieś*.

Użycie trybu symetrycznego

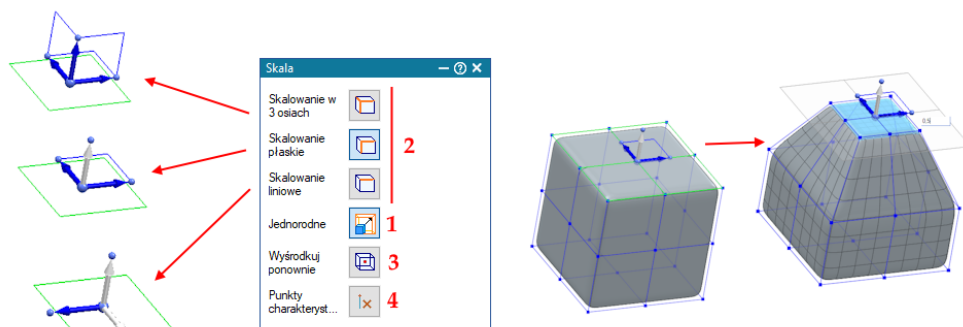
Polecenie  **Włącz symetrię** podczas tworzenia obiektu symetrycznego umożliwia uruchomienie trybu symetrii, co pozwala pracować tylko na jednej stronie modelu. Wprowadzane modyfikacje obiektu są odzwierciedlane w systemie automatycznie po przeciwnej stronie. Tryb symetrii wyświetla klatkę tylko dla jednej połówki modelowanego obiektu. Symetria modelowanego obiektu może zostać również zrealizowana względem głównych płaszczyzn konstrukcyjnych modelu. W tym przypadku model powinien zostać utworzony opcją *Na początku*, a po wskazaniu płaszczyzny symetrii wybieramy stronę modelu, która będzie odbiciem wykonywanych operacji.



Natomiast  **Wyłącz symetrię** pozwala na usunięcie wprowadzonej symetrii obiektu, co powoduje wyświetlenie klatki dla całego obiektu. Krok ten jest **OSTATECZNY** i nie po jego wykonaniu nie można powrócić do wcześniej zdefiniowanej symetrii.

Polecenie Skaluj

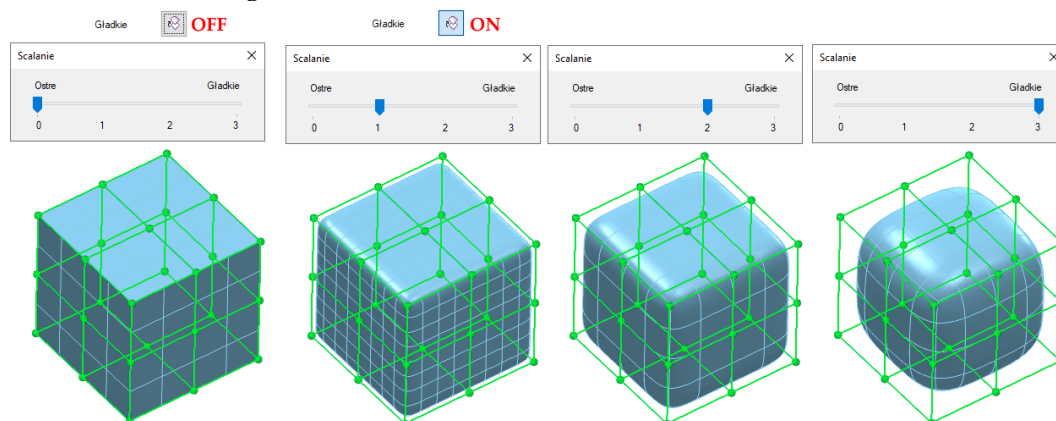
Polecenie  **Skala** pozwala na zmianę wielkości całego modelu lub jego części. Polecenie umożliwia skalować cały obiekt klatki, aby zwiększyć lub zmniejszyć model, lub skalować tylko krawędź, lico lub kombinację krawędzi i lic. Po uruchomieniu i wskazaniu elementu bądź elementów (wskazanie więcej niż jednego elementu odbywa się bez *SHIFT*), które mają być skalowane za pomocą opcji dostępnych na pasku poleceń można określić kierunek skalowania na skalowanie jednorodne lub niejednorodne skalowanie (1). Opcja ta dotyczy skalowania z użyciem 3 osi lub skalowania płaskiego, i zapewnia skalowanie równe względem wszystkich osi. W przypadku jej wyłączenia, można kontrolować skalowanie wzdłuż każdej osi, aby zmienić kształt modelu. Wyboru typu skalowania dokonujemy przyciskami (2). Wybór danej opcji powoduje wyświetlenie charakterystycznego dla opcji koła sterującego wskazującego w ilu osiach dokonywane jest skalowanie.



