



POLSKO-JAPONSKA
WYŻSZA SZKOŁA
TECHNIK KOMPUTEROWYCH

Kamil Bilczyński
Wojciech Pazdur

Modelowanie w programie Maya



WYDAWNICTWO
PJWSTK

© Copyright by Kamil Bilczyński, Wojciech Pazdur
Warszawa 2011

© Copyright by Wydawnictwo PJWSTK
Warszawa 2011

Wszystkie nazwy produktów są zastrzeżonymi nazwami handlowymi lub znakami towarowymi odpowiednich firm.

Książki w całości lub w części nie wolno powielać ani przekazywać w żaden sposób, nawet za pomocą nośników mechanicznych i elektronicznych (np. zapis magnetyczny) bez uzyskania pisemnej zgody Wydawnictwa.

Edytor

prof. zw. dr hab. Leonard Bolc

Kierownik projektu

prof. dr hab. inż. Konrad Wojciechowski

Redaktor techniczny

Ada Jedlińska

Korekta

Anna Bittner

Komputerowy skład tekstu

Grażyna Domańska-Żurek

Projekt okładki

Andrzej Pilich

Wydawnictwo

Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły Technik Komputerowych

ul. Koszykowa 86, 02-008 Warszawa

tel. +48 22 58-44-526, fax +48 22 58-44-503

e-mail: oficyna@pjwstk.edu.pl

ISBN 978-83-89244-92-5

e-ISBN 978-83-63103-53-8



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt „Nowoczesna kadra dla e-gospodarki - program rozwoju Wydziału Zamiejscowego Informatyki w Bytomiu Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły Technik Komputerowych, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Poddziałanie 4.1.1 „Wzmocnienie kapitału dydaktycznego Uczelni” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Ta książka powinna być cytowana jako:

Bilczyński, K. & Pazdur, W., 2011. Modelowanie w programie Maya, Warszawa: Wydawnictwo PJWSTK.

Spis treści

1	Wprowadzenie	1
1.1	Praca nad projektem 3D	1
1.2	Techniki modelowania	2
1.3	Siatki, ich komponenty i transformacje	3
1.4	Scena i dodawanie do niej obiektów	3
2	Interfejs programu Maya	11
2.1	Wprowadzenie	11
2.2	Podstawowe grupy narzędzi	12
2.3	Nawigacja w scenie 3D	28
3	Podstawowe operacje edycyjne i praca ze scenami 3D	37
3.1	Dodawanie obiektów do sceny	37
3.1.1	Kopiowanie, wycinanie i wklejanie obiektów	41
3.1.2	Usuwanie obiektów	42
3.1.3	Zaznaczanie obiektów	44
3.1.4	Podręczne narzędzia do zaznaczania obiektów	44
3.1.5	Funkcje do grupowego zaznaczania obiektów	46
3.1.6	Duplikowanie obiektów	48
4	Modelowanie prostych obiektów w oparciu o predefiniowane bryły geometryczne	55
4.1	Bryły podstawowe	55
4.1.1	Przykłady modeli tworzonych w oparciu o bryły podstawowe	55
4.2	Deformacje	61
4.2.1	Kratownica (Lattice)	62
4.2.2	Deformacje nieliniowe (Nonlinear)	66
4.3	Zaawansowane transformacje	70
4.3.1	Środek transformacji obiektu (pivot point)	70
4.3.2	Scalanie obiektów (Combine)	71

4.3.3	Rozdzielanie obiektów (Separate i Extract)	72
4.3.4	Wyrównywanie obiektów (Align Objects)	76
5	Modelowanie prostych obiektów ściankowych	81
5.1	Modelowanie ściankowe	81
5.1.1	Wytłaczanie ścianek (Extrude)	83
5.1.2	Fazowanie (Bevel)	85
5.1.3	Wypełnianie powierzchni (Fill Hole i Append to Polygon Tool)	86
5.1.4	Tworzenie ścianek (Create Polygon Tool)	87
5.1.5	Przycinanie (Cut Faces Tool)	90
5.1.6	Interaktywne cięcie (Split Polygon Tool)	91
5.1.7	Wstawianie nowych krawędzi (Insert i Offset Edge Loop)	93
5.1.8	Scalanie wierzchołków (Merge)	95
5.2	Automatyczne mapowanie UV (Automatic Mapping)	97
6	Modelowanie złożonych obiektów ściankowych	103
6.1	Modelowanie ściankowe	103
6.1.1	Wykorzystanie referencji	103
6.1.2	Dodawanie referencji do sceny (Image Plane)	104
6.1.3	Modelowanie z referencji	106
6.1.4	Odbicie lustrzane (Mirror Modeling)	106
6.1.5	Fazowanie krawędzi (Bevel)	111
6.1.6	Scalanie dwóch siatek (Combine)	111
6.1.7	Tworzenie nowych ścianek (Create Polygon Tool)	113
6.2	Operacje Boole'a (Booleans)	115
6.2.1	Powierzchnie podpodziałowe (Subdivision)	121
7	Modelowanie krzywych i powierzchni	135
7.1	Wprowadzenie	135
7.1.1	Krzywe (Curves)	136
7.1.2	Powierzchnie (Surfaces)	136
7.2	Tworzenie i edycja krzywych i powierzchni	137
7.2.1	Modyfikowanie prostych obiektów typu NURBS	138
7.2.2	Tworzenie i edycja krzywych o złożonych kształtach	141
7.2.3	Modelowanie bryły obrotowej narzędziem Revolve	146
7.2.4	Profilowanie kształtu powierzchni obrotowej	148
7.2.5	Wytłaczanie profilu po krzywej narzędziem Extrude	149
8	Materiały	155
8.1	Wprowadzenie	155
8.2	Podstawy pracy z materiałami	158
9	Tekstury i mapowanie UV	169
9.1	Wprowadzenie	169

9.2	Przygotowanie modelu do tekstuowania	169
9.3	Dopasowanie współrzędnych mapowania UV	175
9.4	Tworzenie fotorealistycznej tekstury	179
9.5	Nakładanie tekstury na obiekt	179
9.6	Maskowanie szwów w programie do grafiki 2D	182
9.6.1	Mapowanie dodatkowych właściwości materiału teksturą fotograficzną	187

Wprowadzenie

Maya jest to wydawany przez firmę Autodesk program do tworzenia szeroko rozumianej grafiki 3D. Obok 3ds Max jest obecnie jednym z najpopularniejszych pakietów wspomagających prace nad grafiką trójwymiarową. Wykorzystuje się go na szeroką skalę w produkcji filmowej, reklamach, wizualizacjach, grach wideo oraz wszelkich innego rodzaju zastosowaniach wymagających tworzenia wysokiej jakości obiektów i obrazów 3D - zarówno statycznych, jak i animowanych.

1.1 Praca nad projektem 3D

Podczas pracy nad projektem 3D można wyróżnić następujące tematy:

1. **Faza koncepcyjna (preprodukcja)** - tworzenie założeń projektu i zbieranie materiałów referencyjnych, na podstawie których modelowana jest scena i ustawiane oświetlenie. Zagadnieniu temu nie poświęciliśmy odrębnego rozdziału, ponieważ nie jest on bezpośrednio związany z obsługą programu Maya, jednakże w kilku omówionych przykładach można znaleźć wskazówki dotyczące tego etapu pracy.
2. **Modelowanie** - scena 3D musi być wypełniona odpowiednio ukształtowanymi modelami i zazwyczaj pierwszym etapem pracy w Maya jest tworzenie trójwymiarowych siatek reprezentujących te obiekty. Jest to jednocześnie głównym tematem niniejszej książki - poświęcono mu rozdziały od 3 do 8.
3. **Tworzenie materiałów** - powierzchnie wymodelowanych siatek 3D domyślnie są jednolicie gładkie i jednokolorowe, nie odzwierciedlając wyglądu i struktury materiałów, z jakich wykonane byłyby obiekty w rzeczywistości. Dzięki materiałom nakładanym na obiekty możemy nadawać im różne właściwości, takie jak kolor, chropowatość, połyskliwość, przezroczystość itd. Jest to więc zagadnienie bezpośrednio związane z wyglądem

modelowanych obiektów - rozdziały 8 i 9 poświęcono zagadnieniom dotyczącym tworzeniu materiałów oraz tekstur i ich nakładaniu na powierzchnie obiektów.

4. **Oświetlenie i rendering** - aby scena 3D została przetworzona do obrazu uwzględniającego wygląd materiałów i inne symulowane w niej zjawiska optyczne, konieczne jest przeprowadzenie złożonych obliczeń w procesie zwanym renderingiem. W tym celu w scenie symulowane są emiterzy światła, a sam proces renderowania uzależniony jest od wielu opcji i parametrów. Ze względu na brak miejsca w niniejszej książce, wspominamy o tych zagadnieniach tylko w związku z kilkoma specyficznymi przykładami.
5. **Animacja i efekty specjalne** - ten etap pracy często wykonywany jest równoległe z dwoma wymienionymi powyżej (lub nawet przed nimi), ale nie jest to regułą. W ramach tej książki brakło miejsca na omówienie narzędzi animacyjnych, jednak warto podkreślić, że sukces w tych dziedzinach w dużej mierze zależy od umiejętności modelarzy przygotowujących obiekty do animacji i efektów specjalnych.

Ze względu na mnogość i złożoność zagadnień związanych z procesem tworzenia grafiki 3D oraz liczbę funkcji dostępnych w programie Maya, niniejsza książka skupia się na wybranych narzędziach, które wykorzystuje się na etapie modelowania.

1.2 Techniki modelowania

Modelowanie w grafice 3D to tworzenie brył geometrycznych o określonych kształtach. W zależności od ich przeznaczenia mogą one być tak proste jak sześcian lub tak złożone jak renesansowa budowla. Do modelowania brył różnego typu zazwyczaj wykorzystujemy nieco inne zestawy narzędzi, a w obrębie samego modelowania można wyróżnić podziały na kategorie ze względu na różne kryteria:

- Modelowanie obiektów uproszczonych (low-poly) i złożonych (hi-poly), czyli podział w zależności od stopnia skomplikowania kształtów i struktury modeli.
- Modelowanie obiektów technicznych i organicznych, czyli zróżnicowanie ze względu na regularność brył i pożądaną dokładność w odwzorowaniu wymiarów.
- Modelowanie obiektów do grafiki interaktywnej (np. gier), animacji i złożonego renderingu, czyli szereg dodatkowych kryteriów (takich jak topologia siatek, typy wykorzystanych powierzchni i materiałów i inne), które muszą być spełniane w zależności od tego, na jakim medium ma być wyświetlany dany model.

W następnych rozdziałach postaramy się dość przekrojowo przedstawić różne techniki modelowania, kładąc szczególny nacisk na modelowanie ściankowe



Rysunek 1.1. Model pistoletu Glock utworzony metodą wygładzania ścianek uproszczonej siatki (zobacz rozdział 6)

(rysunek 1.1), jako metodę najbardziej uniwersalną oraz posiadającą w Mayi najbardziej rozbudowany zestaw narzędzi. Oprócz klasycznego modelowania ściankowego Maya umożliwia wykorzystanie innych technik, takich jak powierzchnie podpodziałowe (*Subdivision Surfaces* - rysunek 1.2) czy rzeźbienie (*Sculpting*), jednak te metody zostały lepiej rozwinięte w innych programach niż Maya (rysunek 1.3), a poza tym w wielu zastosowaniach trudno jest się nimi posługiwać.

Przykłady modeli wykonanych różnymi technikami przedstawiają rysunki 1.1 - 1.3.

1.3 Siatki, ich komponenty i transformacje

W następnych rozdziałach zostaną przedstawione różne techniki modelowania i szereg mniej lub bardziej zaawansowanych ćwiczeń z tworzenia obiektów 3D, a w każdym z nich zetkniemy się z kilkoma pojęciami i narzędziami, których opanowanie jest niezbędne do pracy przy modelowaniu.

1.4 Scena i dodawanie do niej obiektów

Po uruchomieniu Mayi widzimy okno z interfejsem omówionym bardziej szczegółowo w rozdziale 2. Centralną część okna programu zajmuje obszar roboczy (zwany też oknem widokowym), reprezentujący trójwymiarowy podgląd



Rysunek 1.2. Model dzbana wykonany przy użyciu powierzchni podpodziałowych (zobacz rozdział 7)

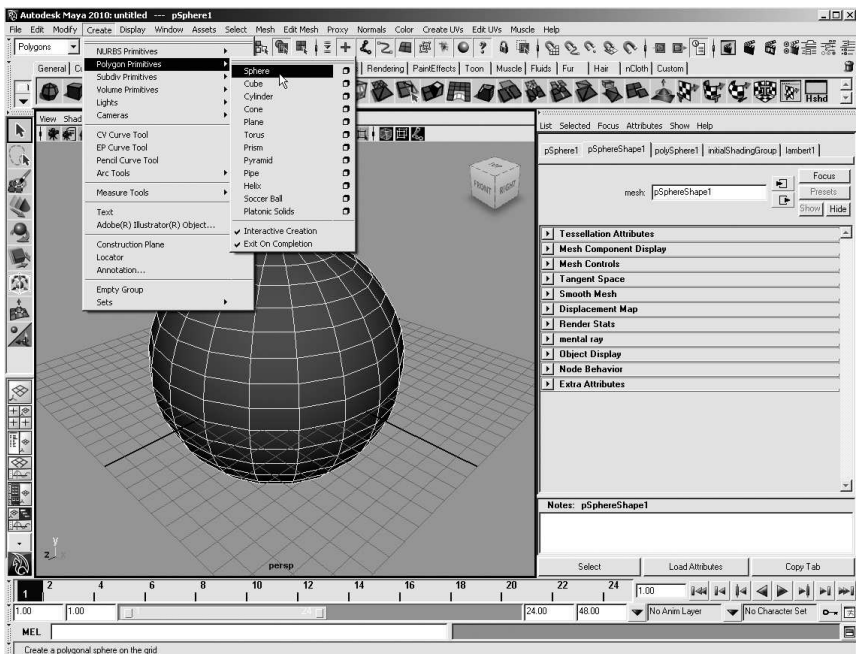


Rysunek 1.3. Model głowy utworzony techniką rzeźbienia w programie ZBrush, który pozwala na rzeźbienie brył organicznych w sposób o wiele wydajniejszy niż Maya

sceny. Scena to wirtualna przestrzeń, w której umieszczamy tworzone przez nas obiekty. Scenę z obiektami można zapisać na dysku (polecenie *File > Save Scene*) i ponownie otwierać podobnie jak dokumenty tworzone w innych aplikacjach. Jeśli chcemy usunąć zawartość aktualnej sceny i zacząć pracę w pustej przestrzeni, wystarczy wybrać polecenie *File > New Scene*.

Do sceny możemy dodawać niemal nieograniczoną liczbę obiektów, zmieniając ją na przykład w skomplikowany model miasta wypełniony budynkami, pojazdami i postaciami. Zazwyczaj każdy obiekt dodany do sceny jest odrębnym modelem, czyli bryłą o pewnym kształcie i właściwościach.

Aby dodać do sceny prosty obiekt - sferę, wybierz polecenie *Create > Polygon Primitives > Sphere*, a następnie kliknij kursorem w obszarze roboczym oraz nie zwalniając lewego przycisku myszy, przeciągnij w oknie, definiując rozmiar modelu sfery (rysunek 1.4). Aby ujrzeć wypełniony (cieniowany) podgląd sfery, naciśnij klawisz 5.



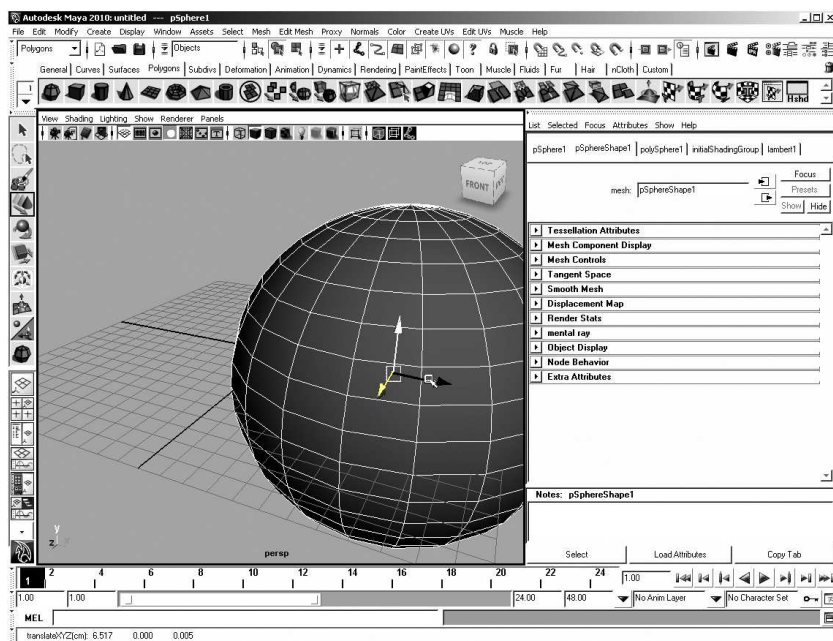
Rysunek 1.4. Dodawanie modelu sfery do sceny 3D

Analogicznie można dodawać do sceny inne proste bryły (np. prostopadłości - *Cube*, czy stożek - *Cone*) i składać z nich bardziej złożone kształty (zobacz rozdział 4), jednakże zbiór predefiniowanych obiektów szybko okazuje się niewystarczający i konieczne jest ręczne modyfikowanie kształtu siatek w celu uzyskania odpowiednich rezultatów.

Transformacje obiektu

Podstawą wszelkich operacji edycyjnych są transformacje, czyli zmiany położenia, obrotu lub skali obiektów bądź ich elementów składowych. Transformować można zarówno obiekty w całości (lub nawet grupy obiektów), jak również ich komponenty, takie jak ścianki, wierzchołki czy krawędzie.

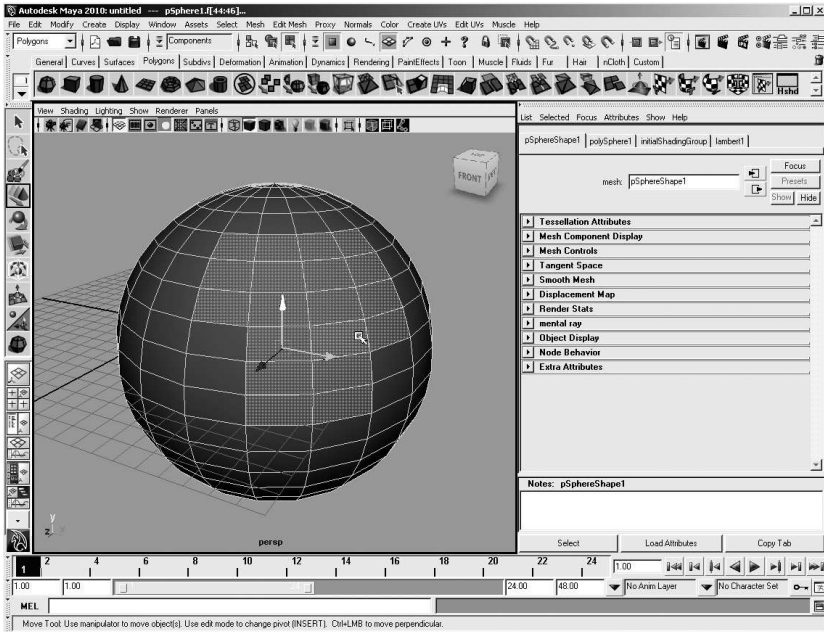
Aby wykonać transformację przesunięcia sfery, naciśnij klawisz W, uaktywniając narzędzie *Move Tool*. W środku sfery wyświetlona zostanie ikona układu współrzędnych z trzema osiami - klikając na jednej z tych osi i przeciągając kursorem, możemy przesunąć obiekt w wybranym kierunku (rysunek 1.5). Analogicznie, klawiszami E i R włączamy odpowiednio narzędzia do obracania (*Rotate Tool*) i skalowania (*Scale Tool*). Narzędzia te można włączać też ikonami w przyborniku po lewej stronie ekranu, na których czerwone strzałki symbolizują odpowiednie transformacje.



Rysunek 1.5. Transformacja przesunięcia sfery narzędziem *Move Tool*

Edycja ścianek

Siatka (ang. *mesh* lub *polygon object*) to reprezentacja obiektu 3D w postaci zbioru wielokątnych ścianek (ang. *polygons* lub *faces*), o różnych kształtach, odpowiednio połączonych ze sobą i ułożonych w przestrzeni. W przypadku



Rysunek 1.6. Zaznaczanie ścianek do transformacji

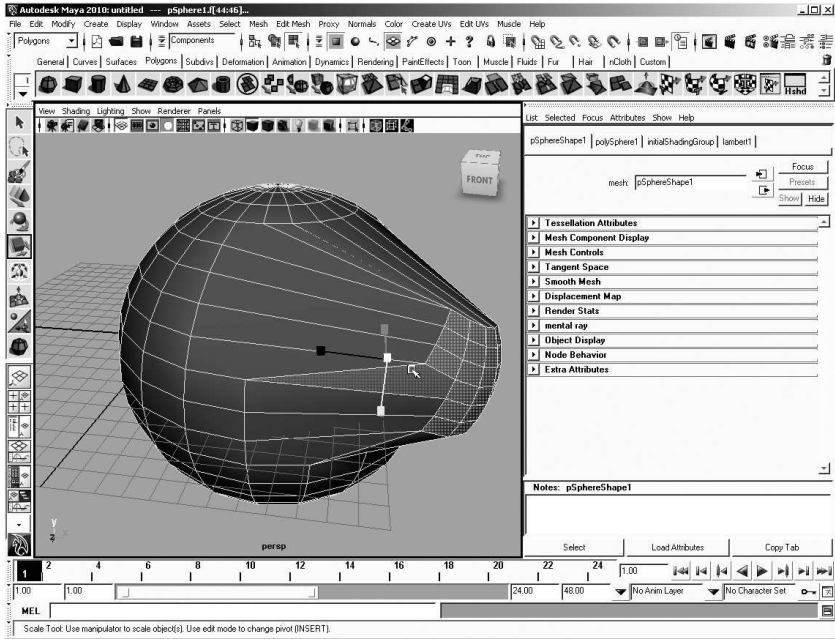
sfery widzimy, że większość jej ścianek to czworokąty, które w zależności od odległości od biegunów mają różne kształty. Dodatkowo, tuż przy biegunach znajdują się ścianki trójkątne. Modyfikując kształt oraz położenie poszczególnych ścianek, a także wstawiając dodatkowe ścianki w odpowiednich miejscach, możemy z prostej bryły wymodelować dowolnie skomplikowany obiekt.

Chcąc zmodyfikować kształt sfery poprzez transformacje ścianek, naciśnij klawisz F11, spowoduje to przejście z trybu edycji całego obiektu do trybu edycji poszczególnych ścianek. Klikając pośrodku danej ścianki albo przeciągając kursorem nad kilkoma ściankami, zaznaczamy komponenty do późniejszej transformacji. Zamiast klawisza F11, można kliknąć sferę prawym przyciskiem myszy i z menu podręcznego wybrać pozycję Face, co również uaktywni tryb edycji ścianek. Zaznaczone ścianki można przesunąć, obrócić i przeskalować tak samo jak całe obiekty - zobacz rysunek 1.7.

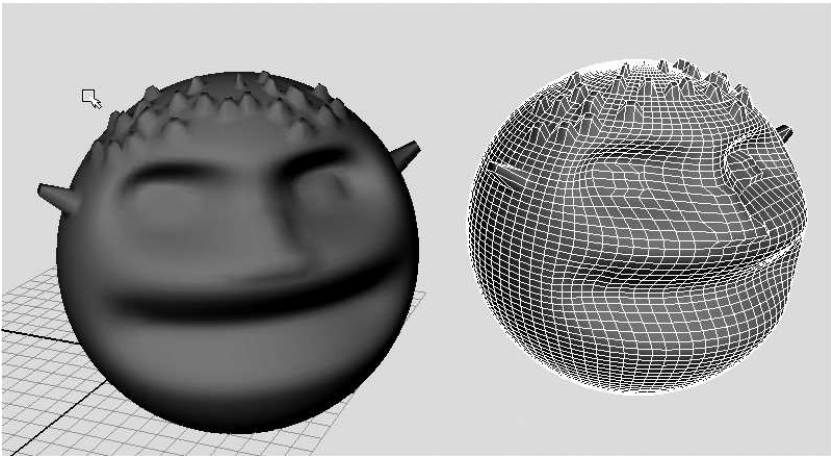
Jak można się domyślić, wykonując więcej tego typu operacji z większą precyzją i na siatce o większej liczbie ścianek, możemy uzyskać bardziej złożone kształty (rysunek 1.8).

Edycja wierzchołków i krawędzi

Ścianki są tylko jednym z poziomów struktury obiektu, który możemy poddać edycji. Często zamiast modyfikować ścianki, wygodniej jest przekształcać

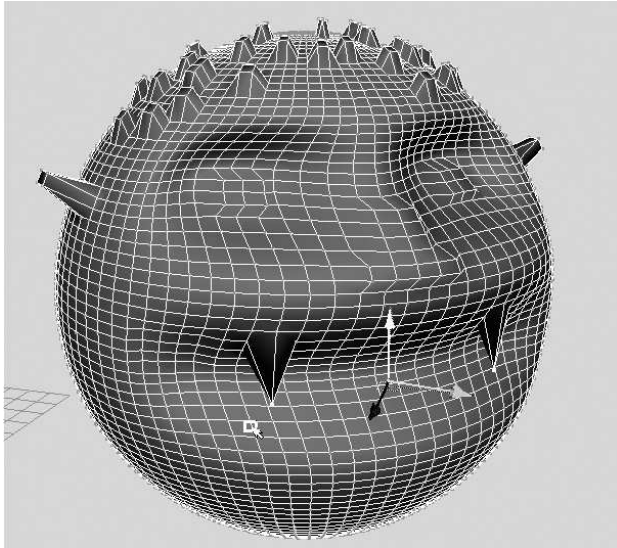


Rysunek 1.7. Transformacje przesunięcia, obrotu i skalowania zaznaczonych ścianek

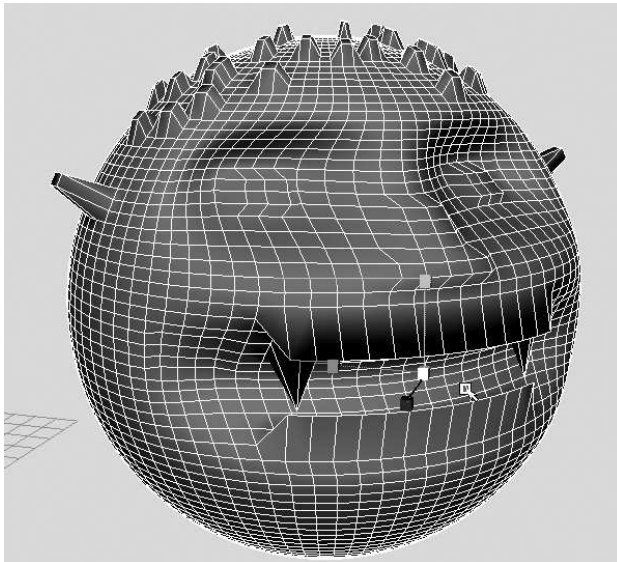


Rysunek 1.8. Abstrakcyjny model głowy utworzony poprzez transformacje ścianek sfery

wierzchołki (ang. *vertices*) lub krawędzie (ang. *edges*), pomiędzy którymi rozpięte są ścianki.



Rysunek 1.9. Przesunięcie zaznaczonych wierzchołków w trybie Vertex



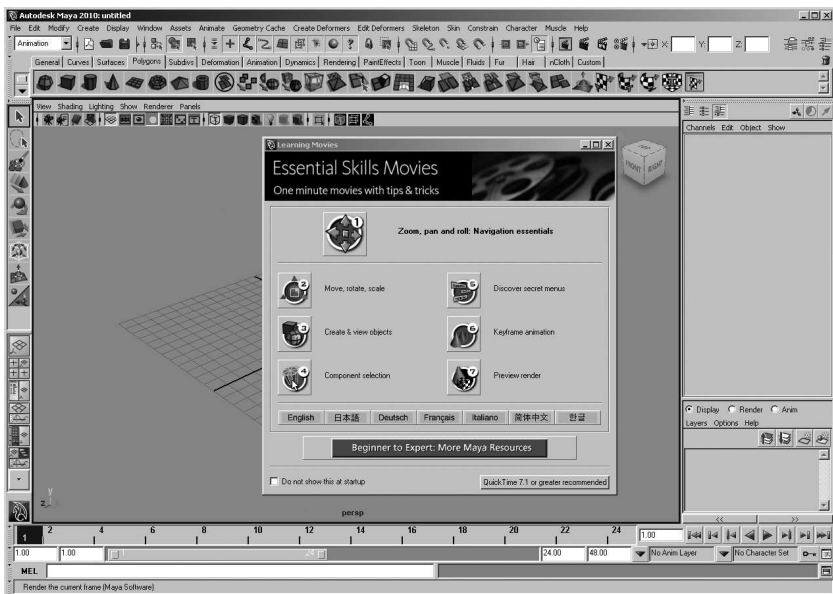
Rysunek 1.10. Skalowanie zaznaczonych krawędzi w trybie Edge

Aby przejść do trybów edycji wierzchołków lub krawędzi, należy posłużyć się odpowiednio klawiszami F9 (lub poleceniem *Vertex* z menu podręcznego) bądź F10 (lub skrótem *Edge*). Krawędzie i wierzchołki można transformować tymi samymi narzędziami co ścianki, jednak w tych dwóch trybach dostępne stają się inne specyficzne narzędzia, które omówimy w późniejszych rozdziałach.

Interfejs programu Maya

2.1 Wprowadzenie

Po zainstalowaniu programu Autodesk Maya 2010 na dysku twardym, możemy uruchomić go za pomocą ikony na pulpicie lub skrótu dostępnego w menu *Start* systemu Windows. Jeśli na naszym komputerze zainstalowana była wcześniej inna wersja programu Maya, program może przenieść zdefiniowane ustawienia interfejsu użytkownika do najnowszej wersji. Przy domyślnych ustawieniach po uruchomieniu powinniśmy ujrzeć ekran widoczny na rysunku 2.1.



