

RYSZARD SZCZERBANOWSKI

Modelowanie w przestrzeni 3D

AUTOCAD 2012 PL

autodesk®
authorized training center

POLITECHNIKA ŁÓDZKA
ŁÓDŹ 2011

Biblioteka Główna PŁ
Termin zwrotu książki

RYSZARD SZCZERBANOWSKI

Modelowanie w przestrzeni 3D

AUTOCAD 2012 PL

**POLITECHNIKA ŁÓDZKA
ŁÓDŹ 2011**

POLITECHNIKA ŁÓDZKA PODRĘCZNIKI AKADEMICKIE

Recenzenci: **prof. dr hab. inż. Sławomir Wiak**
dr hab. Janusz Szewczyk

KOMITET REDAKCYJNY
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

Przewodniczący: **prof. dr hab. inż. Piotr Wodziński**
Redaktor Naukowy Wydziału: **prof. dr hab. inż. Piotr Ostalczyk**



124276

© Copyright by Politechnika Łódzka 2011

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223

tel/fax 42 684-07-93

e-mail: zamowienia@info.p.lodz.pl

www.wydawnictwa.p.lodz.pl

ISBN 978-83-7283-466-9

Nakład 250 egz. Ark druk. 27,5. Papier offset. 80 g 70 x 100

Druk ukończono w lutym 2012 r.

Wykonano w Drukarni Quick-Druk, 90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11

Nr 2006

001-001/315/2012

Modelowanie w przestrzeni 3D

Podziękowania

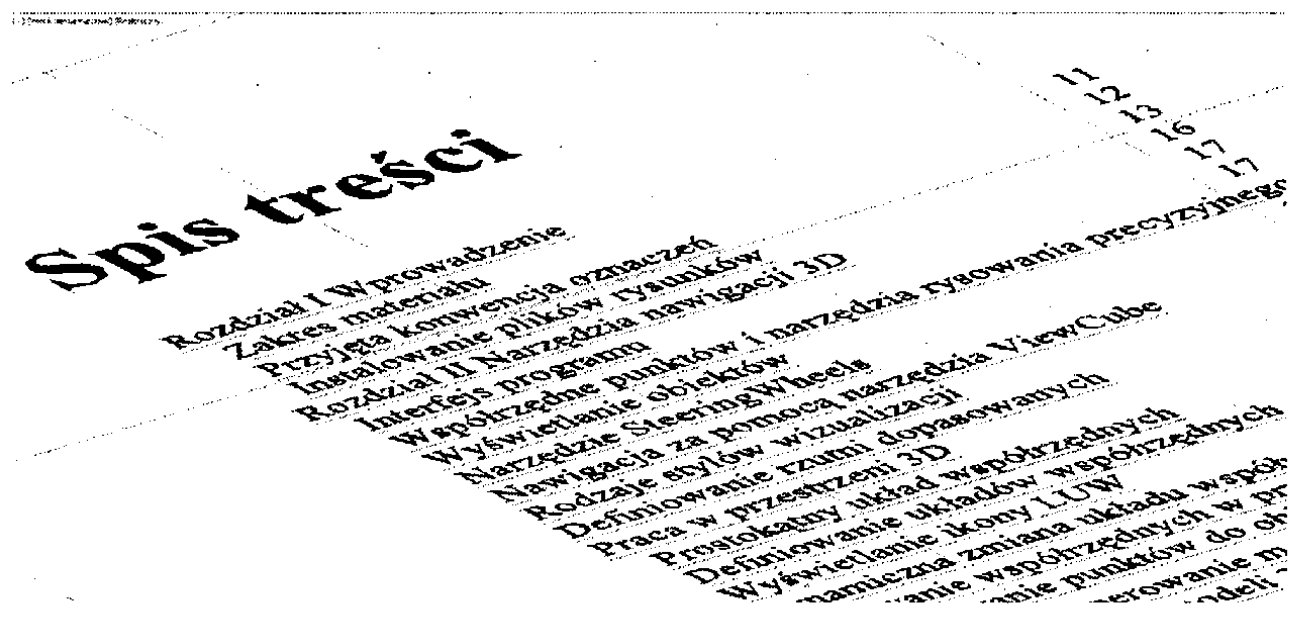
Szczególne podziękowania pragnę złożyć firmie Autodesk za wyrażenie zgody na nieodpłatne wykorzystanie programu AutoCAD 2012 PL do opracowania niniejszej publikacji. Zgoda ta została wyrażona w ramach – kierowanego przeze mnie – Autoryzowanego Centrum Szkoleniowego (ATC) przy Instytucie Mechatroniki i Systemów Informatycznych na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

Wszystkim P.T. Czytelnikom bardzo dziękuję za zainteresowanie się moją książką i wyrażam nadzieję, że będzie ona pomocna w zgłębianiu tajników programu AutoCAD 2012 PL w zakresie modelowania przestrzennego i przyczyni się do szybszego i pełniejszego poznania możliwości programu w tym zakresie.

Szczególne podziękowanie pragnę skierować do Pana Dziekana Wydziału, prof. dr hab. inż. Sławomira Wiaka za pomoc i wsparcie przy finalizowaniu prac wydawniczych, a Dyrekcji Instytutu i wszystkim koleżankom i kolegom za przychylną atmosferę i życzliwą aprobatę moich poczynąń w czasie wielomiesięcznych prac związanych z realizacją podjętego zadania.

Panom Recenzentom bardzo dziękuję za szereg cennych uwag, które przyczyniły się do podniesienia poziomu publikacji, a Wydawcy pragnę podziękować za podjęcie trudu wydania książki i zorganizowanie dystrybucji.

Autor



Spis treści

Rozdział I Wprowadzenie.....	11
Zakres materiału	12
Przyjęta konwencja oznaczeń	13
Instalowanie plików rysunków	16
Rozdział II Narzędzia nawigacji 3D.....	19
Interfejs programu.....	19
Współrzędne punktów i narzędzia rysowania precyzyjnego.....	25
Wyświetlanie obiektów	27
Narzędzie SteeringWheels.....	33
Nawigacja za pomocą narzędzia ViewCube	35
Rodzaje stylów wizualizacji	37
Definiowanie rzutni dopasowanych	38
Praca w przestrzeni 3D.....	41
Prostokątny układ współrzędnych	41
Definiowanie układów współrzędnych	42
Wyświetlanie ikony LUW	46
Dynamiczna zmiana układu współrzędnych.....	47
Filtrowanie współrzędnych w przestrzeni 3D.....	49
Dowiązkiwanie punktów do obiektów	51
Ćwiczenie 1 Operowanie modelami 3D.....	57
Rozdział III Rodzaje modeli 3D.....	59
Obiekty liniowe	60
Polilinia 3D	61

Splajn	63
Linia śrubowa	76
Powierzchnie	79
Bryły	79
Siatki	80
Przegląd podstawowych poleceń tworzenia obiektów 3D	81
Rozdział IV Modele 3D starszych typów	85
Modele szkieletowe	85
Modele uzyskane przez pogrubianie	86
Rozdział V Tworzenie brył podstawowych	89
Uwagi o bryłach elementarnych	89
Tworzenie kostki	90
Tworzenie kuli	92
Tworzenie walca	93
Tworzenie stożka	95
Tworzenie klina	98
Tworzenie torusa	100
Tworzenie ostrosłupa	101
Ćwiczenie 2 Tworzenie brył podstawowych I	104
Ćwiczenie 3 Tworzenie brył podstawowych II	113
Rozdział VI Tworzenie modeli bryłowych	115
O modelach tworzonych z profili 2D	116
Polecenie WYCIĄGNIJ	117
Polecenie PRZEKRĘĆ	119
Polecenie SKOS	121
Polecenie WYCIĄGNIĘCIE	124
Polecenie POLIBRYŁA	132
Polecenie NACIŚNIJCIĄG	134
Ćwiczenie 4 Definiowanie bryły przez wyciągnięcie	136
Ćwiczenie 5 Definiowanie brył przez obracanie	137
Ćwiczenie 6 Definiowanie brył przez przesuwanie wzdłuż ścieżki	138
Ćwiczenie 7 Definiowanie bryły wzdłuż linii śrubowej	139
Ćwiczenie 8 Definiowanie bryły przez pokrywanie profili	141
Ćwiczenie 9 Definiowanie polibryły	143
Ćwiczenie 10 Definiowanie brył w oparciu o obiekty 2D	144
Rozdział VII Tworzenie brył złożonych	147
Tworzenie brył przez sumowanie	149
Tworzenie brył przez odejmowanie	150
Tworzenie brył przez zdefiniowanie części wspólnej	152
Sprawdzanie kolizji	153
Ćwiczenie 11 Tworzenie bryłowych modeli złożonych I	156
Ćwiczenie 12 Tworzenie bryłowych modeli złożonych II	159
Rozdział VIII Tworzenie modeli powierzchniowych	165
Polecenie POWPŁAS	168
Polecenie POWNASIATCE	169
Polecenie WYCIĄGNIJ	170

Polecenie PRZEKRĘĆ	173
Polecenie WYCIĄGNIĘCIE	175
Polecenie SKOS	179
Ćwiczenie 13 Definiowanie powierzchni przez wyciągnięcie	181
Ćwiczenie 14 Definiowanie powierzchni przez obracanie	182
Ćwiczenie 15 Definiowanie powierzchni przez pokrywanie profili	183
Ćwiczenie 16 Definiowanie powierzchni	184
Ćwiczenie 17 Definiowanie powierzchni w oparciu o obiekty 2D	185
Rozdział IX Tworzenie powierzchni starego typu	187
Tworzenie powierzchni siatki wielokątnej	188
Tworzenie polipowierzchni	188
Tworzenie polipowierzchni przestrzennej	189
Tworzenie podstawowych modeli powierzchniowych	189
Rozdział X Tworzenie modeli siatkowych	193
Reprezentacja obiektów siatkowych	194
Okno dialogowe <i>Opcje siatki elementarnej</i>	197
Okno dialogowe <i>Opcje reprezentacji siatki</i>	198
Tworzenie siatek elementarnych	201
Tworzenie siatki kostki	202
Tworzenie siatki stożka	204
Tworzenie siatki walca	207
Tworzenie siatki ostrosłupa	209
Tworzenie siatki sfery	212
Tworzenie siatki klina	214
Tworzenie siatki torusa	217
Tworzenie siatek w oparciu o powierzchnie	219
Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWPROST	220
Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWWALC	222
Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWOBROT	223
Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWKRAW	225
Ćwiczenie 18 Tworzenie siatek elementarnych	226
Ćwiczenie 19 Tworzenie siatek otwartych (powierzchniowych)	229
Rozdział XI Edycja modeli bryłowych	231
Edycja brył w palecie <i>Właściwości</i>	232
Edycja brył za pomocą uchwytów i metauchwytów	233
Uchwyty	233
Metauchwyty	236
Metauchwyt <i>Skalowanie 3D</i>	239
Metauchwyt <i>Obrót 3D</i>	240
Metauchwyt <i>Przesunięcie 3D</i>	241
Edycja całych obiektów 3D	242
Przemieszczanie obiektów w przestrzeni 3D	242
Obracanie obiektów w przestrzeni 3D	244
Dopasowywanie obiektów w przestrzeni 3D	245
Odzwierciedlanie w przestrzeni 3D	248
Korzystanie z szyków w przestrzeni 3D	250

Przecinanie modeli bryłowych.....	258
Odciskanie obiektów na obiektach bryłowych	261
Wyodrębnianie krawędzi.....	262
Odsunięcie krawędzi.....	264
Ćwiczenie 20 Orientowanie modeli w przestrzeni 3D	266
Ćwiczenie 21 Odzwierciedlanie obiektów w przestrzeni 3D.....	269
Ćwiczenie 22 Korzystanie z szyków w przestrzeni 3D.....	270
Ćwiczenie 23 Przycinanie brył płaszczyznami	271
Edycja części składowych brył	273
Zaokrąglanie modeli bryłowych	273
Fazowanie modeli bryłowych	275
Polecenie EDBRYŁA	277
Opcja <i>Powierzchnia</i> > <i>Wyciągnij</i>	278
Opcja <i>Powierzchnia</i> > <i>przEsuń</i>	280
Opcja <i>Powierzchnia</i> > <i>oDsuń</i>	282
Opcja <i>Powierzchnia</i> > <i>Usuń</i>	284
Opcja <i>Powierzchnia</i> > <i>Obróć</i>	286
Opcja <i>Powierzchnia</i> > <i>Pochyl</i>	288
Opcja <i>ciAło</i> > <i>Powłoka</i>	290
Opcja <i>ciAło</i> > <i>Odcisk</i>	292
Opcja <i>ciAło</i> > <i>Rozdziel bryły</i>	294
Ćwiczenie 24 Tworzenie faz i zaokrągleń obiektów 3D	295
Ćwiczenie 25 Edytowanie modeli bryłowych	297
Rozdział XII Edycja powierzchni	301
Edycyjne polecenia podstawowe	302
Przycinanie powierzchni	302
Cofanie przycięcia powierzchni.....	305
Wydłużanie powierzchni.....	306
Zaokrąglanie powierzchni	309
Edycyjne polecenia uzupełniające	311
Rzutowanie obiektów liniowych.....	311
Łączenie powierzchni	314
Odsuwanie powierzchni	316
Zasklepianie otworów w powierzchni.....	318
Tworzenie bryły z przestrzeni zamkniętych powierzchniami.....	320
Zarządzanie wierzchołkami sterującymi	322
Wyświetlanie wierzchołków sterujących	322
Ukrywanie wierzchołków sterujących	322
Dodawanie wierzchołków sterujących	323
Usuwanie wierzchołków sterujących	324
Zmiana gęstości wierzchołków sterujących.....	325
Ćwiczenie 26 Edytowanie powierzchni I	328
Ćwiczenie 27 Edytowanie powierzchni II.....	330
Rozdział XIII Edycja modeli siatkowych	333
Dodawanie gładkości	335
Rozdrabnianie siatki.....	337

Usuwanie gładkości krawędzi..... 340

Dzielenie sekcji na części 344

Wyciąganie sekcji 346

Edycja siatek za pomocą uchwytów i metauchwytów..... 348

Uwagi o pracach z siatkami..... 351

Rozdział XIV Konwersja obiektów 3D 355

Wprowadzenie do konwersji 356

Tworzenie siatek przez konwersję 357

Tworzenie powierzchni NURBS przez konwersję..... 366

Tworzenie powierzchni proceduralnych przez konwersję 368

Tworzenie brył przez konwersję 369

 Ćwiczenie 28 Tworzenie siatek przez konwersję..... 373

 Ćwiczenie 29 Tworzenie powierzchni NURBS przez konwersję 374

 Ćwiczenie 30 Tworzenie brył przez konwersję 377

 Ćwiczenie 31 Tworzenie powierzchni proceduralnych przez konwersję 378

Rozdział XV Generowanie rysunków dwuwymiarowych 381

Rzuty i przekroje..... 382

 Rzutowanie modeli 3D..... 382

 Tworzenie płaszczyzn tnących 385

 Zarządzanie rzutami..... 388

 Tworzenie rzutów (2D) i przekrojów (3D)..... 392

 Tworzenie przekrojów 2D..... 394

 Ćwiczenie 32 Tworzenie widoków przekrojowych 395

 Ćwiczenie 33 Tworzenie widoku płaskiego 397

 Ćwiczenie 34 Tworzenie przekrojów 399

 Ćwiczenie 35 Uatrakcyjnienie widoków brył..... 403

 Ćwiczenie 36 Rysowanie płaszczyzn tnących 405

Tworzenie rysunków dokumentacyjnych 408

 Rodzaje widoków 408

 Widoki z ukrytymi liniami i cieniowane 409

 Widoki rzutów i przekrojów 411

 Wymiarowanie międzyobszarowe 411

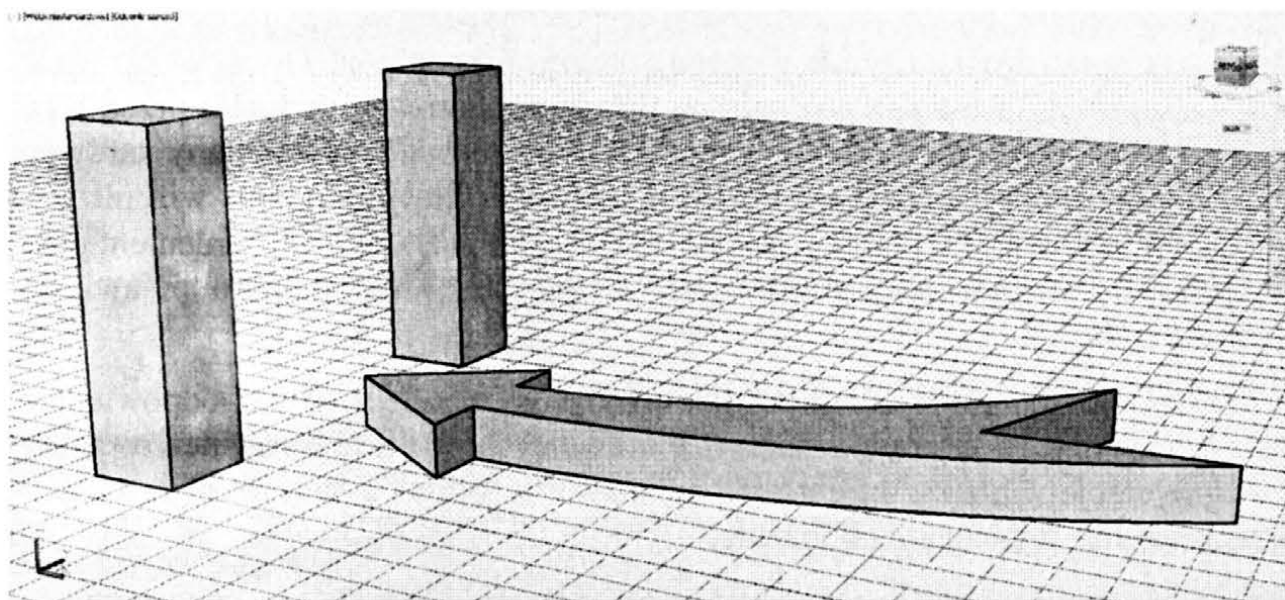
 Tworzenie związanych wymiarów międzyobszarowych..... 413

 Ćwiczenie 37 Tworzenie układów dla modeli 3D 416

Zakończenie..... 423

Literatura 425

Skorowidz..... 427



Rozdział I

Wprowadzenie

Dokumentacja techniczna wykonawcza, tzn. ta, która jest dostarczana do warsztatu wykonującego określony wyrób, jest przekazywana w postaci dwuwymiarowego rysunku technicznego. Dotychczas projektant wyrobu kreślił dokumentację bezpośrednio w układzie dwuwymiarowym, korzystając z odpowiedniego rzutowania obiektów w układzie prostokątnym. Taki sposób postępowania wymagał od projektanta dobrej wyobraźni przestrzennej, gdyż obraz przestrzenny przedmiotu powstawał tylko w umyśle projektanta, który był odpowiedzialny za przelanie tego wyobrażenia na papier. Rodziło to możliwość popełniania szeregu pomyłek i nie pozwalało na przeprowadzanie analiz obiektów jeszcze w fazie projektowania oraz uniemożliwiało pokazanie wymyślnego projektu w jego końcowej postaci przed wykonaniem prototypu.

Obecnie coraz powszechniejsza jest tendencja – a w krajach zaawansowanych technologicznie staje się to regułą – tworzenia projektu w postaci elektronicznej w przestrzeni trójwymiarowej. Wirtualna postać trójwymiarowa pozwala na przeprowadzenie szeregu czynności na obiekcie, który jeszcze fizycznie nie

powstał. Umożliwia przeprowadzenie symulacji komputerowych związanych z projektowaniem, takich jak obliczenia wytrzymałościowe czy termiczne. Daje możliwość sprawdzenia, czy nie występują kolizje poszczególnych części w trakcie pracy urządzenia. Również pozwala na pokazanie gotowego wyrobu przed jego wykonaniem. Utworzony model przestrzenny może być wykorzystany zarówno do obliczeń numerycznych, jak i do sprawdzania kolizyjności oraz wizualizacji statycznej i dynamicznej gotowego wyrobu, co jest wielkim udogodnieniem przy przeprowadzaniu kampanii reklamowej urządzenia, które dopiero pojawi się w rzeczywistości.

Do tworzenia wirtualnej postaci urządzenia nieodzowne jest odpowiednie oprogramowanie, a w przypadkach rozbudowanych projektów również wysoko-wydajne stacje robocze, które będą w stanie, w odpowiednio krótkim czasie, przeprowadzić wymagane obliczenia.

Celem naszym będzie poznanie oprogramowania pozwalającego na pracę w przestrzeni trójwymiarowej w takim stopniu, aby móc rozpocząć samodzielną pracę, poznać najistotniejsze narzędzia programu i wykonać proste projekty.

Podręcznik ten został przewidziany jako przewodnik pozwalający na przyswojenie sobie zasad tworzenia modeli trójwymiarowych za pomocą programu AutoCAD 2012 w polskiej wersji językowej. Przyjęto, że użytkownik niniejszego podręcznika poznał wcześniej zasady tworzenia rysunku dwuwymiarowego w programie AutoCAD, zatem zna już narzędzia umożliwiające tworzenie rysunków w postaci elektronicznej w zakresie odpowiadającym kursowi obsługi programu stopnia podstawowego i średnio zaawansowanego, co odpowiada zakresowi autoryzowanych kursów: *AutoCAD 2012 Essentials* oraz *AutoCAD 2012 Intermediate*.

Autoryzowany kurs modelowania przestrzennego o nazwie *Creating and Presenting 3D Models* zawiera zagadnienia związane z tworzeniem modeli trójwymiarowych oraz z wizualizacją modeli w zakresie udostępnianym w programie AutoCAD. Zakres materiału zawarty w podręczniku został ograniczony do pierwszej części kursu, czyli do zagadnień związanych z zasadami tworzenia i edytowania modeli 3D oraz do poznania narzędzi niezbędnych do pracy w przestrzeni trójwymiarowej. Autor przewiduje przeniesienie zagadnień związanych z wizualizacją przestrzeni 3D do osobnego podręcznika.

Zakres materiału

W pierwszej kolejności w podręczniku zawarto zagadnienia związane z narzędziami charakterystycznymi dla pracy w przestrzeni trójwymiarowej, do których zaliczyć można definiowanie kierunków patrzenia, modyfikowanie

statyczne i dynamiczne kąta widzenia, definiowanie lokalnych układów współrzędnych, definiowanie rzutni i zestawów rzutni w przestrzeni modelu i przestrzeni papieru, operowanie stylami wizualizacji czy operowanie perspektywą.

Następnym krokiem jest zapoznanie się z możliwościami tworzenia modeli trójwymiarowych. W programie można tworzyć modele krawędziowe, powierzchniowe, siatkowe i bryłowe, przy czym jako podstawowe traktowane będą modele powierzchniowe, siatkowe i bryłowe, które są najbardziej zaawansowane technologicznie.

Podstawowy model 3D jest zwykle wzbogacany o dodatkowe elementy uzupełniające i – ewentualnie – upiększające. Zagadnienia te są związane z przeprowadzaniem edycji obiektów istniejących i zostaną omówione w paragrafach następnych.

Na zakończenie naszych rozważań poruszone zostaną tematy związane z tworzeniem przekrojów modeli 3D, rzutowaniem, wymiarowaniem oraz przygotowywaniem rysunków 2D do wydruku.

Przy omawianiu kolejnych punktów materiału nieodzowne będzie tworzenie modeli 3D w edytorze. W celu przyspieszenia pracy i zogniskowania swojego wysiłku na zagadnieniach najistotniejszych autor opracował zestaw gotowych rysunków, zawierających przygotowane obiekty pomocnicze, na bazie których będą definiowane obiekty omawiane. Rysunki te można nieodpłatnie pobrać ze strony internetowej.

Przyjęta konwencja oznaczeń

W celu poprawienia czytelności tekstu wprowadzono umowne formaty (np. kursywa przy podawaniu nazw okien dialogowych lub ich części składowych) i sposoby przedstawiania określonych, powtarzających się fragmentów, jak np. opisy opcji dostępnych w poszczególnych poleceniach.

- *Kursywa* – występuje w nazwach okien dialogowych, nazwach części okien dialogowych, nazwach plików, łańcuchach znakowych – zarówno cytowanych, jak i wprowadzanych z klawiatury. Jako przykłady niech posłużą dwa teksty:
 - 1) W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* zaznacz pole wyboru *Aktualizuj automatycznie*, a z listy rozwijalnej *Podgląd poziomu gładkości* wybierz pozycję *Poziom-2*.
 - 2) W oknie dialogowym *Wstaw*, w polu tekstowym *Nazwa*, wpisz nazwę *Blok2*.

- Symbol ↵ oznacza naciśnięcie klawisza ENTER.
- Courier – jest stosowany do przedstawiania zawartości linii poleceń i okna tekstowego programu. Tekst, który ma być wprowadzony z klawiatury, będzie pogrubiony (**Courier**) – jako przykład niech posłuży następująca konwersacja:

Polecenie: _box

Określ pierwszy narożnik lub [śrOdek]: **150,130**↵

Określ inny narożnik lub [Sześciąt/Długość]: **@100,50**↵

Określ wysokość lub [2Punkty]: **55**↵

- Piktogramy o postaci:  będą wskaźnikami umieszczanymi na rysunkach w celu wskazania wybranych punktów lub miejsc.
- Nazwy poleceń, które można podać z klawiatury, są podawane wersalikami, np. do narysowania bryły w postaci kostki można posłużyć się poleceniem KOSTKA.
- Przy określaniu miejsc, w których można wywołać polecenie, przyjęto następujące skróty:

W3D: wstążka w obszarze roboczym *Modelowanie 3D*,

PN: pasek narzędzi.

MR: menu rozwijalne,

LP: linia poleceń,

MK: menu kontekstowe (prawy klawisz myszy),

MSD: menu szybkiego dostępu,

A: menu aplikacji,

N: pasek nawigacji,

KEG: kontrolki ekranu graficznego (lewy górny narożnik ekranu graficznego),

PS: pasek stanu (standardowo na dole ekranu).

Jako przykład określenia miejsc, z których można wywołać polecenie KOSTKA, niech posłuży opis:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Kostka

PN: Modelowanie > Kostka

MR: Rysuj > Modelowanie > Kostka

LP: KOSTKA

Przy określaniu miejsca znalezienia polecenia zastosowano ponadto dwa symbole:

- 1) strzałka ↓ oznacza kliknięcie strzałki znajdującej się w nazwie palety,
- 2) trójkącik ▼ oznacza kliknięcie nazwy palety w celu rozwinięcia jej dalszej części.

Jako przykład zastosowania symbolu ↓ niech posłuży wywołanie okna dialogowego *Opcje reprezentacji siatki*:

W3D: Narzędzia główne > Siatka↓

A jako przykład zastosowania symbolu ▼ niech posłuży wywołanie polecenia KONWNABRYŁĘ:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył ▼ > Konwertuj na bryłę

- Opis opcji poleceń podano w tabelkach o postaci:

KOSTKA	
Opcje	Opis
śrOdek	Wybiera jako punkt bazowy środek ciężkości bryły.
Sześcian	Pozwala na zdefiniowanie sześcianu za pomocą podania tylko długości jego boku.
Długość	Pozwala na zdefiniowanie prostopadłościanu przez podanie kolejno: długości, szerokości i wysokości.
2 punkty	Przy określaniu wysokości kostki pozwala zdefiniować tę wysokość za pomocą wskazania dwóch dowolnych punktów.

- Opis wartości przypisywanych do zmiennej systemowej może być podany w tabelce o postaci:

zm.sys. VSEDGES	
Wartość	Opis
0	Nie są wyświetlane fasety i krawędzie płaszczyzn.
1	Wyświetlane są fasety.
2	Wyświetlane są krawędzie płaszczyzn.

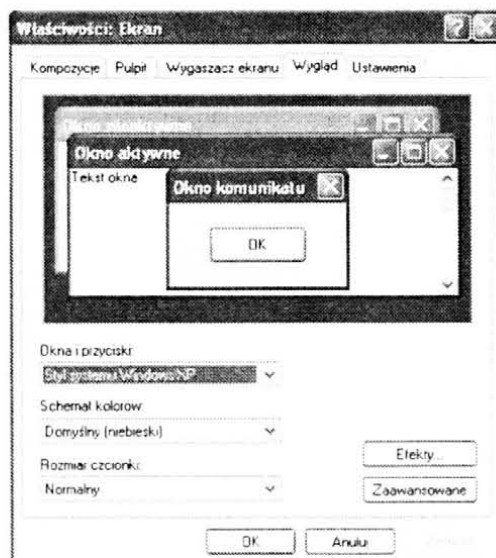
- Uwagi umieszczono w tabelkach o postaci:

Uwaga
Gdy tworzymy płaskie profile i ścieżki w różnych kierunkach w przestrzeni 3D, można rozpocząć od narysowania odpowiednio dopasowanej bryły podstawowej, np. kostki, a następnie można posłużyć się dynamicznym układem współrzędnych w celu narysowania obiektów na wybranej ścianie bryły.

- Polecenie otworzenia pliku zawierającego rysunek jest zaznaczane w tekście następująco:

(Otwórz rysunek: *W-11-55-Skos.dwg*.)

- Wszystkie kopie okien dialogowych zostały wykonane dla programu AutoCAD pracującego w systemie operacyjnym Windows XP z ekranem w stylu klasycznym. Ustawienia pokazano poniżej:



- Na zakończenie zamkniętych tematycznie partii materiału wprowadzono ćwiczenia do samodzielnego wykonania. Każde ćwiczenie rozpoczyna się od otworzenia gotowego lub nowego rysunku i opisanu celu do osiągnięcia. W następnych krokach podawany jest sposób rozwiązania problemu. W tekście ćwiczenie jest zaznaczane w postaci nagłówka poprzedzającego treść ćwiczenia o postaci:

Ćwiczenie *X*

Nazwa ćwiczenia

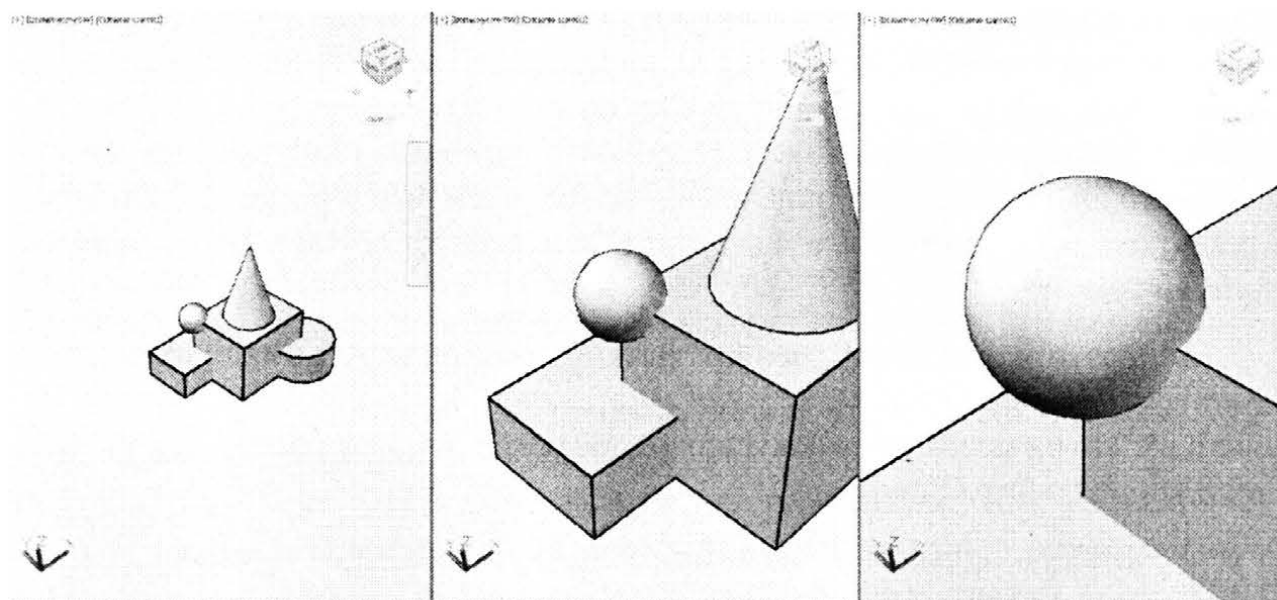
X oznacza kolejny numer ćwiczenia.

Instalowanie plików rysunków

Do śledzenia materiału zawartego w książce niezbędne jest pobranie ze strony internetowej pliku samorozpakowującego się o nazwie *ac2012-3d.exe* i rozpakowanie go na dysku komputera użytkownika. Archiwum zawiera rysunki, które

będą uzupełniane w trakcie wykonywania ćwiczeń. Algorytm pobierania archiwum jest następujący:

- Załóż na swoim komputerze folder, np. o nazwie *RysDoAC2012*. (Oczywiście, folder może mieć inną nazwę.)
- Uruchom przeglądarkę internetową i wejdź na stronę:
<http://www.autocad.imsi.pl/>,
- Wpisz w polu *Nazwa użytkownika*: *AutoCAD3d*
(z zachowaniem wielkości liter).
- Wpisz w polu *Hasło*: *A3d2012RSZ*
(z zachowaniem wielkości liter).
- Pobierz plik o nazwie *ac2012-3d.exe* i umieść go w folderze, który założyłeś (*RysDoAC2012* lub o innej nazwie).
- Uruchom plik samorozpakowujący się *ac2012-3d.exe*, podając jako folder docelowy folder *RysDoAC2012* (lub o innej nazwie).
- W folderze (oprócz pliku *ac2012-3d.exe*) pojawią się dwie nowe pozycje: folder o nazwie *Rysunki-3D-2012* oraz plik o nazwie *Read-me.txt*.
- Plik tekstowy *Read-me.txt* zawiera spis załączonych rysunków oraz szereg dodatkowych uwag dotyczących umieszczenia ewentualnych plików pomocniczych.
- W folderze *Rysunki-3D-2012* umieszczono pliki z rozszerzeniem *.dwg*, które będą potrzebne przy poznawaniu treści książki.



Rozdział II

Narzędzia nawigacji 3D

Interfejs programu

Poznany już program AutoCAD był dotąd wykorzystywany przez nas do pracy w obszarze 2D. Jest to jednak oprogramowanie, które pracuje również w przestrzeni trójwymiarowej, a projekty 3D są tworzone w przestrzeni na płaszczyźnie dowolnie wybranej.

Program umożliwia tworzenie modeli przestrzennych: krawędziowych, powierzchniowych, bryłowych oraz siatkowych. Ten ostatni sposób tworzenia modeli 3D daje najwięcej możliwości zarówno przy przeprowadzaniu analiz i obliczeń, jak i w dziedzinie wizualizacji. Natomiast odwzorowanie bryłowe pozwala na pozyskiwanie parametrów fizycznych obiektów 3D oraz umożliwia stosowanie algebry Boole'a. W naszych rozważaniach szczególny nacisk zostanie położony na modelowanie bryłowe, powierzchniowe i siatkowe z uwzględnieniem przeprowadzania konwersji pomiędzy obiektami trójwymiarowymi utworzonymi różnymi metodami.

Jak wiemy, w programie AutoCAD 2009 wprowadzono nowy interfejs, zgodny ze standardami wprowadzonymi przez system Windows Vista, co spowodowało wprowadzenie tzw. wstążki zawierającej karty. W kartach występują panele, a w panelach uzyskujemy dostęp do poszczególnych poleceń. Przeprowadzono gruntowną reorganizację grupowania poleceń i okno aplikacji zdecydowanie różni się od postaci okna znanej ze starszych wersji programu. Do pracy w przestrzeni trójwymiarowej wykorzystamy standardowy obszar roboczy o nazwie *Modelowanie 3D*.

Można również skonfigurować interfejs programu w postaci znanej nam z wersji wcześniejszych (obszar roboczy o nazwie *AutoCAD – wersja standardowa*), ale chyba trzeba jak najszybciej pogodzić się z wprowadzonymi zmianami i korzystać z nowego interfejsu.

Powróćmy jednak do okna aplikacji wyświetlanego w nowej postaci. W obszarze roboczym *Modelowanie 3D* występuje standardowo trzynaście kart (czternaście, jeśli zainstalowano również kartę *Express Tools*).

- *Narzędzia główne*
- *Bryła*
- *Powierzchnia*
- *Siatka*
- *Renderuj*
- *Parametryczne*
- *Wstaw*
- *Opisz*
- *Wyświetl*
- *Zarządzaj*
- *Wyniki pracy*
- *Dodatki*
- *Online*
- *Express Tools*

Zawartość wstążki może być modyfikowana. Nie wszystkie karty muszą być wyświetlane i nie muszą być wyświetlane wszystkie panele w kartach. Ponadto można praktycznie dowolnie modyfikować układ poleceń w kartach, modyfikować zachowanie poszczególnych poleceń i dodawać nowe polecenia, ale to jest już inne zagadnienie, które jest przedmiotem zaawansowanego kursu obsługi programu AutoCAD.

W każdej karcie zebrane zostały polecenia, które pozwalają na realizację określonych wspólnych lub zależnych czynności.

Karta *Narzędzia główne* zawiera następujące panele z poleceniami:

<i>Modelowanie</i>	– polecenia umożliwiają tworzenie brył i powierzchni w modelach 3D.
<i>Siatka</i>	– polecenia pozwalają na modelowanie siatek 3D.
<i>Edycja brył</i>	– polecenia pozwalają na przeprowadzenie edycji brył istniejących w rysunku.
<i>Rysuj</i>	– polecenia umożliwiają wprowadzanie nowych obiektów do rysunku.
<i>Modyfikuj</i>	– polecenia pozwalają na przeprowadzanie edycji obiektów występujących już w rysunku, łącznie z ich powielaniem, czyli tworzeniem nowych obiektów w oparciu o obiekty istniejące.
<i>Przekrój</i>	– polecenia umożliwiają tworzenie przekrojów obiektów i modeli 3D.
<i>Współrzędne</i>	– polecenia umożliwiające zarządzaniem lokalnymi układami współrzędnych.
<i>Widok</i>	– polecenia pozwalają na zarządzanie stylami wizualizacji oraz nazwanymi widokami.
<i>Wybór</i>	– polecenia umożliwiają operacje na metauchwytach.
<i>Warstwy</i>	– polecenia działające na warstwach i zarządzające warstwami w rysunku.
<i>Grupy</i>	– polecenia umożliwiające grupowanie obiektów oraz obsługę grup.

Karta *Bryła* zawiera panele z poleceniami:

<i>Prymityw</i>	– polecenia dotyczą tworzenia brył elementarnych.
<i>Bryła</i>	– polecenia dotyczące tworzenia brył tworzonych w oparciu o inne obiekty występujące w rysunku.
<i>Operacje logiczne</i>	– polecenia umożliwiające przeprowadzanie operacji logicznych na bryłach.
<i>Edycja brył</i>	– polecenia pozwalają na przeprowadzanie edycji brył.
<i>Przekrój</i>	– polecenia umożliwiają tworzenie przekrojów obiektów i modeli 3D.
<i>Wybór</i>	– polecenia umożliwiają operacje na metauchwytach.

Karta *Powierzchnia* zawiera panele z poleceniami:

<i>Utwórz</i>	– polecenia dotyczą tworzenia obiektów powierzchniowych otwartych i zamkniętych.
<i>Edycja</i>	– polecenia obsługują wybrane polecenia przekształcania obiektów powierzchniowych.
<i>Wierzchołki sterujące</i>	– polecenia przeznaczone do edytowania wierzchołków sterujących krzywych i powierzchni NURBS.
<i>Krzywe</i>	– polecenia pozwalające na tworzenie obiektów krzywoliniowych płaskich (2D) i przestrzennych (3D).
<i>Rzutuj geometrię</i>	– polecenia umożliwiają tworzenie wykrojów w powierzchniach, również niepłaskich.
<i>Analiza</i>	– polecenia umożliwiają operacje na wybranych wzorach, przeprowadzane w celu dopasowania sąsiadujących powierzchni.

Karta *Siatka* zawiera panele z poleceniami:

<i>Siatki elementarne</i>	– polecenia dotyczą tworzenia siatek elementarnych.
<i>Siatka</i>	– polecenia obsługują zarządzanie rodzajami siatek.
<i>Edytowanie siatki</i>	– polecenia przeznaczone do edytowania siatek.
<i>Przekształć siatkę</i>	– polecenia przekształcają siatki na powierzchnie lub bryły.
<i>Przekrój</i>	– polecenia umożliwiają tworzenie przekrojów obiektów i modeli 3D.
<i>Wybór</i>	– polecenia umożliwiają operacje na metauchwytach.

Karta *Renderuj* zawiera panele z poleceniami:

<i>Światła</i>	– polecenia zarządzają definiowaniem i obsługą świateł.
<i>Słońce i położenie</i>	– polecenia pozwalają na wprowadzenie do rysunku światła słonecznego.
<i>Materiały</i>	– polecenia umożliwiają definiowanie materiałów i zarządzanie materiałami przypisywanymi do poszczególnych obiektów 3D.
<i>Animacje</i>	– polecenia pozwalające na tzw. kroczenie przez scenę i przelot.
<i>Kamera</i>	– polecenia umożliwiające zdefiniowanie kamer i ich obsługę.
<i>Renderuj</i>	– polecenia dotyczą przeprowadzania renderowania zdefiniowanych scen oraz ustalania parametrów renderowania.

Karta *Parametryczne* zawiera panele z poleceniami:

- Geometryczny* – polecenia dotyczą obsługi więzów geometrycznych.
- Wymiarowy* – polecenia obsługują więzy wymiarowe.
- Zarządzaj* – polecenia pozwalają na obsługę parametrów więzów geometrycznych i wymiarowych.

Karta *Wstaw* zawiera panele z poleceniami:

- Blok* – polecenia dotyczą operacji na blokach, również dynamicznych.
- Definicja bloku* – polecenia obsługują atrybuty, czyli informacje tekstowe przypisywane do bloków.
- Odniesienie* – polecenia pozwalają na obsługę odnośników zewnętrznych oraz obrazów rastrowych wprowadzonych do rysunku.
- Import* – polecenia umożliwiają importowanie plików w dziewiętnastu formatach, np.: *.wmf*, *.sat*, *.3ds*, *.dgn*, *.iges*, *x_b*, *.prt**, *.asm**.
- Dane* – polecenia pozwalają na obsługę pól, obiektów OLE oraz hiperłączy.
- Łączenie i wyodrębnianie* – polecenia umożliwiają obsługę łączy przekazywania danych między rysunkiem a innymi aplikacjami oraz przeprowadzanie wyciągu atrybutów.
- Chmura punktów* – polecenia umożliwiają wstawianie do rysunku plików indeksowanych chmur punktów (*.pcg*, *.isd*).

Karta *Opisz* zawiera panele z poleceniami:

- Tekst* – polecenia dotyczą obsługi wprowadzania tekstów do rysunku.
- Wymiary* – polecenia obsługują operacje wymiarowania.
- Linie odniesienia* – polecenia pozwalają na rozbudowaną obsługę linii odniesienia.
- Tabele* – polecenia umożliwiają obsługę tabel – definiowanie ich oraz przeprowadzanie operacji na polach tabel.
- Znacznik* – polecenia pozwalają na wprowadzanie chmurek rewizyjnych oraz przycinanie obiektów do nałożonych masek.
- Skalowanie opisu* – polecenia umożliwiają obsługę tekstu skalowalnego, tzn. tekstu, którego wielkość może być automatycznie zmieniana w zależności od przyjętej podziałki rysunku.
- Rzuty rysunkowe* – polecenia umożliwiają obsługę rzutów uzyskanych w oparciu o model trójwymiarowy.

Karta *Wyświetl* zawiera panele z poleceniami:

<i>Nawigacja</i>	– polecenia dotyczą nawigacji w przestrzeni 3D.
<i>Widoki</i>	– polecenia pozwalają na zarządzanie stylami wizualizacji oraz nazwanymi widokami.
<i>Współrzędne</i>	– polecenia umożliwiają zarządzanie układami współrzędnych,
<i>Style wizualizacji</i>	– polecenia związane z definiowaniem i obsługą stylów wizualizacji.
<i>Rzutnie</i>	– polecenia obsługują operacje na rzutniach zarówno dopasowanych, jak i niedopasowanych.
<i>Palety</i>	– polecenia pozwalają na obsługę palet narzędzi, DesignCenter, palet właściwości oraz menedżera zestawów arkuszy.
<i>Okna</i>	– polecenia umożliwiają zarządzanie oknami poszczególnych rysunków.

Karta *Zarządzaj* zawiera panele z poleceniami:

<i>Rejestrator operacji</i>	– polecenia dotyczące tworzenia zestawów makroinstrukcji na podstawie wykonywanych czynności.
<i>Dostosowanie</i>	– polecenia obsługujące dostosowywanie interfejsu do potrzeb użytkownika.
<i>Aplikacje</i>	– polecenia pozwalają na uruchamianie zewnętrznych aplikacji oraz na uruchamianie środowiska Visual LISP-u oraz środowiska VBA.
<i>Standardy CAD</i>	– polecenia umożliwiają przeprowadzanie kontroli zachowania wcześniej ustalonych standardów, np. warstw.

Karta *Wyniki pracy* zawiera panele z poleceniami:

<i>Drukuj</i>	– polecenia dotyczą operacji związanych z drukowaniem rysunku, ustawieniami strony i wyborem urządzenia kreślącego.
<i>Eksportuj do pliku DWF/PDF</i>	– polecenia obsługują operacje publikowania rysunków w formacie DWF i PDF.
<i>Wydruk 3D</i>	– polecenia umożliwiają przesłanie rysunków bryłowych do drukarek tworzących modele trójwymiarowe.

Karta *Dodatki* zawiera panele z poleceniami:

- Element* – polecenie uruchamiające eksplorator wewnętrzny programu AutoCAD, podobny w działaniu jak DesignCenter.
- Inventor Fusion* – polecenie umożliwiające przeprowadzenie edycji obiektów 3D w programie *Inventor Fusion*.

Karta *Online* zawiera panele z poleceniami:

- Wyślij* – polecenia dotyczą wysyłania rysunków do przeglądania ich w sieci WWW.
- Element* – polecenia obsługują operacje otwierania rysunków do pracy zespołowej oraz w programie AutoCAD WS.
- Udostępnij* – polecenia umożliwiają udostępnianie rysunku innym użytkownikom i odczytywanie ostatnich komunikatów z programu AutoCAD WS.

Karta *Express Tools* zawiera panele z użytecznymi makroinstrukcjami, czyli zestawami poleceń i wybranych opcji, które mogą być traktowane jako osobne polecenia specjalne.

Współrzędne punktów i narzędzia rysowania precyzyjnego

Rysunek tworzony w programie AutoCAD jest rysunkiem wektorowym, zatem do zapisu obiektów będziemy korzystali z zapisu wektorowego. Każdy punkt w rysunku od strony formalnej jest wektorem. Wektor ten jest zapisywany w bazie danych rysunku w prawoskrętnym prostokątnym układzie współrzędnych. Układ ten będziemy nazywali globalnym układem współrzędnych i będziemy oznaczali skrótowcem G UW. Nadmienić tu trzeba, że w rysunku można korzystać z dowolnej liczby układów współrzędnych definiowanych przez użytkownika, ale wszystkie dane wprowadzone w tych układach są formalnie przeliczane do G UW. Szerzej o definiowaniu lokalnych układów współrzędnych będziemy mówili niżej.

Punkt jest odwzorowywany jako wektor rozpoczynający się w początku układu i kończący się w miejscu określonym przez współrzędne tego punktu. Odcinek linii prostej jest odwzorowywany jako wektor rozpoczynający się w punkcie początkowym (pierwszym wskazanym) i kończący się w punkcie końcowym (drugim wskazanym). Trzeba pamiętać, że definiowanie dowolnego

obiektu rysunkowego sprowadza się w istocie do podawania współrzędnych punktów. Wobec tego umiejętność podawania lub wskazywania współrzędnych punktów jest sprawą zasadniczą. Podstawowym sposobem określania współrzędnych punktów jest podawanie ich z klawiatury. Dla przypomnienia podamy poniżej dopuszczalne w programie formaty współrzędnych przy określaniu punktów.

Jeśli wyłączony jest tryb dynamicznego wprowadzania danych, wtedy w układzie płaskim (2D) podawać można współrzędne uproszczone:

– prostokątne bezwzględne

x, y

– biegunowe bezwzględne

$l < \alpha$

– prostokątne względne

$@ \Delta x, \Delta y$

– biegunowe względne

$@ l < \alpha$

W układzie trójwymiarowym (3D) podajemy współrzędne pełne:

– prostokątne bezwzględne

x, y, z

– walcowe bezwzględne

$l < \alpha, z$

– sferyczne bezwzględne

$l < \alpha < \beta$

– prostokątne względne

$@ \Delta x, \Delta y, \Delta z$

– biegunowe względne

$@ l < \alpha, \Delta z$

– sferyczne względne

$@ l < \alpha < \beta$

Przy włączonym trybie dynamicznego wprowadzania danych należy pamiętać o zastosowanym algorytmie. Współrzędne pierwszego punktu są traktowane, jako współrzędne bezwzględne, natomiast współrzędne punktu drugiego i punktów następnych są traktowane przez program jako współrzędne względne i nie wymagają poprzedzania ich znakiem @, natomiast jeśli współrzędne punktu drugiego i punktów następnych mają być współrzędnymi bezwzględnymi, wtedy należy je poprzedzić znakiem #.

W programie współrzędne punktów można podawać nie tylko z klawiatury. W wielu wypadkach byłby to sposób bardzo uciążliwy, a w niektórych wręcz niemożliwy do zastosowania. Najczęściej korzysta się z innych sposobów określania współrzędnych, zwykle znacznie skuteczniejszych i dokładniejszych. Do nich zaliczamy wskazywanie punktu za pomocą myszy z włączonym trybem dowiązywania punktu do obiektu, filtrowanie współrzędnych, śledzenie biegunowe i dwupunktowe, używanie skoku, podawanie z klawiatury samej odległości w kierunku aktualnie wskazywanym przez kursor, stosowanie trybu rysowania ortogonalnego, a w niektórych przypadkach posługiwanie się siatką pomocniczą. Sposoby te są nam dobrze znane z rysunku dwuwymiarowego, a przypomniane zostały w tym miejscu w celu podkreślenia, że znajdują także zastosowanie przy budowaniu modeli trójwymiarowych.

Wyświetlanie obiektów

Zasadą jest, że przy projektowaniu tworzymy obiekty w skali 1:1, ale trzeba pamiętać, że rysunek jest rysowany w jednostkach rysunkowych, przy czym jednostce rysunkowej przypisujemy określoną jednostkę długości. Jednak program kreślący operuje tylko jednostkami rysunkowymi. Jeśli w programie AutoCAD narysowany zostanie prostokąt o bokach 200 x 100, to obojętne jest czy będą to milimetry, centymetry, cale, metry czy kilometry. Rysunek elektroniczny będzie wyglądał tak samo.

Jeśli rysunek zawierać będzie wiele szczegółów, to szybko okaże się że nie będziemy mogli tych szczegółów narysować i zobaczyć bez przemieszczenia się do interesującego nas fragmentu rysunku i odpowiedniego powiększenia go. Gdy pracujemy w programie z trybem wizualizacji *Model szkieletowy 2D*, głównymi narzędziami, umożliwiającymi przeprowadzenie takich operacji, są dwa polecenia: ZOOM oraz NFRAGM (co jest skrótem od *nowy fragment*).

Polecenia te towarzyszą nam bardzo często w czasie tworzenia rysunków. W przeważającej liczbie przypadków będziemy z nich korzystać, posługując się rolką myszy. Obrócenie rolki będzie powodowało zmniejszanie lub zwiększanie kąta widzenia, czyli posłużenie się poleceniem ZOOM, natomiast przemieszczanie myszy z wciśniętą rolką pozwoli na przesuwanie rysunku na ekranie bez zmiany kąta widzenia, czyli korzystanie z polecenia NFRAGM.



Sposoby posługiwania się poleceniami, o których mowa wyżej, są zasadniczo wywoływaniem poleceń z opcją *Szybki*. W takim przypadku polecenia te współpracują ze sobą. Wywołanie dowolnego z nich z opcją *Szybki* umożliwia łatwe przełączenie się do realizacji polecenia drugiego, np. jeśli wywołamy polecenie ZOOM/*Szybki*, to po naciśnięciu prawego klawisza myszy otworzone zostanie menu kontekstowe, w którym występuje pozycja *Nowy fragment*, czyli polecenie NFRAGM/*Szybki* (patrz rysunek niżej). To samo menu podręczne zostanie wyświetlone, jeśli wywołamy NFRAGM /*Szybki* i wciśniemy prawy klawisz myszy. Będzie w nim dostępna

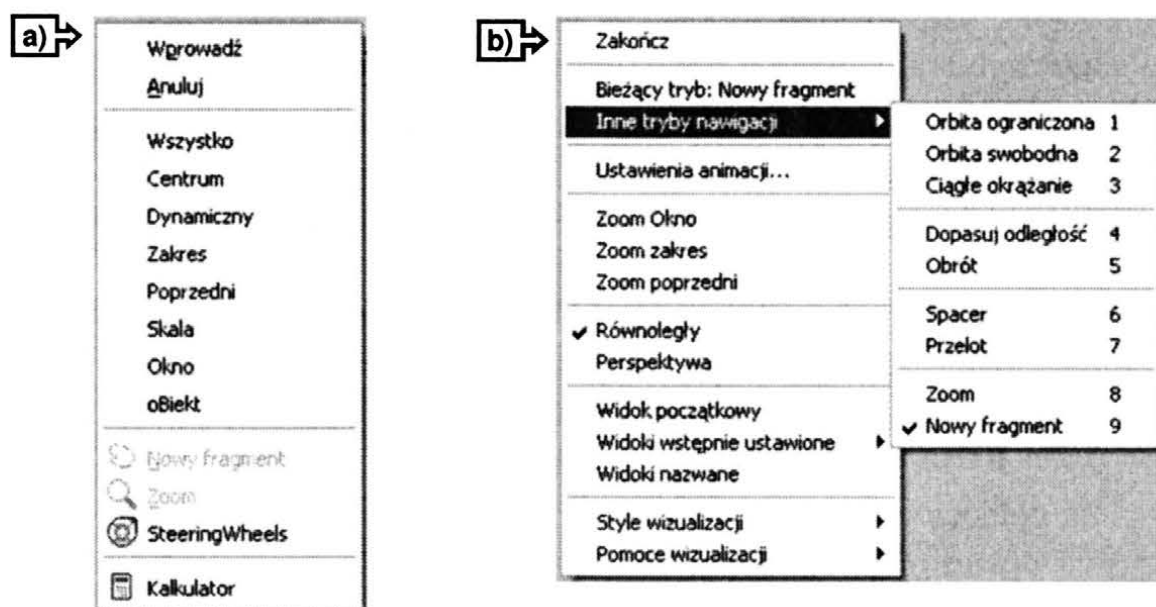
pozycja *Zoom*. Po zakończeniu operacji przemieszczania i skalowania widoku polecenia trzeba zakończyć, wybierając z menu kontekstowego pozycję *Zakończ*.

Dostęp do tych poleceń jest również możliwy w inny sposób. Ikonki tych poleceń znajdują się w pasku stanu aplikacji (prawy dolny narożnik) oraz można je wywołać z menu kontekstowego, rozwijanego prawym klawiszem myszy w dowolnym momencie.

Szybki zoom i szybki nowy fragment nie wyczerpują sposobów wyboru określonego fragmentu rysunku. Każde z tych poleceń ma szereg dodatkowych opcji. Najistotniejsze są opcje związane z poleceniem ZOOM, a najczęściej będziemy korzystali z trzech opcji: *Okno*, *Poprzedni* oraz *Zakres*. Pierwsza z nich pozwala na wybranie prostokątnego fragmentu rysunku, druga umożliwia powrót do poprzednio widzianego fragmentu a trzecia wyświetla na ekranie wszystkie obiekty występujące w rysunku, które nie znajdują się w warstwach zablokowanych. Wymienione opcje są również dostępne w menu kontekstowym wzmiankowanym wyżej.

Dobrze jest pamiętać, że podwójne kliknięcie rolki myszy wywołuje polecenie ZOOM z opcją *Zakres*.

Jeśli pracujemy w programie ze standardowymi trybami wizualizacji innymi niż *Model szkieletowy 2D* (*Model szkieletowy 3D*, *Model ukryty*, *Model koncepcyjny* i *Model realistyczny*), wtedy omawiane wyżej menu kontekstowe wyglądają inaczej. Menu kontekstowe związane z wywołaniem polecenia ZOOM przedstawiono na rysunku a).



Jeśli zostanie wybrana pozycja *Wprowadź*, wtedy będzie można (w następnym kroku) rozwinąć menu kontekstowe takie samo, jakie jest związane z poleceniem NFRAGM, które pokazano na rysunku b). W tym drugim przypadku pokazano również rozwinięte menu podrzędne *Inne tryby nawigacji*. Takie samo menu kontekstowe będzie wyświetlane w przypadku wszystkich dostępnych trybów nawigacji – wywoływanych również przez podanie odpowiednich numerów od 1 do 9. Szczegóły tego menu kontekstowego zostaną omówione przy okazji polecenia 3DORBITA.

Dostęp do poleceń ZOOM i NFRAGM jest również możliwy w inny sposób. Ikony poleceń znajdują się w menu kontekstowym rysunku (bez wybrania obiektu i bez wywołania polecenia) - pozycje: *Powiększ* (dotyczy to polecenia ZOOM) oraz *Nowy fragment*. Polecenia ZOOM i NFRAGM z opcjami *Szybki* można wywołać również z poziomu wstążki:

W3D: Wyświetl > Nawigacja > Szybki (polecenie ZOOM)

W3D: Wyświetl > Nawigacja > Nfragm (polecenie NFRAGM)

Ważną sprawą po utworzeniu modelu 3D jest możliwość oglądania go z różnych kierunków. Biegłe posługiwanie się możliwością zmiany kierunku patrzenia na model ma istotny wpływ na efektywność tworzenia i rozwijania projektu.

Oglądanie modelu z różnych stron, podczas pracy w przestrzeni 3D, jest zwykle związane ze zmianą kierunku patrzenia. W takim przypadku standardowo nie zmieniamy położenia modelu w układzie współrzędnych, lecz definiujemy

inny kierunek patrzenia, wykorzystując polecenia 3DWORBITA lub 3DORBITA, względnie wybieramy jeden z predefiniowanych kierunków patrzenia.

Kierunek patrzenia jest prostą definiowaną przez dwa punkty: *punkt kamery* i *punkt celu*, przy czym jako kierunek patrzenia przyjmuje się kierunek od kamery do celu. Jeśli punkt celu nie zostanie zdefiniowany w sposób jawny, standardowo przyjmowany jest punkt centralny prostopadłościanu opisującego rozpatrywany model (tzw. obrys gabarytowy) lub środek aktualnej rzutni – zależnie od aktualnego ustawienia. Prostopadłościan może być opisywany na wszystkich obiektach występujących w rysunku lub tylko na obiektach, które zostały wybrane przed wywołaniem polecenia.

Za pomocą polecenia 3DWORBITA można zdefiniować kierunek patrzenia w sposób dowolny. Zmiana kierunku patrzenia za pomocą orbity jest obecnie możliwa na dwa sposoby:

- korzystając z orbity swobodnej – polecenie 3DWORBITA,
- korzystając z orbity ograniczonej – polecenie 3DORBITA, które jest w edytorze wykorzystywane częściej i jest łatwiej dostępne.

Orbitę swobodną zwykle wywołujemy:

W3D: Wyświetl > Nawigacja > Orbita swobodna

N: Orbita swobodna

LP: 3DWORBITA

Częściej jednak będziemy korzystali z polecenia 3DORBITA. Wywołanie jest możliwe kilkoma metodami:

W3D: Wyświetl > Nawigacja > Orbita

N: Orbita

MK: Powiększ > 1 (z klawiatury) lub
Nowy fragment > 1 (z klawiatury)

PS: Nowy fragment > 1 (z klawiatury) lub
Zoom > Wprowadź > 1 (z klawiatury) lub
SteeringWheels > Orbita

LP: 3DORBITA

W orbicie ograniczonej ruch odbywa się względem punktu celu, wtedy przy przemieszczaniu kursora w kierunku prawo – lewo realizowany jest obrót względem osi równoległej do osi Z aktualnego układu współrzędnych, przechodzącej przez punkt celu. Przy przemieszczaniu kursora góra – dół realizowany jest obrót względem poziomej osi ekranu przechodzącej przez punkt celu.

W poleceniu 3DORBITA są również dostępne inne opcje (patrz: menu kontekstowe **b)** powyżej):

- Zakończ – umożliwia zakończenie polecenia.
- Bieżący tryb: – wyświetlana jest w tym miejscu nazwa jednego z dziewięciu dostępnych trybów nawigacji wyszczególnionych niżej.
- Inne tryby nawigacji ► :
 - Orbita ograniczona 1 – włącza orbitę ograniczoną (3DORBITA).
 - Orbita swobodna 2 – włącza orbitę swobodną (3DWORBITA).
 - Ciągłe okrażanie 3 – włącza opcję ciągłego obracania modelu (3DCORBITA).
 - Dopasuj odległość 4 – umożliwia zmianę odległości od kamery do celu (3DODLEG).
 - Obrót 5 – symuluje obrót kamery względem osi kamery – powoduje to zmianę położenia punktu celu (3DKAMERA).
 - Spacer 6 – umożliwia przemieszczanie się kamery na stałej wysokości nad płaszczyzną XY (3DSPACER).
 - Przelot 7 – umożliwia przemieszczanie się kamery wzdłuż dowolnej ścieżki (3DPRZELOT).
 - Zoom 8 – włącza polecenie ZOOM.
 - Nowy fragment 9 – włącza polecenie NFRAGM.
- Ustawienia animacji – otwiera okno dialogowe *Ustawienia animacji*.
- Zoom okno – wywołuje polecenie ZOOM z opcją *Okno*.
- Zoom zakres – wywołuje polecenie ZOOM z opcją *Zakres*.
- Zoom poprzedni – wywołuje polecenie ZOOM z opcją *Poprzedni*.
- Równoległy – włącza widok równoległy.
- Perspektywa – włącza widok perspektywiczny.
- Widok początkowy – powraca do widoku początkowego, aktualnego w chwili wywołania polecenia.
- Widoki wstępnie ustawione ► – rozwija menu podrzędne zawierające zestaw predefiniowanych kierunków patrzenia (Góra, Dół, Przód, Wstecz, Lewa, Prawa, SW, SE, NW, NE).
- Widoki nazwane – rozwija listę nazwanych widoków występujących w rysunku.

- Style wizualizacji ► – wyświetla listę stylów wizualizacji w obszarze trójwymiarowym (Ukryty 3D, Model szkieletowy 3D, Konceptyjny, Realistyczny).
- Pomoce wizualizacji ► – wyświetla listę obiektów pomocniczych ułatwiających orientację w przestrzeni 3D (Kompas, Siatka, Symbol LUW) i umożliwia przełączanie ich widoczności.

Polecenie 3DORBITA może być wywoływane w trybie nakładkowym.

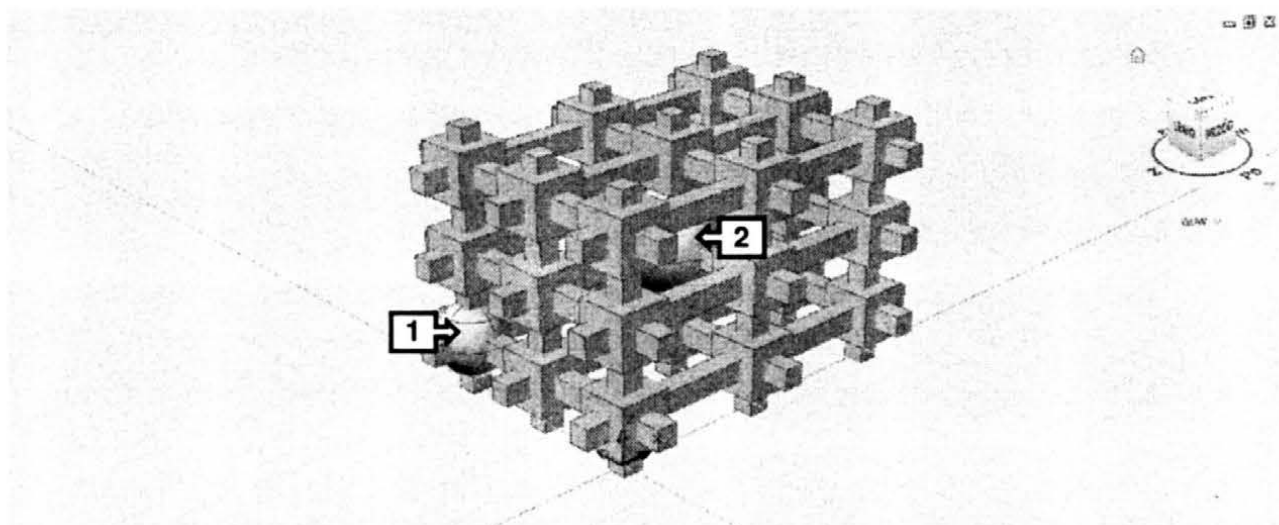
Jeśli zaznaczona jest w opcjach pozycja *Włącz cel automatyczny orbity*, wtedy, po wybraniu obiektu przed wywołaniem polecenia, punkt celu jest wybierany w oparciu o prostopadłościan opisany na wybranych obiektach. Jeśli pozycja ta nie jest zaznaczona, cel jest umieszczany w środku aktualnej rzutni (w zakładce modelu może to dawać zaskakujące efekty).

Przetestujemy teraz posługiwanie się orbitą z przełączaniem opcji *Włącz cel automatyczny orbity* oraz bez wybierania obiektów i z wybieraniem obiektów przed wywołaniem polecenia 3DORBITA.

(Otwórz rysunek: W-12-02-01-Orbita-ogr.dwg)

Nie wybieramy żadnych obiektów i wywołujemy polecenie 3DORBITA przez kliknięcie ikonki *Orbita* w *Pasku nawigacji* (prawa strona ekranu). Można również wywołać polecenie ze wstążki:

Wyświetl > Nawigacja > Orbita.



Następnie rozwijamy menu kontekstowe i zaznaczamy w nim pozycję *Włącz cel automatyczny orbity* (o ile nie jest zaznaczona). Ustawiamy kursor w środku rysunku, klikamy i – trzymając wciśnięty klawisz myszy – przemieszczamy kursor. Obserwujemy zachowanie się obiektów.

Ponownie rozwijamy menu kontekstowe, wyłączamy znacznik przy pozycji *Włącz cel automatyczny orbity* i ponownie sprawdzamy zachowanie się obiektów. Kończymy pracę z orbitą, rozwijając menu kontekstowe i wybierając pozycję *Zakończ*. Przejdźmy teraz do sprawdzenia zachowania się polecenia 3DORBITA z obiektami wybranymi przed wywołaniem polecenia. Klikamy w rysunku dwie kule (1 i 2), następnie wywołujemy polecenie i testujemy zachowanie się programu w obydwu przypadkach zaznaczenia opcji *Włącz cel automatyczny orbity*. Kończymy pracę z orbitą i pracę z rysunkiem.

Narzędzie SteeringWheels

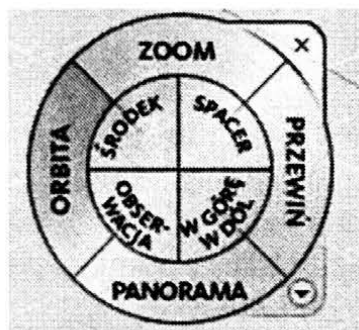
Narzędzie SteeringWheels jest zasadniczo rodzajem menu podręcznego, które można wyświetlić:

W3D: Wyświetl > Nawigacja > Narzędzie SteeringWheel

LP: NAVSWHEEL

MK: SteeringWheels

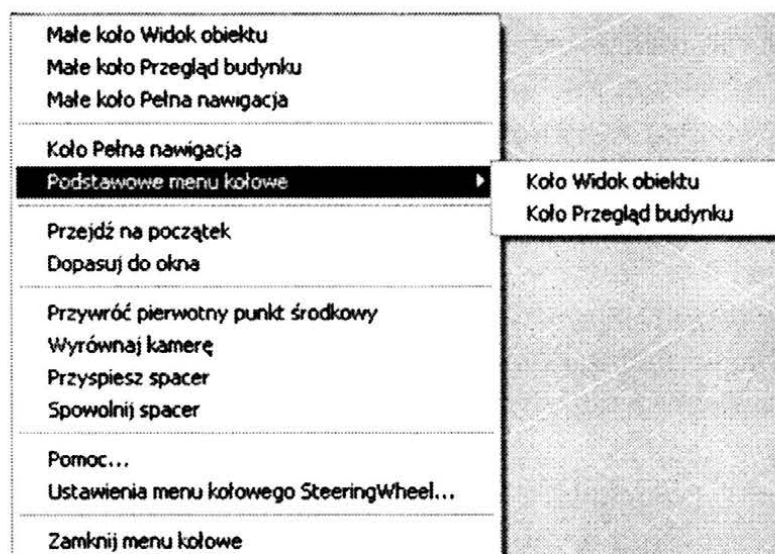
N: SteeringWheels



Narzędzie to może być wyświetlane na różne sposoby. Na rysunku obok przedstawiono narzędzie SteeringWheels w pełnej postaci. Po wywołaniu, narzędzie jest wyświetlane w pobliżu kursora (w postaci systemowej strzałki) i podąża za kursorem. Kliknięcie wybranej pozycji zawartej w tym narzędziu i przytrzymanie przycisku myszy uruchamia odpowiednie polecenie.

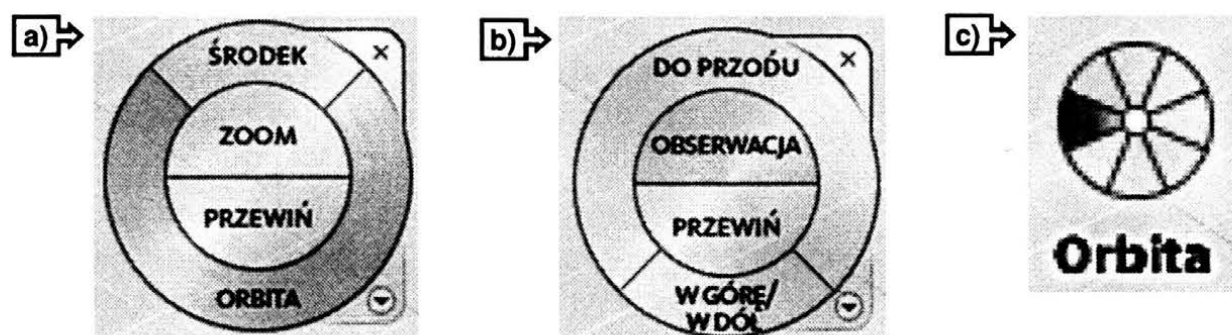
W narzędziu występują segmenty, które odpowiadają za wywołanie odpowiedniego polecenia nawigacyjnego. Ponadto dostępne są dwa elementy narzędzia: jeden – w postaci strzałki skierowanej do dołu – umożliwia rozwinięcie menu kontekstowego, drugi – w postaci x – pozwala na zamknięcie narzędzia.

W menu kontekstowym można dokonać wyboru sposobu wyświetlania narzędzia.



Na rysunku obok przedstawiono zawartość menu kontekstowego z rozwiniętym menu podrzędnym. W dwóch górnych ramkach zawarte są ustawienia sposobu przedstawienia narzędzia na ekranie. Przykłady zostaną pokazane niżej. W trzeciej ramce możemy przejść do widoku początkowego oraz dopasować widok do ekranu. Ramka czwarta zawiera opcje umożliwiają

liwiające przywrócenie punktu celu (o ile został zmieniony) wyrównanie kamery w taki sposób, aby kąt podniesienia (nachylenia do płaszczyzny XY) był równy zero oraz manipulowanie prędkością spaceru. Pozycja *Ustawienia menu kołowego SteeringWheels* otwiera okno dialogowe o takiej samej nazwie, w którym można ustawić parametry definiujące wielkość narzędzia, przezroczystość, etykiety, komunikaty itd. Pozycje *Pomoc* oraz *Zamknij menu kołowe* nie wymagają dodatkowego komentarza.



Narzędzie *StirengWheels* może być wyświetlane na ekranie w dwóch postaciach, tzn. jako koło duże **a)** i **b)** i jako koło małe **c)**, oraz w trzech odmianach: jako koło *Pełne* (pokazane wyżej) koło *Widoku a)* i koło *Przeglądu b)*.

Takie same trzy odmiany występują w przypadku koła małego. Odpowiednik postaci pełnej małego koła, z wybraną opcją *Orbita*, pokazuje rysunek **c)**.

Zatrzymajmy się nad pełną postacią narzędzia *StirengWheels*. Występują w nim następujące pozycje:

- ZOOM uruchamia polecenie ZOOM.
- PANORAMA uruchamia polecenie NFRAGM.
- ORBITA uruchamia polecenie 3DORBITA.

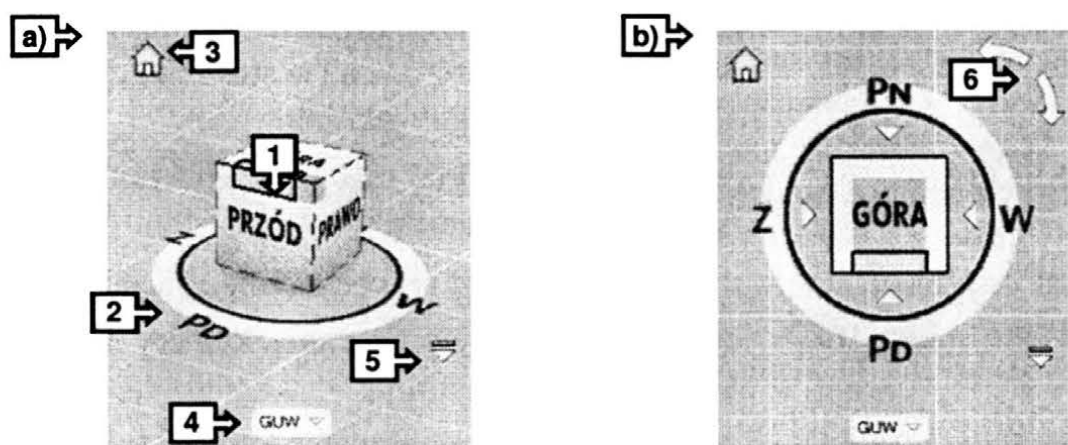
- **PRZEWIN** uruchamia narzędzie przewijania i wyboru poprzednich lub następnych (w stosunku do widoku aktualnego) widoków ekranu.
- **ŚRODEK** pozwala zdefiniować nowy punkt celu, leżący na istniejących obiektach.
- **SPACER** uruchamia funkcję wykonywania spaceru.
- **OBSERWACJA** uruchamia funkcję obracania kamery w dowolnym kierunku.
- **W GÓRĘ/W DÓŁ** uruchamia funkcję obracania kamery tylko w płaszczyźnie pionowej.

Nawigacja za pomocą narzędzia ViewCube

ViewCube jest interaktywnym narzędziem wyświetlania obiektów występujących w rysunku. Najwygodniej nim się posługiwać w przypadku wybierania standardowych kierunków patrzenia. Narzędzie jest przedstawiane w postaci sześcianu wyświetlanego na ekranie w prawym górnym narożniku ekranu **a)**, który definiuje sześć kierunków patrzenia za pomocą ścian sześcianu, osiem kierunków patrzenia za pomocą wierzchołków sześcianu i dwanaście kierunków patrzenia za pomocą krawędzi sześcianu. Kliknięcie wybranego elementu sześcianu, np. krawędzi **(1)**, powoduje wyświetlenie widoku z kierunkiem patrzenia, określonym za pomocą tego elementu.

Oprócz zdefiniowanych kierunków patrzenia na sześcianie występuje wokół niego pierścień **(2)**, za pomocą którego można obracać rysunek o dowolny kąt. Należy w tym celu kliknąć pierścień i – trzymając klawisz myszy – obracać pierścień przez wleczenie w wybranym kierunku.

W lewym górnym narożniku narzędzia ViewCube wyświetlany jest domek **(3)**, którego kliknięcie powoduje wyświetlenie widoku wybranego jako standardowy (można go dowolnie ustalić). W dolnej części istnieje możliwość redefiniowania układu współrzędnych, do którego mają odnosić się przeprowadzane operacje **(4)** – standardowo jest to GUW. Po prawej stronie narzędzia znajduje się mała strzałka **(5)**, za pomocą której można rozwinąć menu kontekstowe. Menu zawiera pozycje pozwalające na włączanie i wyłączanie widoku perspektywicznego oraz na redefiniowanie parametrów narzędzia ViewCube.



W widoku prostokątnym b) wyświetlane są również dwie strzałki (6), których kliknięcie pozwala na obrócenie widoku o 90° w kierunku wskazywanym przez wybraną strzałkę.

W celu wyświetlenia narzędzia ViewCube należy włączyć widoczność narzędzia:

W3D: Wyświetl > Widoki > ViewCube

LP: NAVVCUBE > Tak

W menu kontekstowym związanym z narzędziem ViewCube (wyświetlanym również za pomocą strzałki 5) dostępne są następujące pozycje:

- *Początek* – powoduje przywrócenie widoku zdefiniowanego jako standardowy.
- *Równoległy* – powoduje wyświetlanie obiektów w widoku równoległym.
- *Perspektywa* – powoduje wyświetlanie obiektów w widoku perspektywicznym.
- *Perspektywa z powierzchniami orto* – powoduje wyświetlanie widoków nieortogonalnych w widoku perspektywicznym, a widoków ortogonalnych w widoku równoległym.
- *Ustaw bieżący widok jako Początek* – definiuje aktualny widok jako widok standardowy, wyświetlany za pomocą domku (3) lub pozycji *Początek*.
- *Ustawienia ViewCube* – otwiera okno dialogowe *Ustawienia ViewCube*, w którym można zdefiniować: położenie na ekranie narzędzia ViewCube, jego wielkość, przezroczystość itd.
- *Pomoc* – wywołuje okno dialogowe pomocy.

Rodzaje stylów wizualizacji

Po dodaniu do rysunku szeregu detali może okazać się, że rysunek staje się mało czytelny, a jego czytelność można poprawić, zmieniając sposób wyświetlania rysunku.

W programie jest dostępnych dziesięć standardowych sposobów wyświetlania rysunku:

- Model szkieletowy 2D – gdy widoczne są wszystkie krawędzie, a rysunek jest wyświetlany w obszarze modelu w starym formacie (standardowo na czarnym tle).
- Koncepcyjny – gdy rysunek jest przedstawiany z ukrytymi krawędziami niewidocznymi oraz dodawane są standardowe kolory ułatwiające odczytywanie rysunku.
- Ukryty – gdy widoczne są wszystkie krawędzie widoczne od strony obserwatora, a niewidoczne są krawędzie przysłonięte przez model.
- Realistyczny – gdy dodawane są bądź kolory przypisane do warstw (gdy nie przypisano materiałów), bądź kolory (faktury) wynikające z przypisanych do powierzchni lub brył materiałów i tekstur.
- Cieniowanie – widoczne są przypisane do obiektów 3D kolory lub materiały i nie są wyróżniane krawędzie.
- Cieniowanie z krawędziami – widoczne są przypisane do obiektów 3D kolory lub materiały i są wyróżniane krawędzie.
- Odcienie szarości – wszystkie kolory lub materiały przypisane do obiektów są przedstawiane w 255 stopniowej skali szarości.
- Szkic – obiekty 3D są przedstawiane tak jak w trybie *Ukryty*, ale linie są pogrubione w taki sposób, aby imitować rysunek odręczny.
- Model szkieletowy – widoczne są wszystkie krawędzie, a rysunek jest wyświetlany w obszarze modelu w nowym formacie (standardowo na jasnym tle).
- Pochłanianie światła – obiekty 3D są przedstawiane, jako półprzezroczyste, niezależnie od przypisanych do nich kolorów i materiałów.

Wybór rodzaju wyświetlania modelu może być dokonany:

KEG: Kontrolki stylu wizualnego (lista)

W3D: Narzędzia główne > Widok > Style wizualizacji (lista)

lub

Wyświetl > Style wizualizacji > Style wizualizacji (lista)

LP: STYLEWIZ

(Otwórz rysunek: *W-12-02-02-Style-wizualne.dwg*)

Rysunek jest zapisany w stylu wizualnym *Model szkieletowy 2D*. W celu zademonstrowania pozostałych standardowych rodzajów wyświetlania modelu przełączamy kolejno standardowe style wizualne: *Koncepcyjny*, *Ukryty*, *Realistyczny*, *Cieniowanie*, *Cieniowanie z krawędziami*, *Odcienie szarości*, *Szkic*, *Model szkieletowy*, *Pochłanianie światła* i porównujemy wyniki.

W programie AutoCAD występuje możliwość zdefiniowania własnego stylu wizualnego, co nie będzie omawiane w tej książce, gdyż należy do zagadnień wizualizacji.

Definiowanie rzutni dopasowanych

Zajmiemy się teraz tworzeniem i konfigurowaniem wielu rzutni dopasowanych w zakładce *MODEL*. Gdy pracujemy w przestrzeni 3D, można w istotny sposób zwiększyć wydajność przez wprowadzenie kilku rzutni. W każdej rzutni wyświetlimy model w innym widoku 3D, co pozwoli na operowanie na naszym modelu przy posługiwaniu się różnymi kierunkami patrzenia. Istnieje również możliwość rozpoczęcia wykonywania polecenia w jednej rzutni i zakończenia tego polecenia po przemieszczeniu się do innej rzutni.

(Otwórz rysunek *W-12-02-03-Rzutnie-01.dwg*.)

Rysunek jest przedstawiony w jednej rzutni. Rzutni tej przypisano nazwę *Start*. W rysunku zapisano również układ o nazwie *Uk-rzutnie-2*, zawierający trzy rzutnie. Wyświetlimy ten układ rzutni. W tym celu wywołamy polecenie *RZUTNIE*. Można tego dokonać następująco:

W3D: Wyświetl > Rzutnie > Nazwany

PN: Układy > Okno dialogowe Rzutnie

MR: Widok > Rzutnie > Nazwane układy rzutni

LP: *RZUTNIE*

Po wywołaniu polecenia zostanie otworzone okno dialogowe o nazwie *Rzutnie*, w którym klikamy zakładkę *Nazwane rzutnie*. W liście *Nazwane rzutnie* klikamy pozycję *Uk-rzutnie-2* i zamykamy okno przyciskiem *OK*. Na ekranie zostanie wyświetlony układ rzutni. Należy zwrócić uwagę, że w każdej rzutni mamy zdefiniowany inny styl wizualizacji oraz inne kierunki patrzenia.

Możemy ponownie otworzyć okno obsługi rzutni, zaznaczyć układ o nazwie *Start* i zaakceptować go. Powrócimy do stanu wyjściowego. Kończymy pracę z rysunkiem.

Przejdziemy teraz do tworzenia nowych układów rzutni. Służy do tego celu to samo polecenie RZUTNIE, ale z wykorzystaniem w oknie dialogowym *Rzutnie* zakładki *Nowe rzutnie*.

W3D: Wyświetl > Rzutnie > Nazwany > Nowe rzutnie

PN: Układy > Okno dialogowe Rzutnie

lub

Rzutnie > Okno dialogowe Rzutnie

MR: Widok > Rzutnie > Nazwane układy rzutni

LP: RZUTNIE

Typowy algorytm postępowania przy definiowaniu nowych układów rzutni jest następujący: otwieramy okno *Rzutnie*, wybieramy zakładkę *Nowe rzutnie*. W polu edycyjnym *Nowa nazwa* podajemy nazwę definiowanego zestawu rzutni, a w ramce *Standardowe rzutnie* wybieramy interesujący nas zestaw rzutni. Następnie wybieramy obszar do podziału (*Zastosuj do:*) i przestrzeń wyświetlania (2D lub 3D). Jeśli wybrana została przestrzeń 3D, wtedy w każdej rzutni określamy kierunek patrzenia i styl wyświetlania (z list rozwijalnych w ramce *Podgląd*).

W oknie *Rzutnie* występują cztery listy rozwijalne: *Zastosuj do*, *Ustawienia*, *Zmień widok na* oraz *Styl wizualny*. Po wybraniu zestawu rzutni z pierwszej listy wybieramy obszar do podziału. Może to być ekran lub aktualna rzutnia. Z drugiej listy wybieramy rodzaj obszaru – 2D lub 3D. Gdy wybrany został obszar 2D, wtedy w trzeciej liście dostępna jest tylko pozycja *Bieżący*. Jeśli wybrany został obszar 3D, wtedy w trzeciej liście dostępne są standardowe kierunki patrzenia. Następnym krokiem jest wybranie jednej rzutni (kliknięcie jej w ramce *Podgląd*) i ustalenie dla niej kierunku patrzenia (trzecia lista) oraz stylu wizualnego (czwarta lista). Zabieg ten należy powtórzyć dla wszystkich definiowanych rzutni. Tak zdefiniowanemu układowi nowych rzutni możemy nadać nazwę (w okienku edycyjnym *Nowa nazwa*), która zostanie zapisana w rysunku. W ten sposób otrzymujemy nazwany układ rzutni. Zdefiniujmy teraz nowy nazwany układ rzutni.

(Otwórz rysunek *W-12-02-04-Rzutnie-02.dwg*.)

W rysunku mamy zapisane trzy nazwane zestawy rzutni: *Podstawowy*, *Dwie* i *Docelowy*. Możemy je przetestować, a następnie zdefiniujemy nowy zestaw rzutni o nazwie *Trzy*. Otwieramy okno *Rzutnie* i wybieramy zakładkę *Nowe*

rzutnie. Wybieramy zestaw rzutni *Trzy prawo*. Klikamy rzutnię lewą górną i przypisujemy jej następujące parametry:

- Zastosuj do: *Ekranu*
- Ustawienia: *3D*
- Zmień widok na: *Z góry*
- Styl wizualny: *Ukryty 3D*

Przechodzimy do rzutni lewej dolnej i ustawiamy parametry:

- Zastosuj do: *Ekranu*
- Ustawienia: *3D*
- Zmień widok na: *Izometryczny NE*
- Styl wizualny: *Realistyczny*

Przechodzimy do rzutni prawej i ustawiamy parametry:

- Zastosuj do: *Ekranu*
- Ustawienia: *3D*
- Zmień widok na: *Izometryczny SW*
- Styl wizualny: *Koncepcyjny*

Układowi nadajemy nazwę *Trzy* i zamykamy okno przyciskiem *OK*. Został wyświetlony nowy zestaw rzutni. Ponownie wchodzimy do okna *Rzutnie*, w zakładce *Nazwane rzutnie* wybieramy inny zestaw rzutni i zamykamy okno. Kolejno testujemy różne układy rzutni.

Jeśli pracujemy z zestawem kilku rzutni, często okazuje się, że praca w rzutni aktualnej, która zajmuje tylko część ekranu, jest kłopotliwa i zachodzi konieczność wyświetlenia tej rzutni na całym ekranie. Z pomocą przychodzi tu przełącznik umożliwiający cykliczne przechodzenie od wyświetlania pełnego zestawu rzutni do wyświetlania rzutni, która jest aktualnie w zestawie wybrana – i na odwrót. Przełącznik występuje w postaci dwupozycyjnej listy w karcie *Narzędzia główne*, w panelu *Widok*:

W3D: Narzędzia główne > Widok > Pojedyncza rzutnia
lub
Narzędzia główne > Widok > Wiele rzutni

Przełącznik można przetestować na dowolnym zestawie rzutni, zawierającym więcej niż jedną rzutnię, np. w rysunku *W-12-02-04-Rzutnie-02.dwg*.

Praca w przestrzeni 3D

Zajmiemy się teraz układem współrzędnych umożliwiającym pracę w przestrzeni 3D, układami współrzędnych definiowanymi przez użytkownika oraz posługiwaniem się punktami w przestrzeni 3D. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że dostosowywanie układu współrzędnych do określonej geometrii występującej w rysunku i pobieranie informacji (współrzędnych punktu) z tej geometrii są niezwykle istotne przy szybkim i skutecznym opracowywaniu projektu trójwymiarowego.

Prostokątny układ współrzędnych

Przy tworzeniu rysunku dwuwymiarowego obiekty są rysowane na płaszczyźnie XY, zazwyczaj w globalnym układzie współrzędnych. Przy tworzeniu geometrii trójwymiarowej oraz jej edycji bardzo często będzie zachodziła potrzeba zmiany orientacji układu współrzędnych w przestrzeni 3D lub zdefiniowania innego układu współrzędnych, dowolnie zorientowanego w przestrzeni.

Komputerowe systemy projektowania i rysowania określają położenie punktów w przestrzeni 3D w prostokątnym układzie współrzędnych, zwanym układem kartezjańskim. Ten układ współrzędnych składa się z trzech osi X, Y i Z wzajemnie do siebie prostopadłych, tzn. że oś X jest prostopadła do osi Y i do osi Z, oś Y jest prostopadła do osi Z i – co oczywiste – jest prostopadła do osi X, podobnie oś Z musi być prostopadła do osi X i Y. Te osie, przecinające się w jednym punkcie, definiują początek układu i trzy płaszczyzny. Punkt przecięcia się osi przyjmuje wartość zero dla każdej osi. Trzy wymienione płaszczyzny są zdefiniowane przez pary osi. Płaszczyzna XY przez osie X i Y, płaszczyzna YZ przez osie Y i Z oraz płaszczyzna ZX przez osie Z i X.

W programie AutoCAD występuje jeden predefiniowany układ współrzędnych, który nie może być zmieniony i zawsze w rysunku występuje. Nazywamy go globalnym układem współrzędnych (GUW). W wersji angielskojęzycznej występuje on pod nazwą WCS (World Coordinate System). Rozpoczynając pracę nad projektem, zwykle pracujemy w GUW. Aby ułatwić sobie pracę w przestrzeni 3D, często będziemy tworzyli pomocnicze układy współrzędnych, które nazywać będziemy lokalnymi układami współrzędnych (LUW). W wersji angielskojęzycznej występują one pod nazwą UCS (User Coordinate System). Lokalne układy współrzędnych mogą być definiowane w dowolnym miejscu w przestrzeni i mogą być zorientowane pod dowolnym kątem. LUW może mieć przypisaną nazwę – jest to wtedy LUW nazwany. Nazwany LUW jest zapamiętany w rysunku i zawsze istnieje możliwość ustawienia takiego układu jako układu

aktualnego. Spośród układów współrzędnych dostępnych w rysunku wybieramy jeden, w którym będziemy pracowali. Układ ten będziemy nazywali aktualnym układem współrzędnych (AUW).

Jeśli do LUW nie zostanie przypisana nazwa, wtedy – po zdefiniowaniu nowych LUW – nie ma możliwości odwołania się do niego (poza opcją *Poprzedni*). Zatem, jeśli przewidujemy ponowne wykorzystanie zdefiniowanego LUW, należy przypisać mu nazwę.

LUW można definiować różnymi sposobami. Za każdym razem jest to definicja jednoznaczna (poza pewnymi wyjątkami). O opcjach polecenia definiującego LUW będziemy mówili niżej.

Standardowo w edytorze wyświetlana jest ikona układu współrzędnych, która ułatwia zorientowanie się użytkownikowi w położeniu poszczególnych osi w stosunku do obiektów występujących w rysunku. Ikona układu współrzędnych może pojawiać się w rysunku w dwóch postaciach: jednej – związanej z modelowaniem dwuwymiarowym krawędziowym – i drugiej, wykorzystywanej przy modelowaniu w przestrzeni trójwymiarowej z ukrywaniem linii niewidocznych, cieniowaniem i jego odmianami. W tym drugim przypadku wprowadzono również kod kolorowy. Oś X jest rysowana na czerwono, oś Y na zielono, a oś Z – na niebiesko (parametry ikon można modyfikować, ale modyfikacji nie będziemy przeprowadzali).

Konieczność występowania możliwości definiowania różnych LUW wydaje się oczywista. Jeśli geometria, która ma powstać lub być zmodyfikowana, nie jest geometrią równoległą do aktualnego układu współrzędnych (w szczególności do GUW), wtedy sięgamy po to narzędzie i definiujemy LUW związany z opracowywaną geometrią.

Definiowanie układów współrzędnych

Do zdefiniowania lokalnego układu współrzędnych wywołujemy polecenie LUW. Polecenie LUW można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Współrzędne > LUW

lub

Wyświetl > Współrzędne > LUW

PN: LUW > LUW

lub

LUW II > LUW

MR: Narzędzia > Nowy LUW > *wybrana opcja*

LP: MENLUW

lub

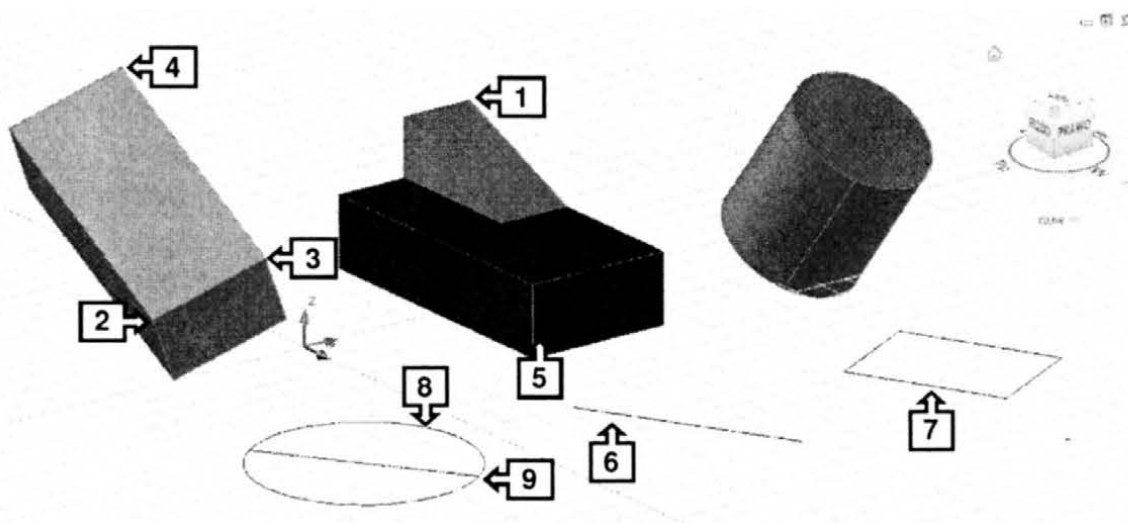
LUW

W poleceniu LUW występuje szereg opcji, które zostaną przedstawione poniżej.

LUW	
Opcje	Opis
Globalny	Umożliwia powrót do globalnego układu współrzędnych.
nAZwana	Pozwala na wyświetlenie okna dialogowego LUW, w którym można zapamiętać LUW, nadać mu nazwę i ustalić jako aktualny nazwany LUW.
POPRZedni	Umożliwia powrót do poprzedniego układu współrzędnych.
POWierzchnia	Umożliwia zdefiniowanie LUW związanego z powierzchnią płaską lub z wybraną powierzchnią bryły.
OBiekt	Umożliwia zdefiniowanie LUW związanego z obiektem występującym w rysunku.
Widok	Pozwala na zdefiniowanie LUW prostopadłego do aktualnego kierunku patrzenia. Można powiedzieć, że jest to LUW związany z ekranem monitora. Punkt początkowy nie ulega zmianie.
Początek	Pozwala na zdefiniowanie LUW o początku w dowolnym wybranym punkcie z zachowaniem równoległości osi (X do X', Y do Y' i Z do Z').
Oś z	Umożliwia zdefiniowanie nowego początku układu i punktu leżącego na nowej osi Z. Nie jest jednoznaczne usytuowanie osi X i Y.
3 punkty	Pozwala na zdefiniowanie nowego początku układu, punktu leżącego na dodatniej części osi X oraz punktu leżącego na dodatniej półpłaszczyźnie XY. W praktyce ostatni punkt wskazuje się najczęściej na dodatniej części osi Y.
X	Umożliwia obrócenie aktualnego układu współrzędnych wokół osi X.
Y	Umożliwia obrócenie aktualnego układu współrzędnych wokół osi Y.
Z	Umożliwia obrócenie aktualnego układu współrzędnych wokół osi Z.
Zastosuj	Pozwala na zastosowanie parametrów aktualnego układu współrzędnych do wszystkich rzutni lub do wskazanych rzutni.

W celu zademonstrowania najważniejszych opcji polecenia LUW otwieramy rysunek.

(Otwórz rysunek: W-12-02-05-LUW-01.dwg.)



W rysunku występują różne obiekty, które zostaną wykorzystane do zdefiniowania LUW. Możemy utworzyć obydwie paski narzędzi związane z lokalnymi układami współrzędnych, ale w wersji 12 nie jest to konieczne – wszystkie opcje znajdziemy we wstążce.

- **Początek** – wybieramy opcję *Początek* i wskazujemy prawy górny narożnik klina (1).
- **Poprzedni** – wybieramy opcję *Poprzedni LUW* – powracamy do poprzedniego LUW, czyli do GUW.
- **3 punkty** – wybieramy opcję *3 punkty* i definiujemy nowy LUW na lewej kostce, która jest usytuowana skośnie w przestrzeni. Początek układu umieszczamy w punkcie 2, punkt na dodatniej części osi X w punkcie 3 i punkt definiujący dodatnią płaszczyznę XY w punkcie 4. Następnie wybieramy LUW poprzedni.
- **Powierzchnia** – wybierz opcję *Powierzchnia* i wskaż boczną ścianę kostki niebieskiej w punkcie 5. Pojawią się opcje: *akceptuj*, *Następna*, *odwróć X* i *odwróć Y*. Opcja *odwróć X* umożliwia obrócenie zaproponowanego układu współrzędnych o 180° względem osi X. Podobnie działa opcja *odwróć Y*, z tym że dla osi Y. Opcja *Następna* obraca zaproponowany układ współrzędnych względem osi X przemiennie o 90° i -90° . Wybierz opcję *akceptuj*.
- **Obiekt** – wybierz opcję *Obiekt* i wskaż linię (6). Następnie, ponownie wywołaj opcję *Obiekt* i wskaż prostokąt (7). Potem wybierz globalny układ współrzędnych.

- Obrót względem osi – wybierz opcję *Obiekt* i wskaż okrąg (8). LUW zostanie zdefiniowany w taki sposób, że początek LUW będzie leżał w środku okręgu, a oś X będzie przechodziła przez punkt wskazania. Skorygujemy kierunek osi X w taki sposób, żeby oś pokrywała się z linią. W tym celu wywołamy opcję Z i zdefiniujemy kąt obrotu za pomocą wskazania dwóch punktów: środka okręgu i punktu przecięcia okręgu z linią (9).
- Oś Z – wybierz opcję *Wektor osi Z* i wskaż środek dolnej podstawy walca oraz środek górnej podstawy walca (wybieraj za każdym razem tryb dowiązania do obiektu *Centrum* i wskazuj krawędź okręgu). Powrót do GUW.
- Widok – wybierz opcję *Widok*. Powrót do GUW.
- Nie zamykaj rysunku.

Występują również predefiniowane układy współrzędnych: *Góra, Dół, Tył, Przód, Lewo* i *Prawo*. Można je wywołać z listy rozwijalnej. Kierunki są związane z GUW lub z wybranym nazwanym układem lokalnym.

Jak wspomniano wyżej, istnieje możliwość przypisania nazw do LUW. Dokonuje się tego w oknie *LUW*, które można otworzyć:

W3D: Narzędzia główne > Współrzędne > Nazwane LUW
lub

Wyświetl > Współrzędne > Nazwane LUW

PN: LUW II > Nazwane LUW

MR: Narzędzia > Nazwane LUW

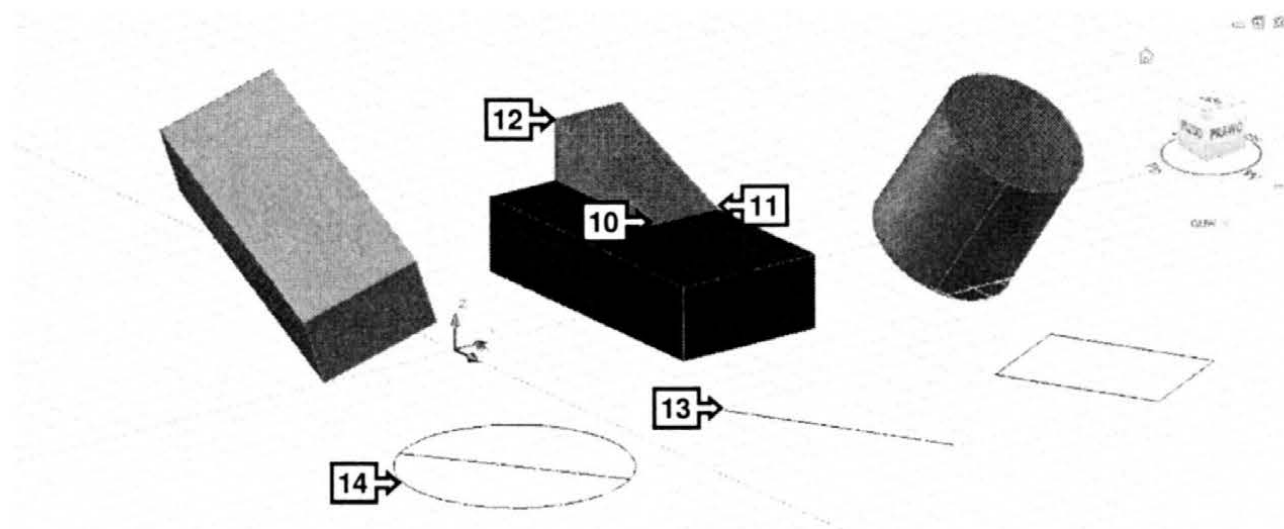
LP: MENLUW

W oknie *LUW* występują trzy zakładki: *Nazwane LUW, Orto LUW* i *Ustawienia*.

Zdefiniujemy LUW związany z klinem za pomocą trzech punktów (10, 11 i 12). Wywołujemy okno *LUW*. Wybieramy zakładkę *Nazwane LUW*. Jeśli pozycja *Nienazwany* nie jest wyróżniona, klikamy ją. Naciskamy klawisz **F2** (lub prawy klawisz myszy i wybierz pozycję *Zmień nazwę*). Zmieniamy nazwę na *Klin* i wciskamy **ENTER**. Zamykamy okno.

Definiujemy LUW za pomocą opcji *Obiekt* i wskazujemy linię (13). Otwieramy okno *LUW* i zmieniamy nazwę *Nienazwany* na *Linia*.

Dowiązemy teraz LUW do okręgu (14) i nazwiemy ten LUW *Kolo*.



Przetestujmy teraz przełączanie LUW. Przełączeń można dokonać w oknie *LUW*, ale wygodniej tego dokonać, posługując się rozwijalną listą w karcie *Narzędzia główne*, w panelu *Współrzędne* lub w karcie *Wyświetl* w panelu *Współrzędne* względnie w pasku narzędzi *LUW II*.

Jak wspomniano wyżej, w oknie *LUW* występuje zakładka *Orto LUW*, w której można wybrać układ ortogonalny i określić, względem jakiego LUW będzie on określany. Wybieramy układ współrzędnych do wyświetlenia, klikamy przycisk *Ustaw bieżący* i zamykamy okno przyciskiem *OK*.

W zakładce *Ustawienia* decydujemy o tym, czy symbol LUW będzie wyświetlany, a jeśli tak, to czy w początku układu, czy w lewym dolnym rogu ekranu. Ponadto można zdecydować, czy zdefiniowany LUW ma być ustawiony tylko w aktualnej rzutni, czy we wszystkich widocznych rzutniach.

W tej samej zakładce, w ramce *Ustawienia LUW*, decydujemy, czy LUW ma być zapisywany z rzutnią przy zapisywaniu rysunku (co pozwoli na odtworzenie LUW po ponownym otwarciu rysunku) oraz czy po zmianie LUW ma być automatycznie wywoływany plan płaszczyzny XY tego układu.

Wyświetlanie ikony LUW

W programie istnieje możliwość zmiany parametrów zarządzających sposobem wyświetlania symbolu lokalnego układu współrzędnych. Zarządza tym osobne polecenie *LUWSYMB*, które można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Współrzędne > Pokaż ikonę LUW (lista)
lub

Wyświetl > Współrzędne > Pokaż ikonę LUW (lista)

PN: -----

MR: Widok > Wyświetl > Ikona LUW > *opcja*

LP: *LUWSYMB*

W poleceniu LUWSYMB występują następujące opcje:

LUWSYMB	
Opcje	Opis
Tak	Umożliwia włączenie wyświetlania symbolu LUW.
Nie	Umożliwia wyłączenie wyświetlania symbolu LUW.
WSzystkie	Umożliwia przypisanie LUW do wszystkich rzutni, gdy pracujemy w układzie z wieloma rzutniami.
Róg	Narzuca wyświetlanie symbolu LUW w lewym dolnym narożniku ekranu.
Początek	Narzuca wyświetlanie symbolu LUW w początku układu, o ile początek układu znajduje się na ekranie. Jeśli ekran nie obejmuje początku układu, wtedy wyświetlana jest opcja <i>Róg</i> .
Właściwości	Otwiera okno dialogowe <i>Symbol LUW</i> , w którym można ustawić sposób wyświetlania LUW.

Dynamiczna zmiana układu współrzędnych

Przy tworzeniu modeli w przestrzeni 3D jesteśmy zmuszeni do częstych zmian układu współrzędnych. W celu przyspieszenia tego procesu wprowadzona została możliwość chwilowego włączenia innego układu współrzędnych niż układ aktualny. Jest to możliwe po włączeniu tej cechy za pomocą przycisku *Odblokuj/zablokuj dynamiczny LUW* w pasku stanu lub przypisaniu zmiennej systemowej UCSDETECT wartości 1.

Jeśli dynamiczne przełączanie układu współrzędnych jest włączone i jeżeli wywołamy polecenie rysowania oraz przesuniemy kursor nad powierzchnię płaską (np. płaszczyznę na bryle), wtedy powierzchnia ta zostanie wyróżniona i dowiązany zostanie do tej powierzchni LUW, którego płaszczyzna XY będzie się pokrywała z wyróżnioną płaszczyzną oraz pojawi się piktogram chwilowego układu współrzędnych. W takim przypadku wprowadzanie danych będzie dotyczyło LUW dla tej wybranej powierzchni. Po zakończeniu wykonywania polecenia rysowania powracamy automatycznie do poprzedniego układu współrzędnych.

Algorytm postępowania przy dynamicznej zmianie LUW:

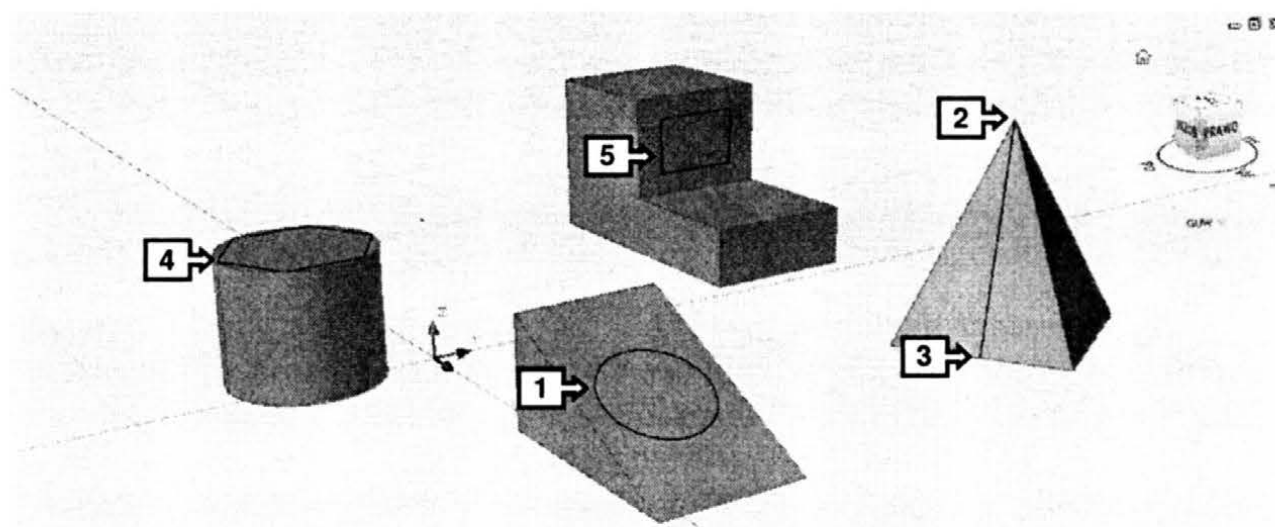
- Wywołaj polecenie rysowania obiektów 2D lub 3D.
- Sprawdź na pasku stanu, czy włączony jest przycisk *Odblokuj/zablokuj dynamiczny LUW*. Jeśli nie, włącz przełącznik.
- Przesuń krzyż nitkowy ponad wybraną powierzchnią płaską, na której chcesz rysować. Wybrana powierzchnia zostanie wyróżniona przez pojawienie

się linii przerywanej na jej krawędziach i zmianie koloru wyświetlania płaszczyzny.

- Kliknij dla podania punktu przeznaczonego do realizacji wywołanego polecenia. Istnieje również możliwość skorzystania z trybów dowiązywania punktów do obiektów. Podawaj następne punkty wynikające z polecenia.
- Zakończ polecenie. Nastąpi automatyczny powrót do poprzedniego LUW.

Dla zademonstrowania wykorzystania dynamicznego LUW otworzymy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-02-06-LUW-02.dwg*.)



Na rysunku występują cztery bryły. W warstwie *kontur2* narysowane są obiekty, które narysujemy w warstwie *wymiar1*. Blokujemy warstwę *kontur2*.

- Na skośnej ścianie klina narysujemy okrąg o środku leżącym w środku ściany i promieniu równym 90 jednostek (1). Do określenia środka okręgu wykorzystamy tryb dowiązania do obiektu *Symetria pomiędzy 2 punktami*.
- Na ścianie ostrosłupa narysujemy linię od wierzchołka ściany (2) prostopadłą do jej podstawy (3). Tryby dowiązania punktu do obiektu: *Koniec* i *Prostopadły*.
- Na górnej podstawie walca rysujemy wielobok o 6 bokach, wpisany w okrąg górnej podstawy (4). Tryby dowiązania punktu do obiektu: *Centrum* i *Kwadrant*.
- Na pionowej, górnej ścianie bryły złożonej z dwóch kostek rysujemy prostokąt o długości 150 i wysokości 120 jednostek w dowolnym miejscu powierzchni (5). Następnie przesuwamy prostokąt w taki sposób, aby jego

środek ciężkości znalazł się w środku ścianki. Korzystamy z trybu wyboru punktów *Symetria pomiędzy 2 punktami*.

- Kończymy pracę z rysunkiem.

Filtrowanie współrzędnych w przestrzeni 3D

Dla określenia położenia punktu w przestrzeni 3D postępujemy podobnie jak w przypadku punktów 2D, z tym że podajemy również trzecią współrzędną.

- W układzie prostokątnym: $[x, y, z]$,
- W układzie walcowym: $[l < \alpha, z]$.
- W układzie sferycznym: $[l < \alpha < \beta]$.

Również w przypadku określania współrzędnych punktu w przestrzeni 3D można posługiwać się trybami dowiązania punktu do obiektu, śledzeniem oraz filtrowaniem współrzędnych. Jeśli śledzenie punktów jest przeprowadzane nie na aktualnej płaszczyźnie XY, wtedy śledzenie jest prowadzone równoległe do osi AUW.

Dostęp do filtrów współrzędnych można uzyskać za pomocą menu kontekstowego wywoływanego:

SHIFT + prawy klawisz myszy > *Filtry współrzędnych*.

Można też wybrać filtr z klawiatury, poprzedzając nazwę osi lub płaszczyzny za pomocą kropki, np. dla wybrania współrzędnej X podajemy: *.x*, a dla wybrania dwóch współrzędnych X i Y podajemy: *.xy*.

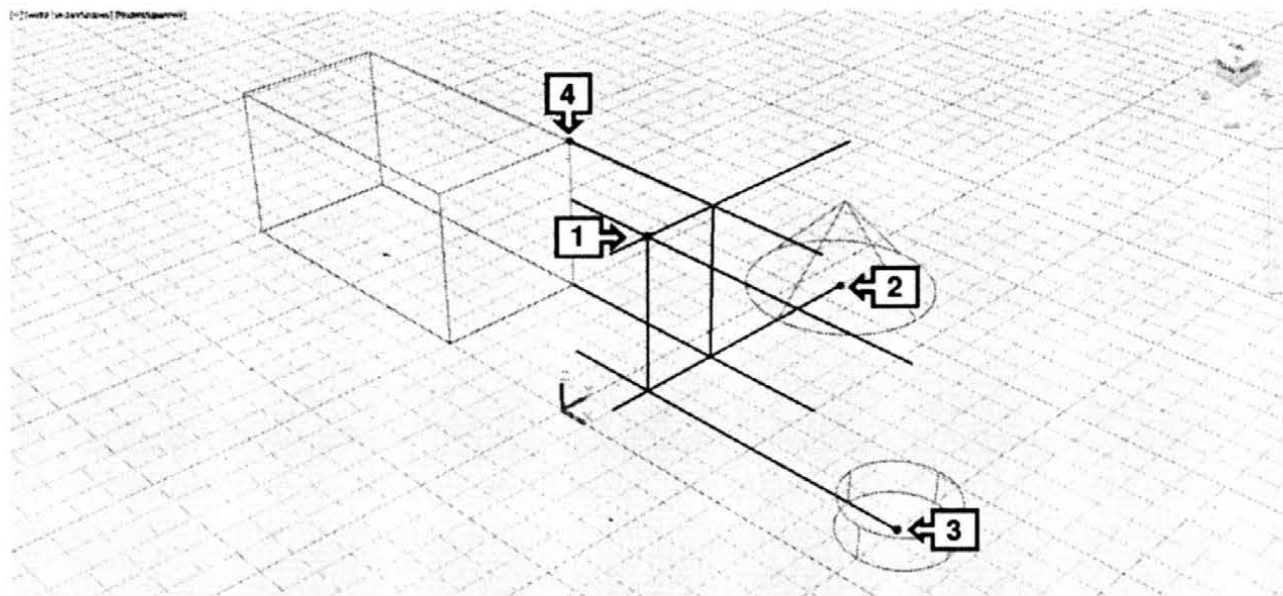
Uwaga

Jeśli jest wykorzystywany filtr współrzędnej (np. X), to można podać pozostałe współrzędne z klawiatury. Załóżmy, że chcemy pobrać współrzędną X za pomocą trybu dowiązania do obiektu, a pozostałe współrzędne mają wynosić odpowiednio: $Y = 55$ oraz $Z = 110$, wtedy, po wybraniu punktu, z którego pobrana zostanie współrzędna X, należy podać z klawiatury *1,55,110*. W miejscu jedynki można podać dowolną liczbę, gdyż w to miejsce zostanie i tak wstawiona wartość współrzędnej X, pobrana ze wskazanego poprzednio punktu.

Dla zademonstrowania filtrowania współrzędnych punktów otworzymy rysunek.

(Otwórz rysunek: W-12-02-07-Filtry-wsp.dwg.)

W rysunku są przedstawione trzy bryły oraz konstrukcja pomocnicza ułatwiająca zrozumienie sposobu pobierania współrzędnych z poszczególnych punktów. Włączamy jako aktualny styl wizualny *Model szkieletowy*.



W warstwie *osiel*, która ma wyłączoną widoczność, pokazano docelową kulę. Włączamy widoczność tej warstwy, aby zobaczyć obiekt docelowy. Zadaniem naszym będzie narysowanie takiej samej kuli w warstwie *kreska1*. Wyłączamy widoczność warstwy *osiel*. Kula będzie rysowana z następującymi parametrami: współrzędne środka kuli (1) zostaną złożone z współrzędnych związanych z poszczególnymi bryłami – ze środka podstawy ostrosłupa (2) pobierzemy współrzędną X, ze środka podstawy walca (3) pobierzemy współrzędną Y, a jako współrzędną Z przyjmijmy wysokość prostopadłościanu, czyli wskażemy górny narożnik prostopadłościanu (4) – promień przyjmijmy równy 100 jednostkom.

Po zapoznaniu się z konstrukcją pomocniczą wyłączamy widoczność warstwy *kokreska2*. Wyłączamy również dynamiczny LUW (w pasku stanu). Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wywołujemy polecenie SFERA

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Sfera

Wybieramy filtr współrzędnej X (**Shift+PKM** > Filtry współrzędnych > .x), wskazujemy środek podstawy ostrosłupa (tryb dowiązania *Centrum*), wybieramy filtr współrzędnej Y, wskazujemy centrum dolnej podstawy walca (tryb dowiązania *Centrum*), wskazujemy dowolny punkt na górnej płaszczyźnie prostopadłościanu (najlepiej któryś z wierzchołków – tryb dowiązania *Koniec*) i podajemy promień kuli (100).

W celu sprawdzenia poprawności wykonania zadania można włączyć widoczność warstwy *osie1* i włączyć teraz układ czterech rzutni. W rysunku zdefiniowano dwa nazwane zestawy rzutni: *4-Rzutnie* i *1-Rzutnia*. Wywołujemy okno dialogowe *Rzutnie* (Wyświetl > Rzutnie > Nazwany). Wywołujemy zakładkę *Nazwane rzutnie*, wybieramy zestaw *4-Rzutnie* i zamykamy okno dialogowe.

Aby powrócić do wyświetlania jednej rzutni, powtarzamy sekwencję wskazań i wybieramy zestaw o nazwie *1-Rzutnia*.

Kończymy pracę z rysunkiem.

Dowiązkiwanie punktów do obiektów

W programie mamy do dyspozycji dwa zestawy trybów dowiązywania punktów (wstawianych do rysunku) do obiektów (występujących w rysunku). Pierwszy zestaw trybów dowiązania powstał zasadniczo dla rysowania w przestrzeni 2D i określany jest w programie mianem *lokalizacji*. Zestaw ten został później rozszerzony na zastosowania 3D, ale w ograniczonym zakresie. Wprowadzenie do programu AutoCAD realnych możliwości modelowania w przestrzeni 3D skutkowało pojawieniem się potrzeby dowiązywania punktów do obiektów, które – z natury rzeczy – są obiektami przestrzennymi, jak np. powierzchnie o dowolnym kształcie. W ostatnich wersjach programu pojawił się nowy zestaw trybów dowiązywania, ukierunkowany na zastosowania 3D i nazwany w programie *lokalizacją obiektu 3D*. Scharakteryzujemy krótko tryby lokalizacji oraz spróbujemy nieco szerzej przedstawić tryby lokalizacji obiektu 3D.

Tryby o nazwie Lokalizacja

Wykazane zostało wcześniej, że rysowanie w programie AutoCAD sprowadza się zasadniczo do określania współrzędnych kolejnych punktów. Podawanie współrzędnych z klawiatury jest niezwykle czasochłonne, a częstokroć niezwykle kłopotliwe, np. znalezienie współrzędnych dla punktu przecięcia się dwóch okręgów wymaga rozwiązania układu dwóch równań kwadratowych i wybrania odpowiedniego rozwiązania. W takich przypadkach ze skuteczną pomocą przychodzi narzędzie umożliwiające określenie współrzędnych punktu w oparciu o istniejące w rysunku obiekty. W momencie gdy program oczekuje podania przez użytkownika współrzędnych punktu, można uruchomić algorytm poszukiwania tych współrzędnych, a program sam je wyznaczy. Użytkownik musi wybrać algorytm i określić dane dla tego algorytmu. Współrzędne określi program.

Jeśli jako przykład przytoczyć zagadnienie rozpoczęcia rysowania linii od punktu przecięcia się dwóch okręgów, wtedy należy wywołać polecenie rysowania linii (LINIA). Program zgłosi komunikat o potrzebie podania punktu rozpoczęcia rysowania linii. Należy wybrać rodzaj algorytmu, który ma zrealizować znalezienie współrzędnych punktu. W tym wypadku będzie to algorytm poszukujący punktu przecięcia dwóch wskazanych obiektów. Tryb ten nosi nazwę *PRZecięcie* i można go wybrać, podając z klawiatury trzy pierwsze litery lub – co się zwykle praktykuje – wybrać go z odpowiedniego menu lub paska narzędzi. W następnym kroku wskazujemy obiekty, które się przecinają, a resztę (znalezienie współrzędnych) wykonuje program.

Tryby dowiązywania punktów do obiektów mogą działać dwojako. Tryb można włączyć tylko dla jednego wskazania (*Pojedyncze wskazanie*) lub można włączyć kilka wybranych trybów w sposób permanentny, czyli obowiązujących aż do chwili ich wyłączenia. Ten drugi sposób nosi w programie nazwę *AutoSnap*.

W pierwszym sposobie kolejność działania można przedstawić następująco: dla pierwszego punktu wybieramy tryb, wskazujemy odpowiednie obiekty, dla następnego punktu znowu wybieramy tryb i wskazujemy kolejne obiekty, dla kolejnego punktu ponownie wybieramy tryb i wskazujemy potrzebne obiekty itd.

Przy drugim sposobie postępowania wybieramy dwa, trzy lub cztery tryby (można więcej – a nawet wszystkie – ale taki sposób postępowania może nam bardziej utrudnić pracę niż ją przyspieszyć) i włączamy je w sposób permanentny. Od tej chwili, jeśli program będzie oczekiwał podania współrzędnych punktu, będą pojawiały się w pobliżu kursora odpowiednie znaczniki, podpowiadające nam, jaki tryb może być aktualnie zrealizowany. Po podjęciu decyzji klikamy i jest to wyrażenie zgody na wykonanie tego algorytmu. Program wypracuje potrzebne nam współrzędne punktu. Jeśli automatyzm taki bardziej nam przeszkadza niż pomaga, bo wybiera algorytmy, które akurat nam nie odpowiadają, mechanizm ten (*AutoSnap*) można wyłączyć, a potem (jeśli trzeba) ponownie go włączyć do realizacji następnych wskazań.

Z powyższego wynika, że występuje potrzeba częstego włączania i wyłączania narzędzia *AutoSnap*. Jest to realizowane za pomocą przełącznika umieszczonego w linii stanu (domyślnie, w dolnej części okna aplikacji AutoCAD). Przełącznik nosi nazwę *Lokalizacja*.

Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że tryb *AutoSap* może być wyłączony, ale nie musi – można go również nadpisać (bez wyłączania go) przez wykorzystanie pojedynczego wskazania (pierwszy sposób – na jedno wskazanie). W takim przypadku pierwszy sposób ma priorytet. Jest to czasami bardzo wygodne.

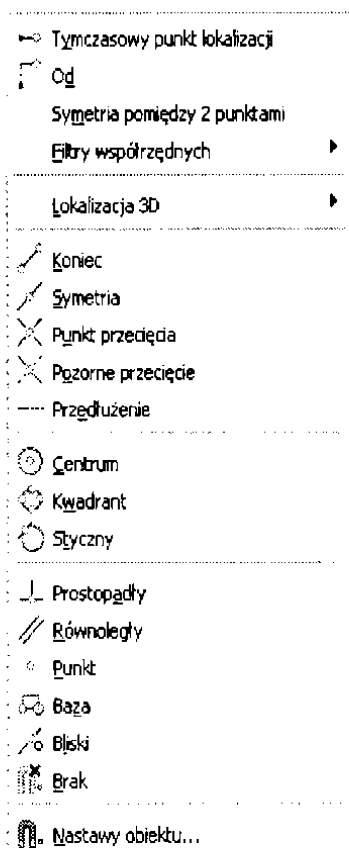
W programie mamy do dyspozycji cały szereg trybów poszukiwania współrzędnych punktów. Przy *lokalizacji* punktów dysponujemy następującymi trybami dowiązania do:

- końca obiektu (np. linii, łuku itd.) – *KONiec*,
- punktu środkowego obiektu (np. linii, łuku itd.) – *SYMetria*,
- punktu przecięcia się dwóch obiektów (np. linii i okręgu, łuku i polilinii itd.) – *PRZecięcie*,
- punktu przecięcia się obiektu z przedłużeniem drugiego obiektu (np. łuku i przedłużenia linii itd.) – *ROZszerzenie*,
- punktu przecięcia się przedłużeń dwóch obiektów (np. przedłużenia linii i przedłużenia łuku) – *POZorny*,
- środka okręgu (dotyczy to również łuku) – *CENtrum*,
- obiektu PUNKT – *PUNKt*,
- punktu kwadrantowego (cztery punkty na okręgu w kierunkach 0° , 90° , 180° i 270°) – *KWAdrant*,
- punktu bazowego obiektów (np. tekstu, bloku itd.) – *BAZa*,
- punktu leżącego na przecięciu obiektu z prostopadłą do tego obiektu, wyprowadzoną z wcześniej wskazanego punktu (np. wystawienie prostopadłej z punktu do istniejącej linii) – *PROstopadły*,
- punktu styczności linii z obiektem krzywoliniowym (np. styczna z punktu do okręgu) – *STYczny*,
- punktu leżącego na wskazywanym obiekcie w pobliżu kursora – *BLIski*,
- punktu leżącego na linii równoległej do innego obiektu i przechodzącej przez wcześniej wskazany punkt (np. rysowanie linii równoległej do innej linii) – *RÓWnoległy*,
- punktu leżącego na środku pomiędzy dwoma wskazanymi punktami (jest to tzw. *Symetria pomiędzy 2 punktami*) – *m2p*.

Do opcji poszukiwania współrzędnych punktu można zaliczyć jeszcze trzy przypadki:

- opcja *SZYbki*, która jest wpisywana tylko z klawiatury i występuje razem z inną opcją (np.: szy, prz – co prowadzi do znalezienia pierwszego punktu przecięcia się obiektów w obszarze przeszukiwanym i zakończenia poszukiwań) i można ją traktować jako historyczną,

- opcja *Tymczasowy punkt lokalizacji* umożliwia wskazanie punktu pomocniczego, względem którego możemy podać następny punkt – posługując się zwykle śledzeniem,
- opcja *Od* – umożliwiająca podanie współrzędnych punktu względem punktu wskazanego; współrzędne te są podawane z klawiatury w zapisie względnym prostokątnym lub biegunowym.

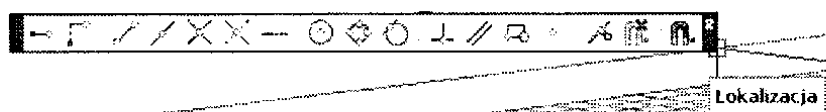


Jeśli chcemy korzystać z trybów pojedynczego wskazania, najlepiej korzystać z menu kontekstowego, otwieranego za pomocą zestawu: klawisz **SHIFT**+ prawy klawisz myszy.

W menu występują wszystkie potrzebne tryby dowiązania punktu do obiektu, a ponadto dostępne są filtry współrzędnych, które też są narzędziem ułatwiającym budowanie współrzędnych dla wprowadzanych punktów w oparciu o wybrane współrzędne punktów istniejących w rysunku. Dostępne są również opcje lokalizacji obiektów 3D (*Lokalizacja 3D*), które scharakteryzujemy bliżej w następnym podpunkcie.

Menu kontekstowe zamyka się automatycznie po wybraniu określonego (jednego) trybu dowiązania punktu do obiektu.

Drugim sposobem korzystania z jednokrotnego wskazania trybu dowiązania punktu do obiektu jest rozwinięcie paska narzędzi *Lokalizacja* i umieszczenie go na stałe na ekranie.



Pasek może być umieszczony w dowolnym miejscu, ale zaleca się zadowolnić go po prawej lub lewej stronie, względnie na górze okna graficznego.

Należy przyjąć, że posługiwanie się trybami dowiązywania punktów do obiektów w obszarze modelowania dwuwymiarowego jest przez Czytelnika dobrze opanowane.

Jakkolwiek omawiane wyżej tryby dowiązywania punktów do obiektów dotyczą zasadniczo jednej płaszczyzny, to pewne tryby mogą być wykorzystywane z powodzeniem w przestrzeni trójwymiarowej. Dotyczy to tych trybów, które wymagają bezpośredniego wskazania jednego obiektu. Niech za przykład

posłuży opcja *KONiec*. Jeśli zachodzi potrzeba przemieszczenia jakiegoś obiektu o wektor, którego punkt początkowy i punkt końcowy mają inne współrzędne Z, tzn. że wektor nie leży na płaszczyźnie XY, to możemy skorzystać z opcji *KONiec* do dowiązania się do jakiegoś punktu na rysunku w celu określenia zarówno punktu początkowego wektora, jak i punktu końcowego wektora.

Inaczej przedstawia się sprawa, gdy będziemy chcieli posłużyć się opcją korzystającą z dwóch wskazań obiektów, np. punktu przecięcia (*PRZecięcie*) dwóch linii, które nie leżą na jednej płaszczyźnie. W takim przypadku wynik wskazania może być nieprzewidywalny lub program prześle komunikat o błędzie. W takich przypadkach pomocną może się okazać *Lokalizacja obiektu 3D*. Narzędzie to nie rozwiązuje wszystkich problemów, ale kilka dostępnych opcji może nam znakomicie ułatwić życie przy pracy w przestrzeni trójwymiarowej.

Tryby o nazwie Lokalizacja obiektu 3D

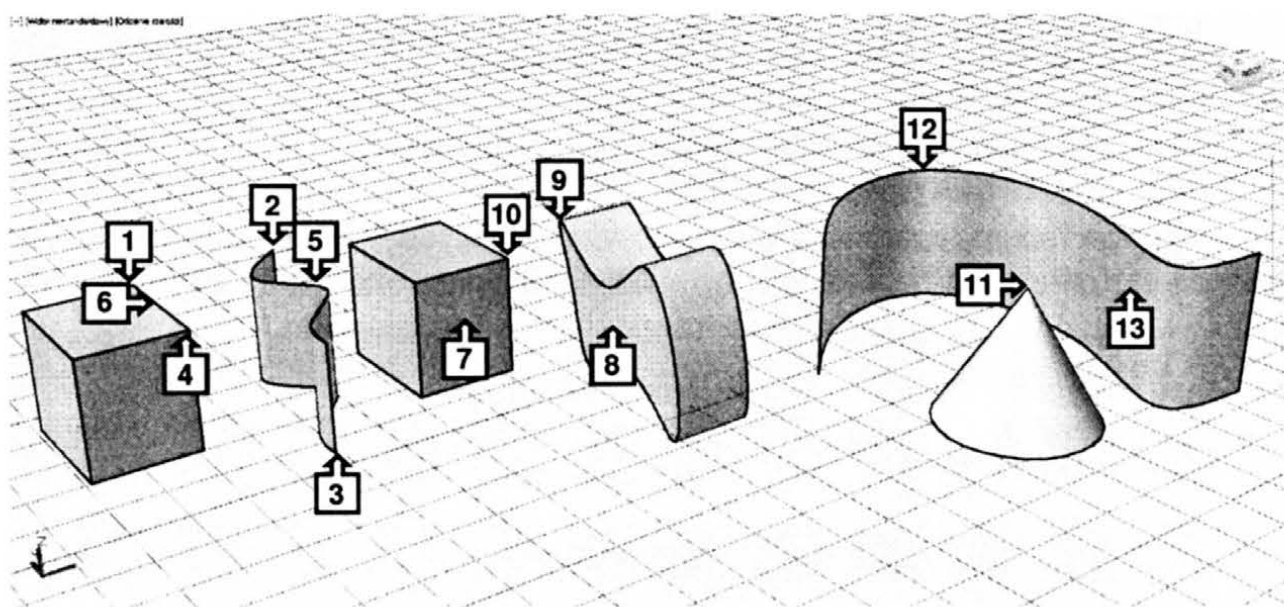
W programie wprowadzono sześć dodatkowych trybów dowiązywania punktów do obiektów. Są one bezpośrednio związane z modelami trójwymiarowymi. Należą do nich tryby dowiązania wstawianego punktu do:

- wierzchołka powierzchni (powierzchnia może być również podobiekiem bryły) – *Wierzchołek*,
- punktu środkowego (punktu symetrii) krawędzi powierzchni (powierzchnia może być również podobiekiem bryły) – *Punkt symetrii krawędzi*,
- punktu środka ciężkości powierzchni (powierzchnia może być również podobiekiem bryły) – *Środek powierzchni*,
- punktu dopasowania splajnu (splajn może być podobiekiem powierzchni lub bryły) – *Węzeł*,
- punktu leżącego na krawędzi, przy czym rysowana linia spełnia warunek prostopadłości do stycznej w tym punkcie do krawędzi (krawędź nie musi być linią prostą i może być krawędzią powierzchni lub bryły) – *Prostopadły*; tryb umożliwia rysowanie linii prostopadłej do krawędzi.
- powierzchni, przy czym rysowana linia jest linią łączącą punkt, z którego rysujemy linię, i punkt leżący na wskazanej powierzchni najbliżej punktu wskazania (powierzchnia może być podobiekiem bryły) – *Najbliższy powierzchni*; wskazany punkt cechuje się tym, że na pewno leży na wskazanej powierzchni, natomiast miejsce wstawienia punktu nie jest precyzyjnie określone, chyba że skorzystano również z innego trybu dowiązania punktu do obiektu.



Tryby lokalizacji 3D pracują w taki sam sposób jak tryby lokalizacji obszaru 2D. Można nimi zarządzać w taki sam sposób jak narzędziem AutoSnap w obszarze dwuwymiarowym oraz przez wybranie wskazania jednokrotnego z menu kontekstowego z pozycji *Lokalizacja 3D*. W tym drugim przypadku rozwijane jest menu podrzędne o postaci pokazanej obok. Praca zgodna z narzędziem AutoSnap jest realizowana za pomocą przełącznika w linii stanu o nazwie *Lokalizacja obiektu 3D* (F4). Przełączenia można dokonywać również za pomocą klawisza F4.

(Otwórz rysunek: *W-12-02-08-Lokalizacja-3D.dwg*.)



W rysunku przedstawiono kilka obiektów trójwymiarowych. Zadaniem naszym będzie narysowanie linii (najprostszy obiekt) pomiędzy tymi obiektami z wykorzystaniem trybów dowiązywania wprowadzanych punktów, dostępnych w lokalizacji 3D.

- Włączymy na stałe trzy tryby lokalizacji 3D: *Wierzchołek*, *Symetria krawędzi* i *Środek powierzchni*. Dokonamy tego, klikając prawym klawiszem myszy (w pasku stanu) piktogram *Lokalizacja obiektu 3D* i wybierając pozycję *Ustawienia*. Otworzone zostanie okno dialogowe *Ustawienia rysunkowe* z zakładką *Lokalizacja obiektu 3D*. Zaznaczamy trzy interesujące nas pozycje i zamykamy okno dialogowe przyciskiem OK.
- Za pomocą linii łączymy punkt 1 (*Wierzchołek*) z punktem 2 (*Wierzchołek*). Za pomocą linii łączymy punkt 3 (*Wierzchołek*) z punktem 4 (*Wierzchołek*). Również za pomocą linii łączymy punkt 5 (*Symetria krawędzi*) z punktem 6 (*Symetria krawędzi*).

- Za pomocą linii łączymy środek ciężkości powierzchni (7) na prostopadłościanie ze środkiem ciężkości powierzchni (8) na bryle wyciągniętej.
- Wyłączamy permanentny tryb lokalizacji 3D (przełącznik w pasku stanu lub klawisz F4).
- Narysujemy jeszcze trzy linie, ale dalsze rysowanie przeprowadzimy posługując się trybem dowiązania wskazywanym jednorazowo, przy wykorzystaniu menu kontekstowego (**SHIFT+PKM**).
- Po wywołaniu polecenia LINIA otwieramy menu kontekstowe, wybieramy pozycję *Lokalizacja 3D* oraz pozycję *Węzeł*. Poszukujemy punktu dopasowania splajnu w pobliżu punktu 9 i rozpoczynamy linię. Następnie – w ten sam sposób – wybieramy tryb dowiązania *Wierzchołek* i wskazujemy punkt 10.
- Łączymy linią punkt 11 (*Wierzchołek*) z punktem 12 (*Prostopadły*) oraz punkt 11 (*Wierzchołek*) z punktem 13 (*Najbliższy powierzchni*).
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 1

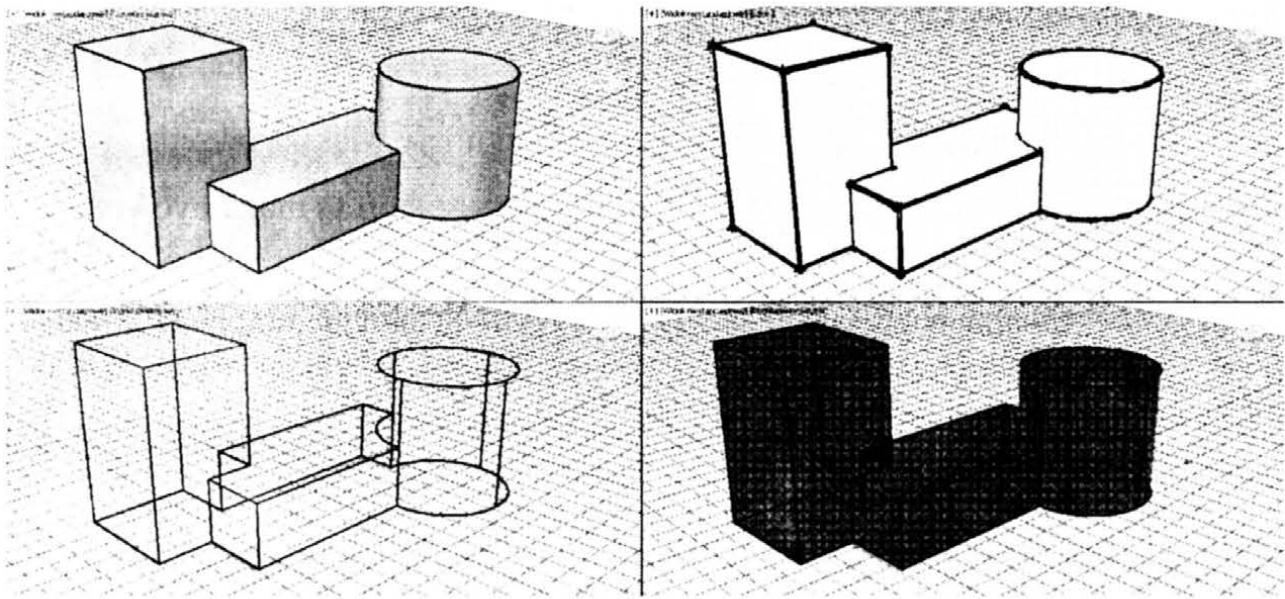
Operowanie modelami 3D

Cel ćwiczenia: Zapoznanie się z różnymi sposobami wyświetlania (szkieletowy 2D, szkieletowy 3D, ukryty 3D, koncepcyjny, realistyczny itd. różnych rodzajów modeli (krawędziowy, powierzchniowy, bryłowy, siatkowy).

- Otwórz rysunek *C-12-02-01-Modele-3D.dwg*. Na rysunku przedstawiono tę samą część narysowaną z wykorzystaniem różnych rodzajów modelowania. Model lewy jest modelem krawędziowym, model drugi od lewej jest modelem powierzchniowym, model drugi od prawej jest modelem bryłowym, a model prawy jest modelem siatkowym.
- Obejrzyj modele z wykorzystaniem orbity ograniczonej, przesuując kursor w górę i w dół oraz w prawo i w lewo. Ostatecznie ustaw modele podobnie jak były ustawione pierwotnie, lecz w taki sposób, aby wzajemnie się nie przysłaniały i zakończ polecenie orbity ograniczonej.
- Zmień rodzaj wyświetlania rysunku na *Ukryty*, wybierając odpowiednią pozycję z listy kontrolki stylu wizualnego (lewy górny narożnik okna graficznego).
- Powtórz to samo z pozostałymi opcjami z listy kontrolki stylu wizualnego (*Model szkieletowy*, *Koncepcyjny*, *Realistyczny*, *Cieniowanie*, *Cieniowanie*

z krawędziami, Odcienie szarości, Szkic, Model szkieletowy, Pochłanianie światła).

- Użyj orbity ograniczonej do obejrzenia wybranych obiektów. Wybierz modele: bryłowy oraz siatkowy (nie wybieraj elementów należących do modelu krawędziowego oraz powierzchniowego), a następnie wywołaj orbitę ograniczoną => Pasek nawigacji > Orbita. Zwróć uwagę na to, że polecenie bierze pod uwagę tylko wybrane obiekty.
- Zdefiniuj teraz układ czterech rzutni, w których następnie umieść cztery różne rzuty obiektów. Rozpoczynamy od ustawienia w rysunku widoku równoległego, klikając prawym klawiszem ViewCube i wybierając z menu kontekstowego pozycję *Równoległy*.
- Definiujemy cztery rzutnie: => Wyświetl > Rzutnie > Nazwany i w oknie dialogowym *Rzutnie* klikamy zakładkę *Nowe rzutnie*. W ramce *Standardowe rzutnie* wybieramy pozycję *Cztery równe* i nadajemy temu układowi rzutni nazwę *Nowy1*.
- Klikamy lewą górną rzutnię, aby ją uaktywnić i ustawiamy:
 Zastosuj do: *Bieżącej rzutni* Ustawienia: *3D*
 Zmień widok na: *Z przodu* Styl wizualny: *Realistyczny*
- Klikamy prawą górną rzutnię i ustawiamy:
 Zastosuj do: *Bieżącej rzutni* Ustawienia: *3D*
 Zmień widok na: *Z lewej* Styl wizualny: *Realistyczny*
- Klikamy lewą dolną rzutnię i ustawiamy:
 Zastosuj do: *Bieżącej rzutni* Ustawienia: *3D*
 Zmień widok na: *Z góry* Styl wizualny: *Realistyczny*
- Klikamy prawą dolną rzutnię i ustawiamy:
 Zastosuj do: *Bieżącej rzutni* Ustawienia: *3D*
 Zmień widok na: *Izometryczny SW* Styl wizualny: *Realistyczny*
- Zamykamy okno *Rzutnie* przyciskiem *OK*.
- Za pomocą polecenia *Zoom* z opcją *Skala* ustawimy współczynnik skali równy 2 dla rzutni górnych i dolnej lewej. Najwygodniej wywołać polecenie z wyświetlonego w rzutni paska nawigacji. Dla rzutni prawej dolnej, zawierającej widok izometryczny, wybierzemy polecenie *Zoom* z opcją *Zakres*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Rozdział III

Rodzaje modeli 3D

W rozdziale tym postaramy się zapoznać z rodzajami modeli 3D, które mogą być tworzone w programie AutoCAD 2012 PL. Będzie to przegląd możliwości programu w tym zakresie i zasygnalizowanie wzajemnych relacji między obiektami 3D, gdyż – jak się okaże – rodzajów modeli, które będzie można zbudować, będzie kilka. Podstawową grupą modeli 3D są modele czterech rodzajów:

- bryłowe,
- siatkowe,
- powierzchniowe proceduralne (powierzchnie są tworzone w oparciu o wzory analityczne),
- powierzchniowe NURBS (powierzchnie są tworzone w oparciu o krzywe NURBS).

Tę grupę modeli często nazywa się modelami nowego typu. Dostępne są również modele tworzone w przestrzeni trójwymiarowej, które można nazwać modelami starego typu i które w praktyce dzisiejszej nie znajdują szerszego

zastosowania, ale niektóre spośród nich mogą być konwertowane do obiektów 3D nowego typu. Zaliczamy do nich modele:

- szkieletowe,
- powstałe z obiektów 2D do których przypisano grubość większą od zera.

Modele powstałe z obiektów 2D z przypisaną grubością mogą być konwertowane do obiektów nowego typu.

W następnych rozdziałach dokonamy tylko krótkiego przeglądu modeli starego typu, natomiast główny nacisk zostanie położony na omówienie i praktyczne zastosowanie obiektów 3D typu nowego.

Obiekty liniowe

Zanim przystąpimy do omawiania obiektów zbudowanych z powierzchni otwartych, powierzchni zamkniętych i brył, trzeba krótko scharakteryzować obiekty liniowe, które mogą być tworzone w przestrzeni 3D. Pamiętamy z rysunku 2D, że mamy do dyspozycji szereg obiektów, które charakteryzują się tym, że mogą być definiowane na płaszczyźnie (są płaskie) i standardowo są tworzone na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych. Zaliczamy do nich takie obiekty jak: linia, łuk, okrąg, polilinia (i obiekty tworzone za pomocą polilinii: prostokąt, wielobok itd.), elipsa itd. Obiekty te mogą mieć przypisaną grubość, tzn. wymiar w kierunku osi Z. Jeśli, dla przykładu, obiektowi linia przypiszemy grubość większą od zera, stanie on się wstęgą lub rodzajem powierzchni wystającej z płaszczyzny XY w kierunku osi Z. Obecnie przyjmujemy, że zasadniczo nie korzystamy z możliwości przypisania obiektom 2D grubości, gdyż znacznie lepszym rozwiązaniem jest posłużenie się modelami 3D nowego typu, i parametrowi *Grubość* standardowo przypisujemy wartość zero. Można w tym miejscu przypomnieć, że grubość dla wybranego obiektu można modyfikować w palecie *Właściwości*, w zakładce *Ogólne*, w polu o nazwie *Grubość*. Aktualną wartość grubości można zmienić za pomocą polecenia POZIOM, które pozwala na określenie nie tylko aktualnego poziomu, ale również grubości. Tak określone parametry (poziomu i grubości) dotyczyć będą wszystkich nowo tworzonych w rysunku obiektów.

Polecenie POZIOM wywoływane jest z linii poleceń. Kolejno podaje się nową wartość dla aktualnego poziomu i nową wartość dla aktualnej grubości. Jeśli nie chcemy zmieniać wartości aktualnych, akceptujemy aktualne nastawy klawiszem **ENTER**.

W programie dostępne są trzy obiekty typu liniowego, które nie muszą być tworzone na płaszczyźnie, zatem mogą być kształtowane przestrzennie. Są to obiekty: polilinia 3D (polecenie 3WPLINIA), splajn (polecenie SPLAJN) oraz linia śrubowa (polecenie HELISA). Przy definiowaniu tych obiektów współrzędne Z, dla poszczególnych punktów, mogą mieć różne wartości.

Polilinia 3D

Polilinia 3D jest tworzona za pomocą polecenia 3WPLINIA i może zawierać tylko odcinki prostoliniowe. Węzły polilinii mogą mieć różne współrzędne w osi Z. Pozwala to na zdefiniowanie łamanej rozłożonej przestrzennie. Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Rysuj > Polilinia 3D
PN: -----
MR: Rysuj > Polilinia 3D
LP: 3WPLINIA

Po wywołaniu polecenia 3WPLINIA podaje się współrzędne punktów kolejnych wierzchołków polilinii.

Polilinia 3D może być edytowana za pomocą polecenia EDPLIN. Jest to to samo polecenie, które służy do przeprowadzania edycji polilinii 2D. Po wskazaniu polilinii 3D wyświetlana jest tylko nieco skrócona lista dostępnych opcji, co wynika z niewystępowania w polilinii 3D elementów łukowych. Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Edytuj polilinię
PN: Zmiana II > Edytuj polilinię
MR: Modyfikuj > Obiekt > Polilinia
LP: EDPLIN

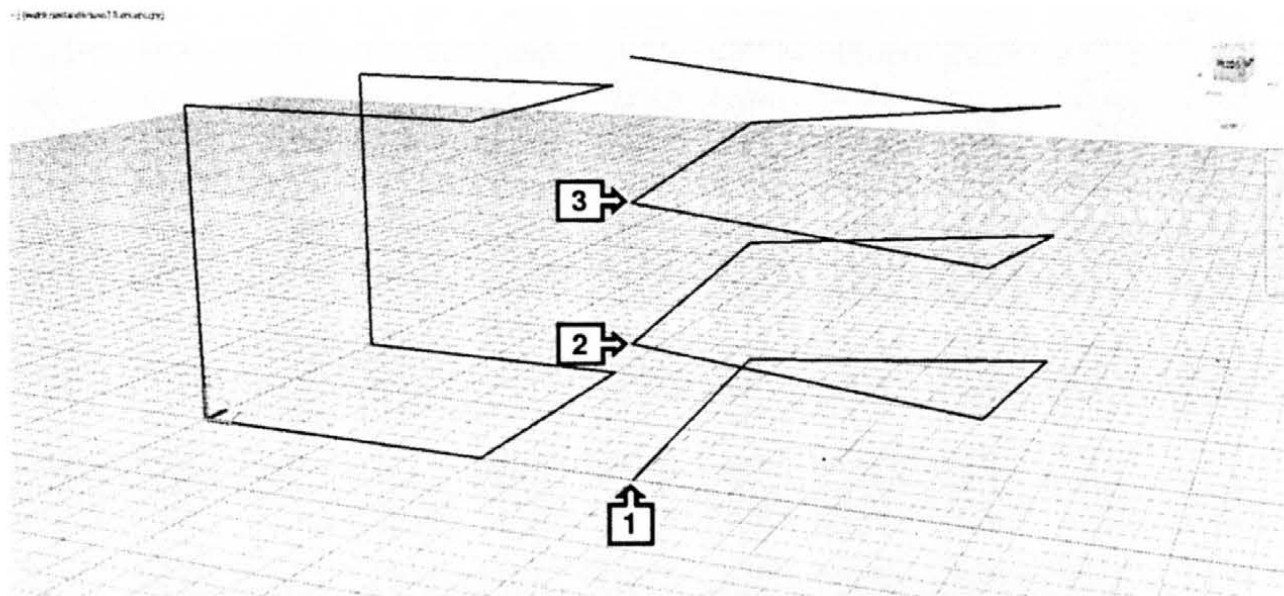
Po wybraniu obiektu polilinii 3D w poleceniu EDPLIN dostępne są opcje.

EDPLIN	
Opcje	Opis
Zamknij/Otwórz	Umożliwia zamknięcie otwartej polilinii lub otwarcie polilinii zamkniętej. Zamykanie jest realizowane przez połączenie odcinkiem prostoliniowym pierwszego i ostatniego wierzchołka polilinii.

Dołącz	Umożliwia dołączenie do polilinii 3D innej polilinii 3D. Muszą być przy tym spełnione dwa warunki. Po pierwsze, polilinie muszą mieć wspólny jeden z zewnętrznych wierzchołków, czyli muszą stykać się ze sobą, oraz wierzchołki te muszą mieć taką samą współrzędną Z podczas ich definiowania (przesunięcie dowolnej polilinii w osi Z uniemożliwi pozytywne zakończenie operacji dołączania).
Edytuj wierzchołek	Umożliwia przeprowadzenie edycji wierzchołków, podobnie jak w przypadku polilinii 2D.
krzywa typu splajn	Umożliwia zdefiniowanie krzywej typu splajn do wierzchołków polilinii 3D. Generowany jest splajn, którego parametrami steruje się za pomocą zmiennej systemowej SPLFRAME. Zaleca się przekonwertowanie tak uzyskanego splajnu do NURBS (polecenie SPLAJN z opcją <i>Obiekt</i>).
Polilinia	Umożliwia zamianę krzywej typu splajn, uzyskanej za pomocą opcji <i>krzywa typu splajn</i> , na polilinię 3D złożoną z odcinków prostoliniowych.
Odwróć	Odwraca kolejność numeracji wierzchołków polilinii.
Cofnij	Umożliwia cofnięcie ostatniej operacji wykonanej za pomocą dowolnej opcji polecenia EDPLIN. Cofać można się po jednej operacji do początku polecenia.

Uzyskana za pomocą polecenia 3WPLINIA i ewentualnie zmodyfikowana za pomocą polecenia EDPLIN polilinia 3D może być wykorzystana do definiowania obiektów powierzchniowych i bryłowych, w szczególności jako ścieżek wyciągania.

(Otwórz rysunek: *W-12-03-01-Polilinia-3D.dwg*.)



Narysujemy dwie polilinie 3D i jedną z nich poddamy edycji. W utworzonym rysunku, w zablokowanej warstwie *pom1*, znajdują się obiekty docelowe.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1* i wywołujemy polecenie 3WPLINIA.
- Rysujemy pierwszy obiekt, podając z klawiatury kolejno współrzędne następujących punktów: [0,0,0], [100,0,0], [100,100,0] [0,100,0] [0,100,100], [100,100,100], [100,0,100], [0,0,100]. Polinię zamykamy za pomocą opcji *Zamknij*.
- Przechodzimy do rysowania drugiego obiektu. Rozpocniemy od narysowania jednego zwoju, następnie obiekt skopiujemy dwa razy w taki sposób, aby punkt początkowy następnego fragmentu znajdował się w punkcie końcowym poprzedniego fragmentu. W kolejnym kroku połączymy trzy polilinie w jedną. Na zakończenie zastosujemy wygładzenie naszej polilinii do splajnu i przekonwertujemy ją na formalny splajn.
- Rysowanie jednego zwoju rozpoczniemy od wywołania polecenia 3DPLINIA. Podamy kolejno współrzędne następujących punktów: [150,0,0], [150,100,10], [250,100,20] [250,0,30] [150,0,40] i kończymy polecenie.
- Utworzony jeden zwój powielimy dwa razy. Wywołujemy polecenie KOPIUJ (Narzędzia główne > Modyfikuj > Kopiuj), wskazujemy polilinię, zamykamy zbiór wskazań, jako punkt bazowy wybieramy początek polilinii (tryb dowiązania *Koniec*) (1) i wskazujemy koniec polilinii (2) oraz koniec polilinii (3). Kończymy polecenie kopiowania.
- Trzy odcinki w postaci polilinii zamienimy na jedną polinię za pomocą polecenia POŁĄCZ (Narzędzia główne > Modyfikuj▼ > Dołącz). Po wywołaniu polecenia wskazujemy kolejno trzy polilinie i zamykamy zbiór wskazań. Otrzymaliśmy jedną polinię 3D.
- Zamianę na postać splajnu wykonamy za pomocą polecenia EDPLIN (Narzędzia główne > Modyfikuj▼ > Edytuj polinię). Po wywołaniu polecenia i wybraniu polilinii, wybieramy opcję *krzywa typu splajn*. Nasz obiekt jest w dalszym ciągu – od strony formalnej – polinią.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Splajn

Określenie *splajn* w programie AutoCAD 2012 PL dotyczy obiektów, które formalnie są krzywymi typu NURBS (Non-uniform Rational B-Splines), które można określić jako *nierównomierne jednorodnie krzywe sklejane typu B*. Oznacza to, że są to krzywe parametryczne złożone z wycinków krzywych wielomianowych

(B-Splines) z nierównomiernie rozłożonymi węzłami (Non-uniform) oraz przedstawione we współrzędnych jednorodnych (Rational). Współrzędne jednorodne to – w dużym uproszczeniu – współrzędne kartezjańskie uzupełnione o dodatkowy parametr, np. P . Nie wnikając w szczegóły, jeśli punkt we współrzędnych kartezjańskich można opisać jednoznacznie za pomocą trzech współrzędnych $[X, Y, Z]$, to we współrzędnych jednorodnych jest on opisywany za pomocą czterech współrzędnych $[X, Y, X, P]$, co w znakomity sposób pozwala na uproszczenie operacji matematycznych na macierzach.

Zasadniczy wpływ na kształt krzywej NURBS mają:

- punkty kontrolne (nieszczęśliwie nazwane w programie *Wierzchołkami sterującymi*) – na których rozpinane są ramki kontrolne,
- wierzchołki – standardowo odpowiadające węzłom – (nieszczęśliwie nazwane w programie *Punktami dopasowania*) – które są punktami wskazywanymi (podawanymi) przy definiowaniu splajnu (jeśli tolerancja jest równa zero, wtedy splajn przechodzi przez wierzchołki),
- wagi punktów kontrolnych – określające wpływ każdego punktu kontrolnego na kształt krzywej,
- tolerancje – określające wpływ każdego wierzchołka na kształt krzywej; w przypadku gdy tolerancja jest równa zero, splajn przechodzi przez wierzchołki,
- stopień sklejanych wielomianów – określający jakiego stopnia wielomianami są aproksymowane krzywe.

Splajn definiujemy za pomocą polecenia SPLAJN. Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Rysuj > Splajn

PN: Rysuj > Splajn

MR: Rysuj > Splajn > Punkty dopasowania

Rysuj > Splajn > Wierzchołki sterujące

LP: SPLAJN

Po wywołaniu polecenia SPLAJN określa się współrzędne pierwszego punktu lub wybiera jedną z dostępnych opcji.

SPLAJN	
Opcje	Opis
Metoda	Umożliwia wybranie sposobu tworzenia splajnu. Dostępne są dwie metody: <i>Dopasuj</i> – splajn jest tworzony przez definiowanie punktów dopasowania oraz <i>Wierzchołki sterujące</i> – splajn jest tworzony przez definiowanie wierzchołków sterujących.
Obiekt	Umożliwia zamianę wskazanego obiektu na <i>splajn</i> . Dotyczy to polilinii zamienionych poleceniem EDPLIN na splajny drugiego lub trzeciego stopnia.
Węzły (Dopasuj)	Określa sposób rozmieszczenia punktów połączenia (węzłów) wycinków krzywych wzdłuż splajnu. Dostępne są trzy możliwości: <i>Cięciwa</i> – powoduje rozkład proporcjonalny do odległości pomiędzy wskazanymi punktami, <i>pierwiastek Kwadratowy</i> – rozkład proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z odległości pomiędzy wskazanymi punktami, <i>Proporcjonalnie</i> – punkty układane równomiernie wzdłuż splajnu. W każdym przypadku tworzony jest splajn z krzywych trzeciego stopnia.
Styczna początkowa (Dopasuj)	Pozwala na zdefiniowanie kierunku stycznej w punkcie początkowym splajnu. Dokonuje się tego przez określenie punktu, przez który przechodzi styczna do punktu początkowego splajnu.
Styczna końcowa (Dopasuj)	Pozwala na zdefiniowanie kierunku stycznej w punkcie końcowym splajnu. Dokonuje się tego przez określenie punktu, przez który przechodzi styczna do punktu końcowego splajnu.
Tolerancja (Dopasuj)	Oznacza maksymalną odległość splajnu od punktu dopasowania w jednostkach rysunkowych. Gdy tolerancja jest równa zero, wtedy splajn przechodzi przez punkty dopasowania. Tolerancja nie dotyczy skrajnych punktów dopasowania, dla których zawsze jest równa zero.
Stopień (Wierzchołki sterujące)	Pozwala na zdefiniowanie stopnia krzywych aproksymujących krzywą przy posługiwaniu się metodą <i>wierzchołków sterujących</i> . Dopuszczalne są wartości od 1 do 10. W praktyce większość krzywych pokrywa się dla stopni od 4 do 10.
Zamknij	Pozwala na zamknięcie splajnu.
Cofnij	Umożliwia cofnięcie ostatniej operacji wykonanej za pomocą dowolnej opcji polecenia SPLAJN. Cofać można się po jednej operacji do początku polecenia.

Splajny można poddawać edycji za pomocą uchwytów, palety *Właściwości* oraz poleceń EDSPLAJN i 3DEDITBAR. Splajny mogą być ponadto ucinane (polecenie UTNIJ), wydłużane (polecenie WYDŁUŻ) i zaokrąglane (polecenie ZAOKRĄGL).

Przyjrzyjmy się bliżej poleceniom EDSPLAJN i 3DEDITBAR, gdyż pozostałe metody nie wymagają bliższych komentarzy.

Polecenie EDSPLAJN służy do zmiany parametrów splajnu oraz do przeprowadzania konwersji polilinii dopasowanych do splajnu w rzeczywisty splajn. Polecenie można wywołać:

- W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Edytuj splajn
- PN: Zmiana II > Edytuj splajn
- MR: Modyfikuj > Obiekt > Splajn
- LP: EDSPLAJN

Po wywołaniu polecenia EDSPLAJN należy wybrać splajn lub polilinię dopasowaną do splajnu. W tym drugim przypadku polilinia dopasowana do splajnu zostanie automatycznie zamieniona na splajn. Po wybraniu splajnu może być wyświetlany w dwóch postaciach: z *wierzchołkami sterującymi* lub *punktami dopasowania*. W poleceniu dostępne są niżej podane opcje.

EDSPLAJN	
Opcje	Opis
Zamknij/Otwórz	Umożliwia zamknięcie otwartego splajnu lub otwarcie splajnu zamkniętego. Zamykanie jest realizowane przez przeciągnięcie splajnu od ostatniego wierzchołka do wierzchołka pierwszego.
Dołącz	Umożliwia dołączenie do wybranego splajnu innego splajnu, linii, polilinii i łuków z punktami podziału w punktach połączenia w klasie ciągłości C0, co oznacza tylko styczność.
Wstaw dane	Pozwala na dokonanie edycji punktów dopasowania. Dostępne są opcje: [Dodaj/Zamknij/Usuń/Punkt podziału/PRzesuń/Wyczyść/ Styczne/toLerancja/konIec]
Edytuj wierzchołek	Pozwala na edycję danych wierzchołków sterujących. Dostępne są opcje: [Dodaj/Usuń/Zwiększ rząd/Przesuń/Waga/konIec].
Konwertuj na polilinię	Umożliwia przekształcenie splajnu w polilinię zawierającą bądź segmenty liniowe, bądź segmenty łukowe. Zarządza tym zmienna systemowa PLINECONVERTMODE. <i>Precyza</i> decyduje o dokładności odwzorowania. Dopuszczalna jest liczba z zakresu od 0 do 99.

ODWróć	Odwraca kierunek numerowania wierzchołków splajnu. Nie wpływa na przedstawianie splajnów w samym programie, znajduje natomiast zastosowanie w przypadku wymiany danych z innymi aplikacjami.
Cofnij	Umożliwia cofnięcie ostatniej operacji wykonanej za pomocą dowolnej opcji polecenia EDSPLAJN. Cofać można się po jednej operacji do początku polecenia.
koniec	Umożliwia zakończenie polecenia EDSPLAJN.

Dodatkowych komentarzy wymagają dwie opcje występujące w tabeli powyżej: *Wstaw dane* oraz *Edytuj wierzchołek*. Pierwsza z nich dotyczy edycji splajnu przedstawianego za pomocą punktów dopasowania, druga zaś splajnu przedstawianego za pomocą wierzchołków sterujących.

W opcji *Wstaw dane* występują podopcje:

- Dodaj – umożliwia dodanie do splajnu punktu dopasowania,
- Zamknij/Otwórz – pozwala na zamknięcie splajnu otwartego i otworzenie splajnu zamkniętego,
- Usuń – umożliwia usunięcie punktu dopasowania ze splajnu,
- PUNKT podziału – pozwala na wstawienie do splajnu punktu podziału, w którym zachowana jest tylko ciągłość typu C0, co jest równoznaczne z możliwością wprowadzenia ostrego załamania w splajnie,
- PRzesuń – umożliwia przemieszczenie punktu dopasowania w inne położenie,
- Wyczyść – powoduje przejście do odwzorowania za pomocą wierzchołków sterujących,
- Styczne – umożliwia zmianę kąta nachylenia stycznych w punkcie początkowym i w punkcie końcowym splajnu,
- toLerancja – pozwala na zmianę wartości tolerancji,
- koniec – kończy opcję *Wstaw dane*.

W opcji *Edytuj wierzchołek* występują podopcje:

- Dodaj – umożliwia dodanie do splajnu wierzchołka sterującego,
- Usuń – umożliwia usunięcie wierzchołka sterującego z ramki splajnu,
- Zwiększ rząd – podnosi o jeden stopień wielomian splajnu - skutkuje to zwiększeniem liczby wierzchołków sterujących; największa dopuszczalna wartość to 26,
- PRzesuń – umożliwia przemieszczenie wierzchołka sterującego w inne położenie,

- Waga – umożliwia określenie poziomu przyciągania splajnu do wierzchołka sterującego – im większa wartość, tym splajn jest generowany bliżej wierzchołka sterującego,
- koniec – kończy opcję *Edytuj wierzchołek*.

Uwaga
Jeśli splajn był utworzony z wykorzystaniem metody <i>Wierzchołki sterujące</i> , to przełączenie między wyświetlaniem wierzchołków sterujących i punktów dopasowania powoduje automatyczną zmianę splajnu na stopień 3. Splajny utworzone z wykorzystaniem stopnia innego niż 3 najprawdopodobniej zmienią swój kształt. Ponadto, jeśli splajn utworzono przy dodatniej wartości tolerancji, punkty dopasowania zostaną przeniesione do węzłów splajnu, a wartość tolerancji zostanie ustawiona na zero.

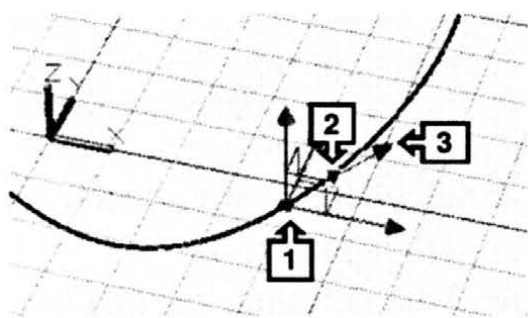
Polecenie 3DEDITBAR umożliwia przeprowadzenie modyfikacji splajnu oraz powierzchni NURBS przez wpływanie na położenie punktu dopasowania, ustalanie rodzaju wiązań w punkcie oraz na określanie parametrów styczności. Polecenie można wywołać:

W3D: Powierzchnie > Wierzchołki sterujące > Pasek edycji wierzchołków sterujących
PN: -----
MR: -----
LP: 3DEDITBAR

Po wywołaniu polecenia EDSPLAJN należy wybrać splajn lub powierzchnię NURBS. W tym miejscu ograniczymy się do omówienia polecenia działającego na splajnie. Do używania polecenia przy modyfikowaniu powierzchni NURBS powrócimy w rozdziale dotyczącym edycji powierzchni.

W poleceniu występują opcje:

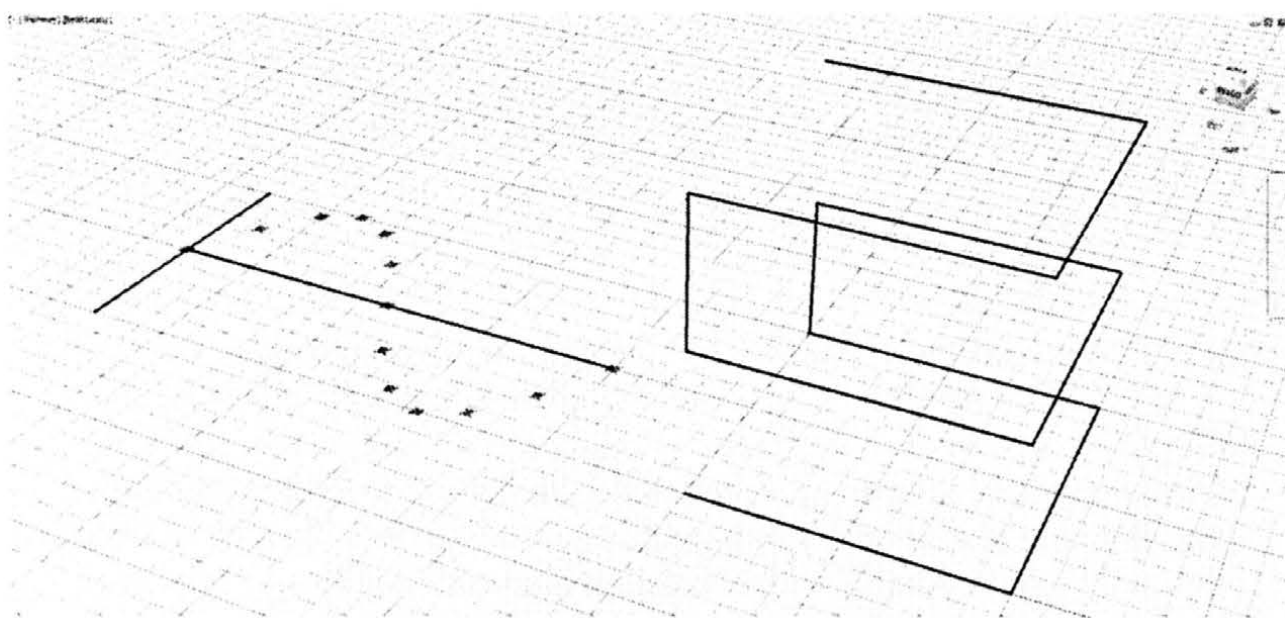
3DEDITBAR	
Opcje	Opis
punkt Bazowy	Umożliwia zmianę punktu wskazania (punktu bazowego) na splajnie.
Przesunięcie	Definiuje nowy punkt bazowy, rzutując nowo określony punkt na splajn.
Cofnij	Pozwala na cofnięcie ostatniej operacji.
koniec	Pozwala na zakończenie aktualnego poziomu opcji w poleceniu 3DEDITBAR (nie musi kończyć całego polecenia 3DEDITBAR).