Punkt początkowy koła sterującego (środkowa sfera) określa początek operacji skalowania, i jest on domyślnie umieszczany w geometrycznym środku wybranych elementów. Środek operacji skalowania jest ważny, ze względu na symetrię skalowania wskazanych elementów. Jeżeli zostanie przesunięty to symetria skali również zostanie przesunięta. Początek skali można zmienić przez ręczne przeniesienie koła sterującego korzystając z punkty charakterystycznych (4) lub jeżeli chcemy ustalić środek skalowania względem wskazanych elementów opcją (3).

Polecenie Zaokrąglenie

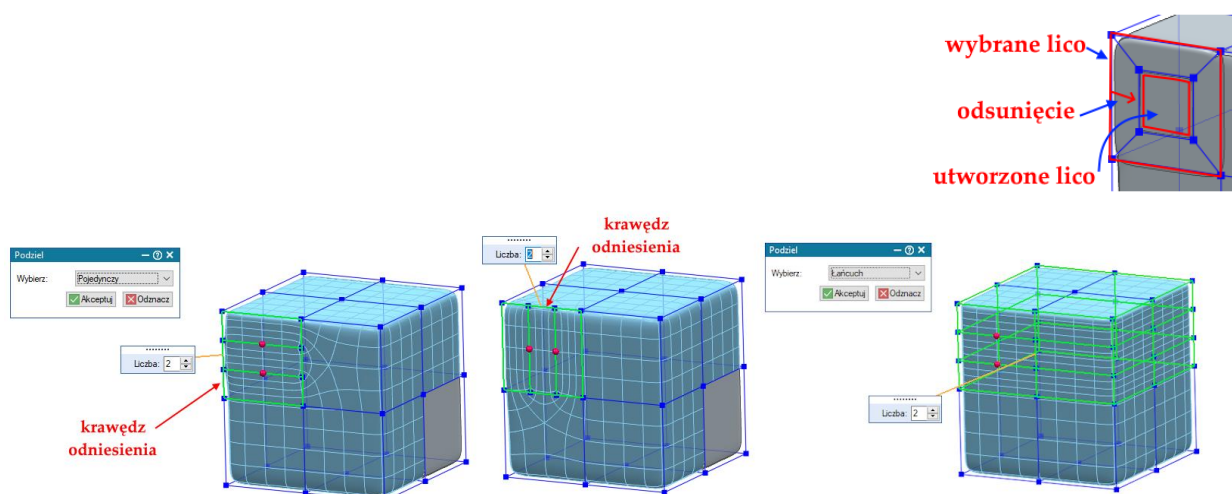
Polecenie  **Zaokrąglenie** umożliwia zwiększenie lub zmniejszenie ostrości krawędzi twardych modelu podziału w zależności od zastosowanej wartości wygładzenia. Polecenie **Zaokrąglenie** nie tworzy żadnej nowej geometrii (lica zaokrąglenia), ale modyfikuje kształt obiektu w przypadku ustawienia wartości zaokrąglenia dla krawędzi i wierzchołków klatki.



Kształt każdej krawędzi obiektu podziału jest obliczany na podstawie relacji względem otaczających elementów klatki. Wartość zaokrąglenia określa stopień tego wpływu, **zerowa** wartość zaokrąglenia powoduje utworzenie ostrych krawędzi, a wartość **3** powoduje utworzenie miękkich, zaokrąglonych krawędzi. Aby wyświetlić bieżącą wartość zaokrąglenia należy zaznaczyć element klatki lub całą klatkę i z prawokliku myszki wybrać opcję *Pokaż wartości zaokrąglenia*. W prawokliku znajduje się również samo opcja *Zaokrąglenie*.

