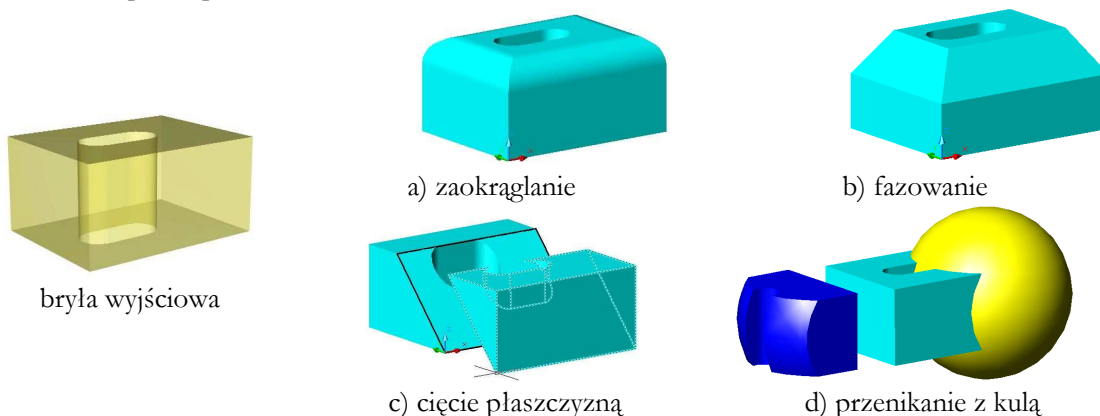


Ćwiczenie nr 18 – Edycja 3D

Operacje kształtowania brył

AutoCAD oferuje polecenia typowo „warsztatowe” dające inne możliwości kształtowania bryły. Są to polecenia dobrze znane z rysunku płaskiego a mianowicie **zaokrągl** i **fazuj** oraz nowe, **płat** i **przenikanie** (rys 1.). Polecenie **zaokrągl** zaokrągla krawędzie wskazanej bryły. W przeciwieństwie do jego płaskiej wersji do operacji wskazujemy krawędzie, które mają być zaokrąglone a nie boki, między którymi ma zaokrąglenie się pojawić. Na rysunku 1a do zaokrąglania wskazano wszystkie krawędzie górnej powierzchni prostopadłościanu.



Rys.1. Inne operacji kształtowania brył.

Polecenie **fazuj** mimo podobieństw do wersji płaskiej, w wersji 3D wykonuje się nieco inaczej. Tutaj wskazujemy najpierw ścianę bazową (na niej będzie odmierzona pierwsza faza), której krawędzie mają być fazowane a potem same krawędzie. Ścianę wskazujemy poprzez wybór jednej z jej krawędzi. Ponieważ każda krawędź należy do dwóch ścian po jej wyborze program wyróżnia jedną z nich i wyświetla zgłoszenie:

Podaj opcję wyboru powierzchni [Następna/OK (aktualna)] <OK>:

pozwalające (opcja **Następna**) zaznaczyć tę drugą jeśli wybór AutoCAD’a był nietrafiony. Właściwy wybór zatwierdzamy opcją OK. Po wyborze ściany bazowej program pyta o wymiary faz a potem o wskazanie krawędzi do fazowania. Na rysunku 1b do fazowania wskazano górną powierzchnię prostopadłościanu i opcją **Pętla** zewnętrzne krawędzie tej ściany.

Polecenie **płat** pozwala przeciąć bryłę płaszczyzną. Bryła cięta jest przez całą objętość tak, że zawsze po przecięciu otrzymujemy dwa kawałki. Jeżeli chcemy je obydwa zachować to musimy wprowadzić opcję **Zachowaj obie strony**. Jeśli nie to wskazujemy punkt po tej stronie płaszczyzny, po której znajduje się ta część bryły, która ma pozostać. Płaszczyznę cicia definiujemy trzema punktami (opcja **3punkty**), punktem i wektorem normalnym do niej (opcja **oś Z**), płaskim obiektem (opcja **Obiekt**) lub punktem i jedną ze ścian aktualnego LUW, do której ma być ona równoległa. Na rysunku 1c pokazano efekt cięcia zaznaczoną płaszczyzną z zachowaniem obu części przeciętych. Jeden kawałek bryły odsunięto dla lepszej widoczności.