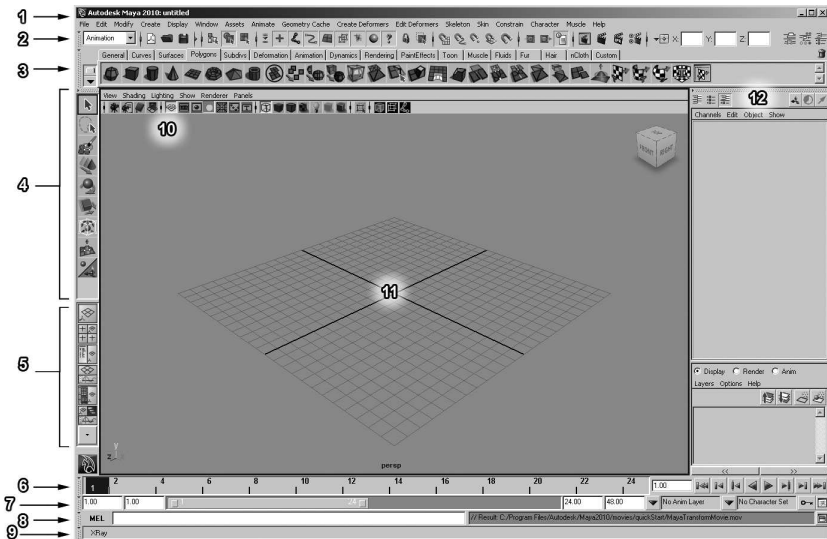
Rysunek 2.1. Domyślny interfejs programu Maya

Pośrodku ekranu znajduje się okno dialogowe *Learning Movies*, dające bezpośredni dostęp do filmów szkoleniowych dotyczących posługiwania się programem. Osobom, które po raz pierwszy zetknęły się z Mayą i miały trudności z podstawowymi narzędziami omówionymi w następnych rozdziałach, zalecamy obejrzenie tych filmów. Większość zagadnień przedstawionych w filmach szkoleniowych jest omówiona w następnych rozdziałach, dlatego zapoznanie się z nimi nie jest konieczne dla opanowania tematów przedstawionych w dalszej części książki.

Okno *Learning Movies* może nie być nam potrzebne przy każdym uruchomieniu programu, dlatego po obejrzeniu filmów szkoleniowych warto aktywować opcję *Do not show this at startup* w dole tego okna, która wyłączy jego wyświetlanie.

2.2 Podstawowe grupy narzędzi

Narzędzia programu Maya są pogrupowane w panele, które można ukrywać i ponownie wyświetlać w miarę potrzeb, konfigurując interfejs wedle własnego uznania. Do niemal każdej funkcji dostęp możliwy jest na kilka różnych sposobów. W tym podrozdziale przedstawimy najistotniejsze elementy interfejsu, wyróżnione kolejnymi numerami na rysunku 2.2.



Rysunek 2.2. Najważniejsze panele narzędziowe programu Maya

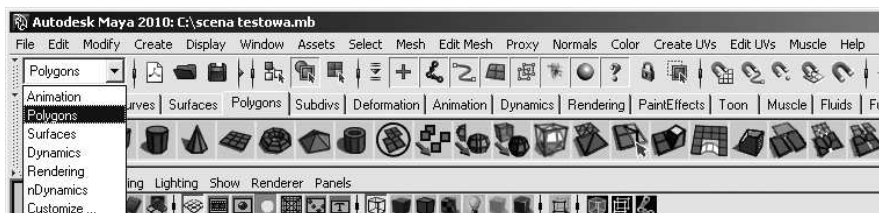
Kolejne numery na rysunku 2.2 oznaczają:

1. Pasek tytułowy i listwa menu;

2. Listwa statusu (*Status Line*);
3. Półka narzędziowa (*Shelf*);
4. Narzędzia podręczne (*Tool Box*) - panel związany z zaznaczaniem i transformacjami;
5. Narzędzia podręczne (*Tool Box*) - panel związany z oknami widokowymi;
6. Suwak czasu (*Time Slider*);
7. Suwak zakresów (*Range Slider*);
8. Linia poleceń (*Command Line*);
9. Linia pomocy (*Help Line*);
10. Narzędzia do sterowania oknami widokowymi;
11. Główne okno widokowe;
12. Panel atrybutów, kanałów, warstw i ustawień narzędzi (*Attribute Editor/Tool Settings/Channel Box/Layer Editor*).

Pasek tytułowy i listwa menu

Na samej górze interfejsu programu jest pasek z napisem *Autodesk Maya 2010* i nazwą aktualnie otwartego pliku sceny (rysunek 2.3). Dopóki nie zapiszemy nowej sceny na dysku lub nie załadujemy stworzonego wcześniej pliku, na pasku tytułowym widnieje napis *untitled*.



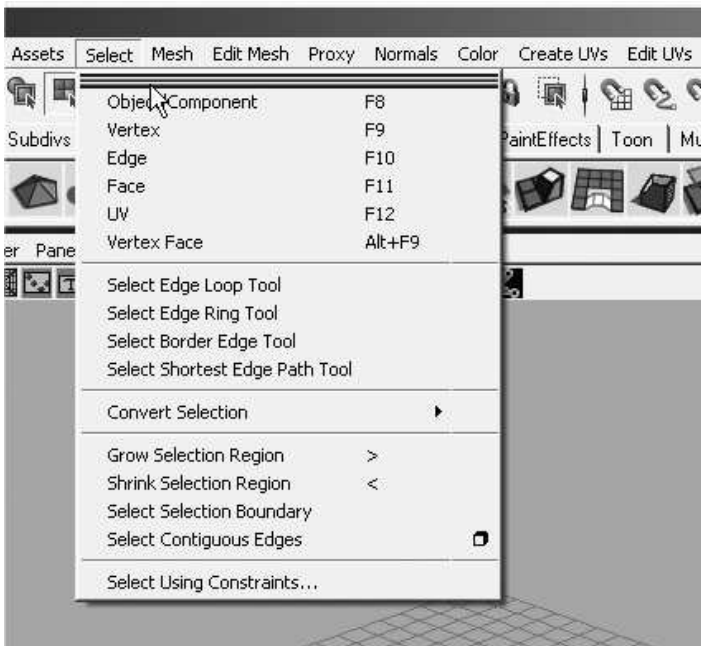
Rysunek 2.3. Górna część interfejsu z rozwiniętą listą układów menu

Poniżej paska tytułowego znajduje się listwa z rozwijanymi menu (*File*, *Edit*, *Modify*, *Create*, *Display* itd.). Menu te dają dostęp do niemal wszystkich funkcji programu - ogromna większość ikon i przycisków programu ma swoje odpowiedniki w jednym z tych menu. Interfejs Mayi jest na tyle elastyczny, że poszczególne funkcje z rozwijanych menu można przenosić na łatwiej dostępne półki z narzędziami, podobnie jak możliwe jest przekonfigurowanie samego układu menu.

Należy zwrócić uwagę na to, że zestaw dostępnych menu zależy od tego, jaki układ menu wybierzemy z rozwijanej listy po lewej stronie półki narzędziowej (rysunek 2.3). Przy domyślnie wybranym układzie *Animation*, listwa menu wyświetla inne pozycje niż na przykład w przypadku trybu *Polygons*. Pierwsze 7 menu (od *File* do *Assets*) występuje w każdym układzie, natomiast pozostałe (np. *Mesh*, *Proxy*, *Normals*) dostępne są tylko w określonych układach menu.

Ze względu na tematykę tej książki, która obejmuje przede wszystkim modelowanie obiektów ściankowych, najkorzystniej jest wybrać układ *Polygons* (rysunek 2.3), w którym dostępne są narzędzia służące do pracy z tego typu obiektami. W niniejszym rozdziale omówimy menu zawierające ogólne funkcje, natomiast narzędzia związane ze specyficznymi zadaniami dotyczącymi modelowania zostaną przedstawione bardziej szczegółowo w następnych rozdziałach.

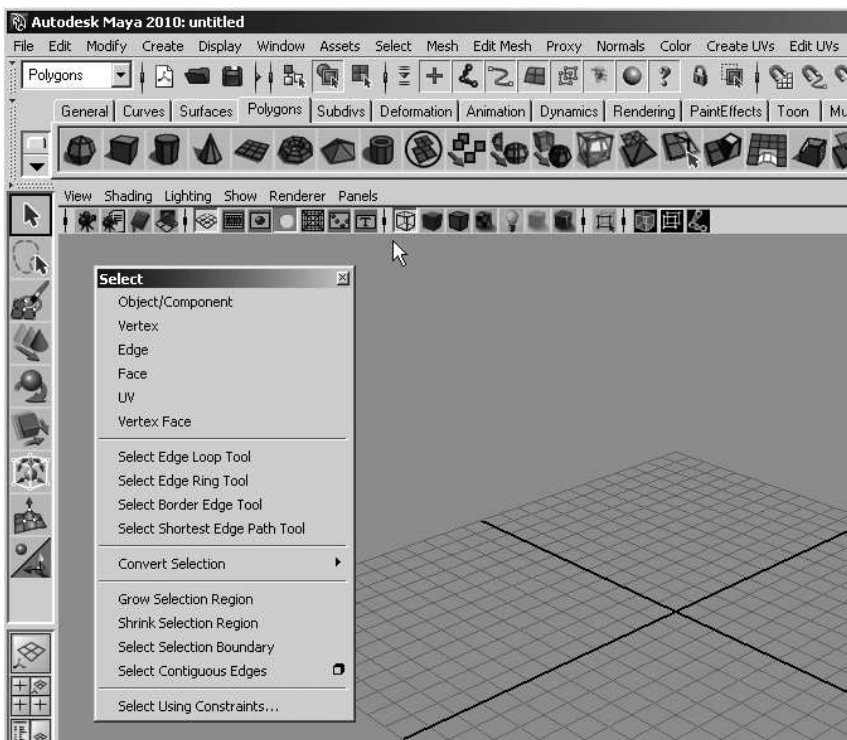
Każde menu może być odłączone od listwy i wyświetlane na ekranie przez cały czas, dając nam bezpośredni dostęp do znajdujących się w nim narzędzi. W tym celu należy dwukrotnie kliknąć podwójną linię znajdującą się na górze danego menu (rysunek 2.4), co spowoduje utworzenie nowego okna dialogowego zawierającego wszystkie polecenia z tego menu. Okno to możemy następnie przeciągnąć w dowolne miejsce ekranu (rysunek 2.5), a gdy przestanie być potrzebne, zamknąć je krzyżykiem w prawym górnym rogu.



Rysunek 2.4. Aby odłączyć menu od listwy, należy dwukrotnie kliknąć podwójną linię w jego górnej części

Większość poleceń we wszystkich menu służy do wywoływania określonych funkcji programu.

Niektóre pozycje w menu pozwalają na rozwijanie kaskadowych podmenu, grupujących pewne zbiory funkcji, jak na przykład *Convert Selection* z menu *Select* (rysunek 2.6).



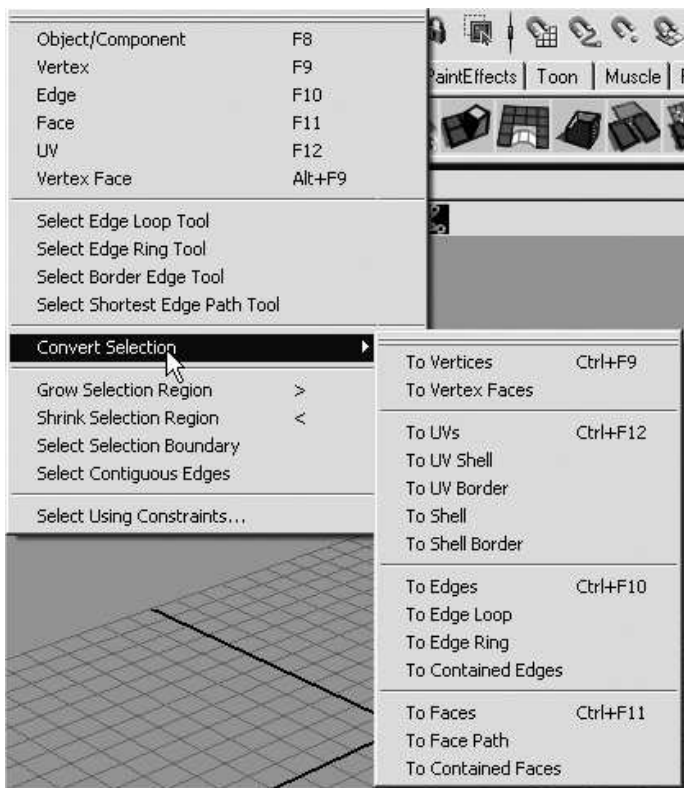
Rysunek 2.5. Odłączone menu można przemieścić w dowolne miejsce na ekranie

Dość specyficzną cechą interfejsu programu Maya jest występująca przy niektórych poleceniach w menu ikona pudełka (rysunek 2.7), która służy do otwierania okna dialogowego z ustawieniami dotyczącymi danej funkcji lub narzędzia. Na rysunku 2.7 przedstawiono przykładowe okno z opcjami narzędzia *Extract*. Kiedy wybierzemy dane polecenie bezpośrednio, klikając jego nazwę w menu, program wykona to polecenie z domyślnymi ustawieniami, natomiast gdy klikniemy ikonę pudełka przy nazwie tego polecenia, możemy sparametryzować działanie tej funkcji zanim zostanie ona wykonana.

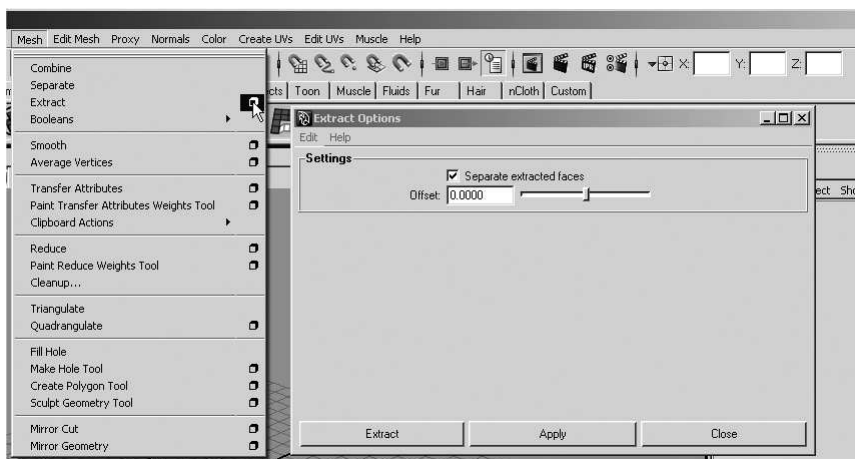
Menu operacji plikowych (File)

Pierwsze menu od lewej, *File*, zawiera polecenia związane z operacjami na plikach, w których przechowywane są sceny 3D tworzone oraz modyfikowane w Mayi. Najważniejsze dla nas polecenia z tego menu to:

- *New Scene* - tworzenie nowej pustej sceny. Aktualnie otwarta scena zostaje usunięta z pamięci (program pyta o zapisanie jej na dysku, o ile nie została wcześniej zapisana) i przywracana jest domyślna zawartość okien edycyjnych. Ikona pudełka obok tego polecenia pozwala na otwarcie okna dialogowego, w którym możemy określić kilka dość istotnych ustawień, takich jak



Rysunek 2.6. Podmenu Convert Selection



Rysunek 2.7. Ikona pudełka otwiera okno z opcjami danego narzędzia

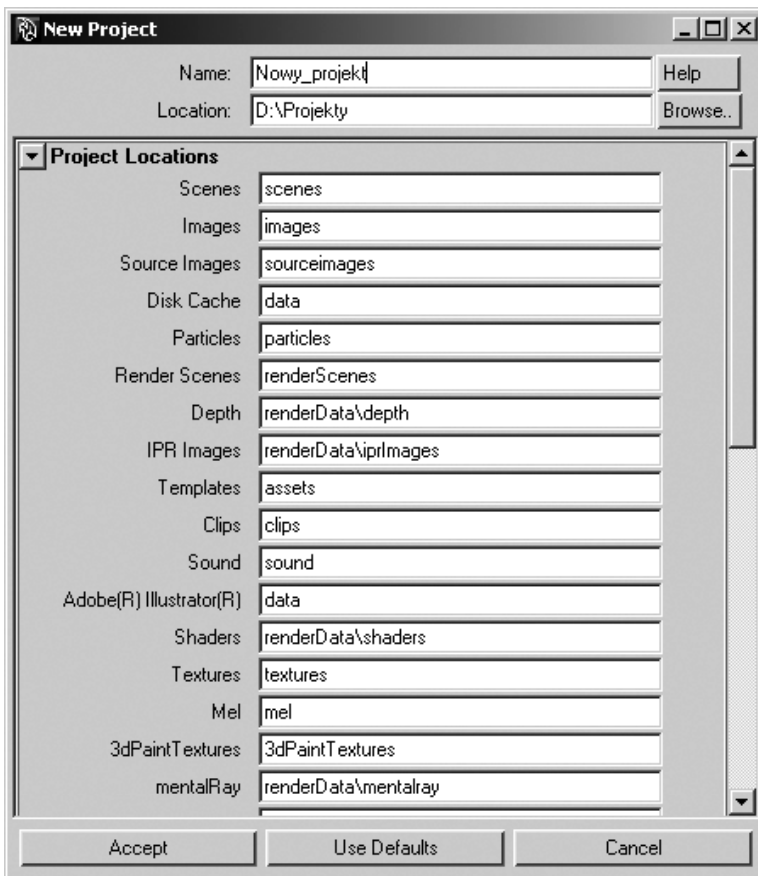
domyślne jednostki miary (*Default Working Units*) dla wielkości obiektów, kątów obrotu czy czasu animacji.

- *Open Scene* - otwarcie sceny zapisanej na dysku. Na ekranie wyświetlane jest okno dialogowe pozwalające odszukać oraz załadować plik z obiektami Mayi. Domyślnie sceny te zapisywane są w plikach z rozszerzeniem **.mb*, można jednak w tym oknie ustawić filtr wyświetlania nazw plików (*Files of type*) na pliki z innymi rozszerzeniami, w formatach obsługiwanych przez program.
- *Save Scene* i *Save Scene As* - zapisanie aktualnej sceny na dysku. Polecenie *Save As* zapisuje scenę pod bieżącą nazwą (chyba że scena nie była jeszcze zapisywana, wtedy otwierane jest okno dialogowe pozwalające na wprowadzenie nazwy i wybranie docelowego katalogu). Polecenie *Save Scene As* pozwala zapisać kopię sceny pod inną nazwą niż bieżąca.
- *Archive Scene* - zapisanie sceny w formacie skompresowanym (ZIP), co pozwala zmniejszyć rozmiar pliku na dysku.
- *Save Preferences* - zapisanie ustawień programu dotyczących konfiguracji interfejsu i modułów zewnętrznych (pluginów).
- *Optimize Scene Size* - polecenie dość przydatne, gdy przez dłuższy czas pracujemy z dość rozbudowaną sceną i gromadzi się w niej dużo niepotrzebnych danych, które program może automatycznie usunąć. Pozwala to zmniejszyć rozmiar pliku ze sceną i przyspieszyć pracę, ale w niektórych przypadkach może doprowadzić do powstania błędów w strukturach sceny. Program po wybraniu tego polecenia ostrzega nas o braku możliwości cofnięcia zmian dokonanych tą funkcją - przed jej użyciem warto zapisać kopię sceny na dysku pod inną nazwą.
- *Import* - dołączanie do bieżącej sceny obiektów z zewnętrznego pliku, który może być w formacie innym niż standardowy format Mayi, o ile tylko jest on obsługiwany przez aktualną wersję programu.
- *Export All* i *Export Selection* - zapisanie na dysku odpowiednio wszystkich lub wyłącznie zaznaczonych obiektów, w jednym z formatów obsługiwanych przez Mayę.
- *Create Reference* - polecenie działa podobnie do *Import*, czyli importuje do sceny obiekty z zewnętrznego pliku. W tym przypadku jednak obiekty zachowują połączenie z plikiem źródłowym i w przypadku zmiany jego zawartości docelowa scena jest uaktualniana.
- *Reference Editor* - edytor powiązań pomiędzy scenami i obiektami, pozwala on m.in. na zarządzanie połączeniami utworzonymi poleceniem *Create Reference*.
- *Project* - podmenu zawierające 3 polecenia dotyczące zarządzania projektami - *New*, *Edit Current* oraz *Set*. Omawiając te polecenia, musimy również wspomnieć o ogólnej organizacji pracy z plikami Mayi, która bazuje na tzw. projektach. Projekt to struktura katalogów, która porządkuje pliki odpowiednich typów związane z realizowanymi przez nas zadaniami. Oprócz plików ze scenami 3D na dysku często przechowywane są związane z danym projektem tekstury (*Textures*), dźwięki (*Sounds*), skrypty z zewnętrznymi

narzędziami (Mel) itd. Utworzenie projektu pozwala nam na katalogowanie tych plików w taki sposób, aby program automatycznie wiedział, gdzie zapisywać i skąd pobierać poszczególne pliki (rysunek 2.8). Dzięki temu możemy łatwo przełączać się pomiędzy różnymi projektami i nie wyszukiwać za każdym razem na dysku scen, tekstur czy wyrenderowanych obrazków.

- *Recent Files*, *Recent Projects* - podmenu dające dostęp do listy ostatnio otwieranych scen i projektów.

Po wybraniu polecenia *New* możemy określić nazwę projektu (*Name*) oraz jego położenie na dysku (*Location*), a także nazwy poszczególnych katalogów, w których znajdują się docelowo pliki projektu. Klikając przycisk *Accept*, dokonujemy utworzenia katalogów na dysku, a poleceniem *Use Defaults* możemy przypisać katalogom domyślne nazwy przedstawione na rysunku 2.8.



Rysunek 2.8. Polecenie *New* z podmenu *Project* otwiera okno z ustawieniami nowego projektu

Menu poleceń edycyjnych (Edit)

W tym menu znajdują się podstawowe funkcje edycyjne do pracy z obiektami oraz scenami. Część z nich zostanie wykorzystana i zilustrowana nieco dokładniej w przykładach przedstawionych w dalszych rozdziałach niniejszej książki, natomiast poniżej znajduje się ich ogólne zestawienie.

- *Undo, Redo, Repeat, Recent Commands List* - grupa poleceń służących do cofania i ponawiania (lub powtarzania) ostatnio wykonanych operacji, łącznie z możliwością wyświetlenia listy wszystkich zapamiętanych przez program akcji, które przeprowadziliśmy (rysunek 2.9). Działanie tych funkcji jest identyczne jak w większości aplikacji systemu Windows, np. edytorach tekstu czy arkuszach kalkulacyjnych.



Rysunek 2.9. Lista ostatnio wykonanych operacji

- *Cut, Copy, Paste* - wycinanie, kopiowanie do schowka i wklejanie obiektów - te polecenia również działają analogicznie jak ich odpowiedniki w innych programach.
- *Keys* - grupa funkcji związanych z edycją animacji. Pozwalają one na zarządzanie kluczami animacji, czyli opisem ruchu w animowanych scenach.
- *Delete, Delete by Type, Delete All by Type* - polecenia do usuwania obiektów lub ich atrybutów, takich jak historia edycji czy ścieżki animacji. Poleceniem *Delete* usuwamy obiekt ze sceny, zaś *Delete by Type* i *Delete All by Type* pozwala usunąć wybrane atrybuty odpowiednio zaznaczonych lub wszystkich obiektów sceny.
- Narzędzia zaznaczania (w ich nazwach występuje słowo *Select*) - to grupa funkcji związanych z zaznaczaniem (selekcjonowaniem) obiektów w scenie.

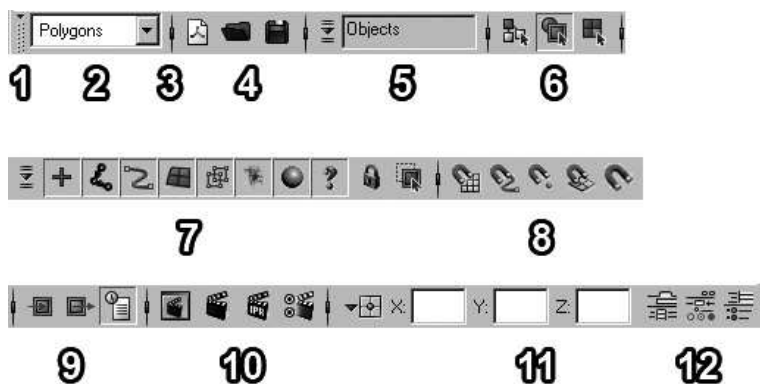
Z przykładami ich działania można zapoznać się w następnych rozdziałach książki.

- Narzędzia klonowania (w ich nazwach występuje słowo *Duplicate*) - narzędzia do tworzenia kopii obiektów, z możliwością uwzględnienia powiązań właściwości kopii i oryginału oraz innych parametrów.
- Narzędzia grupowania (w ich nazwach występuje słowo *Group*) - funkcje pozwalające na tworzenie tak zwanych grup obiektów, czyli zbiorów elementów, które można poddawać wspólnym transformacjom.
- *Parent*, *Unparent* - funkcje łączące i rozdzielające hierarchiczne powiązania między obiektami, które umożliwiają przenoszenie transformacji z jednego obiektu na drugi.

Polecenia znajdujące się w pozostałych menu zostaną zilustrowane w dalszej części książki, przy omawianiu poszczególnych technik pracy z Maya.

Listwa statusu (Status Line)

Listwa statusu, ulokowana tuż pod listwą menu, udostępnia najbardziej podstawowe i jedno z najczęściej używanych narzędzi, z których korzystamy niezależnie od tego, jakiego rodzaju projekty mamy do zrealizowania. Poniżej, na rysunku 2.10 kolejnymi numerami wyróżniono jej poszczególne sekcje związane z różnymi grupami narzędzi.



Rysunek 2.10. Listwa statusu. Z uwagi na format druku książki, dla większej czytelności na rysunku listwa została podzielona na trzy części

Numery na rysunku 2.10 oznaczają kolejno:

1. Przycisk służący do ukrywania listwy. Mały czarny trójkąt z dwiema kropkowanymi liniami pozwala ukryć niepotrzebny w danej chwili element interfejsu. O ile listwa statusu zazwyczaj jest dość przydatna w każdej sytuacji, można za pomocą identycznych przycisków powoływać te panele lub

listwy, z których nie planujemy korzystać (w naszym przypadku mogą to być np. narzędzia animacyjne). Jeśli chcemy przywrócić wyświetlanie ukrytego panelu lub listwy, należy wybrać odpowiednią nazwę z menu *Display > UI Elements*.

2. Lista z układami menu. Po rozwinięciu listy możemy wybrać układ menu najlepiej pasujący do zadań, nad którymi w danej chwili pracujemy. Domyślnie jest to układ z menu dotyczącymi animacji (*Animation*), jednak na potrzeby ćwiczeń przedstawionych w dalszej części książki, najkorzystniej jest wybrać układ z narzędziami do pracy nad modelowaniem obiektów ściankowych (*Polygons*).
3. Przycisk do zwijania oraz rozwijania danej sekcji narzędzi na listwie. Pionowa czarna kreska z prostokątem pozwala ukryć sekcję ikon znajdującą się bezpośrednio na prawo od niej - po zwinięciu widnieje na niej kształt trójkąta. Kliknięcie trójkąta rozwija daną sekcję narzędzi z powrotem. Ukrycie niektórych sekcji narzędzi na listwie statusu może być przydatne, gdy ze względu na rozdzielczość ekranu nie wszystkie sekcje mieszczą się nam w oknie programu.
4. Sekcja operacji plikowych - ikony te są odpowiednikami najczęściej używanych poleceń z menu *File*, czyli tworzenia nowej sceny, otwierania sceny i zapisywania jej na dysku.
5. Sekcja maski zaznaczania. Z rozwijanej listy możemy wybrać ograniczenie możliwości zaznaczania niektórych obiektów, co przydaje się w bardziej skomplikowanych scenach. W przypadku przykładów z tej książki nie ma konieczności dokonywania żadnych zmian w tym polu.
6. Sekcja dodatkowych filtrów zaznaczania. Pozwala wybrać jakie struktury w scenie chcielibyśmy zaznaczać. Tutaj również chwilowo nie ma potrzeby dokonywania żadnych zmian.
7. Kolejna sekcja filtrów zaznaczania. Jej zawartość jest zależna od wyboru maski zaznaczania (pkt 5).
8. Sekcja narzędzi przyciągania. Ikony z magnesami pozwalają włączyć przyciąganie kursora do określonych punktów w przestrzeni (np. węzłów siatki konstrukcyjnej), co umożliwia precyzyjne rozmieszczanie obiektów.
9. Sekcja kanałów i historii. Dwie pierwsze ikony w tej sekcji - ze strzałkami - służą do zaznaczania kanałów wejściowych i wyjściowych wybranego obiektu (tematem tym nie będziemy się zajmować w niniejszej książce), natomiast trzecia ikona - kartka z zegarem - pozwala włączać i wyłączać zapisywanie historii obiektu. Gdy jest włączona, operacje wykonywane na obiekcie zapisywane są w sposób umożliwiający późniejszą modyfikację ich parametrów. Zwiększa to zapotrzebowanie na pamięć operacyjną oraz objętość sceny na dysku, ale w niektórych sytuacjach ułatwia edycję obiektów. Wyłączenie zapisu historii może przyspieszyć pracę oraz wyeliminować możliwość powstawania pewnych błędów związanych z edycją historii, lecz uniemożliwia powrót do wcześniejszego stanu obiektu. Należy podkreślić, że poruszanie się w obrębie historii obiektu nie jest tożsame z korzystaniem z edycyjnych poleceń *Undo* i *Redo* - historia jest zapisywana na dysku wraz

ze sceną, podczas gdy polecenia *Undo* i *Redo* działają tylko do zakończenia danej sesji z programem i obejmują wyłącznie pewien zbiór ostatnio wykonanych operacji w scenie.