Polecenie Podziel

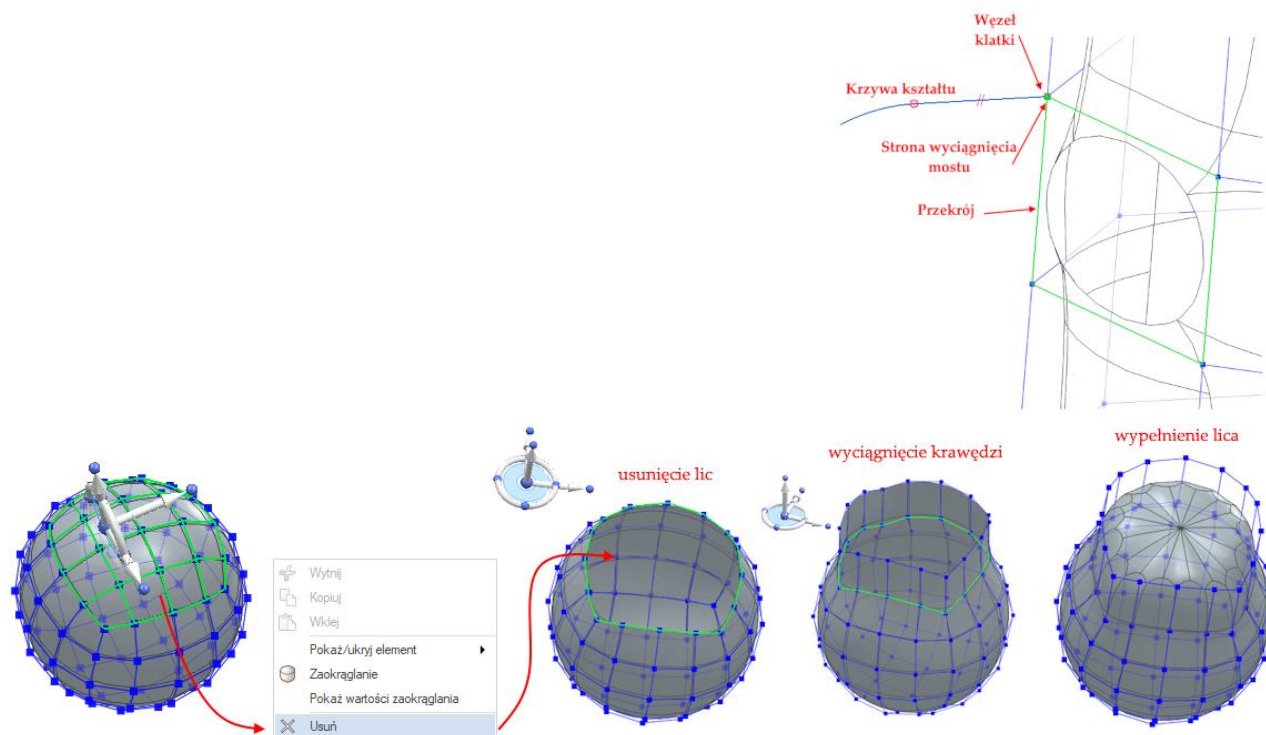
Polecenie  **Podziel** stosujemy, aby dodać lica do modelu, dzieląc co najmniej jedno lico w klatce obiektu. Można użyć opcji **Pojedyncze** dostępnej na pasku poleceń, aby podzielić jedno lico (w tym przypadku po wyborze lica konieczne jest wskazanie krawędzi odniesienia, która decyduje, czy podział zostanie dokonany w pionie czy w poziomie) lub opcji **Łańcuch**, aby móc wybrać wiele lic i pętli w klatce. W tym przypadku o kierunku podziału decydują wybrane lica (poziome podział poziomy, pionowe podział pionowy).



Zwiększenie lic w danym obszarze pozwala na bardziej szczegółowe wykonanie fragmentu projektowanego obiektu. Drugim wariantem tego polecenia jest  **Podziel z odsunięciem** umożliwia utworzenie w obrębie wskazanego lica nowego, które jest pomniejszonym wybranym licem o wskazane odsunięcie (rys. obok).