Polecenie **przenikanie** jest stosowane do sprawdzenia czy wybrane bryły się przenikają. Można je też użyć do wygenerowania bryły, która jest wynikiem przenikania innych brył. W tym przypadku działa ono jak polecenie **iloczyn**, z tą różnicą, że składniki operacji pozostają nietknięte. Na rysunku 1d pokazano bryłę powstałą z przenikania bryły wyjściowej i kuli odsuniętą na lewo dla lepszej widoczności.

Edycja brył

Bryły edytujemy poleceniem **edbryła**, które posiada szereg opcji pozwalających wykonać operacje na płaszczyznach i krawędziach brył. Podstawową czynnością jest tu wybór ścian(y) lub krawędzi do edycji. Warto więc sobie na początek zdać sprawę ze struktury bryły w AutoCAD’zie.

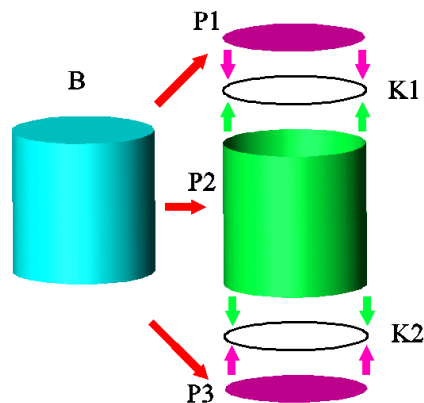
Bryła to część przestrzeni ograniczona *powierzchniami* (tworzącymi brzeg figury), które przecinają się wzdłuż krzywych zwanych *krawędziami*. Krawędzie wydzielają z tworzących bryłę powierzchni określone figury. Figury te tworzą ostatecznie *ściany* bryły. Każda krawędź należy do dwóch ścian. Podsta-

wowym elementem struktury jest powierzchnia¹. Powierzchnie posiadają strony: *zewnątrzną* (dodatnią) skierowaną na zewnątrz bryły oraz *wewnętrzną* (ujemną) skierowaną przeciwnie.

Strukturę bryły ujawnia polecenie **rozbij**. Po zastosowaniu go do bryły uzyskujemy zbiór ścian (regionów dla powierzchni płaskich i ciał dla krzywoliniowych). Stosując je dalej do ścian dostajemy zbiór krawędzi, w którym każda występuje dwa razy po jednym dla każdej z sąsiadujących ze sobą ścian.

Ilustracją tego niech będzie rysunek 2. Bryłą jest tu walec **B**. Tworzą go powierzchnie: cylindryczna oraz dwie płaszczyzny przechodzące przez podstawy. Powierzchnie te przecinając się dają krawędzie (okręgi) **K1** i **K2**, które wydzielają z nich ściany **P1**, **P3** (koła) oraz **P2** (cylinder).

Należy zauważyć, że wśród krawędzi można wyróżnić krawędzie *rzeczywiste* tj. takie, na których normalna do brzegu bryły (czyli jej powierzchni bocznej) zmienia gwałtownie swój kierunek jak i krawędzie *pozorne* tj. takie których normalna do brzegu bryły zmienia swój kierunek płynnie. Są one normalnie niewidoczne. Krawędzie pozorne powstają np. podczas zaokrąglania krawędzi rzeczywistych jak na rys. 1a, gdzie przejście normalnej z bocznych ścian na górną odbywa się płynnie (bez załamań) dzięki istnieniu powierzchni cylindrycznej tworzącej zaokrąglenie. W krawędziowym trybie prezentowania bryły widoczne są wszystkie krawędzie.