Po wybraniu splajnu pojawia się na nim krzyżyk przemieszczający się wzdłuż splajnu wraz z poruszaniem urządzenia wskazującego (zwykle myszy). Klikamy w miejscu, w którym chcemy przeprowadzić modyfikację. W wybranym punkcie wyświetlony zostanie znacznik w postaci piktogramu układu współrzędnych lokalnych, związanych ze wskazanym punktem na splajnie. Zwykle jego osie traktujemy jako osie U, V, W. Standardowo osie te są skierowane zgodnie z kierunkami osi GUW. Na piktogramie modyfikacji splajnu występują trzy uchwyty:

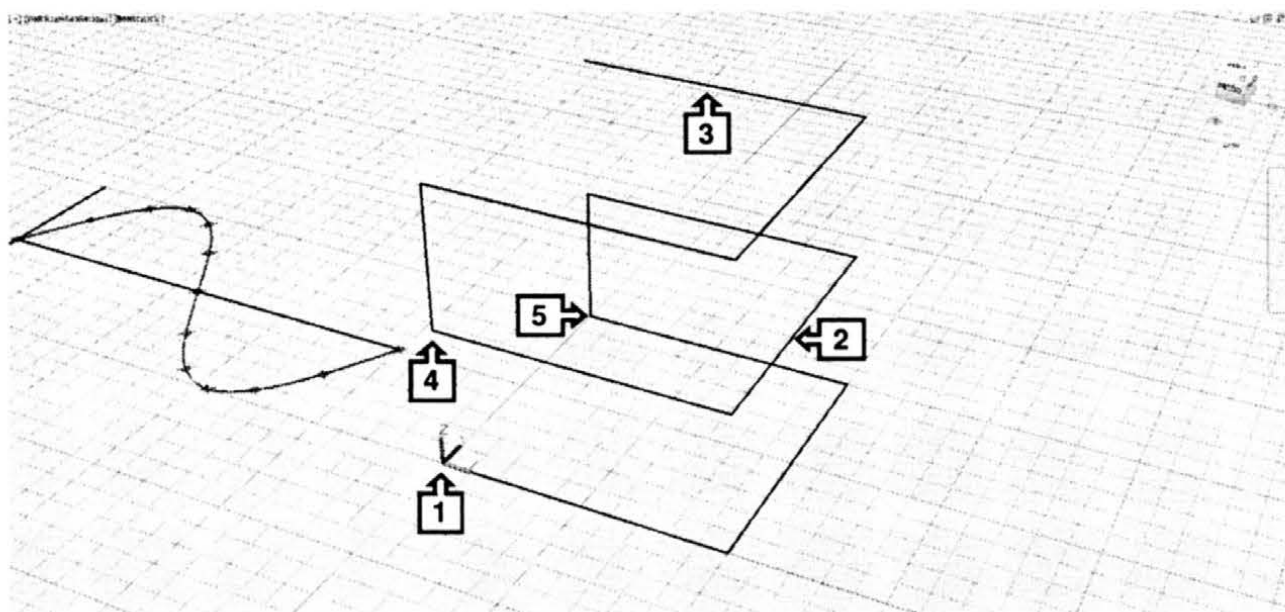
- Kwadratowy (1) – umożliwia przemieszczanie punktu wskazanego (nazywanego punktem bazowym tej operacji), co powoduje zmianę kształtu splajnu.
- Trójkątny, skierowany do dołu (2) – kliknięcie którego rozwija menu kontekstowe o dwóch pozycjach: *Przesuń punkt* i *Kierunek styczny*, co pozwala na wybranie sposobu modyfikacji stycznej w wybranym punkcie.
- Trójkątny, wskazujący kierunek stycznej do splajnu w wybranym punkcie (3) – pozwala na modyfikowanie kształtu splajnu – w zależności od wybranej metody (2), albo przesuwając punkt, albo zmieniając kierunek stycznej.

(Otwórz rysunek: *W-12-03-02-Splajn-01.dwg*.)



- W lewej części rysunku występują punkty, które umożliwią nam narysowanie sinusoidy a w prawej części narysowana jest przestrzenna figura za pomocą polilinii 3D. Figura ta posłuży nam za szkielet, na bazie którego utworzymy splajn ułożony przestrzennie.

- Może się okazać, że punkty będą praktycznie niewidoczne. Zmienimy parametry wyświetlania punktów w rysunku. Z klawiatury wywołamy zmienną systemową PDMODE i przypiszemy jej wartość 35. Następnie wywołamy zmienną systemową PDSIZE i przypiszemy jej wartość -3. Jeśli wyświetlanie punktów nie ulegnie zmianie, należy przeprowadzić regenerację rysunku, wywołując z klawiatury polecenie REGEN.
- Rozpocznijemy od narysowania splajnu płaskiego w postaci sinusoidy. Przywołamy na ekran widok o nazwie *Sinus* (Narzędzia główne > Widok > lista Nawigacja 3D lub Wyświetl > Widoki > lista widoków). Jako aktualną ustawiamy warstwę o nazwie *wymiar1* oraz tryb dowiązania punktu do obiektu *Punkt*. Wywołujemy polecenie SPLAJN (Narzędzia główne > Rysuj > Splajn).
- Wskazujemy kolejno punkty sinusoidy i kończymy polecenie.
- Przejdziemy teraz do narysowania splajnu przestrzennego. Jako aktualny ustawiamy widok o nazwie *3D*.

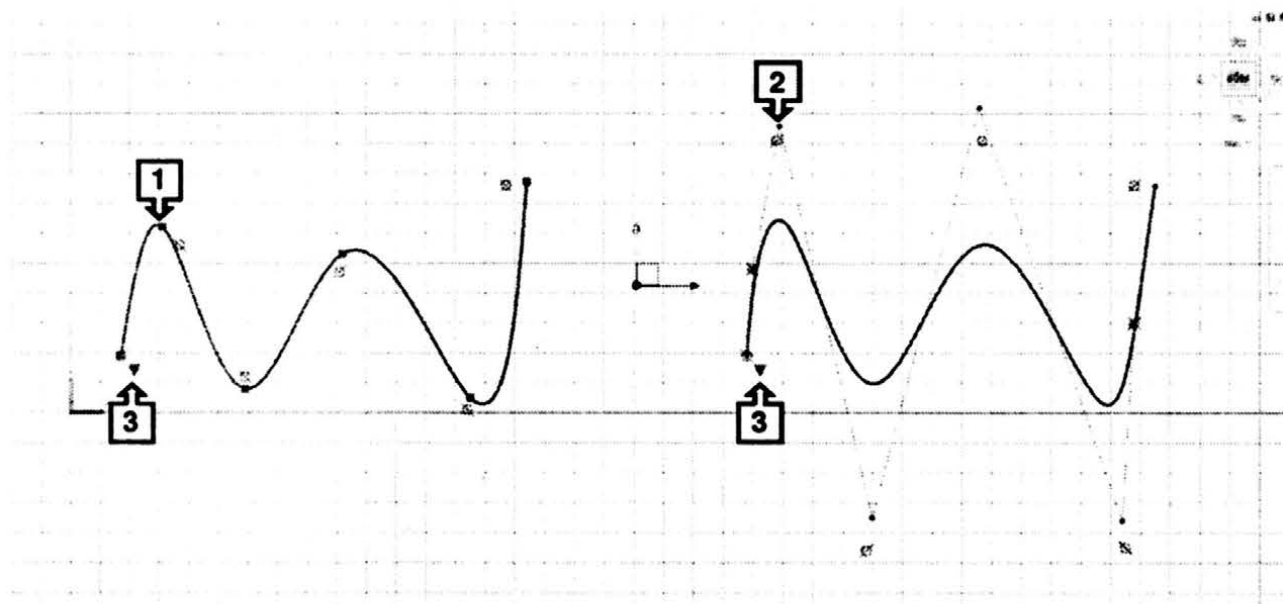


- Wywołujemy polecenie SPLAJN (Narzędzia główne > Rysuj > Splajn) i wskazujemy kolejno punkty 1 (koniec pierwszego odcinka), 2 (środek boku), 3 (środek boku), 4 (koniec boku), 5 (koniec boku) i kończymy polecenie.
- Włączamy jako aktualny widok o nazwie *Pierwszy*, włączamy orbitę (**SHIFT** + kółko myszy) i oglądamy uzyskane wyniki. W zablokowanej warstwie *osie1* występują poprawnie zdefiniowane obydwie splajny.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

W celu przetestowania podstawowych metod edytowania splajnów otworzymy rysunek, w którym występują narysowane splajny.

(Otwórz rysunek: *W-12-03-05-Splajn-03.dwg*.)

- Na rysunku występują dwa splajny oraz kilka punktów, które posłużą nam do przeprowadzenia modyfikacji splajnów za pomocą uchwytów. Splajn lewy będziemy modyfikowali za pomocą punktów dopasowania, natomiast splajn prawy, za pomocą wierzchołków sterujących.
- Przyjmujemy stały tryb dowiązania punktu do obiektu *Punkt*. Ułatwi to nam przemieszczanie punktów dopasowania oraz wierzchołków sterujących do punktów pomocniczych.
- Klikamy lewy splajn. Zostaje on wyróżniony i pojawiają się na nim uchwyty albo w punktach dopasowania (1), albo w wierzchołkach sterujących (2). W obydwu przypadkach dostępny będzie uchwyt (3) umożliwiający zmianę sposobu wyświetlania uchwytów. Po kliknięciu uchwytu 3 rozwijane jest menu kontekstowe zawierające dwie pozycje: *Pokaż punkty dopasowania* oraz *Pokaż wierzchołki sterujące*. Wybieramy pozycję *Pokaż punkty dopasowania*.



- Pierwszy punkt dopasowania pokrywa się z punktem w rysunku. Wszystkie następne będą wymagały przeprowadzenia korekt. Naprowadzamy kursor na drugi punkt (1), oczekujemy aż zmieni kolor na, pomarańczowy i klikamy go. Kolor uchwytu zamieni się na czerwony. Przemieszczamy uchwyt do najbliższego punktu i klikamy. Uchwyt został przemieszczony, a nasz splajn zmienił swój kształt. Podobnie postępujemy z pozostałymi uchwytami wyróżnionego splajnu. W celu wyłączenia uchwytów naciskamy klawisz **ESC**.
- W prawym splajnie dokonamy poprawek, korzystając z uchwytów umieszczonych w wierzchołkach sterujących. Klikamy splajn (zostanie on wyróżniony), klikamy uchwyt 3 i z listy wybieramy pozycję *Pokaż*

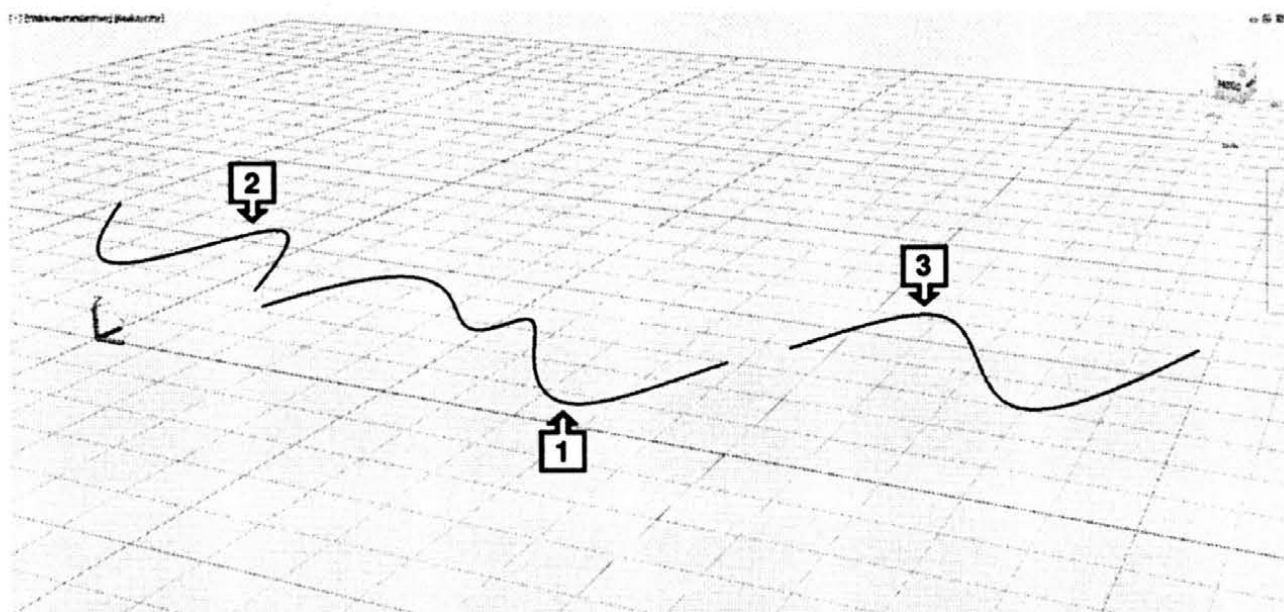
wierzchołki sterujące. Dwa pierwsze wierzchołki oraz wierzchołek przedostatni leżą na punktach, z którymi mają się pokrywać. Pozostałe będziemy musieli przemieścić.

- Podobnie jak w przypadku punktów dopasowania, przeprowadzimy korektę położenia wierzchołków sterujących, przemieszczając je do najbliższych punktów. W celu wyłączenia uchwytów naciskamy klawisz **ESC**.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Przejdziemy teraz do edytowania splajnu za pomocą polecenia **ED-SPLAJN**. Polecenie pozwala nie tylko wpływać na położenie punktów dopasowania oraz wierzchołków sterujących, ale również umożliwia zmianę parametrów całego splajnu oraz parametrów poszczególnych węzłów.

(Otwórz rysunek: W-12-03-06-Splajn-04.dwg.)

Na rysunku występują trzy splajny. Środkowy splajn (1) jest splajnem podstawowym. Do niego – w pierwszym kroku – dołączymy dwa pozostałe splajny (2 i 3).



- Przesuwamy skrajne splajny do splajnu środkowego w taki sposób, aby się ze sobą stykały na końcach (polecenie **PRZESUŃ**).
- Wywołujemy polecenie **EDSPLAJN** (Narzędzia główne > Modyfikuj ▾ > Edytuj splajn) i wskazujemy środkowy splajn (1). Wybieramy opcję *Dołącz* (musimy z klawiatury podać dwie pierwsze litery *do*, gdyż opcja powinna być zapisana w postaci *DOłącz* – z tego samego powodu opcja ta nie działa prawidłowo w menu kontekstowym) i wskazujemy dwa skrajne splajny (2 i 3). Powstanie jeden splajn. Na całym splajnie pojawiają się wierzchołki sterujące lub punkty dopasowania.

Uwaga

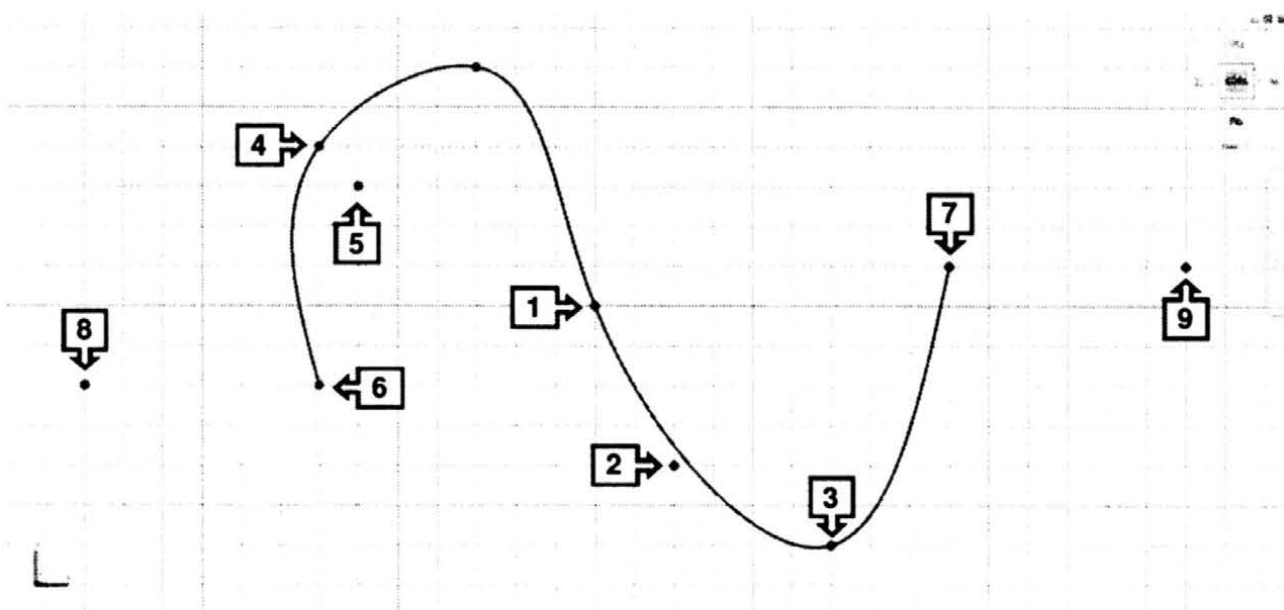
W celu połączenia trzech splajnów w jeden można również posłużyć się osobnym poleceniem POŁĄCZ (Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Dołącz).

- Polecenie EDSPLAJN nie zostało jeszcze zakończone. W dalszym ciągu wyświetlane jest menu z opcjami. Możemy cofnąć połączenie splajnów, korzystając z opcji *Cofnij*. Ponownie mamy trzy splajny. Zakończymy polecenie, wybierając opcję *koniec*.
- Spróbujemy zamienić jeden ze splajnów na polinię. Zmiennej systemowej DELOBJ przypisujemy wartość zero. Wywołujemy polecenie EDSPLAJN, wskazujemy prawy splajn (3), wybieramy opcję *Konwertuj na polinię* i określamy precyzję konwersji na 2. Z naszego splajnu (a właściwie z jego kopii) powstanie polinia. Obydwa obiekty pokrywają się. Przesuńmy polinię w taki sposób, aby obydwa obiekty były widoczne. Wywołujemy polecenie PRZESUŃ, podajemy z klawiatury literę s (odpowiada to opcji *oStatni* – obiekt wpisany do bazy rysunku) i zamykamy zbiór wskazań. Przesuwamy polinię. Możemy teraz porównać obie krzywe. Jeśli je klikniemy, zobaczymy punkty węzłowe polilinii oraz punkty dopasowania lub wierzchołki sterujące splajnu.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Przejdziemy teraz do modyfikowania splajnu za pomocą parametrów związanych z wierzchołkami sterującymi oraz z punktami dopasowania.

(Otwórz rysunek: *W-12-03-07-Ed-Splajn-05.dwg*.)

- Na rysunku występuje splajn i kilka punktów, które będą pomocne przy przeprowadzaniu edycji splajnu.



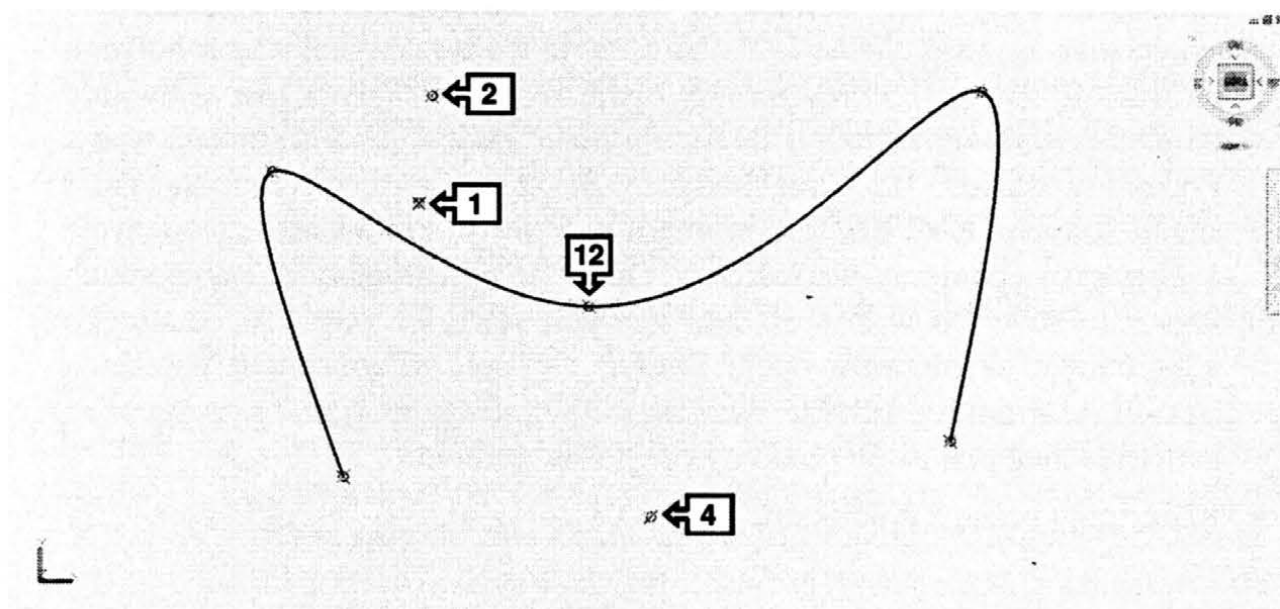
Uwaga

Punkty występujące w rysunku są narysowane za pomocą polecenia **PIERŚCIEN**, przy przyjęciu promienia wewnętrznego równego zero, co oznacza że dowiązanie się do punktu środkowego pierścienia jest możliwe za pomocą trybu dowiązania punktu do obiektu *CENtrum*.

- Wywołujemy polecenie **EDSPLAJN**, wskazujemy splajn i zamykamy zbiór wskazań. Splajn zostanie wyróżniony. Wyświetlone zostaną uchwyty albo w postaci punktów dopasowania, albo w postaci wierzchołków sterujących. W dostępnych opcjach występują dwie pozycje: *Wstaw dane* i *Edytuj wierzchołek*. Umożliwiają one wybranie (bądź zmianę) sposobu wyświetlania splajnu. Wybieramy opcję *Wstaw dane*, co powoduje wyświetlenie punktów dopasowania i przejście do menu dotyczącego modyfikacji prowadzonej w oparciu o punkty dopasowania.
- Dodamy punkt dopasowania (2) pomiędzy punktami 1 i 3. Wybieramy opcję *Dodaj*, wskazujemy punkt dopasowania, po którym chcemy dodać nowy punkt, czyli punkt 1, a następnie wskazujemy miejsce nowego punktu dopasowania - punkt 2. W celu zakończenia opcji dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**. Możemy teraz wybrać inną opcję modyfikowania punktów dopasowania.
- Przesuniemy teraz punkt dopasowania 4 do punktu 5. Wybieramy opcję *PRzesuń*. Wskaźnik edytowanego punktu dopasowania jest wyświetlany w punkcie 6 (czyli na początku splajnu). Należy go przemieścić do punktu 4, wybierając opcję *Następny*. W celu przemieszczenia punktu dopasowania klikamy punkt 5. W celu zakończenia opcji przesuwania, wybieramy opcję *koniec*. Ponownie wracamy do menu zawierającego opcje edycji punktów dopasowania.
- Zmienimy teraz kierunki stycznych w punkcie początkowym splajnu (6) i w punkcie końcowym (7). Wybieramy opcję *Styczne*. Wyświetlana jest styczna w punkcie początkowym, która rozpoczyna się w punkcie 6 i kończy przy przecięciu się krzyża nitkowego (kursora). Klikamy punkt 8. Początek stycznej przenosi się do punktu końcowego – klikamy punkt 9. Dwa razy naciskamy klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybieramy opcję *koniec*). Polecenie **EDSPLAJN** zostało zakończone.
- Poprawnie zmodyfikowany splajn jest narysowany w zablokowanej warstwie *wymiar1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: *W-12-03-08-Ed-Splajn-06.dwg*.)

- Na rysunku występuje splajn i kilka punktów, które będą pomocne przy przeprowadzaniu edycji splajnu.



- Wywołujemy polecenie EDSPLAJN, wskazujemy splajn i zamykamy zbiór wskazań. Splajn zostanie wyróżniony. Wyświetlone zostaną uchwyty albo w postaci punktów dopasowania, albo w postaci wierzchołków sterujących. W dostępnych opcjach występują dwie pozycje: *Wstaw dane* i *Edytuj wierzchołek*. Umożliwiają one wybranie (bądź zmianę) sposobu wyświetlania splajnu. Wybieramy opcję *Edytuj wierzchołek*, co prowadzi do wyświetlenia wierzchołków sterujących i przejście do menu dotyczącego modyfikacji parametrów związanych z wierzchołkami sterującymi.
- Dodamy nowy wierzchołek sterujący. Wybieramy opcję *Dodaj* i klikamy punkt 1. Pojawił się nowy wierzchołek. Zamykamy opcję klawiszem **ENTER**. Przenieśmy nowy wierzchołek do punktu 2.
- Wybieramy opcję *Przesuń*. Czerwony znacznik wierzchołka pojawia się w pierwszym wierzchołku. Należy przemieścić go do nowego wierzchołka. Naciskamy klawisz **ENTER** trzy razy. Po każdym przyciśnięciu klawisza wskaźnik przeskakuje o jeden wierzchołek. Po trzech naciśnięciach klawisza wskaźnik powinien znaleźć się we właściwym wierzchołku. Klikamy punkt 2 i kończymy opcję, wybierając z menu kontekstowego pozycję *koniec*.
- Usuniemy ze zbioru wierzchołków sterujących wierzchołek 3. Wybieramy opcję *Usuń* i wskazujemy wierzchołek leżący w pobliżu punktu 4. Może pojawić się potrzeba wyłączenia trybu dowiązania punktu do obiektu.

- W następnym kroku zwiększymy rząd odwzorowania splajnu o jeden poziom. Wybieramy opcję *Zwiększ rząd* i podajemy wartość 5. Na splajnie pojawiło się więcej wierzchołków sterujących, co ułatwia precyzyjne dopasowywanie splajnu.
- Zmodyfikujemy wagi w każdym wierzchołku sterującym. Standardowo przypisane są wagi równe 1. Zamienimy je we wszystkich wierzchołkach na wartość równą 0.5. Wybieramy opcję *Waga*, Wskaźnik jest ustawiony na pierwszym wierzchołku, zatem dla niego będzie modyfikowana waga. Podajemy wartość 0.5. Przechodzimy do następnego wierzchołka, naciśkając klawisz **ENTER** (lub wybierając z menu kontekstowego pozycję *Następny*) i podajemy wartość 0.5. Operację powtarzamy dla wszystkich wierzchołków. Po wprowadzeniu nowych wartości wagi dla ostatniego wierzchołka wybieramy opcję *koniec*. W celu zakończenia polecenia EDSPLAJN należy jeszcze dwa razy wybrać opcję *koniec*, co pozwoli zamknąć dwa pozostałe poziomy opcji w poleceniu.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Linia śrubowa

Linia śrubowa jest określana w programie jako *helisa* i jest rysowana z wykorzystaniem polecenia o takiej samej nazwie (HELISA).

Polecenie umożliwia zdefiniowanie linii śrubowej zawierającej określoną liczbę zwojów. Linia śrubowa może mieć inne średnice podstawy dolnej i górnej. Może mieć również wysokość równą zero, co przy różnych średnicach podstawy dolnej i górnej umożliwia narysowanie spirali. Kierunek rysowania linii śrubowej może być zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara (ZEG) lub do niego przeciwny (PZEG).

Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Rysuj ▼ > Helisa

PN: Modelowanie > Helisa

MR: Rysuj > Spirala

LP: HELISA

Standardowo, po wywołaniu polecenia należy podać środek dolnej podstawy linii śrubowej, jej promień (lub średnicę), następnie promień (lub średnicę) górnej podstawy i wysokość linii śrubowej. Korzystając z opcji, można zmienić liczbę zwojów oraz określić wysokość linii śrubowej za pomocą skoku, czyli wysokości jednego zwoju.

W poleceniu są dostępne niżej wyszczególnione opcje.

HELISA	
Opcje	Opis
śreDnica	Umożliwia podanie średnicy zamiast standardowego promienia podstawy. Dotyczy podstawy dolnej i górnej.
koniec Osi	Pozwala na zdefiniowanie kierunku osi linii śrubowej innej niż standardowy kierunek osi Z aktualnego układu współrzędnych.
Zwojów	Umożliwia określenie liczby zwojów definiowanej linii śrubowej. Liczba zwojów jest zapamiętywana i jest przenoszona do następnego wywołania polecenia.
Skok	Pozwala na określenie skoku linii śrubowej zamiast podawania jej wysokości. Skok linii śrubowej oznacza wysokość jednego zwoju określaną wzdłuż osi linii śrubowej.
kiErunek zwojów	Umożliwia określenie kierunku rysowania linii śrubowej. Dostępne są dwie możliwości: zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara (oznaczone jako ZEG) oraz w kierunku przeciwnym (oznaczone jako PZEG). Kierunek jest zapamiętywany i jest przenoszony do następnego wywołania polecenia.

Linia śrubowa służy zasadniczo do definiowania ścieżki wykorzystywanej w przesuwaniu (polecenie SKOS) lub pokrywaniu (polecenie WYCIĄGNIĘCIE).

Nie występuje osobne polecenie dotyczące edytowania linii śrubowej. Może być ona edytowana za pomocą uchwytów oraz w palecie Właściwości.

(Otwórz rysunek: W-12-03-09-Helisa-01.dwg.)

W rysunku nie są wyświetlane żadne obiekty. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Za pomocą polecenia HELISA utworzymy kilka linii śrubowych o różnych parametrach. Po każdym wywołaniu polecenia i po wskazaniu środka podstawy (od tego polecenie się rozpoczyna) włącz ORTO i za każdym razem ustaw kursor w kierunku osi X, wtedy linia śrubowa będzie się zaczynała od tego samego kierunku.

1. środek podstawy:

promień podstawy:

promień górnej podstawy:

zwojów:

kierunek zwojów:

wysokość:
- [0,0,0],

100,

100,

6,

ZEG,

200.
2. środek podstawy:

promień podstawy:

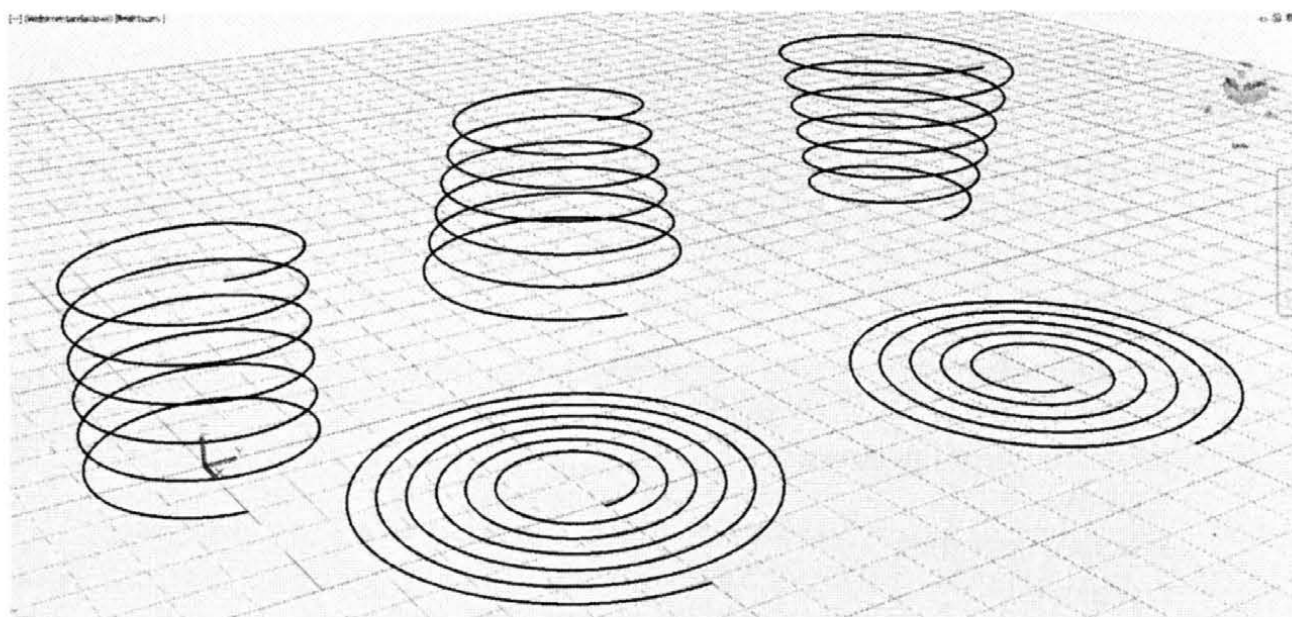
promień górnej podstawy:
- [-250,500,0],

150,

100,

- | | |
|--------------------------|----------------|
| zwojów: | 6, |
| kierunek zwojów: | ZEG, |
| wysokość: | 200. |
| 3. środek podstawy: | [-250,1000,0], |
| promień podstawy: | 100, |
| promień górnej podstawy: | 150, |
| zwojów: | 6, |
| kierunek zwojów: | PZEG, |
| wysokość: | 200. |
| 4. środek podstawy: | [205,250,0], |
| promień podstawy: | 50, |
| promień górnej podstawy: | 200, |
| zwojów: | 6, |
| kierunek zwojów: | PZEG, |
| wysokość: | 0. |
| 5. środek podstawy: | [250,750,0], |
| promień podstawy: | 50, |
| promień górnej podstawy: | 200, |
| zwojów: | 5, |
| kierunek zwojów: | ZEG, |
| wysokość: | 0. |

Poprawność wykonanej pracy można sprawdzić odblokowując warstwę *kreska1*, co pokazano na rysunku poniżej. Kończymy pracę z rysunkiem.



Powierzchnie

W programie AutoCAD 2012 PL dostępne są zasadniczo dwa rodzaje powierzchni: powierzchnie proceduralne i powierzchnie NURBS. Pierwsze z nich są opisywane za pomocą funkcji analitycznych, natomiast drugie są tworzone w oparciu o krzywe sklejane. Obydwa rodzaje powierzchni można tworzyć w oparciu o krzywe lub przez łączenie istniejących powierzchni lub wydłużanie ich, a właściwie wydłużanie krawędzi tych powierzchni.

Oprócz tych podstawowych rodzajów powierzchni dostępne są również powierzchnie starszego typu i obiekty, które mogą być traktowane jako powierzchnie, np. linie lub łuki z przypisaną grubością większą niż zero. Powierzchnie te scharakteryzujemy krótko w osobnym rozdziale, ale w ogólności należy traktować je jako obiekty historyczne i każdorazowo konwertować je do powierzchni nowego typu.

Powierzchnie proceduralne będziemy stosowali wtedy, gdy będziemy chcieli wykorzystać zalety modelowania zespolonego, tzn. takiego, w którym edytowanie jednej powierzchni ma wpływać na powierzchnie związane z nią w grupę, czyli powierzchnie od niej zależne.

Powierzchnie typu NURBS stosujemy wtedy, gdy przewidujemy konieczność modelowania tych powierzchni za pomocą wierzchołków sterujących, co pozwala na modelowanie bardzo precyzyjne i wyrafinowane.

Obydwa rodzaje powierzchni są definiowane za pomocą tych samych poleceń, a o tym, jakiego rodzaju powierzchnia aktualnie powstaje, decyduje zmienna systemowa SURFACEMODELINGMODE. Przy tworzeniu powierzchni będziemy posługiwali się kilkoma zmiennymi systemowymi, które umożliwią nam wpływanie na ich parametry. Szczegółowe omówienie tych parametrów przeniesiono do rozdziału dotyczącego definiowania powierzchni nowego typu.

Konwersję na powierzchnię przeprowadza się za pomocą polecenia KONWNAPOW, a konwersję na bryłę za pomocą polecenia KONWNABRYŁĘ. Obydwa polecenia zostaną omówione szerzej w rozdziałach o edycji obiektów 3D.

Bryły

Obiekty bryłowe charakteryzują się dwoma istotnymi cechami. Po pierwsze są traktowane jako obiekty 3D wypełnione wewnątrz, co umożliwia przypisywanie im cech fizycznych, takich jak np. objętość, masa, momenty bezwładności

względem wybranych osi itp. Drugą wyróżniającą je cechą jest możliwość przeprowadzenia na tych obiektach operacji logicznych, tzn. dodawanie ich do siebie (suma logiczna), odejmowanie jednych od drugich (różnica logiczna) i poszukiwanie ich części wspólnych (iloraz logiczny).

Bryły mogą być tworzone z wykorzystaniem brył elementarnych i późniejsze przeprowadzanie na nich operacji logicznych oraz za pomocą poleceń służących do bezpośredniego tworzenia brył w oparciu o obiekty liniowe i powierzchniowe. Szereg poleceń jest wspólnych dla tworzenia obiektów 3D powierzchniowych (obydwu rodzajów) oraz dla tworzenia obiektów bryłowych.

Do szczegółowego omówienia poszczególnych poleceń i ich wykorzystania powrócimy w osobnych rozdziałach poświęconych modelowaniu powierzchniowemu i bryłowemu.

O tym czy za pomocą polecenia tworzona jest bryła, czy powierzchnia, decyduje wybór dokonany w opcji *TRyb* ([*Bryła/Powierzchnia*]) odpowiedniego polecenia. Dotyczy to poleceń: **WYCIĄGNIJ**, **WYCIĄGNIĘCIE**, **PRZEKRĘĆ** i **SKOS**. Do poleceń tych będziemy jeszcze wielokrotnie wracać, gdyż są to główne polecenia umożliwiające tworzenie trójwymiarowych obiektów powierzchniowych i bryłowych.

Siatki

Siatkowe modele 3D charakteryzują się możliwością wpływania na kształt powierzchni w bardzo szerokim zakresie i w niezwykle wyrafinowany sposób. Jest to połączone z dużą pracochłonnością, ale możliwość osiągnięcia zadowalających rezultatów naszych zabiegów jest w takim przypadku satysfakcjonującą nagrodą.

Zwykle rozpoczynamy od zdefiniowania siatki podstawowej, którą następnie modyfikujemy. W książce przyjęto, że siatka jest złożona z szeregu sekcji, natomiast każda sekcja może się dzielić na fasety. Faseta jest najmniejszym fragmentem, który jest zawsze traktowany jako część powierzchni płaskiej. Wyściowo faseta jest wielkości sekcji – potem możemy to zmienić, czyli zwiększyć liczbę faset przypisanych do danej sekcji.

Każda z sekcji może być traktowana oddzielnie i może być oddzielnie modyfikowana. Sekcja może być rozdrobniona, tzn. podzielona na mniejsze sekcje. Zwykle nie przeprowadza się rozdrabniania całego modelu, a rozdrabnia się jedynie wybrane sekcje, gdyż jest to powiązane z istotnym powiększaniem pliku rysunku oraz spowolnieniem działania programu.

Rozdrobnienie miejscowe umożliwia lokalne modyfikowanie siatki przez zmianę geometrii jej sekcji, przemieszczanie sekcji, obracanie sekcji itd. O sposobach tworzenia i modyfikowania siatek powiemy w osobnych rozdziałach.

Siatki mogą być również tworzone przez konwertowanie innych obiektów, takich jak bryły, powierzchnie proceduralne i powierzchnie NURBS oraz powierzchnie zaliczane do powierzchni starego typu.

Wspomniano wyżej o dwóch zabiegach: stosowanie podziału sekcji na sekcje mniejsze oraz zwiększaniem liczby faset w sekcji. Pierwszą operację będziemy nazywali *rozdrobnieniem*, drugą operację będziemy nazywali *zwiększeniem gładkości*. Rozdrobnienie polega na podziale sekcji na cztery mniejsze sekcje i może być wykonywane kilkakrotnie. Gładkość może być wyłączona lub można wybrać jeden z czterech poziomów gładkości (*Poziom1*, *Poziom2*, *Poziom3*, *Poziom4*). W niektórych przypadkach można zamiast mówić o braku poziomu wygładzania, stosować określenie *Poziom0*. Do zagadnień tych wrócimy później.

Ze względu na fakt, że powiększanie liczby sekcji oraz podnoszenie poziomu gładkości prowadzi do istotnego powiększania pliku rysunku i – co ważniejsze – do istotnego spowolnienia działania programu, wprowadzono pewne mechanizmy ochronne, ograniczające nadmierne podziały. Należy również pamiętać, że duża liczba małych sekcji z jednej strony pozwala na bardzo precyzyjne operowanie małymi fragmentami siatki, ale z drugiej strony zmusza nas do przeprowadzania operacji na dużej liczbie elementów, co jest czasochłonne i może stać się bardzo uciążliwe. Należy to w każdym przypadku dobrze rozważyć.

Przegląd podstawowych poleceń tworzenia obiektów 3D

Wyżej podano krótką charakterystykę obiektów 3D, które mogą być definiowane w programie AutoCAD 2012 PL. Poniżej zestawiono – w postaci tabelarycznej – polecenia, za pomocą których obiekty te można w rysunku utworzyć.

Bryły	Powierzchnie proceduralne	Powierzchnie NURBS	Siatki
Tryb: Bryła	Tryb: Powierzchnia	Tryb: Powierzchnia	
Bryły elementarne			SIATKA (Siatki elementarne)

WYCIĄGNIJ WYCIĄGNIĘCIE PRZEKRĘĆ SKOS	WYCIĄGNIJ WYCIĄGNIĘCIE PRZEKRĘĆ SKOS	WYCIĄGNIJ WYCIĄGNIĘCIE PRZEKRĘĆ SKOS	
	POWNASIATCE POWŁAS	POWNASIATCE	
POLIBRYŁA NACIŚNIJCIĄG			
			POWPROST POWOBRÓT POWWALC POWKRAW

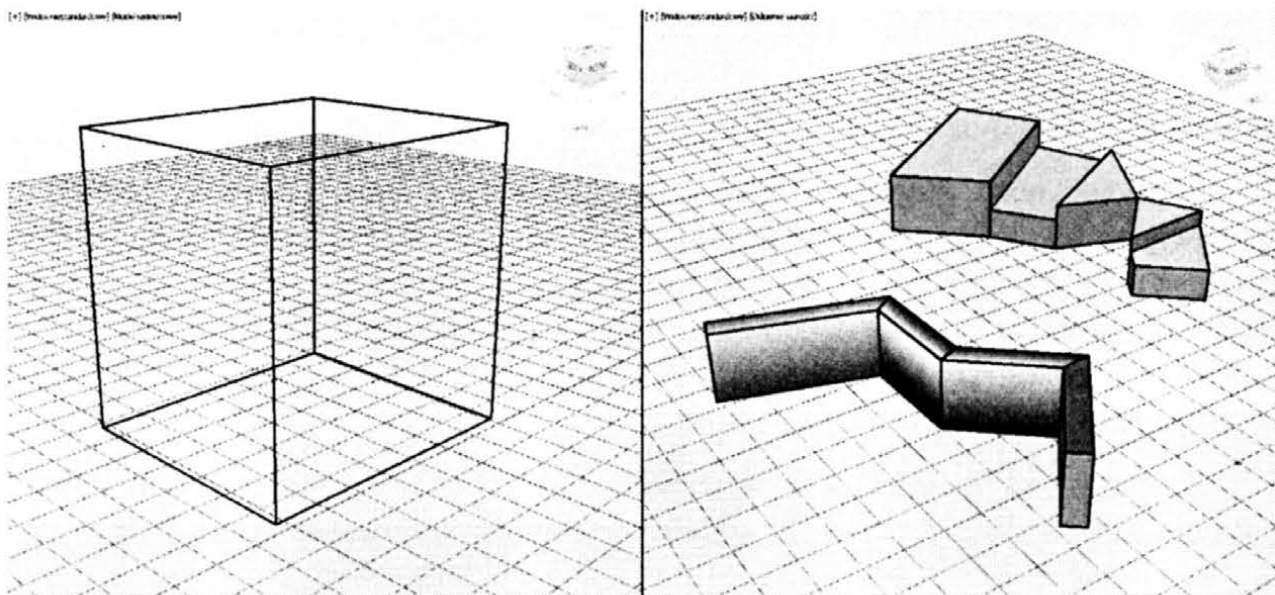
Przegląd ten może okazać się pomocny przy podejmowaniu decyzji o tworzeniu określonych obiektów i wybieraniu właściwych poleceń. Daje też pogląd na to, jakie polecenia mogą być stosowane w określonej sytuacji. Szczegółowe opisy wymienionych w tabeli poleceń oraz sposoby ich wykorzystania znajdą się w następnych rozdziałach, ale powracanie do zawartości tabeli może okazać się w szeregu przypadkach bardzo pomocne, zwłaszcza w początkowej fazie poznawania modelowania w przestrzeni trójwymiarowej. Trzeba również pamiętać, że zestawione w tabeli polecenia nie wyczerpują możliwości tworzenia modeli 3D. W wielu przypadkach polecenia edycyjne też prowadzą do powstawania nowych obiektów, a np. polecenie NACIŚNIJCIĄG można zaliczyć zarówno do grupy poleceń rysowania, jak i do grupy poleceń edycyjnych.

Szereg poleceń – również tych wymienionych wyżej – korzysta, przy tworzeniu nowych obiektów, z obiektów istniejących w rysunku, np. mamy w rysunku splajn i wyciągamy go w kierunku osi Z na zadaną wysokość w celu utworzenia powierzchni. W czasie takiej operacji mamy do czynienia z dwoma obiektami: splajnem, który będziemy określali jako *obiekt pierwotny*, i nowo powstałą powierzchnię, którą możemy określać mianem *obektu wtórnego*. Przy tworzeniu obiektu wtórnego może między tymi obiektami (pierwotnym i wtórnym) zachodzić relacja powiązania, tzn. ustalana jest stała zależność między obiektem pierwotnym i obiektem wtórnym. Ma to miejsce tylko wtedy, gdy obiektem pierwotnym jest podobiekt (np. krawędź) innego obiektu powierzchniowego. Jeśli – w takim przypadku – zmienimy geometrię obiektu pierwotnego, zostanie to również odzwierciedlone w obiekcie wtórnym. Próba zmiany geometrii obiektu wtórnego, zakończy się komunikatem z ostrzeżeniem o zerwaniu tych więzów. Prowadzi to do wniosku, że zmiana obiektu wtórnego (bez zerwania powiązań) jest możliwa tylko za pośrednictwem obiektu pierwotnego.

Innego rodzaju relacją między obiektem pierwotnym a obiektem wtórnym jest zarządzanie obiektem pierwotnym po zakończeniu operacji tworzenia obiektu wtórnego. Innymi słowy, odpowiedzenie na pytanie co ma się stać z obiektem

pierwotnym, czy ma pozostać w rysunku, czy ma zostać z rysunku usunięty? Decyduje o tym zmienna systemowa o nazwie DELOBJ. Do niedawna zmienna ta mogła przybierać dwie wartości: 0 lub 1. Zero oznaczało pozostawianie w rysunku obiektów pierwotnych, a jedynka decydowała o ich usuwaniu. Obecnie zostało to bardziej skomplikowane. Zmiennej DELOBJ można przypisać więcej wartości, chociaż te dwie podstawowe w dalszym ciągu odgrywają zasadniczą rolę. Aby dokonać zmiany wartości przypisanej do tej zmiennej, trzeba podać jej nazwę z klawiatury. Zestawimy w tabeli dopuszczalne wartości dla zmiennej systemowej DELOBJ wraz z ich charakterystyką. Poznanie niuansów wartości różnych od zera może bardzo ułatwić nam pracę, uwalniając nas od ewentualnego usuwania obiektów zbędnych lub cofania polecenia w celu odzyskania obiektu pierwotnego, np. wtedy, gdy będzie on przydatny w dalszej pracy.

zm.sys. DELOBJ	
Wartość	Opis
0	Zachowywana jest cała geometria pierwotna.
1	Powoduje usunięcie obiektów pierwotnych, łącznie z obiektami pierwotnymi używanymi przez polecenia: WYCIĄGNIJ, SKOS, PRZEKRĘĆ, WYCIĄGNIĘCIE, KONWNABRYŁĘ, KONWNAPOW, PRZEKSZTAŁĆWNURBS i PRZEKSZTAŁĆWSIATKĘ. Usuwane są także przekroje poprzeczne, użyte w poleceniu WYCIĄGNIĘCIE.
2	Usuwa obiekty pierwotne tylko przy korzystaniu z poleceń SKOS i WYCIĄGNIĘCIE.
3	Usuwa obiekty pierwotne tylko przy korzystaniu z poleceń SKOS, WYCIĄGNIĘCIE, KONWNABRYŁĘ, KONWNAPOW, PRZEKSZTAŁĆWNURBS i PRZEKSZTAŁĆWSIATKĘ.
-1	Wyświetla monit z pytaniem o usunięcie obiektów pierwotnych dla poleceń WYCIĄGNIJ, SKOS, PRZEKRĘĆ i WYCIĄGNIĘCIE. Geometria pierwotna dla poleceń KONWNABRYŁĘ, KONWNAPOW, PRZEKSZTAŁĆWNURBS i PRZEKSZTAŁĆWSIATKĘ jest usuwana bez powiadomienia.
-2	Wyświetla monit z pytaniem o usunięcie obiektów pierwotnych tylko dla poleceń SKOS i WYCIĄGNIĘCIE. Geometria pierwotna dla poleceń WYCIĄGNIJ, PRZEKRĘĆ, KONWNABRYŁĘ, KONWNAPOW, PRZEKSZTAŁĆWNURBS i PRZEKSZTAŁĆWSIATKĘ jest usuwana bez powiadomienia.
-3	Wyświetla monit z pytaniem o usunięcie obiektów pierwotnych, jeśli obiekty wtórne będą powierzchniami dowolnego typu oraz gdy obiekty wtórne są bryłami tworzonymi poleceniami KONWNABRYŁĘ, KONWNAPOW, PRZEKSZTAŁĆWNURBS i PRZEKSZTAŁĆWSIATKĘ.



Rozdział IV

Modele 3D starszych typów

Krótko scharakteryzujemy modele szkieletowe składające się z odcinków i krzywych oraz modele 3D powstałe w oparciu o modele 2D, którym przypisano grubość różną od zera.

Modele szkieletowe

Modele szkieletowe są modelami budowanymi w przestrzeni 3D i mogą się składać z odcinków linii prostych oraz krzywych płaskich rozmieszczonych dowolnie w przestrzeni, przy założeniu, że obiekty te stykają się w punktach nazywanych wierzchołkami obiektu 3D. Można je sobie wyobrazić jako strukturę przestrzenną zbudowaną z drutu. Każdy element takiej struktury musi być definiowany oddzielnie, zatem wymaga do utworzenia znacznego nakładu czasu. Zaletą takiego modelu może być jedynie istotne ograniczenie czasu przy oglądaniu

skomplikowanych rysunków z różnych kierunków patrzenia. Ten sposób modelowania należy uznać za przestarzały.

Zmienna systemowa ISOLINES steruje liczbą linii zastępujących zastosowane krzywe przy wizualizacji.

Standardowo elementy szkieletu traktujemy jako odrębne obiekty i wprowadzamy je do rysunku kolejno. Obiekty te można tworzyć na jednej płaszczyźnie, a potem przesuwając je w przestrzeni, najlepiej z wykorzystaniem trybów dowiązania punktu do obiektu. Można również rysować te obiekty bezpośrednio w przestrzeni, również z wykorzystaniem trybów dowiązania punktu do obiektu.

Dobrze jest pamiętać o możliwości uzyskania struktury szkieletowej z istniejącego modelu bryłowego, z którego możemy skopiować krawędzie.

Modele uzyskane przez pogrubianie

Przy tworzeniu obiektów 2D istnieje możliwość przypisania im grubości różnej od zera. Grubość należy traktować jako wymiar przypisywany do obiektu w kierunku zgodnym z aktualnym kierunkiem osi Z. Obiekt 2D jest rysowany na aktualnej płaszczyźnie XY. Standardowo grubość ma wartość zero i obiekt jest formalnie obiektem płaskim (2D). Jeśli grubość będzie miała przypisaną wartość różną od zera, wtedy obiekty płaskie staną się formalnie obiektami 3D. Odcinek linii prostej stanie się wstążką o długości odpowiadającej długości odcinka, a wysokość tej wstążki będzie odpowiadała nadanej grubości. Do obiektów 2D, którym można przypisać grubość, zaliczamy:

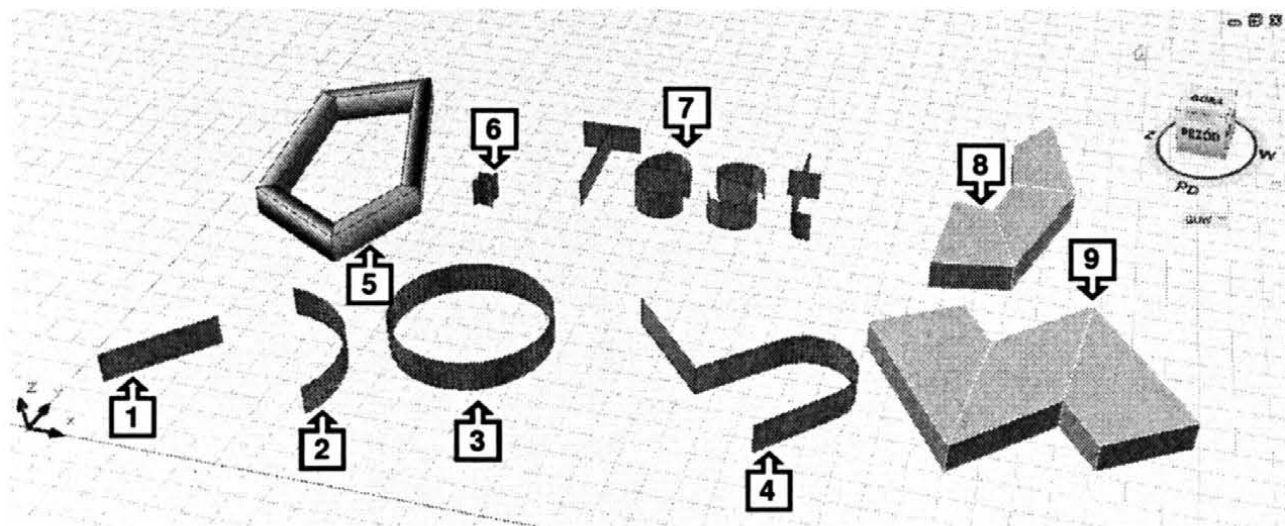
- linie,
- łuki,
- okręgi,
- polilinie i ich pochodne, jak np. prostokąt lub wielobok,
- punkty,
- teksty – tylko jednowierszowe z czcionką wektorową (.shx),
- obszary,
- trasy.

Modyfikacja grubości innych obiektów nie ma wpływu na ich wygląd. Przy tworzeniu nowych obiektów można ustawić grubość w zmiennej systemowej THICKNESS, podając nazwę z klawiatury. Można również zmodyfikować tę

zmienną, wywołując polecenie POZIOM, w którym w pierwszym kroku definiuje się poziom, a w drugim grubość. Grubość jest jednakowa dla całego obiektu.

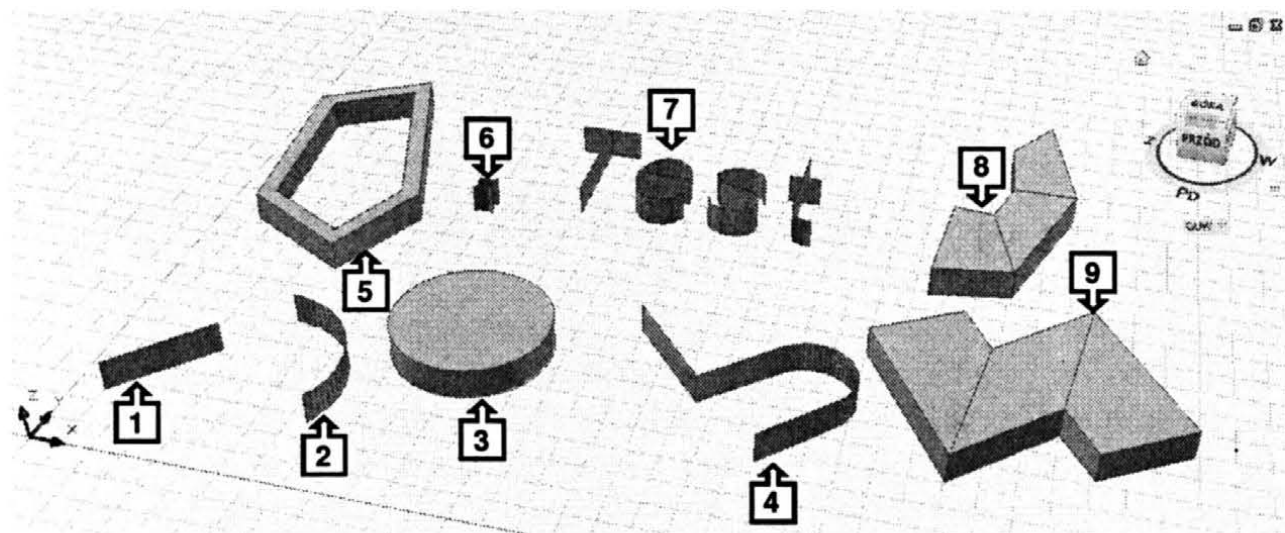
W przypadku obiektów istniejących w rysunku ich grubość można zmienić w palecie *Właściwości*.

(Otwórz rysunek: *W-12-04-01-Grubosc-01.dwg*.)



Na rysunku pokazano obiekty 2D, którym przypisano grubość. Są to kolejno obiekty: linia (1), łuk (2), okrąg (3), polilinia otwarta z szerokością równą zero (4), polilinia zamknięta z szerokością większą od zera (5), punkt (6), tekst jednowierszowy z czcionką wektorową (7), trójelementowy obszar (8) oraz trójelementowa trasa (9).

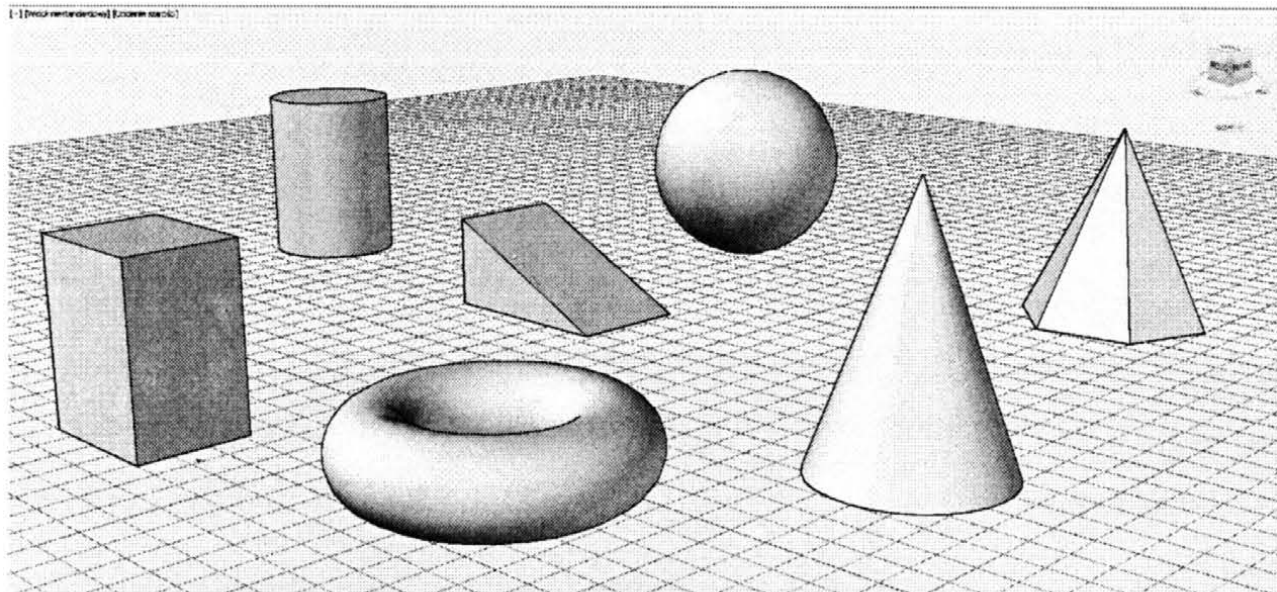
Część z tych obiektów można przekonwertować na powierzchnie, część na bryłę. Dwa z nich: punkt oraz tekst nie mogą być przekonwertowane.



(Otwórz rysunek: *W-12-04-02-Grubosc-02.dwg*.)

Na rysunku pokazano obiekty przekonwertowane na bryłę oraz obiekty przekonwertowane na powierzchnię. Na powierzchnię przekształcono: linię (1), łuk (2) oraz polilinię z szerokością równą zero (4). Na bryły przekształcono: okrąg (3), polilinię z nadaną szerokością (5), obszar (8) oraz trasę (9).

Konwersję na powierzchnię przeprowadza się za pomocą polecenia KONWNAPOW, a konwersję na bryłę za pomocą polecenia KONWNABRYŁĘ. Obydwa polecenia zostaną omówione szerzej w rozdziałach o edycji obiektów 3D.



Rozdział V

Tworzenie brył podstawowych

Zajmiemy się teraz tworzeniem trójwymiarowych projektów z wykorzystaniem brył elementarnych, które będą traktowane jako obiekty kluczowe. Bryły elementarne mogą być stosowane razem z innymi rodzajami obiektów przestrzennych. Takie proste modele bryłowe bardzo często wystarczają i mogą pomóc w wizualizacji projektu, co usprawnia komunikację między projektantem a odbiorcą.

Uwagi o bryłach elementarnych

Użycie brył elementarnych jest metodą postępowania polegającą na tworzeniu projektu od postaci podstawowej (wykonywanej szybko) do postaci złożonej, uwzględniającej detale. Jeśli potrafisz określić, w jaki sposób przedstawić wymagany obiekt złożony za pomocą obiektów elementarnych w sposób dostatecznie czytelny, będziesz mógł szybciej skompletować ostateczną postać swojego projektu.

Bryły podstawowe są predefiniowanymi obiektami przestrzennymi przeznaczonymi do natychmiastowego wykorzystania. W programie dostępnych jest siedem brył podstawowych:

- kostka,
- sfera,
- walec,
- stożek,
- klin,
- torus,
- ostrosłup.

W celu utworzenia bryły podstawowej projektant musi określić lokalizację oraz podać podstawowe wielkości określające geometrię. Po zdefiniowaniu bryły dostępne są informacje o jej parametrach fizycznych. Gdy w rysunku znajdzie się więcej brył podstawowych, wtedy możliwe są kombinacje tych brył z wykorzystaniem algebry Boole'a, co może prowadzić do utworzenia brył wynikowych o rozbudowanej strukturze. Bryły podstawowe mogą być użyte do przedstawienia wszystkich typów obiektów, takich jak: części mechaniczne, całe maszyny, budynki, rzeczy trwałe czy meble.

Tworzenie kostki

Do narysowania prostopadłościanu wykorzystuje się polecenie KOSTKA, które można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Kostka
lub
Bryła > Prymityw > Kostka
PN: Modelowanie > Kostka
MR: Rysuj > Modelowanie > Kostka
LP: KOSTKA

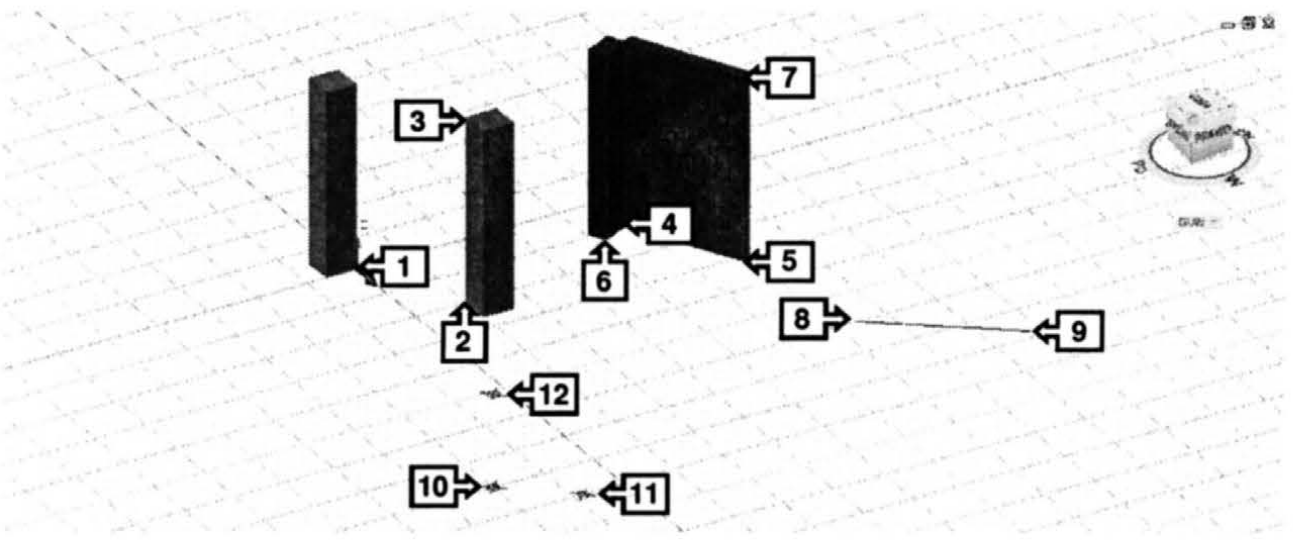
Kostka może być rysowana w oparciu o punkt narożny kostki lub w oparciu o punkt leżący w środku ciężkości kostki. Standardowo kostka jest tworzona przez określenie dwóch przeciwległych narożników podstawy i wysokość.

W poleceniu są dostępne następujące opcje:

KOSTKA	
Opcje	Opis
śrOdek	Wybiera jako punkt bazowy środek ciężkości bryły.
Sześcian	Pozwala na zdefiniowanie sześcianu za pomocą podania tylko długości jego boku.
Długość	Pozwala na zdefiniowanie prostopadłościanu przez podanie kolejno: długości, szerokości i wysokości.
2 punkty	Przy określaniu wysokości kostki pozwala zdefiniować tę wysokość za pomocą wskazania dwóch dowolnych punktów.

Narysujemy cztery prostopadłościany z wykorzystaniem różnych opcji.

(Otwórz rysunek: W-12-05-01-Kostka-01.dwg.)



Na rysunku występują różne obiekty, które będą podstawą do narysowania prostopadłościanów z wykorzystaniem odpowiednich trybów dowiązania punktów do obiektów. Prostopadłościany umieścimy w warstwie *pom2*.

Pierwszy prostopadłościan narysujemy z wykorzystaniem opcji standardowej, posługując się słupkami narysowanymi w warstwie *kreska1*. Pierwszy punkt podstawy wybierzemy na podstawie jednego słupka (1), a drugi na podstawie drugiego słupka (2). Wysokość określimy, wskazując punkt leżący na górnej podstawie jednego ze słupków (3). Nie jest sprawą istotną, który z punktów na górnej podstawie słupka wskażemy, gdyż ze wskazanego punktu pobierana jest tylko współrzędna Z.

Drugi prostopadłościan narysujemy z wykorzystaniem parametrów: długość, szerokość, wysokość, posługując się istniejącymi w rysunku prostopadłościanami narysowanymi w warstwie *osiel*. Po wywołaniu polecenia wybieramy dolny punkt styczności prostopadłościanów (4), następnie wybieramy opcję *Długość* i wskazujemy punkt na podstawie większego prostopadłościanu (5). Do określenia szerokości wskazujemy punkt leżący na podstawie mniejszego prostopadłościanu (6),

a wysokość definiujemy przez wskazanie punktu leżącego na górnej powierzchni jednego z prostopadłościanów (7).

Trzeci prostopadłościan będzie sześcianiem. Po wywołaniu polecenia KOSTKA, wskazujemy lewy koniec prostej leżącej w warstwie *pom1* (8). Wybieramy opcję *Sześcián* i wskazujemy drugi koniec prostej (9).

Czwarty prostopadłościan narysujemy z wykorzystaniem opcji *śrOdek*. Za pomocą orbity ograniczonej sprawdzamy, jak są umieszczone w przestrzeni punkty narysowane w warstwie *wymiar1*. Wywołujemy polecenie, wybieramy opcję *śrOdek* i, korzystając z trybu dowiązania punktu do obiektu *Punkt*, wskazujemy kolejno punkty: punkt centralny (lewy leżący na płaszczyźnie XY – 10), punkt definiujący narożnik (prawy leżący na płaszczyźnie XY – 11) i punkt definiujący wysokość (punkt leżący ponad płaszczyzną XY – 12).

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują prostopadłościany narysowane prawidłowo.

Tworzenie kuli

Do narysowania kuli wykorzystywane jest polecenie SFERA. Polecenie to można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Sfera

lub

Bryła > Prymityw > Sfera

PN: Modelowanie > Sfera

MR: Rysuj > Modelowanie > Sfera

LP: SFERA

Kula jest standardowo rysowana przez podanie punktu centralnego i promienia. W poleceniu są dostępne następujące opcje:

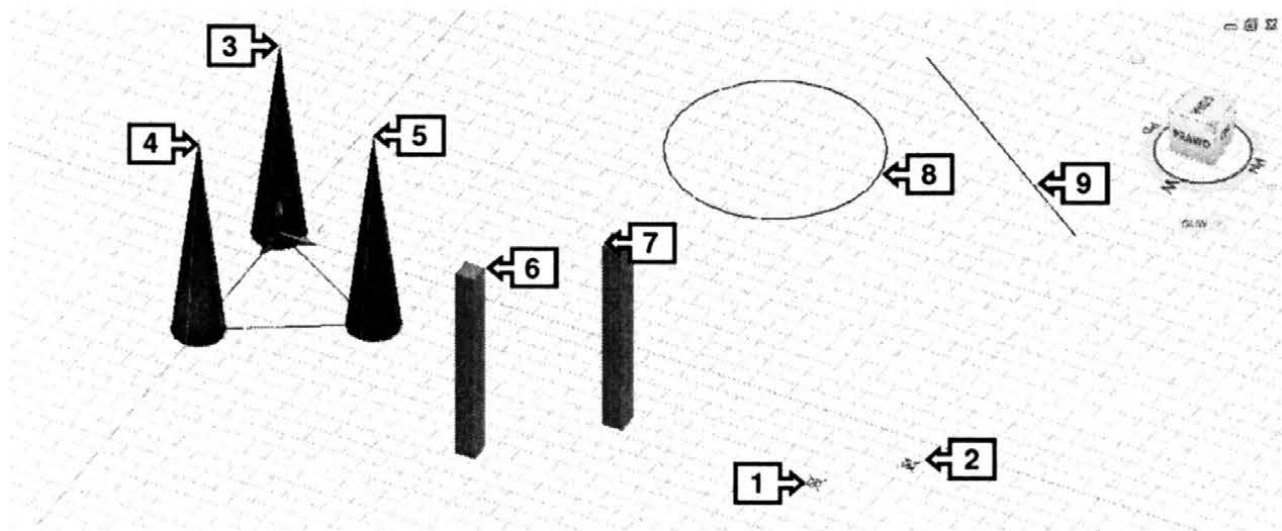
SFERA	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie kuli za pomocą trzech punktów leżących na równiku.
2P	Pozwala na zdefiniowanie kuli za pomocą podania dwóch punktów leżących na średnicy równika (kuli).
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie kuli przez podanie kolejno: punktu styczności leżącego na jednym obiekcie, punktu styczności leżącego na drugim obiekcie oraz promienia. Punkty styczności leżą na równiku.

(Otwórz rysunek: *W-12-05-02-Kula-01.dwg*.)

Na rysunku występują różne obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *osie2* czterech kul z wykorzystaniem różnych opcji polecenia SFERA.

Pierwszą kulę rysujemy z opcją standardową, korzystając z punktów narysowanych w warstwie *wymiar1*. Wywołujemy polecenie, wskazujemy jeden punkt (1), a następnie drugi punkt (2).

Drugą kulę rysujemy z wykorzystaniem opcji *3P* i wierzchołków stożków leżących w warstwie *pom1* (3, 4, 5).



Trzecią kulę rysujemy z wykorzystaniem opcji *2P* i prostopadłościanów leżących w warstwie *kreska1*. Jako punkty definiujące kulę przyjmujemy punkty leżące na górnych podstawach prostopadłościanów (6, 7).

Czwartą kulę rysujemy z wykorzystaniem opcji *Ssr* i okręgu oraz odcinka leżących w warstwie *osie1*. Wskazujemy punkty styczności na okręgu (8) i na odcinku (9). Tryb dowiązania punktu do obiektu *Styczny* włącza się sam. Promień kuli ma wynosić 150 j.r.

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują kule narysowane prawidłowo.

Tworzenie walca

Do narysowania walca wykorzystywane jest polecenie WALEC. Polecenie to można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Walec
 lub
 Bryła > Prymityw > Walec

PN: Modelowanie > Walec
MR: Rysuj > Modelowanie > Walec
LP: WALEC

Walec jest standardowo rysowany przez podanie punktu centralnego podstawy, promienia podstawy i wysokości walca. W poleceniu są dostępne następujące opcje:

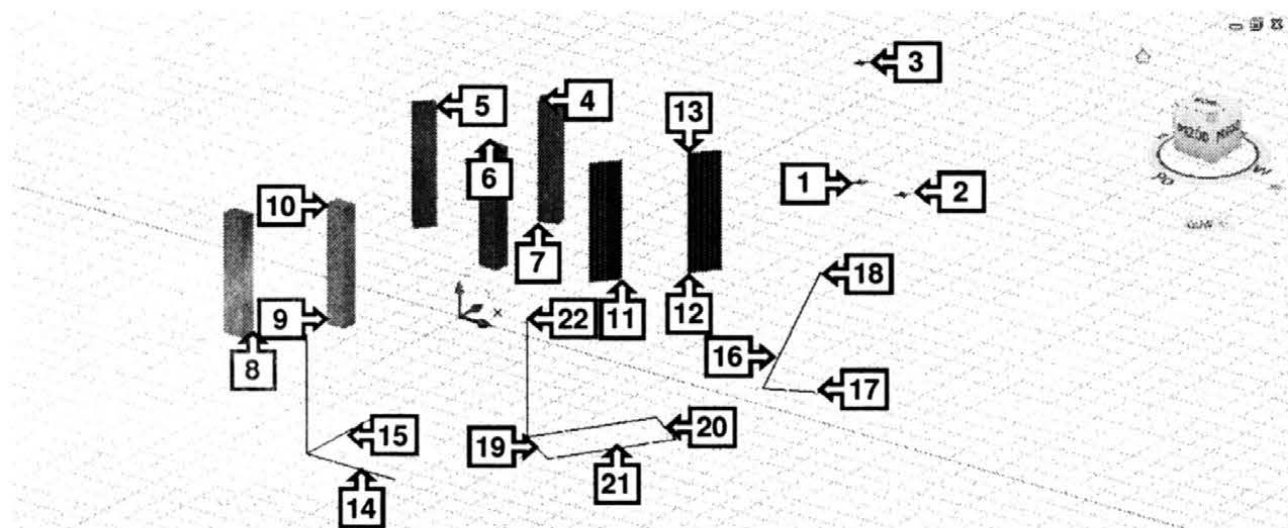
WALEC	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie podstawy walca za pomocą trzech punktów leżących na okręgu. Następnie trzeba podać wysokość walca.
2P	Pozwala na zdefiniowanie podstawy walca za pomocą podania dwóch punktów leżących na średnicy okręgu. Następnie trzeba podać wysokość walca.
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie podstawy walca przez podanie kolejno: punktu styczności leżącego na jednym obiekcie występującym w rysunku, punktu styczności leżącego na drugim obiekcie występującym w rysunku oraz promienia podstawy walca. Następnie trzeba podać wysokość walca.
Eliptyczny	Opcję wykorzystuje się, gdy podstawa walca ma być eliptyczna, a nie kołowa.
koniec Osi	Opcja wykorzystywana jest, gdy określamy wysokość walca z uwzględnieniem faktu, że oś walca nie jest prostopadła do aktualnej płaszczyzny XY.
2Punkty	Przy określaniu wysokości walca opcja pozwala na jej zdefiniowanie za pomocą określenia dwóch dowolnych punktów.

(Otwórz rysunek: *W-12-05-03-Walec-01.dwg*.)

Na rysunku występują różne obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *pom2* siedmiu walców (w tym jednego eliptycznego) z wykorzystaniem różnych opcji polecenia WALEC.

Pierwszy walec rysujemy z opcją standardową, korzystając z punktów narysowanych w warstwie *wymiar1*. Wywołujemy polecenie, wskazujemy jeden punkt (1), następnie drugi (2), potem trzeci (leżący ponad płaszczyzną XY – 3). Stosujemy tryb dowiązania *Punkt*.

Drugi walec rysujemy z wykorzystaniem opcji *3P* oraz trzech prostopadłościanów leżących w warstwie *osie1*. Wskazujemy kolejno punkty: 4, 5, 6, 7. Tryb dowiązania *Koniec*.



Trzeci walec rysujemy z wykorzystaniem opcji *2P* oraz dwóch prostopadłościów leżących w warstwie *kreska1*. Wskazujemy punkty: 8, 9, 10. Tryb dowiązania *Koniec*.

Czwarty walec rysujemy z wykorzystaniem opcji *2P* oraz dwóch powierzchni leżących w warstwie *pom1*. Wskazujemy punkty: 11, 12, 13. Tryb dowiązania *Koniec*.

Piąty walec rysujemy z wykorzystaniem opcji *Ssr* oraz prostopadłych do siebie trzech odcinków leżących w warstwie *kreska1*. Wskazujemy punkty 14 i 15 oraz podajemy promień 95 j.r. Tryb dowiązania *Koniec*.

Szósty walec rysujemy z wykorzystaniem opcji *koniec Osi* oraz dwóch zygzakowatych linii leżących w warstwie *pom1*. Tryb dowiązania *Koniec*. Wskazujemy punkt środka podstawy walca (lewy punkt odcinka leżącego na płaszczyźnie XY – 16), promień definiujemy, wskazując drugi koniec tego odcinka (prawy punkt – 17). Wybieramy opcję *koniec Osi* i wskazujemy koniec dłuższego odcinka nieleżącego na płaszczyźnie XY (18).

Siódmy walec będzie walcem eliptycznym – rysujemy go z wykorzystaniem opcji *Eliptyczny* oraz prostokąta i odcinka leżących w warstwie *osie1*. Tryb dowiązania *Koniec* i *Symetria*. Wskazujemy kolejno punkty: 19, 20, 21 i 22.

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują walce narysowane prawidłowo.

Tworzenie stożka

Do narysowania stożka wykorzystywane jest polecenie *STOZEK*. Polecenie to można wywołać:

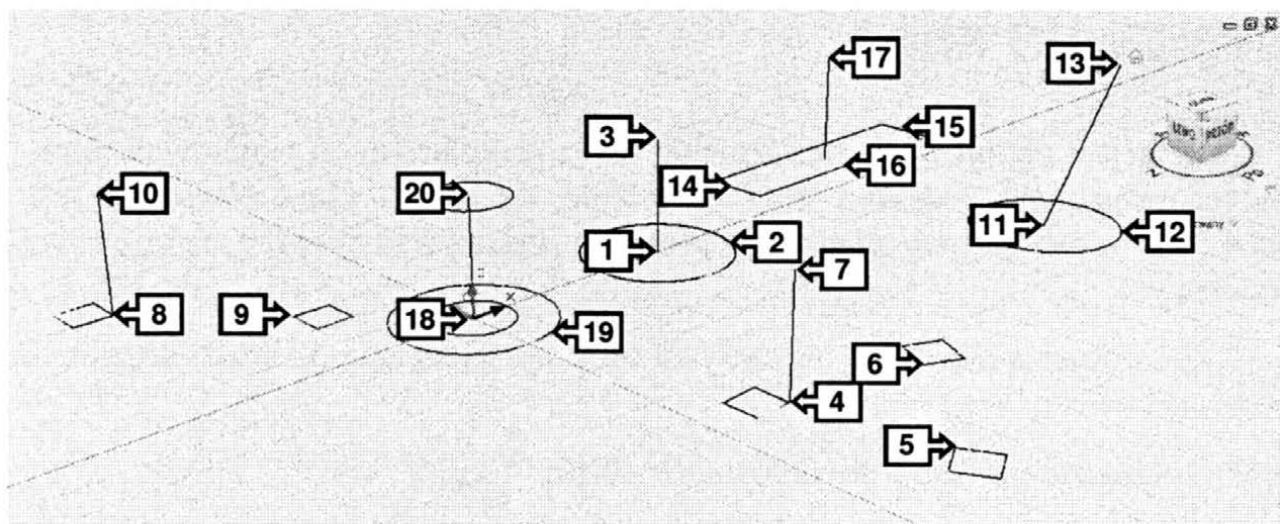
W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Stożek
lub
Bryła > Prymityw > Stożek
PN: Modelowanie > Stożek
MR: Rysuj > Modelowanie > Stożek
LP: STOŻEK

Stożek jest standardowo rysowany przez podanie punktu centralnego podstawy, promienia i wysokości. W poleceniu są dostępne następujące opcje:

STOŻEK	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie podstawy stożka za pomocą trzech punktów leżących na okręgu. Następnie trzeba podać wysokość stożka.
2P	Pozwala na zdefiniowanie podstawy stożka za pomocą podania dwóch punktów leżących na średnicy jego podstawy. Następnie trzeba podać wysokość stożka.
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie podstawy stożka przez podanie kolejno: punktu styczności leżącego na jednym obiekcie występującym w rysunku, punktu styczności leżącego na drugim obiekcie występującym w rysunku oraz promienia jego podstawy. Następnie trzeba podać wysokość stożka.
Eliptyczny	Opcję wykorzystuje się, gdy podstawa stożka ma być eliptyczna, a nie kołowa.
koniec Osi	Opcja wykorzystywana jest, gdy określamy wysokość stożka z uwzględnieniem faktu, że oś stożka nie jest prostopadła do aktualnej płaszczyzny XY.
2Punkty	Przy określaniu wysokości stożka opcja pozwala na zdefiniowanie tej wysokości za pomocą podania dwóch dowolnych punktów.
Promień górnej podstawy	Przy tworzeniu stożka ściętego pozwala na podanie promienia górnej podstawy stożka.

(Otwórz rysunek: W-12-05-04-Stozek-01.dwg.)

Na rysunku występują różne obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *pom2* sześciu stożków (w tym jednego eliptycznego) z wykorzystaniem różnych opcji polecenia STOŻEK.



Pierwszy stożek rysujemy z opcją standardową, korzystając z okręgu i odcinka narysowanych w warstwie *kreska1*. Wywołujemy polecenie, wskazujemy punkt centralny okręgu (1), następnie punkt leżący na okręgu (2) i punkt końcowy odcinka leżący ponad płaszczyzną XY (3).

Drugi stożek rysujemy z wykorzystaniem opcji *3P*. Jako trzy punkty definicyjne wybieramy punkty trzech kwadratów leżących w warstwie *pom1* (4, 5, 6). Wysokość określamy, wskazując koniec odcinka leżący ponad płaszczyzną XY (7).

Trzeci stożek rysujemy z wykorzystaniem opcji *2P*. Jako dwa punkty definicyjne wybieramy wierzchołki kwadratów umieszczonych w warstwie *osie2* (8, 9). Wysokość określamy wskazując koniec odcinka leżący ponad płaszczyzną XY (10).

Czwarty stożek rysujemy z wykorzystaniem opcji *koniec Osi*. Po wywołaniu polecenia standardowo określamy punkt środka podstawy (11) i jej promień (12), korzystając z okręgu umieszczonego w warstwie *wymiar1*. Następnie wywołujemy opcję *koniec Osi* i wskazujemy koniec skośnego odcinka leżący ponad płaszczyzną XY (13).

Piąty stożek rysujemy z wykorzystaniem opcji *Eliptyczny*. Do zdefiniowania eliptycznej podstawy wykorzystamy prostokąt umieszczony w warstwie *wymiar1* (14, 15, 16). Do określenia wysokości stożka eliptycznego wybierzemy koniec odcinka leżący ponad płaszczyzną XY (17).

Szósty stożek będzie stożkiem ściętym. Posłużymy się obiektami umieszczonymi w warstwie *kreska2*. Rozpoczynamy, standardowo wskazując środek okręgu (18) i punkt kwadrantowy większego okręgu (19). Następnie wywołujemy opcję *Promień górnej podstawy* i podajemy wartość 50 jako promień mniejszego okręgu. Wysokość stożka określimy, wskazując koniec odcinka leżący ponad płaszczyzną XY (20).

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują stożki narysowane prawidłowo.

Tworzenie klina

Klin jest definiowany standardowo przez podanie dwóch punktów przeciwległych prostokąta podstawy oraz określenie wysokości klina. Wysoka część klina jest rysowana przy pierwszym punkcie wskazywanym przy definiowaniu podstawy.

Do narysowania klina wykorzystywane jest polecenie KLIN. Polecenie to można wywołać:

- W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Klin
- lub
- Bryła > Prymityw > Klin
- PN: Modelowanie > Klin
- MR: Rysuj > Modelowanie > Klin
- LP: KLIN

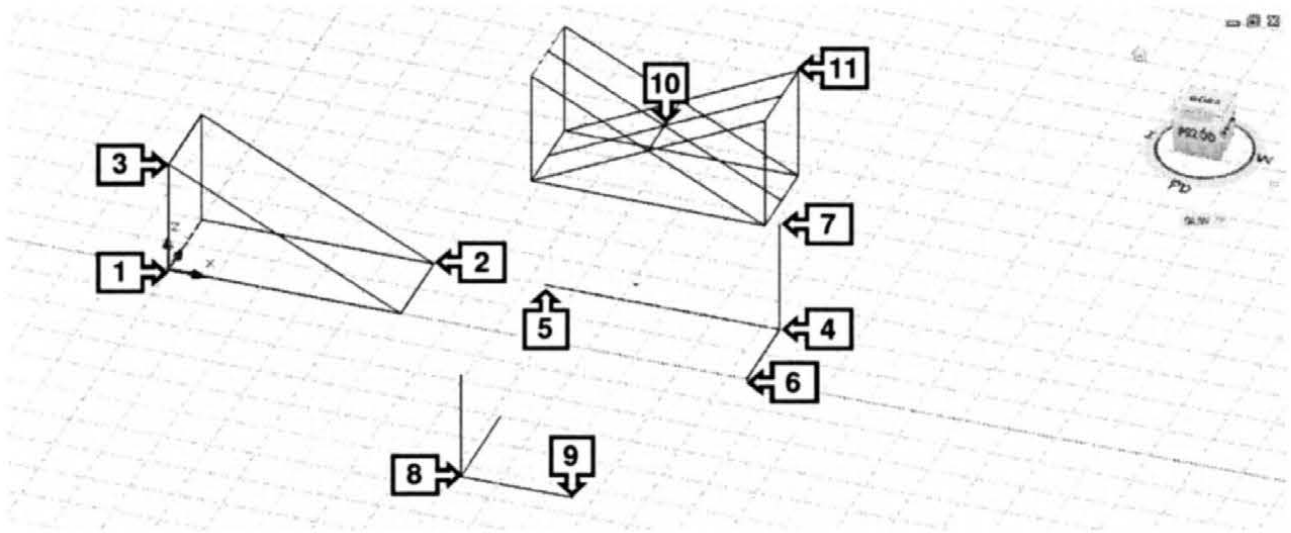
Przy standardowej definicji kierunek zwięzania klina jest zawsze zgodny z kierunkiem osi X. W poleceniu są dostępne następujące opcje:

KLIN	
Opcje	Opis
śrOdek	Pozwala na zdefiniowanie klina, rozpoczynając od wskazania punktu leżącego na środku skośnej ściany klina. Następnie definiujemy podstawę (za pomocą jednej z trzech metod) i wysokość.
Długość	Pozwala na zdefiniowanie klina, rozpoczynając definiowanie od określenia długości podstawy. W następnych krokach podaje się szerokość podstawy i wysokość klina.
Sześcian	Pozwala na narysowanie klina zdefiniowanego jako połowa sześcianu. Zatem do określenia wymiarów wystarcza podanie tylko jednej długości.
2Punkty	Pozwala na określenie wysokości klina za pomocą określenia dwóch dowolnych punktów.

(Otwórz rysunek: *W-12-05-05-Klin-01.dwg*.)

Na rysunku występują różne obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *pom2* czterech klinów z wykorzystaniem różnych opcji polecenia KLIN.

Pierwszy klin rysujemy z opcją standardową, korzystając z obiektów umieszczonych w warstwie *kreska1*. Wywołujemy polecenie, wskazujemy punkt początku układu (1), potem przeciwległy punkt podstawy (2), a następnie punkt określający wysokość klina (3).



Drugi klin narysujemy, korzystając z opcji *Długość* i posługując się obiektami (odcinkami) umieszczonymi w warstwie *osiel*. Wskazujemy punkt 4, następnie korzystamy z filtrów współrzędnych do określenia drugiego punktu podstawy. X (filtr .x) pobieramy z punktu 5 i YZ z punktu 6. Wysokość klina określamy przez wskazanie punktu 7.

Trzeci klin narysujemy, korzystając z opcji *Sześcian* i posługując się obiektami umieszczonymi w warstwie *wymiar1*. Po wywołaniu polecenia wskazujemy punkt 8, wybieramy opcję *Sześcian* i wskazujemy punkt 9.

Czwarty klin zostanie narysowany z wykorzystaniem opcji *śrOdek* i dopasowaniem do obiektów umieszczonych w warstwie *pom1*. Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *śrOdek* i wskazujemy punkt środkowy skośnej ściany klina (10). Standardowo wystarczy wskazać teraz jeden punkt leżący na wierzchołku prostopadłościanu, którego połową będzie nasz klin (11). Należy pamiętać jednak, że wskazany punkt jest punktem definiującym prostopadłościan, jednak punktem leżącym na odciętym klinie, a nie na klinie rysowanym. Nie ma również znaczenia wybór wierzchołka "bliższego" czy "dalszego" dla tej samej krawędzi prostopadłościanu – zatem są cztery możliwości (przy ośmiu wierzchołkach). Dobrze jest przetestować wskazanie wszystkich czterech górnych wierzchołków prostopadłościanu definicyjnego.

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują kliny narysowane prawidłowo.

Tworzenie torusa

Do narysowania torusa wykorzystywane jest polecenie TORUS. Polecenie to można wywołać:

- W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Torus
lub
Bryła > Prymityw > Torus
- PN: Modelowanie > Torus
- MR: Rysuj > Modelowanie > Torus
- LP: TORUS

Torus jest standardowo rysowany przez podanie środka torusa, promienia torusa i promienia rury torusa. W poleceniu dostępne są również opcje:

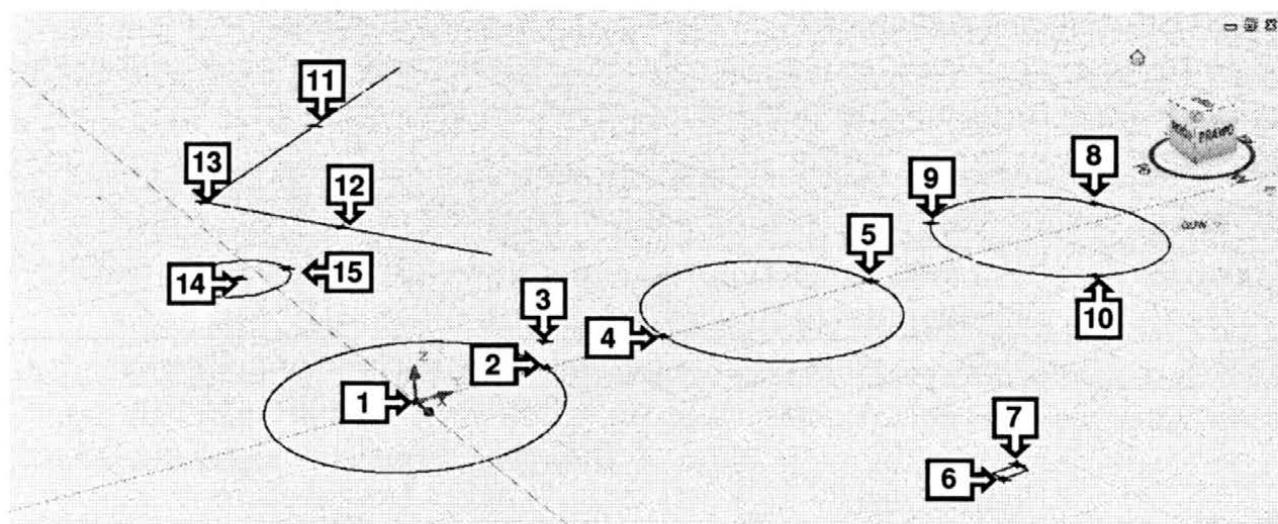
TORUS	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie okręgu osi torusa za pomocą trzech punktów. Następnie trzeba określić promień rury.
2P	Pozwala na zdefiniowanie okręgu osi torusa za pomocą podania dwóch punktów leżących na średnicy. Następnie trzeba określić promień rury.
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie okręgu osi torusa przez podanie kolejno: punktu styczności leżącego na jednym obiekcie występującym w rysunku, punktu styczności leżącego na drugim obiekcie występującym w rysunku oraz promienia okręgu osi torusa. Następnie trzeba określić promień rury.
średnica	Opcję wykorzystuje się, gdy chcemy wykorzystać średnicę zamiast promienia.
2Punkty	Opcja pozwala na określenie promienia rury za pomocą określenia dwóch punktów.

(Otwórz rysunek: *W-12-05-06-Torus-01.dwg*.)

Na rysunku występują różne obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *pom2* czterech torusów z wykorzystaniem różnych opcji polecenia TORUS. Włączamy na stałe opcję dowiązania punktu do obiektu *Punkt*.

Pierwszy torus rysujemy z opcją standardową, rozpoczynając od środka układu współrzędnych wskazujemy kolejno trzy punkty **1**, **2** i **3**.

Drugi torus narysujemy korzystając z opcji *2P*. Wskazujemy punkt **4** i **5**, a do określenia promienia rury torusa wybieramy opcję *2Punkty* i wskazujemy punkty **6** i **7**.



Trzeci torus rysujemy z wykorzystaniem opcji *3P*. Wskazujemy trzy punkty: 8, 9, 10, a przy definiowaniu promienia rury podajemy wartość 20 z klawiatury.

Czwarty torus powstanie z wykorzystaniem opcji *Ssr*. Narysujemy go w oparciu o obiekty leżące w głębi rysunku. Ustawiamy styl wizualizacji *Szkieletowy 3D* – ułatwi to wskazywanie punktów. Po zakończeniu rysowania powrócimy do stylu wizualnego *Realistyczny*. Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *Ssr* i wskazujemy ramiona kąta (11, 12), następnie określamy promień okręgu torusa przez wskazanie dwóch punktów leżących na ramieniu kąta (13, 12). Promień rury torusa definiujemy za pomocą opcji *2Punkty*, wskazując punkty związane z małym okręgiem leżącym poza obszarem definiowanego torusa (14, 15).

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują torusy narysowane prawidłowo.

Tworzenie ostrosłupa

Bryła tworzona za pomocą polecenia *OSTROSŁUP* może być piramidą (kwadrat w podstawie), ostrosłupem o podstawie dowolnego regularnego wieloboku (opcja *Boki*), ostrosłupem ściętym (opcja *Promień górnej podstawy*) oraz graniastrosłupem (promienie dolnej i górnej podstawy są takie same). Polecenie *OSTROSŁUP* można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Ostrosłup
lub

Bryła > Prymityw > Ostrosłup

PN: Modelowanie > Ostrosłup

MR: Rysuj > Modelowanie > Ostrosłup

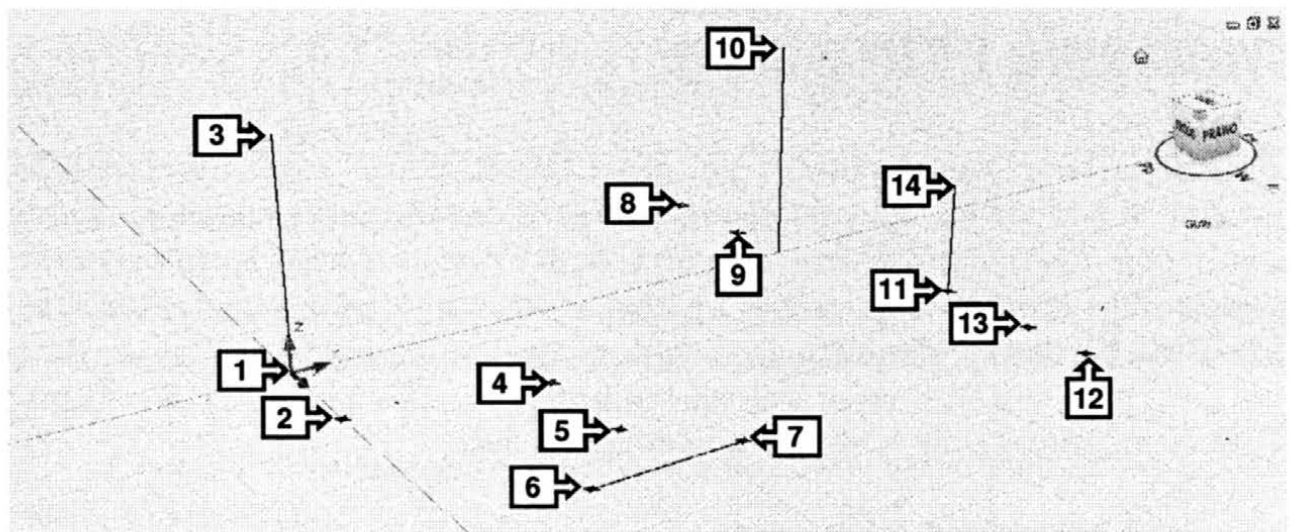
LP: *OSTROSŁUP*

Ostrosłup jest standardowo rysowany przez podanie środka dolnej podstawy ostrosłupa, promienia okręgu, na którym opisany jest wielobok podstawy, oraz wysokości ostrosłupa. W poleceniu dostępne są również opcje:

OSTROŚLUP	
Opcje	Opis
Krawędź	Pozwala na zdefiniowanie podstawy ostrosłupa przez określenie długości boku wieloboku.
Boki	Pozwala na określenie liczby boków wieloboku podstawy.
Wpisany	Pozwala na określenie, że definiowany wielobok podstawy ma być wpisany w okrąg definicyjny, zamiast opisywania go na tym okręgu.
koniec Osi	Opcję wykorzystujemy, gdy chcemy, aby ostrosłup nie był prosty (wysokość ostrosłupa prostopadła do aktualnej płaszczyzny XY), lecz pochyły (wysokość ostrosłupa będzie pochyłona zgodnie z pierwszym punktem wskazanym i punktem określającym koniec wysokości).
2Punkty	Opcja pozwala na określenie wysokości ostrosłupa za pomocą określenia dwóch dowolnych punktów.
Promień górnej podstawy	Pozwala na określenie promienia górnej podstawy ostrosłupa ściętego (lub graniastoslupa).

(Otwórz rysunek: *W-12-05-07-Piramida-1.dwg*.)

Na rysunku występują różne obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *pom2* czterech ostrosłupów z wykorzystaniem różnych opcji polecenia OSTROŚLUP.



Pierwszy ostrosłup rysujemy, ustalając 4 boki (opcja *Boki*) i określając, że ostrosłup ma być wpisany w okrąg definicyjny (opcja *Wpisany*). Po wywołaniu polecenia sprawdzamy w komunikacie aktualną liczbę boków oraz tryb rysowania

wieloboku podstawy. Jeśli liczba boków jest inna niż 4, wtedy wybieramy opcję *Boki* i podajemy ich liczbę. Następnie wskazujemy środek podstawy (1) i jeśli w komunikacji występuje opcja *Wpisany*, wtedy ją wybieramy (jeśli w komunikacji występuje opcja *Opisany*, oznacza to, że aktualną opcją jest opcja *Wpisany*). Wskazujemy punkt 2, a następnie określamy wysokość bryły przez wskazanie punktu 3.

Drugi ostrosłup narysujemy jako *Wpisany* z czterema bokami i wykorzystaniem opcji *2Punkty* przy definiowaniu wysokości. Po wywołaniu polecenia i ustaleniu liczby boków wskazujemy punkt 4, potem punkt 5. Wybieramy opcję *2Punkty* i wskazujemy punkty 6 i 7.

Trzeci ostrosłup zostanie narysowany jako *Wpisany* z czterema bokami oraz jako pochylony. Podstawę określimy za pomocą dwóch punktów umieszczonych w warstwie *kreska2*. Środek ustalimy w punkcie 8, promień okręgu w punkcie 9, a wysokość określimy z wykorzystaniem opcji *koniec Osi*, wskazując koniec odcinka nieleżący na płaszczyźnie XY (10).

Czwarty ostrosłup będzie ostrosłupem ściętym, o podstawie kwadratu wpisanego w okrąg. Jako aktualny ustawiamy styl wizualizacji *Krawędziowy 3D*. Ostrosłup zbudujemy w oparciu o obiekty narysowane w warstwie *osiel*. Jako środek podstawy wskażemy koniec odcinka leżący na płaszczyźnie XY (11), dwa pozostałe punkty będą pomocne przy określaniu promienia okręgu definicyjnego podstawy dolnej (12) i górnej (13). Wysokość określimy przez wskazanie końca odcinka nieleżącego na płaszczyźnie XY (14).

Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują ostrosłupy narysowane prawidłowo.

Teraz zademonstrujemy rysowanie ostrosłupów z liczbą boków inną niż 4.

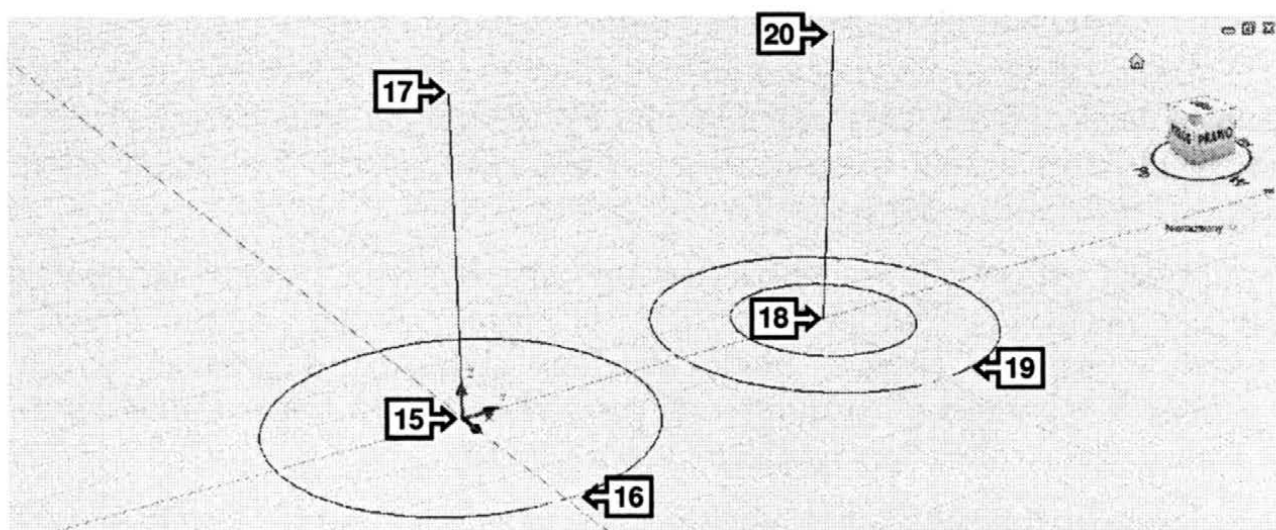
(Otwórz rysunek: W-12-05-08-Piramida-2.dwg.)

Na rysunku występują dwie grupy obiektów. W jednej grupie mamy do czynienia z okręgiem i odcinkiem linii prostej, a w drugim – z odcinkiem i dwoma okręgami. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *pom2* dwóch ostrosłupów z wielobokami o liczbie boków 5 i 6, w oparciu o istniejące obiekty.

Pierwszy ostrosłup będzie ostrosłupem ostrym, sześciobocznym, wpisanym i narysujemy go w oparciu o obiekty występujące w warstwie *kreska1*. Po uruchomieniu polecenia wywołujemy opcję *Boki* i podajemy 6. Wskazujemy środek podstawy (15), punkt kwadrantowy na okręgu (16) i definiujemy wysokość przez wskazanie punktu 17.

Drugi ostrosłup będzie ostrosłupem ściętym, pięciobocznym, opisanym na okręgu. Narysujemy go w oparciu o obiekty występujące w warstwie *osiel*.

Promień górnej podstawy podamy z klawiatury. Po wywołaniu polecenia ustalamy liczbę boków równą 5, wskazujemy środek podstawy (18), ustalamy tryb *Opisany* i wskazujemy punkt kwadrantowy (19) na zewnętrznym okręgu. Następnie wybieramy opcję *Promień górnej podstawy* i podajemy z klawiatury wartość 80. Wysokość bryły określamy, wskazując punkt 20.



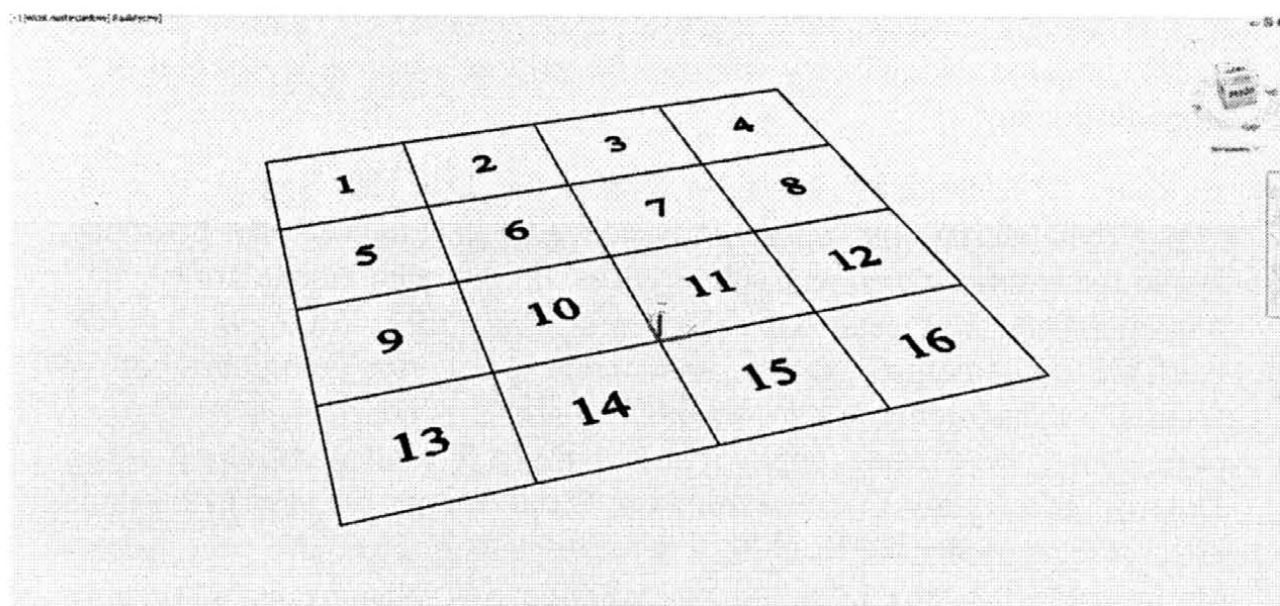
Poprawność wykonania ćwiczenia można sprawdzić, odblokowując warstwę *kontur2*, na której występują ostrosłupy narysowane prawidłowo.

Ćwiczenie 2

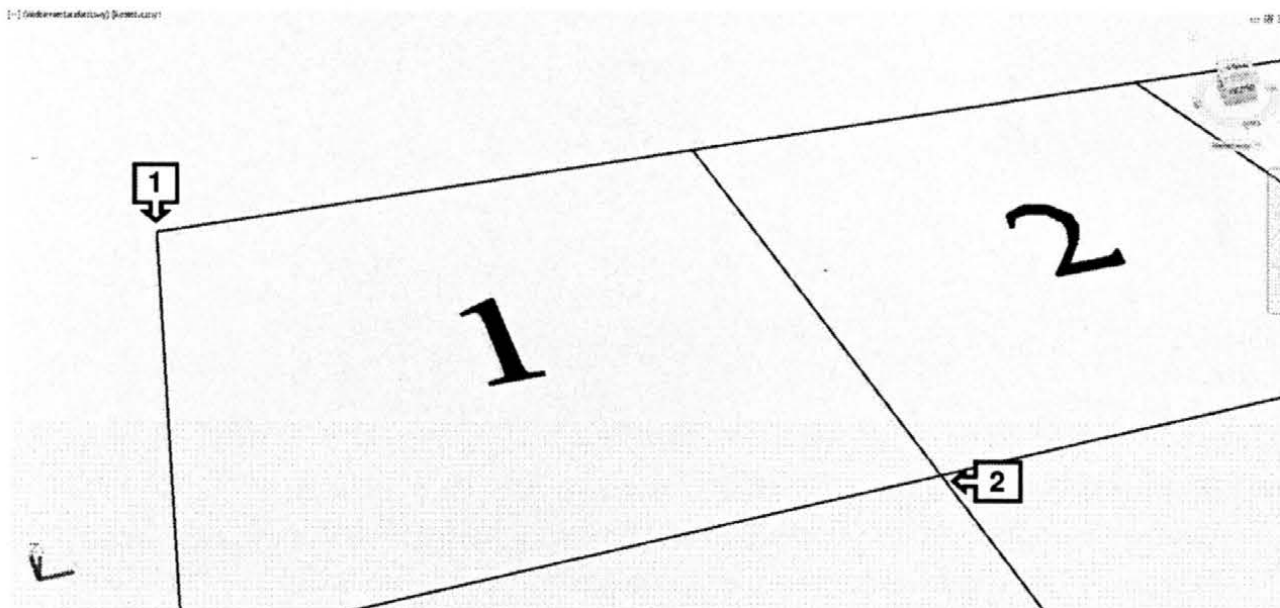
Tworzenie brył podstawowych I

Cel ćwiczenia: Tworzenie pojedynczych brył podstawowych.

- Otwórz rysunek *C-12-05-01-Bryły-elementarne-01.dwg*. Na rysunku przedstawiono 16 ponumerowanych kratek. W każdej kratce umieścimy jedną bryłę podstawową. Elementy kratek umieszczono w warstwach: *pom1*, *pom2*, *pom3*. W warstwie *pom1* – wstępnie zablokowanej – występują płotki w postaci powierzchni, w warstwie *pom2* umieszczono numerację kratek, a w warstwie *pom3* występują linie ograniczające kratki, które będą pomocne przy rysowaniu poszczególnych brył elementarnych. Sprawdź, które elementy gdzie się znajdują. Wszystkie nowe bryły mają być narysowane w warstwie *kontur1*. Niżej wprowadzimy następujące oznaczenia: D – długość, S – szerokość, W – wysokość, R – promień, RR – promień rury torusa, OD – dłuższa oś elipsy, OK – krótsza oś elipsy, K – krawędź ostrosłupa. Warstwy *kontur-X* i *pom1* są wstępnie zablokowane.



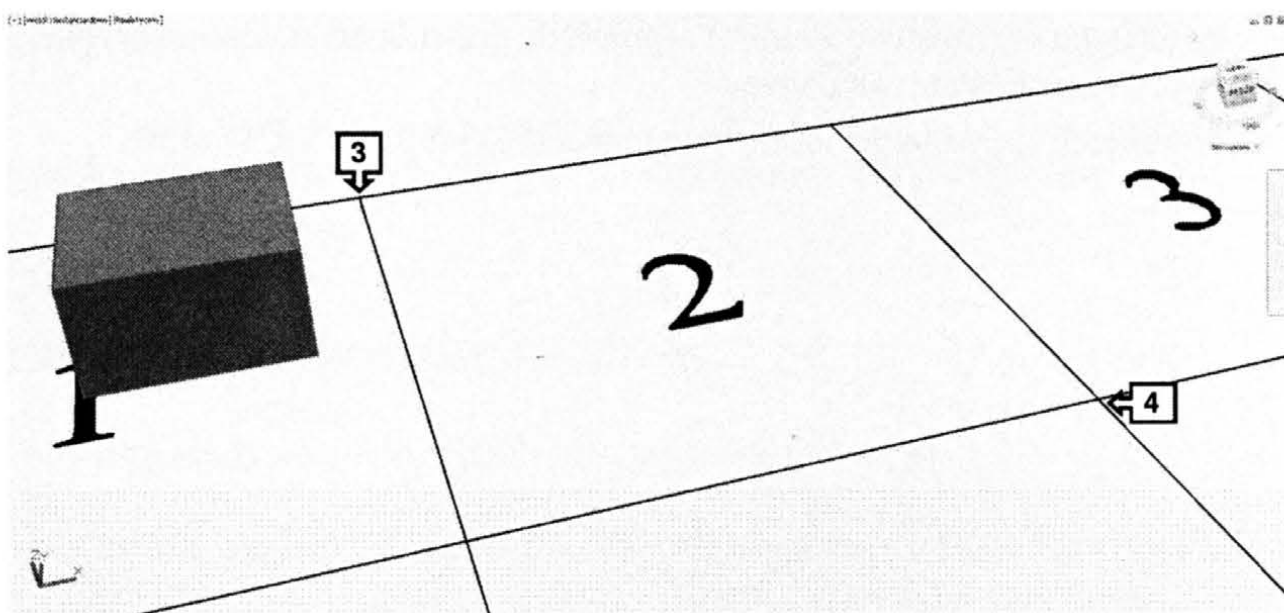
- W warstwie *kontur-X* umieszczono prawidłowe rozmieszczenie rysowanych brył. Jeśli wystąpią niejasności w interpretacji położenia brył, należy odblokować warstwę *kontur-X*, sprawdzić prawidłowe położenie brył i warstwę ponownie zablokować.
- W kratce 1. narysujemy kostkę o wymiarach: $D = 90$, $S = 75$, $W = 50$.



Włącz dynamiczne wprowadzanie współrzędnych. Pierwszy wskazywany narożnik kostki ma leżeć dokładnie w środku kratki. Po wywołaniu polecenia wybieramy tryb dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami* (**SHIFT+PKM**) i wskazujemy punkt **1** (*KONiec*), potem punkt **2**. (*PRZecięcie*). Wybieramy opcję *Długość*, włączamy tryb ORTO, ustawiamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi X i podajemy z klawiatury wartość 90. Następnie przesuwamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi

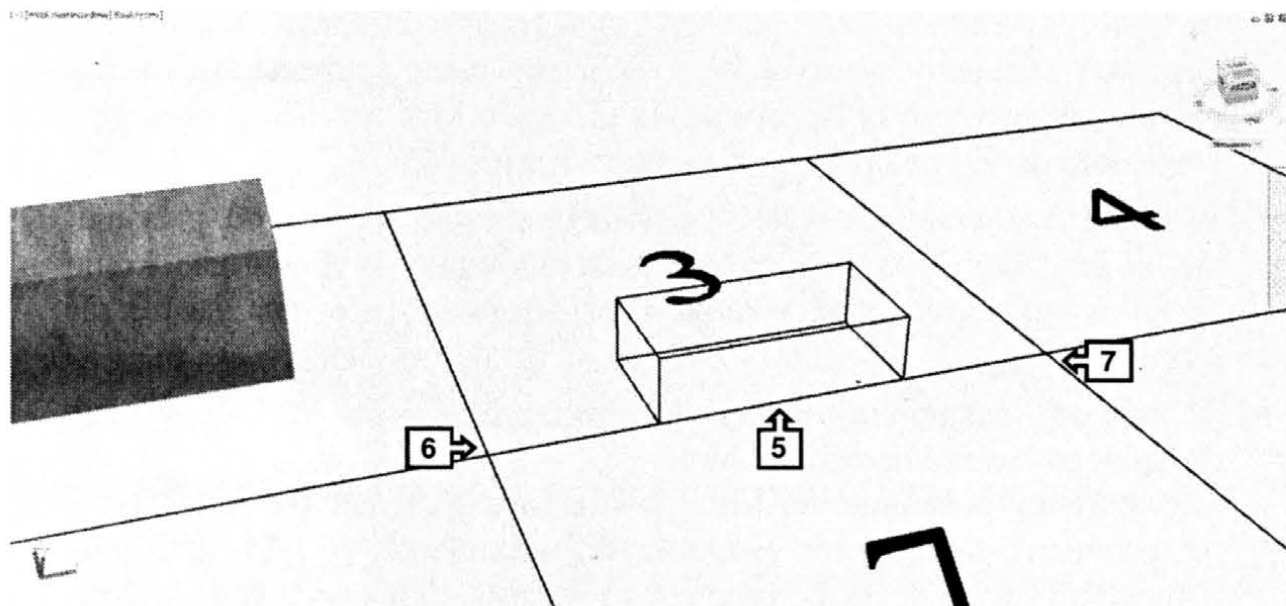
Y i podajemy z klawiatury wartość 75 (szerokość). Ostatnim etapem będzie podanie z klawiatury wartości 50, odpowiadającej wysokości prostopadłościanu.

- W kratce 2. narysujemy kostkę o wymiarach: $D = 120$, $S = 80$, $W = 60$. Włącz dynamiczne wprowadzanie współrzędnych. Punkt środka podstawy kostki ma leżeć w punkcie środkowym kratki. Narysuj kostkę korzystając z opcji *śrOdek* i przesun odpowiednio kostkę wzdłuż osi Z, w kierunku wartości dodatnich o 30. Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *śrOdek* i wskazujemy środkowy punkt kratki 2 – podobnie jak w kratce poprzedniej, wskazując odpowiednio punkty 3 i 4. Wybieramy opcję *Długość*, ustawiamy kursor wzdłuż osi X i podajemy wartość 120, szerokości przypisujemy wartość 80, a wysokości wartość 60. W celu przesunięcia kostki tak, aby leżała na płaszczyźnie XY, klikamy ją, wybieramy w metauchwycie oś Z, przesuwamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi Z i podajemy z klawiatury wartość 30 (połowa wysokości).

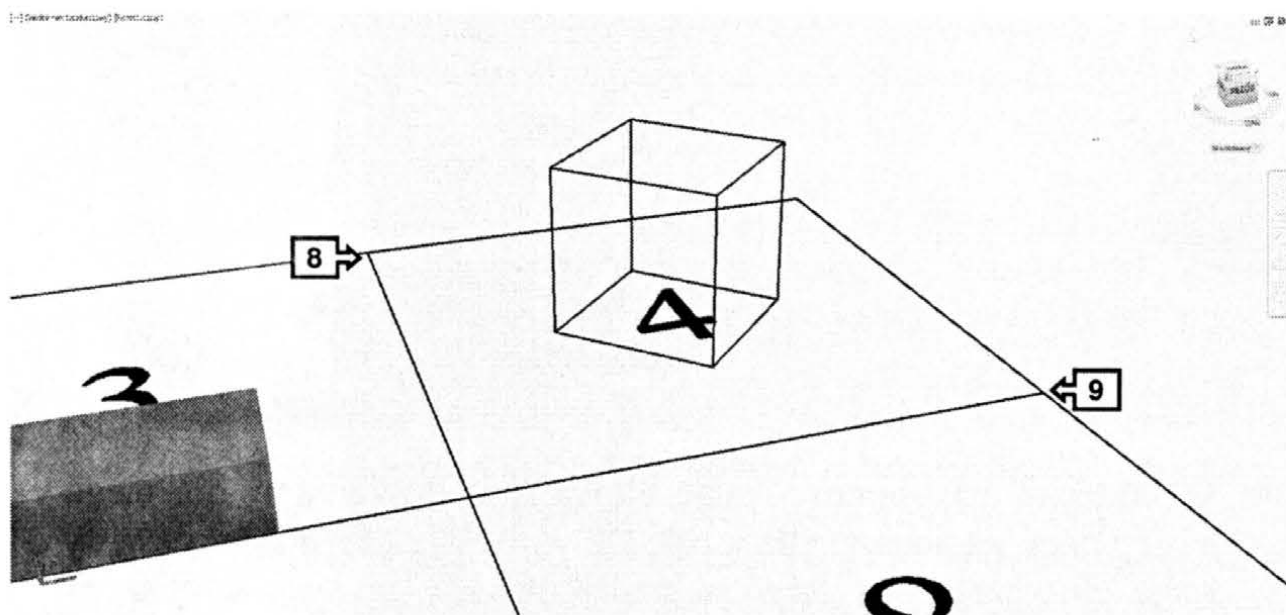


- W kratce 3. narysujemy kostkę o wymiarach: $D = 110$, $S = 55$, $W = 30$. Wyłącz dynamiczne wprowadzanie współrzędnych. Wykorzystamy opcję *Długość*. Docelowo będziemy chcieli umieścić kostkę w taki sposób, aby punkt symetrii krawędzi kostki znajdował się w punkcie symetrii dolnego boku kratki (5). Rozpocniemy od narysowania kostki rozpoczynającej się w punkcie 6. Po wywołaniu polecenia wskazujemy punkt 6, wybieramy opcję *Długość*, podajemy wartość 110, dla szerokości podajemy wartość 55 i dla wysokości, wartość 30. Kostkę naszą należy przesunąć. Wywołujemy polecenie PRZESUŃ (Narzędzia główne > Modyfikuj > Przesuń), wybieramy kostkę do przesunięcia, jako punkt bazowy wskazujemy środek krawędzi kostki (*SYMetria*), a jako punkt docelowy środek

boku kratki, korzystając z trybu dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami* i wskazując punkty 6 i 7.



- W kratce 4. narysujemy kostkę w postaci sześcianu o boku równym 80 j.r., obróconym w taki sposób, aby oś podstawy sześcianu pokrywała się z przekątną kratki, a środek podstawy sześcianu leżał w środku kratki.

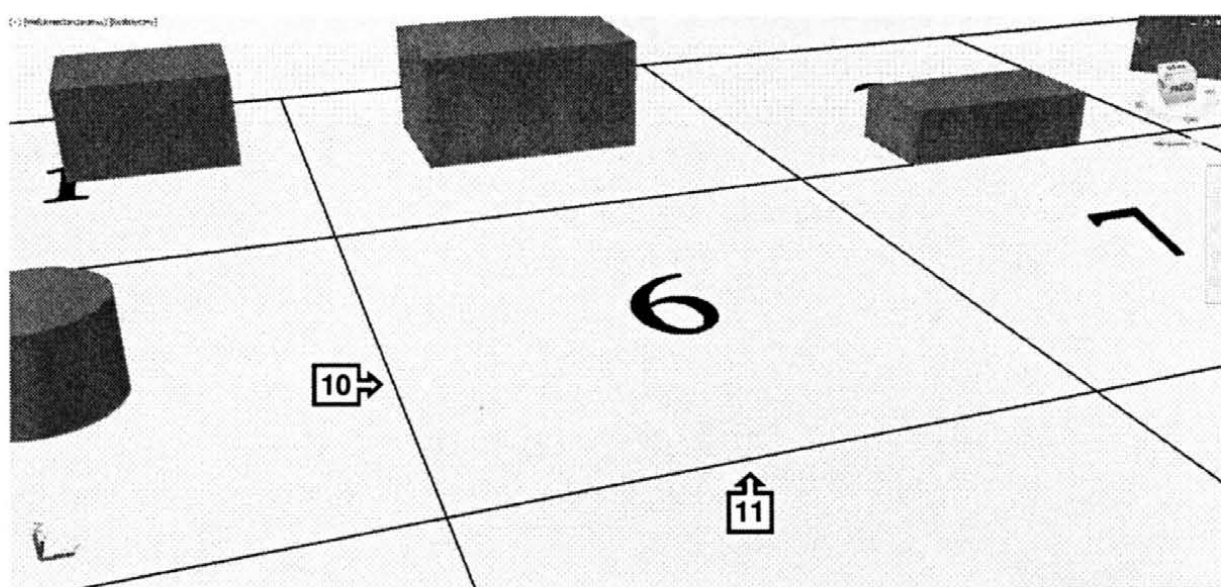


Zastosujemy następujący algorytm (nie jest to rozwiązanie jedyne): Narysujemy sześcian tak, aby jego środek znalazł się w środku kratki, następnie przesuniemy sześcian wzdłuż osi Z o 40 jednostek i obrócimy go względem osi Z o 45° .

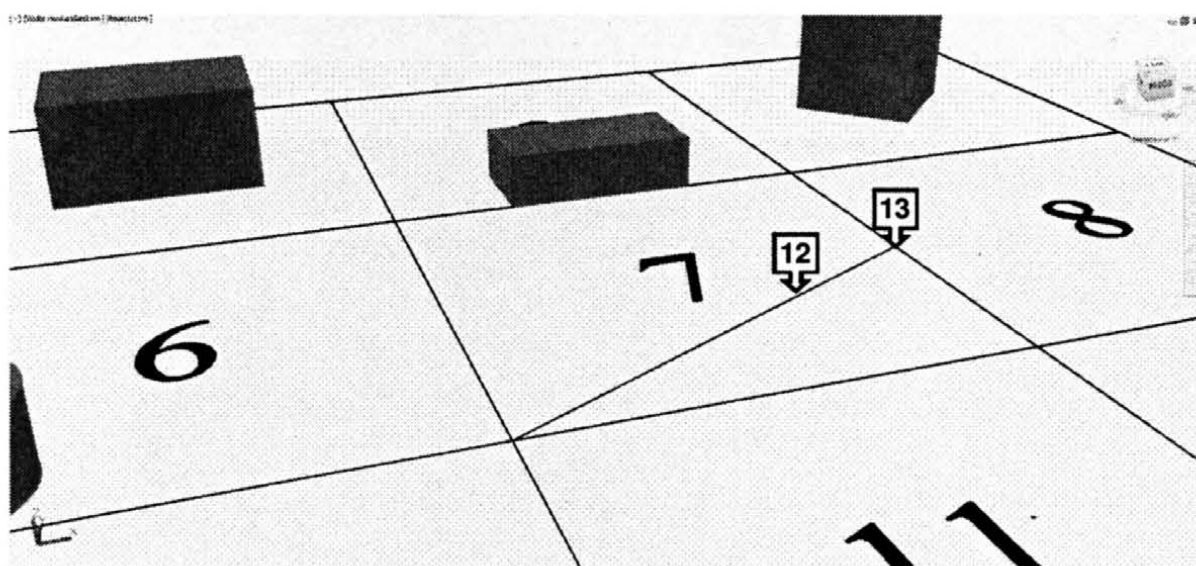
Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *śrOdek*, wskazujemy środkowy punkt kratki, korzystając z opcji *Symetria pomiędzy 2 punktami* oraz

wskazując punkty 8 i 9. Wybieramy opcję *Sześcian* i podajemy z klawiatury wartość 80. Klikamy sześcian, pojawia się metauchwyt. Jeśli nie jest wyświetlany metauchwyt przesuwania, wybieramy go z menu kontekstowego, wybieramy oś Z, przesuwamy kursor w kierunku wartości dodatnich i podajemy wartość 40. Otwieramy menu kontekstowe metauchwytu, wybieramy opcję obracania (*Obróć*), klikamy okrąg obracania względem osi Z i podajemy z klawiatury wartość 45.

- W kratce 5. narysujemy walec o parametrach: $R = 30$, $W = 60$, przyjmując, że środek podstawy walca leży w środku kratki. Wybór środka kratki został wyjaśniony wyżej i sama konstrukcja nie powinna nastręczać kłopotów.
- W kratce 6. narysujemy walec o parametrach: $R = 36$, $W = 40$, styczny do dolnego lewego narożnika kratki.
Wywołujemy polecenie WALEC, wybieramy opcję *Ssr* (styczny, styczny, promień), wskazujemy ramkę kratki w punktach 10 i 11, podajemy z klawiatury wartość 36 dla promienia i wartość 40 dla wysokości walca.



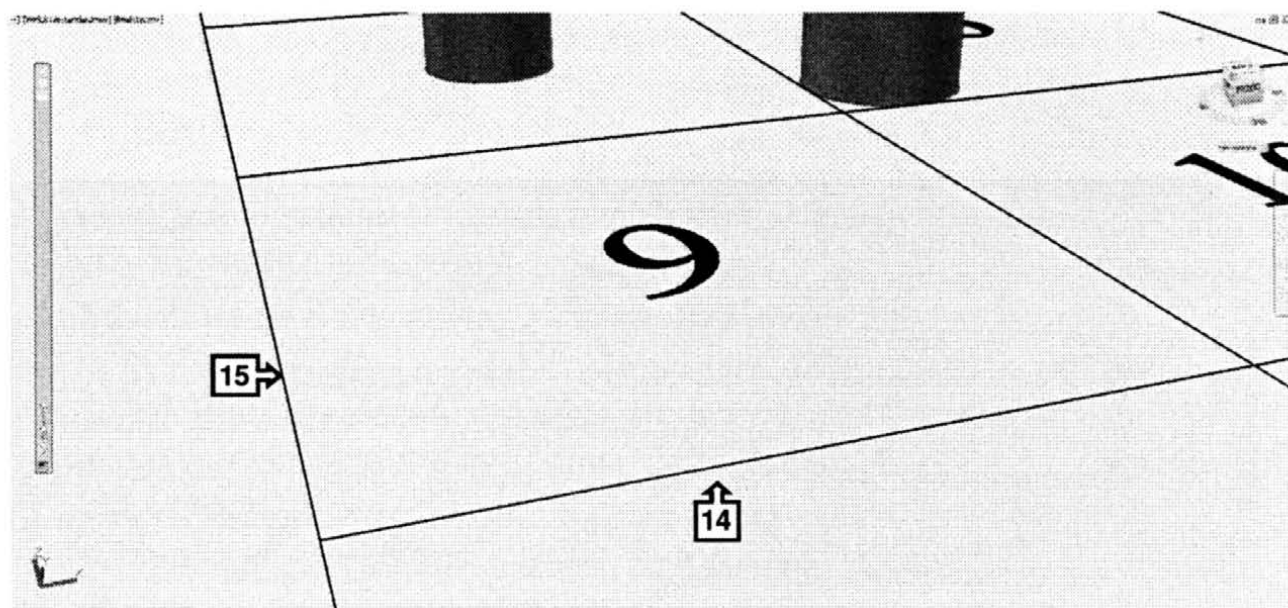
- W kratce 7. narysujemy walec eliptyczny. Przyjmujemy dla niego następujące parametry: $OD = 100$, $OK = 40$, $W = 25$. Środek podstawy walca eliptycznego ma leżeć na środku odcinka łączącego lewy dolny narożnik kratki z połową prawego boku kratki, a dłuższa oś walca eliptycznego ma pokrywać się z tym odcinkiem (12).



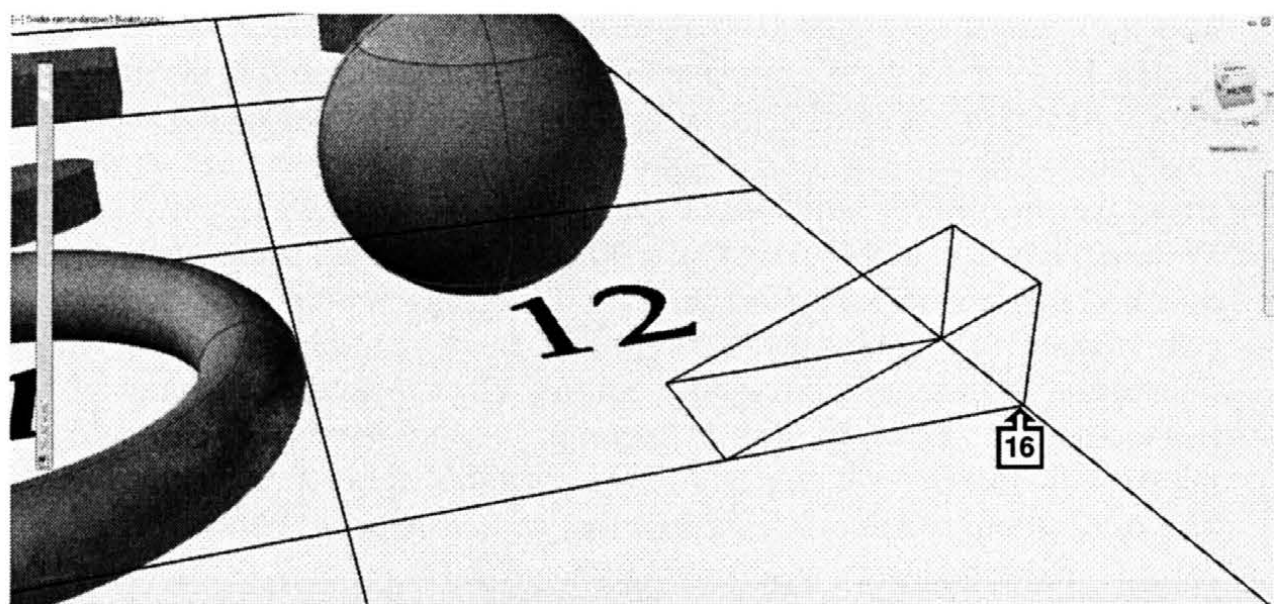
(Uwaga: narysuj ten odcinek jako linię pomocniczą do późniejszego usunięcia).

Włącz tryb ORTO. Po wywołaniu polecenia WALEC wybieramy opcję *Eliptyczny*, następnie wybieramy opcje *śrOdek* i wskazujemy środek odcinka pomocniczego. Podajemy z klawiatury długość dłuższej półosi (50 jednostek w kierunku osi X) i długość krótszej półosi (20 jednostek w kierunku osi Y) oraz wysokość 25. Teraz narysowany walec eliptyczny należy obrócić o taki kąt, aby dłuższa oś pokryła się z odcinkiem pomocniczym. Wyłączamy tryb ORTO. Klikamy utworzony walec eliptyczny, pojawi się metauchwyt. Jeśli trzeba, przełączamy go do trybu obracania, wybieramy obrót względem osi Z i wskazujemy koniec linii pomocniczej (13). Linię pomocniczą możemy usunąć.

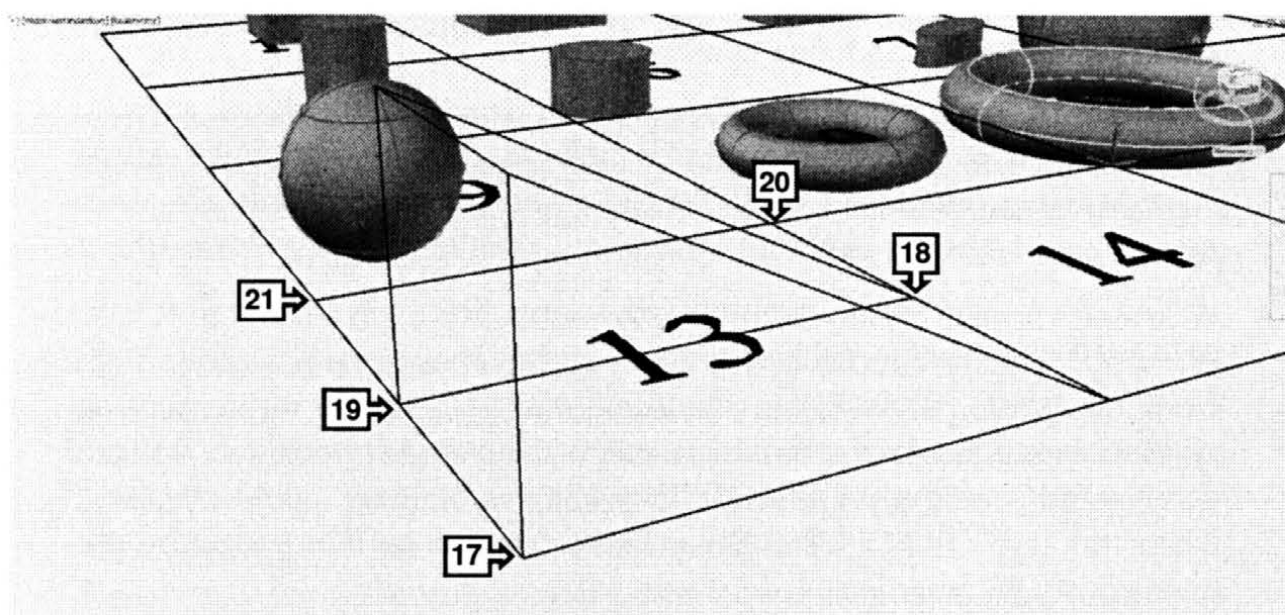
- W kratce 8. narysujemy kulę o promieniu równym $1/4$ przekątnej kratki i środkiem kuli leżącym w środku kratki. Wywołujemy polecenie SFERA, wskazujemy punkt środkowy kratki (jak wyżej), wybieramy opcję *śreDnica* i wskazujemy dowolny narożnik kratki.
- W kratce 9. narysujemy kulę o promieniu równym $R = 45$, styczną do wirtualnych ścianek kratki w lewym dolnym narożniku kratki i styczną do płaszczyzny XY. Po wywołaniu polecenia SFERA wybieramy opcję *Ssr*, wskazujemy ramkę kratki w punktach 14 i 15 i podajemy promień 45. W celu przemieszczenia kuli ponad płaszczyznę XY klikamy ją, wybieramy tryb metauchwyty *Przesuń*, wybieramy oś Z i przesuwamy kulę na odległość 45 jednostek w kierunku wartości dodatnich.



- W kratce 10. narysujemy torus o parametrach: $R = 60$, $RR = 15$, którego środek będzie pokrywał się ze środkiem kratki. Po wywołaniu polecenia TORUS wskazujemy centralny punkt kratki (jak wyżej), podajemy z klawiatury promień torusa równy 60 i promień rury torusa równy 15.
- W kratce 11. narysujemy torus styczny do wszystkich boków kratki o $RR = 20$. (Uwaga: narysuj torus o osi rury torusa stycznej do boków kratki, a następnie w palecie Właściwości pomniejsz promień torusa o 20 j.r.). Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję 2p. Jako pierwszy punkt wskazujemy punkt środkowy dowolnego boku kratki, a jako punkt drugi punkt środkowy przeciwległego boku kratki. Przy określaniu punktów środkowych korzystamy z opcji dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami* i wskazujemy narożniki kratki.
- W kratce 12. narysujemy klin o parametrach: $D = 120$, $S = 60$, $W = 50$ umieszczony w prawym dolnym narożniku w taki sposób, aby ścianka klina określana przez wysokość leżała na prawym boku kratki. Włączamy tryb ORTO. Wywołujemy polecenie KLIN, wskazujemy narożnik kratki 16, wybieramy opcję Długość, ustawiamy kursor w odpowiednim kierunku i podajemy z klawiatury długość 120. Ustawiamy kursor w odpowiednim kierunku i podajemy szerokość 60 oraz ustawiamy kursor w odpowiednim kierunku (żeby klin był rysowany ponad płaszczyznę XY) i podajemy wartość 50.



- W kratce 13. narysujemy klin o parametrach: D = połowa długości kratki, S = jedna czwarta szerokości kratki, W = jedna czwarta szerokości kratki. Środek podstawy klina ma pokrywać się ze środkiem kratki. Wyższa część klina ma być równoległa do osi X .



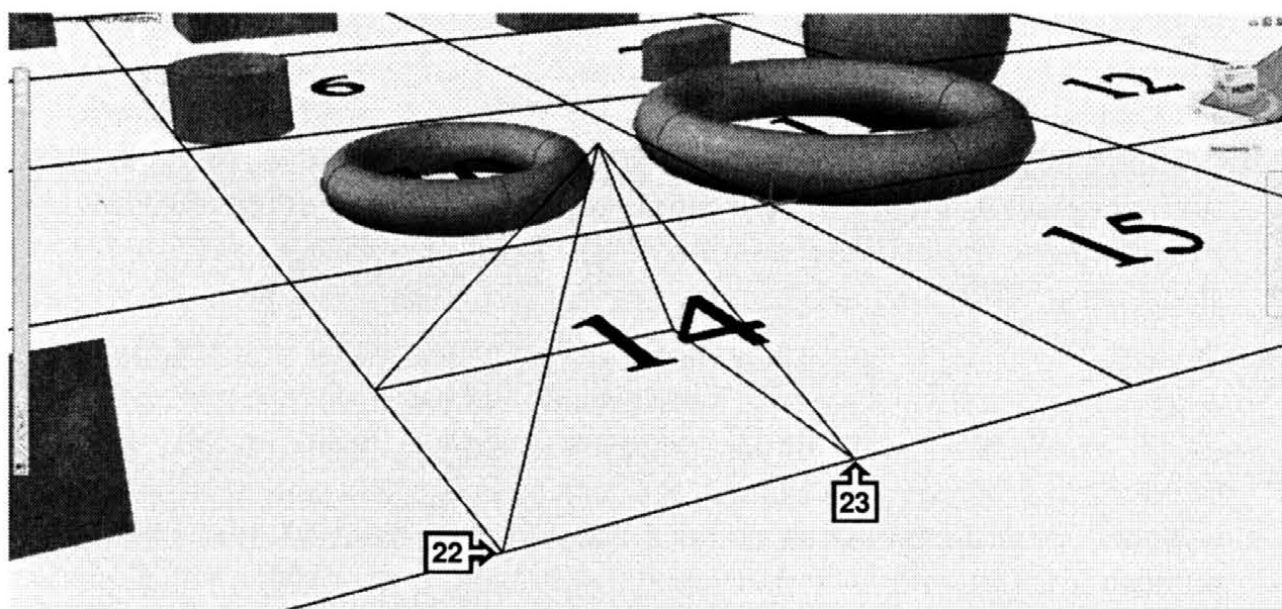
Uwaga: narysuj klin dwa razy większy z wykorzystaniem trybów dowiązania punktów do obiektów, a następnie zmniejsz go, obróć i przesun we właściwe miejsce.

Po wywołaniu polecenia wskazujemy punkt 17, a potem punkt 18. Wysokość określimy, wybierając opcję *2Punkty* i wskazując punkt 17 oraz punkt 19. Przy wskazywaniu punktów 18 i 19 korzystamy z opcji dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami* i wskazań – odpowiednio – punktów 20 i 21.

Musimy nasz klin zmniejszyć dwa razy. Dokonamy tego względem punktu 17. Wywołujemy polecenie SKALA (Narzędzia główne > Modyfikuj > Skala), wybieramy klin, wskazujemy punkt 17 i podajemy współczynnik skalowania równy 0.5. Skalowanie można przeprowadzić, korzystając z metauchwyty skalowania, choć może to okazać się kłopotliwsze. W następnym kroku obrócimy klin o 90 stopni względem osi równoległej do osi Z i przechodzącej przez punkt 17. Możemy wykorzystać do tego celu metauchwyt obracania lub posłużyć się poleceniem OBRÓĆ (Narzędzia główne > Modyfikuj > Obróć). Tym razem posłużymy się metauchwytem. Klikamy klin, wybieramy metauchwyt obracania, przemieszczamy metauchwyt do punktu 17, wybieramy oś obrotu Z i obracamy klin o 90 stopni w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara – najwygodniej z włączonym trybem ORTO.

Pozostaje nam przemieszczenie klina na właściwe miejsce. Środek podstawy klina ma się pokrywać ze środkiem kratki. Wywołujemy polecenie PRZESUŃ (Narzędzia główne > Modyfikuj > Przesuń), wybieramy klin, jako punkt bazowy wskazujemy punkt środkowy podstawy klina (opcja dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami* i wskazanie przeciwległych wierzchołków podstawy) oraz – jako punkt docelowy – punkt środkowy kratki (wskazany w podobny sposób).

- W kratce 14. narysujemy piramidę o parametrach: K = połowie szerokości kratki, W = 100, usytuowaną w lewym dolnym narożniku kratki. Po wywołaniu polecenia OSTROSŁUP, wybieramy opcję *Krawędź*, wskazujemy punkt 22 oraz punkt 23 i podajemy z klawiatury wysokość 100.
- W kratce 15. narysujemy ośmioboczny ostrosłup o parametrach: R = 80, W = 150, opisany. Środek podstawy ostrosłupa powinien pokrywać się ze środkiem kratki. Wywołujemy polecenie OSTROSŁUP, wybieramy opcję *Boki* i podjemy liczbę boków równą 8. Jako środek podstawy wskazujemy punkt środkowy kratki. Jeśli trzeba, wybieramy opcje *Opisany* i włączamy tryb ORTO. Ustawiamy kursor wzdłuż osi X i podajemy promień równy 80 oraz wysokość równą 150.
- W kratce 16. narysujemy dwunastoboczny ostrosłup opisany, ścięty, o parametrach: R1 = 80, R2 = 60, W = 60. Środek podstawy ostrosłupa powinien pokrywać się ze środkiem kratki. Wywołujemy polecenie OSTROSŁUP, wybieramy opcję *Boki* i podjemy liczbę boków równą 12. Jeśli trzeba, wybieramy opcje *Opisany* i włączamy tryb ORTO. Ustawiamy kursor wzdłuż osi X i podajemy promień równy 80. Wybieramy opcję *Promień górnej podstawy*, podajemy wartość 60 oraz wysokość też równą 60.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



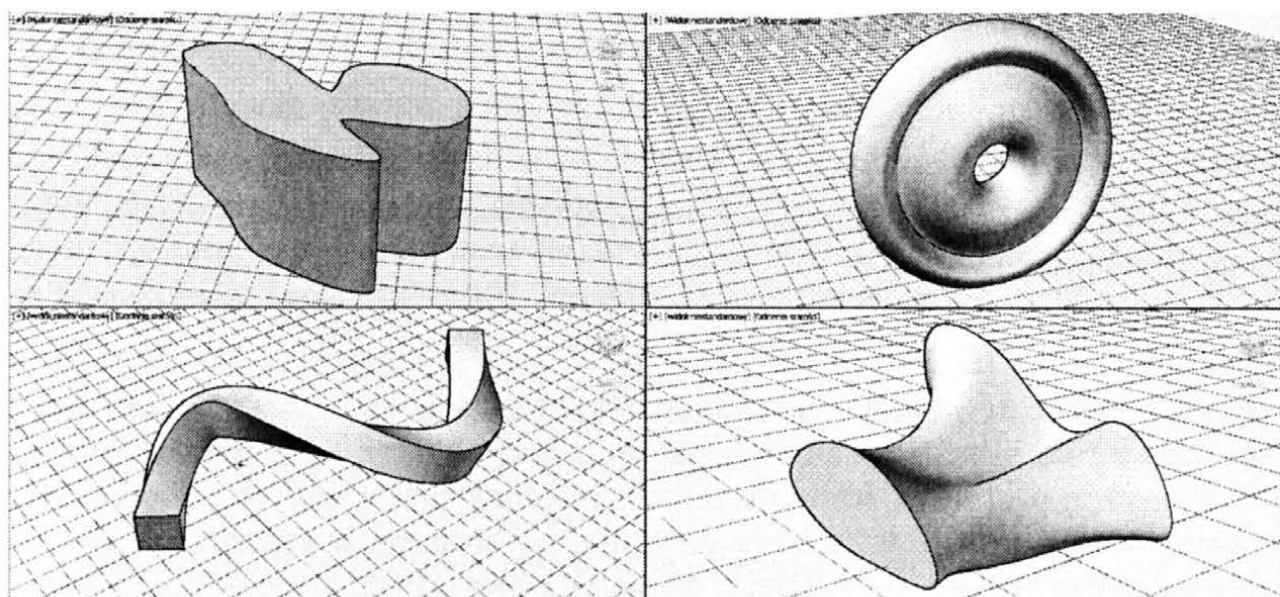
Ćwiczenie 3

Tworzenie brył podstawowych II

Cel ćwiczenia: Składanie obiektów 3D z brył podstawowych.

- Otwórz rysunek *C-12-05-03-Bryly-elementarne-02.dwg*. Rysunek przedstawia rzuty brył podstawowych, z których zostaną utworzone meble w wirtualnym pokoju. Zarysy umieszczono w warstwie *kontur1* oraz na poziomach, na których mają znajdować się poszczególne bryły podstawowe. Przejrzyj za pomocą orbity usytuowanie rzutów.
- Żeby zobaczyć docelową postać rysunku, należy odblokować warstwy, których nazwy kończą się na X (*kontur-X*, *kreska-X*, *osie-X*, *pom-X*, *wymiar-X*). Po zapoznaniu się z rysunkiem docelowym ponownie blokujemy warstwy. Będziemy je kolejno odblokowywali i wykorzystywali przy definiowaniu własnych odpowiedników.
- Rozpoczynamy od prostopadłościanu umieszczonego w warstwie *kontur-X*. Jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *kontur2* i rysujemy w niej kostkę o podstawie pokazanej w warstwie *kontur1* i wysokości równej 180. Po narysowaniu obiektu jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *pom1* i wyłączamy widoczność warstwy *kontur2*.
- Powtarzamy operację rysowania kostki dla obiektu pokazanego w warstwie *pom-X*. Obiekt umieszczamy w warstwie *pom1*. Przypisujemy mu wysokość równą 75. Po narysowaniu obiektu jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *osie1* i wyłączamy widoczność warstwy *pom1*.

- Przechodzimy do rysowania krzeseł. Nogi krzeseł umieszczamy w warstwie *osie1*, siedziska w warstwie *osie2* i oparcia w warstwie *osie3*. Wszystkie elementy są rysowane za pomocą prostopadłościanów (kostek). Wybieramy odpowiednie obrysy występujące w warstwie *kontur1* i wykorzystujemy je do narysowania poszczególnych obiektów. Przyjmujemy następujące wysokości dla kolejnych kostek: nogi – 35, siedziska – 10, oparcia – 50.
- W następnym kroku przechodzimy do rysowania stołu. Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1* i wyłączamy widoczność warstw: *osie1*, *osie2*, *osie3*. Nogi stołu umieszczamy w warstwie *wymiar1*, blat stołu umieścimy w warstwie *wymiar2*, a poprzeczki łączące nogi w warstwie *wymiar3*. Nogi rysujemy za pomocą walca o wysokości 65, blat stołu za pomocą graniastosłupa o podstawie ośmiokąta i wysokości 10, a poprzeczki za pomocą kostki o wysokości 5. Przy rysowaniu blatu wywołujemy polecenie OSTROSŁUP, ustalamy liczbę boków na 8, wybieramy opcję *Krawędź* i wskazujemy końce dowolnej krawędzi ośmioboku bazowego. Wybieramy opcję *Promień górnej podstawy* i podajemy wartość promienia równą 60, a następnie wysokość blatu równą 10. Przed rysowaniem poprzeczek dobrze jest włączyć styl wizualizacji *Model szkieletowy*, co znakomicie ułatwi nam wybieranie odpowiednich punktów. Po wywołaniu polecenia KOSTKA wybieramy opcję *Długość*. Umożliwi to nam rysowanie kostki dowolnie obróconej względem osi Z. W przeciwnym wypadku trzeba zdefiniować nowy LUW, związany z zarysem poprzeczki. Po narysowaniu poprzeczek można powrócić do stylu wizualnego *Realistyczny*.
- Pozostają do narysowania lampy. Podstawę lampy rysujemy w warstwie *kreska1*, korzystając z polecenia WALEC i obrysu w warstwie *kontur1*. Przyjmujemy wysokość walca równą 5. Ramię lampy też jest walcem, który umieszczamy w warstwie *kreska2* i przyjmujemy wysokość 130. Klosz rysujemy z wykorzystaniem polecenia OSTROSŁUP, umieszczając go w warstwie *kreska3* i przyjmując: 16 boków, opcję *Krawędź*, opcję *Promień górnej podstawy* i podając wartość 30 oraz wysokość 30.
- Sprawdzamy, czy zablokowane są wszystkie warstwy z nazwami zakończonymi na X, uwidaczniamy wszystkie warstwy, w których rysowane były obiekty (*kontur2*, *pom1*, *kreska1*, *osie1*, *osie2*, *osie3*, *wymiar1*, *wymiar2*, *wymiar3*) i blokujemy warstwę *kontur1*, w której występują wszystkie zarysy. Powinny być widoczne wszystkie obiekty. Włączamy perspektywę. W celu sprawdzenia poprawności wykonanego zadania można odblokować wszystkie warstwy zakończone na X. Nasz rysunek nie powinien ulec żadnej zmianie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Rozdział VI

Tworzenie modeli bryłowych

Używając do tworzenia powierzchni i brył obiektów istniejących w rysunku, można częstokroć uzyskać końcową postać projektu znacznie szybciej niż w przypadku budowania wszystkich powierzchni i brył od początku. W wielu wypadkach zbudowanie modeli 3D w oparciu o obiekty 2D pozwala na uzyskanie końcowej postaci projektu niemożliwej do uzyskania w oparciu o bryły podstawowe.

Zapoznamy się teraz z narzędziami i sposobami tworzenia modeli powierzchniowych i bryłowych pozwalającymi na poprawne zdefiniowanie wymiarów i kształtów modeli trójwymiarowych przy wykorzystaniu obiektów 2D. Wyjaśnione zostaną również metody pogrubiania takich obiektów, jak linie, okręgi, łuki, polilinie, splajny i linie śrubowe.

Na obiektach 3D – uzyskanych w oparciu o obiekty 2D – można również przeprowadzać operacje logiczne w taki sam sposób jak w przypadku brył podstawowych.

0 modelach tworzonych z profili 2D

W pierwszej kolejności trzeba zrozumieć jakie rodzaje modeli 3D można utworzyć z profili 2D i jakie charakterystyki mają te modele, ażeby móc określić, kiedy i gdzie należy zastosować odpowiednią metodę postępowania w celu uzyskania poprawnych wyników.

Określenie "model 3D uzyskany z profilu 2D" odnosi się do modeli powierzchniowych i bryłowych utworzonych z wybranych profili 2D. Profile te zawierają geometrię płaską – otwartą lub zamkniętą – która zostanie następnie wykorzystana do utworzenia obiektu 3D. W pewnych przypadkach należy utworzyć geometrię profilu na ściśle określonej płaszczyźnie, w innych przypadkach można utworzyć profile wyjściowe dowolnie usytuowane w przestrzeni. Wynikowy model trójwymiarowy zależy od wybranego profilu i metody tworzenia obiektu 3D. Modele wynikowe mogą zawierać:

- bryły, powierzchnie proceduralne lub powierzchnie NURBS uzyskane przez wyciągnięcie (polecenie WYCIĄGNIJ) ,
- bryły, powierzchnie proceduralne lub powierzchnie NURBS uzyskane przez obrót (polecenie PRZEKRĘĆ),
- bryły, powierzchnie proceduralne lub powierzchnie NURBS uzyskane przez powlekanie (polecenie SKOS),
- bryły, powierzchnie proceduralne lub powierzchnie NURBS uzyskane przez pokrycie (polecenie WYCIĄGNIĘCIE).

Ogólne zasady są następujące: wyciąganie, obracanie, powlekanie i pokrywanie realizowane na pojedynczym obiekcie zamkniętym mogą być generowane jako bryły lub jako powierzchnie w zależności od wybrania w poleceniach WYCIĄGNIJ, PRZEKRĘĆ, SKOS, WYCIĄGNIĘCIE w opcji *TRyb* wartości *Bryła* lub *Powierzchnia*. Jeśli profil jest utworzony z kilku obiektów stanowiących obszar zamknięty lub obiekty tworzące profil nie tworzą obszaru zamkniętego, generowana jest zawsze powierzchnia, niezależnie od wartości przypisanej w opcji *TRyb*.

Gdy podczas budowania modelu korzystamy z funkcji obrotu względem osi, posługujemy się prawem śruby prawoskrętnej. Oznacza to, że jeśli patrzymy od początku osi w kierunku wartości dodatnich, to za kierunek dodatniego kąta obrotu przyjmujemy obrót zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Kierunek przeciwny jest kierunkiem ujemnym.

Polecenie WYCIĄGNIJ

Polecenie WYCIĄGNIJ jest używane do tworzenia modeli 3D w oparciu o dwuwymiarowe profile płaskie. Gdy profil jest wyciągany, model jest tworzo-ny w określonym kierunku i określonej odległości od tego profilu. Jako profil może być wykorzystywany dowolny obiekt o zamkniętej pętli. Jeśli chcemy, aby tworzona była bryła, to profil powinien być obwiedziony pojedynczą pętlą zamkniętą i opcja *TRyb* powinna mieć przypisaną wartość *Bryła*.

Wyciąganie profili o złożonych kształtach częstokroć jest znacznie szybszą metodą uzyskania skomplikowanej bryły wynikowej niż składanie jej z brył pod-stawowych.

Polecenie WYCIĄGNIJ można wywołać następująco:

- W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Wyciągnij
lub
Bryła > Bryła > Wyciągnij
- PN: Modelowanie > Wyciągnij
- MR: Rysuj > Modelowanie > Wyciągnij
- LP: WYCIĄGNIJ

Po wywołaniu polecenia, w linii poleceń pojawia się komunikat o postaci:

Bieżąca gęstość modelu szkieletowego: ISOLINES=4. Tryb two-rzenia zamkniętych profilów = Bryła.
Wybierz obiekty do wyciągnięcia prostego lub [TRyb]:

W ten sposób – jeszcze przed rozpoczęciem realizowania polecenia – otrzymujemy informację o aktualnym trybie i aktualnej gęstości izolinii. Jeśli zachodzi potrzeba zmiany trybu, można tego dokonać w pierwszym kroku, gdzie dostępna jest opcja [TRyb].

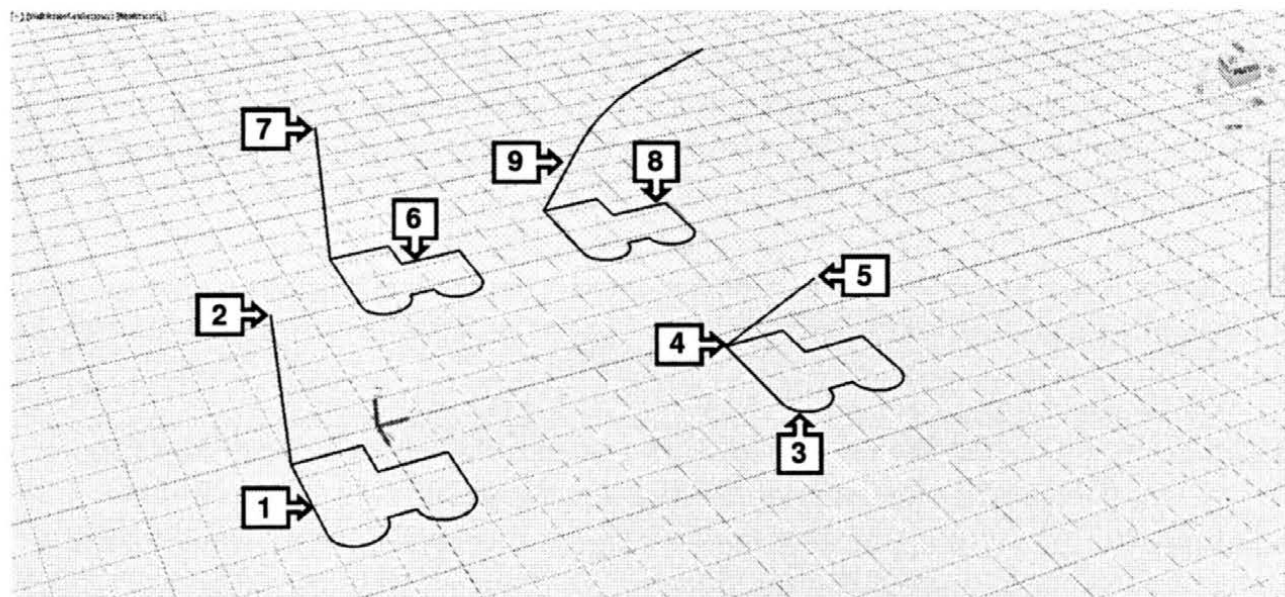
W poleceniu dostępne są opcje:

WYCIĄGNIJ	
Opcje	Opis
TRyb	Umożliwia zmianę trybu tworzenia obiektu 3D. Dostępne są dwie możliwości: <i>Bryła</i> i <i>Powierzchnia</i> .
Kierunek	Pozwala na wybranie kierunku wyciągania innego niż kierunek standardowy prostopadły do profilu. Powierzchnia na końcu linii wyznaczającej kierunek jest równoległa do wyciąganego profilu.

Ścieżka	Pozwala na przeprowadzenie wyciągania profilu wzdłuż ścieżki określonej za pomocą innej geometrii (np. linii, splajnu lub polilinii). Ścieżka może być zdefiniowana w dowolnym miejscu w przestrzeni. W trakcie wyciągania ścieżka jest równolegle przesuwana do profilu i bryła (lub powierzchnia) jest tworzona w miejscu profilu. W trakcie wyciągania profil jest przemieszczany prostopadle do ścieżki. Wyjątkiem jest część początkowa powstałej bryły, gdyż zaczyna się ona od profilu, dopiero od pewnego miejsca na ścieżce profil może być przemieszczany prostopadle. Płaszczyzna kończąca bryłę jest prostopadła do ścieżki. <u>Uwaga:</u> Opcja ta jest bardzo podobna do polecenia PRZEKREŚĆ, ale model jest tworzony w miejscu profilu, a nie w miejscu ścieżki.
Kąt zwężania	Pozwala na określenie kąta zwężania modelu podczas wyciągania. Kąt dodatni oznacza zwężanie, kąt ujemny rozszerzanie obiektu.
Wyrażenie	Umożliwia wprowadzenie formuły lub równania określającego wysokość wyciągnięcia.

(Otwórz rysunek: W-12-06-01-Wyciaganie.dwg.)

Na rysunku, w warstwie *osiel*, występują różne obiekty połączone w cztery zestawy, umożliwiające narysowania czterech modeli z wykorzystaniem polecenia WYCIĄGNIJ. Modele narysujemy w warstwie *kontur1*.



W zestawie 1, 2 wykorzystamy opcję standardową. Po wywołaniu polecenia wybieramy tryb *Bryła*, wskazujemy profil 1, który jest polilinią. Zamykamy

zbiór wskazań i wysokość bryły określamy przez wskazanie końca linii 2. Powstała bryła.

W zestawie 3, 4, 5 wykorzystamy opcję *Kierunek*. Po wskazaniu profilu 3, wybieramy opcję *Kierunek* i definiujemy go przez wskazanie dwóch punktów: 4 oraz 5.

W zestawie 6, 7, 8 wykorzystamy opcję *Kąt zwężania*. Profil jest polilinią. Po wybraniu profilu, wybieramy opcję *Kąt zwężania*, przyjmujemy wartość 8° i określamy wysokość przez wskazanie końca linii 7.

W zestawie 8, 9 wykorzystamy opcję *ścieżka*. Profil jest polilinią. Po wybraniu profilu 8, wybieramy opcję *ścieżka* i jako ścieżkę wskazujemy otwartą polilinię 9.

Poprawnie zdefiniowane bryły są dostępne w warstwie *poml*.

Polecenie PRZEKRĘĆ

Polecenie jest używane do tworzenia modeli obrotowych wynikających z obracania profili względem wybranej osi. Obrót może być wykonany w obrębie dowolnego kąta, z kątem pełnym (360°) włącznie. Jeśli profil jest obiektem pojedynczym i jest zamknięty oraz tryb jest ustawiony na *Bryła*, wtedy tworzona jest bryła. W przypadku profilu otwartego, profilu zamkniętego składającego się z kilku obiektów oraz profilu zamkniętego, składającego się z jednego obiektu i trybu ustawionego na *Powierzchnia*, powstaje model powierzchniowy. Polecenie PRZEKRĘĆ można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Przekręć

lub

Bryła > Bryła > Przekręć

PN: Modelowanie > Przekręć

MR: Rysuj > Modelowanie > Przekręć

LP: PRZEKRĘĆ

Po wywołaniu polecenia, w linii poleceń pojawia się komunikat o postaci:

Bieżąca gęstość modelu szkieletowego: ISOLINES=4.

Tryb tworzenia zamkniętych profilów = Bryła.

Wybierz obiekty do wyciągnięcia prostego lub [TRyb]:

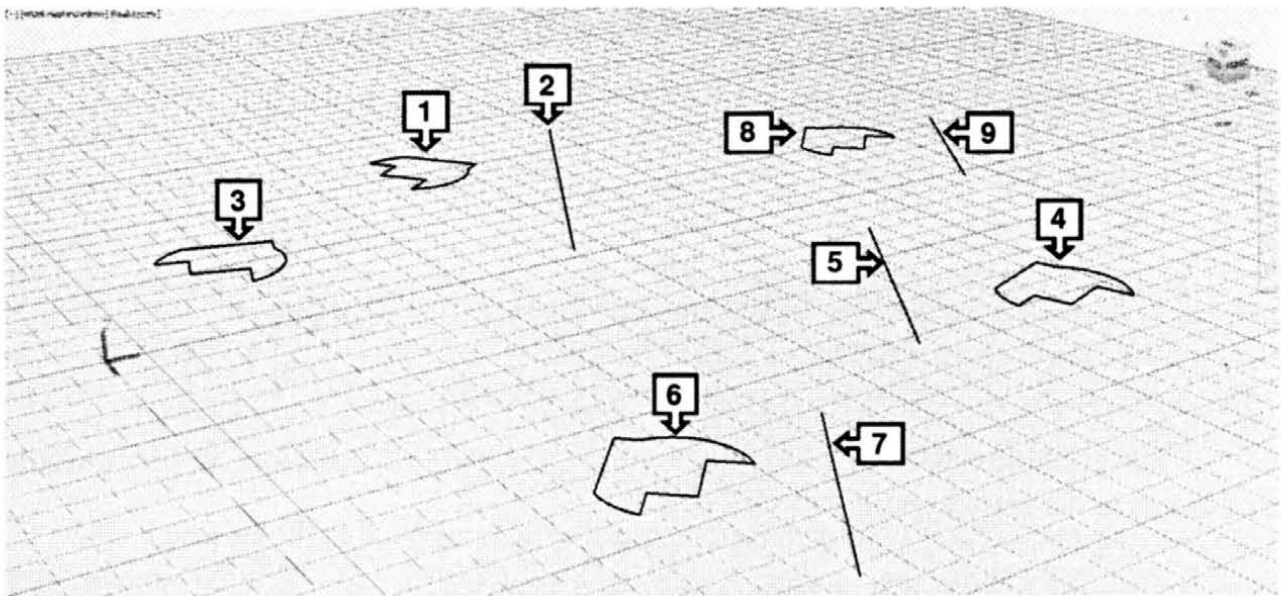
Jeśli zachodzi potrzeba zmiany trybu, można tego dokonać w pierwszym kroku, gdzie dostępna jest opcja [TRyb].

W następnej kolejności należy wskazać geometrię profilu (zamkniętego lub otwartego), wskazać punkt początkowy i punkt końcowy osi obrotu i określić końcowy kąt obrotu. Znak kąta obrotu jest określany za pomocą reguły śruby prawoskrętnej, przy czym jako zwrot osi przyjmowany jest kierunek od pierwszego punktu wskazania osi do punktu drugiego.

W poleceniu dostępne są opcje:

PRZEKRĘĆ	
Opcje	Opis
TRyb	Umożliwia zmianę trybu tworzenia obiektu 3D. Dostępne są dwie możliwości: <i>Bryła</i> i <i>Powierzchnia</i> .
Obiekt	Pozwala na wybranie obiektu liniowego jako osi obrotu. Punkt wskazania obiektu bliższy określonemu końcowi obiektu decyduje, że koniec ten jest traktowany jako pierwszy punkt osi – jest to niezbędna informacja do posłużenia się prawem śruby prawoskrętnej. Jeśli obiekt jest otwartą polinią, wtedy jako oś obrotu przyjmowana jest zastępcza prosta łącząca końce tej polilinii.
oś X/oś Y/oś Z	Pozwala na przyjęcie jako osi obrotu dowolnej osi aktualnego układu współrzędnych.
Kąt początkowy	Pozwala na określenie kąta rozpoczęcia tworzenia modelu. Standardowo kąt ten jest odliczany od płaszczyzny wskazanego profilu. Następnie podawany jest kąt rozwarcia modelu, a nie kąt końcowy.
ODWróć	Umożliwia zmianę kierunku tworzenia bryły.
WYrażenie	Umożliwia wprowadzenie formuły lub równania określającego wielkość kąta obrotu.

(Otwórz rysunek: *W-12-06-02-Obracanie.dwg*)



Na rysunku, w warstwie *wymiar1*, występują różne obiekty, które zostaną wykorzystane do tworzenia modeli obrotowych. Tworzenie modeli przez obracanie wykonujemy z warstwą *kontur1* ustawioną jako aktualna. Przy definiowaniu osi jako punkty pierwsze wskazujemy punkty leżące bliżej użytkownika, a jako punkty drugie – punkty leżące w głębi rysunku. Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdzimy, czy do zmiennej systemowej DELOBJ przypisana jest wartość 0.

W ćwiczeniu wykonujemy następujące kroki:

1. – obszar 1 obracamy standardowo względem najbliższej prostej (2), przyjmując kąt końcowy równy 360°.
2. – obszar 3 obracamy względem osi X o 360°.
3. – obszar 3 obracamy względem osi Y o 360°. Jeśli wystąpią trudności ze wskazaniem profilu, należy przejść do wyświetlania rysunku w trybie wizualnym *Model szkieletowy* i ewentualnie posłużyć się przy wskazywaniu oknem zamiast wskazaniem bezpośrednim.
4. – obszar 4 obracamy względem najbliższej prostej (5) o kąt 180°.
5. – obszar 6 obracamy względem najbliższej prostej (7) o kąt 180°.
6. – obszar 8 obracamy względem najbliższej prostej (9) z kątem początkowym równym 45° i kątem obrotu równym 200°.

Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *pom1*.

Polecenie SKOS

Polecenie SKOS umożliwia zbudowanie modelu, który ma bardziej swobodną formę niż modele poznane dotąd. Przy tworzeniu modelu posługujemy się profilem, który jest przesuwany wzdłuż wybranej geometrii w przestrzeni (tzw. ścieżki) z możliwością obracania tego profilu wokół ścieżki. Jeśli ma powstać bryła, profil musi być pojedynczym zamkniętym obiektem, a w trybie powinna być wybrana wartość *Bryła*. Przy wskazywaniu ścieżki wybrać można tylko jeden obiekt liniowy otwarty lub zamknięty. Polecenie SKOS można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Przeciągnięcie
lub

Bryła > Bryła > Przeciągnięcie

PN: Modelowanie > Przeciągnięcie

MR: Rysuj > Modelowanie > Przeciągnięcie

LP: SKOS

Po wywołaniu polecenia, w linii poleceń pojawia się komunikat o postaci:

Bieżąca gęstość modelu szkieletowego: ISOLINES=4.

Tryb tworzenia zamkniętych profilów = Bryła.