Półka narzędziowa (Shelf)

Poniżej listwy statusu znajduje się półka narzędziowa. Jest to panel wyświetlający szereg ikon, dających bezpośredni dostęp do wybranych funkcji z danej kategorii narzędzi. Wyboru kategorii dokonujemy klikając zakładkę na górze półki narzędziowej (rysunek 2.11). Półkę można konfigurować, dodając do niej dowolne polecenia z menu - w tym celu po wybraniu odpowiadającej nam zakładki, na której chcemy umieścić skrót do danego polecenia, należy wybrać interesującą nas funkcję z górnej listwy menu, trzymając wciśnięte klawisze *Ctrl+Shift*. Wybrane przez nas polecenie zostanie dodane na końcu półki w postaci przypisanej mu ikony.

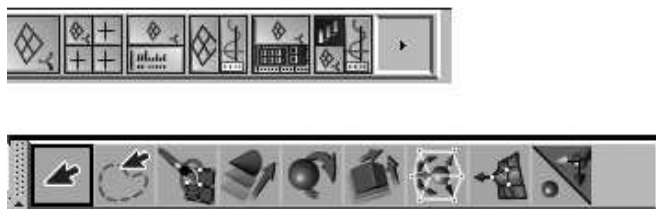


Rysunek 2.11. Półka narzędziowa z wybraną zakładką *Polygons*

Ikony z półki można też usuwać, przeciągając je środkowym klawiszem myszy na ikonę kosza na śmieci, znajdującą się na końcu po prawej stronie półki.

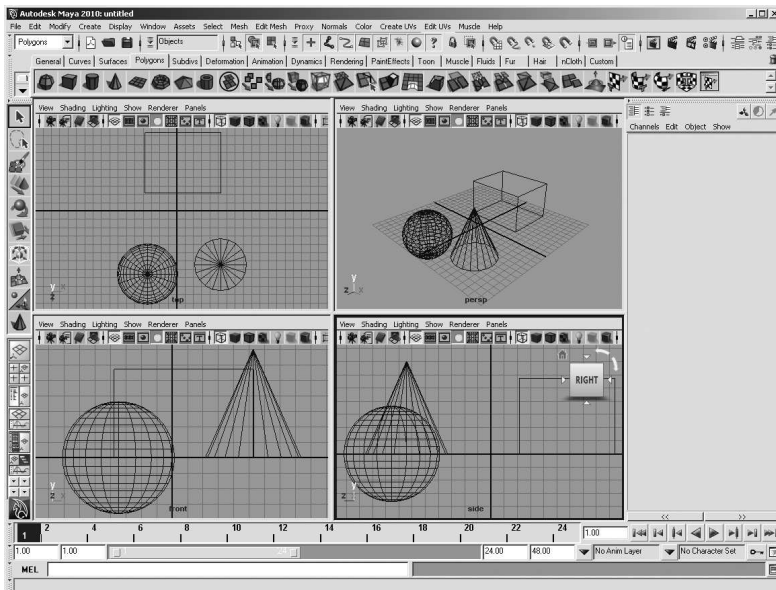
Narzędzia podręczne (Tool Box)

Po lewej stronie ekranu znajduje się pasek z narzędziami podręcznymi, podzielonymi na dwie grupy (rysunek 2.12).

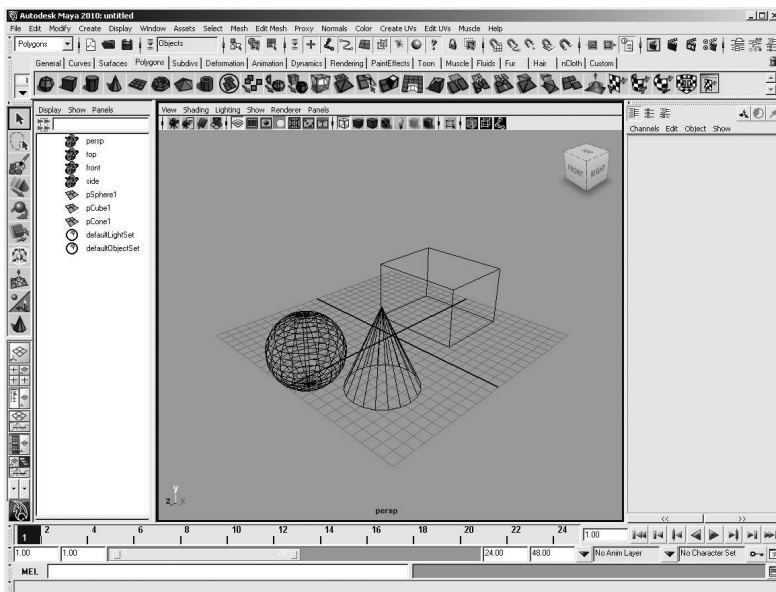


Rysunek 2.12. Narzędzia podręczne (Tool Box)

Pierwsza grupa to najbardziej podstawowe narzędzia do pracy z obiektami 3D, pozwalające na ich zaznaczanie i transformowanie (przesunięcie, obrót, skalowanie). W drugiej grupie umieszczono ikony skrótów do funkcji związanych z zarządzaniem oknami widokowymi sceny. Dzięki tym ikonom możemy



Rysunek 2.13. Zamiast domyślnego układu z jednym oknem widoku perspektywicznego można włączyć podgląd sceny w rzutach izometrycznych



Rysunek 2.14. Panel Outliner po lewej stronie ekranu wyświetla listę wszystkich obiektów w scenie i ułatwia ich zaznaczanie

powiększyć wybrane okno widokowe na cały ekran lub włączyć jeden z najczęściej używanych układów okien, ułatwiających prace nad różnymi aspektami projektów (rysunki 2.13-2.14). Układ okien można dodatkowo zmodyfikować, klikając ikonę z czarnym trójkątem w panelu narzędzi podręcznych odpowiadającą danemu widokowi - z listy, która zostanie wyświetlona na ekranie, można wtedy wybrać panel lub narzędzie, którego okno chcemy umieścić w danym miejscu interfejsu.

Suwak czasu (Time Slider) i suwak zakresów (Range Slider)

Dwa paski ulokowane tuż pod oknem widoku sceny zawierają narzędzia do sterowania animacją, a korzystamy z nich tylko wtedy, gdy w scenie znajdują się animowane obiekty. Ponieważ w niniejszej książce nie będziemy zajmować się tematem animacji, można ukryć obydwa te paski, klikając ich uchwyty po lewej stronie ekranu.

Linia poleceń (Command Line)

Pasek z napisem MEL lub Python na dole ekranu zawiera pola służące do wpisywania poleceń w językach skryptowych, którymi możemy programować i automatyzować różne operacje wykonywane przez Mayę. W niniejszej książce nie będziemy poruszać tematów dotyczących tych języków, dlatego ten pasek również można ukryć.

Linia pomocy (Help Line)

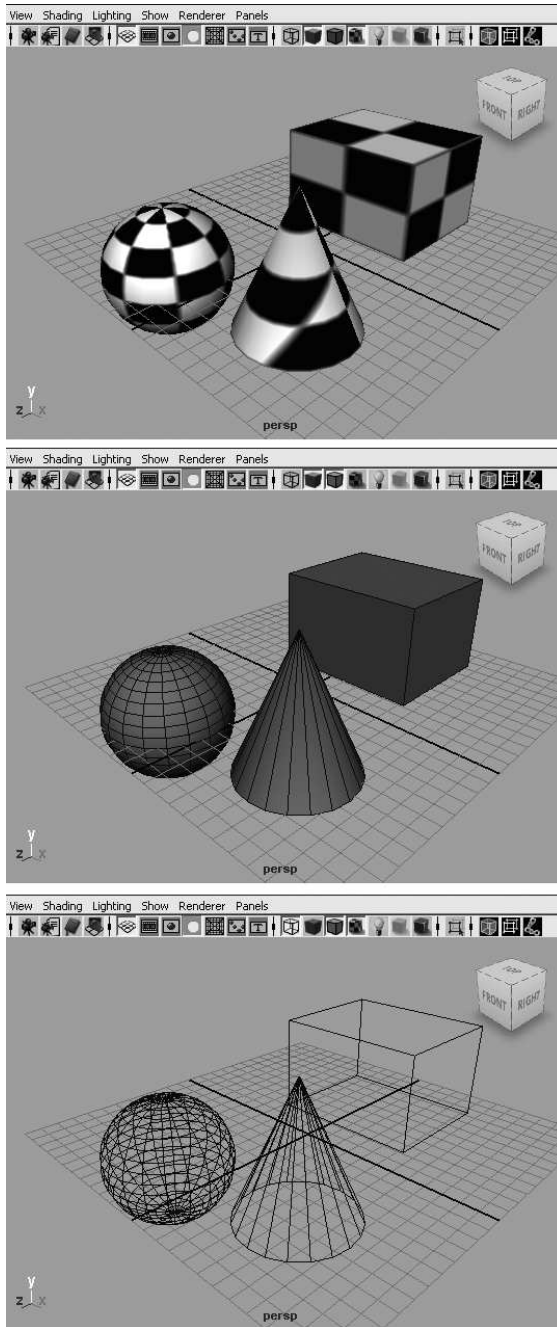
Na samym dole ekranu widnieje szary pasek, na którym program wyświetla podpowiedzi dotyczące aktualnie wybranego narzędzia lub funkcji. W przypadku gdy po wybraniu jakiejś funkcji mamy wątpliwości, jakiej następnej czynności program od nas oczekuje, należy zerknąć właśnie na ten pasek.

Narzędzia do sterowania oknami widokowymi

Ponad oknem widoku sceny znajduje się pasek z kilkoma menu i dużą liczbą ikon służących do zmiany sposobu wyświetlania obiektów w oknie widokowym. Z tych narzędzi najczęściej wykorzystywanymi na potrzeby tematów omawianych w niniejszej książce są ikony przedstawione na rysunku 2.15.



Rysunek 2.15. Ikony zmieniające sposób renderowania sceny w oknie widokowym

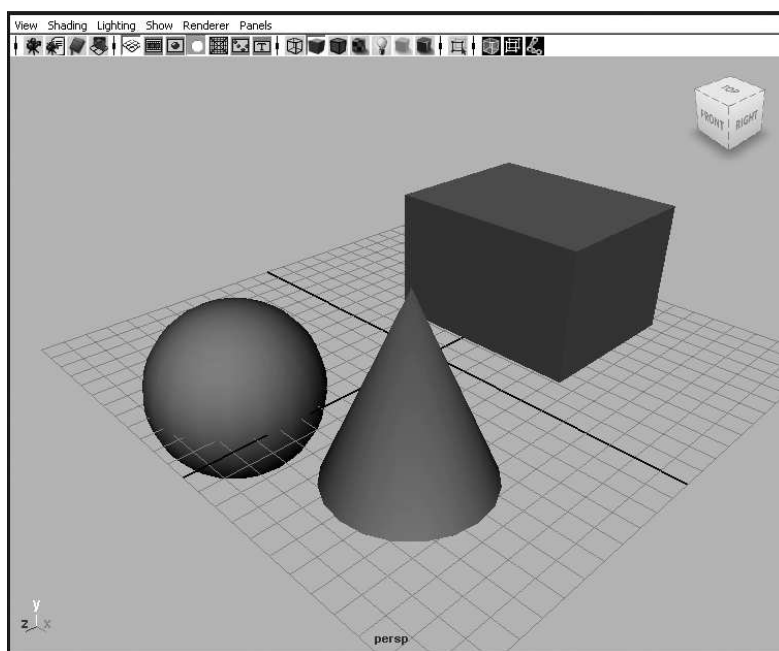


Rysunek 2.16. Różne tryby wyświetlania sceny - teksturowany (klawisz 6), cieniowany z podglądem krawędzi i szkieletowy (klawisz 4)

Ikony zaprezentowane na rysunku 2.15 określają sposób, w jaki wyświetlane są obiekty znajdujące się w scenie. Włączając i wyłączając te ikony (lub używając odpowiadających im poleceń z listwy menu tuż ponad nimi), decydujemy o tym, czy obiekty będą renderowane w sposób uwzględniający oświetlenie, cieniowanie, wyświetlanie krawędzi siatki, tekstur itd. (rysunek 2.16). Warto też zapamiętać, że skróty klawiszowe przełączające pomiędzy widokiem szkieletowym (widoczne wyłącznie krawędzie siatek), cieniowanym (widoczne powierzchnie ścianek) oraz teksturowanym (z uwzględnieniem materiałów nałożonych na obiekt) to odpowiednio klawisze 4, 5 oraz 6. Większość rysunków przedstawionych w tej książce powstała w jednym z tych trybów wyświetlania sceny.

Główne okno widokowe

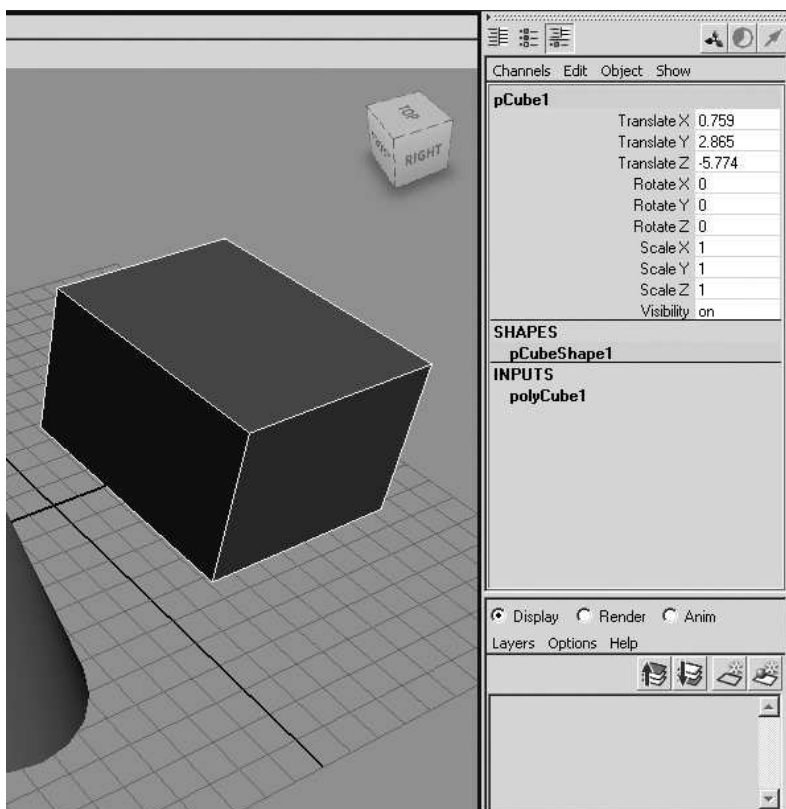
W centralnej części ekranu znajduje się główne okno widokowe, przedstawiające zawartość sceny. Jest to miejsce, w którym wykonujemy najwięcej operacji i w którym wizualizowane są efekty użycia niemal wszystkich funkcji, którymi się posługujemy (rysunek 2.17). Do sprawnej pracy z oknem widokowym konieczne jest opanowanie technik nawigacji po scenie 3D, które omawiamy w końcowej części tego rozdziału.



Rysunek 2.17. W głównym oknie widokowym wykonujemy większość czynności związanych z pracą nad scenami 3D

Panel atrybutów, kanałów, warstw i ustawień narzędzi

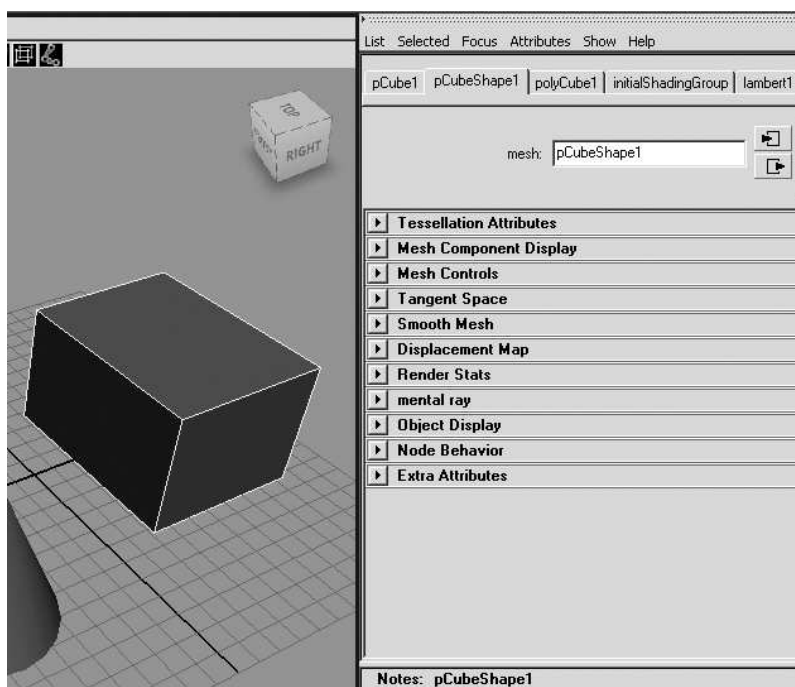
Po prawej stronie ekranu zlokalizowany jest specjalny panel, w którym wyświetlane są ustawienia i opcje dotyczące aktualnie zaznaczonego obiektu. Domyślnie wyświetlany jest panel kanałów, czyli lista parametrów obiektu i tak zwanych kanałów, czyli struktur wpływających na aktualną postać obiektu (rysunek 2.18). W dolnej części tego panelu może być dodatkowo wyświetlona lista warstw służących do organizacji obiektów w scenie. Wygląd panelu określają trzy ikony w jego lewym górnym rogu, które umożliwiają włączenie lub wyłączenie wyświetlania kanałów lub warstw.



Rysunek 2.18. Panel kanałów z panelem warstw

Zamiast panelu kanałów i warstw możliwe jest wyświetlenie edytora atrybutów (polecenie *Display > UI Elements > Attribute Editor* z górnej listwy menu lub skrót *Ctrl+A*). W panelu atrybutów możemy zmieniać parametry obiektów podobnie jak w panelu kanałów, ale są one pogrupowane w nieco inny

sposób (w poziomo rozłożone zakładki) i uzyskujemy tu dostęp do niektórych ustawień niedostępnych bezpośrednio w panelu kanałów (rysunek 2.19).

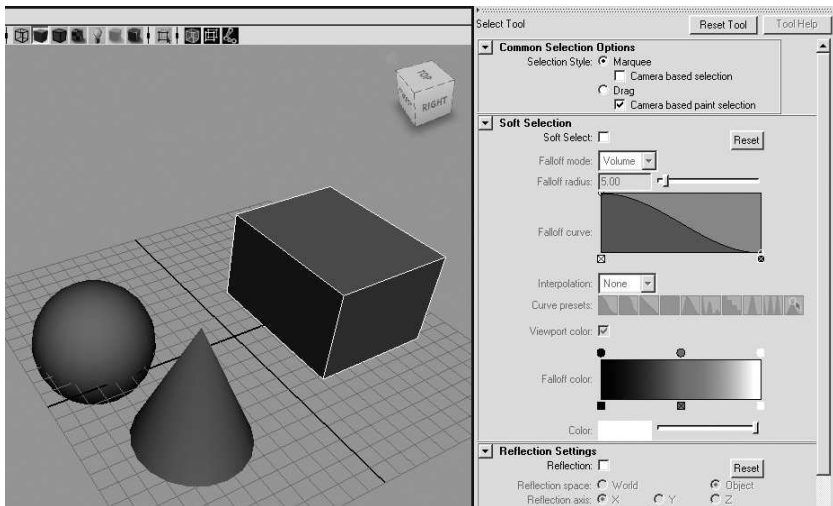


Rysunek 2.19. Edytor atrybutów umożliwia modyfikowanie dodatkowych ustawień obiektów

Oprócz paneli kanałów i atrybutów po prawej stronie ekranu może znajdować się też panel z ustawieniami aktualnie wybranego narzędzia. Wyświetlamy go poleceniem *Display > UI Elements > Tool Settings*. Domyślnie, gdy wybrane jest narzędzie zaznaczania obiektów (*Select*), w panelu tym znajdują się opcje i ustawienia tego narzędzia, przedstawione na rysunku 2.20. W przypadku gdy wybierzemy inne narzędzie, zawartość tego panelu zmieni się automatycznie.

2.3 Nawigacja w scenie 3D

Praca z trójwymiarowymi obiektami i złożonymi scenami wymaga częstych zmian widoku, dzięki czemu możliwe jest oglądanie modeli z różnych stron i w różnych powiększeniach. Sprawne posługiwanie się funkcjami do nawigacji jest kluczową umiejętnością w pracy przy modelowaniu obiektów. Dlatego przed przystąpieniem do realizacji zadań omówionych w kolejnych rozdziałach



Rysunek 2.20. Panel z ustawieniami narzędzia Select

książki konieczne jest przećwiczenie i zapamiętanie funkcji wymienionych poniżej.

Nawigacja za pomocą myszy i klawisza Alt

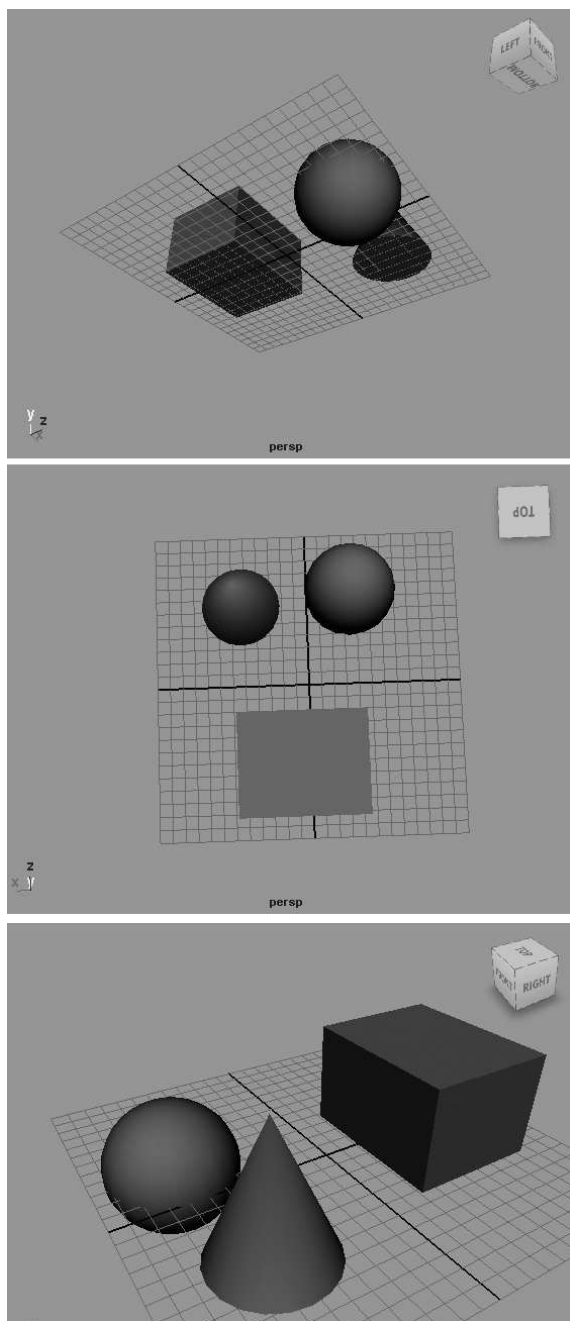
Najbardziej podstawowym i najszybszym sposobem poruszania się po scenie jest wykorzystanie przycisków myszy i klawisza *Alt*. Trzymając wciśnięty klawisz *Alt* i jeden z przycisków myszy podczas przeciągania kursorem w oknie widokowym, wykonujemy operacje przesuwania, obracania i przybliżania lub oddalania widoku sceny, zgodnie z następującymi skrótami:

- Alt+lewy przycisk myszy - obracanie widoku;
- Alt+prawy przycisk myszy - przybliżanie lub oddalanie widoku;
- Alt+środkowy przycisk myszy - przesuwanie widoku.

Dzięki tym operacjom możemy ustawić widok sceny w dowolny sposób, odpowiedni do obserwowania efektów działania, aktualnie stosowanych narzędzi (rysunek 2.21).

Nawigacja za pomocą sześciennego manipulatora

W prawym górnym rogu okna widokowego znajduje się szary sześcian z widniejącymi na jego ściankach napisami *Top*, *Front*, *Right* itd., oznaczającymi kierunki, z których można wyświetlić scenę. Klikając na ściankę z napisem *Top*, uzyskamy widok pionowo z góry, po kliknięciu ścianki *Right* uzyskamy

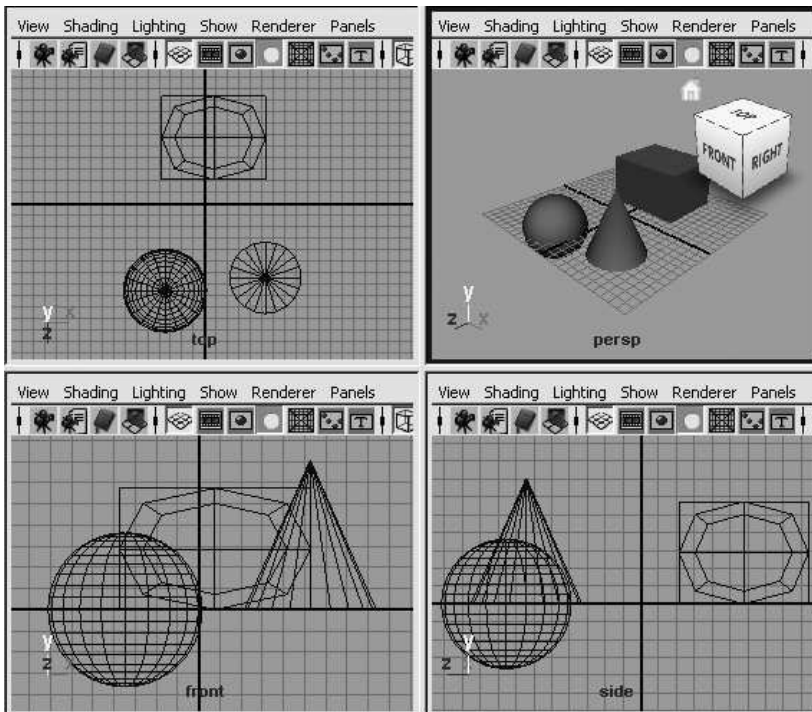


Rysunek 2.21. Różne widoki tej samej sceny ustawione za pomocą narzędzi do nawigacji

widok z prawej strony itd. Możemy też klikać na krawędzie lub narożniki sześcianu, aby uzyskać widok pod kątem odpowiadającym danej krawędzi lub narożnikowi. Należy zwrócić uwagę, że stosując ten manipulator, zachowujemy widok perspektywiczny, nie jest on więc odpowiednikiem włączenia okien z rzutami izometrycznymi o analogicznych nazwach (*Top*, *Front*, *Right* itp.).

Szybkie przełączanie pomiędzy jednym a wieloma oknami widokowymi

Krótkie naciśnięcie klawisza spacji w czasie gdy kursor znajduje się nad oknem widokowym powoduje przełączenie pomiędzy układem z jednym oknem widokowym (widok perspektywiczny) a układem zawierającym cztery okna widokowe, z których trzy przedstawiają rzuty izometryczne, a czwarte jest pomniejszonym widokiem perspektywicznym. W dole każdego okna widokowego widnieje jego nazwa (*top*, *persp*, *front*, *side*), będąca jednocześnie nazwą wirtualnej kamery, z której obiektywu pokazywana jest scena w danym oknie.



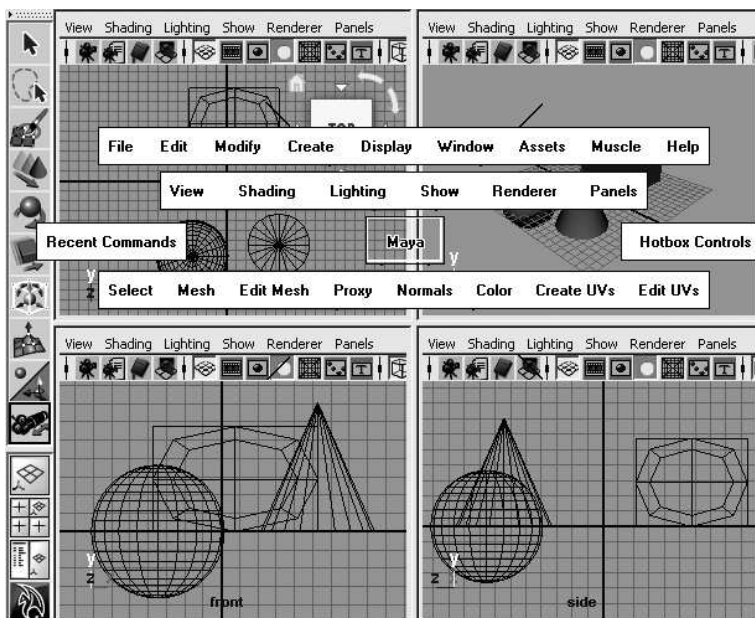
Rysunek 2.22. Układ czterech okien widokowych

Przełączanie pomiędzy tymi dwoma układami interfejsu jest bardzo pomocne w pracy nad scenami zawierającymi wiele obiektów lub w sytuacjach,

gdy chcemy precyzyjnie modyfikować bądź też przemieszczać obiekty albo ich komponenty. W widoku perspektywicznym przeprowadzenie drobnych zmian w położeniu wierzchołków lub ścianek obiektów może być dość mało dokładne, natomiast okna z rzutami izometrycznymi pozwalają na lepszą obserwację efektów modyfikacji i unikanie błędów związanych ze zniekształceniem perspektywicznym.

Każde z tych czterech okien widokowych można powiększyć na cały ekran, umieszczając nad nim kursor i naciskając krótko klawisz spacji.

Dłuższe przytrzymanie klawisza spacji służy do wyświetlenia specjalnego menu kompasowego, które jest dość specyficzne dla programu Maya oraz odbiega od standardów spotykanych w innych programach (rysunek 2.23). Menu to duplikuje polecenia z górnej listwy menu oraz pewien zbiór najczęściej używanych funkcji programu. Dzięki temu menu nie musimy przesuwać kursora w górę interfejsu w celu wybrania potrzebnej nam funkcji, jednak przyzwyczajenie się do korzystania z tego menu wymaga pewnego czasu.