Rys. 2. Składniki bryły – powierzchnie i krawędzie.

Wybór ścian do edycji

Wybór ścian do edycji dla polecenia **edbryła** odbywa się na trzy sposoby. Pierwszy to kliknięcie w obrębie zarysu rzutu ściany, tak by celownik myszy nie dotykał żadnej linii. W ten sposób wybieramy pojedynczą ścianę leżącą najbliżej płaszczyzny ekranu. Drugi sposób to wskazanie pojedynczej powierzchni przez dotknięcie celownikiem jej linii siatkowej. Trzeci sposób to wskazanie ściany przez dotknięcie celownikiem jej krawędzi rzeczywistej lub pozornej. To ostatnie spowoduje zawsze wybór dwóch ścian stykających się wzdłuż wskazanej krawędzi. Na ekranie jest w tym czasie wyświetlane zgłoszenie

Wybierz powierzchnie lub [Cofaj/Usuń/WSzystkie]:

Pozwala ono uściślić zbiór wyboru ścian. Opcją **Usuń** przelączamy się w tryb usuwania ścian ze zbioru wyboru. Wyświetlane jest wówczas zgłoszenie:

Usuń powierzchnie lub [Cofaj/Dodaj/WSzystkie]:

Tu opcją **Dodaj** wracamy do trybu dodawania ścian do zbioru wyboru. Wyboru ścian do usunięcia dokonuje się jak poprzednio.

Zamiast opcji **Usuń** w trybie dodawania lub **Dodaj** w trybie usuwania można użyć krótszej drogi, czyli wskazywać ściany lub krawędzie z przytrzymanym klawiszem SHIFT. Zbiór wyboru zatwierdzamy klawiszem ENTER. Krawędzie wybiera się tak samo jak zwykle obiekty liniowe do poleceń edycyjnych.

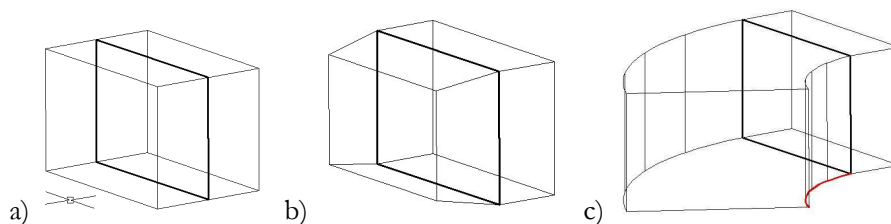
Polecenia edycyjne dla brył

Najważniejsze operacje dostępne w poleceniu **edbryła** działają zasadniczo na powierzchniach. Poniżej omawia się wybrane opcje polecenia realizujące wybrane operacje.

Operacja wyciągnij (opcja **Powierzchnia**→**Wyciągnij**) działa podobnie jak polecenie **wyciągnij** w zastosowaniu do regionów. Są tu dostępne nawet takie same opcje. Operacja ta działa tylko na ściany płaskie² i powoduje dodanie do edytowanej bryły innej bryły powstałej z wyciągnięcia regionu tworzącego tą ścianę (rys. 3).

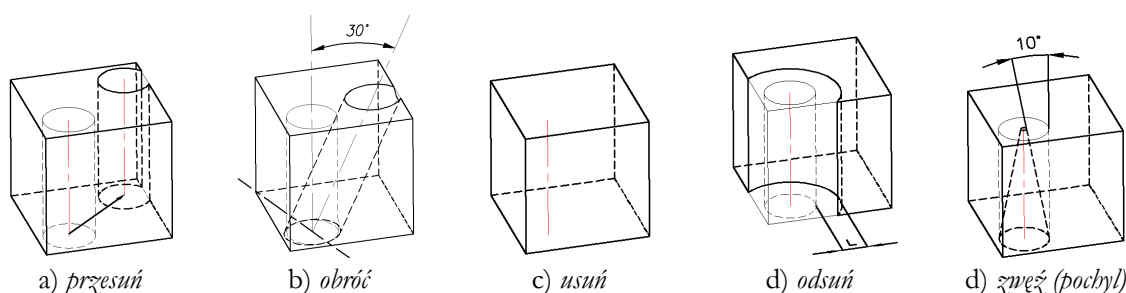
¹ Powierzchnie w sensie matematycznym. Może to być twór nieograniczony jak płaszczyzna, powierzchnia stożkowa lub walcowa lub ograniczony jak sfera, torus czy elipsoida.