Polecenie Wypełnij/Usuń

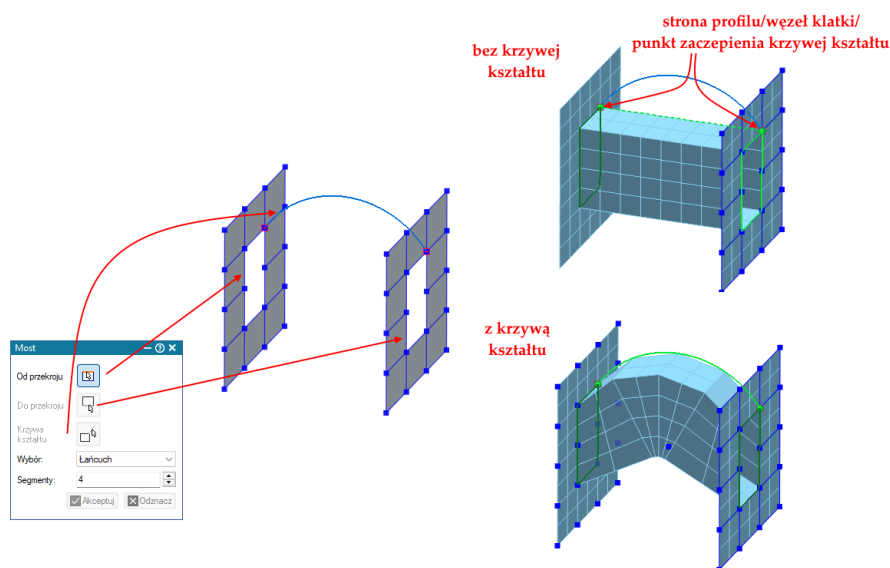
Polecenie  **Wypełnij** umożliwia zastąpienie lica/lic, które wcześniej usunięto przy użyciu polecenia **Usuń**, dostępnego w menu podręcznym. Jeśli lica zostaną usunięte, klatka podziału będzie otwarta, a obiekt stanie się obiektem powierzchniowym.



Polecenie to jest przydatne w przypadku wykonania w projektowanym obiekcie wyciągnięcia, bez zmiany kształtu pozostałych (otaczających) wyciągnięcie lic.