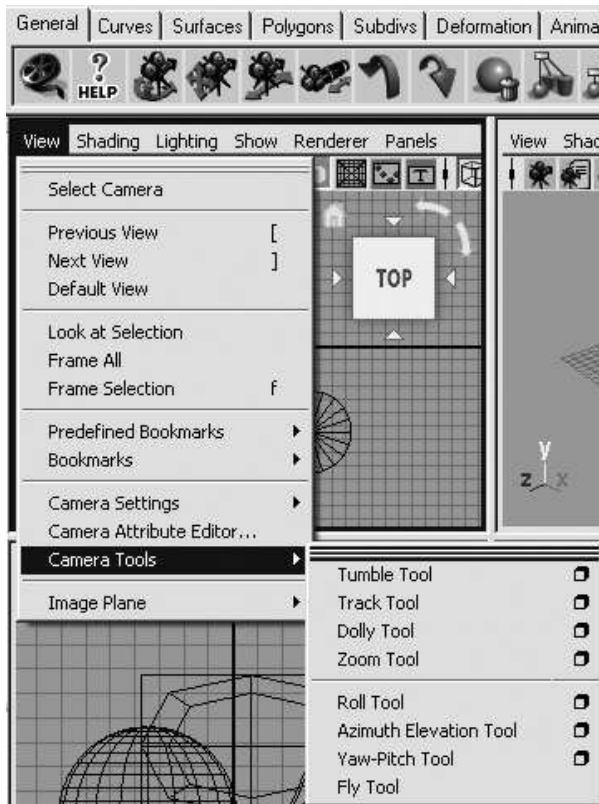


Rysunek 2.23. Menu kompasowe dostępne po wciśnięciu i przytrzymaniu klawisza spacji

Nawigacja za pomocą funkcji z półki narzędziowej lub menu View

Zamiast skrótów wykorzystujących myszkę i klawisz *Alt*, w oknie widokowym możemy się poruszać, używając odpowiednich funkcji sterujących wirtualną

kamerą ustawioną w scenie. Na rysunku 2.24 przedstawiono dwie możliwości wywoływania tych funkcji - pierwsza to włączenie zakładki *General* na półce narzędziowej i użycie jednej z ikon przedstawiających kamerę wraz z odpowiednim manipulatorem (górna część rysunku). Druga metoda to rozwinięcie podmenu *View > Camera Tools* i wybranie któregoś ze znajdujących się tam narzędzi służących do manipulowania widokiem (dolna część rysunku).

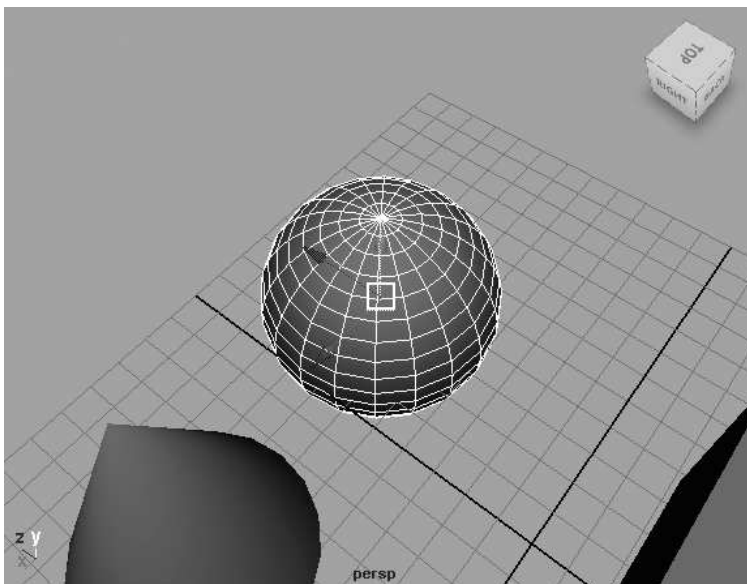


Rysunek 2.24. Widokiem sceny można manipulować za pomocą funkcji z półki narzędziowej lub menu kamery

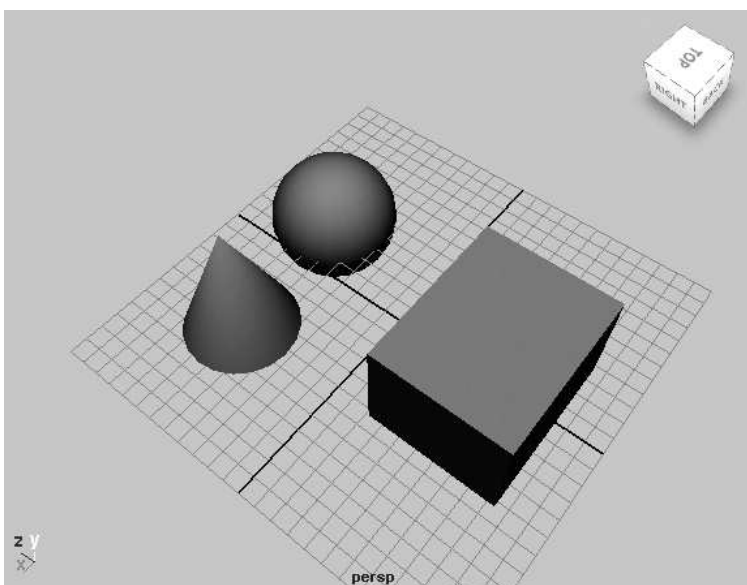
Narzędzia te pozwalają na bardziej precyzyjne operowanie zawartością okna widokowego, ale w ogromnej większości przypadków dużo bardziej praktyczne jest stosowanie skrótów klawiszowych i myszy.

Centrowanie widoku na obiektach

Bardzo przydatną funkcją podczas pracy z obiektami 3D jest możliwość automatycznego wycentrowania widoku na zaznaczonych obiektach lub na całej



Rysunek 2.25. Naciśnięcie klawisza F gdy zaznaczony jest jakiś obiekt powoduje wycentrowanie widoku względem tego obiektu



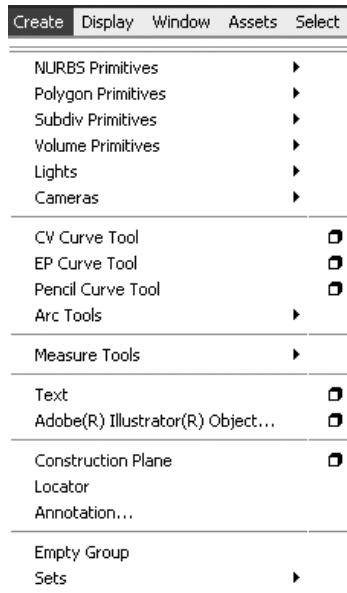
Rysunek 2.26. Jeśli żaden obiekt w scenie nie jest zaznaczony, po naciśnięciu klawisza F kamera obejmuje kadrem całą scenę

zawartości sceny. Służy do tego polecenie *View > Frame Selection*, wywoływane klawiszem *F*. W zależności od tego, czy zaznaczone są jakieś obiekty w scenie, widok dopasowywany jest albo do centrum zaznaczenia (rysunek 2.25), albo w taki sposób, by wypełnić okno wszystkimi obiektami znajdującymi się w scenie (rysunek 2.26).

Podstawowe operacje edycyjne i praca ze scenami 3D

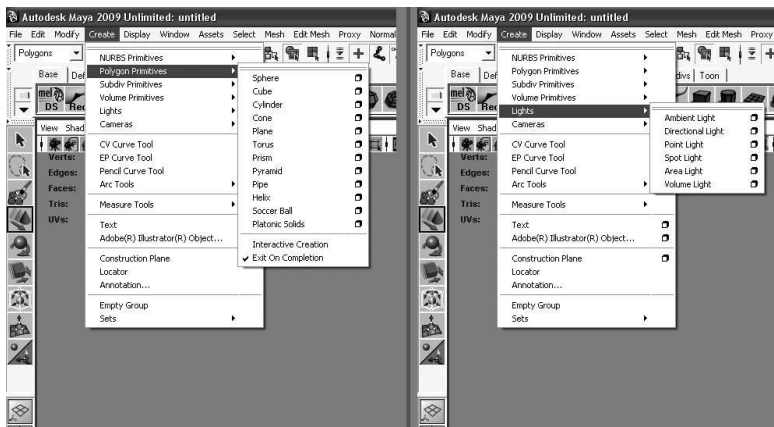
3.1 Dodawanie obiektów do sceny

Aby dodać obiekt do sceny, musimy je utworzyć, korzystając z górnego menu *Create*.



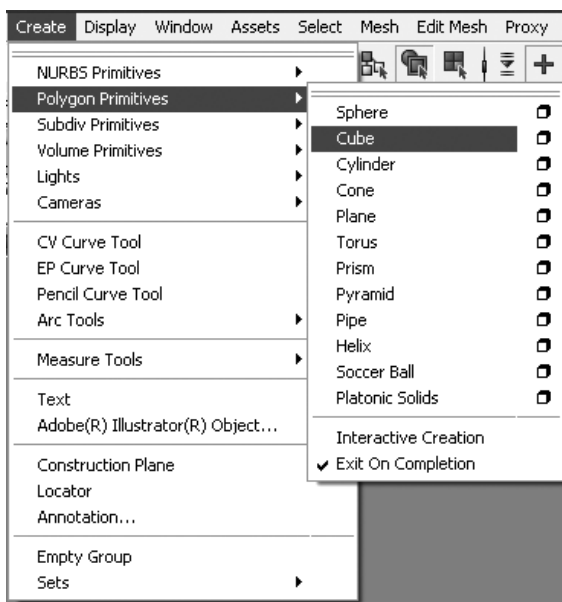
Rysunek 3.1. Menu Create

Korzystając z tego menu, możemy dodać do sceny obiekty takie jak siatki, światła, kamery, itd. *Menu Create* zawiera w sobie większość obiektów, które wykorzystujemy w pracy w programie Maya (rysunek 3.2), do najczęściej wykorzystywanych zaliczają się:



Rysunek 3.2. Funkcje dostępne w menu Create

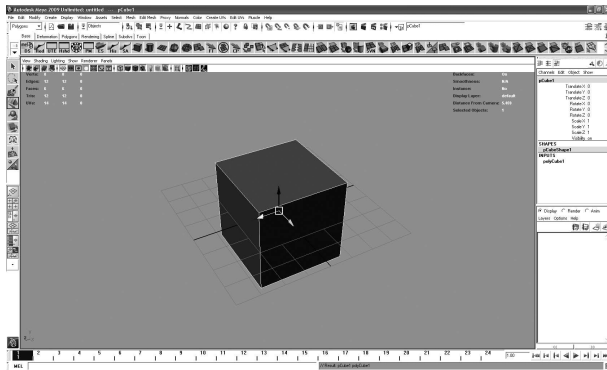
- NURBS Primitives (siatki tworzone na zasadzie krzywych nurbs);
- Polygon Primitives (podstawowe bryły tworzone z wielokątów);
- Subdivision Primitives (zagęszczone siatki tworzone z wielokątów);
- Lights (światła);
- Cameras (kamery).



Rysunek 3.3. Tworzenie prostopadłościanu

Aby dodać obiekt do sceny, musimy wybrać jego nazwę menu *Create*, a następnie kliknąć lewy przycisk myszy (w skrócie LPM). Chcąc na przykład stworzyć prostopadłościan, musimy wybrać *Create > Polygon Primitives > Cube* (rysunek 3.3).

W tej chwili mamy włączony tryb tworzenia obiektu *Cube* i możemy wstawić go do sceny przytrzymując lewy klawisz myszy, by stworzyć jego podstawę, a następnie przeciągając góra-dół, określimy jego wysokość (rysunek 3.4a).



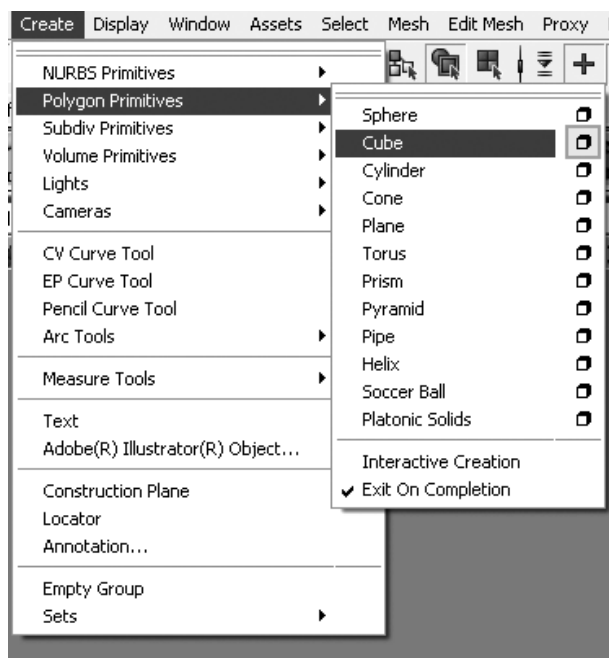
Rysunek 3.4. a) Prostopadłościan dodany do sceny

Warto też zaznaczyć, iż w starszych wersjach pakietu Maya obiekty **zawsze** były tworzone w środku układu współrzędnych, tak więc po wybraniu polecenia *Create > Polygon Primitives > Cube* nasz sześcian pojawiał się w punkcie 0,0,0 układu X,Y,Z. W nowszych wersjach Mayi można tworzyć obiekt w dowolnym miejscu sceny. Sposób tworzenia obiektów zmieniamy, zaznaczając lub odznaczając opcję *Interactive Creation* na samym dole menu *Create*.

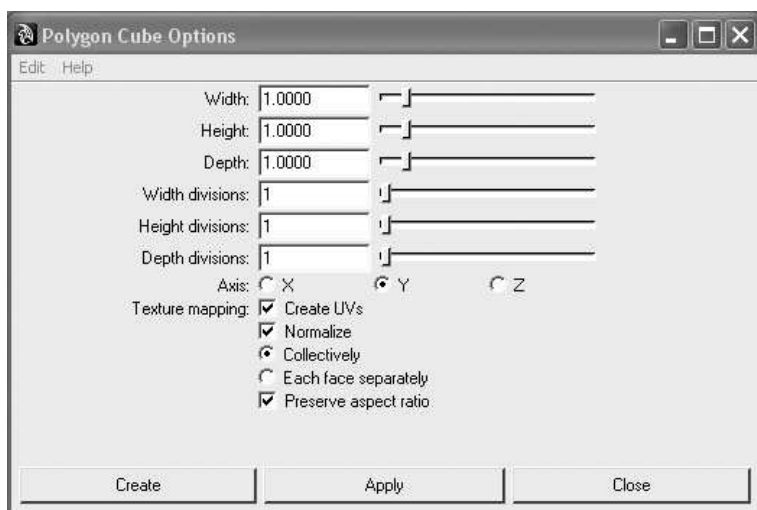
Jeżeli przed stworzeniem sześcianu chcemy dokładnie określić jego wysokość, szerokość, głębokość czy też liczbę podziałów ścianek na segmenty (*subdivisions*), musimy kliknąć na mały kwadracik znajdujący się po prawej stronie słowa *Cube* w menu (rysunek 3.4b).

W oknie dialogowym z opcjami prostopadłościanu można też określić między innymi pożądaną przez nas wymiary jak również sposób mapowania tekstury na obiekcie. Następnie zaś klikając na przycisk *Create*, tworzymy sześcian (rysunek 3.5).

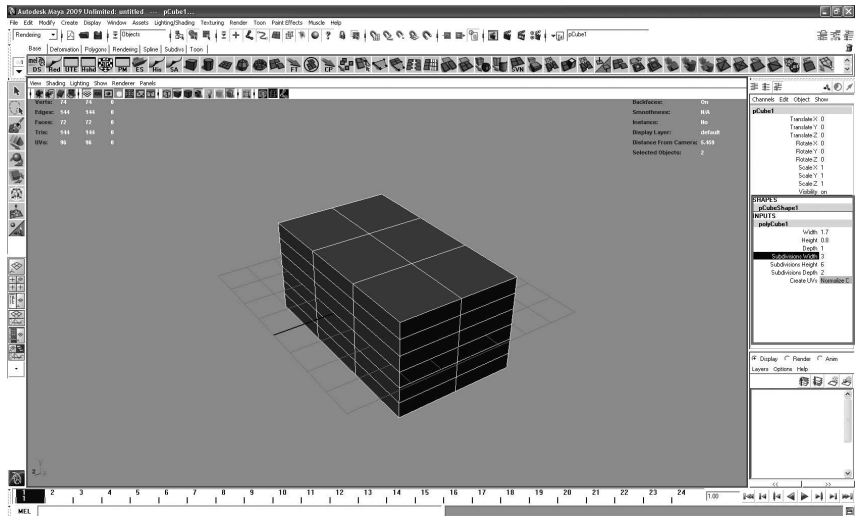
Po stworzeniu obiektu możemy poddawać go dalszej edycji, czyli zmieniać jego właściwości. Korzystając z listy z historią operacji w bocznym panelu kanałów po prawej stronie ekranu (sekcja *Inputs*, wyróżniona ramką na rysunku 3.6), można zmienić wysokość, szerokość, głębokość sześcianu oraz liczbę podziałów (*subdivisions*) wysokości, szerokości, głębokości stworzonej przez nas bryły (rysunek 3.6). Jeśli panel kanałów nie jest widoczny na ekranie tak jak na rysunku 3.6, należy włączyć go pierwszą ikoną w górnej części panelu bocznego.



Rysunek 3.4. b) Klikając ikonę obok nazwy polecenia, możemy ustawić jego opcje



Rysunek 3.5. Okno dialogowe z opcjami tworzenia prostopadłościanu



Rysunek 3.6. Zmiany właściwości obiektu dokonane za pomocą menu historii po prawej stronie ekranu

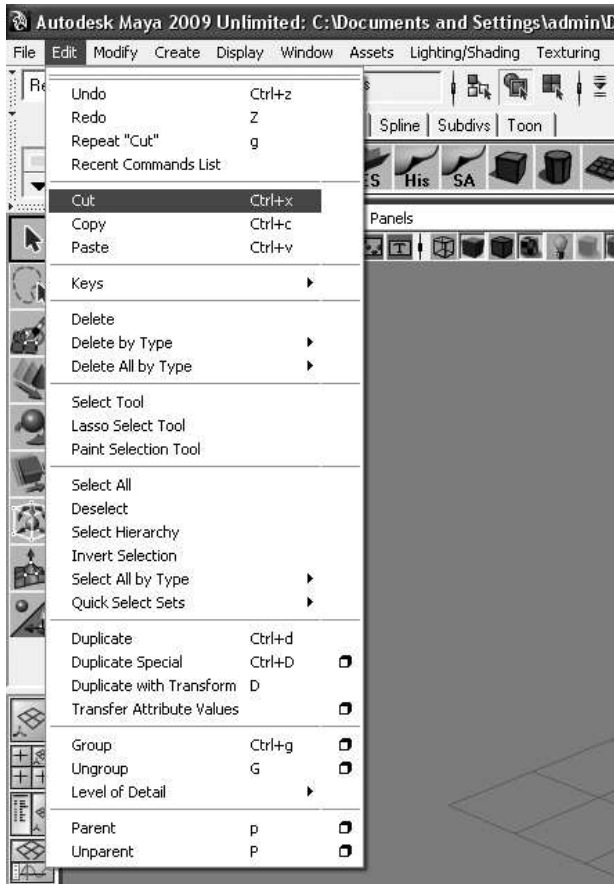
3.1.1 Kopiowanie, wycinanie i wklejanie obiektów

Kopiowanie stworzonych przez użytkownika obiektów można dokonać co najmniej na kilka sposobów. Podstawowe operacje edycyjne wykonujemy w Mayi podobnie jak w większości aplikacji, czyli poprzez popularne skróty typu: *Cut/Copy/Paste* itd. W odróżnieniu na przykład od edytora tekstu, nie operujemy tu na słowach, lecz na bryłach geometrycznych, materiałach, teksturach itd.

Wszystkie operacje edycyjne znajdziemy w górnym menu *Edit* (por. rysunek 3.7).

- *Cut (Ctrl+X)* - wycina oznaczony obiekt ze sceny, aby z powrotem wstawić do niej wycięty obiekt, należy użyć funkcji *Paste*,
- *Copy (Ctrl+C)* - kopiuje zaznaczony obiekt, aby wkleić go ponownie do sceny należy użyć funkcji *Paste*,
- *Paste (Ctrl+V)* - wkleja wcześniej skopiowany lub wycięty obiekt do sceny.

Warto pamiętać, iż opcji kopiowania możemy używać bez problemu pomiędzy kilkoma otwartymi równocześnie oknami programu Maya - wtedy z jednej sceny kopiujemy dany obiekt (razem z jego wszystkimi właściwościami jak materiały, transformacje, współrzędne mapowania itd.) i wklejamy do nowej sceny w drugim oknie. Opcja ta jest bardzo użyteczna, szczególnie jeśli pracujemy na dużych scenach ze znaczną liczbą obiektów i chcemy uniknąć eksportowania i importowania plików, co z reguły pochłania zdecydowanie więcej czasu niż kopiowanie.

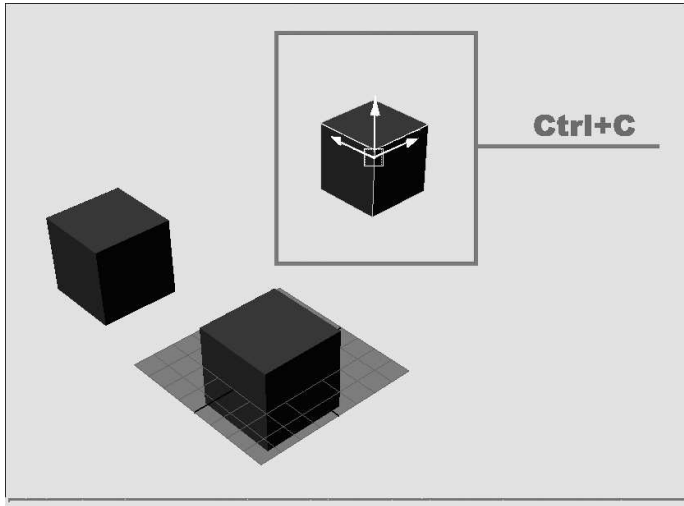


Rysunek 3.7. Menu Edit

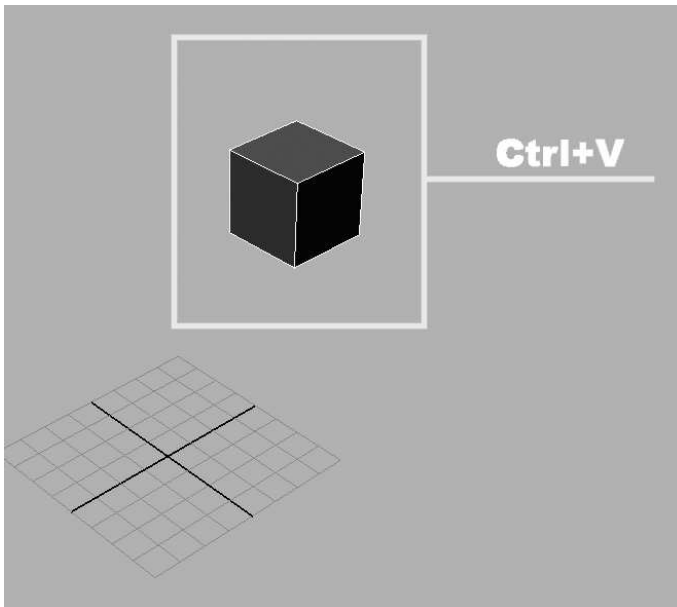
3.1.2 Usuwanie obiektów

Jedną z najczęściej używanych funkcji edycyjnych podczas pracy w Mayi jest usuwanie. Niejednokrotnie tworzymy w scenie nowe obiekty, które później musimy z różnych względów usunąć w całości lub poszczególne ich fragmenty, czasem też usuwamy informacje o historii obiektu, która niepotrzebnie zajmuje pamięć operacyjną i dyskową. Poniżej wymieniono różne funkcje usuwania danych w pakiecie Maya:

- *Delete (klawisz Delete)* - klasyczna funkcja usuwania obiektów, wartości numerycznych itd.
- *Delete by Type* - usuwa określone rodzaje danych z obiektu, np. historię operacji wykonanych na obiekcie.



Rysunek 3.8. a) Kopiowanie obiektu ze Sceny#1 przy użyciu skrótu klawiszowego *Ctrl+C*



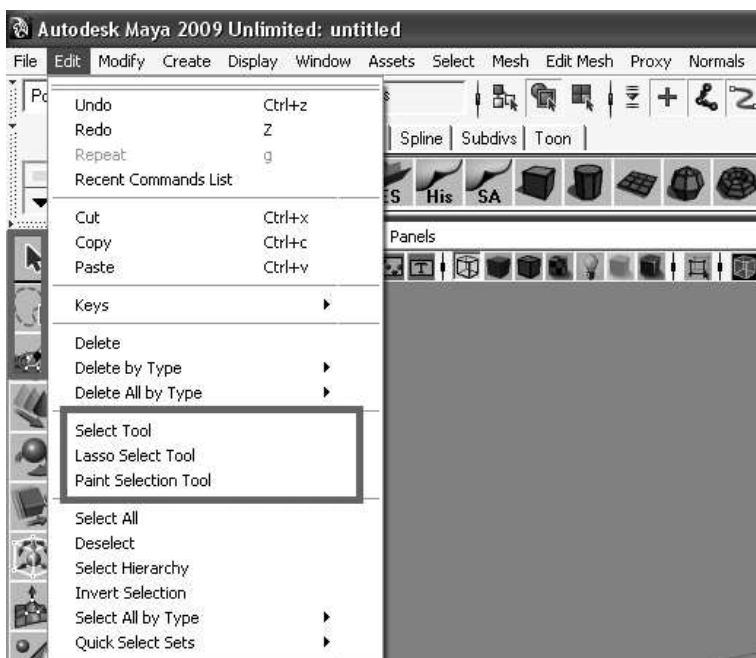
Rysunek 3.8. b) Wklejanie obiektu do Sceny#2 przy użyciu skrótu klawiszowego *Ctrl+V*

- *Delete All by Type* - usuwa wszystkie dane określonego typu, np. historię operacji dla wszystkich obiektów.

Operacji usuwania dokonujemy na wcześniej wyselekcjonowanych obiektach, czyli mówiąc inaczej, musimy najpierw zaznaczyć te obiekty, klikając na nie - kolor zaznaczenia w Mayi to kolor zielony.

3.1.3 Zaznaczanie obiektów

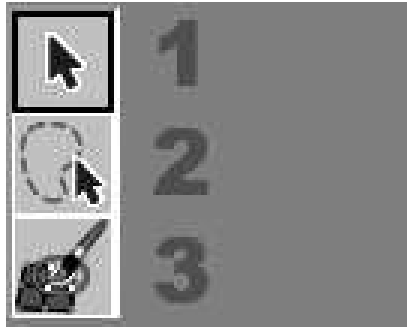
Kolejną podstawową grupą narzędzi, z której najczęściej korzystają użytkownicy każdego oprogramowania 3D, są funkcje zaznaczania (selekcji). Korzystając z funkcji selekcjonowania, możemy wybrać do dalszej edycji bryły jak i ich elementy składowe - wierzchołki, krawędzie oraz ścianki. Wszystkie funkcje selekcjonowania znajdziemy w menu *Edit* lub w panelu narzędziowym po lewej stronie okna roboczego (rysunek 3.9).



Rysunek 3.9. Najważniejsze narzędzia selekcji

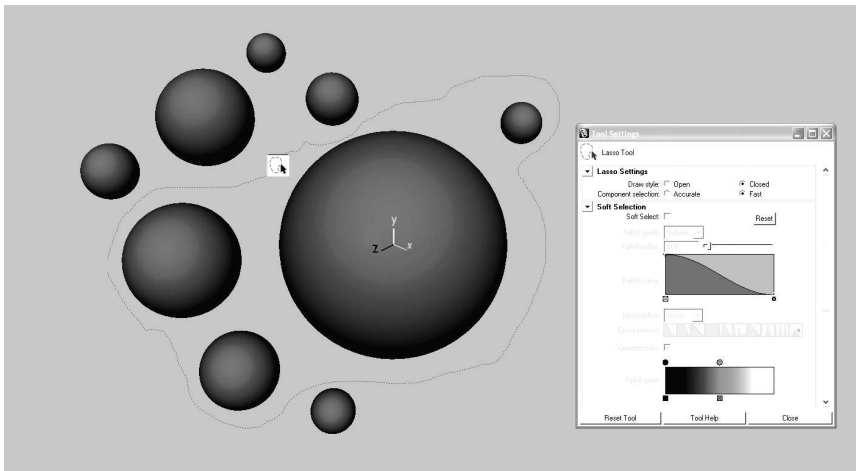
3.1.4 Podręczne narzędzia do zaznaczania obiektów

- *Selection Tool* - służy do standardowego selekcjonowania obiektów i wierzchołków, aby zacząć selekcjonowanie, musimy kliknąć LPM na obiekcie;



Rysunek 3.10. Podręczne funkcje do zaznaczania w bocznym panelu narzędziowym

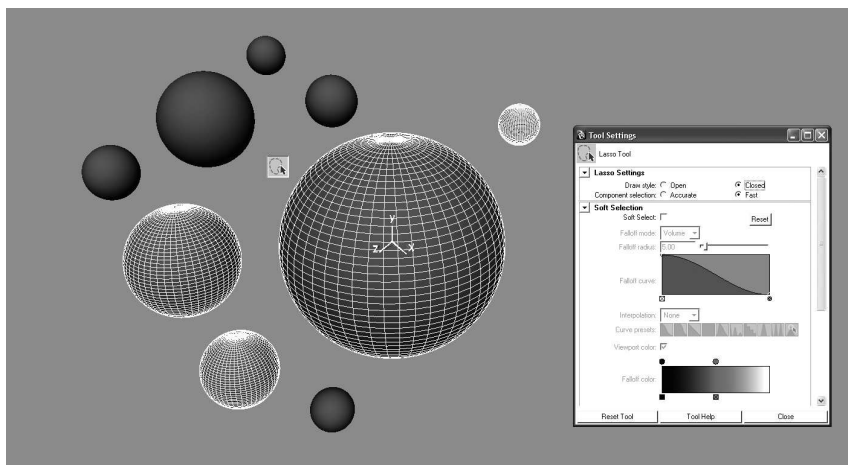
- *Lasso Tool* - pozwala selekcjonować jeden lub więcej obiektów w oparciu o wyznaczony obszar ekranu - cienka przerywana linia obrazuje obszar selekcji, aby zacząć selekcjonowanie, musimy przytrzymać LPM;



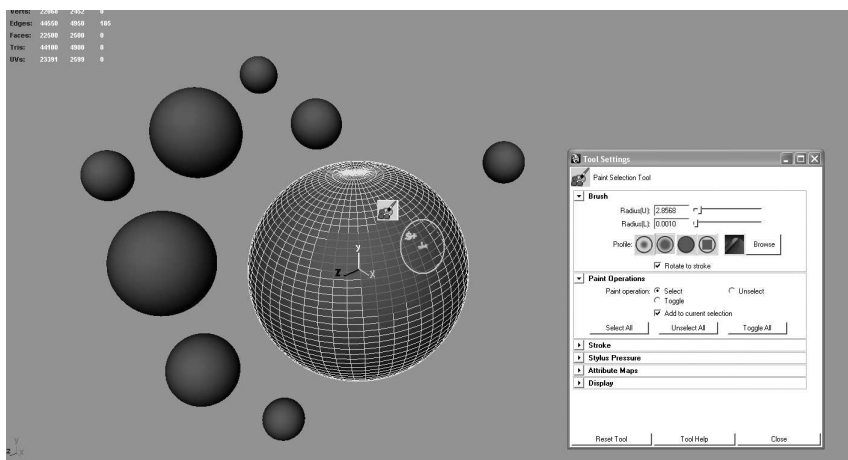
Rysunek 3.11. Selekcja za pomocą narzędzia Lasso (po prawej stronie okno właściwości tego narzędzia)

- *Paint Selection Tool* - pozwala selekcjonować jeden lub więcej wierzchołków, malując ręcznie selekcjonowany obszar po powierzchni obiektu, aby zacząć selekcjonowanie, musimy przytrzymać LPM.