² Czyli takie które po rozbiciu bryły stają się regionami.



Rys. 3. Efekt działania opcji wyciągnij polecenia edbryła na zaznaczonej ścianie: a – wyciągnięcie wzdłuż normalnej do ściany, b – jak (a), ale ze zwężaniem oraz c – wzdłuż ścieżki (łuku).

Operacje przesun powierzchnię (**Powierzchnia**→**przesuń**), obróć powierzchnię (**Powierzchnia**→**obróć**), usuń powierzchnię (**Powierzchnia**→**usuń**), odsuń powierzchnię (**Powierzchnia**→**odsuń**) i zwęż powierzchnię (**Powierzchnia**→**Pochyl**) działają (z wyjątkiem zwęż) jak odpowiednie polecenia przesuwania, obracania, kasowania i odsuwania obiektów z tą różnicą, że w zastosowaniu do powierzchni (**nie ściany**), z których wydzielona została wskazana ściana bryły.



Rys. 4. Skutki różnych operacji manipulowania powierzchniami bryły

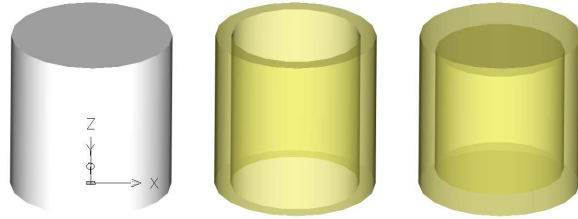
Na rysunku 4 pokazano skutki zastosowania tych operacji w odniesieniu do **powierzchni cylindrycznej** stanowiącej otwór w kostce. Część tej powierzchni tworzy cylindryczną ścianę otworu. Na rys. 4 pokazano jak powierzchnię tą (a) przesunięto o pokazany wektor, (b) obrócono względem osi leżącej na podstawie o kąt 30° , (c) usunięto z zestawu powierzchni tworzącej bryłę, (d) odsunięto w kierunku jej strony ujemnej (wnętrza bryły) o wartość -10 oraz (d) zwężono o kąt -10° wyznaczając kierunek zwężania punktami leżącymi na osi otworu bazowy na dole a drugi na górze. Warto zauważyć, że te operacje powodują zmianę krawędzi bryły. Na przykład przy obrocie (b) okrągłe krawędzie otworu zamieniły się na eliptyczne a przy odsunięciu (d) powstały dwie nowe krawędzie na najbliższych otworowi ścianach.

Dla jasności, operacja odsuwania zmienia powierzchnię w ten sposób, że każdy jej punkt jest przesuwany o wpisaną wartość wzdłuż normalnej do powierzchni w tym punkcie. Operacja zwężania wymaga wskazania dwóch punktów wyznaczających oś zwężania. Zwężenie polega na pochyleniu powierzchni o określony kąt w stosunku do tej osi. Kąt dodatni pochyla na zewnątrz osi zaś ujemny do wewnątrz. Jest on mierzony między śladami, powstałymi w wyniku przecięcia tej powierzchni z płaszczyznami przechodzącymi przez oś pochylenia, przed i po pochyleniu. Nie można pochylić sfery, a przy pochyleniu powierzchni cylindrycznych i stożkowych kierunek pochylenia musi być zgodny z ich osiami.