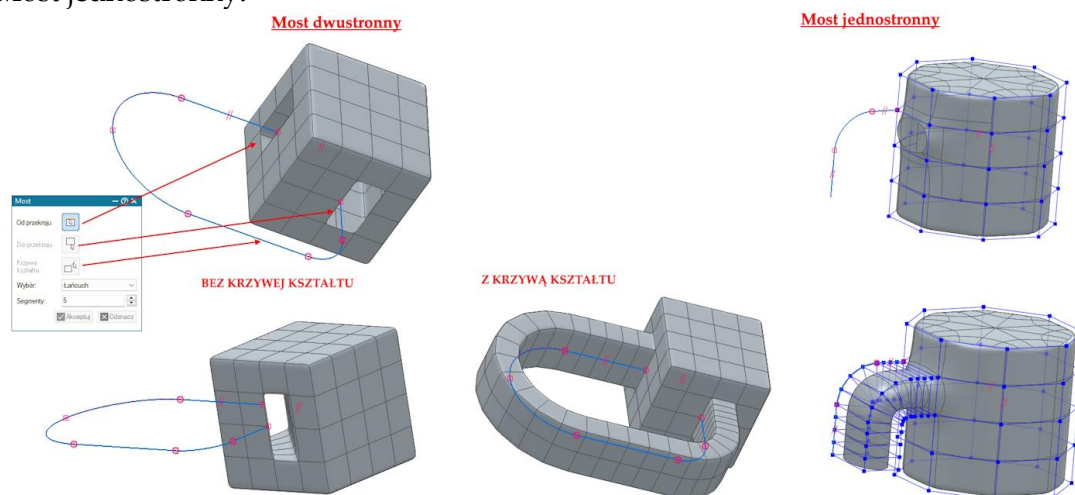
Polecenie Most

Polecenie  **Most** łączy krawędzie wybranych elementów klatki, zamykając przestrzeń między nimi za pomocą struktury wyciągniętej przez przekroje. Może również zdefiniować krzywą w celu kontroli kształtu mostu. Polecenie *Most* umożliwia dodawanie modyfikacji podobnych do elementów, takich jak uchwyty lub elementy przejściowe, lub tworzenie wycięć w modyfikowanych obiektach podziału. W przypadku chęci wykorzystania *Krzywej kształtu* dla mostu kluczowym zagadnieniem jest właściwa jej konstrukcja. Krzywą kształtu dla mostu realizuje się poprzez szkic 3D. Program wymaga, aby krzywa kształtu była zaczepiona o węzeł klatki, dodatkowo strona profilu mostu powinna odpowiadać węzłowi klatki, w którym zaczepiona jest krzywa kształtu. Dlatego w przypadku tego polecenia ważne jest aby tak dobrać ilość elementów klatki aby utworzenie *Mostu* i *Krzywej kształtu* dawło jednoznaczne rozwiązanie dla SE. W innym przypadku program zgłosi komunikat braku możliwości wykonania mostu. O gładkości tworzonego mostu decyduje parametr *Segmenty* w meni polecenia, zwiększając ilość segmentów tworzonego mostu zwiększamy jego gładkość.



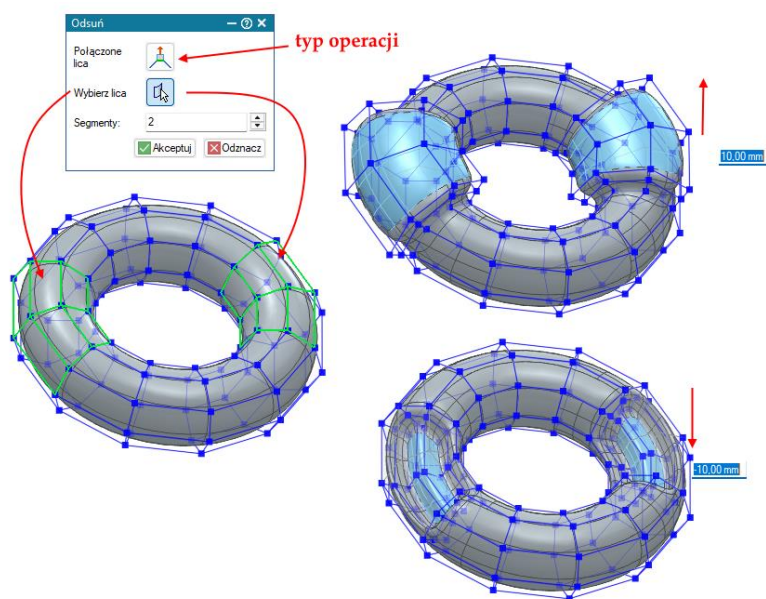
Z wykorzystaniem tego polecenia można utworzyć:

- Most dwustronny,
- Most jednostronny.