Wskazówka: Podwójne kliknięcie na ikonie danego narzędzia selekcji po lewej stronie ekranu spowoduje otwarcie okna właściwości tego narzędzia.



Rysunek 3.12. Obiekty zaznaczone narzędziem Lasso

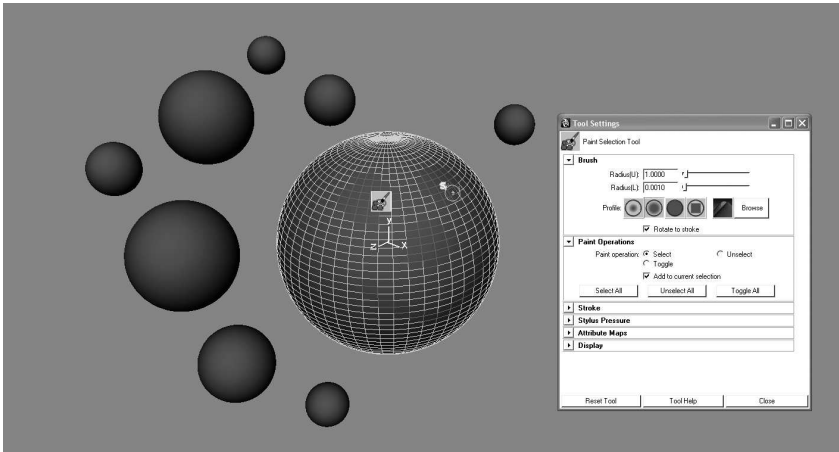


Rysunek 3.13. Selekcjonowanie wierzchołków obiektu za pomocą narzędzia Paint Selection (po prawej stronie okno właściwości tego narzędzia)

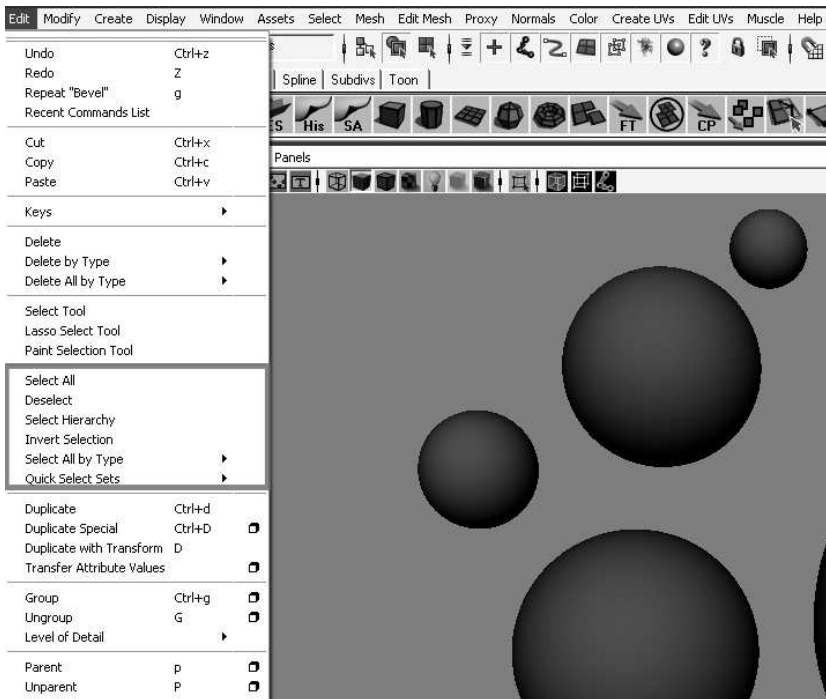
3.1.5 Funkcje do grupowego zaznaczania obiektów

W menu *Edit* znajduje się pewna grupa funkcji służących do operowania na zaznaczeniach większej liczby obiektów (rysunek 3.15):

- *Select All* - selekcjonuje wszystkie obiekty w scenie;
- *Deselection* - odznacza wcześniej zaznaczone obiekty;
- *Select Hierarchy* - selekcja obiektów przez hierarchię;



Rysunek 3.14. Wyselekcjonowanie kilku obszarów obiektu za pomocą Paint Selection

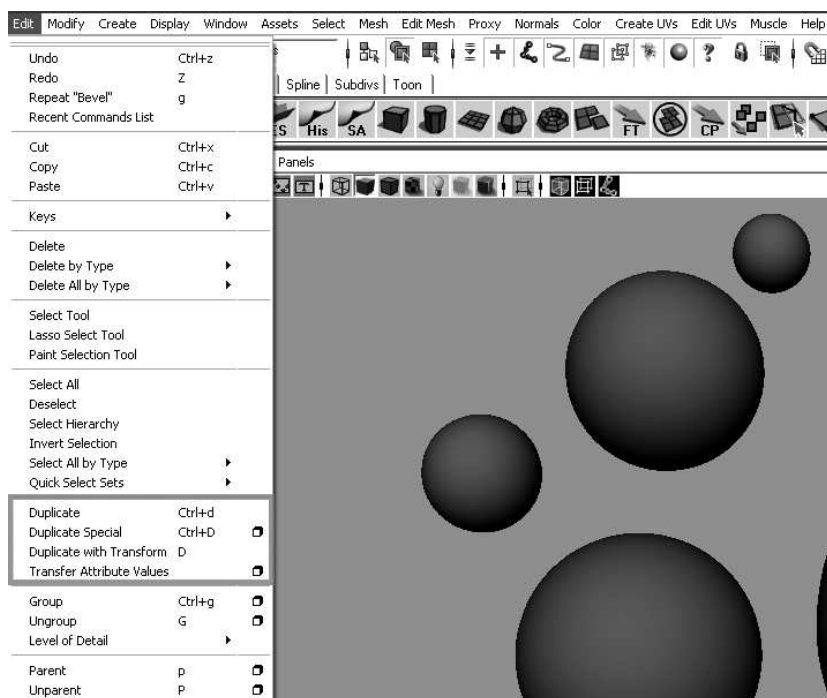


Rysunek 3.15. Menu Selection

- *Invert Selection* - selekcja przez odwrócenie bieżącego zaznaczenia;
- *Select All by Type* - selekcja wszystkich obiektów w scenie określonego typu, np. wszystkich kości lub siatek;
- *Quick Select Sets* - szybka selekcja zestawów obiektów (zestawy muszą być wcześniej zdefiniowane, aby mogły zostać wybrane).

3.1.6 Duplikowanie obiektów

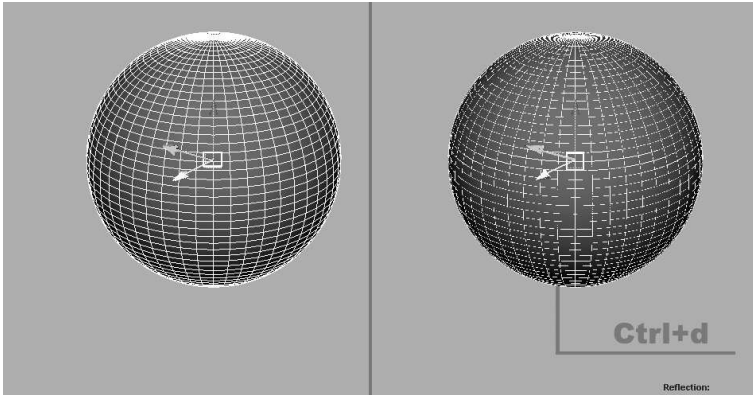
Duplikacja służy do powielania obiektów w obrębie tej samej sceny z opcjonalnym transformowaniem każdego kopiowanego obiektu. Wszystkie operacje związane z duplikacją znajdziemy w górnym menu *Edit* (rysunek 3.16).



Rysunek 3.16. Menu Duplicate

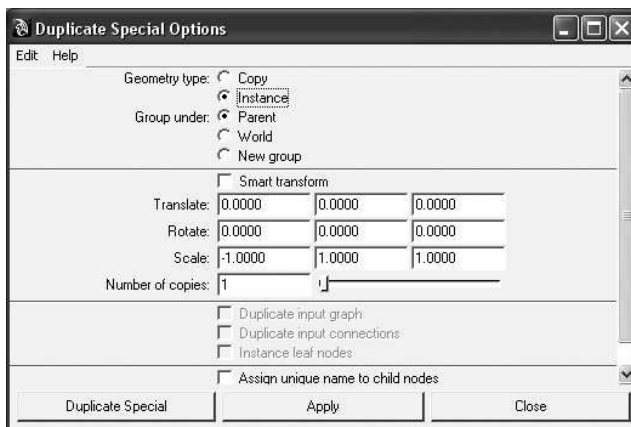
- *Duplicate (Ctrl+d)* - duplikacja zaznaczonych obiektów;
- *Duplicate Special (Ctrl+D)* - duplikacja zaznaczonych obiektów razem z określonymi atrybutami;
- *Duplicate with Transform (D)* - duplikacja zaznaczonych obiektów połączona z transformacją;
- *Transfer Attribute Values* - kopiowanie atrybutów z jednego obiektu na drugi.

Aby dokonać podstawowej duplikacji (*Duplicate*), musimy wyselekcjonować obiekt i nacisnąć *Ctrl+d*, a duplikat obiektu pojawi się dokładnie w tym samym miejscu co oryginał i zostanie automatycznie wyselekcjonowany (rysunek 3.17).



Rysunek 3.17. Wyselekcjonowany obiekt (po lewej) i jego duplikat skopiowany za pomocą skrótu *Ctrl+d* (po prawej)

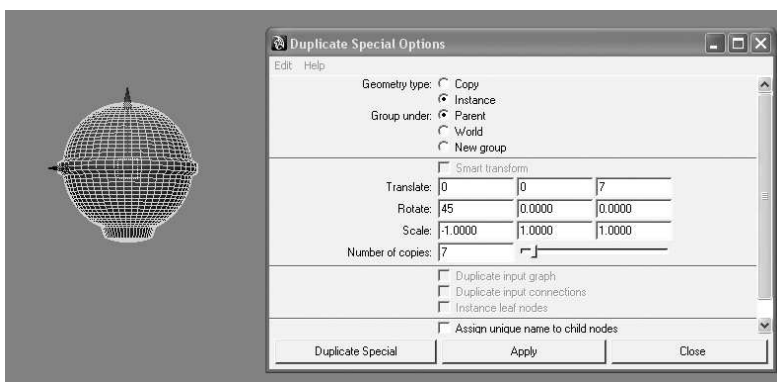
Duplicate Special - funkcja ta daje nam możliwość duplikacji wraz z atrybutami przesunięcia, obrotu oraz skali. Możemy również wybrać, w jakiej ilości chcemy duplikować obiekt, czy chcemy, aby duplikowany obiekt był zależną instancją czy niezależną kopią itd. Do okna z ustawieniami duplikacji możemy dostać się, klikając na mały kwadracik znajdujący się tuż obok komendy *Duplicate Special* (rysunek 3.18).



Rysunek 3.18. Menu *Duplicate Special*

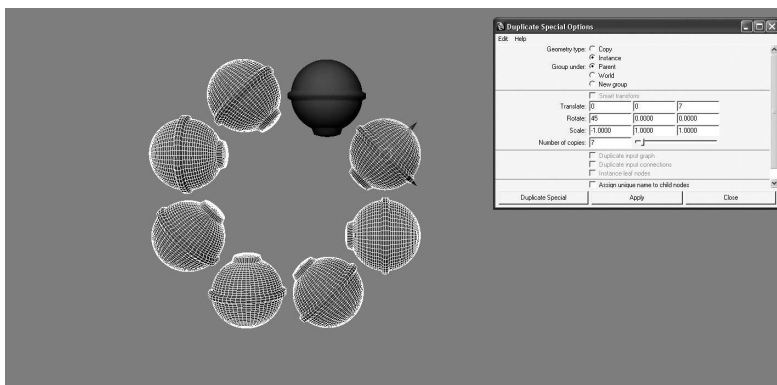
Poniższy przykład ilustruje jak duże możliwości w duplikowaniu obiektów daje nam funkcja *Duplicate Special*:

- Zaznaczamy dowolny obiekt w scenie, otwieramy okno *Duplicate Special Options*, w nim zaznaczamy, aby obiekt był skopiowany 7 razy (*Number of copies = 7*), każda kopia była przesunięta o 7 jednostek w osi Z względem poprzedniej (*Translate X=0, Y=0, Z=7*) oraz aby każdy kopiowany obiekt był obrócony o 45 stopni względem poprzedniego i dodatkowo, aby każda kopia był instancją (rysunek 3.19).



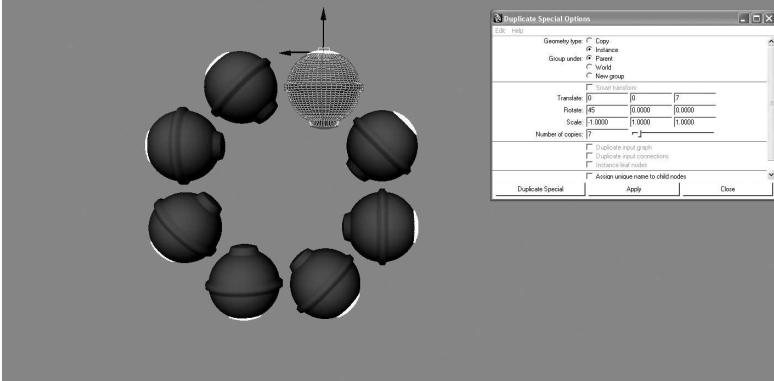
Rysunek 3.19. Okno *Duplicate Special Options* wraz z ustawieniami duplikowania obiektów

- Po naciśnięciu przycisku *Apply* w menu nasz obiekt zostanie skopiowany, a kopie będą wyselekcjonowane (rysunek 3.20).



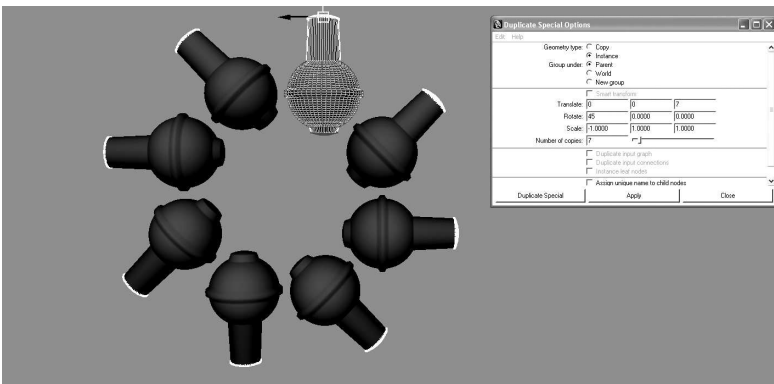
Rysunek 3.20. Duplikacja i automatyczna selekcja

- Ponieważ przy kopiowaniu określiliśmy, iż obiekty duplikowane mają być instancjami (*Instance*) oryginału, to teraz wszelkie modyfikacje będą automatycznie przenoszone z oryginału na kopie. Na rysunku 3.21 widzimy selekcję wierzchołków, która jest duplikowana z oryginału na instancje.



Rysunek 3.21. Edycja oryginalnego obiektu jest przenoszona na instancje

- Na rysunku 3.22 widoczne jest, iż zmiana kształtu oryginalnego obiektu została przeniesiona na instancje, czyli wszelkie edycje siatek, tekstur lub materiałów zostają automatycznie odwzorowane we wszystkich kopiach.



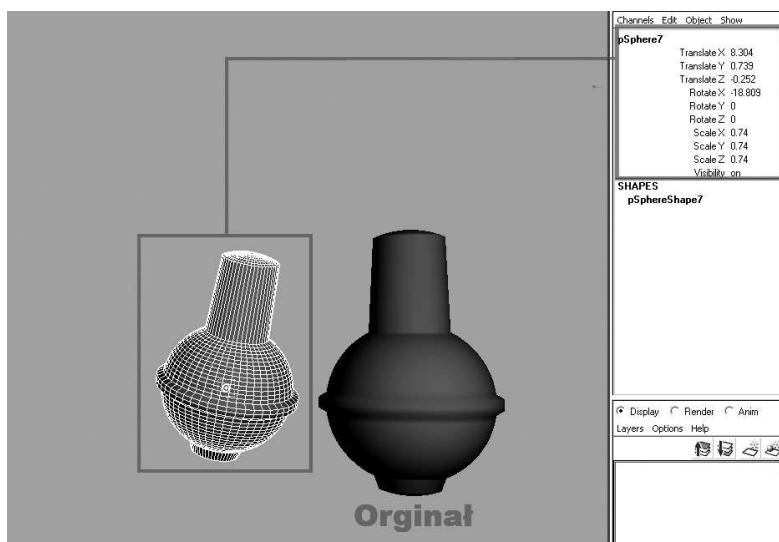
Rysunek 3.22. Operacje z oryginału przeniesione na instancje

Praca na instancjach daje dużą swobodę w procesie kreacji - założmy, że stworzymy wizualizację greckiej świątyni, np. Akropolu. Mamy w scenie kolumnadę w liczbie ponad 100 obiektów, nagle zachodzi potrzeba przesunięcia

bazy kolumny o pół metra w dół - jeśli pracujemy na instancjach, to wystarczy że zmienimy oryginał, zaś pozostałe 99 kolumn przejmie jego deformacje, co pozwoli szybko i sprawnie wprowadzać dowolne poprawki. Jeśli skopiowaliśmy standardowo kolumny (używając funkcji *Copy*), to konieczne byłoby ręczne modyfikowanie 99 kolumn lub kopiowanie zmodyfikowanej kolumny na nowo, co niepotrzebnie wydłużyłoby naszą pracę.

Duplicate with Transform - to duplikacja obiektu wraz z jego wszystkimi transformacjami: pozycją, obrotem i skalą. Zilustruje to poniższy przykład:

- Po duplikacji obiektu (*Shift+D*, *D* lub polecenie z górnego menu *Edit*) zmieniamy jego skalę, obrót i pozycję. Widzimy, iż nasze zmiany są rejestrowane w panelu po prawej stronie ekranu (rysunek 3.23).

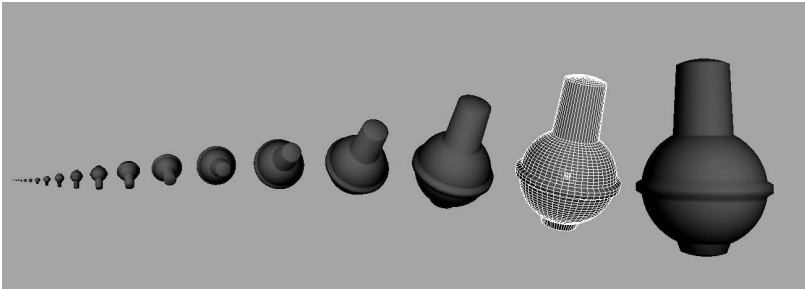


Rysunek 3.23. Duplicate with Transform

- Teraz po kolejnym zduplikowaniu obiektu (*Shift+D*), każda następna duplikowana kopia będzie automatycznie obrócona, przesunięta i przeskalowana względem swojej poprzedniej kopii. Co warto nadmienić, duplikowane kopie nie są instancjami, w związku z czym nie przejmują modyfikacji siatki z oryginału, a jedynie dziedziczą skalę, przesunięcie i obrót z poprzedniego duplikatu.

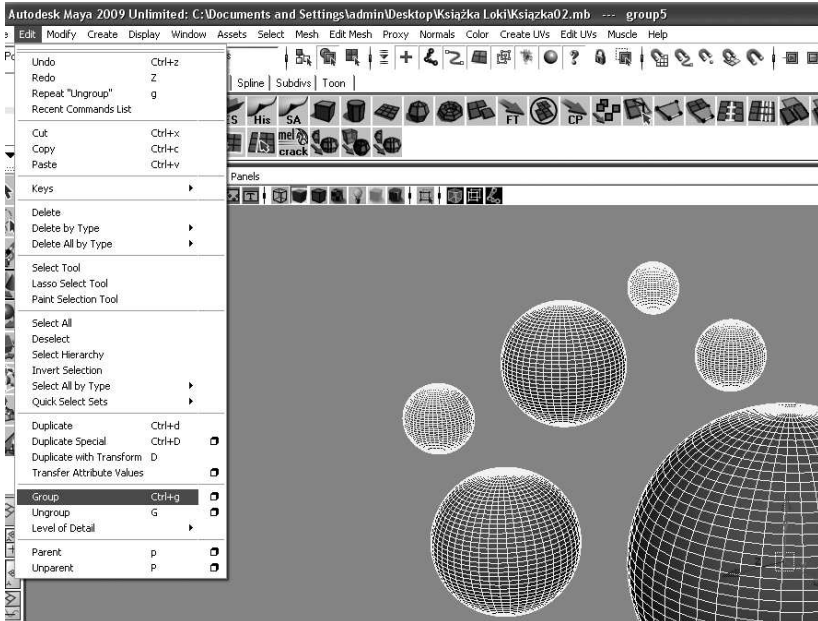
Grupowanie obiektów

Grupowanie to łączenie ze sobą obiektów w tak zwane grupy transformacji - pozwala selekcjonować i transformować zbiory obiektów tak jak pojedynczy



Rysunek 3.24. Ciąg duplikatów utworzony funkcją Duplicate with Transform

obiekt. Grupowania używamy najczęściej w sytuacji, kiedy w scenie chcemy zaznaczyć i przemieścić większą liczbę obiektów z jednego miejsca w drugie, ale nie chcemy scalać tych obiektów w pojedynczą siatkę. Co ważne, po późniejszym rozdzieleniu grupy wszystkie nazwy obiektów, unikane transformacje itd. pozostają zachowane. Aby wykonać operację grupowania, musimy zaznaczyć obiekty, a następnie wybrać z górnego menu *Edit > Group*, wtedy to zaznaczone obiekty zostaną złączone w jedną grupę (rysunek 3.25).

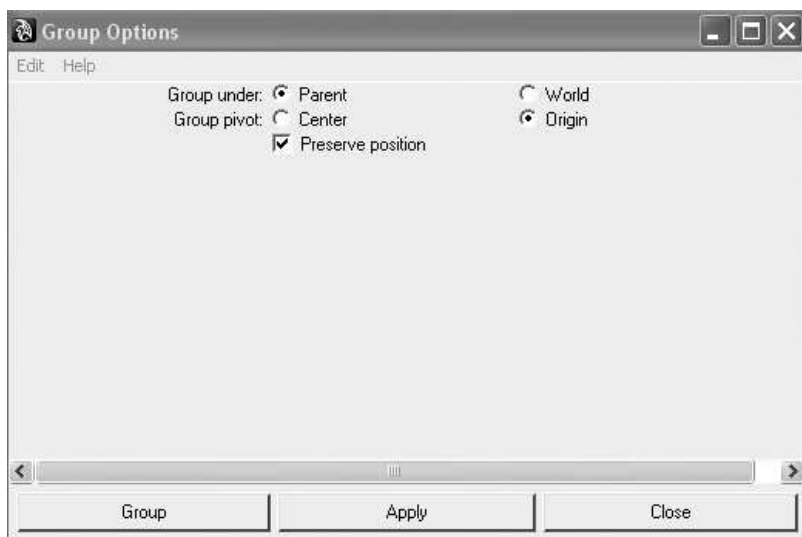


Rysunek 3.25. Grupowanie obiektów

Aby rozdzielić grupę obiektów, należy użyć funkcji *Edit > Ungroup* albo kliknąć na dowolny obiekt, który nie był zgrupowany, wtedy pozostałe obiekty rozłączą się automatycznie.

W oknie z ustawieniami grupowania możemy również określić opcje układu współrzędnych grupy i hierarchii (rysunek 3.26):

- *Group under: Parent* - grupowanie obiekty będą w hierarchii zawsze jedną podgrupą;
- *Group under: World* - grupowanie obiekty będą w hierarchii zawsze nową grupą;
- *Group pivot: Center* - środek transformacji zgrupowanych obiektów będzie umiejscowiony w środku grupy;
- *Group pivot: Origin* - środek transformacji obiektów będzie umiejscowiony w środku układu współrzędnych świata;
- *Preserve position* - zachowuje lub modyfikuje pozycje obiektów względem osi świata.



Rysunek 3.26. Grupowanie obiektów

Modelowanie prostych obiektów w oparciu o predefiniowane bryły geometryczne

Wstęp

Najbardziej podstawową metodą modelowania jest wykorzystanie dostępnych w Mayi brył parametrycznych, z których można składać różnego rodzaju obiekty. Zanim sięgniemy po bardziej zaawansowane narzędzia, warto przyjrzeć się możliwościom płynącym z dostępnych w programie predefiniowanych siatek o różnych kształtach.

4.1 Bryły podstawowe

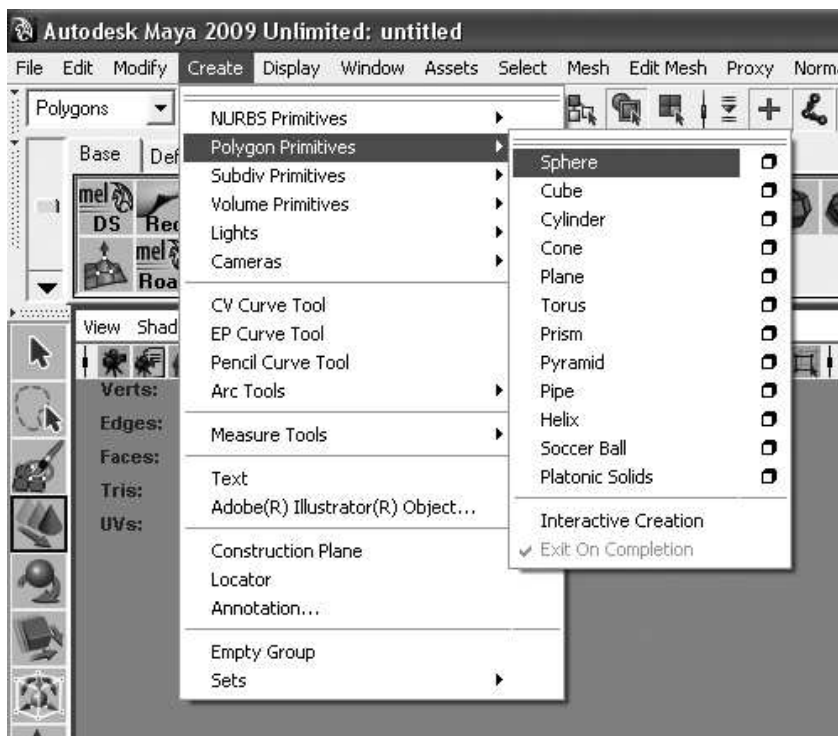
Wszystkie niezbędne bryły podstawowe, z których będziemy korzystać, znajdziemy w menu *Create > Polygon Primitives* (rysunek 4.1). Każdą z tych brył, po wybraniu odpowiedniego polecenia w menu *Create*, tworzymy, przeciągając (zazwyczaj kilkakrotnie) w oknie widokowym programu, aby zdefiniować poszczególne wymiary danej siatki.

W swoich podstawowych formach bryły Polygon Primitives wyglądają jak na rysunkach 4.2-4.4.

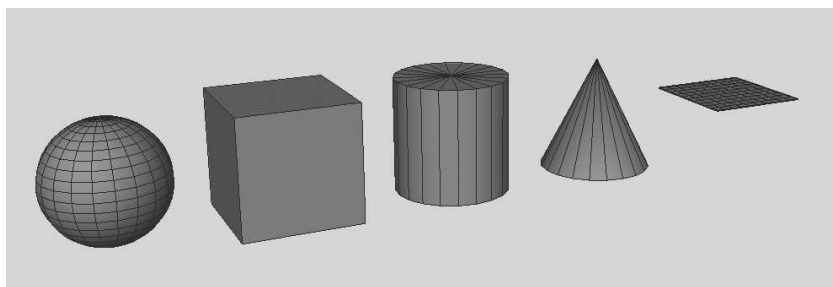
Warto nadmienić, iż mały czarny kwadracik przy nazwach obiektów to jest skrót do okna z opcjami bryły, klikając na niego, możemy jeszcze przed stworzeniem obiektu określić z ilu ścianek ma się składać lub ile ma mieć podziałów w pionie i poziomie, jakie mają być rozmiary itd. Parametry te są różne dla poszczególnych obiektów, na przykład dla sfery (obektu Sphere) zestaw dostępnych atrybutów widoczny jest na rysunku 4.5b.