Wybierz obiekty do wyciągnięcia prostego lub [TRyb]:

Jeśli zachodzi potrzeba zmiany trybu, można tego dokonać w pierwszym kroku, gdzie dostępna jest opcja [Tryb].

Przed wywołaniem polecenia w rysunku musi istnieć profil i ścieżka. Standardowo – po wywołaniu polecenia i ustaleniu trybu – wskazuje się profil (profile) i ścieżkę.

W poleceniu dostępne są również opcje:

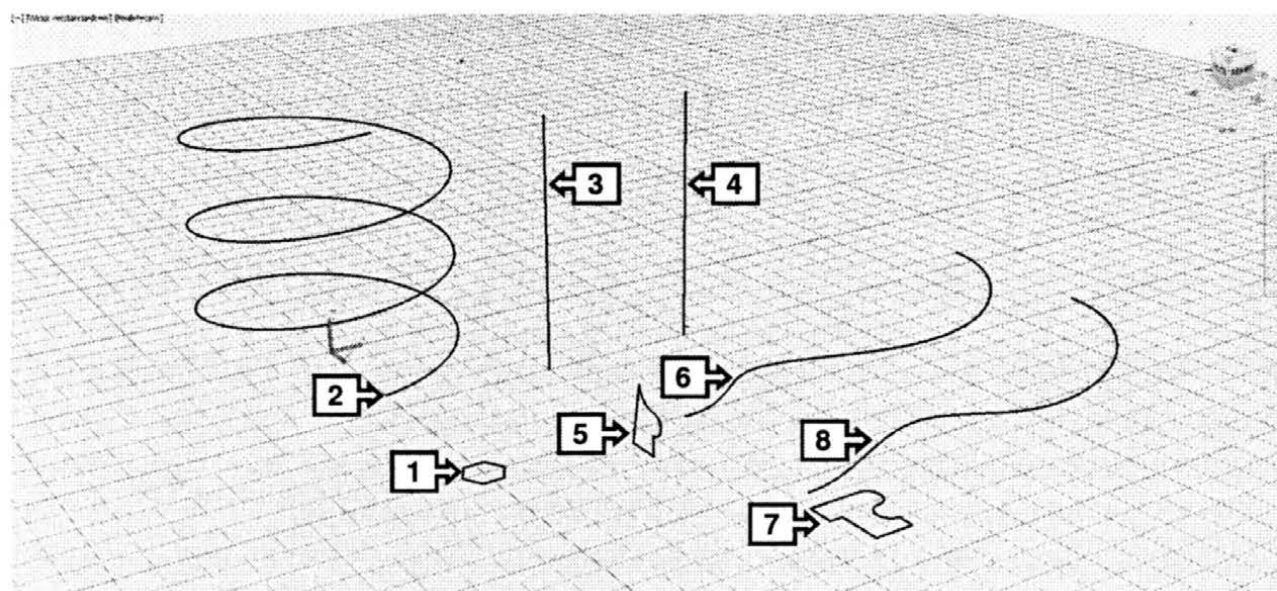
SKOS	
Opcje	Opis
TRyb	Umożliwia zmianę trybu tworzenia obiektu 3D. Dostępne są dwie możliwości: <i>Bryła</i> i <i>Powierzchnia</i> .
Dopasowanie	Pozwala na zdecydowanie, czy płaszczyzna profilu ma być prostopadła do ścieżki w punkcie początkowym, czy płaszczyzna ma zachować swój aktualny kąt pochylenia.
punkt Bazowy	Pozwala na wybranie punktu na profilu, który będzie przesuwany wzdłuż ścieżki. Standardowo jest przyjmowany jakiś punkt centralny prostokątnego obrysu gabarytowego profilu, który zwykle nie pokrywa się ze środkiem ciężkości profilu.
skaLa	Pozwala na określenie współczynnika skali dla profilu. Umożliwia utworzenie szeregu modeli o profilach różnych wielkości z wykorzystaniem tylko jednego profilu.
skręT	Pozwala na zdefiniowanie, o jaki kąt ma być obracany profil w trakcie przesuwania wzdłuż ścieżki, między punktem początkowym i końcowym ścieżki.

Przy tworzeniu brył jako profile najczęściej wykorzystujemy: okręgi, elipsy, prostokąty, wieloboki, zamknięte polilinie, zamknięte splajny. Jako ścieżki mogą być wykorzystywane: linie, łuki, okręgi, polilinie, splajny. Oprócz tego, jako profile mogą być wykorzystywane płaskie powierzchnie brył (z klawiszem **CTRL** przy wskazywaniu) oraz jako ścieżki krawędzie powierzchni i brył (z klawiszem **CTRL** przy wskazywaniu).

Uwaga

Gdy tworzymy płaskie profile i ścieżki w różnych kierunkach w przestrzeni 3D, można rozpocząć od narysowania odpowiednio dopasowanej bryły podstawowej, np. kostki, a następnie można posłużyć się dynamicznym układem współrzędnych dla narysowania obiektów na wybranej ścianie bryły. Na zakończenie bryłę pomocniczą można z rysunku usunąć.

(Otwórz rysunek: *W-12-06-03-Skos.dwg*.)



Na rysunku występuje helisa i dwie pionowe osie (będą to ścieżki dla jednego sześciokąta) oraz sześciokąt. Modele zdefiniujemy w warstwie *kontur1*. Utworzymy w sposób standardowy bryły dla helisy i dla lewej osi. Dla osi prawej wprowadzimy kąt skrętu równy 270° . W pierwszej kolejności należy przypisać zmiennej systemowej DELOBJ wartość 0, wtedy obiekty pierwotne (sześciokąt) nie będą usuwane po utworzeniu bryły.

Oprócz tego w rysunku występują dwa splajny, przy których podano profile. Jeden profil leży w płaszczyźnie prostopadłej do splajnu, drugi w tej samej płaszczyźnie.

Po wywołaniu polecenia tworzymy następujące obiekty:

- wskazujemy sześciokąt 1, zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy linię śrubową 2;
- wskazujemy sześciokąt 1, zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy linię 3;
- wskazujemy sześciokąt 1, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *skręT*, podajemy z klawiatury wartość 270 i wskazujemy linię 4;

- wskazujemy figurę 5, zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy linię 6;
- wskazujemy figurę 7, zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy linię 8;

Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *kreska2*.

Polecenie WYCIĄGNIĘCIE

Polecenie WYCIĄGNIĘCIE pozwala na wygenerowanie modeli o bardzo urozmaiconych kształtach i powierzchniach. Operujemy następującymi trzema pojęciami podstawowymi:

- profile,
- prowadnice,
- ścieżki.

Profile, ścieżki i prowadnice mogą być zarówno otwarte, jak i zamknięte. Rozpoczynamy od określenia profili, które wskazujemy w kolejności pokrywania. Profili może być dowolnie dużo, jednak co najmniej muszą wystąpić dwa. Potem wybieramy jedną z opcji postępowania: *Prowadnice*, *Ścieżki* lub *Tylko przekroje poprzeczne*. Opcja *Tylko przekroje poprzeczne* umożliwia definiowanie bryły lub powierzchni na podstawie samych wybranych profili, jednak z możliwością wyboru szeregu opcji wpływających na ostateczny kształt obiektu, definiowanych w oknie *Ustawienia wyciągania złożonego*.

Jeśli profile są otwarte, wtedy generowane są modele powierzchniowe, w przeciwnym wypadku generowane są modele bryłowe bądź modele powierzchniowe. Polecenie WYCIĄGNIĘCIE można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Wyciągnięcie złożone
lub
Bryła > Bryła > Wyciągnięcie złożone
PN: Modelowanie > Wyciągnięcie złożone
MR: Rysuj > Modelowanie > Wyciągnięcie złożone
LP: WYCIĄGNIĘCIE

Po wywołaniu polecenia, w linii poleceń pojawia się komunikat o postaci:

Bieżąca gęstość modelu szkieletowego: ISOLINES=4.

Tryb tworzenia zamkniętych profilów = Bryła.

Wybierz obiekty do wyciągnięcia prostego lub [TRYB]:

Jeśli zachodzi potrzeba zmiany trybu, można tego dokonać w pierwszym kroku, gdzie dostępna jest opcja [TRyb].

Przed wywołaniem polecenia w rysunku muszą istnieć profile lub profile i prowadnice (prowadnica) względnie profile i ścieżki (ścieżka). Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się profile i zamyka zbiór wskazań, a następnie dokonuje wyboru sposobu postępowania (*Prowadnice, śCieżki, Tylko przekroje poprzeczne, Ustawienia*). Opcja *Ustawienia* powoduje otworenie okna dialogowego *Ustawienia wyciągania złożonego*. Po zamknięciu tego okna automatycznie jest realizowana opcja *Tylko przekroje poprzeczne* z nastawami podanymi w oknie *Ustawienia wyciągania złożonego*.

W poleceniu dostępne są również opcje:

WYCIĄGNIĘCIE	
Opcje	Opis
TRyb	Umożliwia zmianę trybu tworzenia obiektu 3D. Dostępne są dwie możliwości: <i>Bryła i Powierzchnia</i> .
PUnkt	Pozwala na wskazanie jako przekroju punktu. Przekrój w postaci punktu może wystąpić tylko jako pierwszy przekrój lub ostatni. W przypadku użycia jako przekroju punktu (dwóch punktów) pozostałe przekroje muszą być zamknięte.
Połącz wiele krawędzi	Umożliwia zdefiniowanie przekroju, który składa się z kilku obiektów (stykających się kolejno ze sobą).
Prowadnice	Pozwala na sterowanie sposobem przechodzenia od jednego profilu do drugiego za pomocą wskazanych prowadnic. Prowadnice mogą być otwarte lub zamknięte, ale muszą przecinać każdy profil (lub być do niego styczne). Przed użyciem tej opcji należy pamiętać, aby przed wywołaniem polecenia zmienna systemowa LOFTNORMALS miała przypisaną wartość 1.
ścieżka	Pozwala na wybranie pojedynczego obiektu, który będzie sterował przechodzeniem od jednego profilu do drugiego. Może to być obiekt otwarty lub zamknięty, lecz musi przecinać wszystkie profile (lub być do nich styczny).
Tylko przekroje poprzeczne	Jest to opcja domyślna. Wtedy polecenie korzysta tylko z wskazanych profili. Jednak istnieje możliwość sterowania kształtem modelu wynikowego za pomocą parametrów, ustawianych w wyświetlanym automatycznie oknie <i>Ustawienia wyciągania złożonego</i> .

Okno Ustawienia wyciągania złożonego



Jak wspomniano wyżej, po wybraniu opcji *Tylko przekroje poprzeczne*, wyświetlane jest – pokazane obok – okno dialogowe *Ustawienia wyciągania złożonego*. W oknie ustawia się parametry decydujące o kształcie powierzchni definiowanej w miejscach stykania się tej powierzchni z profilami. Sprowadza się to do wyboru rodzaju powierzchni oraz do określania kątów pomiędzy płaszczyzną przekrojów poprzecznych a definiowaną powierzchnią.

W oknie można wybrać:

- *Powierzchnia prostokreślna* – Opcja jest używana, gdy chcemy połączyć profile za pomocą powierzchni prostokreślnych, a więc form prostoliniowych. Jeśli wybrano więcej niż dwa profile, wtedy na profilach będą występowały jawne krawędzie.
- *Pasowanie gładkie* – Opcję tę wybieramy w przypadku, gdy jest większa liczba profili i chcemy, aby powierzchnia w liniach styku z profilami była wygładzona.
- *Normalna do* – Pozwala na wymuszenie prostopadłości powierzchni do profili w liniach ich styku. Występuje możliwość wybrania prostopadłości tylko na początkowym profilu, tylko na końcowym profilu, tylko na początkowym i końcowym profilu lub na wszystkich profilach.
- *Kąty zbieżności* – Pozwala na zdefiniowanie kierunku stycznej do bryły w płaszczyźnie początkowej i płaszczyźnie końcowej oraz na określenie odległości od płaszczyzn, od których ten warunek ma obowiązywać. Kąt 90° oznacza, że bryła będzie tworzona prostopadle do płaszczyzny profilu. Kąt mniejszy od 90° oznacza wybrzuszenie na zewnątrz, kąt większy – wklęsnięcie do wnętrza bryły.

Zmiana parametrów w oknie dialogowym *Ustawienia wyciągania złożonego* jest związana z przypisywaniem do zmiennej systemowej LOFTNORMALS określonych wartości. Wartości przypisywane do zmiennej zestawiono w tabeli.

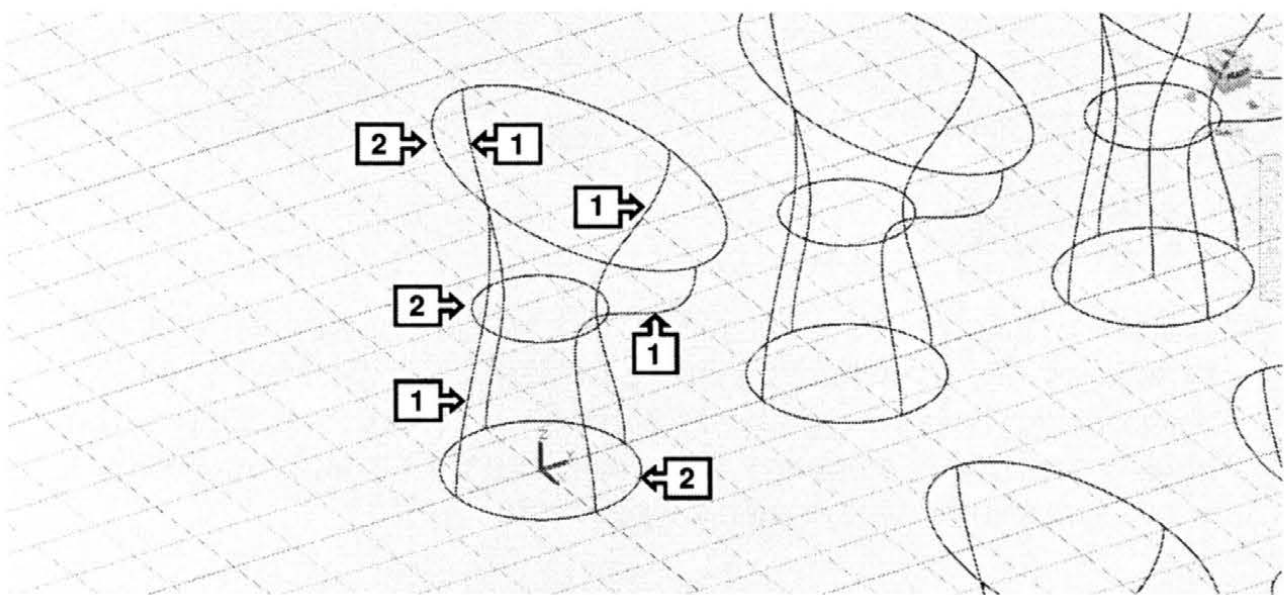
zm.sys. LOFTNORMALS	
Wartość	Opis
0	Powierzchnia prostokreślna.
1	Pasowanie gładkie.
2	Prostopadłość tylko na profilu początkowym.
3	Prostopadłość tylko na profilu końcowym.
4	Prostopadłość zachowana na profilu początkowym i końcowym.
5	Prostopadłość zachowana na wszystkich profilach.
6	Użyj definiowanych kątów zbieżności na profilu początkowym i profilu końcowym oraz odległości od profilu utrzymywania zadanego kąta.

(Otwórz rysunek: *W-12-06-04-Loft.dwg.*)

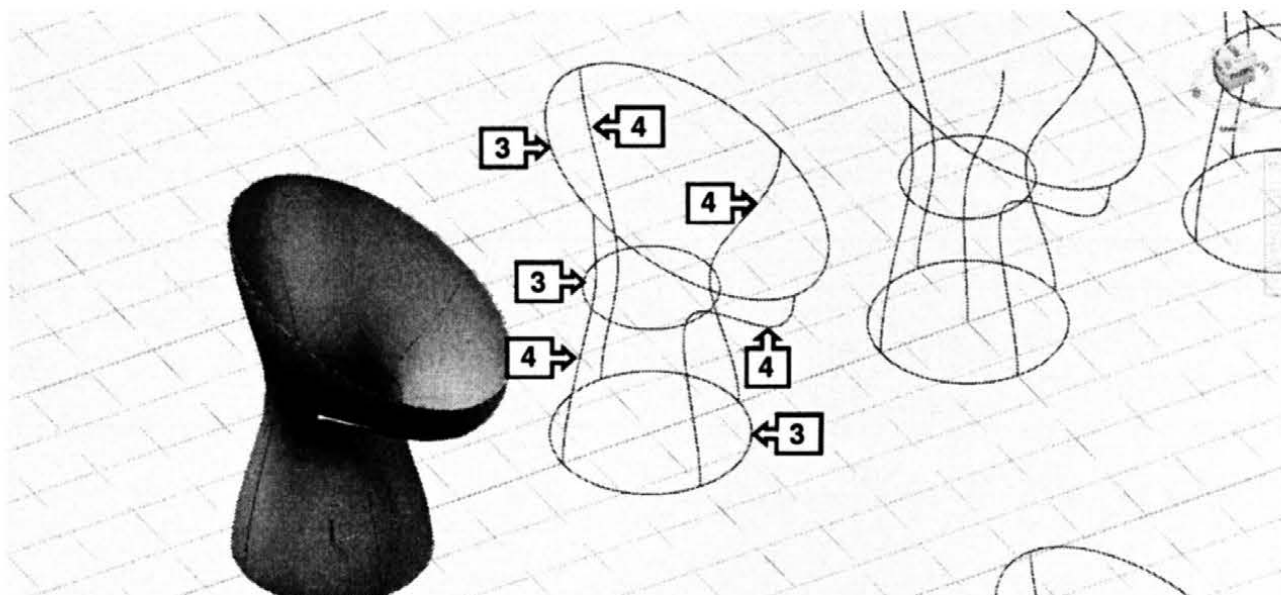
Na rysunku występują obiekty otwarte i zamknięte, które będą wybierane jako profile, ścieżki i prowadnice. Zapisano 10 takich samych zestawów obiektów. W zależności od pełnionej roli i zdefiniowanych parametrów osiągnięte rezultaty będą inne.

Modele będziemy tworzyć w warstwie *kontur1*, zaczynając od lewego górnego zestawu obiektów i potem kolejno w górnym rzędzie. Następnie przejdziemy do rzędu dolnego i zaczniemy od lewej.

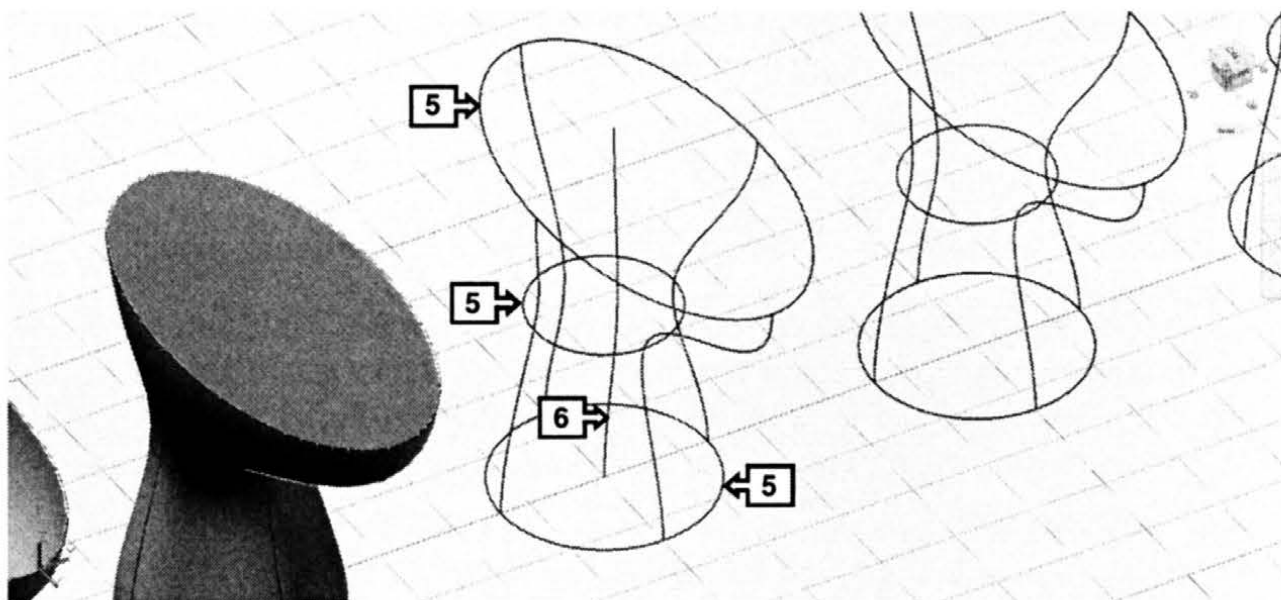
- Zestaw 1. Ustawiamy zmienną systemową **LOFTNORMALS = 1**. Jako profile wskazujemy cztery obiekty otwarte (1), wybieramy opcję *Prowadnice* i wskazujemy 3 obiekty zamknięte (2). Powstanie model powierzchniowy.



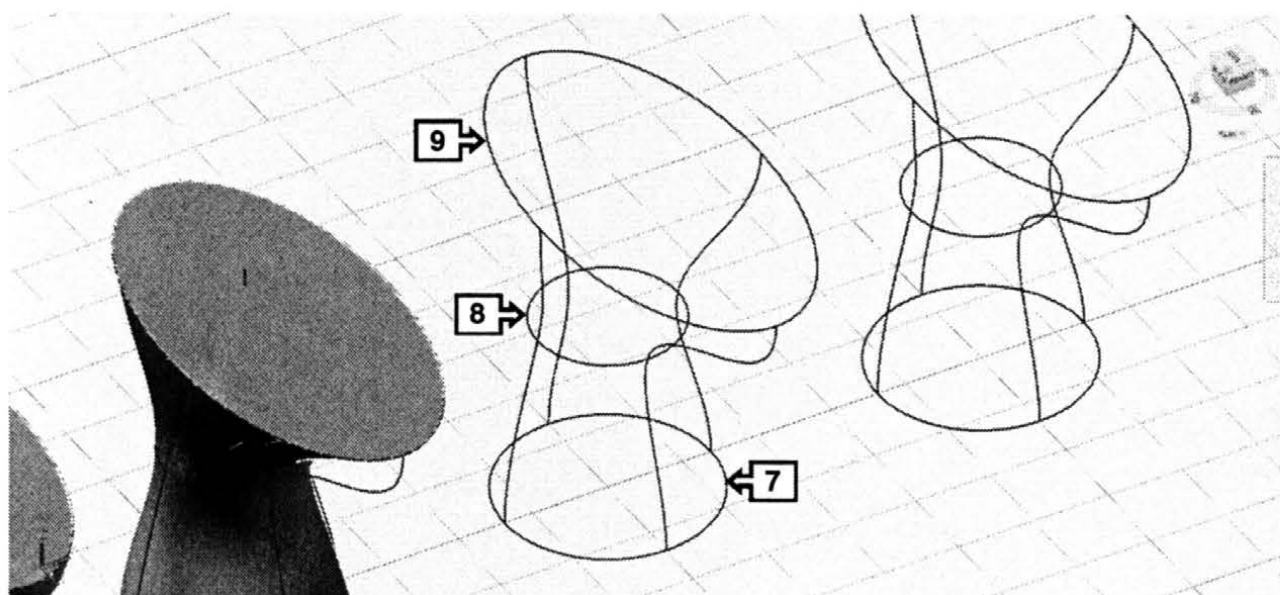
- Zestaw 2. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (3), wybieramy opcję *Prowadnice* i jako prowadnice wybieramy cztery obiekty otwarte (4).



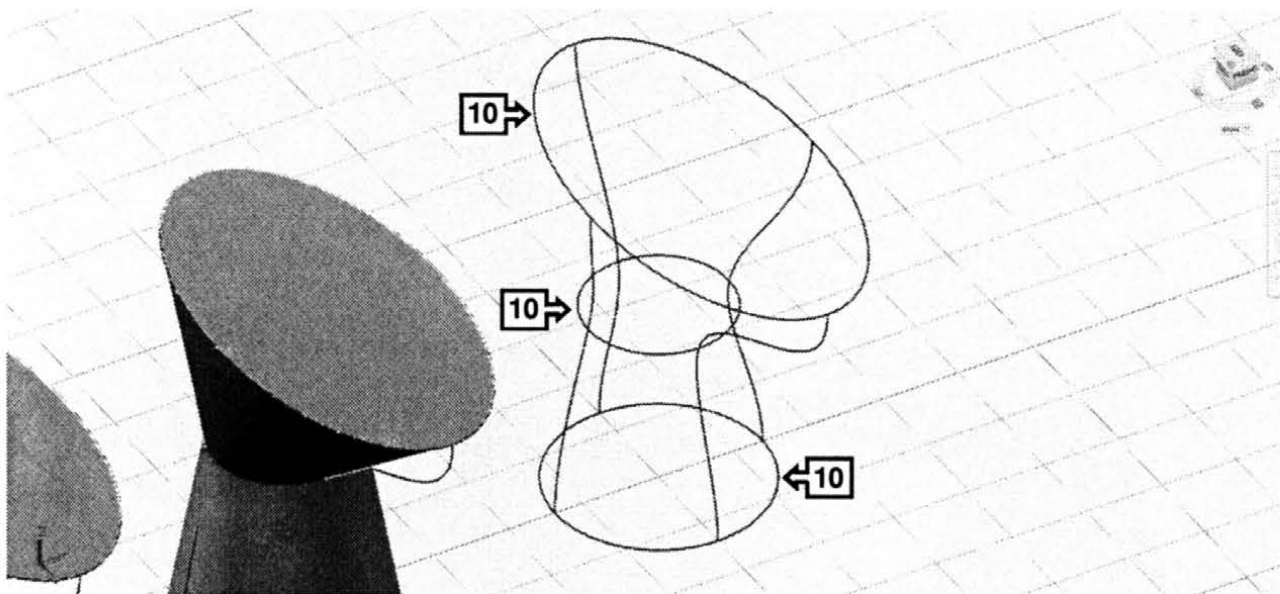
- Zestaw 3. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (5), wybieramy opcję *Ścieżka* i jako ścieżkę wskazujemy otwarty splajn wewnątrz profili (6). Powstanie model bryłowy.



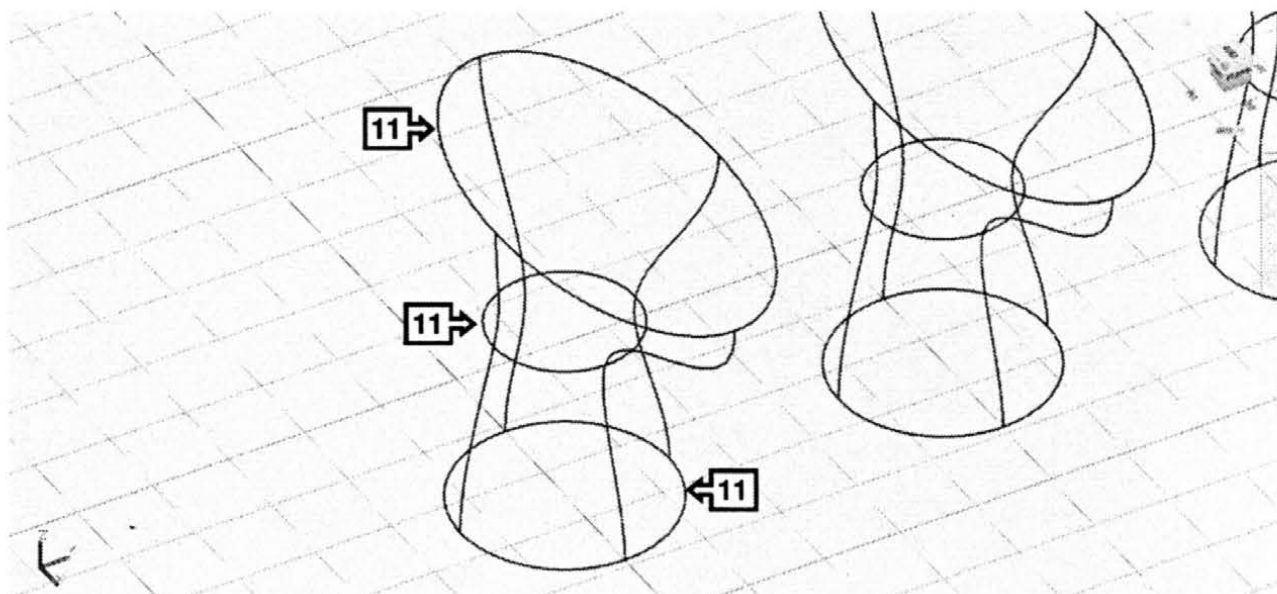
- Zestaw 4. Jako profile wskazujemy dwa obiekty zamknięte: dolny (7) i środkowy (8), wybieramy opcję *Tylko przekroje poprzeczne* – powstanie model bryłowy do połowy. Powtarzamy polecenie, wskazujemy dwa obiekty zamknięte: środkowy (8) oraz górny (9) i kończymy polecenie w taki sam sposób. Otrzymujemy drugą bryłę.



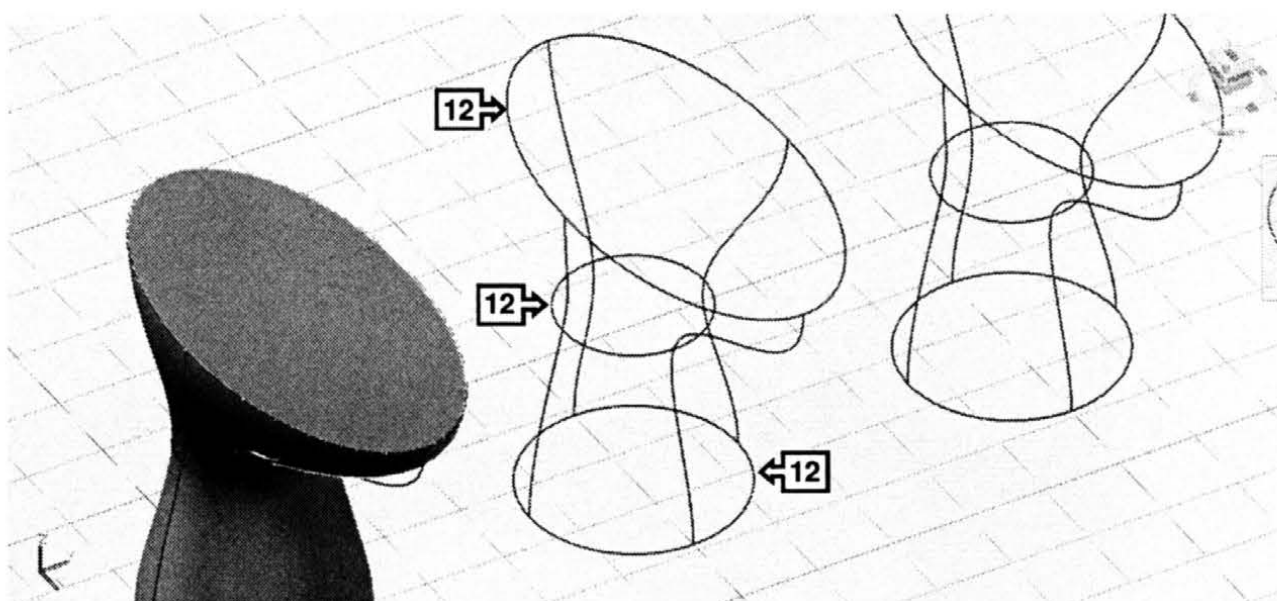
- Zestaw 5. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (10), wybieramy opcję *Ustawienia* – pojawia się okno *Ustawienia wyciągania złożonego*, w którym wybieramy opcję *Pasowanie gładkie*. Powstanie model bryłowy.



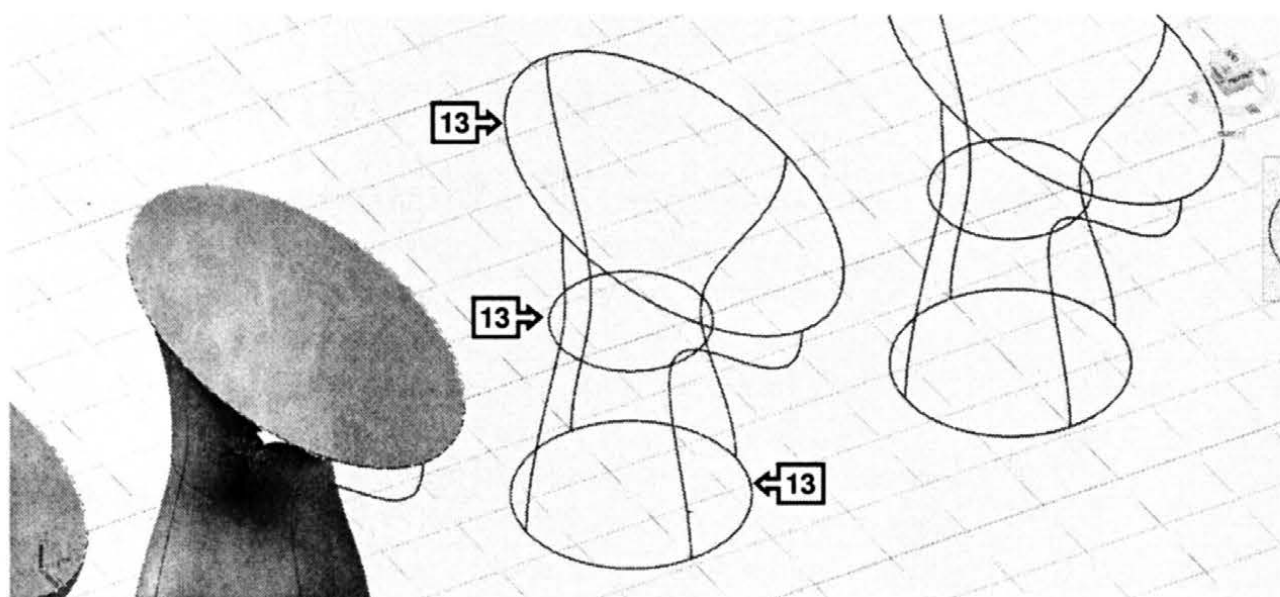
- Zestaw 6. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (11), wybieramy opcję *Ustawienia* – pojawia się okno *Ustawienia wyciągania złożonego*, w którym wybieramy opcję *Normalna do*, a z listy – pozycję *Wszystkie przekroje poprzeczne*. Powstanie model bryłowy.



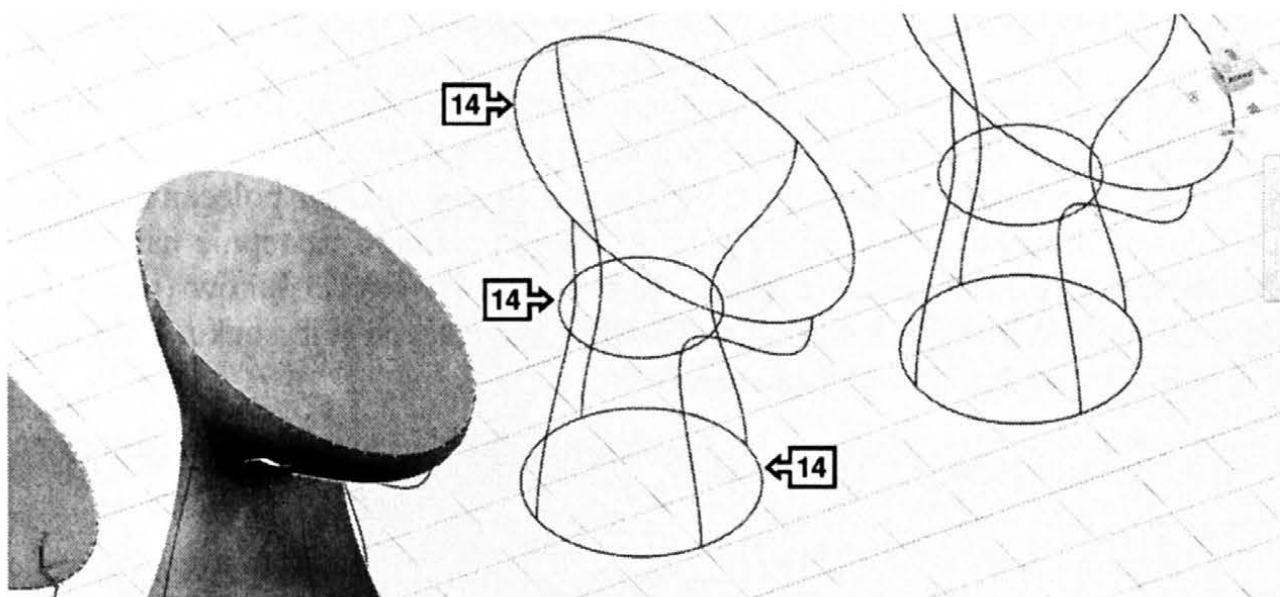
- Zestaw 7. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (12), wybieramy opcję *Ustawienia* – pojawia się okno *Ustawienia wyciągania złożonego*, w którym wybieramy opcję *Normalna do*, a z listy – pozycję *Rozpocznij przekrój poprzeczny*. Powstanie model bryłowy.



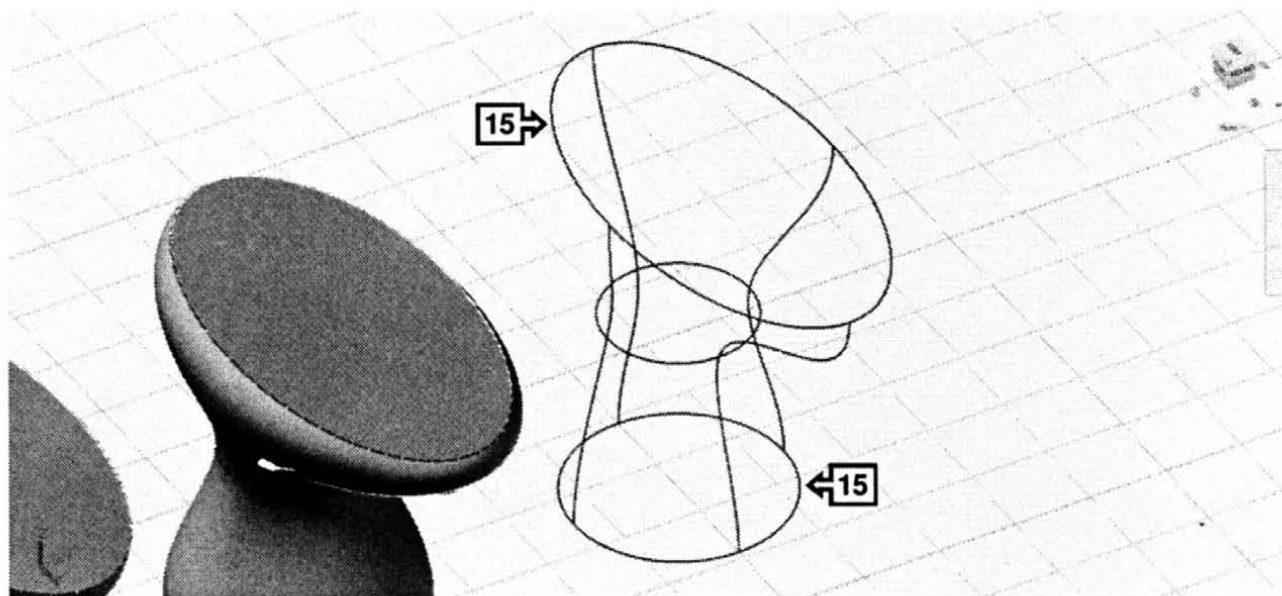
- Zestaw 8. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (13), wybieramy opcję *Ustawienia* – pojawia się okno *Ustawienia wyciągania złożonego*, w którym wybieramy opcję *Normalna do*, a z listy – pozycję *Zakończ przekrój poprzeczny*. Powstanie model bryłowy.



- Zestaw 9. Jako profile wskazujemy trzy obiekty zamknięte (14), wybieramy opcję *Ustawienia* – pojawia się okno *Ustawienia wyciągania złożonego*, w którym wybieramy opcję *Kąty zbieżności*. Następnie *Kąt początkowy* = 45, *Wielkość początkowa* = 0, *Kąt końcowy* = 45, *Wielkość końcowa* = 0. Powstanie model bryłowy.



- Zestaw 10. Jako profile wskazujemy dwa obiekty zamknięte (15), wybieramy opcję *Ustawienia* – pojawia się okno *Ustawienia wyciągania złożonego*, w którym wybieramy opcję *Kąty zbieżności*. Następnie *Kąt początkowy* = 150, *Wielkość początkowa* = 20, *Kąt końcowy* = 150, *Wielkość końcowa* = 20. Powstanie model bryłowy.



Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*. Wyłączamy widoczność warstwy *wymiar1* i odblokowujemy warstwę *osiel*. Porównujemy uzyskane bryły.

Polecenie POLIBRYŁA

Polecenie POLIBRYŁA umożliwia narysowanie bryły złożonej z wielu segmentów, które są definiowane za pomocą prostokątnego profilu przesuwanego wzdłuż wielosegmentowej liniowej ścieżki. Po wywołaniu polecenia należy zdefiniować szerokość i wysokość prostokątnego profilu, a następnie należy narysować ścieżkę składającą się z odcinków prostoliniowych i łuków (podobnie jak w polilinii) lub wybrać ścieżkę z obiektów istniejących w rysunku. Polecenie POLIBRYŁA można wywołać następująco:

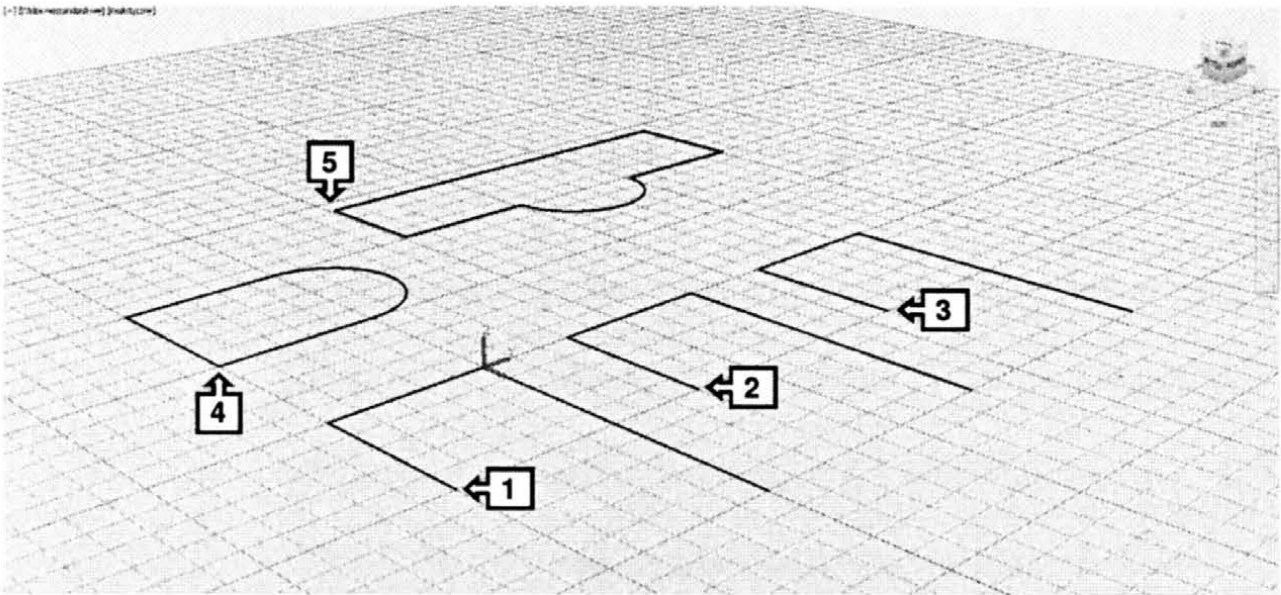
W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Polibryła
 lub
 Bryła > Prymityw > Polibryła
 PN: Modelowanie > Polibryła
 MR: Rysuj > Modelowanie > Polibryła
 LP: POLIBRYŁA

W poleceniu dostępne są również opcje:

POLIBRYŁA	
Opcje	Opis
Obiekt	Pozwala na wybranie istniejącej geometrii jako ścieżki dla przesuwania prostokątnego profilu.
Wysokość	Pozwala na określenie wysokości (wzdłuż aktualnej osi Z) prostokątnego profilu (prostopadłego do ścieżki).
Szerokość	Pozwala na określenie szerokości prostokątnego profilu.
wYrównanie	Umożliwia wybór punktu podstawy prostokątnego profilu, który ma być przesuwany wzdłuż ścieżki. Do dyspozycji są trzy możliwości: <i>Lewo</i> , <i>śRodek</i> , <i>Prawo</i> .
Łuk	Opcja umożliwia użycie segmentu łukowego zamiast segmentu prostoliniowego. Występuje również opcja podrzędna <i>Kierunek</i> , która pozwala na redefiniowanie kierunku stycznej w punkcie początkowym łuku.
Linia	Opcja umożliwia użycie segmentu prostoliniowego zamiast segmentu łukowego.
Zamknij	Umożliwia zamknięcie ścieżki. Jeśli znajdujemy się w trybie rysowania odcinków prostoliniowych, zamknięcie jest wykonywane za pomocą odcinka prostoliniowego. Jeśli znajdujemy się w trybie rysowania łuków, zamykanie jest realizowane za pomocą łuku.

(Otwórz rysunek: *W-12-06-05-Polibryla.dwg*.)

Na rysunku występuje pięć różnych obiektów, narysowanych w warstwie *pom1*, które mają posłużyć jako ścieżki dla tworzenia polibrył. Polibryły narysujemy w warstwie *osie1*.



Polibryłę definiowaną wzdłuż ścieżki 1 narysujemy standardowo, rozpoczynając od punktu 1 i przyjmując parametry: Wysokość = 60, Szerokość = 20. Włączenie stylu wizualnego *Model szkieletowy* może ułatwić wybieranie punktów węzłowych.

Polibryłę definiowaną wzdłuż ścieżki 2 narysujemy standardowo, rozpoczynając od punktu 2 i przyjmując parametry: Wysokość = 80, Szerokość = 35.

Polibryłę definiowaną wzdłuż ścieżki 3 narysujemy z wykorzystaniem opcji *Obiekt*, przyjmując parametry: Wysokość = 100, Szerokość = 50. Zwróć uwagę na to, że polibryła powstała w tej samej warstwie, w której leży obiekt pierwotny.

Polibryłę definiowaną wzdłuż ścieżki 4 narysujemy standardowo, rozpoczynając od punktu 4 i wykorzystując do zamknięcia obiektu opcję *Zamknij*. Przyjmujemy parametry: Wysokość = 80, Szerokość = 15. Po wywołaniu polecenia, ustawiamy wartości wysokości i szerokości. Wskazujemy punkt 4 i obiegamy ścieżkę w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Tworzymy dwa odcinki prostoliniowe, wybieramy opcję *tUk*, rysujemy odcinek łukowy, wybieramy opcję *Linia* i kończymy rysowanie za pomocą opcji *Zamknij*.

Polibryłę definiowaną wzdłuż ścieżki 5 narysujemy standardowo, rozpoczynając od punktu 5 i korzystając przy rysowaniu fragmentu łukowego z opcji *Kierunek* (podobnie jak w przypadku definiowania kierunku segmentu łukowego polilinii) oraz na zakończenie wykorzystując opcję *Zamknij*. Przyjmujemy parametry: Wysokość = 80, Szerokość = 15. Powracamy do stylu wizualnego *Realistyczny*.

Poprawnie zdefiniowane bryły są dostępne w warstwie *kreska1*.

Polecenie NACIŚNIJCIĄG

Polecenie pozwala na zdefiniowanie bryły przez tłoczenie lub wybrzuszenie zamkniętego obszaru płaskiego. Posługując się tym poleceniem można bardzo szybko zbudować wielościenny model, gdyż obszar jest określany automatycznie, podobnie jak w przypadku kreskowania do granic.

Polecenie NACIŚNIJCIĄG można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Modelowanie > Naciśnij i ciągnij
lub
Bryła > Modelowanie > Naciśnij i ciągnij

PN: Modelowanie > Naciśnij i ciągnij

MR: -----

LP: NACIŚNIJCIĄG

Tłoczenie odbywa się w kierunku prostopadłym w stosunku do płaszczyzny tłoczonego profilu. Gdy podana zostanie wartość dodatnia, wtedy realizowane jest wybrzuszenie. W przypadku podania wartości ujemnej realizowane jest wklęsnięcie. Obszar zamknięty może być zdefiniowany:

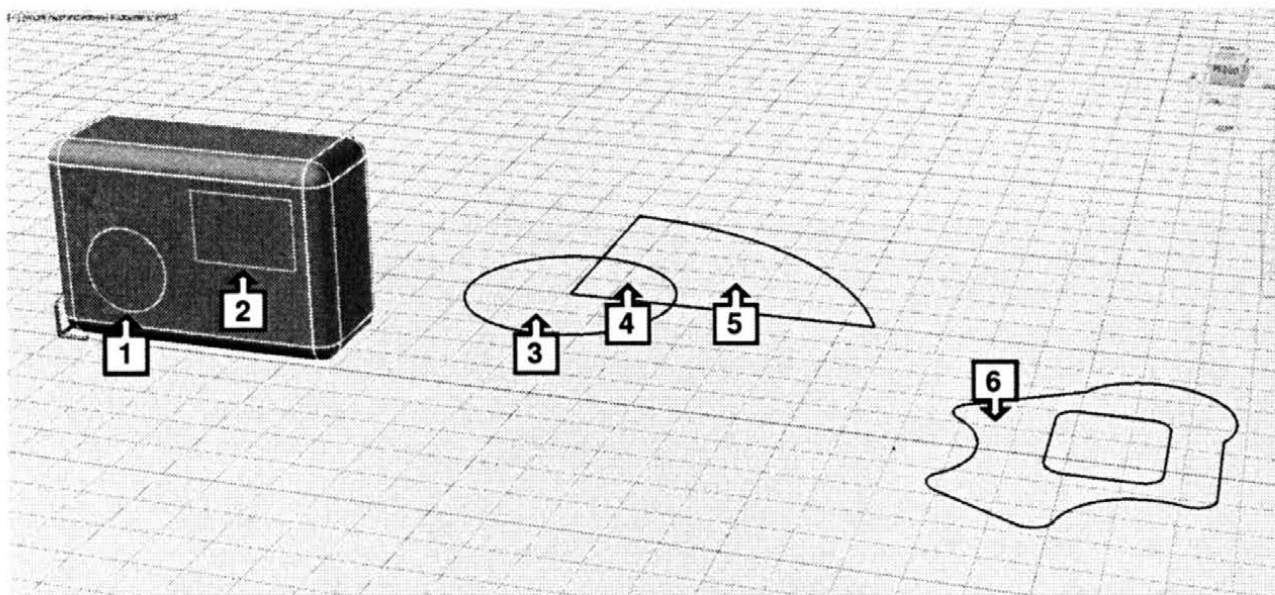
- jako zamknięta pętla utworzona z wielu obiektów płaskich,
- przez przecięcie wielu obiektów płaskich,
- przez powierzchnie płaskie,
- przez przecięcie się obiektów płaskich i krawędzi płaskich powierzchni.

Aby obszar mógł być wyznaczony, musi leżeć na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych lub być częścią istniejącej powierzchni na bryle.

Jeśli tłoczenie jest wykonywane na istniejącej bryle, wtedy bryła ta staje się bryłą złożoną (o ile była bryłą pojedynczą), natomiast tłoczony obszar staje się formalną bryłą (w historii).

(Otwórz rysunek: W-12-06-06-Tloczenie.dwg.)

Na rysunku, w warstwie *wymiar1*, występują różne ponumerowane obszary zamknięte, które zostaną wykorzystane do tłoczenia. W warstwie *wymiar2* zapisane są linie odniesienia wraz z odpowiednimi liczbami – do samego tłoczenia warstwę tę można zablokować lub zamknąć. Tłoczenie wykonujemy w warstwie *kontur1*.



- Obszar 1 tłoczemy do wnętrza istniejącej bryły na głębokość 60 (podajemy z klawiatury wartość -60).
- Obszar 2 tłoczemy do wnętrza istniejącej bryły na głębokość 200 (podajemy z klawiatury wartość -200).
- Obszar 5 tłoczemy w górę na wysokość 200.
- Obszar 4 tłoczemy w górę na wysokość 120.
- Obszar 3 tłoczemy w górę na wysokość 40.
- Obszar 6 tłoczemy w górę na wysokość 75.

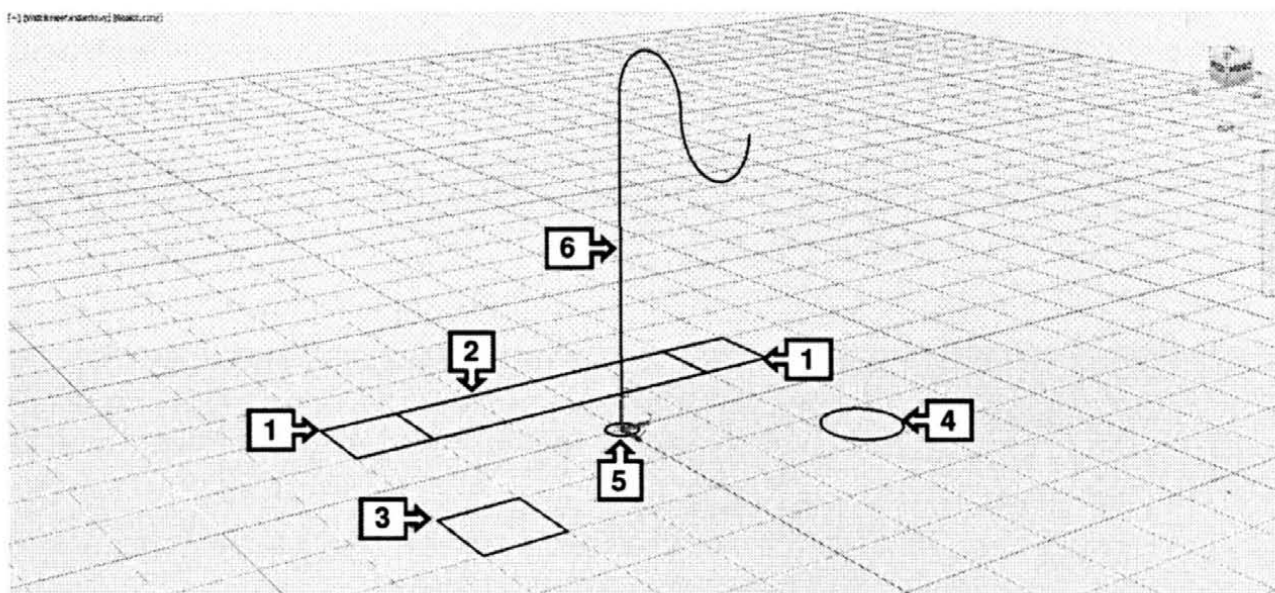
Poprawność wykonanej pracy można sprawdzić, odblokowując warstwę *pom1*. Następnie należy zablokować warstwy *kreska1* i *wymiar1*, w których występują obiekty początkowe.

Ćwiczenie 4

Definiowanie bryły przez wyciągnięcie

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem brył zdefiniowanych przez wyciągnięcie.

- Otwórz rysunek *C-12-06-04-Wyciaganie-Bryla.dwg*. Przećwiczmy wyciąganie proste brył. W rysunku, w warstwie *pom1*, występują obiekty pomocnicze, które wykorzystamy do tworzenia brył. Posłużymy się poleceniem WYCIĄGNIJ. Jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*.



- Dwa tylne kwadraty (1) i prostokąt (2) wyciągniemy prosto na zadane wysokości. Kwadraty na wysokość 100, a prostokąt na wysokość 20.
- Kwadrat leżący z przodu (3) wyciągniemy na wysokość 80 ze zbieżnością 10° . Podobnie postąpimy z okręgiem (4).
- Ostatni model zostanie utworzony przez wyciągnięcie profilu kołowego (5) wzdłuż ścieżki (6). Po wywołaniu polecenia i wskazaniu kołowego profilu (5) wybieramy opcję *śCieżka* i wskazujemy polilinę narysowaną w kierunku osi Z (6).

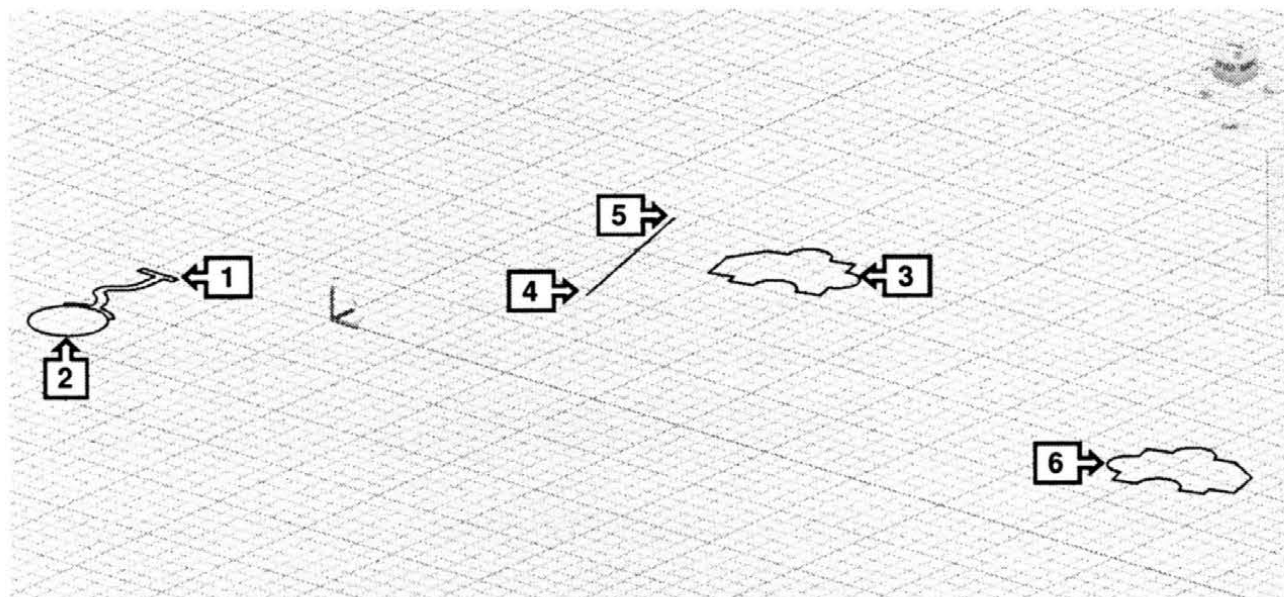
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*.

Ćwiczenie 5

Definiowanie brył przez obracanie

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem brył uzyskanych przez obracanie obiektów względem osi.

- Otwórz rysunek *C-12-06-05-Przekrec-Bryla.dwg*. Przećwiczmy tworzenie brył obrotowych. W rysunku, w warstwie *pom1*, narysowano obiekty pomocnicze przeznaczone do zdefiniowania brył obrotowych. Po lewej stronie występują dwa profile zamknięte, które zostaną obrócone wokół osi X. W środku rysunku narysowano obszar zamknięty oraz oś, wokół której obszar ten będzie obracany. Po prawej stronie znajduje się profil zamknięty, który obrócimy wokół osi X. We wszystkich przypadkach posłużymy się poleceniem PRZEKRĘĆ. Jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*.



- Rozpoczynamy od obiektów po lewej stronie. Po wywołaniu polecenia, wybieramy profil zamknięty o bardziej wyszukanej formie (1) i obracamy go o 360° wokół osi X. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Po ponownym wywołaniu polecenia wybieramy profil kołowy (2) i obracamy go o 360° wokół osi X.
- Przechodzimy do środkowej części rysunku. Celem naszym będzie uzyskanie bryły obrotowej, względem narysowanej osi, w zakresie kąta od 0° do 180° . Zamknięty obszar (3) nie jest obwiedziony jednym obiektem. W takim przypadku obracanie profilu spowoduje wygenerowanie powierzchni obrotowych, a nie bryły. W celu uzyskania bryły należy granice obszaru połączyć w jedną polilinię. Wywołujemy polecenie EDPLIN (edycja polilinii, opcja *Dołącz*) i łączymy wszystkie obiekty w jedną zamkniętą polilinię. Wywołujemy polecenie PRZEKREŚĆ, wskazujemy uzyskany przed chwilą profil zamknięty (3) i definiujemy oś obrotu przez wskazanie końców linii – w pierwszej kolejności bliższego (4), w drugiej – dalszego (5). Jako kąt obrotu podajemy wartość 180° .
- Przechodzimy do prawej części rysunku. Dokonujemy obrotu profilu zamkniętego wokół osi X. Po wywołaniu polecenia, wskazujemy profil (6), następnie wybieramy opcję *kąt początkowy*, podajemy wartość 45, a do kąta obrotu przypisujemy wartość 120.

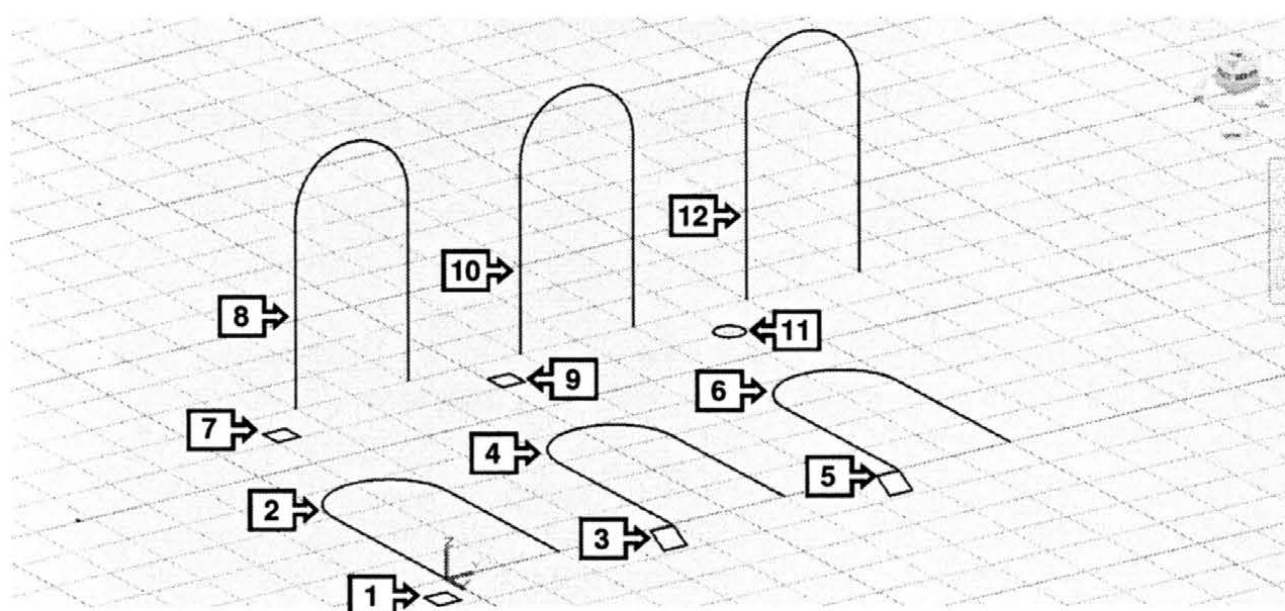
Poprawne rozwiązanie zostało umieszczone w zablokowanych warstwach: *kontur2* i *kreska2*.

Ćwiczenie 6

Definiowanie brył przez przesuwanie wzdłuż ścieżki

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem brył uzyskanych przez przesuwanie profilu wzdłuż ścieżki z ewentualnym obracaniem profilu.

- Otwórz rysunek *C-12-06-06-Skos-Bryla.dwg*. Przećwiczymy tworzenie brył z wykorzystaniem przesuwania (polecenie SKOS). W rysunku, w warstwie *kontur1*, narysowano obiekty pomocnicze niezbędne do zdefiniowania brył. Występuje sześć profili (pięć kwadratów i jeden okrąg) i sześć, związanych z nimi, ścieżek. Bryły będziemy budowali w warstwie *pom1*.



- Rozpoczynamy od lewego zestawu w dolnym rzędzie. Wywołujemy polecenie SKOS, wskazujemy profil (kwadrat) (1) i – następnie – wskazujemy ścieżkę (2).
- Powtarzamy operację dla drugiego zestawu w dolnym rzędzie (3, 4), zwracając uwagę na usytuowanie profilu w przestrzeni.
- Powtarzamy operację dla trzeciego zestawu w dolnym rzędzie, zwracając uwagę na usytuowanie profilu (5) w przestrzeni i – tym razem – wybierając opcję *Dopasowanie* oraz ustawianie obiektu prostopadle do ścieżki (6) jako *Nie*. Porównujemy dwie ostatnie bryły.
- W górnym rzędzie ścieżki są usytuowane prostopadle do płaszczyzny XY. W lewym zestawie, po wywołaniu polecenia SKOS, wskazujemy profil (7) oraz ścieżkę (8), względem której profil zostanie wyciągnięty.
- W środkowym zestawie wskazujemy profil (9) i wybieramy opcję *Skręt*, podajemy wartość 360° i wskazujemy ścieżkę (10).
- W prawym zestawie, w górnym rzędzie, postępujemy w sposób standardowy, lecz – tym razem – profil (11) ma kształt okręgu. Prowadzimy go wzdłuż ścieżki (12).

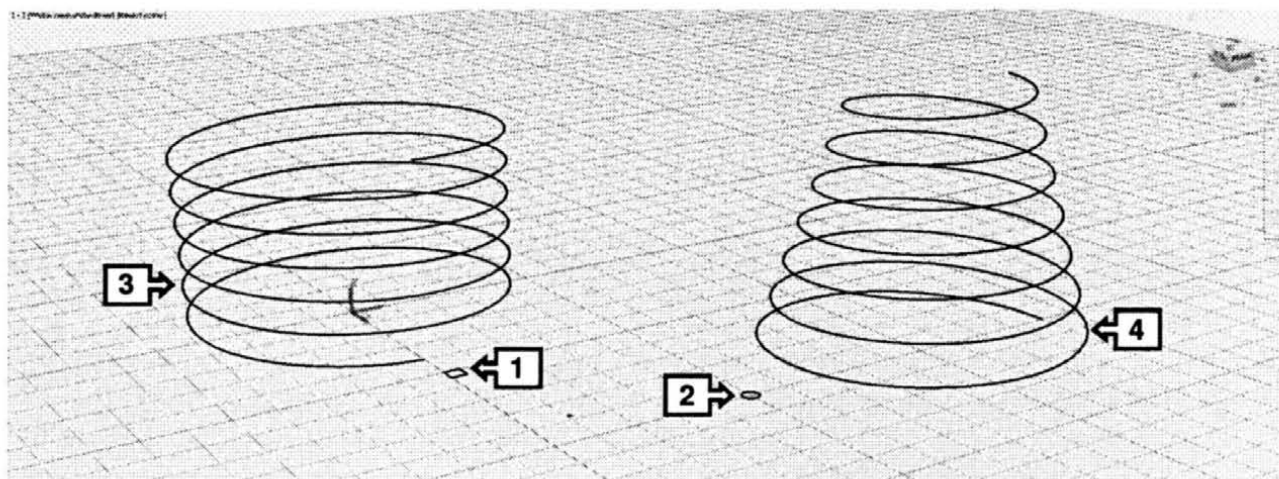
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*.

Ćwiczenie 7

Definiowanie bryły wzdłuż linii śrubowej

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem brył uzyskanych przez przesuwanie profilu wzdłuż ścieżki o kształcie linii śrubowej.

- Otwórz rysunek *C-12-06-07-Helisa-Bryla.dwg*.



Na rysunku, w warstwie *kontur1*, występują dwa obiekty: kwadrat (1) i okrąg (2). Będą one wykorzystane jako profile przy definiowaniu brył tworzonych w oparciu o linie śrubowe. W pierwszej kolejności narysujemy dwie linie śrubowe (3, 4), które posłużą nam jako ścieżki.

- Jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *pom1*. Rysujemy pierwszą linię śrubową. Włączamy tryb ORTO. Po wywołaniu polecenia HELISA podajemy środek podstawy: [0,0,0]. Ustawiamy kursor w kierunku osi X i podajemy promień podstawy: 200, promień górnej podstawy: 200, wywołujemy opcję *Zwojów* i ustalamy liczbę zwojów równą 6, wywołujemy opcję *kiErunek zwojów* i wybieramy ZEG oraz wysokość ustalamy na 300.
- Rysujemy drugą linię śrubową. Włączamy tryb ORTO. Po wywołaniu polecenia HELISA podajemy środek podstawy: [500,500,0], ustawiamy kursor w kierunku osi Y i podajemy promień podstawy: 200, promień górnej podstawy: 100, wywołujemy opcję *Zwojów* i ustalamy liczbę zwojów na 7, wywołujemy opcję *kiErunek zwojów* i wybieramy PZEG oraz podajemy wysokość równą 400.
- W oparciu o nowo utworzoną linię śrubową (3) definiujemy bryłę. Wywołujemy polecenie SKOS, jako profil wybieramy kwadrat (1), a jako ścieżkę wybieramy linię śrubową (3).
- W oparciu o utworzoną linię śrubową (4) definiujemy bryłę. Wywołujemy polecenie SKOS, jako profil wybieramy okrąg (2), a jako ścieżkę – linię śrubową (4). Operacja tworzenia bryły może trwać relatywnie długo.

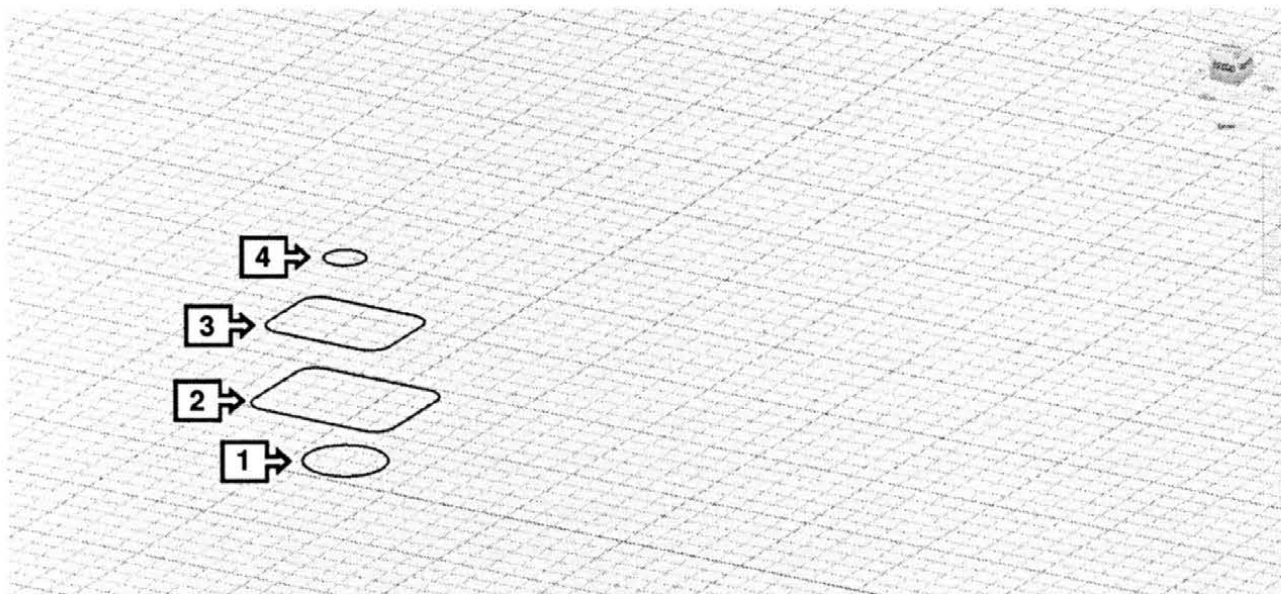
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*.

Ćwiczenie 8

Definiowanie bryły przez pokrywanie profili

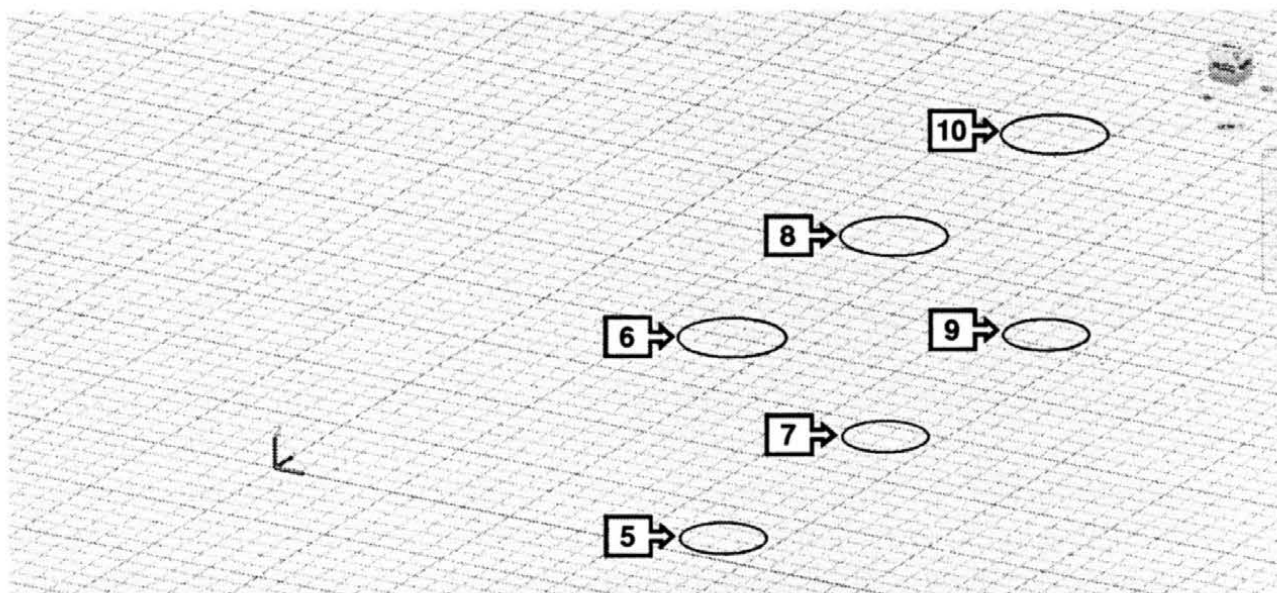
Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem brył uzyskanych przez pokrywanie kolejnych profili.

- Otwórz rysunek *C-12-06-08-Pokrywanie-Bryla.dwg*. W rysunku występują w różnych warstwach obiekty, które wykorzystamy do tworzenia brył za pomocą polecenia WYCIĄGNIĘCIE. Z listy widoków (Narzędzia główne > Widok > *Lista widoków*) wybieramy widok o nazwie *kontur1*. Ustawiamy zmienną systemową LOFTNORMALS = 1. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy kolejno od dołu do góry cztery profile (1, 2, 3, 4), zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ustawienia*. W oknie dialogowym *Opcje wyciągania złożonego* wybieramy opcję *Pasowanie gładkie* i zamykamy okno.



- Wybieramy widok o nazwie *kreska1*. (Wyświetl > Widoki > *lista widoków*). Ustawiamy zmienną systemową LOFTNORMALS = 1. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy okrągłe profile, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ścieżka* i wskazujemy linię łączącą obydwa okręgi.
- Wybieramy widok o nazwie *kreska2*. Ustawiamy zmienną systemową LOFTNORMALS = 1. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy okrągłe profile, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Prowadnice* i wskazujemy krzywe prowadzące.

- Wybieramy widok o nazwie *kontur2*.



Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy dwa prawe okrągłe profile – najpierw dolny (5), potem górny (6), wybieramy opcję *Ustawienia*, w oknie dialogowym *Opcje wyciągania złożonego* wybieramy opcję *Pasowanie gładkie* i zamykamy okno.

- Ponownie wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy dwa środkowe okrągłe profile – najpierw dolny (7), potem górny (8), wybieramy opcję *Ustawienia*, w oknie dialogowym *Opcje wyciągania złożonego* wybieramy opcję *Kąty zbieżności*, ustawiamy: kąt początkowy 45, kąt końcowy 135, wielkość początkowa 300, wielkość końcowa 200 i zamykamy okno.
- Ponownie wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy dwa lewe okrągłe profile – najpierw dolny (9), potem górny (10), wybieramy opcję *Ustawienia*. W oknie dialogowym *Opcje wyciągania złożonego* wybieramy opcję *Kąty zbieżności*, ustawiamy: kąt początkowy 45, kąt końcowy 135, wielkość początkowa 0, wielkość końcowa 0 i zamykamy okno.
- Wybieramy widok o nazwie *rzutnie*. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy dwa profile, wybieramy opcję *Ustawienia*. W oknie dialogowym *Opcje wyciągania złożonego* wybieramy opcję *Normalna do*, wybieramy z listy *Wszystkie przekroje poprzeczne* lub *Rozpocznij i zakończ przekroje poprzeczne* (jest to to samo, ze względu na to że występują tylko dwa profile) i zamykamy okno.
- Wybieramy widok o nazwie *wymiar1*. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy dwa profile, wybieramy opcję *Ustawienia*, w oknie dialogowym *Opcje wyciągania złożonego* wybieramy opcję *Kąty zbieżności*, ustawiamy: kąt początkowy 90, kąt końcowy 90, wielkość początkowa 1000, wielkość końcowa 1000 i zamykamy okno.

- Wybieramy widok o nazwie *standard*. Powinny pojawić się wszystkie - zdefiniowane przez nas – bryły.

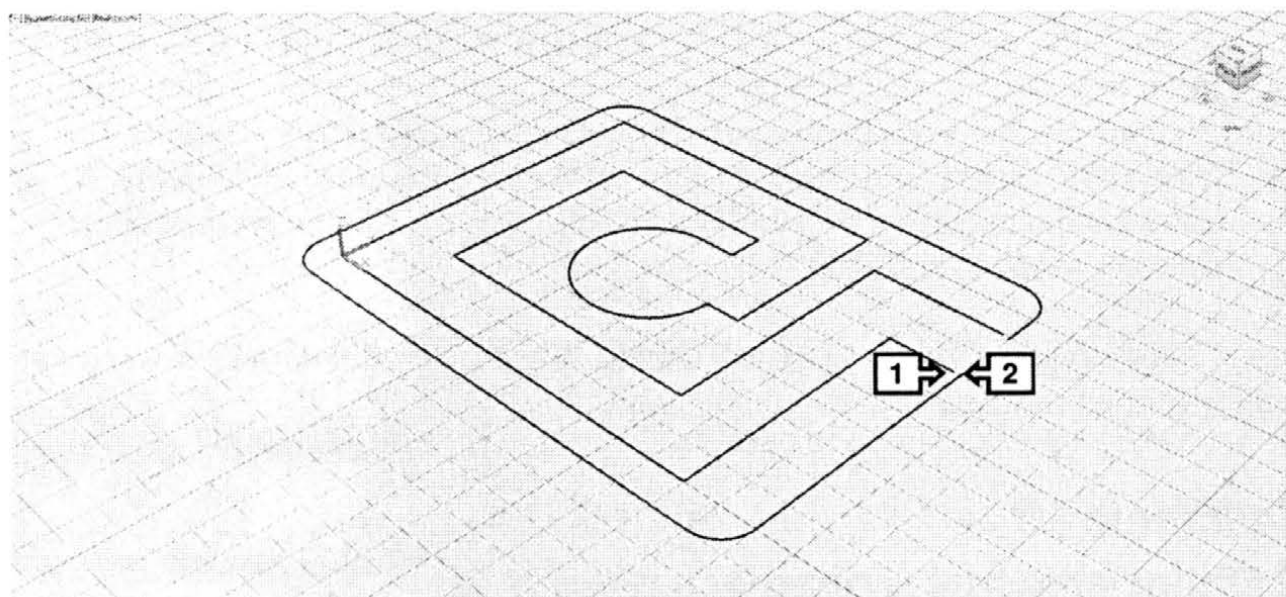
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osie1*.

Ćwiczenie 9

Definiowanie polibryły

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem polibryły.

- Otwórz rysunek *C-12-06-09-Polibryla.dwg*. Przećwiczmy samodzielne rysowanie polibryły. Rysunek przedstawia zarys prostego labiryntu. W warstwie *pom1* pokazano linie, z wykorzystaniem których narysujemy szpalery, posługując się poleceniem POLIBRYŁA. W warstwie *osie3* narysowano powierzchnię płaską symbolizującą przestrzeń pomiędzy ścieżkami. Docelową postać rysunku można zobaczyć po odblokowaniu warstw *kontur2* i *osie2*. Do wykonania ćwiczenia blokujemy te warstwy. Oprócz tego można również zablokować warstwę *osie3* – ułatwi to rysowanie.



- W pierwszej kolejności narysujemy w warstwie *osie1* polibryłę symbolizującą szpalery wewnętrzne (pokazane w warstwie *osie2*). Dla ułatwienia rysowania włączamy styl wizualny *Model szkieletowy*. Po wywołaniu polecenia POLIBRYŁA ustawiamy wysokość równą 20 (opcja *Wysokość*), szerokość równą 2 (opcja *Szerokość*) oraz wyrównanie *śRodek* (opcja *wYrównanie*). Rysowanie polibryły zaczniemy od wejścia (1). Zwróć uwagę, że linie szpaleru wewnętrznego (1) i szpaleru zewnętrznego (2)

nie stykają się. Rysujemy kolejne odcinki prostoliniowe, następnie – do narysowania części łukowej – wybieramy opcję *łUk*. Trzeba ustalić zwrot stycznej w punkcie początkowym łuku inny niż podpowiadany. Wybieramy opcję *Kierunek* i z wykorzystaniem trybu ORTO wskazujemy odpowiedni kierunek, po czym ponownie powracamy do rysowania odcinków prostoliniowych, wybierając opcję *Linia*, i kończymy polibryłę po drugiej stronie wejścia.

- Szpaler zewnętrzny (pokazany w warstwie *kontur2*) rysujemy w warstwie *kontur1*. Przyjmujemy parametry: wysokość = 30, szerokość = 4. Wyrównanie (*śRodek*) pozostawiamy bez zmian. Rysując polibryłę, przełączamy się kolejno między opcjami *Linia* i *łUk*. Możemy włączyć styl wizualny *Realistyczny* lub *Koncepcyjny*.
- Spróbujmy narysować nasze polibryły w sposób prostszy. Ustawiamy jako aktualną warstwę *wymiar1* i blokujemy warstwy, w których narysowaliśmy polibryły (*osie1* i *kontur1*). Zamienimy nasze ścieżki, wzdłuż których rysowane są polibryły, na polilinie, a same polibryły narysujemy z wykorzystaniem opcji *Obiekt*.
- W celu utworzenia z odcinków liniowych i łuków polilinii należy wywołać polecenie EDPLIN (Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Edytuj polilinię), wskazać pierwszy dowolny odcinek, potwierdzić chęć zamiany go na polinię, wybrać opcję *Dołącz* i wskazać wszystkie linie i łuki, które mają wchodzić w skład polilinii. Operację przeprowadzamy kolejno dla obydwu ścieżek wyciągania polibryły (szpaler wewnętrzny i szpaler zewnętrzny). Teraz pozostaje tylko wywołać polecenie POLIBRYŁA, ustawić jej parametry (wysokość, szerokość i wyrównanie), wybrać opcję *Obiekt* i wskazać polilinię.

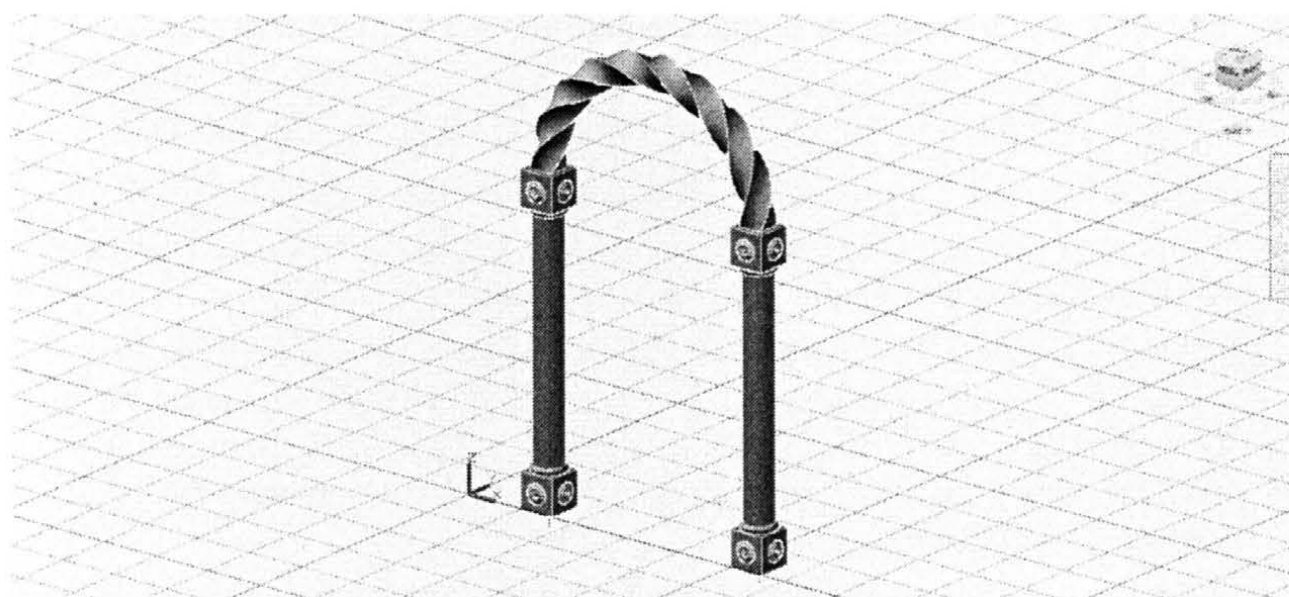
Poprawność wykonanej pracy można sprawdzić, odblokowując warstwy: *kontur2*, *osie2* i *osie3*.

Ćwiczenie 10

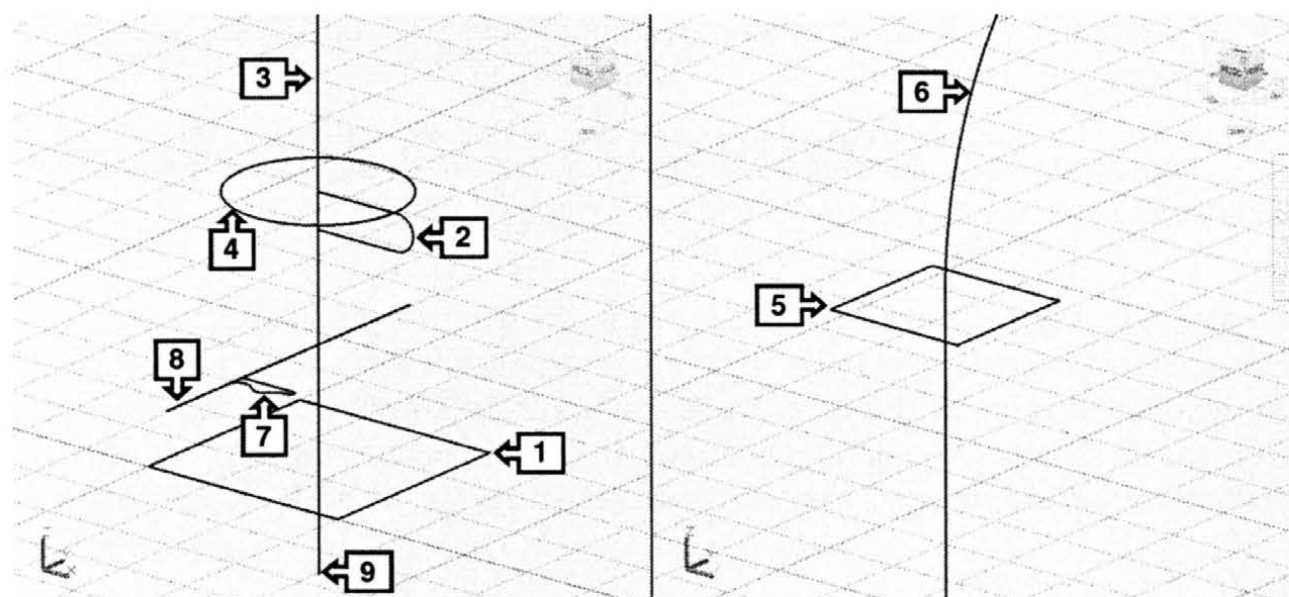
Definiowanie brył w oparciu o obiekty 2D

Cel ćwiczenia: Tworzenie obiektów bryłowych z wykorzystaniem profili dwuwymiarowych.

- Otwórz rysunek *C-12-06-10-Profil-2Ddo3D.dwg*.



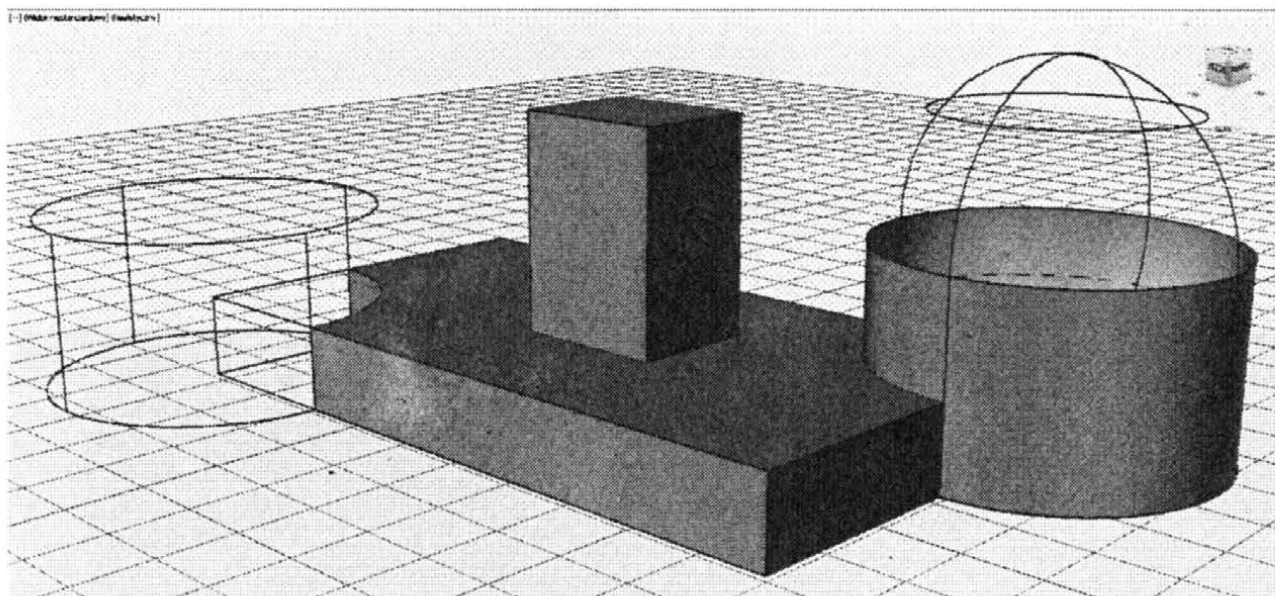
Przećwiczmy teraz tworzenie brył w oparciu o istniejące profile 2D. Celem naszym będzie utworzenie portalu składającego się z elementów składowych w postaci prostokątów, walców i innych brył, ozdobionego prostymi guzami. Portal pokazano na rysunku.



- W rysunku występują profile, które umożliwią zdefiniowanie brył. Blokujemy warstwy *osie1* i *Rzutnie*. Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1*.
- Na rysunku pokazano w dwóch rzutniach obiekty 2D, z których budować będziemy poszczególne bryły.
- Obiekt 1 wyciągniemy za pomocą polecenia WYCIĄGNIJ na wysokość 30.
- Obiekt 2 obrócimy za pomocą polecenia PRZEKRĘĆ względem osi 3 o kąt 360°.

- Obiekt **4** wyciągniemy za pomocą polecenia WYCIĄGNIJ na wysokość 200.
- Bryłę utworzoną z profilu **2** skopiujemy ponad walec na odległość 205.
- Bryłę utworzoną z profilu **1** skopiujemy ponad walec na odległość 240.
- Bryłę łuku utworzymy za pomocą polecenia SKOS, korzystając z profilu **5** i ścieżki **6**. Po wywołaniu polecenia, wskazujemy profil (**5**), wybieramy opcję *skręT*, podajemy wartość kąta obrotu 720° i wskazujemy ścieżkę (**6**).
- Bryłę guza tworzymy obracając profil **7** wokół osi **8** o 360° , posługując się poleceniem PRZEKREĆĆ. Jeśli wystąpią kłopoty z wybraniem właściwych obiektów, powiększ fragment rysunku i ewentualnie włącz styl wizualny *Model szkieletowy*.
- Narysowany guz kopiujemy na ścianę górnego prostopadłościanu.
- Obydwa guzy powielimy za pomocą szyku kołowego. Wywołujemy polecenie SZYK (Narzędzia główne > Modyfikuj > Szyk biegunowy). Jako punkt obrotu wskazujemy dolny punkt osi słupa (**9**), leżący w warstwie *osie3*. Jako obiekty wskazujemy obydwie guzy. Przyjmujemy 4 obiekty rozłożone na 360° .
- Wszystkie bryły lewej strony portalu kopiujemy na stronę prawą, odległą o 200.

Poprawnie wykonane obiekty trójwymiarowe znajdują się w zablokowanych warstwach *osie1* i *Rzutnie* – warstwy te można odblokować.



Rozdział VII

Tworzenie brył złożonych

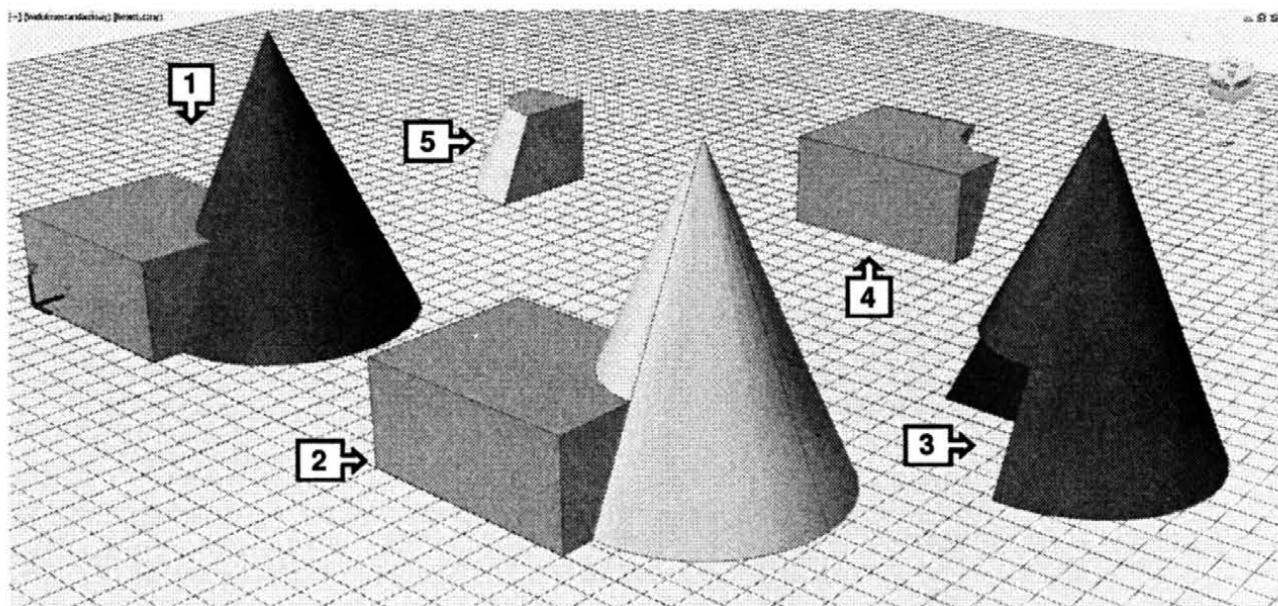
W tym rozdziale dowiemy się, w jaki sposób można przeprowadzać operacje logiczne na bryłach. Do dostępnych operacji zaliczamy dodawanie logiczne, odejmowanie logiczne oraz iloraz logiczny. Możliwość definiowania brył złożonych pozwala na tworzenie modeli dokładniejszych, zawierających więcej szczegółów i bardziej realistycznych niż modele utworzone jedynie z wykorzystaniem brył podstawowych.

Złożone modele bryłowe są tworzone przez kombinację istniejących modeli składowych i doprowadzenie ich do postaci pojedynczego modelu wynikowego. W szeregu przypadkach będzie istniała możliwość utworzenia z wielu brył podstawowych jednego modelu złożonego o skomplikowanej strukturze.

(Otwórz rysunek: *W-12-07-01-Bryly-skladane-01.dwg*.)

Na rysunku, po lewej stronie, przedstawiono kilkanaście różnych brył podstawowych. W części prawej rysunku, z brył tych – z wykorzystaniem operacji logicznych – utworzono jedną bryłę o wyszukanych kształtach.

(Otwórz rysunek: *W-12-07-02-Bryly-Skladane-02.dwg.*)

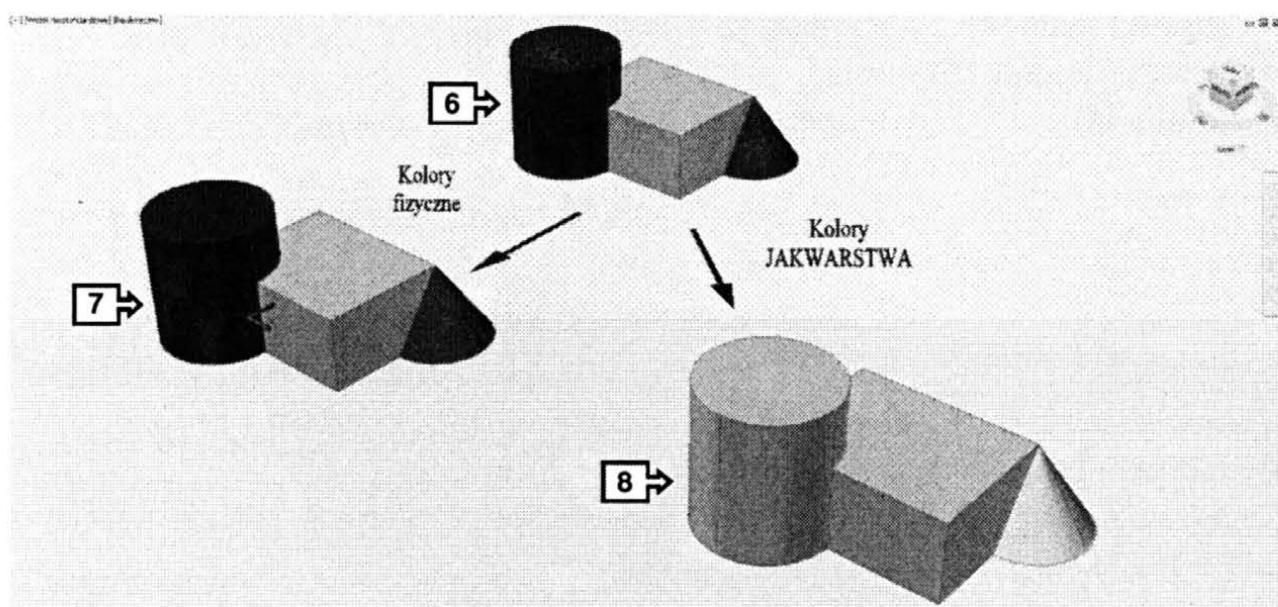


Na rysunku przedstawiono przeprowadzenie trzech operacji logicznych na tych samych dwóch bryłach podstawowych (1). Model najbliższy (2) utworzono przez sumowanie, przy czym jako pierwsza wpisana do zbioru wskazań była kostka. Model po prawej stronie (3) powstał w wyniku odejmowania od stożka kostki, a model powyżej (4) powstał w wyniku odejmowania od kostki stożka. Model w głębi (5) uzyskano w wyniku wykonania iloczynu na bryłach podstawowych.

Przy przeprowadzaniu operacji logicznych cechy modelu złożonego – takie jak warstwa lub kolor – wynikają bezpośrednio z cech obiektów składowych. Złożona bryła wynikowa jest umieszczana w warstwie, w której znajdował się obiekt bryłowy wskazany jako pierwszy. Z tego obiektu pobierane są też inne właściwości, o ile miały przypisane wartości JAKWARSTWA. Przy przypisaniu parametrów fizycznych (czyli nie JAKWARSTWA), powierzchnie w modelu złożonym – pochodzące od tych modeli składowych – będą miały parametry tych modeli, np. w takim kolorze będzie wyświetlana określona powierzchnia.

(Otwórz rysunek: *W-12-07-03-Bryly-skladane-03.dwg.*)

W górnej części rysunku przedstawiono trzy osobne bryły (6), które następnie zostaną do siebie dodane. Po lewej stronie rysunku (7) pokazano, jak będzie wyglądała bryła wynikowa, jeśli do walca i stożka przypisane zostały kolory fizyczne (oliwkowy do walca i zielony do stożka), jeśli pierwszą wskazaną bryłą była kostka. Po prawej stronie rysunku (8) występuje bryła wynikowa, powstała przez dodanie brył składowych, przy założeniu że do walca i stożka przypisano kolor logiczny JAKWARSTWA i gdy pierwszą wskazaną bryłą była kostka.



Tworzenie brył przez sumowanie

Do przeprowadzenia operacji sumowania dwóch lub więcej brył wykorzystujemy polecenie SUMA. Po wywołaniu polecenia należy wskazać wszystkie bryły, które mają być zsumowane i zamknąć zbiór wskazań. Polecenie SUMA można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Suma
lub

Bryła > Operacje logiczne > Suma

PN: Modelowanie > Suma

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Suma

LP: SUMA

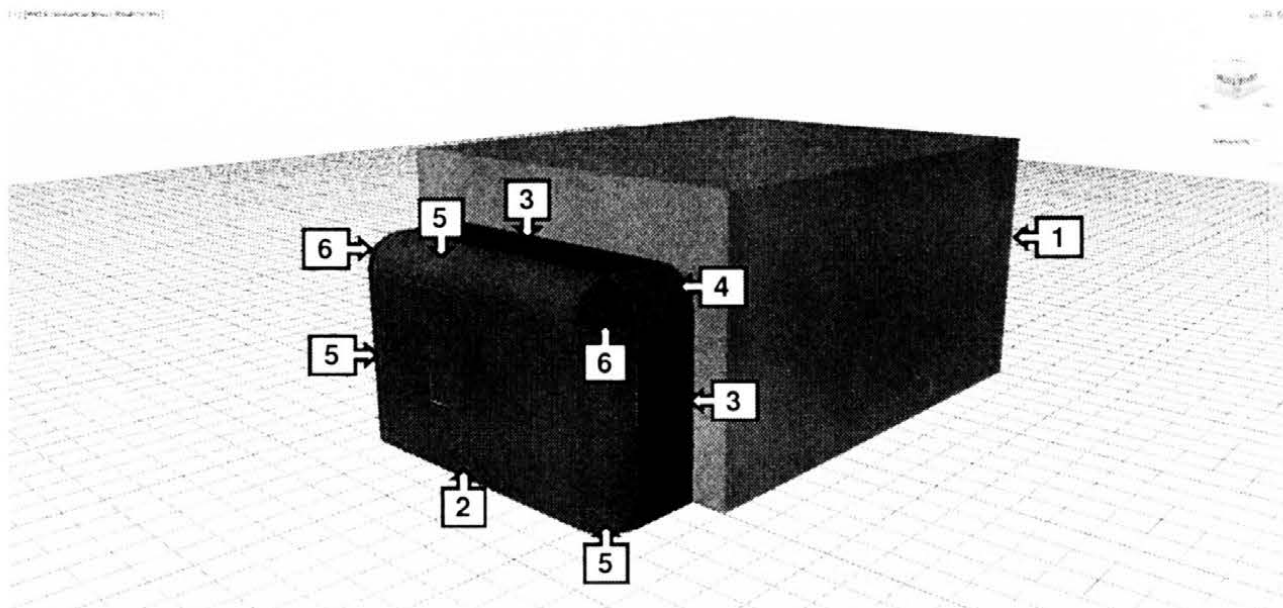
Dla zademonstrowania operacji sumowania brył otworzymy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-07-04-Suma.dwg*.)

W rysunku występuje pięć kostek, dwie kule i pięć walców. Kostka największa jest kostką główną, do której będziemy dodawali pozostałe elementy. Poszczególne obiekty (bryły podstawowe) umieszczono w warstwach:

- kostka duża (1) – *pom1*,
- kostka średnia (2) – *kreska1*,
- 3 kostki małe (3) – *kontur1*,

- 2 wałki małe (4) – *Rzutnie*,
- 3 wałki średnie (5) – *osieł*,
- 2 kule (6) – *wymiar1*.



Można kolejno włączać widoczność warstw w celu pokazania poszczególnych brył podstawowych. Przed sumowaniem włączymy widoczność wszystkich warstw poza zablokowaną warstwą *pom2*, w której narysowane jest rozwiązanie. Dodawanie rozpoczynamy od wywołania polecenia SUMA i wskazania jako pierwszej tej bryły, od której przejęte zostaną właściwości bryły wynikowej, czyli największej kostki występującej w warstwie *pom1*. Następnie oknem możemy wskazać wszystkie bryły i zamykamy zbiór wskazań. Wygenerowana zostanie bryła wynikowa.

Poprawność wykonanych poleceń można sprawdzić odblokowując warstwę *pom2*.

Tworzenie brył przez odejmowanie

Odejmowanie logiczne pozwala na odejmowanie od jednej grupy brył innej grupy brył. W najprostszym przypadku odejmowana jest bryła od bryły. Po wywołaniu polecenia RÓŻNICA wskazujemy bryły, od których będziemy odejmowali, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy bryły, które będą odejmowane i zamykamy drugi zbiór wskazań.

Polecenie RÓŻNICA można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Różnica

lub

Bryła > Operacje logiczne > Różnica

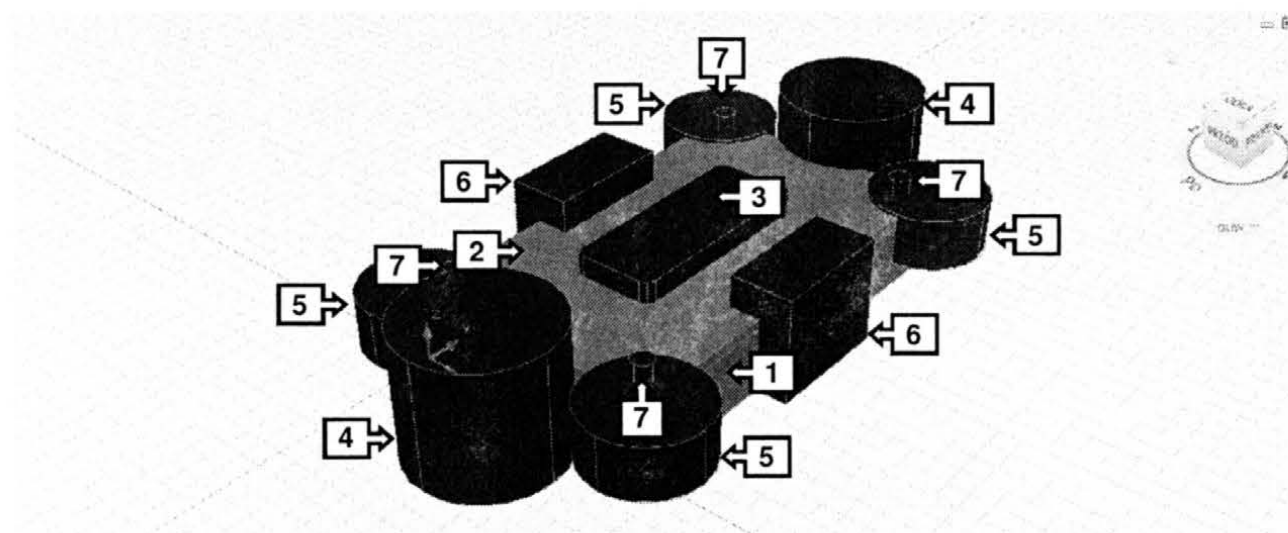
PN: Modelowanie > Różnica

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Różnica

LP: RÓŻNICA

(Otwórz rysunek: *W-12-07-05-Roznica-01.dwg*.)

W rysunku występuje część główna (1), która jest umieszczona w warstwie *osiel*. W warstwie *kreska1* narysowano pokrywę (2) o takim samym kształcie, jaki ma część główna (1). Pozostałe elementy znajdują się w warstwie *kontur1* i będą to elementy odejmowane. W celu obejrzenia bryły docelowej można wywołać widok *Docelowy*.



Powracamy do widoku *Standard* i od pokrywki w warstwie *kreska1* (2) odejmujemy graniastosłup (polecenie RÓŻNICA) znajdujący się w środku zarysu docelowego (3). Następnie scalamy część główną (1) z pokrywką (2), posługując się poleceniem SUMA – w pierwszej kolejności wskazujemy część główną (1).

W następnym kroku, korzystając z polecenia RÓŻNICA, odejmujemy od bryły głównej duże walce (4), średnie walce (5) i prostopadłościany (6) – pozostawiamy cztery walce o małej średnicy (7) (nie jest to niezbędne – można odejmować wszystko). Na zakończenie odejmujemy cztery walce o małej średnicy (7).

Poprawne rozwiązanie można znaleźć w zablokowanej warstwie *pom1*.

Tworzenie brył przez zdefiniowanie części wspólnej

Do uzyskania części wspólnej brył korzysta się z polecenia ILOCZYN. Po wywołaniu polecenia wybiera się bryły i zamyka zbiór wskazań. Jednorazowo można wybrać więcej brył niż dwie. Polecenie ILOCZYN można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Iloczyn

lub

Bryła > Operacje logiczne > Iloczyn

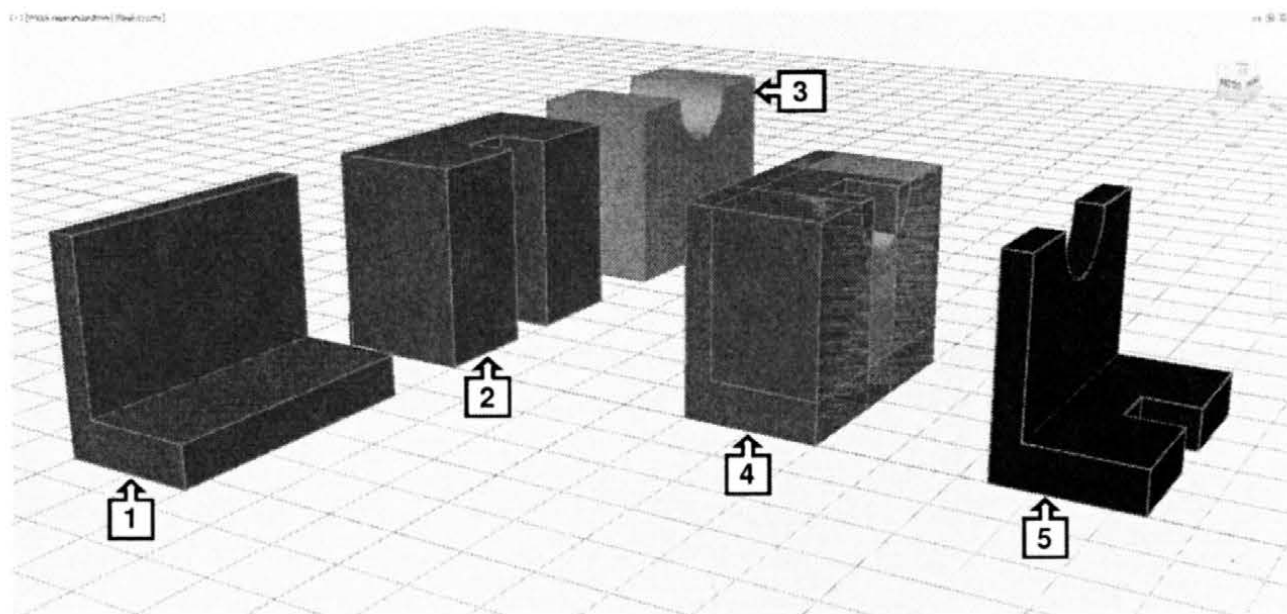
PN: Modelowanie > Iloczyn

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Iloczyn

LP: ILOCZYN

(Otwórz rysunek: *W-12-07-06-Iloczyn-01.dwg*.)

W rysunku występują trzy bryły, które powstały z trzech rzutów prostokątnych bryły wynikowej, tak jak to ma miejsce w typowym rysunku technicznym (1, 2, 3). W środkowej części rysunku bryły te zostały nałożone na siebie (4). Znalezienie wspólnej części tych brył powinno zaowocować uzyskaniem bryły wynikowej (5).



Na nałożonych na siebie bryłach możemy wykonać operację iloczynu logicznego, wywołując polecenie ILOCZYN. Po wywołaniu polecenia wskazujemy

nałożone na siebie bryły i zamykamy zbiór wskazań. Powinniśmy otrzymać bryłę wynikową (5).

Sprawdzanie kolizji

Sprawdzanie występowania kolizji między bryłami można przeprowadzić za pomocą polecenia PRZENIKANIE. Sprawdzenie może dotyczyć jednocześnie większej liczby brył niż dwie. Polecenie PRZENIKANIE można wywołać następująco:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Przenikanie

lub

Bryła > Edycja brył > Przenikanie

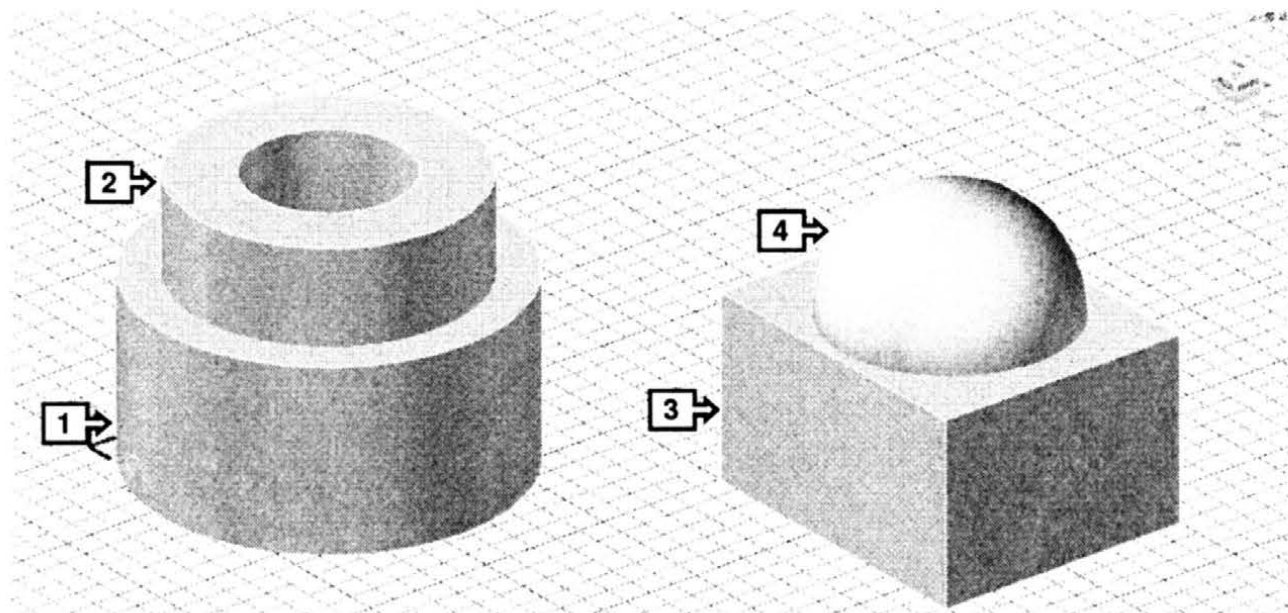
PN: -----

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Sprawdzanie przenikania

LP: PRZENIKANIE

Dla zademonstrowania sprawdzania kolizji oraz opcji tego polecenia otworzymy rysunek.

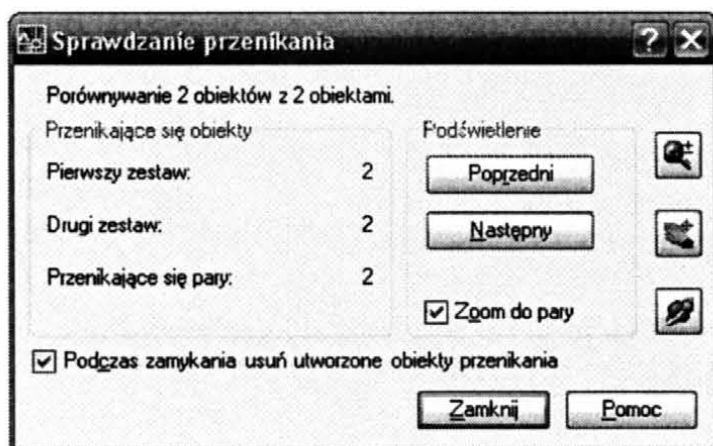
(Otwórz rysunek: *W-12-07-07-Przenikanie-01.dwg*.)



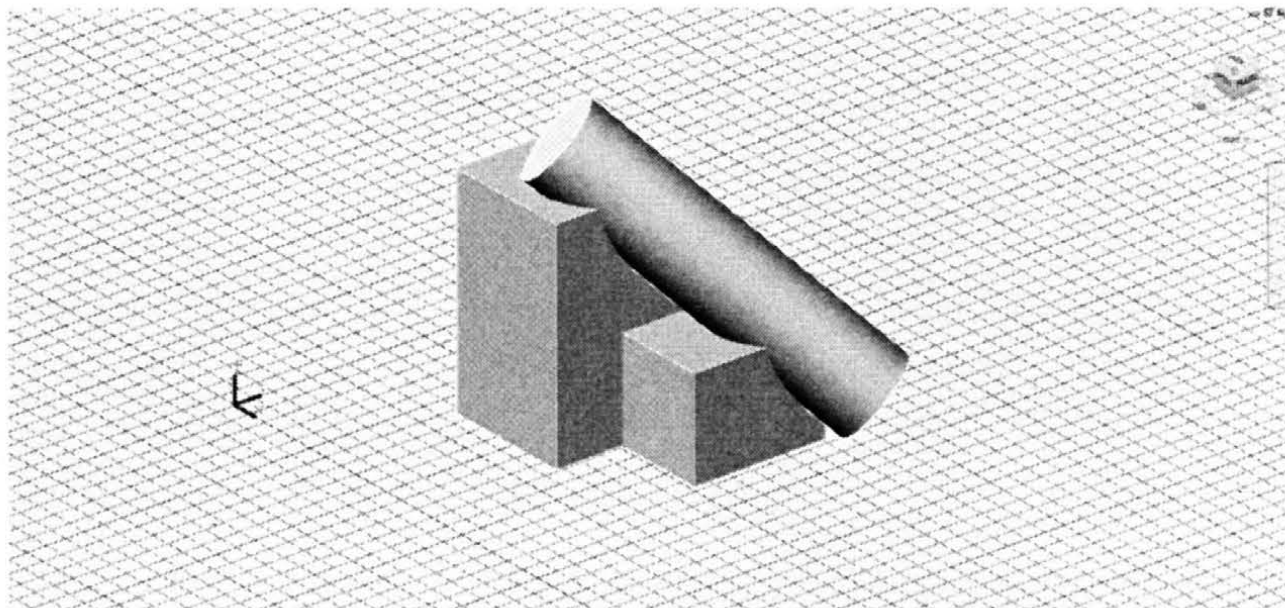
W rysunku widoczne są dwie grupy brył, które są pokazane w widoku *Standard*. Po lewej stronie narysowano dwa pierścienie (1 i 2), które mają pewną część wspólną, czyli występuje między nimi kolizja. Podobna kolizja występuje

w parze brył narysowanych po prawej stronie. Jest tam kostka z odjętym fragmentem kuli (3) oraz kula (4) nieco większa od kuli odjętej od kostki.

W poleceniu PRZENIKANIE standardowo definiuje się dwa zbiory wskazań. Sprawdzane są kolizje między tymi zbiorami. Po wywołaniu polecenia wskazujemy dwie bryły narysowane w warstwie *kontur1* (1 i 3), zamykamy zbiór wskazań; wskazujemy dwie bryły narysowane w warstwie *kreska1* (2 oraz 4) i zamykamy drugi zbiór wskazań. Zostaje wyświetlone okno dialogowe *Sprawdzanie przenikania*, w którym można ustawić parametry oraz przeglądać kolejno pary kolizyjne.



W oknie tym wyświetlane są również informacje o liczbie zestawów oraz istnieje możliwość wybrania szybkiego zoomu, szybkiego nowego fragmentu oraz orbity ograniczonej. Jeśli chcemy zachować bryły kolizyjne, wtedy trzeba w oknie dialogowym usunąć znacznik z okienka wyboru *Podczas zamykania usuń utworzone obiekty przenikania*.

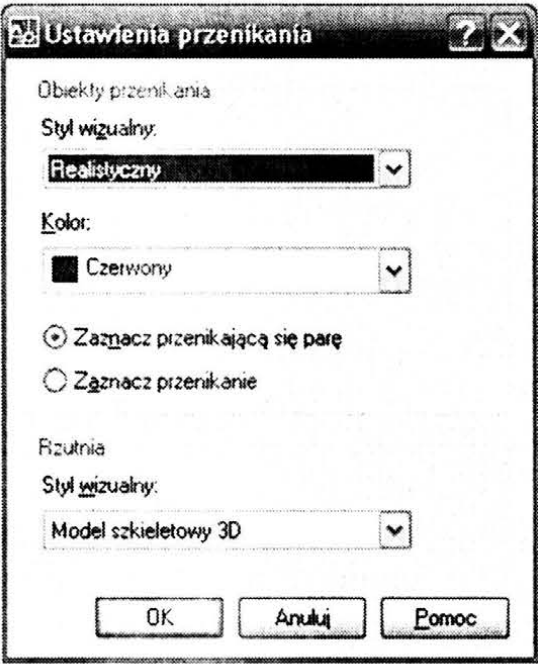


Po zademonstrowaniu kolizji na tych dwóch zestawach brył, wyświetlamy widok o nazwie *Drugi*.

Na rysunku występują trzy bryły wzajemnie ze sobą splecione. Po wywołaniu polecenia wybieramy wszystkie bryły do pierwszego zbioru wskazań, a drugi zbiór wskazań zamykamy jako pusty. Sprawdzane będą kolizyjności we wszystkich rozpoznanych parach. Należy zwrócić uwagę, że wybrane arbitralnie przez program pary nie muszą nam odpowiadać, mimo że wszystkie kolizje zostały uwidocznione. Bryły kolizyjne można zapisać. Są one zapisywane w warstwie aktualnej. Dobrze jest tworzyć te bryły kolizyjne w innej warstwie niż warstwy, w których występują bryły porównywane. Pozwoli to na bezproblemowe wyświetlenie brył kolizyjnych, które przecież zawsze znajdują się wewnątrz brył sprawdzanych.

W poleceniu występują dodatkowe opcje.

PRZENIKANIE	
Opcje	Opis
ZAGnieżdżone zaznaczenie	Opcję wywołuje się wtedy, gdy chcemy wskazać bryłę, która jest elementem bloku.
USTawienia	Pozwala na wyświetlenie okna dialogowego <i>Ustawienia przenikania</i> , w którym można określić parametry obiektu przenikania (styl wizualny, kolor, zaznaczenie pary) i rzutni (styl wizualny).



Obok pokazano okno dialogowe *Ustawienia przenikania*.

Uwaga

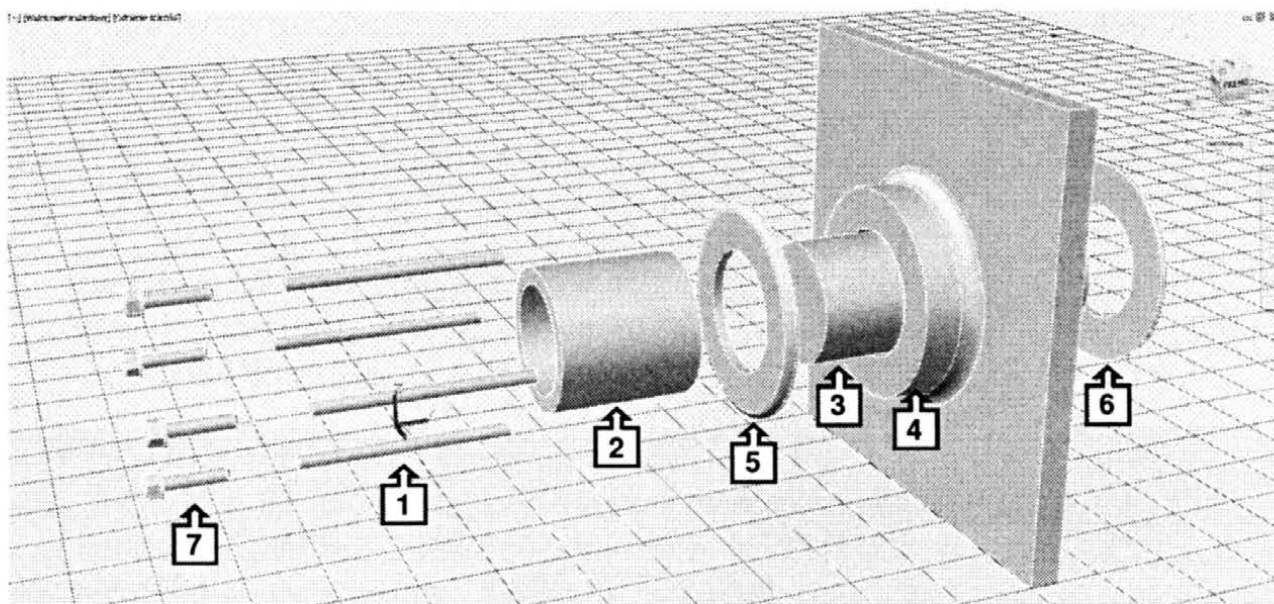
Gdy chcesz zachować w rysunku bryły składowe, stosuj polecenie PRZENIKANIE. Jeśli zastosujesz polecenie ILOCZYN, bryły składowe zostaną usunięte. W rysunku pozostaną tylko bryły przenikania.

Ćwiczenie 11

Tworzenie bryłowych modeli złożonych I

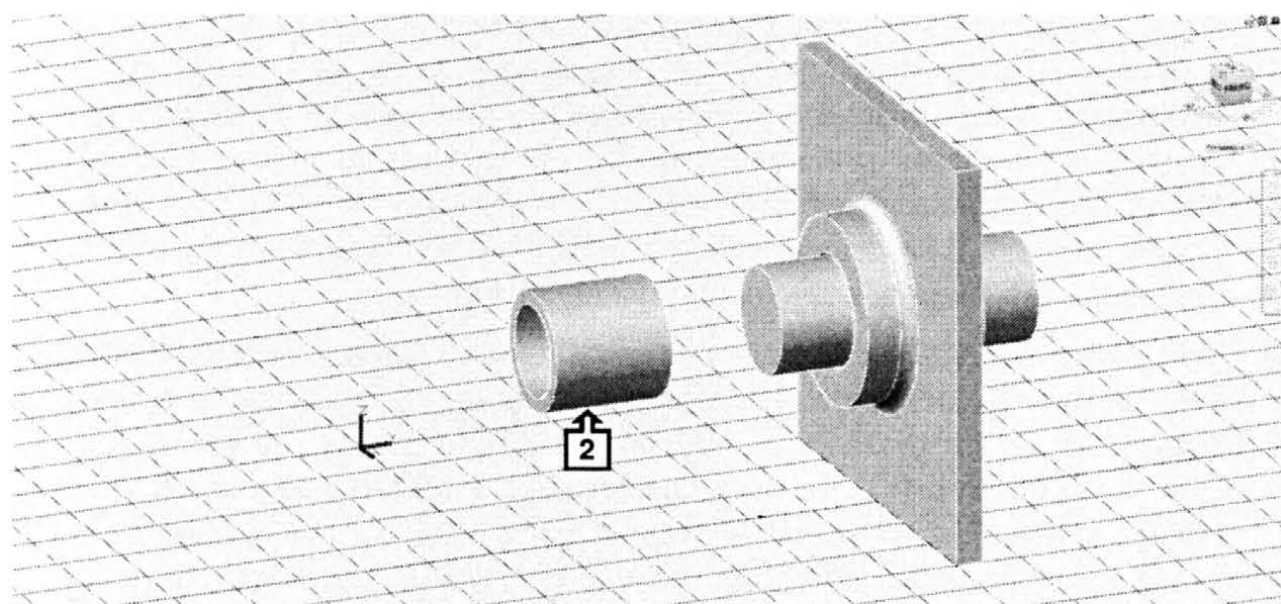
Cel ćwiczenia: Składanie projektu z gotowych brył prostych z wykorzystaniem funkcji standardowych, funkcji logicznych oraz sprawdzania kolizji brył.

- Otwórz rysunek *C-12-07-11-Bryly-zlozone-01.dwg*. W rysunku istnieją już wszystkie obiekty, które mają wchodzić w skład projektu.



Pręty (1), występujące w warstwie *wymiar1*, są obiektami pomocniczymi. Tuleja (2), występująca w warstwie *Rzutnie*, jest źle zwymiarowana, co będzie wymagało sprawdzenia kolizji tej tulei z wałkiem (3) oraz z gniazdem (4) części głównej i zmusi nas do wprowadzenia odpowiednich korekt.

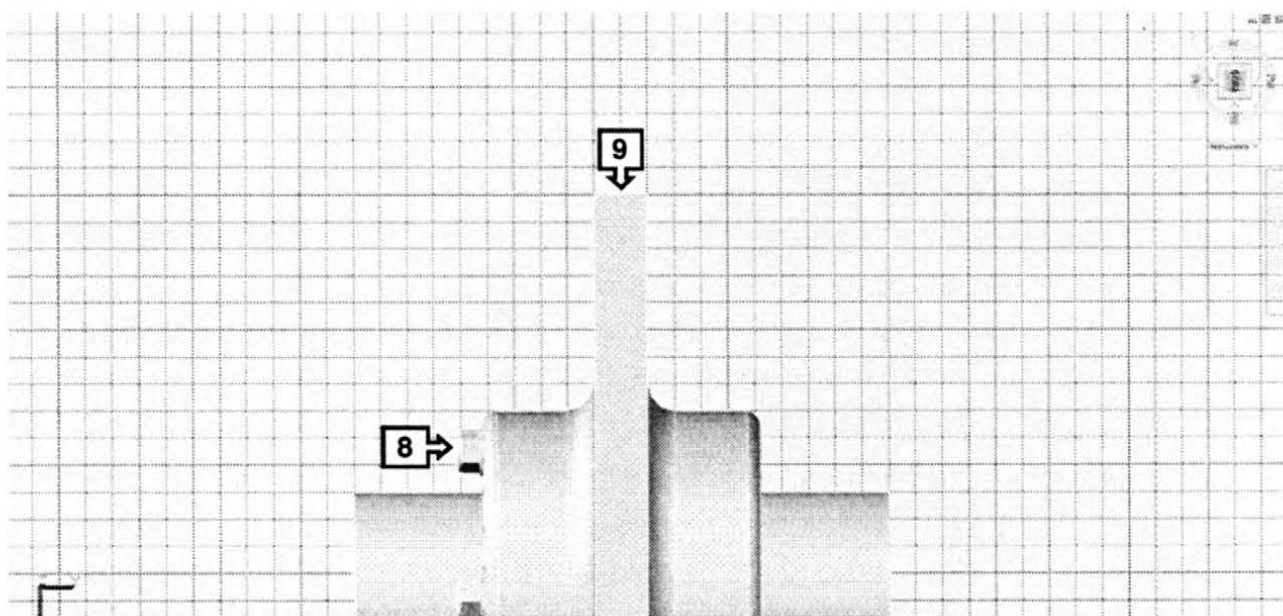
- W pierwszej kolejności wprowadzimy tuleję (2 – warstwa *Rzutnie*) do gniazda części głównej (4 – warstwa *kontur1*). W celu poprawienia widoczności części, którymi będziemy się teraz zajmować, wyłączamy widoczność warstw: *kreska1*, *wymiar1* i *pom1*. Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar2*.
- Klikamy tuleję (2), pojawia się metauchwyt. Jeśli zachodzi taka potrzeba, zmieniamy tryb metauchwyty na *Przesuń*. Wybieramy oś Y metauchwyty i przesuwamy tuleję wzdłuż tej osi o 233 jednostki w kierunku wartości dodatnich. Tuleja powinna schować się wewnątrz części głównej.



- Za pomocą orbity ustawiamy widok tak, aby widoczne były wszystkie trzy bryły. Sprawdzimy teraz występowanie ewentualnych kolizji. Wywołujemy polecenie PRZENIKANIE i wskazujemy wszystkie trzy bryły (drugi zbiór wskazań w poleceniu zamykamy pustą). W oknie dialogowym *Sprawdzanie przenikania* usuwamy znacznik z okienka *Podczas zamykania usuń utworzone obiekty przenikania*. Klikamy przycisk *Zamknij*. Po zakończeniu polecenia bryły kolizyjne pozostaną w aktualnej warstwie (*wymiar2*).
- Wyłączamy widoczność warstw: *kontur1*, *osie1* oraz *Rzutnie*. W rysunku pozostaną dwie bryły kolizyjne. Zewnętrzną tuleję kolizyjną przenosimy do warstwy *wymiar3* i wyłączamy widoczność tej warstwy. Włączamy widoczność warstwy *Rzutnie*. Od tulei (2 – z warstwy *Rzutnie*) odejmujemy widoczną bryłę kolizyjną, wtedy wewnątrz tulei będzie dopasowane do wałka.
- Włączamy widoczność warstwy *wymiar3* i odejmujemy od tulei (2) drugą bryłę kolizyjną. Teraz tuleja będzie pasowała zarówno do gniazda w części głównej, jak i do wałka (3). Włączamy widoczność warstw: *kontur1*, *osie1* i *pom1*. Uwidocznione zostały dwie pokrywki (5 i 6), które przysuwniemy do części głównej.
- Klikamy jedną pokrywkę (5) pojawia się metauchwyt. Wybieramy przesuwanie wzdłuż osi Y i przesuwamy pokrywkę w kierunku części głównej o 90 jednostek. Taką samą operację przeprowadzamy dla drugiej pokrywki (6).
- Włączamy widoczność warstwy *wymiar1*. Pojawiają się cztery wałki (1). Tak dostosowujemy widoczność, aby wałki pojawiły się na ekranie. Wałki są obiektami pomocniczymi, za pomocą których zostaną wykonane otwory w części głównej i w pokrywkach. Później w otworach tych umieścimy

śruby mocujące pokrywki. Przesuwamy wałki w obręb części głównej o około 370 jednostek, korzystając z metauchwytów. Za pomocą orbity ustawiamy widoczność pod pewnym kątem i od części głównej oraz pokrywek odejmujemy przesunięte wałki. Po wywołaniu polecenia RÓŻNICA, do pierwszego zbioru wskazań wybieramy obydwie pokrywki i część główną, a do drugiej cztery wałki. Przy wyborze poszczególnych brył może zajść konieczność posługiwania się orbitą.

- Włączamy widoczność warstwy *kreska1* i wywołujemy widok GÓRA. Włączamy widok równoległy. Ze względu na to, że potrzebne nam będą również śruby do mocowania pokrywki z drugiej strony, będziemy musieli powielić śruby (7) za pomocą polecenia LUSTRO. Pamiętajmy, że oprócz samych śrub osobno występują podkładki. Są one umieszczone w tej samej warstwie co śruby. Aby ułatwić sobie operowanie śrubami i podkładkami, złączymy je w jedną grupę.
- Wywołujemy polecenie GRUPA (Narzędzia główne > Grupy > Grupa) i wskażemy oknem wszystkie śruby i podkładki. Możemy grupie nadać nazwę. W tym celu wybieramy opcję *NAzwa* i nadajemy nazwę, np. *SR1*.
- Możemy teraz przystąpić do przesunięcia śrub do pokrywki. Klikamy dowolną śrubę, wybrana zostanie cała grupa. Przesuwamy grupę wzdłuż osi Y o 455 jednostek.
- Następnym krokiem będzie powielenie śrub dla drugiej pokrywki.



Dokonamy tego za pomocą polecenia LUSTRO3D (Narzędzia główne > Modyfikuj > Lustro 3D).

Po wywołaniu polecenia, klikamy jedną ze śrub (8), zaznaczona zostanie cała grupa. Wybieramy opcję ZX i – z wykorzystaniem trybu dowiązania punktu do obiektu *SYMetria* – wskazujemy punkt 9, przez który ma

płaszczyzna przechodzić. Na zakończenie polecenia LUSTRO3D wybieramy opcję z pozostawieniem obiektów pierwotnych. Uzyskaliśmy komplet śrub.

- Ustawiamy widok opracowanego zespołu zgodnie z własnymi preferencjami i kończymy pracę z rysunkiem.

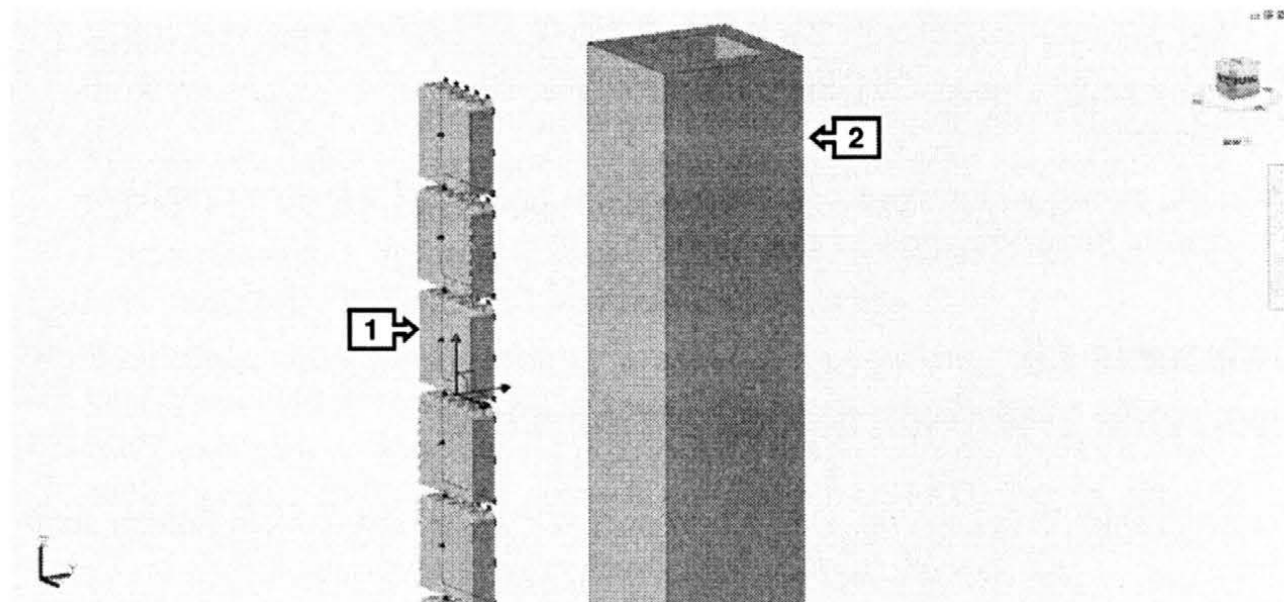
Ćwiczenie 12

Tworzenie bryłowych modeli złożonych II

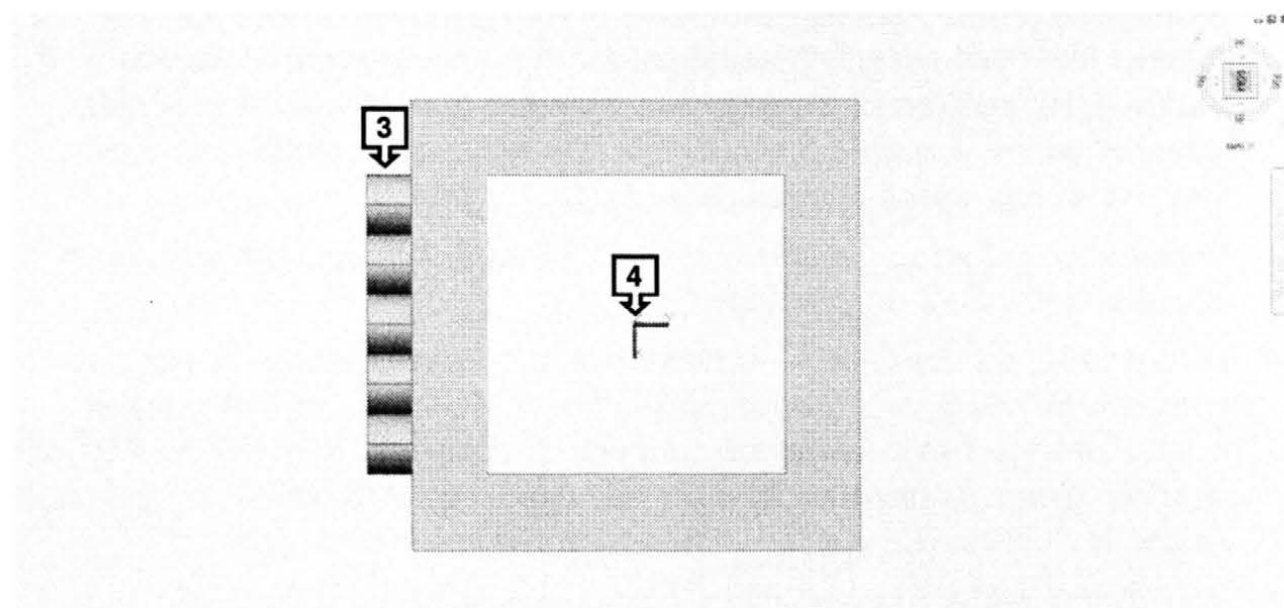
Cel ćwiczenia: Składanie projektu z brył prostych z wykorzystaniem funkcji standardowych, funkcji logicznych oraz sprawdzania kolizji brył.

- Otwórz rysunek *C-12-07-12-Bryly-zlozone-02.dwg*. W rysunku istnieją już wszystkie profile rozmieszczone w przestrzeni 3D, które posłużą do zbudowania kampanili, czyli wolno stojącej wieży dzwonnej. W oparciu o istniejące profile zostaną zbudowane bryły składowe, do których zastosujemy funkcje logiczne. Ostateczna postać projektu jest pokazana w warstwach: *pom2*, *osie2* i *wymiar2*, a wywołać ją można ustawiając jako aktualny widok o nazwie *Sprawdzenie*. Do realizacji projektu jako aktualny ustawiamy widok o nazwie *Standard*.
- Wyłączamy widoczność warstw: *kontur2*, *kontur3*, *kontur4*, *kontur5* i jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1*.
- Dwa profile, występujące w warstwie *kontur1*, wyciągamy – za pomocą polecenia WYCIĄGNIJ (Narzędzia główne > Modelowanie > Wyciągnij) – na wysokość 1400. Następnie, za pomocą polecenia RÓŻNICA, odejmujemy mniejszy prostopadłościan od większego. Otrzymaliśmy mury wieży, czyli bryłę główną.
- Wyłączamy widoczność warstwy *kontur1* i włączamy widoczność warstwy *kontur2*. Profile przedstawiają zarysy wgłębień w murach wieży na każdej kondygnacji.

Utworzymy z nich bryły, przesuniemy te bryły w kierunku muru, powielimy je dla wszystkich czterech ścian bocznych wieży za pomocą polecenia SZYKBIEGUN i odejmiemy od bryły głównej. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ, wybieramy wszystkie profile i podajemy wysokość wyciągnięcia równą 50. Przesuniemy teraz nowo utworzone bryły (1) w kierunku wieży (2) o 370 jednostek wzdłuż osi Y. Włączamy tryb ORTO i wybieramy bryły do przesunięcia. W metauchwycie wybieramy oś Y, przesuwamy kursor we właściwym kierunku i podajemy z klawiatury wartość 370.



- Trzeba teraz powielić te bryły na wszystkie ściany. Na kostce ViewCube ustawiamy widok GÓRA i widok odpowiednio kadrujemy.

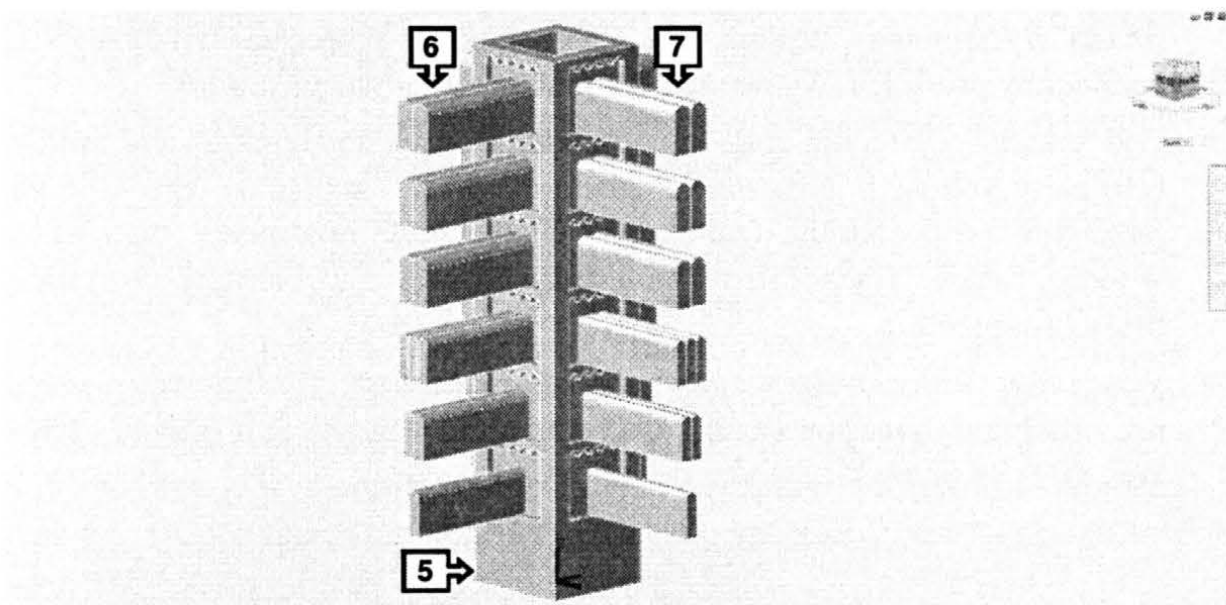


Wywołujemy polecenie SZYKBIEGUN, wybieramy bryły (3) do powielenia za pomocą okna przecinającego (żeby wybrać wszystkie), jako środek szyku ustalamy punkt [0,0] (4), liczbę elementów ustalamy na 4, kąt do wypełnienia przyjmujemy równy 360° . Z dostępnych opcji wybieramy opcję *ZEspolony* i wybieramy opcję *Nie*. Za pomocą orbity sprawdzamy, czy wszystkie bryły zostały poprawnie powielone. Jeśli tak nie jest, cofamy się o krok i ponawiamy operację.

- Teraz należy odjąć bryły od bryły głównej. Wywołujemy polecenie RÓŻNICA, wskazujemy bryłę główną, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy wszystkie bryły do odjęcia – przy wskazywaniu tych brył

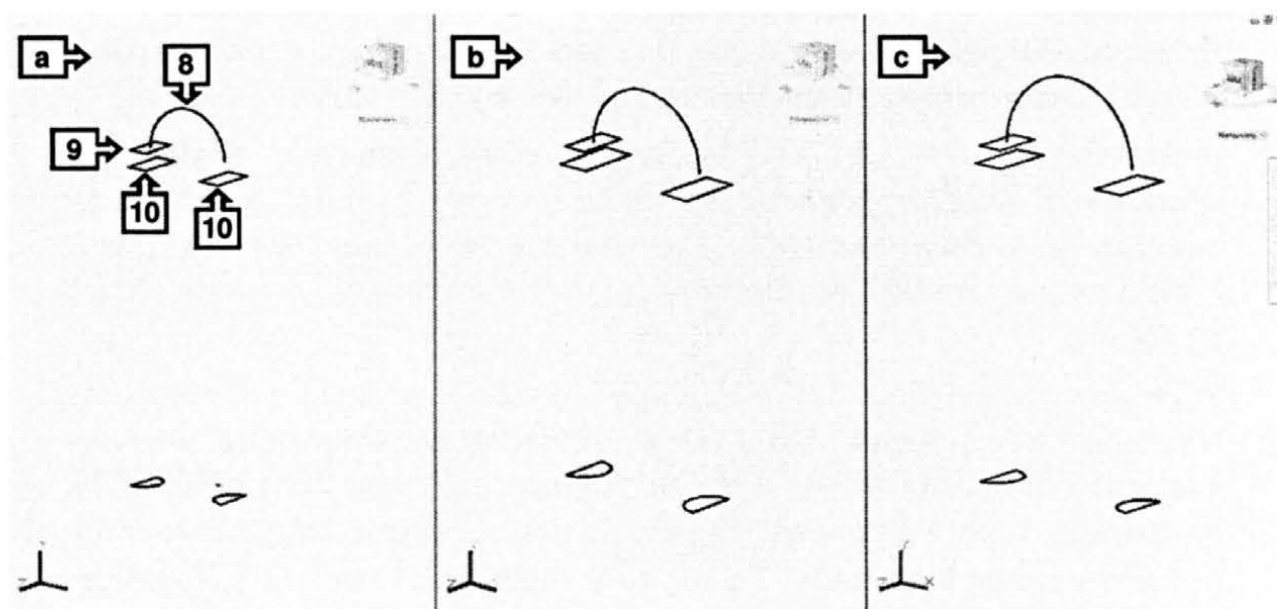
konieczne jest posłużenie się oknem przecinającym – i zamykamy zbiór wskazań. Jeśli trzeba, operację odejmowania można przeprowadzić etapami. Po zakończeniu odejmowania można wywołać widok o nazwie *Standard*.

- Przechodzimy teraz do wykonania otworów okiennych. Wyłączamy widoczność warstw: *kontur1*, *kontur2*, *kontur4*, *kontur5*, a włączamy widoczność warstwy *kontur3*. Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1*. Uwidocznione zostały profile otworów okiennych dla poszczególnych poziomów.
- Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ, wybieramy profile i podajemy wysokość wyciągnięcia równą -800. Wyłączamy widoczność warstwy *kontur3*. Powielamy nowe bryły za pomocą polecenia SZYKBIEGUN. Wybieramy bryły do powielenia, jako środek szyku ustalamy punkt [0,0], podajemy liczbę elementów 2 i kąt do wypełnienia równy 90°. Z dostępnych opcji wybieramy opcję *ZEspolony* i wybieramy opcję *Nie*.
- Odejmiemy bryły nowe od bryły głównej.

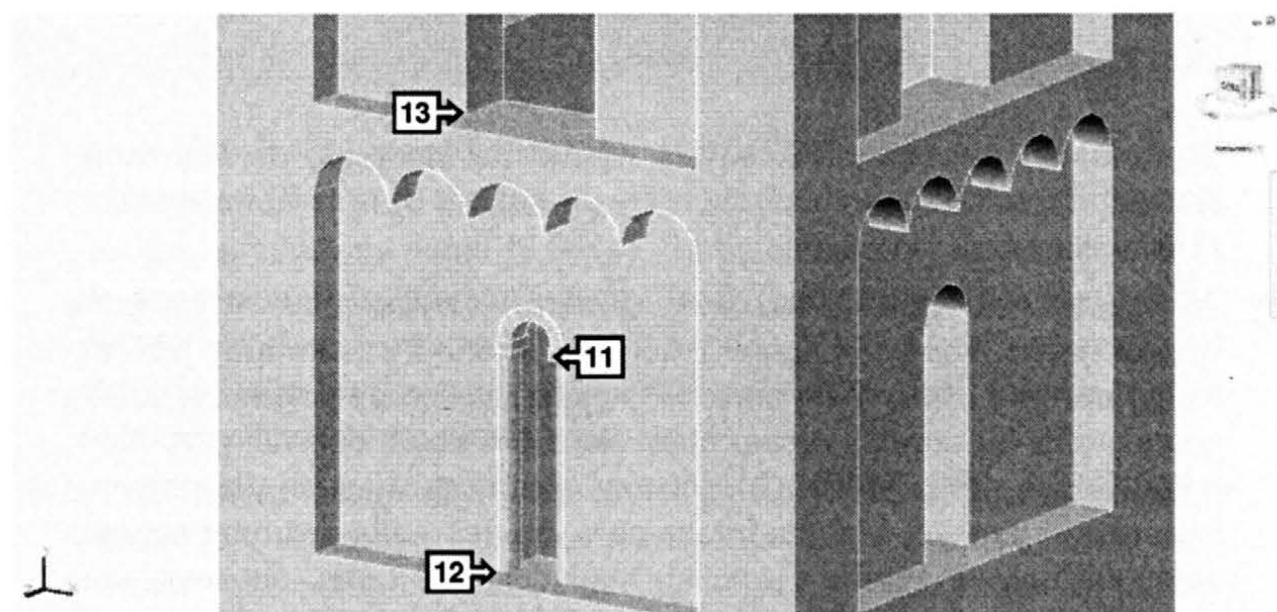


Wywołujemy polecenie RÓŻNICA, wybieramy bryłę główną (5), zamykamy zbiór wskazań, wybieramy bryły do odjęcia (6 oraz 7) i zamykamy zbiór wskazań.

- Włączamy widoczność warstwy *kontur4*, wyłączamy widoczność warstw: *pom1*, *kontur1*, *kontur2*, *kontur3*, *kontur5* i ustawiamy jako aktualną warstwę *osie1*. W rysunku występują trzy grupy profili. Najniższa grupa profili (a) dotyczy ornamentów okien dla trzech dolnych poziomów, wyżej leżąca grupa profili (b) dotyczy ornamentów okien dla poziomu czwartego i piątego, a grupa leżąca najwyżej (c) – dla poziomu najwyższego (szóstego). Profile i ścieżki wyglądają tak samo, ale mają inne wymiary, dostosowane do poszczególnych okien.



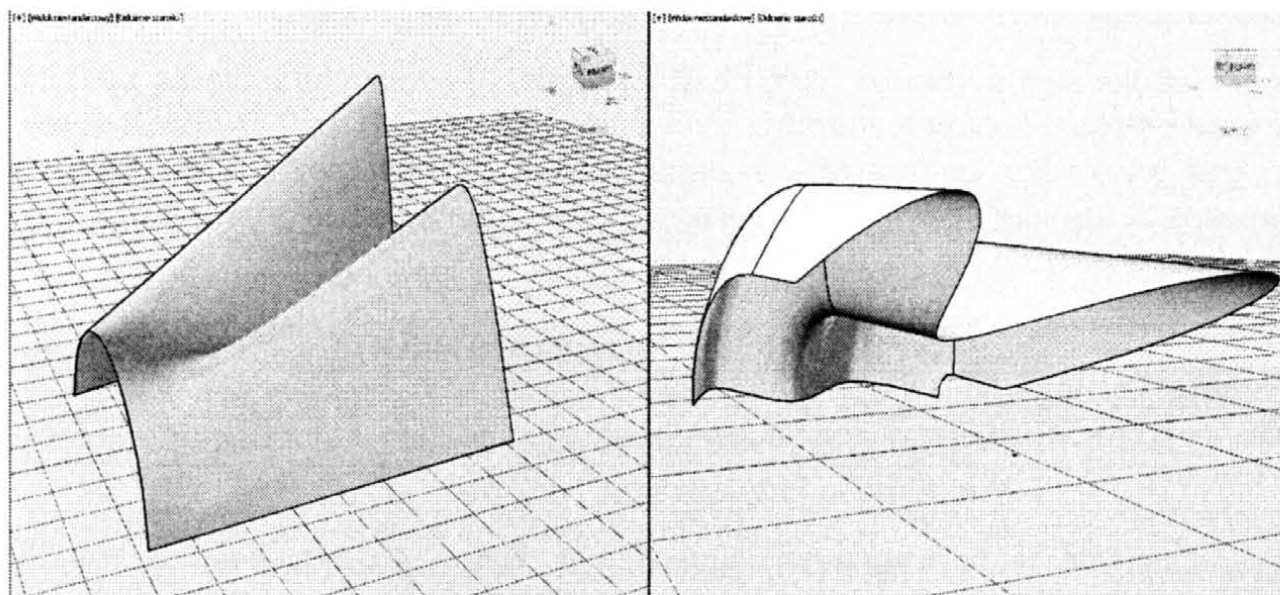
- Rozpoczniemy od poziomu najniższego. Przywołamy ten fragment na ekran (a). W górnej części występuje łuk (8) i mniejszy profil prostokątny (9). Profil ten wyciągniemy wzdłuż łuku. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ, wybieramy prostokąt, wybieramy opcję *Ścieżka* i wskazujemy łuk.
- Pod arkadą występują dwa prostopadłościany. Wyciągamy ich profile (10) na wysokość 5 jednostek. Pozostaje nam wyciągnąć na wysokość 98 jednostek profile dolne (półokręgi). Połączymy ornamenty tego okna w jedną całość. Wywołujemy polecenie SUMA i wybieramy wszystkie bryły ornamentu.
- Włączymy widoczność warstwy *pom1*. Powielimy zdefiniowany przez nas ornament okna pierwszej kondygnacji dla kondygnacji drugiej i trzeciej, gdyż są one takie same.



Wywołujemy polecenie KOPIUJ, wskazujemy ornament (11), zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy lewy dolny punkt ornamentu jako punkt bazowy (12), wskazujemy punkty lewe dolne w oknach na drugiej (13) i trzeciej kondygnacji oraz prawe dolne punkty w ornamentach już wstawionych tak, aby utworzyć na drugiej kondygnacji dwa ornamenty obok siebie i na trzeciej kondygnacji trzy ornamenty obok siebie. Jeśli trzeba, czynność tę można wykonać etapami. Scalamy ornamenty na każdej kondygnacji w jedną całość za pomocą polecenia SUMA. Ułatwi to późniejsze wybieranie tych obiektów.

- Powtórz ten sam cykl operacji dla ornamentów okien kondygnacji czwartej i piątej. Rozpoczynamy od wyłączenia widoczności warstwy *pom1* i włączenia widoczności warstwy *kontur4*. Półokręgi wyciągamy na wysokość 98, większe prostokąty na wysokość 5, a mniejszy prostokąt – wzdłuż łuku.
- Powtarzamy ten sam cykl operacji dla ostatniej kondygnacji. Rozpoczynamy od wyłączenia widoczności warstwy *pom1* i włączenia widoczności warstwy *kontur4*. Półokręgi wyciągamy na wysokość 98, większe prostokąty na wysokość 5, a mniejszy prostokąt – wzdłuż łuku.
- Pozostaje czynność powielenia ornamentów w taki sposób, aby wypełniały wszystkie okna. Wyłączamy widoczność warstw: *kontur1*, *kontur2*, *kontur3*, *kontur4*, *kontur5* oraz warstwy *pom1*. Sprawdzamy, czy aktualny jest globalny układ współrzędnych, jeśli tak nie jest, wybieramy odpowiedni piktogram (Narzędzia główne > Współrzędne > Globalny). Ornamenty powielamy za pomocą polecenia SZYKBIEGUN. Wybieramy ornamenty do powielenia, jako środek szyku ustalamy punkt [0,0], liczbę elementów: 4, kąt wypełnienia: 360°. Z dostępnych opcji wybieramy opcję *ZEspolony* i wybieramy opcję *Nie*. Włączamy widoczność warstwy *pom1*. Za pomocą orbity sprawdzamy, czy wszystkie ornamenty zostały poprawnie umieszczone w bryle głównej.
- Na zakończenie dorysujemy dach. Włączamy widoczność warstwy *kontur5*, wyłączamy widoczność warstw: *osiel* i *pom1*, a jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Sprawdzamy, czy aktualny jest globalny układ współrzędnych, jeśli tak nie jest, wybieramy odpowiedni piktogram (Narzędzia główne > Współrzędne > Globalny). Profil dachu wyciągamy za pomocą polecenia WYCIĄGNIJ, podając jako wysokość wyciągnięcia wartość -500. Wyłączamy widoczność warstwy *kontur5*. Powielamy bryłę dachu za pomocą polecenia SZYKBIEGUN. Wybieramy bryłę dachu, jako środek szyku ustalamy punkt [0,0], jako liczbę elementów podajemy wartość 2, a jako kąt wypełnienia przyjmujemy wartość 90°.

- Ostateczną postać dachu otrzymamy, wykonując na bryłach operację iloczynu logicznego, czyli poszukamy części wspólnej obydwu brył. Wywołujemy polecenie ILOCZYN, wskazujemy obie bryły i zamykamy zbiór wskazań.
- Wywołujemy widok *Wynik*. Jeśli trzeba, porównujemy z widokiem *Sprawdzenie*. Kończymy pracę z rysunkiem.



Rozdział VIII

Tworzenie modeli powierzchniowych

W poprzednich rozdziałach wspomniano o dwóch rodzajach powierzchni nowego typu: powierzchniach proceduralnych i powierzchniach NURBS. W tym rozdziale zajmiemy się omówieniem sposobów tworzenia tego rodzaju powierzchni, poleceniami, które do tego służą, oraz zmiennymi systemowymi sterującymi parametrami tych obiektów. Część zmiennych została omówiona w rozdziale dotyczącym rodzajów obiektów trójwymiarowych dostępnych w programie.

Krótką charakterystykę obiektów powierzchniowych starego typu zostanie podana w rozdziale następnym.

Do podstawowych poleceń służących do tworzenia powierzchni nowego typu będziemy zaliczali: POWPŁAS (powierzchnie płaskie), POWNASIATCE (powierzchnie rozpostarte na istniejących krzywych), WYCIĄGNIJ (powierzchnie tworzone przez wyciągnięcie istniejącej krzywej), PRZEKRĘĆ (powierzchnie tworzone przez obracanie istniejącej krzywej wokół osi),

WYCIĄGNIĘCIE (rozpostarcie powierzchni na istniejących krzywych) i **SKOS** (powierzchnie tworzone przez przesuwanie krzywej wzdłuż ścieżki).

Za pomocą polecenia **POWPLAS** budujemy powierzchnię płaską i jest to zawsze powierzchnia proceduralna. Zmienna **SURFACEMODELINGMODE** jest w tym przypadku ignorowana. Natomiast w przypadku pozostałych poleceń zmienna ta decyduje o tym, czy tworzona powierzchnia będzie proceduralna, czy będzie to powierzchnia **NURBS**.

zm.sys. SURFACEMODELINGMODE	
Wartość	Opis
0	Tworzone są powierzchnie proceduralne.
1	Tworzone są powierzchnie NURBS .

Zmienną tą najwygodniej zarządzać w karcie *Powierzchnie*, w panelu *Utwórz*:

W3D: Powierzchnie > Utwórz > Tworzenie obiektów NURBS

Piktogram działa na zasadzie przełącznika. Jak piktogram jest podświetlony, tworzone są powierzchnie **NURBS**, jeśli nie jest podświetlony, tworzone są powierzchnie proceduralne.

Przy tworzeniu powierzchni będziemy posługiwali się jeszcze kilkoma innymi zmiennymi systemowymi, które umożliwią nam wpływanie na ich parametry. Zaliczamy do tej grupy zmienne systemowe wyszczególnione poniżej.

Zmienna systemowa **SURFACEASSOCIATIVITY**, która decyduje o tym, czy tworzona powierzchnia zachowuje powiązanie z obiektem, na podstawie którego powstała. Jeśli, dla przykładu, tworzymy powierzchnię w oparciu o istniejący w rysunku splajn, to – po utworzeniu powierzchni – może występować połączenie powierzchni z tym splajnem lub nie. Jeśli przyjęto, że połączenie występuje, wtedy zmiana geometrii splajnu powoduje zmianę geometrii powierzchni, natomiast próba zmiany geometrii powierzchni kończy się komunikatem ostrzegawczym o możliwości zerwania połączenia i, jeśli przeprowadzimy modyfikację, połączenie zostanie zerwane.

zm.sys. SURFACEASSOCIATIVITY	
Wartość	Opis
0	Powierzchnie są tworzone bez zespolenia z obiektami, na podstawie których zostały zdefiniowane.
1	Powierzchnie są tworzone z zespoleniem z obiektami, na podstawie których zostały zdefiniowane.

Zmienną tą najwygodniej zarządzać w karcie *Powierzchnie*, w panelu *Utwórz*:

W3D: Powierzchnie > Utwórz > Zespolenie powierzchni

Piktogram działa na zasadzie przełącznika. Jeśli piktogram jest podświetlony, tworzone są powierzchnie zespolone z obiektami pierwotnymi, jeśli nie jest podświetlony, tworzone są powierzchnie niezespolone, czyli niezależne od obiektów, na podstawie których powstały.

Zmienna systemowa SURFACEASSOCIATIVITYDRAG decyduje o wyróżnianiu powierzchni oraz powierzchni powiązanych w trakcie modyfikowania powierzchni. Zaznaczenie może nie występować, zaznaczana może być tylko modyfikowana powierzchnia i zaznaczane mogą być wszystkie powierzchnie powiązane. W tym ostatnim przypadku trzeba się liczyć z możliwością spowolnienia działania programu.

zm.sys. SURFACEASSOCIATIVITYDRAG	
Wartość	Opis
0	Powierzchnia modyfikowana i powierzchnie z nią zespolone nie są wyróżniane.
1	Wyróżniana jest tylko powierzchnia modyfikowana.
2	Wyróżniana jest powierzchnia modyfikowana oraz powierzchnie z nią zespolone.

Standardowo zmiennej przypisana jest wartość 1.

Zmienna systemowa SURFACEAUTOTRIM, decyduje o włączeniu lub wyłączeniu automatycznego przycinania powierzchni, na którą rzutowany jest obiekt. Jeśli automatyczne przycinanie jest włączone, to po zrzutowaniu za pomocą polecenia RZUTUJGEOM, np. okręgu na powierzchnię, w powierzchni zostanie wycięty otwór. Jeśli automatyczne przycinanie jest wyłączone, na powierzchni pojawi się tylko zarys otworu, a powierzchnia nie zostanie zmodyfikowana.

zm.sys. SURFACEAUTOTRIM	
Wartość	Opis
0	Powierzchnia, na którą jest rzutowany obiekt za pomocą polecenia RZUTUJGEOM, nie będzie przycinana automatycznie.
1	Powierzchnia, na którą jest rzutowany obiekt za pomocą polecenia RZUTUJGEOM, będzie przycinana automatycznie.

Zmienną tą najwygodniej zarządzać w karcie *Powierzchnie*, w panelu *Rzutuj geometrię*:

W3D: Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Automatyczne ucinanie

Piktogram działa na zasadzie przełącznika. Jeśli piktogram jest podświetlony, przycinanie powierzchni jest włączone, jeśli nie jest podświetlony, przycinanie powierzchni jest wyłączone.

Polecenie POWPŁAS

Do zdefiniowania powierzchni płaskiej, która może być później również wykorzystana do utworzenia bryły, korzystamy z polecenia POWPŁAS, które można wywołać:

W3D: Powierzchnia > Utwórz > Płaskie

PN: Tworzenie powierzchni > Powierzchnia płaska

MR: Rysuj > Modelowanie > Powierzchnie > Płaski

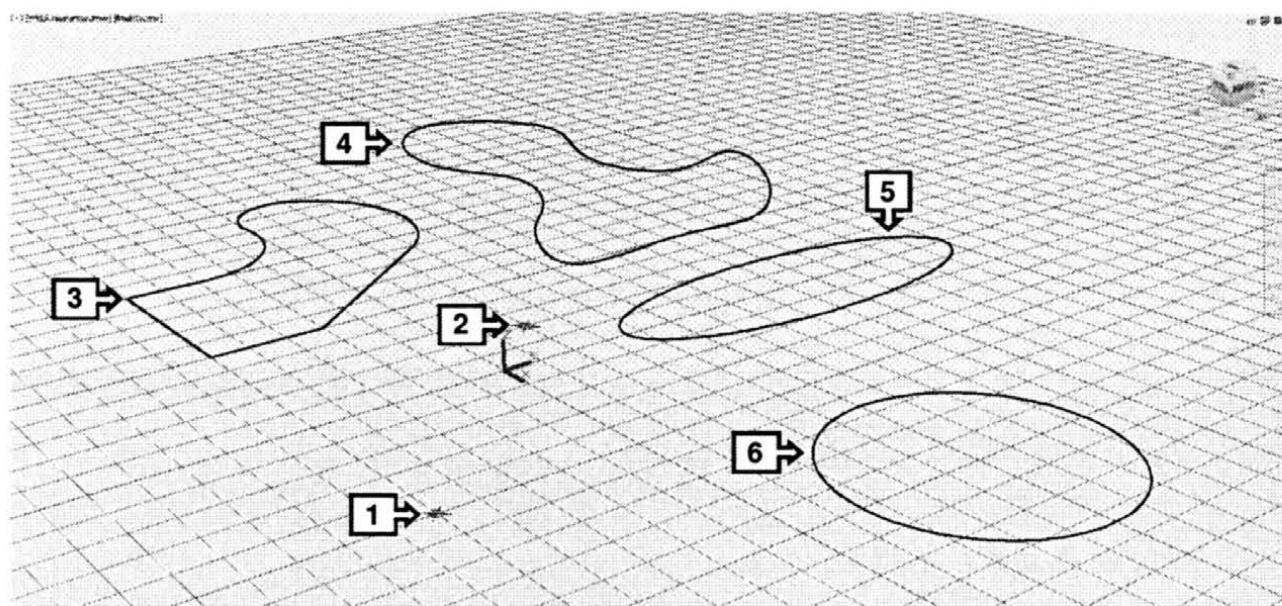
LP: POWPŁAS

Polecenie pozwala na narysowanie powierzchni w postaci prostokąta lub przekonwertowanie istniejącego obiektu zamkniętego w powierzchnię. Obiekt zamknięty może być utworzony z okręgu, elipsy, polilinii i splajnu. W przypadku przeprowadzania konwersji o pozostawieniu lub usunięciu obiektów pierwotnych decyduje zmienna systemowa DELOBJ. Tak utworzona powierzchnia jest nieprzezroczysta w procesie ukrywania linii niewidocznych i renderingu, chyba że do tej powierzchni przypisano przezroczysty materiał.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-01-Powplaska-01.dwg*.)