Oprócz wymienionych tu operacji polecenie to umożliwia skopiowanie powierzchni (opcja **Powierzchnia**→**Kopiuj**) i krawędzi (opcja **Krawędź**→**Kopiuj**) oraz ich kolorowanie (opcja **Powierzchnia**→**koLor**) i (opcja **Krawędź**→**koLor**). Przydatną operacją jest **ciało**→**powłoka**, które może być pomocne przy tworzeniu zbiorników lub „pudełek” o określonej grubości ściany. Ta operacja powoduje „wydrążenie” bryły do określonej grubości ścianki.









Ilustracja niech będzie rysunek 5, na którym pokazano skutki zastosowania tego polecenia do walca. Wybierając do operacji ścianę cylindryczną uzyskujemy tuleję a wybierając wszystkie ściany – zbiornik cylindryczny.



Niektóre operacje mogą dawać identyczne wyniki. Na przykład efekt jak na (rys. 3a.) można uzyskać przez wyciągnięcie, odsunięcie lub przesunięcie ściany prostopadłościannu.



Rys. 5. Utworzenie tulei (w środku) lub zbiornika walcowego (po prawej) po zastosowaniu operacji **powłoka** do walca.

Wykaz poleceń

Polecenie	Opis
 płat, _slice M: Rysuj – Bryły – Płat  Bryły – 	Przecina bryłę płaszczyzną na dwie części. Opis w tekście
 przenikanie, _interfere M: Rysuj – Bryły – Przenikanie  Bryły – 	Sprawdza czy bryły się przenikają i ewentualnie wyznacza ich wspólną część zachowując bryły składowe. Opis w tekście
 edbryła, _solidedit M: Zmiana – Edycja brył ▶  Edycja brył ...	Polecenie służy do edycji brył poprzez manipulowanie ich powierzchniami. Opis w tekście.

Legenda:  – linia poleceń; **M:** – menu;  – pasek narzędziowy

Ćwiczenie nr 18 – zadania do wykonania

Zad. 1. Fazowanie oraz zaokrąglanie. Narysuj (lub przywołaj z poprzedniego ćwiczenia) kostkę o boku 100 przewierconą centralnie przez wszystkie środki ścian wiertłem o średnicy 60 (Fig.1a)

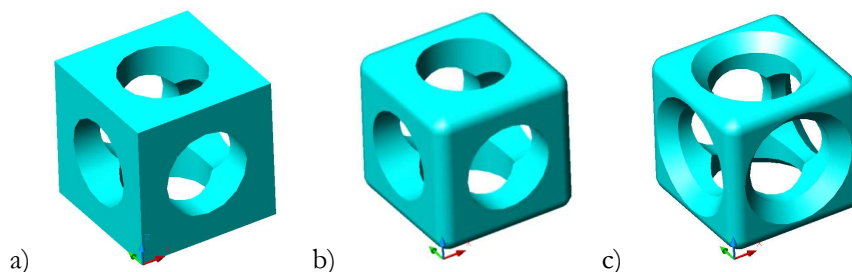


Fig. 1. Kolejne etapy wykonania zadania

Zaokrąglaj (Fig.1b) wszystkie krawędzie kostki promieniem 10. Sfazuuj (Fig.1c) wszystkie otwory na ścianach bocznych – wymiary faz 10×10 .

Zad. 2. Edycja powierzchni. Przywołaj (metodą kopiuj-wklej) bryłowy model nakrętki z poprzedniego ćwiczenia.

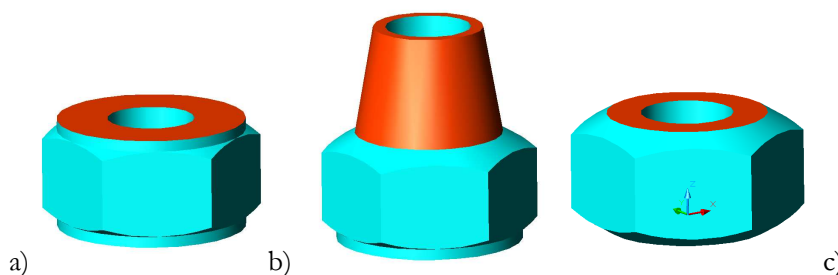


Fig. 2. a) Wyciągnięcie górnej i dolnej powierzchni; b) odsunięcie górnej i dolnej powierzchni; c) wyciągnięcie i pochylenie górnej powierzchni

Wykonaj jedną kopię nakrętki tak aby mieć dwie bryły.