4.1.1 Przykłady modeli tworzonych w oparciu o bryły podstawowe

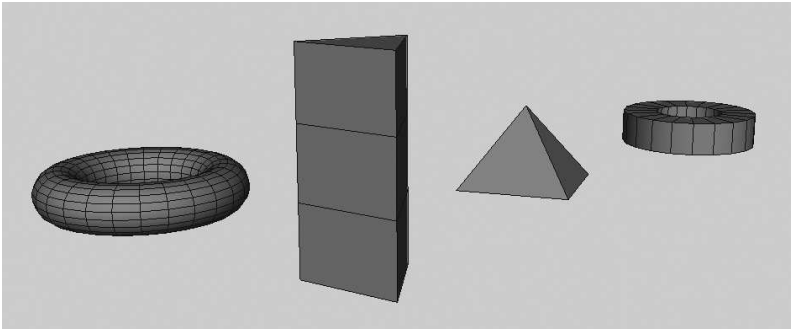
Tworząc kilka brył podstawowych oraz odpowiednio dobierając ich parametry, możemy utworzyć wiele różnego rodzaju kombinacji dających w rezultacie złożone modele obiektów. Poniżej przedstawiamy przykłady takich modeli.



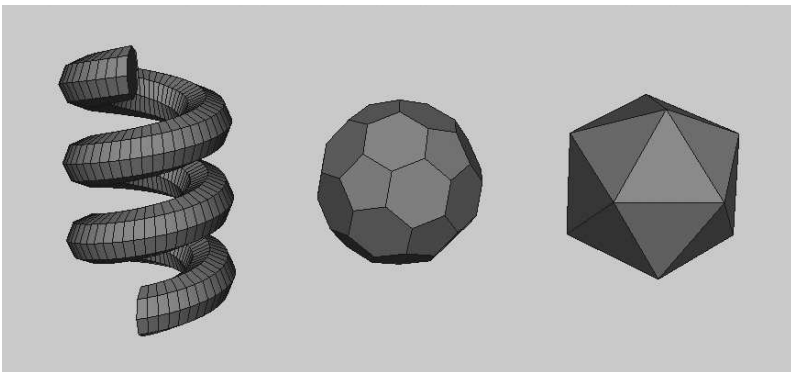
Rysunek 4.1. Menu Create > Polygon Primitives



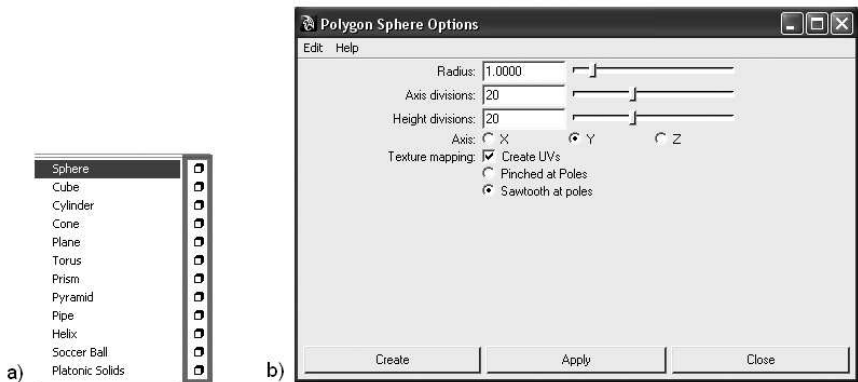
Rysunek 4.2. Od lewej - Sphere; Cube; Cylinder; Cone; Plane



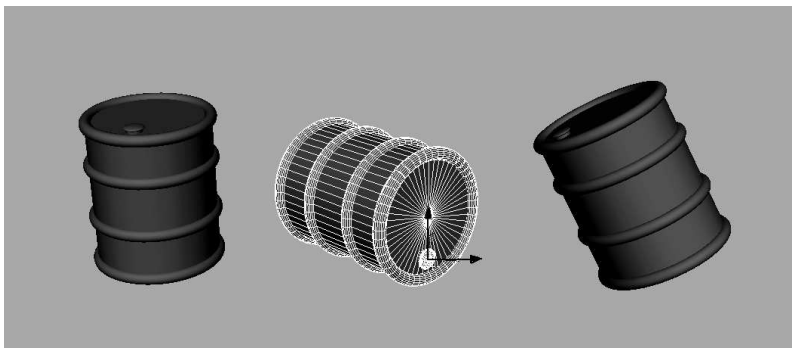
Rysunek 4.3. Od lewej - Torus; Prism; Piramid; Pipe



Rysunek 4.4. Od lewej - Helix; Soccer Ball; Platonic Solids



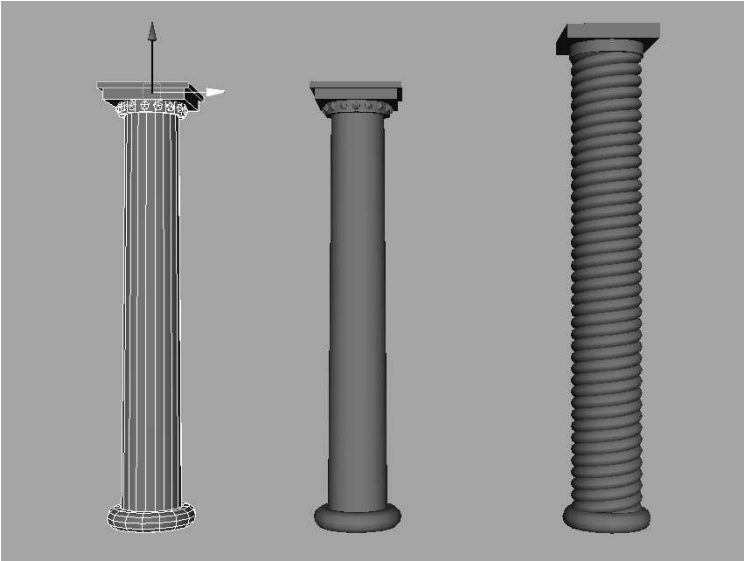
Rysunek 4.5. a) Skróty do okna z opcjami obiektów b) Opcje tworzenia obiektu Sphere



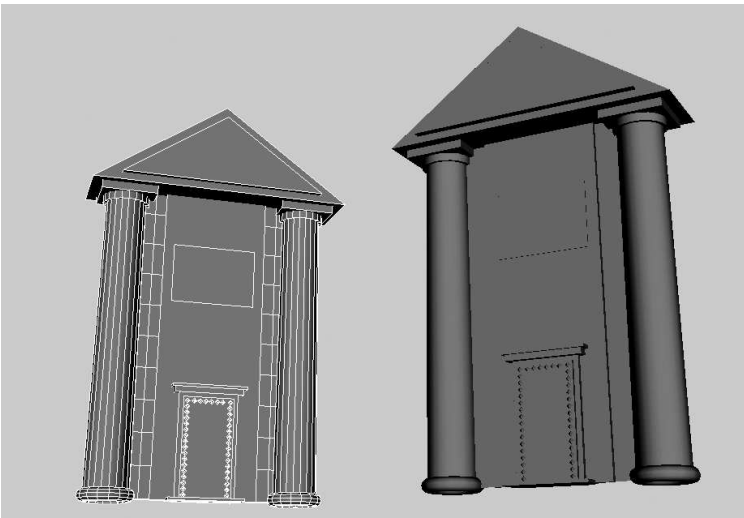
Rysunek 4.6. Model beczki powstały z połączenia brył Torus, Cylinder i Sphere



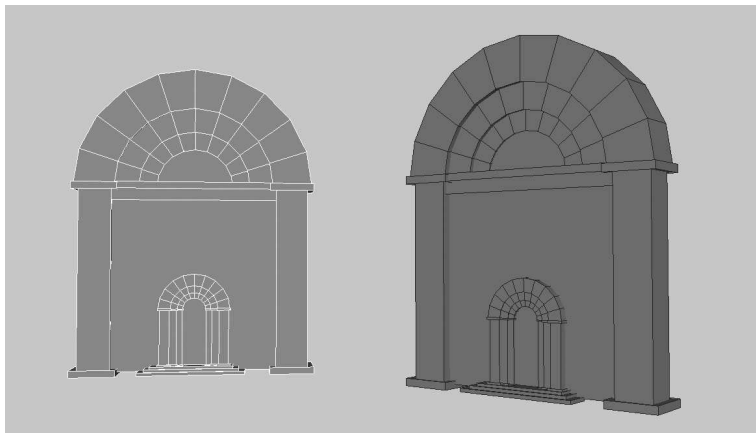
Rysunek 4.7. Model latarni powstały z połączenia brył Torus, Cylinder, Sphere i Cone



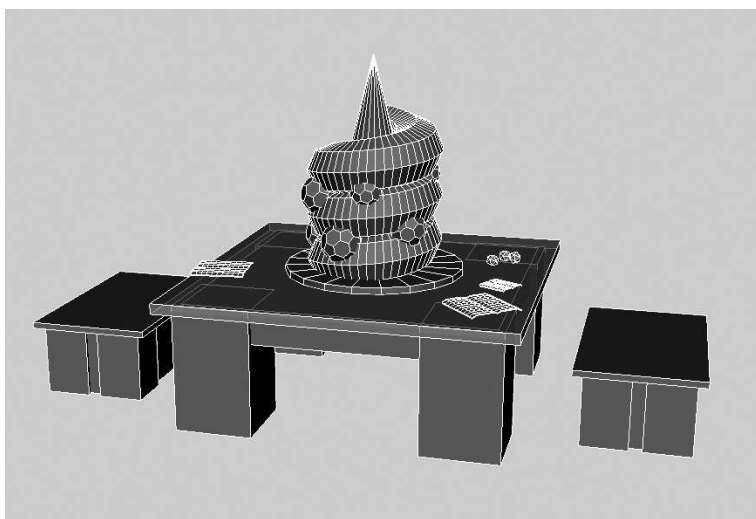
Rysunek 4.8. Modele kolumn powstałe z połączenia brył Torus, Cylinder, Cube i Platonic Solids. Trzecia kolumna wykorzystuje bryłę Helix jako trzon



Rysunek 4.9. Model portalu w stylu rzymskim zbudowany z brył Cube, Piramid, Torus, Plane, Cylinder oraz Prism w trójkątym zwieńczeniu tympanonu



Rysunek 4.10. Model portalu w stylu romańskim zbudowany z brył Pipe i Cube



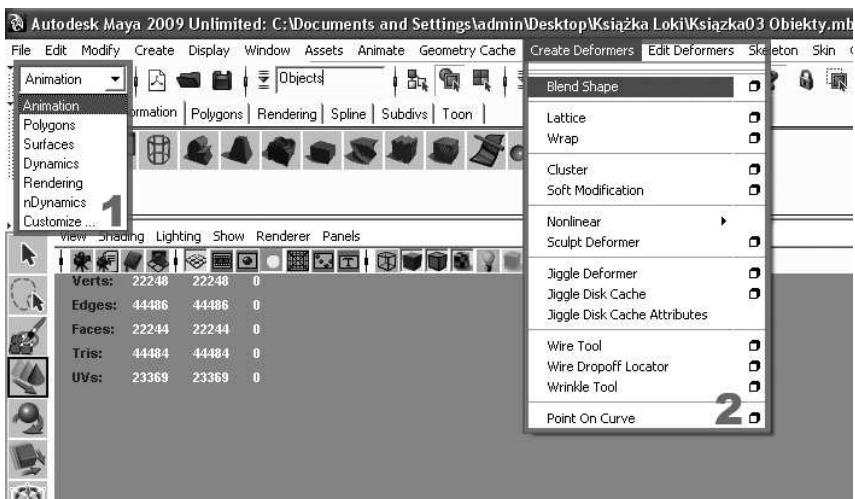
Rysunek 4.11. Model stolika oraz krzeseł z brył Cube, na blacie stołu znajdują się gazety wymodelowane z brył typu Plane oraz kości z brył Platonic Solid. Futurystyczna rzeźba znajdująca się w centrum zbudowana jest z brył Pipe, Soccer Ball, Cone oraz Helix



Rysunek 4.12. Model Okna zbudowany z brył Cube, Torus, Cylinder i Plane

4.2 Deformacje

Deformacje są operacjami, które przeprowadzamy na bryłach w celu edycji ich kształtu - wyginanie, skręcanie, zważanie itp. Aby dostać się do menu deformacji, najpierw musimy przełączyć układ menu w tryb narzędzi animacyjnych (rysunek 4.13), a następnie, korzystając z narzędzi znajdujących się w menu Create Deformers, możemy deformować modele.



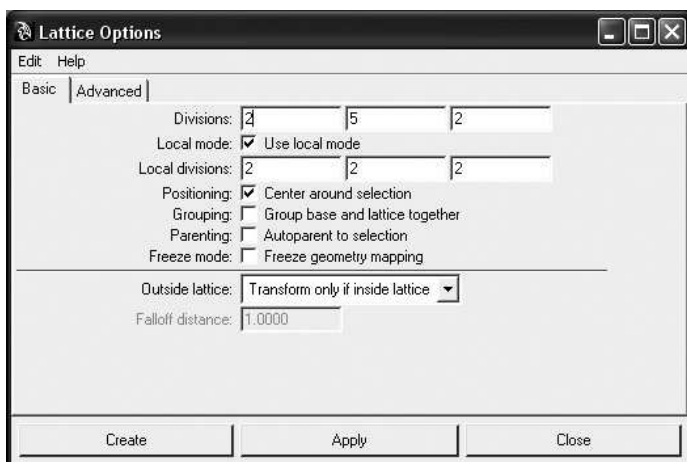
Rysunek 4.13. Układ menu Animation oraz menu Create Deformers

4.2.1 Kratownica (Lattice)

Aby użyć deformacji bazującej na kratownicy, z górnego menu *Create Deformers* wybieramy polecenie *Lattice* (rysunek 4.14). Ta deformacja stworzy naokoło obiektu specjalną kratownicę w kształcie prostopadłościanu, która odpowiada za odkształcanie obiektu. Podczas tworzenia kratownicy możemy w oknie dialogowym z parametrami deformacji (rysunek 4.15) określić liczbę podziałów kratownicy (Divisions) w osiach X, Y, Z. Ma to znaczący wpływ na operacje deformacji, ponieważ w celu odkształcenia obiektu posługujemy się węzłami kratownicy, które ulokowane są w wierzchołkach segmentów.



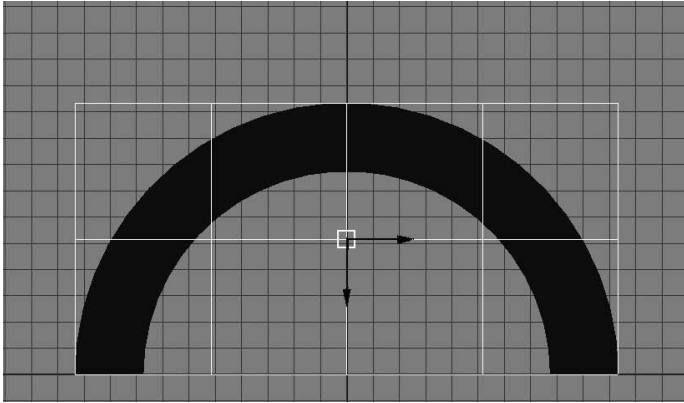
Rysunek 4.14. Wybór *Lattice* z górnego menu *Create Deformers*. Poniżej luk półkolisty, który będziemy deformować



Rysunek 4.15. Opcje deformacji *Lattice*

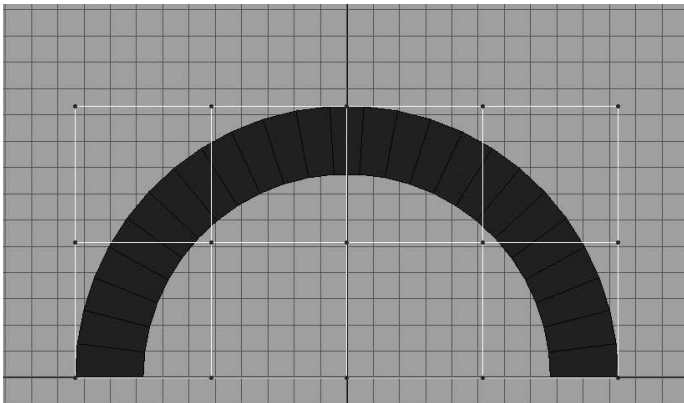
Aby przeprowadzić deformację przykładowego obiektu, wykonaj następujące czynności:

1. Zaznacz obiekt, a następnie wybierz deformację Lattice z górnego menu *Create Deformers*. Powinieneś ujrzeć wokół obiektu kratownicę podobną do tej z rysunku 4.16.



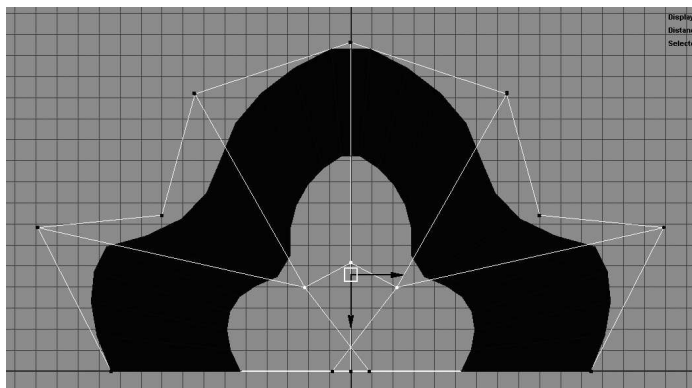
Rysunek 4.16. Kratownica deformacji Lattice utworzona wokół edytowanego obiektu

2. Aby wejść w tryb deformacji, musimy przytrzymać prawy klawisz myszy i z podręcznego menu wybrać *Lattice Point* - wtedy będziemy mogli zaznaczać i przesuwać punkty na kratownicy i tym samym deformować nasz obiekt (rysunek 4.17).

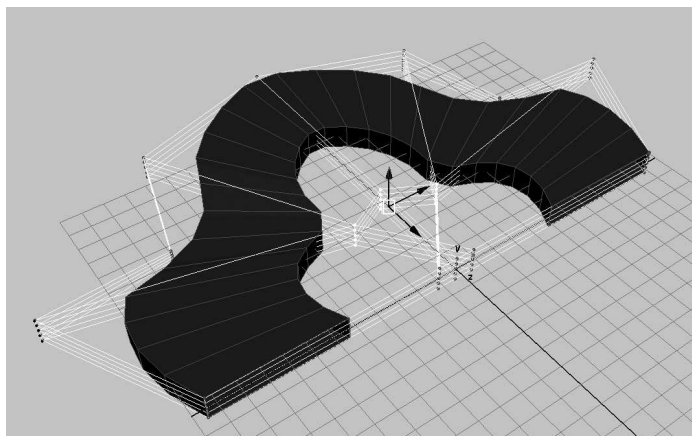


Rysunek 4.17. Kratownica w trybie edycji węzłów kontrolnych (*Lattice Point*)

- Operując węzłami kontrolnymi (*Lattice Point*), możemy dowolnie deformować obiekt. Spróbuj przesuwać, skalować i rozciągać punkty na kratownicy, nadając modelowi pożądany kształt. W ten sposób możemy zmienić całkowicie wygląd modelu (rysunki 4.18 i 4.19).

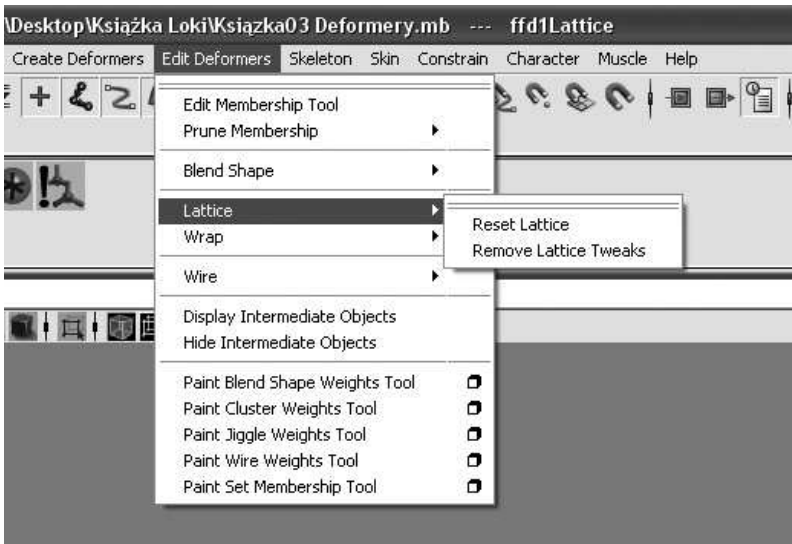


Rysunek 4.18. Model poddany deformacji przy użyciu kratownicy Lattice



Rysunek 4.19. Model poddany deformacji przy użyciu kratownicy Lattice w widoku perspektywicznym

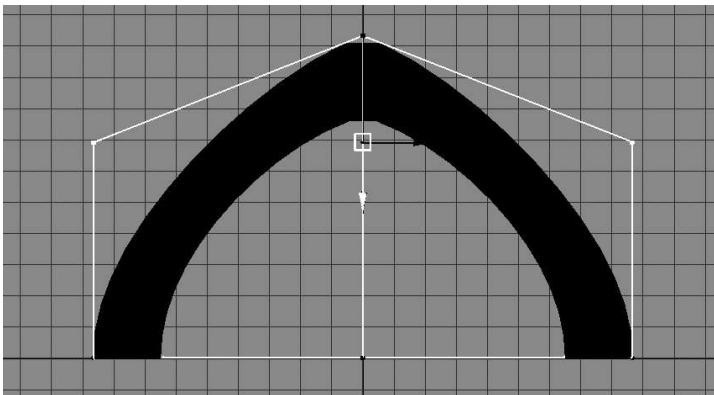
- Jeśli chcemy zmienić liczbę podziałów kratownicy lub cofnąć się do stanu sprzed deformacji, musimy udać się do menu *Edit Deformers* i w podmenu *Lattice* wybrać polecenie *Reset Lattice* (cofa zmiany podziałów kratownicy) lub *Remove Lattice Tweaks* (cofa edycję węzłów kontrolnych *Lattice Points*).



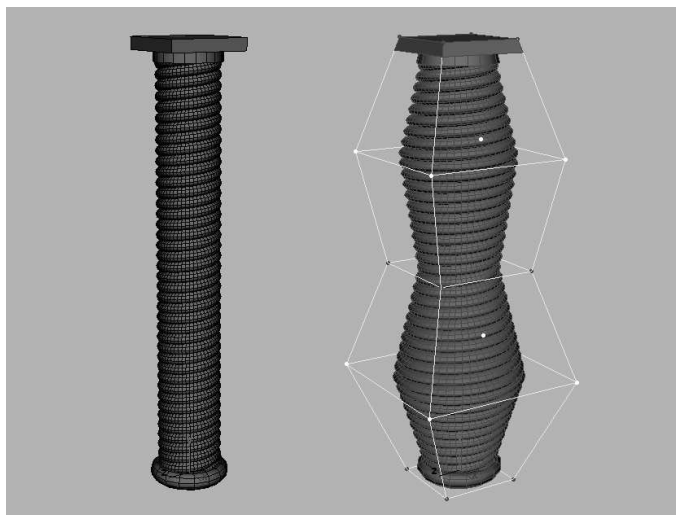
Rysunek 4.20. Funkcje Reset Lattice i Remove Lattice Tweaks pozwalają cofnąć obiekt lub kratownicę do stanu sprzed deformacji

Poniższe rysunki przedstawiają inne przykłady deformacji opartych na kratownicach.

Dzięki kratownicy możemy między innymi: wyostrzyć kształt łuku półkołowego (rysunek 4.21), możemy zmienić kształt trzonu kolumny, jak również jej wysokość, szerokość, rozmiar całkowity itd. (rysunek 4.22).



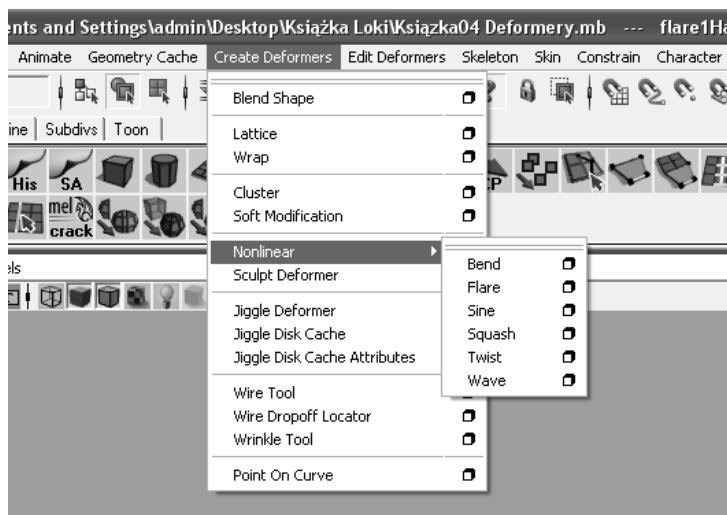
Rysunek 4.21. Model poddany deformacji przy użyciu kratownicy Lattice



Rysunek 4.22. Model poddany deformacji przy użyciu kratownicy Lattice

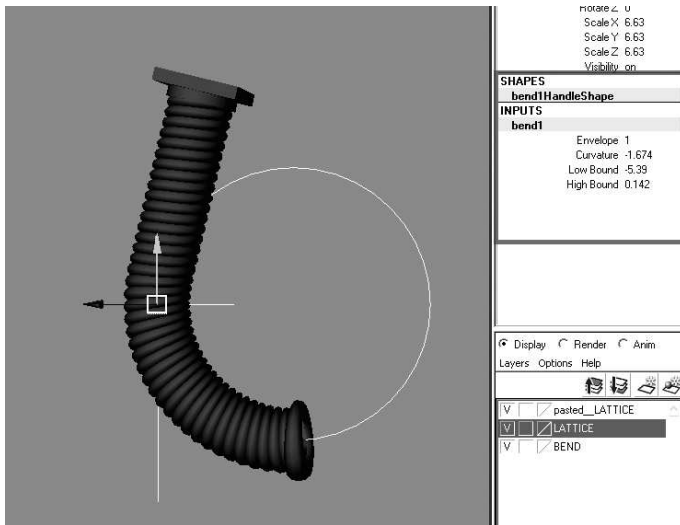
4.2.2 Deformacje nieliniowe (Nonlinear)

Nonlinear to grupa deformacji, która pozwala odkształcać bryły symetrycznie lub asymetrycznie. Deformacje Nonlinear to sześć funkcji, z których każda deformuje modele w charakterystyczny dla siebie sposób (rysunek 4.23).



Rysunek 4.23. Menu deformacji Nonlinear

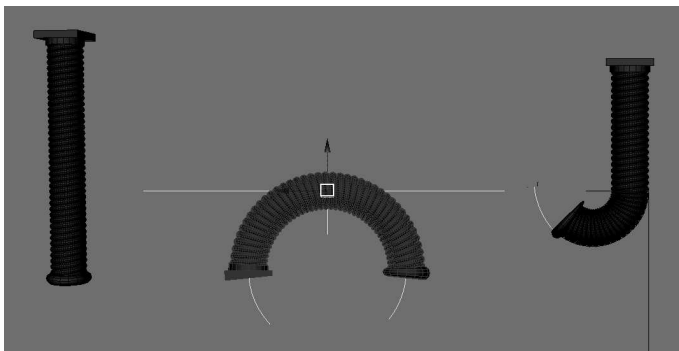
Aby dokonać deformacji, musimy wpieryw zaznaczyć obiekt, a następnie wybrać odpowiednią funkcję z menu Nonlinear, np. Bend. Należy też pamiętać, iż po nałożeniu deformacji na obiekt możemy lub wręcz powinniśmy dokonać edycji parametrów w panelu po prawej stronie ekranu.



Rysunek 4.24. Parametry deformacji Bend (wyróżnione ramką)

Wyginanie (Bend)

Bend to deformacja, która wygina modele siatek, bazując na łuku krzywej (rysunek 4.24). W parametrach deformacji możemy określić wielkość okręgu wyznaczającego krzywiznę łuku, kąt zagięcia oraz górną i dolną granicę deforma-

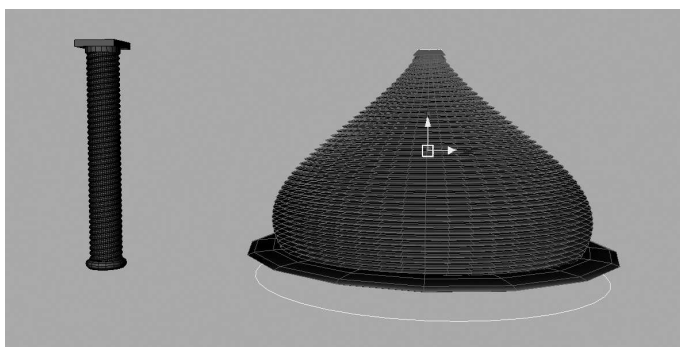


Rysunek 4.25. Bend - obiekt pierwotny po lewej, przykład deformacji po prawej

cji. Możemy także obracać, skalować i przemieszczać samą krzywą, która odkształca model. Najczęściej Bend używany jest do kształtowania łuków półkolistych z wcześniej przygotowanych szczegółowych siatek.

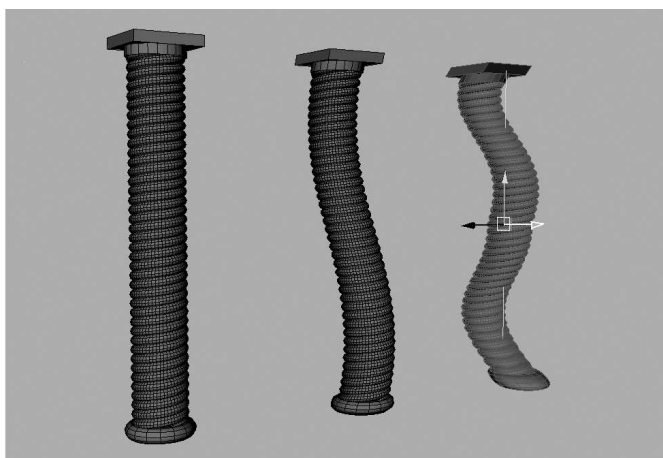
Rozszerzanie (Flare)

Flare to deformacja odpowiedzialna za rozszerzanie obiektu w pionie i poziomie. Podobnie jak w Bend, można tu obracać, skalować oraz przemieszczać samą krzywą Flare, która odkształca model. Flare używany jest na przykład do kształtowania kopuł z wcześniej przygotowanych szczegółowych siatek.