Na rysunku występują różne obiekty zamknięte oraz dwa punkty narysowane w warstwie *Rzutnie*. Sprawdź za pomocą palety *Właściwości*, jakiego rodzaju to są obiekty. Celem naszym będzie narysowanie w warstwie *kontur1* powierzchni płaskich z wykorzystaniem tych obiektów. Przy standardowym sposobie narysowania powierzchni płaskiej posłużymy się punktami. W pozostałych przypadkach wykorzystamy opcję *Obiekt*.

Po wywołaniu polecenia wskazujemy jeden punkt (1), następnie drugi (2). Powstaje powierzchnia prostokątna.



Do utworzenia następnej powierzchni wykorzystamy opcję *Obiekt* oraz wskażemy zamkniętą polilinię (3). Przy tworzeniu kolejnych powierzchni posługujemy się również opcją *Obiekt* oraz wskazujemy: splajn (4), elipsę (5) i okrąg (6).

Poprawnie zdefiniowane powierzchnie pokazano w warstwie *kreska1*.

Polecenie POWNASIATCE

Polecenie umożliwia zdefiniowanie powierzchni, która jest rozpostarta na siatce krzywych rozłożonych wzdłuż dwóch kierunków. Krzywe muszą tworzyć formalną sieć, tzn. zewnętrzne krzywe muszą stykać się wierzchołkami, a krzywe wewnętrzne muszą przecinać się ze sobą. Generowana powierzchnia może być proceduralna lub NURBS, zależnie od wartości przypisanej zmiennej systemowej SURFACEMODELINGMODE. W najprostszym przypadku do wygenerowania takiej powierzchni wystarczają dwie krzywe w jednym kierunku i dwie w drugim. Polecenie można wywołać:

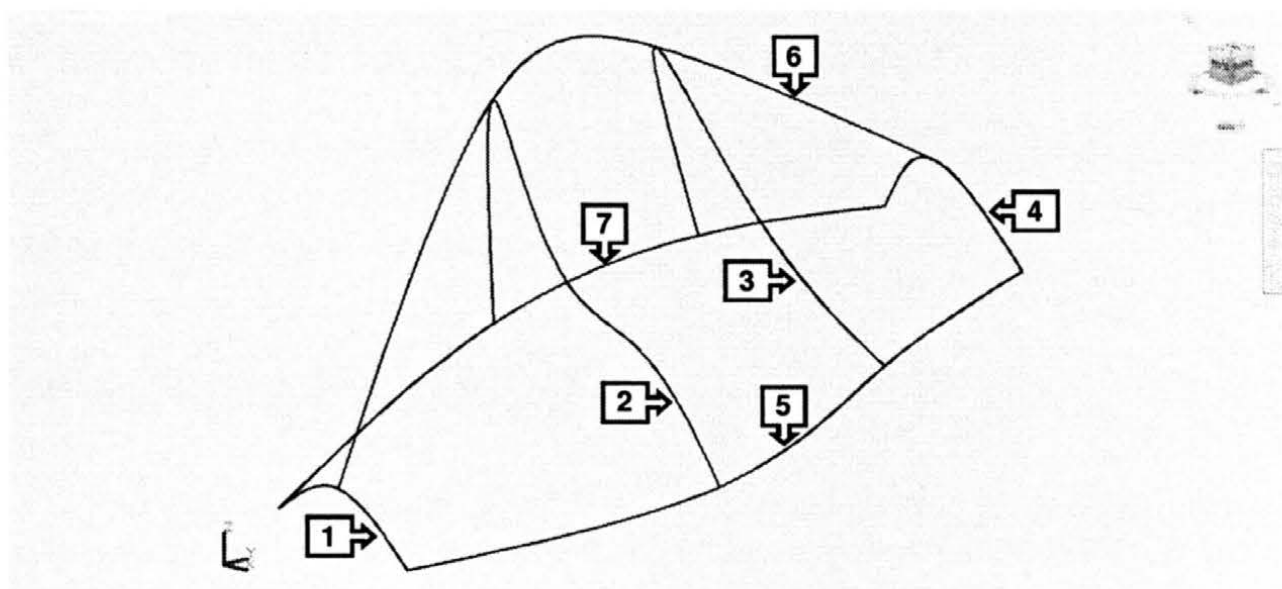
W3D: Powierzchnia > Utwórz > Sieć

PN: Tworzenie powierzchni > Powierzchnia płaska

MR: Rysuj > Modelowanie > Powierzchnie > Sieć powierzchni

LP: POWNASIATCE

Po wywołaniu polecenia należy wskazać krzywe tworzące w jednym kierunku i, po zamknięciu zbioru wskazań, krzywe tworzące w kierunku drugim. Występują przypadki, gdy program nie jest w stanie wygenerować zbyt skomplikowanej powierzchni.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-02-Pownasiatce-01.dwg.*)

Na rysunku występują krzywe, które umożliwią zdefiniowanie powierzchni. W jednym kierunku rozmieszczono krzywe 1, 2, 3 i 4, a w drugim kierunku krzywe 5, 6 i 7. Krzywe te tworzą siatkę. Żeby się o tym przekonać, odblokujemy warstwę *pom1*. Uwidocznione zostaną kulki umieszczone w punktach styczności bądź w punktach przecięcia się poszczególnych krzywych. Jeśli styczności te i te przecięcia nie zostaną zapewnione, powierzchnia nie zostanie wygenerowana. Blokujemy warstwę *pom1*. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*.

Wywołujemy polecenie **POWNASIATCE**, wskazujemy kolejno krzywe 1, 2, 3 oraz 4, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy krzywe 5, 6 oraz 7 i zamykamy zbiór wskazań. Zostaje wygenerowana powierzchnia.

Poprawnie zdefiniowaną powierzchnię pokazano w zablokowanej warstwie *wymiar1*.

Polecenie WYCIĄGNIJ

Polecenie **WYCIĄGNIJ**, wraz z dostępnymi opcjami, zostało omówione w rozdziale VI. W tym miejscu ograniczymy się do zwrócenia uwagi na cechy charakterystyczne polecenia w odniesieniu do tworzenia obiektów powierzchniowych oraz do podania przykładów.

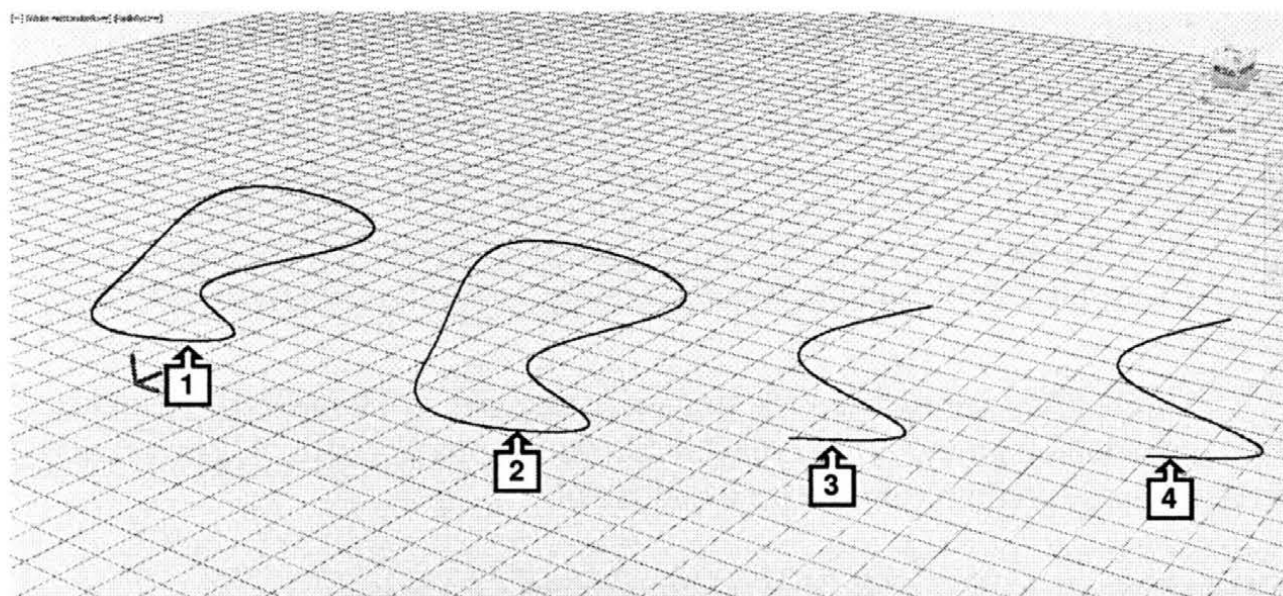
Po wywołaniu polecenia należy każdorazowo sprawdzić jaki tryb jest aktualnie ustawiony: *Bryła* czy *Powierzchnia*. Ma to istotne znaczenia przy wybieraniu do wyciągania profili zamkniętych. W przypadku wyciągania profili

otwartych, generowana jest zawsze powierzchnia, zatem ustawienie trybu jest formalnie ignorowane.

Jeśli generowana jest powierzchnia, musimy pamiętać o aktualnych nastawach zmiennych systemowych dotyczących dwóch parametrów: rodzaju powierzchni (proceduralna, NURBS) oraz zespoleniu powierzchni z obiektem, na podstawie którego powierzchnia jest generowana. Pierwszym parametrem zarządza zmienna systemowa SURFACEMODELINGMODE, drugim – zmienna SURFACEASSOCIATIVITY.

W celu zademonstrowania działania polecenia, zdefiniujemy kilka powierzchni. Wykorzystamy do tego celu gotowy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-03-Wyciągnij-01.dwg*.)



Na rysunku przedstawiono cztery profile. Dwa profile zamknięte (1 i 2) i dwa profile otwarte (3 i 4). Pierwszy profil wykorzystamy do narysowania powierzchni zamkniętej, która będzie powierzchnią proceduralną i nie będzie zespolona z profilem. W celu ustalenia rodzaju tworzonej powierzchni sprawdzamy w karcie *Powierzchnia*, w panelu *Utwórz*, czy piktogramy *Zespolenie powierzchni* oraz *Tworzenie obiektów NURBS* nie są podświetlone. Jeśli któryś z nich jest, klikamy go. Jako aktualną ustawiamy warstwę nazywającą się *osiel*. Do zmiennej systemowej DELOBJ przypisz wartość 0.

Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ i sprawdzamy, jaki jest aktualnie włączony tryb (patrz komunikat w linii poleceń). Jeśli aktualnym trybem jest *Powierzchnia*, wskazujemy profil 1, jeśli aktualnym trybem jest *Bryła*, wywołujemy opcję *TRyb*, wybieramy tryb *Powierzchnia* i wskazujemy profil 1. Zamykamy

zbiór wskazań. Musimy teraz określić wysokość wyciągnięcia – podajemy z klawiatury wartość 50.

Drugi profil (2) wykorzystamy do narysowania powierzchni NURBS. Podświetlamy piktogram *Tworzenie obiektów NURBS* (klikamy go). Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ, sprawdzamy tryb obiektu, wybieramy profil 2, zamykamy zbiór wskazań i podajemy wysokość 50. Sprawdzimy, jakie powierzchnie zostały narysowane. Otwieramy paletę *Właściwości* (CTRL+1) klikamy powierzchnię 1. W liście rozwijalnej na samej górze palety odczytujemy: *Powierzchnia (wyciągnięta)*, co oznacza powierzchnię proceduralną. Naciskamy klawisz ESC i klikamy powierzchnię 2. W liście otrzymujemy informację: *Powierzchnia (NURBS)*.

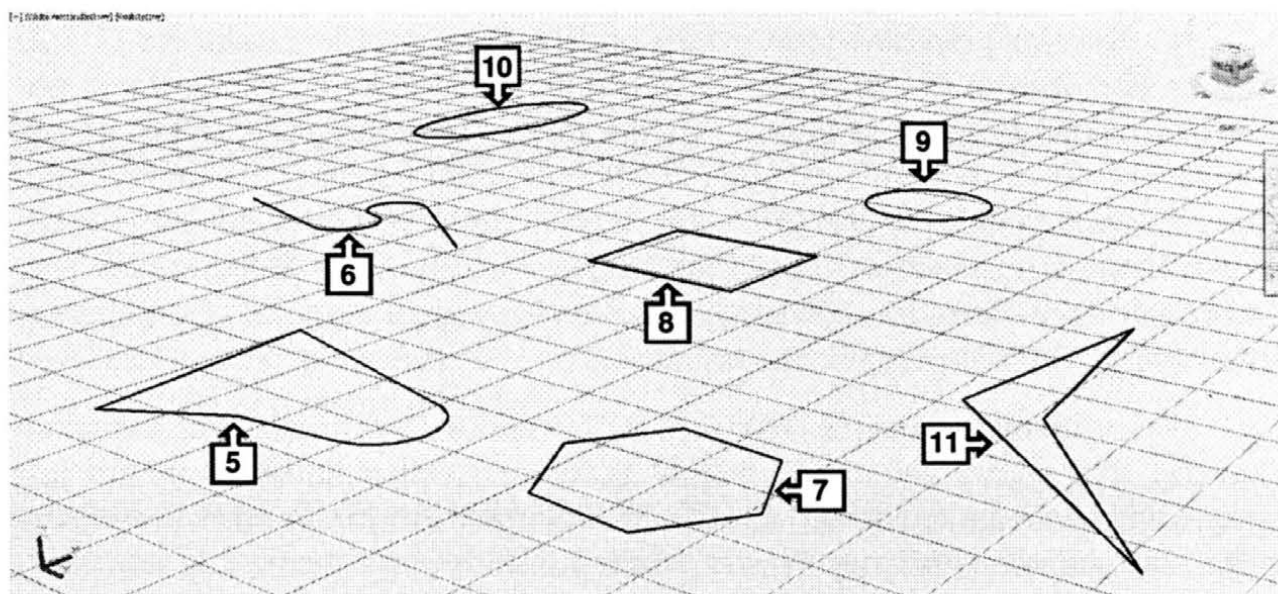
Zdefiniujemy teraz powierzchnię proceduralną, korzystając z profilu otwartego. Ustalamy rodzaj powierzchni (proceduralna), wywołujemy polecenie, wskazujemy profil 3, zamykamy zbiór wskazań i podajemy wartość 50.

W następnym kroku definiujemy powierzchnie NURBS, też korzystając z profilu otwartego. Ustalamy rodzaj powierzchni (NURBS), wywołujemy polecenie, wskazujemy profil 4, zamykamy zbiór wskazań i podajemy wartość 50.

Sprawdzamy w paletce *Właściwości* typ powierzchni. Poprawne rozwiązanie możemy znaleźć w zablokowanej warstwie *kreska1*. Kończymy pracę z rysunkiem.

Spróbujemy sprawdzić, jak pracuje polecenie WYCIĄGNIJ, generujące obiekt powierzchniowy, w przypadku obiektów pierwotnych w postaci linii, okręgu, elipsy, polilinii, prostokąta i wieloboku.

(Otwórz rysunek: W-12-08-04-Wyciagnij-02.dwg.)



W rysunku występują wspomniane wyżej obiekty. Profil 5 jest zamkniętą polilinią, profil 6 – otwartą polilinią, 7 – wielobokiem (zamknięta polilinia), 8 – prostokątem (zamknięta polilinia), 9 – okręgiem, 10 – elipsą i profil 11 jest obwiedziony czterema odrębnymi liniami.

Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur2*. Jako rodzaj tworzonej powierzchni włączamy powierzchnię NURBS. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ, ustalamy tryb *Powierzchnia*, wskazujemy oknem wszystkie profile, zamykamy zbiór wskazań i podajemy z klawiatury wysokość równą 20 jednostkom. Klikamy poszczególne powierzchnie w celu sprawdzenia, jak są ze sobą powiązane. Okazuje się, że powierzchnie powstałe z polilinii nie stanowią jednej całości, tak jak to ma miejsce w samym obiekcie pierwotnym, który stanowi jedną całość. Każdy element polilinii tworzy osobną powierzchnię. W palecie *Właściwości* możemy sprawdzić rodzaj wygenerowanej powierzchni.

Z tych samych profili utworzymy powierzchnie proceduralne. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*, blokujemy warstwę *kontur2*, wywołujemy polecenie i tworzymy powierzchnie tak jak poprzednio. Klikamy poszczególne powierzchnie. Tym razem okazuje się, że powierzchnie powstałe z wykorzystaniem polilinii stanowią jedną całość. Tylko w przypadku profilu złożonego z czterech odrębnych linii (11) powstały cztery odrębne powierzchnie. W palecie *Właściwości* możemy sprawdzić rodzaj wygenerowanych powierzchni.

Poprawnie zdefiniowane powierzchnie znajdują się w warstwach: *kreska1* – powierzchnie NURBS oraz *wymiar1* – powierzchnie proceduralne. Kończymy pracę z rysunkiem.

Polecenie PRZEKRĘĆ

Polecenie PRZEKRĘĆ, wraz z dostępnymi opcjami, zostało omówione w rozdziale VI. W tym miejscu ograniczymy się do zwrócenia uwagi na cechy charakterystyczne polecenia w odniesieniu do tworzenia obiektów powierzchniowych oraz do podania przykładów.

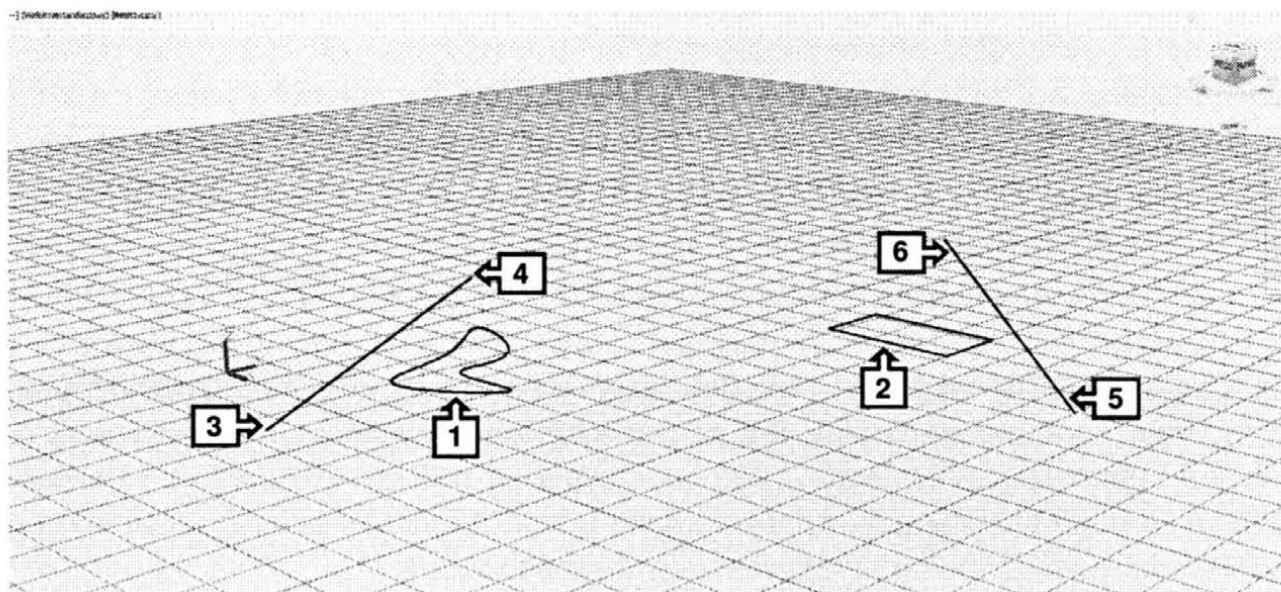
Po wywołaniu polecenia należy każdorazowo sprawdzić, jaki tryb jest aktualnie ustawiony: *Bryła* czy *Powierzchnia*. Ma to istotne znaczenia przy wybieraniu do obracania profili zamkniętych. W przypadku obracania profili otwartych generowana jest zawsze powierzchnia, zatem ustawienie trybu jest formalnie ignorowane.

Jeśli generowana jest powierzchnia, musimy pamiętać o aktualnych nastawach zmiennych systemowych dotyczących dwóch parametrów: rodzaju powierzchni (proceduralna, NURBS) oraz zespoleniu powierzchni z obiektem, na

podstawie którego powierzchnia jest generowana. Pierwszym parametrem zarządza zmienna systemowa SURFACEMODELINGMODE, drugim – zmienna SURFACEASSOCIATIVITY.

W celu zademonstrowania działania polecenia zdefiniujemy kilka powierzchni. Wykorzystamy do tego celu gotowy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-05-Przekrec-01.dwg*.)



W rysunku występują dwa profile i dwie linie. Linie posłużą nam jako obiekty pozwalające na określenie osi obrotu. Wszystkie obiekty zostały umieszczone w warstwie *kontur1*. Do zmiennej systemowej DELOBJ przypisz wartość 0.

Rozpocniemy od obracania względem osi zdefiniowanej przez wskazanie dwóch punktów. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1* i wybieramy powierzchnię NURBS. Wywołujemy polecenie PRZEKREĆĆ, ustalamy tryb *Powierzchnia*, wskazujemy profil 1, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy jako początek osi obrotu punkt 3, a jako jej koniec punkt 4 i podajemy z klawiatury kąt 270°. Powierzchnia jest tworzona zgodnie z regułą śruby prawoskrętnej. Możemy sprawdzić rodzaj powierzchni.

Obrócimy profil względem osi X. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osiel*, blokujemy warstwę *kreska1* i wybieramy powierzchnię proceduralną. Wywołujemy polecenie PRZEKREĆĆ, ustalamy tryb *Powierzchnia*, wskazujemy profil 1, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję X i podajemy z klawiatury kąt 180°. Możemy sprawdzić rodzaj powierzchni.

Dokonamy teraz obrotu względem Y. Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1*, blokujemy warstwę *osiel* i wybieramy powierzchnię proceduralną. Wywołujemy polecenie PRZEKREĆĆ, ustalamy tryb *Powierzchnia*, wskazujemy

profil 1, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Y* i naciskamy klawisz ENTER w celu zaakceptowania podpowiadanej wartości kąta 360°.

Wykorzystamy możliwość obrotu względem osi zdefiniowanej przez wskazanie obiektu występującego w rysunku – w tym przypadku linii. Jako aktualną ustawiamy warstwę *Rzutnie*, blokujemy warstwę *pom1* i wybieramy powierzchnię proceduralną. Wywołujemy polecenie PRZEKRĘĆ, ustalamy tryb *Powierzchnia*, wskazujemy profil 2, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Obiekt*, wskazujemy linię w punkcie 5 i podajemy z klawiatury wartość kąta 180°.

Obrócimy teraz profil 2 względem osi zdefiniowanej przez wskazanie obiektu występującego w rysunku – tej samej linii, co poprzednio, ale wskazania dokonamy w innym miejscu. Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*, blokujemy warstwę *Rzutnie* i wybieramy powierzchnię NURBS. Wywołujemy polecenie PRZEKRĘĆ, ustalamy tryb *Powierzchnia*, wskazujemy profil 2, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Obiekt*, wskazujemy linię w punkcie 6 i podajemy z klawiatury wartość kąta 180°. Odblokowujemy warstwę *Rzutnie* i porównujemy obydwie powierzchnie uzyskane z profilu 2. Obydwie powierzchnie zostały utworzone zgodnie z regułą śruby prawoskrętnej!

Poprawne rozwiązania umieszczone zostały odpowiednio: powierzchnia zdefiniowana w warstwie *kreska1* – w warstwie *osie2*, z warstwy *osie1* – w warstwie *pom2*, z warstwy *pom1* – w warstwie *kontur2*, z warstwy *Rzutnie* – w warstwie *wymiar2*, z warstwy *Rzutnie* – w warstwie *wymiar2*, i z warstwy *wymiar1* – w warstwie *kreska2*.

Polecenie WYCIĄGNIĘCIE

Polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wraz z dostępnymi opcjami, zostało omówione w rozdziale VI. Podobnie jak w poleceniach poprzednich ograniczymy się do zwrócenia uwagi na cechy charakterystyczne polecenia w odniesieniu do tworzenia obiektów powierzchniowych oraz do podania przykładów.

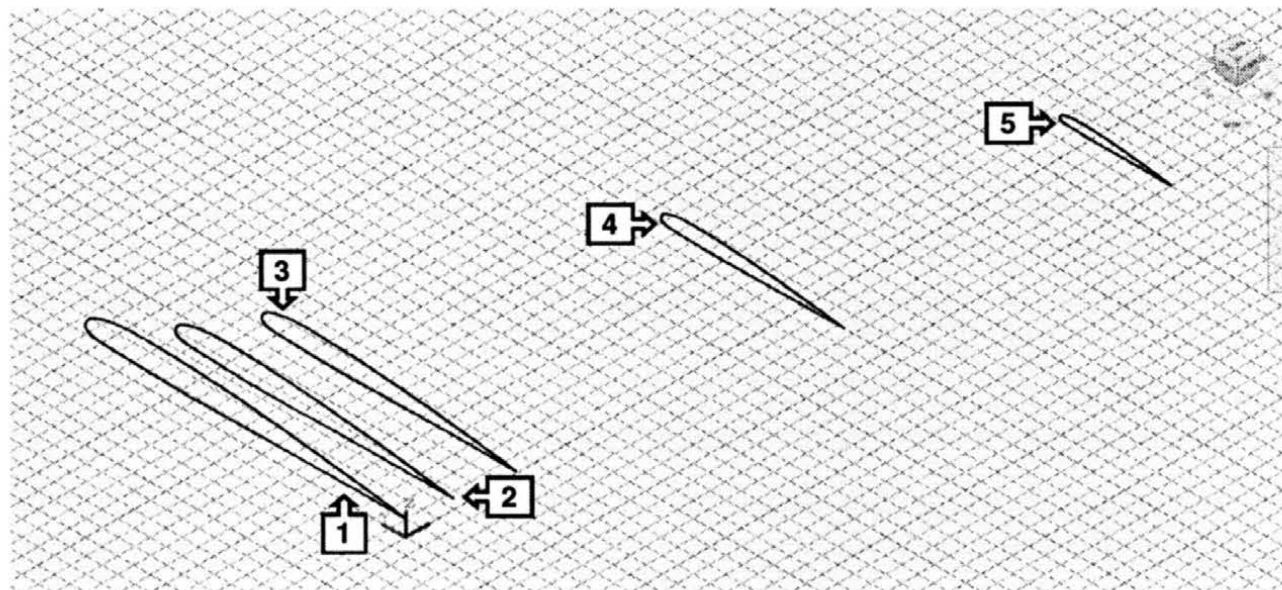
Również i w tym poleceniu, po jego wywołaniu należy każdorazowo sprawdzić, jaki tryb jest aktualnie ustawiony: *Bryła* czy *Powierzchnia*. Ma to istotne znaczenia przy wybieraniu do wyciągania profili zamkniętych. W przypadku wyciągania profili otwartych generowana jest zawsze powierzchnia, zatem ustawienie trybu jest formalnie ignorowane.

Jeśli generowana jest powierzchnia, musimy pamiętać o aktualnych nastawach zmiennych systemowych dotyczących dwóch parametrów: rodzaju powierzchni (proceduralna, NURBS) oraz zespoleniu powierzchni z obiektem, na

podstawie którego powierzchnia jest generowana. Pierwszym parametrem – jak poprzednio – zarządza zmienna systemowa SURFACEMODELINGMODE, drugim – zmienna SURFACEASSOCIATIVITY.

W celu zademonstrowania działania polecenia, zdefiniujemy kilka powierzchni. Wykorzystamy do tego celu gotowy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-06-Wyciągnięcie-01.dwg*.)



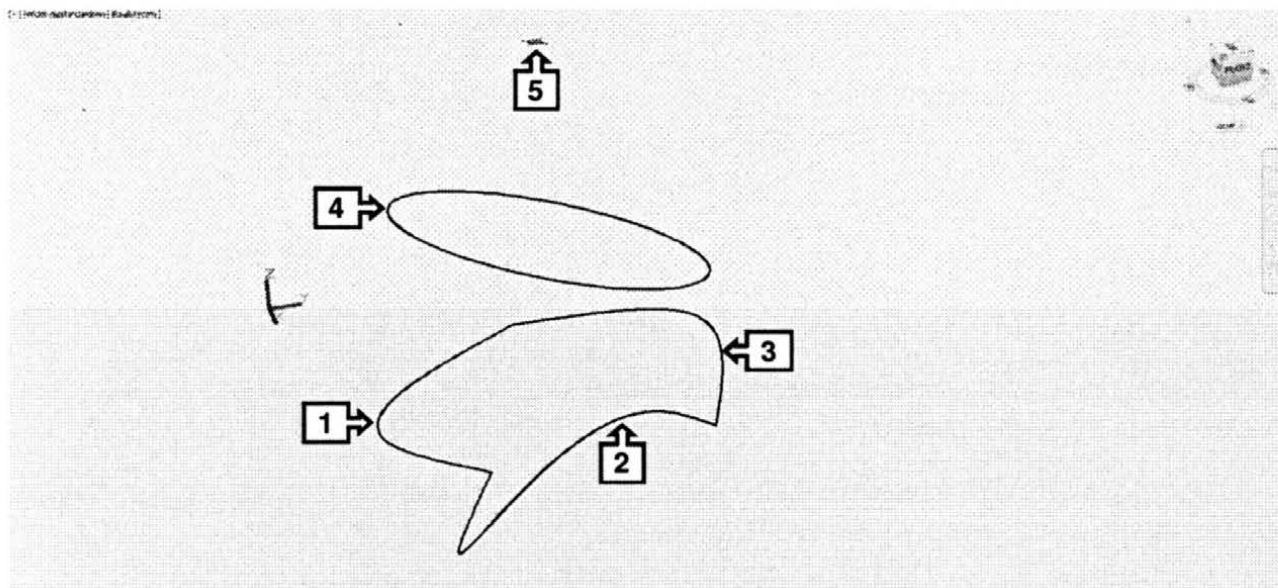
Na rysunku przedstawiono zarys kilku wręg płata samolotu. Korzystając z nich, utworzymy powierzchnię skrzydła. Jako aktualną ustawimy warstwę o nazwie *kreska1*. Wybierzemy powierzchnię NURBS. Do zmiennej systemowej DELOBJ przypisujemy wartość 0. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, sprawdzamy tryb tworzenia obiektu (*Powierzchnia*), wskazujemy kolejno wręgi: **1, 2, 3, 4 i 5**, zamykamy zbiór wskazań i akceptujemy podpowiadaną opcję *Tylko przekroje poprzeczne*. Wygenerowana została powierzchnia skrzydła.

Wygenerujemy teraz powierzchnię proceduralną. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osiel* i blokujemy warstwę *kreska1*. Wybieramy powierzchnię proceduralną. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, sprawdzamy tryb tworzenia obiektu (*Powierzchnia*), wskazujemy kolejno wręgi: **1, 2, 3, 4 i 5**, zamykamy zbiór wskazań i akceptujemy podpowiadaną opcję *Tylko przekroje poprzeczne*. Wygenerowana została powierzchnia skrzydła.

Poprawne powierzchnie zostały umieszczone w zablokowanych warstwach *Rzutnie* (powierzchnia NURBS) i *wymiar1* (powierzchnia proceduralna). Kończymy pracę z rysunkiem.

Zdefiniujemy powierzchnię proceduralną w oparciu o splajn i elipsę oraz zasklepioną w jednym punkcie.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-07-Wyciągnięcie-02.dwg*.)



W rysunku występują trzy splajny (1, 2, 3), elipsa (4) i punkt (5). Jako pierwszy profil wykorzystamy trzy splajny, które będziemy musieli – przed wykonaniem polecenia – połączyć w jeden obiekt (splajn wynikowy). Drugim profilem będzie elipsa (4), a profilem trzecim będzie punkt (5).

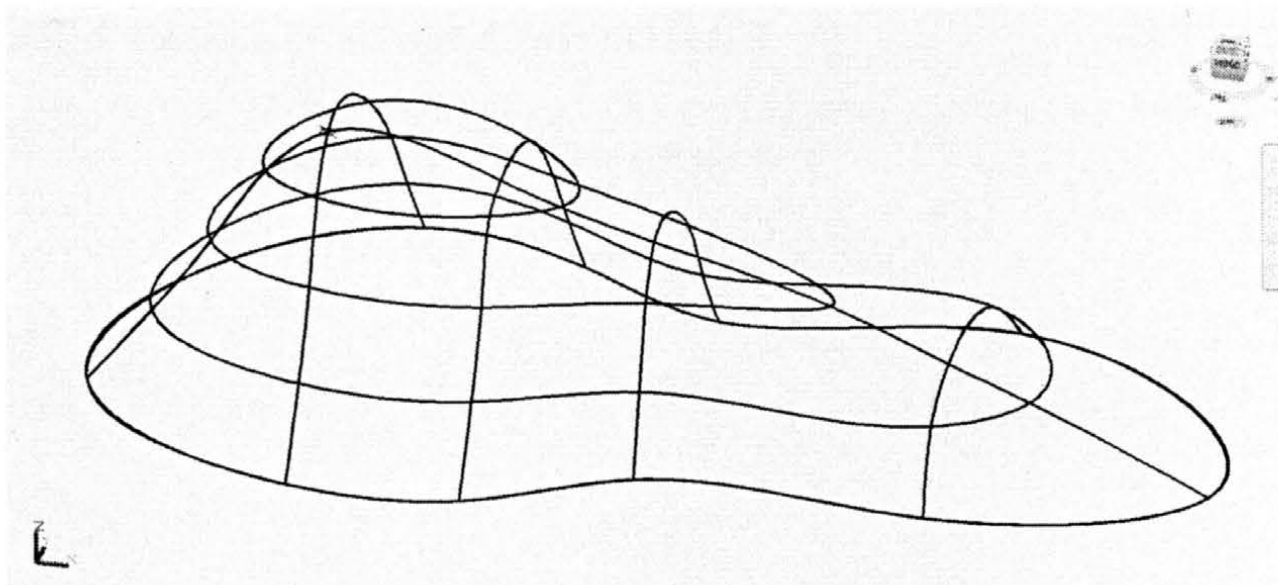
W celu połączenia splajnów wywołujemy polecenie POŁĄCZ (Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Połącz), wskazujemy trzy splajny i zamykamy zbior wskazań. Mamy teraz do dyspozycji jeden splajn.

Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wybieramy powierzchnię proceduralną. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy splajn (np. 1), wskazujemy elipsę (4), wybieramy opcję *Punkt* i wskazujemy punkt 5. Akceptujemy podpowiadaną opcję *Tylko przekroje poprzeczne*. Powierzchnia została wygenerowana.

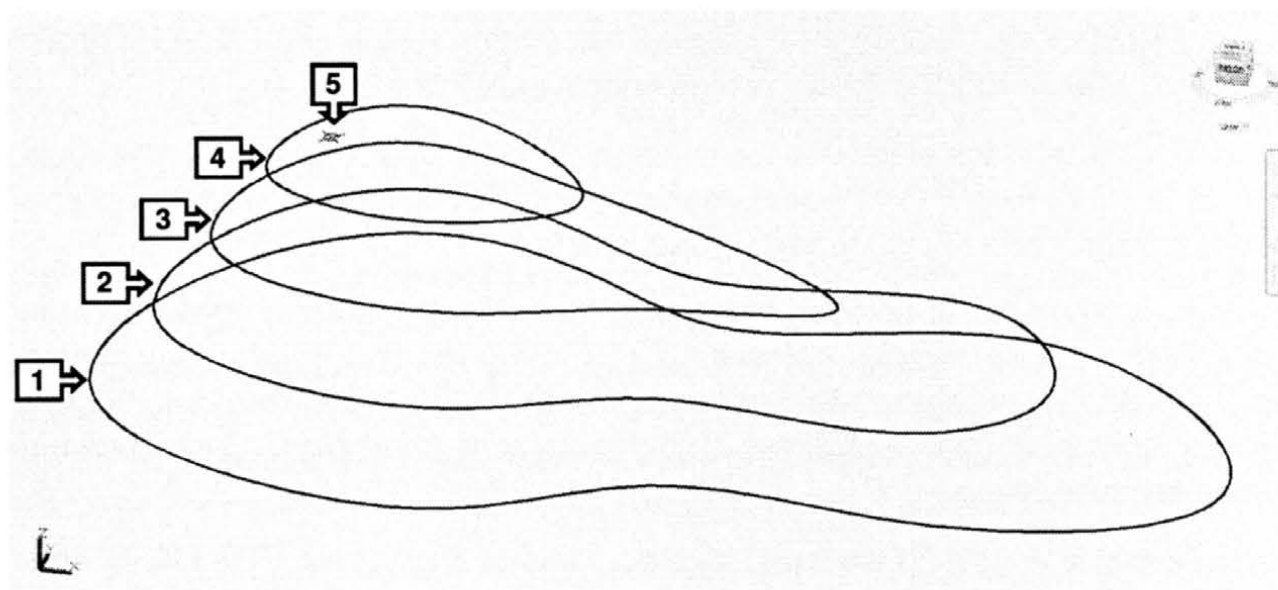
W podobny sposób możemy wygenerować powierzchnię NURBS. W celu sprawdzenia prawidłowości naszych poczynań można odblokować warstwy: *osie1* (jedna powierzchnia proceduralna) i *wymiar1* (trzy składowe powierzchnie NURBS).

Spróbujemy teraz zastosować prowadnice i wynik porównać z powierzchnią uzyskaną z wykorzystaniem tylko profili.

(Otwórz rysunek: *W-12-08-08-Wyciągnięcie-03.dwg*.)

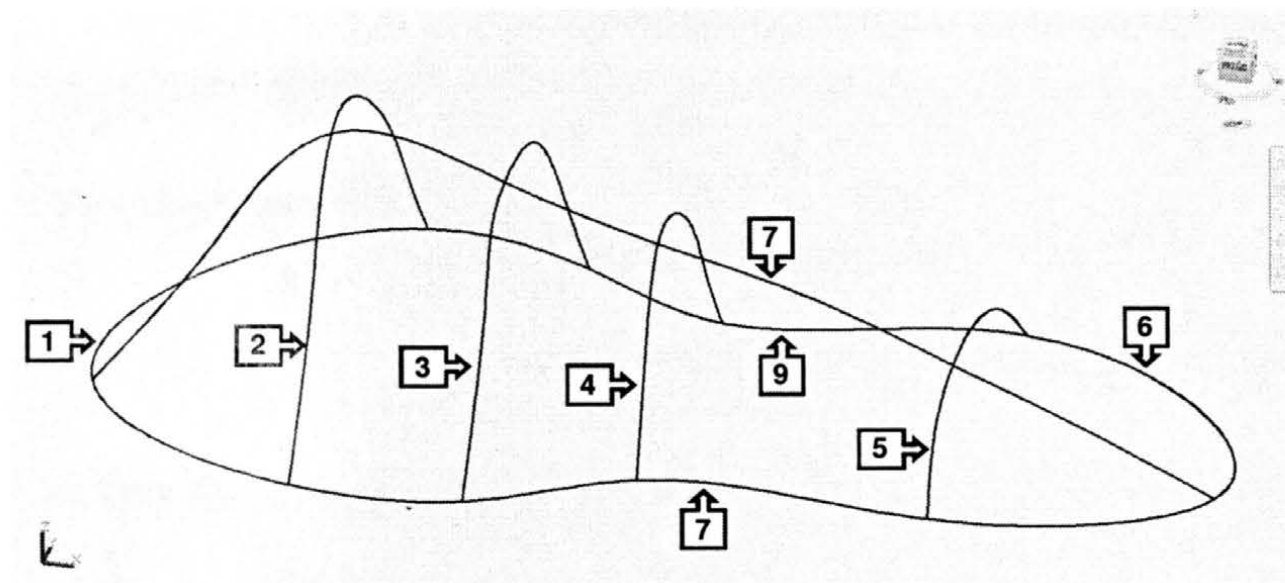


Na rysunku występują dwa zbiory krzywych nałożone na siebie.



Zablokujemy warstwę o nazwie *osiel*. Na ekranie pozostanie pierwszy zbiór tworzących: cztery zamknięte splajny (1, 2, 3, 4) oraz punkt (5). Jako aktualną ustawimy warstwę *kontur2*. Wybieramy powierzchnię NURBS. Wywołujemy polecenie WYCIĄgnięcie, wskazujemy kolejno splajny 1, 2, 3 i 4, wybieramy opcję *Punkt* i wskazujemy punkt 5. Akceptujemy odpowiedź *Tylko przekroje poprzeczne*. Wygenerowana została powierzchnia.

Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie2*, blokujemy warstwy o nazwie *kontur1* i *kontur2*. Odblokowujemy warstwę o nazwie *osiel*.



Na ekranie zostanie wyświetlonych sześć profili (1, 2, 3, 4, 5 i 6) i trzy prowadnice (7, 8 i 9). Wybieramy powierzchnię NURBS. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, wskazujemy kolejno splajny 1, 2, 3, 4, 5 i 6, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Prowadnice* i wskazujemy splajny 7, 8 i 9, zamykamy zbiór wskazań. Wygenerowana została powierzchnia. Blokujemy warstwę *osie1* i odblokowujemy warstwę *kontur2*. Możemy porównać otrzymane powierzchnie.

Poprawnie zdefiniowane powierzchnie znajdują się w zablokowanych warstwach *Rzutnie* i *wymiar1*. Kończymy pracę z rysunkiem.

Polecenie SKOS

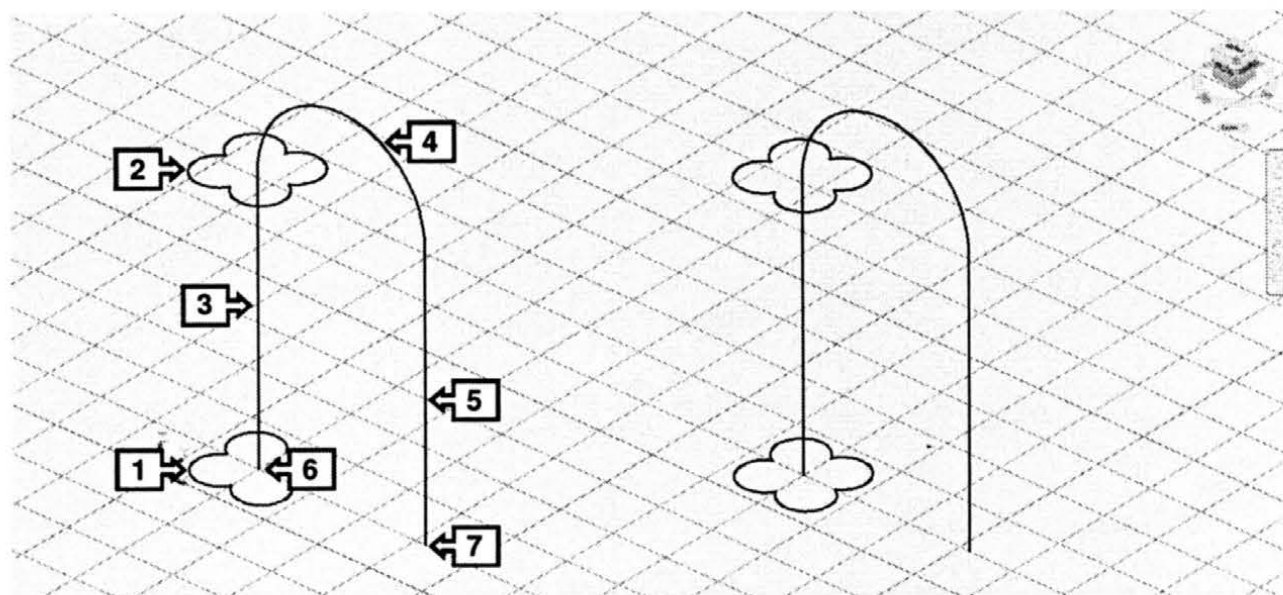
Polecenie SKOS, wraz z dostępnymi opcjami, zostało omówione w rozdziale VI. Podobnie jak w poleceniach poprzednich i tu ograniczymy się do położenia nacisku na cechy charakterystyczne polecenia, w odniesieniu do tworzenia obiektów powierzchniowych, oraz do podania przykładów.

Również i w tym poleceniu, po jego wywołaniu, należy każdorazowo sprawdzić, jaki tryb jest aktualnie ustawiony: *Bryła* czy *Powierzchnia*. Ma to istotne znaczenia przy wybieraniu do wyciągania profili zamkniętych. W przypadku wyciągania profili otwartych generowana jest zawsze powierzchnia, zatem ustawienie trybu jest formalnie ignorowane.

Jeśli generowana jest powierzchnia, musimy pamiętać o aktualnych nastawach zmiennych systemowych SURFACEMODELINGMODE i SURFACEASSOCIATIVITY.

W celu zademonstrowania działania polecenia zdefiniujemy kilka powierzchni. Wykorzystamy do tego celu gotowy rysunek.

(Otwórz rysunek: W-12-08-09-Skos-01.dwg.)



Na rysunku przedstawiono – dwa razy skopiowany – zestaw dwóch profili (1, 2) oraz dwóch ścieżek (3, 4). Oprócz tego występuje również kopia (5) ścieżki (3), która ułatwi nam kopiowanie zdefiniowanych już powierzchni.

Profile (1, 2) są zamkniętymi poliliniami. Utworzymy z nich powierzchnie proceduralne. Pierwszą, przez wyciągnięcie profilu 1 wzdłuż ścieżki 3, z obrotem wokół ścieżki o kąt 90° i drugą, przez wyciągnięcie profilu 2 wzdłuż ścieżki 4, również z obrotem wokół ścieżki o kąt 90° . W następnym kroku skopiujemy powierzchnię utworzoną z wykorzystaniem profilu 1 o wektor od punktu 6 do punktu 7.

Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wybieramy powierzchnię proceduralną. Wywołujemy polecenie SKOS, sprawdzamy tryb (*Powierzchnia*), wybieramy profil 1 i zamykamy zbiór wskazań. Wybieramy opcję *skręT*, podajemy wartość 90° i wskazujemy ścieżkę 3.

Ponownie wybieramy polecenie SKOS, wybieramy profil 2, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *skręT*, podajemy wartość 90° i wskazujemy ścieżkę 4.

Skopiujemy teraz pierwszą powierzchnię. Dla ułatwienia wskazywania punktów 6 i 7, włączymy styl wizualny *Model szkieletowy*. Wywołujemy polecenie KOPIUJ (Narzędzia główne > Modyfikuj > Kopiuj), wskazujemy powierzchnię, która była wygenerowaną jako pierwsza, i wskazujemy kolejno punkty 6 i 7.

Całość operacji powtórzymy dla drugiego zestawu profili i ścieżek. Powierzchnie umieścimy w warstwie *osie1*. Jedyną różnicą będzie kąt skrętu, który ustalimy na -90° .

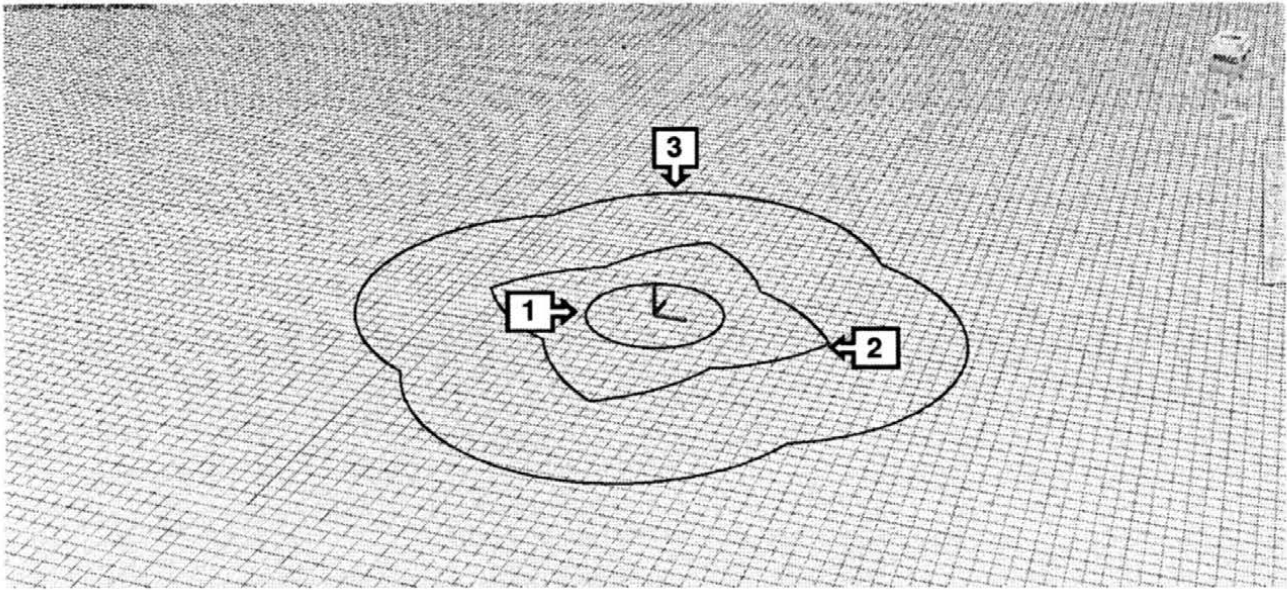
Włączymy styl wizualny *Realistyczny* i wyłączymy widoczność warstwy *kontur1*, w której występują profile i ścieżki. Korzystając z orbity, możemy zobaczyć jak wyglądają nasze powierzchnie od strony ujemnych wartości osi Z (od spodu).

Poprawnie zdefiniowane powierzchnie znajdują się w zablokowanych warstwach *Rzutnie* i *wymiar1*. Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 13

Definiowanie powierzchni przez wyciągnięcie

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem powierzchni zdefiniowanych przez wyciągnięcie.



- Otwórz rysunek *C-12-08-13-Wyciaganie-pow-01.dwg*. Przećwiczmy wyciąganie proste powierzchni. W rysunku, w warstwie *pom1*, występują łuki pomocnicze, które wykorzystamy do tworzenia powierzchni. Posłużymy się poleceniem **WYCIĄGNIJ**. Jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Tworzymy powierzchnię proceduralną.
- Po wywołaniu polecenia, sprawdzamy tryb (*Powierzchnia*), wskazujemy okrąg (1), wybieramy opcję *kąt zwięzania*, podajemy wartość 5, a wysokość określamy na 150.
- W drugiej kolejności tworzymy powierzchnie NURBS w oparciu o 8 łuków wewnętrznych (2). Kąt zwięzania przyjmujemy 0°, a wysokość 75.
- Ostatnie powierzchnie mają być powierzchniami proceduralnymi. Utworzymy je łuków zewnętrznych (3), przyjmując brak zbieżności i wysokość równą 50.

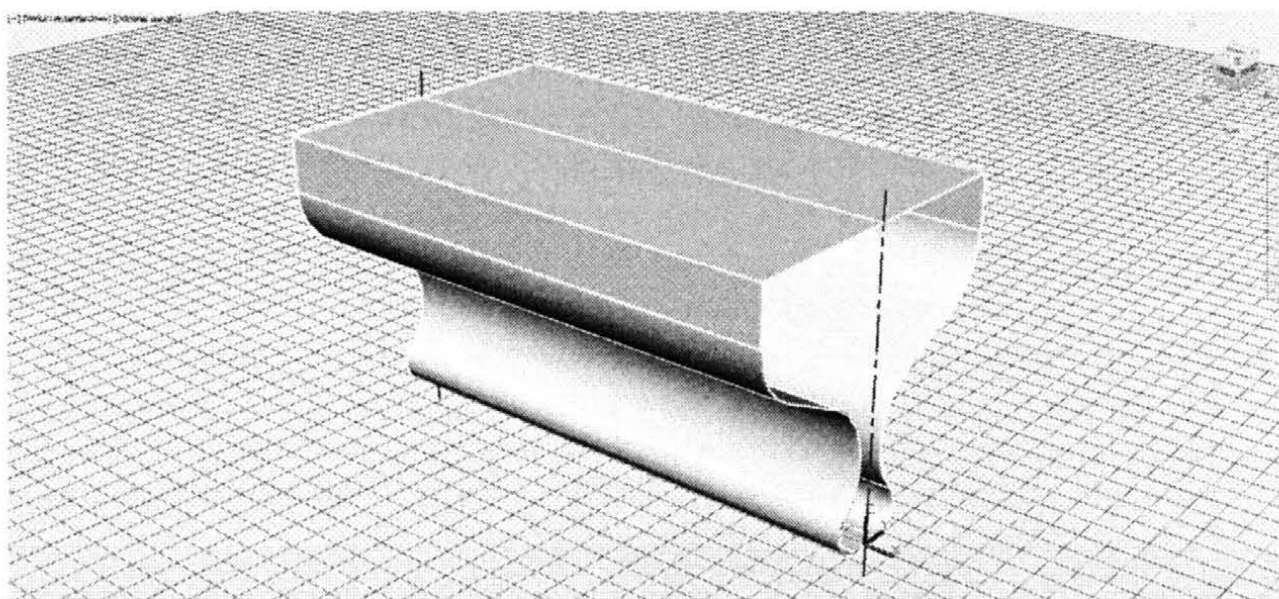
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*. Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 14

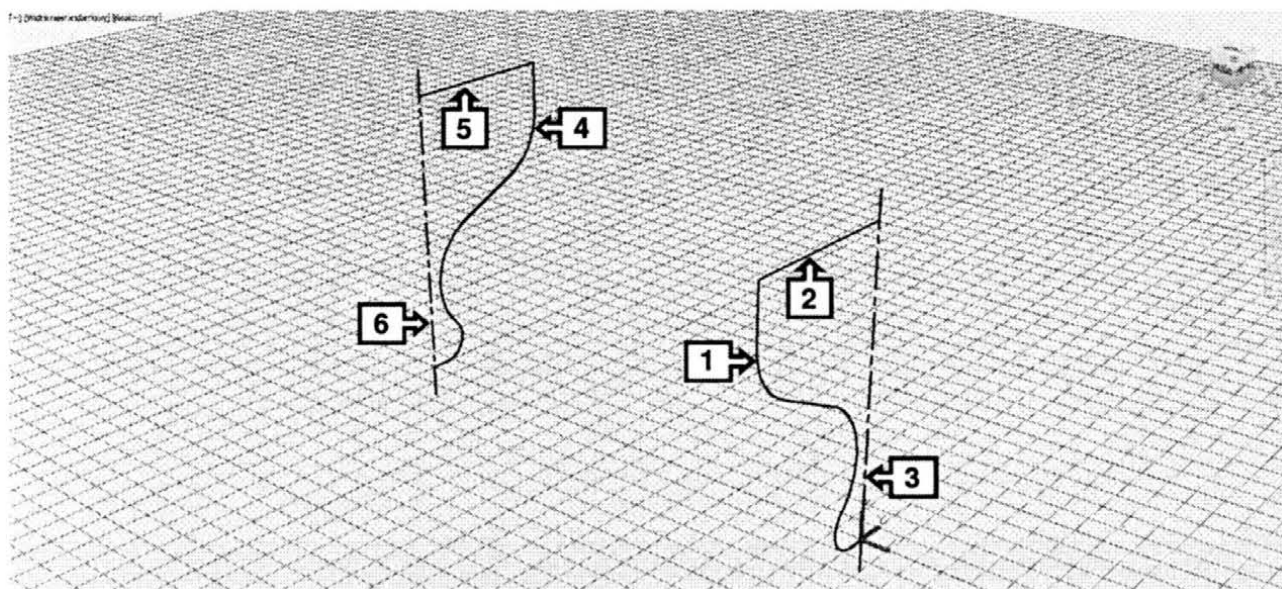
Definiowanie powierzchni przez obracanie

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem powierzchni uzyskanych przez obracanie obiektów względem osi.

- Otwórz rysunek *C-12-08-14-Przekrec-pow-01.dwg*. Przećwiczmy tworzenie powierzchni obrotowych.
- W rysunku, w warstwie *pom1*, narysowano obiekty pomocnicze przeznaczone do zdefiniowania powierzchni obrotowych. W warstwie *wymiar1* narysowano osie, względem których będziemy dokonywali obrotu profili otwartych. W warstwie *kreska1* istnieją powierzchnie, które zostaną w trakcie ćwiczenia zamknięte powierzchniami obrotowymi. Nowe powierzchnie obrotowe umieścimy w warstwie *kontur1*.



- Warstwę *kreska1* ukrywamy. Na rysunku pozostają niebieskie profile (1, 2, 4, 5 – warstwa *pom1*) i czerwone osie obrotu (3 i 6 – warstwa *wymiar1*). Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Tworzymy powierzchnie proceduralne.



- Wywołujemy polecenie PRZEKRĘĆ, sprawdzamy tryb (*Powierzchnia*), wskazujemy prawy profil krzywoliniowy (1) i linię (2), zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Obiekt*, wskazujemy oś obrotu (3), podajemy kąt obrotu 180°. Podobnie postępujemy z profilem krzywoliniowym po lewej stronie (4) i linią (5), wskazując oś obrotu 6. Uwidaczniamy warstwę *kreska1* i sprawdzamy, czy zdefiniowane powierzchnie obrotowe pasują do powierzchni występujących pierwotnie w rysunku (warstwa *kreska1*).

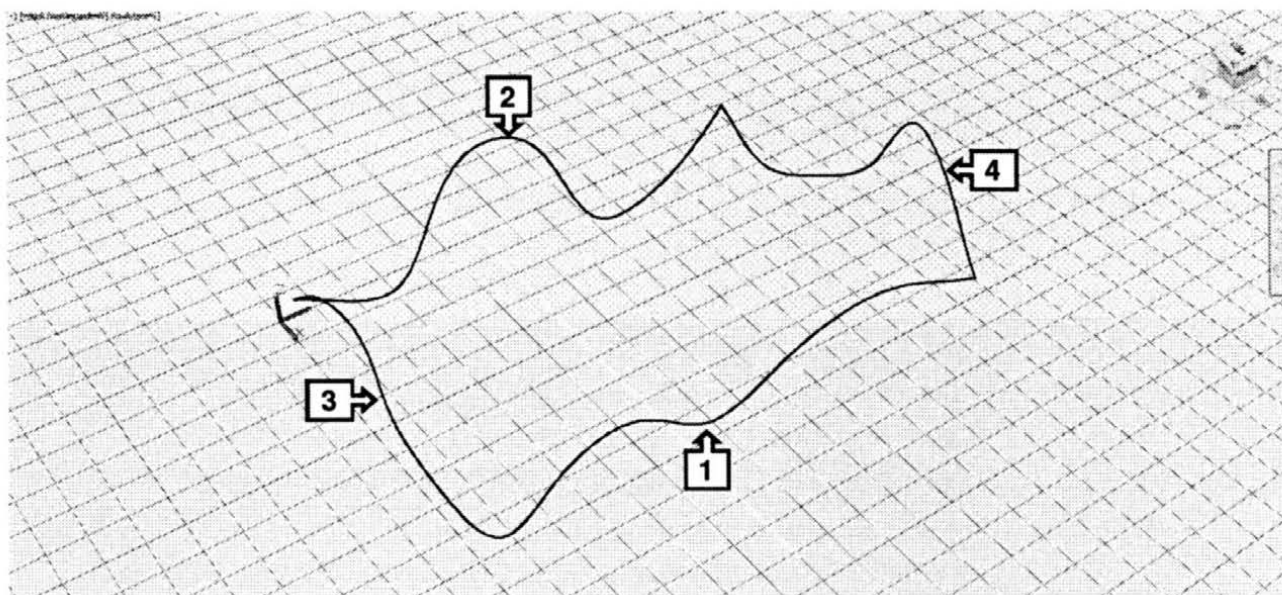
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*.

Ćwiczenie 15

Definiowanie powierzchni przez pokrywanie profili

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem powierzchni uzyskanych przez pokrywanie kolejnych profili.

- Otwórz rysunek *C-12-08-15-Pokrywanie-pow-01.dwg*. W rysunku występują cztery splajny. Dwa w warstwie *kontur1* (1, 2) i dwa w warstwie *kreska1* (3, 4). Splajny w węzłach stykają się ze sobą, umożliwia to rozpostarcie na tych splajnach powierzchni. Tworzymy powierzchnię NURBS.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1*. Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIĘCIE, sprawdzamy tryb (*Powierzchnia*), jako przekroje poprzeczne wskazujemy splajny leżące w warstwie *kreska1* (3, 4) i zamykamy zbiór wskazań. Wybieramy opcję *Prowadnice*, wskazujemy splajny leżące w warstwie *kontur1* (1, 2) i zamykamy zbiór wskazań.



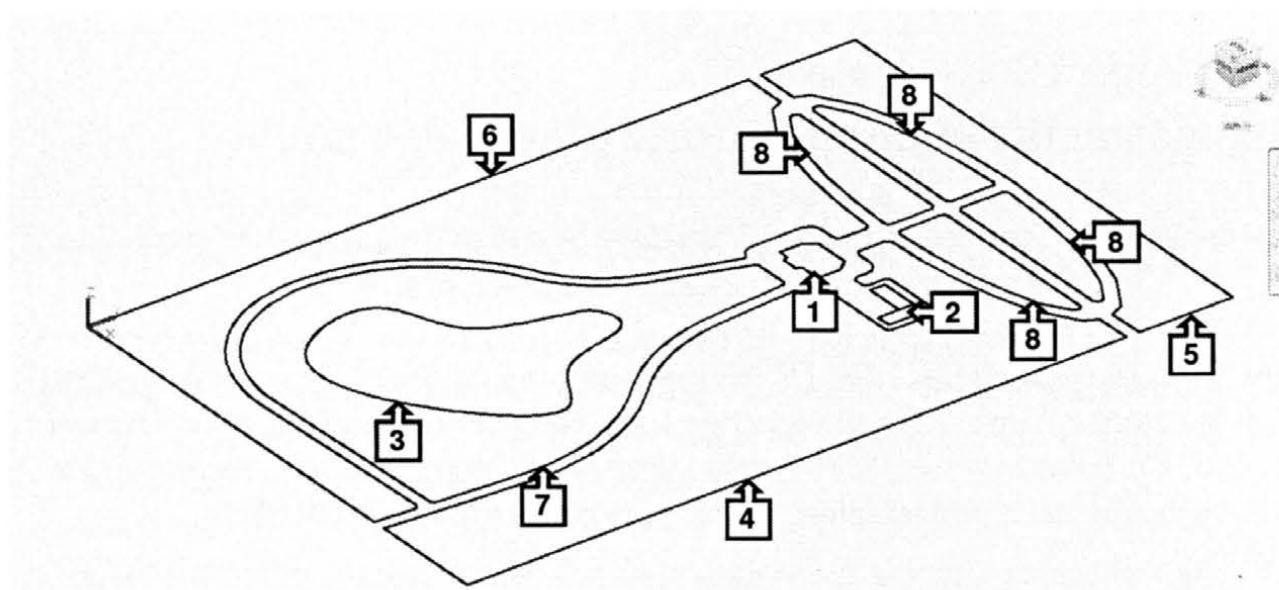
Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*.

Ćwiczenie 16

Definiowanie powierzchni

Cel ćwiczenia: Tworzenie prostych rysunków z wykorzystaniem powierzchni.

- Otwórz rysunek *C-12-08-16-Profil-2Ddo3D-01.dwg*.



- Przećwiczymy teraz tworzenie powierzchni płaskich w oparciu o obszary zamknięte. Rysunek przedstawia rzut działki z zarysami domu mieszkalnego (1), budynków pomocniczych (2), utwardzonego otoczenia domu

oraz drózek dojazdowych. Pozostała część działki jest wypełniona trawnikiem (4, 5, 6, 7), na którym znajduje się zarys stawu (3).

- Ustawiamy jako aktualną warstwę *kreska1*. W niej narysujemy powierzchnie odpowiadające budynkowi mieszkalnemu i budynkom pomocniczym. Wywołujemy polecenie POWPŁAS, wybieramy opcję *Obiekt* i wskazujemy zarys budynku mieszkalnego (1). Ponownie wywołujemy polecenie i wskazujemy dwa przeciwległe narożniki prostokąta symbolizującego pierwszy budynek pomocniczy (2). W taki sam sposób tworzymy powierzchnię płaską dla drugiego budynku pomocniczego (2).
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wywołujemy polecenie POWPŁAS, wybieramy opcję *Obiekt* i wskazujemy zarys stawu (3).
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Wywołujemy polecenie POWPŁAS, wybieramy opcję *Obiekt* i wskazujemy zarys trawnika dużego (4, 5, 6), średniego (7) oraz cztery fragmenty trawnika wewnątrz eliptycznego klombu (8).

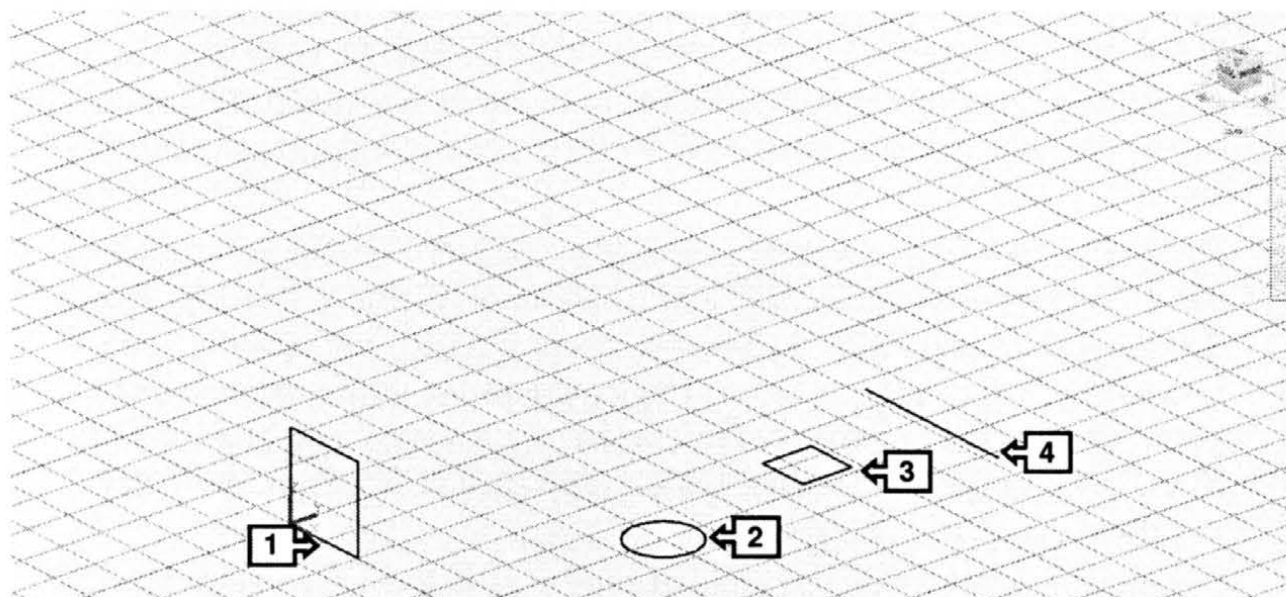
Poprawność wykonanej pracy można sprawdzić, odblokowując warstwy: *kontur2*, *osie2* i *kreska2*.

Ćwiczenie 17

Definiowanie powierzchni w oparciu o obiekty 2D

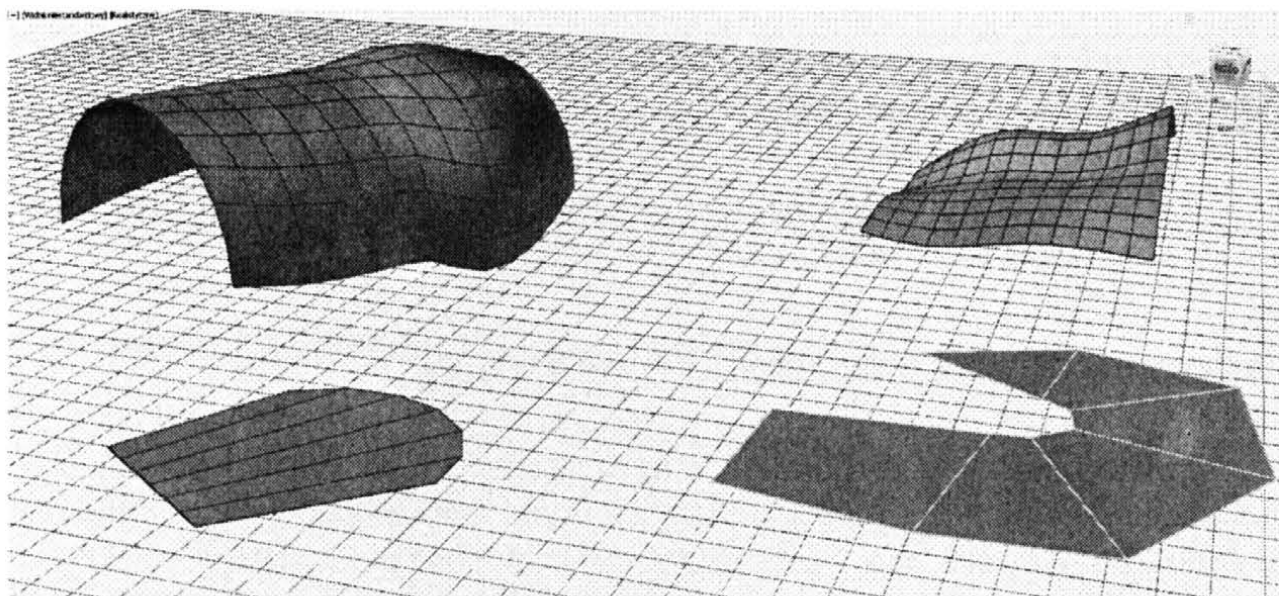
Cel ćwiczenia: Tworzenie obiektów powierzchniowych z wykorzystaniem profili dwuwymiarowych.

- Otwórz rysunek *C-12-08-17-Profil-2Ddo3D-02.dwg*.



- Przecwiczymy teraz tworzenie powierzchni w oparciu o obiekty występujące w rysunku. Obiekty te zostały umieszczone w warstwie *kontur1*. Kończącą postać rysunku umieszczono w zablokowanej warstwie *osiel*. Jako warstwę aktualną ustawiamy warstwę *pom1*.
- Zmiennej DELOBJ przypisujemy wartość 0. Pozwoli to na zachowanie w rysunku obiektów pierwotnych po utworzeniu z nich modelu trójwymiarowego. Będziemy tworzyli powierzchnie proceduralne.
- Za pomocą polecenia WYCIĄGNIJ utworzymy 4 powierzchnie. Po wywołaniu polecenia, sprawdzamy tryb tworzenia obiektów (*Powierzchnia*), wskazujemy cztery linie 1, włączamy tryb ORTO, wybieramy opcję *Kierunek*. Jako pierwszy punkt wskazujemy punkt [0,0,0], ustawiamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi Y i podajemy z klawiatury wartość długości 100. Ukrywamy warstwę *pom1*, ułatwi to tworzenie następnej powierzchni.
- Powtarzamy polecenie WYCIĄGNIJ, wskazujemy linię 1 i podajemy wysokość 100. Uwidaczniamy warstwę *pom1*. Mamy już pięć ścianek prostopadłościanu – brakuje nam jeszcze ostatniej ściany (tylnej). Można to sprawdzić, posługując się orbitą. Szóstą ściankę uzyskamy, kopiując ściankę ostatnio narysowaną. Pamiętajmy o konieczności posłużenia się trybami dowiązania punktów do obiektu.
- Korzystając z okręgu 2, rysujemy rurę o wysokości 80. Wykorzystujemy do tego celu ponownie polecenie WYCIĄGNIJ. Gotową rurę przesuwamy (polecenie PRZESUŃ) na górną ściankę prostopadłościanu. Pamiętajmy o trybie dowiązywania punktu do obiektu umożliwiającemu znajdowanie punktu pośrodku odległości między dwoma wskazanymi punktami.
- Skopiujemy prostopadłościan ponad ustawioną rurę. Jest to kopiowanie na odległość równą wysokości prostopadłościanu plus wysokość rury, czyli 180 jednostek. W celu wybrania sześciu powierzchni najwygodniej ukryć warstwę *kontur1* i wtedy dokonać wyboru za pomocą okna.
- Kopiujemy teraz dwa prostopadłościany i rurę na odległość 300, wzdłuż osi Y. Po zakończeniu kopiowania przywracamy widoczność warstwy *kontur1*.
- Rysujemy arkadę, korzystając z kwadratu 3, który obrócimy względem osi 4. Wywołujemy polecenie PRZEKREŚĆ, wybieramy kwadrat 3, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Obiekt*, wskazujemy linię 4 i podajemy z klawiatury wartość 180. Narysowaną arkadę przenosimy na górne powierzchnie prostopadłościanów za pomocą polecenia PRZESUŃ, przy czym korzystamy z trybu dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami*.

Poprawne rozwiązanie jest umieszczone w zablokowanej warstwie *osiel*.



Rozdział IX

Tworzenie powierzchni starego typu

Do powierzchni starego typu zaliczać będziemy powierzchnie zdefiniowane za pomocą poleceń: SIATKA3W, PPOW, 3WPOW i 3D oraz powierzchnie zdefiniowane za pomocą poleceń: POWPROST, POWWALC, POWOBROT, POWKRAW, w przypadku gdy zmienna systemowa MESHTYPE ma przypisaną wartość 0.

zm.sys. MESHTYPE	
Wartość	Opis
0	W przypadku użycia poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT i POWKRAW tworzy siatkę polipowierzchni lub wielobok starszego typu.
1	W przypadku użycia poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT i POWKRAW tworzy obiekty siatkowe (zalecane).

Ze względu na to, że sposób tworzenia powierzchni starego typu za pomocą poleceń: POWPROST, POWWALC, POWOBROT oraz POWKRAW nie odbiega od sposobu tworzenia siatek (za pomocą tych samych poleceń), sposoby korzystania z tych poleceń zostaną omówione w rozdziale dotyczącym modeli siatkowych, jako modeli nowszego typu.

Zaleca się przeprowadzenie konwersji wszystkich powierzchni i obiektów powierzchniowych na obiekty siatkowe (nowego typu).

Tworzenie powierzchni siatki wielokątnej

Powierzchnia jest rozpościerana na węzłach rozłożonych w macierzy o m wierszach i n kolumnach. Liczba wierszy i kolumn musi zawierać się w granicach od 2 do 256. Dla każdego węzła trzeba podać współrzędne, dlatego obiekt jest stosowany prawie wyłącznie przy opracowywaniu scenariuszy i programów (Visual LISP, VBA) i jest tworzony za pomocą polecenia SIATKA3W, które można wywołać:

```
W3D: -----  
PN:  -----  
MR:  -----  
LP:  SIATKA3W
```

Po wywołaniu polecenia należy określić liczbę wierszy i liczbę kolumn, a potem podaje się współrzędne węzłów. Rozpoczynamy od współrzędnych w pierwszej kolumnie i pierwszym wierszu, następnie podajemy współrzędne dla węzła w drugiej kolumnie i pierwszym wierszu, aż do zakończenia pierwszego wiersza. Potem przechodzimy do pierwszej kolumny w drugim wierszu. Węzły mogą znajdować się w dowolnych odległościach od siebie.

Tak utworzona powierzchnia jest powierzchnią otwartą i można ją zamknąć, wykorzystując do tego polecenie EDPLIN służące do przeprowadzania edycji polilinii.

Tworzenie polipowierzchni

Polipowierzchnie są strukturami przestrzennymi, które składają się z powierzchni rozpostartych na węzłach i są definiowane za pomocą polecenia PPOW, które można wywołać:

```
W3D: -----  
PN:  -----  
MR:  -----  
LP:  PPOW
```


Polecenie działa dwuetapowo. W pierwszej kolejności definiowane są ponumerowane węzły, a następnie tworzone są powierzchnie przez podanie numerów węzłów. Polecenie to jest głównie wykorzystywane do tworzenia trójwymiarowych powierzchniowych obiektów podstawowych, tworzonych za pomocą polecenia 3D (omówionego niżej).

Polecenie jest rzadko wykorzystywane przy danych wprowadzanych ręcznie.

Tworzenie polipowierzchni przestrzennej

Dzięki poleceniu 3WPOW można utworzyć trójwymiarowy obiekt składający się z polipowierzchni, podając współrzędne każdego wierzchołka.

W3D: -----

PN: -----

MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Powierzchnia 3D

LP: 3WPOW

W tworzonych polipowierzchniach można sterować widocznością wybranych krawędzi.

Tworzenie podstawowych modeli powierzchniowych

Do podstawowych trójwymiarowych modeli powierzchniowych zaliczać będziemy obiekty: Kostka, Stożek, Misa, kOpuła, siAtka, ostRośłup, sFera, Torus i kLin. Obiekty te należy traktować jako obiekty trójwymiarowe, ale ograniczone tylko powierzchniami, czyli wewnątrz puste, w przeciwieństwie do obiektów bryłowych, które są wewnątrz wypełnione. Wymienione modele powierzchniowe są tworzone za pomocą polecenia 3D, zawierającego odpowiednie opcje, umożliwiające wybór rodzaju obiektu.

Polecenie można wywołać:

W3D: -----

PN: -----

MR: -----

LP: 3D

Po wywołaniu polecenia pojawia się lista opcji. Wybieramy odpowiedni obiekt i przechodzimy do definiowania parametrów geometrycznych.

Opcja Kostka

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego kostki. Standardowo określa się współrzędne punktu początkowego, długość, szerokość, wysokość kostki oraz kąt obrotu względem punktu początkowego.

Występuje również opcja umożliwiająca utworzenie sześcianu.

Opcja Stożek

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego stożka. Standardowo określa się współrzędne środka podstawy stożka, promień lub średnicę podstawy, promień lub średnicę podstawy górnej, wysokość stożka i liczbę segmentów na obwodzie.

Im więcej segmentów, tym obiekt jest gładszy i wygląda lepiej po przeprowadzeniu renderingu.

Opcja Misa

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego misy. Misę należy traktować jako powierzchnię odpowiadającą dolnej połowie sfery. Standardowo określa się współrzędne środka sfery, z której wycięta jest jej dolna część, promień lub średnicę sfery, liczbę elementów po obwodzie i liczbę elementów wzdłuż tworzącej.

Im więcej segmentów, tym obiekt jest gładszy i wygląda lepiej po przeprowadzeniu renderingu.

Opcja kOpuła

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego kopuły, którą można potraktować jako odwróconą misę. Jest to powierzchnia odpowiadająca górnej połowie sfery. Standardowo określa się współrzędne środka sfery, z której wycięta jest jej górna część, promień lub średnicę sfery, liczbę elementów po obwodzie i liczbę elementów wzdłuż tworzącej.

Im więcej segmentów, tym obiekt jest gładszy i wygląda lepiej po przeprowadzeniu renderingu.

Opcja siAtka

Umożliwia utworzenie płaskiej powierzchni rozpostartej na czterech wierzchołkach połączonych prostoliniowymi krawędziami. Powierzchnia ta jest zbudowana z elementów określanych przez podział krawędzi na zadaną liczbę części rozmieszczanych równomiernie. Przyjmuje się kierunki podziału m i n . Liczba elementów w każdym kierunku może zawierać się w granicach od 2 do 256.

Opcja ostRoslup

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego ostrosłupa. Standardowo określa się cztery punkty narożne podstawy oraz punkt wierzchołka ostrosłupa.

Występują również opcje umożliwiające utworzenie czworościanu, utworzenie obiektu, w którym zamiast wierzchołka będzie występowała krawędź oraz obiektu ograniczonego górną podstawą. Zatem w podstawie dolnej występuje czworobok lub trójkąt (dla czworościanu), a w podstawie górnej może występować punkt, odcinek i czworobok lub trójkąt (dla czworościanu).

Opcja sFera

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego sfery. Standardowo określa się współrzędne środka sfery, promień lub średnicę sfery, liczbę elementów po obwodzie i liczbę elementów wzdłuż tworzącej.

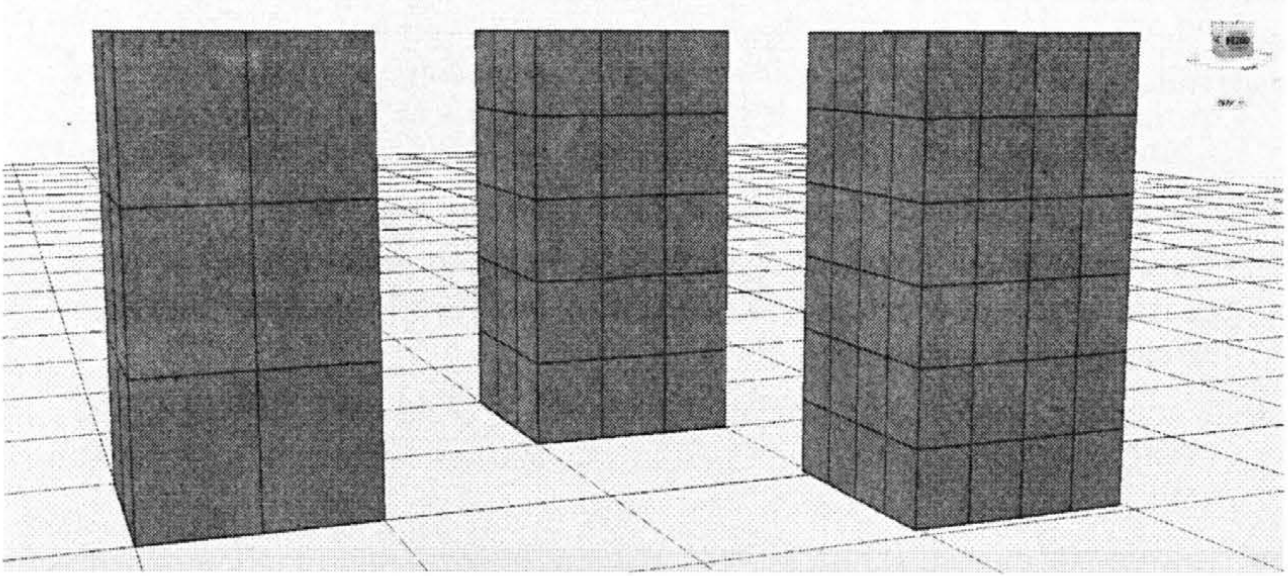
Im więcej segmentów, tym obiekt jest gładzy i wygląda lepiej po przeprowadzeniu renderingu.

Opcja Torus

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego torusa. Standardowo określa się współrzędne środka torusa, promień lub średnicę torusa, promień lub średnicę rury torusa, liczbę elementów po obwodzie torusa i liczbę elementów po obwodzie rury torusa.

Opcja kLin

Umożliwia utworzenie modelu powierzchniowego klina. Standardowo określa się współrzędne punktu początkowego, długość, szerokość, wysokość klina oraz kąt obrotu względem punktu początkowego.



Rozdział X

Tworzenie modeli siatkowych

Trójwymiarowe modele siatkowe umożliwiają przeprowadzanie modyfikacji poszczególnych elementów składowych obiektów, takich jak powierzchnie, fasety, krawędzie i wierzchołki, w sposób bardziej elastyczny niż to miało miejsce dotychczas w modelowaniu bryłowym. W modelach bryłowych przekształcane mogły być całe powierzchnie, natomiast w modelowaniu siatkowym edycji można poddać określone, wybrane fragmenty obiektów przestrzennych. Ze względu na to, że istnieje możliwość transformacji obiektu bryłowego w obiekt siatkowy i na odwrót, bardzo częstym sposobem postępowania jest utworzenie modelu bryłowego, zamiana go na obiekt siatkowy, przeprowadzenie wymaganej szczegółowej edycji i ponowne przekształcenie modelu siatkowego w model bryłowy, na którym można przeprowadzać działania logiczne i dla którego można uzyskiwać szereg danych fizycznych. Tak nakreślony sposób postępowania można skrócić, rozpoczynając tworzenie modelu od modelu siatkowego i dopiero po przeprowadzeniu na nim szczegółowych zabiegów edycyjnych przekonwertować go na model bryłowy.

Taki tok postępowania uwalnia nas od jednego cyklu konwersji, która jest zabiegiem czasochłonnym i może wprowadzać pewne ograniczenia, a nawet może się okazać – w pewnych okolicznościach – że jest niemożliwa do przeprowadzenia.

Modele siatkowe (nowego typu) mogą być tworzone zasadniczo na trzy sposoby:

- Tworzenie siatek podstawowych, podobnie jak to miało miejsce w przypadku brył i powierzchni. Korzystamy wtedy z polecenia SIATKA, zawierającego szereg opcji.
- Tworzenie siatek za pomocą poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT i POWKRAW, przy przypisaniu zmiennej systemowej MESHTYPE wartości 1.
- Przekształcanie obiektów bryłowych oraz powierzchniowych w obiekty siatkowe (polecenie GŁADSIATKA).

Tworzenie obiektów powierzchniowych, które zaliczamy do obiektów starszego typu, zostało omówione w poprzednich rozdziałach. Zaleca się, aby dokonywać konwersji tych obiektów na obiekty siatkowe.

Reprezentacja obiektów siatkowych

Trójwymiarowe obiekty siatkowe są przedstawiane w postaci **sekcji** podzielonych na **fasety**. Fasety należy traktować jako elementarne powierzchnie płaskie. Sekcja natomiast nie musi być płaska. W programie AutoCAD sekcje są nazywane powierzchniami, co rodzi wątpliwości przy jednoznacznym rozróżnianiu obiektów, które nazywamy powierzchniami (proceduralnymi lub NURBS) oraz powierzchniami stanowiącymi sekcje. Sekcje siatek są dzielone bezpośrednio na fasety.

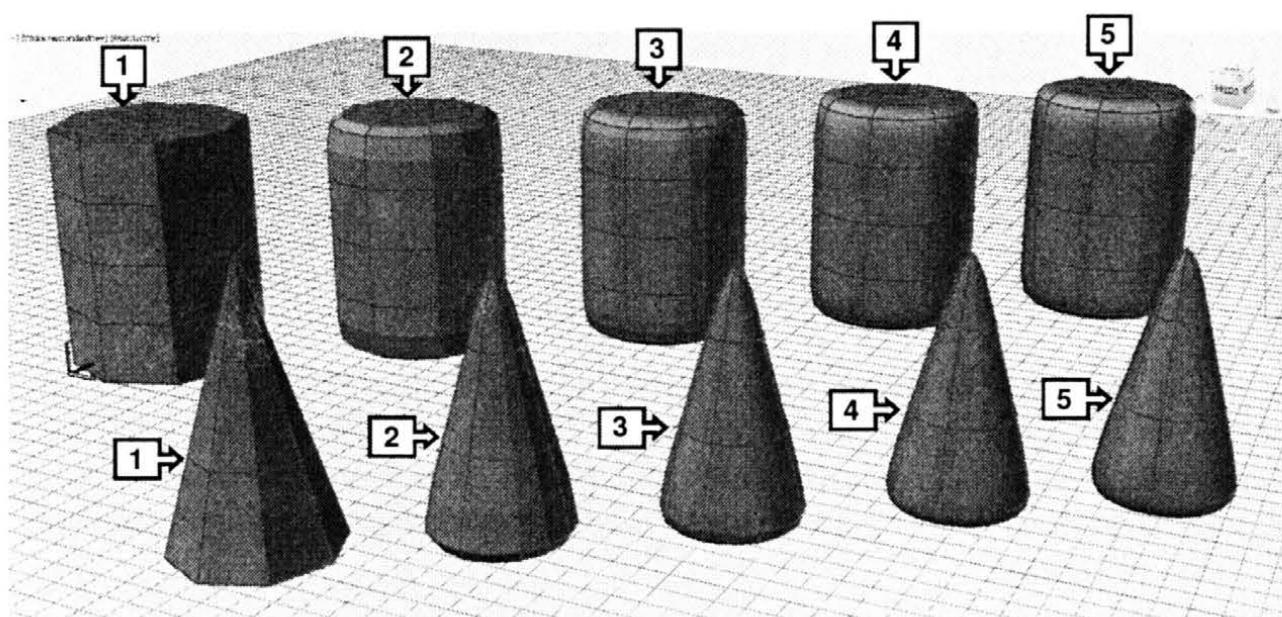
Przy wizualizowaniu obiektu siatkowego wprowadzono dwa pojęcia:

- **Wygładzanie**

Określa stopień przyciągania lub przylegania fasety, występującej w modelu, do zaokrąglonej rzeczywistej powierzchni modelowanego obiektu. Standardowo występuje pięć poziomów wygładzania, które są ustawiane w palecie *Właściwości*. Poziom 0 odpowiada najniższemu wygładzaniu (w palecie jest to określane jako brak wygładzania), a poziom 4 – wygładzaniu najwyższemu.

(Otwórz rysunek W-12-10-01-Siatka-gładkosc-01.dwg.)

Na rysunku pokazano siatkę walca oraz siatkę stożka dla wszystkich pięciu przypadków wygładzania. Należy zwrócić uwagę na fakt, że bryła (np. walec) ma we wszystkich przypadkach taką samą liczbę sekcji, natomiast zwiększa się (każdorazowo czterokrotnie) liczba faset w sekcji. Obiekty 1 mają zerowy poziom (*Brak*) wygładzenia, obiekty 2 – poziom 1, obiekty 3 – poziom 2, obiekty 4 – poziom 3, obiekty 5 – poziom 4. Liczba sekcji w każdym obiekcie jest taka sama.



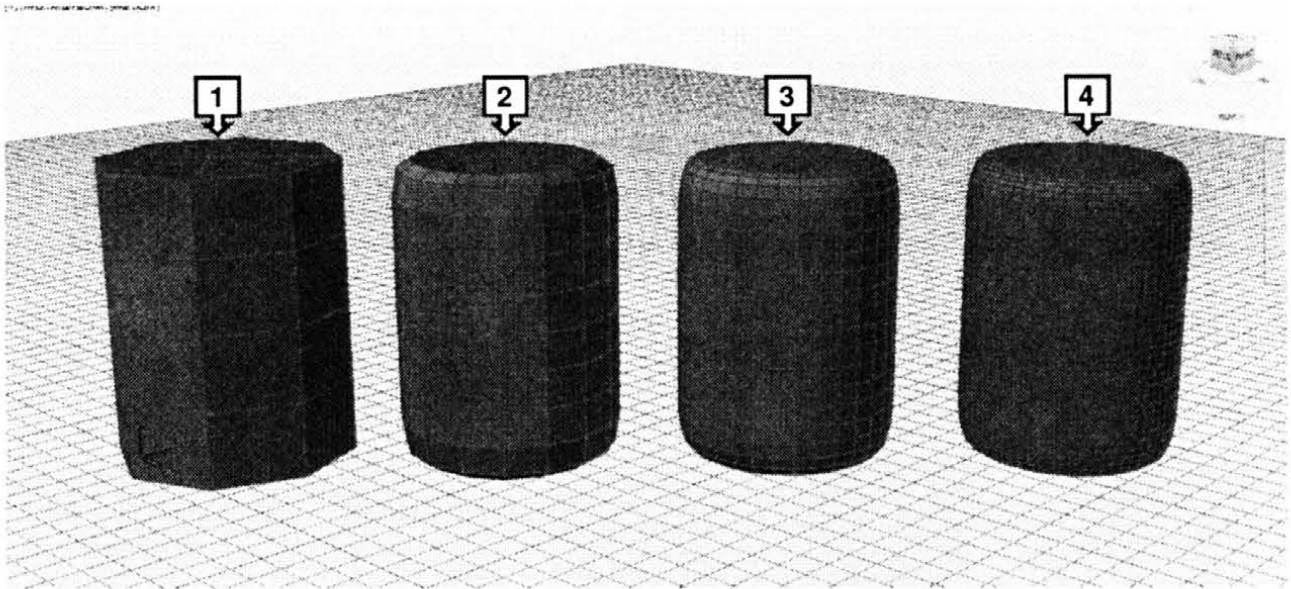
- **Rozdrabnianie**

Wywołanie rozdrabniania powoduje formalnie zamianę faset na sekcje i automatyczne sprowadzenie wygładzania do poziomu zerowego. Zatem żeby rozdrobnić sekcję, należy zwiększyć jej gładkość o tyle poziomów, o ile chcemy zwiększyć rozdrobnienie i dopiero wtedy wykonać rozdrobnienie. Istnieje możliwość zastosowania rozdrabniania jedynie do wybranych fragmentów modelu, co pozwala na ograniczenie ogólnej liczby generowanych faset.

(Otwórz rysunek W-12-10-02-Siatka-rozdrobnienie-01.dwg.)

Na rysunku występuje walec 1, który trzykrotnie skopiowano. Na kopii 2 zwiększono o jeden poziom wygładzenia (do poziomu 1) i wykonano rozdrobnienie. Na kopii 3 zwiększono wygładzenie o dwa poziomy (do poziomu 2) i wykonano rozdrobnienie. Na kopii 4 zwiększono wygładzenie o trzy poziomy (do poziomu 3) i wykonano rozdrobnienie. We wszystkich przypadkach liczba sekcji i faset jest taka sama i poziom gładkości został sprowadzony do poziomu zero (*Brak*). W modelu 2 jest 4 razy więcej sekcji niż w modelu 1, w modelu

3 – 16 razy więcej i w modelu 4 – 64 razy więcej. Daje to pogląd o lawinowym wzroście liczby sekcji w modelu.



Przy doborze poziomu wygładzania i rozdrabniania należy rozważyć, czy nie można osiągnąć wymaganych rezultatów za pomocą wygładzania, a rozdrabnianie stosować w razie niezbędnej konieczności. Rozdrabnianie zawsze łączy się z większą liczbą danych opisujących model, zatem prowadzi do spowolnienia działania programu.

W celu ograniczenia maksymalnego poziomu wygładzania i maksymalnego poziomu rozdrabniania można posłużyć się zmiennymi systemowymi:

- **SMOOTHMESHMAXLEV**

Ustala maksymalny poziom wygładzania dla obiektów siatki. Dozwolone wartości zawierają się w przedziale od 1 do 255. Zalecany zakres wartości wynosi od 1 do 4. W palecie *Właściwości* można ustawić poziom *Brak*, co można traktować jako poziom zerowy. Za pomocą tego ograniczenia można zapobiegać tworzeniu gęstych siatek mogących mieć wpływ na wydajność programu. Wartość początkowa: 4.

- **SMOOTHMESHMAXFACE**

Ustala maksymalną liczbę faset dozwolonych dla obiektów siatki. Wartość początkowa tej zmiennej systemowej jest dopasowywana w celu uzyskania najlepszej wydajności w oparciu o konfigurację systemu. Dozwolone wartości zawierają się w przedziale od 1 do 16000000. Za pomocą tego ograniczenia można zapobiegać tworzeniu zbyt gęstych siatek, mogących mieć wpływ na wydajność programu. Wartość początkowa: 1000000.

- SMOOTHMESHGRID

Ustawia maksymalny poziom gładkości, dla którego krawędzie faset będą wyświetlane, np. jeśli zmiennej zostanie przypisana wartość 2, wtedy krawędzie faset będą wyświetlane dla poziomów wygładzania 0, 1 i 2. Dla poziomu 3 i wyższych - krawędzie nie będą wyświetlane. Zapobiega to zamazywaniu rysunku zbyt gęstą siatką. Zmienna ta nie może przybierać wartości większych od wartości przypisanych do zmiennej SMOOTHMESH-MAXLEV. Jeśli do zmiennej VSLIGHTINGQUALITY (decydującej o jakości oświetlenia w bieżącej rzutni) przypisano wartość 0, wtedy zmienna SMOOTHMESHGRID jest ignorowana.

Parametrami decydującymi o właściwościach siatki można zarządzać:

- W oknie dialogowym *Opcje prymitywu siatki*, w którym ustawia się gęstość faset dla każdego obiektu we wszystkich kierunkach charakterystycznych dla tego obiektu.
- W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*, w którym ustawia się parametry dla siatki tworzonej przez konwersję powierzchni lub bryły.
- W palecie *Właściwości*, w której ustawiamy parametry dla obiektów siatkowych już istniejących.

Okno dialogowe *Opcje siatki elementarnej*

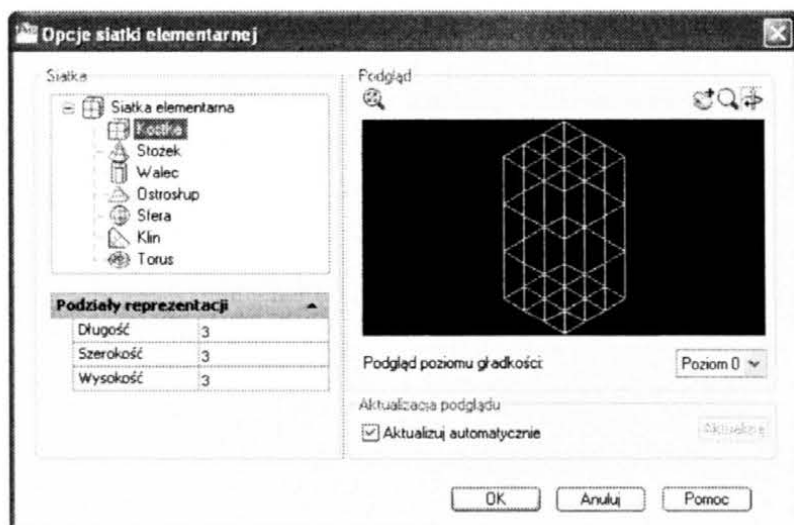
W oknie można zdefiniować parametry dla każdej siatki elementarnej. Wartości ustalone w oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* wpływają na wygląd nowo tworzonych siatek elementarnych, do których zaliczamy: kostkę, walec, stożek, ostrosłup, sferę, klin i torus. Okno można otworzyć:

W3D: Siatka > Siatki elementarne ↓

PN: -----

MR: -----

LP: OPCJEPRYMITSIATKI



Okno jest również dostępne z poziomu okien dialogowych *Opcje* oraz *Opcje reprezentacji siatki*.

W ramce *Siatka* wybieramy rodzaj siatki oraz definiujemy liczby podziałowe w kierunkach charakterystycznych dla danej siatki. Oznacza to podział obiektu na sekcje. Podczas wstawiania obiektu do rysunku każdej sekcji jest przypisywana jedna faseta, czyli zakładany jest brak wygładzania. W ramce *Podgląd* pokazywany jest definiowany podział siatki oraz istnieje możliwość ustawienia poziomu gładkości, ale tylko w podglądzie, żeby można było oszacować wygląd docelowy. W ramce *Aktualizacja podglądu* decydujemy, czy aktualizacja wyglądu obiektu ma być przeprowadzana automatycznie, czy na żądanie.

Podziały reprezentacji są przypisywane do odpowiednich zmiennych systemowych (patrz: *Tworzenie siatek elementarnych*).

Okno dialogowe *Opcje reprezentacji siatki*

Umożliwia zdefiniowanie parametrów przyjmowanych przy przeprowadzaniu konwersji powierzchni i brył na obiekty siatkowe.

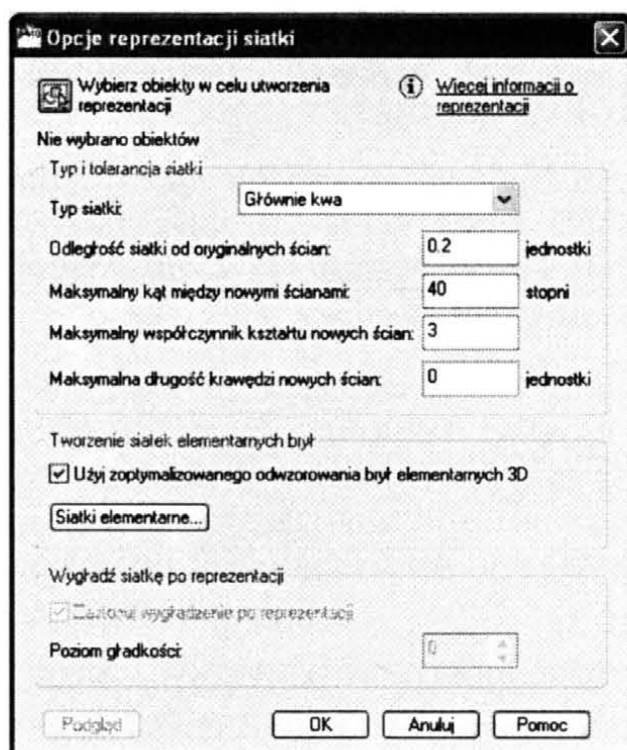
Okno dialogowe można wywołać:

W3D: Siatka > Siatka ↓

PN: -----

MR: -----

LP: OPCJESIAT



Okno *Opcje reprezentacji siatki* jest również dostępne z poziomu okna dialogowego *Opcje*.

W oknie *Opcje reprezentacji siatki* przycisk *Wybierz obiekty w celu utworzenia reprezentacji* umożliwia wybranie obiektów do przeprowadzenia konwersji na obiekty siatkowe. Wybierane mogą być bryły, powierzchnie 3D, regiony i zamknięte polilinie.

W ramce *Typ i tolerancja siatki* można zdecydować o typie tworzonej siatki. Wchodzą tu w grę trzy typy tworzenia siatki:

- **Optymalizacja siatki wygładzonej**

Program optymalizuje kształty faset w taki sposób, aby siatka była jak najbardziej dostosowana do konwertowanego modelu.

- **Głównie kwa**

Stara się utworzyć większość faset czworokątnych.

- **Trójkąty**

Stara się utworzyć większość faset trójkątnych.

Nastawy są zapisywane w zmiennej systemowej FACETERMESHTYPE.

W tej samej ramce, w polu tekstowym *Odległość siatki od oryginalnych ścian*, ustawiamy maksymalne odchylenie faset siatki od powierzchni obiektu pierwotnego (zmienna systemowa FACETERDEVSURFACE).

W polu tekstowym *Maksymalny kąt między nowymi ścianami* ustawiamy maksymalny kąt pomiędzy wektorami normalnymi sąsiadujących faset (zmienna systemowa FACETERDEVNORMAL).

W polu tekstowym *Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian* ustalamy maksymalny stosunek wysokości do szerokości fasety (zmienna systemowa FACETERGRIDRATIO). Dzięki tej wartości można kontrolować smukłość tworzonych faset. Można stosować następujące wielkości:

- **0**
Powoduje wyłączenie kontroli kształtu fasety.
- **1**
Określa, że szerokość i wysokość fasety mają być takie same.
- **Większy niż 1 (np. 3)**
Pozwala na ustawienie maksymalnego stosunku długości do szerokości fasety.

Jeśli podana wartość zawiera się w granicach pomiędzy 0 i 1, wtedy przyjmowana jest wartość wynikająca z zależności $1/n$ i przyjmowany jest współczynnik większy od jedności. Wynika stąd, że nie można wymusić kształtu fasety szerszej niż dłuższej.

Opcja ta nie ma wpływu na przekształcanie ścian, które w pierwotnych obiektach są płaskie.

W polu tekstowym *Maksymalna długość krawędzi nowych ścian* (zmienna systemowa FACETERMAXEDGELENGTH) można określić maksymalną długość fasety.

W ramce *Tworzenie siatek elementarnych brył* decydujemy o rodzaju parametrów użytych przy przekształcaniu brył w siatki. Jeśli zaznaczone zostanie pole wyboru *Użyj zoptymalizowanego odwzorowania brył elementarnych 3D*, wtedy do konwersji przyjmowane są parametry ustawione w oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*. Jeśli pole to nie zostanie zaznaczone, wtedy do konwersji przyjmowane są parametry z okna dialogowego *Opcje reprezentacji siatki*. (Zmienna systemowa FACETERPRIMITIVE MODE).

Przycisk *Siatki elementarne* powoduje otworenie okna dialogowego *Opcje prymitywów siatki*.

W ramce *Wygląd siatki po reprezentacji* decydujemy o poziomie gładkości wygenerowanej siatki. Ustawienie gładkości jest dostępne tylko wtedy, gdy jako typ siatki wybrano *Optymalizacja siatki wygładzonej*.

Przycisk *Podgląd* umożliwia chwilowe zamknięcie okna dialogowego w celu obejrzenia wprowadzonych zmian. Do okna dialogowego powracamy za pomocą klawisza **ESC**.

Tworzenie siatek elementarnych

Przed utworzeniem siatki elementarnej należy ustalić parametry tej siatki w oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*. Dotyczy to przede wszystkim ustalenia liczby oczek siatki (sekcji) w każdym kierunku charakterystycznym dla danego obiektu elementarnego, np. dla kostki (prostokątoscianu) dostępne są trzy kierunki charakterystyczne – dla każdej osi obiektu. Parametry te ustalamy w liście rozwijalnej *Podziały reprezentacji*.

Parametry ustalone w oknie *Opcje prymitywów siatki* są zapamiętywane. Jeśli nie zachodzi potrzeba ich zmiany, okna tego nie trzeba wywoływać każdorazowo przed zdefiniowaniem siatki.

Siatki elementarne są generowane za pomocą polecenia **SIATKA3D**, która ma szereg opcji. Polecenie można wywołać:

- W3D: Siatka > Siatki elementarne > *Opcja wybrana z listy*
- PN: Siatki elementarne wygładzone > *Opcja wybrana z listy*
- MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > *Opcja wybrana z listy*
- LP: **SIATKA3D**

W poleceniu występują opcje:

SIATKA3D	
Opcje	Opis
Kostka	Pozwala na utworzenie siatki kostki.
Stożek	Pozwala na utworzenie siatki stożka.
Walec	Pozwala na utworzenie siatki walca.
Ostrosłup	Pozwala na utworzenie siatki ostrosłupa.
SFera	Pozwala na utworzenie siatki sfery.
kLin	Pozwala na utworzenie siatki klina.
Torus	Pozwala na utworzenie siatki torusa.
Ustawienia	Umożliwia określenie stopnia gładkości lub otworzenie okna dialogowego <i>Opcje prymitywów siatki</i> .

Jeśli polecenie jest wywoływane ze wstążki, paska narzędzi lub menu rozwijalnego, wywoływana jest od razu jedna z opcji. W przypadku wywołania polecenia z klawiatury, po jego wywołaniu należy wybrać odpowiednią opcję.

Tworzenie siatki kostki

Kostka standardowo jest definiowana w ten sposób, że krawędzie kostki są równoległe do osi aktualnego układu współrzędnych. Przyjmuje się, że *Długość* jest liczona wzdłuż osi X, *Szerokość* wzdłuż osi Y, a *Wysokość* wzdłuż osi Z.

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału również dla parametrów: *Długość*, *Szerokość* oraz *Wysokość*.

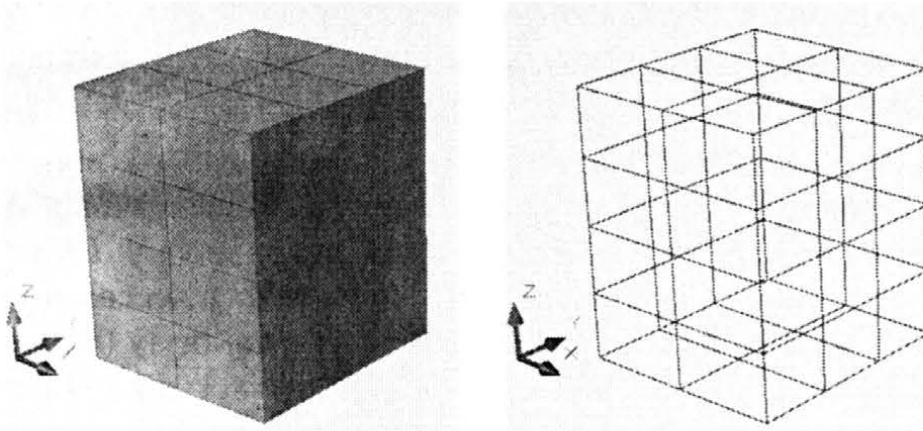
Wywołanie opcji *Kostka* polecenia SIATKA3D:

- W3D: Siatka > Siatki elementarne > Kostka
- PN: Siatki elementarne wygładzone > Kostka (siatka)
lub
- PN: Wygładzona siatka > Kostka (siatka)
- MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Kostka
- LP: SIATKA3D > Kostka

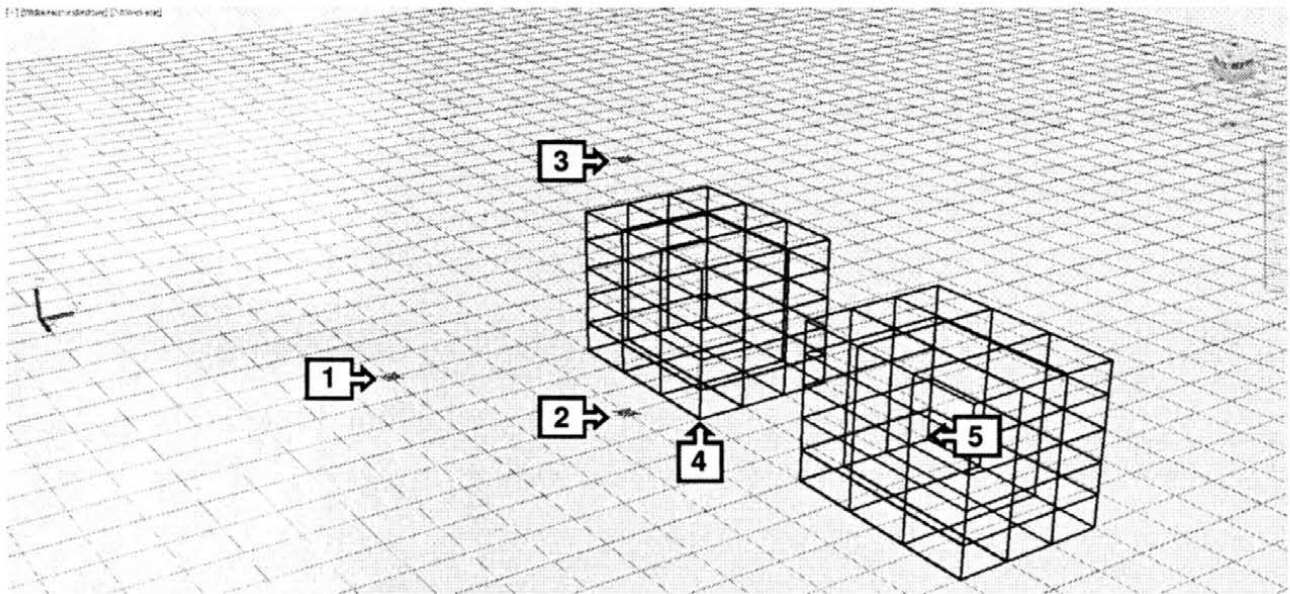
Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

SIATKA3D > Kostka	
Opcje	Opis
śrOdek	Pozwala na utworzenie siatki kostki z przyjęciem za punkt bazowy punktu centralnego (środką ciężkości kostki).
Sześcian	Pozwala na utworzenie siatki kostki o wszystkich równych krawędziach (sześcián). Możliwe jest również obrócenie definiowanej siatki względem osi Z.
Długość	Pozwala na utworzenie siatki kostki przez określenie kolejno <i>Długości</i> (wraz z możliwością określenia kąta obrotu względem osi Z), <i>Szerokości</i> oraz <i>Wysokości</i> .
2Punkty	Podopcja dostępna przy określaniu <i>Wysokości</i> w opcji <i>Długość</i> .

Na rysunku poniżej podano siatkę kostki przy przyjęciu liczb podziałowych dla: długości – 2, szerokości – 3 i wysokości – 4. Pokazano kostkę w dwóch stylach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.



(Otwórz rysunek: W-12-10-03-Siatka-kostka-01.dwg.)



Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci kostki. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*.

- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Kostka należy ustawić parametry siatki. Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Długość* = 2, *Szerokość* = 3 i *Wysokość* = 4. Wywołujemy polecenie tworzenia siatki i podajemy z klawiatury następujące współrzędne bezwzględne punktów:

Określ pierwszy narożnik: 50,50,0

Określ inny narożnik: 250,150,0

Określ wysokość: 200

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Dla drugiej kostki ustawimy parametry: *Długość* = 5, *Szerokość* = 5 oraz *Wysokość* = 8. Po wywołaniu polecenia tworzenia siatki wskazujemy kolejno trzy występujące w rysunku punkty z włączonym trybem dowiązania punktu do obiektu *Punkt*.

Dwa z tych punktów (1 i 2) leżą na płaszczyźnie XY, natomiast trzeci (3) jest usytuowany ponad tą płaszczyzną i umożliwia zdefiniowanie wysokości kostki.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Trzecia siatka kostki zostanie wstawiona pomiędzy istniejące siatki po prawej stronie rysunku. W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* ustawimy parametry: *Długość* = 3, *Szerokość* = 3 oraz *Wysokość* = 8. Po wywołaniu polecenia tworzenia siatki wskazujemy punkt leżący na podstawie lewej bryły (4), następnie punkt leżący na podstawie prawej bryły (5), a wysokość 350 podajemy z klawiatury.
- Włączamy tryb wizualny *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki stożka

Stożek standardowo jest definiowany w taki sposób, że jego podstawa leży na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych. Podaje się kolejno: punkt środka podstawy (*Określ środek podstawy*), długość promienia podstawy (*Określ promień podstawy*) oraz długość wysokości stożka (*Określ wysokość*).

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału dla parametrów:

- *Oś* – określa liczbę podziałową dla podziałów wokół osi stożka,
- *Wysokość* – określa liczbę podziałową wzdłuż wysokości stożka,
- *Baza* – określa liczbę podziałową wzdłuż promienia podstawy.

Wywołanie opcji *Stożek* polecenia SIATKA3D:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Stożek

PN: Siatki elementarne wygładzone > Stożek (siatka)
lub

PN: Wygładzona siatka > Stożek (siatka)

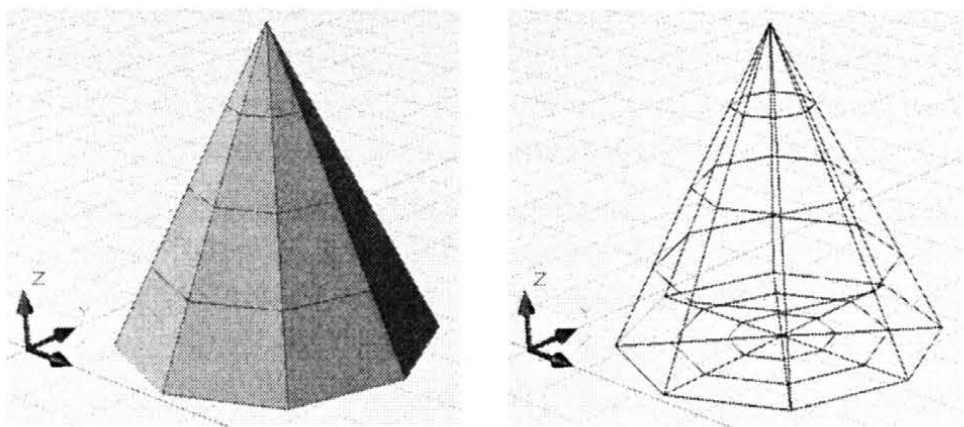
MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Stożek

LP: SIATKA3D > Stożek

Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

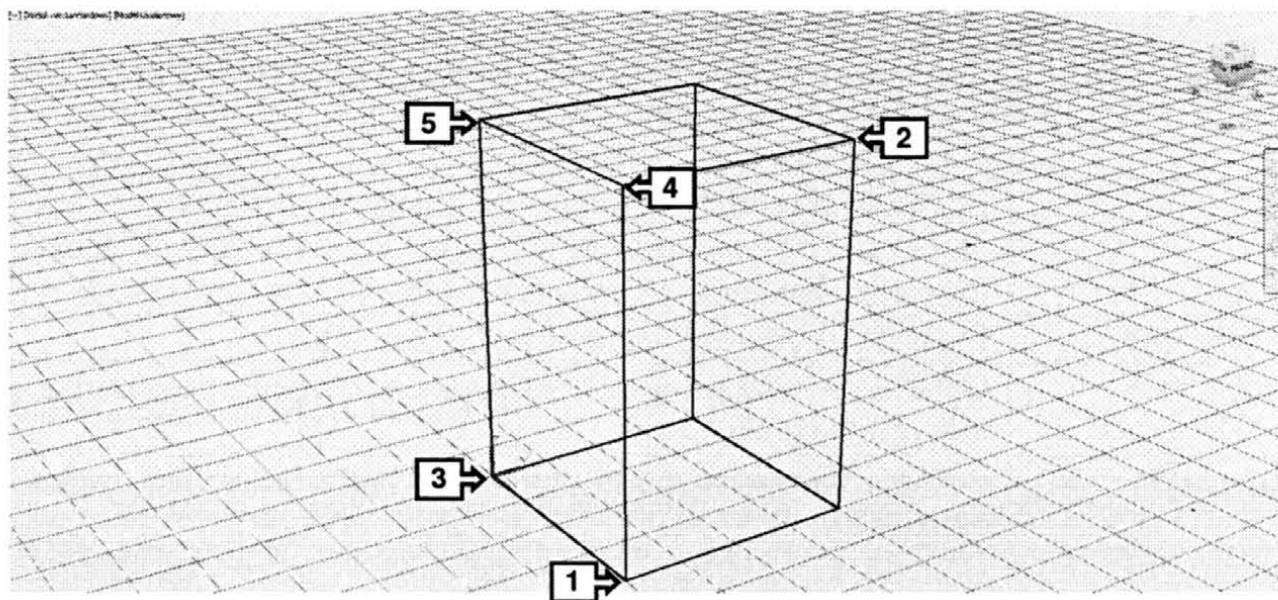
SIATKA3D > Stożek	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie trzech punktów leżących na obwodzie okręgu opisującego podstawę.
2P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie dwóch punktów określających długość średnicy okręgu opisującego podstawę.
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie dwóch punktów stycznych do wskazanych obiektów oraz określenie promienia.
Eliptyczny	Pozwala na zdefiniowanie w podstawie elipsy.
średnica	Umożliwia zdefiniowanie podstawy przez podanie jej średnicy zamiast promienia.
2Punkty	Pozwala na zdefiniowanie wysokości przez określenie dwóch punktów.
koniec Osi	Umożliwia zdefiniowanie wysokości przez określenie wierzchołka stożka. W tym przypadku oś stożka nie musi być prostopadła do płaszczyzny XY aktualnego układu współrzędnych.
Promień górnej podstawy	Opcja pozwala na zdefiniowanie stożka ściętego.

Na rysunku poniżej podano siatkę stożka przy przyjęciu liczb podziałowych dla: osi – 8, wysokości – 4 i bazy – 3. Stożek pokazano w dwóch trybach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.



(Otwórz rysunek: W-12-10-04-Siatka-stozek-01.dwg.)

Na rysunku występuje bryła w postaci prostopadłościanu. Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci stożka. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*.



- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Stożek należy ustawić parametry siatki. Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Oś* = 12, *Wysokość* = 6 i *Baza* = 3. Pierwszy stożek umieścimy centralnie na prawej, widocznej ścianie prostopadłościanu. Aby tego dokonać, należy włączyć dynamiczny LUW (piktogram w pasku stanu *Odblokuj/ zablokuj dynamiczny LUW*). Wywołujemy polecenie tworzenia siatki stożka, dla środka podstawy stożka wybieramy środek ściany wykorzystując tryb *Symetria pomiędzy dwoma punktami* (**SHIFT**+ **PKM**). Następnie przesuwamy kursor na prawą, widoczną ścianę prostopadłościanu (do chwili aż powierzchnia zostanie wyróżniona) i wskazujemy narożniki powierzchni (**1** i **2**), zwracając uwagę na to, aby nie opuścić kursorem wyróżnionej powierzchni. W następnym kroku, z klawiatury, podajemy promień podstawy równy 70 i wysokość równą 200.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Drugi stożek umieścimy na prawej, widocznej ścianie prostopadłościanu w taki sam sposób jak w poprzednim przypadku, wskazując punkty **3** i **4**. Przyjmiemy promień podstawy równy 50 i wysokość równą 150.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Trzeci stożek umieścimy na górnej, widocznej ścianie prostopadłościanu w taki sam sposób jak w poprzednim przypadku, wskazując punkty **5** i **2**. Przyjmiemy promień podstawy równy 45 i wysokość równą 80.

- Włączamy styl wizualizacji *Realistyczny*. Poprawne rozwiązanie występuje w zablokowanych warstwach: *osie2*, *pom2*, *Rzutnie*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki walca

Walec standardowo jest definiowany w taki sposób, że jego podstawa leży na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych. Podaje się kolejno punkt środka podstawy (*Określ środek podstawy*), długość promienia podstawy (*Określ promień podstawy*) oraz długość wysokości walca (*Określ wysokość*).

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału dla parametrów:

- *Oś* – określa liczbę podziałową dla podziałów wokół osi walca,
- *Wysokość* – określa liczbę podziałową wzdłuż wysokości walca,
- *Baza* – określa liczbę podziałową wzdłuż promienia podstawy.

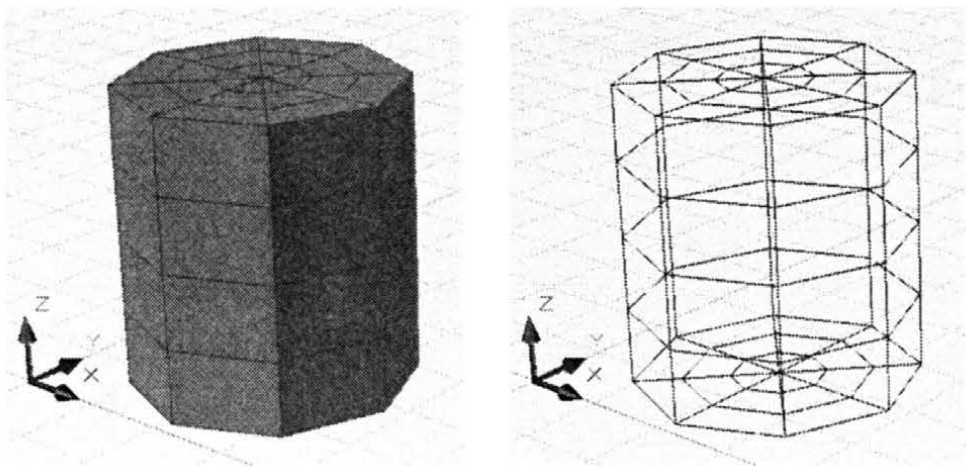
Wywołanie opcji *Walec* polecenia SIATKA3D:

- W3D: Siatka > Siatki elementarne > Walec
- PN: Siatki elementarne wygładzone > Walec (siatka)
lub
- PN: Wygładzona siatka > Walec (siatka)
- MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Walec
- LP: SIATKA3D > Walec

Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

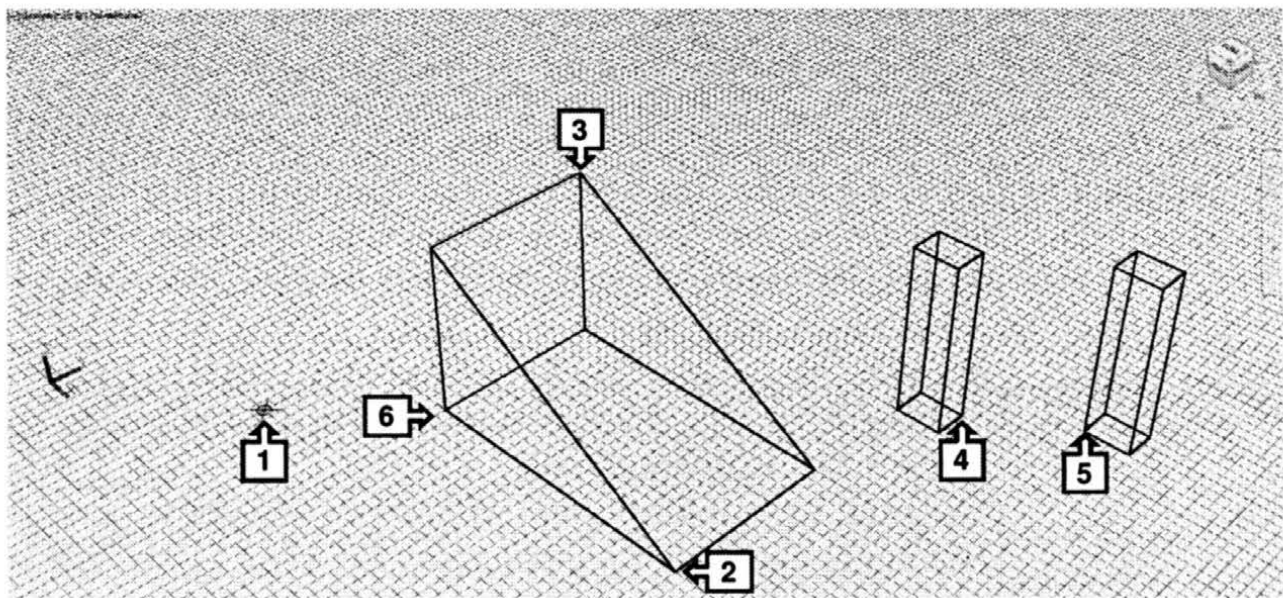
SIATKA3D > Walec	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie trzech punktów leżących na obwodzie okręgu opisującego podstawę.
2P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie dwóch punktów określających długość średnicy okręgu opisującego podstawę.
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie dwóch punktów stycznych do wskazanych obiektów oraz określenie promienia.
Eliptyczny	Pozwala na zdefiniowanie w podstawie elipsy.

średnica	Umożliwia zdefiniowanie podstawy przez podanie jej średnicy zamiast promienia.
2Punkty	Pozwala na zdefiniowanie wysokości przez określenie dwóch punktów.
koniec Osi	Umożliwia zdefiniowanie wysokości przez określenie punktu środka górnej podstawy walca. W tym przypadku oś walca nie musi być prostopadła do płaszczyzny XY aktualnego układu współrzędnych.



Na rysunku powyżej podano siatkę walca przy przyjęciu liczb podziałowych dla: osi – 8, wysokości – 4 i bazy – 3. Walec pokazano w dwóch trybach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.

(Otwórz rysunek: *W-12-10-05-Siatka-walec-01.dwg*.)



Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci walca.

- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Walec należy ustawić parametry siatki. Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Oś* = 16, *Wysokość* = 6 i *Baza* = 3. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wywołujemy polecenie. Środek podstawy pierwszego walca umieścimy w punkcie 1. Przyjmiemy promień równy 80 i wysokość równą 250.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Podstawę drugiego walca umieścimy na skośnej ścianie klina. Środek podstawy walca ma się pokrywać z punktem centralnym skośnej ściany klina. Aby tego dokonać, należy włączyć dynamiczny LUW (piktogram w pasku stanu *Odblokuj/zablokuj dynamiczny LUW*). Wywołujemy polecenie tworzenia siatki walca. Dla środka podstawy walca wybieramy środek ściany wykorzystując tryb *Symetria pomiędzy dwoma punktami (SHIFT+PKM)*. Następnie przesuwamy kursor nad skośną ścianę klina (do chwili aż powierzchnia zostanie wyróżniona) i wskazujemy narożniki powierzchni (2 i 3), zwracając uwagę na to, aby nie opuścić kursorem wyróżnionej powierzchni. W następnym kroku, z klawiatury, podajemy promień podstawy równy 60 i wysokość równą 150.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Do utworzenia trzeciej siatki wykorzystamy opcję definiowania podstawy *2P* (dwa punkty leżące na końcach średnicy). Wywołujemy polecenie, wybieramy opcję *2P*, wskazujemy punkty leżące w podstawach prostopadłościaków (4 i 5), a wysokość określimy przez wskazanie długości podstawy klina – w tym celu wybieramy opcję *2Punkty* i wskazujemy punkty 2 oraz 6.
- Włączamy styl wizualizacji *Realistyczny*. W zablokowanych warstwach *kreska3*, *Rzutnie* i *wymiar3* znajduje się prawidłowe rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki ostrosłupa

Ostrosłup standardowo jest definiowany w ten sposób, że jego podstawa leży na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych. Podaje się kolejno punkt środka podstawy (*Określ środek podstawy*), długość promienia okręgu, na którym jest opisana podstawa (*Określ promień podstawy*) oraz długość wysokości ostrosłupa (*Określ wysokość*).

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału dla parametrów:

- *Długość* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż boku podstawy ostrosłupa,
- *Wysokość* – określa liczbę podziałową wzdłuż wysokości ostrosłupa,
- *Baza* – określa liczbę podziałową wzdłuż promienia podstawy.

Wywołanie opcji *Ostrosłup* polecenia SIATKA3D:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Ostrosłup

PN: Siatki elementarne wygładzone > Ostrosłup (siatka)
lub

PN: Wygładzona siatka > Ostrosłup (siatka)

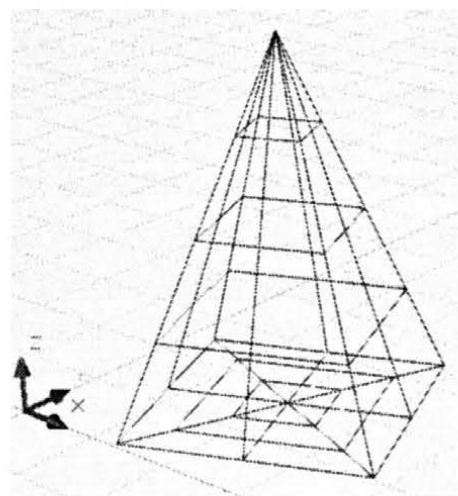
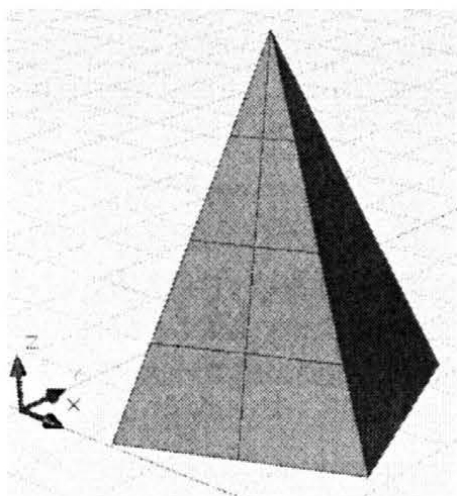
MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Ostrosłup

LP: SIATKA3D > Ostrosłup

Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

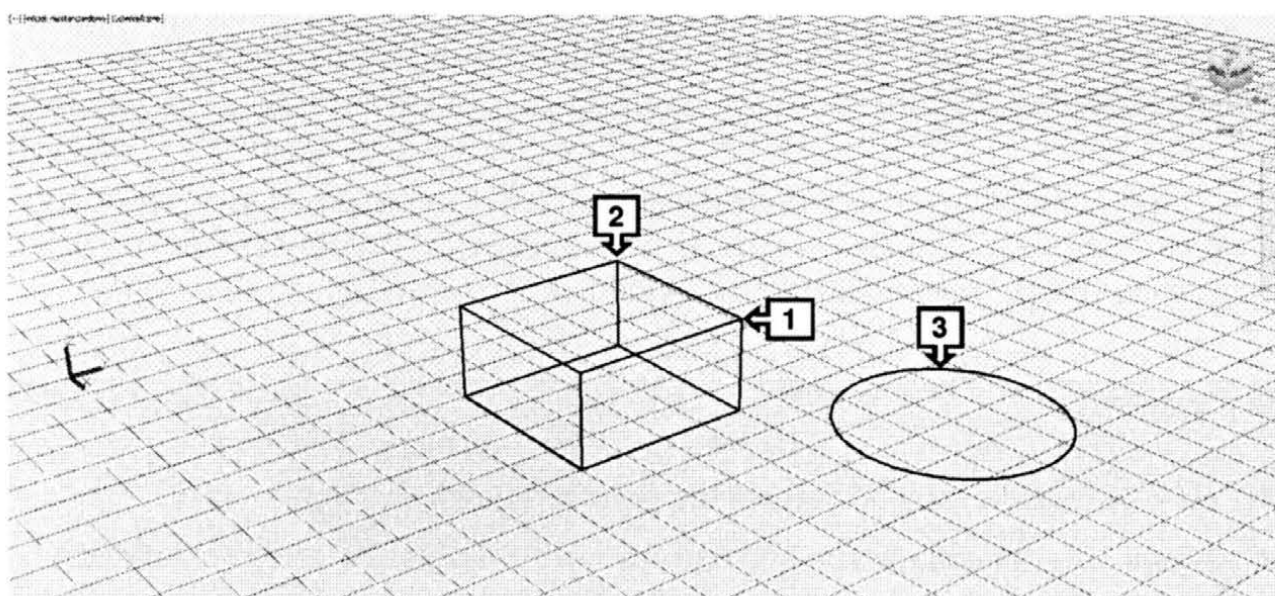
SIATKA3D > Ostrosłup	
Opcje	Opis
Krawędź	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez określenie długości krawędzi podstawy.
Boki	Pozwala na zdefiniowanie liczby boków ostrosłupa. Standardowo tworzony jest ostrosłup o podstawie kwadratu.
Wpisany	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez tworzenie wieloboku podstawy wpisanego w okrąg. Standardowo przyjęty jest wielobok podstawy opisany na okręgu definiującym.
2Punkty	Pozwala na zdefiniowanie wysokości ostrosłupa przez określenie dwóch punktów.
koniec Osi	Umożliwia zdefiniowanie wysokości przez określenie wierzchołka ostrosłupa. W tym przypadku oś ostrosłupa nie musi być prostopadła do płaszczyzny XY aktualnego układu współrzędnych.
Promień górnej podstawy	Opcja pozwala na zdefiniowanie ostrosłupa ściętego.

Na rysunku poniżej podano siatkę ostrosłupa przy przyjęciu liczb podziałowych dla: długości – 2, wysokości – 4 i bazy – 3. Ostrosłup pokazano w dwóch trybach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.



(Otwórz rysunek: *W-12-10-06-Siatka-ostrosłup-01.dwg.*)

Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci ostrosłupa. Jeden z ostrosłupów będzie ścięty.



- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Ostrosłup należy ustawić parametry siatki. Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Długość* = 3, *Wysokość* = 5 i *Baza* = 3. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wywołujemy polecenie. Środek podstawy pierwszego ostrosłupa umieszczamy w punkcie o współrzędnych [250,150,0]. Przyjmijmy promień okręgu, na którym jest opisany ostrosłup równy 100 i wysokość równą 130.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Podstawę drugiego ostrosłupa umieścimy na górnej ścianie kostki. Krawędź podstawy ostrosłupa dopasujemy do krawędzi kostki. Wywołujemy polecenie tworzenia siatki, wybieramy opcję *Krawędź*, wskazujemy punkty **1** i **2** oraz podajemy z klawiatury wysokość równą 200.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Trzeci ostrosłup będzie miał w podstawie sześciokąt opisany na okręgu i będzie ścięty. Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *Boki* i wprowadzamy liczbę 6. Środek podstawy ostrosłupa umieszczamy w punkcie centralnym okręgu **3**. Sprawdzamy, czy aktualna jest opcja *Opisany* (w linii poleceń powinna występować opcja *[Wpisany]*), jeśli nie – wybieramy ją. Wskazujemy dowolny punkt leżący na okręgu (najwygodniej kwadrantowy). Następnie wybieramy opcję *Promień górnej podstawy* i podajemy wartość 60. Wysokość ustalamy na 200 jednostek.
- Włączamy styl wizualizacji *Realistyczny*. Poprawnie zdefiniowane ostrosłupy zostały zapisane w warstwach: *kontur3*, *kreska3* i *wymiar3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki sfery

Sfera standardowo jest definiowana w ten sposób, że środek sfery leży na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych. Podaje się kolejno punkt środka sfery (*Określ punkt centralny*) i długość promienia sfery (*Określ promień*).

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału dla parametrów:

- *Oś* – określa liczbę podziałową dla podziałów wokół osi Z,
- *Wysokość* – określa liczbę podziałową wzdłuż tworzącej sfery (południka).

Wywołanie opcji *Sfera* polecenia SIATKA3D:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Sfera

PN: Siatki elementarne wygładzone > Sfera (siatka)
lub

PN: Wygładzona siatka Sfera (siatka)

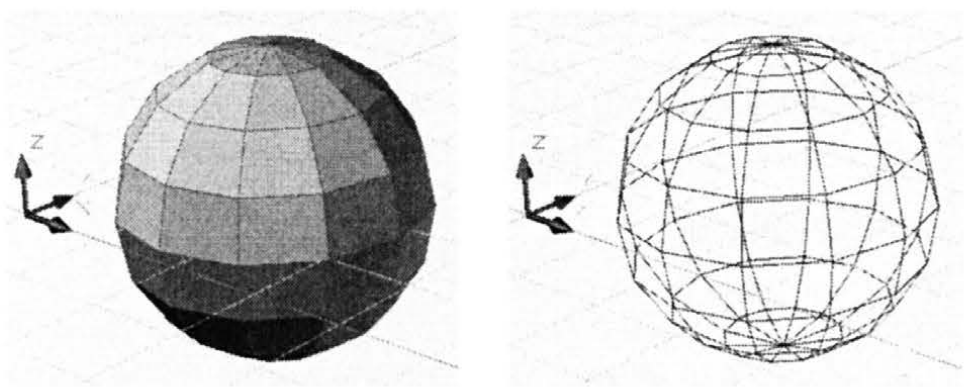
MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Sfera

LP: SIATKA3D > Sfera

Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

SIATKA3D > Sfera	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów sfery przez określenie trzech punktów leżących na obwodzie okręgu opisującego sferę (równik – na płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny XY).
2P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów sfery przez określenie dwóch punktów określających długość średnicy okręgu opisującego sferę (równik – na płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny XY).
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie parametrów sfery przez określenie dwóch punktów, leżących na okręgu opisującym sferę, stycznych do wskazanych obiektów (równik – na płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny XY) oraz określenie promienia.
średnica	Umożliwia zdefiniowanie sfery przez podanie jej średnicy zamiast promienia.

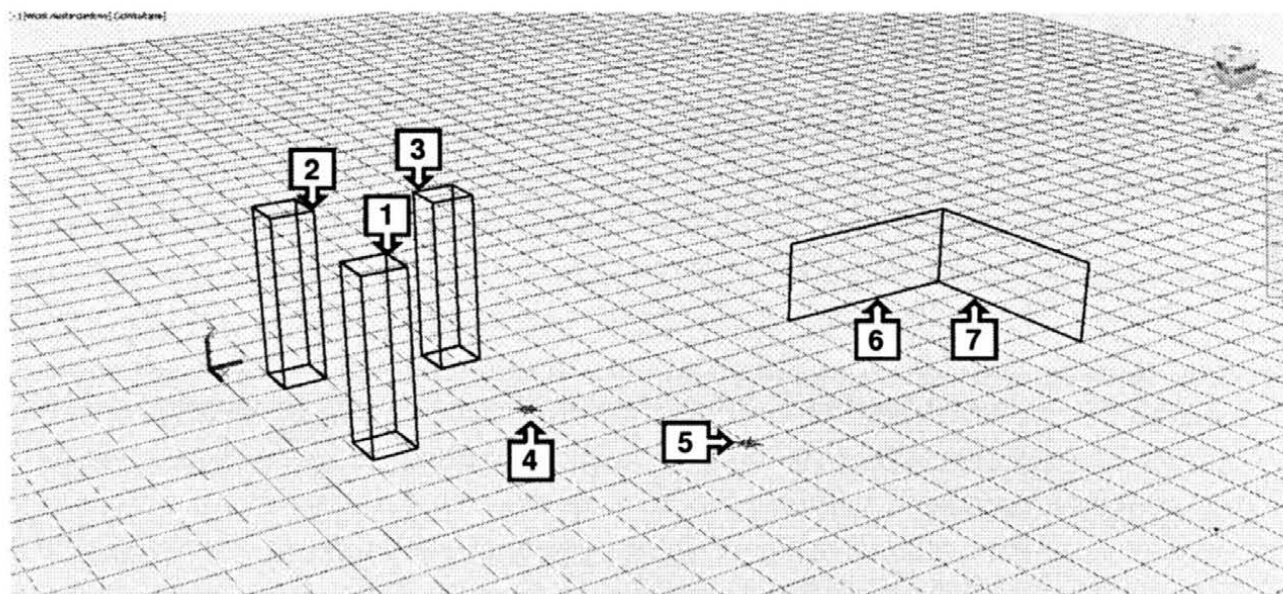
Na rysunku poniżej pokazano siatkę sfery przy przyjęciu liczb podziałowych dla: osi – 12 i wysokości – 8. Sferę pokazano w dwóch trybach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.



(Otwórz rysunek: *W-12-10-07-Siatka-sfera-01.dwg*.)

Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci sfery.

- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Sfera należy ustawić parametry siatki.
Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Oś* = 16, *Wysokość* = 8. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wywołujemy polecenie i wybieramy opcję *3P* (trzy punkty). Wskazujemy kolejno punkty **1**, **2** i **3**.



- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Drugą sferę zdefiniujemy, korzystając z opcji *2P* (dwa punkty definiujące średnicę). Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *2P* i wskazujemy punkty 4 oraz 5.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Trzecia sfera zostanie zdefiniowana z wykorzystaniem opcji *Ssr* (styczny, styczny, promień). Po wywołaniu polecenia wybieramy opcję *Ssr* i wskażemy linie w punktach 6 i 7. Przyjmijmy promień sfery równy 100 jednostkom.
- Włączamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- W warstwach: *kontur3*, *kreska3* i *wymiar3* umieszczono poprawne rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki klina

Klin standardowo jest definiowany w ten sposób, że jego podstawa leży na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych, a wysokość klina jest tworzona w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny YZ. Podaje się kolejno punkt narożnika prostokąta podstawy (*Określ pierwszy narożnik*), punkt przeciwległego narożnika prostokąta podstawy (*Określ inny narożnik*) oraz długość wysokości klina (*Określ wysokość*).

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału dla parametrów:

- *Długość* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż jednego boku podstawy (standardowo wzdłuż osi X),
- *Wysokość* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż wysokości klina,

- *Szerokość* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż drugiego boku podstawy (standardowo wzdłuż osi Y),
- *Nachylenie* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż skośnej ściany klina,
- *Baza* – określa liczbę podziałową wzdłuż promienia trójkątnej ściany klina.

Wywołanie opcji *Klin* polecenia SIATKA3D:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Klin

PN: Siatki elementarne wygładzone > Klin (siatka)
lub

PN: Wygładzona siatka > Klin (siatka)

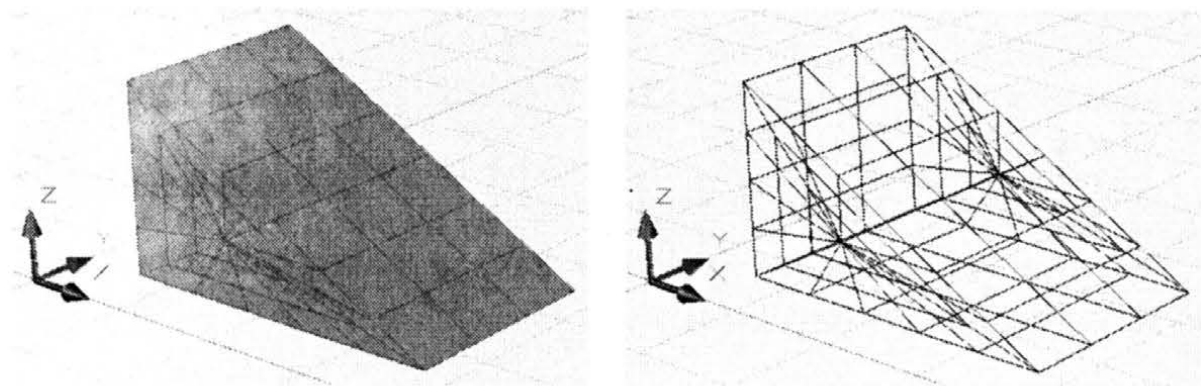
MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Klin

LP: SIATKA3D > Klin

Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

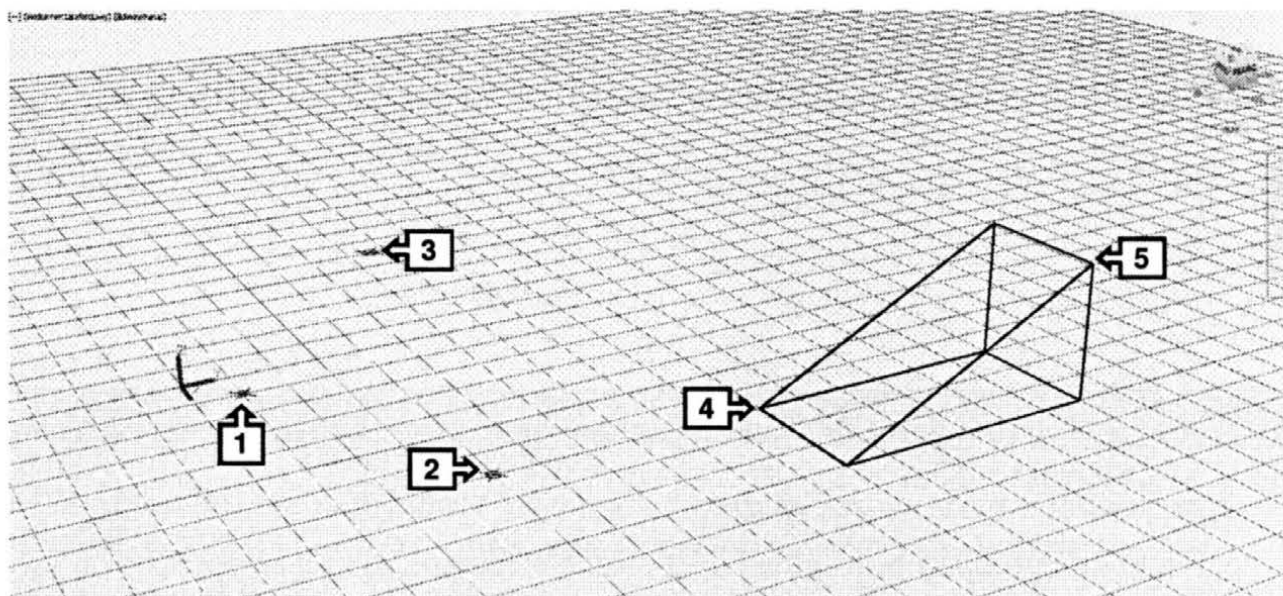
SIATKA3D > Klin	
Opcje	Opis
śrOdek	Pozwala na zdefiniowanie parametrów klina przy przyjęciu jako punktu bazowego punktu leżącego w punkcie centralnym skośnej powierzchni klina.
Sześcian	Pozwala na zdefiniowanie klina jako połowy sześcianu. Dostępne jest obracanie klina względem osi Z.
Długość	Pozwala na zdefiniowanie parametrów podstawy przez kolejne podawanie: długości podstawy, szerokości podstawy i wysokości klina. Dostępne jest obracanie klina względem osi Z.
2Punkty	Pozwala na zdefiniowanie wysokości klina przez określenie dwóch punktów. Dostępne po wybraniu opcji <i>Długość</i> .

Na rysunku poniżej podano siatkę klina przy przyjęciu liczb podziałowych dla: długości – 5, wysokości – 4, szerokości – 3, nachylenia – 6 i bazy – 3. Klin pokazano w dwóch trybach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.



(Otwórz rysunek: *W-12-10-08-Siatka-klin-01.dwg*.)

Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci klina.



- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Klin należy ustawić parametry siatki. Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Długość* = 5, *Szerokość* = 3, *Wysokość* = 4, *Nachylenie* = 6, *Baza* = 3. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy kolejno punkty 1, 2 i 3.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Drugi klin zdefiniujemy, wprowadzając współrzędne punktów podstawy z klawiatury. Po wywołaniu polecenia podajemy współrzędne pierwszego wierzchołka podstawy klina [150, 300, 0] oraz wierzchołka przeciwnego [450,450,0]. Wyciągamy wysokość klina za pomocą myszy w dodatnim kierunku osi Z i podajemy z klawiatury wartość: -120. Klin powinien być utworzony poniżej płaszczyzny XY.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Trzeci klin zostanie zdefiniowany na pochylonej ścianie klina występującego w rysunku. Aby tego dokonać, należy włączyć dynamiczny LUW (piktogram w pasku stanu *Odblokuj/zablokuj dynamiczny LUW*). Wywołujemy polecenie tworzenia siatki klina. Następnie przesuwamy kursor nad skośną ścianą klina (do chwili aż powierzchnia zostanie wyróżniona) i wskazujemy narożnik powierzchni 4, potem narożnik 5, zwracając uwagę na to, aby nie opuścić kurorem wyróżnionej powierzchni. Wysokość klina, równą 120 jednostkom, podajemy z klawiatury.
- Włączamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- W warstwach: *kontur3*, *osie3* i *wymiar3* umieszczono poprawne rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki torusa

Torus standardowo jest definiowany w ten sposób, że środek ciężkości torusa leży na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych. Podaje się kolejno punkt środka torusa (*Określ punkt centralny*), długość promienia torusa (*Określ promień*) oraz promień rury torusa (*Określ promień rury*).

W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* definiuje się liczby podziału dla parametrów:

- *Promień* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż obwodu rury torusa.
- *Ścieżka przeciągnięcia* – określa liczbę podziałową dla podziałów wzdłuż obwodu torusa.

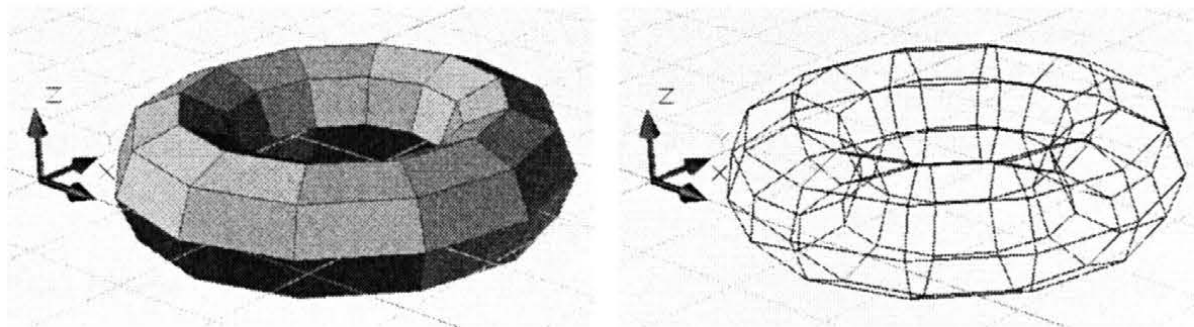
Wywołanie opcji *Torus* polecenia SIATKA3D:

- W3D: Siatka > Siatki elementarne > Torus
- PN: Siatki elementarne wygładzone > Torus (siatka)
lub
- PN: Wygładzona siatka > Torus (siatka)
- MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatki elementarne > Torus
- LP: SIATKA3D > Torus

Po wybraniu opcji polecenia SIATKA3D dostępne są dalsze opcje:

SIATKA3D > Torus	
Opcje	Opis
3P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów okręgu torusa przez określenie trzech punktów leżących na obwodzie okręgu. Punkty nie muszą leżeć w płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych.
2P	Pozwala na zdefiniowanie parametrów okręgu torusa przez podanie dwóch punktów określających długość średnicy okręgu torusa.
Ssr	Pozwala na zdefiniowanie parametrów okręgu torusa przez określenie dwóch punktów stycznych do wskazanych obiektów oraz określenie promienia.
śreDnica	Umożliwia zdefiniowanie okręgu torusa lub rury torusa przez podanie jej średnicy zamiast promienia.
2Punkty	Pozwala na zdefiniowanie promienia za pomocą określenia dwóch punktów.

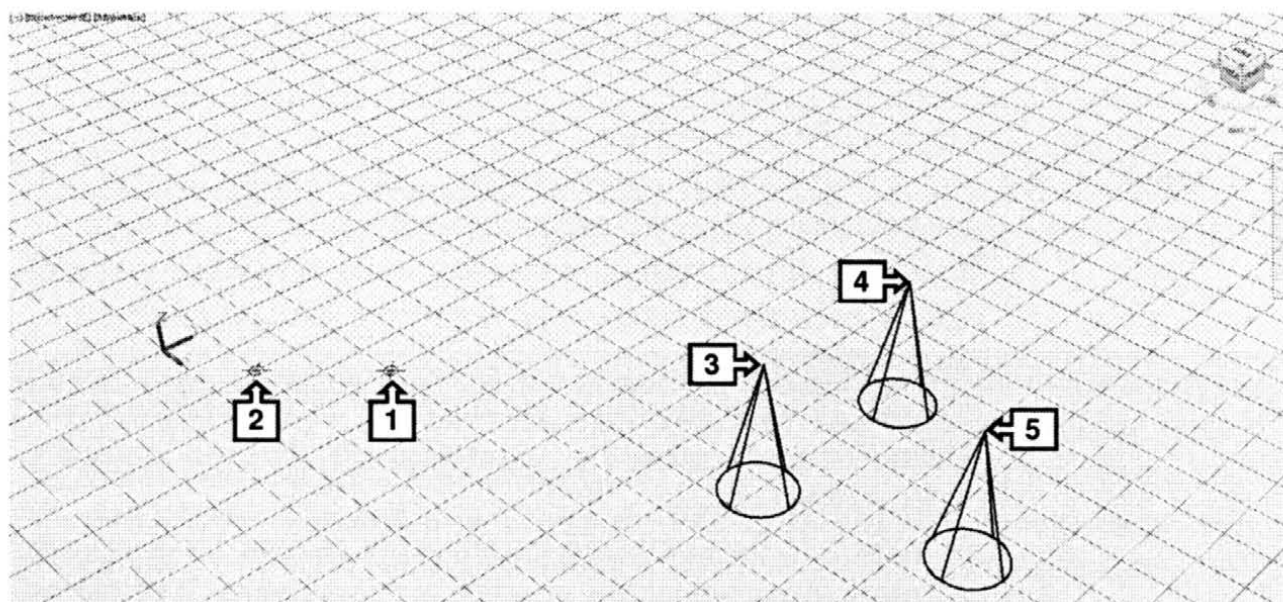
Na rysunku poniżej podano siatkę torusa przy przyjęciu liczb podziałowych dla: promienia – 8 i ścieżki przeciętnia – 12. Torus pokazano w dwóch trybach wizualizacji: *Realistyczny* i *Model szkieletowy*.



(Otwórz rysunek: *W-12-10-09-Siatka-torus-01.dwg*.)

Zadaniem naszym będzie narysowanie trzech siatek w postaci torusa.

- Przed wywołaniem polecenia SIATKA3D > Torus należy ustawić parametry siatki. Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i ustawiamy parametry: *Promień* = 12, *Ścieżka przeciętnia* = 18. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy kolejno punkty 1 i 2 oraz podajemy z klawiatury promień rury równy 40 jednostkom.



- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Drugi torus zdefiniujemy, wprowadzając współrzędne środka torusa oraz promień torusa i rury z klawiatury. Po wywołaniu polecenia, podajemy współrzędne środka torusa [0, 650, 0] oraz promień torusa równy 200 jednostkom i promień rury równy 50 jednostkom.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Trzeci torus narysujemy przy założeniu, że będzie utworzony w oparciu o okrąg przechodzący przez wierzchołki stożków i będzie na tych stożkach oparty. W pierwszej kolejności będziemy musieli narysować okrąg przechodzący przez wierzchołki stożków, następnie przesuniemy ten okrąg wzdłuż osi Z na odległość 35 jednostek w dodatnim kierunku osi Z. Również 35 jednostkom będzie równy promień rury. Okrąg, już po przesunięciu wzdłuż osi Z, jest narysowany w zablokowanej warstwie *pom3*. Wywołujemy polecenie OKRĄG z opcją *3P* i wskazujemy kolejno wierzchołki stożków (3, 4 i 5). W celu przesunięcia okręgu wzdłuż osi Z klikamy go, w metauchwycie przesuwania wybieramy oś Z, przesuwamy okrąg za pomocą myszy w kierunku dodatnich wartości osi Z i podajemy z klawiatury wartość 35. Wywołujemy polecenie tworzenia siatki torusa i - korzystając z trybów dowiązania punktu do obiektu - wskazujemy środek okręgu oraz punkt leżący na okręgu, np. punkt kwadrantowy. Promień rury torusa, równy 35 jednostkom, podajemy z klawiatury.
- Włączamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- W warstwach: *kontur3*, *osie3* i *wymiar3* umieszczono poprawne rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatek w oparciu o powierzchnie

Siatki można również tworzyć, korzystając z poleceń znanych z modelowania powierzchni starego typu. Jak wspomniano wyżej, siatki mogą być zdefiniowane za pomocą poleceń: POWPROST, POWWALC, POWOBROT, POWKRAW, w przypadku gdy zmienna systemowa MESHTYPE ma przypisaną wartość 1.

zm.sys. MESHTYPE	
Wartość	Opis
0	W przypadku użycia poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT i POWKRAW tworzy siatkę polipowierzchni lub wielobok starszego typu.
1	W przypadku użycia poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT i POWKRAW tworzy obiekty siatkowe (zalecane).

Jeśli w rysunku występują powierzchnie starego typu utworzone z wykorzystaniem poleceń: POWPROST, POWWALC, POWOBROT oraz POWKRAW (gdy zmienna systemowa MESHTYPE ma przypisaną wartość 0), zaleca się przeprowadzenie konwersji wszystkich powierzchni i obiektów powierzchniowych na obiekty siatkowe (nowego typu).

Przy tworzeniu siatek za pomocą poleceń: POWPROST, POWWALC, POWOBROT oraz POWKRAW, o gęstości siatek decydują dwie zmienne systemowe: SURFTAB1 i SURFTAB2. W poleceniach POWPROST i POWWALC znajduje zastosowanie tylko zmienna systemowa SURFTAB1. W poleceniach POWOBROT oraz POWKRAW o gęstości siatki decydują obydwie zmienne systemowe.

Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWPROST

Przed przystąpieniem do tworzenia siatki prostokątnej należy zmiennej systemowej MESHTYPE przypisać wartość 1.

Siatka prostokątna może być utworzona pomiędzy dwoma obiektami. Siatka może być tworzona pomiędzy obiektami otwartymi, do których zaliczamy: linię, łuk, otwartą polilinieję, otwarty splajn i punkt oraz pomiędzy obiektami zamkniętymi, do których zaliczamy: okrąg, elipsę, zamkniętą polilinieję, zamknięty splajn i również punkt. Nie definiują siatki dwa punkty. Obiekty te mogą być dowolnie rozmieszczone w przestrzeni. O gęstości siatki prostokątnej decyduje wartość przypisana do zmiennej systemowej SURFTAB1.

Polecenie POWPROST można wywołać:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Powierzchnia prostokątna

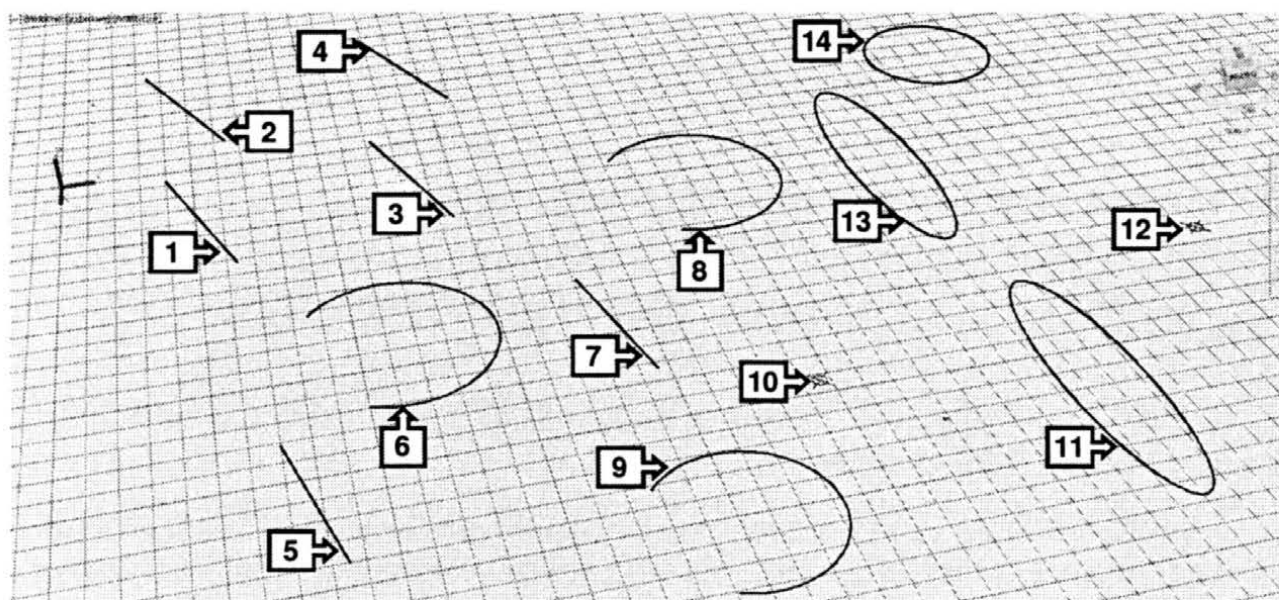
PN: -----

MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatka prostokątna

LP: POWPROST

Po wywołaniu polecenia, wskazuje się kolejno dwa obiekty, które są obiektami dopuszczalnymi. Na kształt tworzonej powierzchni ma wpływ punkt wskazania obiektu.

(Otwórz rysunek: *W-12-10-10-Siatka-prostokreslna-01.dwg*.)



Przed wywołaniem polecenia przypisujemy zmiennej systemowej SURFTAB1 wartość 6. Ustawiamy styl wizualizacji *Model szkieletowy*. Posługując się poleceniem POWPROST, tworzymy następujące siatki:

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wskazujemy linię 1, potem linię 2 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Wywołujemy polecenie i wskazujemy linię 3, potem linię 4 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy linię 5, potem łuk 6 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Zmiennej systemowej SURFTAB1 przypisujemy wartość 24. Wywołujemy polecenie i wskazujemy linię 7, potem łuk 8 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osiel*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy łuk 9, potem punkt 10 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *Rzutnie*. Zmiennej systemowej SURFTAB1 przypisujemy wartość 48. Wywołujemy polecenie i wskazujemy elipsę 11, potem punkt 12 – w miejscach wskazywanych na rysunku.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy elipsę **13**, potem okrąg **14** – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w warstwie *osie3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWWALC

Przed przystąpieniem do tworzenia siatki walcowej należy zmiennej systemowej MESHTYPE przypisać wartość 1.

Siatka walcowa jest tworzona przez przesunięcie wektora (wektora kierunku) wzdłuż ścieżki (krzywej definiującej). Ścieżką może być: linia, łuk, okrąg, elipsa, splajn, polilinia dopasowana do splajnu lub polilinia, która nie jest dopasowana do splajnu. Wektorem może być linia lub otwarta polilinia. W tym drugim przypadku polilinia jest zastępowana linią, która jest zdefiniowana przez punkt początkowy i punkt końcowy polilinii. Ścieżka i wektor mogą być względem siebie dowolnie zorientowane w przestrzeni.

Jeśli ścieżka jest linią, łukiem, okręgiem, elipsą lub polilinią dopasowaną do splajnu, wtedy rysowana jest siatka o gęstości wynikającej z aktualnej wartości przypisanej do zmiennej systemowej SURFTAB1 i rozłożona równomiernie wzdłuż ścieżki. W przypadku kiedy polilinia nie jest dopasowana do splajnu, to każdy element liniowy tworzy jeden segment, a każdy element łukowy jest dzielony na części, których liczba wynika z wartości przypisanej do zmiennej systemowej SURFTAB1.

Polecenie POWWALC można wywołać:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Powierzchnia walcowa

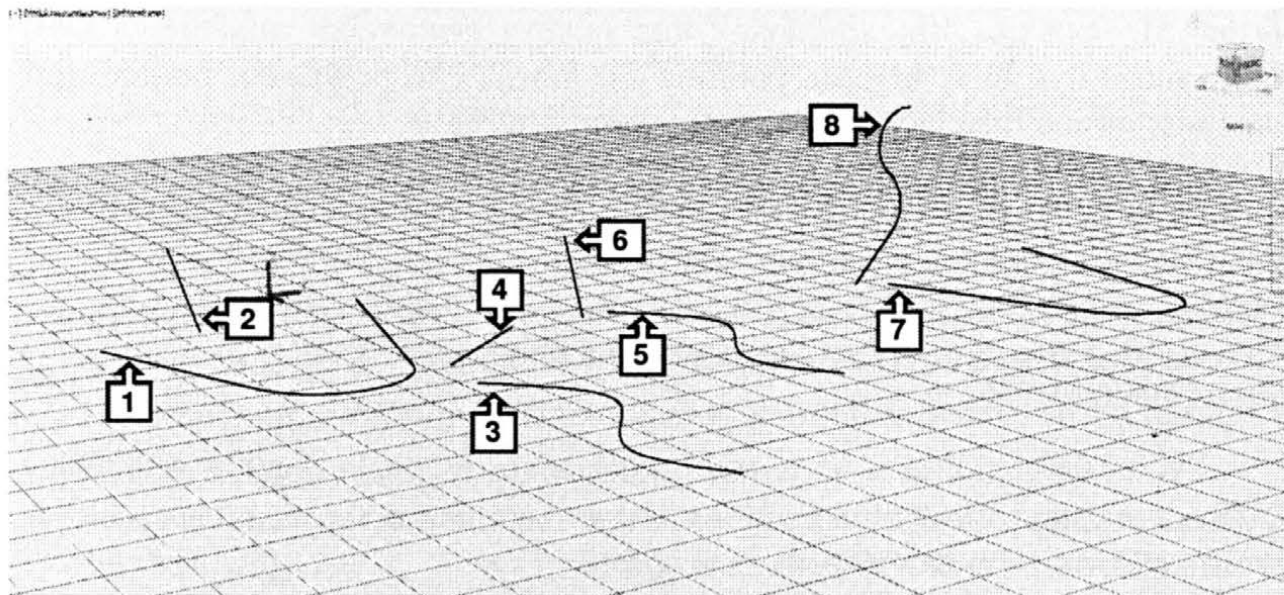
PN: -----

MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatka walcowa

LP: POWWALC

Po wywołaniu polecenia, w pierwszej kolejności wskazuje się ścieżkę (*Wybierz obiekt dla krzywej definiującej*), a w drugiej wektor (*Wybierz obiekt wektora kierunkowego*). Na usytuowanie tworzonej powierzchni ma wpływ punkt wskazania wektora w postaci linii.

(Otwórz rysunek: *W-12-10-11-Siatka-walcowa-01.dwg*.)



Przed wywołaniem polecenia przypisujemy zmiennej systemowej SURFTAB1 wartość 18. Ustawiamy styl wizualizacji *Model szkieletowy 3D*. Posługując się poleceniem POWWALC, tworzymy następujące siatki:

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wskazujemy polilinię 1, potem linię 2 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy splajn 3, potem linię 4 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy splajn 5, potem linię 6 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy polilinię 7, potem polilinię 6 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w warstwach: *kontur3*, *kreska3*, *osie3*, *wymiar3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWOBROT

Przed przystąpieniem do tworzenia siatki obrotowej należy zmiennej systemowej MESHTYPE przypisać wartość 1.

Polecenie tworzy siatkę obrotową. Obracany jest wskazany obiekt wokół wybranej osi. Obiektem obracanym może być linia, łuk, okrąg, elipsa, polilinia 2D lub 3D (otwarta lub zamknięta) oraz splajn (otwarty lub zamknięty). Oś obrotu może być linia, otwarta polilinia 2D lub 3D. W przypadku polilinii jest ona zastępowana linią łączącą początek i koniec polilinii.

Polecenie POWOBROT można wywołać:

W3D: Siatka > Siatki elementarne > Powierzchnia obrotowa

PN: -----

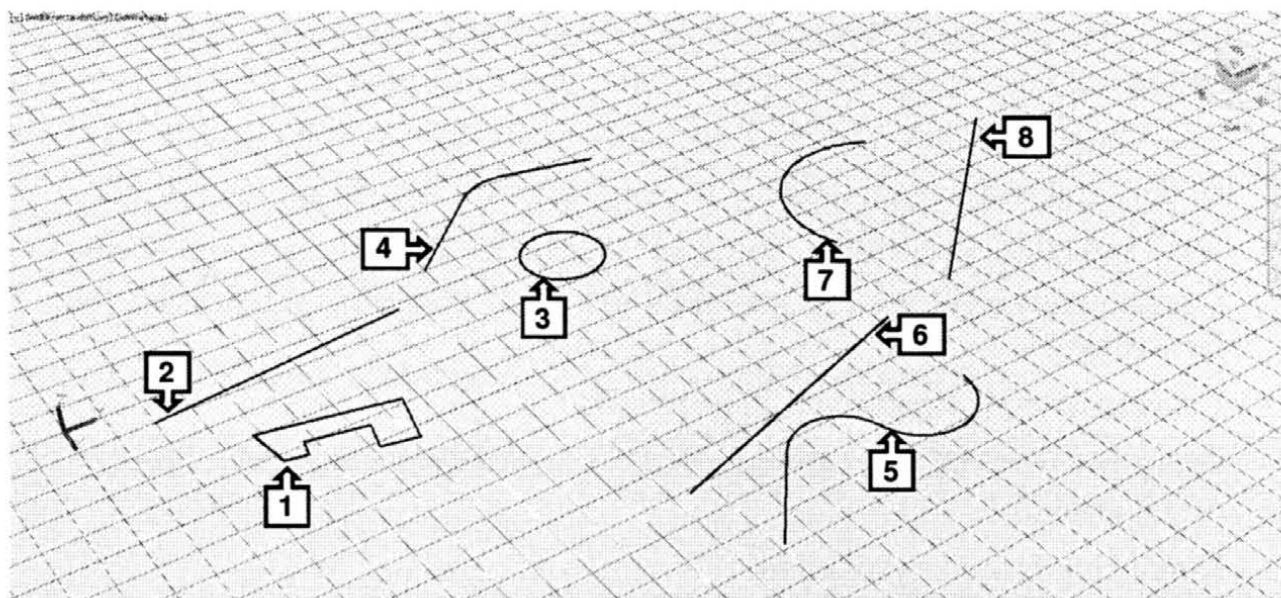
MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatka obrotowa

LP: POWOBROT

Po wywołaniu polecenia wskazuje się obracany obiekt i obiekt definiujący oś obrotu. Następnie trzeba określić od jakiego kąta obrotu ma się rozpocząć tworzenie siatki, a potem należy podać kąt obrotu.