W pierwszej bryle wyciągnij (polecenie **Powierzchnia**→**Wyciągnij**) górną i dolną powierzchnię (Fig.2a) na odległość 0,1. Po wykonaniu tego polecenia skopiuj zmodyfikowaną bryłę i wyciągnij jej górną powierzchnię o 1 do góry. Następnie poleceniem (**Powierzchnia**→**Pochyl**) zwęż cylindryczną powierzchnię wyciągniętej części o kat 10° (Fig.2b). Wskazując w punkty określające wektor przesunięcia weź pod uwagę orientację LUW i zastosuj względny sposób podawania punktów (@ $\Delta x, \Delta y, \Delta z$).

W drugiej bryle (Fig.2c) przesun górną i dolną powierzchnie (**Powierzchnia**→**przesuń** lub **Powierzchnia**→**odsuń**) w kier. normalnym do płaszczyzny o tę samą wartość czyli 0,1.

Zad. 3. Edycja powierzchni i płat. Przywołaj (metodą kopiuj-wklej) bryłowy model kolnierza z poprzedniego ćwiczenia. Ustaw LUW na czołowej powierzchni szyjki kolnierza Narysuj łuk o promieniu 200 styczny do osi kolnierza i zawierający się w jednej z jej przez płaszczyzn (fig.3.a) (najpierw ustaw LUW osią OY wzdłuż osi kolnierza i punkcie początkowym w centrum czołowej powierzchni szyjki kolnierza)

Wyciągnij (polecenie **Powierzchnia**→**Wyciągnij**) czołową powierzchnię szyjki kolnierza wzdłuż łuku (opcja **ścieżka**). Otrzymasz w ten sposób kolano 90° (fig.3.b).

Ustaw LUW opcją **luw**→**Nowy**→**oBiekt** w centrum łuku i obróć go tak, aby oś OX była skierowana w środek łuku **luw**→**Nowy**→**Z**. (fig.3.c)

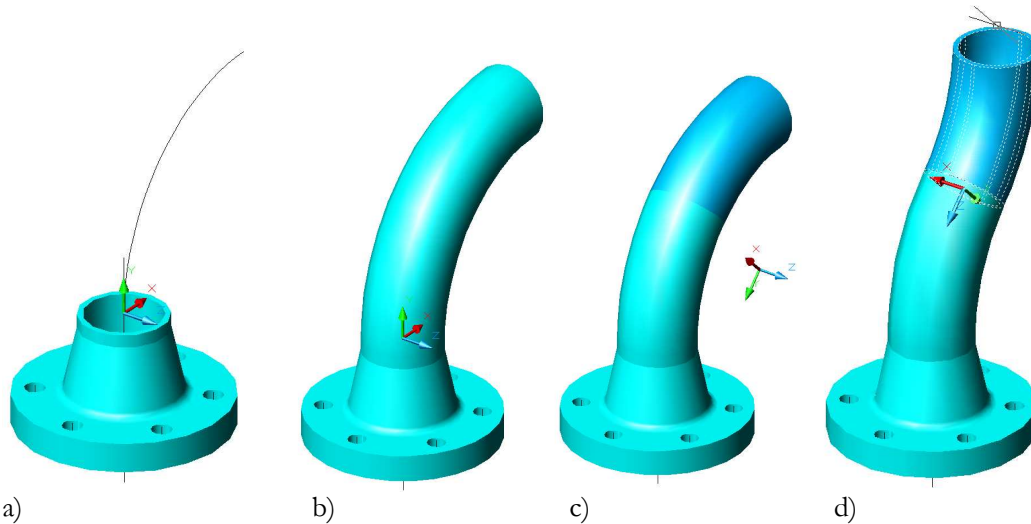
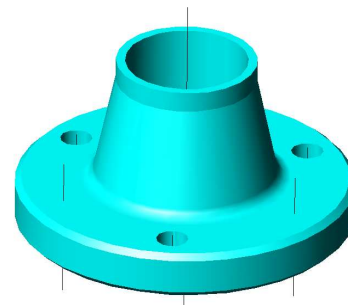