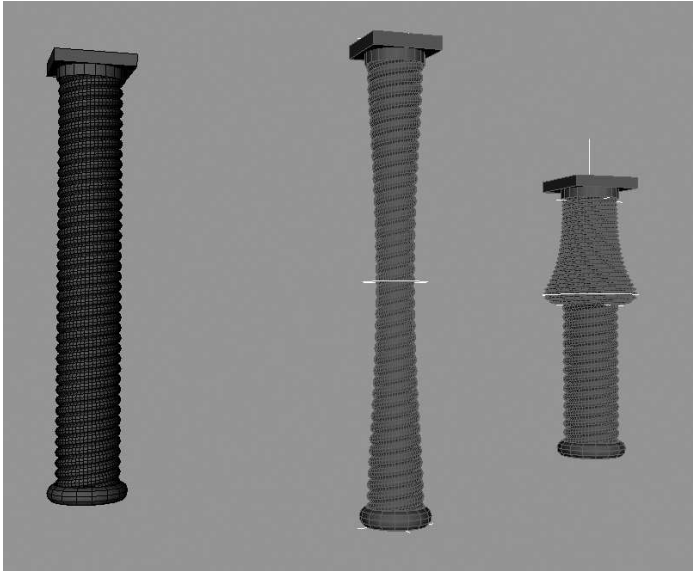
Rysunek 4.26. Flare - oryginalny obiekt po lewej, przykład deformacji po prawej

Deformacja sinusoidalna (Sine)



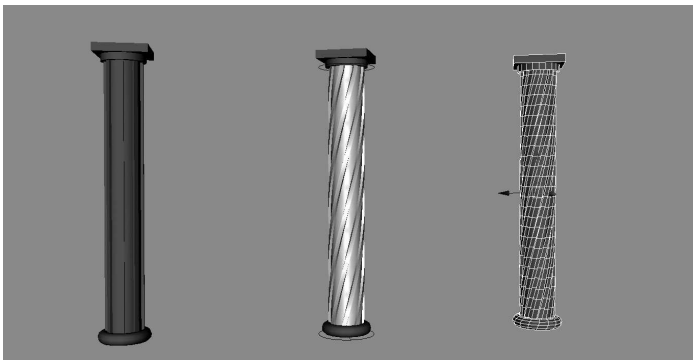
Rysunek 4.27. Sine - po lewej pierwotny obiekt, przykłady deformacji po prawej

Zgniatanie lub zwężanie (Squash)

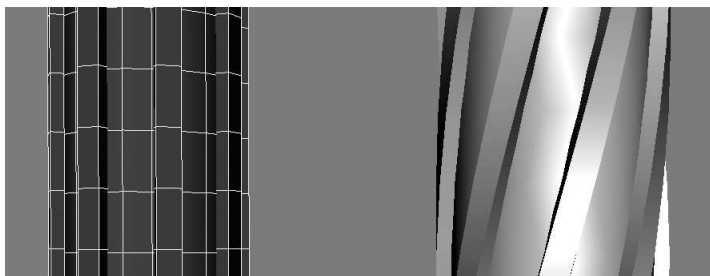


Rysunek 4.28. Squash - po lewej stronie obiekt pierwotny, przykłady deformacji po prawej

Skręcanie (Twist)



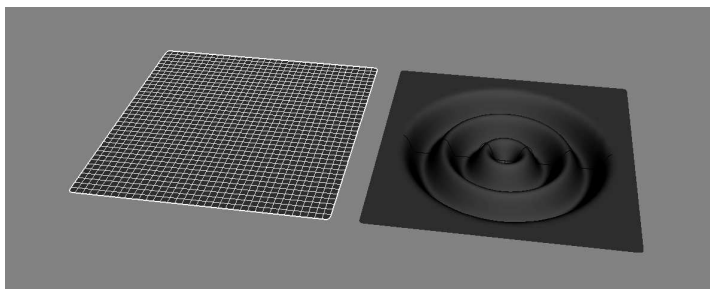
Rysunek 4.29. Twist - po lewej stronie obiekt pierwotny, przykłady deformacji po prawej



Rysunek 4.30. Twist, zbliżenia na szczegóły obiektu przed i po deformacji

Falowanie (Wave)

Wave to deformacja symulująca rozchodzenie się fal po tafli wody.



Rysunek 4.31. Wave - po lewej stronie obiekt pierwotny, przykładowa deformacja po prawej

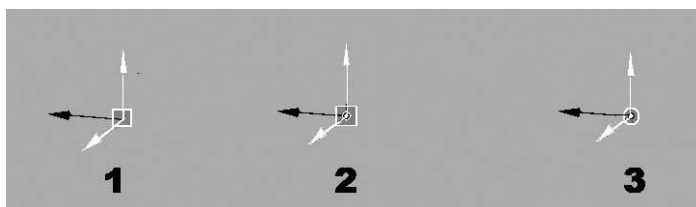
4.3 Zaawansowane transformacje

4.3.1 Środek transformacji obiektu (pivot point)

Środek transformacji (pivot point) to przypisany do każdego obiektu punkt w przestrzeni 3D, który określa układ współrzędnych wszelkich transformacji wykonywanych na modelu. Od położenia środka transformacji zależy to, w jaki sposób obiekt jest przesuwany, skalowany lub obracany.

Podczas operacji grupowania obiektów środek transformacji lokowany jest zawsze w środku globalnego układu współrzędnych sceny (0,0,0). Aby sprawdzić, gdzie znajduje się środek transformacji obiektu, należy zaznaczyć model oraz nacisnąć jeden z klawiszy włączających transformacje (W - przesunięcie, E - obrót, R - skalowanie), co wyświetli ikonę układu współrzędnych naszego obiektu, charakterystyczną dla danego typu transformacji (rysunek 4.32 - 1).

Jeśli chcemy zmienić ustawienie środka transformacji obiektu, naciskamy klawisz INSERT (rysunek 4.32 - 2), a następnie korzystając z myszki, przemieszczamy układ współrzędnych w inne miejsce. Aby zakończyć operację wciśkamy powtórnie klawisz INSERT. Można również zaznaczyć model, a następnie przytrzymać klawisz D, który włącza interaktywne przesuwanie środka transformacji. Dodatkowo możemy również przyciągać środek transformacji do określonych punktów w scenie (rysunek 4.32 - 3). Przytrzymując klawisze X (przyciąganie do siatki konstrukcyjnej), C (przyciąganie do krawędzi), V (przyciąganie do wierzchołków obiektów).



Rysunek 4.32. Wizualizacja środka transformacji (pivot point) w różnych trybach pracy

4.3.2 Scalanie obiektów (Combine)

Scalanie to łączenie dwóch lub kilku obiektów ściankowych w jeden. W ten sposób tworzymy nowy obiekt, któremu zostaje automatycznie nadana unikalna nazwa. Topologia siatki połączonych obiektów pozostaje bez zmian. Aby dokonywać swobodnej edycji modelu złożonego z kilku obiektów, dobrze jest je wpięrow scalić, czyli złączyć w jeden obiekt, który wygodniej jest edytować na poziomie wierzchołków albo krawędzi. Aby dokonać operacji scalania, musimy najpierw zaznaczyć dwa lub więcej obiektów, a następnie wybrać z górnego menu polecenie Mesh > Combine (rysunek 4.33).



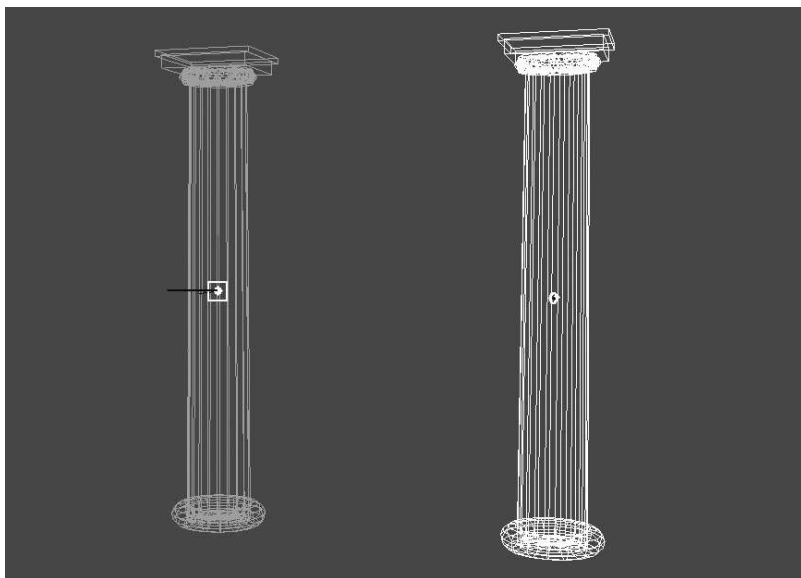
Rysunek 4.33. Polecenie (*Mesh > Combine*)

Przykładowa operacja scalania obiektów wygląda następująco:

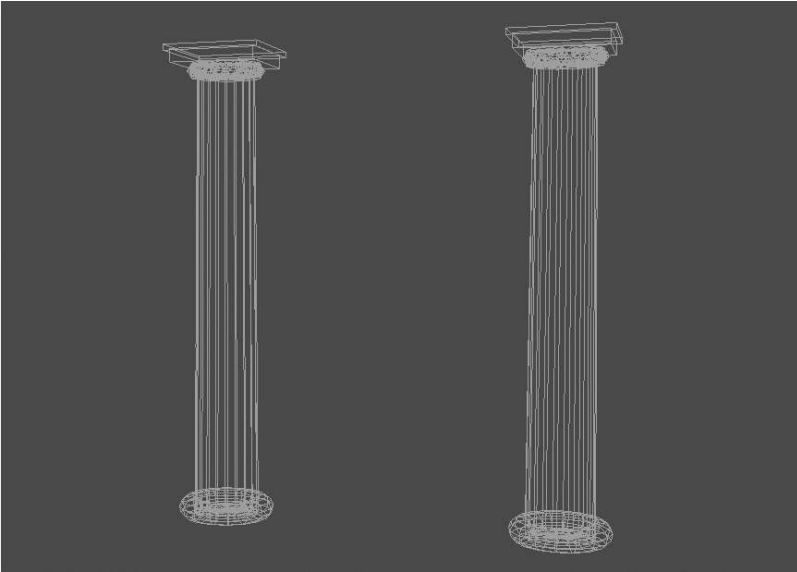
1. Zaznacz równocześnie dwa obiekty (lub większą liczbę) które chcesz scalić. Po zaznaczeniu można zauważyć, że obiekty są od siebie niezależne, gdy mają dwa osobne środki transformacji (rysunek 4.34).
2. Następnie wybierz z górnego menu polecenie *Mesh > Combine*.
3. Po wykonaniu polecenia *Combine* dwa obiekty stały się pojedynczą siatką (rysunek 4.35).
4. Ponieważ operacja *Combine* umieszcza środek transformacji nowej siatki w punkcie (0,0,0), dobrze jest wycentrować go, korzystając z polecenia *Modify > Center Pivot* (rysunek 4.36).
5. Po wykonaniu powyższej operacji środek transformacji (*pivot point*) zostanie wycentrowany względem nowego obiektu.

4.3.3 Rozdzielanie obiektów (*Separate* i *Extract*)

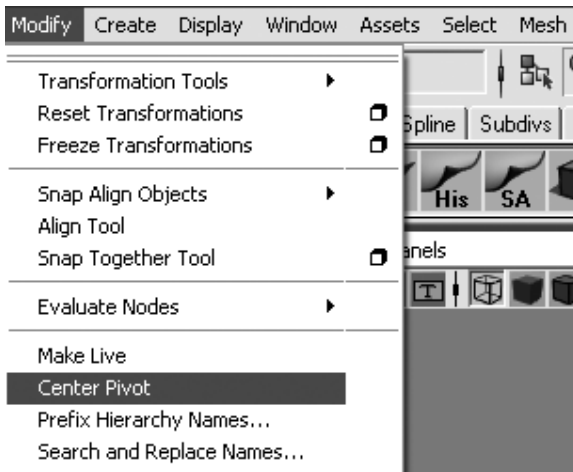
Separate - w każdej chwili możemy rozdzielić scalone obiekty na ich elementy składowe. Aby tego dokonać, należy zaznaczyć obiekt i wybrać polecenie *Mesh > Separate*. Musimy pamiętać, iż po operacji *Separate* każdy element stanie się samodzielnym modelem, z własnym środkiem transformacji, nazwą, miejscem w hierarchii obiektów itd.



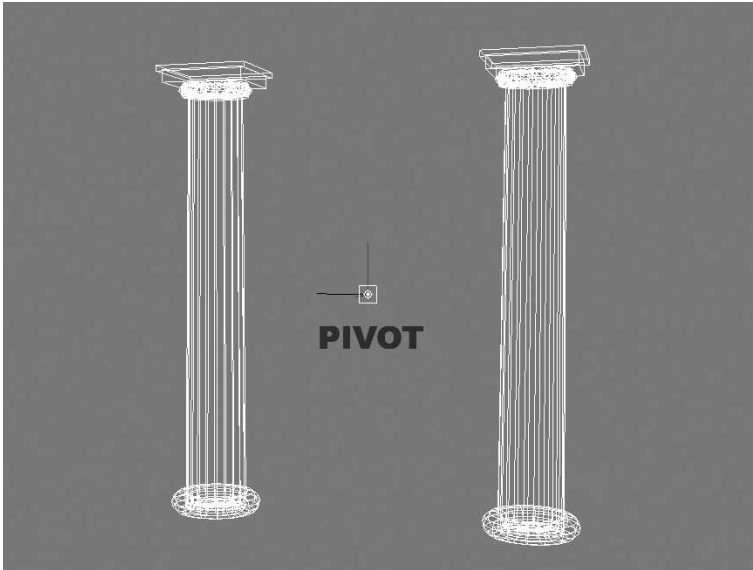
Rysunek 4.34. Zaznaczone obiekty do scalenia, przy każdym widoczny jest jego środek transformacji



Rysunek 4.35. Obiekty scalone poleceniem *Mesh > Combine*

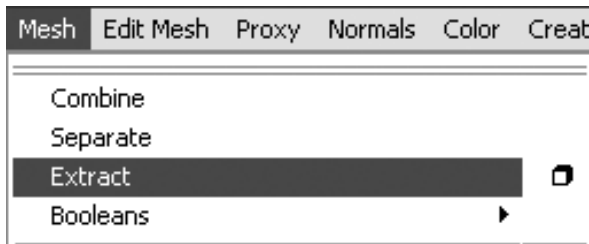


Rysunek 4.36. Polecenie *Modify > Center Pivot*



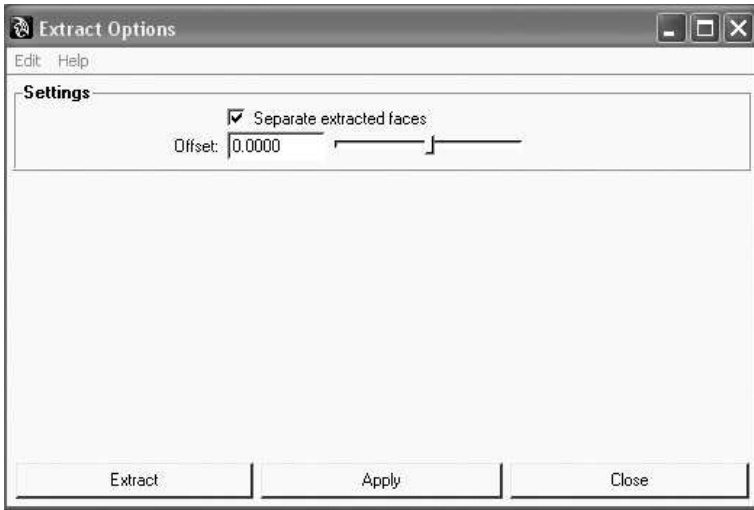
Rysunek 4.37. Efekt centrowania środka transformacji

Extract - jeśli ze scalonego obiektu chcemy oddzielić zaznaczoną ściankę lub kilka ścianek, pozostawiając oryginalny model bez zmian (czyli jako połączenie kilku modeli), to musimy posłużyć się funkcją *Extract* - czyli ekstrakcją. Aby wykonać operację ekstrakcji ścianek, musimy najpierw zaznaczyć obiekt, następnie przejść do edycji ścianek (klawisz F11), zaznaczyć odpowiednie ścianki i wybrać z górnego menu polecenie *Mesh > Extract*.

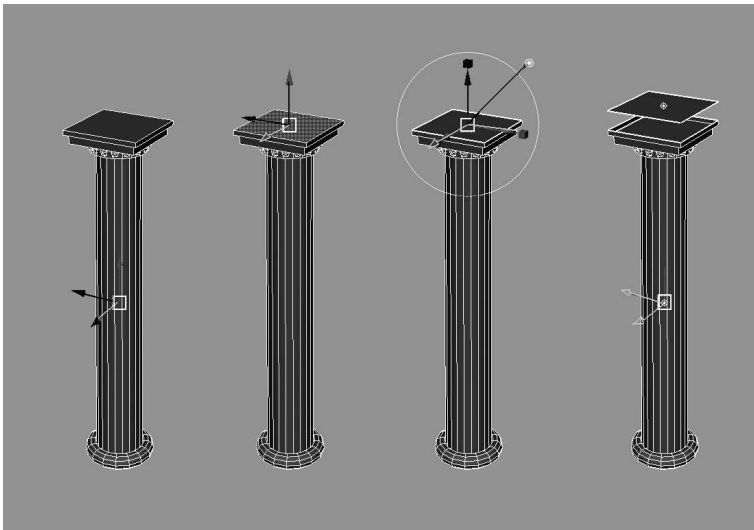


Rysunek 4.38. Polecenie *Mesh > Extract*

Klikając ikonkę sześcianu obok polecenia *Extract*, możemy określić przesunięcie (*Offset*) odłączanych ścianek względem pierwotnej siatki. Jeśli pozostawimy wartość parametru *Offset* na 0.00, ścianki pozostaną w początkowej pozycji. Odłączona ścianka (ścianki) staje się automatycznie samodzielnym obiektem w hierarchii i przyjmuje własną nazwę, środek transformacji itd.



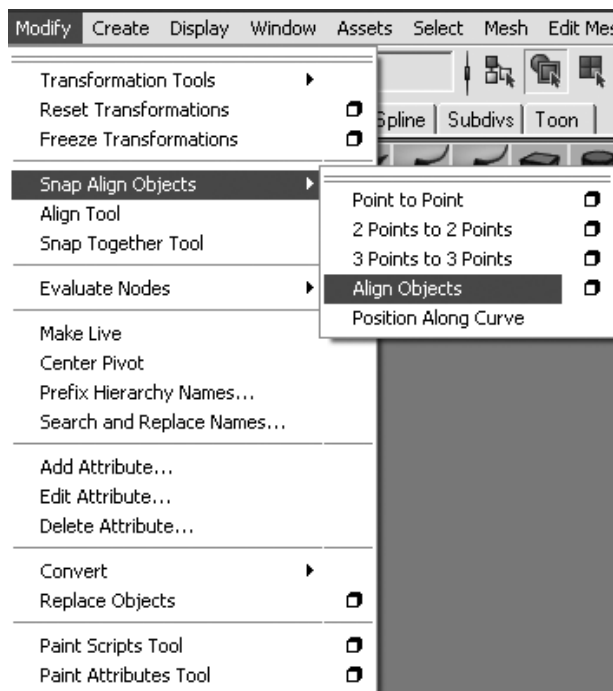
Rysunek 4.39. Opcje funkcji Extract



Rysunek 4.40. Operacja Extract krok po kroku

4.3.4 Wyrównywanie obiektów (Align Objects)

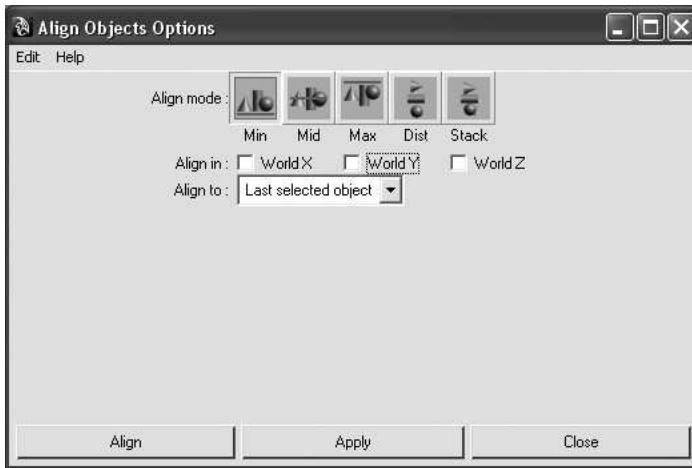
Align Objects jest narzędziem służącym do wyrównywania modeli lub orientowania ich względem określonej osi. Narzędzie to przydaje się najczęściej, gdy chcemy uszeregować dużą grupę obiektów rozmieszczonych w różnych miejscach sceny lub na różnych wysokościach. By wykonać operację *Align* musimy zaznaczyć grupę modeli, a następnie wybrać z górnego menu polecenie *Modify > Snap Align Objects > Align Objects* (rysunek 4.41). Zazwyczaj chcemy ustawić dokładne opcje wyrównywania, więc najlepiej jest od razu kliknąć ikonę sześciianu obok tego polecenia w menu (rysunek 4.42).



Rysunek 4.41. Polecenie Align Objects

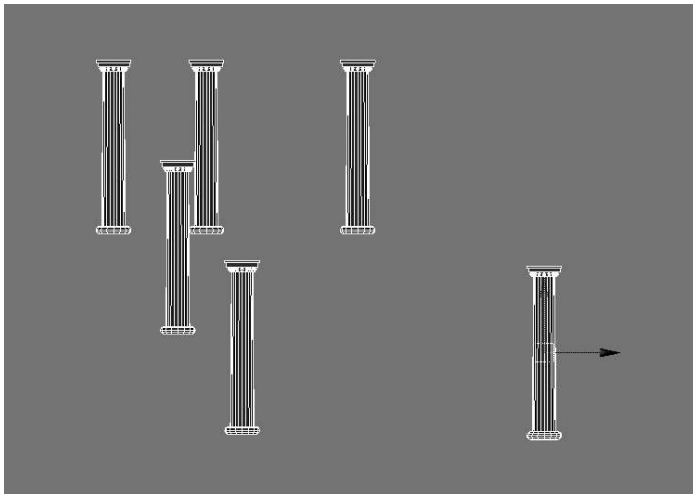
W opcjach narzędzia *Align* (rysunek 4.42) możemy określić tryb wyrównywania (*Align Mode*), czyli wyrównywanie do minimum, maksimum lub według odległości. Opcje z grupy *Align In* określają osie wyrównywania (X, Y, Z). Opcja *Align to* decyduje, czy wyrównywanie odbywa się względem środka zaznaczonych obiektów (*Selection average*) czy ostatniego zaznaczonego obiektu (*Last selected objects*).

Aby przyswoić sobie działanie narzędzia *Align*, prześledź poniższy przykład.



Rysunek 4.42. Opcje narzędzia Align Objects

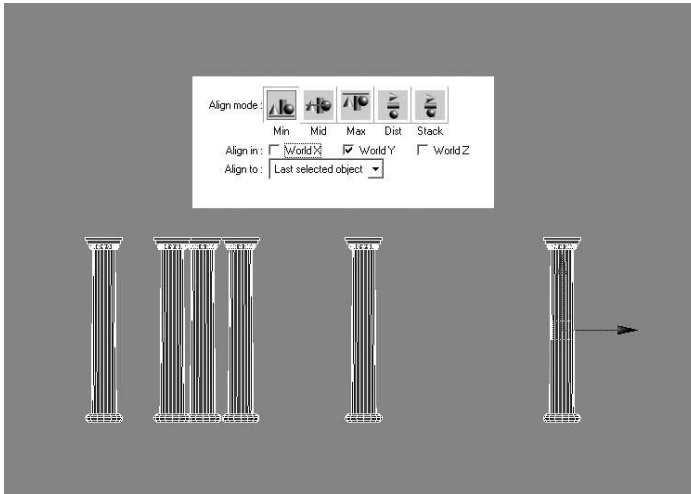
1. Poniżej mamy zbiór chaotycznie rozmieszczonych brył, które chcielibyśmy uszeregować i wyrównać. Musimy je najpierw wszystkie zaznaczyć (rysunek 4.43).



Rysunek 4.43. Zaznaczone obiekty do wyrównania

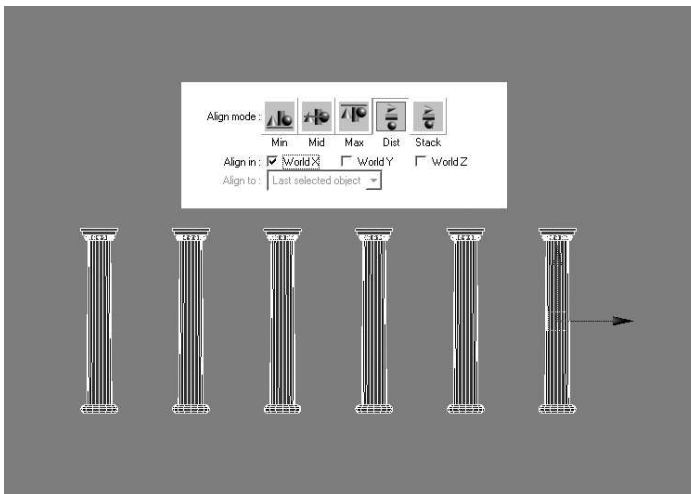
2. Jeśli w oknie opcji narzędzia *Align Objects* zaznaczymy *World Y* w polu *Align In* i włączymy ikonę *Min* w polu *Align mode*, a następnie klikniemy

przycisk *Apply*, to nasze obiekty zostaną wyrównane dolnymi krawędziami w osi Y (rysunek 4.44).



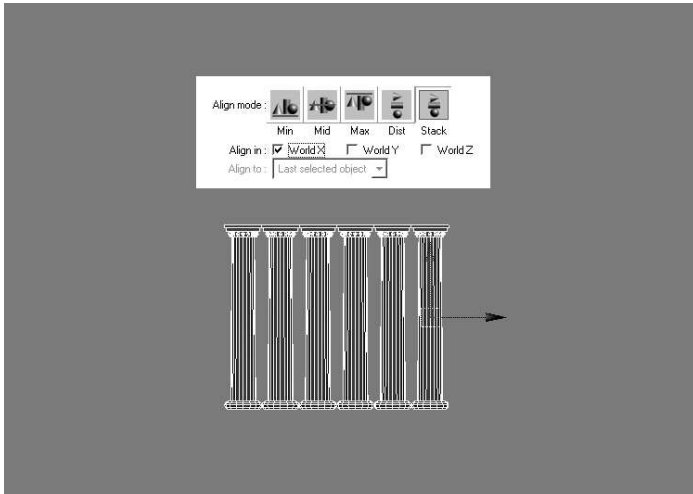
Rysunek 4.44. Wyrównanie obiektów względem osi Y

3. Teraz jeśli włączymy *World X* oraz *Dist* i klikniemy *Apply*, to obiekty zostaną rozstawione równomiernie w określonym w osi X (rysunek 4.45)



Rysunek 4.45. Równomierne rozstawienie obiektów względem osi X

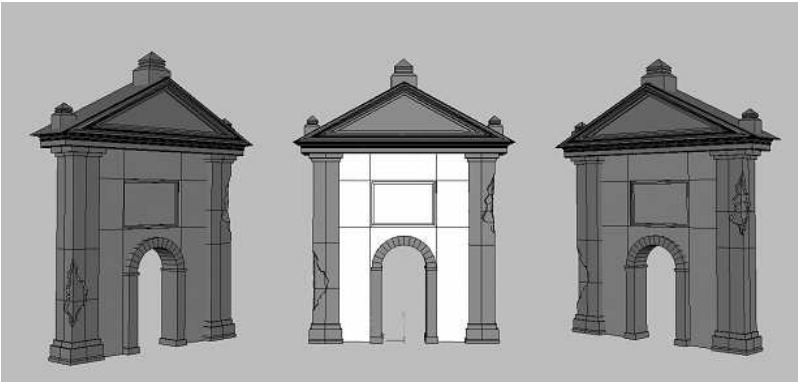
4. Dodatkowo możemy zsunąć obiekty ze sobą krawędziami, używając funkcji *Stack* w polu *Align mode* (rysunek 4.46).



Rysunek 4.46. Obiekty przysunięte do siebie wzdłuż osi X

Modelowanie prostych obiektów ściankowych

5.1 Modelowanie ściankowe



Modelowanie ściankowe zwane też poly-modelingiem (słowo pochodzi z języka angielskiego, “polygon” znaczy “wielokąt”) jest jedną z podstawowych technik tworzenia trójwymiarowych obiektów w każdym programie 3D. W modelowaniu ściankowym sami określamy położenie każdego z wierzchołków siatki obiektu, a tym samym, sami też definiujemy kształty modelu. Innymi słowy, operując na wierzchołkach, krawędziach i ściankach siatek, swobodnie edytujemy wygląd obiektów. Modelowanie ściankowe jest bardzo popularne ze względu na fakt, iż daje modelarzowi pełną kontrolę nad każdym aspektem obiektu podczas procesu modelowania. Modele ściankowe dzielimy na dwie kategorie:

- 1) Low-poly - czyli obiekty o małej liczbie ścianek, przeznaczone zazwyczaj do gier wideo, prezentacji internetowych lub symulacji fizycznych;
- 2) Hi-poly - czyli modele o dużej liczbie ścianek, gdzie najważniejszym wyznacznikiem jest jakość modelu i zwyczajowo jest on bardzo dokładny. Modele

hi-poly wykorzystuje się najczęściej w przemyśle filmowym i reklamie, specjalne zastosowania mają też w grach wideo.