Punkt wskazania obiektu definiującego oś określa początek osi i ma wpływ na kierunek obrotu podczas tworzenia siatki. Po wskazaniu początku osi obrotu obowiązuje prawo śruby prawoskrętnej, tzn. patrząc od początku osi w kierunku końca osi, kąt dodatni jest odmierzany w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Kąt zero jest określany przez płaszczyznę obiektu obracanego.

(Otwórz rysunek: W-12-10-12-Siatka-obrotowa-01.dwg.)



Przed wywołaniem polecenia przypisujemy zmiennej systemowej SURFTAB1 wartość 18 oraz zmiennej SURFTAB2 wartość 12. Zmienna systemowa SURFTAB1 decyduje o gęstości generowanej siatki wokół osi obrotu, a zmiana SURFTAB2 o gęstości siatki wzdłuż tworzącej (profilu). Ustawiamy styl wizualizacji *Model szkieletowy*. Posługując się poleceniem POWOBROT, tworzymy następujące siatki:

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wskazujemy polilinię 1, potem linię 2 – w miejscach wskazywanych na rysunku. Następnie zatwierdzamy kąt początkowy równy 0° i kąt obrotu równy 360° .
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy okrąg 3, potem polilinię 4 – w miejscach wskazywanych na rysunku. Następnie zatwierdzamy kąt początkowy równy 0° i podajemy kąt obrotu równy 270° .
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy polilinię 5, potem linię 6 – w miejscach wskazywanych na rysunku. Następnie podajemy kąt początkowy równy 0° i podajemy kąt obrotu równy -180° .
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy łuk 7, potem linię 8 – w miejscach wskazywanych na rysunku. Następnie podajemy kąt początkowy równy 180° i podajemy kąt obrotu równy 90° .
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w warstwach: *kontur3*, *kreska3*, *osie3*, *wymiar3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie siatki za pomocą polecenia POWKRAW

Przed przystąpieniem do tworzenia siatki krawędziowej należy zmiennej systemowej MESHTYPE przypisać wartość 1.

Polecenie tworzy siatkę rozpiętą na czterech obiektach (krawędziach), które tworzą pętlę zamkniętą i stykają się kolejno ze sobą. Obiektami tymi mogą być linie, łuki, otwarte polilinie i splajny. Każda definiowana siatka ma określone kierunki M i N przypisane do tej siatki (podobnie jak osi układu współrzędnych). Wskazanie pierwszego obiektu określa kierunek M. Kolejność wskazywania pozostałych obiektów tworzących jest dowolna. Gęstość siatki w kierunku M określa zmienna systemowa SURFTAB1, a w kierunku N – zmienna systemowa SURFTAB2.

Polecenie POWKRAW można wywołać:

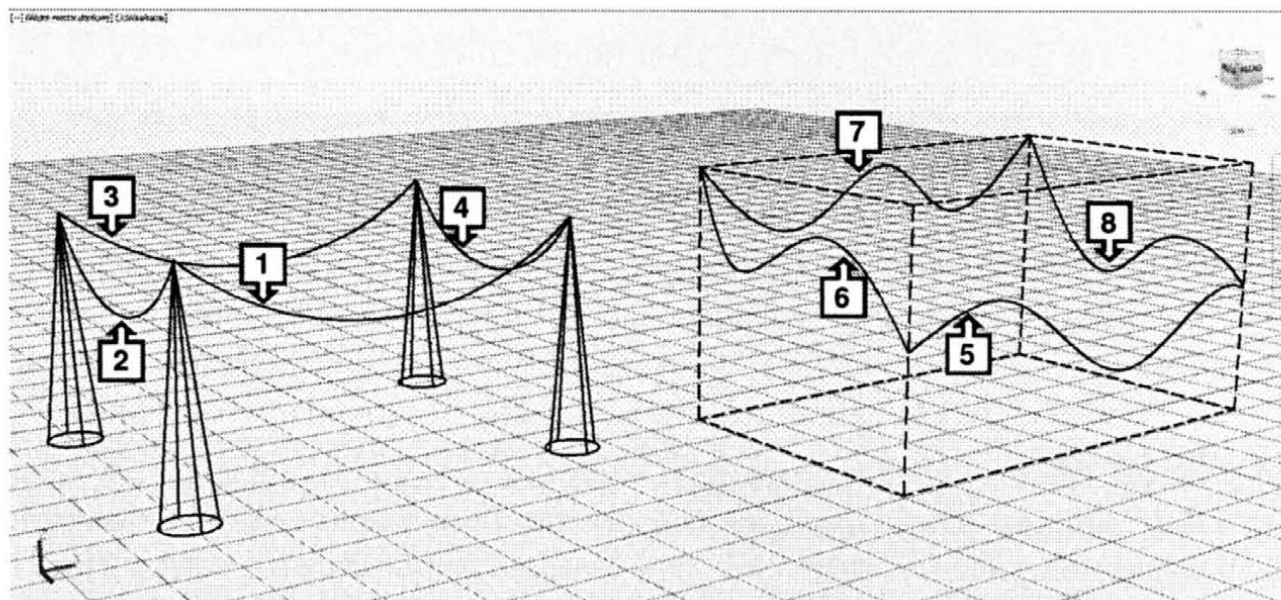
W3D: Siatka > Siatki elementarne > Powierzchnia krawędziowa

PN: -----

MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatka krawędziowa

LP: POWKRAW

(Otwórz rysunek: *W-12-10-13-Siatka-krawedziowa-01.dwg*.)



Przed wywołaniem polecenia przypisujemy zmiennej systemowej SURFTAB1 wartość 24 oraz zmiennej SURFTAB2 również wartość 24. Ustawiamy styl wizualizacji *Model szkieletowy*. Posługując się poleceniem POWKRAW, tworzymy następujące siatki:

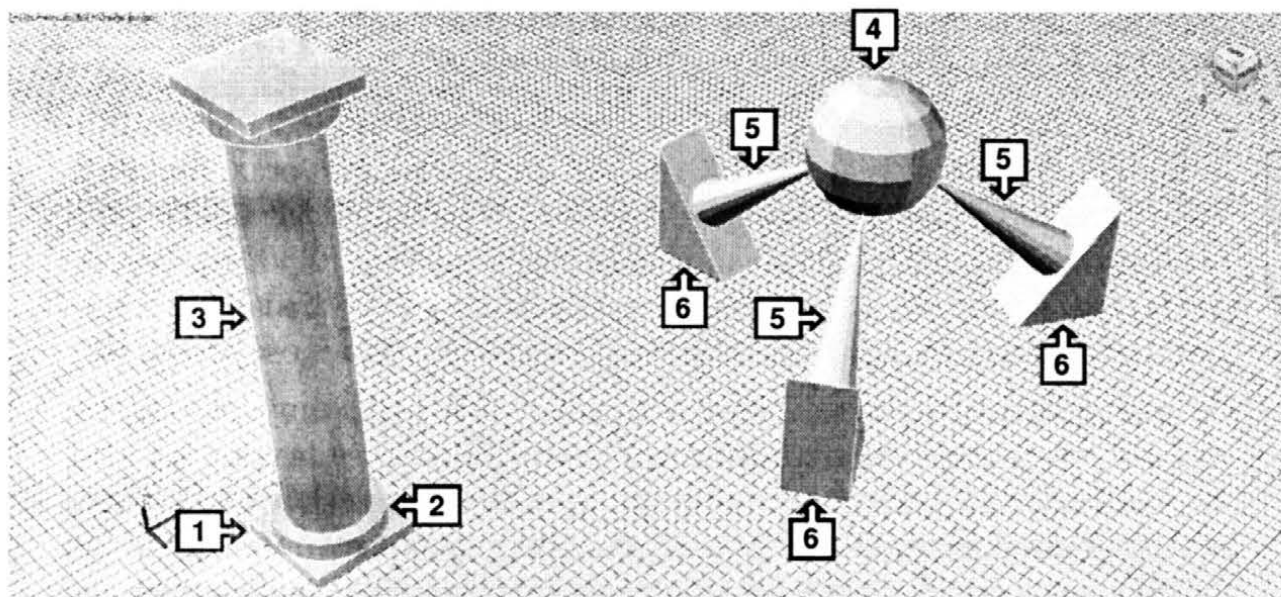
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Wskazujemy kolejno łuki 1, 2, 3 i 4 – w miejscach wskazywanych na rysunku.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Wywołujemy polecenie i wskazujemy kolejno splajny 5, 6, 7 i 8.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w warstwach: *kontur3* i *wymiar3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 18

Tworzenie siatek elementarnych

Cel ćwiczenia: Utworzenie podstawowych siatek elementarnych (zamkniętych).

- Otwórz rysunek *C-12-10-18-Siatki-elementarne-01.dwg*.
- W rysunku, w zablokowanych warstwach: *kontur3*, *kreska3*, *osie3* i *wymiar3*, znajdują się obiekty docelowe. Warstwy te można odblokować, żeby zobaczyć postać docelową modeli. Przed rozpoczęciem pracy warstwy te ponownie blokujemy.



- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Pierwszym naszym celem będzie utworzenie kolumny z bazą i głowicą. Baza i głowica składają się z kostek i walców. Trzon kolumny jest walcem. Jako pierwszą narysujemy siatkę kostki bazy (1). W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* (Siatka > Siatki elementarne↓) ustawimy dla kostki: *Długość* = 4, *Szerokość* = 4 oraz *Wysokość* = 1. Kostkę narysujemy, przyjmując punkt początkowy o współrzędnych [50,50,0], długości boków równe 80 oraz wysokość równą 10.
- Następnym elementem będzie walec bazy (2), który będzie leżał na kostce. W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* ustawimy dla walca: *Oś* = 16, *Wysokość* = 1 oraz *Baza* = 2. Walec narysujemy, przyjmując punkt środka podstawy walca w punkcie centralnym górnej ściany kostki. Wykorzystamy do tego celu tryb *Symetria pomiędzy 2 punktami* i wskażemy dowolne dwa przeciwległe wierzchołki górnej ściany kostki. Promień przyjmiemy równy 40 i wysokość 15.
- Trzon kolumny (3) będzie utworzony jako walec o średnicy równej 60 i wysokości równej 300. W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* ustawimy dla walca: *Oś* = 16, *Wysokość* = 16 oraz *Baza* = 2. Walec narysujemy, przyjmując punkt środka podstawy walca w punkcie centralnym narysowanego już walca bazy.
- Głowicę kolumny uzyskamy przez przekopiowanie poszczególnych elementów składowych bazy.
- Przejdziemy teraz do narysowania modelu składającego się ze sfery (4) podpartej na trzech stożkach (5), które z kolei są oparte na skośnych ścianach klinów (6). Narysujemy klin. Potem narysujemy stożek, a w nim linię tworzącą jego wysokość. Linię tę przedłużymy. Taki zestaw trzech elementów powielimy za pomocą szyku kołowego. W punkcie przecięcia się

przedłużonych linii umieścimy środek sfery, a jej promień określimy przez wskazanie wierzchołka dowolnego stożka.

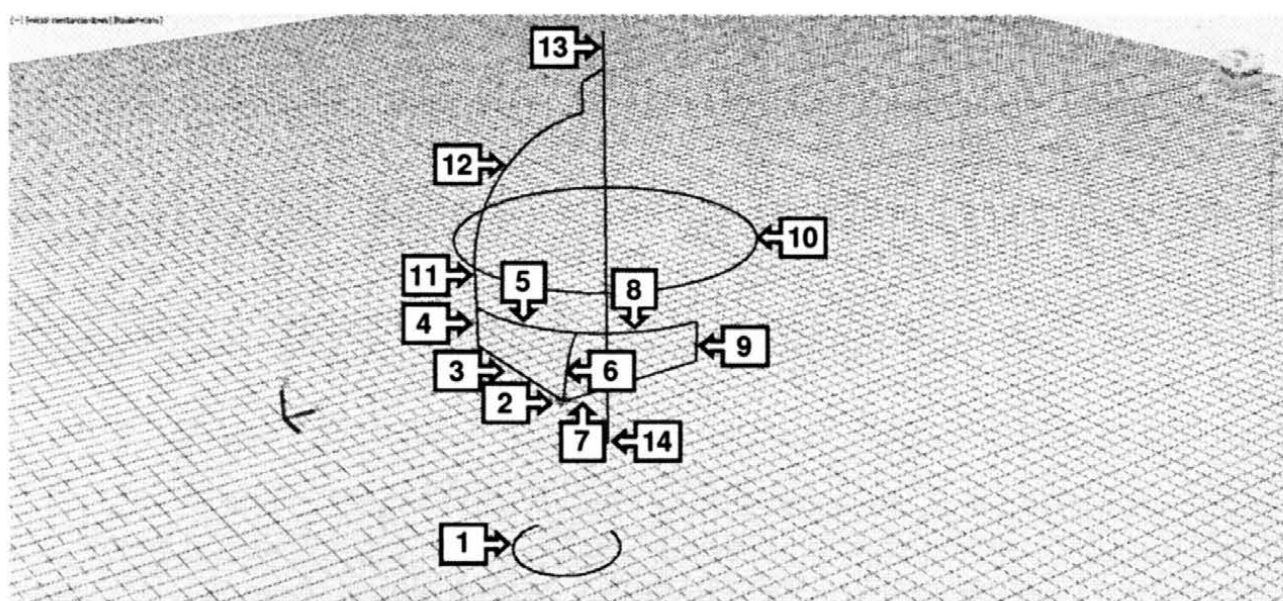
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* ustawimy dla klina: *Długość* = 3, *Szerokość* = 4, *Wysokość* = 4, *Nachylenie* = 5 oraz *Baza* = 2. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Włączamy tryb ORTO, wywołujemy polecenie, początek umieszczamy w punkcie [0,500,0]. Wybieramy opcję *Długość*, ustawiamy kursor wzdłuż osi X i podajemy z klawiatury wartość 75, następnie szerokość równą 50 i wysokość równą 100.
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* ustawimy dla stożka: *Oś* = 16, *Wysokość* = 6 oraz *Baza* = 2. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Stożek narysujemy, przyjmując jako środek podstawy punkt centralny skośnej ściany klina. W tym celu (przy włączonym dynamicznym LUW i wywołanym poleceniu rysowania stożka) przesuwamy kursor nad jedną z centralnych faset, odczekujemy aż zostanie wyróżniona i klikamy środkowy (*SYMetria*) punkt krawędzi fasety, leżący w punkcie centralnym skośnej ściany. Podajemy promień podstawy równy 30 i wysokość równą 150.
- Rysujemy linię łączącą środek podstawy stożka z jego wierzchołkiem (z trybami dowiązania *CENtrum* i *KONiec*). Następnie wywołujemy polecenie PRZEDŁUŻ, wybieramy opcję *Całkowita*, podajemy długość całkowitą 300 i wskazujemy narysowaną linię przy wierzchołku stożka.
- Powielimy teraz klin, stożek i linię za pomocą szyku kołowego. Po wywołaniu polecenia SZYKBIEGUN, wybieramy obiekty do obracania, podajemy współrzędne punktu obrotu [200,525], liczbę elementów 3, kąt wypełnienia 360. Wybieramy opcję *ZEspolony* i wartość *Nie*.
- Przechodzimy do narysowania sfery. W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* ustawimy dla sfery: *Oś* = 16 i *Wysokość* = 8. Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Sferę rysujemy, przyjmując jako środek punkt przecięcia się trzech przedłużonych linii. Do zdefiniowania promienia sfery wskażemy wierzchołek dowolnego stożka. Niepotrzebne już linie możemy z rysunku usunąć.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w warstwach: *kontur3*, *kreska3*, *osie3* i *wymiar3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 19

Tworzenie siatek otwartych (powierzchniowych)

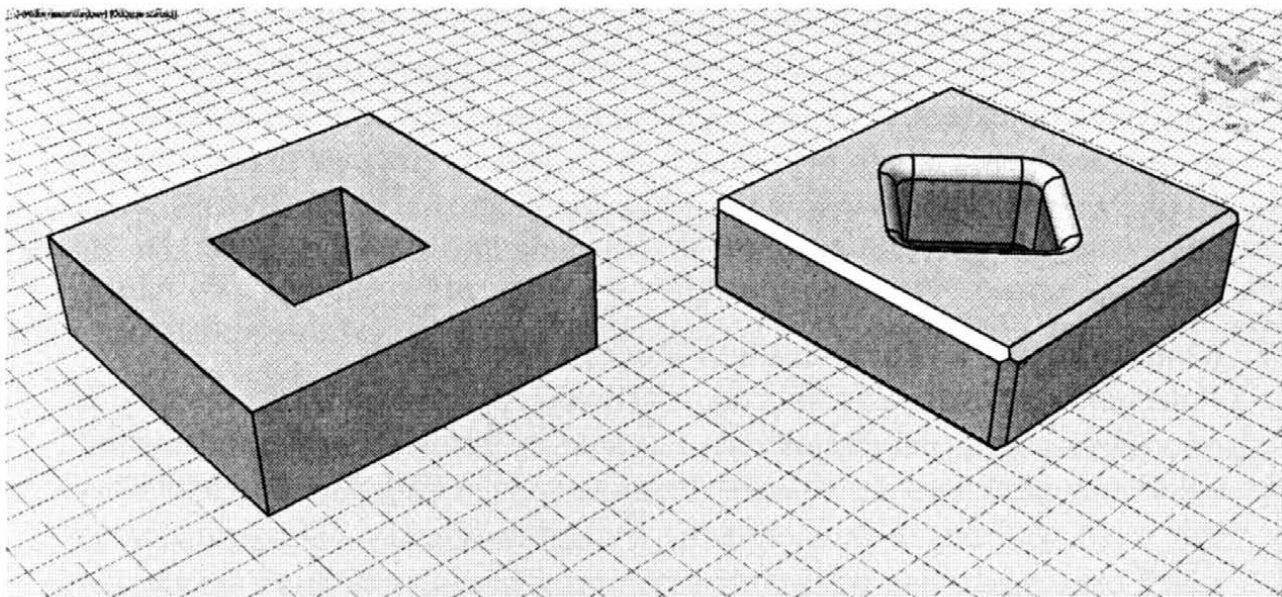
Cel ćwiczenia: Utworzenie siatek otwartych za pomocą poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT i POWKRAW.

- Otwórz rysunek *C-12-10-19-Siatki-otwarte-01.dwg*.
- W rysunku występuje szereg linii rozmieszczonych w przestrzeni. Będą one wykorzystane do zdefiniowania siatek otwartych (tworzących powierzchnie). Zadaniem naszym będzie utworzyć jedną siatkę prostokreślną, dwie siatki krawędziowe, jedną siatkę walcową i jedną siatkę obrotową. Po utworzeniu siatek, siatkę prostokreślną i siatki krawędziowe powielimy za pomocą szyku kołowego.



- Zmiennym systemowym przypisujemy wartości: $DELOBJ = 0$, $MESH-TYPE = 1$.
- Przystępujemy do tworzenia siatki prostokreślnej pomiędzy łukiem 1 i punktem 2. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur1*. Zmiennej systemowej SURFTAB1 przypisujemy wartość 12. Wywołujemy polecenie POWPROST i wskazujemy łuk 1, a potem punkt 2.
- Przystępujemy do tworzenia siatki krawędziowej pierwszej pomiędzy liniami 3, 4, 5 i 6. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Zmiennej systemowej SURFTAB1 przypisujemy wartość 6, a zmiennej SURFTAB2, wartość 4. Wywołujemy polecenie POWKRAW i wskazujemy kolejno linie: 3, 4, 5 i 6. To samo powtarzamy dla drugiej siatki krawędziowej tworzonej pomiędzy liniami 7, 6, 8 i 9.

- Przystępujemy do tworzenia siatki walcowej tworzonej przez wektor **11** przeciągany wzdłuż ścieżki **10** (okrąg). Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie1*. Zmiennej systemowej SURFTAB1 przypisujemy wartość 48. Wywołujemy polecenie POWWALC i wskazujemy okrąg **10**, a potem linię **11**.
- Przystępujemy do tworzenia siatki obrotowej tworzonej przez polilinię **12** obracaną wokół osi (linii) **13**. Jako aktualną ustawiamy warstwę *wymiar1*. Zmiennej systemowej SURFTAB1 przypisujemy wartość 48, a zmiennej SURFTAB2 – wartość 12. Wywołujemy polecenie POWOBROT i wskazujemy polilinię **12**, a jako oś wskazujemy linię **13**.
- Powielimy teraz powierzchnie: dwie krawędziowe i jedną prostokreślną. Wywołujemy polecenie SZYKBIEGUN. Wybieramy powierzchnie, jako punkt środka szyku wskazujemy koniec linii **14**, wybieramy 4 elementy do wypełnienia podajemy kąt pełny (360°), wybieramy opcję *ZEspolony* i wartość *Nie*.
- Wyłączamy widoczność warstwy *pom2*. Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w warstwach: *kontur3*, *kreska3*, *osie3* i *wymiar3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Rozdział XI

Edycja modeli bryłowych

Przy przeprowadzaniu edycji obiektu trójwymiarowego modyfikowaniu podlega rozmiar albo kształt obiektu. Istnieje szereg metod przeprowadzania takiej edycji. Wybór metody jest zależny od sposobu utworzenia obiektu, istnienia lub nieistnienia jego historii oraz od zakresu zmian przewidywanych do wprowadzenia. Metody przeprowadzania edycji można podzielić na trzy kategorie:

- **Modyfikacja właściwości obiektów podstawowych**

Jest zwykle dokonywana w palecie *Właściwości*, w zakładkach: *Geometria* i *Historia bryły*. W geometrii obiektu można zmieniać takie parametry, jak: wysokość, kąt nachylenia, promień, długość i szerokość. W zakładce *Historia bryły* włączamy i wyłączamy zapis historii dla bryły (*Historia – Nagraj, Brak*) oraz wyświetlanie zarysów brył biorących udział w odejmowaniu lub iloczynie brył (*Pokaż historię – Tak, Nie*).

- **Modyfikacja za pomocą uchwytów**

Jest to najbardziej zróżnicowana i elastyczna metoda postępowania. Umożliwia przeprowadzanie edycji modelu za pomocą uchwytów skojarzonych z obiektem. Jeśli jest zapisana historia bryły, pozwala również na przeprowadzenie edycji brył składowych. Można również przeprowadzać edycję za pomocą uchwytów, jeśli historia nie została zapisana, ale wtedy edycja dotyczy tylko wybranych powierzchni modelu, krawędzi lub wierzchołków.

- **Modyfikacja z wykorzystaniem poleceń edycyjnych**

Polecenia dotyczące edycji brył umożliwiają przeprowadzanie operacji na powierzchniach, takich jak: wyciąganie, przemieszczanie, odsuwanie, usuwanie, obracanie i zwężanie. Ponadto można budować powłoki z brył lub z ich wybranych powierzchni, wytłaczać obiekty 2D na powierzchniach oraz rozdzielać na osobne bryły modele złożone, które składają się z kilku osobnych brył, ale takich, które stanowią formalnie jedną całość.

Edycja brył w palecie *Właściwości*

W palecie właściwości można przeprowadzać korektę wielkości geometrycznych oraz sterować włączaniem i wyłączaniem zapisu historii bryły (zakładka *Historia bryły*, pozycja *Historia* – *Nagraj* lub *Brak*). Można również włączać i wyłączać widoczność brył, które brały udział w tworzeniu bryły złożonej, bo – po zakończeniu operacji odejmowania brył lub poszukiwania iloczynu brył – w rysunku część z tych brył już nie występuje (zakładka *Historia bryły*, pozycja *Pokaż historię* – *Tak* lub *Nie*).

W zakładce *Geometria* istnieje możliwość zmiany wymiarów tych parametrów, które są dostępne dla danej bryły. W przypadku bryły podstawowej można modyfikować szereg parametrów. Poniżej pokazano zakładkę *Geometria* palety *Właściwości* dla bryły typu kostka.

Geometria	
Rodzaj bryły	Kostka
X położenia	1493.5
Y położenia	1918
Z położenia	0
Długość	93
Szerokość	134
Wysokość	150.5922
Kąt obrotu	180

W przypadku brył złożonych zakładka *Geometria* nie jest wyświetlana, a co za tym idzie, nie można przeprowadzać edycji geometrii brył złożonych za pomocą palety *Właściwości*.

Edycja brył za pomocą uchwytów i metauchwytów

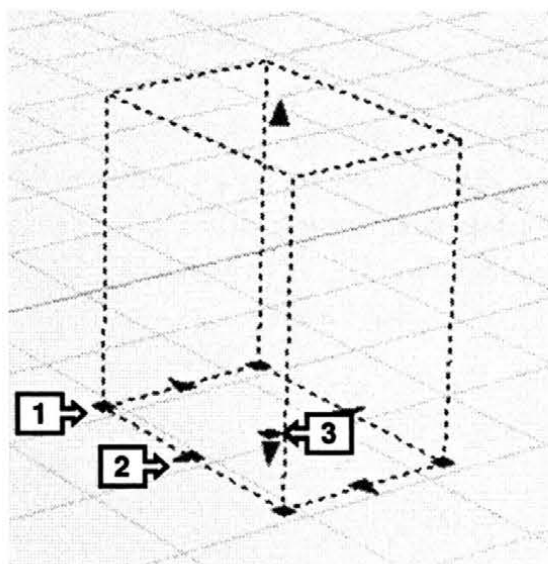
Użycie uchwytów i metauchwytów do przeprowadzenia modyfikacji obiektu bryłowego umożliwia szybkie i wszechstronne wprowadzenie zmian. W rysunku dwuwymiarowym uchwyty i metauchwyty były powszechnie stosowane do przeprowadzania edycji obiektów 2D. Występowały tam w postaci kwadratów, prostokątów i grotów.

Przy pracy w przestrzeni trójwymiarowej, podobnie jak przy pracy w przestrzeni 2D, bardzo wygodnym i skutecznym narzędziem będą zarówno uchwyty, jak i nowe narzędzie – metauchwyty.

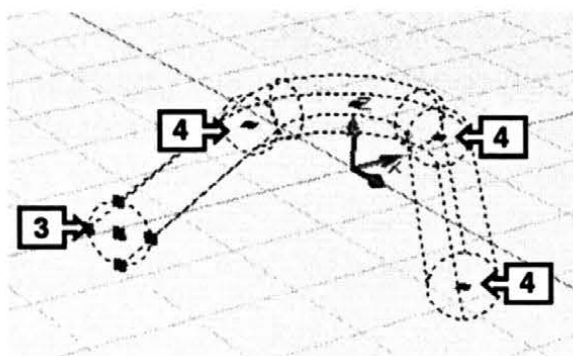
Uchwyty

Jeśli mechanizm uchwytów jest włączony i żadne polecenie nie jest w trakcie realizacji, to wybranie obiektu (kliknięcie) powoduje wpisanie obiektu do zbioru wskazań oraz – co nas bardziej w tej chwili interesuje – wyświetlenie uchwytów. Uchwyty pojawiają się w punktach charakterystycznych dla wybranego obiektu i są wyświetlane standardowo w kolorze niebieskim. Naprowadzenie kursora na wybrany uchwyt powoduje zmianę jego koloru na pomarańczowy (standardowo), a kliknięcie uchwytu zamienia kolor na czerwony, co jest jednoznaczne z włączeniem edycji. Uchwyty występują w czterech postaciach: kwadratów, prostokątów, trójkątów i kółek. Uchwyty w kształcie trójkąta i prostokąta pozwalają na zmianę parametru w jednej osi, natomiast w kształcie kwadratu umożliwiają zmianę parametrów obiektu w dwóch osiach. Uchwyty okrągłe pozwalają na wyróżnienie i przemieszczenie powierzchni w modelach siatkowych.

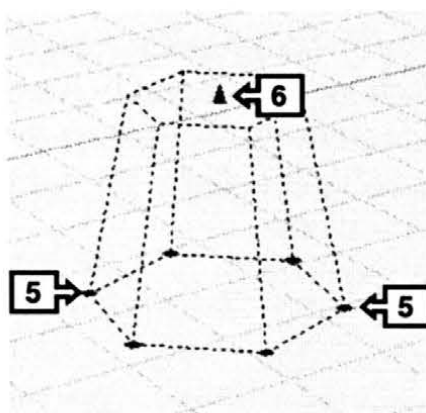
W modelowaniu 3D sposób wyświetlania uchwytów zależy od rodzaju obiektu i metody jego wyboru (wskazania). Każdy rodzaj trójwymiarowego obiektu ma inaczej wyświetlane uchwyty.



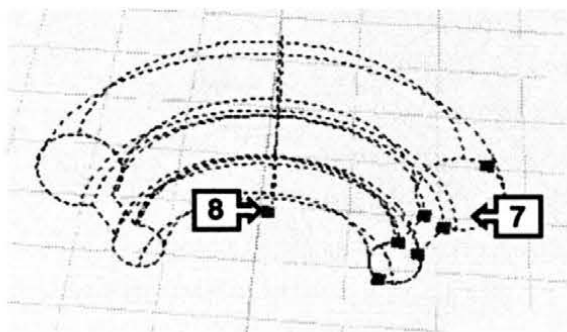
- Bryły podstawowe mają uchwyty umożliwiające zmianę ich wymiarów w jednej osi – wtedy są wyświetlane w postaci trójkąta (2) – zmianę ich wymiarów w dwóch osiach – są wyświetlane w postaci kwadratów (1) oraz przemieszczanie całej bryły w dwóch osiach – wtedy też są wyświetlane w postaci kwadratów (3).
- Bryły utworzone z profili płaskich (2D) mają wyświetlane uchwyty dla obiektów definiujących (2D), np. profil 3 i ścieżka 4. Używając tych uchwytów, można zmienić rozmiary i kształty modelu.



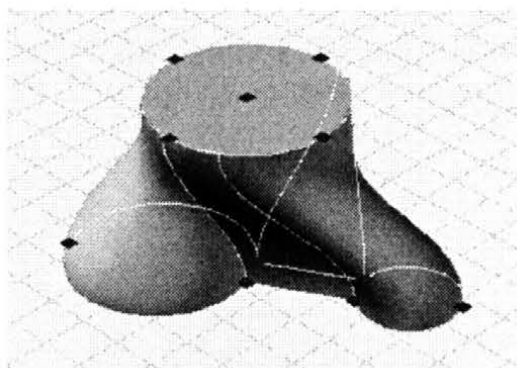
- Model zdefiniowany przez wyciągnięcie ma uchwyty kwadratowe do modyfikacji kształtu (5) oraz trójkątne do modyfikacji długości wyciągnięcia (6).



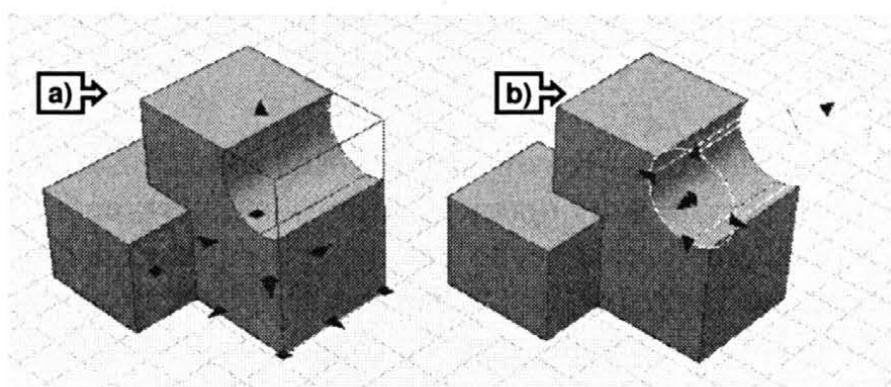
- Obiekty uzyskane przez obrót mają uchwyty umożliwiające modyfikację kształtu profilu (7) oraz modyfikację promienia obrotu (8).



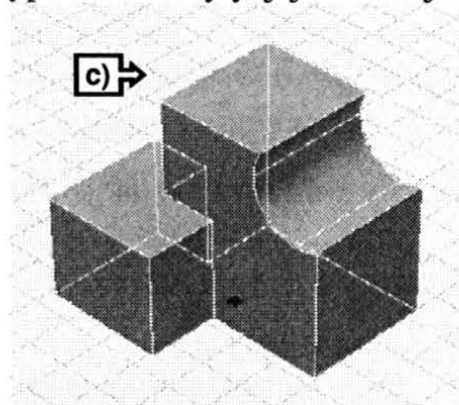
- Obiekty utworzone przez powleczenie (WYCIĄGNIĘCIE), ale z wykorzystaniem tylko dwóch profili lub dwóch profili i ścieżki, mają wyświetlane uchwyty dla całej geometrii i można przeprowadzać edycję za pomocą wszystkich uchwytów. Natomiast bryły utworzone z wykorzystaniem prowadnic mają wyświetlone uchwyty, ale pozwalają one tylko na przemieszczanie całej bryły bez możliwości zmiany jej kształtu.



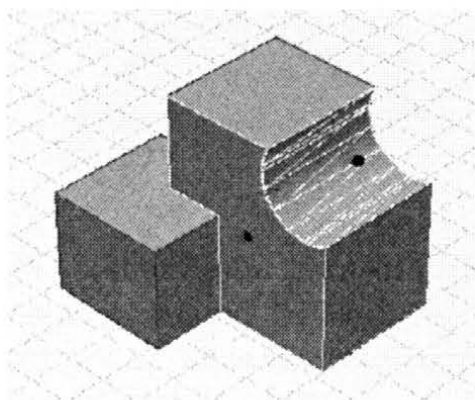
- Bryły złożone z zapisaną historią udostępniają uchwyty związane z bryłami składowymi po wciśnięciu i przytrzymaniu klawisza **CTRL** oraz kliknięciu odpowiedniej bryły składowej. Po wyświetleniu uchwytów można nimi operować tak, jakby były na oddzielnej bryle. Uchwyty są uwidaczniane na bryłach istniejących a) i bryłach odjętych b).



- Bryły złożone, które nie mają zapisanej historii, dysponują tylko jednym uchwytem, który umożliwia zmianę położenia bryły, jej orientacji lub jej przeskalowanie – c).



- Można wyświetlić pojedynczy okrągły uchwyt dla powierzchni, krawędzi lub wierzchołka bryły. Żeby wyświetlić taki uchwyt, należy przytrzymać klawisz **CTRL** i kliknąć odpowiedni element. Po pojawieniu się takiego uchwytu i kliknięciu go można przełączać rodzaje edycji za pomocą klawisza spacji. Do wybierania odpowiednich elementów (powierzchnia, krawędź, wierzchołek) dobrze jest posługiwać się filtrowaniem elementów. Jest to sposób postępowania szczególnie użyteczny, w przypadku gdy nie mamy zapisanej historii bryły lub ją utraciliśmy w wyniku wykonania polecenia edycyjnego oraz przy wyborze elementów w siatkach.



Metauchwyty

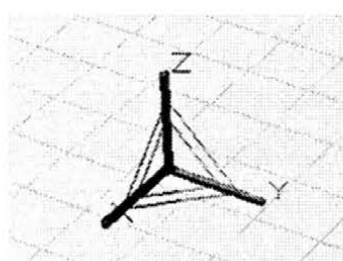
W wersji 2010 programu wprowadzony został mechanizm metauchwytów. Metauchwyty mogą przyspieszać operacje skalowania, obracania i przesuwania obiektów 3D przez ograniczenie ruchu do jednego punktu (skalowanie), pojedynczej osi (obracanie i przesuwanie) lub wybranej płaszczyzny (przesuwanie). Do przeprowadzenia tych operacji mamy do dyspozycji w programie odpowiednie polecenia (**SKALA3D**, **3DOBRÓT** i **3DPRZESUŃ**), ale – w wielu przypadkach – zastosowanie metauchwytów może okazać się narzędziem znacznie szybszym. Jeśli metauchwyty są włączone, metauchwyt pojawia się z chwilą zaznaczenia (kliknięcia) obiektu lub obiektów. Po wybraniu obiektów metauchwyt domyślnie pojawia się w środku zbioru wskazań. Jeśli zachodzi taka potrzeba, to można go przenieść w dowolne miejsce na rysunku.

W programie zaimplementowano trzy rodzaje metauchwytów:

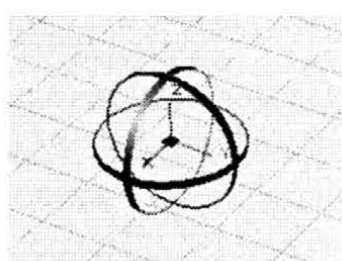
- **Metauchwyt *Skala 3D***, który pozwala na przeskalowanie obiektu względem wybranego punktu.
- **Metauchwyt *Obrót 3D***, który umożliwia obracanie obiektów względem jednej z trzech osi aktualnego układu współrzędnych (AUW).

- **Metauchwyt *Przesunięcie 3D***, który pozwala na przesuwanie obiektów wzdłuż wybranej osi (X, Y lub Z) A UW względnie w wybranej płaszczyźnie (XY, YZ lub ZX) A UW.

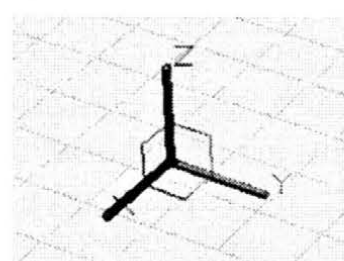
Metauchwyty są uwidaczniane tylko w stylach wizualnych 3D. Jeśli jeden ze stylów wizualnych 3D jest włączony, to metauchwyty mogą być włączone lub nie. Jeśli są włączone, to można zdecydować, który z metauchwyków będzie pojawiał się domyślnie. Po ukazaniu się tego metauchwytu można dokonać zmiany metauchwytu na inny, co pozwala na wybranie potrzebnej operacji w każdych okolicznościach.



Metauchwyt
Skala 3D



Metauchwyt
Obrót 3D



Metauchwyt
Przesunięcie 3D

Sterowanie widocznością metauchwytu oraz sposobem jego domyślnego wyświetlania jest dostępne:

W3D: Narzędzia główne > Wybór
lub
Bryła > Wybór
lub
Siatka > Wybór

Występuje tam również lista rozwijalna, która zawiera cztery pozycje:

- *Bez metauchwytu*
Powoduje wyłączenie mechanizmu metauchwyków.
- *Skaluj metauchwyt*
Powoduje włączenie mechanizmu metauchwyków i ustawienie jako domyślnego metauchwytu skalowania.
- *Obróć metauchwyt*
Powoduje włączenie mechanizmu metauchwyków i ustawienie jako domyślnego metauchwytu obracania.

- *Przesuń metauchwyty*

Powoduje włączenie mechanizmu metauchwyty i ustawienie jako domyślnego metauchwyty przesuwania.

Metauchwyty są również wyświetlane po zdefiniowaniu zbioru wskazań w poleceniach SKALA3D (metauchwyty *Skala 3D*), 3DOBRÓT (metauchwyty *Obrót 3D*) i 3DPRZESUŃ (metauchwyty *Przesunięcie 3D*).

W metauchwyty występuje punkt bazowy, który można wykorzystać do przemieszczenia metauchwyty w inne miejsce. Ten sam punkt bazowy jest punktem, względem którego wykonywane są poszczególne operacje.

Po wyświetleniu domyślnego metauchwyty można go zmienić na inny, przeciągając kursor nad metauchwyty i rozwijając menu kontekstowe, a następnie wybrać z niego odpowiednią pozycję. Możliwe jest również przełączenie metauchwyty już po dokonaniu wyboru osi lub płaszczyzny. Przełączenia dokonujemy wtedy bądź za pomocą klawisza spacji, względnie – tak jak poprzednio – poprzez menu kontekstowe.

Jeśli metauchwyty zostanie wyświetlony po wywołaniu jednego z trzech wymienionych wyżej poleceń (SKALA3D, 3DOBRÓT i 3DPRZESUŃ), wtedy zmiana metauchwyty na inny powoduje anulowanie tego polecenia i wyświetlenie nowego metauchwyty.

W menu kontekstowym związanym z metauchwytyami występują pozycje:

- Przesuń – umożliwia wybór metauchwyty przesuwania.
- Obróć – umożliwia wybór metauchwyty obracania.
- Skala – umożliwia wybór metauchwyty skalowania.
- Ustaw wiązanie – pozwala na filtrowanie współrzędnych.
- Zmień położenie metauchwyty – umożliwia zmianę położenia metauchwyty.
- Dopasuj metauchwyty do – pozwala na wybór dowiązania metauchwyty do GUW, LUW lub powierzchni.
- Niestandardowy metauchwyty – umożliwia zorientowanie metauchwyty dowolnie w przestrzeni.
- Zachowuj dynamiczny LUW – włączenie przełącznika zachowuje dynamiczny LUW.

Następujące zmienne systemowe mają wpływ na sposób przedstawiania i pojawiania się metauchwyty:

zm.sys. DEFAULTGIZMO	
Wartość	Opis
0	Domyślnie jest ustawiony metauchwyt Przesunięcie 3D.
1	Domyślnie jest ustawiony metauchwyt Obrót 3D.
2	Domyślnie jest ustawiony metauchwyt Skala 3D.
3	Domyślnie metauchwyty są wyłączone.

zm.sys. GTLOCATION	
Wartość	Opis
0	Oznacza domyślne umieszczenie metauchwyty w początku układu współrzędnych lub w lewym dolnym narożniku ekranu (tak jak symbol LUW).
1	Oznacza domyślne umieszczenie metauchwyty w geometrycznym środku zbioru wskazań.

zm.sys. GTAUTO	
Wartość	Opis
0	Oznacza brak automatycznego wyświetlania metauchwyty.
1	Oznacza automatyczne wyświetlanie metauchwyty, jeśli metauchwyty są włączone (DEFAULTGIZMO ≠ 3).

zm.sys. GTDEFAULT	
Wartość	Opis
0	Nie powoduje automatycznej zmiany poleceń PRZESUN, OBRÓC, SKALA na polecenia 3DPRZESUN, 3DOBRÓC, SKALA3D, gdy do rzutni przypisany jest jeden ze stylów wizualnych 3D.
1	Powoduje automatyczną zmianę poleceń PRZESUN, OBRÓC, SKALA na polecenia 3DPRZESUN, 3DOBRÓC, SKALA3D, gdy do rzutni przypisany jest jeden ze stylów wizualnych 3D.

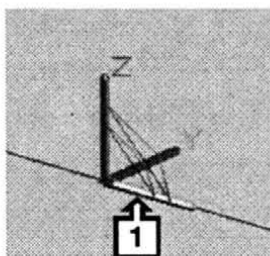
Metauchwyt *Skalowanie 3D*

Za pomocą metauchwyty skalowania można zmieniać skalę w jednej osi, w dwóch osiach oraz w trzech osiach.

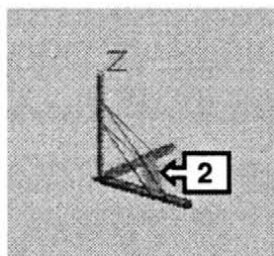
W przypadku obiektów bryłowych skalowanie jest możliwe jedynie we wszystkich trzech osiach równocześnie. Obiekty siatkowe mogą być skalowane dowolnie.

Po wybraniu funkcji skalowania należy wybrać sposób skalowania, wyszukując kursorem odpowiedni fragment metauchwyty. Jeśli przewidujemy

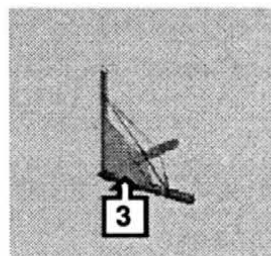
skalowanie wzdłuż jednej osi, wtedy zbliżamy kursor do wybranej osi (1) i czekamy, aż zmieni się jego kolor na żółty, wtedy klikamy. Oznacza to zablokowanie możliwości skalowania tylko w tej osi, czyli określenie tylko jednego stopnia swobody.



Skalowanie
w jednej osi (X)



Skalowanie
w dwóch osiach (XY)



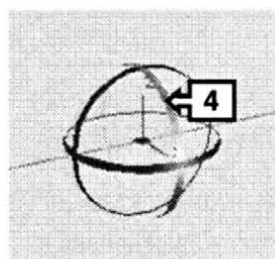
Skalowanie
w trzech osiach (XYZ)

Teraz, wraz ze zmianą położenia kursora, ulega zmianie – w trybie dynamicznym – wielkość skalowanych obiektów. Współczynnik skali można określić, klikając wybrany punkt lub podając wartość współczynnika skali z klawiatury.

Jeśli skalowanie ma być przeprowadzane w dwóch osiach, czyli z przyjęciem dwóch stopni swobody, wtedy zaznaczamy odpowiedni pasek na wybranej płaszczyźnie (2) i odczekujemy aż zmieni on kolor na żółty, a następnie klikamy go i wprowadzamy współczynnik skalowania.

Przy skalowaniu w trzech osiach doprowadzamy do wyświetlenia w kolorze żółtym trzech trójkątów w trzech płaszczyznach (3) i klikamy je, a następnie wprowadzamy współczynnik skali. Jest to skalowanie z przyjęciem trzech stopni swobody.

Metauchwyt *Obrót 3D*



Obracanie
względem osi Y

Obracanie zawartością zbioru wskazań względem dowolnie wybranej osi, jest możliwe za pomocą metauchwytu *Obrót 3D*. Po wybraniu funkcji obracania należy wskazać kursorem okrąg okalający oś, względem której mamy zamiar dokonać obrotu (4), poczekać aż zmieni kolor na żółty i kliknąć go. Od tej chwili mamy możliwość obracania zawartości zbioru wskazań jedynie względem wybranej osi. Należy określić kąt obrotu. Można tego dokonać, klikając przy ustawieniu potrzebnego kąta obrotu lub można podać wielkość kąta z klawiatury. Należy pamiętać, że kąty dodatnie są odmierzane zgodnie z regułą śruby lewoskrętnej.

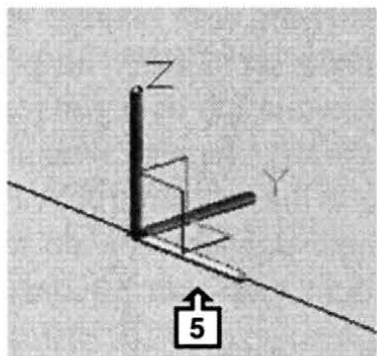
Jest to ograniczenie ruchu do jednego stopnia swobody.

Metauchwyt *Przesunięcie 3D*

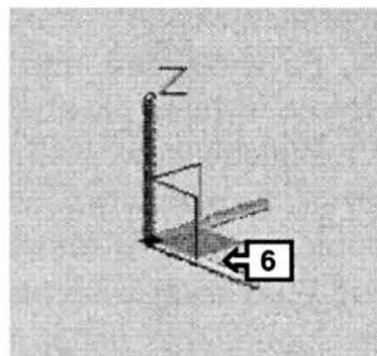
Przesuwanie zawartości zbioru wskazań może być wykonane za pomocą metauchwytu *Przesunięcie 3D*. Przesuwanie może być ograniczone do zmiany położenia wzdłuż wybranej osi, wtedy ruch jest ograniczony do jednego stopnia swobody. Przesuwanie może być również realizowane na wybranej płaszczyźnie, czyli jednocześnie wzdłuż dwóch osi – wtedy ruch jest ograniczony do dwóch stopni swobody.

Jeśli wybieramy przesuwanie wzdłuż jednej osi, wtedy – po wybraniu funkcji przesuwania – należy wskazać wybraną oś (5), poczekać aż zmieni kolor na żółty i ją kliknąć. Od tej chwili ruch może się odbywać tylko wzdłuż tej osi.

Miejsce przeznaczenia można określić za pomocą myszy lub podając odległość z klawiatury. W tym drugim przypadku zwrot jest zależny od aktualnego ustawienia kursora oraz od podanej liczby (dodatniej lub ujemnej).



Przesuwanie
względem osi X



Przesuwanie
względem płaszczyzny XY

Jeśli decydujemy się na przesuwanie w płaszczyźnie, wtedy należy wskazać kwadracik łączący osie definiujące wybraną płaszczyznę (6), poczekać aż zostaną wyświetlone w kolorze żółtym – obydwie osie i łączący je kwadracik – i kliknąć je. Od tej chwili zawartość zbioru wskazań będzie mogła być przemieszczana tylko w tej płaszczyźnie.

Miejsce przeznaczenia najłatwiej określić za pomocą myszy, ale można tego dokonać, podając współrzędne punktu docelowego dowolną metodą.

Edycja całych obiektów 3D

Polecenia umożliwiające operacje na całych obiektach 3D można podzielić na polecenia dotyczące operacji 2D i operacji 3D. Operacje 2D są nam dobrze znane z rysunku dwuwymiarowego, np.: PRZESUŃ, KOPIUJ, LUSTRO, SZYK-PROST, SZYKBIEGUN itd. Należy zwrócić uwagę, że polecenia te mogą dotyczyć również obiektów 3D, ale są wykonywane w jednej płaszczyźnie i zwykle dotyczy to płaszczyzny XY aktualnego układu współrzędnych. Pod pojęciem operacji 3D będziemy rozumieli operacje, które dotyczą obiektów 2D lub 3D, ale są realizowane w przestrzeni trójwymiarowej, czyli w całej przestrzeni, a nie tylko na płaszczyźnie XY. Do takich poleceń zaliczamy polecenia: 3DSZYK, 3DOBRÓT itd.

Przemieszczanie obiektów w przestrzeni 3D

Do przemieszczania obiektów w przestrzeni 3D służy polecenie 3DPRZESUŃ. Po wywołaniu tego polecenia wybiera się obiekty do przemieszczania, a następnie wybiera płaszczyznę przemieszczania lub oś przemieszczania, korzystając z metauchwytów. Jeśli nie zostanie wybrany element z metauchwytu, wtedy zakłada się, że przemieszczanie odbywa się w płaszczyźnie XY. Przy włączonym dynamicznym LUW możliwe jest wybranie powierzchni, do której dołączona będzie płaszczyzna XY, a więc i względem niej będzie działał metauchwyt.

Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Przesunięcie 3D

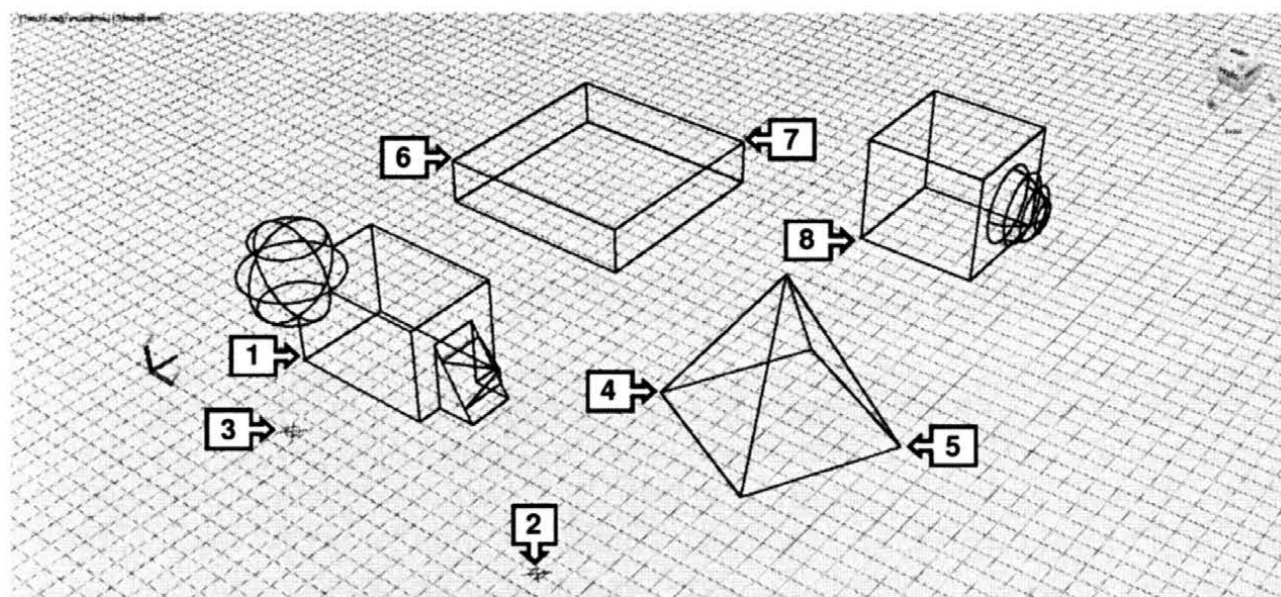
PN: Modelowanie > Przesunięcie 3D

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Przesunięcie 3D

LP: 3DPRZESUŃ

(Otwórz rysunek: *W-12-11-01-3D-Przesuń-01.dwg*.)

Rysunek ten zawiera zestaw obiektów, które posłużą nam do zademonstrowania polecenia 3DPRZESUŃ, umożliwiającego przemieszczanie obiektów w przestrzeni 3D.



Obiekt 1 zostanie przesunięty o zadany wektor wyznaczony przez punkty 2 i 3. Punkt 3 nie leży na płaszczyźnie XY. Obiekt 4 przesuniemy na górną powierzchnię obiektu 6, a obiekt 8 przemieścimy w przestrzeni kilka razy, korzystając z metauchwyty wyświetlanego po wywołaniu polecenia.

- Ustawiamy jako aktualny tryb dynamicznego wprowadzania współrzędnych (pasek stanu – *Wprowadzanie dynamiczne*) oraz włączamy dynamiczny LUW (pasek stanu – *Odblokuj/zablokuj dynamiczny LUW*).
- Przesuwanie obiektu 1. Po wywołaniu polecenia 3DPRZESUŃ wybieramy obiekt 1, wskazujemy punkt 2, potem punkt 3. Nie posługujemy się wyświetlonym metauchwytem.
- Przesuwanie obiektu 4. Po wywołaniu polecenia wybieramy obiekt 4. Jako punkt bazowy wybieramy punkt leżący w środku pomiędzy punktami 4 i 5 podstawy ostrosłupa. Jako punkt docelowy wybieramy punkt leżący w środku górnej powierzchni prostopadłościanu 6 (pomiędzy punktami 6 i 7).
- Przesuwanie obiektu 8. Sprawdzamy współrzędne wierzchołka 8 (polecenie ID). Powinny one wynosić [200,300,0]. Po wykonaniu kilku przesunięć odczytamy ponownie współrzędne tego wierzchołka.
- Po wywołaniu polecenia wybieramy obiekt 8 i zamykamy zbiór wskazań. Pojawia się metauchwyt, na którym wybieramy płaszczyznę YZ i podajemy współrzędne [30, 25]. Włączamy tryb ORTO. Następnie wybieramy na metauchwycie oś X, kursor przeciągamy w kierunku dodatnich wartości dla tej osi i podajemy z klawiatury wartość 50. W następnym kroku wybieramy na metauchwycie oś Y, kursor przeciągamy w kierunku ujemnych wartości dla tej osi i podajemy z klawiatury wartość 50. Wybieramy na metauchwycie oś Z, kursor przeciągamy w kierunku dodatnich wartości dla tej osi i podajemy z klawiatury wartość 30.

- Sprawdzamy współrzędne wierzchołka 8. Współrzędne powinny przybrać wartości [250,280,55].
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Obracanie obiektów w przestrzeni 3D

Obracanie wybranych obiektów w przestrzeni 3D jest realizowane za pomocą polecenia 3DOBRÓĆ, jest dokonywane względem określonej osi. Obiekty można obracać względem osi głównych X, Y, Z oraz względem osi zdefiniowanych przez użytkownika. Po wskazaniu pierwszego punktu obracanie jest możliwe względem osi: X, Y lub Z. Po określeniu punktu obrotu wybiera się z piktoqramu obrotu właściwą oś i określa kąt obrotu.

Polecenie można wywołać:

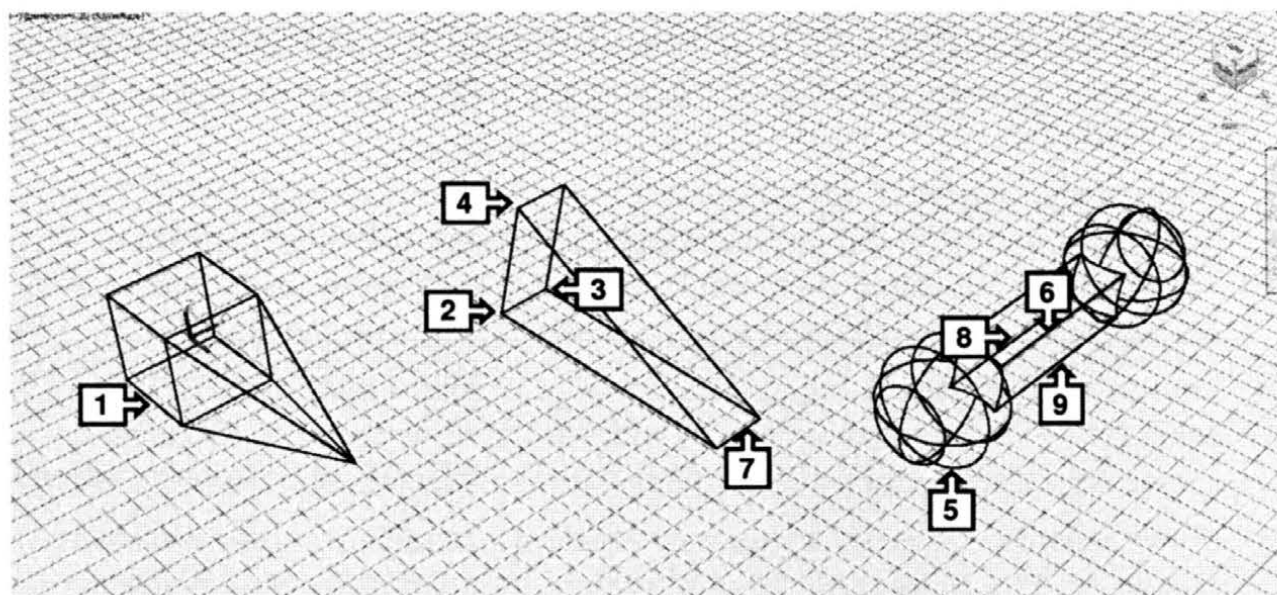
W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Obrót 3D

PN: Modelowanie > Obrót 3D

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Obrót 3D

LP: 3DOBRÓĆ

(Otwórz rysunek: W-12-11-02-3D-Obrot-01.dwg.)



Rysunek posłuży nam do zademonstrowania polecenia umożliwiającego obracanie obiektów wokół osi równoległych do osi aktualnego układu współrzędnych.

- Obracanie obiektu 1 względem osi Y o kąt 90°. Wywołujemy polecenie 3DOBRÓĆ i wybieramy obiekt 1. Po zamknięciu zbioru wskazań podajemy z klawiatury współrzędne punktu obrotu [0,0,0]. Włączamy tryb

ORTO. Wybieramy jako oś obrotu oś Y (zielone kółko), przesuwamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi X i klikamy. Przesuwamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi Z i ponownie klikamy.

- Obróćmy teraz obiekt 2 względem krawędzi 2 – 3 w taki sposób, aby najmniejsza jego powierzchnia leżała na płaszczyźnie XY. Po wywołaniu polecenia i wybraniu obiektu jako punkt obrotu przyjmijmy punkt 2. Jako oś obrotu przyjmijmy oś Y. Wyłączmy tryb ORTO. Do określenia kierunku początkowego wskażemy punkt 4. Włączmy tryb ORTO, przesuniemy kursor w kierunku ujemnych wartości osi X i klikniemy, zatwierdzając ten kierunek.
- Obiekt 5 obróćmy o kąt 90° względem osi Z i przesuniemy w taki sposób, aby środek dolnej płaskiej powierzchni figury (6) znalazł się na środku górnej krawędzi pryzmatu (7). Po wywołaniu polecenia 3DOBRÓĆ, wybraniu obiektu 5 i zamknięciu zbioru wskazań pojawi się metauchwyt. Należy wybrać oś Z i obrócić figurę o kąt 90° . Można tego dokonać, podając wartość 90 z klawiatury lub włączając tryb ORTO, ustawiając kursor w odpowiednim kierunku i klikając.
- Przesunięcie figury nad pryzmat wykonamy za pomocą polecenia 3DPRZESUŃ. Po wywołaniu polecenia, jako punkt bazowy wskażemy punkt symetrii pomiędzy punktami 8 i 9, a jako punkt docelowy – punkt 7. Punkty 8 i 9 leżą na środku krawędzi powierzchni płaskich figury.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Dopasowywanie obiektów w przestrzeni 3D

Dopasowywanie wybranego obiektu do innego obiektu istniejącego w rysunku jest możliwe za pomocą polecenia 3DDOPASUJ. Wykorzystuje się je szczególnie wtedy, gdy nie jest znane dokładne położenie obiektów, a dopasowanie jest prowadzone za pomocą trybów dowiązywania punktów do obiektów lub w przypadku gdy ostateczne położenie wymaga szeregu przesunięć i obrotów obiektu.

Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Wyrównaj 3D
 PN: Modelowanie > Dopasowanie 3D
 MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Dopasowanie 3D
 LP: 3DDOPASUJ

Po wywołaniu polecenia należy określić obiekt lub obiekty do dopasowania i wskazać (zdefiniować) sześć punktów. Trzy pierwsze punkty wskazujemy na przemieszczanym obiekcie, a trzy pozostałe na obiekcie, do którego obiekt

przemieszczany jest dopasowywany. Idea dopasowywania jest następująca: pierwszy punkt jest przemieszczany do punktu czwartego (jest to przesunięcie), drugi punkt jest przemieszczany do punktu piątego (jest to formalne określenie obrotu w płaszczyźnie $X'Y'$) i punkt trzeci jest przemieszczany do punktu szóstego (jest to formalne określenie kierunku osi Z').

Podobnie działa starsze polecenie DOPASUJ, z tą różnicą że punkty są wskazywane naprzemiennie, tzn. wskazywany jest pierwszy punkt na obiekcie przemieszczanym, drugi punkt na obiekcie docelowym, trzeci na przemieszczanym, czwarty na docelowym, piąty na przemieszczanym i szósty na docelowym. Po wykonaniu polecenia punkt pierwszy jest przesuwany do drugiego, punkt trzeci (definiujący kierunek osi X') do kierunku punktu czwartego i piąty do kierunku szóstego. W poleceniu tym można zakończyć jego wykonywanie po wskazaniu drugiego, czwartego i szóstego punktu. W zależności od tego, po którym punkcie przerwane zostanie polecenie, wykonane zostanie odpowiednio: tylko przemieszczanie, przemieszczanie i obrót z zachowaniem równoległości płaszczyzn XY oraz (po szóstym) pełne dopasowanie.

Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Dopasuj

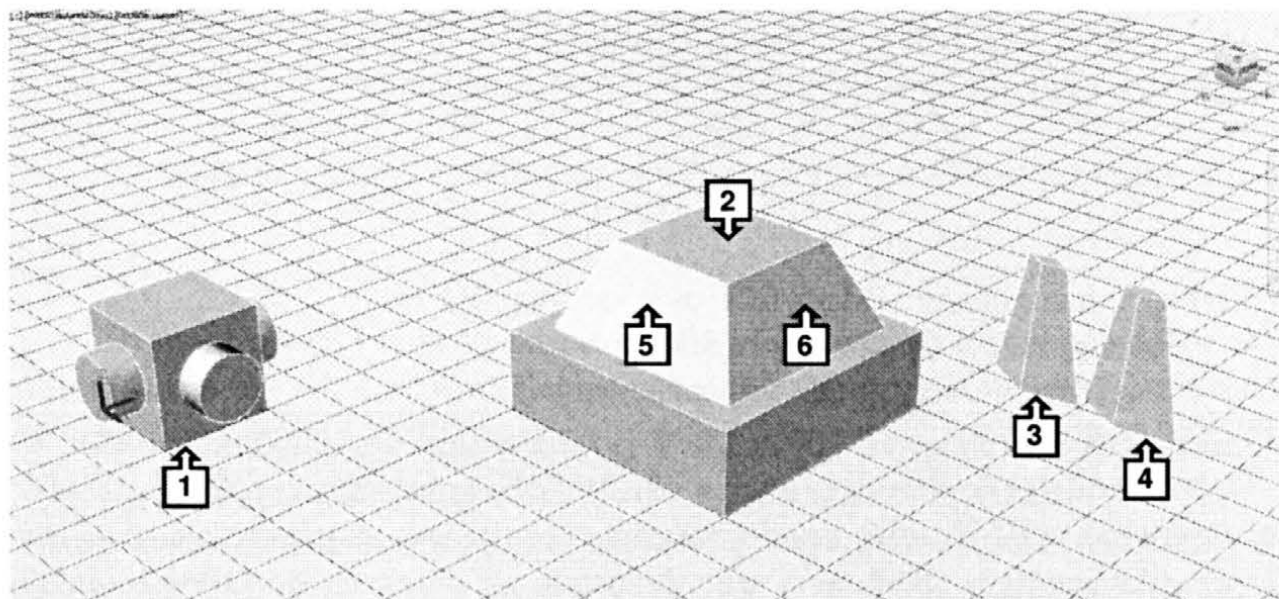
PN: -----

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Dopasuj,

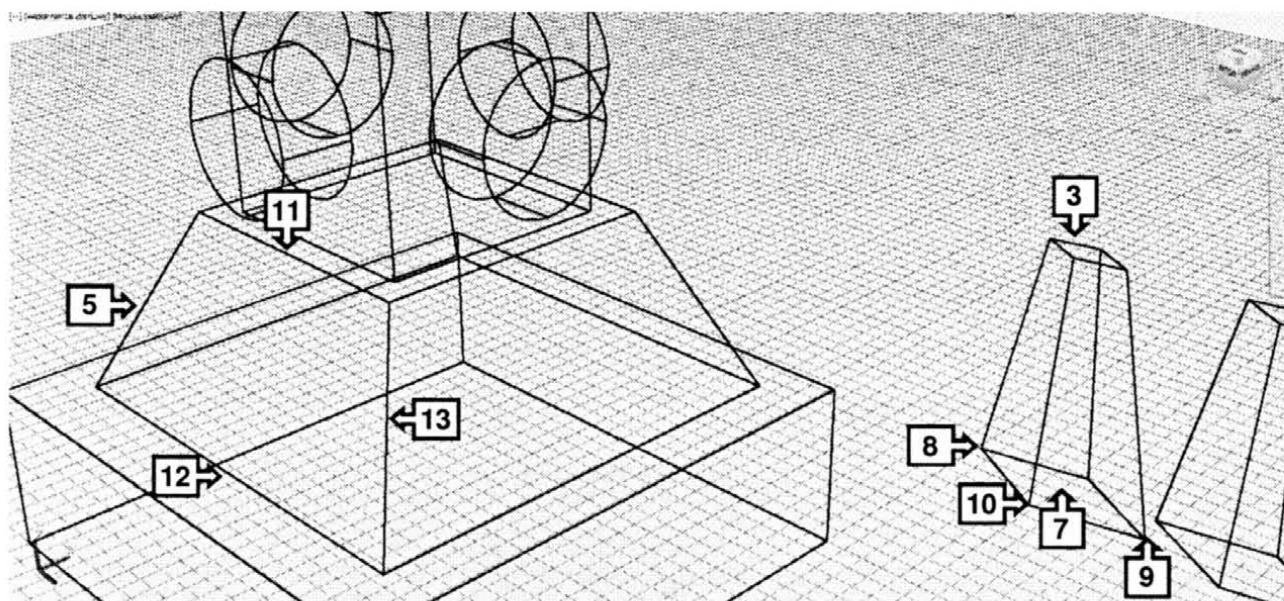
LP: DOPASUJ

(Otwórz rysunek: *W-12-11-03-3D-Dopasuj-01.dwg*.)

W rysunku występują cztery bryły. Sześcian z występami, prostopadłościan z występem i dwa ostrosłupy ścięte. Obiekty **1**, **3** i **4** przemieścimy do obiektu **2**. Docelową postać rysunku można zobaczyć po odblokowaniu warstwy *osiel*.



- Sześcian (1) skopiujemy na górną powierzchnię (2) obiektu w środku rysunku. Dla sześcianu (1) zademonstrujemy polecenie zwykłego kopiowania. Po wywołaniu polecenia KOPIUJ, wskazaniu bryły 1 i zamknięciu zbioru wskazań jako punkt bazowy wybierzemy środek dolnej podstawy. Trzeba w tym celu zmienić kierunek patrzenia w taki sposób, aby widoczna była dolna powierzchnia bryły 1. Najłatwiej to osiągnąć, klikając dolny narożnik sześcianu ViewCube. Jeśli dolna powierzchnia jest już widoczna, wybieramy tryb dołączania do obiektu *Symetria między 2 punktami* i wskazujemy przeciwległe narożniki podstawy. Powracamy do poprzedniego kierunku patrzenia i jako punkt docelowy wybieramy, tą samą metodą, środkowy punkt powierzchni 2.



- Następnym krokiem będzie przeniesienie obiektu 3 na powierzchnię 5 z dopasowaniem podstawy obiektu 3 do tej powierzchni (5). W tym celu posłużymy się poleceniem 3DDOPASUJ.
- Po wywołaniu polecenia, utworzeniu i zamknięciu zbioru wskazań (po wybraniu obiektu do przenosin) musimy wskazać trzy punkty na obiekcie przenoszonym (3) i trzy na powierzchni docelowej 5. Pierwszym punktem wskazanym będzie środek podstawy bryły 3, czyli punkt 7. Uzyskamy go, korzystając z trybu *Symetria między 2 punktami* i wskazując punkty (widoczne) na końcach dłuższej przekątnej podstawy (8 oraz 9). Jako drugi wskażemy punkt na prawym końcu tej samej przekątnej (9). Punkt trzeci wskażemy na dolnym końcu krótszej przekątnej podstawy (10). Wszystkie potrzebne punkty są widoczne na ekranie.
- Przechodzimy teraz do zdefiniowania trzech punktów docelowych. Jako punkt czwarty przyjmiemy środek wysokości powierzchni 5, czyli środek między dwoma punktami równoległych krawędzi trapezu (11, 12). Punkt piąty ma leżeć na środku prawej skośnej krawędzi trapezu (13), a punkt szósty – na środku dolnej dłuższej krawędzi równoległej (12).

- W taki sam sposób umieszczamy obiekt 4 na powierzchni 6.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Odzwierciedlanie w przestrzeni 3D

Podobnie jak w przypadku polecenia LUSTRO w rysunku 2D, również w modelowaniu trójwymiarowym mamy do dyspozycji polecenie pozwalające na odzwierciedlanie obiektów, ale – tym razem – względem płaszczyzny lustra dowolnie usytuowanej w przestrzeni 3D. Nosi ono nazwę LUSTRO3D. Odzwierciedlanie jest zwykle stosowane w przypadku chęci pozyskania drugiej, symetrycznej części tego samego obiektu lub w przypadku powielania całej części względem jakiejś płaszczyzn symetrii.

Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Lustro 3D

PN: -----

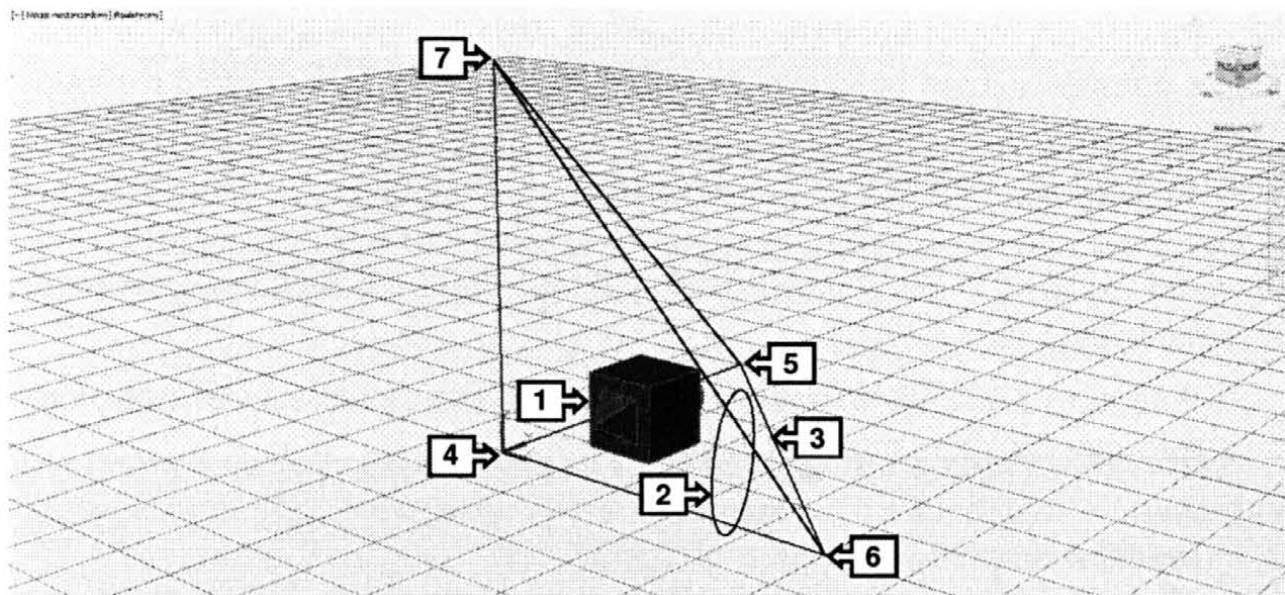
MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Lustro 3D

LP: LUSTRO3D

W poleceniu występują opcje:

LUSTRO3D	
Opcje	Opis
Obiekt	Umożliwia dowiązanie płaszczyzny odbicia do wskazanego obiektu typu: okrąg, łuk i polilinia 2D.
oStatni	Umożliwia określenie aktualnej płaszczyzny odbicia w oparciu o poprzednio użytą płaszczyznę odbicia.
oś Z	Umożliwia zdefiniowanie płaszczyzny odbicia przez wskazanie początku układu na tej płaszczyźnie i punktu leżącego na osi Z.
Widok	Umożliwia zdefiniowanie płaszczyzny odbicia równoległej do aktualnego widoku i przechodzącej przez wskazany punkt.
XY	Umożliwia zdefiniowanie płaszczyzny odbicia równoległej do aktualnej płaszczyzny XY, przechodzącej przez wskazany punkt.
YZ	Umożliwia zdefiniowanie płaszczyzny odbicia równoległej do aktualnej płaszczyzny YZ, przechodzącej przez wskazany punkt.
ZX	Umożliwia zdefiniowanie płaszczyzny odbicia równoległej do aktualnej płaszczyzny ZX, przechodzącej przez wskazany punkt.
3 punkty	Umożliwia zdefiniowanie płaszczyzny odbicia za pomocą trzech dowolnych punktów w przestrzeni, które nie leżą na jednej prostej.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-04-3D-Lustro-01.dwg*.)



W rysunku występuje bryła, zaznaczone osie X, Y i Z, połączone na końcach trójkątem, oraz obiekt w postaci okręgu. Dokonamy zwierciadlanego odbicia bryły (1) z wykorzystaniem różnych opcji polecenia – za każdym razem pozostawiając obiekt pierwotny w rysunku.

- Po wywołaniu polecenie LUSTRO3D wskazujemy obiekt do odzwierciedlenia (1), wybieramy opcję *Obiekt*, wskazujemy okrąg (2) i wybieramy opcję *Nie*.
- W następnym kroku – po wywołaniu polecenia i zamknięciu zbioru wskazań – wybierzemy opcję *oś Z* i wskażemy jako początek osi Z punkt na środku (*SYMetria*) niebieskiej linii, leżącej na płaszczyźnie XY (3), a jako drugi punkt – początek układu współrzędnych (4),
- Tym razem wybierzemy opcję *ZX*. Po wybraniu opcji należy wskazać punkt, przez który ma przechodzić płaszczyzna zwierciadła (równoległa do płaszczyzny ZX) – wskażemy tylny punkt niebieskiej linii leżącej na płaszczyźnie XY (5),
- W ostatnim przykładzie wybierzemy opcję *3 punkty* i wskażemy narożniki niebieskiego trójkąta (5, 6 oraz 7).

Poprawne rozwiązanie zostało umieszczone w zablokowanej warstwie *pom1*.

Korzystanie z szyków w przestrzeni 3D

Powielanie obiektów w sposób uporządkowany w przestrzeni 3D jest możliwe za pomocą starego polecenia 3DSZYK oraz zmodyfikowanego i rozbudowanego polecenia SZYK.

W poleceniu 3DSZYK można wybrać tworzenie szyku prostokątnego, w którym definiujemy wiersze, kolumny i poziomy oraz szyk biegunowy – podobny do szyku 2D, ale z możliwością umieszczenia osi szyku biegunowego dowolnie w przestrzeni.

Polecenie 3DSZYK zostało usunięte z wstążki (a właściwie zastąpione przez polecenie SZYK) i można je wywołać:

- W3D: -----
- PN: Modelowanie > Szyk 3D
- MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Szyk 3D
- LP: 3DSZYK

W poleceniu występują opcje:

3DSZYK	
Opcje	Opis
Prostokątny	Pozwala na wybranie szyku prostokątnego 3D.
Wiersze	Umożliwia określenie liczby wierszy i odległości między nimi. Określamy to dla osi Y.
Kolumny	Umożliwia określenie liczby kolumn i odległości między nimi. Określamy to dla osi X.
Poziomy	Umożliwia określenie liczby poziomów i odległości między nimi. Określamy to dla osi Z.
Biegunowy	Pozwala na wybranie szyku biegunowego 2D.
Liczba elementów w szyku	Ustala liczbę elementów w szyku.
Kąt wypełnienia	Ustala kąt do wypełnienia. Standardowo jest podpowiadany kąt 360°.
Obracanie obiektów	Pozwala na określenie, czy obiekty podczas tworzenia szyku biegunowego mają być obracane.
Środek szyku	Punkt określający początek osi obrotu.
Drugi punkt na osi obrotu	Punkt leżący na osi obrotu i określający jej kierunek dodatni.

Uwaga
Kolejność wskazywania punktów definiujących oś obrotu decyduje o kierunku tworzenia szyku biegunowego. Przy określaniu zwrotu osi obrotu obowiązuje prawo śruby prawoskrętnej.

Komunikacja między użytkownikiem a poleceniem jest realizowana za pomocą linii poleceń, niezależnie od ustawienia zmiennej FILEDIA.

Szyk biegunowy 3D różni się od szyku biegunowego 2D tym, że w szyku 3D oś obrotu szyku 2D jest zawsze prostopadła do płaszczyzny XY, natomiast w szyku 3D oś ta może być dowolnie zorientowana w przestrzeni, czyli nie musi być prostopadła do aktualnej płaszczyzny XY.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-05-3D-Szyk-01.dwg*.)

W rysunku występuje bryła, którą będziemy powielali za pomocą: raz szyku prostokątnego, drugi raz za pomocą szyku biegunowego.

- Po wywołaniu polecenia 3DSZYK, wybieramy opcję *Prostokątny*, wskazujemy bryłę, wybieramy opcję *Prostokątny*, definiujemy: 3 wiersze, 4 kolumny i 2 poziomy oraz odległości między wierszami, kolumnami i poziomami – we wszystkich przypadkach – 250 jednostek. Oglądamy rezultaty i cofamy polecenia tak, aby powrócić do pojedynczej bryły.
- Wywołujemy polecenie ponownie, wybieramy szyk biegunowy, wpisujemy 7 elementów szyku i kąt do wypełnienia równy 360° , wybieramy opcję bez obracania podczas kopiowania, jako środek szyku podajemy punkt $[0,0,0]$, a jako drugi punkt na osi obrotu podajemy punkt $[0,0,100]$ (oś Z). Oglądamy rezultaty.

Prawidłowa postać obydwu rozwiązań znajduje się w zablokowanych warstwach *kreska1* i *osiel*.

Przejdziemy teraz do przetestowania przykładów związanych ze zmodyfikowanym poleceniem SZYK. W nowej postaci polecenia można budować trzy rodzaje szyków:

- Szyk prostokątny – umożliwia zbudowanie płaskiego (2D) lub przestrzennego (3D) szyku prostokątnego zawierającego wiersze i kolumny (2D) lub wiersze, kolumny i poziomy (3D).
- Szyk biegunowy – pozwala na zbudowanie szyku biegunowego 2D lub 3D. W przypadku pierwszym szyk jest budowany na płaszczyźnie XY względem wybranego punktu (2D); w drugim przypadku szyk jest tworzony względem osi dowolnie zorientowanej w przestrzeni (3D).
- Szyk wzdłuż ścieżki – umożliwia równomierne rozłożenie obiektów wzdłuż wybranej krzywej (ścieżki).

Szyki budowane przez zmodyfikowane polecenie mogą być *zespólone* lub *niezespólone*. Jeśli szyk został zbudowany jako niezespólony, to powielone obiekty są niezależne (podobnie jak to mało miejsce w starej postaci polecenia

SZYK). W przypadku zdefiniowania szyku zespolonego, wszystkie obiekty w szyku stanowią jedną całość, ale – w zamian za to – istnieje możliwość przeprowadzania na tym szyku szeregu operacji edycyjnych.

Występują w programie trzy polecenia, które należy traktować jako odmiany polecenia SZYK. Są to polecenia SZYKPROST, SZYKBIEGUN, ŚCIEŻKASZYK. Należy je traktować jako opcje polecenia SZYK, chociaż występują w programie jako odrębne polecenia. Takie rozwiązanie miało na celu przyspieszenie posługiwania się poleceniem SZYK. Można również wywołać polecenie SZYK i potem wybrać jedną z opcji: *Prostokątny*, *Ścieżka*, *Biegunowy*.

Omówimy krótko polecenia SZYKPROST, SZYKBIEGUN i ŚCIEŻKASZYK.

Polecenie SZYKPROST można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Szyk prostokątny (z listy)

PN: Zmień > Szyk prostokątny (z listy)

MR: Modyfikuj > Szyk > Szyk prostokątny

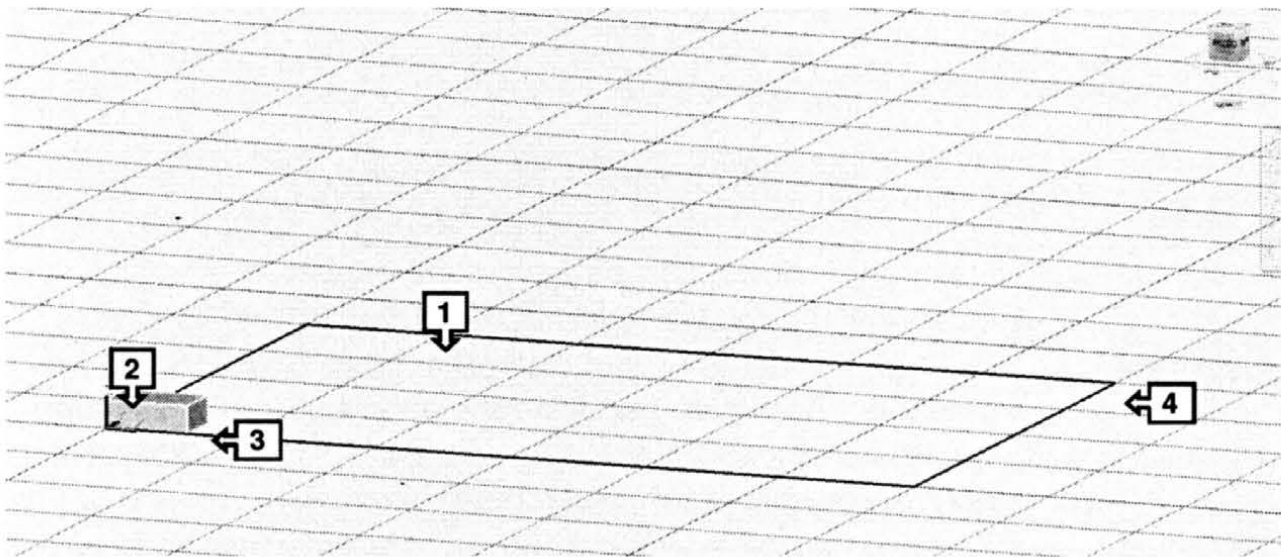
LP: SZYKPROST

W poleceniu występuje szereg opcji:

SZYKPROST	
Opcje	Opis
Punkt bazowy	Umożliwia określenie punktu, który będzie dowiązany do kursora w trakcie dynamicznego wleczenia struktury szyku.
Kąt	Umożliwia wprowadzenia kąta, pod którym będą rozmieszczane poszczególne obiekty. Kąt jest określany w punkcie początkowym szyku. Same obiekty nie podlegają obrotowi.
Liczba	Pozwala na wprowadzenie liczby wierszy i kolumn a w następnych krokach odległości między wierszami i kolumnami. W przypadku tworzenia szyku 3D liczba poziomów będzie określona później.
ZEspolony	W opcji można zdecydować, czy szyk ma być budowany jako zespolony, czy niezespolony.
Wiersze	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby wierszy i odległości między nimi.
Kolumny	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby kolumn i odległości między nimi.
Poziomy	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby poziomów i odległości między nimi.
Całkowity	Pozwala na wprowadzenie długości rozmieszczenia obiektów – przy zadanej liczbie – dla wierszy, kolumn i poziomów.

Wyrażenie	Umożliwia podanie odległości między wierszami, kolumnami i poziomami za pomocą wyrażenia matematycznego z ewentualnym uwzględnieniem parametrów.
koniec	Opcja kończy polecenie.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-06-Szykprost-01.dwg.*)



W rysunku występuje prostopadłościan, który powielimy w szyku prostokątnym, przy czym przyjmiemy, że szyk ma zawierać 5 wierszy, 4 kolumny, 2 poziomy i wypełnimy tymi prostopadłościanami prostokąt 1.

- Wywołujemy polecenie SZYKPROST. Wskazujemy prostopadłościan (2) i zamykamy zbiór wskazań. Wybieramy opcję *punkt Bazowy* i wskazujemy dolny prawy narożnik prostopadłościanu (punkt 3). Wybieramy opcję *Liczba*, podajemy liczbę wierszy 5, następnie liczbę kolumn 4 i wskazujemy położenie docelowe punktu bazowego 4.
- Wybieramy opcję *Poziomy*, podajemy liczbę 2 i odległość między poziomami 65.
- Wybieramy opcję *ZEspolony* oraz pozycję *Tak*. Kończymy polecenie za pomocą opcji *koniec*.
- Poprawne rozwiązanie umieszczono w zablokowanej warstwie *wymiar1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Przejdźmy do polecenia SZYKBIEGUN. W poleceniu istnieje możliwość tworzenia szyku przestrzennego wokół punktu (2D) lub wokół osi obrotu (3D). Obiekty są rozmieszczane równomiernie w zakresie kąta podanego przez użytkownika lub wypełniają ten kąt przy zadanym kącie pomiędzy obiektami. Oprócz tego można wprowadzić do szyku wiersze (rozmieszczane wzdłuż promienia)

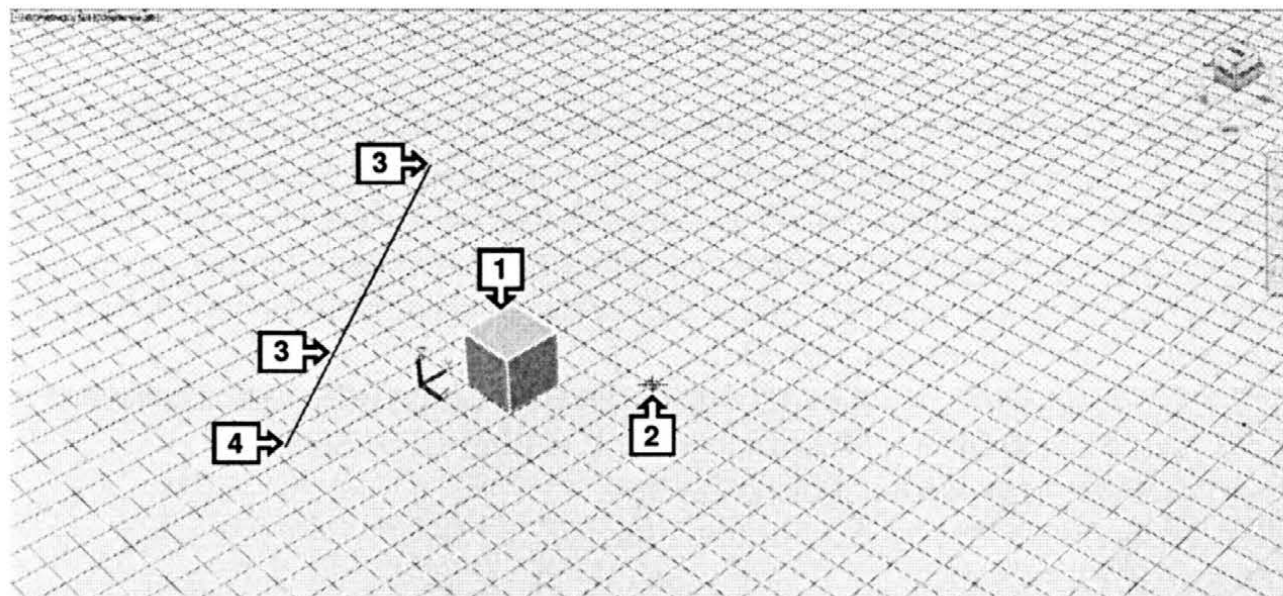
oraz poziomy (układane wzdłuż osi Z (2D) lub wzdłuż osi obrotu (3D)). Polecenie można wywołać:

- W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Szyk biegunowy (z listy)
- PN: Zmień > Szyk biegunowy (z listy)
- MR: Modyfikuj > Szyk > Szyk biegunowy
- LP: SZYKBIEGUN

W poleceniu występuje szereg opcji:

SZYKBIEGUN	
Opcje	Opis
Punkt bazowy	Umożliwia określenie punktu, który będzie dowiązany do kursora w trakcie dynamicznego wleczenia struktury szyku.
Oś obrotu	Pozwala na zdefiniowanie osi obrotu przez określenie dwóch punktów. Kierunek osi jest przyjmowany od pierwszego wskazania do wskazania drugiego. Ma to istotne znaczenie przy stosowaniu reguły śruby prawoskrętnej.
ZEspolony	W opcji można zdecydować, czy szyk ma być budowany jako zespolony, czy niezespolony.
Elementy	Pozwala na zmianę liczby elementów w jednym wierszu i jednym poziomie.
Kąt między	Umożliwia narzucenie kąta pomiędzy obiektami.
Kąt wypełnienia	Kąt który trzeba wypełnić obiektami.
WIERSZe	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby wierszy i odległości między nimi. Wiersze są rozmieszczane wzdłuż promienia, na zewnątrz pierwszego wiersza.
Poziomy	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby poziomów i odległości między nimi. Poziomy są rozmieszczane wzdłuż osi Z (2D) lub wzdłuż osi obrotu (3D).
OBRóć elementy	Umożliwia sterowanie obracaniem elementów w trakcie ich rozmieszczania. Dostępne są dwie możliwości: z obracaniem (<i>Tak</i>) lub bez obracania (<i>Nie</i>).
Wyrażenie	Umożliwia podanie kąta za pomocą wyrażenia matematycznego z ewentualnym uwzględnieniem parametrów.
koniec	Opcja kończy polecenie.

(Otwórz rysunek: W-12-11-07-Szykbiegun-01.dwg.)



W rysunku występuje prostopadłościan, punkt i prosta. Prostopadłościan (1) będzie obiektem powielanym. Zbudujemy dwa szyki. Jeden względem punktu 2, drugi względem osi 3. W szyku tworzonym wokół punktu 2 wprowadzimy 7 obiektów na obwodzie, narysujemy trzy wiersze i dwa poziomy.

- Wywołujemy polecenie SZYKBIEGUN. Wskazujemy prostopadłościan (1) i zamykamy zbiór wskazań. Wskazujemy punkt centralny szyku (2), podajemy liczbę elementów 7 i akceptujemy kąt wypełnienia 360°.
- Wybieramy opcję *ZEspolony* i wybieramy pozycję *Tak*. Wybieramy opcję *WIERZe*, podajemy liczbę wierszy 3, odległość między wierszami 30 i przyrost wartości rzędnych między wierszami 0.
- Wybieramy opcję *Poziomy*, podajemy liczbę poziomów 2, odległość między poziomami 25.
- Kończymy polecenie, wybierając opcję *konIec*.

Zbudujemy teraz szyk biegunowy wokół osi (3) umieszczonej skośnie względem aktualnego układu współrzędnych. W szyku tworzonym wokół osi 3 wprowadzimy 7 obiektów na obwodzie, narysujemy dwa wiersze i dwa poziomy.

- Wywołujemy polecenie SZYKBIEGUN. Wskazujemy prostopadłościan (1) i zamykamy zbiór wskazań. Wybieramy opcję *Oś obrotu*, wskazujemy punkt 4 i potem punkt 5. Podajemy liczbę elementów 7 i akceptujemy kąt wypełnienia 360°. Wybieramy opcję *ZEspolony* i wybieramy pozycję *Tak*.
- Wybieramy opcję *WIERZe*, podajemy liczbę wierszy 2, odległość między wierszami 30 i przyrost wartości rzędnych między wierszami 0.

- Wybieramy opcję *Poziomy*, podajemy liczbę poziomów 2, odległość między poziomami 30.
- Kończymy polecenie, wybierając opcję *koniec*.

Zajmiemy się teraz prostym przykładem wykorzystania polecenia ŚCIEŻKASZYK. W poleceniu istnieje możliwość utworzenia szyku rozłożonego wzdłuż ścieżki prowadzącej, która może być dowolną krzywą jednowymiarową. Oprócz tego można wprowadzić do szyku wiersze (rozmieszczane w kierunku prostopadłym do ścieżki) oraz poziomy (układane wzdłuż osi Z aktualnego układu współrzędnych). Polecenie można wywołać:

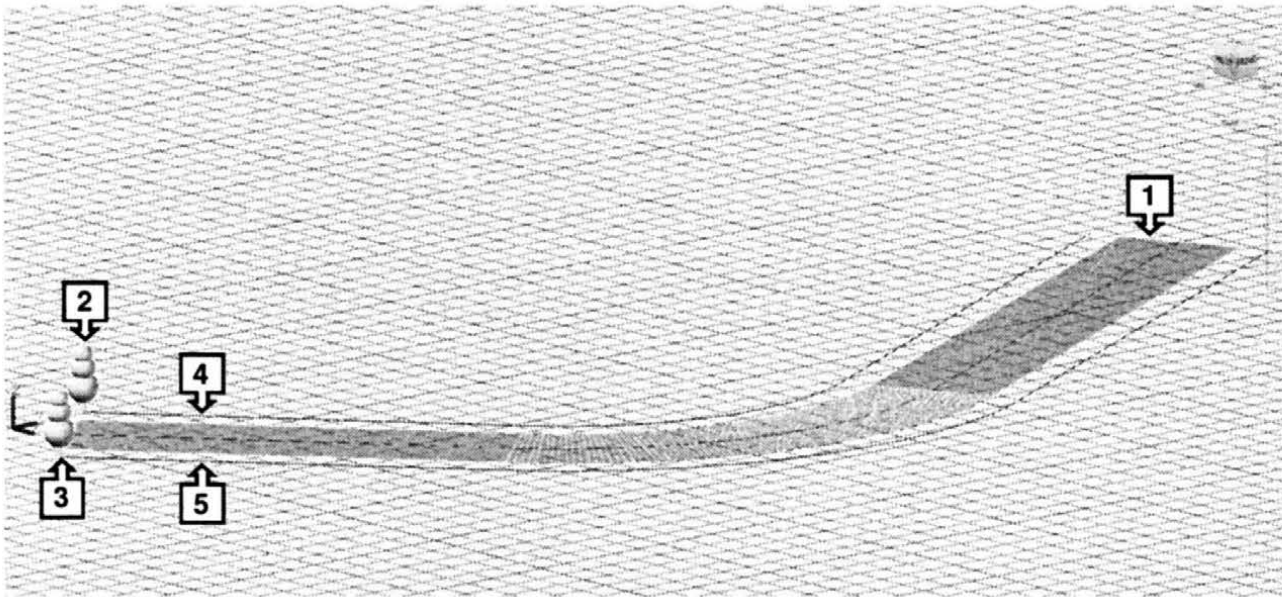
W3D: Narzędzia główne > Modyfikuj > Szyk wzdłuż ścieżki (z listy)
PN: Zmień > Szyk wzdłuż ścieżki (z listy)
MR: Modyfikuj > Szyk > Szyk wzdłuż ścieżki
LP: ŚCIEŻKASZYK

W poleceniu występuje szereg opcji:

ŚCIEŻKASZYK	
Opcje	Opis
Punkt bazowy	Umożliwia określenie punktu, który będzie dowiązany do kursora w trakcie dynamicznego wleczenia struktury szyku.
2 punkty	Pozwala na zdefiniowanie kierunku za pomocą określenia dwóch punktów.
Normalna	Zachowuje kierunek normalnej do ścieżki dla poszczególnych obiektów.
Podziel	Zapewnia równomierne rozłożenie obiektów na całej długości ścieżki.
Całkowity	Pozwala na określenie punktu na ścieżce, w którym ma się kończyć szyk.
ZEspolony	W opcji można zdecydować, czy szyk ma być budowany jako zespolony, czy niezespolony.
Elementy	Pozwala na zmianę liczby elementów w jednym wierszu i poziomie.
Wiersze	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby wierszy i odległości między nimi. Wiersze są rozmieszczane wzdłuż normalnej do ścieżki.
Poziomy	Umożliwia określenie (lub zmodyfikowanie) liczby poziomów i odległości między nimi. Poziomy są rozmieszczane wzdłuż osi Z aktualnego układu współrzędnych.

dopAs	Umożliwia zdecydowanie, czy rozmieszczane obiekty mają być dopasowywane do ścieżki, czy mają zachować położenie takie samo dla wszystkich obiektów. Dostępne są dwie możliwości: z dopasowywaniem (<i>Tak</i>) lub bez dopasowywania (<i>Nie</i>).
kierunek Z	Umożliwia narzucenie kierunku pionowego dla obiektów narysowanych w płaszczyźnie XY.
Wyrażenie	Umożliwia podanie kąta za pomocą wyrażenia matematycznego z ewentualnym uwzględnieniem parametrów.
konlec	Opcja kończy polecenie.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-08-Sciezkaszyk-01.dwg*.)



W rysunku występuje droga 1, wzdłuż której rozmieścimy po obu stronach drzewa. Drzewa do rozmieszczenia (2 i 3) zostały umieszczone na początku ścieżek (4 i 5). Na każdej ścieżce umieścimy 10 drzew i rozłożymy je równomiernie na całej długości ścieżki.

- Wywołujemy polecenie ŚCIEŻKASZYK. Wskazujemy drzewo 2, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy ścieżkę 4, wprowadzamy liczbę elementów 10 i akceptujemy odpowiedź <Podziel równomiernie wzdłuż ścieżki>. Kończymy polecenie, akceptując opcję *konlec*.
- Dla drugiej ścieżki operację przeprowadzamy w ten sam sposób.
- Kończymy polecenie, wybierając opcję *konlec*.
- W zablokowanej warstwie *osiel* zapisano prawidłowe rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Przecinanie modeli bryłowych

Zapoznamy się teraz z poleceniem PŁAT. Pozwala ono na przecięcie bryły za pomocą płaszczyzny lub powierzchni. W tym drugim przypadku konieczne jest wybranie odpowiedniej opcji. Po przecięciu bryły można zdecydować, która część zostaje w rysunku, a która jest usuwana. Istnieje możliwość pozostawienia w rysunku obydwu części. Jest to polecenie, które pozwala uzyskać wyrafinowane kształty bryły, odpowiadające kształtom powierzchni użytej do cięcia.

Polecenie PŁAT można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Płat
lub

Bryła > Edycja brył > Płat

PN: -----

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Płat

LP: PŁAT

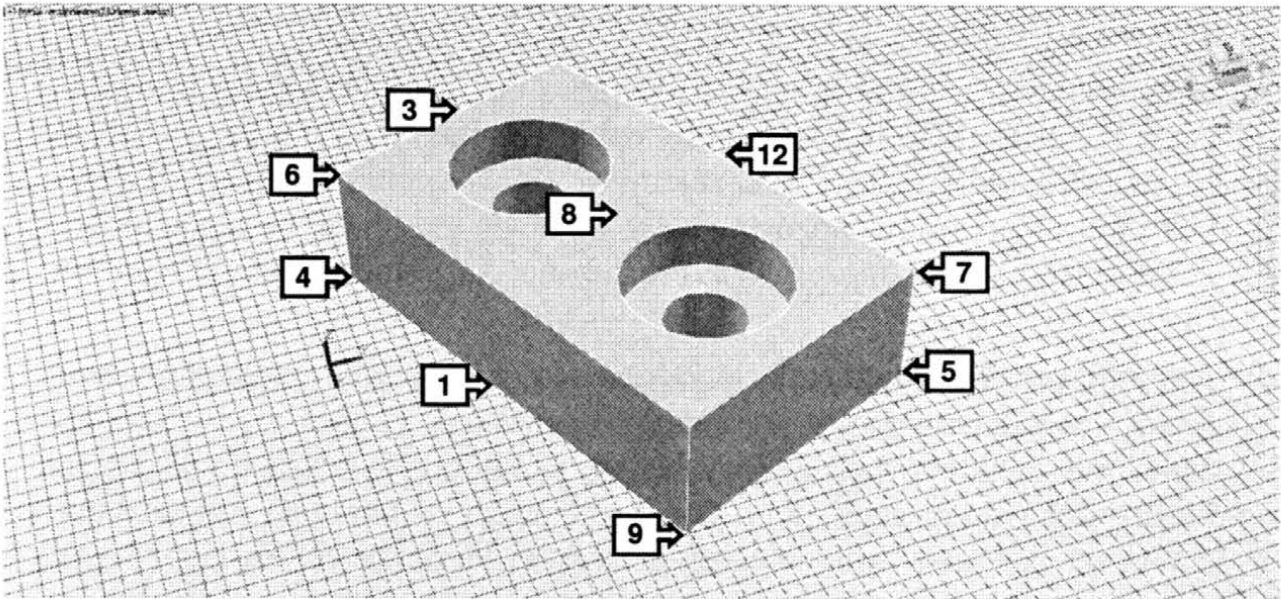
Po wywołaniu polecenia standardowo wskazywana jest bryła (bryły), a następnie wskazywane są dwa różne punkty definiujące prostą, przez którą poprowadzona zostanie płaszczyzna tnąca, prostopadła do aktualnej płaszczyzny XY (zatem zgodna z kierunkiem osi Z). W następnym kroku decydujemy, która część ciętej bryły ma pozostać w rysunku (pozostaje część wskazana). W poleceniu występują niżej opisane opcje.

PŁAT	
Opcje	Opis
Obiekt planarny	Umożliwia wybranie obiektu płaskiego, który zdefiniuje powierzchnię cięcia. Może to być: okrąg, elipsa, łuk, splajn 2D i polilinia 2D.
Powierzchnia	Umożliwia wybranie dowolnej powierzchni przewidzianej do cięcia, która musi jednak przechodzić przez bryłę w taki sposób, aby krawędź powierzchni nie przechodziła przez bryłę.
oś Z	Pozwala na zdefiniowanie płaszczyzny cięcia, przyjmując że pierwszy wskazany punkt jest punktem początkowym układu, punkt drugi leży na osi Z, a płaszczyzna XY tego układu jest płaszczyzną cięcia.
Widok	Pozwala na zdefiniowanie płaszczyzny cięcia równoległej do aktualnego widoku (kierunku patrzenia) i przechodzącej przez punkt, który zostanie następnie wskazany.

XY	Pozwala na zdefiniowanie płaszczyzny cięcia równoległej do aktualnej płaszczyzny XY i przechodzącej przez punkt, który zostanie następnie wskazany.
YZ	Pozwala na zdefiniowanie płaszczyzny cięcia równoległej do aktualnej płaszczyzny YZ i przechodzącej przez punkt, który zostanie następnie wskazany.
ZX	Pozwala na zdefiniowanie płaszczyzny cięcia równoległej do aktualnej płaszczyzny ZX i przechodzącej przez punkt, który zostanie następnie wskazany.
3 punkty	Definiuje płaszczyznę przechodzącą przez trzy różne punkty.
Obie	Umożliwia pozostawienie w rysunku obydwu części bryły po przecięciu.

W celu zademonstrowania wykorzystania polecenia otwieramy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-09-Plat-01.dwg*.)



W rysunku występuje bryła zapisana w warstwie *kontur1*. Oprócz tego, w warstwach, w których wyłączono widoczność, znajdują się dwa obiekty. Pierwszym jest elipsa, zapisana w warstwie *wymiar1*, która będzie wykorzystywana jako obiekt 2D definiujący płaszczyznę cięcia. Drugim jest powierzchnia, zapisana w warstwie *kreska1*, którą wykorzystamy z opcją *Powierzchnia*.

- Rozpoczynamy od wywołania standardowego. Po wywołaniu polecenia wybieramy bryłę, zamykamy zbiór wskazań, jako punkt początkowy wskazujemy punkt leżący w połowie dolnej krawędzi lewego boku (1) (z trybem dowiązania punktu do obiektu *SYMetria*). Jako drugi punkt definiujący płaszczyznę cięcia podajemy punkt na połowie boku przeciwnego (2) (również z trybem dowiązania punktu do obiektu *SYMetria*), do

pozostawienia w rysunku wskazujemy część tylną bryły (3). Cofamy polecenie.

- Definiujemy płaszczyznę cięcia za pomocą 3 punktów. Po wywołaniu polecenia i wskazaniu bryły wybieramy opcję *3 punkty*, wskazujemy kolejno: lewy widoczny (dolny) wierzchołek podstawy (4), przeciwległy wierzchołek podstawy (prawy widoczny) (5) oraz lewy widoczny wierzchołek górny (6). Jako część pozostającą wskazujemy tylną część bryły (3). Cofamy polecenie.
- Definiujemy płaszczyznę cięcia za pomocą opcji *Obiekt planarny*. Włączamy widoczność warstwy *wymiar1*. Po wywołaniu polecenia i wskazaniu bryły wybieramy opcję *Obiekt planarny*. Wskazujemy elipsę i punkt leżący na tylnej części bryły (3). Cofamy polecenia.
- Definiujemy płaszczyznę cięcia za pomocą opcji *Widok*. Po wywołaniu polecenia i wskazaniu bryły wybieramy opcję *Widok*. Wskazujemy punkt, przez który ma przejść płaszczyzna prostopadła do kierunku patrzenia. Niech to będzie prawy górny narożnik (7). Jako część pozostającą wskazujemy część tylną bryły (3). Cofamy polecenie.
- Definiujemy płaszczyznę cięcia za pomocą opcji *YZ*. Po wywołaniu polecenia i wskazaniu bryły wybieramy opcję *YZ*. Jako punkt, przez który ma przechodzić płaszczyzna, wskazujemy środkowy punkt dłuższego lewego boku (1). Tym razem pozostawiamy obydwie części na rysunku (opcja *Obie*). Część dolną możemy przesunąć, np. za pomocą metauchwytów. Cofamy polecenia.
- Definiujemy płaszczyznę cięcia za pomocą opcji *oś Z*. Po wywołaniu polecenia i wskazaniu bryły wybieramy opcję *oś Z*. Pierwszy punkt wskazania jest punktem, przez który będzie przechodziła płaszczyzna cięcia i który jest jednocześnie początkiem układu, czyli punktem rozpoczynającym oś Z. Punkt drugi zdefiniuje dodatni kierunek osi Z. Jako punkt pierwszy wskazujemy punkt środkowy górnej powierzchni prostopadłościanu (8), a jako punkt drugi – wierzchołek dolnej powierzchni prostopadłościanu, najbliższy użytkownika (9).
- Pozostaje przedstawić opcję *Powierzchnia*. Włączamy widoczność warstwy *kreska1*. Można na chwilę wyłączyć widoczność warstwy *kontur1*, aby zobaczyć całą powierzchnię cięcia. Po wywołaniu polecenia i wskazaniu bryły, wybieramy opcję *Powierzchnia*. Wskazujemy powierzchnię i pozostawiamy w rysunku dolną część bryły. Blokujemy ponownie warstwę *kreska1*, aby zobaczyć ostateczną postać bryły. Możemy cofnąć polecenia.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Odciskanie obiektów na obiektach bryłowych

W wielu przypadkach zachodzi potrzeba związania obiektu 2D, leżącego na określonej powierzchni bryły, z samą bryłą lub pozostawienia śladu jednej bryły na bryle drugiej. Wykorzystuje się tę możliwość do wprowadzenia, np. wzoru powierzchniowego na bryle, wprowadzenia dodatkowych krawędzi itd. We wcześniejszych wersjach programu operację taką można było przeprowadzić tylko za pomocą polecenia EDBRYŁA (o którym dalej), w wersji omawianej wprowadzono również odrębne polecenie o nazwie ODCISK.

Polecenie ODCISK pozwala na przeprowadzenie operacji odciskania dla następujących obiektów: linii, łuków, okręgów, elips, polilinii 2D, polilinii 3D, splajnów, brył, regionów. Odciskane obiekty 2D muszą leżeć na wybranej płaszczyźnie bryły w całości lub tylko częściowo. W przypadku obiektów bryłowych nakładanie się obiektów może być dowolne.

Polecenie ODCISK można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Odcisnij (z listy)

lub

Bryła > Edycja brył > Odcisnij

PN: -----

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Odcisnij krawędzie

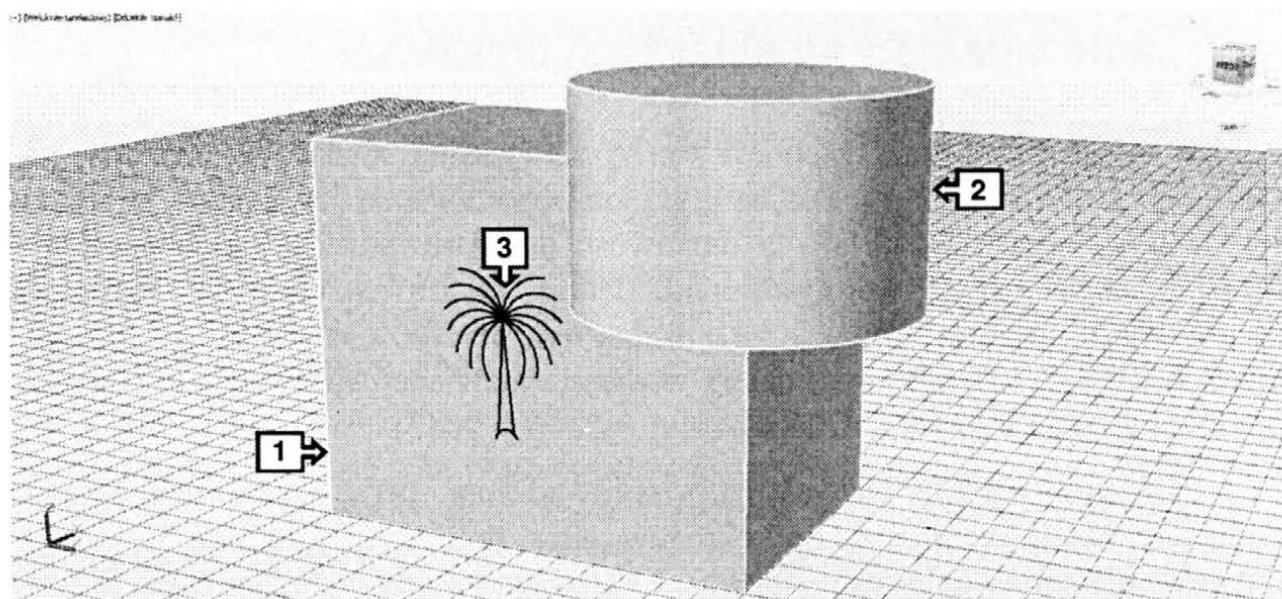
LP: ODCISK

Po wywołaniu polecenia wskazywana jest bryła, na której ma być odcisnięty obiekt, a następnie wskazywany jest obiekt do odcisnięcia. Na zakończenie decydujemy czy obiekt odciskany ma być usunięty z rysunku.

(Otwórz rysunek: W-12-11-10-Odcisk-01.dwg.)

W rysunku występuje prostopadłościan w postaci bryły 1, walec 2, który go częściowo przenika, oraz rysunek palmy (3) wykonany na powierzchni bryły. Wykonamy odciski palmy oraz odcisk walca na prostopadłościanie.

- Wywołujemy polecenie ODCISK, wskazujemy bryłę 1, wskazujemy dowolną linię w palmie, czekamy aż zostanie wyróżniona, klikamy ją i wybieramy opcję *Nie*, żeby linię tę usunąć z rysunku. Polecenie się nie kończy. Wskazujemy następną linię, oczekujemy aż zostanie wyróżniona, klikamy ją i wybieramy opcję *Nie*. W taki sam sposób postępujemy ze wszystkimi liniami palmy. Kończymy polecenie.



- W następnym kroku wykonamy odcisk bryły w bryle. Wywołujemy polecenie, wybieramy bryłę 1, wskazujemy bryłę 2, wybieramy opcję *Nie* i kończymy polecenie.
- Poprawne rozwiązanie zostało umieszczone w zablokowanej warstwie *pom2*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Wyodrębnianie krawędzi

W programie istnieje łatwy sposób na pozyskanie krawędzi istniejącej bryły. Bryła może być również obiektem złożonym, uzyskanym np. przez przeprowadzenie szeregu operacji logicznych na bryłach elementarnych. Przy pozyskiwaniu krawędzi brył można korzystać z polecenia EDBRYŁA, ale wygodniej korzystać z nowo wprowadzonego polecenia WYDZKRAW. Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Wyodrębnij krawędzie (z *listy*)

lub

Bryła > Edycja brył > Wyodrębnij krawędzie

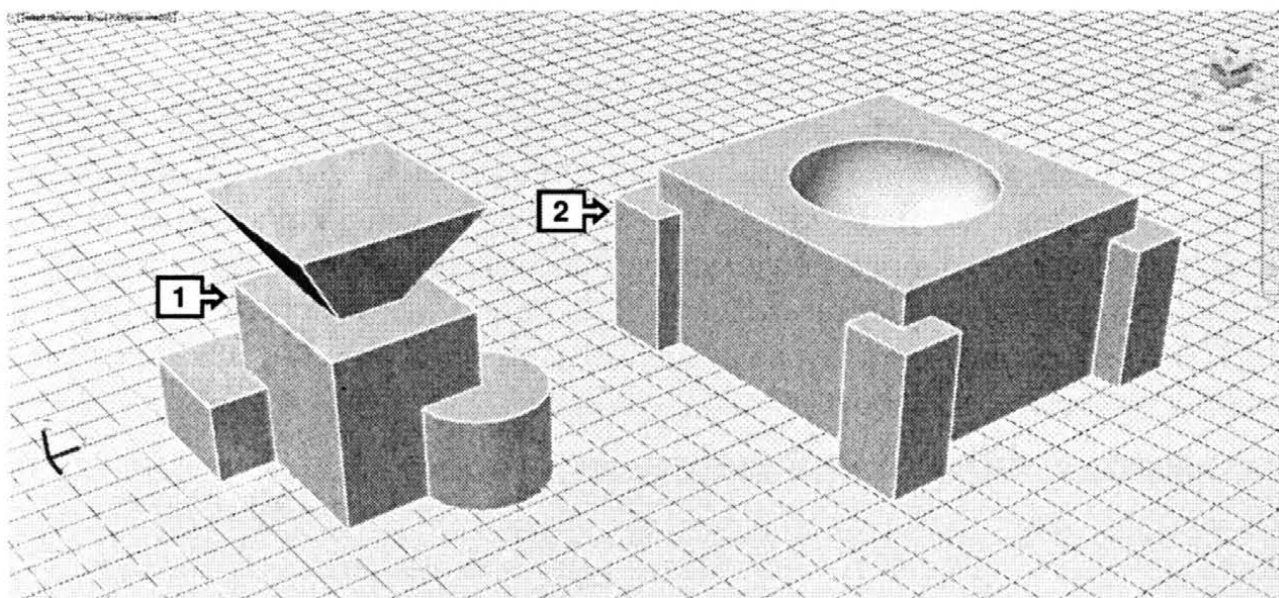
PN: -----

MR: -----

LP: WYDZKRAW

Po wywołaniu polecenia wskazywana jest bryła lub bryły i zamykany jest zbiór wskazań. Program generuje wszystkie krawędzie bryły w aktualnej warstwie. Dla zademonstrowania działania polecenia stworzymy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-11-Wydział-krawędzie-01.dwg*.)



W rysunku występują dwie bryły złożone, które uzyskano z kilku brył elementarnych z zastosowaniem operacji logicznych. Wyodrębnimy z tych brył krawędzie. Krawędzie z bryły 1 umieścimy w jednej warstwie, a krawędzie z bryły 2, w warstwie drugiej.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Wywołujemy polecenie WYDZKRAW, wskazujemy bryłę 1 i zamykamy zbiór wskazań. Zostały wygenerowane kopie krawędzi bryły 1 i umieszczono je w warstwie *kreska1*.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *osiel*. Wywołujemy polecenie WYDZKRAW, wskazujemy bryłę 2 i zamykamy zbiór wskazań. Zostały wygenerowane kopie krawędzi bryły 2 i umieszczono je w warstwie *osiel*.
- W celu zobaczenia krawędzi możemy wyłączyć widoczność warstwy *kontur1*, w której umieszczone są obydwie bryły złożone.
- Poprawne rozwiązanie zostało umieszczone w zablokowanych warstwach: *Rzutnie* oraz *wymiar1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Odsunięcie krawędzi

Jeśli zadaniem naszym będzie pozyskanie krawędzi z wybranej powierzchni bryły, wtedy możemy posłużyć się poleceniem KRAWODSUNIĘCIA. Polecenie umożliwia utworzenie kopii wszystkich krawędzi wyszczególnionej powierzchni (jednej dla każdego wywołania polecenia) z równoczesnym zastosowaniem skalowania kopii. Kopia jest umieszczana zawsze w płaszczyźnie, którą wyznacza jednoznacznie wyszczególniona powierzchnia i wszystkie przeprowadzane przez polecenie operacje dotyczą tej płaszczyzny. Polecenie działa podobnie do polecenia ODSUŃ, stosowanego w przypadku zamkniętych obiektów 2D, np. zamkniętej polilinii, prostokąta, wieloboku, okręgu, splajnu itd.

Polecenie KRAWODSUNIĘCIA można wywołać:

W3D: Bryła > Edycja brył > Odsunięcie krawędzi

PN: -----

MR: -----

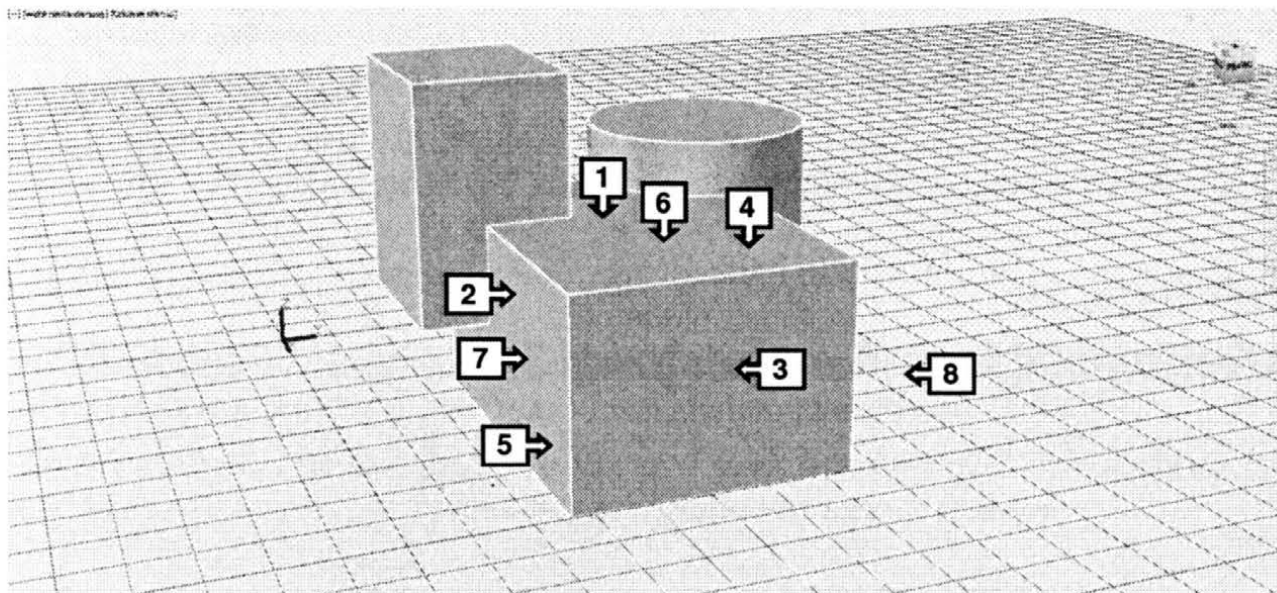
LP: KRAWODSUNIĘCIA

W poleceniu – standardowo – wybieramy powierzchnię bryły, z której chcemy pobrać krawędzie, i wskazujemy punkt, przez który ma przechodzić kopia krawędzi. Punkt ten dotyczy powierzchni wyznaczonej przez wskazaną powierzchnię bryły. W poleceniu dostępne są niżej podane opcje.

KRAWODSUNIĘCIA	
Opcje	Opis
Odległość	Umożliwia podanie odległości odsunięcia kopii od krawędzi kopiowanych. W następnym kroku trzeba wybrać kierunek odsunięcia.
Narożnik	Umożliwia wybranie sposobu zaokrąglania narożników kopii krawędzi. Dostępne są dwie opcje: <i>OKrągły</i> i <i>OStry</i> . W przypadku wybrania opcji <i>OKrągły</i> przyjmowany jest automatycznie promień zaokrąglenia równy odległości odsunięcia. Dotyczy to odsuwania kopii krawędzi na zewnątrz krawędzi pierwotnych. Jeśli odsunięcie jest realizowane do wnętrza krawędzi pierwotnych, wtedy promień zaokrąglenia jest równy zero.

Po wywołaniu polecenia przechodzimy automatycznie do trybu wskazywania powierzchni (włączany jest filtr wyboru powierzchni). Wskazujemy powierzchnię i określamy punkt, przez który ma przechodzić kopia krawędzi. Dla zademonstrowania działania polecenia otworzymy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-12-Odsun-krawedzie-01.dwg*.)



W rysunku występuje bryła złożona. Zadaniem naszym będzie uzyskanie kopii krawędzi powierzchni 1, 2 i 3.

- Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1*. Wywołujemy polecenie KRAWODSUNIĘCIA, wskazujemy powierzchnię 1, wybieramy opcję *Odległość*, podajemy wartość 5 i wskazujemy dowolny punkt wewnątrz powierzchni, np. punkt 4. Na powierzchni występuje odsunięty do środka zarys krawędzi. Polecenie nie zostało zakończone. Wybieramy następną powierzchnię (2), wybieramy opcję *Odległość*, podajemy wartość 5 i wskazujemy dowolny punkt wewnątrz powierzchni, np. punkt 5. Na powierzchni występuje odsunięty do środka zarys krawędzi. Polecenie kończymy, naciskając prawy klawisz myszy lub klawisz **ENTER**.
- Skorzystamy z wygenerowanych odsuniętych kopii krawędzi w celu zmodyfikowania bryły. Wtłoczymy do wnętrza bryły zarysy krawędzi na głębokość 2 jednostek. Wywołujemy polecenie NACIŚNIJCIĄG (Narzędzia główne > Modelowanie > Naciśnij i ciągnij), klikamy punkt 6, leżący wewnątrz zarysu na powierzchni 1 i podajemy z klawiatury wartość -2. Polecenie w dalszym ciągu jest aktywne. Klikamy punkt 7, leżący wewnątrz zarysu na powierzchni 2 i podajemy z klawiatury wartość -2. Kończymy polecenie.
- Wygenerujemy jeszcze kopię krawędzi powierzchni 3, ale – tym razem – kopię umieścimy na zewnątrz powierzchni bryły i wprowadzimy zaokrąglenie. Wywołujemy polecenie KRAWODSUNIĘCIA, wskazujemy powierzchnię 3, wybieramy opcję *Narożnik*, wybieramy opcję *OKrągły*,

wyberamy opcję *Odległość*, podajemy wartość 8, i wskazujemy dowolny punkt wewnątrz powierzchni, np. punkt 8.

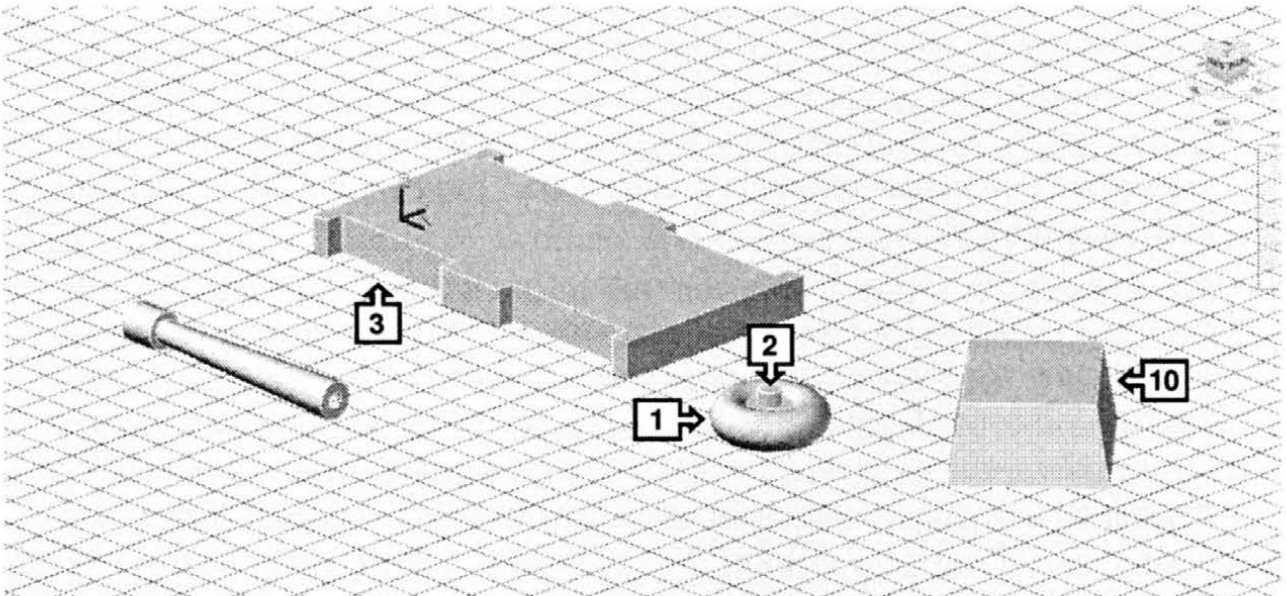
- Zmodyfikowaną poprawnie bryłę umieszczono w zablokowanej warstwie *kreska1*, a poprawnie wygenerowane kopie krawędzi umieszczono w warstwie *wymiar1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 20

Orientowanie modeli w przestrzeni 3D

Cel ćwiczenia: Nabycie umiejętności w przesuwaniu, obracaniu i dopasowywaniu modeli w przestrzeni trójwymiarowej.

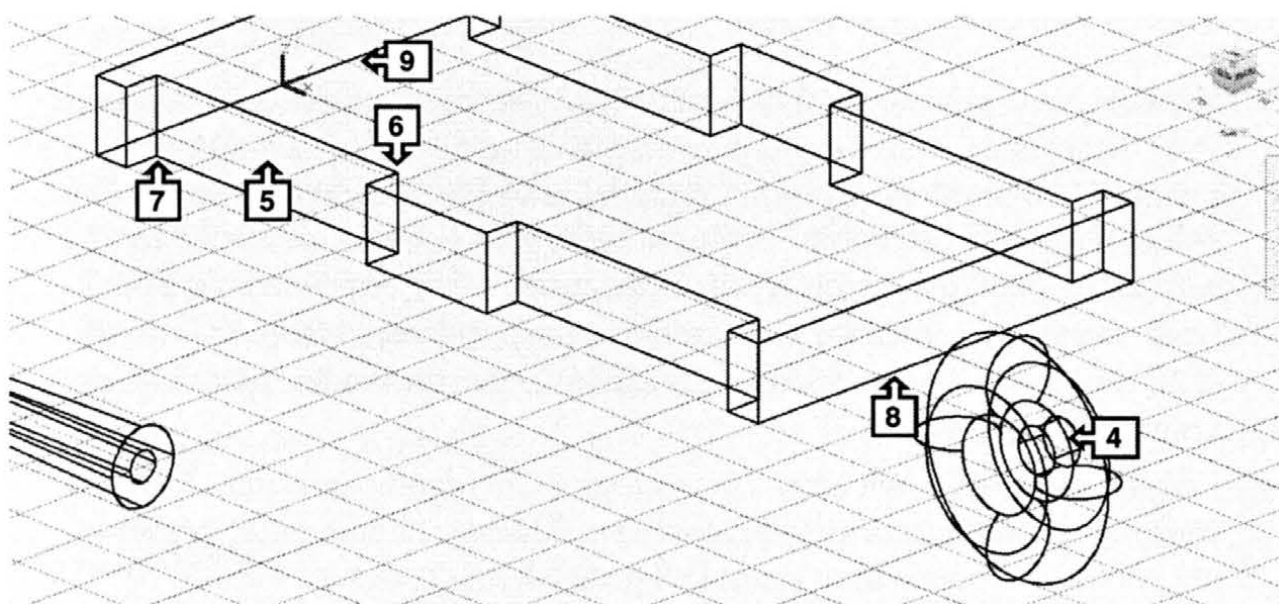
- Otwórz rysunek *C-12-11-20-Orientowanie-01.dwg*. Na rysunku pokazano elementy składowe modelu docelowego. Zadaniem naszym będzie przenieść je i powielić w taki sposób, aby utworzyły model docelowy, który jest narysowany w warstwach *osie2* i *kreska2*. Blokujemy warstwy *osie1* i *kreska1*, w których występują elementy składowe, i odblokujemy warstwy *osie2* i *kreska2*. Po obejrzeniu docelowej postaci modelu, przywracamy stan poprzedni widoczności warstw i przystępujemy do tworzenia modelu.



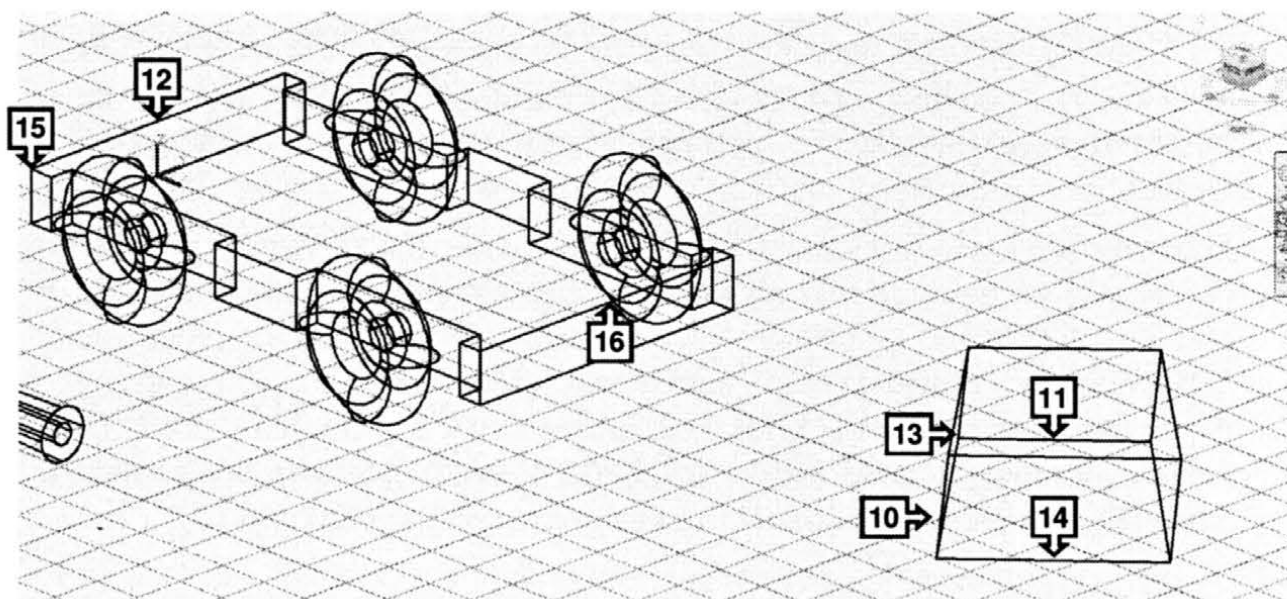
- Koło (1) obrócimy o 90° względem osi X. Wywołujemy polecenie 3DOBRÓĆ, klikamy koło, zamykamy zbiór wskazań, pojawia się metauchwyt obrotu, który przemieszczamy do punktu obrotu w centrum okręgu

osi koła (2), jako oś obrotu wybieramy na metauchwycie okrąg osi X (czerwony) i podajemy z klawiatury kąt obrotu równy -90° . Kąt obrotu można również wskazać za pomocą myszy, włączając uprzednio tryb ORTO.

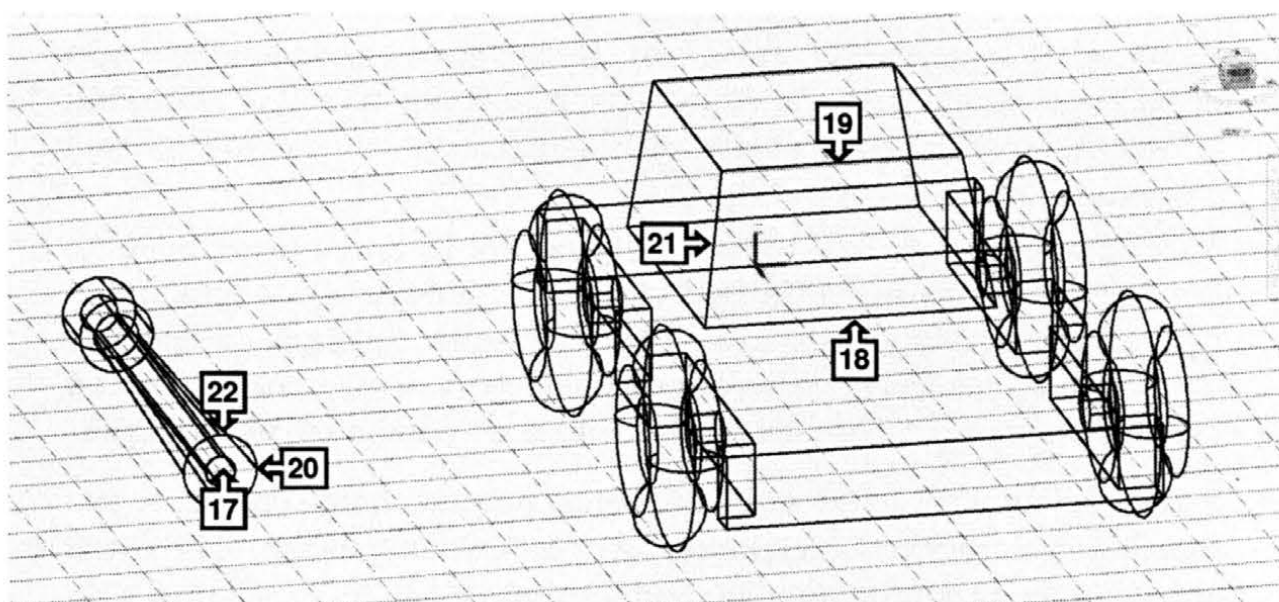
- Przesuniemy koło do jednej z wnęk na korpusie, np. do wnęki 3. Włączamy styl wizualny *Model szkieletowy* oraz tryby dowiązania punktu do obiektu *CENtrum*, *KONiec* i *SYMetria*. Wywołujemy polecenie 3DPRZESUŃ, klikamy koło, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy punkt centralny osi koła (4). Jako punkt docelowy zdefiniujemy punkt na środku pionowej ścianki wnęki koła (5). Wybieramy opcję dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami*) i wskazujemy kolejno punkty 6 i 7.



- W pojeździe są potrzebne cztery koła. Kopiujemy koło do drugiej wnęki po tej samej stronie pojazdu, korzystając z polecenia KOPIUJ (Narzędzia główne > Modyfikuj > Kopiuj) i posługując się tymi samymi trybami dowiązania punktu do obiektu.
- Następnym etapem będzie odzwierciedlenie kół na drugą stronę pojazdu. Wywołujemy polecenie LUSTRO (Narzędzia główne > Modyfikuj ▼ > Lustro), wybieramy obydwa koła, zamykamy zbiór wskazań, definiujemy oś lustrzanego odbicia przez wskazanie punktów na środku boków 8 oraz 9 i wybieramy opcję *Nie* w celu pozostawienia w rysunku kół pierwotnych.
- Przemieścimy teraz wieżę pojazdu (10) na powierzchnię korpusu. w taki sposób, aby środek dolnej krawędzi tylnej ściany wieży (11) został umieszczony na środku tylnej krawędzi korpusu (12).



- Wywołujemy polecenie 3DWYRÓWNAJ, wybieramy wieżę i wskazujemy trzy punkty na wieży: pierwszy w środku dolnej krawędzi tylnej ścianki (11), drugi na prawym końcu tej krawędzi (13) i trzeci na środku dolnej krawędzi przedniej ścianki wieży (14). Teraz przejdziemy do wskazania punktów docelowych. Wskazujemy trzy odpowiadające punkty na korpusie – pierwszy na środku tylnej (górnej) krawędzi korpusu (12), drugi – na końcu tej krawędzi (15) i trzeci na środku przeciwległej krawędzi korpusu (16).
- Przesuniemy teraz wieżę o 10 jednostek do przodu pojazdu. Klikamy wieżę, ustalamy metauchwyt przesuwania, klikamy na nim oś X, przesuwamy kursor w odpowiednim kierunku i podajemy z klawiatury wartość 10.



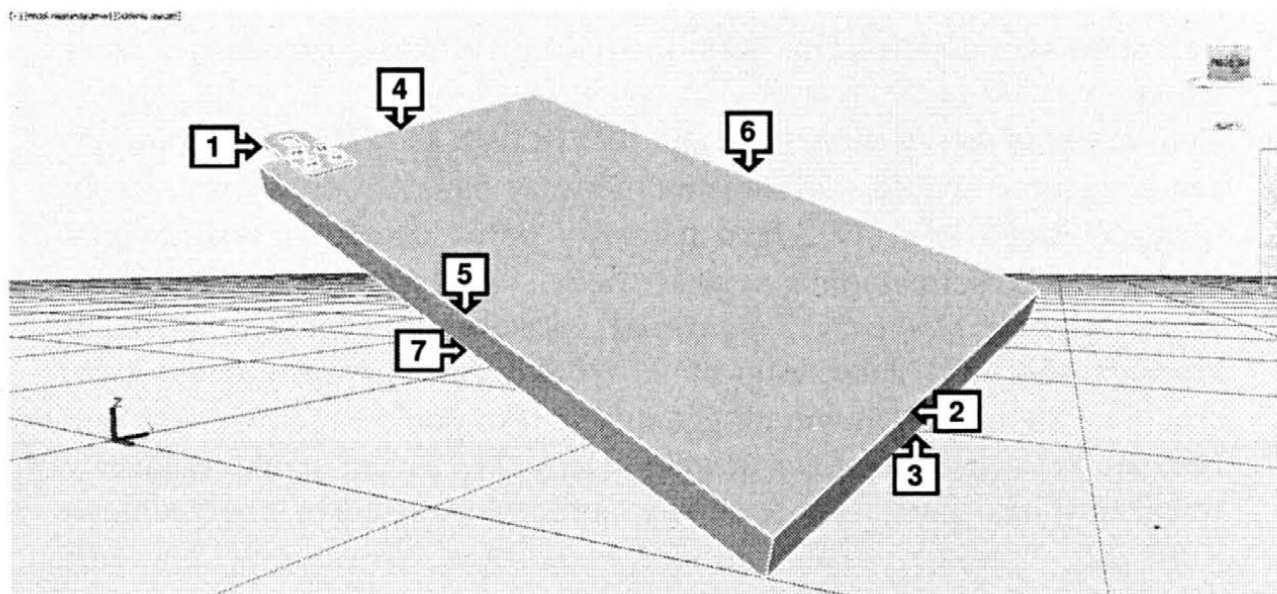
- Pozostaje nam dopasowanie lufy do środka wysokości przedniej ścianki wieży.
- Tym razem wykorzystamy polecenie WYRÓWNAJ. Po wywołaniu polecenia, wybieramy lufę, wskazujemy pierwszy punkt źródłowy w centrum tylnego okręgu lufy (17). Jako pierwszy punkt docelowy wskazujemy środek wysokości przedniej ścianki wieży – korzystamy z trybu dowiązania *Symetria pomiędzy 2 punktami* i wskazujemy punkty na środku krawędzi (18 i 19). Jako drugi punkt źródłowy wskazujemy punkt kwadrantowy 20 na tym samym okręgu lufy, a jako punkt docelowy – środek bocznej krawędzi przedniej ścianki wieży 21. Trzeci punkt źródłowy wskażemy jako punkt kwadrantowy obrócony względem poprzedniego o 90° (22), a jako trzeci punkt docelowy wskażemy środek górnej krawędzi przedniej ścianki wieży (19).
- Podniesiemy teraz nasz cały pojazd w kierunku osi Z o 10 jednostek w taki sposób, aby stał on na płaszczyźnie XY. Wybieramy oknem wszystkie elementy pojazdu, włączamy metauchwyt przesuwania, klikamy jego oś Z, przesuwamy kursor w odpowiednim kierunku i podajemy z klawiatury wartość 10.
- Poprawnie poskładany model znajduje się w zablokowanych warstwach *kreska 2* (korpus, wieża i lufa) oraz *osie2* (koła).
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 21

Odzwierciedlanie obiektów w przestrzeni 3D

Cel ćwiczenia: Nabycie umiejętności w korzystaniu z polecenia pozwalającego na przeprowadzanie odzwierciedlania obiektów 3D w przestrzeni 3D.

- Otwórz rysunek *C-12-11-21-Zwierciadlo3D-01.dwg*. Na rysunku pokazano tablicę z jednym przykładowym uchwytem. Tablica ma być mocowana do ściany za pomocą czterech uchwytów rozmieszczonych symetrycznie. Należy zwrócić uwagę na fakt, że powierzchnia tablicy jest umieszczona skośnie w przestrzeni w aktualnym układzie współrzędnych.
- Wywołujemy polecenie LUSTRO3D, wybieramy oknem elementy składowe uchwyty mocującego (1), wybieramy opcję *3 punkty*, wskazujemy punkty w połowie krótszych krawędzi odpowiednich boków tablicy (2, 3 i 4) i wybieramy opcję *Nie*, akceptując pozostawienie elementów źródłowych w rysunku.



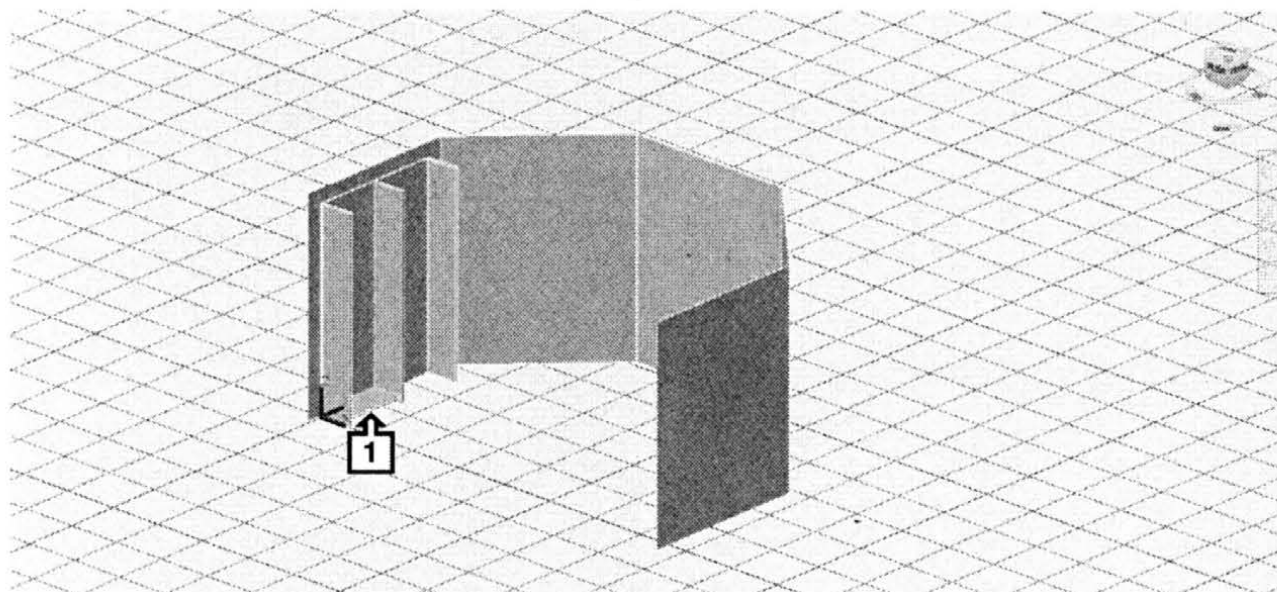
- Wywołujemy polecenie LUSTRO3D ponownie, za pomocą okna wskazujemy obydwa zestawy uchwytów mocujących, wybieramy opcję *3 punkty*, wskazujemy punkty w połowie dłuższych krawędzi odpowiednich boków tablicy (5, 6, 7) i akceptujemy pozostawienie elementów źródłowych w rysunku, wybierając opcję *Nie*.
- Można spróbować umieścić tablicę poziomo na płaszczyźnie XY aktualnego układu współrzędnych, wykorzystując do tego celu polecenie WYRÓWNAJ lub 3DWYRÓWNAJ.
- Poprawnie umieszczone uchwyty tablicy wraz ze śrubami mocującymi znajdują się w zablokowanych warstwach: *kreska2* (uchwyty) i *wymiar2* (śruby z podkładkami).
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 22

Korzystanie z szyków w przestrzeni 3D

Cel ćwiczenia: Nabycie umiejętności w korzystaniu z tworzenia przestrzennych szyków obiektów trójwymiarowych.

- Otwórz rysunek *C-12-11-22-Szyki-3D-01.dwg*. Na rysunku pokazano fragment sali bibliotecznej z półkami na książki, których układ będzie naszym zadaniem docelowym. Odblokowujemy warstwy: *kontur1*, *kreska1* i *pom1*. Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom1* i blokujemy warstwy: *kontur2*, *kreska2*, *osie1* i *pom2*. Zadaniem naszym będzie powielenie półek w podwójnej szafie za pomocą szyku prostokątnego 3D, a następnie powielenie podwójnej szafy za pomocą szyku biegunowego 3D w taki sposób, aby wypełniła niszę wielokątną umieszczoną w warstwie *osie1*.



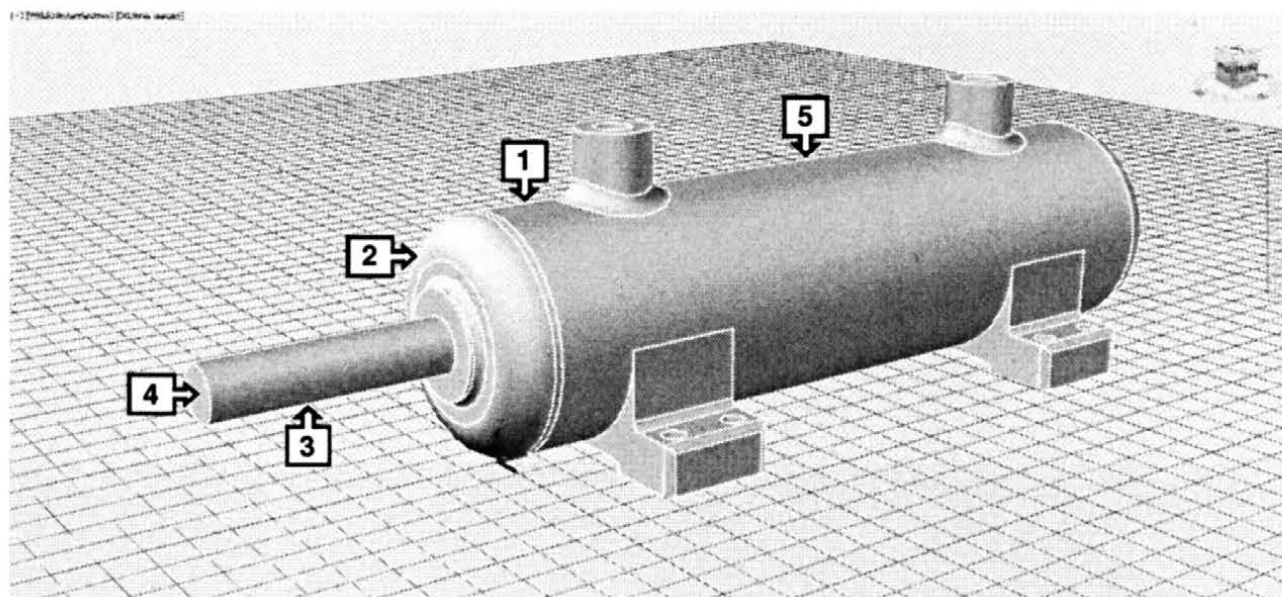
- Wyłącz stały tryb dowiązania punktu do obiektu (pasek stanu, przycisk *Obiekt*). Po wywołaniu polecenia SZYKPROST wybierz półkę (1), zamknij zbiór wskazań, wybierz opcję *Liczba*, podaj: liczbę wierszy = 2, liczbę kolumn = 1, wybierz opcję *Odstęp*, podaj odległość między wierszami 63, wybierz opcję *Poziomy*, podaj liczbę poziomów = 7, podaj odległość między poziomami = 30, wybierz opcję *ZEspolony*, wskaż pozycję *Tak*, zakończ polecenie, wybierając opcję *konlec*.
- Przechodzimy do powielenia szaf we wnęce. Wywołujemy polecenie SZYKBIEGUN. Wybieramy oknem całą szafę, podajemy z klawiatury współrzędne punktu centralnego szyku [190,64.5,0], podajemy: liczbę elementów w szyku = 5, kąt wypełnienia = -180, kończymy polecenie, wybierając opcję *konlec*.
- Odblokowujemy warstwę *osiel*. Poprawnie umieszczone szafy w półkach są zapisane w zablokowanych na początku ćwiczenia warstwach: *kontur1*, *kreska1* i *pom1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 23

Przecinanie brył płaszczyznami

Cel ćwiczenia: Nabycie umiejętności przecinania brył płaszczyznami tnącymi, definiowanymi różnymi metodami.

- Otwórz rysunek *C-12-11-23-Tlok-01.dwg*. Na rysunku pokazano cylinder (1 – warstwa *kontur1*) z pokrywką (2 – warstwa *kontur3*), tłokiem (3 – warstwa *kreska1*) wewnątrz cylindra i niewidoczną uszczelką (warstwa *osiel*).



- Wykonamy cięcie cylindra płaszczyzną YZ. Pozostałe elementy pozostaną nieprzecięte. Wywołujemy polecenie PŁAT, wskazujemy cylinder, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję YZ, potwierdzamy współrzędne punktu [0,0,0] i wybieramy (lub potwierdzamy) opcję *zachowaj Obie strony*. Rezultat można zobaczyć, najeżdżając na cylinder kursorem. Wyróżniona zostanie tylko połowa cylindra.
- Przenosimy bliższą część cylindra do warstwy *kontur2* i warstwę tę robimy niewidoczną. Możemy teraz zobaczyć cały tłok oraz uszczelkę. Żeby powrócić do stanu początkowego, wywołamy z klawiatury polecenie COFAJ i wybierzemy opcję *Wróć*. Potwierdzimy cofnięcie wszystkich poleceń. Ponownie znajdujemy się w stanie początkowym.
- Powtórzymy przecięcie płaszczyzną YZ, ale teraz zaznaczymy do przecięcia wszystkie elementy rysunku. Połówki cylindra i pokrywy przenosimy do warstwy *kontur2*, połówkę tłoka do warstwy *kreska2*, a połówkę uszczelki do warstwy *osie2*. Warstwy *kontur2*, *kreska2* i *osie2* ustawiamy jako niewidoczne. Teraz dysponujemy pełnym przekrojem urządzenia. Wracamy do stanu początkowego, posługując się poleceniem COFAJ (jak wyżej).
- Spróbujemy teraz wyciąć ćwiartkę cylindra i ćwiartkę pokrywki. W pierwszej kolejności wykonamy cięcie cylindra i pokrywki za pomocą płaszczyzny YZ. W drugim kroku przetniemy bliższe połówki cylindra i pokrywki płaszczyzną równoległą do płaszczyzny XY i przechodzącą przez punkt (4) leżący na osi wałka (tryb dowiązania *Centrum* i wskazanie okręgu na wałku). W trzecim kroku przetniemy ćwiartkę cylindra (bliższą górną) płaszczyzną równoległą do płaszczyzny ZX, przechodzącą przez punkt środkowy na długości cylindra (5 – opcja dowiązania punktu do

obiektu *Symetria* i wskazanie w połowie cylindra). Pozostawiamy obie części na rysunku.

- Przenosimy ćwiartkę cylindra i ćwiartkę pokrywki do warstwy *kontur2* i wyłączamy widoczność tej warstwy. Zwykle w takich przekrojach skalamy jeszcze obiekty, które stanowią jedną część. Można wywołać polecenie SUMA i wskazać widoczne części cylindra (trzy części) oraz powtórzyć to samo dla pokrywki (dwie części).
- Możemy wrócić do pierwotnego stanu rysunku, posługując się poleceniem COFAJ.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Edycja części składowych brył

Pod pojęciem części składowych brył będziemy rozumieli ich powierzchnie, krawędzie oraz wierzchołki. Edycja tych elementów będzie przeprowadzana za pomocą odpowiednich poleceń edycyjnych. Część z tych poleceń jest znana z pracy w obszarze 2D, jednak z chwilą wybrania obiektu trójwymiarowego polecenia te będą zachowywały się inaczej. Głównym poleceniem umożliwiającym przeprowadzenie edycji podobiektów bryły jest wzmiankowane już polecenie EDBRYŁA. Jest to polecenie o strukturze wielopoziomowej i o wielu opcjach.

Zaokrąglanie modeli bryłowych

Zajmiemy się teraz zaokrąglaniem krawędzi w modelach 3D. Jest to częsty zabieg stosowany na zakończenie projektu. Polecenie służące do zaokrąglania krawędzi brył nosi nazwę ZAOKRĄGLKRAW. Zaokrąglanie krawędzi brył może być również wykonywane za pomocą polecenia używanego w rysunku dwuwymiarowym ZAOKRĄGL, występują w nim wtedy nieco inne opcje, które są wyświetlane po wskazaniu obiektu bryłowego.

Polecenie ZAOKRĄGLKRAW można wywołać:

W3D: Bryła > Edycja brył > Zaokrąglaj krawędź (z listy)

PN: Edycja brył > Zaokrąglaj krawędzie

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Zaokrąglaj krawędzie

LP: ZAOKRĄGLKRAW

W poleceniu ZAOKRĄGLKRAW – po wskazaniu obiektu bryłowego – pojawiają się następujące opcje:

ZAOKRĄGLKRAW	
Opcje	Opis
łańCuch	Umożliwia zminimalizowanie liczby krawędzi, które trzeba wskazać przy wybieraniu, ażeby zaznaczyć wszystkie krawędzie występujące w łańcuchu jedna za drugą.
Krawędź	Pozwala na powrót do wskazywania pojedynczych krawędzi w przypadku uprzedniego wybrania opcji <i>łańCuch</i> .
Pętla	Umożliwia wybranie całej pętli krawędzi po wskazaniu tylko jednej krawędzi. Ze względu na to, że z każdą krawędzią są związane dwie pętle, pojawiają się jeszcze dodatkowe opcje <i>Następna</i> i <i>Akceptuj</i> , które umożliwiają prawidłowy wybór.
pPromień	Umożliwia podanie promienia zaokrąglenia – o ile jest to promień inny niż bieżący. Gdy opcja jest używana wewnątrz polecenia, wtedy do każdej krawędzi można przypisać inny promień. Jest to szczególnie przydatne w przypadku, gdy stykają się ze sobą dwie krawędzie o różnych promieniach, gdyż otrzymuje się wtedy płynne przejście między krawędziami.

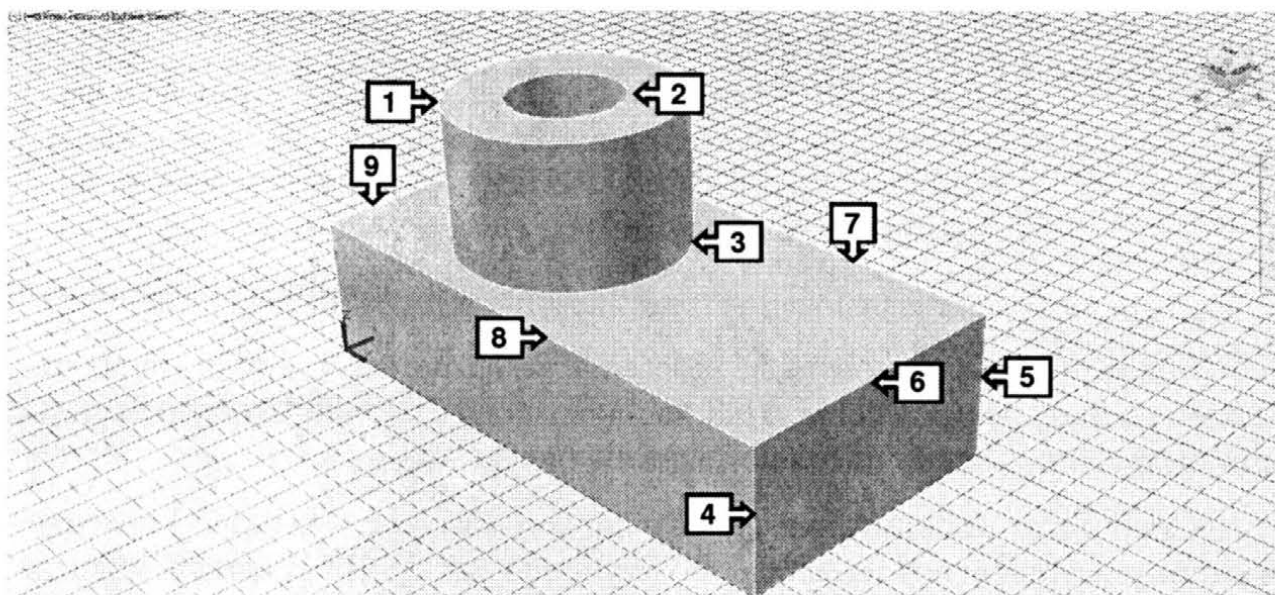
Po wywołaniu polecenia należy wskazać krawędź (jedną z krawędzi), którą chcemy zaokrąglić, zamknąć zbiór wskazań i zakończyć polecenie. Przyjmowany jest wtedy domyślny (aktualny) promień zaokrąglenia. Krawędzie zostaną zaokrąglone. Jest to standardowy sposób postępowania. Jeśli promień powinien być zmodyfikowany, trzeba wybrać opcję *pPromień*.

W celu zademonstrowania polecenia ZAOKRĄGLKRAW otwieramy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-13-Zaokrąglenie-kraw-01.dwg*.)

- Wywołujemy polecenie ZAOKRĄGLKRAW, wskazujemy kolejno krawędzie **1**, **2** oraz **3**. Zamykamy zbiór wskazań. Wybieramy opcję *pPromień*, podajemy wartość **5** i kończymy polecenie.
- Przy drugim wywołaniu polecenia zaokrąglimy następne krawędzie. Po wywołaniu polecenia wskazujemy krawędzie **4** i **5**, wybieramy opcję *pPromień*, podajemy wartość **45** i kończymy polecenie.
- Ponownie wywołujemy polecenie, wskazujemy krawędź **6**, wybieramy opcję *pPromień*, podajemy wartość **35** i kończymy polecenie.

- Pozostały nam jeszcze do zaokrąglenia krawędzie 7, 8 i 9. Wywołujemy polecenie, wskazujemy krawędzie 7, 8 i 9, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *pRomień*, podajemy wartość 5 i kończymy polecenie.



- Poprawna postać bryły z zaokrąglonymi krawędziami jest zapisana w zablokowanej warstwie *osie1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Fazowanie modeli bryłowych

Zajmiemy się teraz fazowaniem krawędzi w bryłach 3D. Jest to częsty zabieg stosowany na zakończenie projektu. Polecenie służące do fazowania krawędzi w bryłach nazywa się FAZOWKRAW. Krawędzie w bryłach mogą być również fazowane za pomocą polecenia FAZUIJ, które jest zasadniczo przeznaczone do fazowania obiektów 2D. Dostępne są wtedy nieco inne opcje, które są wyświetlone po wybraniu do zbioru wskazań obiektu bryłowego.

Polecenie FAZOWKRAW można wywołać:

W3D: Bryła > Edycja brył > Fazuj krawędź (z listy)

PN: Edycja brył > Fazuj krawędzie

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Fazuj krawędzie

LP: FAZOWKRAW

W poleceniu FAZOWKRAW dostępne są następujące opcje dotyczące fazowania krawędzi w obiektach bryłowych.

FAZOWKRAW	
Opcje	Opis
Odległość	Umożliwia ustalenie pierwszej odległości fazy (na jednej powierzchni przylegającej do wskazanej krawędzi) i drugiej odległości fazy (na drugiej powierzchni przylegającej do wskazanej krawędzi).
Pętla	Umożliwia wybranie wszystkich krawędzi z powierzchni, w której leży wskazana krawędź. Ze względu na to, że z każdą krawędzią są związane dwie pętle, pojawiają się jeszcze dodatkowe opcje <i>Następna</i> i <i>Akceptuj</i> , które umożliwiają prawidłowy wybór.

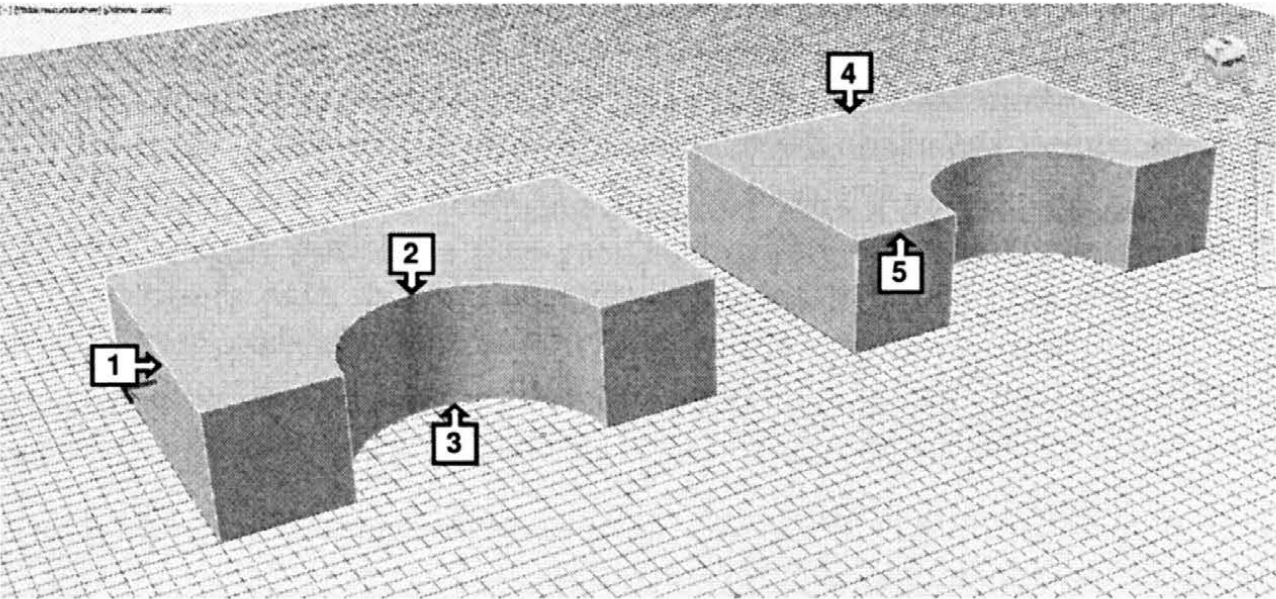
Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się krawędź (bądź krawędzie) i kończy się polecenie. Jeśli zachodzi potrzeba modyfikacji odległości definiujących fazę, wtedy trzeba posłużyć się opcją *Odległość*.

Opcji *Pętla* używamy wtedy, gdy chcemy fazować wszystkie krawędzie związane z wybraną powierzchnią. Po wybraniu tej opcji wystarczy wskazać tylko jedną krawędź powierzchni.

W celu zademonstrowania działania polecenia FAZOWKRAW otwieramy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-14-Fazuj-kraw-01.dwg*.)

W rysunku występują dwie takie same bryły. Na jednej zademonstrujemy wybieranie pojedynczych krawędzi, na drugiej wybieranie krawędzi za pomocą opcji *Pętla*.



- Wywołujemy polecenie FAZOWKRAW, wskazujemy krawędź **1**, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Odległość*, podajemy wartość dla pierwszej odległości 20, dla drugiej 10 i kończymy polecenie.
- Powtarzamy polecenie. Wybieramy górną krawędź łukową na lewej bryle (**2**), wybieramy krawędź **3**, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Odległość*, podajemy wartość dla pierwszej odległości 15 i dla drugiej 15, kończymy polecenie.
- Powtarzamy polecenie. Wybieramy górną krawędź prawej bryły (**4**), wybieramy opcję *Pętla*, wskazujemy dowolną niezaznaczoną krawędź w górnej powierzchni, np. **5**, i dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**. W ten sposób zaakceptowaliśmy domyślne ustawienia odległości dla fazy. Gdyby zaszła potrzeba zmiany tych wartości, to przed zakończeniem polecenia należy posłużyć się opcją *Odległość*.
- Poprawna postać brył z wprowadzonymi fazami krawędzi jest zapisana w zablokowanej warstwie *osiel*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Polecenie EDBRYŁA

Jak wspomniano wyżej, jest to polecenie przeznaczone do modyfikowania podobiektów brył, do których zaliczamy powierzchnie, krawędzie oraz wierzchołki. Polecenie ma strukturę bardzo rozbudowaną. Dla ułatwienia posługiwania się opcjami tego polecenia w wielu przypadkach poszczególne piktogramy – występujące we wstążce – są powiązane bezpośrednio z opcją polecenia, a nie z samym poleceniem. Strukturę tego polecenia przedstawiono w tabeli.

EDBRYŁA				
Powierzchnia	Krawędź	ciAło	Cofaj	konlec
Wyciągnij przEsuń Obróć oDsuń Pochyl Usuń Kopiuj koLor Materiał Cofaj konlec	Kopiuj koLor Cofaj konlec	Odcisk Rozdziel bryły Powłoka Wyczyść Sprawdź Cofaj konlec		

Po wywołaniu polecenia mamy dostęp do opcji *Powierzchnia*, *Krawędź*, *ciAto*, *Cofaj* i *konlec*. Po wybraniu opcji uzyskujemy dostęp do opcji podrzędnych. Zestaw tych opcji pokazano w tabeli powyżej.

Wybranie z listy (Narzędzia główne > Edycja brył > lista EDBRYŁA), np. pozycji *Wyciągnij powierzchnie*, formalnie powoduje wywołanie polecenia EDBRYŁA, opcji *Powierzchnia* i opcji podrzędnej *Wyciągnij*. Ponowne wywołanie polecenia za pomocą klawisza ENTER powoduje wywołanie polecenia EDBRYŁA, a pozostałe opcje trzeba wybrać samemu. Należy również pamiętać, że wykonanie opcji, np. *Wyciągnij*, nie kończy polecenia EDBRYŁA, ale kończy jedynie wykonywanie tej opcji – zatem mamy możliwość dalszej pracy w ramach tego polecenia. Jeśli – w takim przypadku – chcemy polecenie EDBRYŁA zakończyć, wtedy wybieramy opcję *konlec*, w ramach opcji *Powierzchnia*, i ponownie opcję *konlec*, w ramach polecenia EDBRYŁA.