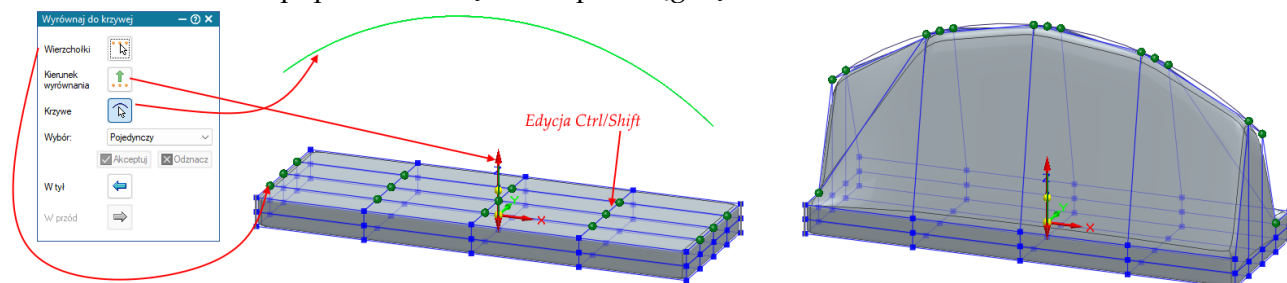
Polecenie Odsuń

Polecenie  **Odsuń** w środowisku modelowania podziału przenosi lub podnosi lico klatki poprzez odsunięcie go o określoną wartość dodatnią lub ujemną. Polecenie Odsunięcie służy do dodawania zestawu lic, które nie są współpłaszczyznowe, co można często spotkać w modelach swobodnych. Polecenie to jest zbieżne z szybką edycją kształtu i pozwala na odsunięcie (dodatnie/ujemne) wskazanych lic modelowanego obiektu, ale w tym przypadku nie decydujemy o sposobie edycji (wyciągnięcie/obróć) tylko o jego wymiarze. O gładkości tworzonego odsunięcia decyduje ilość segmentów.



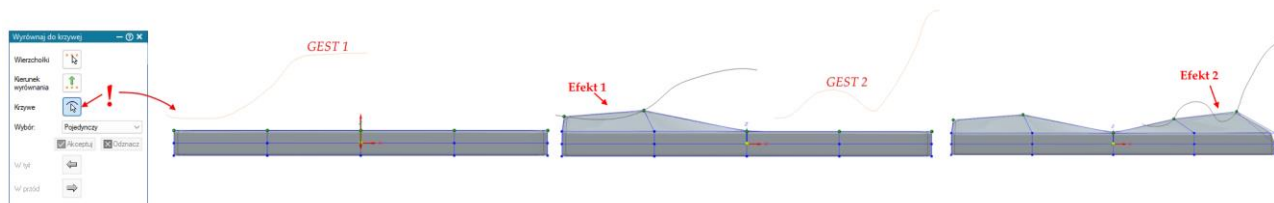
Polecenie Wyrównaj do krzywej

Polecenie **Wyrównaj do krzywej** umożliwia dopasowanie wierzchołków lic klatki obiektu do co najmniej jednego istniejącego szkicu krzywej lub krzywej swobodnej (gestów) szkicowanych interaktywnie. Każdą edycję krzywej można cofnąć i ponownie edytować krzywą do momentu uzyskania oczekiwanego kształtu. Do poruszania się wewnątrz polecenia służą przyciski . Wybór wierzchołków do polecenia można edytować klikając i przeciągając, aby wybrać wiele wierzchołków. Aby usunąć zaznaczenie wielu wierzchołków, należy użyć klawisza Shift/Ctrl i wskazać wierzchołki poprzez kliknięcie lub przeciągnięcie.



Sterowanie gestami

Gesty to seria swobodnych krzywych szkicu, które można narysować w celu zdefiniowania płynniejszego obiektu podziału. Ważne jest aby w momencie wskazywania Kierunku wyrównania (najlepiej wskazać którąś z osi GUW) ustawić właściwy widok rysunkowy ze względu na poprawne utworzenie płaszczyzny szkicu gestów. *Gest* tworzony jest poprzez kliknięcie i przytrzymanie LPM i przeciągnięcie. Po zwolnieniu przycisku myszy krzywa zostanie utworzona, a wybrane, dostępne wierzchołki, znajdujące się w pobliżu krzywej, zostaną przeniesione do krzywej wzdłuż określonego wektora. Krzywych gestu można utworzyć kilka w obrębie punktów edycji.



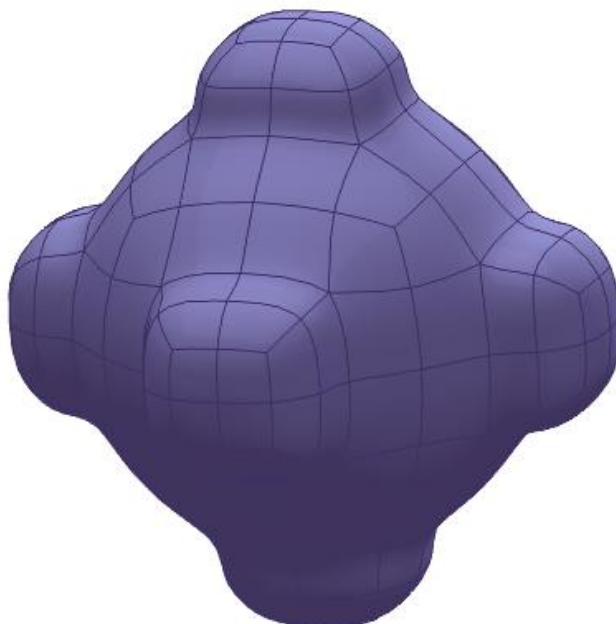
Ćwiczenie 7 – zadania do wykonania

Korzystając ze środowiska Część (moduł par) wykonaj zadania w trybie sekwencyjnym (TT)