Fig. 3. Wyciągnięcie powierzchni czołowej szyjki kolnierza wzdłuż łuku w celu utw. kolana a następnie przecięcie kolana i jego obrót o 180°.

Wykonaj polecenie **płat** i przetnij bryłę płaszczyzną ZX z zachowaniem obu części (opcję **Zachowaj obie strony**) (fig.3.c)

Ustaw teraz LUW w centrum przekroju kolana (skorzystaj z polecenia **luw** → **Nowy** → **POwierzchnia**). A następnie obróć obciętą część kolana o 180° aby uzyskać efekt jak na (fig.3.d).



Zad. 4. Znajdź prostszą metodę wykonania wygiętego kolana z poprzedniego zadania.

Zad. 5. Edycja powierzchni. W kolnierzu z poprzedniego zadania usuń co drugi otwór oraz pokoloruj cylindryczne powierzchnie otworów oraz sfazuj kolierz fazami 5 x 5.

Zad. 6. Utwórz bryłę przez wyciągnięcie regionu (wymiary na fig.4a.) o 300 jednostek wzdłuż osi OZ. Niech jej środek geometryczny pokrywa się z początkiem G UW.

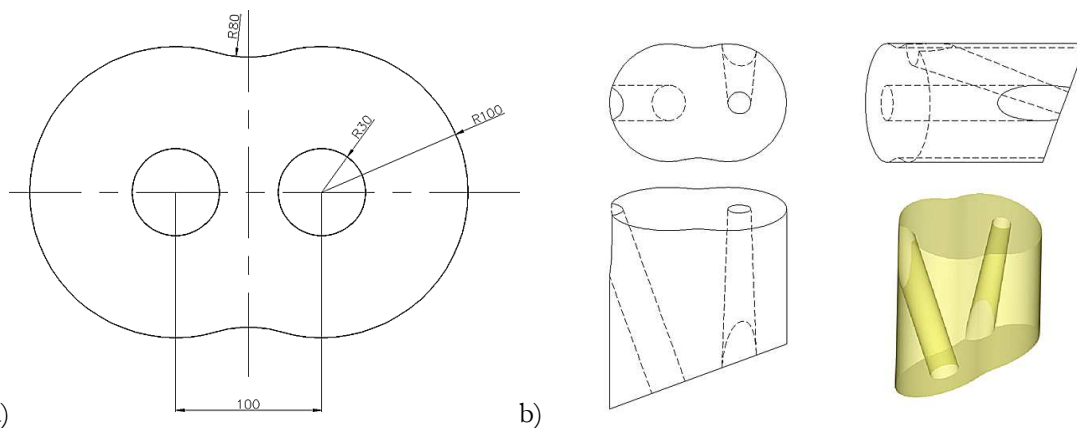


Fig. 4. Bryła do edycji

Uzyskaj efekt jak na fig.4b. W tym celu przesunij (**Powierzchnia**→**przesuń**) otwór na dodatniej części osi OX o 20 jedn. wzdłuż OX. Pochyl (**Powierzchnia**→**Pochyl**) jego cylindryczną powierzchnię o -2°. Obróć (**Powierzchnia**→**Obróć**) dolną podstawę i drugi otwór wokół osi OY sprowadzonej do środka otworu w podstawie o kąt -30°. Wykonaj to samo ze zwężonym otworem i górną podstawą, ale wokół osi OX sprowadzonej do środka otworu w górnej podstawie o kąt 20°.