Opcja *Powierzchnia* > *Wyciągnij*

Opcja pozwala na przemieszczanie powierzchni w bryle w kierunku prostopadłym do tej powierzchni. Przemieszczanie to jest możliwe po wywołaniu:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie
lub

Bryła > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie

PN: Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie

LP: EDBRYŁA > Powierzchnia > Wyciągnij

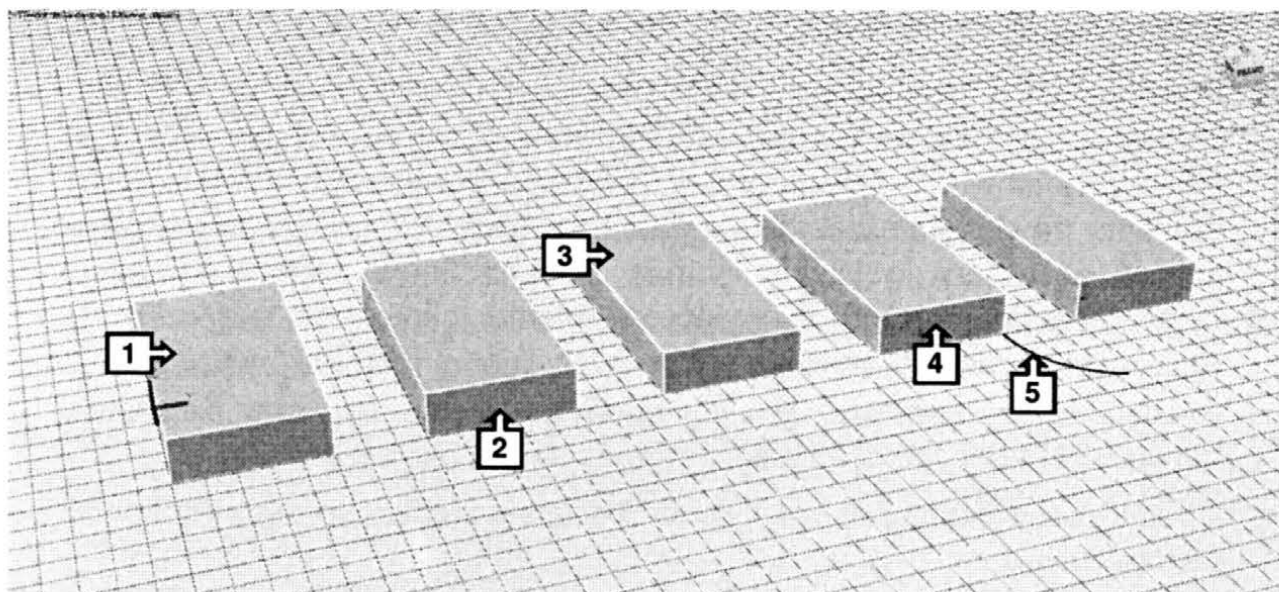
Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się odpowiednią powierzchnię na bryle, podaje odległość wyciągnięcia (dodatnią na zewnątrz bryły, ujemną do wnętrza) i ustala kąt zwięzania (dodatni oznacza zwięzanie dodawanej części bryły, ujemny oznacza rozszerzanie tej dodatkowej części bryły). Jeśli odległość wyciągnięcia zostanie zdefiniowana przez wskazanie dwóch punktów, przyjmowana będzie wartość dodatnia. W poleceniu występują opcje:

EDBRYŁA > Powierzchnia > Wyciągnij	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.
Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.
śCieżka	Pozwala na wyciągnięcie powierzchni nie w kierunku prostopadłym ale wzdłuż wybranej ścieżki (linii). Przy wyciąganiu wzdłuż ścieżki nie można wykorzystać zwięzania.

Uwaga

Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły jest tracona.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-15-Wyciąganie-pow-bryly-01.dwg*.)



W rysunku występuje 5 kostek i jeden łuk, który będzie wykorzystywany jako ścieżka wyciągnięcia. Na każdej kostce wykonamy inny rodzaj wyciągania. Licząc od lewej:

- Pierwsza kostka – górną powierzchnię (1) wyciągniemy na wysokość 50 jednostek bez zwężania. Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie), wskazujemy powierzchnię 1, zamykamy zbiór wskazań, podajemy wysokość wyciągnięcia 50, akceptujemy kąt zwężania 0 i kończymy polecenie dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).
- Druga kostka – przednią powierzchnię (2) wyciągniemy na wysokość 100 jednostek z kątem zwężania równym 10° . Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie), wskazujemy powierzchnię 2, zamykamy zbiór wskazań, podajemy wysokość wyciągnięcia 100, podajemy wartość kąta zwężania 10° i kończymy polecenie dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).
- Trzecia kostka – górną powierzchnię wyciągniemy na wysokość 80 jednostek z kątem zwężania równym -15° . Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie), wskazujemy powierzchnię 3, zamykamy zbiór wskazań, podajemy wysokość wyciągnięcia 80, podajemy wartość kąta zwężania -15° i kończymy polecenie dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).

- Czwarta kostka – przednią powierzchnię (4) wyciągniemy wzdłuż ścieżki (5). Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie), wskazujemy powierzchnię 4, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *śCieżka*, wskazujemy ścieżkę 5 i kończymy polecenie dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *konlec*).
- Piąta kostka – wyciągniemy wszystkie ściany kostki, oprócz spodniej, o długość -20 z kątem zwężania 0°. W tym celu, po wywołaniu polecenia (Narzędzia główne > Edycja brył > Wyciągnij powierzchnie), wskazujemy dowolną powierzchnię kostki, wybieramy opcję *WSzystkie* (teraz trzeba usunąć ze zbioru wskazań spodnią powierzchnię), wybieramy opcję *Usuń*, za pomocą orbity ustawiamy tę powierzchnię jako widoczną i ją wskazujemy, zamykamy zbiór wskazań. Podajemy wysokość wyciągnięcia równą -20, kąt zwężania 0° i kończymy polecenie dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *konlec*).
- W celu sprawdzenia poprawności wykonania zadania należy odblokować warstwę *osie1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Opcja *Powierzchnia > przEsuń*

Przesuwanie powierzchni umożliwia zmianę ich położenia w bryle. Przesuwanie pojedynczych powierzchni jest podobne do poprzednio opisanego wyciągania powierzchni, ale np. dla otworu będzie to zmiana położenia tego otworu w bryle. Przesuwanie powierzchni jest możliwe po wywołaniu:

- W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Przesuń powierzchnie
- PN: Edycja brył > Przesuń powierzchnie
- MR: Modyfikuj > Edycja brył > Przesuń powierzchnie
- LP: EDBRŁA > Powierzchnia > przEsuń

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się odpowiednią powierzchnię (lub powierzchnie) w bryle, podaje punkt bazowy i drugi punkt, co pozwala na zdefiniowanie wektora przesunięcia.

W poleceniu występują opcje:

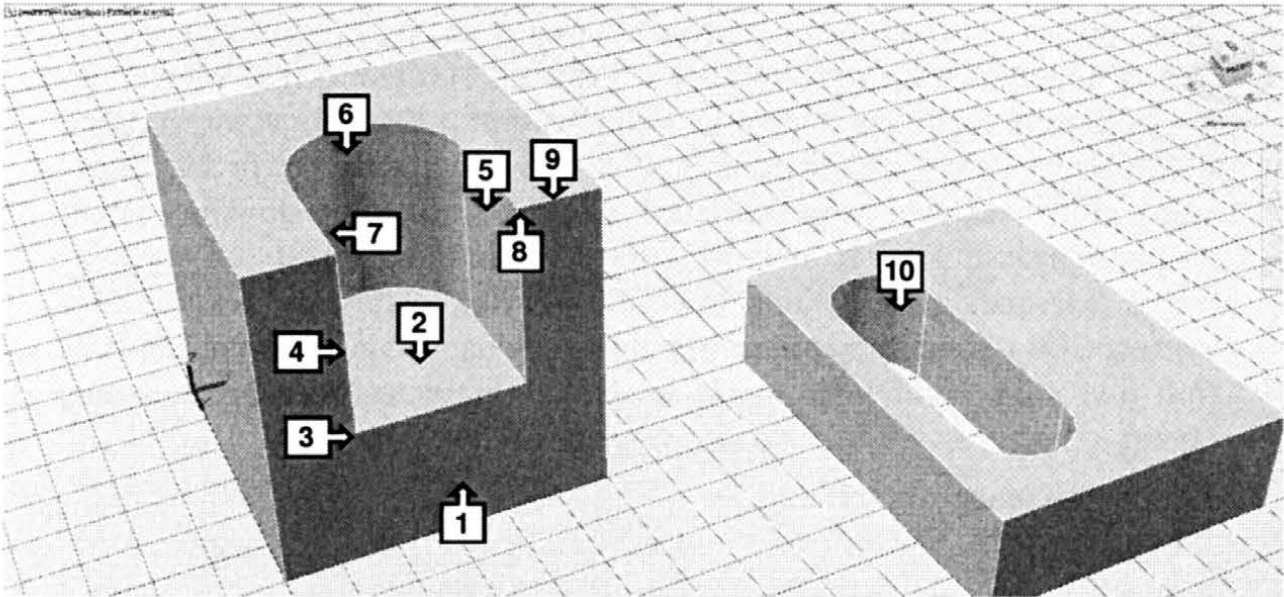
EDBRYŁA > Powierzchnia > przEsuń	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.

Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.

Uwaga
Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły jest tracona.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-16-Przesuwanie-pow-bryły-01.dwg.*)

W rysunku występują dwie bryły. Na bryle lewej zademonstrujemy trzy przesuwania, a na bryle prawej przesuniemy otwór wewnętrzny.



- Bryła lewa – przesuwanie powierzchni przedniej (1). Przesuniemy powierzchnię na zewnątrz o 150 jednostek (będzie to podobne działanie do wyciągania). Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Przesuń powierzchnie), wskazujemy powierzchnię 1, wybieramy punkt bazowy na powierzchni (np. wierzchołek 8, ale może to być punkt dowolny), włączamy tryb ORTO, przesuwamy kursor w kierunku wyciągnięcia – czyli wzdłuż osi X – podajemy z klawiatury wartość 150 i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*). Poprawność przeprowadzonej operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osie1*.
- Bryła lewa – przesuwanie powierzchni stanowiącej dno wycięcia (2) w górę o połowę wysokości wycięcia. Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Przesuń powierzchnie), wskazujemy powierzchnię 2,

wskazujemy powierzchnię, wybieramy punkt na dole krawędzi definiującej wysokość wycięcia (3) (*KONiec*) i wybieramy punkt (4) na środku krawędzi definiującej wysokość wycięcia (*SYMetria*) i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *konlec*). Poprawność przeprowadzonej operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osie2*.

- Bryła lewa, przesuwanie wycięcia w prawo o połowę odległości wycięcia od prawej ścianki bryły. Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Przesuń powierzchnie), wskazujemy trzy powierzchnie wycięcia 5, 6 i 7 (przy wskazywaniu trzeciej powierzchni trzeba zmienić kierunek patrzenia), wybieramy punkt 8 (tryb dowiązania *KONiec*), a następnie punkt 9 (tryb dowiązania *SYMetria*) i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *konlec*). Poprawność przeprowadzonej operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osie3*.
- Bryła prawa – przesuwanie otworu wewnątrz bryły. Przesuniemy otwór (cztery powierzchnie wewnętrzne) w prawo o 100 jednostek. Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Przesuń powierzchnie), wskazujemy cztery wewnętrzne powierzchnie okalające otwór 10, zamykamy zbiór wskazań, włączamy tryb ORTO, wybieramy dowolny punkt na płaszczyźnie XY, ustawiamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi Y (kierunek przesuwania otworu w bryle), podajemy z klawiatury wartość 100 i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *konlec*). Poprawność przeprowadzonej operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osie4*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Opcja **Powierzchnia > oDsuń**

Odsuwanie powierzchni w modelu bryłowym służy do dodawania lub usuwania materiału z bryły przy zachowaniu równoległości wybranych powierzchni. Jest to opcja szczególnie przydatna w przypadku modyfikacji średnicy powierzchni cylindrycznych.

Przesuwanie powierzchni jest możliwe po wywołaniu:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Odsuń powierzchnie
lub

Bryła > Edycja brył > Odsuń powierzchnie

PN: Edycja brył > Odsuń powierzchnie

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Odsuń powierzchnie

LP: EDBRYŁA > Powierzchnia > oDsuń

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się powierzchnie na bryle, które mają być odsuwane i podaje się odległość odsunięcia. Odległość odsunięcia może być dodatnia (w kierunku na zewnątrz ciała bryły) lub ujemna (w kierunku do wnętrza ciała bryły).

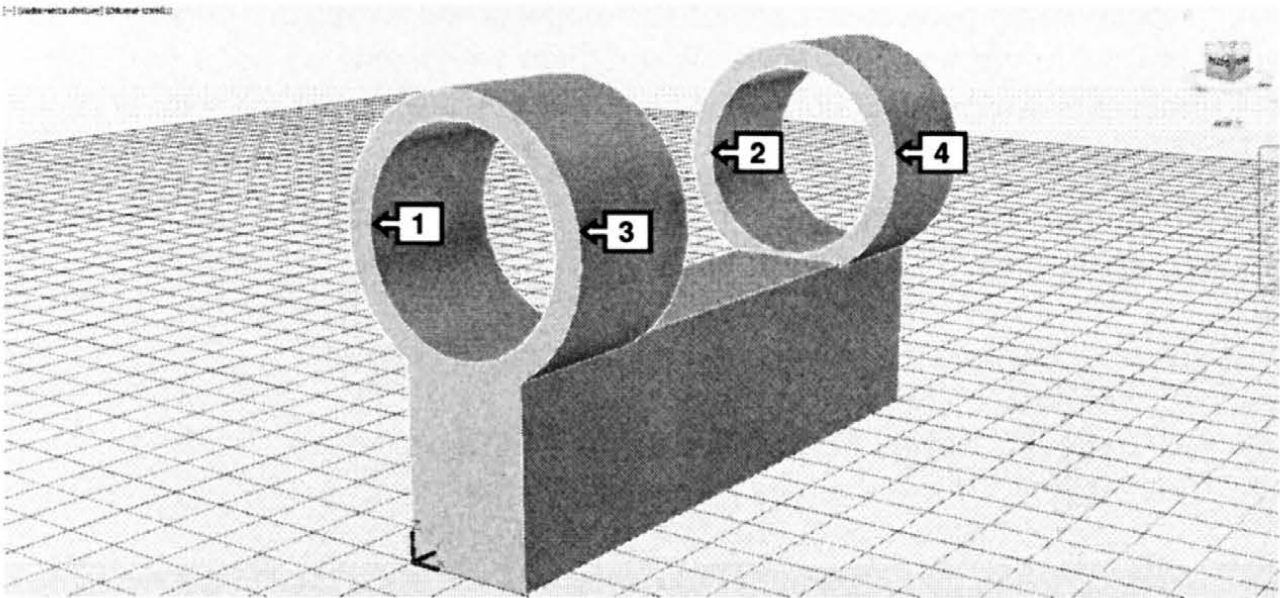
W poleceniu występują opcje:

EDBRYŁA > Powierzchnia > oDsuń	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.
Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.

Uwaga

Po wykonaniu tego polecenia cała historia tej bryły jest tracona.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-17-Odsuwanie-pow-bryły-01.dwg*.)



W rysunku występuje bryła zawierająca dwa walce z otworami. Zmniejszymy otwory przez odsunięcie powierzchni wewnętrznych o 20 jednostek do środka i powiększymy średnicę zewnętrzną walców przez odsunięcie powierzchni zewnętrznych walców o 10 jednostek na zewnątrz.

- Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Odsuń powierzchnie). Musimy wybrać dwie powierzchnie wewnętrzne walców. Wskazujemy krawędzie **1** i **2**. Zostaną wybrane po dwie powierzchnie związane z tymi krawędziami. Dwie zbędne powierzchnie płaskie musimy usunąć ze zbioru wskazań. W tym celu wybieramy opcję *Usuń* i wskazujemy te zbędne powierzchnie. Zamykamy zbiór wskazań, podajemy odległość odsunięcia 20 i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).
- Przechodzimy do odsunięcia na zewnątrz zewnętrznych powierzchni walcowych. Podobnie jak poprzednio wskazujemy krawędzie. Tym razem **3** i **4**. Usuwamy ze zbioru zbędne powierzchnie płaskie. Zamykamy zbiór wskazań, podajemy odległość odsunięcia 10 i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).
- Poprawność przeprowadzonych operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osiel*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Opcja **Powierzchnia > Usuń**

Opcja *Usuń* polecenia EDBRYŁA pozwala na usunięcie zbędnych powierzchni, które występują w bryle. Warunkiem wykonania tej opcji jest, aby – po usunięciu powierzchni zbędnych – pozostałe powierzchnie stanowiły bryłowy obiekt zamknięty.

W ten sposób można usunąć fazowania, wewnętrzne otwory itd. Usuwanie powierzchni jest możliwe po wywołaniu:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Usuń powierzchnie

PN: Edycja brył > Usuń powierzchnie

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Usuń powierzchnie

LP: EDBRYŁA > Powierzchnia > Usuń

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się zbędne powierzchnie na bryle i zamyka zbiór wskazań.

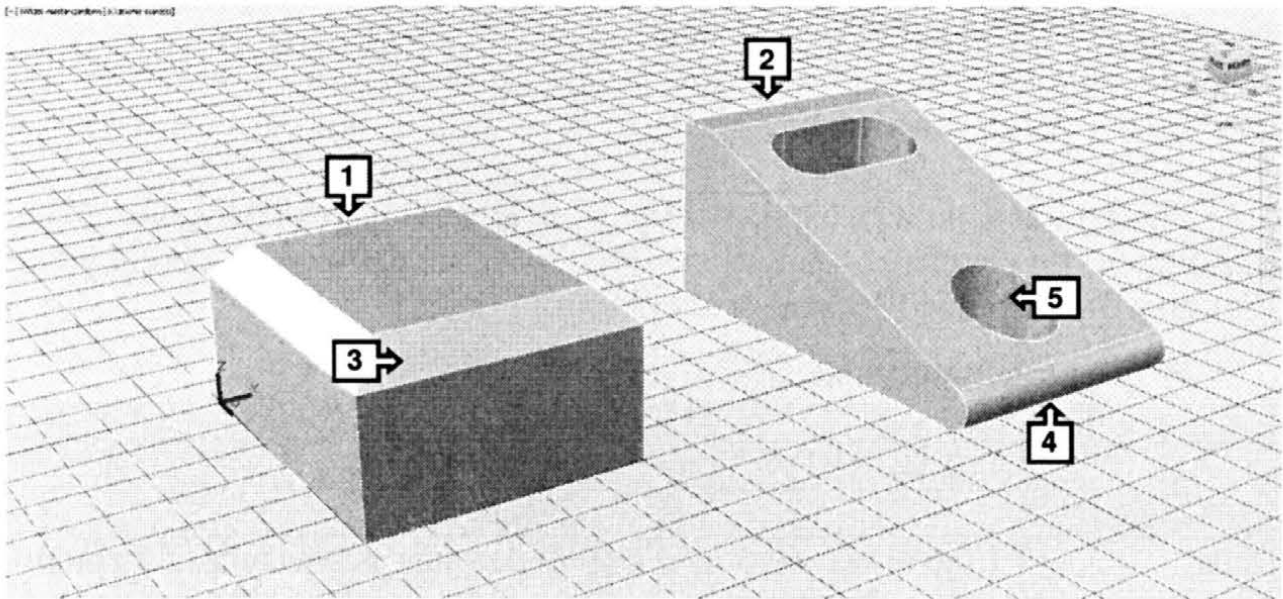
W poleceniu występują opcje:

EDBRYŁA > Powierzchnia > Usuń	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.
Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.

Uwaga
Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły może być tracona. Wtedy pojawia się odpowiedni komunikat.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-18-Usuwanie-pow-bryly-01.dwg*)

W rysunku występują dwie bryły. Lewa bryła (1) ma fazowania – usuniemy jedno z tych fazowań. W prawej bryle (2) mamy dwa otwory, ścięcie na górze i zaokrąglenie na dole. Usuniemy zaokrąglenie na dole i okrągły otwór.



- Bryła lewa – po wywołaniu polecenia (Narzędzia główne > Edycja brył > Usuń powierzchnie), wskazujemy przednią widoczną fazę (3), zamykamy zbiór wskazań i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).
- Bryła prawa – po wywołaniu polecenia (Narzędzia główne > Edycja brył > Usuń powierzchnie) wskazujemy zaokrąglenie dolnej krawędzi klina (4) oraz powierzchnię otworu (5), zamykamy zbiór wskazań i kończymy polecenie, dwa razy naciskając klawisz **ENTER** (lub dwa razy wybierając opcję *koniec*).
- Poprawność przeprowadzonych operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osieł*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Opcja **Powierzchnia > Obróć**

Opcja *Obróć* polecenia EDBRYŁA pozwala na obrócenie wybranych powierzchni, które występują w bryle, względem dowolnej osi. Obracanie może dotyczyć powierzchni zewnętrznych, ale największe usługi oddaje opcja w przypadku obracania wewnętrznych powierzchni w bryle.

Obracanie powierzchni jest możliwe po wywołaniu:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Obróć powierzchnie

PN: Edycja brył > Obróć powierzchnie

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Obróć powierzchnie

LP: EDBRYŁA > Powierzchnia > Obróć

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się powierzchnie w bryle przeznaczone do obracania, zamyka się zbiór wskazań, definiuje oś obrotu przez wskazanie dwóch punktów i określa kąt obrotu.

W poleceniu występują opcje:

EDBRYŁA > Powierzchnia > Obróć	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.
Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.

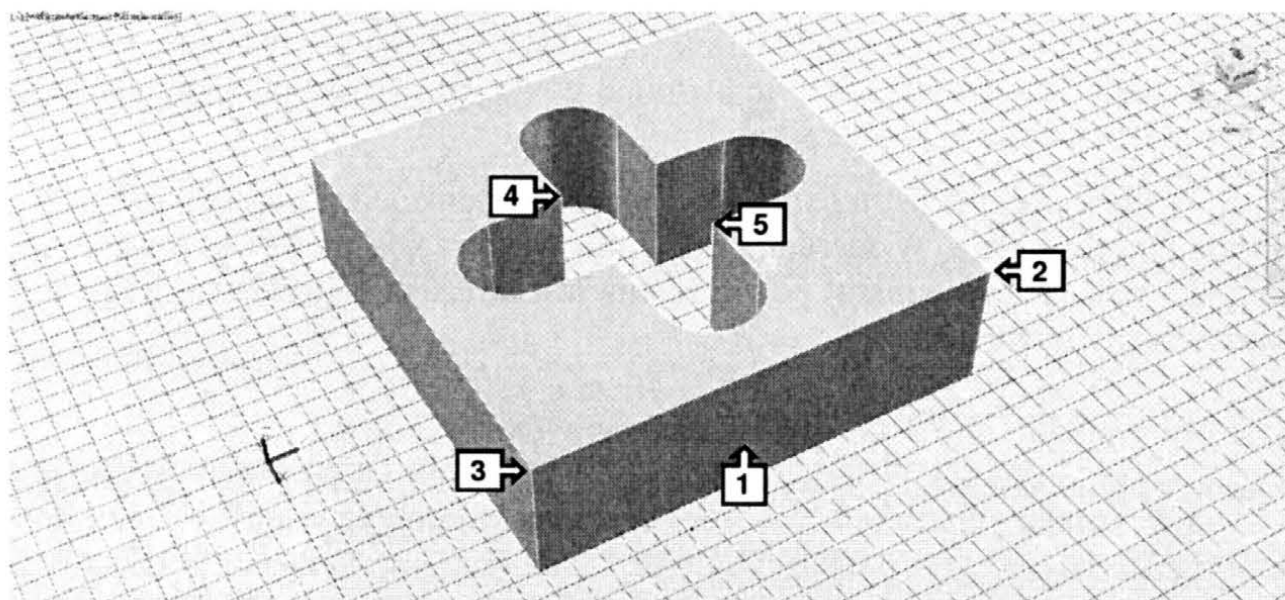
Oś przez obiekt	Pozwala na zdefiniowanie osi obrotu za pomocą krzywej płaskiej. Oś jest wyznaczana za pomocą punktu początkowego i punktu końcowego wskazanej krzywej.
Widok	Pozwala na obrócenie wybranych powierzchni względem osi równoległej do kierunku patrzenia i przechodzącej przez wskazany punkt.
oś X	Pozwala na obrócenie wybranych powierzchni względem osi równoległej do osi X i przechodzącej przez wskazany punkt.
oś Y	Pozwala na obrócenie wybranych powierzchni względem osi równoległej do osi Y i przechodzącej przez wskazany punkt.
oś Z	Pozwala na obrócenie wybranych powierzchni względem osi równoległej do osi Z i przechodzącej przez wskazany punkt.

Uwaga

Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły zostaje utracona.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-19-Obracanie-pow-bryły-01.dwg.*)

W rysunku występuje bryła z krzyżowym otworem. Przeprowadzimy w bryle obracanie ściany zewnętrznej (1) względem jej krawędzi oraz obracanie otworu względem osi otworu.



- Obracanie ścianki bocznej. Po wywołaniu polecenia (Narzędzia główne > Edycja brył > Obróć powierzchnie) wskazujemy prawą widoczną ściankę boczną bryły (1), zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy prawy wierzchołek górnej krawędzi ścianki (2), wskazujemy lewy wierzchołek górnej krawędzi ścianki (3), podajemy kąt obrotu 30° i kończymy polecenie.

Pamiętać należy, że pierwszy punkt wskazania definiuje początek osi obrotu, zatem decyduje o dodatnim lub ujemnym kierunku obrotu.

- Obracanie otworu. Po wywołaniu polecenia (Narzędzia główne > Edycja brył > Obróć powierzchnie), wybieramy do zbioru wskazań wszystkie ścianki otworu. Jest to operacja dość złożona, w której będziemy musieli zmieniać kierunek patrzenia (orbita lub ViewCube) i – być może z konieczności – usuwać powierzchnie źle wybrane – opcja *Cofaj*, względnie opcja *Usuń*). Po dokonaniu wyboru i zamknięciu zbioru wskazań, wybieramy opcję *oś Z*, definiujemy punkt (przez który ma przechodzić oś obrotu równoległa do osi *Z*) za pomocą opcji dowiązania punktu do obiektu *Symetria pomiędzy 2 punktami* (4 oraz 5) i podajemy kąt obrotu równy 45°.
- Poprawność przeprowadzonej operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osie1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Opcja **Powierzchnia > Pochyl**

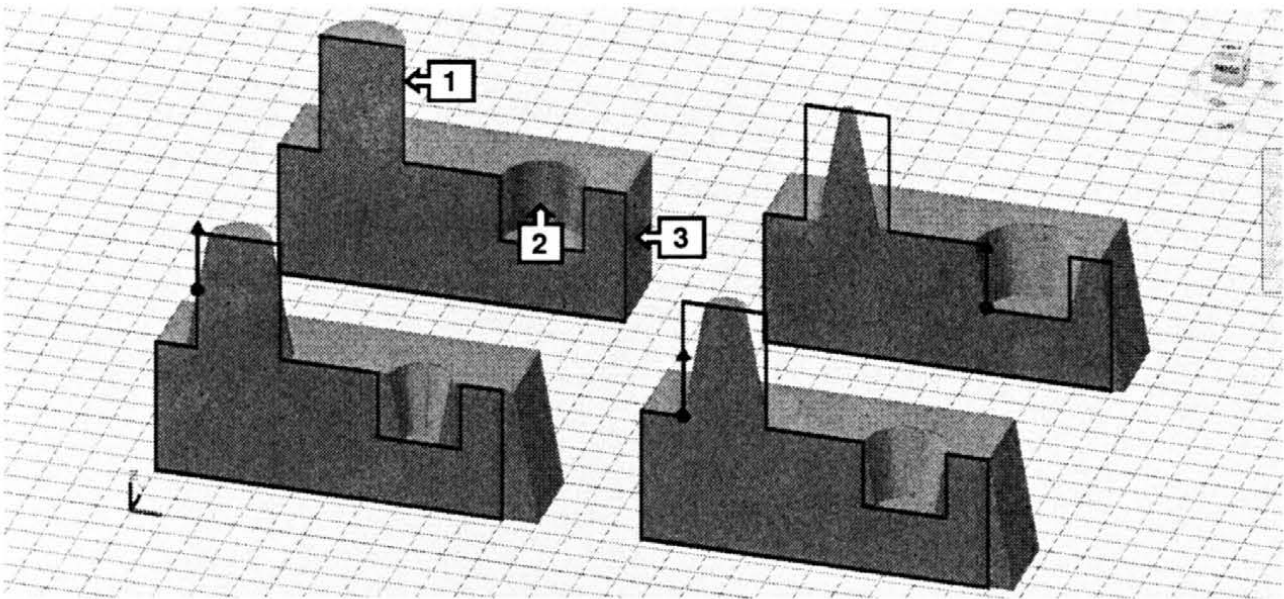
Zwężanie powierzchni, nazywane często w programie pochylaniem, jest szczególnie przydatne w przypadku otworów w bryle. Klasycznym przypadkiem jest otwór walcowy, który chcemy przekształcić na otwór stożkowy lub przypadek, w którym chcemy zmienić kąt nachylenia stożka. Należy przy tym zwrócić uwagę na istotę doboru punktu bazowego i zwrotu wektora, czyli wskazania drugiego punktu. Zasada jest taka, że kierunek powinien być definiowany zgodnie z kierunkiem zwężanej powierzchni.

W płaszczyźnie prostopadłej do wektora w punkcie bazowym powierzchnia nie ulega zmianie. W kierunku dodatnim wektora (od punktu bazowego do drugiego wskazanego punktu) powierzchnia jest zwężana, natomiast w kierunku przeciwnym rozszerzana.

(Otwórz rysunek: W-12-11-20-Zwezanie-pow-bryly-01.dwg.)

Na rysunku przedstawiono cztery bryły, na których wyjaśniono zasadę doboru punktu bazowego i punktu drugiego. Punkt bazowy symbolizuje kulka (jej środek). Punkt drugi przedstawia stożek (środek jego podstawy). Oba te elementy połączono, aby pokazać zdefiniowany kierunek osi zwężania. Bryła tylna lewa przedstawia bryłę przed modyfikacją. Czerwonym kolorem pokazano na niej zarys przekroju bryły. Na pozostałych trzech bryłach przeprowadzono modyfikacje za pomocą zwężania (pochylania). W każdym przypadku wybrano te same trzy powierzchnie: dwie powierzchnie walcowe – zewnętrzną (1) i wewnętrzną (2)

– oraz prawą ściankę boczną bryły (3). Przyjęto kąt zwężania równy 10°. Na przekroje brył nałożono czerwony zarys przekroju bryły pierwotnej.



Zwężanie powierzchni jest możliwe po wywołaniu:

- W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Zwęż powierzchnie
lub
Bryła > Edycja brył > Zwęż powierzchnie
- PN: Edycja brył > Zwęż powierzchnie
- MR: Modyfikuj > Edycja brył > Zwęż powierzchnie
- LP: EDBRYŁA > Powierzchnia > Pochyl

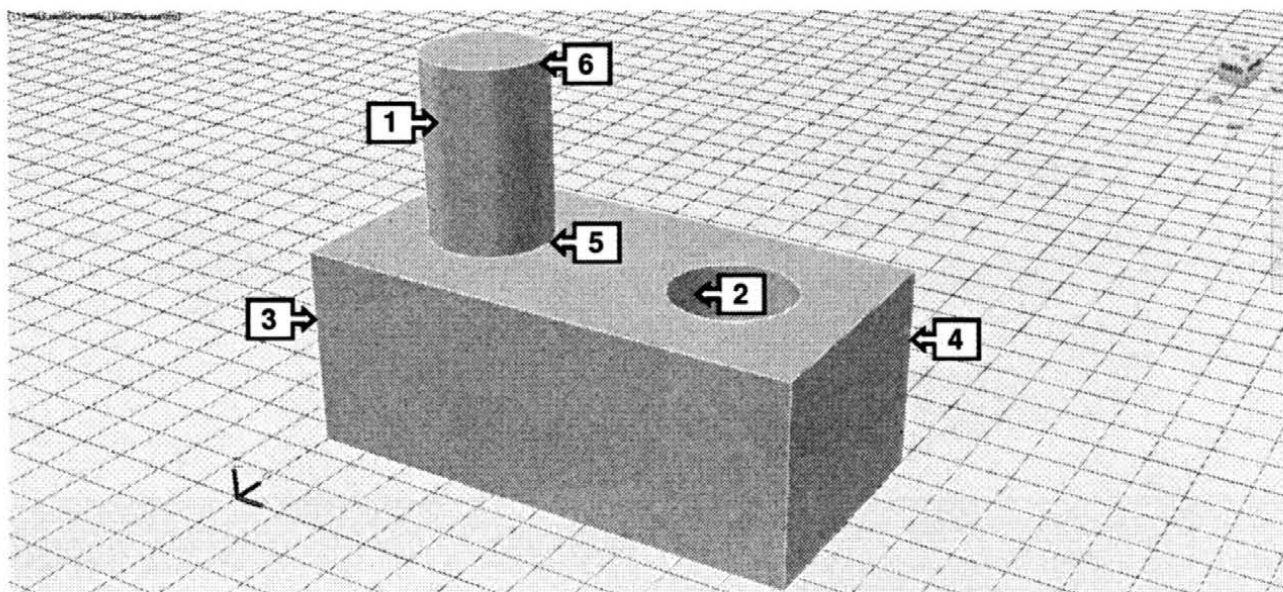
Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się powierzchnie do zwężania, zamyka się zbiór wskazań, określa punkt bazowy, określa drugi punkt definiujący wektor kierunku płaszczyzny i podaje kąt zwężania. W poleceniu występują opcje:

EDBRYŁA > Powierzchnia > Pochyl	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.
Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.

Uwaga
Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły zostaje utracona.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-21-Zwezanie-pow-bryly-02.dwg.*)

W rysunku występuje bryła z dwoma otworami. Przeprowadzimy zwężanie powierzchni tej bryły.



- Po wywołaniu polecenia (Narzędzia główne > Edycja brył > Zwęż powierzchnie), wskazujemy obydwie powierzchnie walcowe **1** i **2** oraz cztery powierzchnie boczne bryły – najwygodniej wskazując krawędzie **3** i **4** (wskazanie każdej krawędzi powoduje wpisanie do zbioru wskazań obydwu powierzchni związanych z tą krawędzią). Po zamknięciu zbioru wskazań definiujemy wektor zwężania na tworzącej wystającego walca – od dołu do góry. Z wykorzystaniem trybu dowiązania do obiektu *KWADRANT* wskazujemy punkt **5** i punkt **6**. Podajemy kąt zwężania równy 5° .
- Poprawność przeprowadzonej operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osiel*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Opcja *ciAto* > *Powłoka*

Przy tworzeniu powłoki z wybranych powierzchni bryły uzyskuje się ściankę o stałej grubości, czyli praktycznie wykonuje się odsunięcie powierzchni. Przy podaniu dodatniej wartości grubości powłoki odsunięcie jest wykonywane do wnętrza bryły, przy wartości ujemnej – na zewnątrz.

Tworzenie powłoki jest możliwe po wywołaniu:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Powłoka

PN: Edycja brył > Powłoka

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Powłoka

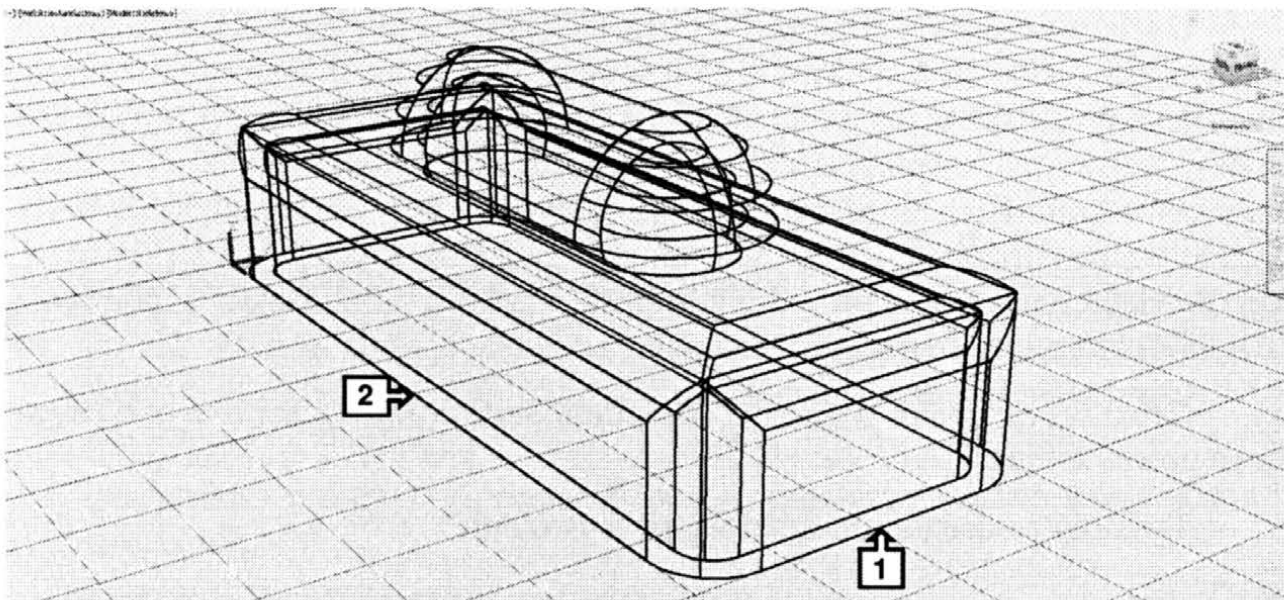
LP: EDBRYŁA > ciAło > Powłoka

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się bryłę (bryły), wybiera powierzchnie, zamyka zbiór wskazań i podaje grubość powłoki.

W poleceniu występują opcje:

EDBRYŁA > ciAło > Powłoka	
Opcje	Opis
Dodaj	Umożliwia wejście w tryb dodawania powierzchni do zbioru wskazań.
Usuń	Umożliwia wejście w tryb usuwania powierzchni ze zbioru wskazań.
WSzystkie	Umożliwia wybranie wszystkich powierzchni bryły do zbioru wskazań lub usunięcie wszystkich powierzchni bryły z tego zbioru.

(Otwórz rysunek: W-12-11-22-Powłoka-bryły-01.dwg.)



W rysunku występuje jedna bryła. Zdefiniujemy na niej powłokę z wyłączeniem dolnej powierzchni bryły (bez spodniej ścianki). Grubość powłoki przyjmujemy równą 15 jednostkom i skierujemy ją do wnętrza bryły. Po utworzeniu powłoki wytniemy z niej przednią prawą ćwiartkę.

- Wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Powłoka), wskazujemy bryłę, za pomocą orbity lub ViewCube odwracamy ją i wskazujemy do usunięcia spodnią powierzchnię, zamykamy zbiór wskazań, podajemy grubość 15 jednostek.
- Za pomocą polecenia PŁAT (Narzędzia główne > Edycja brył > Płat) tnjemy powłokę płaszczyzną równoległą do płaszczyzny ZX i przechodzącą przez środek krótszego boku podstawy (1). Pozostawiamy obydwie części w rysunku. Powtarzamy polecenie PŁAT i tnjemy przednią część płaszczyzną równoległą do płaszczyzny ZY i przechodzącą przez środek dłuższego boku podstawy (2). Pozostawiamy w rysunku tylną część. Części powłoki można połączyć w jedną całość za pomocą polecenia SUMA.
- Poprawność wykonanych operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osiel*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Uwaga

Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły zostaje utracona.

Opcja *ciAło* > *Odcisk*

Odciskanie krawędzi na powierzchni bryły jest przeprowadzane w dwóch przypadkach. Albo jeśli chcemy mieć na powierzchni bryły widoczny rysunek, albo chcemy utworzyć na bryle dodatkową krawędź. Przy tworzeniu rysunku obiekty muszą być współpłaszczyznowe z ozdabianą powierzchnią. Natomiast dodatkowe krawędzie mogą być potrzebne, jeśli chcemy wprowadzić do bryły dodatkową powierzchnię, np. w celu przeprowadzenia edycji tylko tej dodatkowej powierzchni. Taki sam odcisk można uzyskać, korzystając z polecenia ODCISK, które zostało omówione wyżej.

Przed wywołaniem polecenia odciskane obiekty muszą już być narysowane na powierzchniach.

Tworzenie odcisku jest możliwe po wywołaniu:

W3D: -----

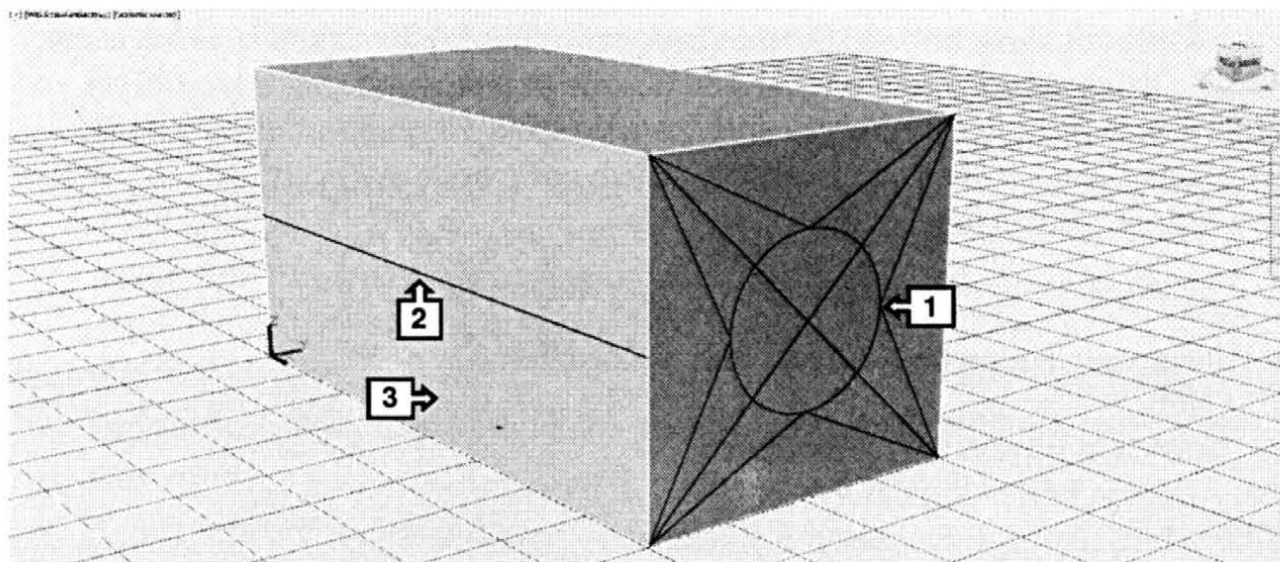
PN: -----

MR: -----

LP: EDBRYŁA > ciAło > Odcisk

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się bryłę (bryły), wybiera obiekty do odcisnięcia i decyduje o pozostawieniu lub usunięciu obiektów odciskanych (pierwotnych).

(Otwórz rysunek: *W-12-11-23-Odcisk-na-bryle-01.dwg*.)



W rysunku występuje jedna bryła. Na dwóch ścianach bryły narysowano obiekty. Na prawej ścianie będzie to ornament (1). Linia (2) na lewej ścianie zostanie wykorzystana do podziału jednej powierzchni na dwie. Dolną powierzchnię wykorzystamy do przeprowadzenia edycji.

- Ustawiamy styl wizualny *Model szkieletowy* – będzie łatwiej wybierać obiekty do odciskania. Wywołujemy polecenie z klawiatury (EDBRYŁA > ciAło > Odcisk), wskazujemy bryłę i wskazujemy kolejno elementy ornamentu do odcisnięcia na prawej ścianie oraz linię podziału na ścianie lewej. Po każdym wskazaniu trzeba zdecydować, czy obiekt pierwotny ma pozostać w rysunku. Możemy te obiekty zostawić, a potem wyłączyć widoczność warstwy *wymiar1* lub możemy obiekty pierwotne z rysunku usuwać w trakcie wykonywania polecenia.
- Po zakończeniu definiowania odcisków dolną powierzchnię (3) wyciągniemy na odległość 200 jednostek za pomocą opcji *Powierzchnie > Wyciągnij bez zbieżności*.
- Poprawność wykonanych operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osie1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Uwaga

Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły zostaje utracona.

Opcja *ciAło* > *Rozdziel bryły*

Opcja ta służy do rozdzielenia brył, które formalnie stanowią jedną całość. Takie sytuacje powstają wtedy, gdy w trakcie przeprowadzania edycji bryły zostanie ona zmieniona w taki sposób, że występują fizyczne przerwy między jej częściami. Jeśli chcemy rozdzielić tę pojedynczą bryłę na bryły osobne, wtedy korzystamy z omawianej opcji.

Rozdzielenie brył jest możliwe po wywołaniu:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Rozdziel
lub

Bryła > Edycja brył > Rozdziel

PN: Edycja brył > Rozdziel

MR: Modyfikuj > Edycja brył > Rozdziel

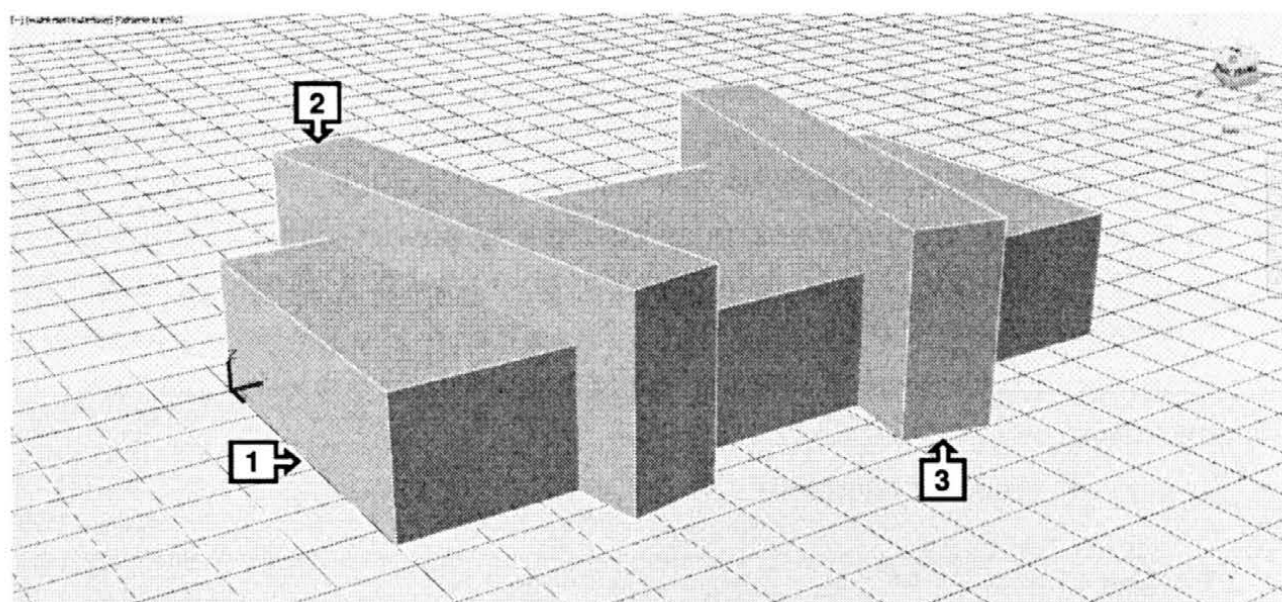
LP: EDBRYŁA > ciAło > Rozdziel bryły

Standardowo, po wywołaniu polecenia, wskazuje się bryłę (bryły), które mają być rozdzielone.

Uwaga

Po wykonaniu tego polecenia cała historia bryły zostaje utracona.

(Otwórz rysunek: *W-12-11-24-Separowanie-bryl-01.dwg.*)



W rysunku występują trzy prostopadłościany. Odejmujemy od prostopadłościanu dużego dwa prostopadłościany małe. Można sprawdzić, że to co pozostało jest jedną bryłą, klikając dowolną część. Wykonamy na tej bryle operację rozdzielenia i sprawdzimy, jak zachowują się teraz bryły składowe.

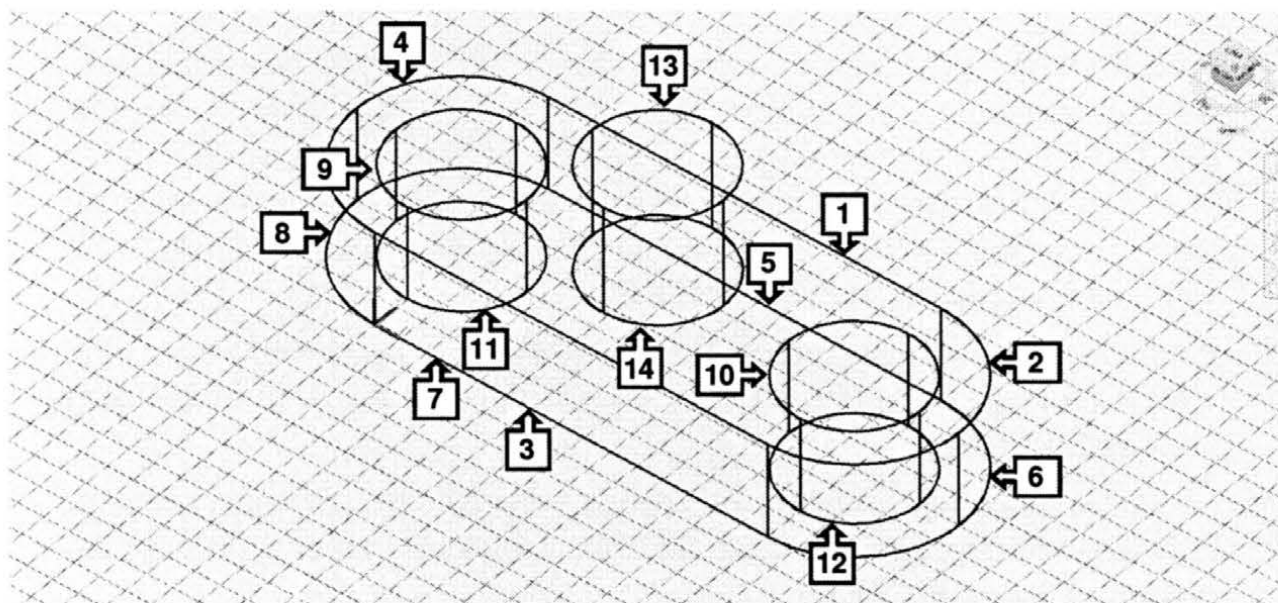
- Wywołujemy RÓŻNICA (Narzędzia główne > Edycja brył > Różnica), wskazujemy bryłę 1, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy bryły 2 i 3, zamykamy zbiór wskazań. W rysunku widać trzy odrębne bryły, ale formalnie stanowią one jedną całość. Można się o tym przekonać, klikając dowolną część. Wyróżnione będą wszystkie części.
- W celu przeprowadzenia separacji widocznych części na osobne bryły wywołujemy polecenie (Narzędzia główne > Edycja brył > Rozdziel), wskazujemy dowolną część i zamykamy zbiór wskazań. W rysunku występują teraz trzy osobne bryły. Można to sprawdzić, klikając każdą bryłę osobno.
- Poprawność wykonanych operacji można sprawdzić, odblokowując warstwę *osiel*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 24

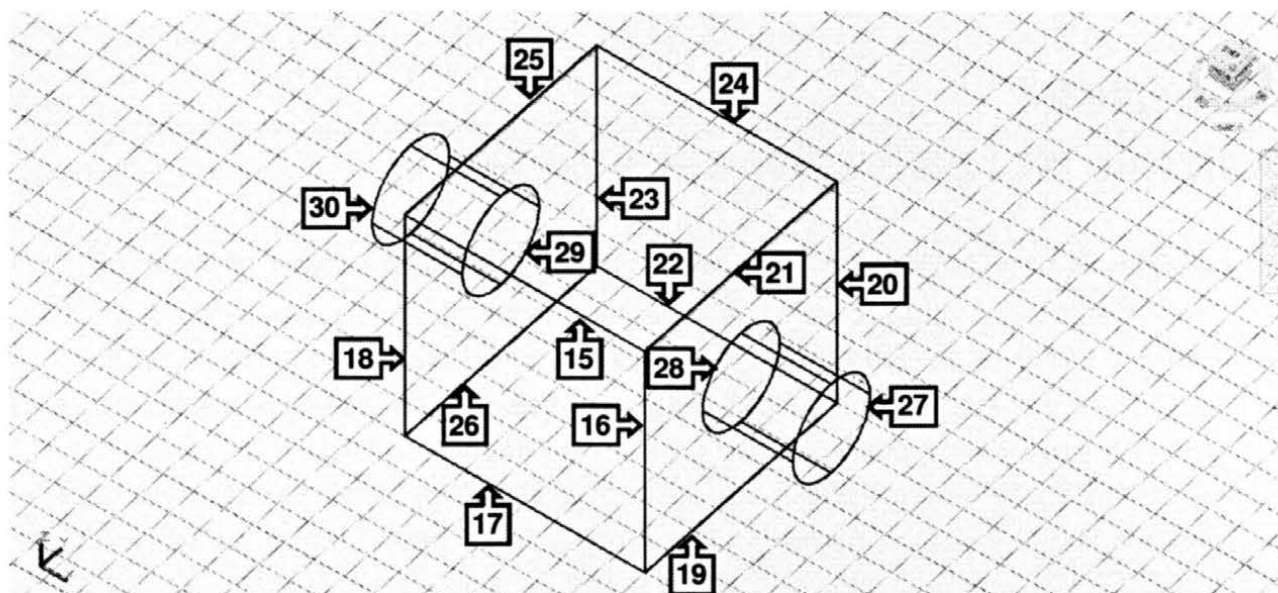
Tworzenie faz i zaokrągleń obiektów 3D

Cel ćwiczenia: Przetestowanie fazowania i zaokrąglania obiektów bryłowych.

- Otwórz rysunek *C-12-11-24-Zaokragl-Fazuj-01.dwg*. Na rysunku pokazano dwie bryły: pierwsza – po lewej stronie – z dwoma otworami i druga – po prawo – w postaci sześcianu z dodatkowymi walcami. Zadaniem naszym będzie wprowadzenie do tych brył fazowań i zaokrągleń. Dla ułatwienia wskazywania krawędzi włączamy styl wizualny *Model szkieletowy*.



- W bryle pierwszej zaokrąglimy wszystkie krawędzie oprócz dwóch krawędzi związanych z walcem (13 i 14), które później zostaną sfazowane. Wywołujemy polecenie ZAOKRĄGLKRAW, wskazujemy cztery krawędzie zewnętrzne górne (1, 2, 3, 4), cztery krawędzie zewnętrzne dolne (5, 6, 7, 8), dwie krawędzie wewnętrzne górne (9, 10) i dwie krawędzie wewnętrzne dolne (11, 12), zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *pRomień*, podajemy wartość 5 i kończymy polecenie.
- Sfazujemy teraz dwie krawędzie związane z walcem (13 i 14). Wywołujemy polecenie FAZOWKRAW, wskazujemy krawędzie walca 13 i 14, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Odległość*, podajemy wartość dla pierwszej odległości równą 5, podajemy wartość dla drugiej odległości też równą 5 i – w celu zakończenia polecenia – dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**.



- Przechodzimy do fazowania prawej bryły. Sfazujemy wszystkie krawędzie sześciangu, przyjmując fazy równe 8. Wywołujemy polecenie FAZOWKRAW, wybieramy opcję *Odległość*, podajemy wartość 8 dla pierwszej odległości i taką samą wartość dla drugiej odległości, wskazujemy cztery krawędzie jednego boku (15, 16, 17, 18), zamykamy zbiór wskazań i naciskamy klawisz **ENTER**.
- Ponownie wywołujemy polecenie, wskazujemy trzy niesfazowane krawędzie drugiego boku (19, 20, 21), zamykamy zbiór wskazań i naciskamy klawisz **ENTER**.
- Po raz kolejny wywołujemy polecenie, wskazujemy trzy niesfazowane krawędzie następnego boku (22, 23, 24), zamykamy zbiór wskazań i naciskamy klawisz **ENTER**.

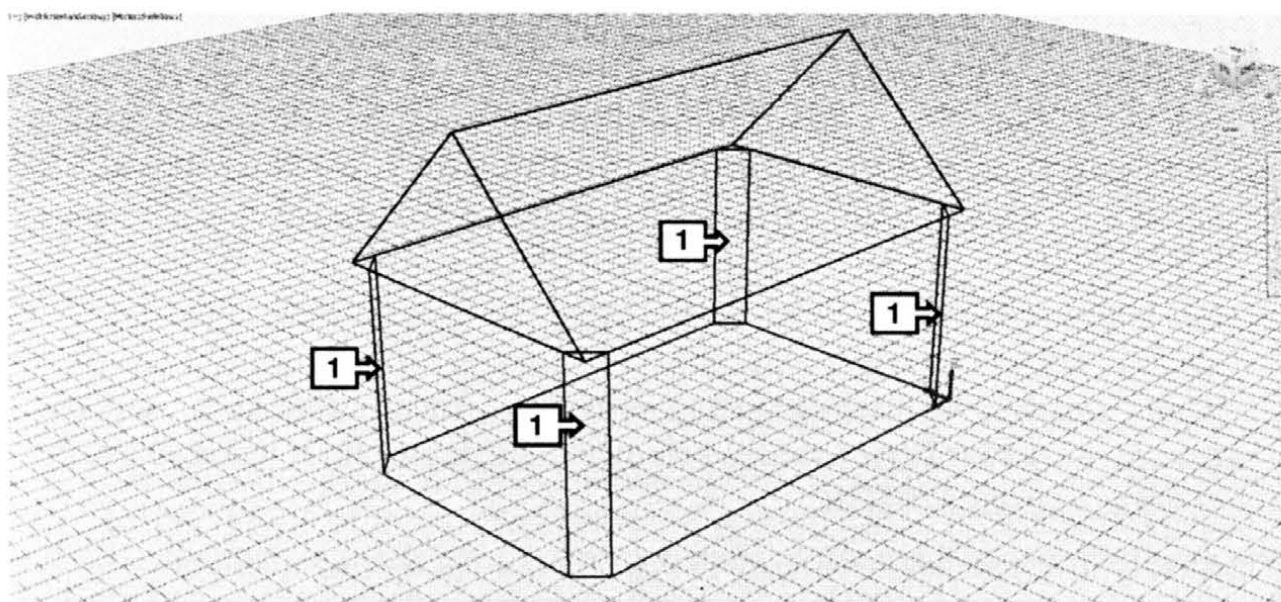
- Po raz czwarty wywołujemy polecenie, wskazujemy dwie niesfazowane krawędzie następnego boku (25, 26), zamykamy zbiór wskazań i naciskamy klawisz **ENTER**.
- Krawędzie walców w tej bryle zaokrąglimy z wykorzystaniem promienia równego 8 jednostkom. Wywołujemy polecenie **ZAOKRĄGLKRAW**, wskazujemy cztery krawędzie obydwu walców (27, 28, 29, 30), wybieramy opcję *pPromień*, podajemy wartość 8 i dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**.
- Poprawność wykonanej pracy można sprawdzić, odblokowując warstwę *osiel*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 25

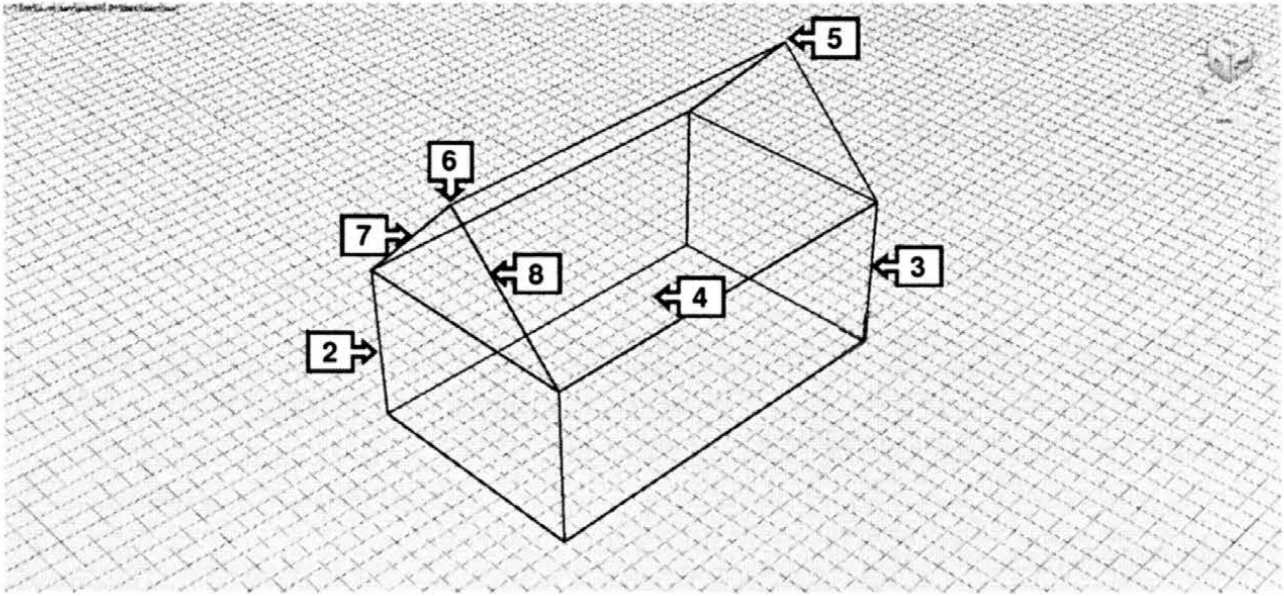
Edytowanie modeli bryłowych

Cel ćwiczenia: Nabycie umiejętności wprowadzania zmian w obiektach bryłowych.

- Otwórz rysunek *C-12-11-25-Edycja-bryl-01.dwg*. Na rysunku pokazano prosty szkic chaty: budynek umieszczono w warstwie *pom1*, a dach w warstwie *osiel*. Zadaniem naszym będzie usunięcie ściętych naroży (1) i powiększenie budynku oraz zmodyfikowanie dachu i utworzenie z takiej bryły powłoki. Ustawienie jako aktualnego stylu wizualnego *Model szkieletowy* może znakomicie ułatwić pracę.



- W pierwszym kroku usuniemy z budynku ścięcie naroży.

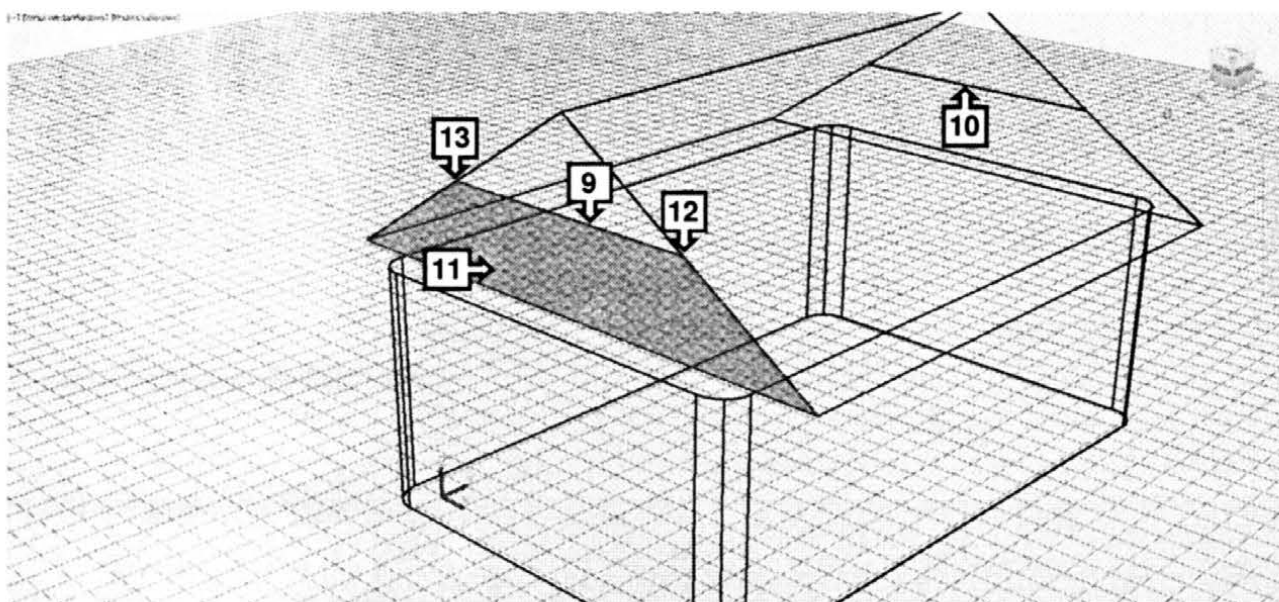


Dokonyjemy tego za pomocą polecenia EDBRYŁA z odpowiednią opcją (Narzędzia główne > Edycja brył > Usuń powierzchnie). Po wywołaniu polecenia trzeba wskazać powierzchnie w narożnikach budynku (1). Przy wskazywaniu powierzchni ścięcia najwygodniej posługiwać się narzędziem ViewCube w celu obracania modelu. Po wybraniu wszystkich powierzchni do usunięcia, zamykamy zbiór wskazań. Zbędne powierzchnie powinny zostać usunięte.

- Powiększymy teraz budynek. Wysokość pozostawimy bez zmian, natomiast odsuniemy na zewnątrz ściany boczne o 60 jednostek. Wywołamy polecenie EDBRYŁA z odpowiednią opcją (Narzędzia główne > Edycja brył > Odsuń powierzchnie), wskażemy powierzchnie ścian bocznych (wyboru najłatwiej dokonać, wskazując krawędzie ścian budynku (2, 3) – wskazanie jednej krawędzi powoduje wpisanie do zbioru wskazań obydwu powierzchni tworzących tę krawędź), zamykamy zbiór wskazań, podamy odległość odsunięcia równą 60 i dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**.
- Krawędzie boczne budynku zaokrąglimy za pomocą polecenia ZAO-KRĄGLIKRAW (Bryła > Edycja brył > Zaokrąglaj krawędź). Po wywołaniu polecenia, wybieramy opcję *pRomień*, podajemy wartość 50, wskazujemy wszystkie cztery naroża budynku, zamykamy zbiór wskazań i naciskamy klawisz **ENTER**.
- Zmodyfikujemy teraz dach, dopasowując go do nowego budynku. Powierzchnie prostokątne dachu odchylimy na zewnątrz w taki sposób, aby dach wystawał poza budynek. Powierzchnie trójkątne podzielimy na dwie części, wprowadzając nowe krawędzie bryły, łączące połowy równych

boków trójkątów. Nowe części górne (trójkątne) pozostawimy pionowe, natomiast powierzchnie dolne (trapezowe) odchylimy na zewnątrz, tworząc dach łamany.

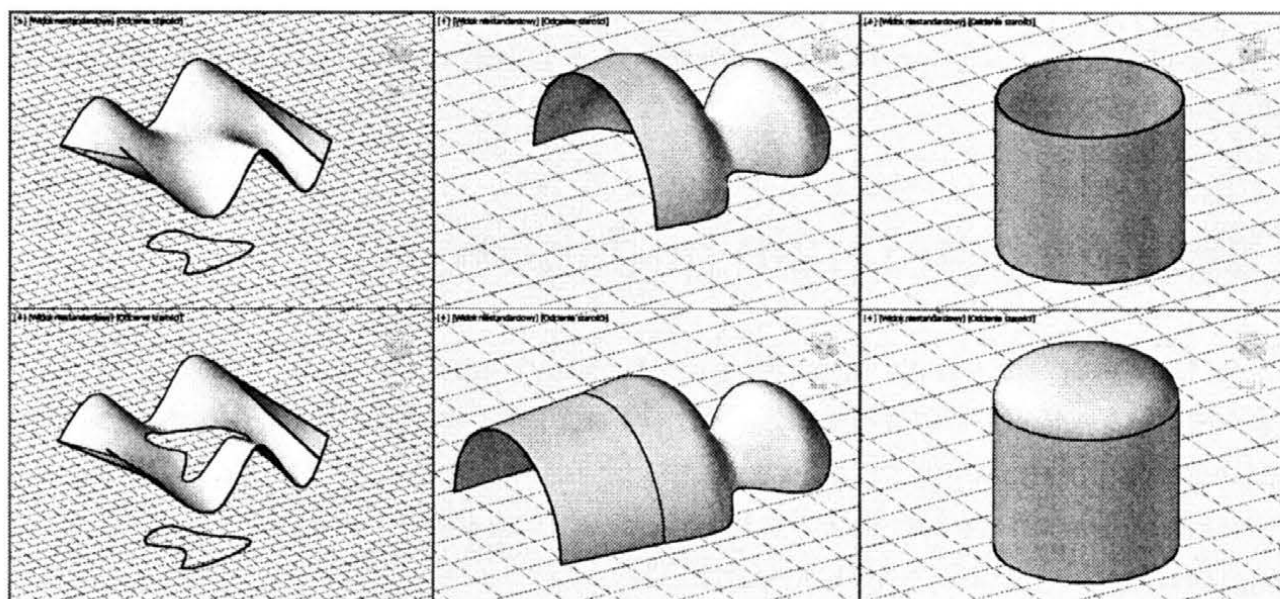
- Zaczynamy od odchylenia na zewnątrz powierzchni prostokątnych dachu. Wywołujemy polecenie EDBRYŁA z odpowiednią opcją (Narzędzia główne > Edycja brył > Obróć powierzchnie), wskazujemy powierzchnię dachu do obrócenia (4), zamykamy zbiór wskazań, jako oś obrotu wybieramy górną krawędź dachu, wskazując kolejno punkty 5 oraz 6 i wprowadzamy kąt obrotu równy 12° . Dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**. Powtarzamy sekwencję polecenia dla drugiej strony dachu, wskazując w taki sam sposób oś obrotu i podając kąt obrotu równy -12° .
- W warstwie *osieł* rysujemy linię łączącą środki równych boków powierzchni trójkątnej dachu (punkty 7 i 8 z trybem *SYMetria*). Przekształcimy teraz tę linię w krawędź bryły dachu, czyli wykonamy odcisk narysowanej linii w bryle. Wywołujemy polecenie ODCISK (Narzędzia główne > Edycja brył > Odcisnij), wskazujemy bryłę dachu, wskazujemy linię i decydujemy o wymazaniu linii pierwotnej z rysunku. Korzystając z orbity lub ViewCube, obracamy budynek tak, żeby widoczna była druga trójkątna część dachu. Przeprowadzamy dla niej taką samą operację. Mamy zdefiniowane nowe krawędzie w bryle (9, 10).



- Odchylimy teraz na zewnątrz powierzchnie trapezowe (11) w taki sam sposób, jak poprzednio odchyłaliśmy powierzchnie prostokątne dachu. Wywołujemy polecenie EDBRYŁA z odpowiednią opcją (Narzędzia główne > Edycja brył > Obróć powierzchnie), wskazujemy do obracania powierzchnię trapezową, zamykamy zbiór wskazań, jako oś obrotu wybieramy górną krawędź trapezu, wskazując punkty 12 oraz 13, wprowadzamy

kąt obrotu równy 47° i dwa razy naciskamy klawisz **ENTER**. Operację powtarzamy dla drugiej powierzchni trapezowej.

- Wygenerujemy teraz powłokę bryły dachu o grubości równej 20 jednostkom. Wywołujemy polecenie EDBRYŁA z odpowiednią opcją (Narzędzia główne > Edycja brył > Powłoka), wskazujemy bryłę dachu. Automatycznie zostały wpisane do zbioru wskazań wszystkie powierzchnie. Usuniemy powierzchnię spodnią dachu. W tym celu trzeba odwrócić dach w taki sposób (orbita lub ViewCube), aby widoczna była na ekranie dolna powierzchnia bryły dachu (do usunięcia) i ją wskazać (usunąć ze zbioru wskazań). Zamykamy zbiór wskazań i podajemy grubość powłoki równą 20 jednostkom.
- Powłokę dachu można obejrzeć dokładnie, wyłączając widoczność warstwy *pom1* i posługując się orbitą lub ViewCube.
- W warstwach *pom2* i *osie2* została zapisana poprawna postać zmodyfikowanych brył.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Rozdział XII

Edycja powierzchni

W rozdziale zajmiemy się możliwością modyfikacji powierzchni proceduralnych i powierzchni NURBS. Podstawowymi sposobami edycji powierzchni istniejących w rysunku jest ucinanie, wydłużanie i zaokrąglanie powierzchni. Ponadto powierzchnie mogą być łączone, odsuwane i zamykane. Występuje również kilka poleceń związanych z krawędziami powierzchni, obiektami rzutowanymi na powierzchnię oraz pozyskiwaniem krawędzi z istniejących struktur powierzchniowych.

W praktyce także bardzo często będziemy korzystali z uchwytów, metauchwytów, a w przypadku powierzchni NURBS również z wierzchołków sterujących. Rodzaje uchwytów i metauchwytów, sposoby ich przedstawiania i wykorzystywania, zostały omówione w rozdziale omawiającym modelowanie bryłowe i mają zastosowanie również w przypadku edycji obiektów powierzchniowych. Modyfikacjami powierzchni NURBS za pomocą wierzchołków sterujących i operowaniem tymi wierzchołkami zajmiemy się w osobnym punkcie rozdziału.

Trzeba liczyć się z tym, że w wielu przypadkach przeprowadzenie operacji edycyjnych na powierzchniach nie będzie możliwe, wtedy program prześle nam – w linii poleceń – odpowiedni komunikat z krótkim komentarzem o przyczynach niepowodzenia.

Edycyjne polecenia podstawowe

Do poleceń tych zaliczymy polecenia umożliwiające przycięcie powierzchni (PRZYTPOW), cofnięcie przycięcia powierzchni (COFPRZYCPOW), wydłużenie powierzchni przez wyciągnięcie jej krawędzi (WYDŁUŻPOW) oraz połączenie dwóch powierzchni powierzchnią o zadanym promieniu, czyli zaokrąglanie powierzchni (ZAOKRĄGLPOW).

Przycinanie powierzchni

Przycinanie powierzchni może być realizowane podobnie jak w przypadku obiektów 2D, w których podawana była granica cięcia w postaci obiektu płaskiego, a potem fragment obiektu do ucięcia. W przypadku przycinania powierzchni również musimy określić granicę, do której obiekt ma być przycinany. W tym przypadku jest to inna powierzchnia. Będą możliwe do wykorzystania opcje, w których wskazywać będziemy tylko obiekty płaskie (2D), ale również i w takim przypadku program będzie tworzył powierzchnię przycinania, korzystając z algorytmu wewnętrznego. Operację przycinania powierzchni będziemy realizowali za pomocą polecenia PRZYTPOW, które można wywołać:

W3D: Powierzchnia > Edycja > Ucięcie powierzchni

PN: Edycja powierzchni > Ucięcie powierzchni

MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Utnij

LP: PRZYTPOW

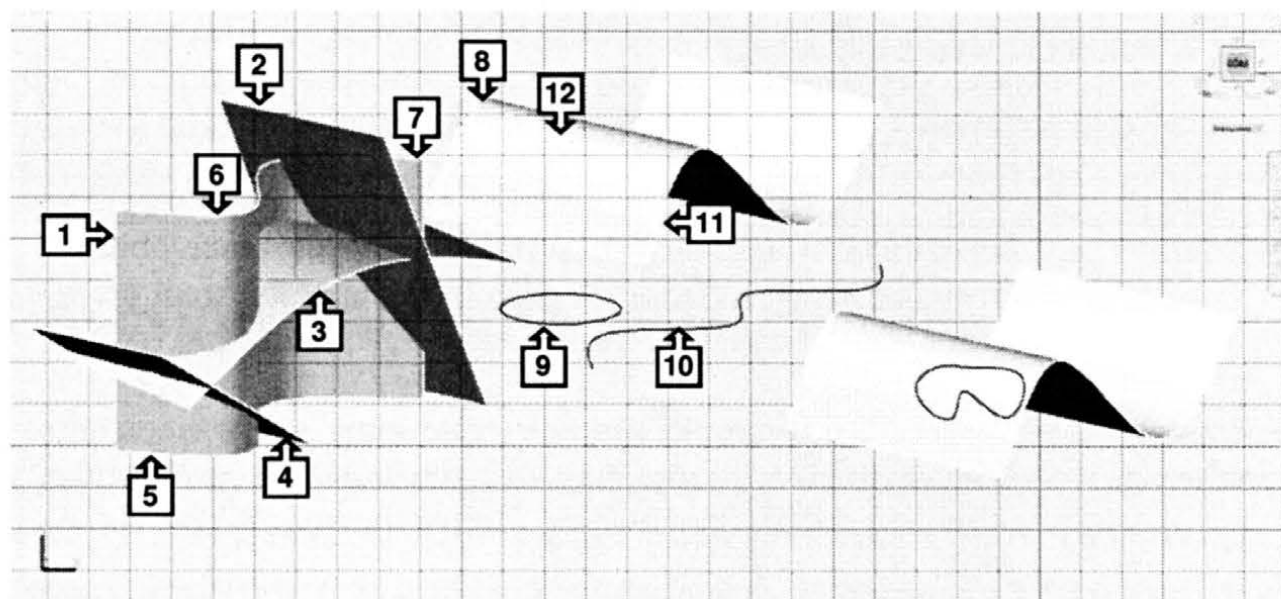
Polecenie jest wykonywane trójetapowo. W pierwszej kolejności wskazujemy powierzchnie lub regiony, które będą przycinane, i zamykamy zbiór wskazań. Następnie wskazujemy obiekty, które mają tworzyć powierzchnie granic cięcia i w trzecim etapie wskazujemy te fragmenty przycinanych obiektów, które mają zostać usunięte z rysunku.

W poleceniu występują opcje:

PRZYTPOW	
Opcje	Opis
WYdłuż	Umożliwia włączenie lub wyłączenie wydłużania obiektu, który jest granicą cięcia, do przecięcia się z obiektem ucinanym. Wydłużanie jest realizowane tylko na czas trwania polecenia.
Kierunek rzutowania	Pozwala na wybranie sposobu rzutowania na powierzchnię ucinaną obiektów, które mają być granicami cięcia. Wchodzą tu w grę cztery możliwości: <i>Automatyczny</i> , <i>Widok</i> , <i>LUW</i> , <i>Brak</i> .
Automatyczny	Po wybraniu opcji program działa według następującego algorytmu: ➤ Jeśli widok jest widokiem ortogonalnym (Przód, Prawo, Lewo, Góra itd.), geometria granicy cięcia jest rzutowana na powierzchnię przycinaną w kierunku widoku. ➤ Jeśli widok nie jest widokiem ortogonalnym i geometria tnąca jest obiektem 2D, wówczas geometria ta jest rzutowana na powierzchnię przycinaną w kierunku prostopadłym do płaszczyzny, w której leży geometria tnąca. ➤ Jeśli widok jest lub nie jest widokiem ortogonalnym, a geometria tnąca jest obiektem 3D, wówczas geometria ta jest rzutowana na powierzchnię przycinaną w kierunku równoległym do osi Z aktualnego układu współrzędnych.
Widok	Powoduje rzutowanie geometrii tnącej na powierzchnię przycinaną równolegle do osi patrzenia widoku (prostopadle do ekranu monitora).
LUW	Powoduje rzutowanie geometrii tnącej na powierzchnię przycinaną równolegle do osi Z aktualnego układu współrzędnych.
Brak	Powierzchnia przycinana będzie tylko wtedy, gdy geometria tnąca będzie leżała na przycinanej powierzchni.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-01-Utnij-pow-01.dwg*.)

Rysunek ten zawiera zestaw obiektów, które posłużą nam do zademonstrowania polecenia PRZYTPOW.



- Rozpocniemy od przycięcia powierzchni **1** na granicach z powierzchniami **2** i **3** oraz na granicy z regionem **4**.
- Wywołujemy polecenie PRZYTPOW, wskazujemy powierzchnię, która będzie przycinana (**1**), zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy powierzchnie przycinające (**2**, **3**, **4**), zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy kolejno te fragmenty powierzchni przycinanej, które mają być usunięte z rysunku (**5**, **6**, **7**).
- Pokażemy, w jaki sposób zostanie przycięta powierzchnia z wykorzystaniem obiektów 2D nieleżących na powierzchni przycinanej, przy przyjęciu automatycznego kierunku rzutowania.
- Wywołujemy polecenie PRZYTPOW, wskazujemy powierzchnię, która będzie przycinana (**8**), zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy obiekty, na podstawie których zostaną zbudowane powierzchnie przycinające (**9**, **10**), zamykamy zbiór wskazań. Na powierzchni przycinanej pojawią się rzuty wskazanych obiektów przycinających. Wskazujemy te fragmenty powierzchni przycinanej, które mają być usunięte z rysunku. Usuniemy prawą część powierzchni (**11**) oraz utworzymy otwór w powierzchni, przez wskazanie fragmentu wewnątrz rzutu okręgu (**12**).
- Zademonstrujemy definiowanie kierunku rzutowania zgodnego z widokiem. Przywołajmy na ekran widok o nazwie *Wid-1* (Narzędzia główne > Widok > Wid-1 z listy widoków). Na tle powierzchni **13** widać zamknięty splajn **14**. Splajn został narysowany w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny ekranu i posłuży nam jako geometria przycinająca, która zostanie zrzutowana na powierzchnię przycinaną (**13**) zgodnie z aktualnym widokiem.

- Wywołujemy polecenie PRZYTPOW, wybieramy opcję *Klerunek rzutowania*, wybieramy opcję *Widok*, wskazujemy powierzchnię, która będzie przycinana (13), zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy obiekt, na podstawie którego zostanie zbudowana powierzchnia przycinająca (14) i zamykamy zbiór wskazań. Klikamy teraz wewnątrz zamkniętego splajnu 14. Za pomocą orbity możemy obejrzeć rezultaty naszych działań.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Cofanie przycięcia powierzchni

Jeśli powierzchnia została przycięta, to możliwe jest cofnięcie tego przycinania również w innej sesji programu, co oznacza, że można przyciąć powierzchnię, zapisać i zamknąć rysunek, potem ponownie otworzyć rysunek i przywrócić fragment, który został poprzednio odcięty. Jeśli fragmentów było kilka, to cofnięcie przycinania może dotyczyć dowolnego zbioru tych fragmentów.

Polecenie, które umożliwia przeprowadzenie operacji odzyskiwania odciętych fragmentów powierzchni, nosi nazwę COFPRZYCPOW i można je wywołać:

- W3D: Powierzchnia > Edycja > Cofnij ucięcie
- PN: Edycja powierzchni > Cofnięcie ucięcia powierzchni
- MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Cofnij ucięcie
- LP: COFPRZYCPOW

Po wywołaniu polecenia wskazujemy krawędzie, które powstały w wyniku ucinania i te fragmenty powierzchni zostają przywrócone.

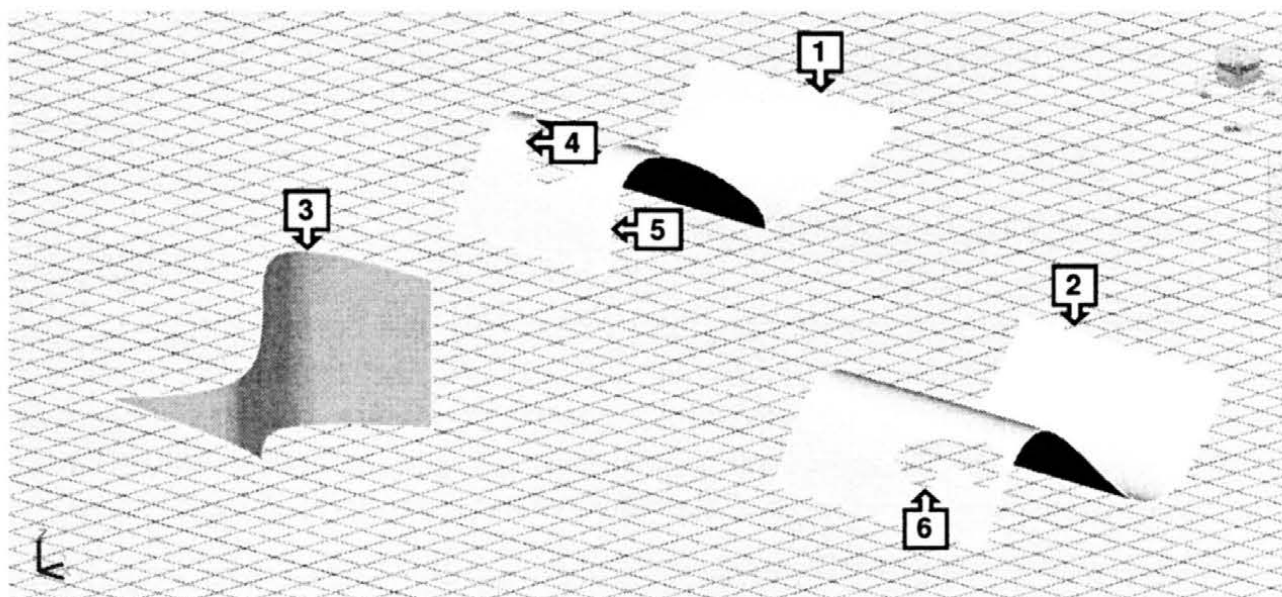
W poleceniu występuje opcja:

COFPRZYCPOW	
Opcje	Opis
POWierzchnia	Umożliwia przywrócenie wszystkich odciętych fragmentów powierzchni, po jednym wskazaniu (powierzchni, a nie krawędzi).

Uwaga
Polecenie COFPRZYCPOW powoduje cofnięcie przycięcia, które zostało wykonane za pomocą polecenia PRZYTPOW. Nie powoduje przywrócenia fragmentów powierzchni usuniętych z wykorzystaniem polecenia RZUTUJGEOM oraz zmiennej systemowej SURFAUTOTRIM.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-02-Utnij-pow-02.dwg*.)

W rysunku występują powierzchnie, które zostały zmodyfikowane (przycięte) za pomocą polecenia COFPRZYCPOW.



- Rozpoczniemy od przywrócenia fragmentów odciętych w powierzchniach 1 i 2. Wywołujemy polecenie COFPRZYCPOW, wskazujemy kolejno krawędzie 4, 5 i 6, zamykamy zbiór wskazań. Odzyskaliśmy odcięte fragmenty powierzchni.
- Przywrócimy odcięte fragmenty powierzchni 3. Wywołujemy polecenie COFPRZYCPOW, wybieramy opcję *POwierzchnia* (podając z klawiatury łańcuch *pow*, gdyż samo *p* nie działa – nie działa również opcja *Powierzchnia* w menu kontekstowym), wskazujemy powierzchnię 3 i zamykamy zbiór wskazań. Odzyskaliśmy odcięte fragmenty powierzchni. Kończymy pracę z rysunkiem.

Wydłużanie powierzchni

Wydłużanie powierzchni sprowadza się do tworzenia dodatkowej powierzchni, korzystając z wybranej krawędzi powierzchni pierwotnej (bazowej). Tak utworzona dodatkowa powierzchnia może być powierzchnią osobną, czyli tylko stykać się na krawędzi definiującej z powierzchnią pierwotną lub może być – z powierzchnią pierwotną – połączona w jeden obiekt. Oprócz tego mamy możliwość wpływania na sposób tworzenia powierzchni dodatkowej. Może to być powierzchnia, która będzie kontynuowała powierzchnię pierwotną lub powierzchnia tworzona bez takiej kontynuacji. Wymienione cechy tworzenia powierzchni dodatkowej są zależne od opcji wybranych w poleceniu.

Polecenie służące do wydłużania powierzchni nazywa się WYDŁUŻPOW i można je wywołać:

- W3D: Powierzchnia > Edycja > Wydłuż
- PN: Edycja powierzchni > Wydłużenie powierzchni
- MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Wydłuż
- LP: WYDŁUŻPOW

Po wywołaniu polecenia wskazujemy krawędzie, które mają być wydłużone, zamykamy zbiór wskazań i podajemy długość wydłużenia.

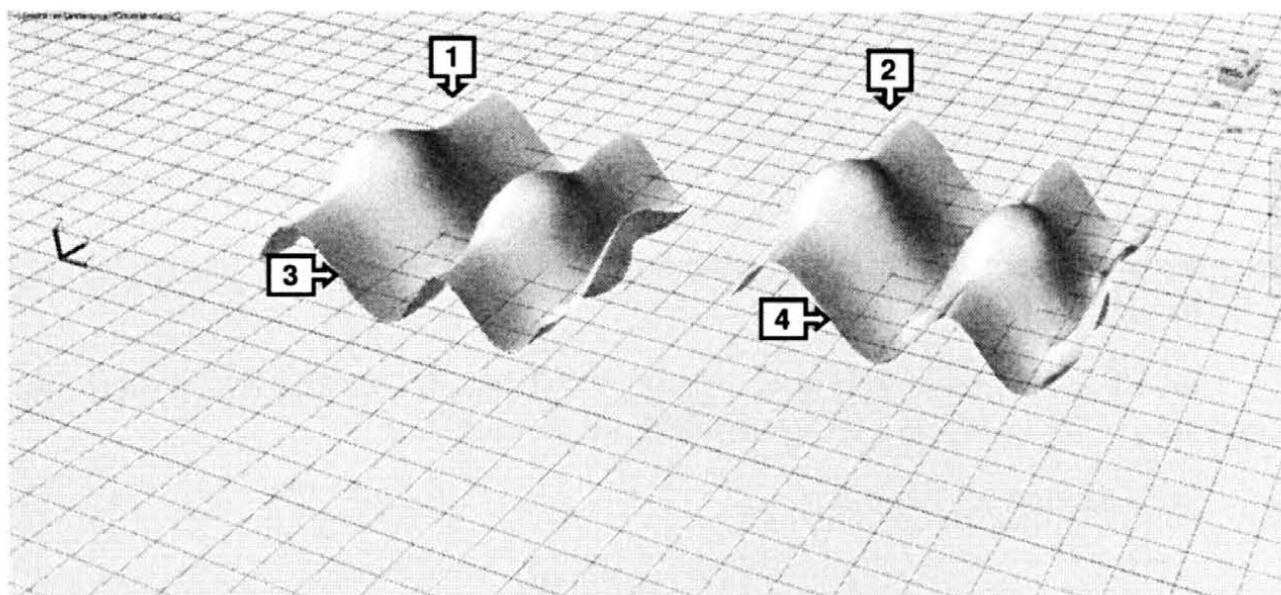
W poleceniu występują opcje:

WYDŁUŻPOW	
Opcje	Opis
Tryby	Umożliwia zmianę metody tworzenia powierzchni oraz sposobu dołączenia nowej powierzchni do powierzchni pierwotnej.
Wydłuż	Metoda tworzenia. Kształt nowej powierzchni jest traktowany jako kontynuacja powierzchni pierwotnej, niezależnie od tego czy powierzchnia ta będzie powierzchnią osobną, czy będzie z powierzchnią pierwotną stanowiła jedną całość.
Rozciągnij	Metoda tworzenia. Kształt nowej powierzchni jest traktowany jako odrębna powierzchnia, niezależnie od tego czy powierzchnia ta będzie powierzchnią osobną, czy będzie z powierzchnią pierwotną stanowiła jedną całość.
Dołącz	Sposób dołączenia. Powoduje utworzenie odrębnej powierzchni, stykającej się z powierzchnią pierwotną.
Scal	Sposób dołączenia. Powoduje scalenie nowo powstałej powierzchni z powierzchnią pierwotną.

(Otwórz rysunek: W-12-12-03-Wydłuż-pow-01.dwg.)

W rysunku występują dwie takie same powierzchnie, które zostaną wydłużone za pomocą polecenia WYDŁUŻPOW.

- Powierzchnię 1 wydłużymy, tworząc powierzchnię dodatkową, która nie będzie scalona z powierzchnią pierwotną.
- Wywołujemy polecenie WYDŁUŻPOW, wskazujemy krawędź 3, zamykamy zbiór wskazań, w linii poleceń sprawdzamy, czy aktualne ustawienia brzmią Tryby = Wydłuż, Tworzenie = Scal, Jeśli tak jest, podajemy z klawiatury długość wyciągnięcia 20 i kończymy polecenie. Jeśli ustawienia są inne, wtedy wybieramy opcję Tryby, wybieramy opcję Wydłuż, potem opcję Dołącz, podajemy długość wyciągnięcia 20 i kończymy polecenie.

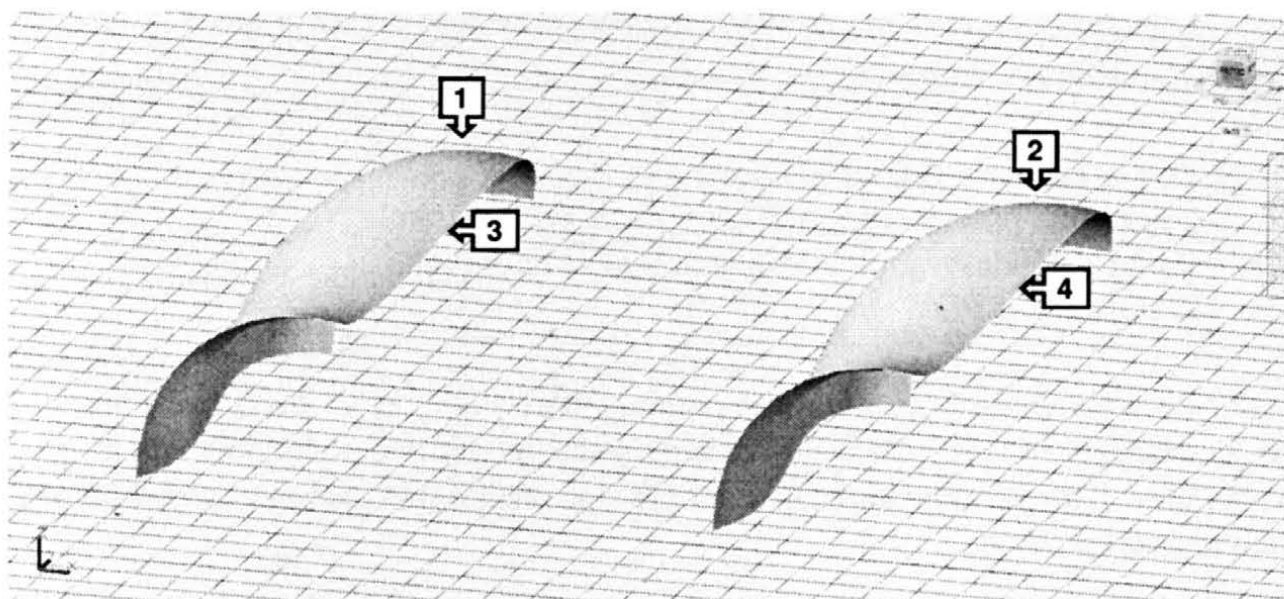


- Powierzchnię 2 wydłużymy, tworząc powierzchnię dodatkową, która będzie scalona z powierzchnią pierwotną.
- Wywołujemy polecenie WYDŁUŻPOW, wskazujemy krawędź 4, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Tryby*, wybieramy opcję *Wydłuż*, potem opcję *Scal*, podajemy długość wyciągnięcia 20 i kończymy polecenie.
- Możemy kliknąć nowo powstałą powierzchnię. Przy powierzchni 1 powierzchnia dodatkowa będzie odrębną powierzchnią (można ją usunąć, a potem polecenie cofnąć). Powierzchnia 2 stanowi jedność z powierzchnią dodatkową.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-04-Wydłuż-pow-02.dwg*.)

W rysunku występują dwie takie same powierzchnie obrotowe, które zostaną wydłużone za pomocą polecenia WYDŁUŻPOW, przy czym przetestujemy wpływ metody tworzenia (*Wydłuż*, *Rozciągnij*) na ostateczny kształt powierzchni po zakończeniu operacji wydłużania.

- Powierzchnię 1 wydłużymy, tworząc powierzchnię dodatkową w trybie *Wydłuż*, która nie będzie scalona z powierzchnią pierwotną.
- Wywołujemy polecenie WYDŁUŻPOW, wskazujemy krawędź 3, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Tryby*, wybieramy opcję *Wydłuż*, potem opcję *Dołącz*, podajemy długość wyciągnięcia 50 i kończymy polecenie.
- Powierzchnię 2 wydłużymy, tworząc powierzchnię dodatkową w trybie *Rozciągnij*, która też nie będzie scalona z powierzchnią pierwotną.



- Wywołujemy polecenie WYDŁUŻ POW, wskazujemy krawędź 4, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję Tryby, wybieramy opcję Rozciągaj, potem opcję Dołącz, podajemy długość wyciągnięcia 50 i kończymy polecenie.
- W celu porównania otrzymanych rezultatów ustawimy jako aktualny widok o nazwie Przód-Orto (Narzędzia główne > Widok > Przód-Orto z listy rozwijalnej widoków).
- W zablokowanej warstwie kreska1 znajduje się poprawne rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Zaokrąglanie powierzchni

Zaokrąglanie powierzchni jest realizowane pomiędzy dwoma powierzchniami poprzez zdefiniowanie trzeciej powierzchni, która łączy krawędź jednej powierzchni łączonej z krawędzią drugiej powierzchni łączonej. Operacja zaokrąglania jest możliwa przy przyjęciu następujących założeń:

- Łączone krawędzie obydwu powierzchni pierwotnych (zaokrąglanych) muszą być prostoliniowe.
- Łączone krawędzie nie muszą być równoległe.
- Łączone krawędzie nie muszą być tej samej długości.
- Łączone (zaokrąglane) powierzchnie nie mogą być do siebie równoległe.
- Tworzona powierzchnia ma stałą krzywiznę – można ją traktować jako pewien wycinek bocznej powierzchni walca.

Operację zaokrąglania powierzchni przeprowadza się za pomocą polecenia **ZAOKRĄGLPOW**, którą można wywołać:

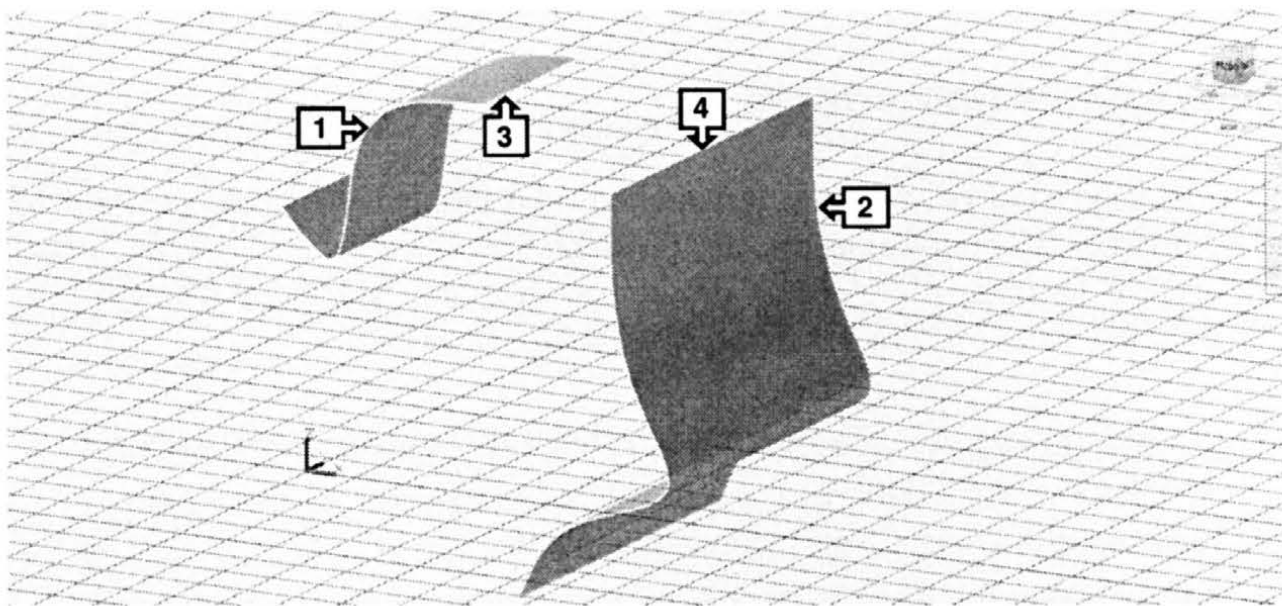
- W3D: Powierzchnia > Edycja > Zaokrąglaj
- PN: Tworzenie powierzchni > Zaokrąglanie powierzchni
- MR: Rysuj > Modelowanie > Powierzchnie > Zaokrąglaj
- LP: **ZAOKRĄGLPOW**

Po wywołaniu polecenia wskazujemy krawędzie, które mają być połączone dodatkową powierzchnią o zadanym promieniu, wskazujemy dwie powierzchnie i naciskamy klawisz **ENTER** lub kończymy polecenie za pomocą menu kontekstowego.

W poleceniu występują opcje:

ZAOKRĄGLPOW	
Opcje	Opis
Promień	Umożliwia zmianę promienia zaokrąglenia nowej powierzchni.
Utnij powierzchnię	Pozwala na decydowanie o odcinaniu lub pozostawianiu w rysunku tych fragmentów powierzchni pierwotnych, które wystają poza zdefiniowaną nową powierzchnię zaokrąglenia.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-05-Zaokragl-pow-01.dwg*.)



W rysunku występują dwie powierzchnie (1 i 2), które połączymy trzecią powierzchnią, która zostanie narysowana pomiędzy istniejącymi powierzchniami i będzie miała stały promień zaokrąglenia. Powierzchnia nowa zostanie

rozpostarta pomiędzy krawędzią 3 jednej powierzchni i krawędzią 4 drugiej powierzchni.

- Wywołujemy polecenie ZAOKRĄGLPOW, wybieramy opcję *Promień*, podajemy wartość 20, wskazujemy powierzchnię 1, potem powierzchnię 2 i kończymy polecenie.
- Za pomocą orbity można obejrzeć uzyskany zestaw powierzchni z różnych stron.
- W zablokowanej warstwie *kreska1* znajduje się poprawne rozwiązanie.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Edycyjne polecenia uzupełniające

Omówimy teraz polecenia, które umożliwiają modyfikowanie powierzchni, a niektóre również brył, nie zawsze w sposób bezpośredni, dlatego zostały sklasyfikowane w osobnej grupie jako polecenia uzupełniające.

Rzutowanie obiektów liniowych

Do obiektów liniowych, które mogą być rzutowane, będziemy zaliczać: linie, łuki, okręgi, elipsy, polilinię 2D dopasowaną do splajnu, polilinię 2D dopasowaną do krzywej, polilinię 3D, polilinię 3D dopasowaną do splajnu, splajn i helisę. Wszystkie te obiekty mają szerokość i grubość równą zero, czyli są to obiekty jednowymiarowe.

Obiekty te mogą być rzutowane na powierzchnie proceduralne, powierzchnie NURBS oraz na bryły.

Poleceniem, które umożliwia przeprowadzenie operacji rzutowania określonej geometrii na powierzchnię lub powierzchnię bryły, jest polecenie RZUTUJGEOM.

Polecenie może być wywołane z wstążki lub klawiatury.

W3D: Powierzchnia > Rzutuj geometrię > *odpowiednia opcja*

PN: -----

MR: -----

LP: RZUTUJGEOM

Po wywołaniu polecenia wskazujemy obiekty do rzutowania (obiekty liniowe), zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy obiekt, na który rzutowanie ma być wykonane. Następnie trzeba wybrać opcję rzutowania. Po wykonaniu rzutowania rzut obiektu rzutowanego pojawia się na powierzchni lub bryle. Oprócz tego powierzchnia lub bryła, na którą zrzutowano geometrię, może zostać zmodyfikowana przez usunięcie fragmentu wewnętrznego rzutowanej geometrii. Decyduje o tym zmienna systemowa SURFACEAUTOTRIM.

We wstążce występują trzy piktogramy polecenia RZUTUJGEOM, uwzględniające już opcje rzutowania geometrii:

- Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na układ LUW – realizuje opcję *LUW*.
- Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na widok – realizuje opcję *Widok*.
- Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na 2 punkty – realizuje opcję *Punkty*.

W poleceniu występują opcje:

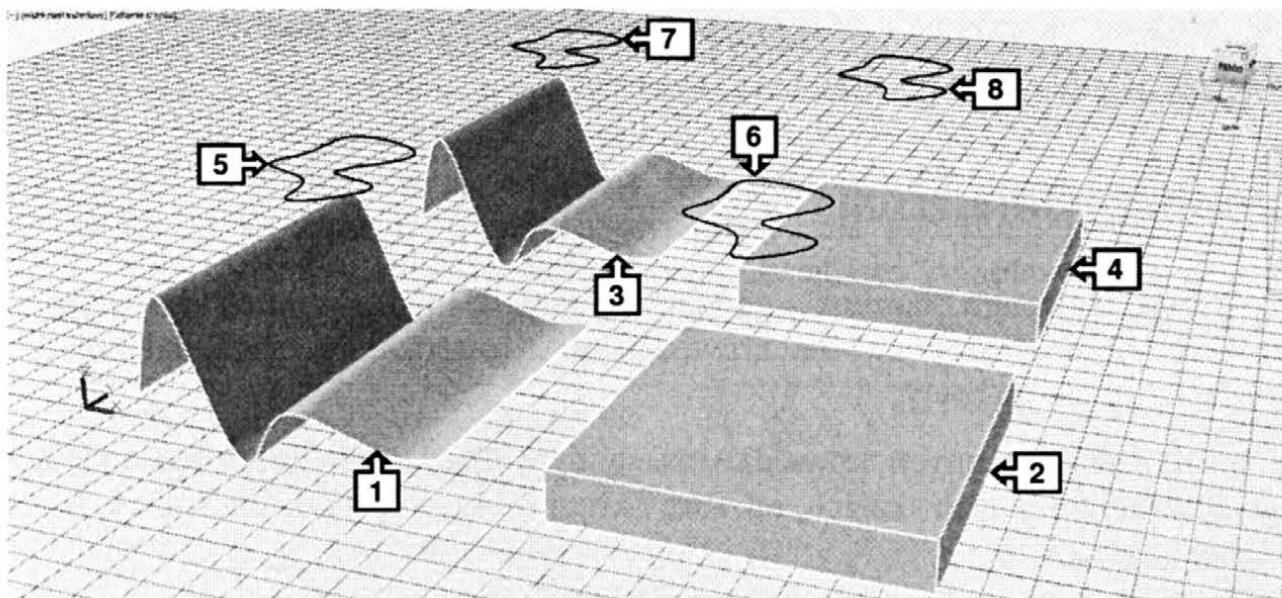
RZUTUJGEOM	
Opcje	Opis
Kierunek rzutowania	Umożliwia ustalenie sposobu rzutowania geometrii na powierzchnię lub bryłę. Do dyspozycji są trzy możliwości: <i>Widok</i> , <i>LUW</i> i <i>Punkty</i> .
Widok	Pozwala na rzutowanie wzdłuż osi równoległej do aktualnego kierunku patrzenia (prostopadle do ekranu monitora).
LUW	Rzutowanie będzie przeprowadzane wzdłuż linii równoległej do osi Z aktualnego układu współrzędnych.
Punkty	Umożliwia podanie dwóch punktów, które zdefiniują kierunek rzutowania.

zm.sys. SURFACEAUTOTRIM	
Wartość	Opis
0	Powierzchnia lub bryła nie jest modyfikowana (wycinana) po wykonaniu rzutowania.
1	Powierzchnia lub bryła jest modyfikowana (wycinana) po wykonaniu rzutowania.

Zmienną systemową SURFACEAUTOTRIM można przełączać za pomocą piktogramu we wstążce (Powierzchnia > Rzutuj geometrię > Automatyczne ucinanie). Jeśli piktogram jest podświetlony, powierzchnia lub bryła są modyfikowane (wycinane).

W celu przetestowania rzutowania geometrii na powierzchnię i na bryłę utworzymy rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-06-Rzutuj-na-01.dwg*.)



W rysunku występują dwie powierzchnie (1, 3), dwie bryły (2, 4) i cztery splajny (5, 6, 7, 8). Przeprowadzimy operację rzutowania splajnów na bryły i powierzchnie. W dwóch przypadkach rzutowanie wykonamy bez wycinania powierzchni lub bryły, w dwóch pozostałych – wycinanie zostanie włączone. Będziemy korzystali z opcji *LUW* polecenia *RZUTUJGEOM*.

- Wyłączamy wycinanie powierzchni. Piktogram *Automatyczne ucinanie* (Powierzchnia > Rzutuj geometrię > Automatyczne ucinanie) ma być wyłączony.
- Wywołujemy polecenie (Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na układ LUW), wskazujemy splajn 5, zamykamy zbiór wskazań i klikamy powierzchnię 1.
- Ponownie – w ten sam sposób – wywołujemy polecenie (Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na układ LUW), wskazujemy splajn 5, zamykamy zbiór wskazań i klikamy bryłę 2.

- Włączamy wycinanie powierzchni. Piktogram *Automatyczne ucinanie* (Powierzchnia > Rzutuj geometrię > Automatyczne ucinanie) ma być włączony.
- Wywołujemy polecenie (Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na układ LUW), wskazujemy splajn 7, zamykamy zbiór wskazań i klikamy powierzchnię 3.
- Ponownie – w ten sam sposób – wywołujemy polecenie (Powierzchnie > Rzutuj geometrię > Rzutuj na układ LUW), wskazujemy splajn 8, zamykamy zbiór wskazań i klikamy bryłę 4.
- Możemy skorzystać z orbity w celu obejrzenia wyników pracy.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Łączenie powierzchni

Pod pojęciem łączenia powierzchni będziemy rozumieli budowanie powierzchni pomiędzy dwoma krawędziami. Krawędzie te mogą należeć do powierzchni lub do bryły.

Kształty łączonych krawędzi muszą być takie same, mogą być jedynie narysowane w różnych skalach, np. dwa okręgi o innych promieniach, dwie linie o innej długości.

Przy łączeniu dwóch powierzchni (ich krawędzi) mamy wpływ na kształtowanie tworzonej powierzchni na krawędzi styku z powierzchniami pierwotnymi. Właściwość tę nazywamy *ciągłością*. Przy łączeniu powierzchni mamy do dyspozycji ciągłości typu: G0, G1 oraz G2. Parametr ciągłości może być zmieniany w trakcie realizacji polecenia łączenia oraz po zakończeniu polecenia. W tym drugim przypadku jest to edycja istniejącej powierzchni za pomocą uchwytów gładkości.

Polecenie, które umożliwia łączenie powierzchni, nosi nazwę POŁĄCZ-POW i można je wywołać:

W3D: Powierzchnia > Utwórz > Połączenie

PN: Tworzenie powierzchni > Połączenie powierzchni

MR: Rysuj > Modelowanie > Powierzchnie > Połączenie

LP: POŁĄCZPOW

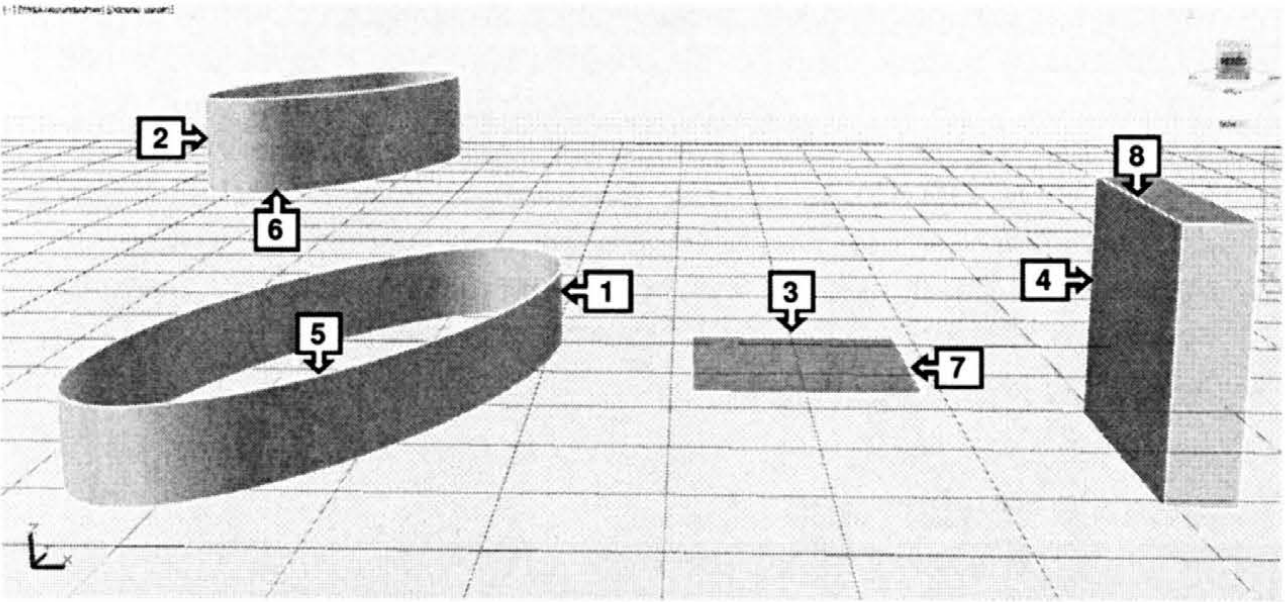
Po wywołaniu polecenia wskazujemy krawędzie jednej grupy obiektów do połączenia, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy krawędzie obiektów do połączenia, zamykamy zbiór wskazań. Mamy teraz możliwość zakończenia polecenia

(klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe) względnie ustawienia parametrów ciągłości i wypukłości dla obydwu krawędzi tworzących.

W poleceniu występują opcje:

POŁĄCZPOW	
Opcje	Opis
Łańcuch	Umożliwia wybranie za pomocą jednego wskazania kilku krawędzi, które stanowią łańcuch, czyli krawędzi występujących jedna za drugą i stykających się ze sobą.
Ciągłość	Pozwala na ustalenie rodzajów ciągłości dla tworzonej powierzchni, przy obydwu krawędziach. Do wyboru mamy ciągłości G0, G1 oraz G2.
wielkość Wypukłości	Pozwala na ustalenie wielkości współczynnika, który jest odpowiedzialny za wypukłość, dla tworzonej powierzchni, przy obydwu krawędziach. Wielkość współczynnika może przybierać wartości z zakresu od 0 (brak wypukłości) do 1 (największa wypukłość).

(Otwórz rysunek: *W-12-12-07-Polacz-pow-01.dwg*.)



Na rysunku występują dwie powierzchnie utworzone na bazie elipsy (1, 2) oraz płaska powierzchnia (3) i bryła w postaci prostopadłościanu (4). Zadaniem naszym będzie połączenie powierzchni 1 i 2 na krawędziach 5 i 6 oraz połączenie krawędzi 7 powierzchni 3 krawędzią 8 bryły 4.

- Wywołujemy polecenie POŁĄCZPOW, wskazujemy krawędź 5, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy krawędź 6, zamykamy zbiór wskazań i kończymy polecenie, naciskając klawisz ENTER lub korzystając z menu kontekstowego. W ten sposób zaakceptowaliśmy aktualne nastawy ciągłości i wypukłości.
- Ponownie wywołujemy polecenie POŁĄCZPOW, wskazujemy krawędź 7, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy krawędź 8, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, dla pierwszej krawędzi wybieramy rodzaj G0, dla drugiej krawędzi przyjmujemy rodzaj G2 i kończymy polecenie, naciskając klawisz ENTER lub korzystając z menu kontekstowego. W ten sposób akceptujemy aktualne nastawienie wypukłości, które standardowo jest równe 0.5.
- Poprawnie utworzone powierzchnie łączące pokazano w zablokowanej warstwie *kreska1*.
- Spróbujemy teraz zmodyfikować rodzaje ciągłości dla utworzonych powierzchni. Klikamy pierwszą utworzoną powierzchnię (na bazie elipsy) i zmieniamy rodzaj ciągłości dla obydwu krawędzi na G0. Następnie ustawiamy dla obydwu krawędzi rodzaj ciągłości G2. Możemy również ustawić inne rodzaje ciągłości dla każdej krawędzi. Naciskamy klawisz ESC.
- Przeprowadzimy także modyfikację rodzaju ciągłości dla drugiej wygenerowanej powierzchni. Klikamy powierzchnię. Za pomocą uchwytów ciągłości zmieniamy rodzaje ciągłości dla obydwu krawędzi. Przyjmiemy, w obu przypadkach, ciągłość G1. Spróbujemy zmodyfikować współczynnik decydujący o wypukłości. Można tego dokonać w palecie *Właściwości*. Otwieramy paletę (CTRL+1). W zakładce *Geometria*, w polach: *Ciągłość krawędzi początkowej* i *Ciągłość krawędzi końcowej* wstawiamy wartość 0. Sprawdzamy, jak te nastawy wpłynęły na wygląd powierzchni. Następnie zmieniamy wartości w polach na 1. Obserwujemy wynik.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Odsuwanie powierzchni

Pod pojęciem odsuwania powierzchni będziemy rozumieli utworzenie kopii powierzchni (powierzchni wtórnej) w pewnej odległości od powierzchni pierwotnej. Możliwe jest również utworzenie obiektu bryłowego z wykorzystaniem obydwu powierzchni (pierwotnej i wtórnej).

Polecenie, które umożliwia odsuwanie powierzchni, nosi nazwę OD-SUNPOW i można je wywołać:

W3D: Powierzchnia > Utwórz > Odsuń

PN: Tworzenie powierzchni > Odsunięcie powierzchni

MR: Rysuj > Modelowanie > Powierzchnie > Odsunięcie

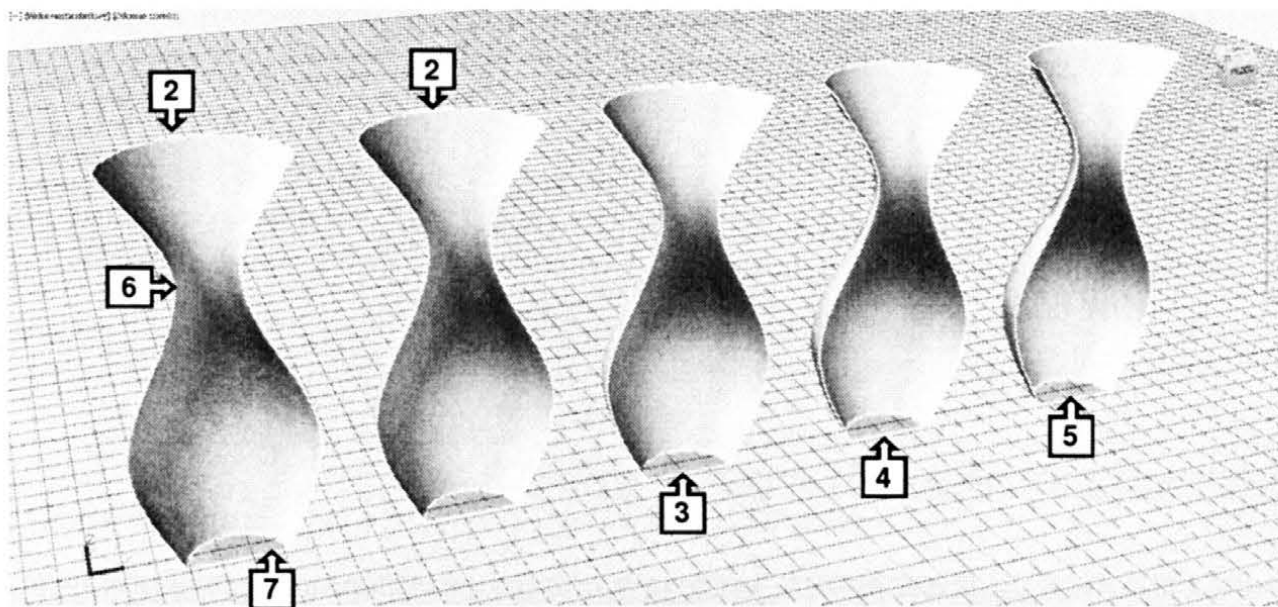
LP: ODSUNPOW

Po wywołaniu polecenia wskazujemy powierzchnie lub regiony do odsunięcia, zamykamy zbiór wskazań, na wybranych powierzchniach pojawiają się strzałki pokazujące kierunek odsuwania, podajemy odległość odsunięcia i kończymy polecenie (klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe).

W poleceniu występują opcje:

ODSUNPOW	
Opcje	Opis
Odwróć kierunek	Umożliwia zmianę kierunku odsuwania wskazanej powierzchni.
OBie strony	Pozwala na ustalenie odsuwania powierzchni w obydwu kierunkach.
Bryła	Powoduje zbudowanie bryły z wykorzystaniem obydwu powierzchni – pierwotnej i wtórnej.
Połącz	Umożliwia automatyczne połączenie powierzchni, jeśli powierzchnie po odsunięciu mogą stracić ze sobą styczność.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-08-Odsun-pow-01.dwg.*)



W rysunku występuje pięć połówek wazoników. Wazoniki zostały przekrojone w celu ułatwienia obserwacji wyników działania polecenia.

W pierwszym wazoniku (1) dokonamy odsunięcia powierzchni 6 i 7 na odległość 3 jednostek w sposób standardowy. W wazoniku drugim wprowadzimy połączenie powierzchni wtórnych. W trzecim – zmienimy kierunek odsuwania. W czwartym – odsunięcie zostanie wykonane w obydwu kierunkach, a w piątym – wygenerujemy bryłę.

- Wywołujemy polecenie ODSUNPOW, wskazujemy powierzchnie: 6 i 7, zamykamy zbiór wskazań, na wybranych powierzchniach pojawiają się strzałki wskazujące kierunek odsuwania. Podajemy odległość odsunięcia 3 i kończymy polecenie (klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe). Nowo powstałe powierzchnie zostały skierowane do środka i przecinają się – nie są do siebie dopasowane.
- Ponownie wywołujemy polecenie, wskazujemy odpowiedniki powierzchni 6 i 7, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Połącz* i kończymy polecenie. Nowo powstałe powierzchnie są do siebie dopasowane.
- Wywołujemy polecenie, wskazujemy odpowiedniki powierzchni 6 i 7, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Odwróć kierunek*, wybieramy opcję *Tak*, wybieramy opcję *Połącz* i kończymy polecenie. Nowo powstałe powierzchnie zostały utworzone na zewnątrz powierzchni pierwotnych i są do siebie dopasowane.
- Wywołujemy polecenie, wskazujemy odpowiedniki powierzchni 6 i 7, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *OBie strony*, wybieramy opcję *Tak*, wybieramy opcję *Połącz*, podajemy z klawiatury wartość odsunięcia 3 i kończymy polecenie. Nowo powstałe powierzchnie zostały utworzone na zewnątrz powierzchni pierwotnych oraz wewnątrz powierzchni pierwotnych i są do siebie dopasowane.
- Wywołujemy polecenie, wskazujemy odpowiedniki powierzchni 6 i 7, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Bryła*, podajemy wartość odsunięcia 3 i kończymy polecenie. Powstały dwie bryły, które możemy do siebie dodać (Narzędzia główne > Edycja brył > Suma).
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Zasklepianie otworów w powierzchni

Otworki w powierzchniach, które powinny być zasklepione, mogą pojawiać się z dwóch głównych powodów. Po pierwsze, mogą one powstać w wyniku przeprowadzania operacji edycyjnych na powierzchniach (np. rzutowania innych obiektów na powierzchnię z włączonym trybem przycinania), a po drugie, potrzeba

zasklepienia powierzchni może pojawić się przy tworzeniu nowych powierzchni, np. po utworzeniu powierzchni obrotowej trzeba zamknąć otwór po jednej stronie. W nowo powstałych powierzchniach można dopasowywać ciągłość i wypukłość. W celu lepszego wpływania na kształt powierzchni zasklepiającej można posłużyć się dodatkowymi krzywymi formującymi.

Zasklepianie jest wykonywane za pomocą polecenia ZAMKPOW, które można wywołać:

- W3D: Powierzchnia > Utwórz > Płat
- PN: Tworzenie powierzchni > Płat powierzchni
- MR: Rysuj > Modelowanie > Powierzchnie > Płat
- LP: ZAMKPOW

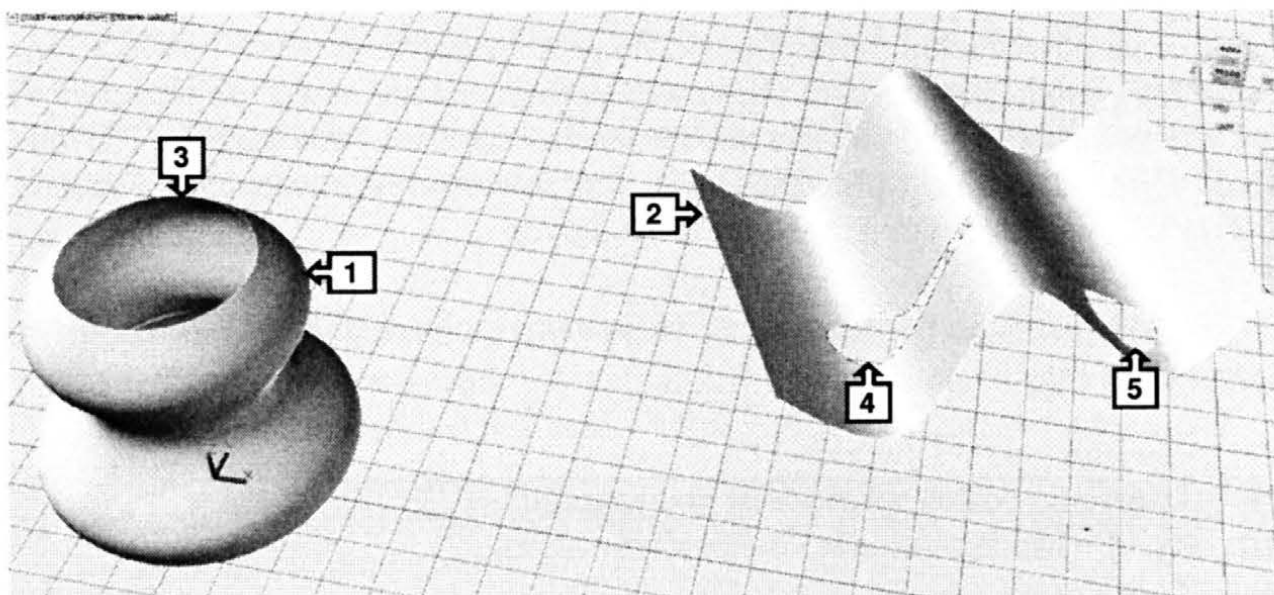
Po wywołaniu polecenia wskazujemy krawędzie do zamknięcia powierzchnią, zamykamy zbiór wskazań i kończymy polecenie (klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe).

W poleceniu dostępne są również opcje:

ZAMKPOW	
Opcje	Opis
Łańcuch	Umożliwia wybranie za pomocą jednego wskazania kilku krawędzi, które stanowią łańcuch, czyli krawędzi występujących jedna za drugą i stykających się ze sobą.
KRzywe	Pozwala na zasklepienie zamkniętej krzywej (lub krzywych) zamiast powierzchni.
Ciągłość	Pozwala na ustalenie rodzajów ciągłości dla tworzonej powierzchni. Do wyboru mamy ciągłości G0, G1 oraz G2.
wielkość Wypukłości	Pozwala na ustalenie wielkości współczynnika, który jest odpowiedzialny za wypukłość tworzonej powierzchni. Wielkość współczynnika może przybierać wartości z zakresu od 0 (brak wypukłości) do 1 (największa wypukłość).
Prowadnice	Umożliwia wskazanie krzywych stanowiących prowadnice dla tworzonej powierzchni.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-09-Zamknij-pow-01.dwg*.)

W rysunku przedstawiono dwie powierzchnie. Jedną (1) – obrotową, którą będziemy chcieli zamknąć wokół otworu 3, i drugą wyciągniętą (2), z której będziemy chcieli usunąć otwory 4 i 5.



- Wywołujemy polecenie ZAMKPOW, wskazujemy krawędź 3, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy wielkość *G1* i kończymy polecenie (klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe).
- Możemy sprawdzić, jak na kształt nowej powierzchni wpływają parametry ciągłości i wypukłości. Klikamy nową powierzchnię, pojawia się na niej uchwyt ciągłości. Możemy z listy wybrać ciągłość *G0*, potem *G2*. Do przetestowania wpływu zmian wypukłości trzeba wyświetlić paletę *Właściwości*. W zakładce *Geometria*, w polu *Wypukłość zamknięcia* można zmienić wartość wypukłości (od 0 do 1) i sprawdzić, jak wprowadzone zmiany wpływają na kształt powierzchni zamykającej.
- Zasklepimy teraz otwory w powierzchni 2. Wywołujemy polecenie, wskazujemy krawędzie otworów 4 i 5, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy opcję *G1*, wybieramy opcję *wielkość Wypukłości*, przyjmujemy wartość 0.5 i kończymy polecenie. Nowo powstałe powierzchnie są odrębnymi powierzchniami w stosunku do powierzchni 2.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie bryły z przestrzeni zamkniętych powierzchniami

Jeśli zbiór powierzchni, wzajemnie się przecinających, tworzy przestrzeń zamkniętą, wtedy istnieje możliwość wygenerowania bryły, która będzie odpowiadała tej zamkniętej przestrzeni. Powierzchnie mogą się ze sobą stykać krawędziami lub się wzajemnie przecinać.

Polecenie, które umożliwia wygenerowanie bryły z przestrzeni zamkniętej przez powierzchnie, nosi nazwę RZEŻBAPOW i można je wywołać:

W3D: Powierzchnia > Edycja > Rzeźba

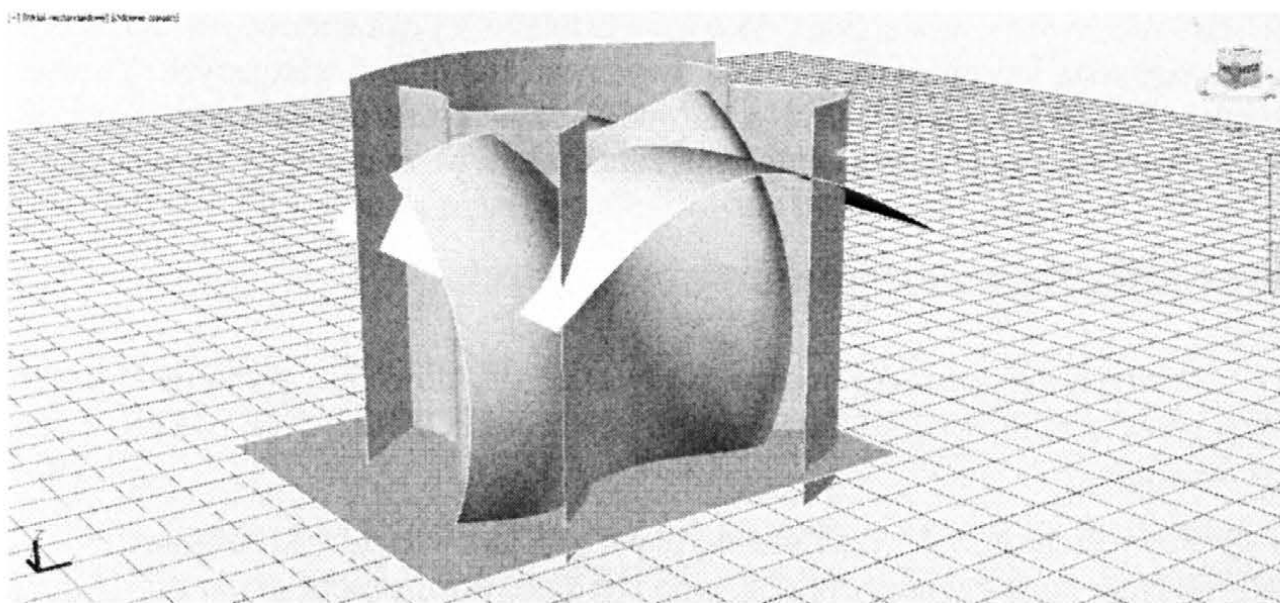
PN: Edycja powierzchni > Rzeźba powierzchni

MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Rzeźba

LP: RZEŻBAPOW

Po wywołaniu polecenia wskazujemy powierzchnie okalające przestrzeń przez nie zamkniętą i zamykamy zbiór wskazań. W poleceniu nie występują dodatkowe opcje.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-10-Rzezba-pow-01.dwg*.)



W rysunku umieszczono sześć powierzchni, które wzajemnie się przecinają, tworząc przestrzeń zamkniętą.

- Jako aktualną ustalamy warstwę *wymiar1*. Zmiennej DELOBJ przypisujemy wartość 1. Wywołujemy polecenie RZEŻBAPOW, wskazujemy wszystkie powierzchnie – najwygodniej za pomocą okna przecinającego – i zamykamy zbiór wskazań. W rysunku pojawia się bryła.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Zarządzanie wierzchołkami sterującymi

Wierzchołki sterujące są narzędziem umożliwiającym modyfikowanie krzywych i powierzchni NURBS. Jak już wiemy z poprzednich rozdziałów, tworzenie krzywych NURBS (w programie są to splajny) jest możliwe bądź przez określanie punktów dopasowania, bądź przez określanie wierzchołków sterujących. Niezależnie od tego, w jaki sposób została zdefiniowana krzywa NURBS, istnieje możliwość wyświetlenia dla niej wierzchołków sterujących i – za ich pomocą – przeprowadzenia stosownych modyfikacji. Ze względu na to, że powierzchnie NURBS mają te same cechy co krzywe NURBS, uwagi te dotyczą również takich powierzchni. Powierzchnie te najczęściej są definiowane w oparciu o splajny, czyli krzywe NURBS.

Wierzchołki sterujące przypisane do określonej krzywej lub powierzchni NURBS nie zawsze wystarczają do odpowiedniego jej ukształtowania. Zachodzi wtedy potrzeba wprowadzenia dodatkowych wierzchołków sterujących. Zbędne wierzchołki sterujące mogą być z definicji krzywej lub powierzchni usunięte. Przejdźmy do poleceń umożliwiających zarządzanie wierzchołkami sterującymi.

Wyświetlanie wierzchołków sterujących

Wierzchołki sterujące można wyświetlić dla dowolnie wybranych krzywych i powierzchni NURBS. Steruje tym polecenie POKAŻPUNKTSTER, które jest dostępne:

W3D: Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Pokaż wierzchołki sterujące

PN: Edycja powierzchni > Wierzchołki sterujące powierzchni - pokaż

MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Edycja powierzchni NURBS > Pokaż wierzchołki sterujące

LP: POKAŻPUNKTSTER

Po wywołaniu polecenia należy wskazać obiekty NURBS, dla których mają być wyświetlone wierzchołki sterujące.

Ukrywanie wierzchołków sterujących

Widoczność wyświetlonych w rysunku wierzchołków sterujących można wyłączyć. Wyłączenie to będzie dotyczyć wszystkich obiektów NURBS występujących w rysunku. Operacją wyłączania steruje polecenie UKRYJPUNKTSTER, które można wywołać:

```
W3D: Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Ukryj wierzchołki sterujące
PN: Edycja powierzchni > Wierzchołki sterujące powierzchni – ukryj
MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Edycja powierzchni NURBS > Ukryj
    wierzchołki sterujące
LP: UKRYJPUNKTSTER
```

Po wywołaniu polecenia widoczność wszystkich wierzchołków sterujących w rysunku zostanie wyłączona.

Dodawanie wierzchołków sterujących

Do istniejącej struktury wierzchołków sterujących dla krzywej lub powierzchni NURBS można dodać wierzchołek sterujący lub punkt dopasowania. Operacją dodawania steruje polecenie DODAJPUNKTSTER, które można wywołać:

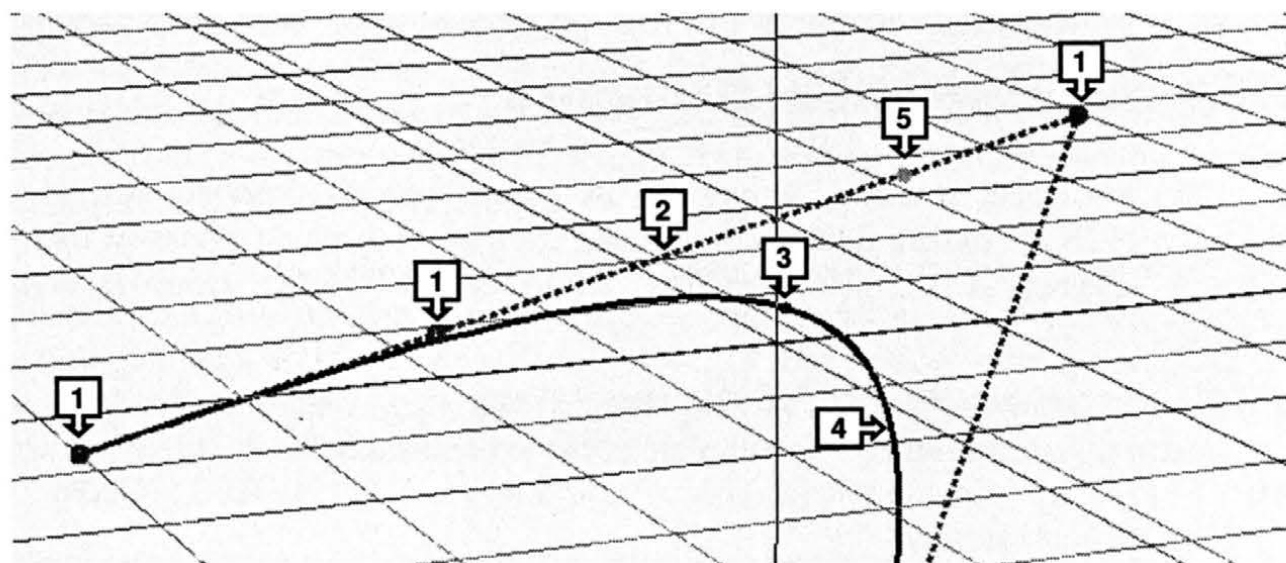
```
W3D: Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Dodaj
PN: Edycja powierzchni > Wierzchołki sterujące powierzchni – dodaj
MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Edycja powierzchni NURBS > Dodaj
    wierzchołki sterujące
LP: DODAJPUNKTSTER
```

W poleceniu dostępne są opcje:

DODAJPUNKTSTER	
Opcje	Opis
Wstaw punkt edycyjny	Dotyczy krzywej NURBS (splajnu). Pozwala na przełączenie się do trybu definiowania punktów dopasowania. Występuje, jeśli jesteśmy w trybie definiowania wierzchołków sterujących.
Wstaw wierzchołek sterujący	Dotyczy krzywej NURBS (splajnu). Pozwala na przełączenie się do trybu definiowania wierzchołków sterujących. Występuje, jeśli jesteśmy w trybie definiowania punktów dopasowania.
Kierunek	Dotyczy powierzchni NURBS. Umożliwia zmianę kierunku definiowania nowych wierzchołków sterujących lub punktów dopasowania. Zmienia kierunek z U na V lub na odwrót.
wstaw: Węzły	Dotyczy powierzchni NURBS. Pozwala na przełączenie się do trybu definiowania punktów dopasowania, jeśli znajdujemy się w trybie wstawiania wierzchołków sterujących.
wstaw wierzchołki sterujące	Dotyczy powierzchni NURBS. Pozwala na przełączenie się do trybu wstawiania wierzchołków sterujących, jeśli znajdujemy się w trybie definiowania punktów dopasowania.

Po wywołaniu polecenia wskazujemy krzywą lub powierzchnię NURBS.

W przypadku splajnu, jeśli wierzchołki sterujące (1) nie były wyświetlone, pojawią się automatycznie na ekranie wraz z liniami łączącymi (2). Oprócz tego, na splajnie, przy kursorze, pojawi się czerwona kropka (3), wędrująca – wraz z kursorem – wzdłuż krzywej (4). Współbieżnie z tą kropką będzie przesuwawała się czerwona kropka (5) na linii (2) łączącej wierzchołki sterujące (1). Można kliknąć w dowolnym miejscu, co spowoduje ustanowienie w miejscu czerwonej kropki 5 nowego wierzchołka sterującego i polecenie zostanie zakończone.



Trzeba pamiętać o tym, że w trakcie przemieszczania kropek dobrze jest wyłączyć tryb dowiązania punktu do obiektu, gdyż przypadkiem można uzyskać całkiem nieprzewidywalne rezultaty.

Jeśli do modyfikacji wybierzemy powierzchnię NURBS, wtedy wyświetlona zostanie struktura wierzchołków sterujących dla całej powierzchni, rozłożona wzdłuż kierunku U oraz V, związanych z powierzchnią. Z kierunkiem U umownie będą związane kolumny, a z kierunkiem V wiersze wierzchołków. Po wskazaniu powierzchni w strukturze wierzchołków wystąpi dodatkowa ich kolumna, która będzie się przemieszczała wraz z kursorem. W wybranym miejscu można kliknąć i struktura wierzchołków zostanie rozbudowana o dodatkową kolumnę. Jeśli zachodzi potrzeba zwiększenia liczby wierszy w strukturze, wtedy przełączamy się do takiej operacji, korzystając z opcji *Kierunek*.

Usuwanie wierzchołków sterujących

W pewnych okolicznościach może okazać się, że niektóre wierzchołki sterujące powinny być usunięte. Zapewnia to polecenie o nazwie **USUNPUNKT-STER**. Polecenie można wywołać:

W3D: Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Usuń
PN: Edycja powierzchni > Wierzchołki sterujące powierzchni - usuń
MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Edycja powierzchni NURBS > Usuń wierzchołki sterujące
LP: USUNPUNKTSTER

Po wywołaniu polecenia wskazujemy krzywą lub powierzchnię NURBS. Podobnie jak w poleceniu poprzednim wyświetlona zostanie struktura wierzchołków sterujących wraz z wędrującymi kropkami. Można wybrać wierzchołek względnie kolumnę bądź wiersz wierzchołków do usunięcia i kliknąć w odpowiednim miejscu.

W poleceniu występuje opcja.

USUNPUNKTSTER	
Opcja	Opis
Kierunek	Dotyczy powierzchni NURBS. Umożliwia zmianę kierunku usuwania kolumn lub wierszy wierzchołków sterujących. Zmienia kierunek z U na V lub na odwrót.

Zmiana gęstości wierzchołków sterujących

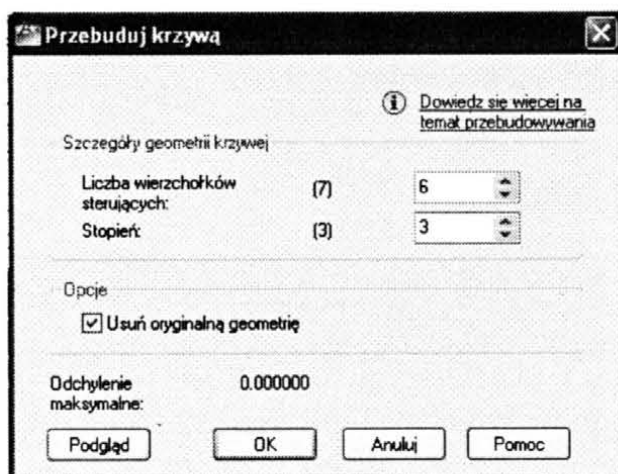
Jeśli w krzywej lub powierzchni NURBS występuje wiele wierzchołków sterujących i zachodzi konieczność zmiany ich gęstości, z pomocą przychodzi polecenie PRZEBUDUIPUNKTSTER. Pozwala ono na globalną przebudowę liczby węzłów oraz na określenie stopnia krzywych sklejanych.

W3D: Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Przebuduj
PN: Edycja powierzchni > Wierzchołki sterujące powierzchni - odbuduj
MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Edycja powierzchni NURBS > Przebuduj
LP: PRZEBUDUIPUNKTSTER

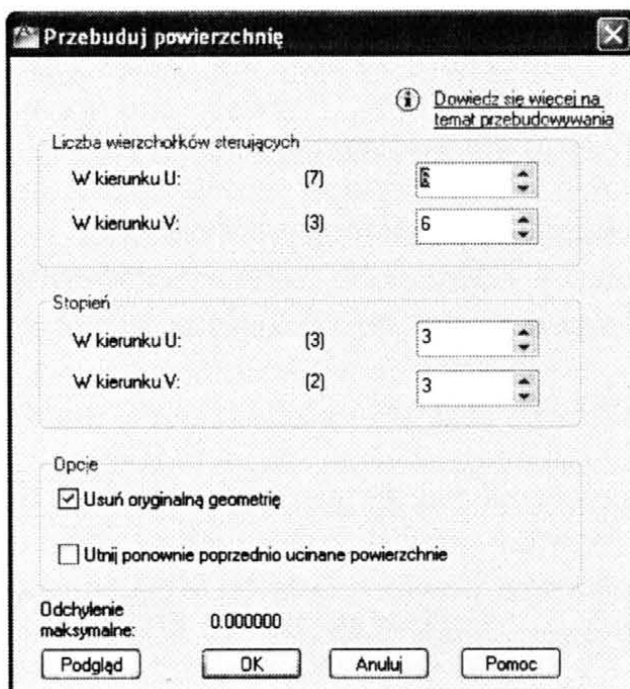
Po wywołaniu polecenia należy wskazać obiekt NURBS. Jeśli będzie to krzywa NURBS (splajn), wtedy zostanie wyświetlone okno dialogowe *Przebuduj krzywą*, jeśli będzie wskazana powierzchnia NURBS, wyświetlone będzie okno dialogowe *Przebuduj powierzchnię*.

W oknie dialogowym *Przebuduj krzywą* występują dwie ramki: *Szczegóły geometrii krzywej* oraz *Opcje*. W pierwszej ramce można ustawić nową liczbę wierzchołków sterujących oraz zmienić stopień krzywych sklejanych, a w ramce drugiej – podjąć decyzję, czy pierwotna geometria ma być usunięta z rysunku.

Po zmianie liczby wierzchołków i/lub stopnia krzywej można zobaczyć, jak wprowadzone zmiany wpłynęły na kształt modyfikowanej krzywej – jeszcze przed zakończeniem polecenia. Służy do tego przycisk *Podgląd*. Po jego użyciu okno dialogowe jest tymczasowo zamknięte i na ekranie pokazane są wprowadzone zmiany. Jeśli zmiany chcemy zaakceptować, naciskamy klawisz **ENTER**, w przeciwnym wypadku naciskamy klawisz **ESC**, co spowoduje powrót do – tymczasowo zamkniętego – okna dialogowego i umożliwi dalsze wprowadzanie zmian.



W oknie dialogowym *Przebuduj powierzchnię* występują trzy ramki: *Liczba wierzchołków sterujących*, *Stopień* oraz *Opcje*.

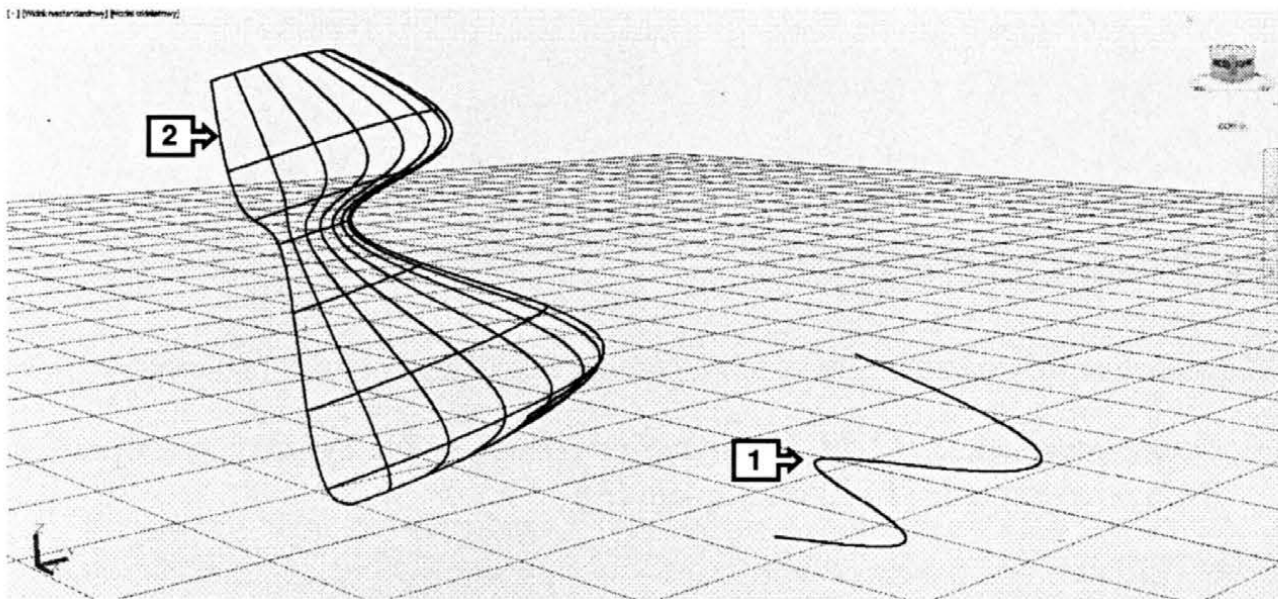


W ramce *Liczba wierzchołków sterujących* można zmienić liczbę wierzchołków w kierunku U oraz w kierunku V. Kierunki te należy traktować jako odpowiedniki układu współrzędnych, który jest związany z wybraną powierzchnią.

W ramce *Stopień* ustalamy stopnie krzywych sklejanych w obydwu osiach (U i V), a w ramce *Opcje* możemy zdecydować o usunięciu lub pozostawieniu w rysunku powierzchni pierwotnej oraz o wprowadzeniu (bądź nie) ucinania w nowo tworzonej powierzchni, jeśli takie ucinanie było zastosowane do powierzchni pierwotnej.

Polecenie PRZEBUDUIPUNKTSTER może być stosowane do zwiększania i zmniejszania liczby węzłów sterujących oraz do zwiększania i zmniejszania stopnia krzywych sklejanych.

(Otwórz rysunek: *W-12-12-12-Przebuduj-wierzch-ster-01.dwg*.)



W rysunku występuje krzywa NURBS (splajn) (1) oraz powierzchnia NURBS (2). Sprawdzimy, jak można zmodyfikować liczbę wierzchołków sterujących, a także stopień krzywych sklejanych za pomocą polecenia PRZEBUDUIPUNKTSTER i jak wprowadzone modyfikacje będą wpływały na kształty krzywej i powierzchni.

- Wywołujemy polecenie PRZEBUDUIPUNKTSTER i wskazujemy splajn 1. Wyświetlone zostanie okno dialogowe *Przebuduj krzywą*. W oknie, w ramce *Szczegóły geometrii krzywej*, w polu *Liczba wierzchołków sterujących*, zmienimy wartość na 7 (była wprowadzona liczba 6) i klikamy przycisk *Podgląd*. Okno zostanie tymczasowo zamknięte i w rysunku wystąpią obydwie krzywe: pierwotna i zmodyfikowana. Możemy je porównać. Naciskamy klawisz **ESC**, aby powrócić do zamkniętego okna. W polu *Stopień* wprowadzimy wartość 4 i klikniemy przycisk *Podgląd*. Można zobaczyć, jak wprowadzane zmiany wpływają na kształt krzywej.

Ostatecznie okno można zamknąć albo przyciskiem *OK*, albo przyciskiem *Anuluj*.

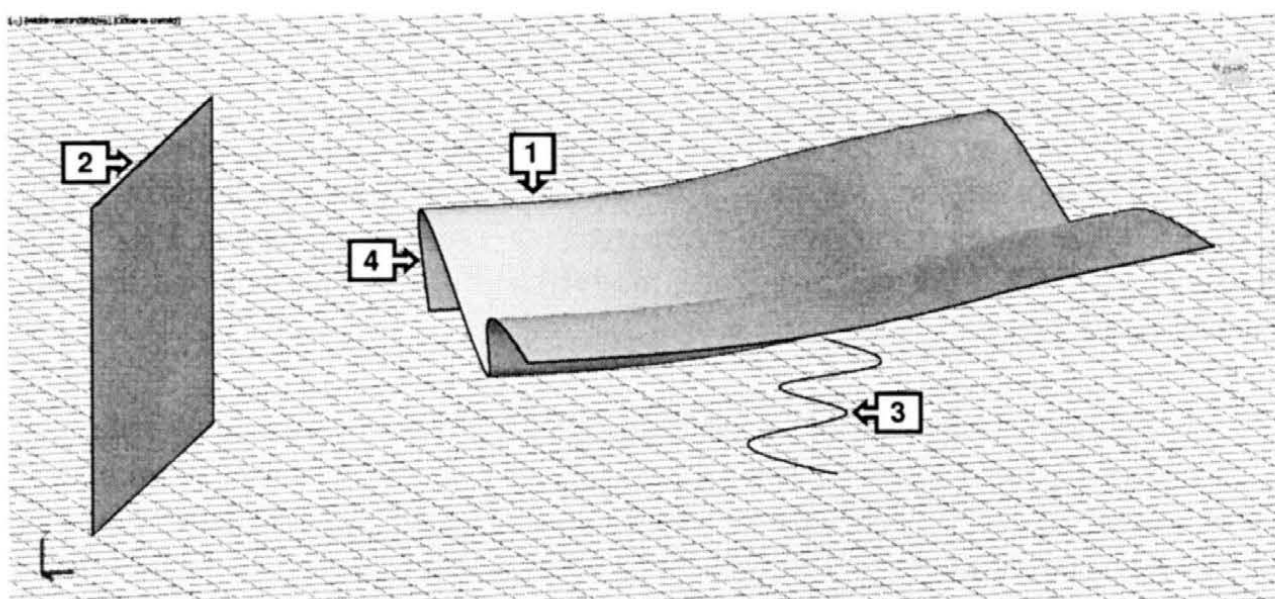
- Przejdziemy teraz do modyfikowania powierzchni NURBS. Jeśli jest inaczej, ustawiamy jako aktualny styl wizualny *Model szkieletowy*, ułatwi to nam obserwowanie wprowadzanych zmian. Wywołujemy polecenie **PRZEBUDUJ**PUNKTSTER i wskazujemy powierzchnię 2. Wyświetlone zostanie okno dialogowe *Przebuduj powierzchnię*. W ramce *Liczba wierzchołków sterujących* wprowadzimy – w obydwu osiach – wartości 7 i klikniemy przycisk *Podgląd*. Możemy porównać obydwie powierzchnie. Naciskamy klawisz **ESC** i zmieniamy liczbę wierzchołków na 5. Ponownie klikamy przycisk *Podgląd* i porównujemy powierzchnie. W podobny sposób modyfikujemy stopnie krzywych modelujących powierzchnie (w ramce *Stopień*), podając stopień 2, a potem stopień 4.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 26

Edytowanie powierzchni I

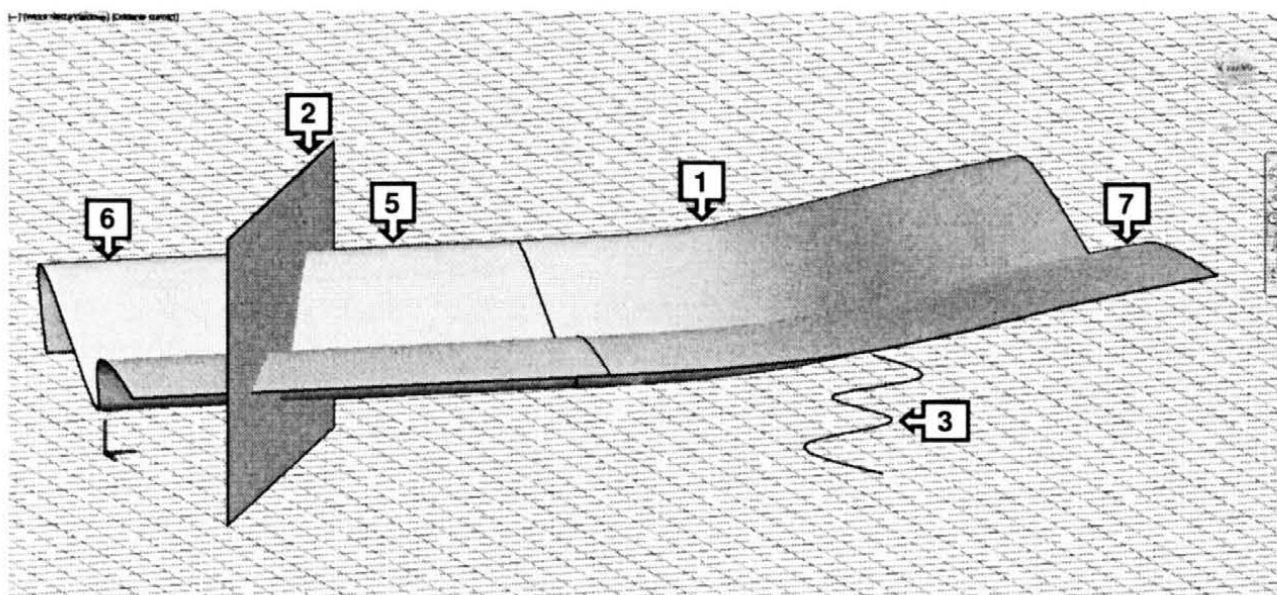
Cel ćwiczenia: Edytowanie powierzchni przez przycinanie i cofanie przycinania.

- Otwórz rysunek *C-12-12-26-Edycja-pow-01.dwg*. Na rysunku pokazano dwie powierzchnie (1 i 2) oraz splajn (3).

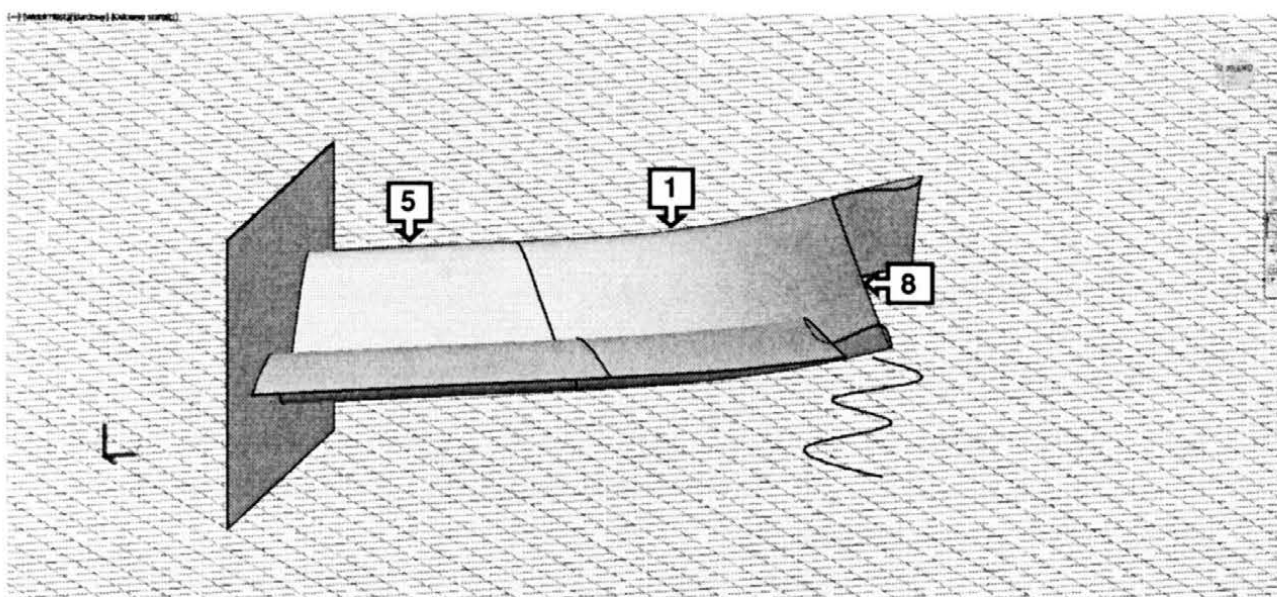


- Przeprowadzimy modyfikację powierzchni 1 przez wydłużenie jej w kierunku powierzchni 2, a potem przytniemy nowo powstałą powierzchnię na granicy z powierzchnią 1. W następnym kroku przytniemy powierzchnię 1 na granicy powierzchni cięcia utworzonej ze splajnu 3 wzdłuż osi Z.

- Wywołujemy polecenie WYDŁUŻPOW (Powierzchnia > Edycja > Wydłuż). Wskazujemy krawędź 4 i podajemy z klawiatury długość wyciągnięcia 150.
- Przytniemy powierzchnię 5 na powierzchni granicznej 2. Wywołujemy polecenie PRZYTNIJPOW (Powierzchnia > Edycja > Utnij), wskazujemy powierzchnię 5, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy powierzchnię 2, zamykamy zbiór wskazań i wskazujemy tę część powierzchni 2, która ma być usunięta (6).



- Przytniemy teraz powierzchnię 1. Wywołujemy polecenie PRZYTNIJPOW, wybieramy opcję *Kierunek rzutowania*, wybieramy *LUW*, wybieramy opcję *Wydłuż*, wybieramy *Tak*, wskazujemy powierzchnię 1, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy splajn 3 i wskazujemy tę część powierzchni 1, która ma być usunięta (7).



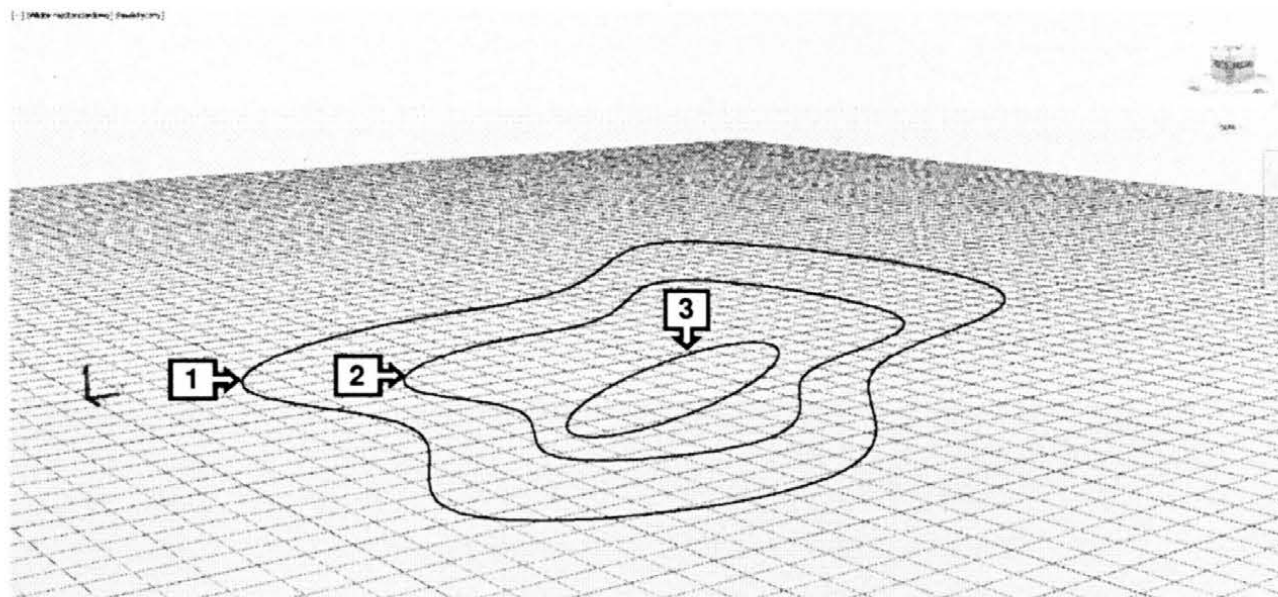
- Odzyskamy ucięte fragmenty powierzchni **1** i **5**. Wywołujemy polecenie COFPRZYCPOW (Powierzchnia > Edycja > Cofnij ucięcie). Wybieramy opcję *POWierzchnia* (trzeba podać z klawiatury trzy litery: *pow*, gdyż inaczej nie można wybrać tej opcji), wskazujemy powierzchnię **5** i zamykamy zbiór wskazań. Ponownie wywołujemy polecenie COFPRZYCPOW, wskazujemy krawędź **8** na powierzchni **1** i zamykamy zbiór wskazań.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 27

Edytowanie powierzchni II

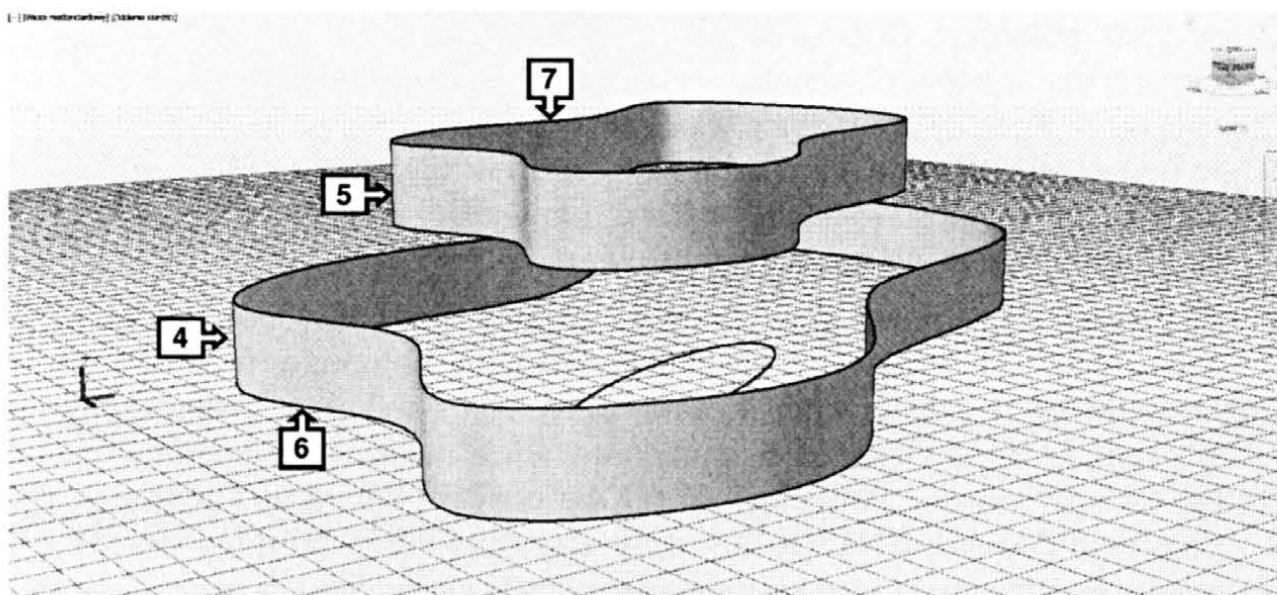
Cel ćwiczenia: Edytowanie powierzchni przez rzutowanie obiektów 2D na powierzchnię oraz przez łączenie powierzchni.

- Otwórz rysunek *C-12-12-27-Edycja-pow-02.dwg*. Na rysunku pokazano dwa zamknięte splajny (**1** i **2**) oraz elipsę (**3**). Zadaniem naszym będzie utworzenie obiektu trójwymiarowego, zbudowanego z powierzchni.

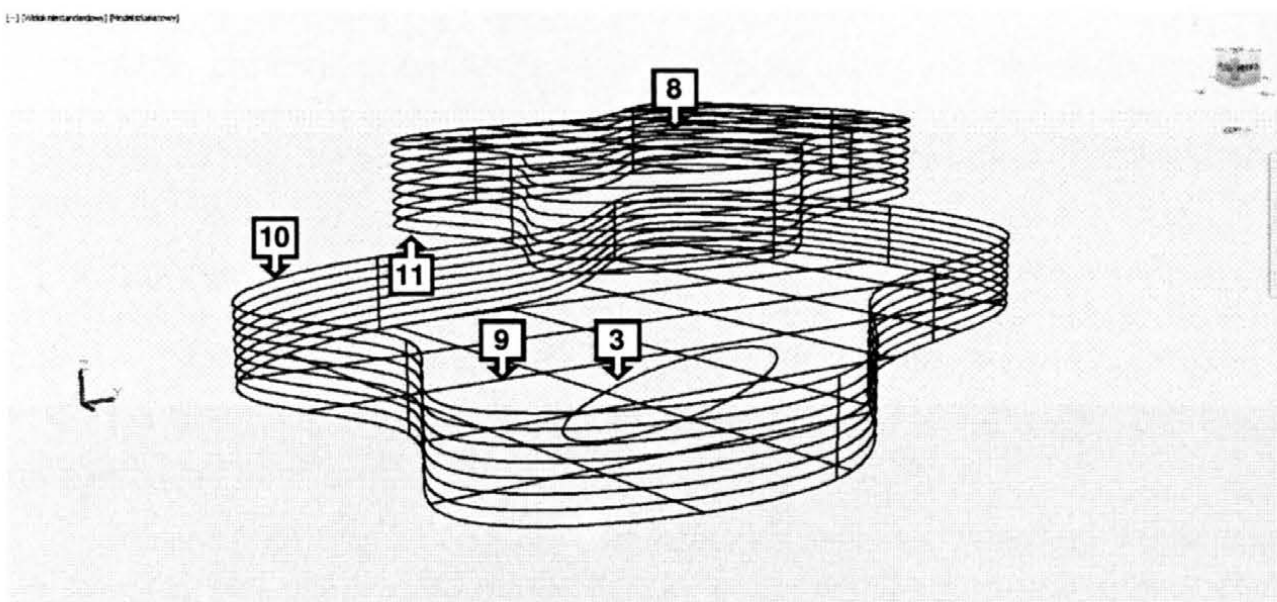


- Przesuniemy splajn 2 wzdłuż dodatniego kierunku osi Z na wysokość 40 jednostek i utworzymy z obydwu splajnów powierzchnię wyciągniętą. Klikamy splajn 2, ustalamy metauchwyt przesuwania, klikamy oś Z metauchwyty i przesuwamy splajn na odległość 40 jednostek.
- Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ (Narzędzia główne > Powierzchnia > Wyciągnij), wskazujemy obydwa splajny, zamykamy zbiór wskazań i podajemy długość wyciągnięcia 40.