1. Zaprojektować rękojeść kijka *nordic walking*. Prace rozpocząć od utworzenia kształtu walca o wymiarach $\phi 40 \times 140$ (8x8 segmentów), a następnie poddać go edycji podziału, aby uzyskać kształt przedstawiony na rysunku.

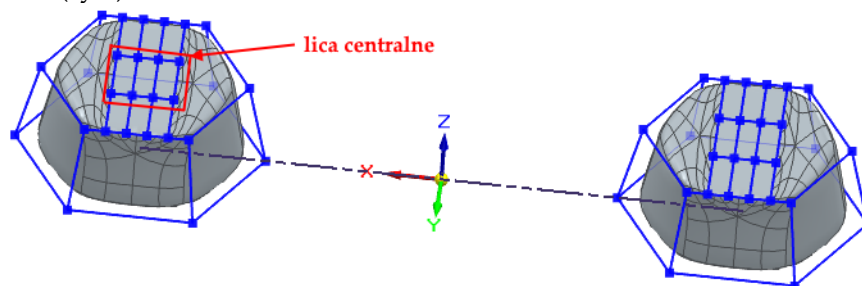


2. Wykonać model piłki o wymiarze $\phi 120$ mm i liczbie elementów pionowych 2. Wykonać wypustki (zawierające 4 centralne lica) na wysokość 20 (odsunięcie z 2 segmentami). Wykonać skalowanie każdego z 4 lic wypustu ze współczynnikiem skali: X: 0,5, Y: 0,5, Z:0,1.

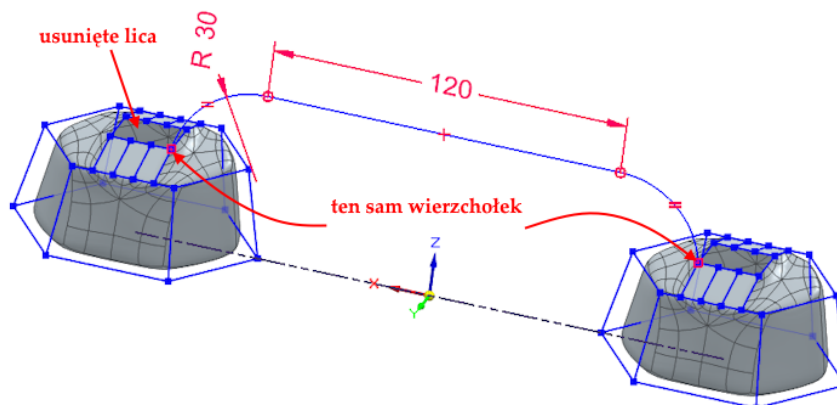


3. Zaprojektować uchwyt. W tym celu wykonać:
 - przygotować szkic pomocniczy w płaszczyźnie XY zawierający symetryczny względem GUW odcinek o długości 200;
 - na bazie szkicu pomocniczego (końce odcinka) utworzyć 2 walce $\phi 60$ i wysokości 30 wg. metody 2 punkty (1 segment boczny oraz 6 segmentów podstawy);
 - wykonać skalowanie dolnych podstaw walca ze współczynnikiem 1,2;