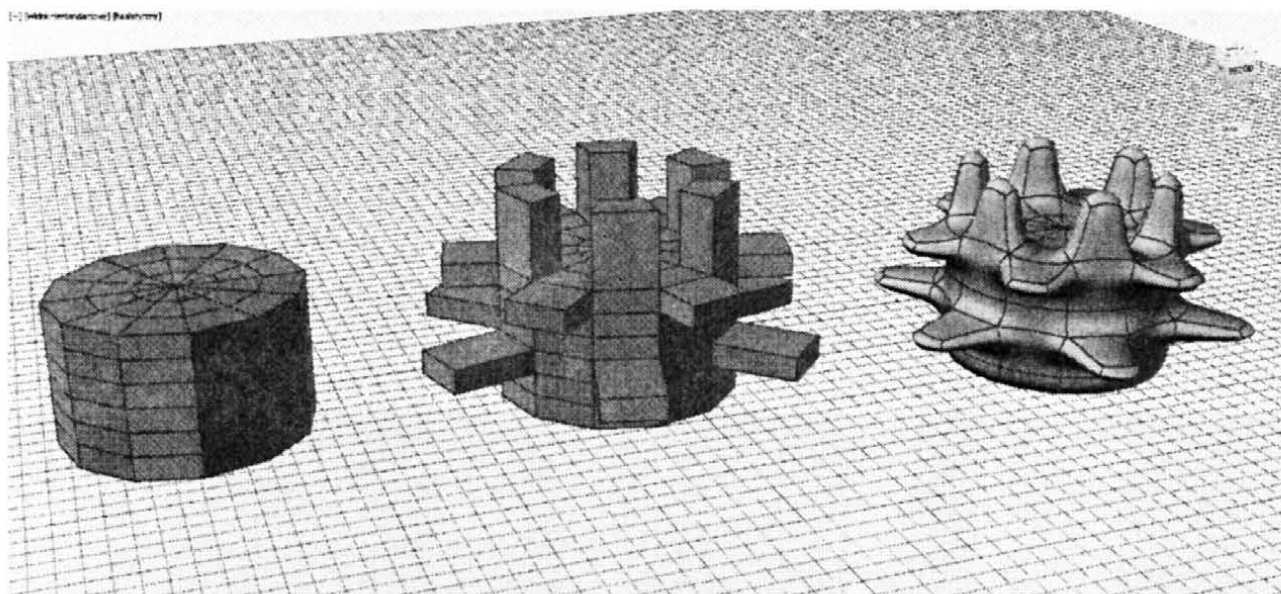
- Zasklepimy dolną powierzchnię (4) od dołu i górną powierzchnię (5) od góry. Wywołujemy polecenie ZAMKPOW (Powierzchnia > Utwórz > Płat), wskazujemy krawędź 6, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy ciągłość *G0* i naciskamy klawisz **ENTER** (lub korzystamy z menu kontekstowego). Ponownie wywołujemy polecenie ZAMKPOW, wskazujemy krawędź 7, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy ciągłość *G0* i naciskamy klawisz **ENTER** (lub korzystamy z menu kontekstowego).



- Włączamy styl wizualny *Model szkieletowy*. Ułatwi to nam dalszą pracę.



- Zrzutujemy teraz elipsę na obydwie ostatnio utworzone powierzchnie płaskie. Zmiennej systemowej DELOBJ przypisujemy wartość 0. Włączymy automatyczne ucinanie przy rzutowaniu obiektów na powierzchnie (Powierzchnia > Rzutuj geometrię > Automatyczne ucinanie). Wywołujemy polecenie RZUTUJGEOM z opcją *LUW* (Powierzchnia > Rzutuj geometrię > Rzutuj na układ LUW). Wskazujemy elipsę 3, zamykamy zbiór wskazań oraz wskazujemy powierzchnię 8. Powtarzamy operację dla elipsy (3) i powierzchni 9.
- Eliptyczne otwory w powierzchniach 8 i 9 połączymy powierzchnią za pomocą polecenia POŁĄCZPOW (Powierzchnia > Utwórz > Połączenie). Wywołujemy polecenie, wskazujemy krawędź eliptyczną w powierzchni 8, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy krawędź eliptyczną w powierzchni 9, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy ciągłość *G1* dla obydwu krawędzi i kończymy polecenie (klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe).
- Za pomocą tego samego polecenia połączymy krawędź 10 w powierzchni 4 z krawędzią 11 w powierzchni 5. Wywołujemy polecenie, wskazujemy krawędź 10 w powierzchni 4, zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy krawędź 11 w powierzchni 5, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy ciągłość *G1* dla obydwu krawędzi i kończymy polecenie (klawisz **ENTER** lub menu kontekstowe). Włączamy styl wizualny *Realistyczny* i możemy obejrzeć wyniki naszych poczynąń.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Rozdział XIII

Edycja modeli siatkowych

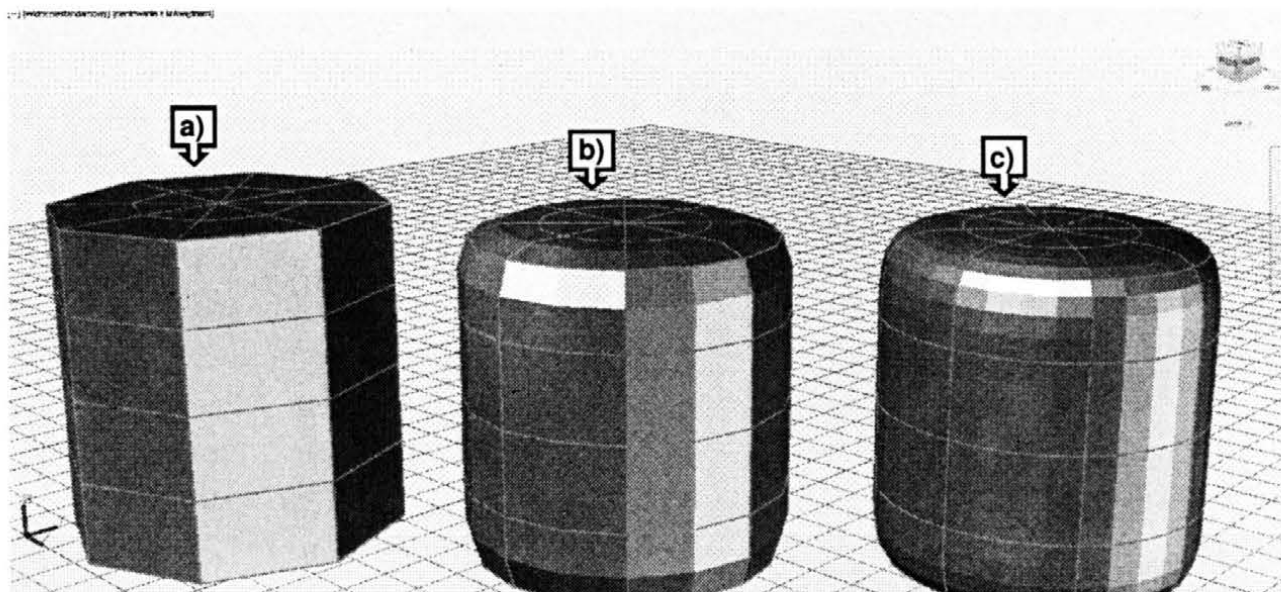
Siatki nie mają przypisanych mas i objętości oraz nie można do nich stosować algebry Boole'a, zatem nie można dla nich poszukiwać sumy, różnicy i iloczynu. Edycja siatek przebiega w nieco inny sposób niż modyfikowanie brył i powierzchni.

Największą zaletą modelowania siatkowego pozostaje możliwość bardzo elastycznego wpływania na kształt siatki i jej poszczególnych sekcji. Modele siatkowe pozwalają na uzyskanie powierzchni bardziej łagodnych i zaokrąglonych.

Jak wspomniano w poprzednich rozdziałach, każda siatka składa się z sekcji (powierzchni) oraz faset.

Rysunek a) przedstawia siatkę elementarną w postaci walca po wstawieniu do rysunku. Jest ona podzielona na sekcje, a do każdej sekcji przypisano jedną fasetę. Po zwiększeniu poziomu gładkości o jeden poziom każda sekcja została podzielona na cztery fasety, co pokazano na rysunku b). Zwiększenie poziomu gładkości o jeden poziom (wywołanie polecenia DODGŁADSIATKI) powoduje podzielenie każdej fasety na cztery mniejsze fasety. Na rysunku c) pokazano

skutki zwiększenia poziomu gładkości o następny poziom (ponowne wywołanie polecenia DODGŁADSIATKI). W każdej sekcji występuje teraz 16 faset.



Mamy do dyspozycji kilka metod edytowania siatek:

- **Dodawanie gładkości.**
Powoduje zwiększanie liczby faset w istniejących sekcjach.
- **Rozdrabnianie sekcji dla całego obiektu.**
Zwiększanie liczby sekcji w obiekcie przez zamianę faset na małe sekcje.
- **Rozdrabnianie wybranych sekcji obiektu.**
Podział wybranych sekcji obiektu na mniejsze sekcje przez zamianę faset na małe sekcje.
- **Usuwanie gładkości dla wybranych krawędzi (fałdowanie).**
Sprowadza się do usunięcia gładkości z wybranych krawędzi.
- **Dzielenie sekcji na części.**
Umożliwia wprowadzenie do sekcji nowej krawędzi w postaci linii, co prowadzi do podziału sekcji na dwie sekcje.
- **Edytowanie wybranych sekcji za pomocą uchwytów i metauchwytów.**
Po kliknięciu sekcji pojawia się w jej punkcie centralnym uchwyt w postaci wypełnionego kółka oraz wyświetlony jest aktualny metauchwyt (jeśli wyświetlanie metauchwytów jest włączone). Do przeprowadzenia edycji sekcji można wykorzystać obydwa narzędzia.

Dodawanie gładkości

Wygładzenie ostrych krawędzi siatki można przeprowadzić za pomocą zmiany poziomu gładkości. Zwiększenie poziomu gładkości powoduje podział fasety na cztery mniejsze fasety. Nie wpływa to na liczbę sekcji w modelu. W każdej sekcji zostaje zwiększona czterokrotnie liczba faset, zatem prowadzi to również do czterokrotnego zwiększenia liczby faset w całym modelu i zaokrąglenia ostrych krawędzi. Zaokrąglenie ostrych krawędzi jest realizowane wtedy, gdy do krawędzi wcześniej nie zostało przypisane fałdowanie, czyli nie został narzucony na tę krawędź brak gładkości.

Gładkość można zwiększyć o jeden poziom za pomocą polecenia DODGŁADSIATKI bądź za pomocą palety *Właściwości*.

Polecenie wywołuje się:

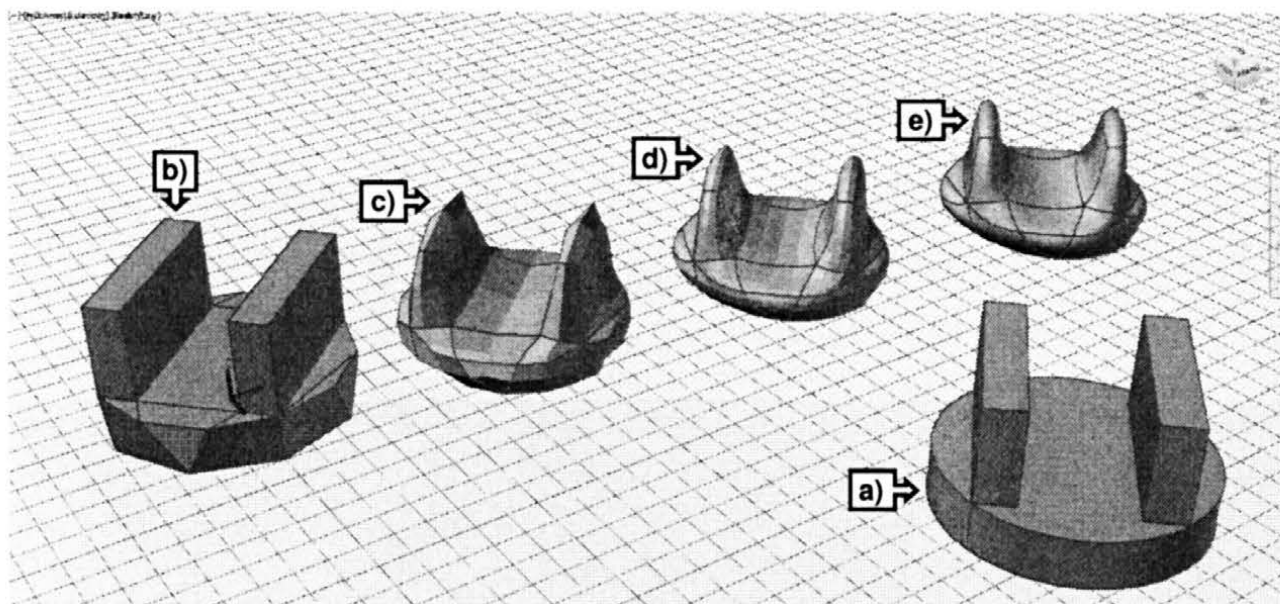
W3D: Narzędzia główne > Siatka > Zwiększ gładkość
lub

Siatka > Siatka > Zwiększ gładkość

PN: Wygładzona siatka > Zwiększ gładkość siatki

MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Zwiększ gładkość

LP: DODGŁADSIATKI



Na rysunku powyżej pokazano wyjściowy model bryłowy a), który uzyskano przez zsumowanie brył elementarnych. Model bryłowy został przekonwertowany na model siatkowy b), który utworzono bez gładkości. Dla modelu c) wykonano gładzenie jeden raz, czyli raz zostało wywołane polecenie DODGŁADSIATKI.

Dla modelu **d)** polecenie wywołano dwa razy, a dla modelu **e)** polecenie wywołano trzy razy.

W naszym przykładzie fasety są widoczne w modelach **b)**, **c)** i **d)**. W modelu **e)** fasety nie zostały uwidocznione, gdyż zmiennej systemowej SMOOTHMESHGRID przypisano wartość 2, co oznacza że fasety są pokazywane tylko dla poziomów gładkości 1 i 2, a dla wyższych poziomów już nie.

Poziom gładkości można obniżyć dla wybranego modelu siatkowego albo za pomocą polecenia USGŁADSIATKI, względnie za pomocą palety *Właściwości*.

Polecenie wywołuje się:

W3D: Narzędzia główne > Siatka > Zmniejsz gładkość
lub

Modelowanie siatki > Siatka > Zmniejsz gładkość

PN: Wygładzona siatka > Zmniejsz gładkość siatki

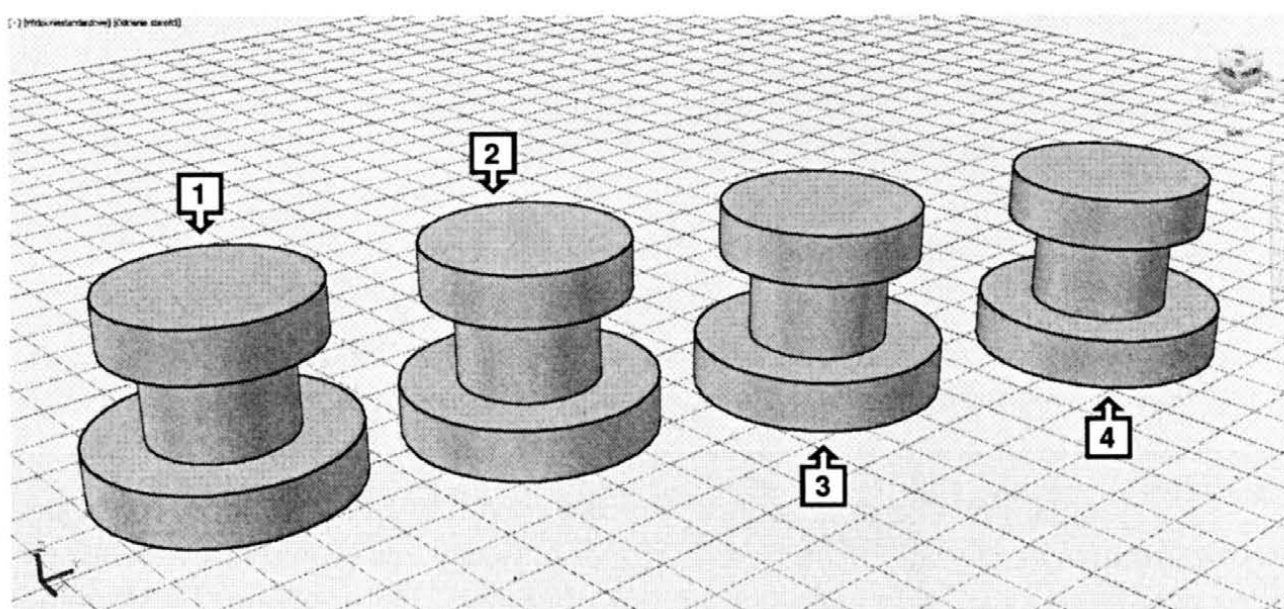
MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Zmniejsz gładkość

LP: USGŁADSIATKI

Polecenie USGŁADSIATKI obniża gładkość o jeden poziom.

W paletce *Właściwości* można zmieniać poziom gładkości dla wskazanych siatek w sposób dynamiczny, czyli na bieżąco można obserwować zmiany obiektów, w takt wprowadzanych zmian poziomów gładkości. Dokonuje się tego w zakładce *Geometria*, w polu *Gładkość*.

(Otwórz rysunek: *W-12-13-03-Gładkosc-01.dwg*.)



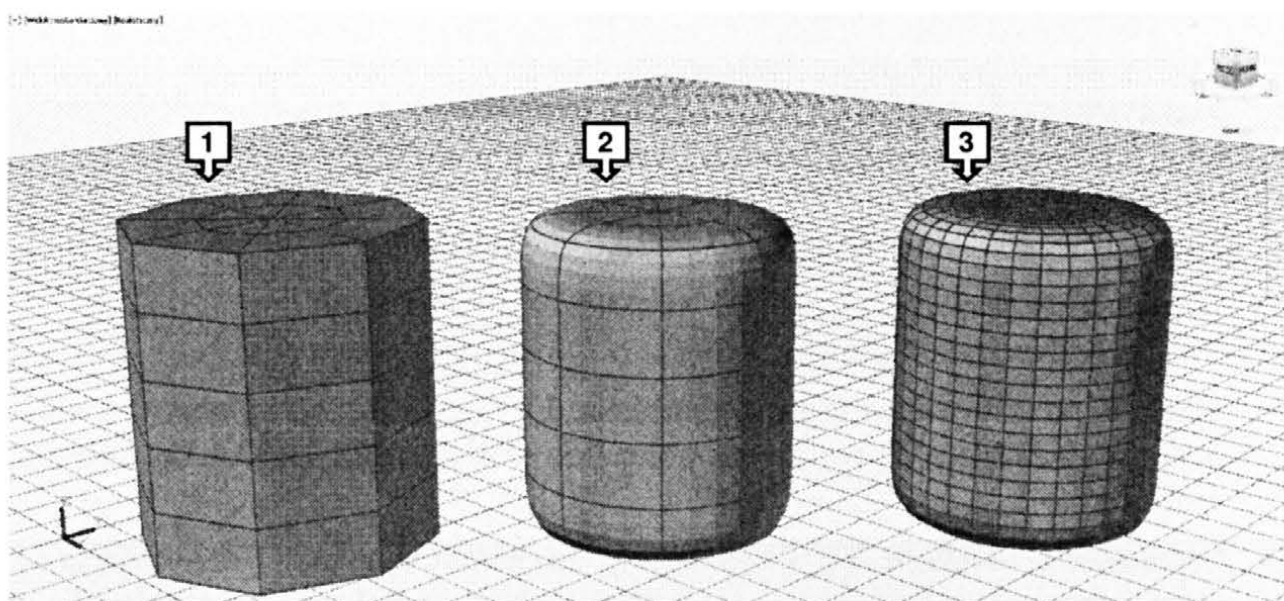
Na rysunku przedstawiono cztery takie same bryły. Przeprowadzimy konwersję tych brył na siatki, a potem zmienimy dla tych siatek gładkość, w różnym stopniu dla każdej siatki.

- Zmiennym DELOBJ oraz SMOOTHMESHGRID przypisujemy wartość 1.
- Otwieramy okno *Opcje reprezentacji siatki* (Narzędzia główne > Siatka↓ lub Siatka > Siatka↓) i ustawiamy w nim:
 Typ siatki: *Optymalizacja siatki wygładzonej*.
 Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 50
 Użyj zoptymalizowanego odwzorowania brył elementarnych: usuń znacznik
 Zastosuj wygładzanie po reprezentacji: usuń znacznik
- Zamieniamy wszystkie bryły na siatki, korzystając z polecenia GŁADSIATKA (Narzędzia główne > Siatka > Obiekt wygładzony).
- Siatkę 1 pozostawiamy bez wygładzenia. Dla siatki 2 zastosujemy jeden poziom gładkości. Wywołujemy polecenie DODGŁADSIATKI i wybieramy siatkę 2.
- Gładkość w siatkach 3 i 4 zmienimy za pomocą palety *Właściwości*. Otwieramy paletę *Właściwości* (CTRL+1). Klikamy siatkę 3 i w zakładce *Geometria*, w polu *Gładkość*, wybieramy z listy *Poziom 2*. Naciskamy klawisz ESC (aby usunąć siatkę ze zbioru wskazań) i klikamy siatkę 4. Tym razem wybieramy z listy *Poziom 3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Rozdrabnianie siatki

Rozdrabnianie siatki polega na zamianie istniejących faset w sekcje, przy jednoczesnym usunięciu poziomu gładkości (ustawieniu poziomu zerowego). Jak już wspomniano, nowa siatka jest standardowo tworzona bez wprowadzania do niej poziomu gładkości, co oznacza, że każdej sekcji odpowiada jedna faseta. Zwiększenie gładkości prowadzi do zwiększenia liczby faset przypisanych do sekcji. W takim stanie wprowadzenie rozdrobnienia powoduje zamianę wszystkich faset na sekcje. Pamiętajmy, że dalszej edycji – za pomocą uchwytów i metauchwytów – może podlegać tylko cała sekcja. Nie ma możliwości przeprowadzania edycji poszczególnych faset za pomocą uchwytów bądź metauchwytów. Zatem jeśli istnieje konieczność przeprowadzenia edycji na mniejszym fragmencie siatki niż sekcja, należy zwiększyć gładkość i wprowadzić rozdrobnienie.

Rozdrobnienie może być przeprowadzane dla całego obiektu lub tylko dla wybranych sekcji siatki. Najczęściej korzystamy z tej drugiej możliwości, gdyż rozdrabnianie stosowane do całej siatki powoduje bardzo istotne zwiększenie danych opisujących daną siatkę, co prowadzi do spowolnienia działania programu i powiększa plik rysunku. Należy przyjąć zasadę, że rozdrabnianie jest stosowane tam, gdzie jest to niezbędne.



Na rysunku 1 pokazano siatkę walca po narysowaniu. Gładkość jest wyłączona i każdej sekcji odpowiada jedna faseta. Na rysunku 2 tej samej siatce przypisano poziom gładkości 2. Dokonano tego w palecie *Właściwości* lub przez dwukrotne wywołanie polecenia DODGŁADSIATKI. W każdej sekcji występuje teraz 16 faset. Następnie wywołano polecenie SIATKAUDOSK, co spowodowało zamianę faset na sekcje i usunięcie gładkości, zatem każdej sekcji odpowiada teraz ponownie jedna faseta.

Polecenie SIATKAUDOSK można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Siatka > Wygładź siatkę
lub

Siatka > Siatka > Wygładź siatkę

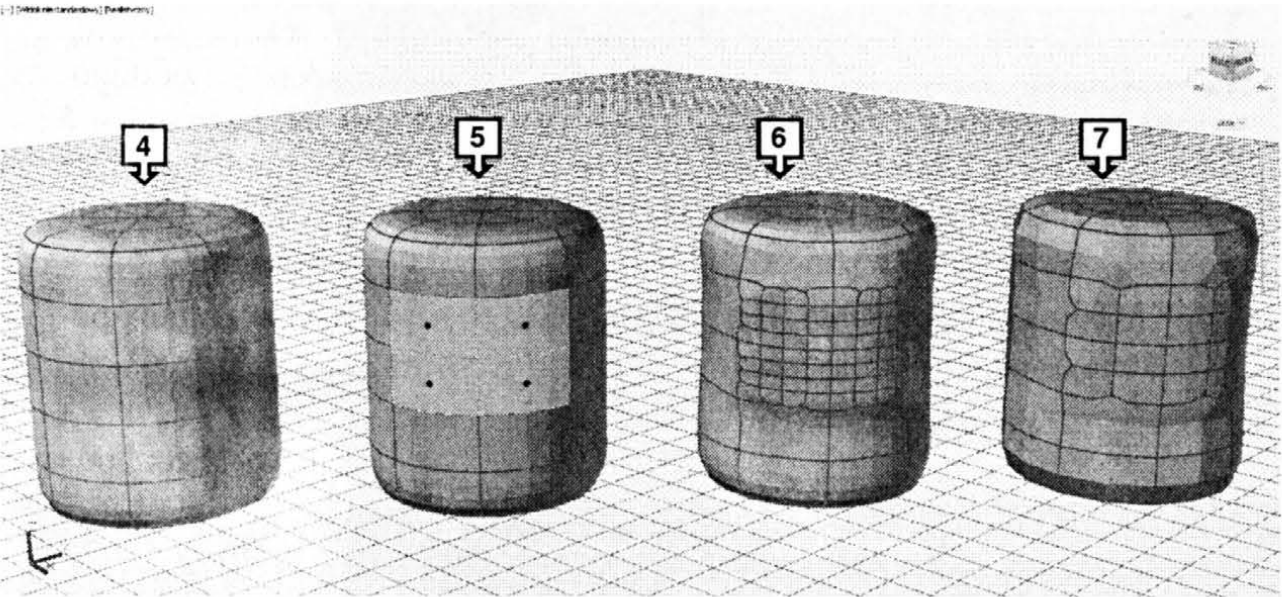
PN: Wygładzona siatka > Wygładź siatkę

MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Wygładź siatkę

LP: SIATKAUDOSK

Po wywołaniu polecenia należy wskazać obiekty i zamknąć zbiór wskazań. Rozdrobnienie może być wykonane również tylko dla wybranych sekcji. Na rysunku 4 pokazano walec z przypisanym drugim poziomem gładkości. Po wywołaniu polecenia wskazujemy sekcje do rozdrobnienia (z wciśniętym klawiszem **CTRL**) – co pokazano na rysunku 5 – i zamykamy zbiór wskazań. Rezultat jest

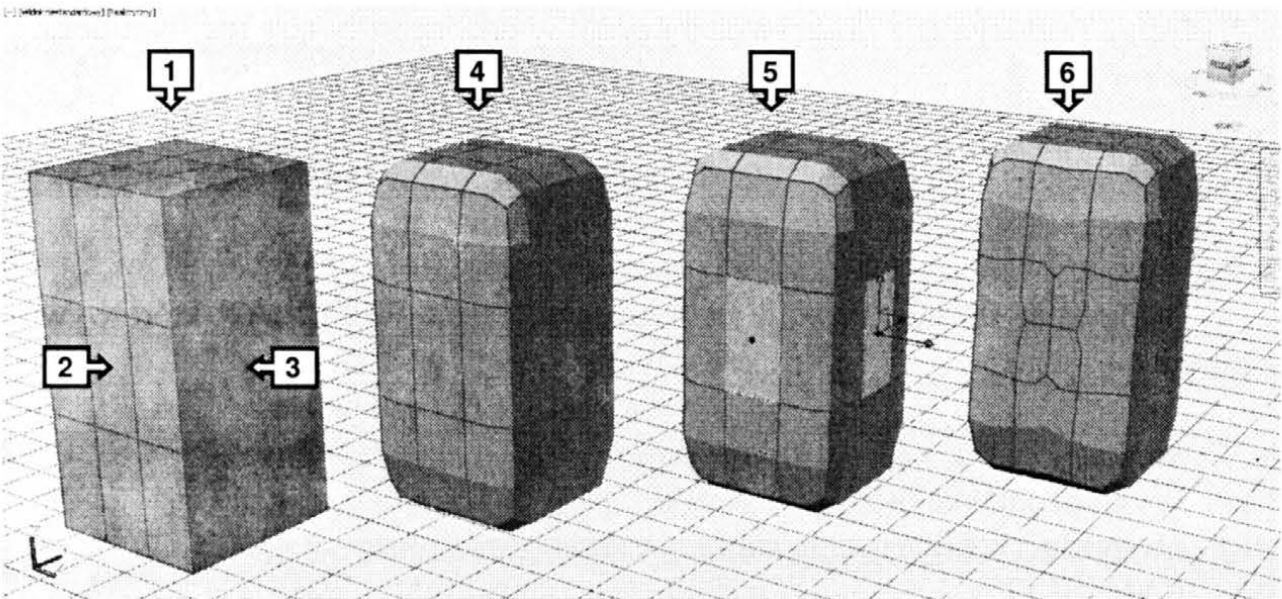
widoczny na rysunku 6. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku wyboru tylko niektórych sekcji (a nie całej siatki) poziom gładzenia nie jest zmieniany (nie jest zerowany tak, jak w przypadku całej siatki). Teraz edycji można poddać każdy fragment, który jest sekcją.



Może się okazać, że tak duże rozdrobnienie nie jest potrzebne. Wtedy polecenie rozdrobnienia należy cofnąć. Potem zmniejszamy poziom wygładzenia i ponownie wprowadzamy rozdrobnienie. Wynik takich zabiegów pokazano na rysunku 7.

(Otwórz rysunek: *W-12-13-06-Gładkosc-04.dwg*.)

W rysunku występuje siatka w postaci prostopadłościanu (1). Zadaniem naszym będzie wprowadzenie pierwszego poziomu gładkości oraz rozdrobnienie sekcji 2 i 3.



- Wprowadzamy pierwszy poziom gładkości, korzystając z polecenia DODGŁADSIATKI. Rezultat pokazuje rysunek 4.
- W celu rozdrobnienia siatki w sekcjach 2 i 3 trzeba posłużyć się poleceniem SIATKAUDOSK. Można postąpić dwojako. Albo wybieramy sekcje przez ich kliknięcie z wciśniętym klawiszem **CTRL** i wywołujemy polecenie, albo wywołujemy polecenie i wskazujemy sekcje, również z wciśniętym klawiszem **CTRL**. Przy tym pierwszym sposobie postępowania zaznaczenie wyboru sekcji będzie wyglądało tak jak na rysunku 5 (na rysunku pokazano metauchwyt przesuwania). W przypadku drugim zostaną zaznaczone sekcje, ale nie będzie uchwytów (kropki w centrum sekcji) oraz metauchwyty.
- Po zakończeniu polecenia SIATKAUDOSK obydwie sekcje zostaną podzielone na cztery mniejsze sekcje.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Usuwanie gładkości krawędzi

Usuwanie gładkości z wybranych obiektów zostało w programie – dość nieszczęśliwie – nazwane fałdowaniem. Dodawanie fałdowania należy interpretować jako usuwanie gładkości dla wybranych podobiektów siatki, do których zaliczamy:

- **Wierzchołek** – usuwana jest gładkość z krawędzi przylegających do wierzchołka, a przylegające do wierzchołka sekcje są deformowane w taki sposób, aby ten warunek spełnić.
- **Krawędź** – usuwa gładkość z wybranej krawędzi, dopasowując jednocześnie przylegające do krawędzi sekcje w taki sposób, aby ten warunek spełnić.
- **Sekcję** – usuwana jest gładkość z wybranej sekcji oraz z krawędzi, które ją otaczają a przylegające sekcje są deformowane w taki sposób, aby ten warunek spełnić.

Fałdowanie jest realizowane za pomocą polecenia FAŁDSIAT, które wywołujemy:

W3D: Siatka > Siatka > Dodaj fałdowanie

PN: Wygładzona siatka > Fałduj siatkę

MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Fałduj

LP: FAŁDSIAT

W poleceniu występuje opcja:

FAŁDSIAT	
Opcja	Opis
Wartość fałdowania	Jest liczbą całkowitą i umożliwia ustalenie najwyższego poziomu gładkości, dla którego fałdowanie jest utrzymywane. Jeśli poziom gładkości przewyższy wartość fałdowania, wtedy fałdowanie jest pomijane.
Zawsze	Wymusza utrzymywanie fałdowania dla wybranego podobiektu nawet po zastosowaniu gładkości.

Po wywołaniu polecenia należy wybrać odpowiednie podobiektu siatki. Są one wybierane z wciśniętym klawiszem **CTRL**, ale bardzo pomocnym narzędziem jest filtr podobiektów. Umożliwia on ograniczenie wybierania tylko do określonych elementów. Mamy do wyboru trzy rodzaje filtrów – tyle ile występuje podobiektów.

Filtrowanie może być wyłączone bądź można je włączyć do wybierania tylko wierzchołków, tylko krawędzi względnie tylko sekcji (powierzchni).

Przełączanie filtrów jest najłatwiej dostępne:

W3D: Modelowanie siatki > Podobiekt > Brak filtru
lub

W3D: Modelowanie siatki > Podobiekt > Wierzchołek
lub

W3D: Modelowanie siatki > Podobiekt > Krawędź
lub

W3D: Modelowanie siatki > Podobiekt > Powierzchnia

Aktualnymi nastawami filtrów zarządza zmienna systemowa **SUBOBJSELECTIONMODE**. Wybór określonego filtru powoduje przypisanie zmiennej systemowej odpowiedniej liczby całkowitej.

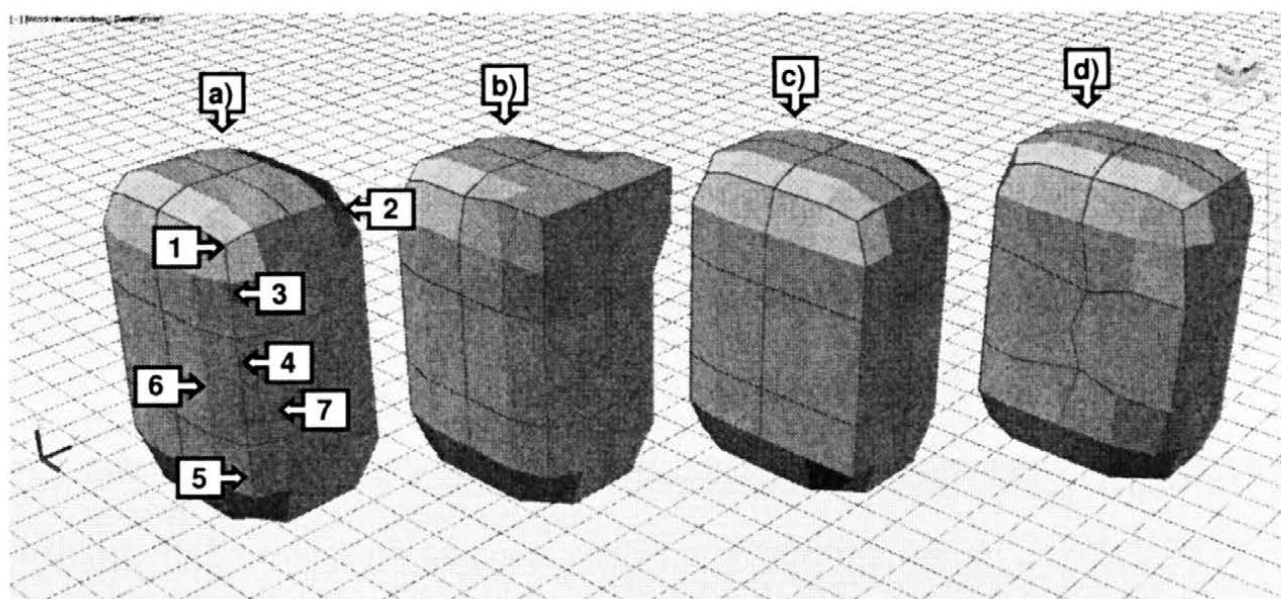
zm.sys. SUBOBJSELECTIONMODE	
Wartość	Opis
0	Wyłącza filtrowanie podobiektów. Wybierać można wszystkie podobiektu, ale program narzuca rodzaj wybieranego podobiektu, co nie musi być zgodne z naszymi oczekiwaniami.
1	Można wybierać tylko wierzchołki.
2	Można wybierać tylko krawędzie.
3	Można wybierać tylko sekcje (powierzchnie).
4	Można wybierać tylko podobiektu (z historii bryły), które zostały użyte w operacjach poszukujących sumy, różnicy i ilorazu podobiektów.

Występuje również pojęcie wartości fałdowania. Przy realizacji polecenia FAŁDSIAT pojawia się komunikat *Określ wartość fałdowania [Zawsze]:*. Przy zaakceptowaniu odpowiedzi *Zawsze*, fałdowanie jest stosowane niezależnie od poziomu wygładzania i rozdrabniania dla siatki.

W przypadku ustalenia wartości fałdowania jest ona przypisywana do podobiektu. Jeśli operujemy tylko wygładzaniem, wtedy liczba ta oznacza poziom gładkości, do którego fałdowanie jest stosowane. Po zwiększeniu poziomu gładkości ponad tę wartość, dla podobiektu jest wprowadzane gładzenie.

Natomiast w przypadku zastosowania rozdrabniania wartość fałdowania przypisana do podobiektu jest zmniejszana o poziom gładkości występujący w obiekcie przed rozdrabnianiem.

Fałdowanie może być zastosowane do podobiektów siatki nawet wtedy, gdy wygładzanie dla siatki jest wyłączone (*Brak*), ale nie będzie to uwidoczniane w obrazie siatki, aż do chwili zwiększenia dla niej poziomu wygładzania.



Na rysunku a) pokazano prostopadłościan (kostkę) z włączonym drugim poziomem gładzenia. Zaznaczono również podobiektu, do których przypisane zostaną fałdowania. Po ustawieniu filtra podobiektów *Wierzchołek* i wywołaniu polecenia FAŁDSIAT, wskazane zostały wierzchołki 1 i 2. Uzyskany wynik pokazano na rysunku b).

Siatka c) została uzyskana po ustawieniu filtra podobiektów *Krawędź* i wybraniu krawędzi 3, 4 i 5, a siatkę d) uzyskano po zastosowaniu filtra *Powierzchnia* i przypisaniu fałdowania do sekcji 6 i 7.

Fałdowanie podobiektu można usunąć. Realizowane to jest za pomocą polecenia USFAŁDSIAT, które można wywołać:

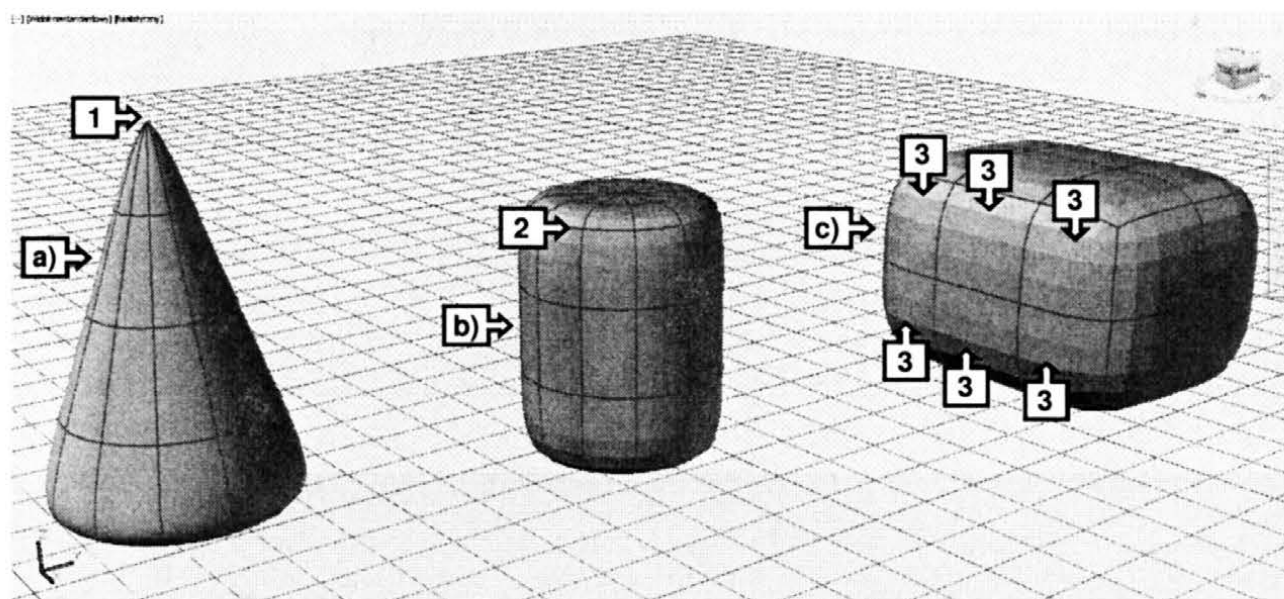
W3D: Siatka> Siatka > Usuń fałdowanie

PN: Wygładzona siatka > Wyłącz fałdowanie siatki

MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Wyłącz fałdowanie

LP: USFAŁDSIAT

(Otwórz rysunek: *W-12-13-08-Faldowanie-02.dwg*.)



Na rysunku przedstawiono stożek a) z poziomem gładkości 4, walec b) z poziomem gładkości 2 oraz prostopadłościan (kostkę) c) również z poziomem gładkości 2. Zadaniem naszym będzie usunięcie gładkości (wprowadzenie fałdowania) z podobiektów dla każdej z siatek. W stożku usuniemy gładkość z wierzchołka 1. Z walca usuniemy gładkość z wszystkich krawędzi wokół walca, na poziomie wskazywanym przez 2. Z prostopadłościanu usuniemy gładkość ze wszystkich sześciu sekcji 3.

- Włączamy filtr podobiektów *Wierzchołek*, wywołujemy polecenie wprowadzania fałdowania FAŁDSIAT, wybieramy wierzchołek 1, zamykamy zbiór wskazań i akceptujemy opcję *Zawsze*.
- Włączamy filtr podobiektów *Krawędź*, wywołujemy polecenie wprowadzania fałdowania, wybieramy wszystkie krawędzie wokół walca na poziomie 2, zamykamy zbiór wskazań i akceptujemy opcję *Zawsze*.
- Włączamy filtr podobiektów *Powierzchnia*, wywołujemy polecenie wprowadzania fałdowania, wybieramy wszystkie 6 sekcji kostki 3. Zamykamy zbiór wskazań i akceptujemy opcję *Zawsze*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Dzielenie sekcji na części

Przeprowadzenie rozdrobnienia powoduje podzielenie sekcji na cztery części. Sekcję siatki można podzielić w inny sposób tylko na dwie części. Dokonuje się tego za pomocą linii. W wielu przypadkach taki podział jest w zupełności wystarczający. Możliwość taką daje polecenie PODZIELSIAT, które można wywołać:

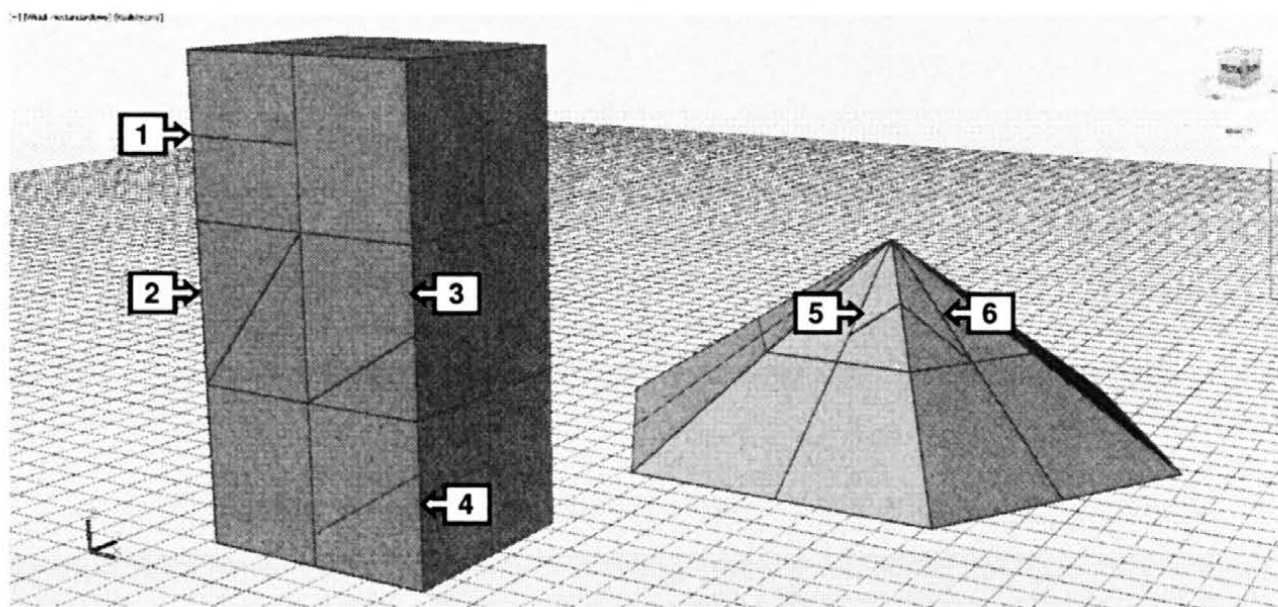
W3D: Siatka > Edytowanie siatki > Rozdziel powierzchnię

PN: -----

MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Rozdziel ścianę

LP: PODZIELSIAT

Po wywołaniu polecenia należy wybrać sekcję do podziału, a następnie wskazać dwa punkty na krawędziach wybranej sekcji. W wyniku podziału sekcji trójkątnej można uzyskać dwie sekcje trójkątne lub jedną trójkątną, a drugą czworokątną. W wyniku podziału sekcji czworokątnej można uzyskać dwie sekcje czworokątne lub dwie sekcje trójkątne względnie jedną trójkątną, a drugą czworokątną. Łączy się to z możliwością wpływania na kształt nowych sekcji.

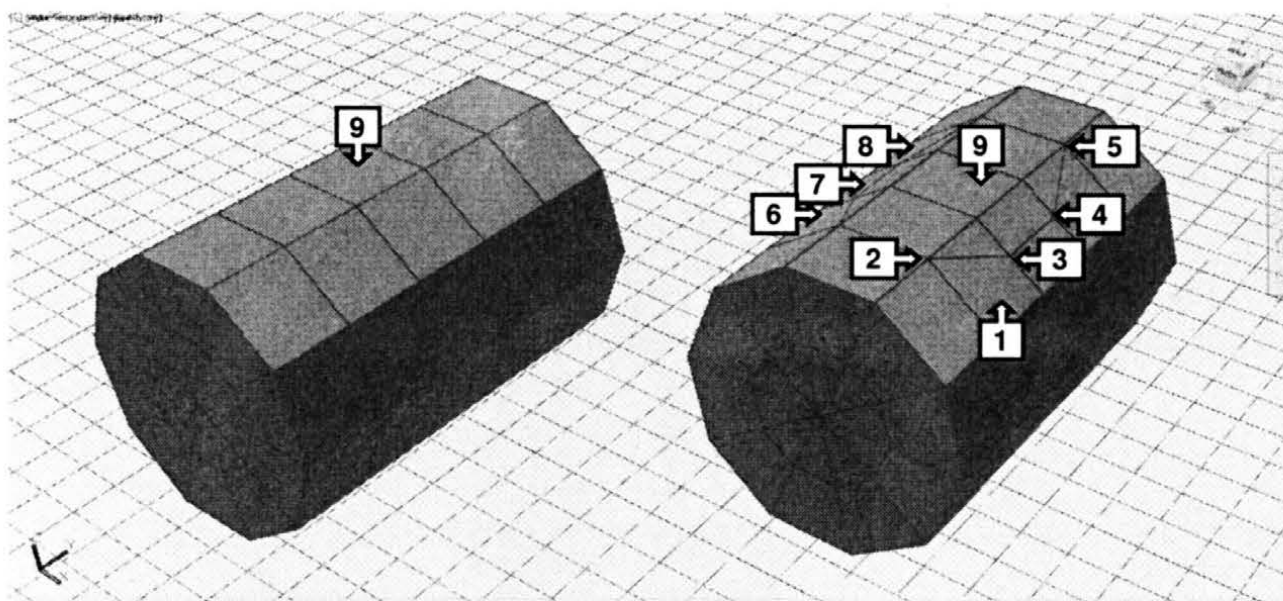


W prostopadłościanie pokazano podział sekcji czworokątnych na dwie części prostokątne (1), na dwie części trójkątne (2), na jedną część czworokątną i jedną trójkątną (3) oraz podział na dwie części trapezowe (4). W ostrosłupie pokazano przykłady podziału sekcji trójkątnych: na sekcję czworokątną i trójkątną (5) oraz dwie trójkątne (6).

(Otwórz rysunek: W-12-13-10-Dzielenie-pow-02.dwg.)

Na rysunku występują dwie takie same siatki w postaci walca. Krawędzie podstaw walca mają przypisane fałdowanie w trybie *Zawsze*. Na prawej siatce wprowadzimy podziały kilku sekcji na dwie części, tak jak to pokazano poniżej.

- Ustawiamy jako aktualny filtr wyboru podobiektów siatki *Powierzchnia* oraz włączamy tryby dowiązania punktu do obiektu *Koniec* i *Symetria*.
- Wywołujemy polecenie PODZIELSIAT, wybieramy sekcję **1** i wskazujemy na niej punkty **2** i **3**.
- W następnej sekcji wskazujemy punkty **3** i **4**.
- W następnej – punkty **4** i **5**.



- Operację powtarzamy dla sekcji po drugiej stronie: **6**, **7** i **8**.
- Dla porównania rezultatów wyciągniemy sekcje **9** na obydwu siatkach wzdłuż osi Z na odległość 100 jednostek, a potem wprowadzimy drugi poziom gładkości.
- Jako aktualny ustawiamy filtr podobiektów *Powierzchnia* i wciskamy klawisz **CTRL**. Klikamy sekcję **9** jednej siatki (jeśli trzeba, wybieramy metauchwyt przesuwania), wybieramy do przesuwania oś Z, przesuwamy kursor w kierunku dodatnich wartości osi Z i wprowadzamy z klawiatury wartość 100.
- Powtarzamy zabieg dla sekcji **9** drugiej siatki. Porównujemy wyniki.
- Wprowadzimy teraz trzeci poziom gładkości dla obydwu siatek. Otwieramy paletę *Właściwości*, klikamy obydwie siatki i w zakładce *Geometria*, w polu *Gładkość* ustawiamy *Poziom 3*. Porównujemy wyniki.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Wyciąganie sekcji

Funkcja wyciągania sekcji polega na przesunięciu tej sekcji prostopadle do niej (wzdłuż wektora normalnego do jej powierzchni) o zadaną wartość. Po przemieszczeniu sekcji wstawiane są dodatkowe sekcje, umożliwiające połączenie sekcji przesuniętej z sekcjami, które pozostały w siatce. Sekcje, które pozostały w siatce, nie zmieniają ani swojego położenia, ani kształtu.

Wyciąganie sekcji jest realizowane za pomocą polecenia WYCIĄGNIJ, które można wywołać:

W3D: Siatka > Edytowanie siatki > Wyciągnij ścianę

PN: -----

MR: Modyfikuj > Edytowanie siatki > Wyciągnij ścianę

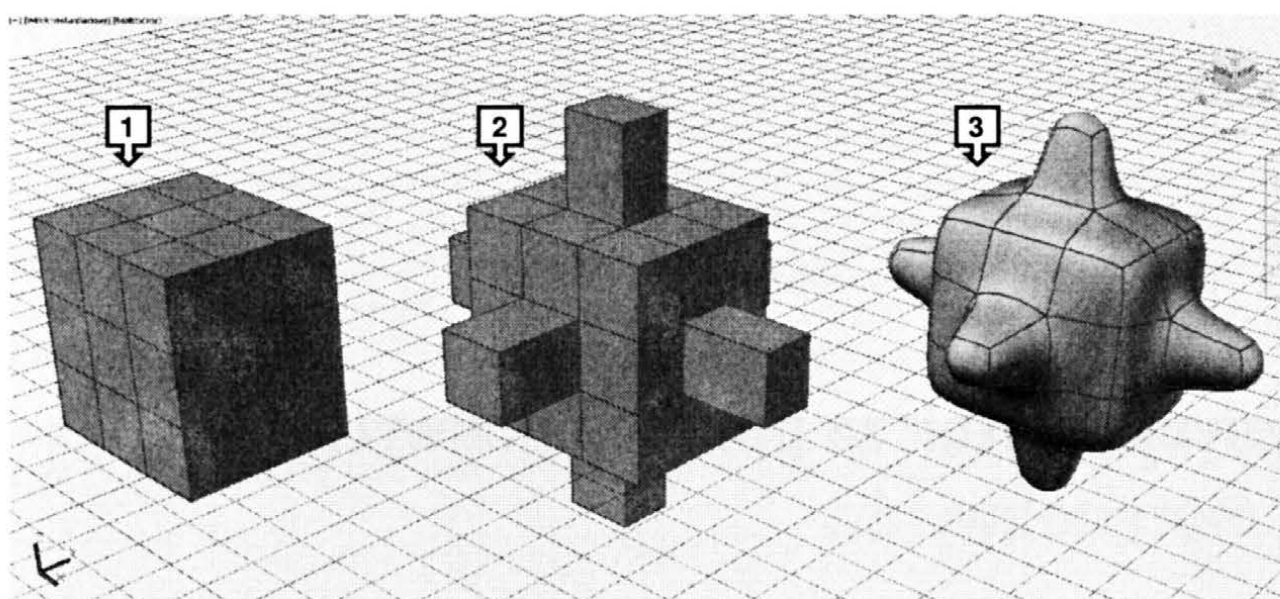
LP: WYCIĄGNIJ

W poleceniu występują opcje:

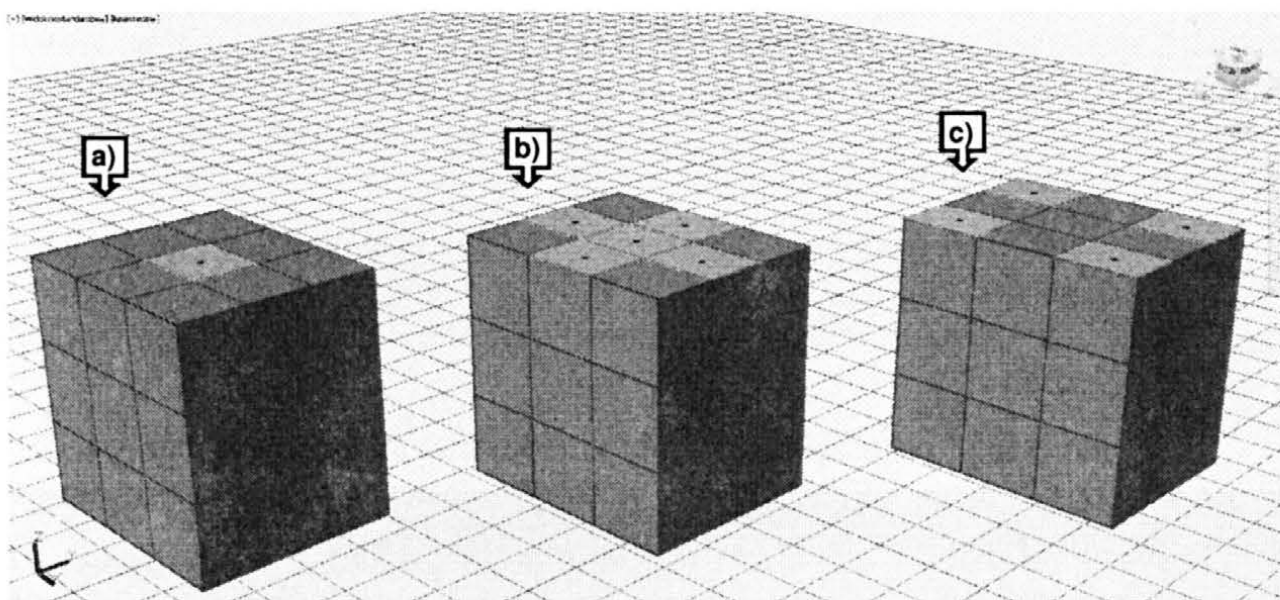
WYCIĄGNIJ	
Opcja	Opis
uStawienie	Umożliwia zmianę ustawień dla polecenia. Opcja wyświetlana jest tylko wtedy, gdy w pierwszej kolejności wywoływane jest polecenie, a potem jest tworzony zbiór wskazań.
(Połącz sąsiednie powierzchnie siatki) Tak	Powoduje łączenie sąsiednich sekcji podczas wyciągania – program traktuje te sekcje jako jedną sekcję.
(Połącz sąsiednie powierzchnie siatki) Nie	Powoduje, że podczas operacji wyciągania sąsiadujące ze sobą sekcje są traktowane jako sekcje oddzielne (niepołączone), co uwidacznia się po wprowadzeniu gładkości.
Kierunek	Umożliwia określenie wektora kierunku wyciągnięcia sekcji przez podanie dwóch punktów. Następnie określa się odległość wyciągnięcia.
ścieżka	Pozwala na wyciąganie sekcji wzdłuż ścieżki.
kąt zwięzania	Umożliwia wprowadzenie zwięzania podczas wyciągania sekcji.

Standardowo, po wywołaniu polecenia wystarczy wybrać powierzchnię lub powierzchnie do wyciągnięcia i podać odległość wyciągnięcia.

Na rysunku poniżej występuje siatka kostki 1. Przeprowadzono wyciąganie wszystkich sekcji, które leżą centralnie w ścianach kostki (2). Następnie wprowadzono czwarty poziom wygładzania (3).



(Otwórz rysunek: W-12-13-12-Wyciągnij-siatka-02.dwg.)



Na rysunku występują trzy siatki w postaci kostek. Przeprowadzimy dla nich wyciąganie sekcji, które zostały zaznaczone na rysunku. Potem wprowadzimy wygładzanie.

- Włączamy filtr wyboru powierzchni (Siatka > Wybór > Powierzchnia z listy). Wywołujemy polecenie WYCIĄGNIJ (Siatka > Edytowanie siatki > Wyciągnij ścianę), wybieramy opcję *uStawienie*, wybieramy opcję *Nie*, wskazujemy wszystkie zaznaczone sekcje (na wszystkich siatkach), zamykamy zbiór wskazań i podajemy odległość wyciągnięcia 120.
- Zastosujemy teraz do zmodyfikowanych siatek trzeci poziom wygładzania. Wyłączamy filtrowanie podobieństw (Siatka > Wybór > Brak filtru z listy). Otwieramy paletę *Właściwości*, zaznaczamy wszystkie siatki: **a**,

b), c) i wybieramy (w zakładce *Geometria*, w polu *Gładkość*) trzeci poziom gładkości (*Poziom 3*).

- Należy zwrócić uwagę na osiągnięte wyniki. Wyciągnięte sekcje – mimo że leżą obok siebie – zostały formalnie rozdzielone, co uwidacznia się dopiero po wprowadzeniu gładkości.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Edycja siatek za pomocą uchwytów i metauchwytów

Edytowanie siatek za pomocą uchwytów i metauchwytów ma swoje pewne ograniczenia. Kliknięcie siatki powoduje wyświetlenie uchwytu oraz metauchwytu w środku ciężkości siatki, które się pokrywają. O tym, że wyświetlane są zarówno uchwyty, jak i metauchwyty, można się przekonać, klikając również inną siatkę. Wtedy każda siatka ma swój uchwyt, a metauchwyt jest wyświetlany w środku ciężkości obydwu siatek.

Metauchwyt jest wyświetlany w trybie, który jest aktualnie ustawiony (*Przesuwanie*, *Obracanie*, *Skalowanie*) lub nie jest wyświetlany (*Bez metauchwytu*). Przeprowadzane czynności będą się odnosiły do całej siatki lub wszystkich wybranych sekcji.

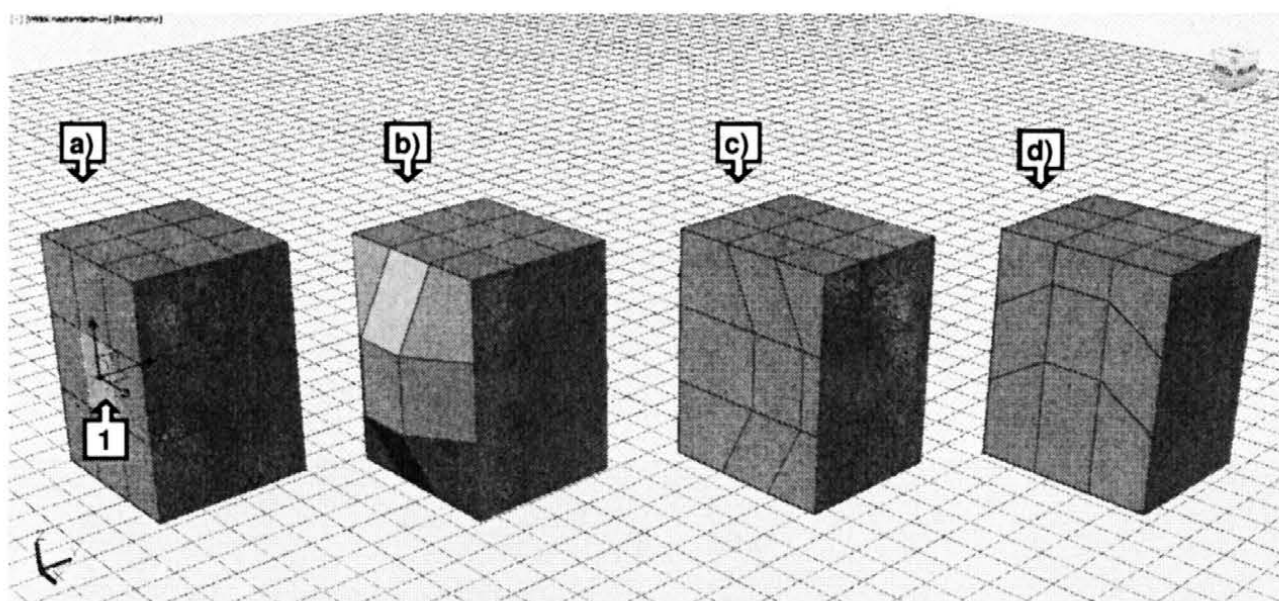
Jak pamiętamy, po przemieszczeniu kursora nad metauchwyt mamy możliwość otworzenia menu kontekstowego, w którym dostępne są pozycje pozwalające na przeprowadzenie na uchwycie następujących operacji:

- zmianę trybu wyświetlania metauchwytu (*Przesuwanie*, *Obracanie* lub *Skalowanie*),
- przemieszczenie metauchwytu w inne miejsce (*Zmień położenie metauchwytu*),
- dopasowanie uchwytu do globalnego układu współrzędnych (*Dopasuj metauchwyt do > Globalny LUW*),
- dopasowanie uchwytu do lokalnego układu współrzędnych (*Dopasuj metauchwyt do > Aktualny LUW*),
- dopasowanie uchwytu do wybranej sekcji (*Dopasuj metauchwyt do > Powierzchnia*),

- zdefiniowanie położenia metauchwytu w dowolny sposób (*Niestandardowy uchwyt*), korzystając z opcji 3 punkty (początek układu metauchwytu, punkt na dodatniej półosi X oraz punkt leżący w dodatniej półprzestrzeni Z).

Edycja może być realizowana nie tylko na całej siatce, ale również na podobiektach siatki. W takim przypadku wybieramy do zbioru wskazań podobiektu, przytrzymując wciśnięty klawisz **CTRL**. Tego rodzaju przekształceniom mogą podlegać sekcje (powierzchnie), krawędzie oraz wierzchołki.

Rozpocznijmy od demonstrowania przesuwania sekcji.

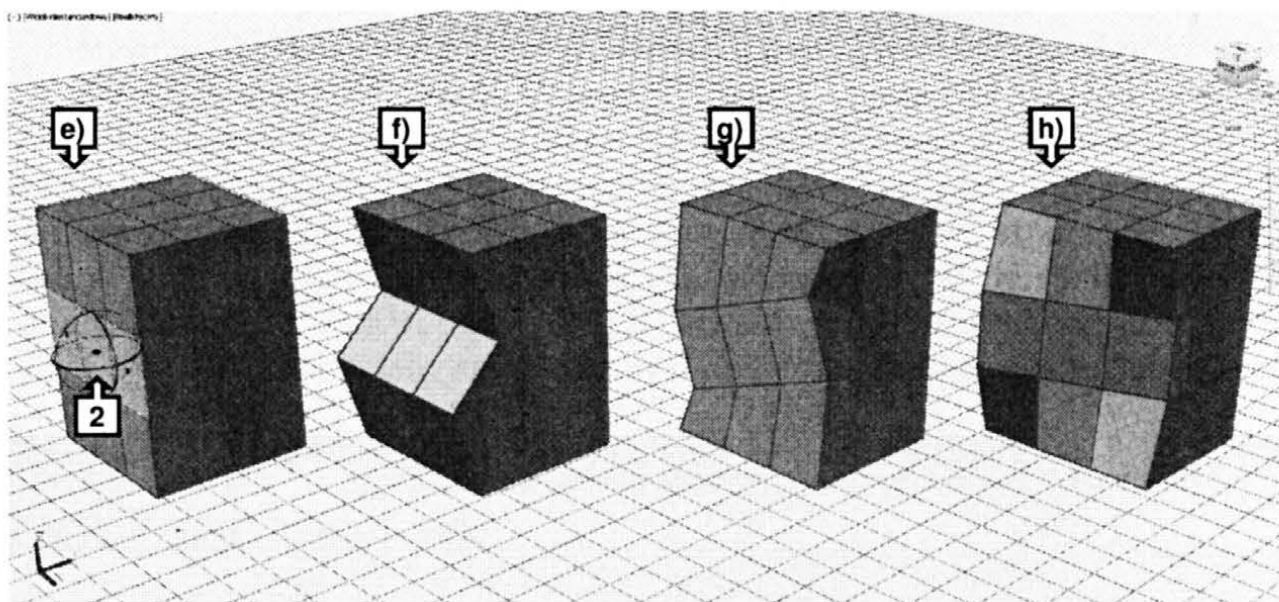


Na rysunku a) pokazano siatkę przed zastosowaniem przesuwania. Wybrana została sekcja 1 (kliknięta z wciśniętym klawiszem **CTRL** lub z włączonym filtrem), co spowodowało pojawienie się metauchwytu. Wybrano metauchwyt przesuwania i przesunięto sekcję wzdłuż osi Y w kierunku wartości ujemnych. Wynik pokazuje rysunek b).

Taką samą operację przeprowadzono, przesuając sekcję w kierunku dodatnich wartości osi X. Wynik operacji pokazuje rysunek c). Ostatnim zabiegiem było przesuwanie wzdłuż dodatnich wartości osi Z. Rezultat pokazuje rysunek d).

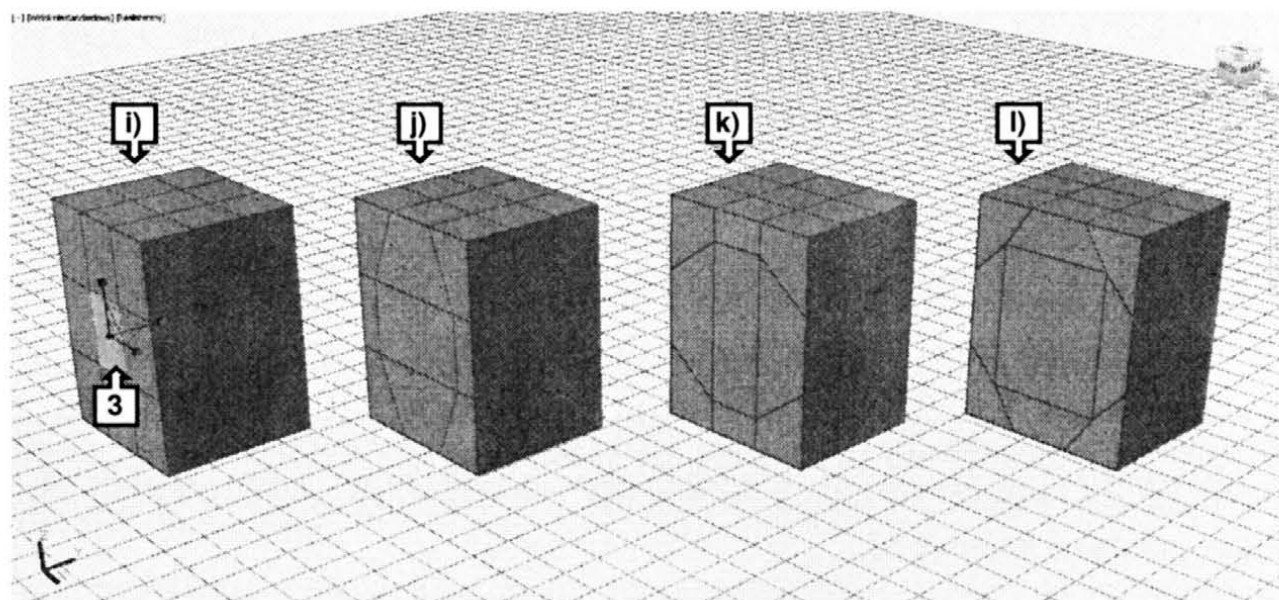
Przejdziemy teraz do przedstawienia działania metauchwytu obracania.

Na rysunku e) pokazano siatkę przed obracaniem. Tym razem do operacji zostały wybrane trzy sekcje (2) oraz ustawiono jako aktualny metauchwyt obracania.



Na rysunku f) pokazano obrócenie tych sekcji względem osi X. Na rysunku g) – względem osi Y, a na rysunku h) – względem osi Z.

Pozostało do zademonstrowania działanie metauchwyty skalowania.



Na rysunku i) pokazano siatkę przed skalowaniem. Przeskalowana zostanie jedna sekcja (3). Jako aktualny ustawiamy metauchwyt skalowania. Skalowanie jest przeprowadzane w płaszczyźnie sekcji. Na rysunku j) pokazano wynik skalowania sekcji względem osi X, na rysunku k) – względem osi Y, a na rysunku l) – względem płaszczyzny XY.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że pokazane zostały przykłady edytowania tylko sekcji, ale w podobny sposób można wpływać na kształt wybranych krawędzi oraz na położenie krawędzi i wierzchołków. Edytowanie podobiektów siatek jest narzędziem bardzo elastycznym. Musimy jednak pamiętać, że narzędzie

to może okazać się niezwykle uciążliwe, gdy siatka nasza jest bardzo gęsta. W każdym przypadku należy ostrożnie podchodzić do zwiększania liczby oczek siatki, czyli do rozdrabniania.

Uwagi o pracach z siatkami

Przytoczymy poniżej zalecenia, które są kierowane do użytkowników programu pragnących pracować z modelami siatkowymi. Zaawansowane możliwości modelowania siatek z wykorzystaniem edycji podobiektów umożliwiają tworzenie projektów bardzo wyszukanych w formie, zaokrąglonych, wygładzonych i swobodnych. Jednak podczas pracy należy mieć na uwadze niżej podane zalecenia.

- **Przeprowadź edytowanie siatki przed wprowadzeniem wygładzania.**

Edytowanie siatki jest bardzo elastycznym sposobem pozyskiwania żadanego modelu, jednak należy pamiętać, że zwiększanie poziomów gładkości ma bardzo istotny wpływ na zmniejszenie wydajności programu. Szereg czynności będzie pochłaniało więcej czasu. Zaleca się zakończenie operacji przeprowadzanych za pomocą metauchwytów, wyciągania sekcji, dzielenia sekcji itd. przed zwiększeniem poziomu wygładzania.

Stosowanie palety *Właściwości* umożliwia szybkie przełączanie poziomów gładkości, co pozwala na szybkie sprawdzenie, w jaki sposób wykonane czynności wpływają na wygładzaną siatkę.

- **Zamiast rozdrabniania całego obiektu, dziel lub rozdrabniaj podobiekty.**

Dzielenie siatki przez rozdrabnianie pochłania dużo pamięci i przyczynia się do ogólnego powiększenia złożoności modelu. Pamiętać też trzeba, że rozdrobnienie siatki powoduje usunięcie gładkości, czyli ustawienie opcji poziomu gładkości *Brak*.

Po rozdrobnieniu siatki nie mamy możliwości jej rozrzedzenia poza cofnięciem polecenia. Zatem należy unikać rozdrabniania całej siatki i należy ograniczać się do rozdrabniania wybranych sekcji, które wymagają dokładniejszego odwzorowania. Rozdrabnianie pojedynczych sekcji nie powoduje resetowania poziomu gładkości.

- **Usuwanie gładkości z podobiektów (stosowanie fałdowania) ułatwia ograniczenie deformacji występujących w trakcie wygładzania.**

W wielu przypadkach zwiększenie poziomu wygładzania powoduje zaokrąglanie sekcji lub krawędzi, które nie powinny być zaokrąglane.

Z pomocą przychodzi tu możliwość usuwania gładkości z wybranych podobiektów, czyli stosowanie fałdowania.

Zastosowanie podczas fałdowania opcji *Zawsze* powoduje usunięcie gładkości dla wszystkich poziomów wygładzania.

- **Za pomocą metauchwytów można przeprowadzać modelowanie podobiektów siatki, czyli: sekcji, krawędzi i wierzchołków.**

Stosowanie metauchwytów *Przesunięcie*, *Obrót* i *Skala* pozwala na przeprowadzenie edycji wszystkich obiektów siatkowych i ich podobiektów, czyli sekcji, krawędzi oraz wierzchołków.

Posługiwanie się metauchwytyami pozwala na unikanie osobnego wywoływania poleceń 3DPRZESUŃ, 3DOBRÓC i 3DSKAŁA – wystarczy tylko wskazanie obiektu.

Przy korzystaniu z metauchwytów należy pamiętać o menu kontekstowym i z niego korzystać, np. przy zmianie rodzaju metauchwyty.

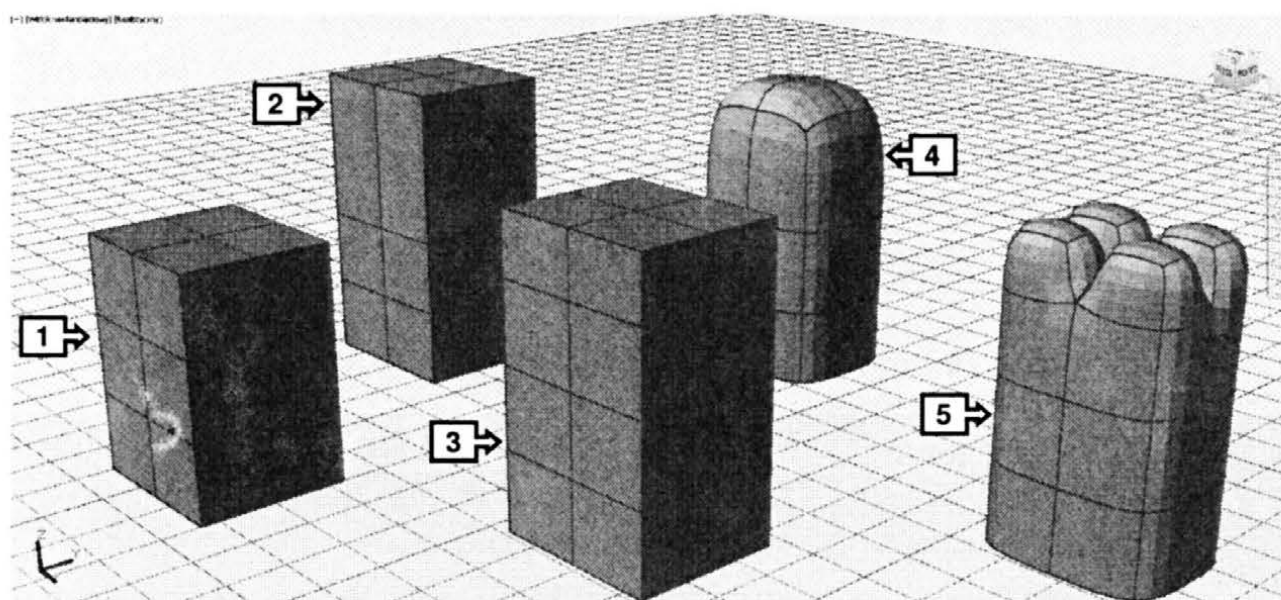
- **Filtry podobiektów bardzo ułatwiają przeprowadzanie wyboru określonych podobiektów.**

W przypadku rozbudowanych gęstych siatek wybór określonego podobiektu siatki może okazać się w wielu przypadkach trudny. Z pomocą przychodzi możliwość filtrowania podobiektów. Po włączeniu filtra budowany zbiór wskazań jest ograniczany do określonego rodzaju podobiektów.

Filtr wierzchołków stanowi istotną pomoc przy ich wybieraniu, gdyż wierzchołki nie są wyróżniane w widoczny sposób przy przesuwaniu nad nimi kursora.

- **Wyciąganie powierzchni powoduje wstawienie nowych sekcji do siatki, co może prowadzić do nieprzewidzianych wyników w przypadku sekcji sąsiadujących ze sobą, zwłaszcza po wprowadzeniu wygładzania.**

Wyciąganie sekcji tym różni się od przesuwania sekcji za pomocą uchwyty, że w przypadku przesuwania nie są tworzone dodatkowe sekcje w siatce, natomiast podczas wyciągania sekcja jest przemieszczana i powstała luka jest wypełniana nowymi sekcjami. Dzieje się to również wtedy, gdy wyciągane sekcje sąsiadują ze sobą. Jeśli występują dwie sekcje sąsiadujące ze sobą, to są one powiązane. Po wyciągnięciu tych sekcji tego bezpośredniego powiązania może już nie być. Uwidacznia się to dopiero po włączeniu gładkości.



Na rysunku pokazano siatkę początkową (1), siatkę, której krawędzie zostały przesunięte wzdłuż osi Z za pomocą uchwytów (2) oraz siatkę, której przemieszczono sekcje za pomocą wyciągania z opcją rozdzielonych sekcji (3). Do tak zmodyfikowanych siatek zastosowano gładzenie. Z siatki 2 uzyskaliśmy siatkę 4, natomiast z siatki 3 otrzymaliśmy siatkę 5. Jak widać, uzyskane wyniki są zupełnie inne.

- **Przekształcenie siatek w bryły udostępnia narzędzia edycji brył – w szczególności uzyskiwanie sumy, różnicy i ilorazu brył.**

Modelowanie siatek z zastosowaniem wygładzania, rozdrabniania i innych poleceń edycyjnych dopuszczalnych dla siatek jest bardzo zaawansowanym i elastycznym sposobem projektowania, ale nie pozwala na stosowanie do obiektów algebry Boole'a, z której można korzystać w przypadku brył. Z pomocą przychodzi tu możliwość przeprowadzenia konwersji siatki w bryłę. Podobnie, aby zastosować fałdowanie lub wygładzanie, obiekty bryłowe możemy przekształcić w siatki.

Wszystkie przekształcenia zapewniają zachowanie zgodności z kształtem obiektu pierwotnego. Jednak zaleca się, aby konwersja była przeprowadzana tylko jeden raz. W przypadku zauważenia braku wystarczającej zgodności z pierwowzorem po przeprowadzeniu konwersji, należy operację cofnąć, zmienić parametry konwersji i przeprowadzić konwersję ponownie.

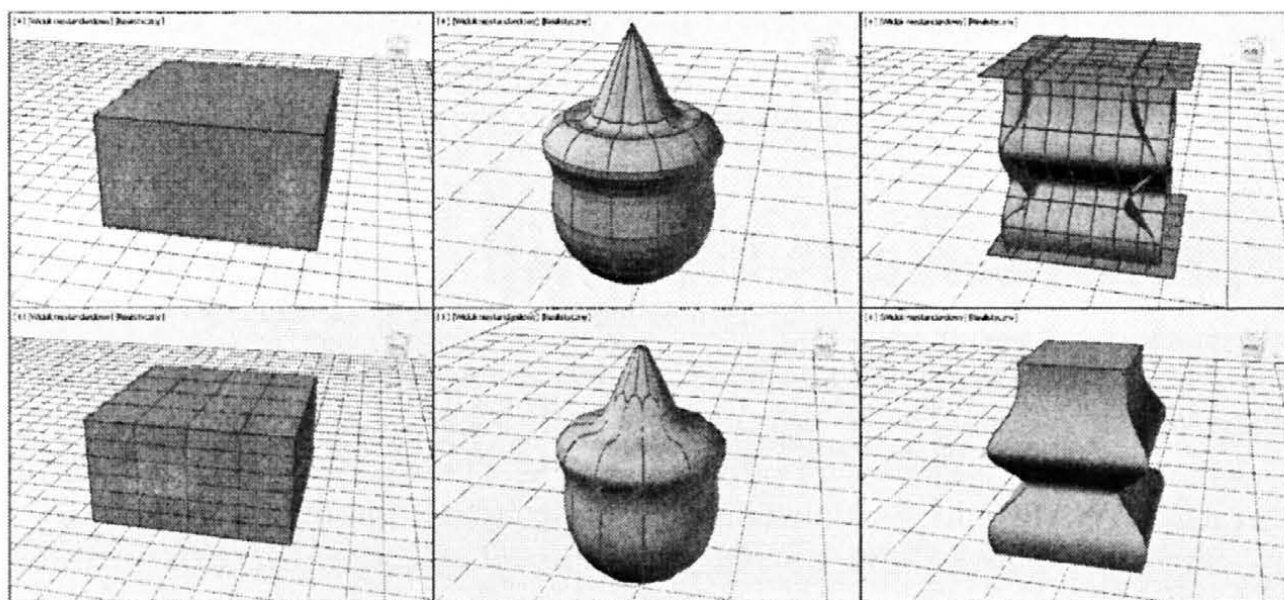
Przy konwersji brył w siatki parametrami tworzonej siatki sterujemy w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*.

W przypadku konwersji odwrotnej, tzn. przy zamianie siatki w bryłę (polecenie KONWNABRYŁĘ), parametrami sterujemy za pomocą zmiennej systemowej SMOOTHMESHCONVERT, która jest dostępna w karcie *Modelowanie siatki*, w panelu *Przekształć siatkę*, w postaci listy z czterema pozycjami: *Gładki - zoptymalizowany*, *Gładki - niezoptymalizowany*, *Płaszczyznowy - zoptymalizowany*, *Płaszczyznowy - niezoptymalizowany*.

Przy przekształcaniu siatek w bryły mogą pojawić się problemy, w przypadku gdy występują:

- Rozstępy w siatce. Takie rozstępy można czasami zamknąć przez zastosowanie wyższego poziomu wygładzania.
- Przecinające się powierzchnie siatki powstałe w wyniku przeprowadzenia operacji edycyjnych na sekcjach.

Siatki, których nie można przekształcić w bryły, często dają się przekształcić w powierzchnie (polecenie KONWNAPOW).



Rozdział XIV

Konwersja obiektów 3D

W programie AutoCAD 2012 dysponujemy obiektami przestrzennymi w postaci brył, powierzchni i siatek. Bryły i siatki są obiektami, które są określone jednoznacznie, natomiast powierzchnie mogą być trojakiego rodzaju. Biorąc historycznie, najstarszym rodzajem powierzchni są powierzchnie, które będziemy nazywali *powierzchniami starymi* i poświęcimy im niewiele miejsca. Pozostałe dwa rodzaje powierzchni to *powierzchnie proceduralne* i *powierzchnie NURBS*, które są powierzchniami aktualnie wykorzystywanymi i będą przez nas traktowane równorzędnie, mimo pewnych istotnych różnic.

Zasadniczo można przyjąć, że powierzchnie stare powinny być standardowo przekonwertowane do powierzchni proceduralnych i taki sposób postępowania jest zalecany.

Pozostają cztery rodzaje obiektów 3D: bryły, siatki, powierzchnie proceduralne i powierzchnie NURBS, którymi będziemy posługiwali się na co dzień i które bardzo często będziemy chcieli zamienić jedno w drugie, czyli będziemy

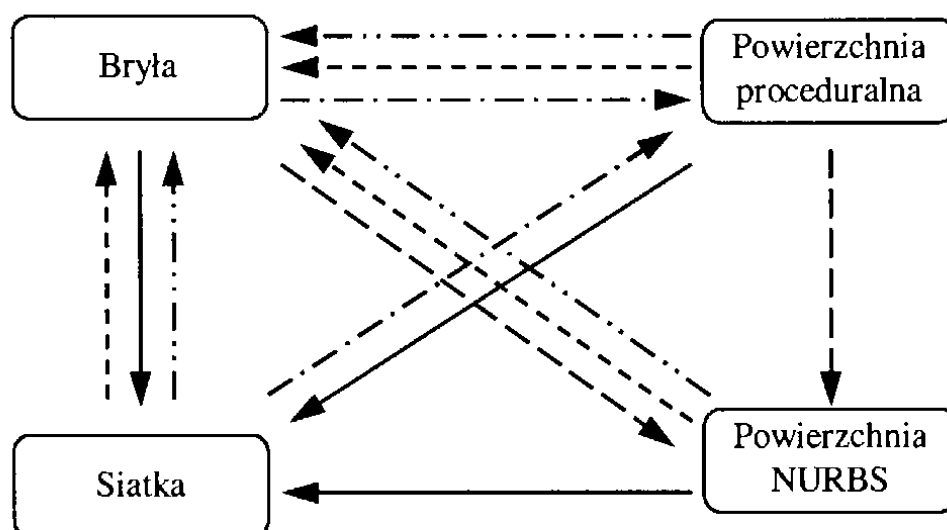
chcieli przeprowadzać dla nich operacje konwersji. Nie wszystkie drogi konwersji są możliwe. Niektóre z nich będziemy mogli przeprowadzać bezpośrednio, inne będą mogły być przeprowadzone pośrednio, czyli dwustopniowo. Jednak w prawie każdym przypadku należy się liczyć z pewnymi większymi lub mniejszymi ograniczeniami, o czym powiemy niżej.

Wprowadzenie do konwersji

Do przeprowadzania konwersji będziemy wykorzystywali odpowiednie polecenia. Do podstawowych poleceń konwersji zaliczamy polecenia:

- **KONWNABRYŁĘ** – konwertuje na bryłę: siatki, polilinie z grubością większą od zera i powierzchnie szczelnie zamykające określoną przestrzeń 3D – przy pewnych ograniczeniach.
- **KONWNAPOW** – konwertuje na powierzchnie proceduralne: bryły, siatki, stare powierzchnie, regiony, wybrane polilinie, linie z grubością, łuki z grubością, okręgi z grubością oraz obszary.
- **GŁADSIATKA** – konwertuje bryły, powierzchnie proceduralne, powierzchnie NURBS, powierzchnie stare, regiony i zamknięte polilinie.
- **PRZEKSZTAŁĆWNURBS** – konwertuje bryły i powierzchnie proceduralne w powierzchnie NURBS.
- **RZEŻBAPOW** – konwertuje na jedną bryłę: powierzchnie proceduralne, powierzchnie NURBS oraz bryły niezwiązane.

Na schemacie pokazano, w formie graficznej, kierunki możliwych do przeprowadzenia konwersji oraz podano nazwy poleceń, które będą odpowiedzialne za przeprowadzenie takiej konwersji.



—————→	GŁADSIATKA
-----→	PRZEKSZTAŁĆWNURBS
-----→	KONWNABRYŁĘ
-...-...→	KONWNAPOW
-...-...→	RZEŻBAPOW

Przy przeprowadzaniu konwersji, w większości przypadków, będą występowały istotne ograniczenia, o których powiemy przy omawianiu poszczególnych poleceń.

Tworzenie siatek przez konwersję

W programie istnieje możliwość przekształcania obiektów innego typu w obiekty siatkowe. Takiej konwersji można poddać następujące obiekty:

- Bryły.
- Powierzchnie proceduralne.
- Powierzchnie NURBS.
- Powierzchnie wieloboczne i polipowierzchnie (starego typu).
- Regiony.
- Zamknięte polilinie.

Przekształcić w siatkę można również zamknięty splajn, ale w pierwszej kolejności należy zamienić go na region.

Siatki najbardziej przylegające do pierwowzoru można uzyskać przy przekształcaniu brył elementarnych. Można również konwertować inne typy obiektów, ale należy liczyć się z tym, że uzyskane wyniki mogą odbiegać od oczekiwań, czyli nie odwzorowywać wystarczająco dokładnie obiektów pierwotnych. Dotyczy to również – oprócz wszystkich pozostałych obiektów – brył utworzonych za pomocą poleceń: WYCIĄGNIJ, PRZEKREĆ, SKOS i WYCIĄGNIĘCIE.

W przypadku przekształcanych obiektów uzyskiwane wyniki można poprawić, zmieniając parametry konwersji. Można tego dokonać w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*, o którym była mowa w rozdziale o tworzeniu siatek.

Do przeprowadzenia konwersji obiektów na obiekty siatkowe wykorzystujemy polecenie GŁADSIATKA. Polecenie to można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Siatka > Obiekt wygładzony
lub

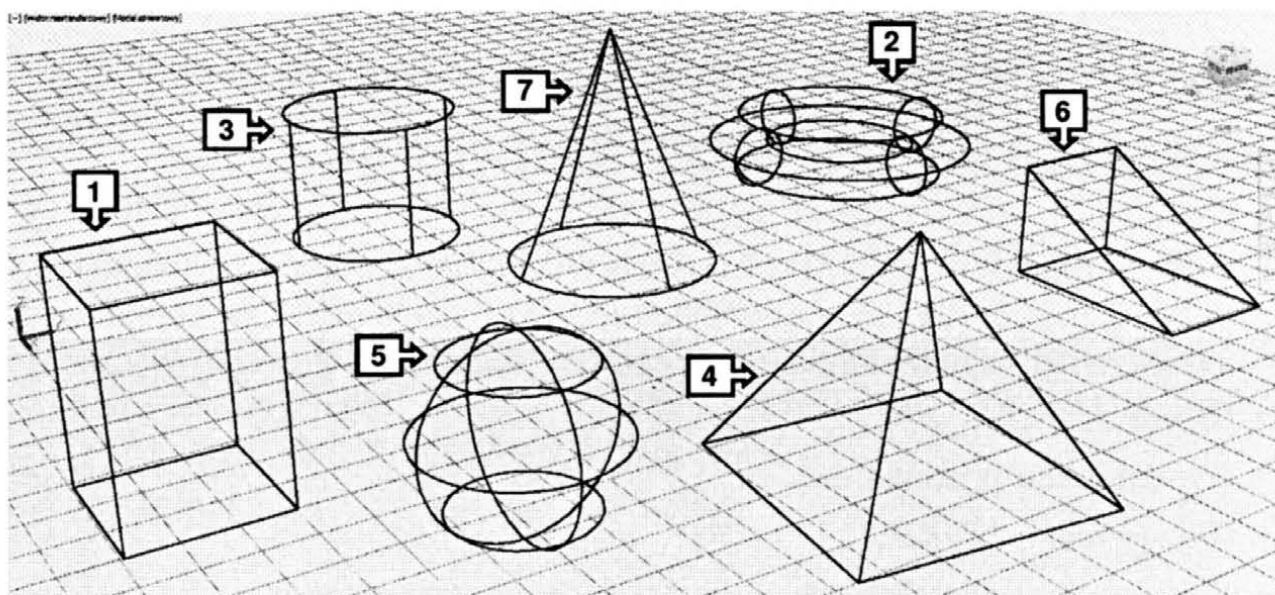
Modelowanie siatki > Siatka > Obiekt wygładzony

PN: Wygładzona siatka > Obiekt wygładzony

MR: Rysuj > Modelowanie > Siatki > Siatka wygładzona

LP: GŁADSIATKA

(Otwórz rysunek: W-12-14-01-Gladsiatka-01.dwg.)

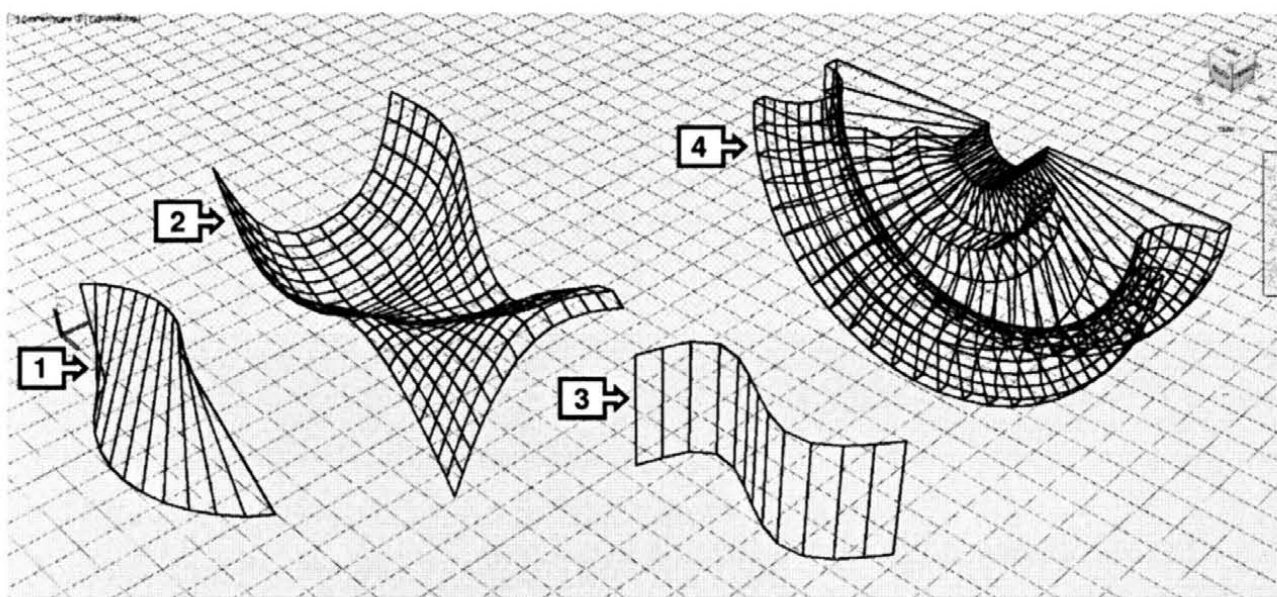


Zadaniem naszym – związanym z konwersją na siatki – będzie zamiana brył elementarnych na obiekty siatkowe. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* (Siatka > Siatka↓) ustawiamy jako typ siatki *Optymalizacja siatki wygładzonej*.

- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki* (Siatka > Siatki elementarne↓), dla kostki, wpisujemy parametry: *Długość* = 3, *Szerokość* = 3, *Wysokość* = 4. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wybieramy kostkę (1).
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*, dla torusa, wpisujemy parametry: *Promień* = 12, *Ścieżka przeciągnięcia* = 24. Wywołujemy polecenie i wybieramy torus (2).
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*, dla walca, wpisujemy parametry: *Oś* = 16, *Wysokość* = 6, *Baza* = 3. Wywołujemy polecenie i wybieramy walec (3).
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*, dla ostrosłupa, wpisujemy parametry: *Długość* = 3, *Wysokość* = 5, *Baza* = 3. Wywołujemy polecenie i wybieramy ostrosłup (4).

- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*, dla sfery, wpisujemy parametry: *Oś* = 16, *Wysokość* = 8. Wywołujemy polecenie i wybieramy sferę (5).
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*, dla klina, wpisujemy parametry: *Długość* = 5, *Szerokość* = 3, *Wysokość* = 4, *Nachylenie* = 6, *Baza* = 3. Wywołujemy polecenie i wybieramy klin (6).
- W oknie dialogowym *Opcje prymitywów siatki*, dla stożka, wpisujemy parametry: *Oś* = 16, *Wysokość* = 5, *Baza* = 3. Wywołujemy polecenie i wybieramy stożek (7).
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: *W-12-14-02-Gładsiatka-wielokatna-01.dwg*.)



Zadaniem naszym będzie zamiana obiektów powierzchniowych na obiekty siatkowe. Istniejące w rysunku obiekty powierzchniowe zostały utworzone za pomocą poleceń POWPROST, POWWALC, POWOBROT oraz POWKRAW, gdy zmienna systemowa MESHTYPE miała przypisaną wartość 0, czyli będą to powierzchnie starego typu.

W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* (Siatka > Siatka↓) ustawiamy jako typ siatki *Optymalizacja siatki wygładzonej*.

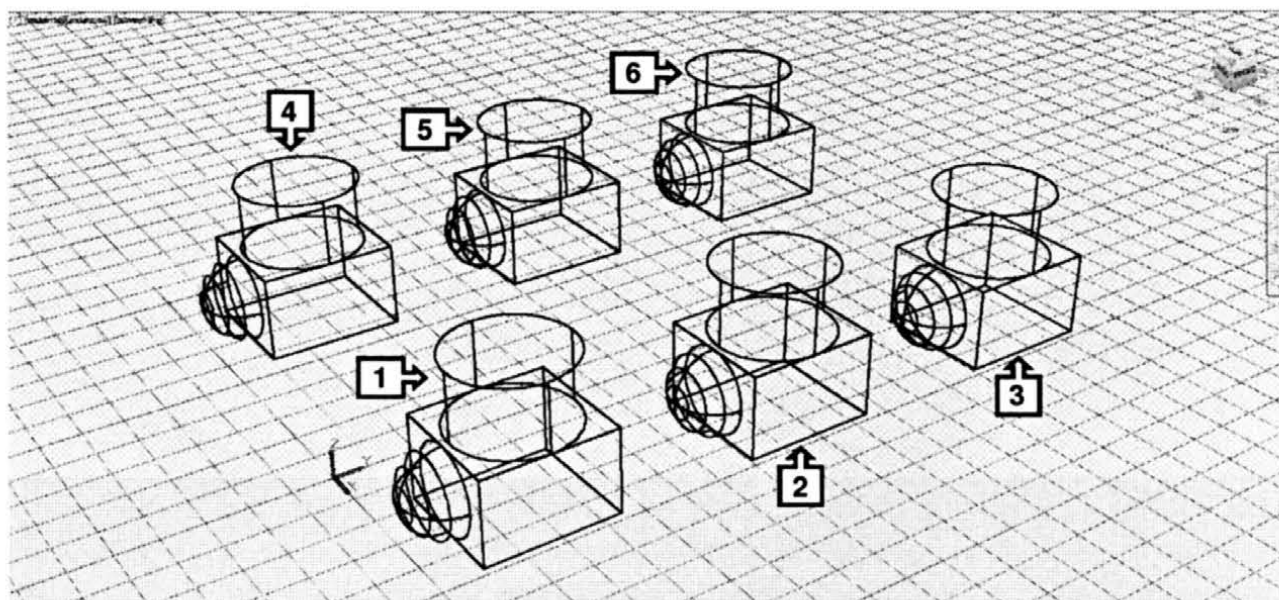
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy: powierzchnię prostokreślną (1), powierzchnię krawędziową (2), powierzchnię walcową (3) oraz powierzchnię obrotową (4). Ustawiamy styl wizualny *Realistyczny*. Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: *W-12-14-03-Gładsiatka-bryla-01.dwg*.)

W rysunku występuje sześć takich samych złożonych obiektów bryłowych. Zadaniem naszym będzie zamiana tych obiektów na obiekty siatkowe. Przy przeprowadzaniu konwersji na obiekty siatkowe zastosujemy różne parametry generowanych siatek. Parametry będą ustawiane w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* (Siatka > Siatka↓).

W oknie ustawiamy:

- Typ siatki: *Optymalizacja siatki wygładzonej*
- Zastosuj wygładzanie po reprezentacji: (usuń znacznik)



Przechodzimy do przeprowadzania konwersji.

- Konwersja bryły 1. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 0
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 1.
- Konwersja bryły 2. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 15
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 2.
- Konwersja bryły 3. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 25
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 3.

- Konwersja bryły 4. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 40
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 4.
- Konwersja bryły 5. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 60
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 5.
- Konwersja bryły 6. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 100
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 6.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: *W-12-14-04-Gladsiatka-bryla-02.dwg*.)

Rysunek ten zawiera taki sam zestaw brył złożonych jak rysunek poprzedni. Tym razem zmienimy typ siatki. Przetestujemy wpływ zmiany parametru *Odległość siatki od oryginalnych ścian* na przekształcony obiekt siatkowy. Parametry będą ustawiane w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*. Ustawimy w tym oknie:

- Typ siatki: Głównie kwa.
- Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 60
- Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 0
- Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 0

Przechodzimy do przeprowadzania konwersji.

- Konwersja bryły 1. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Odległość siatki od oryginalnych ścian: 5
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 1.
- Konwersja bryły 2. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Odległość siatki od oryginalnych ścian: 2
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 2.
- Konwersja bryły 3. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Odległość siatki od oryginalnych ścian: 1

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 3.

- Konwersja bryły 4. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Odległość siatki od oryginalnych ścian: 0.5

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 4.

- Konwersja bryły 5. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Odległość siatki od oryginalnych ścian: 0.2

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 5.

- Konwersja bryły 6. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Odległość siatki od oryginalnych ścian: 0.1

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 6.

- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: W-12-14-05-Gładsiatka-bryla-03.dwg.)

Rysunek ten zawiera taki sam zestaw brył złożonych jak rysunek poprzedni. Tym razem pozostawimy typ siatki. Przetestujemy natomiast wpływ zmiany parametru *Maksymalny kąt między nowymi ścianami* na przekształcony obiekt siatkowy. Parametry będą ustawiane w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*. Ustawimy w tym oknie:

- Typ siatki: *Głównie kwa.*
- Odległość siatki od oryginalnych ścian: 10
- Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 0
- Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 0

Przechodzimy do przeprowadzania konwersji.

- Konwersja bryły 1. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 45

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 1.

- Konwersja bryły 2. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 30

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 2.

- Konwersja bryły 3. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 20
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 3.
- Konwersja bryły 4. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 15
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 4.
- Konwersja bryły 5. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 10
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 5.
- Konwersja bryły 6. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 5
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 6.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: *W-12-14-06-Gladsiatka-bryla-04.dwg*.)

Rysunek ten zawiera taki sam zestaw brył złożonych jak rysunek poprzedni. Tym razem pozostawimy typ siatki. Przetestujemy wpływ zmiany parametru *Maksymalna długość krawędzi nowych ścian* na przekształcony obiekt siatkowy. Parametry będą ustawiane w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*. Ustawimy w tym oknie:

- Typ siatki: *Głównie kwa.*
- Odległość siatki od oryginalnych ścian: 10
- Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 60
- Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian : 0

Przechodzimy do przeprowadzania konwersji.

- Konwersja bryły 1. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 0
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 1.
- Konwersja bryły 2. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 15

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 2.

- Konwersja bryły 3. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 25

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 3.

- Konwersja bryły 4. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 40

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 4.

- Konwersja bryły 5. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 60

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 5.

- Konwersja bryły 6. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

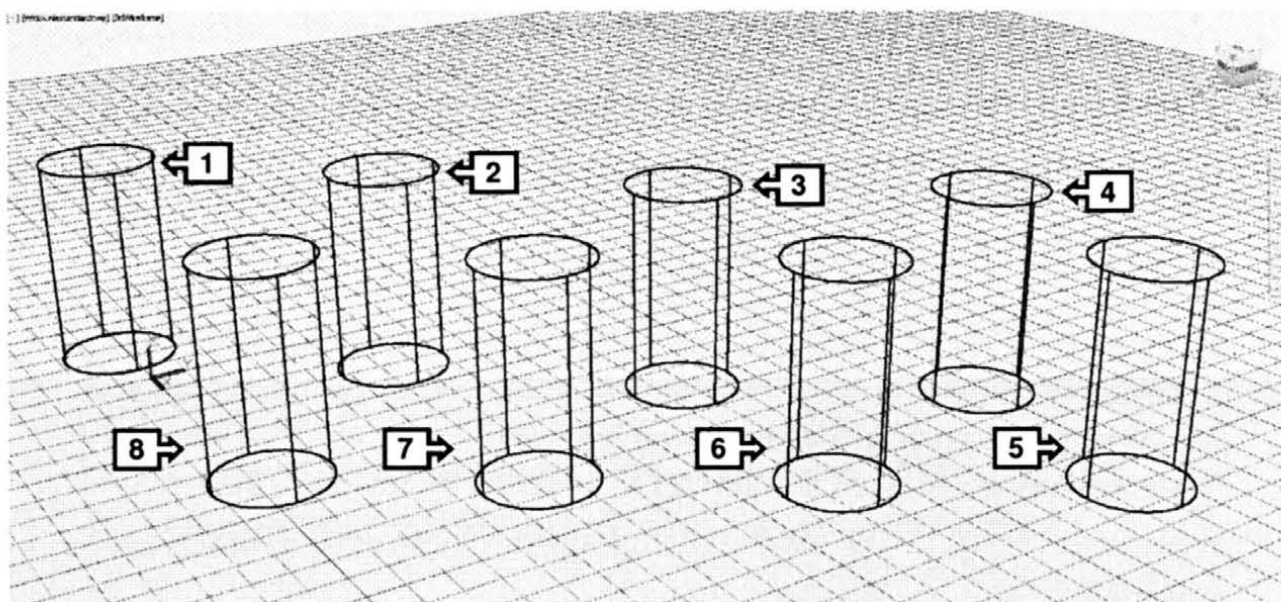
Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 100

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 6.

- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

(Otwórz rysunek: W-12-14-07-Gładsiatka-bryla-05.dwg.)

Rysunek ten zawiera zestaw walców w postaci brył. Typ siatki pozostawimy bez zmian. Przetestujemy wpływ zmiany parametru *Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian* na przekształcony obiekt siatkowy. Parametry będą ustawiane w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*.



Ustawimy w tym oknie:

- Typ siatki: *Głównie kwa.*
- Odległość siatki od oryginalnych ścian: 10
- Maksymalny kąt między nowymi ścianami: 60
- Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 0

Przechodzimy do przeprowadzania konwersji.

- Konwersja bryły 1. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 0
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 1.
- Konwersja bryły 2. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 5
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 2.
- Konwersja bryły 3. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 1.5
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 3.
- Konwersja bryły 4. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 1.2
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 4.
- Konwersja bryły 5. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 1
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 5.
- Konwersja bryły 6. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 0.8
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 6.
- Konwersja bryły 7. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:
Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 0.65
Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 7.
- Konwersja bryły 8. W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* ustawiamy:

Maksymalny współczynnik kształtu nowych ścian: 0.2

Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 8.

- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Taki sam cykl testów można przeprowadzić dla typu siatki *Trójkąt*. Ustawienia tego można dokonać w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki*. Pozwoli to na porównanie generowanych siatek przy założeniu typu *Głównie kwa.* oraz *Trójkąt*.

(Otwórz rysunek: W-12-14-08-Gladsiatka-bryla-06.dwg.)

Powtórz cykl poleceń z rysunku W-12-14-03-Gladsiatka-bryla-01.dwg.

(Otwórz rysunek: W-12-14-09-Gladsiatka-bryla-07.dwg.)

Powtórz cykl poleceń z rysunku W-12-14-04-Gladsiatka-bryla-02.dwg.

(Otwórz rysunek: W-12-14-10-Gladsiatka-bryla-08.dwg.)

Powtórz cykl poleceń z rysunku W-12-14-05-Gladsiatka-bryla-03.dwg.

(Otwórz rysunek: W-12-14-11-Gladsiatka-bryla-09.dwg.)

Powtórz cykl poleceń z rysunku W-12-14-06-Gladsiatka-bryla-04.dwg.

(Otwórz rysunek: W-12-14-12-Gladsiatka-bryla-10.dwg.)

Powtórz cykl poleceń z rysunku W-12-14-07-Gladsiatka-bryla-05.dwg.

Tworzenie powierzchni NURBS przez konwersję

Powierzchnie NURBS można uzyskać z innych obiektów za pomocą polecenia PRZEKSZTAŁĆWNURBS. Tego typu przekształcenie można wykonać dla dwóch rodzajów obiektów:

- Powierzchni proceduralnych.
- Brył.

Przekształcenie siatek w powierzchnie NURBS jest możliwe, przy czym działać trzeba dwustopniowo. W pierwszej kolejności zamieniamy siatkę na bryłę (polecenie KONWNABRYŁĘ) lub na powierzchnię (polecenie KONWNAPOW), potem dokonujemy przekształcenia uzyskanych obiektów w powierzchnię (powierzchnie) NURBS.

Polecenie można wywołać:

W3D: Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Przekształć w obiekt NURBS

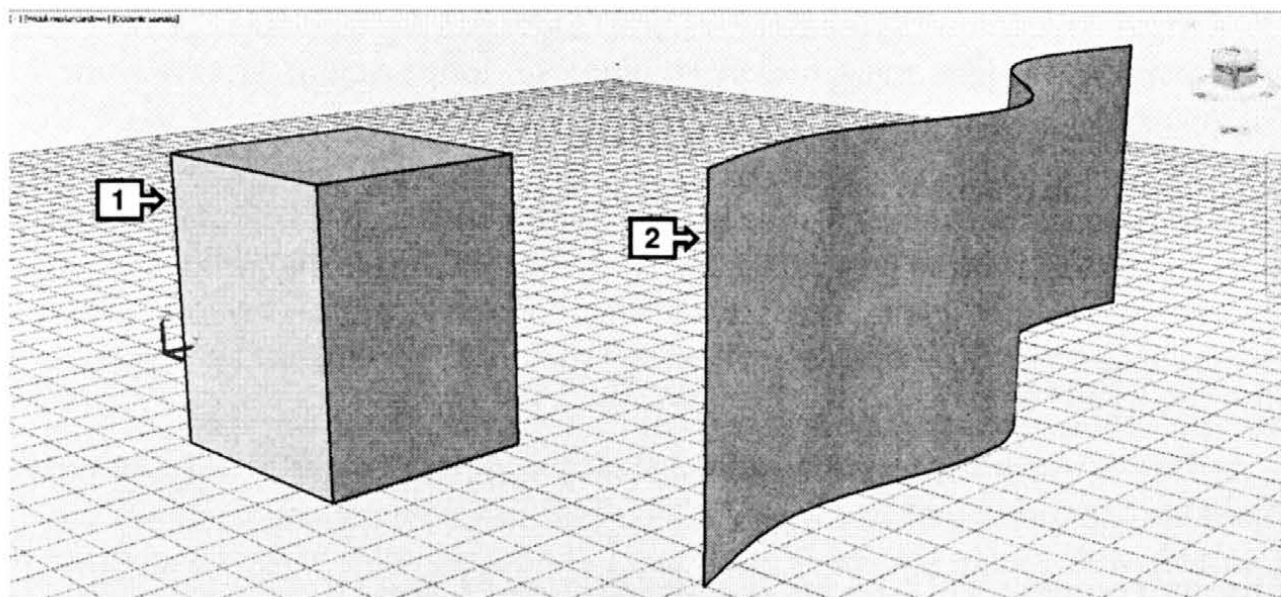
PN: Edycja powierzchni > Przekształć w powierzchnię NURBS

MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Przekształć w obiekt NURBS

LP: PRZEKSZTAŁĆWNURBS

Po wywołaniu polecenia należy wskazać obiekt (obiekty) do konwersji i zamknąć zbiór wskazań.

(Otwórz rysunek: *W-12-14-13-W-NURBS-01.dwg*.)



W rysunku występują dwa obiekty: bryła (1) i powierzchnia proceduralna (2). Dokonamy konwersji tych obiektów na powierzchnie NURBS. Rodzaj obiektów przed konwersją i po konwersji można sprawdzić w palecie *Właściwości* (CTRL+1), w liście wyboru (na samej górze palety).

- Sprawdzamy rodzaj obiektów przed konwersją (*Bryła 3D* i *Powierzchnia wyciągnięta*).
- Wywołujemy polecenie PRZEKSZTAŁĆWNURBS, wybieramy obydwa obiekty oknem i zamykamy zbiór wskazań.
- Sprawdzamy rodzaj obiektów po przeprowadzeniu konwersji (*Powierzchnia (NURBS)*).
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie powierzchni proceduralnych przez konwersję

Powierzchnie proceduralne można również utworzyć przez konwersję innych obiektów. Służy do tego polecenie KONWNAPOW. Za pomocą tego polecenia można dokonać konwersji następujących obiektów:

- Bryły.
- Siatki.
- Regiony.
- Płaskie powierzchnie 3D (utworzone za pomocą polecenia POWPŁAS).
- Polilinie (otwarte i zamknięte) o zerowej szerokości i niezerowej grubości.
- Linie niezerowej grubości.
- Łuki o niezerowej grubości.
- Okręgi o niezerowej grubości.
- Obszary 2D (jeśli mają niezerową grubość, informacja o grubości jest tracona).

Polecenie można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył ▼ > Konwertuj na powierzchnię

PN: -----

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Przekształć w powierzchnię

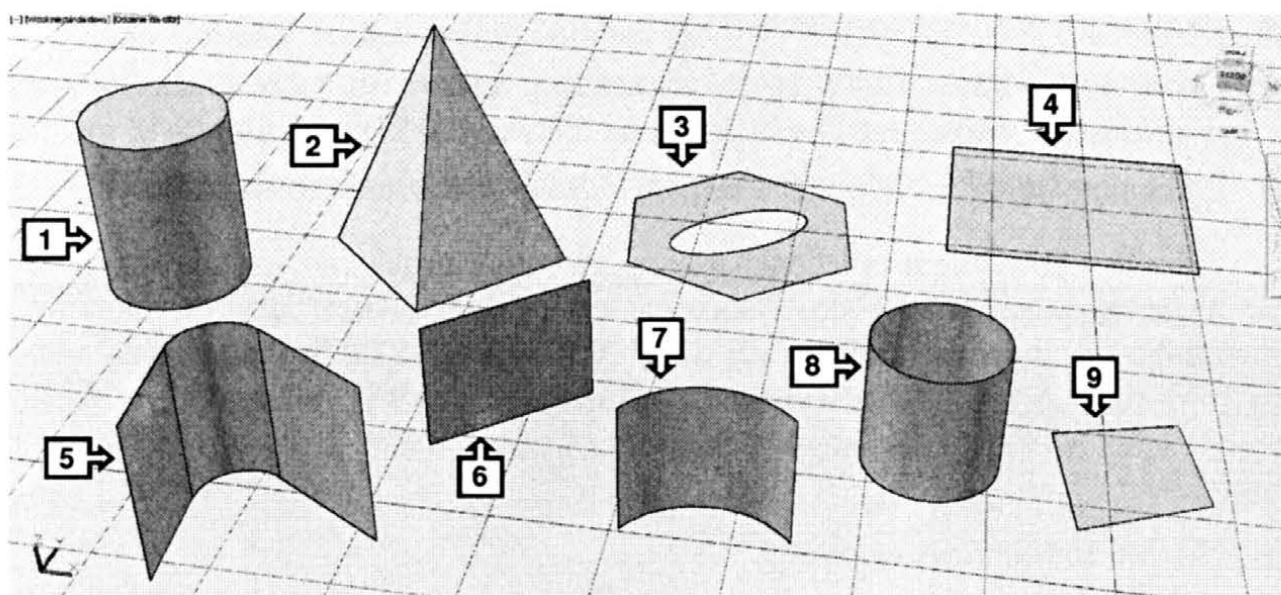
LP: KONWNAPOW

Po wywołaniu polecenia należy wskazać obiekt (obiekty) do konwersji i zamknąć zbiór wskazań.

(Otwórz rysunek: W-12-14-14-Na-proceduralna-01.dwg.)

Na rysunku przedstawiono następujące obiekty: bryłę (1), siatkę (2), region (3), powierzchnię płaską (4), polilinię o niezerowej grubości (5), linię o niezerowej grubości (6), łuk o niezerowej grubości (7), okrąg o niezerowej grubości (8), obszar o zerowej grubości (9). Wszystkie te obiekty przekonwertujemy na powierzchnie proceduralne.

- Sprawdzamy rodzaj obiektów za pomocą palety *Właściwości*.
- Wywołujemy polecenie KONWNAPOW, wybieramy obiekty oknem i zamykamy zbiór wskazań.
- Sprawdzamy rodzaj obiektów po przeprowadzeniu konwersji.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Tworzenie brył przez konwersję

Jeśli dysponujemy modelem siatkowym obiektu lub mamy do dyspozycji obszary obwiedzione szczelnie powierzchniami proceduralnymi względnie powierzchniami NURBS, wtedy istnieje możliwość przekonwertowania siatki lub tych powierzchni na bryłę. Zamiana taka jest najczęściej stosowana w przypadku potrzeby wykorzystania w naszym modelu przestrzennym możliwości edycyjnych, które są charakterystyczne dla obiektów bryłowych (operacje Boole'a).

Do przeprowadzania konwersji na bryłę mamy do dyspozycji dwa polecenia. Jedno z nich nosi nazwę KONWNABRYŁĘ i umożliwia szerszy zakres konwersji, drugie natomiast nosi nazwę RZEŻBAPOW i dotyczy zamiany na bryłę określonego obszaru przestrzeni trójwymiarowej, szczelnie otoczonej przez powierzchnie, które mogą się wzajemnie przecinać.

Rozpocniemy od polecenia KONWNABRYŁĘ, które można wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Edycja brył > Konwertuj na bryłę

PN: -----

MR: Modyfikuj > Operacje 3D > Przekształć w bryłę

LP: KONWNABRYŁĘ

Po wywołaniu polecenia, należy wskazać obiekty przeznaczone do konwersji i zamknąć zbiór wskazań.

Polecenie umożliwia przeprowadzenie konwersji dla następujących obiektów:

- Zamknięte siatki.
- Zamknięte powierzchnie proceduralne.

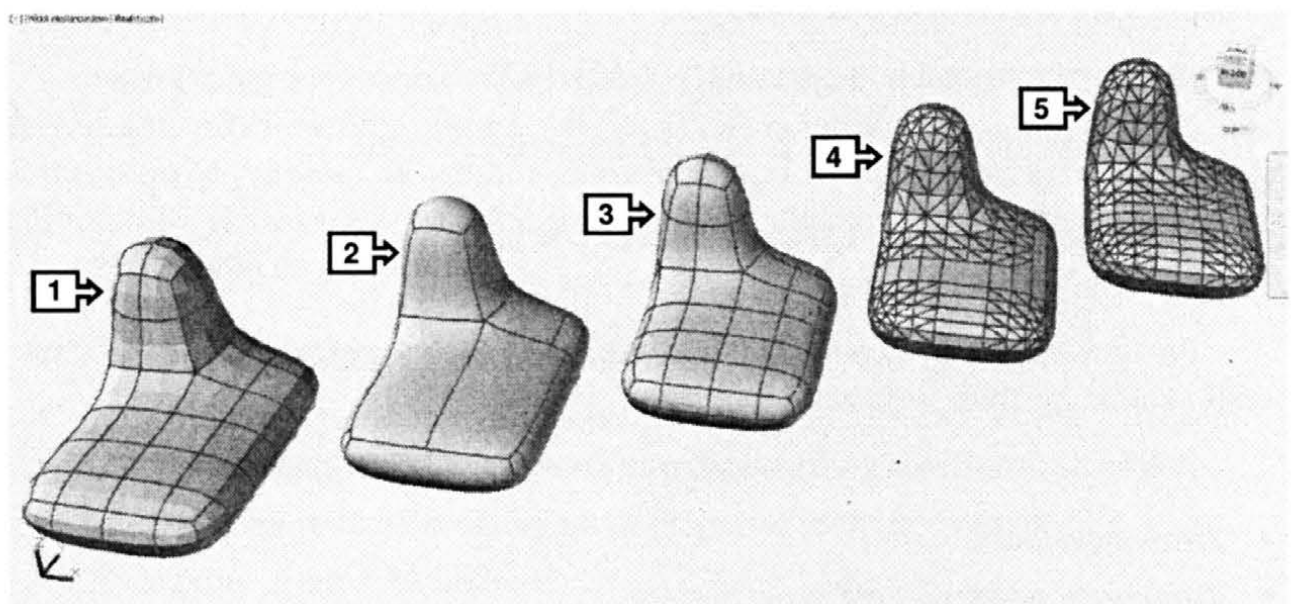
- Zamknięte powierzchnie NURBS.
- Otwarte polilinie, które mają niezerową szerokość oraz niezerową grubość. Szerokość musi być taka sama dla wszystkich odcinków.
- Zamknięte polilinie, które mają zerową szerokość oraz niezerową grubość.

Przed wykonaniem polecenia należy zdecydować jakiego rodzaju bryła ma być wygenerowana. Mamy do dyspozycji cztery możliwości, które wybieramy, przypisując do zmiennej systemowej SMOOMESHCONVERT odpowiednią wartość. Przypisanie to można wykonać, wybierając właściwy piktogram w liście umieszczonej w karcie *Siatka*, w panelu *Przekształć siatkę*. Lista zawiera cztery pozycje:

- Gładki, zoptymalizowany (0),
- Gładki, niezoptymalizowany (1),
- Płaszczyznowy, zoptymalizowany (2),
- Płaszczyznowy, niezoptymalizowany (3).

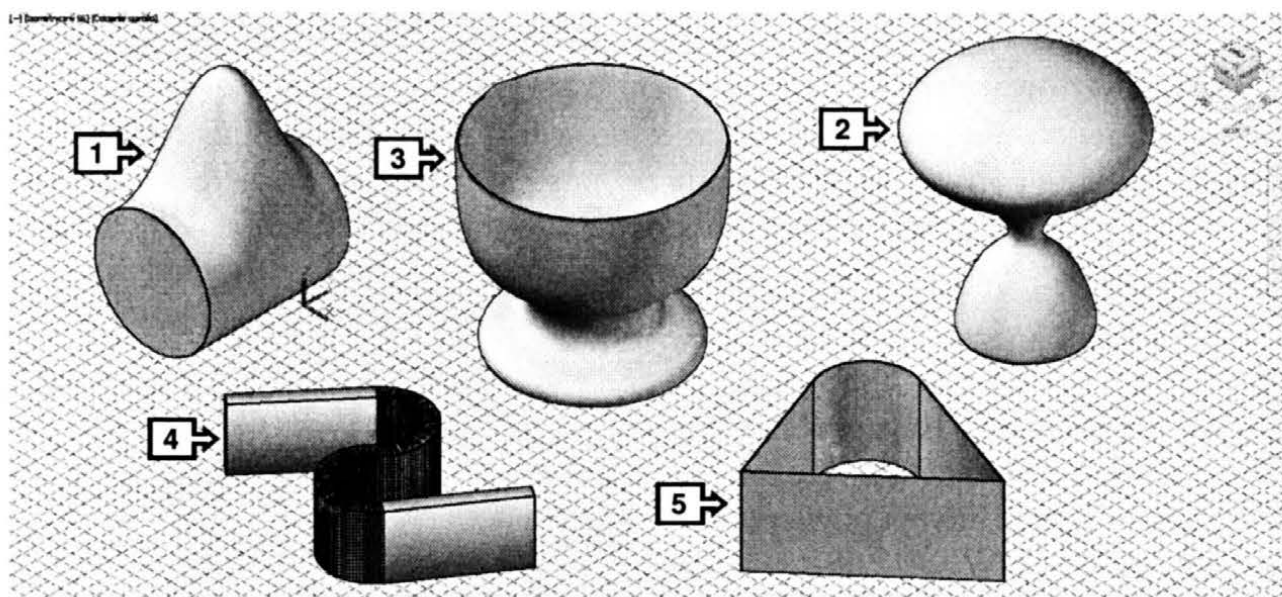
Każdej pozycji w liście odpowiada inna wartość przypisana do zmiennej systemowej SMOOTHMESHCONVERT.

zm.sys. SMOOTHMESHCONVERT	
Wartość	Opis
0	Tworzy gładki model – współpłaszczyznowe powierzchnie są scalane.
1	Tworzy gładki model – pierwotne sekcje sitki są zachowywane w utworzonej bryle.
2	Tworzy bryłę o spłaszczonych powierzchniach – współpłaszczyznowe powierzchnie są optymalizowane i scalane.
3	Tworzy bryłę o spłaszczonych powierzchniach – pierwotne sekcje sitki są zachowywane w utworzonej bryle.



Na rysunku pokazano model siatkowy (1) i cztery modele bryłowe, które powstały w oparciu o tę siatkę. Bryła 2 powstała przy wartości zmiennej systemowej SMOOTHMESHCONVERT równej 0, bryła 3 – przy wartości równej 1, bryła 4 – przy wartości równej 2 i bryła 5 – przy wartości równej 3.

(Otwórz rysunek: W-12-14-16-Na-bryle-02.dwg.)



Na rysunku pokazano obiekty, które zostaną przekonwertowane na bryły za pomocą polecenia KONWNABRYŁĘ: siatkę (1), powierzchnię NURBS (2), powierzchnię proceduralną (3), otwartą polilinię z nadaną szerokością i grubością (4) oraz zamkniętą polilinię z nadaną grubością (5).

- Za pomocą palety *Właściwości* sprawdzamy, jakiego typu są poszczególne obiekty.
- Włączamy styl wizualny *Model szkieletowy*. Ułatwi to nam obserwację zmian zachodzących w rysunku po dokonaniu konwersji. Powrócimy potem do stylu wizualnego *Realistyczny*.
- Rozpoczniemy od przekonwertowania siatki (1). Ze względu na to, że – w przypadku siatki – mamy możliwość wpływania na jakość generowanej bryły za pomocą zmiennej systemowej SMOOTHMESHCONVERT, wybierzemy odwzorowanie bryły najgładsze. Przypiszemy do zmiennej wartość zero (Siatka > Przekształć siatkę > Gładki zoptymalizowany – z listy). Wywołujemy polecenie KONWNABRYŁĘ, wskazujemy siatkę 1 i zamykamy zbiór wskazań. Siatka została przekonwertowana na bryłę.
- Pozostałe obiekty (2, 3, 4, 5) przekonwertujemy przy jednym wywołaniu polecenia KONWNABRYŁĘ. Wywołujemy polecenie wskazujemy

pozostałe obiekty i zamykamy zbiór wskazań. Obiekty zostały przekonwertowane.

- Powracamy do stylu wizualnego *Realistyczny*.
- Za pomocą palety *Właściwości* sprawdzamy, jakiego typu są teraz poszczególne obiekty. Wszystkie powinny być bryłami.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Przejdziemy teraz do zastosowania polecenia RZEŻBAPOW. Pozwala ono na przekonwertowanie na bryłę przestrzeni trójwymiarowej, która jest szczelnie otoczona powierzchniami. Powierzchnie mogą być proceduralne lub NURBS – względnie jedne i drugie. Powierzchnie te mogą się również wzajemnie przecinać, co nas zwalnia z przeprowadzania dodatkowych operacji ucinania poszczególnych powierzchni.

Polecenie można wywołać:

W3D: Powierzchnia > Edycja > Rzeźba

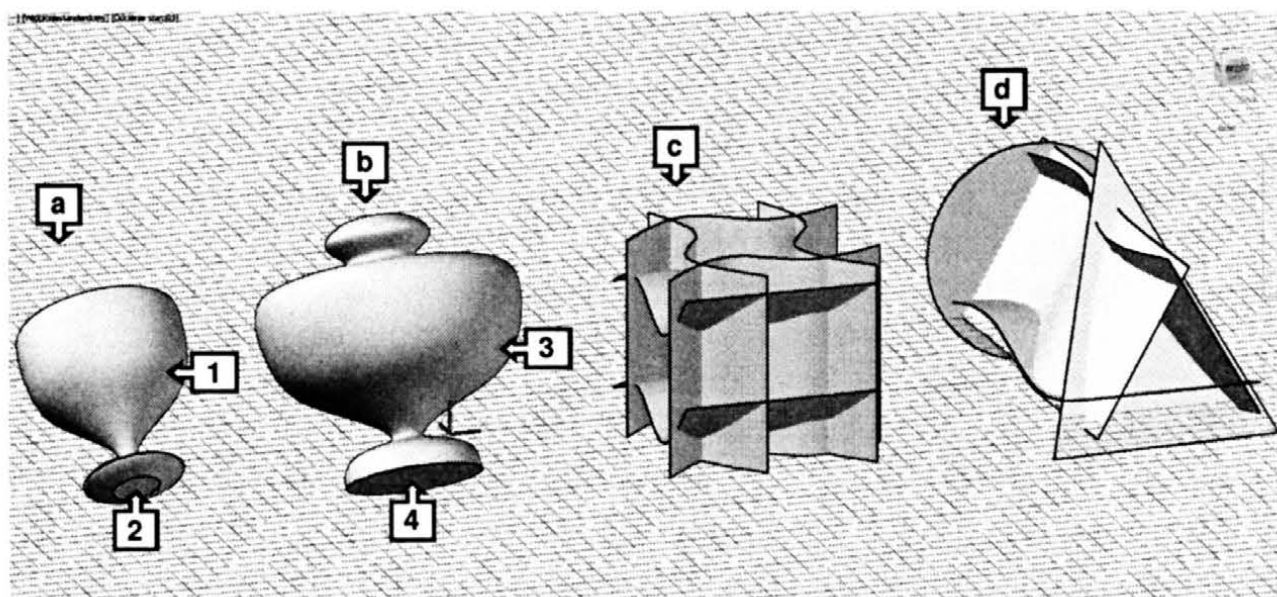
PN: Edycja powierzchni > Rzeźba powierzchni

MR: Modyfikuj > Edycja powierzchni > Rzeźba

LP: RZEŻBAPOW

Po wywołaniu polecenia, należy wskazać obiekty przeznaczone do konwersji i zamknąć zbiór wskazań. Jeśli pojawią się problemy z wykonaniem polecenia, zostanie wyświetlony odpowiedni komunikat. Problemy najczęściej są związane z nieomknięciem przestrzeni otoczonej powierzchniami.

(Otwórz rysunek: *W-12-14-17-Na-bryle-03.dwg*.)



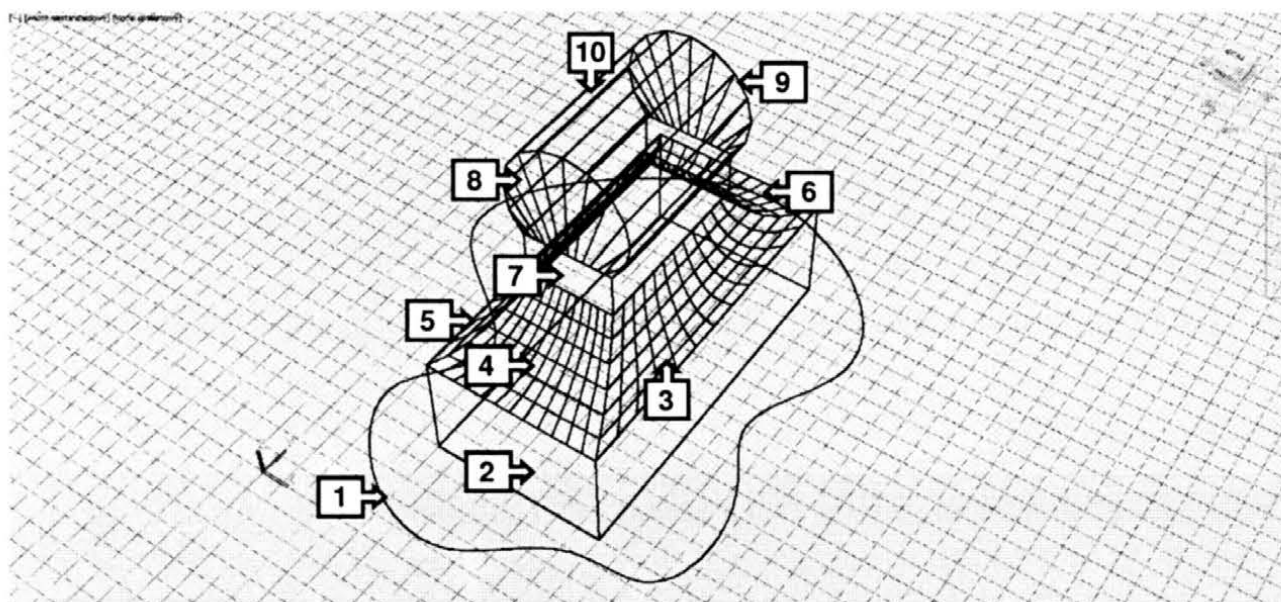
W rysunku występują cztery grupy powierzchni. Obiekty pierwszej grupy (a) zamykają przestrzeń dwoma powierzchniami – jedną proceduralną (1) i drugą NURBS (2), obiekty drugiej grupy (b) zamykają przestrzeń dwoma (3, 4) powierzchniami NURBS, obiekty trzeciej grupy (c) zamykają przestrzeń sześcioma powierzchniami proceduralnymi i czwarta grupa obiektów (d) składa się z pięciu powierzchni NURBS. Przekonwertujemy wszystkie grupy obiektów w cztery bryły.

- Za pomocą palety *Właściwości* sprawdzamy, jakiego typu są poszczególne obiekty.
- Konwersję przeprowadzimy dla wszystkich obiektów jednocześnie.
- Wywołujemy polecenie RZEŻBAPOW, wskazujemy oknem wszystkie obiekty i zamykamy zbiór wskazań. Obiekty zostały przekonwertowane.
- Za pomocą palety *Właściwości* sprawdzamy, jakiego typu są teraz poszczególne obiekty. Wszystkie powinny być bryłami.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 28

Tworzenie siatek przez konwersję

Cel ćwiczenia: Zamiana obiektów niesiatkowych – podlegających konwersji – na obiekty siatkowe.



- Otwórz rysunek *C-12-14-28-Konw-na-siatke-01.dwg*.
- Na siatki zamienimy następujące obiekty: region (1), bryły (2 i 7), powierzchnie krawędziowe starego typu (3, 4, 5 i 6), powierzchnie prostokreślne starego typu (8 i 9) oraz powierzchnię walcową starego typu (10).

- W oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* (Siatka > Siatka↓) ustawiamy:
 Typ siatki: *Optymalizacja siatki wygładzonej*,
 Maksymalna długość krawędzi nowych ścian: 0,
 Użyj zoptymalizowanego odwzorowania brył elementarnych 3D: bez znacznika,
 Zastosuj wygładzenie po reprezentacji: wstaw znacznik,
 Poziom gładkości: 0.
- Rozpocznijmy od regionu. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA (Siatka > Siatka > Obiekt wygładzony) i wskazujemy region 1. Za pomocą palety *Właściwości* możemy sprawdzać, czy konwersja przebiegła pomyślnie. Jeśli nie, należy ją powtórzyć.
- Przekonwertujemy teraz cztery powierzchnie krawędziowe. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy kolejno powierzchnie: 3, 4, 5 i 6.
- Przechodzimy do konwersji powierzchni prostokreślnych. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy kolejno powierzchnie: 8 i 9.
- Ostatnią powierzchnią starego typu jest powierzchnia walcowa. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy powierzchnię 10.
- Przed przekonwertowaniem brył zmieniamy ustawienia w oknie dialogowym *Opcje reprezentacji siatki* – wstawiamy znacznik do pola wyboru *Użyj zoptymalizowanego odwzorowania brył elementarnych 3D*.
- Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* (Siatka > Siatki elementarne↓) i dla kostki ustawiamy: *Długość* = 6, *Szerokość* = 8 i *Wysokość* = 5. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 2.
- Otwieramy okno dialogowe *Opcje prymitywów siatki* i dla kostki ustawiamy: *Długość* = 4, *Szerokość* = 5 i *Wysokość* = 2. Wywołujemy polecenie GŁADSIATKA i wskazujemy bryłę 7.
- Ustawiamy styl wizualizacji *Realistyczny* i kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 29

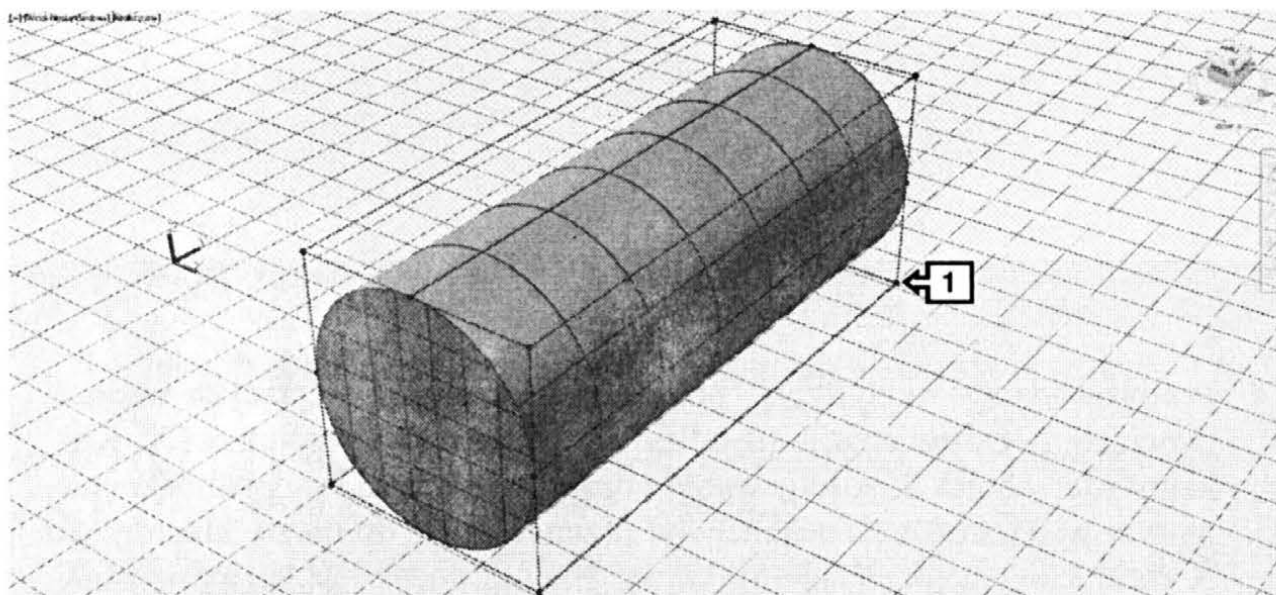
Tworzenie powierzchni NURBS przez konwersję

Cel ćwiczenia: Zamiana obiektów podlegających konwersji na obiekty siatkowe.

- Otwórz rysunek *C-12-14-29-Konw-na-NURBS-01.dwg*. Rysunek przedstawia wałek, który jest obiektem bryłowym. Zadaniem naszym będzie utworzenie wałka z mimośrodem, polegającym na tym że jedną tworzącą

odsuniemy promieniowo o 15 jednostek wzdłuż promienia. Operacji tego typu na bryle przeprowadzić nie można. Wobec tego przekonwertujemy bryłę na powierzchnię NURBS. Ta struktura będzie pusta w środku. Zmodyfikujemy powierzchnię zgodnie z naszymi potrzebami i przekonwertujemy te zmodyfikowane powierzchnie na bryłę.

- Przypisz zmiennej systemowej DELOBJ wartość 1, wtedy obiekty pierwotne będą usuwane z rysunku.
- W pierwszym kroku dokonamy zamiany bryły na powierzchnię NURBS. Wywołujemy polecenie PRZEKSZTAŁĆWNURBS (Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Przekształć w obiekt NURBS), wskazujemy wałek (bryłę), zamykamy zbiór wskazań.
- Włączymy widoczność wierzchołków sterujących dla powierzchni bocznej walca. Wywołujemy polecenie POKAŻPUNKTSTER (Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Pokaż wierzchołki sterujące), wskazujemy powierzchnię boczną walca.



Wokół walca pojawi się sieć węzłów sterujących 1.

- Zagęścimy sieć węzłów sterujących. Wywołujemy polecenie PRZEBUDUJPOINTSTER (Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Przebuduj), wskazujemy powierzchnię boczną walca i zamykamy zbiór wskazań. Otworzone zostaje okno dialogowe *Przebuduj powierzchnię*. W oknie ustawiamy:

W ramce *Liczba wierzchołków sterujących*:

W kierunku U: 6

W kierunku V: 6

W ramce *Stopień*:

W kierunku U: 3

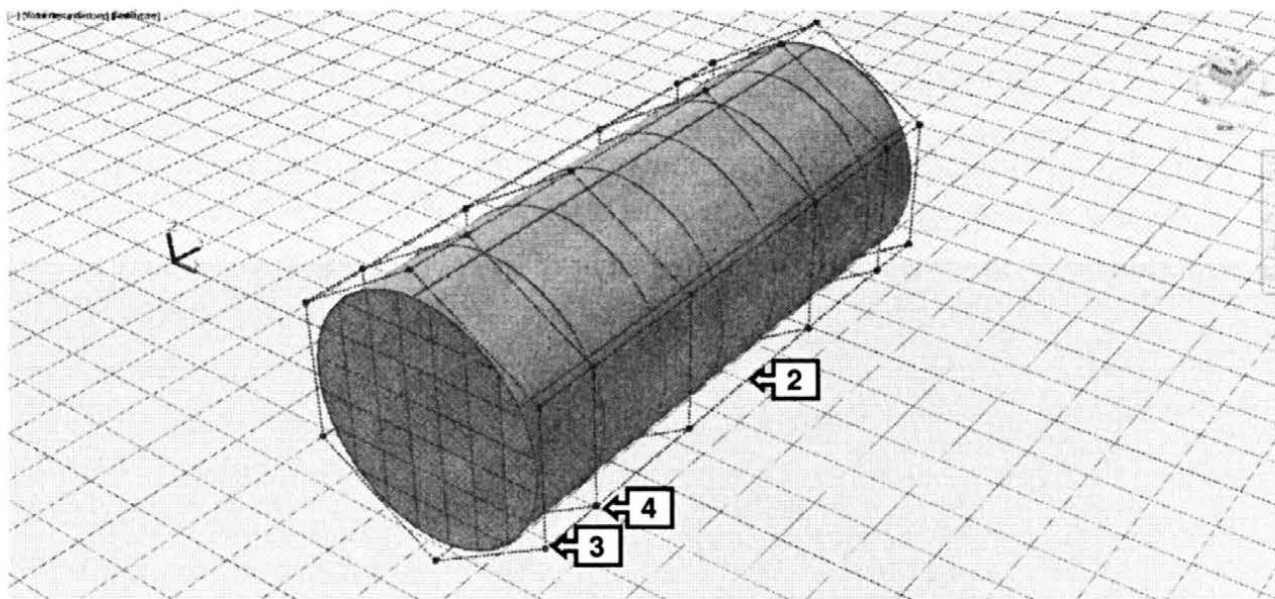
W kierunku V: 3

W ramce *Opcje*:

Okienko wyboru *Usuń oryginalną geometrię*: wstawiamy znacznik

Okienko wyboru *Utnij ponownie poprzednio ucinane powierzchnie*: usuń znacznik

Zamykamy okno dialogowe przyciskiem *OK*. Liczba wierzchołków zostanie zmodyfikowana.



- Przeprowadzimy modyfikację położenia wierzchołków leżących wzdłuż tworzącej 2. Odsuniemy je na odległość 15 jednostek wzdłuż osi X. Klikamy wierzchołek 3, zostaje wyróżniona powierzchnia i trzymamy kursor na tym wierzchołku aż metauchwyt przemieści się do niego, klikamy oś X metauchwytu, przeciągamy kursor wzdłuż dodatnich wartości osi X i podajemy z klawiatury wartość 15. Przemieszczamy kursor nad następny wierzchołek (4) i czekamy aż metauchwyt do niego przeskoczy. Przemieszczamy wierzchołek w taki sam sposób jak wierzchołek poprzedni. Operację powtarzamy dla wszystkich wierzchołków występujących na tej tworzącej. Naciskamy klawisz **ESC**.
- Wyłączamy widoczność wierzchołków (Powierzchnia > Wierzchołki sterujące > Ukryj wierzchołki sterujące).
- Po zmodyfikowaniu powierzchni bocznej walca, powstała luka pomiędzy tą powierzchnią i podstawami walca. Zamiast zasklepiać nowymi powierzchniami powstałe luki (po jednej i po drugiej stronie walca), lepiej

te powierzchnie usunąć i zdefiniować je od nowa. Usuwamy powierzchnie podstaw z rysunku.

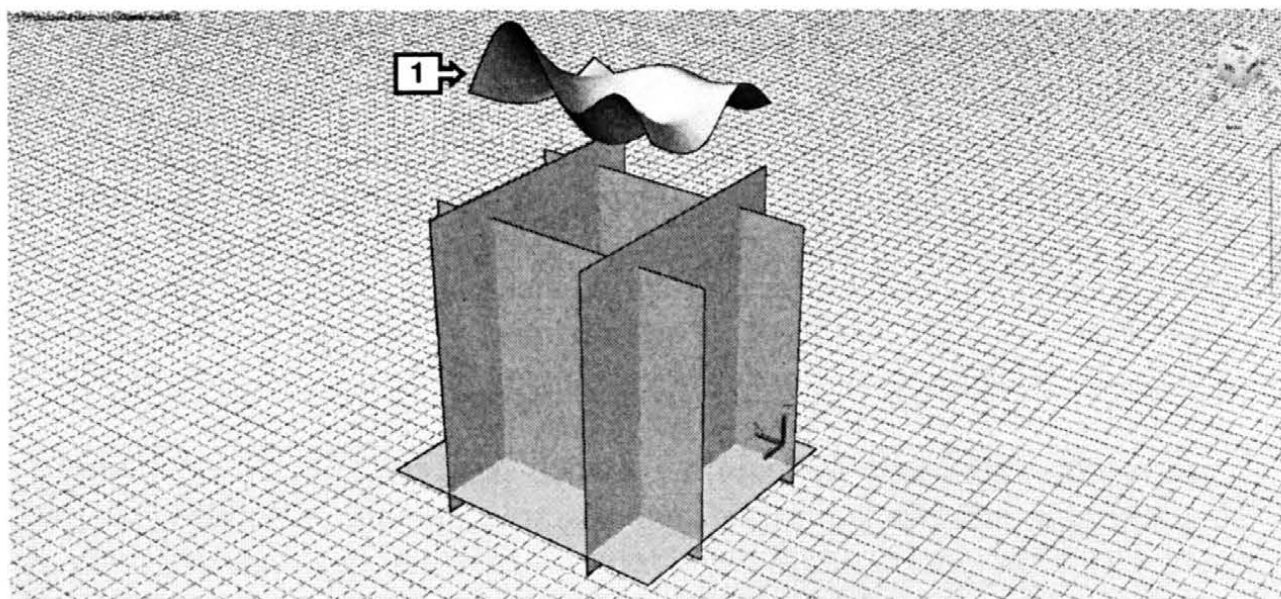
- Nowe powierzchnie utworzymy za pomocą polecenia ZAMKPOW (Powierzchnia > Utwórz > Płat). Przed wywołaniem polecenia trzeba ustawić rodzaj generowanej powierzchni. Ustawimy powierzchnię proceduralną, gdyż ona dokładniej zasklepi powierzchnię boczną. Wyłączamy tworzenie obiektów NURBS (Powierzchnia > Utwórz > Tworzenie obiektów NURBS - wyłącz). Wywołujemy polecenie ZAMKPOW, wywołujemy opcję *Łańcuch* (gdyż nasza nowa powierzchnia boczna mimośrodu składa się formalnie z dwóch powierzchni), wskazujemy krawędź (wystarczy jedną – druga zostanie dodana automatycznie), zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję *Ciągłość*, wybieramy wartość *G0* i naciskamy klawisz **ENTER**. Powtarzamy operację dla drugiej powierzchni.
- Pozostaje nam tylko odzyskać ponownie bryłę. Wybieramy polecenie RZEŻBAPOW (Powierzchnia > Edycja > Rzeźba), wskazujemy wszystkie powierzchnie i zamykamy zbiór wskazań.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 30

Tworzenie brył przez konwersję

Cel ćwiczenia: Zamiana powierzchni proceduralnych w obiekty bryłowe.

- Otwórz rysunek *C-12-14-30-Konw-na-bryle-01.dwg*. W rysunku występują powierzchnie proceduralne.
- Zadaniem naszym będzie przesunięcie powierzchni krzywoliniowej (**1**) w dół o 100 jednostek, aby utworzyć przestrzeń zamkniętą, którą przekonwertujemy na bryłę.
- Klikamy powierzchnię **1**, ustawiamy metauchwyt przesuwania, klikamy oś Z i przesuwamy powierzchnię w kierunku ujemnych wartości osi Z o 100 jednostek. Naciskamy klawisz **ESC**.
- Wywołujemy polecenie RZEŻBAPOW, wybieramy wszystkie powierzchnie i zamykamy zbiór wskazań. Wygenerowana została bryła z jednej powierzchni krzywoliniowej.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

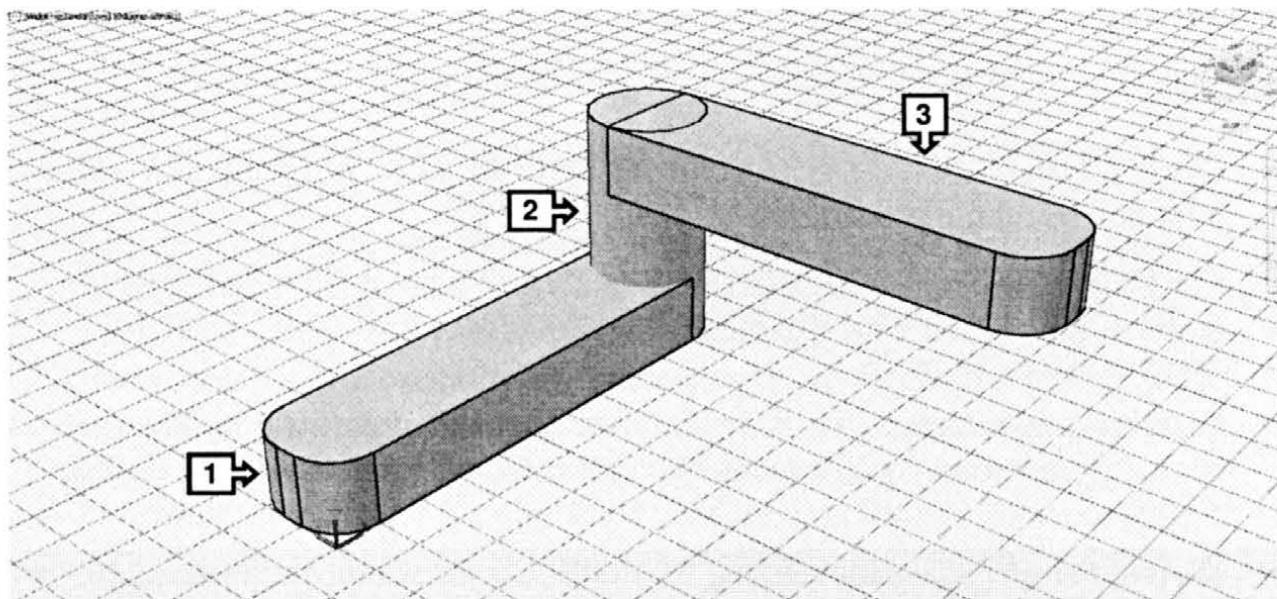


Ćwiczenie 31

Tworzenie powierzchni proceduralnych przez konwersję

Cel ćwiczenia: Zamiana obiektów bryłowych na powierzchnie proceduralne.

- Otwórz rysunek *C-12-14-31-Konw-na-proceduralne-01.dwg*.



Na rysunku pokazano trzy niezależne bryły (1, 2, 3).

- Zadaniem naszym będzie scalenie trzech brył w jedną i zamiana nowo powstałej bryły w powierzchnię.

- Wywołujemy polecenie SUMA (Narzędzia główne > Edycja brył > Bryła, suma lub Bryła > Operacje logiczne > Suma), wskazujemy bryły (1, 2, 3) i zamykamy zbiór wskazań. Powstała jedna bryła.
- Wywołujemy polecenie KONWNAPOW (Narzędzia główne > Edycja brył > Konwertuj na powierzchnię), wskazujemy bryłę i zamykamy zbiór wskazań.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Rzuty i przekroje

Zajmiemy się teraz zagadnieniem wyświetlania geometrii uzyskiwanych w oparciu o modele trójwymiarowe oraz geometriami dwuwymiarowymi pochodzącymi z modeli 3D, umieszczanymi w rzutniach układów. Procesy takie będziemy nazywali rzutowaniem. Zapoznamy się również z możliwościami ukrywania w rysunku fragmentów modeli trójwymiarowych, w celu pokazania ich wnętrza, oraz generowania geometrii dwuwymiarowych w oparciu o model przestrzenny.

Po utworzeniu trójwymiarowego modelu zawierającego wszystkie niezbędne detale często okazuje się, że dla uwidocznienia zasadniczych cech modelu istnieje potrzeba pokazania fragmentów wewnętrznych, które są przesłonięte przez fragmenty zewnętrzne. Wykorzystanie przekrojów (2D) i wyrwań (3D) umożliwia uzyskanie tych informacji w postaci płaskiej lub przestrzennej. Można również wygenerować rzuty, które mogą ułatwić uzyskanie informacji o parametrach bryły lub być podstawą do tworzenia dokumentacji dwuwymiarowej.

Rzutowanie modeli 3D

Przedyskutujemy teraz sposoby tworzenia rzutów płaskich pochodzących z modeli 3D. Obecnie rysunek dwuwymiarowy jest podstawą do komunikowania się projektanta z osobą pracującą w warsztacie. Zatem utworzenie precyzyjnego rysunku dokumentacyjnego, w oparciu o utworzony projekt przestrzenny, jest zadaniem bardzo istotnym. Do zdefiniowania rzutu wykorzystuje się polecenie RZUTPŁASKI.

Polecenie może być wywołane:

W3D: Narzędzia główne > Przekrój ▼ > Rzut płaski

PN: -----

MR: -----

LP: RZUTPŁASKI

Przed wywołaniem polecenia należy ustawić określony kierunek patrzenia na model 3D. Następnie wywołujemy polecenie RZUTPŁASKI, co powoduje otwarcie okna dialogowego



Rzut płaski, w którym określamy przeznaczenie i charakterystykę dla nowej geometrii.

W ramce *Miejsce docelowe* decydujemy, czy nowa geometria ma być nowym blokiem, czy ma zastąpić blok istniejący, względnie czy ma zostać odesłana do pliku.

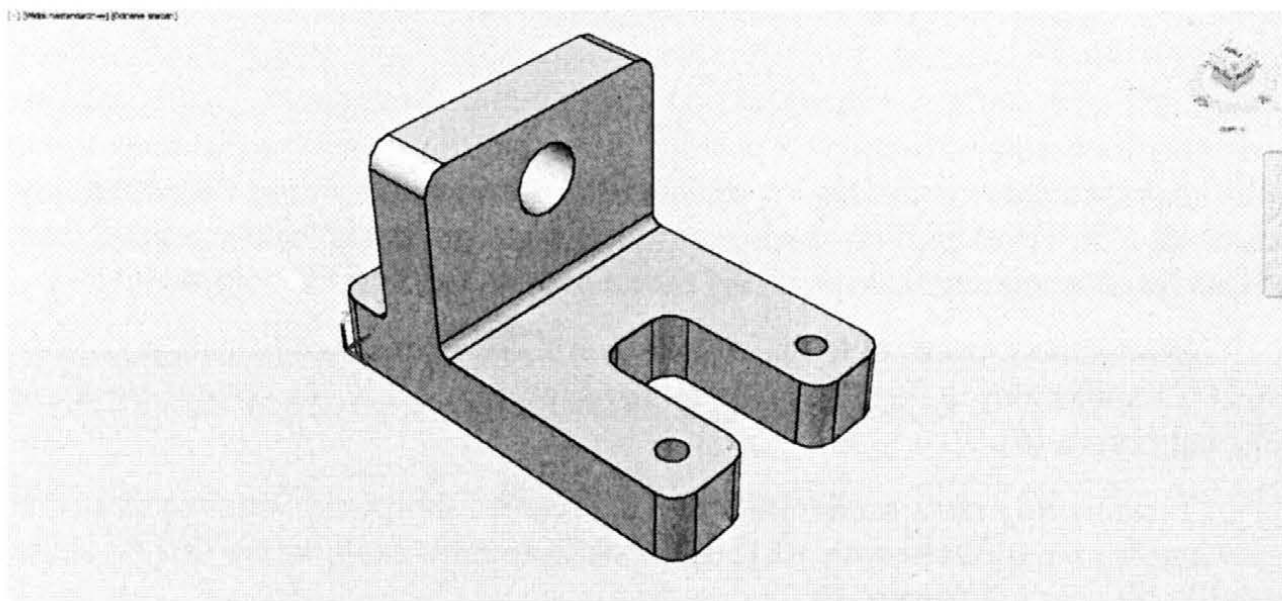
W ramce *Linie pierwszoplanowe* ustalamy kolor i rodzaj linii tworzących nową geometrię. Standardowo jest to kolor JAKBLOK i linia ciągła.

W ramce *Linie przysłonięte* decydujemy, czy linie przysłonięte mają być niewidoczne, czy widoczne oraz decydujemy o ich kolorze i rodzaju linii. Standardowo jest to kolor JAKBLOK i linia ciągła.

Na dole okna dialogowego możemy również zdecydować, czy mają być uwzględnione linie styczne, czyli linie odzwierciedlające powierzchnie zakrzywione.

Rzut jest umieszczany w aktualnej warstwie w postaci bloku, przy czym rzutowanie dotyczy aktualnego widoku. W celu wykonania rzutów prostopadłych należy ustawić żądany widok prostopadły, a dopiero potem wywołać polecenie rzutowania.

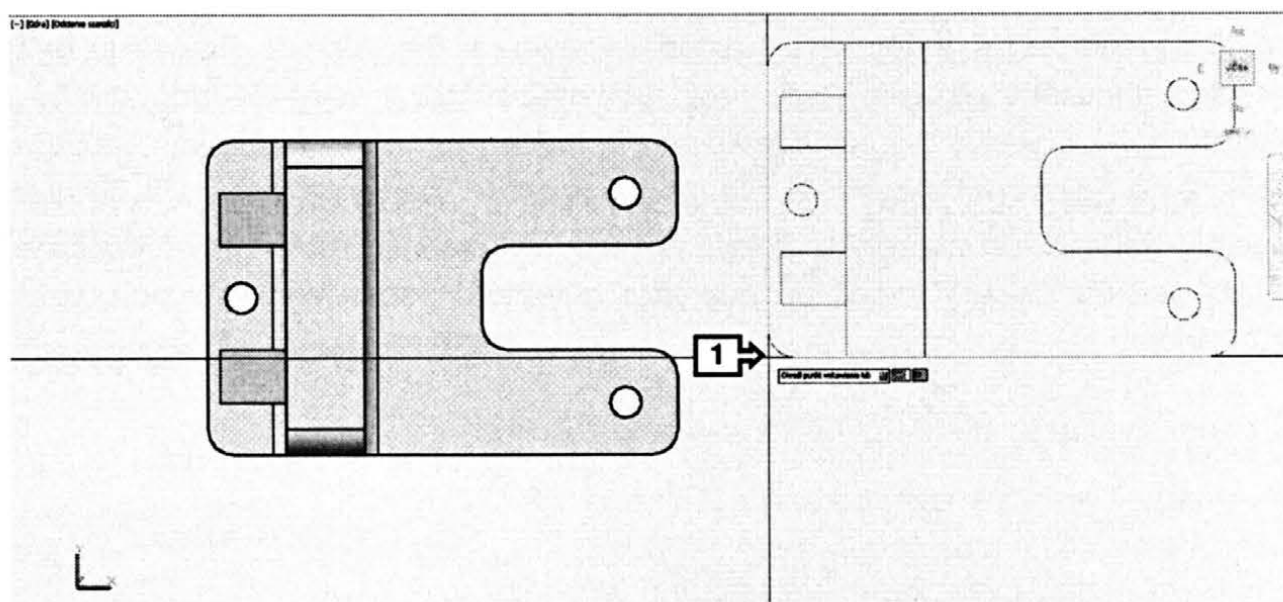
(Otwórz rysunek: W-12-15-01-Rzut-plaski-01.dwg.)



Na rysunku pokazano część maszyny. Rzutowanie będzie wykonywane na aktualną płaszczyznę XY. Wykonamy cztery rzuty: z góry, z przodu, z prawej strony i z lewej strony.

Korzystając z narzędzia ViewCube, ustawiamy widok równoległy (nie perspektywiczny) oraz wybieramy widok *Góra*. Jako warstwę aktualną ustalamy

warstwę o nazwie *wymiar1* i wywołujemy polecenie RZUTPŁASKI. W oknie dialogowym *Rzut płaski* ustawiamy: *Wstaw jako nowy blok*, usuwamy pokazywanie linii przysłoniętych oraz dołączanie stycznych krawędzi (nie jest potrzebne) i zamykamy okno za pomocą przycisku *Utwórz*. Wybieramy opcję *punkt Bazowy*. Blok rzutu zostanie na rysunku zatrzymany i będzie można na nim wybrać punkt bazowy. Korzystając z trybu dowiązania punktu do obiektu *Pozorne przecięcie*, ustalamy punkt bazowy dla rzutu w jego lewym dolnym narożniku (1). Dla punktu wstawienia podajemy z klawiatury współrzędne [0,0,0]. Akceptujemy skalę w osi X (1), skalę w osi Y (1) oraz kąt obrotu (0). Rzut może być praktycznie niewidoczny, gdyż znajduje się dokładnie pod obiektem rzutowanym. Żeby go zobaczyć, można użyć orbity lub narzędzia View Cube.



Korzystając z narzędzia ViewCube ustawiamy widok *Przód* i wywołujemy polecenie RZUTPŁASKI. Po zamknięciu okna podajemy z klawiatury współrzędne [0,150,0] i akceptujemy skalę w osi X (1), skalę w osi Y (1) oraz kąt obrotu (0).

Powtarzamy rzutowanie dla widoku *Lewo*. Jako punkt wstawienia podajemy punkt o współrzędnych [0,150,0] i akceptujemy skalę w osi X (1), skalę w osi Y (1) oraz kąt obrotu (0).

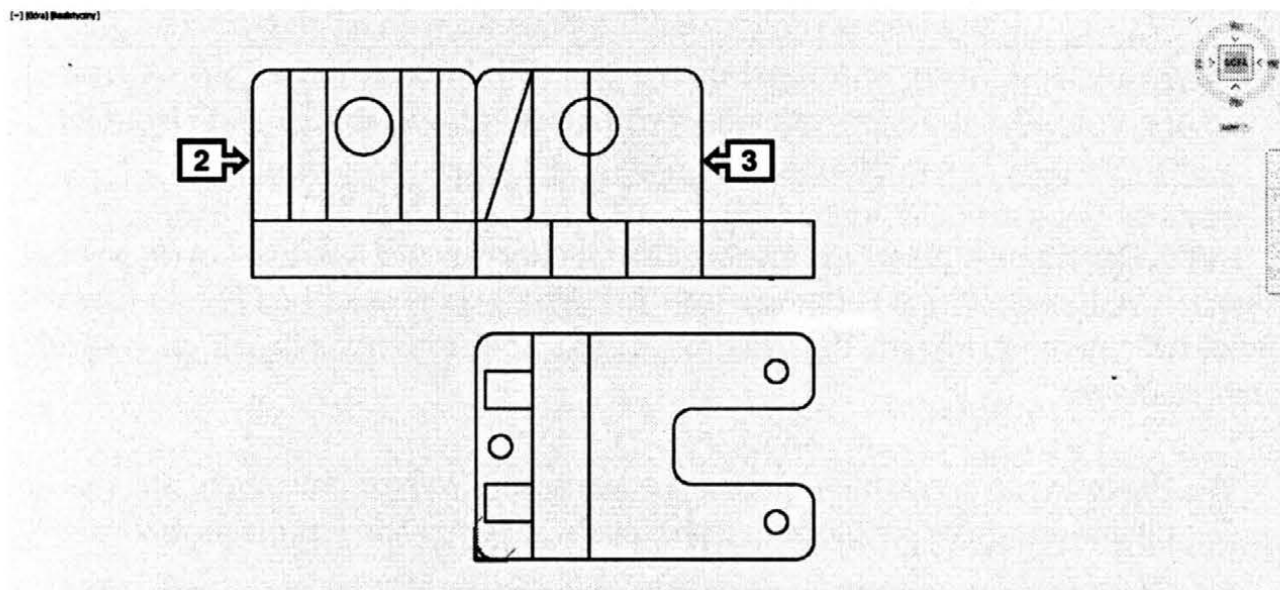
Powtarzamy rzutowanie dla widoku *Prawo*. Jako punkt wstawienia podajemy punkt o współrzędnych [0,150,0] i akceptujemy skalę w osi X (1), skalę w osi Y (1) oraz kąt obrotu (0).

Wyłączamy widoczność warstwy *kontur1*. Pozostaną tylko rzuty.

Polecenie jest przystosowane do rzutowania amerykańskiego, wobec tego trzy ostatnie rzuty zostały przesunięte w taki sam sposób powyżej rzutu z góry.

Przesunięcia w prawo i w lewo odpowiednich rzutów wykonamy ręcznie. Blok 2 przesuniemy w prawo o 350 jednostek, a blok 3 w lewo o 170 jednostek.

Poprawnie wykonane rzuty zostały umieszczone w zablokowanej warstwie o nazwie *osie2*.



Tworzenie płaszczyzn tnących

Zapoznamy się z możliwościami zdefiniowania płaszczyzn przekrojów, które następnie umożliwią wypreparowanie odpowiedniego fragmentu bryły. Płaszczyzny muszą być zdefiniowane przed rozpoczęciem generowania fragmentów bryły. Zdefiniowane płaszczyzny mogą być wykorzystane do otrzymania widoków wewnętrznych elementów modelu 3D, dwuwymiarowego przekroju modelu, utworzenia trójwymiarowego przekroju modelu i wygenerowania dwuwymiarowej geometrii, zawierającej informacje związane z parametrami fizycznymi modelu. Informacje te można wykorzystać do obliczeń, m.in. powierzchni obiektów i występujących w obiekcie sił. Polecenie generujące płaszczyzny nosi nazwę PŁAPRZEKR i można je wywołać:

W3D: Narzędzia główne > Przekrój > Płaszczyzna przekroju

PN: -----

MR: Rysuj > Modelowanie > Płaszczyzna przekroju

LP: PŁAPRZEKR

Po wywołaniu polecenia trzeba wybrać powierzchnię na bryle lub wskazać punkt (potem drugi) względnie wybrać jedną z opcji. Jeśli wybierzemy powierzchnię, to utworzymy związaną z nią powierzchnię tnącą. Jeśli wskażemy punkt (nie leży na obiekcie przecinającym), to następnie wskazujemy drugi punkt. Te dwa punkty definiują płaszczyznę prostopadłą do aktualnej płaszczyzny XY. Położeniem jej można potem sterować za pomocą uchwytów. W poleceniu występują opcje:

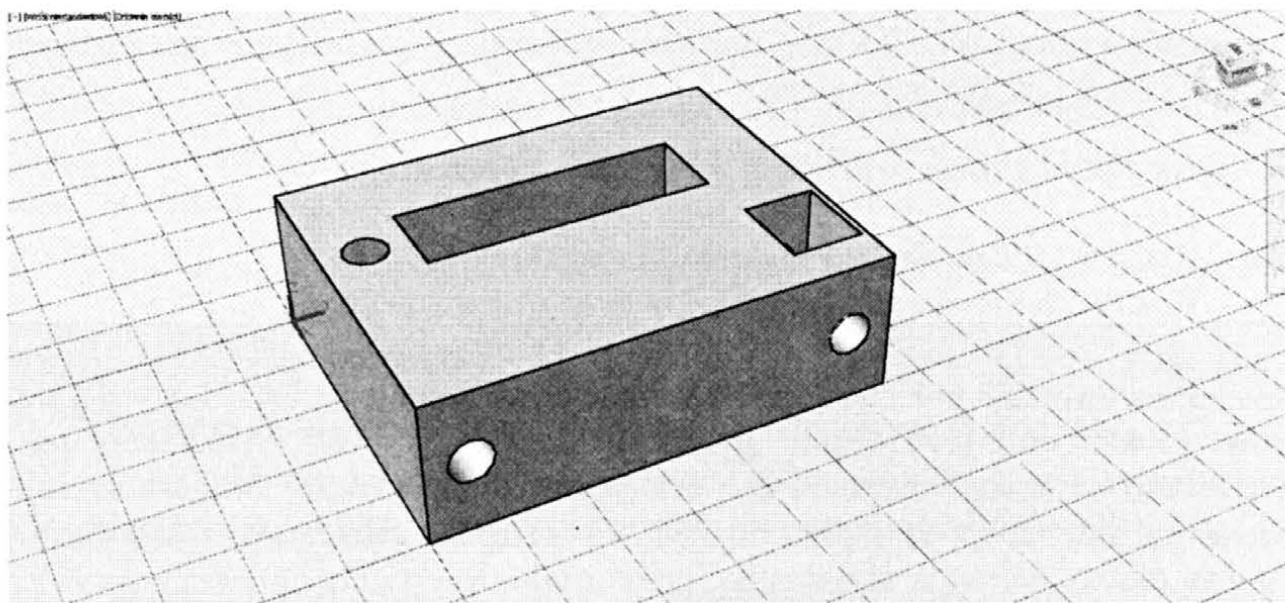
PŁAPRZEKR	
Opcje	Opis
Rysuj przekrój	Opcję wykorzystujemy, gdy definiujemy szereg płaszczyzn za pomocą serii punktów wskazywanych na płaszczyźnie XY.
Prostokątny	Opcję wykorzystujemy, gdy definiujemy płaszczyznę w oparciu o sześć standardowych widoków: <i>Przód</i> , <i>Tył</i> , <i>Góra</i> , <i>Dół</i> , <i>Lewo</i> , <i>pRawo</i> .