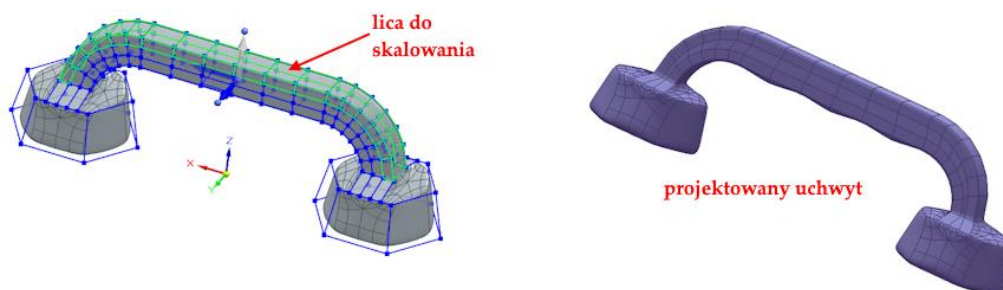
- podzielić górne podstawy walca na 4 pionowe lica (prostopadłe do odcinka łączącego walce) (rys.);
- podzielić 3 pionowe centralne lica górnej podstawy (utworzone we wcześniejszym kroku) na 2 poziome lica (rys.);



- 3 centralne lica każdego walca podnieść o 5 (z opcją: *Utrzymuj powierzchnię*) (rys. powyżej);
- w kolejnym kroku usunąć po 3 lica centralne w obu walcach (rys. poniżej);
- utworzyć szkic zawierający krzywą kształtu profilu mostu (rys. poniżej) Zwrócić uwagę na właściwe połączenie węzłów oraz prostopadłość szkicu względem podstaw walców. Z zakładki *Szkicowanie 3D* wybrać i umieścić odpowiednie relacje położenia elementów krzywej kształtu (styczna linii i łuku);

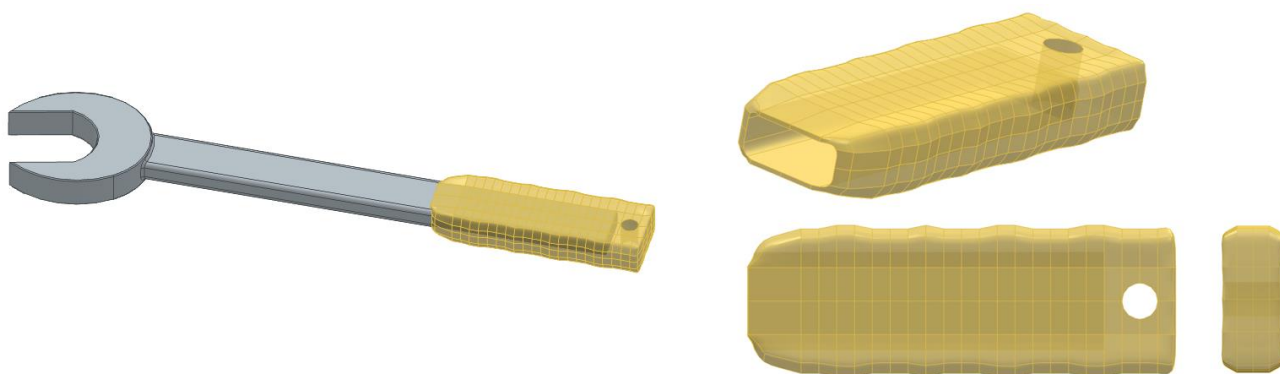


- wykonać most łączący usunięte lica w obu walcach po utworzonej w kroku wcześniejszym krzywej kształtu (most z 6 segmentów);
- dla wszystkich lic górnych mostu i jednej warstwy bocznej po obu stronach wykonać skalowanie lic, ze współczynnikiem skali 0,95,
- dla wewnętrznej krawędzi środkowej mostu i co drugiej w lewo oraz prawo wykonać odsunięcie na 2,5;



- zamienić obiekt konstrukcyjny na bryłowy.

4. Stosując modelowanie podziału zaprojektować model ergonomiczną rękojeści klucza M 33. Szacunkowe wymiary rękojeści to 96x34x15. Plik klucza pobrać ze strony www.



5. Stosując modelowanie podziału zaprojektować opakowanie na olej silnikowy, rozpocząć od kształtu walca o wymiarach $\phi 190 \times 300$ (8 segmentów bocznych oraz 12 segmentów podstawy). W etapie końcowym dodać wylewkę o rozmiarze $\phi 65 \times 40$ oraz niezbędne zaokrąglenie. Grubość ścianki opakowania to 2.