Po utworzeniu płaszczyzn tnących można włączyć uchwyty oraz wybrać jeden z trzech rodzajów wycinania (lista rozwijalna w postaci błękitnego trójkąta z nadkreśleniem w lewym dolnym narożniku płaszczyzny, tak jak w blokach dynamicznych):

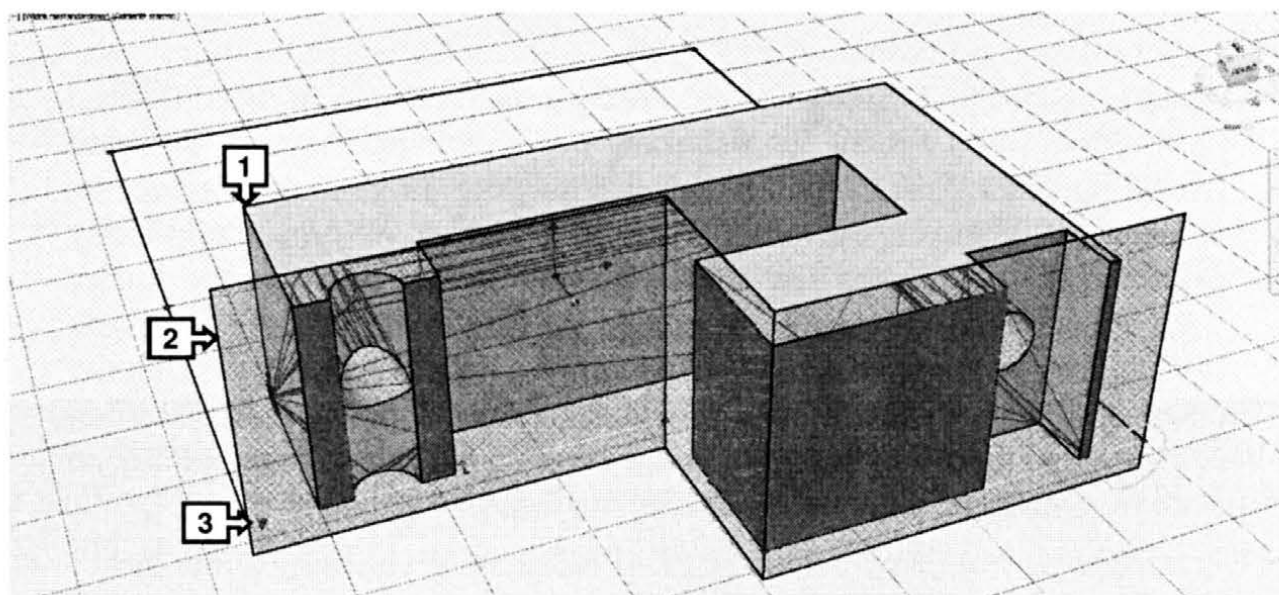
- Płaszczyzna przekroju – umożliwia tworzenie wycięć otwartych, np. wycinana jest ćwiartka modelu, a pozostała część modelu jest nienaruszona.
- Obwiednia przekroju – umożliwia tworzenie wycięć otwartych, częściowo otwartych oraz zamkniętych, ale tylko płaszczyznami prostopadłymi do aktualnej płaszczyzny XY.
- Objętość przekroju – umożliwia tworzenie wycięć również z wykorzystaniem dodatkowej płaszczyzny równoległej do aktualnej płaszczyzny XY.

(Otwórz rysunek: *W-12-15-02-Płaszczyzna-tnaca-01.dwg*.)

Na rysunku pokazano bryłę. Zadaniem naszym będzie zademonstrowanie tworzenia płaszczyzn tnących. Przetestujemy działanie polecenia PŁAPRZEKR.



- Po wywołaniu polecenia włączamy dynamiczny LUW (jeśli nie jest włączony), a następnie wskazujemy górną powierzchnię bryły. Powstaje płaszczyzna tnąca zgodna ze wskazaną powierzchnią. Płaszczyznę tnącą można przemieszczać za pomocą metauchwytów. Przesuńmy płaszczyznę w kierunku ujemnych wartości osi Z o 50 jednostek. W tym celu klikamy płaszczyznę, wybieramy na metauchwycie oś Z, przesuwamy kursor w kierunku ujemnych wartości i podajemy z klawiatury wartość 50. Płaszczyzna została przemieszczona. Otwieramy paletę *Właściwości*, klikamy płaszczyznę tnącą i w zakładce *Obiekt przekroju*, w polu *Przekrój na bieżąco*, wybieramy z listy wartości *Tak*, a potem *Nie* i sprawdzamy efekty na ekranie. Usuwamy z rysunku płaszczyznę tnącą.
- Ponownie wywołujemy polecenie PŁAPRZEKR. Wybieramy punkt leżący na płaszczyźnie XY o współrzędnych $[-200,0]$ i drugi punkt też leżący na płaszczyźnie XY o współrzędnych $[400,350]$. Powstaje płaszczyzna tnąca, którą można modyfikować za pomocą metauchwytów. Klikamy płaszczyznę tnącą. W palecie właściwości, w zakładce *Obiekt przekroju*, w polu *Przekrój na bieżąco*, wybieramy z listy wartości *Tak*. Jeśli trzeba, zamieniamy metauchwyt na metauchwyt obracania i przemieszczamy go do punktu bazowego płaszczyzny. Wybieramy do obrotu oś Z i obracamy płaszczyznę tnącą, obserwując pojawiające się w rysunku zmiany. Usuwamy z rysunku płaszczyznę tnącą.
- Wywołujemy polecenie PŁAPRZEKR, wybieramy opcję *Rysuj przekrój*, wskazujemy punkty o współrzędnych: $[90,-30]$, $[90,160]$, $[190,160]$, $[190,350]$ oraz punkt (1) określający kierunek tworzenia przekroju. Powstaje płaszczyzna tnąca (2), którą można modyfikować za pomocą uchwyty. Klikamy płaszczyznę tnącą (2), pojawiają się uchwyty oraz w lewym dolnym narożniku płaszczyzny również błękitny trójkąt z nadkreśleniem (3). Po kliknięciu tego trójkąta rozwijana jest lista o polach: *Płaszczyzna przekroju*, *Obwiednia przekroju* i *Objętość przekroju*. Można przetestować wygląd rysunku po zastosowaniu wszystkich trzech możliwości. Podobnie jak poprzednio zmieniamy również wartości w polu *Przekrój na bieżąco*. Płaszczyznę tnącą możemy modyfikować za pomocą uchwyty i metauchwyty. Usuwamy z rysunku płaszczyznę tnącą.
- Wywołujemy polecenie PŁAPRZEKR, wybieramy opcję *Prostokątny* i wybieramy opcję *Przód*. Została zdefiniowana płaszczyzna tnąca. Ponownie wywołujemy polecenie PŁAPRZEKR, wybieramy opcję *Prostokątny* i wybieramy opcję *pRawo*. Utworzona została druga płaszczyzna tnąca. Możemy teraz operować obydwoma płaszczyznami tnącymi, jednak najlepiej operować nimi indywidualnie. Można to przetestować.
- Kończymy pracę z rysunkiem.



Zarządzanie rzutami

Po zdefiniowaniu płaszczyzn tnących można przejść do zarządzania nimi, czyli do uzyskania przekrojów, na których nam w danej chwili zależy. Możliwość wglądu do wnętrza zespołu lub złożonej części jest podczas projektowania ważnym czynnikiem ułatwiającym i przyspieszającym ten proces. Płaszczyzny tnące można umieścić w odrębnej warstwie, co pozwoli na sterowanie ich widocznością.

Jeśli kliknięte (wybrane) zostaną zdefiniowane płaszczyzny tnące, wtedy wyświetlane są uchwyty. Dostęp do odpowiednich opcji, pozwalających na manipulowanie tymi płaszczyznami, uzyskuje się z poziomu menu kontekstowego (prawy klawisz myszy). W menu występują (oprócz innych) następujące opcje:

- Uaktywnij przekrój na bieżąco.

Pozwala na wygenerowanie bieżącej postaci przekroju, wynikającej z aktualnego ustawienia płaszczyzn tnących.

- Pokaż geometrię odciętą.

Pozwala na wyświetlenie części modelu 3D, która jest aktualnie odcięta.

- Ustawienia przekroju na bieżąco.

Pozwala na wyświetlenie okna dialogowego *Ustawienia przekroju*, pozwalającego na dokonanie nastaw parametrów generowania przekroju.

- Utwórz przekrój 2D/3D.

Pozwala na wygenerowanie dwuwymiarowego przekroju lub trójwymiarowej części modelu (w zależności od dokonanego wyboru), które są niezależne od modelu źródłowego.

- Dodaj uskok do przekroju.

Pozwala na dodanie do istniejących płaszczyzn tnących dodatkowej płaszczyzny (uskoku w wybranej płaszczyźnie).

- Uchwyty.

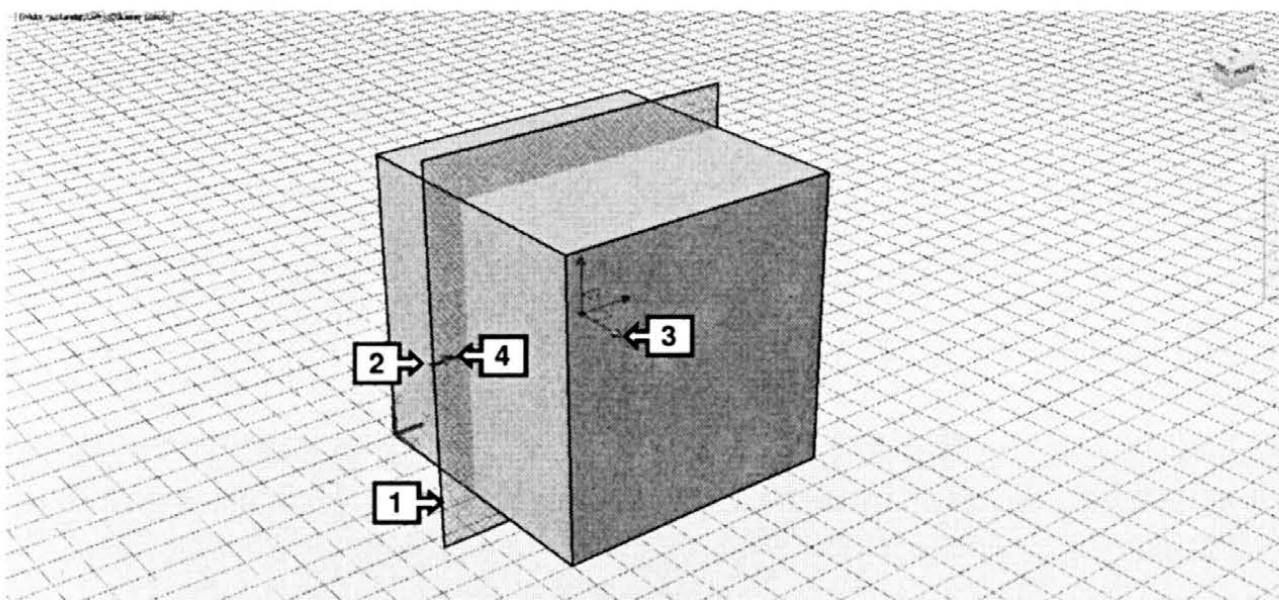
Umożliwiają manipulowanie położeniem płaszczyzn, przełączaniem widoków oraz wyborem zestawów płaszczyzn tnących – ograniczenie z jednej strony (dwóch lub trzech), ograniczenie z czterech stron, ograniczenie z sześciu stron.

W wybranych płaszczyznach tnących występują uchwyty o postaci:

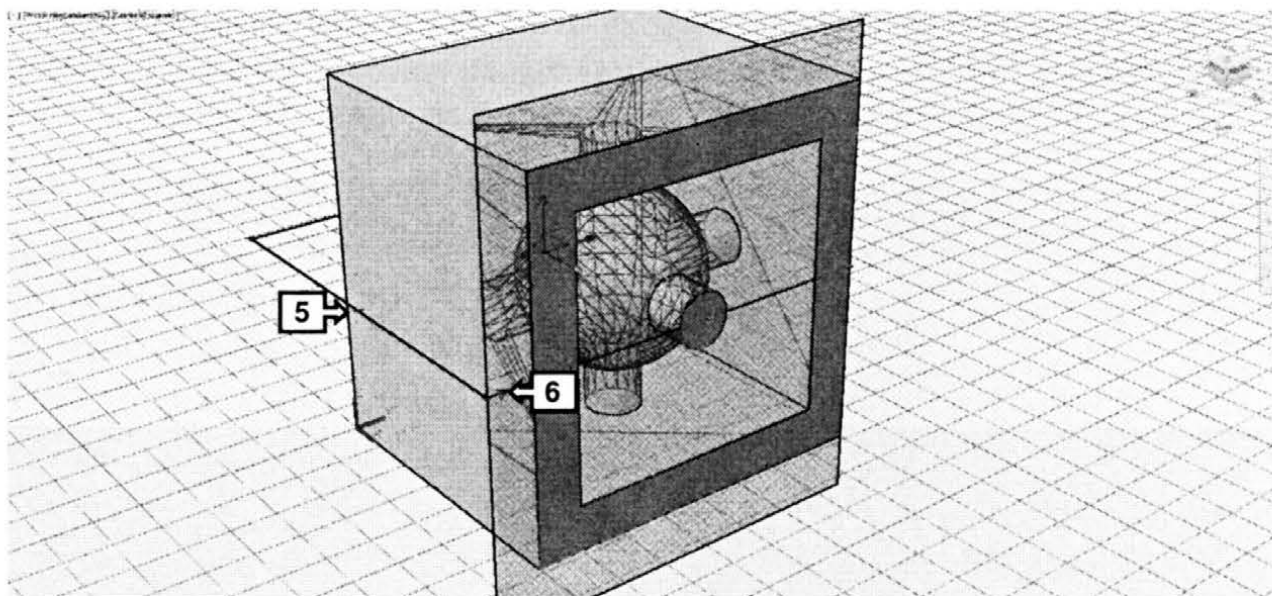
- kwadratu – który pozwala na zmianę wielkości płaszczyzny tnącej (jest umieszczany na brzegu płaszczyzny),
- trójkątka – który pozwala na przemieszczanie płaszczyzny w kierunku wskazywanym przez ten trójkąt,
 - strzałki – która pozwala na przełączanie części odcinanej przez płaszczyznę,
 - trójkątka z kreską – który pozwala na wybranie liczby kierunków ograniczania modelu; jest to lista rozwijalna, z której można wybrać ograniczenie: jednostronne (również dwu- i trój-), czterostronne i sześciostonne.

(Otwórz rysunek: W-12-15-03-Przekroje-01.dwg.)

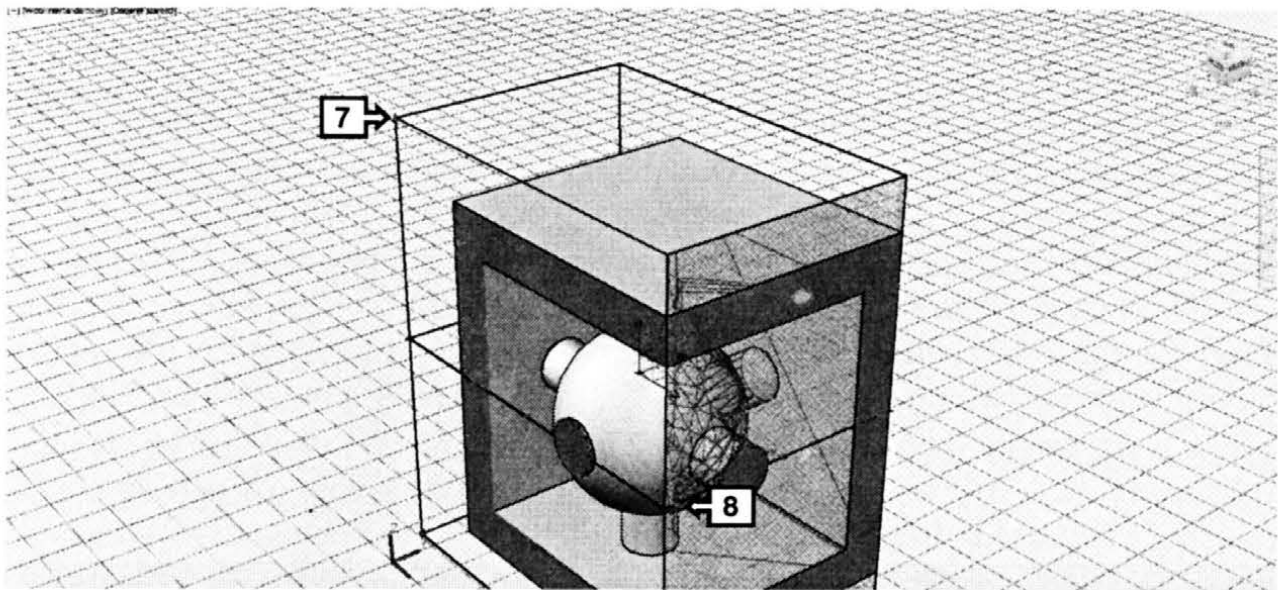
W rysunku występuje sześcian, z którego usunięto część wewnętrzną, a do pustej przestrzeni wewnętrznej wprowadzono wewnętrzną trójwymiarową strukturę, złożoną z kuli i trzech, wzajemnie prostopadłych, walców. Oprócz trójwymiarowego modelu zdefiniowano płaszczyznę tnącą w warstwie o nazwie *p-tnace*.



- Klikniemy płaszczyznę 1, pokażą się uchwyty, rozwijamy menu kontekstowe, wybieramy pozycję *Uaktywnij przekrój na bieżąco* i wyłączamy uchwyty (klawisz **ESC**). Otrzymaliśmy przekrój.
- Klikamy płaszczyznę tnącą, wybieramy uchwyt kwadratowy 2 i przesuwamy płaszczyznę tnącą o 150 jednostek w kierunku dodatnich wartości osi X. Można tego również dokonać za pomocą metauchwyty przesuwania, korzystając z osi X (3).
- Włączymy teraz obramowanie płaszczyznami z czterech stron. Klikamy uchwyt w postaci trójkątka z nadkreśleniem (4) i wybieramy z listy pozycję *Obwiednia przekroju*. Wyłączamy uchwyty (klawisz **ESC**) i włączamy je ponownie (klikamy płaszczyznę tnącą), aby pojawiły się wszystkie aktualne uchwyty.
- Odetniemy teraz nasz obiekt płaszczyzną równoległą do płaszczyzny ZX. Klikamy trójkąt na linii markującej płaszczyznę ZX (5) i przesuwamy ją o 120 jednostek w kierunku dodatnich wartości osi Y.
- Następnie włączymy przycinanie modelu od góry. Klikamy uchwyt w postaci trójkątka z nadkreśleniem (6) i wybieramy z listy pozycję *Objętość przekroju*. Pojawią się dwa nowe markery płaszczyzn tnących, pozwalających na przycinanie od dołu i od góry płaszczyznami równoległymi do płaszczyzny XY. Przesuwamy marker płaszczyzny górnej (7) w kierunku ujemnych wartości osi Z o 120 jednostek.

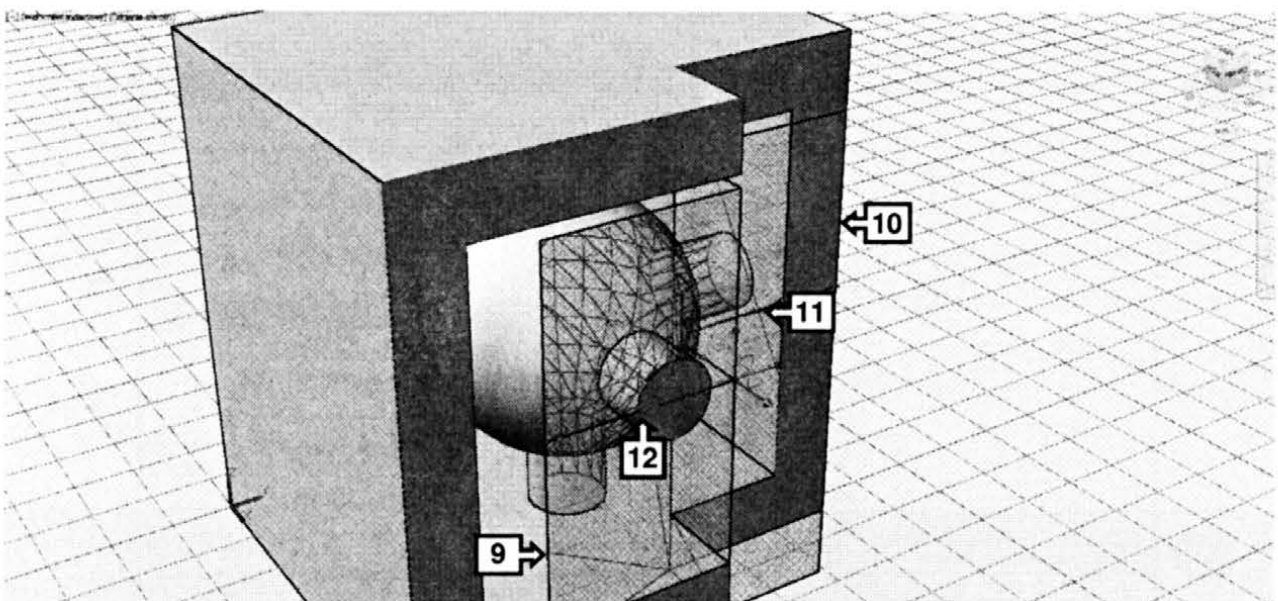


- Dołożymy teraz załamanie płaszczyzny tnącej. Klikamy uchwyt w postaci trójkątka z nadkreśleniem (8) i wybieramy z listy pozycję *Płaszczyzna przekroju*. Powróciliśmy do jednej płaszczyzny tnącej. Rozwijamy menu kontekstowe i wybieramy pozycję *Dodaj uskok do przekroju*, a następnie



wskazujemy punkt środkowy markera płaszczyzny. Uskok został wygenerowany. Mamy do dyspozycji dwie półpłaszczyzny tnące (9, 10).

- Za pomocą uchwytów przesuwania przemieścimy je wzdłuż osi X w taki sposób, aby dalsza półpłaszczyzna (10) wyszła poza model w kierunku dodatnich wartości osi X, natomiast bliższa półpłaszczyzna (9) przecinała model w połowie. Klikamy uchwyt trójkątny (11) płaszczyzny 10 i przesuwamy go w kierunku dodatnich wartości osi X o 200 jednostek. Klikamy uchwyt trójkątny (12) płaszczyzny 9 i przesuwamy go w kierunku ujemnych wartości osi X o 150 jednostek. Wyłączymy widoczność metauchwytów (Narzędzia główne > Wybór > Bez metauchwyty z listy) i klikamy uchwyt trójkątny na środku środkowej płaszczyzny i przesuwamy go w kierunku ujemnych wartości osi Y o 50 jednostek.

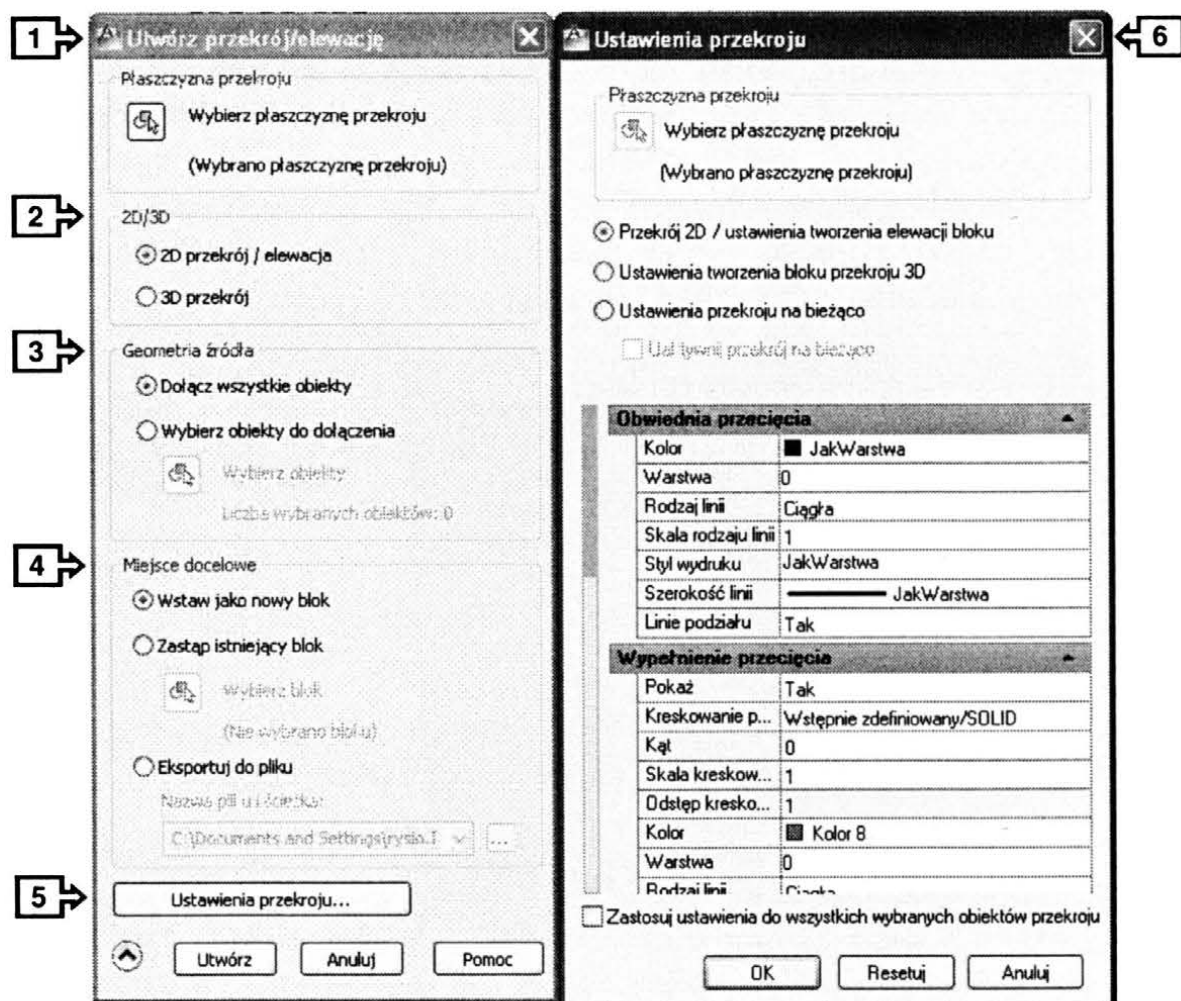


- Kończymy pracę z rysunkiem.

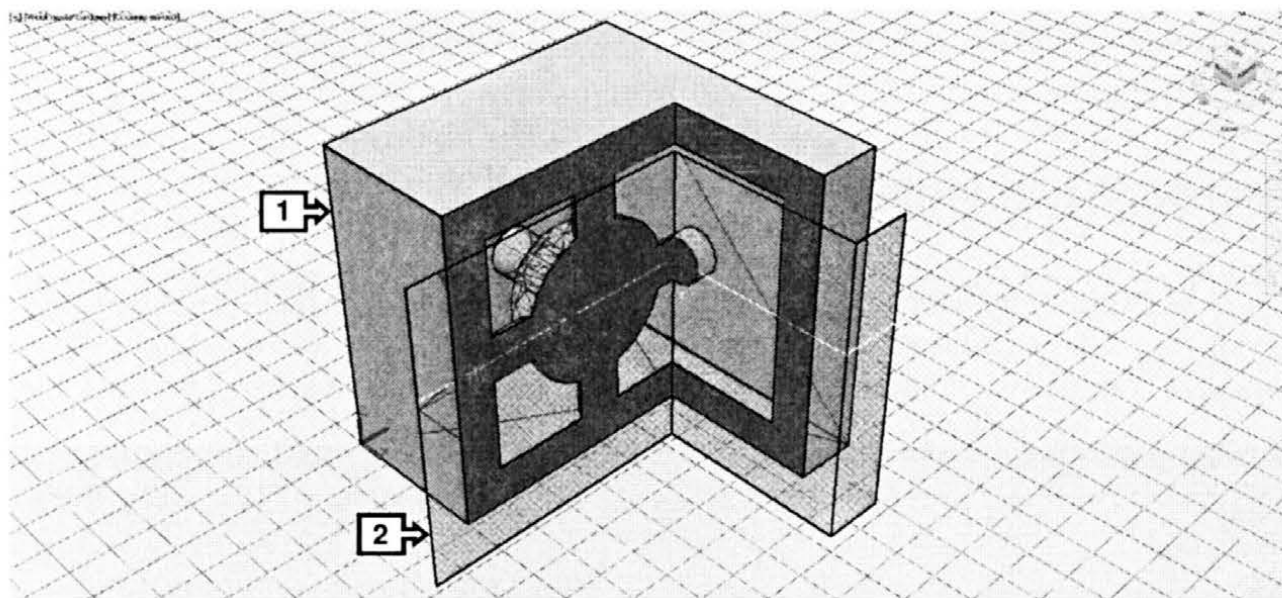
Tworzenie rzutów (2D) i przekrojów (3D)

Przejdziemy teraz do generowania rzutów (2D) lub przekrojów (3D). Po kliknięciu płaszczyzny tnącej i uaktywnieniu uchwytów otwieramy menu kontekstowe i wybieramy opcję *Utwórz przekrój 2D/3D*. Wyświetlone zostanie okno *Utwórz przekrój / elewację*. W postaci rozwiniętej okno to wygląda jak poniżej (1).

W postaci zwiniętej okno to zawiera tylko dwie górne ramki (*Płaszczyzna przekroju* i *2D/3D*), które zwykle wystarczają do normalnej pracy. W oknie *Utwórz przekrój / elewację* decydujemy, czy ma być generowany rzut 2D, czy bryła z wyrwaniem 3D (ramka *2D/3D* – 2). W rozwiniętym oknie przybędą nam dodatkowe opcje, pozwalające na zdecydowanie czy operacja ma przebiegać na wszystkich obiektach bryłowych w rysunku, czy tylko na obiektach wybranych (ramka *Geometria źródła* – 3) – wtedy trzeba utworzyć właściwy zbiór obiektów. Musimy również zdecydować, gdzie ma zostać umieszczony wygenerowany obiekt w postaci bloku (ramka *Miejsce docelowe* – 4). Również mamy dostęp do ustawienia szczegółowych właściwości generowanej geometrii. Przycisk *Ustawienia przekroju* (5) rozwija okno *Ustawienia przekroju* (6), w którym ustawić można parametry, takie jak: kolor, rodzaj linii, kreskowanie przekrojów i ich cechy.



(Otwórz rysunek: W-12-15-04-Przekroje-02.dwg.)



W rysunku pokazano bryłę 1 oraz załamana płaszczyznę tnącą 2.

- Klikamy płaszczyznę tnącą. Otwieramy menu kontekstowe i wybieramy z niego pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D*. W oknie dialogowym *Utwórz przekrój/elewację* uwidaczniamy całe okno, wybieramy przycisk opcji *2D przekrój/elewacja*, wybieramy przycisk *Ustawienia przekroju* i w zakładce *Wypełnienie przecięcia*, w polu *Pokaż*, ustawiamy wartość *Tak*. Następnie w polu *Kreskowanie powierzchni* wybieramy z listy pozycję *Wybierz rodzaj wzoru kreskowania*, w otworzonym oknie dialogowym *Rodzaj wzoru kreskowania*, wybieramy z listy rozwijalnej *Rodzaj wzoru* pozycję *Użytkownika* i zamykamy okno. W polu *Kąt* wpisujemy wartość 45. W polu *Odstęp kreskowania* wpisujemy wartość 10, w polu *Kolor* wybieramy z listy kolor *Czerwony* i zamykamy okno *Ustawienia przekroju* przyciskiem *OK*.
- Pozostaje jeszcze otworzone okno dialogowe *Utwórz przekrój/elewację*. Zamykamy je za pomocą przycisku *Utwórz*.
- W aktualnej warstwie zostanie utworzony blok, stanowiący kład z płaszczyzny przekroju. Ze względu na to, że jest to formalnie blok, musimy podać jego punkt wstawienia, skale w osiach X i Y oraz kąt obrotu. Wskazujemy dowolny punkt na płaszczyźnie XY, akceptujemy skale w obydwu osiach i podajemy kąt obrotu 90°.
- Utworzymy teraz przekrój 3D. Ponownie wybieramy pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D*. Tym razem wybieramy przycisk opcji *3D przekrój*, powtarzamy ustawienia wypełnienia przekroju i umieszczamy blok w rysunku w dowolnym miejscu i akceptujemy skale oraz kąt obrotu.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Bloki wstawianych obiektów są definiowane w warstwie 0, a potem są wstawiane do aktualnej warstwy, zatem przejmują właściwości tej warstwy (do której są wstawione). Jeśli zajdzie taka potrzeba, blok można przenieść do innej warstwy.

Tworzenie przekrojów 2D

W programie AutoCAD występuje polecenie PRZEKRÓJ, które umożliwia uzyskanie dwuwymiarowych przekrojów brył. Przekroje te są generowane w postaci regionów. Polecenie należy traktować jako polecenie starego portfela, ale może się okazać przydatne. Wywołać je można tylko z linii poleceń.

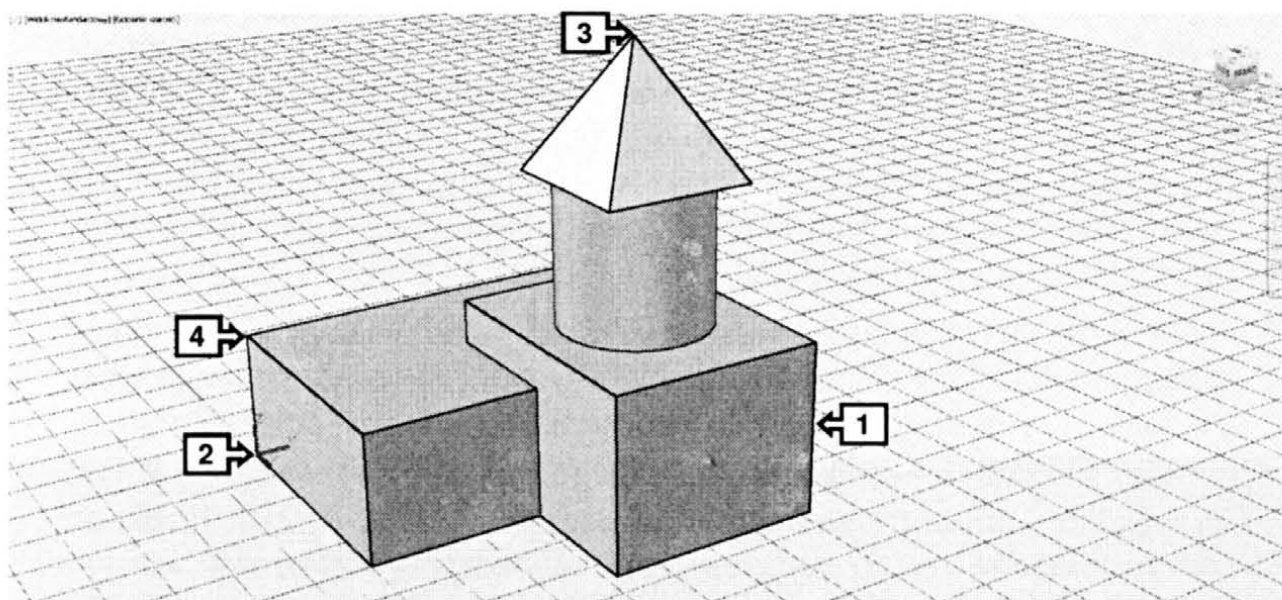
W3D: -----
PN: -----
MR: -----
LP: PRZEKRÓJ

Po wywołaniu polecenia, wybieramy obiekty bryłowe, których przekroje chcemy uzyskać, a następnie określamy płaszczyznę przekroju. W poleceniu występują opcje:

PRZEKRÓJ	
Opcje	Opis
Obiekt	Pozwala na zdefiniowanie płaszczyzny przekroju określonej przez wskazany obiekt.
oś Z	Pozwala na określenie punktu początku układu i punktu leżącego na dodatniej części osi Z, co jednoznacznie określa płaszczyznę XY, będącą płaszczyzną przekroju.
Widok	Pozwala na określenie płaszczyzny przekroju prostopadłej do aktualnego kierunku patrzenia. W następnym kroku trzeba podać punkt, przez który ma przechodzić płaszczyzna.
XY	Pozwala na określenie płaszczyzny przekroju równoległej do aktualnej płaszczyzny XY, przechodzącej przez wskazany punkt.
YZ	Pozwala na określenie płaszczyzny przekroju równoległej do aktualnej płaszczyzny YZ, przechodzącej przez wskazany punkt.
ZX	Pozwala na określenie płaszczyzny przekroju równoległej do aktualnej płaszczyzny ZX, przechodzącej przez wskazany punkt.
3 punkty	Pozwala na określenie płaszczyzny przekroju zdefiniowanej przez trzy wskazane punkty, które nie mogą leżeć na jednej prostej.

(Otwórz rysunek: *W-12-15-05-Przekroje-03.dwg.*)

Wywołujemy z klawiatury polecenie PRZEKRÓJ, wskazujemy bryłę (1), wybieramy opcję *3 punkty*, wskazujemy początek układu współrzędnych (2), punkt na szczycie ostrosłupa (3) i punkt definiujący oś Z (4). Wewnątrz bryły został wygenerowany region. Przesuwamy region poza bryłę. Spróbujemy zmierzyć wysokość szczytu wieży, czyli odległość od szczytu do podstawy. Do pomiaru odległości w rysunku można posłużyć się poleceniem ODLEG (podaje odległość w przestrzeni 2D i 3D), które należy wywołać z klawiatury, lub poleceniem ZMIERZGEOM (pozwalającym na pomiar odległości, kąta, promienia, pola powierzchni i objętości), które – niestety – nie jest dostępne z poziomu wstążki, gdy aktualny jest obszar roboczy *Modelowanie 3D*. Najwygodniej podać go z klawiatury lub wywołać z paska narzędzi *Zapytania*.



Zmierzona odległość od szczytu (*KONiec*) do podstawy (*PROstopadły*) powinna być równa 410 jednostkom.

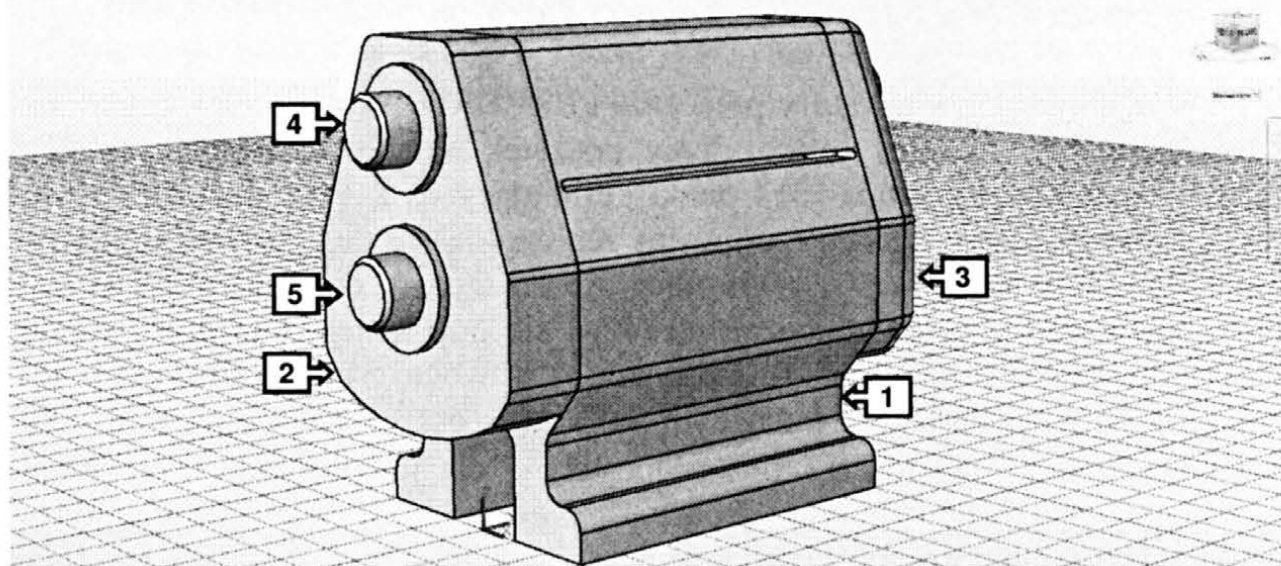
Ćwiczenie 32

Tworzenie widoków przekrojowych

Cel ćwiczenia: Wykorzystanie polecenia PRZEKRÓJ do wygenerowania przekroju brył, który jest tworzony w postaci regionu.

- Otwórz rysunek *C-12-15-32-Rzut-plaski-01.dwg.*

[-] (Pochodzenie: [Dane nie są])



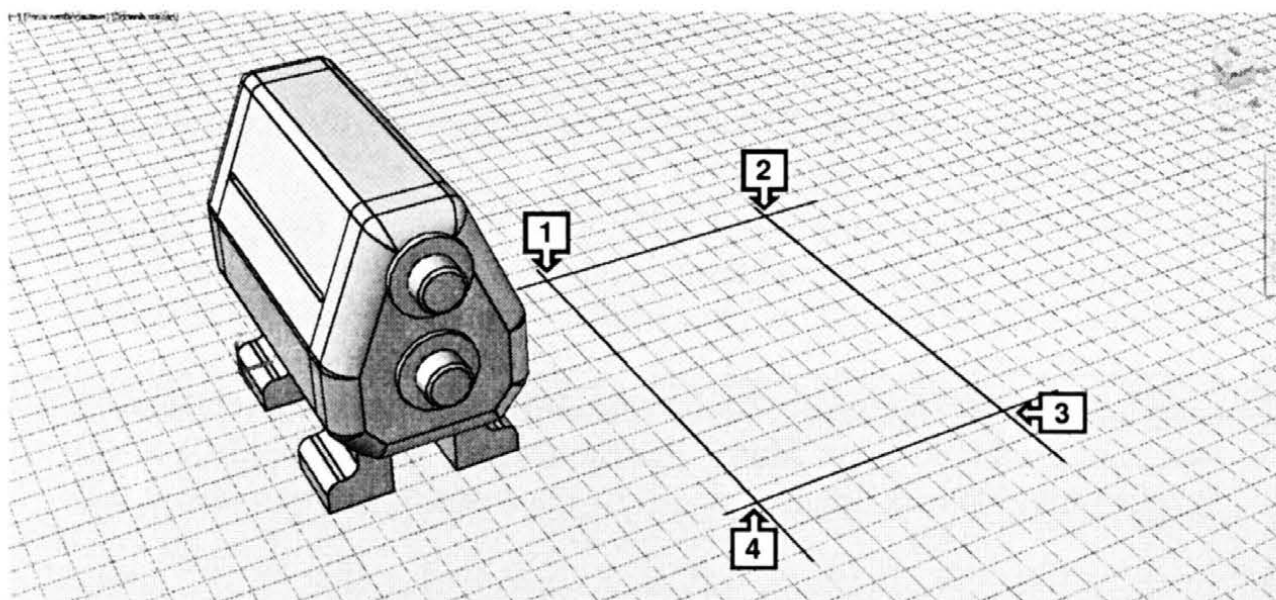
- Na rysunku pokazano fragment walcarki, która składa się z korpusu (1), dwóch tarczy czołowych (2 i 3) i dwóch walców (4 i 5). Na zewnątrz widoczne są tylko osie walców. Boczne powierzchnie walców są oddzielone od siebie na odległość walcowania. Zadaniem naszym będzie wygenerowanie przekroju walcarki w taki sposób, aby możliwe było zmierzenie odległości walcowania. Zatem płaszczyzna przekroju powinna przechodzić przez osie walców.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *kreska1*. Z klawiatury wywołujemy polecenie PRZEKRÓJ, wskazujemy obydwa walce, zamykamy zbiór wskazań, wybieramy opcję YZ, jako punkt definiujący położenie płaszczyzny wskazujemy środek osi dowolnego walca (*CENtrum*) lub – w tym przypadku – możemy zaakceptować początek układu [0,0,0]. Przekroje obydwu walców zostały wygenerowane. Wyłączamy widoczność warstw: *kontur1*, *osiel* i *pom1*. Na ekranie powinny pozostać tylko dwa regiony, przedstawiające przekroje walców.
- Powiększamy odpowiednio rysunek, aby widoczna była szczelina pomiędzy walcami i mierzymy odległość między nimi za pomocą polecenia ODLEG lub ZMIERZGEOM z opcją *Odległość*. Odległość walcowania powinna wynosić 0.4 jednostki.
- Możemy powrócić widoczność warstw *kontur1*, *osiel* i *pom1*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 33

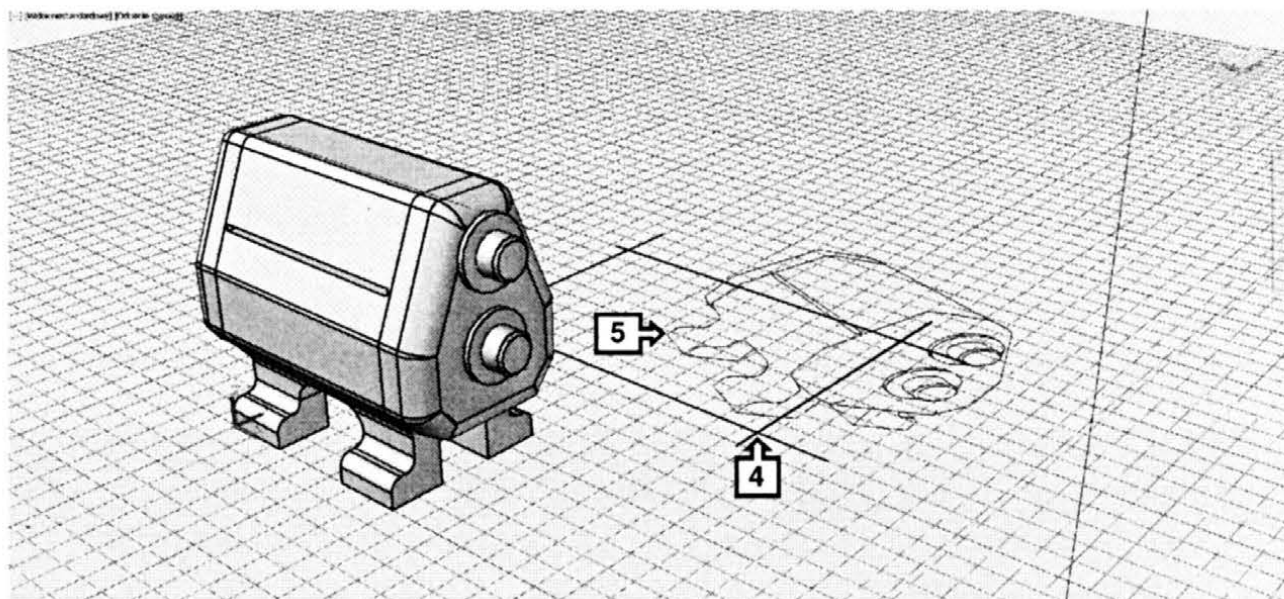
Tworzenie widoku płaskiego

Cel ćwiczenia: Wygenerowanie płaskich widoków modelu bryłowego przedstawionego w rysunku.

- Otwórz rysunek *C-12-15-33-Rzut-plaski-02.dwg*. Na rysunku pokazano fragment walcarki (1) oraz cztery linie przecinające się w punktach 1, 2, 3 i 4. Celem naszym będzie wygenerowanie płaskich widoków (rzutów) z trzech kierunków prostopadłych (*Przód*, *Góra* i *Lewa*) i jednego kierunku narzuconego przez nazwany widok. Będzie to przykład utworzenia rysunku dokumentacyjnego, w którym będą występowały trzy podstawowe rzuty oraz widok izometryczny, pokazujący rysowaną geometrię w sposób bardziej przystępny.

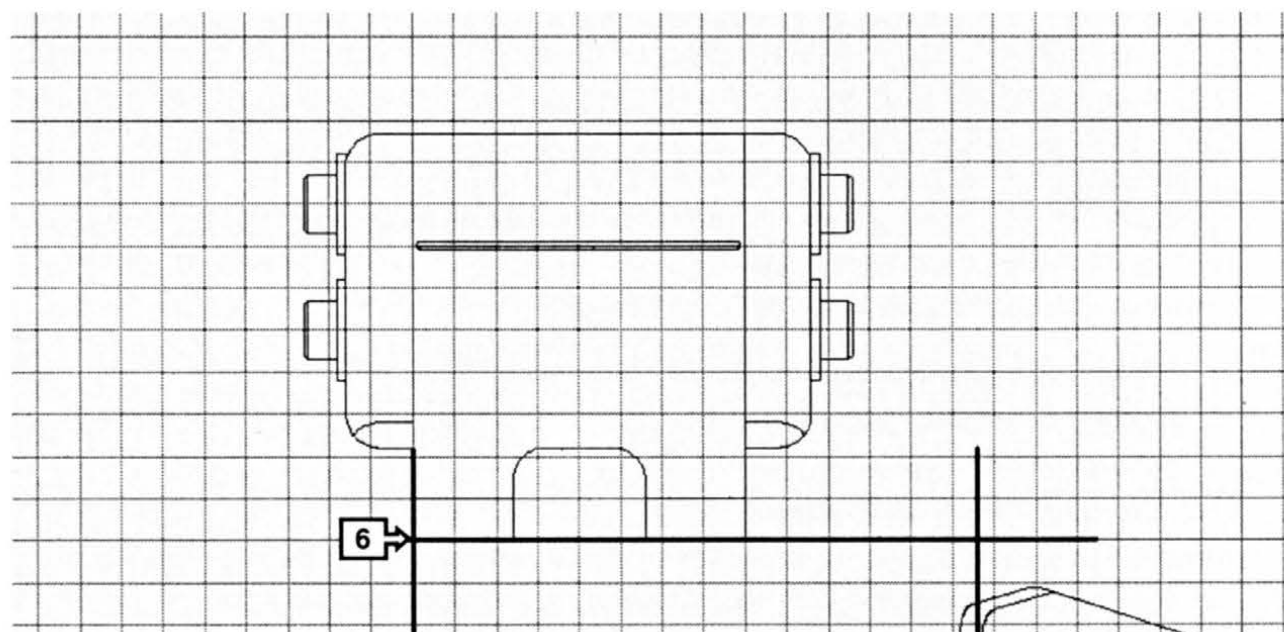


- Jako pierwszy wygenerujemy rzut z nazwanego widoku. Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom2* i jako aktualny widok o nazwie *Wid-1* (Narzędzia główne > Widok > *lista widoków*). Następnie wywołujemy polecenie **RZUTPŁASKI** (Narzędzia główne > Przekrój ▼ > Rzut płaski). W oknie dialogowym *Rzut płaski* ustawiamy kolejno:
 - Ramka *Miejsce docelowe*: *Wstaw jako nowy blok*.
 - Ramka *Linie pierwszoplanowe*:
Kolor: *Niebieski*;
Rodzaj linii: *Continuous*.
 - Ramka *Linie przystłonięte*: usuwamy znacznik z pola wyboru *Pokaż*.
 - Usuwamy znacznik z okienka *Dołącz styczne krawędzie*.
 - Zamykamy okno dialogowe przyciskiem *Utwórz*.



W celu zmiany punktu bazowego bloku uruchamiamy prawym klawiszem myszy menu podręczne, wybieramy opcję *punkt Bazowy* i wskazujemy na włączonym rzucie tylny punkt na lewej tylnej nodze walcarki (5). Punkt wstawienia bloku umieszczamy w punkcie przecięcia się linii czerwonych o numerze 4. Ustalamy skalę bloku w obydwu osiach równą 0.7 i przyjmujemy kąt obrotu równy 0.

- Na ViewCube ustawiamy widok od przodu, rozwijamy menu kontekstowe i wybieramy opcję *Perspektywa z powierzchniami orto*. Wywołujemy polecenie RZUTPŁASKI i w oknie dialogowym *Rzut płaski* akceptujemy poprzednie nastawy. Na ViewCube zmieniamy widok na *Góra*, wybieramy opcję polecenia punkt Bazowy, wskazujemy punkt na tylnej nodze (ten sam punkt co poprzednio) i umieszczamy rzut w punkcie 6 (2). Przyjmujemy skalę w obydwu osiach równą 1 oraz kąt obrotu równy 0.



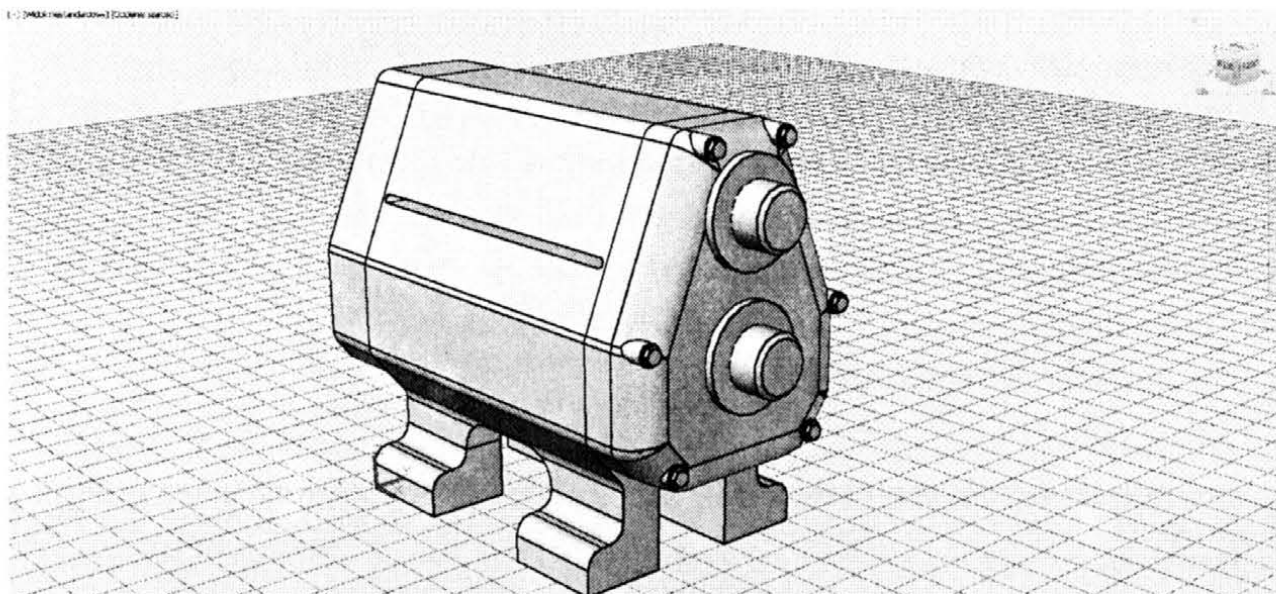
- Wygenerujemy teraz rzut z góry z takimi samymi parametrami jak poprzednio. Jako aktualny ustawiamy widok z góry (na ViewCube - *Góra*). Generujemy rzut. Po zamknięciu okna dialogowego *Rzut płaski*, wybieramy opcję *punkt Bazowy* i wskazujemy na włączonym rzucie środek linii między korpusem a lewą pokrywą tak, aby wstawiany rzut pasował do istniejącego rzutu z przodu i wstawiamy go w punkcie przecięcia numer 1. Przyjmujemy skalę w obydwu osiach równą 1 oraz kąt obrotu równy 0.
- Jako aktualny ustawiamy widok z lewej (ViewCube - *Lewo*). Generujemy rzut z takimi samymi parametrami jak wyżej. Po zamknięciu okna *Rzut płaski*, na ViewCube ustawiamy widok z góry, wybieramy opcję *punkt Bazowy* i wskazujemy na włączonym rzucie punkt lewy na lewej nodze tak, aby móc dopasować wstawiany rzut do rzutów istniejących, a blok rzutu wstawiamy w punkcie 3. Przyjmujemy skalę w obydwu osiach równą 1 oraz kąt obrotu równy 0.
- Wyłączamy widoczność warstwy *wymiar1*.
- Jeśli chcemy porównać otrzymane wyniki z poprawnym rozwiązaniem, możemy włączyć widoczność warstwy *pom3*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 34

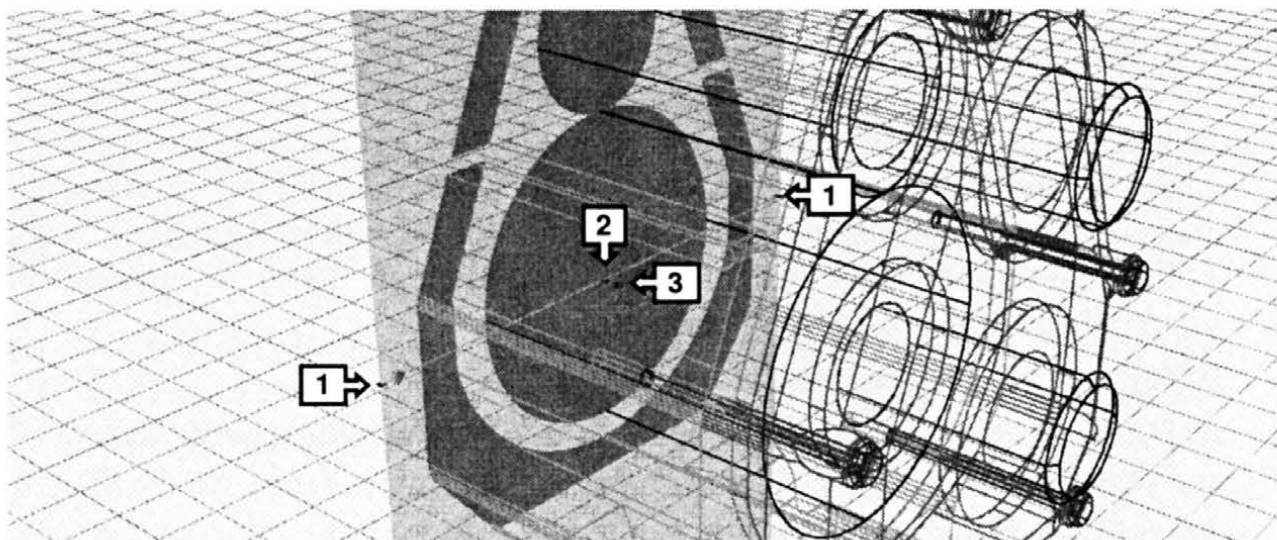
Tworzenie przekrojów

Cel ćwiczenia: Wygenerowanie płaskich widoków i przekrojów modelu bryłowego przedstawionego w rysunku.

- Otwórz rysunek *C-12-15-34-Rzut-płaski-03.dwg*. Na rysunku pokazano fragment walcarki.



- Jako aktualny ustawiamy widok o nazwie *Wid-1*. Zdefiniujemy teraz płaszczyznę tnącą. Jako aktualną ustawiamy warstwę o nazwie *płaszczyzna*. Wywołujemy polecenie PŁAPRZEKR (Narzędzia główne > Przekrój > Płaszczyzna przekroju), wybieramy opcję *Prostokątny* i opcję *Lewo*. Przy korzystaniu z tej opcji zostaje wygenerowany jednocześnie przekrój. Klikamy płaszczyznę tnącą – pojawiają się uchwyty.



Można – za ich pomocą – zmienić położenie płaszczyzny – kwadraciki (1) i trójkąt (2) oraz przełączyć kierunek patrzenia z lewego na prawy – strzałka (3). Wykorzystamy tę ostatnią możliwość. Klikamy uchwyt w postaci strzałki. Widok przekroju został odwrócony.

- Wykonamy teraz dwuwymiarowy przekrój (kład). Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur2*. Klikamy prawym klawiszem myszy (gdy wyświetlone są uchwyty płaszczyzny tnącej) i z menu podręcznego wybieramy pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D*. Zostanie otworzone okno dialogowe *Utwórz przekrój/elewację*. Jeśli okno jest zminimalizowane, rozwinij je do pełnej wielkości.

W ramce *2D/3D* wybierz *2D przekrój/elewacja*.

W ramce *Geometria źródła* wybierz *Wybierz obiekty do dołączenia*, kliknij przycisk *Wybierz obiekty* i wskaż: korpus i obydwa wałki.

W ramce *Miejsce docelowe* wybierz *Wstaw jako nowy blok*.

Kliknij przycisk *Ustawienia przekroju*.

- W oknie dialogowym *Ustawienia przekroju* ustaw:

W zakładce *Wypełnienie przecięcia*:

w polu *Pokaż*: *Tak*

w polu *Kreskowanie powierzchni*: *Wybierz rodzaj wzoru kreskowania*

oraz

Rodzaj wzoru: *Użytkownika*

w polu *Kąt*: 45

w polu *Odstęp kreskowania*: 10

w polu *Kolor*: 8

W zakładce *Linie tła*:

w polu *Ukryte linie*: *Nie*

Zamknij okno *Ustawienia przekroju* (przycisk *OK*) i wygeneruj kład (przycisk *Utwórz*). Generowany jest przekrój w postaci bloku. Wybieramy opcję *punkt Bazowy* i wskazujemy lewy dolny punkt na lewej nodze walcarki oraz określamy punkt wstawienia [680,1000], skalę w osi X = 1, skalę w osi Y = 1 i kąt obrotu bloku = 90°.

- Wygenerujemy teraz przekrój przestrzenny. Jako aktualną pozostawimy warstwę *kontur2*. Klikamy prawym klawiszem myszy (gdy wyświetlone są uchwyty płaszczyzny tnącej) i z menu podręcznego wybieramy pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D*. Zostanie otworzone okno dialogowe *Utwórz przekrój/elewację*. Jeśli okno jest zminimalizowane, rozwiń je do pełnej wielkości.

W ramce *2D/3D* wybierz *3D przekrój*.

W ramce *Geometria źródła* wybierz *Wybierz obiekty do dotłączenia*, kliknij przycisk *Wybierz obiekty* i wybierz korpus główny fragmentu walcarki.

W ramce *Miejsce docelowe* wybierz *Wstaw jako nowy blok*.

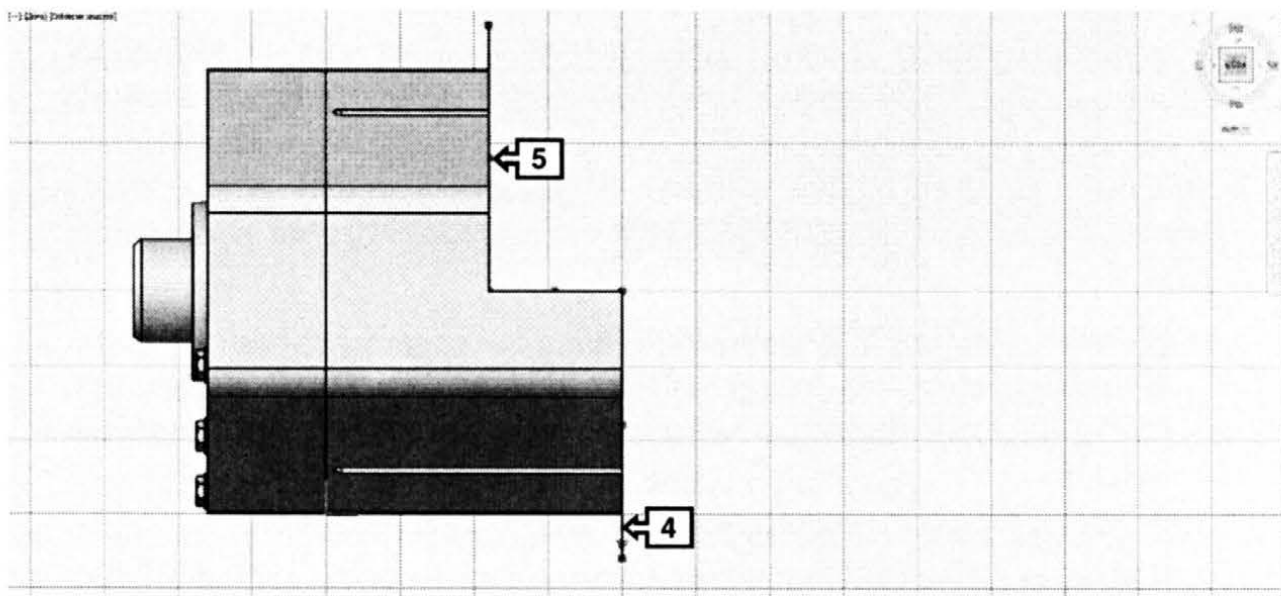
Kliknij przycisk *Utwórz*. Jako punkt wstawienia podaj [350,450] i zaakceptuj domyślne wartości dla skali X (1), skali Y (1) oraz kąta obrotu bloku (0°).

Za pomocą orbity ustawmy widok tak, aby widoczna była walcarka i wstawiony blok. Nasz blok wygląda dziwnie. Jest to spowodowane występowaniem płaszczyzny tnącej. Zablokujemy warstwę o nazwie *płaszczyzna*, w której leży zdefiniowana płaszczyzna przekroju. Odblokujemy tę warstwę i wyłączmy jej widoczność. Porównajmy wyniki. Ponownie blokujemy warstwę.

Uzyskany blok jest umieszczony w taki sposób, że jego środek ciężkości leży na płaszczyźnie XY. Podniesiemy nasz blok tak, aby nogi stały na płaszczyźnie XY. Wywołujemy polecenie *PRZESUŃ*, wybieramy blok, jako punkt bazowy wybieramy dowolny punkt na spodniej części nogi (ten, który ma stać na płaszczyźnie XY) a nowe położenie określamy filtrując współrzędne XY z wskazanego poprzednio punktu bazowego oraz

podając z klawiatury współrzędną $Z = 0$. Nasz blok powinien teraz stać na płaszczyźnie XY.

- Usuniemy z rysunku utworzony przekrój i wygenerujemy przekrój następny. Tym razem wprowadzimy do płaszczyzny tnącej uskok i wykorzystamy go do wycięcia fragmentu z wybranych części. Odblokowujemy warstwę *płaszczyzna* w celu uwidocznienia płaszczyzny cięcia. Klikamy płaszczyznę tnącą, rozwijamy menu kontekstowe, wybieramy pozycję *Dodaj uskok do przekroju* i wskazujemy punkt środkowy na wyróżnionej osi płaszczyzny tnącej (tam, gdzie są uchwyty). Wyłączamy perspektywę i za pomocą View Cube ustawiamy widok z góry (*Góra*). Oknem wybieramy odpowiedni fragment rysunku i klikamy płaszczyznę tnącą (na rysunku w postaci linii łamanej 4).



Za pomocą uchwyty 5 przemieszczamy górną powierzchnię tnącą w prawo tak daleko, aby na górze pojawił się cały obiekt. Wywołujemy widok o nazwie *Wid-1*. Jeśli nie widać płaszczyzny tnącej, odblokowujemy warstwę *płaszczyzna*.

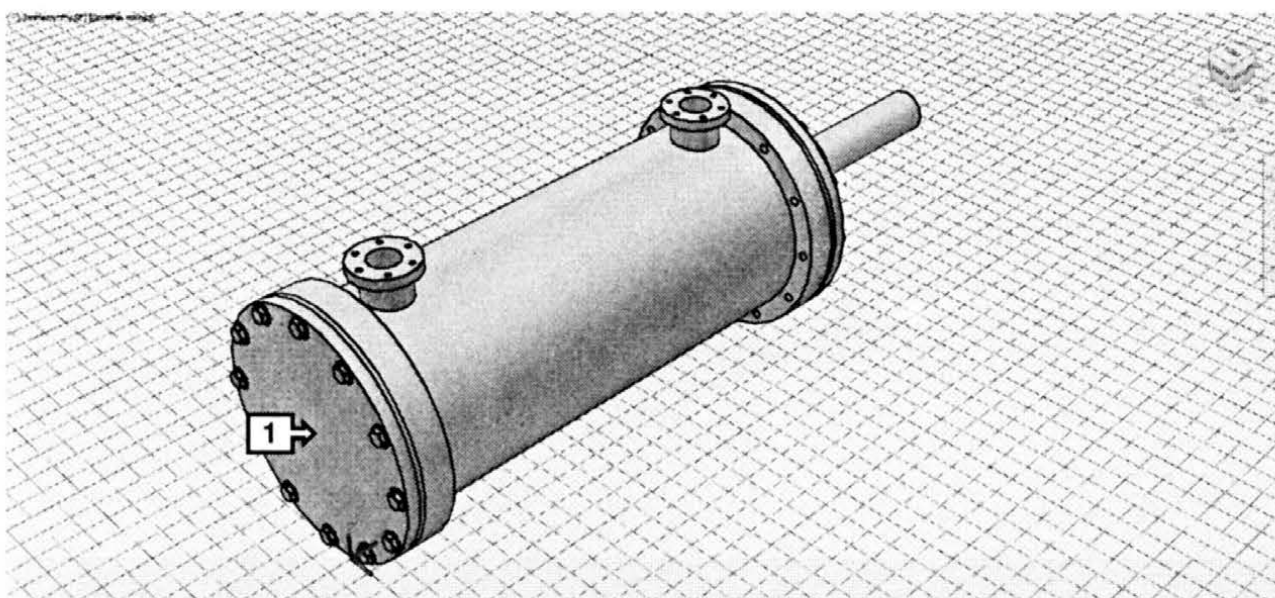
- Klikamy płaszczyznę tnącą, rozwijamy menu kontekstowe, wybieramy pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D*, klikamy przycisk *Wybierz obiekty*, wybieramy korpus oraz obydwie tarcze czołowe i generujemy przekrój. Wstawiamy go w dowolne miejsce na rysunku i akceptujemy parametry domyślne wstawianego bloku. Blokujemy warstwę *płaszczyzna*. Możemy przesunąć nasz blok tak, aby stał na płaszczyźnie XY (jak w poprzednim punkcie).
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 35

Uatrakcyjnienie widoków brył

Cel ćwiczenia: Wygenerowanie różnych przekrojów modelu bryłowego przedstawionego w rysunku.

- Otwórz rysunek *C-12-15-35-Rzut-plaski-04.dwg*. Na rysunku pokazano cylinder maszyny parowej z tłokiem. Celem naszym będzie wygenerowanie przekrojów płaskich wybranych fragmentów oraz przekrojów trójwymiarowych.



- Rozpocznijmy od utworzenia przekroju płaskiego samego cylindra w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny XY G UW i przechodzącej przez oś symetrii cylindra. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osie2*. Wywołujemy (z linii poleceń) polecenie PRZEKRÓJ, wskazujemy cylinder i zamykamy zbiór wskazań. Wybieramy opcję XY, wskazujemy punkt leżący na osi cylindra, np. punkt centralny (środek) tarczy czołowej (1). Na rysunku uzyskany przekrój nie jest dobrze widoczny, gdyż leży wewnątrz modelu. Przesuniemy go z miejsca, w którym występuje, na płaszczyznę XY aktualnego układu współrzędnych (G UW). Wywołujemy polecenie PRZESUŃ, wybieramy przekrój do zbioru wskazań przez wywołanie opcji *oStatni* (z klawiatury podajemy *s*), zamykamy zbiór wskazań, wskazujemy dowolny punkt leżący na wygenerowanym przekroju, wybieramy filtr współrzędnych XY, wskazujemy ten sam punkt leżący na przekroju i podajemy z klawiatury wartość współrzędnej Z, czyli 0.
- Odetniemy teraz połowę cylindra wzdłuż płaszczyzny YZ w celu ukazania wnętrza obiektu. Wywołujemy polecenie PŁAT (Narzędzia główne > Edycja brył > Płat), wskazujemy tylko cylinder, zamykamy zbiór

wskazań, wybieramy opcję *YZ*, akceptujemy punkt przechodzenia płaszczyzny ([0,0,0]) i wskazujemy dowolny punkt leżący po ujemnej stronie osi *X*, aby zachować tę (tylną) stronę cylindra w rysunku. Widoczne jest wnętrze cylindra i tłok wraz z uszczelnieniem. Na View Cube wybieramy widok z prawej strony i rzutowanie równoległe. Dla poprawienia widoczności części można wyłączyć siatkę.

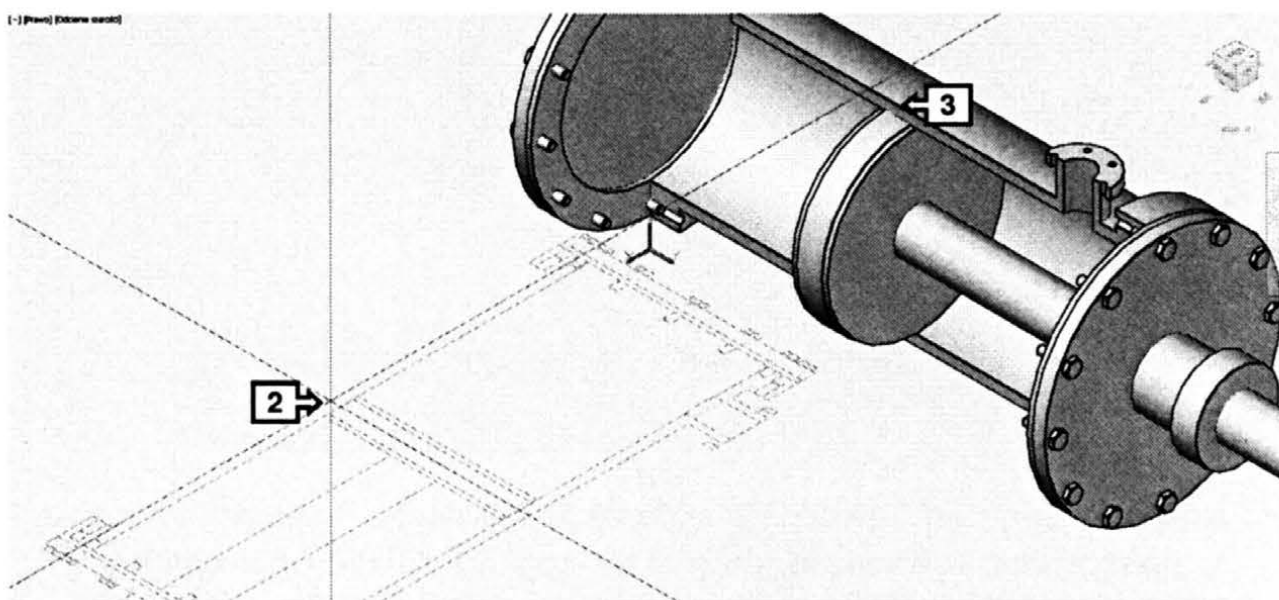
- Przechodzimy do wygenerowania widoku płaskiego. Jako aktualną ustawiamy warstwę *pom2* i blokujemy warstwę *osie2*. Wywołujemy polecenie RZUTPŁASKI. W oknie dialogowym ustawiamy:

Miejsce docelowe: *Wstaw jako nowy blok,*

Linie pierwszoplanowe: Kolor: *JAKBLOK*, Rodzaj linii: *Continuous*

Linie przysłonięte: Kolor: *żółty*, Rodzaj linii: *DASHED*

i zamykamy okno przyciskiem *Utwórz*.



Za pomocą ViewCube ustawiamy widok izometryczny i wykorzystujemy opcję *punkt Bazowy* do zmiany punktu bazowego wygenerowanego bloku na taki punkt, który potem będziemy mogli jednoznacznie wskazać na cylindrze, np. punkt w połowie długości cylindra (2). Pozwoli to na dokładne dopasowanie bloku do cylindra. Po zmianie punktu bazowego i wskazaniu punktu wstawienia bloku na środku cylindra (3), akceptujemy skale w obydwu osiach i kąt obrotu bloku przyjmujemy równy 90°. Nasz wygenerowany blok został umiejscowiony w przestrzeni z dowiązaniem do obiektu tylko w osi *Y*. Można teraz dopasować blok do modelu, przesuwać go w osi *X* oraz w osi *Z*, metodą podaną wyżej.

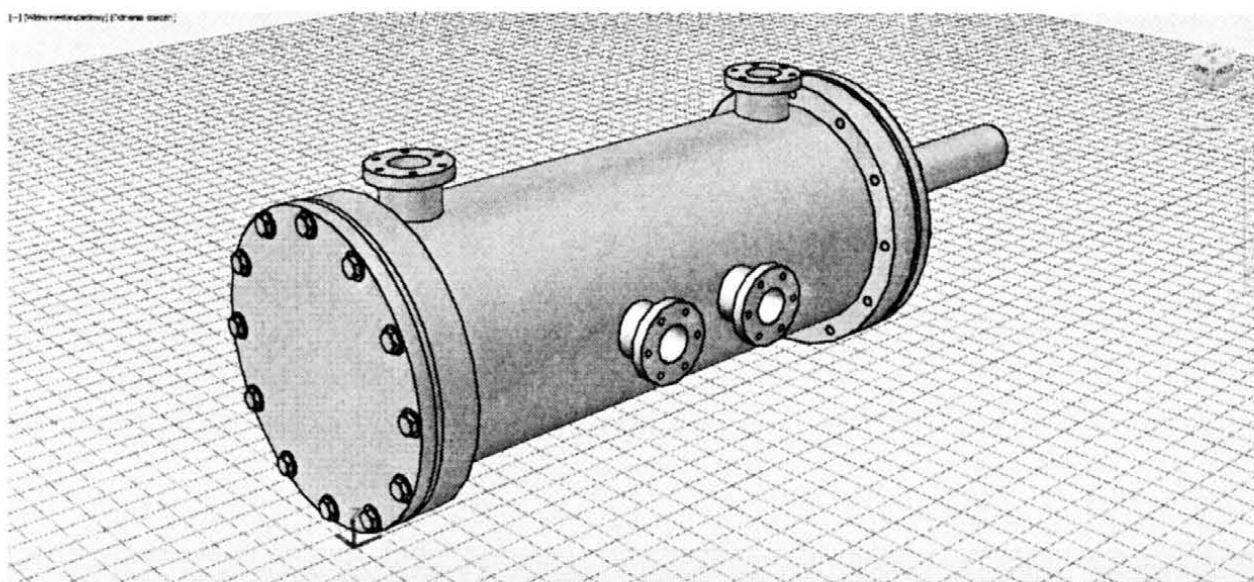
- Odblokowujemy warstwę *osie2* i kończymy pracę z rysunkiem.

Ćwiczenie 36

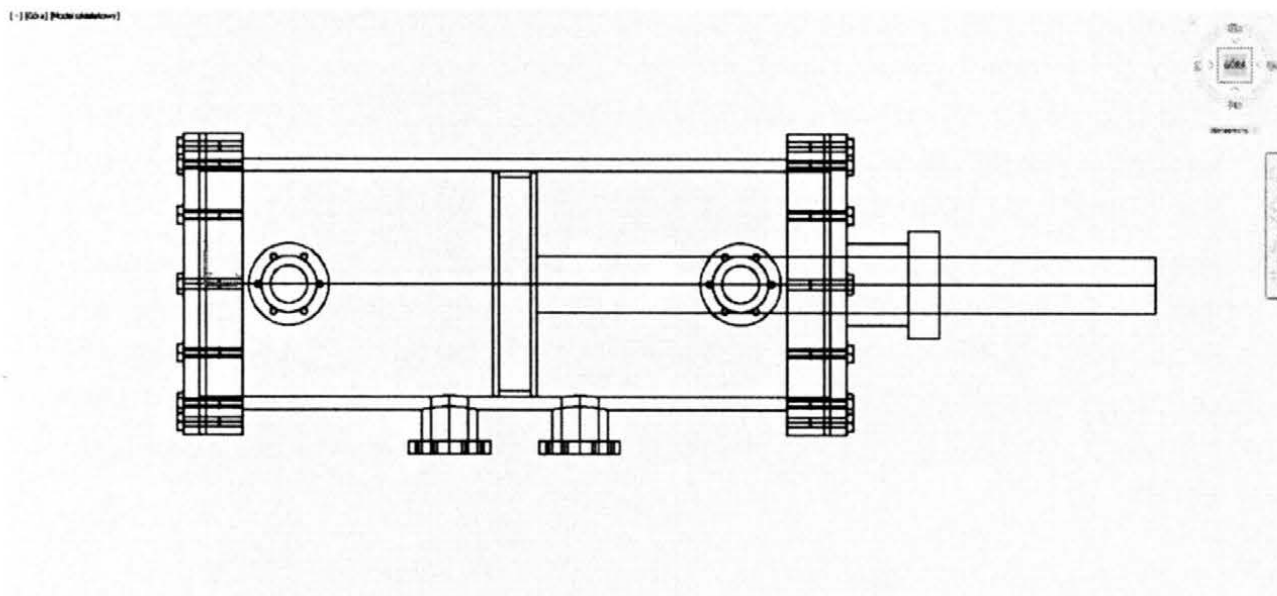
Rysowanie płaszczyzn tnących

Cel ćwiczenia: Zdefiniowanie płaszczyzn tnących i wygenerowanie różnych przekrojów i wykrojów modelu bryłowego przedstawionego w rysunku.

- Otwórz rysunek *C-12-15-36-Rzut-plaski-05.dwg*. Na rysunku pokazano cylinder z tłokiem maszyny parowej. Celem naszym będzie zdefiniowanie płaszczyzn tnących, przeprowadzenie operacji na płaszczyznach tnących, wygenerowanie przekrojów i rzutów tych przekrojów.

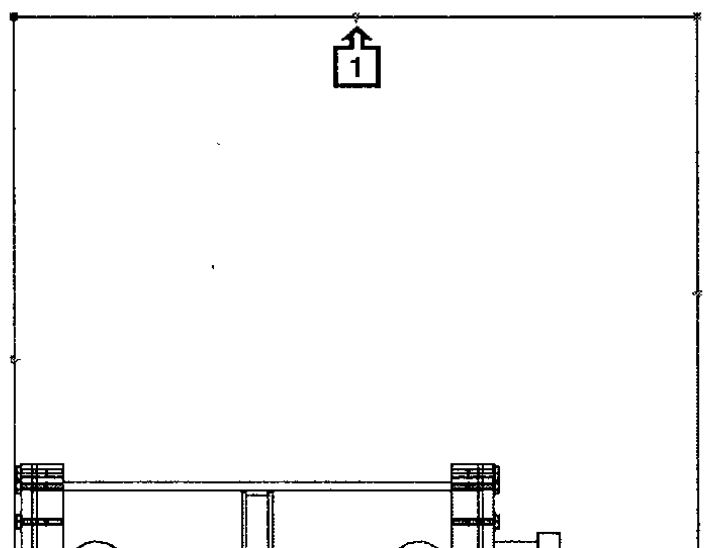


- Ustaw na kostce View Cube widok z góry i w menu kontekstowym wybierz pozycję *Perspektywa z powierzchniami orto*. W stylach wizualnych wybierz *Model szkieletowy 3D*. Dopasuj widok części do ekranu (zoom, nowy fragment). Wyłącz siatkę.



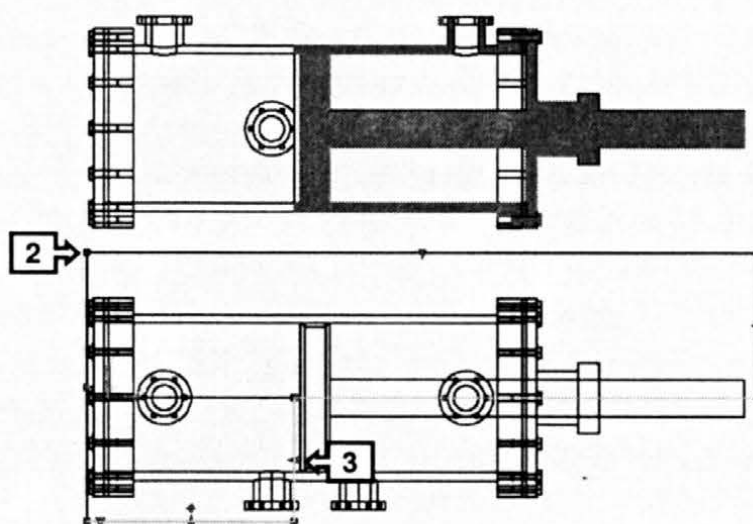
- Zdefiniujemy teraz płaszczyzny tnące. Jako aktualną ustaw warstwę *płaszczyzny*. Wywołaj polecenie PŁAPRZEKR (Narzędzia główne > Przekrój > Płaszczyzna przekroju), wybierz opcję *Rysuj przekrój*, podaj punkt początkowy [-50,-300], następny punkt w odległości 550 w kierunku 0°, następny punkt w odległości 300 w kierunku 90° i ostatni punkt w odległości 1050 w kierunku 0°. Jako kierunek widoku przekroju kliknij dowolny punkt w górnej części rysunku (ponad zdefiniowaną linią). Kliknij narysowane płaszczyzny – pokażą się uchwyty i za pomocą uchwyty 1 przybliż górną płaszczyznę do modelu o 900 jednostek. Jeśli trzeba, dopasuj wielkość płaszczyzn tnących do modelu za pomocą uchwyty w taki sposób, aby płaszczyzny przecinały cały model. Naciśnij klawisz **ESC**.

[-] Edytuj [Model geometry]



- Jako aktualną ustaw warstwę *kontur4*. Kliknij zestaw płaszczyzn tnących. Gdy uchwyty na płaszczyznach są włączone, rozwiń menu kontekstowe i wybierz pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D*. Zostanie otworzone okno dialogowe *Utwórz przekrój / elewację*. Ustaw tworzenie przekroju 2D. Zamknij okno za pomocą przycisku *Utwórz*. Umieść blok ponad modelem, przyjmując za punkt wstawienia punkt 2 związany z płaszczyznami tnącymi i zaakceptuj domyślne wartości skali i kąta obrotu.
- Zmienimy teraz położenie krótkiej pionowej płaszczyzny tnącej i ponownie wygenerujemy rzut. Klikamy płaszczyzny tnące (pojawiają się uchwyty), klikamy strzałkę na środku krótkiej pionowej płaszczyzny (3) i przesuwamy płaszczyznę o 130 jednostek w kierunku ujemnych wartości osi X (o 130 jednostek w lewo). Dopasowujemy widok rysunku do ekranu.

[...] [Dla:] [Modelowanie]



- Jeśli płaszczyzna tnąca nie jest wybrana – klikamy ją, żeby pokazały się uchwyty. Rozwijamy menu kontekstowe, wybieramy pozycję *Utwórz przekrój 2D/ 3D*, jeśli okno nie jest rozwinięte w pełni, maksymalizujemy je i wypełniamy ramki:

Ramka 2D/3D: *2D przekrój/elewacja*

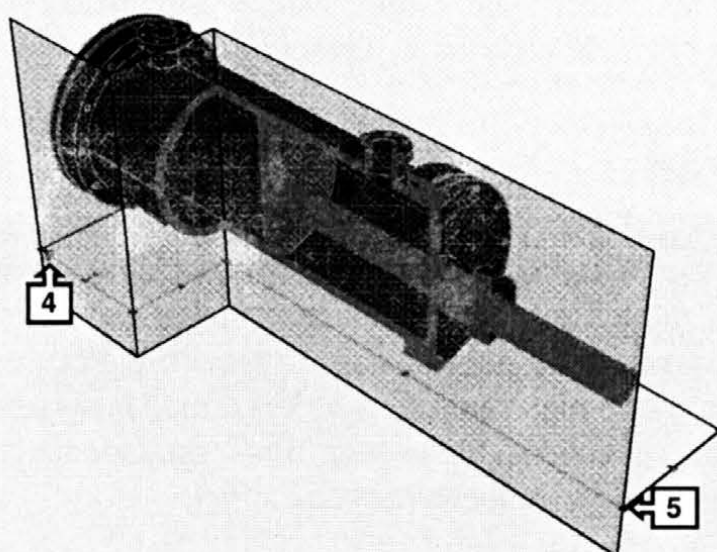
Geometria źródła: *Dołącz wszystkie obiekty*

Miejsce docelowe: *Zastąp istniejący blok*, przycisk *Wybierz blok* i wskaż blok zawierający przekrój

Zamykamy okno za pomocą przycisku *Utwórz*. Blok zostanie zamieniony.

- Przejdziemy teraz do przekrojów trójwymiarowych utworzonych za pomocą płaszczyzn tnących. Za pomocą View Cube ustawiamy widok izometryczny, klikając narożnik *Przód-Prawo-Góra*, oraz styl wizualny *Realistyczny*. Klikamy płaszczyzny tnące, aby pojawiły się uchwyty, rozwijamy menu podręczne i wybieramy pozycję *Uaktywnij przekrój na bieżąco*.

[...] [Dla:] [Dla:] [Dla:]



- Klikamy uchwyt rozwijający listę rodzajów płaszczyzn tnących (trójkąt z kreską nad nim – 4) i wybieramy pozycję *Płaszczyzna przekroju*. Wyłączamy uchwyty (klawisz **ESC**) i ponownie włączamy uchwyty przez kliknięcie płaszczyzn. Wybieramy uchwyt prawy skrajny kwadracik (5) i przesuwamy go w kierunku ujemnych wartości osi X o 800 jednostek. Należy zwrócić uwagę, że w przekroju nic nie uległo zmianie, gdyż ten rodzaj płaszczyzn tnących (*Płaszczyzna przekroju*) rozciąga się i tak do nieskończoności.
- Zmienimy teraz rodzaj płaszczyzn tnących. Klikamy uchwyt trójkącik z kreską nad nim (4) – rozwija się menu podręczne – wybieramy pozycję *Obwiednia przekroju*. Obserwujemy, jaki to ma wpływ na widok naszego przekroju.
- Ponownie zmienimy rodzaj płaszczyzn tnących. Klikamy uchwyt trójkącik z kreską nad nim (4) – rozwija się menu podręczne – wybieramy pozycję *Objętość przekroju*. Obniżymy teraz górną płaszczyznę tnącą w dół o 200 jednostek. W tym celu klikamy trójkącik związany z płaszczyzną górną i przesuwamy ją w kierunku ujemnych wartości osi Z na odległość 200. Obserwujemy, jaki to ma wpływ na widok naszego przekroju.
- Włączamy widoczność siatki, wyłączamy widoczność warstwy *płaszczyzny* i kończymy pracę z rysunkiem.

Tworzenie rysunków dokumentacyjnych

Zajmiemy się teraz zagadnieniem wyświetlania geometrii uzyskiwanych w oparciu o modele trójwymiarowe oraz geometriami dwuwymiarowymi pochodzącymi z modeli 3D, umieszczanymi w rzutniach układów. Jest to o tyle istotne zagadnienie, że obecnie dominuje już tendencja tworzenia modeli trójwymiarowych (mających niezaprzeczalne zalety), ale ciągle jeszcze dokumentacja warsztatowa jest zazwyczaj tworzona i przechowywana w postaci rysunku dwuwymiarowego.

Rodzaje widoków

Jedną z korzyści wynikających z modelowania trójwymiarowego jest możliwość wizualizacji modeli jeszcze w trakcie projektowania. Proces wizualizacji można również stosować przy publikowaniu rysunków. Przy tworzeniu różnych arkuszy wprowadzamy do nich rzutnie, w których można stosować różne rodzaje stylów wizualnych, sposobów ukrywania linii niewidocznych i korzystania z rzutów prostopadłych oraz izometrycznych.

W zależności od intencji tworzone widoki mogą korzystać ze standardowych stylów wizualizacji: *Model szkieletowy 2D*, *Model szkieletowy*, *Ukryty*, *Koncepcyjny*, *Realistyczny* itd. Można tworzyć dwuwymiarowe wydruki uzyskane za pomocą poleceń: PRZEKRÓJ, RZUTPŁASKI i PŁAPRZEKR. W poszczególnych rzutniach tego samego układu można stosować różne rodzaje stylów wizualizacji.

(Otwórz rysunek: *W-12-15-06-Style-wizualne-01.dwg*.)

Występują dwa style wizualizacji modeli szkieletowych (krawędziowych): 2D i 3D. W obydwu przypadkach są wyświetlane modele za pomocą linii i łuków. Różnica polega na tym, że model szkieletowy 3D jest wyświetlany w środowisku trójwymiarowym i interpretuje kolory materiałów przypisanych do modelu. Również uwzględnia perspektywę. Pokazano to w rzutni górnej lewej.

W trzech przypadkach można uzyskać efekt ukrycia linii niewidocznych. Są to style wizualizacji: *Ukryty*, *Koncepcyjny* i *Realistyczny*. W pierwszym przypadku stosowana jest geometria krawędziowa z ukrytymi liniami niewidocznymi (rzutnia górna prawa). W przypadku drugim, oprócz ukrycia linii niewidocznych, stosowane jest kolorowanie powierzchni z wykorzystaniem cieniowania standardowego – w każdym przypadku takiego samego (rzutnia dolna lewa). Styl odwzorowania realistycznego uwzględnia ponadto kolor i strukturę materiałów, o ile zostały one przypisane do poszczególnych części składowych modelu (rzutnia dolna prawa). Ponadto występuje w programie AutoCAD możliwość zdefiniowania światła i opracowania scen, a następnie przeprowadzenie renderingu. Otrzymuje się wtedy obrazy realistyczne. To zagadnienie nosi nazwę *wizualizacji* i nie będzie poruszane w tej książce.

Widoki z ukrytymi liniami i cieniowane

Żeby możliwe było wygenerowanie widoków ukrytych lub cieniowanych, model musi być trójwymiarowy lub być złożony z regionów. W pierwszej kolejności należy utworzyć odpowiednią liczbę rzutni i ustawiać w nich odpowiednie tryby wizualizacji.

Jakością powstających obrazów na ekranie i po wydrukowaniu zarządzają odpowiednie zmienne systemowe. Zwykle, zwiększanie wartości tych zmiennych powoduje polepszanie jakości – kosztem czasu przetwarzania obrazu. Poniżej przedstawimy najważniejsze zmienne systemowe (VIEWRES, FACETRES, ISOLINES, PERSPECTIVE), które odpowiadają za jakość obrazu i określimy ich charakterystyki.

zm.sys. VIEWRES	
Wartość	Opis
1÷20000	Steruje gładkością łuków i okręgów. Przyjmuje wartości z zakresu od 1 do 20000. Nastawy zmiennej są przechowywane w rysunku. Zmiana wartości za pomocą polecenia ROZDZ lub A > Opcje > Ekran > Gładkość łuku i okręgu.

zm.sys. FACETRES	
Wartość	Opis
0.01÷10	Steruje gładkością obiektów cieniowanych i renderowanych. Przyjmuje wartości z zakresu od 0.01 do 10. Nastawy zmiennej są przechowywane w rysunku. Zmiana wartości w linii poleceń lub A > Opcje > Ekran > Gładkość obiektu renderowanego.

zm.sys. PERSPECTIVE	
Wartość	Opis
	Przełącza widok perspektywiczny na równoległy i na odwrót. Zmiana wartości zmiennej w linii poleceń lub menu kontekstowe View Cube > Perspektywa (Równoległy). Perspektywa może być włączana tylko w obszarze modelu. Jest automatycznie wyłączana w przypadku stylu wizualnego <i>Model szkieletowy 2D</i> .
0	Wyłączenie widoku perspektywicznego w aktualnej rzutni.
1	Włączenie widoku perspektywicznego w aktualnej rzutni.

zm.sys. ISOLINES	
Wartość	Opis
0÷2047	Steruje liczbą linii konturowych (tworzących) na powierzchniach nie płaskich. Przyjmuje wartości z zakresu od 0 do 2047. Nastawy zmiennej są przechowywane w rysunku. Zmiana wartości w linii poleceń lub A > Opcje > Ekran > Warstwie na powierzchnię.

Dla podania przykładu układu rzutni i demonstracji stylów wizualizacji można otworzyć rysunek.

(Otwórz rysunek: *W-12-15-07-Style-wizualne-02.dwg*.)

W trzech rzutniach pokazano rzuty prostokątne w stylu wizualizacji *Realistyczny*, rzutnia czwarta zawiera widok izometryczny i wyświetlona jest w stylu *Koncepcyjny*.

Widoki rzutów i przekrojów

Proces tworzenia rzutów w rzutniach przebiega tak samo jak w przypadku rzutowania dowolnej geometrii przestrzennej w obszarze modelu. Wykorzystuje się do tego celu polecenia RZUTPŁASKI oraz PŁAPRZEKR, stosując zasadę w jednej rzutni – jeden rzut. Następnie wprowadza się skalę, wyrównanie i styl wizualizacji – w zależności od potrzeb.

Można zaproponować następujący algorytm postępowania:

- Utwórz lub otwórz rysunek zawierający model 3D.
- Utwórz potrzebne geometrie dwuwymiarowe za pomocą poleceń RZUTPŁASKI lub PŁAPRZEKR.
- Umieść w odrębnych warstwach każdą utworzoną geometrię.
- Utwórz w układzie tyle rzutni, ile jest odrębnych geometrii.
- Dostosuj orientację widoku w każdej rzutni odpowiednio do potrzeb.
- Zablokuj w każdej rzutni te warstwy, które zawierają geometrie zbędne w tych rzutniach.
- Wyrównaj widoki w każdej rzutni, np. wykonując polecenie ZOOM/Zakres.
- Ustaw i zablokuj skalę dla każdej rzutni.

Wymiarowanie międzyobszarowe

Określenie *wymiarowanie międzyobszarowe* odnosi się do wprowadzania wymiarowania do rysunku w taki sposób, że wymiar jest umieszczany w układzie w przestrzeni papieru, ale odnosi się – i jest związany – z obiektami występującymi w układzie w obszarze modelu.

W wielu przypadkach do rzutni przypisywane są skale inne niż 1:1. Jeśli wymiar jest wstawiany do przestrzeni modelu, wtedy musimy każdorazowo zadbać o odpowiednie zdefiniowanie stylu wymiarowania, dla uwzględnienia relacji między obszarem modelu i obszarem papieru w taki sposób, aby wymiary po wydrukowaniu miały odpowiednią geometrię (strzałki i teksty były odpowiedniej wielkości). Wymiarowanie międzyobszarowe eliminuje ręczne dopasowywanie geometrii wymiaru.

Podobne problemy pojawiały się, gdy chcieliśmy wprowadzać wymiar w obszarze papieru, ale pobieraliśmy odległości z rzutni o przypisanej skali innej niż 1:1. Problem ten można rozwiązać, posługując się stylami opisowymi.

Związywanie wymiaru z obiektem w wymiarowaniu międzyobszarowym

Podobnie jak w wymiarowaniu normalnym, również w wymiarowaniu międzyobszarowym wymiar jest związany z wymiarowanym obiektem, co zapewnia dostosowanie wymiaru po zmianie geometrii obiektu wymiarowanego. Jednak w pewnych okolicznościach, po zmianie geometrii wymiarowanej, traczone są powiązania między wymiarem a obiektem. W takim przypadku istnieje możliwość ręcznego przywrócenia utraconego powiązania. Prawidłowe powiązanie między wymiarem a obiektem jest sygnalizowane (po kliknięciu wymiaru) za pomocą kwadratów z przekątnymi.

Przy posługiwaniu się wymiarowaniem międzyobszarowym należy pamiętać, że:

- Jeśli stosujemy wymiarowanie międzyobszarowe, wtedy wymiar reprezentuje aktualny wymiar obiektu, niezależnie od skali przypisanej do rzutni,
- Można wymiarować obiekty w rzutniach o różnych skalach, bez konieczności każdorazowego definiowania globalnego współczynnika skali w stylu wymiarowania,
- Po zmianie geometrii w przestrzeni modelu należy sprawdzić, czy nie uległy zerwaniu połączenia między wymiarami i obiektami.

Uwaga

Za pomocą wymiarowania międzyobszarowego można wymiarować większość obiektów, ale nie wszystkie. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w pomocy pod hasłem Wymiary zespolone > Specjalne sytuacje i ograniczenia. Wobec tego nie zawsze wymiarowanie międzyobszarowe jest najlepszym sposobem wymiarowania. Trzeba to każdorazowo oszacować.

Sytuacje specjalne i ograniczenia

W pewnych okolicznościach, aby zaktualizować wymiary zespolone, może zajść konieczność użycia polecenia regenerującego wymiar o nazwie REGENWYM. Zerwanie powiązań pomiędzy wymiarowanym obiektem a wymiarem może wystąpić po panoramowaniu lub przybliżaniu za pomocą kółka myszy, po otwarciu rysunku zmodyfikowanego we wcześniejszej wersji programu lub po otwarciu rysunku z zewnętrznymi odnośnikami, które zostały zmienione.

Choć wymiary zespolone obsługują większość typów obiektów, nie obsługują następujących:

- Kreskowania
- Multilinii
- Obszarów 2D
- Obiektów o niezerowej grubości
- Obrazów
- Rysunków w formatach: DWF, DGN oraz podkładów PDF

Przy wyborze obiektów do wymiarowania należy upewnić się, czy wybrane przez nas obiekty nie zawierają bezpośrednio nakładających się innych obiektów, które nie obsługują wymiarowania zespolonego, takich jak np. obszary 2D.

Zespolenie *nie* jest utrzymywane między wymiarem a odniesieniem do bloku, jeśli blok jest zdefiniowany.

Zespolenie nie jest utrzymywane między wymiarem a bryłą 3D, jeśli postać bryły 3D jest zmieniana.

Wymiary utworzone za pomocą polecenia SWYMIAR są niezespolone, ale mogą zostać zespolone indywidualnie za pomocą polecenia DOCZEPWYMIAR.

Uwaga
W wydaniach wcześniejszych niż AutoCAD 2002 definicje wymiarowania zespolonego i niezespolonego różniły się i były sterowane za pomocą zmiennej systemowej DIMASO. Obecnie zachowanie wymiarów jest sterowane za pomocą zmiennej systemowej DIMASSOC.

Aby uzyskać więcej informacji o pracy z wymiarami zespolonymi w połączeniu z poprzednimi wydaniem, zobacz w *Pomocy* temat: *Zapisywanie rysunków w poprzednich formatach plików rysunków*.

Tworzenie związanych wymiarów międzyobszarowych

Wstawianie wymiarów w rzutni

Gdy zdecydujemy, że można zastosować wymiarowanie międzyobszarowe, wymiary będziemy umieszczać w przestrzeni papieru na obszarze rzutni w taki sam sposób jak w przypadku wstawiania wymiaru w obszarze modelu. Korzystamy tutaj z takich samych poleceń.

Uwaga

Przy tworzeniu zespolonego (z obiektem) wymiarowania międzyobszarowego nie można korzystać z polecenia SWYMIAR, gdyż polecenie to nie generuje wymiarów związanych. Jednak, jeśli polecenie zostanie wykorzystane, wtedy istnieje możliwość ręcznego związania wymiarów z obiektami.

Tworzenie zespolonych wymiarów międzyobszarowych

Podobnie jak w przypadku wymiarowania zespolonego w przestrzeni modelu, również i w przypadku wymiarowania międzyobszarowego zmienna systemowa DIMASSOC musi mieć przypisaną wartość 2. Jest to wartość domyślna przy tworzeniu nowych rysunków w wersjach AutoCAD-a 2002 i późniejszych.

zm.sys. DIMASSOC	
Wartość	Opis
0	Wymiarowanie związane jest wyłączone, a elementy wymiaru nie są ze sobą powiązane w blok, tylko stanowią osobne obiekty.
1	Wymiarowanie związane jest wyłączone, ale wymiar stanowi jedną całość (blok) i zmiana położenia końca pomocniczej linii wymiarowej powoduje uaktualnienie wymiaru.
2	Wymiar jest związany z wymiarowanym obiektem i powiązanie to jest przenoszone między obszarami. Zmiana wymiaru obiektu wymiarowanego powoduje zmianę i uaktualnienie wymiaru.

Zmianę wartości przypisanej do zmiennej DIMASSOC można przeprowadzić następująco:

W3D: -----
PN: -----
MR: -----
A: Opcje > Parametry użytkownika > Zastosuj wymiarowanie zespolone
LP: DIMASSOC

Ponowne zespolenie wymiarów z obiektami wymiarowanymi

Jeśli powiązanie wymiaru z obiektem zostanie utracone, można je odzyskać za pomocą polecenia DOCZEPWYMIAR.

Polecenie można wywołać:

W3D: Opisz > Wymiary ▼ > Skojarz ponownie

PN: -----

MR: Wymiar > Ponowne skojarzenie wymiarów

LP: DOCZEPWYMIAR

Po wywołaniu polecenia i wybraniu wymiaru, na końcach pomocniczych linii wymiarowych pojawiają się kolejno oznaczenia. Jeśli występuje kwadracik z krzyżykiem w środku – wymiar jest związany, jeśli występuje tylko krzyżyk – wymiar jest niezwiązany. Znacznik pojawia się tylko jeden. Po przeprowadzeniu operacji dowiązania przechodzi się automatycznie do następnego wiązania (początku następnej pomocniczej linii wymiarowej).

Regenerowanie wymiarów

Czasami zachodzi potrzeba zregenerowania wymiarów, np. po wykorzystaniu kółka myszy w celu wykonania zoom-u lub panoramowania. W takim przypadku wywołuje się polecenie REGENWYM.

Polecenie można wywołać:

W3D: -----

PN: -----

MR: -----

LP: REGENWYM

Polecenie nie wymaga wskazywania wymiarów. Regeneracji podlegają wszystkie wymiary w rysunku.

Przy stosowaniu wymiarowania międzyobszarowego należy pamiętać, że:

- Należy przypisać zmiennej systemowej DIMASSOC wartość 2.
- Jeśli zostaną wprowadzone zmiany do geometrii w przestrzeni modelu, sprawdź w układzie (w obszarze papieru), czy nie zostały zerwane wiązania między obiektami i wymiarami. Jeśli tak się stało – przywróć ręcznie wiązania (polecenie DOCZEPWYMIAR).
- Jeśli zachodzi taka potrzeba, użyj polecenia REGENWYM w celu przywrócenia właściwego położenia wymiarów.

Uwaga
Oprócz użycia kółka myszy do zmiany kąta patrzenia lub do zmiany położenia obiektów w rysunku występują również inne sytuacje wymuszające użycie polecenia REGENWYM, patrz Pomoc > Regenwym.

Dowiązanie wymiarów zespolonych należy aktualizować ręcznie za pomocą polecenia REGENWYM w następujących trzech wypadkach:

- Po wykonaniu panoramowania lub zmiany powiększenia za pomocą myszy z kółkiem – w układzie z aktywnym obszarem modelu – należy zaktualizować wymiary zespolone utworzone w obszarze papieru.
- Po otwarciu rysunku, który został zmodyfikowany w poprzedniej wersji programu, należy zaktualizować wymiary zespolone, jeśli wymiarowane obiekty zostały zmienione.
- Po otwarciu rysunku zawierającego odniesienia, które są zwymiarowane w bieżącym rysunku, należy zaktualizować wymiary zespolone, jeśli powiązane odniesienie zostało zmodyfikowane.

Ręczne przywracanie powiązań

Dla wymiarów liniowych

1. Wywołaj polecenie DOCZEPWYMIAR.
2. Wybierz wymiary i zamknij zbiór wskazań.
3. Wskaż punkt do dowiązania zaznaczonej pomocniczej linii wymiarowej.
4. Wskaż punkt do dowiązania następnej pomocniczej linii wymiarowej.

Dla wymiarów kątowych

1. Wywołaj polecenie DOCZEPWYMIAR.
2. Wybierz wymiary i zamknij zbiór wskazań.
3. Wskaż pierwsze ramię kąta (linię) do dowiązania.
4. Wskaż drugie ramię kąta (linię) do dowiązania.

Dla wymiarów okręgów i łuków

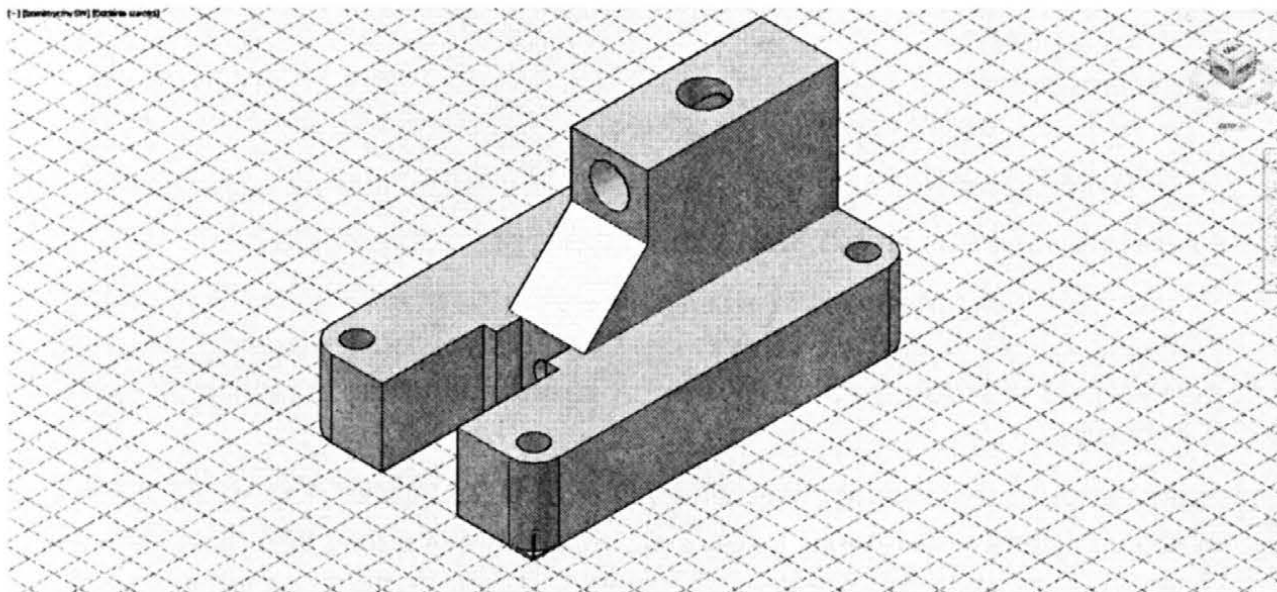
1. Wywołaj polecenie DOCZEPWYMIAR.
2. Wybierz wymiary i zamknij zbiór wskazań.
3. Wskaż łuk lub okrąg.

Ćwiczenie 37

Tworzenie układów dla modeli 3D

Cel ćwiczenia: Utworzenie arkusza, w którym umieszczony zostanie rysunek z czterema rzutniami, zawierającymi standardowe rzuty modelu trójwymiarowego.

- Otwórz rysunek *C-12-15-37-Rysunek-techniczny-01.dwg*. W rysunku występuje tylko trójwymiarowy model bryłowy. Zadaniem naszym będzie stworzenie rysunku technicznego tej części. Założymy, że rysunek będzie docelowo narysowany na arkuszu A3 z wykorzystaniem plotera Hewlett-Packard Draftmaster 2.



- Za pomocą View Cube ustawiamy widok równoległy.
- W linii stanu programu AutoCAD klikamy piktogram *Szybki podgląd układów*. Prawym klawiszem myszy klikamy ikonę *Układ1*. Przełączymy się do układu – rozwinięte zostanie menu kontekstowe. Wybieramy pozycję *Zmień nazwę*. Nadajemy nową nazwę zakładce *Wspornik* i naciskamy klawisz **ENTER**.
- Zainstalujemy teraz drajwer urządzenia drukującego, które ma być w przyszłości wykorzystane do wykreślenia rysunku. Z menu aplikacji wybieramy: *A > Drukuj > Zarządzaj ploterami*. W wyświetlonym oknie dialogowym dwa razy klikamy pozycję *Dodaj ploter*. Pojawia się pierwsze okno menedżera. Akceptujemy je przyciskiem *Dalej>*. Wybieramy opcję *Mój komputer* i zamykamy okno przyciskiem *Dalej>*. W następnym oknie, w ramce *Producenci*, wybieramy *Hewlett-Packard*. W ramce *Modele* wybieramy *Draftmaster 2 (7596A)* i zamykamy okno przyciskiem *Dalej>*. Następne okno zamykamy przyciskiem *Dalej>*. W oknie *Dodaj ploter – Porty* wybieramy *Drukuj do portu* i akceptujemy port COM4. Zamykamy okno przyciskiem *Dalej>*. Okno *Dodaj ploter – Nazwa plotera* zamykamy przyciskiem *Dalej>*, akceptując podaną nazwę. W ostatnim oknie wybieramy przycisk *Zakończ*. W spisie ploterów pojawił się nowy ploter. Zamykamy okno.

- W rysunku, w pasku stanu, klikamy piktogram *Szybki podgląd układów*, prawym klawiszem myszy klikamy zakładkę *Wspornik* i wybieramy pozycję *Menedżer ustawień strony*. Klikamy przycisk *Nowe* i w otwartym oknie, w okienku edycyjnym *Nazwa nowych ustawień strony*, wpisujemy nazwę *A3_Draft2*. Zamykamy okno przyciskiem *OK*. Pojawia się okno *Ustawienia strony*. Ustawiamy kolejno w ramkach:

Drukarka/ploter:	Draftmaster 2 (7596A).pc3
Rozmiar papieru:	ISO A2 (594.00 x 420.00 mm)
Tab. stylów wydruku (przyp. pisaków):	monochrome.stb
Orientacja rysunku:	Poziomo

Pozostałe dane bez zmian. Zamykamy okno przyciskiem *OK*.

- W oknie *Menedżer ustawień strony* klikamy pozycję *A3_Draft2*, klikamy przycisk *Ustaw bieżące* i zamykamy okno przyciskiem *Zamknij*. W linii powyżej do układu o nazwie *Wspornik* zostało dopisane ustawienie strony *A3_Draft2*.
- Jako aktualną ustawiamy warstwę *ramka*. W układzie *Wspornik*, w obszarze papieru, wstawiamy blok o nazwie *Ramka*. (Wstaw > Blok > Wstaw). Przyjmujemy punkt wstawienia [70,30], skale na obydwu osiach równe 1 i kąt obrotu bloku równy 0.
- Przypisujemy zmiennej systemowej ATTDIA wartość 1 (pozwoli to na wprowadzanie do rysunku atrybutów bloków za pomocą okna dialogowego, a nie za pomocą linii poleceń), wywołując zmienną w linii poleceń. Wstawiamy do rysunku blok o nazwie *TABELA2*. Jako punkt wstawienia wskazujemy prawy dolny narożnik wewnętrznej ramki. Przyjmujemy skale dla obydwu osi równe 1 i kąt obrotu bloku równy 0. W oknie dialogowym *Edycja atrybutów*, wypełniamy tabelę atrybutów następująco:

Materiał:	<i>St3</i>
Liczba sztuk:	<i>4</i>
Nazwa złożenia 1:	<i>NAPĘD</i>
Nazwa złożenia 2:	<i>TURBINY</i>
Podziałka:	<i>1:1</i>
Nazwa rysunku:	<i>Wspornik</i>
Numer rysunku:	<i>12.034</i>

Pozostałe atrybuty pozostawiamy niewypełnione. Zamykamy okno *Edycja atrybutów* za pomocą przycisku *OK*. Częściowo wypełniona tabelka została wstawiona do rysunku. Uzupełnienie pozostałych danych w tabeli, które przypisano do bloku w postaci atrybutów, jest możliwe w okresie późniejszym, za pomocą edycji atrybutów.

- Zdefiniujemy rzutnie w przestrzeni papieru. Jako aktualną ustawiamy warstwę *Rzutnie*. Otwieramy okno dialogowe *Rzutnie* (Wyświetl > Rzutnie > Nazwany). W utworzonym oknie klikamy zakładkę *Nowe rzutnie* i ustawiamy w ramkach:

Odstępy między rzutniami: 0.00
 Standardowe rzutnie: Cztery: Równe
 Ustawienia: 3D

W ramce *Podgląd* klikamy lewą górną rzutnię i ustawiamy:

Zmień widok na: Z przodu,
 Styl wizualny: Ukryty,

Klikamy lewą dolną rzutnię i ustawiamy:

Zmień widok na: Z góry,
 Styl wizualny: Ukryty,

Klikamy prawą górną rzutnię i ustawiamy:

Zmień widok na: Z lewej,
 Styl wizualny: Ukryty,

Klikamy prawą dolną rzutnię i ustawiamy:

Zmień widok na: Izometryczny SW,
 Styl wizualny: Realistyczny,

Zamykamy okno przyciskiem *OK* i jako pierwszy narożnik wskazujemy lewy dolny narożnik wewnętrznej ramki, a jako przeciwległy narożnik, wskazujemy prawy górny narożnik wewnętrznej ramki.

Rzutnię zawierającą widok izometryczny (prawą dolną) zmniejszamy za pomocą uchwytów w taki sposób, aby nie przysłaniała ramki.

- Klikamy dwa razy wewnątrz lewej górnej rzutni. Wyłączamy w rzutni siatkę. Jeśli aktualny jest widok perspektywiczny, ustawiamy widok równoległy (menu kontekstowe ViewCube, pozycja *Równoległy*). Wywołujemy polecenie ZOOM/Zakres (Widok > Zoom > Zakres). Powtarzamy ten cykl dla rzutni lewej dolnej i prawej górnej. Dla rzutni prawej dolnej ustawiamy widok perspektywiczny i wywołujemy ZOOM/Zakres. Przechodzimy do obszaru papieru (klikając dwa razy poza obszarem rzutni).
- Klikamy ramkę rzutni lewej górnej i w pasku stanu wybieramy z listy *Skala rzutni* pozycję 1:1. Następnie rozwijamy menu kontekstowe rzutni, klikając prawym klawiszem myszy w dowolnym miejscu w rysunku (przy zaznaczonej rzutni). Wskazujemy pozycję *Cieniuj wydruk* i wybieramy opcję *Jak wyświetlono*. Ponownie wskazujemy rzutnię, otwieramy

menu kontekstowe, wskazujemy pozycję *Wyświetl zablokowane* i wybieramy *Tak*.

- Operację powtarzamy dla rzutni lewej dolnej i prawej górnej.
- Dla rzutni prawej dolnej nie zmieniamy skali, a ukrywanie linii niewidocznych i blokowanie skali rzutni przeprowadzamy tak samo jak dla rzutni pozostałych.
- Dla pokazania wewnętrznej struktury wspornika (układu otworów) w lewej górnej rzutni wykonamy przekrój wzdłuż osi symetrii płaszczyzną równoległą do płaszczyzny ZX globalnego układu współrzędnych. Przechodzimy do zakładki *Model*, ustawiamy rzutowanie równoległe. Jako aktualną ustawiamy warstwę *kontur2*.
- Wywołujemy polecenie PŁAPRZEKR (Narzędzia główne > Przekrój > Płaszczyzna przekroju) i wybieramy kolejno opcje: *Prostokątny* i *Przód*. Wywołujemy widok z przodu (Wyświetl > Widoki > Przód (z listy)). Klikamy płaszczyznę tnącą – pojawią się uchwyty. Rozwijamy menu kontekstowe, wybieramy pozycję *Utwórz przekrój 2D/3D* – zostaje otworzone okno dialogowe *Utwórz przekrój/elewację*. W oknie ustawiamy w ramkach:

2D/3D:	2D przekrój/elewacja,
Geometria źródła:	Dołącz wszystkie obiekty,
Miejsce docelowe:	Wstaw jako nowy blok,

Klikamy przycisk *Ustawienia przekroju* – zostaje otworzone okno *Ustawienia przekroju*. Zawiera ono szereg zakładek i pozycji. W kilku z nich zmienimy nastawy. Na samej górze okna zaznaczamy pozycję *Przekrój 2D/ustawienia tworzenia elewacji bloku*, następnie ustawiamy w zakładkach:

Obwiednia przecięcia:	pozostaje bez zmian,
Wypełnienie przecięcia:	
Pokaż:	<i>Tak</i>
Kreskowanie powierzchni:	Użytkownika/_USER
Kąt:	45
Odstęp kreskowania:	3
Kolor:	czerwony
Pozostałe pozycje	pozostawiamy bez zmian.

Linie tła:

Pokaż:	<i>Tak</i>
Ukryte linie:	<i>Nie</i>

Pozostałe pozycje pozostawiamy bez zmian.

Geometria odcięta:

Pokaż:	<i>Nie</i>
--------	------------

Ukryte linie: *Nie*
 Pozostałe pozycje pozostawiamy bez zmian.
 Linie styczności krzywych:
 Pokaż: *Nie*
 Pozostałe pozycje pozostawiamy bez zmian.

Okno zamykamy przyciskiem *OK*. Pozostaje na ekranie okno *Utwórz przekrój / elewację*, które zamykamy przyciskiem *Utwórz*. Wygenerowany zostaje przekrój, w którym zmienimy punkt bazowy. Wybieramy opcję *punkt Bazowy* (z menu kontekstowego) i nowy punkt bazowy bloku umieszczamy w lewym dolnym punkcie bloku (narożnik). Z klawiatury podajemy współrzędne punktu wstawienia [0,0,0], akceptujemy skalę bloku w obydwu osiach i kąt obrotu.

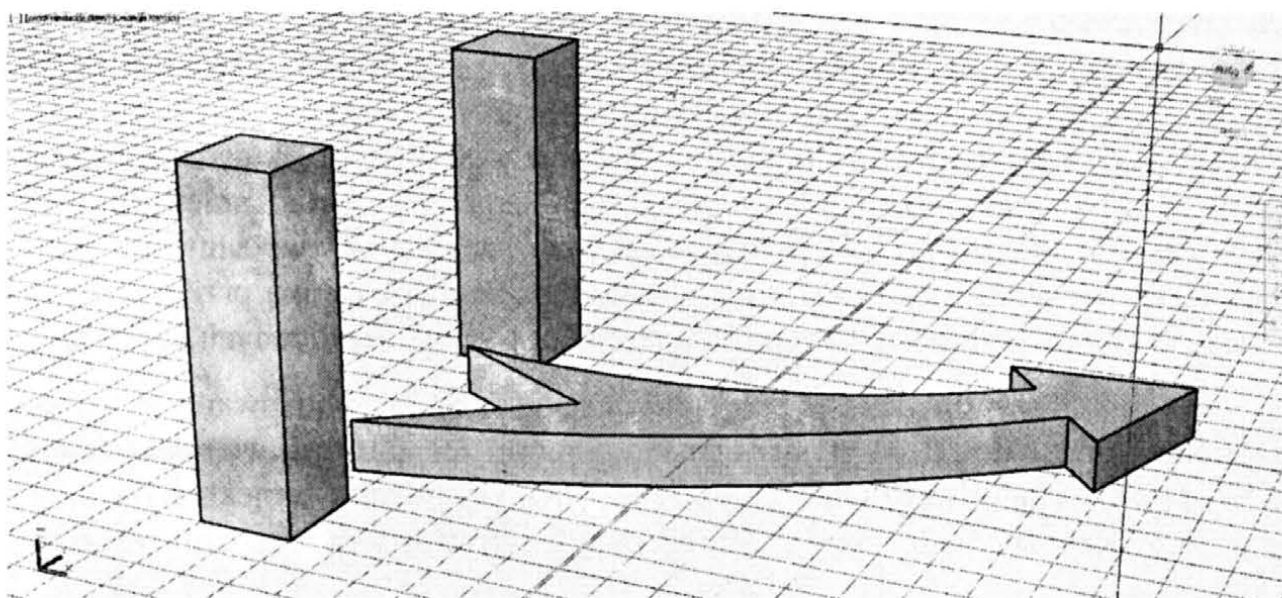
- Globalny układ współrzędnych (GUW) ustawiamy jako aktualny (Narzędzia główne > Współrzędne > LUW, Globalny). Przechodzimy do widoku izometrycznego SE (Wyświetl > Widoki > Pd. – wsch. iz. – z listy). Dopasowujemy widok wspornika do ekranu. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osiel*. Usuwamy z rysunku płaszczyznę tnącą. W celu sprawdzenia jak wygląda wygenerowany przekrój, wyłączamy widoczność warstwy *kontur1*. Jeśli wszystko zostało zrobione poprawnie, przywracamy widoczność warstwy *kontur1* i przechodzimy do dalszych czynności. W przeciwnym wypadku usuwamy blok przekroju i generujemy go ponownie.
- Przechodzimy do układu o nazwie *Wspornik*.
- Klikamy dwa razy w rzutni lewej górnej. Jest tam teraz widoczny zarówno wspornik, jak i jego przekrój. Wyłączamy widoczność w tej rzutni warstwy zawierającej wspornik, czyli warstwy *kontur1*. Rozwijamy listę warstw i przy warstwie *kontur1* wybieramy pozycję *Zablokuj lub odblokuj w bieżącej rzutni* (wprowadzamy blokowanie warstwy w rzutni – na piktogramie pojawi się śnieżynka). W rzutni widoczny pozostaje tylko przekrój.
- Podobną sytuację mamy w pozostałych rzutniach, ale tutaj trzeba wyłączyć warstwę zawierającą przekrój. Blokujemy w pozostałych rzutniach warstwę *kontur2*.
- Przejdziemy teraz do wprowadzenia do rysunku linii osiowych i wymiarowania. Jako aktualną ustawiamy warstwę *osiel* i – w przestrzeni papieru układu *Wspornik* – wprowadzamy do rysunku potrzebne linie osiowe. Dobieramy do nich odpowiedni współczynnik odwzorowania linii nieciągłych (polecenie RLSKALA).
- Przejdziemy teraz do wprowadzenia do rysunku wymiarowania. Wywołamy z linii poleceń zmienną systemową DIMASSOC i przypiszemy jej wartość 2. Oznaczać to będzie stosowanie wymiarowania związanego

z obiektami wymiarowanymi, mimo że obiekty znajdują się w przestrzeni modelu, a wymiarowanie umieścimy w obszarze papieru. Następnie trzeba zdefiniować i ustawić jako aktualny odpowiedni styl wymiarowania.

- Wywołujemy menedżer stylu wymiarowania (Opisz > Wymiary↓). W ramce *Style* wybierz pozycję *PN-90-1* i kliknij przycisk *Nowy*. Podaj nazwę nowego stylu: *PN-Nowy* i wybierz przycisk *Kontynuuj*. Wybierz zakładkę *Dopasowanie* i w ramce *Skala elementów wymiaru* zaznacz pozycję *Skaluj wymiary do układu*. Zamknij okno przyciskiem *OK*. W ramce *Style* zaznacz styl *PN-Nowy*, kliknij przycisk *Ustaw bieżący* i zamknij okno za pomocą przycisku *Zamknij*.
- Jako aktualną ustaw warstwę *wymiar1*. Wyłączamy widoczność warstwy *Rzutnie*. Wprowadzamy wymiarowanie do rysunku w przestrzeni papieru. Sposób uzupełnienia rysunku o linie osiowe i wymiary został pokazany na rysunku *C-12-15-37-Rysunek-techniczny-02.dwg*.
- Kończymy pracę z rysunkiem.

Było to ostateczne ćwiczenie – z wielu przykładów – które przedstawiłem w tym opracowaniu. Mam nadzieję, że przetestowane ćwiczenia pozwoliły P.T. Czytelnikom poznać możliwości programu AutoCAD 2012 PL w zakresie modelowania trójwymiarowego i będą zachętą do ciągłego powtarzania, dalszego samokształcenia i rozwijania swoich umiejętności, bo przecież tylko ciągłe powtarzanie czyni mistrza.

Autor



Zakończenie

Zasadniczym celem, który postawiłem sobie przy tworzeniu tej publikacji, było zapoznanie Czytelnika z zasadami obsługi programu AutoCAD 2012 PL w zakresie budowania modeli trójwymiarowych. Omówione zostały podstawowe pojęcia, metody postępowania oraz sposoby korzystania z poleceń i ich opcji. Książka z założenia nie pretenduje do postaci formalnej instrukcji. Nie jest również zbiorem cytatów zapożyczonych z pliku pomocy programu, lecz – mimo to – można w niej znaleźć opisy większości poleceń związanych z modelowaniem przestrzennym oraz wyjaśnień związanych z zasadami postępowania i opisem charakterystycznych cech programu.

Istotnym wyróżnikiem książki jest zamieszczenie szerokiego materiału ćwiczeniowego, obejmującego swym zakresem dziedziny związane z opisywanymi poleceniami. Poszczególne przykłady przedstawiono precyzyjnie, pomijając jednak bezpośrednie cytowanie komunikatów zgłaszanych przez program i odpowiedzi podawanych przez użytkownika. Wydawało się to o tyle zasadne, że tak drobne informacje niepotrzebnie powiększałyby objętość opracowania, a Czytelnik – z założenia – powinien już wcześniej poznać obsługę programu w stopniu wystarczającym do rozpoczęcia modelowania w przestrzeni 3D.

Książka zawiera opisy i przykłady zastosowań znakomitej większości poleceń związanych z pracą w przestrzeni trójwymiarowej. Pewne polecenia nie znalazły odzwierciedlenia, bowiem podjąłem decyzję przeniesienia materiału związanego z ogólnie pojętą wizualizacją do odrębnego opracowania. Nie poruszono zatem tematów definiowania i przypisywania materiałów do obiektów, definiowania świateł i oświetlenia oraz budowania scen wraz z wprowadzaniem do nich obiektów dekoracyjnych. Nie poruszono również zagadnień związanych z przeprowadzaniem renderingu, kroczeniem kamery przez analizowaną przestrzeń trójwymiarową oraz przelotem kamery i punktu celu wzdłuż narzuconych ścieżek.

W najbliższej przyszłości pragnąłbym rozwinąć zasygnalizowane wyżej zagadnienia i oddać do rąk Czytelnika następną publikację, która zawierałaby tematy tutaj pominięte, a niezwykle istotne przy modyfikowaniu projektów istniejących oraz opracowywaniu nowych projektów i prowadzeniu kampanii reklamowych.

Mam nadzieję, że niniejsza książka – pomimo pewnego zawężenia problematyki do spraw związanych z samym modelowaniem 3D – w istotny sposób ułatwi czytelnikowi poznanie możliwości programu AutoCAD 2012 PL, sposobów jego wykorzystania oraz zachęci do rozwijania własnych umiejętności i dalszego eksperymentowania. Biegle posługiwanie się tym programem może oddać nieocenione usługi, zaoszczędzić wiele czasu i w sposób znaczący poprawić jakość opracowywanych projektów. Wymagać to będzie – zapewne – włożenia pewnego wysiłku i nakładu pracy, ale jest to inwestycja ze wszech miar opłacalna.

Na zakończenie – mając świadomość, że każda publikacja jest obarczona nie tylko indywidualnym, swoistym dla autora, sposobem interpretacji omawianej problematyki, ale również nieuchronnymi usterkami natury technicznej – zarówno Wydawca, jak i autor zwracają się do P.T. Czytelników z prośbą o przekazywanie na adres internetowy autora (ryszard.szczurbanowski@p.lodz.pl) wszelkich uwag i spostrzeżeń związanych z przedstawioną tematyką oraz ocenę samej książki, w szczególności jej przydatności i celowości opracowywania jej dalszych wydań, poszerzonych o nowe narzędzia zaimplementowane w następnych wersjach programu AutoCAD.

Autor

Literatura

- [1] Jaskulski A.: AutoCAD 2010/LT2010+, kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D, wersja polska i angielska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, str. 778.
- [2] Jaskulski A.: AutoCAD 2010/LT2010+, podstawy projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D, wersja polska i angielska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, str. 304.
- [3] Matthews B.: AutoCAD 2000 3D f/x, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001, str. 344+8.
- [4] Pikoń A.: AutoCAD 2010. Pierwsze kroki, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2010, str. 288.
- [5] Pikoń A.: AutoCAD 2010 PL. Pierwsze kroki, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2010, str. 288.
- [6] Szczerbanowski R.: AutoCAD 2011 PL. Kurs średnio zaawansowany. Materiały wykładowe, wydanie wewnętrzne Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ, Łódź 2010, str. 92.

Literatura

- [1] Jaskulski A.: *AutoCAD 2010/LT2010+, kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D, wersja polska i angielska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, str. 778.
- [2] Jaskulski A.: *AutoCAD 2010/LT2010+, podstawy projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D, wersja polska i angielska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, str. 304.
- [3] Matthews B.: *AutoCAD 2000 3D f/x*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001, str. 344+8.
- [4] Pikoń A.: *AutoCAD 2010. Pierwsze kroki*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2010, str. 288.
- [5] Pikoń A.: *AutoCAD 2010 PL. Pierwsze kroki*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2010, str. 288.
- [6] Szczerbanowski R.: *AutoCAD 2011 PL. Kurs średnio zaawansowany. Materiały wykładowe*, wydanie wewnętrzne Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ, Łódź 2010, str. 92.

- [7] **Szczerbanowski R.:** *AutoCAD 2011 PL. Kurs średnio zaawansowany. Materiały laboratoryjne*, wydanie wewnętrzne Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ, Łódź 2010, str. 108.
- [8] **Szczerbanowski R.:** *AutoCAD 2011 PL. Kurs modelowania 3D. Materiały wykładowe*, wydanie wewnętrzne Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ, Łódź 2010, str. 106.
- [9] **Szczerbanowski R.:** *AutoCAD 2011 PL. Kurs modelowania 3D. Materiały laboratoryjne*, wydanie wewnętrzne Instytutu Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ, Łódź 2010, str. 118.
- [10] **Szczerbanowski R.:** *Modelowanie 3D – AutoCad 2010*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2010, str. 280.
- [11] **Szczerbanowski R.:** *Wizualizacja 3D – AutoCad 2011*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2011, str. 197.

C-12-06-06-Skos-Bryla.dwg, 138	Ćwiczenie 1, 57
C-12-06-07-Helisa-Bryla.dwg, 140	Ćwiczenie 10, 144
C-12-06-08-Pokrywanie-Bryla.dwg, 141	Ćwiczenie 11, 156
C-12-06-09-Polibryla.dwg, 143	Ćwiczenie 12, 159
C-12-06-10-Profil-2Ddo3D.dwg, 144	Ćwiczenie 13, 181
C-12-07-11-Bryly-Zlozone-01.dwg, 156	Ćwiczenie 14, 182
C-12-07-12-Bryly-Zlozone-02.dwg, 159	Ćwiczenie 15, 183
C-12-08-13-Wyciaganie-pow-01.dwg, 181	Ćwiczenie 16, 184
C-12-08-14-Przekrec-pow-01.dwg, 182	Ćwiczenie 17, 185
C-12-08-15-Pokrywanie-pow-01.dwg, 183	Ćwiczenie 18, 226
C-12-08-16-Profil2Ddo3D-01.dwg, 184	Ćwiczenie 19, 229
C-12-08-17-Profil-2Ddo3D-02.dwg, 185	Ćwiczenie 2, 104
C-12-10-18-Siatki-elementarne-01.dwg, 226	Ćwiczenie 20, 266
C-12-10-19-Siatki-otwarte-01.dwg, 229	Ćwiczenie 21, 269
C-12-11-20-Orientowanie-01.dwg, 266	Ćwiczenie 22, 270
C-12-11-21-Zwierciadlo3D-01.dwg, 269	Ćwiczenie 23, 271
C-12-11-22-Szyki-3D-01.dwg, 270	Ćwiczenie 24, 296
C-12-11-23-Tlok-01.dwg, 272	Ćwiczenie 25, 299
C-12-11-24-Zaokragl-Fazuj-01.dwg, 296	Ćwiczenie 26, 332
C-12-11-25-Edycja-bryl-01.dwg, 299	Ćwiczenie 27, 334
C-12-12-26-Edycja-pow-01.dwg, 332	Ćwiczenie 28, 380
C-12-12-27-Edycja-pow-02.dwg, 334	Ćwiczenie 29, 382
C-12-14-28-Konw-na-siatke-01.dwg, 381	Ćwiczenie 3, 113
C-12-14-29-Konw-na-NURBS-01.dwg, 382	Ćwiczenie 30, 385
C-12-14-30-Konw-na-bryle-01.dwg, 385	Ćwiczenie 31, 386
C-12-14-31-Konw-na-proceduralne-01.dwg, 386	Ćwiczenie 32, 404
C-12-15-32-Rzut-plaski-01.dwg, 404	Ćwiczenie 33, 405
C-12-15-33-Rzut-plaski-02.dwg, 405	Ćwiczenie 34, 408
C-12-15-34-Rzut-plaski-03.dwg, 408	Ćwiczenie 35, 411
C-12-15-35-Rzut-plaski-04.dwg, 411	Ćwiczenie 36, 413
C-12-15-36-Rzut-plaski-05.dwg, 414	Ćwiczenie 37, 426
C-12-15-37-Rysunek-techniczny-01.dwg, 426	Ćwiczenie 4, 136
Cofanie przycięcia powierzchni, 307	Ćwiczenie 5, 137
COFPRZYCPOW, 307	Ćwiczenie 6, 138
	Ćwiczenie 7, 139
	Ćwiczenie 8, 141
	Ćwiczenie 9, 143
	DEFAULTGIZMO, 238
	Definiowanie układów współrzędnych, 42
	DELOBJ, 121
	DIMASSOC, 424
	DOCZEPWYMIAR, 424
	DODAJPUNKTSTER, 326
	Dodawanie gładkości, 339

- Dodawanie wierzchołków sterujących, 326
DODGŁADSIATKI, 339
Dopasowywanie obiektów w przestrzeni 3D, 245
Dynamiczny układ współrzędnych, 47
Dzielenie sekcji na części, 348
EDBRYŁA ciAŁo
 Odcisk, 293
 Powłoka, 292
 Rozdziel bryły, 295
EDBRYŁA Powierzchnia
 Obróć, 287
 oDsuń, 283
 Pochyl, 290
 przEsuń, 281
 Usuń, 285
 Wyciągnij, 279
EDPLIN, 61
EDSPLAJN, 66
Edycja brył w palecie *Właściwości*, 232
Edycja brył za pomocą polecenia EDBRYŁA, 277
Edycja brył za pomocą uchwytów i metauchwytów, 233
Edycja całych obiektów 3D, 242
Edycja części składowych brył, 273
Edycja modeli bryłowych, 231
Edycja modeli siatkowych, 337
Edycja powierzchni, 303
Edycja siatek za pomocą uchwytów i metauchwytów, 353
Edycyjne polecenia podstawowe, 304
Edycyjne polecenia uzupełniające, 313
FACEHIDE, 200
FACETERDEVSSURFACE, 199
FACETERGRIDRATIO, 200
FACETERMAXEDGELENGTH, 200
FACETERMESHTYPE, 199
FACETERPRIMITIVE, 200
FACETRES, 419
Fałdowanie, 345
FAŁDSIAT, 345
Faseta, 194
Fazowanie modeli bryłowych, 275
FAZOWKRAW, 276
Filtrowanie współrzędnych, 49
Generowanie rysunków dwuwymiarowych, 389
GŁADSIATKA, 194, 364
GTAUTO, 239
GTDEFAULT, 239
GTLOCATION, 239
GUW, 41
Helisa, 76
HELISA, 61, 76
Ikona LUW, 46
ILOCZYN, 152
Iloczyn brył, 152
Instalowanie plików rysunków, 16
Interfejs programu, 19
ISOLINES, 86, 419
Karta
 Dodatki, 25
 Express Tools, 25
 Narzędzia główne, 21
 Online, 25
 Opisz, 23
 Parametryczne, 23
 Powierzchnia, 22
 Renderuj, 22
 Siatka, 22
 Wstaw, 23
 Wyniki pracy, 24
 Wyświetl, 24
 Zarządzaj, 24
Kierunek patrzenia, 30
KLIN, 98
Konwencja oznaczeń, 13
Konwersja obiektów 3D, 361
Konwersja siatek na bryły, 376
KONWNABRYŁĘ, 377
KONWNAPOW, 375
Korzystanie z szyków w przestrzeni 3D, 250
KOSTKA, 90
KRAWODSUNIĘCIA, 264
Linia śrubowa, 76
LOFTNORMALS, 126, 141
LUSTRO3D, 248
LUW, 41, 43
LUWSYMB, 46

- Łączenie powierzchni, 317
- MENLUW, 42, 45
- MESHTYPE, 194, 219
- Metauchwyt
 - Obrót 3D, 236, 240
 - Przesunięcie 3D, 237, 241
 - Skala 3D, 236
 - Skalowanie 3D, 239
- Metauchwyty, 236
- Modele 3D
 - bryłowe, 59
 - powierzchniowe NURBS, 59
 - powierzchniowe proceduralne, 59
 - powstałe z obiektów 2D, 60
 - siatkowe, 59
 - szkieletowe, 60
- Modele 3D starszych typów, 85
- Modele 3D z profili 2D, 116
- Modele powierzchniowe elementarne, 189
- Modele szkieletowe, 85
- Modele uzyskane przez pogrubianie, 86
- Modelowanie siatkowe, 193
- NACIŚNIJCIĄG, 135
- Narzędzia nawigacji 3D, 19
- Narzędzia rysowania precyzyjnego, 25
- NAVSWHEEL, 33
- NAVVCUBE, 36
- NFRAGM, 27
- Obiekty liniowe, 60
- Obracanie obiektów w przestrzeni 3D, 244
- Obracanie profilu, 119
- ODCISK, 261
- Odciskanie obiektów, 261
- Odsunięcie krawędzi, 264
- ODSUNPOW, 319
- Odsuwanie powierzchni, 319
- Odzwierciedlanie w przestrzeni 3D, 248
- Okno dialogowe
 - Opcje reprezentacji siatki, 198, 199
 - Opcje siatki elementarnej, 197
 - Przebuduj krzywą, 329
 - Przebuduj powierzchnię, 330
 - Rzut płaski, 391
 - Sprawdzanie przenikania, 154
 - Ustawienia przenikania, 155
 - Ustawienia wyciągania złożonego, 126
- OPCJEPRYMITSIATKI, 197
- OPCJESIAT, 198
- OSTROŚŁUP, 101
- PERSPECTIVE, 419
- PŁAPRZEKR, 393
- PŁAT, 258
- Podstawowe polecenia 3D, 81
- PODZIELSIAT, 349
- POKAZPUNKTSTER, 325
- Polecenie
 - 3D, 189
 - 3DDOPASUJ, 245
 - 3DEDITBAR, 68
 - 3DOBRÓĆ, 244
 - 3DORBITA, 30
 - 3DPRZESUŃ, 242
 - 3DSZYK, 250
 - 3DWORBITA, 30
 - 3WPLINIA, 61
 - 3WPOW, 189
 - COFPRZYCPOW, 307
 - DIMASSOC, 424
 - DOCZEPWYMIAR, 424
 - DODAJPUNKTSTER, 326
 - DODGŁADSIATKI, 339
 - DOPASUJ, 246
 - EDBRYŁA, 278
 - EDPLIN, 61
 - EDSPLAJN, 66
 - FAŁDSIAT, 345
 - FAZOWKRAW, 276
 - GŁADSIATKA, 194, 364
 - HELISA, 61, 76
 - ILOCZYN, 152
 - KLIN, 98
 - KONWNABRYŁĘ, 377
 - KONWNAPOW, 375
 - KOSTKA, 90
 - KRAWODSUNIĘCIA, 264
 - LUSTRO3D, 248
 - LUW, 43
 - LUWSYMB, 46
 - MENLUW, 42, 45

- NACIŚNIJCIĄG, 135
NAVSWHEEL, 33
NAVVCUBE, 36
NFRAGM, 27, 29
ODCISK, 261
ODSUNPOW, 319
OPCJEPRYMITSIATKI, 197
OPCJESIAT, 198
OSTROŚLUP, 101
PŁAPRZEKR, 393
PŁAT, 258
PODZIELSIAT, 349
POKĄŻPUNKTSTER, 325
POLIBRYŁA, 132
POŁĄCZPOW, 317
POWKRAW, 188, 194, 219, 225
POWNASIATCE, 165, 169
POWOBROT, 188, 194, 219, 224
POWPŁAS, 165, 166, 168
POWPROST, 188, 194, 219, 220
POWWALC, 188, 194, 219, 222
POZIOM, 60
PPOW, 188
PRZEBUDUJPUNKTSTER, 329
PRZEKRĘĆ, 119, 165
PRZEKRÓJ, 402
PRZEKSZTAŁĆWNURBS, 374
PRZENIKANIE, 153
PRZYTPOW, 304
REGENWYM, 425
RÓŻNICA, 151
RZEŻBAPOW, 324, 379
RZUTNIE, 38
RZUTPŁASKI, 390
RZUTUJGEOM, 314
SFERA, 50, 92
SIATKA, 194
SIATKA3D, 201
SIATKA3W, 188
SISTKSUDOSK, 343
SKOS, 121, 166
SPLAJN, 61, 64
STOŻEK, 96
STYLEWIZ, 37
SUMA, 149
SZYKBIEGUN, 254
SZYKPROST, 252
ŚCIEŻKASZYK, 256
TORUS, 100
UKRYJPUNKTSTER, 326
USFAŁDSIAT, 347
USGŁADSIATKI, 340
USUŃPUNKTSTER, 328
WALEC, 94
WYCIĄGNIĘCIE, 124, 166
WYCIĄGNIJ, 117, 165, 351
WYDŁUŻPOW, 309
WYDZKRAW, 262
ZAMKPOW, 322
ZAOKRĄGLKRAW, 274
ZAOKRĄGLPOW, 312
ZOOM, 27, 29
Polibryła, 132
POLIBRYŁA, 132
Polilinia 3D, 61
Polipowierzchnia, 188
Polipowierzchnia 3D, 189
POŁĄCZPOW, 317
Ponowne zespolenie wymiarów z obiektami wymiarowanymi, 424
Powierzchnia na siatce, 169
Powierzchnia płaska, 168
Powierzchnia powleczone, 179
Powierzchnia przekręcona, 173
Powierzchnia wyciągana, 170
Powierzchnia wyciągnięta, 175
Powierzchnie, 79
Powierzchnie NURBS, 79
Powierzchnie proceduralne, 79
Powierzchnie starego typu, 187
POWKRAW, 188, 194, 219, 225
Powlekanie profili, 124
POWNASIATCE, 165, 169
POWOBROT, 188, 194, 219, 224
POWPŁAS, 165, 166, 168
POWPROST, 188, 194, 219, 220
POWWALC, 188, 194, 219, 222
POZIOM, 60
PPOW, 188
Praca w przestrzeni 3D, 41
Prostokątny układ współrzędnych, 41
PRZEBUDUJPUNKTSTER, 329

- Przecinanie modeli bryłowych, 258
 PRZEKRĘĆ, 119, 165
 PRZEKRÓJ, 402
 PRZEKSZTAŁCWNURBS, 374
 Przemieszczanie obiektów w przestrzeni 3D, 242
 PRZENIKANIE, 153
 Przesuwanie profilu z obracaniem, 121
 Przycinanie powierzchni, 304
 PRZYTPOW, 304
 Regenerowanie wymiarów, 424
 REGENWYM, 425
 Reprezentacja obiektów siatkowych, 194
 Ręczne przywracanie powiązań, 425
 Rodzaje modeli, 19
 Rodzaje modeli 3D, 59
 Rodzaje stylów wizualizacji, 37
 Cieniowanie, 37
 Cieniowanie z krawędziami, 37
 Konceptyjny, 37
 Odcienie szarości, 37
 Pochłanianie światła, 37
 Realistyczny, 37
 Szkic, 37
 Szkieletowy, 37
 Szkieletowy 2D, 37
 Ukryty, 37
 Rozdrabnianie siatki, 195, 342
 RÓŻNICA, 151
 Różnica brył, 150
 Rysunki
 C-12-02-01-Modele3D.dwg, 57
 C-12-05-01-Bryly-elementarne-01.dwg, 104
 C-12-05-03-Bryly-elementarne-02.dwg, 113
 C-12-06-04-Wyciaganie-Bryla.dwg, 136
 C-12-06-05-Przekrec-Bryla.dwg, 137
 C-12-06-06-Skos-Bryla.dwg, 138
 C-12-06-07-Helisa-Bryla.dwg, 140
 C-12-06-08-Pokrywanie-Bryla.dwg, 141
 C-12-06-09-Polibryla.dwg, 143
 C-12-06-10-Profil-2Ddo3D.dwg, 144
 C-12-07-11-Bryly-Zlozone-01.dwg, 156
 C-12-07-12-Bryly-Zlozone-02.dwg, 159
 C-12-08-13-Wyciaganie-pow-01.dwg, 181
 C-12-08-14-Przekrec-pow-01.dwg, 182
 C-12-08-15-Pokrywanie-pow-01.dwg, 183
 C-12-08-16-Profil2Ddo3D-01.dwg, 184
 C-12-08-17-Profil-2Ddo3D-02.dwg, 185
 C-12-10-18-Siatki-elementarne-01.dwg, 226
 C-12-10-19-Siatki-otwarte-01.dwg, 229
 C-12-11-20-Orientowanie-01.dwg, 266
 C-12-11-21-Zwierciadlo3D-01.dwg, 269
 C-12-11-22-Szyki-3D-01.dwg, 270
 C-12-11-23-Tlok-01.dwg, 272
 C-12-11-24-Zaokragl-Fazuj-01.dwg, 296
 C-12-11-25-Edycja-bryl-01.dwg, 299
 C-12-12-26-Edycja-pow-01.dwg, 332
 C-12-12-27-Edycja-pow-02.dwg, 334
 C-12-14-28-Konw-na-siatke-01.dwg, 381
 C-12-14-29-Konw-na-NURBS-01.dwg, 382
 C-12-14-30-Konw-na-bryle-01.dwg, 385
 C-12-14-31-Konw-na-proceduralne-01.dwg, 386
 C-12-15-32-Rzut-plaski-01.dwg, 404
 C-12-15-33-Rzut-plaski-02.dwg, 405
 C-12-15-34-Rzut-plaski-03.dwg, 408
 C-12-15-35-Rzut-plaski-04.dwg, 411
 C-12-15-36-Rzut-plaski-05.dwg, 414
 C-12-15-37-Rysunek-techniczny-01.dwg, 426

- C-12-15-37-Rysunek-techniczny-02, 432
- W-12-02-01-Orbita-ogr.dwg, 32
- W-12-02-02-Style-wizualne.dwg, 38
- W-12-02-03-Rzutnie-01, 38
- W-12-02-04-Rzutnie-02.dwg, 39
- W-12-02-05-LUW-01.dwg, 44
- W-12-02-06-LUW-02.dwg, 48
- W-12-02-07-Filtry-Wsp.dwg, 50, 56
- W-12-03-01-Polilinia-3D.dwg, 62
- W-12-03-02-Splajn-01.dwg, 69
- W-12-03-05-Splajn-03.dwg, 71
- W-12-03-06-Splajn-04.dwg, 72
- W-12-03-07-Ed-Splajn-05.dwg, 73
- W-12-03-08-Ed-Splajn-06.dwg, 75
- W-12-03-09-Helisa-01.dwg, 77
- W-12-04-01-Grubosc-01.dwg, 87
- W-12-04-02-Grubosc-02.dwg, 88
- W-12-05-01-Kostka-01.dwg, 91
- W-12-05-02-Kula-01.dwg, 93
- W-12-05-03-Walec-01.dwg, 94
- W-12-05-04-Stozek-01.dwg, 96
- W-12-05-05-Klin-01.dwg, 98
- W-12-05-06-Torus-01.dwg, 100
- W-12-05-07-Piramida-1.dwg, 102
- W-12-05-08-Piramida-2.dwg, 103
- W-12-06-01-Wyciaganie.dwg, 118
- W-12-06-02-Obracanie.dwg, 120
- W-12-06-03-Skos.dwg, 123
- W-12-06-04-Loft.dwg, 127
- W-12-06-05-Polibryla.dwg, 133
- W-12-06-06-Tloczenie.dwg, 135
- W-12-07-01-Bryly-Skladane-01.dwg, 147
- W-12-07-02-Bryly-Skladane-02.dwg, 148
- W-12-07-03-Bryly-Skladane-03.dwg, 148
- W-12-07-04-Suma.dwg, 149
- W-12-07-05-Roznica-01.dwg, 151
- W-12-07-06-Iloczyn-01.dwg, 152
- W-12-07-07-Przenikanie-01.dwg, 153
- W-12-08-01-Powplaska-01.dwg, 168
- W-12-08-02-Pownasiatce-01.dwg, 170
- W-12-08-03-Wyciagnij-01.dwg, 171
- W-12-08-04-Wyciagnij-02.dwg, 172
- W-12-08-05-Przekrec-01.dwg, 174
- W-12-08-06-Wyciagniecie-01.dwg, 176
- W-12-08-07-Wyciagniecie-02.dwg, 177
- W-12-08-08-Wyciagniecie-03.dwg, 178
- W-12-08-09-Skos-01.dwg, 180
- W-12-10-01-Siatka-glaskosc-01.dwg, 195
- W-12-10-03-Siatka-kostka-01.dwg, 203
- W-12-10-04-Siatka-stozek-01.dwg, 206
- W-12-10-05-Siatka-walec-01.dwg, 208
- W-12-10-06-Siatka-ostroslop-01.dwg, 211
- W-12-10-07-Siatka-sfera-01.dwg, 213
- W-12-10-08-Siatka-klin-01.dwg, 216
- W-12-10-09-Siatka-torus-01.dwg, 218
- W-12-10-10-Siatka-prostokreslna-01.dwg, 221
- W-12-10-11-Siatka-walcowa-01.dwg, 223
- W-12-10-12-Siatka-obrotowa-01.dwg, 224
- W-12-10-13-Siatka-krawedziowa-01.dwg, 226
- W-12-11-01-3D-Przesun-01.dwg, 242
- W-12-11-02-3D-Obrot-01.dwg, 244
- W-12-11-03-Dopasuj-01.dwg, 246
- W-12-11-04-3D-Lustro-01.dwg, 249
- W-12-11-05-3D-Szyk-01.dwg, 251
- W-12-11-06-Szykprost-01.dwg, 253
- W-12-11-07-Szykbiegun-01.dwg, 255
- W-12-11-08-Sciezkaszyk-01.dwg, 257
- W-12-11-09-Plat-01.dwg, 259
- W-12-11-10-Odcisk-01.dwg, 261

W-12-11-11-Wydział-krawędzie-01.dwg, 263	W-12-13-08-Faldowanie-02.dwg, 347
W-12-11-12-Odsun-krawędzie-01.dwg, 265	W-12-13-10-Dzielenie-pow-02.dwg, 349
W-12-11-13-Zaokrąglenie-kraw-01.dwg, 274	W-12-13-12-Wyciągnij-siatka-02.dwg, 352
W-12-11-14-Fazuj-kraw-01.dwg, 276	W-12-14-01-Gładziatka-01.dwg, 364
W-12-11-15-Wyciągnięcie-pow-bryły-01.dwg, 279	W-12-14-02-Gładziatka-wielokąt-01.dwg, 365
W-12-11-16-Przesuwanie-pow-bryły-01.dwg, 281	W-12-14-03-Gładziatka-bryła-01.dwg, 366
W-12-11-17-Odsuwanie-pow-bryły-01.dwg, 284	W-12-14-04-Gładziatka-bryła-02.dwg, 367
W-12-11-18-Usuwanie-pow-bryły-01.dwg, 286	W-12-14-05-Gładziatka-bryła-03.dwg, 368
W-12-11-19-Obracanie-pow-bryły-01.dwg, 288	W-12-14-06-Gładziatka-bryła-04.dwg, 369
W-12-11-20-Zweźzanie-pow-bryły-01.dwg, 289	W-12-14-07-Gładziatka-bryła-05.dwg, 371
W-12-11-21-Zweźzanie-pow-bryły-02.dwg, 291	W-12-14-07-Gładziatka-bryła-07.dwg, 373
W-12-11-22-Powłoka-bryły-01.dwg, 292	W-12-14-08-Gładziatka-bryła-06.dwg, 372
W-12-11-24-Separowanie-brył-01.dwg, 295	W-12-14-10-Gładziatka-bryła-08.dwg, 373
W-12-12-01-Utnij-pow-01.dwg, 305	W-12-14-11-Gładziatka-bryła-09.dwg, 373
W-12-12-02-Utnij-pow-02.dwg, 308	W-12-14-12-Gładziatka-bryła-10.dwg, 373
W-12-12-03-Wydłuż-pow-01.dwg, 310	W-12-14-13-W-NURBS-01.dwg, 374
W-12-12-04-Wydłuż-pow-02.dwg, 310	W-12-14-14-Na-proceduralna-01.dwg, 375
W-12-12-05-Zaokrągł-pow-01.dwg, 313	W-12-14-16-Na-bryle-02.dwg, 378
W-12-12-06-Rzutuj-na-01.dwg, 315	W-12-14-17-Na-bryle-03.dwg, 380
W-12-12-07-Połącz-pow-01.dwg, 318	W-12-15-01-Rzut-plaski-01.dwg, 391
W-12-12-08-Odsun-pow-01.dwg, 320	W-12-15-02-Plaszczyzna-tnąca-01.dwg, 394
W-12-12-09-Zamknij-pow-01.dwg, 322	W-12-15-03-Przekroje-01.dwg, 397
W-12-12-10-Rzeźba-pow-01.dwg, 324	W-12-15-04-Przekroje-02.dwg, 401
W-12-12-12-Przebuduj-wierzch-ster-01.dwg, 331	W-12-15-05-Przekroje-03.dwg, 403
W-12-13-03-Gładkość-01.dwg, 341	W-12-15-06-Style-wizualne-01.dwg, 418
W-12-13-06-Gładkość-04.dwg, 344	W-12-15-07-Style-wizualne-02.dwg, 420

- RZEŻBAPOW, 324, 379
RZUTNIE, 38
Rzutnie dopasowane, 38
Rzutowanie modeli 3D, 390
Rzutowanie obiektów liniowych, 314
RZUTPŁASKI, 390
RZUTUJGEOM, 314
Rzuty i przekroje, 390
Sekcja, 194
SFERA, 50, 92
SIATKA, 194
Siatka krawędziowa, 225
Siatka obrotowa, 223
Siatka prostokreślna, 220
Siatka walcowa, 222
Siatka wielokątna, 188
SIATKA3D, 201
 Klin, 215
 Kostka, 202
 Ostrosłup, 210
 Sfera, 212
 Stożek, 204
 Torus, 217
 Walec, 207
SIATKA3W, 188
SIATKAUDOSK, 343
Siatki, 80
Siatki elementarne
 Klin, 214
 Kostka, 202
 Ostrosłup, 209
 Sfera, 212
 Stożek, 204
 Torus, 217
 Walec, 207
Siatki tworzone z powierzchni, 219
SKOS, 121, 166
SMOOTHMESHCONVERT, 377
SMOOTHMESHGRID, 197
SMOOTHMESHMAXFACE, 196
SMOOTHMESHMAXLEV, 196
Spis treści, 5
Splajn, 63
SPLAJN, 61, 64
Sprawdzanie kolizji, 153
SteeringWheels, 33
STOŻEK, 96
STYLEWIZ, 37
SUBOBJSELECTIONMODE, 346
SUMA, 149
Suma brył, 149
SURFACEASSOCIATIVITY, 166
SURFACEASSOCIATIVITYDRAG, 167
SURFACEAUTOTRIM, 167, 315
SURFTAB1, 220
SURFTAB2, 220
SZYKBIEGUN, 254
SZYKPROST, 252
ŚCIEŻKASZYK, 256
THICKNESS, 86
TORUS, 100
Tworzenie brył podstawowych, 89
Tworzenie bryły z przestrzeni zamkniętych, 323
Tworzenie modeli 3D z profili 2D, 115
Tworzenie płaszczyzn tnących, 393
Tworzenie powierzchni NURBS, 373
Tworzenie powierzchni proceduralnych, 375
Tworzenie przekrojów 2D, 402
Tworzenie rysunków dokumentacyjnych, 417
Tworzenie rzutów (2D) i przekrojów (3D), 400
Tworzenie siatek elementarnych, 201
Tworzenie siatek przez konwersję, 363
Tworzenie zespolonych wymiarów międzyobszarowych, 423
Tworzenie związanych wymiarów międzyobszarowych, 423
Uchwyty, 233
UCSDETECT, 47
UKRYJPUNKTSTER, 326
Ukrywanie wierzchołków sterujących, 326
USFAŁDSIAT, 347
USGŁADSIATKI, 340
USUŃPUNKTSTER, 328
Usuwanie gładkości krawędzi, 345
Usuwanie wierzchołków sterujących, 328

- Uwagi o pracach z siatkami, 356
 ViewCube, 35
 VIEWRES, 419
 VSLIGHTINGQUALITY, 197
 W-12-02-01-Orbita-ogr.dwg, 32
 W-12-02-02-Style-wizualne.dwg, 38
 W-12-02-03-Rzutnie-01.dwg, 38
 W-12-02-04-Rzutnie-02.dwg, 39
 W-12-02-05-LUW-01.dwg, 44
 W-12-02-06-LUW-02.dwg, 48
 W-12-02-07-Filtry-Wsp.dwg, 50, 56
 W-12-03-01-Polilinia-3D.dwg, 62
 W-12-03-02-Splajn-01.dwg, 69
 W-12-03-05-Splajn-03.dwg, 71
 W-12-03-06-Splajn-04.dwg, 72
 W-12-03-07-Ed-Splajn-05.dwg, 73
 W-12-03-08-Ed-Splajn-06.dwg, 75
 W-12-03-09-Helisa-01.dwg, 77
 W-12-04-01-Grubosc-01.dwg, 87
 W-12-04-02-Grubosc-02.dwg, 88
 W-12-05-01-Kostka-01.dwg, 91
 W-12-05-03-Walec-01.dwg, 94
 W-12-05-04-Stozek-01.dwg, 96
 W-12-05-05-Klin-01.dwg, 98
 W-12-05-06-Torus-01.dwg, 100
 W-12-05-07-Piramida-1.dwg, 102
 W-12-05-08-Piramida-2.dwg, 103
 W-12-06-01-Wyciaganie.dwg, 118
 W-12-06-02-Obracanie.dwg, 120
 W-12-06-03-Skos.dwg, 123
 W-12-06-04-Loft.dwg, 127
 W-12-06-05-Polibryla.dwg, 133
 W-12-06-06-Tloczenie.dwg, 135
 W-12-07-01-Bryly-Skladane-01.dwg, 147
 W-12-07-02-Bryly-Skladane-02.dwg, 148
 W-12-07-03-Bryly-Skladane-03.dwg, 148
 W-12-07-04-Suma.dwg, 149
 W-12-07-05-Roznica-01.dwg, 151
 W-12-07-06-Iloczyn-01.dwg, 152
 W-12-07-07-Przenikanie-01.dwg, 153
 W-12-08-01-Powplaska-01.dwg, 168
 W-12-08-02-Pownasiatce-01.dwg, 170
 W-12-08-03-Wyciagnij-01.dwg, 171
 W-12-08-04-Wyciagnij-02.dwg, 172
 W-12-08-05-Przekrec-01.dwg, 174
 W-12-08-06-Wyciagniecie-01.dwg, 176
 W-12-08-07-Wyciagniecie-02.dwg, 177
 W-12-08-08-Wyciagniecie-03.dwg, 178
 W-12-08-09-Skos-01.dwg, 180
 W-12-10-01-Siatka-glaskosc-01.dwg, 195
 W-12-10-03-Siatka-kostka-01.dwg, 203
 W-12-10-04-Siatka-stozek-01.dwg, 206
 W-12-10-05-Siatka-walec-01.dwg, 208
 W-12-10-06-Siatka-ostroslop-01.dwg, 211
 W-12-10-07-Siatka-sfera-01.dwg, 213
 W-12-10-08-Siatka-klin-01.dwg, 216
 W-12-10-09-Siatka-torus-01.dwg, 218
 W-12-10-10-Siatka-prostokreslna-01.dwg, 221
 W-12-10-11-Siatka-walcowa-01.dwg, 223
 W-12-10-12-Siatka-obrotowa-01.dwg, 224
 W-12-10-13-Siatka-krawedziowa-01.dwg, 226
 W-12-11-01-3D-Przesun-01.dwg, 242
 W-12-11-02-3D-Obrot-01.dwg, 244
 W-12-11-03-Dopasuj-01.dwg, 246
 W-12-11-04-3D-Lustro-01.dwg, 249
 W-12-11-05-3D-Szyk-01.dwg, 251
 W-12-11-06-Szykprost-01.dwg, 253
 W-12-11-07-Szykbiegun-01.dwg, 255
 W-12-11-08-Sciezkaszyk-01.dwg, 257
 W-12-11-09-Plat-01.dwg, 259
 W-12-11-10-Odcisk-01.dwg, 261
 W-12-11-11-Wydzziel-krawedzie-01.dwg, 263
 W-12-11-12-Odsun-krawedzie-01.dwg, 265
 W-12-11-13-Zaokraglanie-kraw-01.dwg, 274
 W-12-11-14-Fazuj-kraw-01.dwg, 276
 W-12-11-15-Wyciaganie-pow-bryly-01.dwg, 279
 W-12-11-16-Przesuwanie-pow-bryly-01.dwg, 281

- W-12-11-17-Odsuwanie-pow-bryly-01.dwg, 284
W-12-11-18-Usuwanie-pow-bryly-01.dwg, 286
W-12-11-19-Obracanie-pow-bryly-01.dwg, 288
W-12-11-20-Zwezenie-pow-bryly-01.dwg, 289
W-12-11-21-Zwezenie-pow-bryly-02.dwg, 291
W-12-11-22-Powloka-bryly-01.dwg, 292
W-12-11-24-Separowanie-bryl-01.dwg, 295
W-12-12-01-Utnij-pow-01.dwg, 305
W-12-12-02-Utnij-pow-02.dwg, 308
W-12-12-03-Wydłuż-pow-01.dwg, 310
W-12-12-04-Wydłuż-pow-02.dwg, 310
W-12-12-05-Zaokrągł-pow-01.dwg, 313
W-12-12-06-Rzutuj-na-01.dwg, 315
W-12-12-07-Polacz-pow-01.dwg, 318
W-12-12-08-Odsun-pow-01.dwg, 320
W-12-12-09-Zamknij-pow-01.dwg, 322
W-12-12-10-Rzeźba-pow-01.dwg, 324
W-12-12-12-Przebuduj-wierzch-ster-01.dwg, 331
W-12-13-03-Gładkość-01.dwg, 341
W-12-13-06-Gładkość-04.dwg, 344
W-12-13-08-Faldowanie-02.dwg, 347
W-12-13-10-Dzielenie-pow-02.dwg, 349
W-12-13-12-Wyciągnij-siatka-02.dwg, 352
W-12-14-01-Gładsiatka-01.dwg, 364
W-12-14-02-Gładsiatka-wielokatna-01.dwg, 365
W-12-14-03-Gładsiatka-bryla-01.dwg, 366
W-12-14-04-Gładsiatka-bryla-02.dwg, 367
W-12-14-05-Gładsiatka-bryla-03.dwg, 368
W-12-14-06-Gładsiatka-bryla-04.dwg, 369
W-12-14-07-Gładsiatka-bryla-05.dwg, 371
W-12-14-07-Gładsiatka-bryla-07.dwg, 373
W-12-14-08-Gładsiatka-bryla-06.dwg, 372
W-12-14-10-Gładsiatka-bryla-08.dwg, 373
W-12-14-11-Gładsiatka-bryla-09.dwg, 373
W-12-14-12-Gładsiatka-bryla-10.dwg, 373
W-12-14-13-W-NURBS-01.dwg, 374
W-12-14-14-Na-proceduralna-01.dwg, 376
W-12-14-16-Na-bryle-02.dwg, 378
W-12-14-17-Na-bryle-03.dwg, 380
W-12-15-01-Rzut-plaski-01.dwg, 391
W-12-15-02-Plaszczyzna-tnaca-01.dwg, 394
W-12-15-03-Przekroje-01.dwg, 397
W-12-15-04-Przekroje-02.dwg, 401
W-12-15-05-Przekroje-03.dwg, 403
W-12-15-06-Style-wizualne-01.dwg, 418
W-12-15-07-Style-wizualne-02.dwg, 420
WALEC, 94
Widoki rzutów i przekrojów, 420
Widoki z ukrytymi liniami i cieniowane, 418
Wprowadzenie do konwersji, 362
Współrzędne punktów, 25
Wstawianie wymiarów w rzutni, 423
Wyciąganie profilu, 117
Wyciąganie sekcji, 351
WYCIĄGNIĘCIE, 124, 166
WYCIĄGNIJ, 117, 165, 351
Wydłużanie powierzchni, 309
WYDŁUŻPOW, 309
WYDZKRAW, 262
Wygładzanie siatki, 194
Wymiarowanie międzyobszarowe, 420
Wyodrębnianie krawędzi, 262
Wyświetlanie obiektów, 27

- Wyświetlanie wierzchołków sterujących, 325
- Wytłaczanie, 134
- Zakres materiału, 12
- ZAMKPOW, 322
- Zaokrąglanie modeli bryłowych, 273
- Zaokrąglanie powierzchni, 312
- ZAOKRĄGLKRAW, 274
- ZAOKRĄGLPOW, 312
- Zarządzanie rzutami, 396
- Zarządzanie wierzchołkami sterującymi, 325
- Zasklepianie otworów w powierzchni, 321
- Zmiana gęstości wierzchołków sterujących, 329
- Zmienna systemowa
 - DEFAULTGIZMO, 238
 - DELOBJ, 83, 121
 - DIMASSOC, 423
 - FACETERDEVNOLMAL, 200
 - FACETERDEVSURFACE, 199
 - FACETERGDIDRATIO, 200
 - FACETERMAXEDGELENGTH, 200
 - FACETERMESHTYPE, 199
 - FACETERPRIMITIVEMODE, 200
 - FACETRES, 419
 - GTAUTO, 239
 - GTDEFAULT, 239
 - GTLOCATION, 239
 - ISOLINES, 86, 419
 - LOFTNORMALS, 126, 141
 - MESHTYPE, 194, 219
 - PERSPECTIVE, 419
 - SMOOTHMESHCONVERT, 377
 - SMOOTHMESHGRID, 197
 - SMOOTHMESHMAXFACE, 196
 - SMOOTHMESHMAXLEV, 196
 - SUBOBJSELECTIONMODE, 346
 - SURFACEASSOCIATIVITY, 166
 - SURFACEASSOCIATIVITYDRA, 167
 - SURFACEAUTOTRIM, 167, 315
 - SURFACEMODELINGMODE, 79
 - SURFTAB1, 220, 226
 - SURFTAB2, 220, 226
 - THICKNESS, 86
 - UCSDTECT, 47
 - VIEWRES, 419
 - VSLIGHTINGQUALITY, 197
 - ZOOM, 27



124276

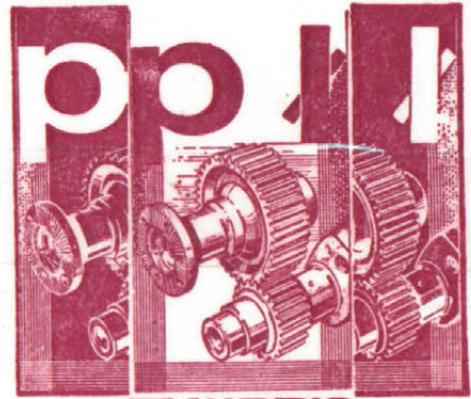
Biblioteka Główna

PL



210000268654

124 276



EXLIBRIS

politechnika łódzka • łódź • biblioteka

ISBN 978-83-8283-466-9