Podstawą modelowania ściankowego jest umiejętne edytowanie obiektu poprzez operacje na:

- wierzchołkach (ang. *vertices*)
- krawędziach (ang. *edges*)
- ściankach (ang. *polygons*)

Aby dokonać operacji edycyjnych na modelu ściankowym, musimy najpierw zaznaczyć ten model, a potem przejść do edycji wierzchołków (klawisz F9), krawędzi (klawisz F10) lub ścianek (klawisz F11) (rysunek 5.1). Jeśli chcemy wrócić do trybu edycji obiektu jako całości, należy użyć klawisza F8. Odpowiednikami tych skrótów klawiszowych są polecenia dostępne w menu podręcznym, które otwieramy, klikając prawym klawiszem myszy na obiekcie - *Vertex* (edycja wierzchołków), *Edge* (edycja krawędzi), *Face* (edycja ścianek), *Object Mode* (edycja obiektów jako całości).

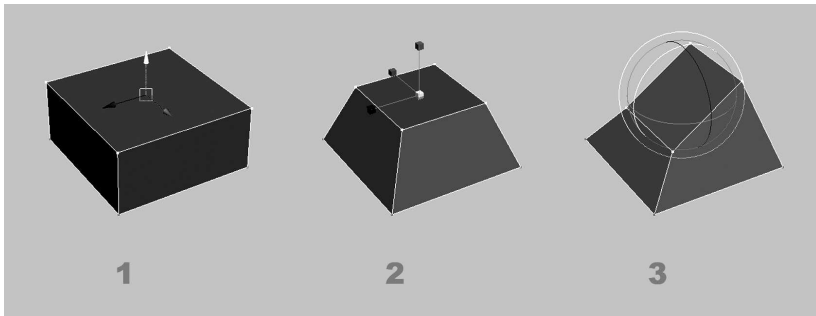


Rysunek 5.1. Tryby edycji: wyselekcjonowanie obiektu (1), edycja wierzchołków (2), edycja krawędzi (3), edycja ścianek (4)

W każdym z trybów edycji można przemieszczać, skalować i obracać odpowiednio wierzchołki, krawędzie lub ścianki (tak samo jak transformujemy całe obiekty) i tym samym modyfikować kształt modelu.

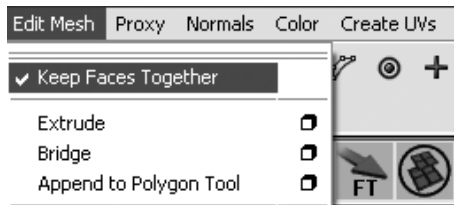
Trzymanie ścianek razem (Keep Faces Together)

Jedną z najważniejszych opcji przy modelowaniu ściankowym jest tzw. “trzymanie ścianek razem”. Opcja ta ma zasadnicze znaczenie przy wytlaczaniu, które jest podstawową techniką modelowania ściankowego i włączenie lub wyłączenie jej wpływa na zachowanie wytlaczanych ścianek. Opcja *Keep Faces Together* decyduje o tym, czy ścianki i krawędzie są interpretowane jako poje-



Rysunek 5.2. Edycja wierzchołków: (1) przemieszczanie, (2) skalowanie, (3) obracanie (3)

dyncza powierzchnia, czy też każda ścianka jest modyfikowana z osobna. Włączyć lub wyłączyć trzymanie ścianek możemy używając polecenia *Edit Mesh > Keep Faces Together* (rysunek 5.3). W zależności od potrzeb, podczas pracy opcje tę raz się włącza, a innym razem wyłącza, co zależne jest od pożądanych rezultatów w danym momencie edycji (rysunek 5.4).

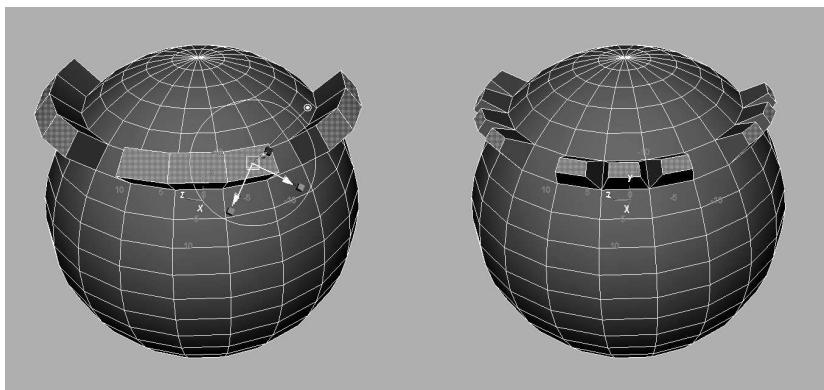


Rysunek 5.3. Opcja Keep Faces Together (trzymanie ścianek razem lub osobno)

Na podstawie modelu portalu rzymskiego przedstawimy wszystkie najważniejsze techniki modelowania ściankowego, takie jak wytłaczanie, fazowanie, przycinanie itd.

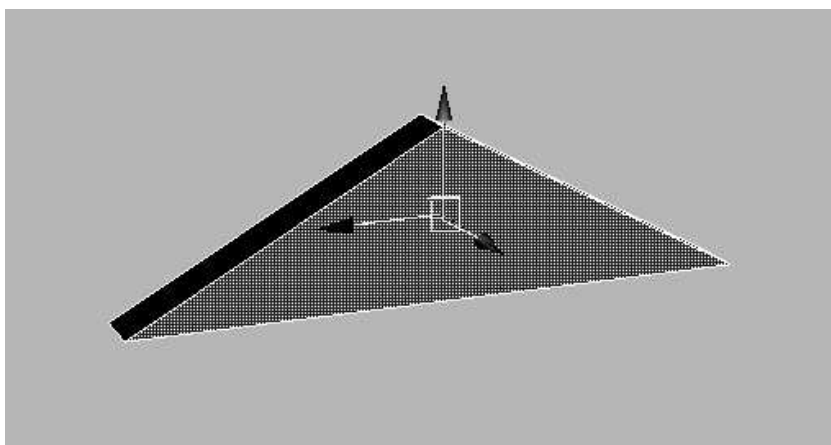
5.1.1 Wytłaczanie ścianek (Extrude)

Wytłaczanie polega na wyciągnięciu ścianek, krawędzi i wierzchołków w wybranym kierunku w przestrzeni. Podczas operacji wytłaczania powstają nowe ścianki, tworzące połączenie pomiędzy położeniem początkowym oraz końcowym wytłaczanego elementu. W ten sposób, bryła zawsze pozostaje w zamkniętej formie. Wytłaczanie jest jednym z podstawowych i najczęściej wykorzystywanych narzędzi przy modelowaniu low-poly jak i hi-poly. Aby wykonać operacje wytłaczania, musimy z górnego menu wybrać *Edit Mesh > Extrude*. Dodatkowo w opcjach wytłaczania, włączanych czarną ikoną sześcianu obok



Rysunek 5.4. Trzymanie ścianek przy wytłaczaniu: z lewej włączone, z prawej wyłączone

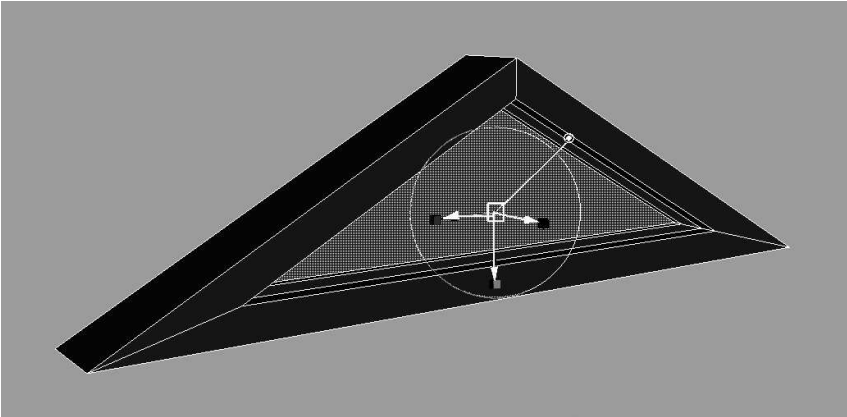
polecenia *Extrude*, możemy ustawić liczbę podziałów nowych ścianek (*Divisions*), przesunięcie (*Offset*) czy kąt wygładzania (*Smoothing Angle*).



Rysunek 5.5. Zaznaczenie ścianki do wytłoczenia

Na rysunku 5.5 widać, jak z obiektu typu Prism utworzono model trójkątnego tympanonu. Następnie w trybie edycji ścianek (klawisz F11) zaznaczymy ściankę, którą chcemy wytłoczyć i wybieramy polecenie *Extrude*. Wytłoczoną ściankę można przeskalować, obrócić albo przesunąć, tworząc wypukłość lub zagłębienie - dla ułatwienia pracy program w trakcie wytłaczania wyświetla ikonę układu współrzędnych, pozwalającą od razu transformować zaznaczony element (rysunek 5.6). Dla uzyskania bardziej skomplikowanych kształtów, operacje wytłaczania często powtarza się wielokrotnie na tej samej ściance,

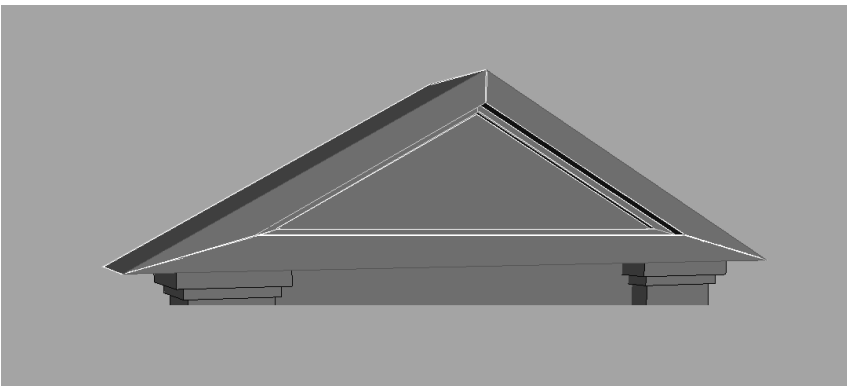
tworząc coraz bardziej złożony przekrój bryły. Dla zachowania równomiernych odstępów pomiędzy krawędziami wytłoczeń, zamiast skalowania, często lepiej wykorzystać parametr *Offset* w narzędziu *Extrude*. Tym samym z prostych obiektów typu *Prism* czy *Box* możemy uzyskać skomplikowane kształty przedstawione na rysunku 5.6.



Rysunek 5.6. Kilkukrotne wytłoczenie ścianki połączone ze zmianą parametru *Offset* w opcjach wytłaczania pozwala na kształtowanie wnek i wypukłości modelu

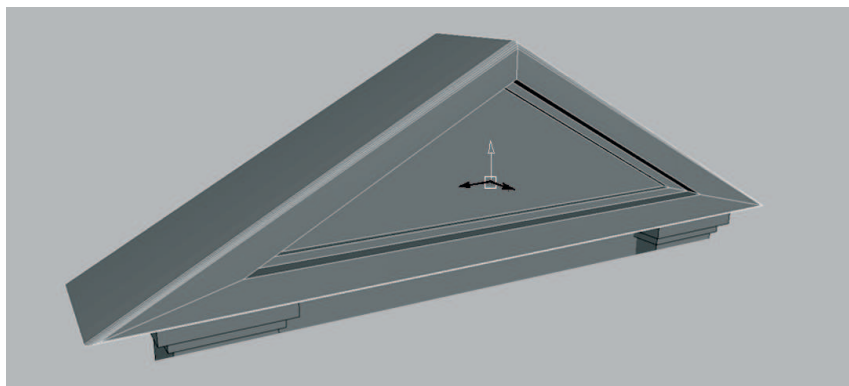
5.1.2 Fazowanie (Bevel)

Fazowanie to inaczej zaokrąglanie krawędzi poprzez dodanie segmentów siatki wzdłuż fazowanego elementu. Funkcja fazowanie dostępna jest tylko i wyłącznie w trybie edycji krawędzi. Podczas fazowania wybranych krawędzi program



Rysunek 5.7. Zaznaczenie krawędzi do fazowania

automatycznie wygładza i zaokrągla model. Dzięki temu narzędziu możemy zlikwidować ostre kandy, przez co model staje się ładniejszy i zazwyczaj bardziej realistyczny. Aby wykonać operację fazowania, musimy zaznaczyć jedną lub więcej krawędzi (rysunek 5.7) i wybrać polecenie *Edit Mesh > Bevel* (rysunek 5.8). Dodatkowo w opcjach narzędzia możemy ustalić liczbę segmentów zaokrąglenia (*Segments*), jego szerokość (*Width*) oraz przesunięcie (*Offset type* i *Offset space*).

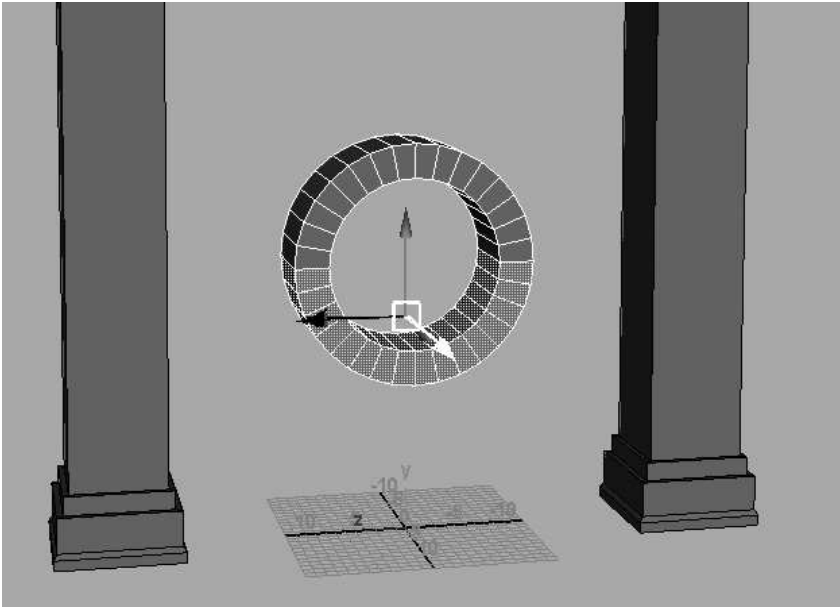


Rysunek 5.8. Krawędzie po operacji fazowania

5.1.3 Wypełnianie powierzchni (*Fill Hole* i *Append to Polygon Tool*)

Zajmiemy się teraz utworzeniem łuku półkolistego, który w naszym portalu będzie pełnił rolę zwieńczenia drzwi. Zaczniemy od utworzenia obiektu typu *Pipe* (*Create > Polygon Primitives > Pipe*), który posłuży za bazę do dalszej pracy. Następnie po przejściu do trybu edycji ścianek (F11) zaznaczymy dolną połowę modelu (rysunek 5.9a) i usuniemy ją klawiszem *Delete*. W siatce pojawiły się otwory. Funkcja *Fill Hole* służy do wstawiania nowych ścianek w miejsce otworów w siatkach. Oznacza to, iż *Fill Hole* wypełni wybrany otwór lub przestrzeń nowymi wielokątami. Operacje wypełniania możemy stosować globalnie, dla całego obiektu lub też w wybranym miejscu - wtedy sami wyznaczymy powierzchnie, które mają zostać wypełnione nowymi ściankami. Aby wykonać operację wypełniania, zaznaczamy krawędzie, a następnie wybierzmy polecenie *Mesh > Fill Hole*. W ten sposób otwory w obiekcie zostaną zabudowane nowymi ściankami (rysunek 5.9b).

Podobną operacją, która także wypełnia puste przestrzenie w siatce, jest *Append to Polygon Tool*. Efekt końcowy w obu przypadkach prowadzi do tego samego, czyli zamykania otworów w modelach, ale różnica polega na tym, że

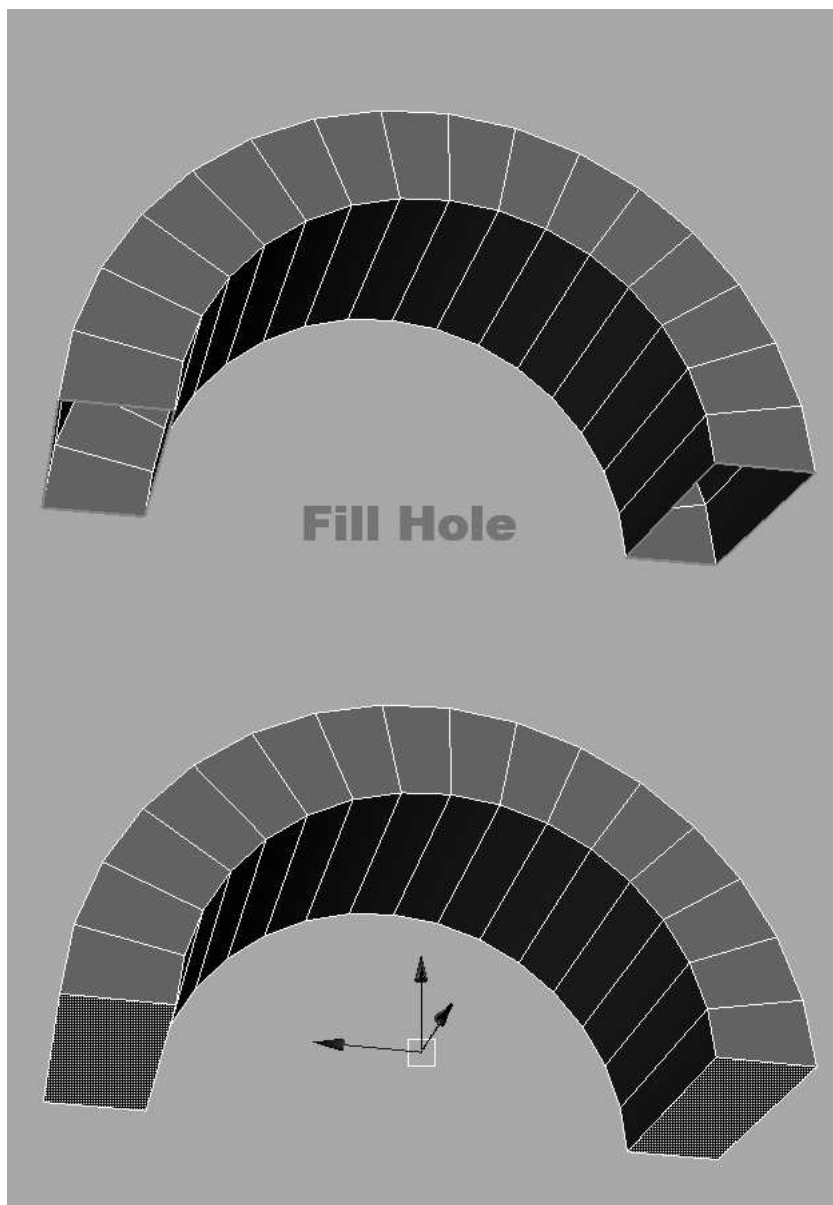


Rysunek 5.9. a) Zaznaczanie ścianek obiektu Pipe do usunięcia

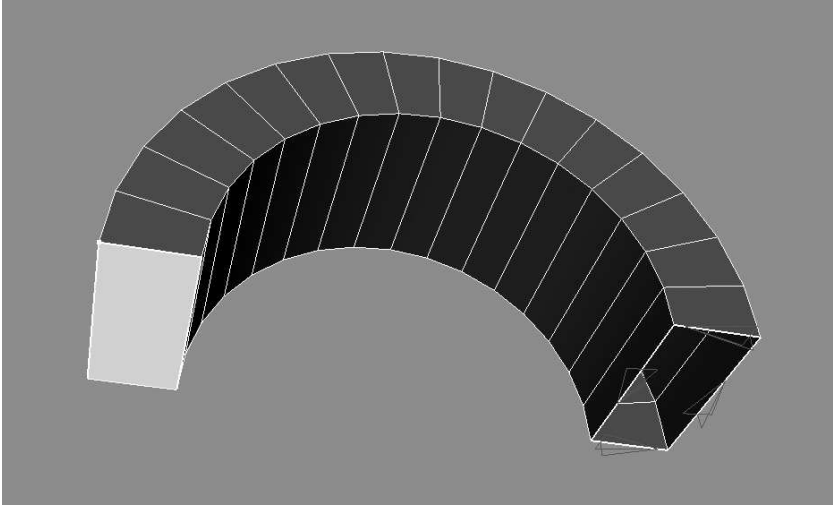
przy operacji *Append* ręcznie dobudowujemy ścianki, w czym pomagają nam wskaźniki wypełnienia. Korzystając z funkcji *Append*, możemy połączyć dwie krawędzie nie tylko w obrębie otworu. Aby wykonać operację wypełniania narzędziem *Append*, zaznaczmy obiekt, a następnie wybierzmy polecenie *Edit Mesh > Append to Polygon Tool*. Funkcja wymaga dokonania wypełnienia, musimy zatem wskazać co najmniej dwie krawędzie za pomocą kolejnych kliknięć. Po wybraniu tego polecenia (szare strzałki pokazują nam kierunek wypełnienia). Operację zatwierdzamy klawiszem *Enter* (do cofania poszczególnych etapów wypełniania służy klawisz *Backspace*). Dodatkowo w opcjach wypełnienia możemy określić liczbę podziałów nowych ścianek na segmenty i sposób ich mapowania.

5.1.4 Tworzenie ścianek (Create Polygon Tool)

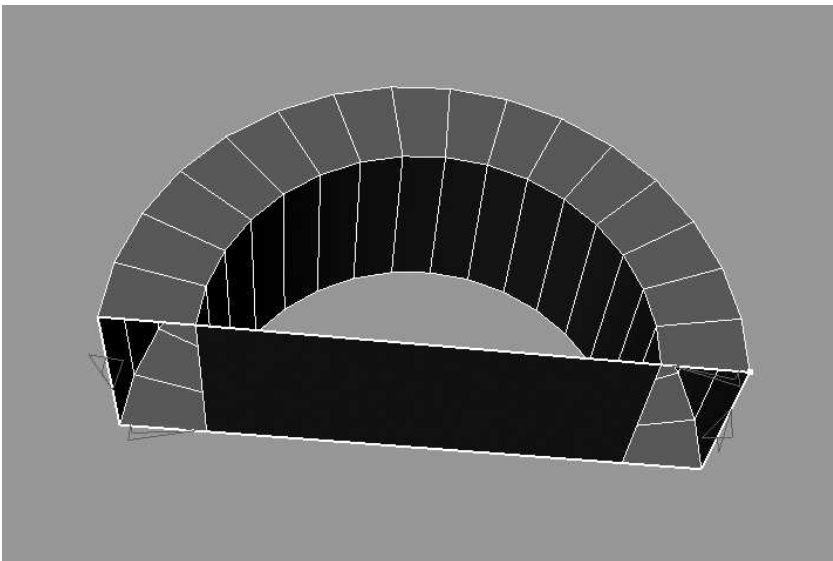
Dzięki narzędziu *Create Polygon* możemy stworzyć ściankę opartą na dowolnej liczbie trójkątów. Narzędzie to daje nam dużą swobodę w tworzeniu nowych obiektów, często narzędziem tym posługujemy się, gdy chcemy zbudować ściankę z otworem. W naszym modelu rzymskiego portalu będzie to ścianka za łukiem półkolistym. Aby utworzyć nową ściankę, wybierz polecenie *Mesh > Create Polygon Tool* i kolejnymi kliknięciami narysuj kształt powierzchni, wyznaczając jej kolejne wierzchołki (rysunek 5.12). Operację zatwierdzamy klawiszem *Enter* (do cofania się w historii edycji podczas tworzenia służy klawisz



Rysunek 5.9. b) Operacja *Fill Hole*: najpierw zaznaczamy krawędzie, a następnie wypełniamy ścianki, efekt zapełnienia powierzchni nowymi ściankami widzimy na dolnym łuku.

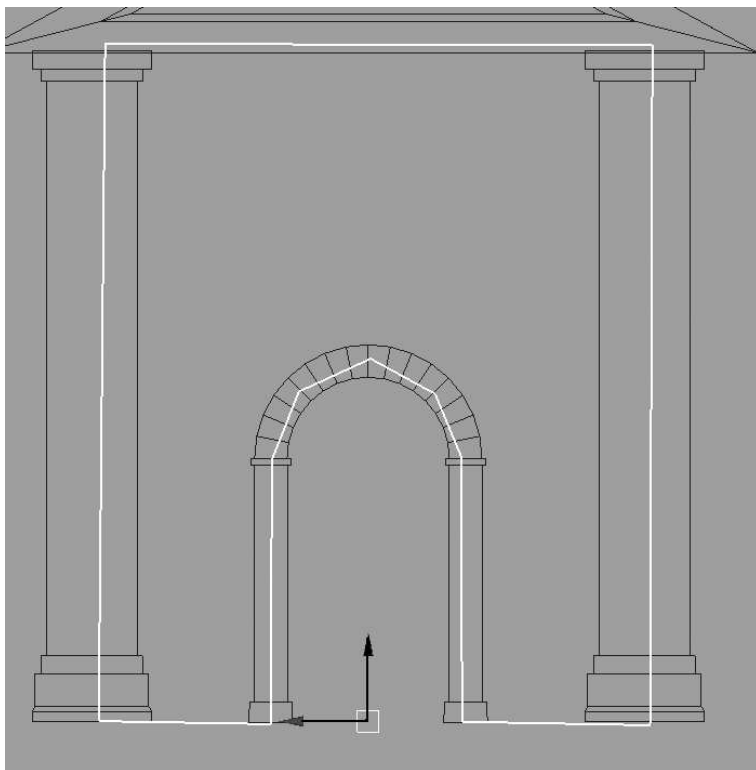


Rysunek 5.10. Operacja *Append to Polygon Tool*, dobudowanie nowych ścianek analogicznie jak w przypadku funkcji *Fill Hole* (u góry). Ścianki można później wytłaczać narzędziem *Extrude*, dobudowując kolejne segmenty modelu (u dołu)



Rysunek 5.11. Operacja *Append to Polygon Tool*, specyficzne dobudowanie nowych ścianek, możliwe dzięki połączeniu dwu przeciwstawnych krawędzi

Backspace). Nową ściankę musimy wytłoczyć poleceniem *Extrude* i nowy fragment modelu jest tym samym gotowy.



Rysunek 5.12. Nowa ścianka utworzona za pomocą narzędzia *Create Polygon Tool*

5.1.5 Przycinanie (*Cut Faces Tool*)

Narzędzie *Cut* służy do przecinania ścianek dodatkowymi krawędziami. Przy operowaniu cięciami mamy pełną swobodę, gdyż możemy je wykonywać w dowolnym miejscu modelu. Warto też nadmienić, iż klasyczne cięcie typu *Cut* dokonywane jest zawsze z jednego rzutu lub widoku kamery oraz że cięcie następuje zawsze w linii prostej (najczęściej cięć dokonujemy w kierunku wertykalnym lub horyzontalnym). Aby dokonać cięcia, musimy najpierw zaznaczyć obiekt, który będziemy ciąć, a następnie wybrać polecenie *Edit Mesh > Cut Faces Tool* - teraz możemy dokonać interaktywnego cięcia w linii prostej, dodatkowo jeśli przytrzymamy klawisz *Shift*, to włączymy opcję obracania linii cięcia co 22,5 stopnia, ułatwiającą cięcie pod ściśle określonymi kątami. Aby zakończyć operację cięcia, musimy wcisnąć klawisz *Q* (*Quit* - koniec operacji).

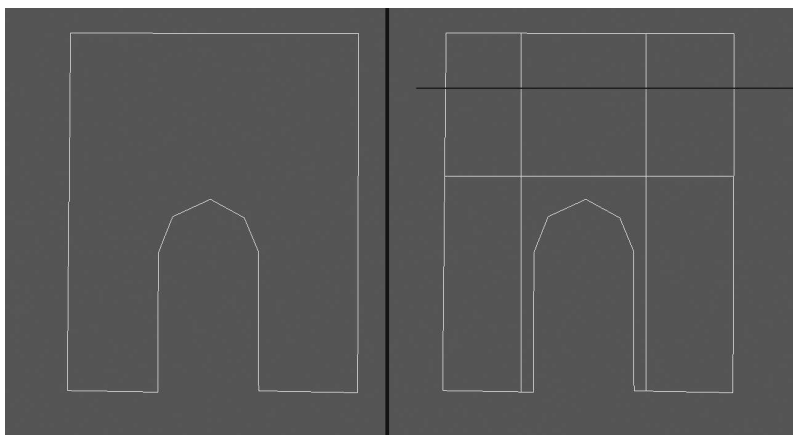


Rysunek 5.13. Wytłaczanie nowej ścianki w celu nadania jej grubości

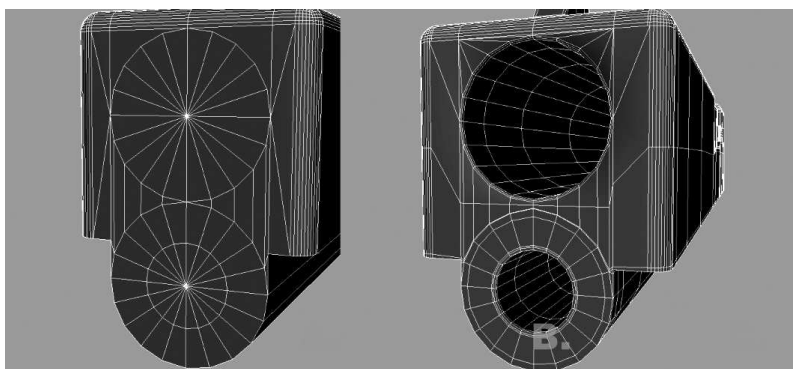
Teraz wykorzystamy narzędzie cięcia w naszym modelu rzymskiego portalu i potniemy wcześniej utworzoną ściankę - chcemy w środku ściany, lekko powyżej drzwi, utworzyć lukę, która będzie miejscem np. na płaskorzeźbę albo tablicę pamiątkową. Na rysunku 5.14 możemy zobaczyć efekt cięcia ściany. Przecinając model narzędziem *Cut*, powodujemy tworzenie nowych ścianek, które można później wytłaczać (*Extrude*) lub też edytować w inny sposób (rysunek 5.15).

5.1.6 Interaktywne cięcie (Split Polygon Tool)

Bardzo często wykorzystywanym narzędziem do cięcia jest tzn. interaktywne cięcie. Różni się ono tym od klasycznego cięcia (*Cut Face Tool*), że tutaj dużo dokładniej decydujemy o kierunku, kształcie oraz liczbie cięć. Podczas operacji interaktywnego cięcia mamy pełną kontrolę nad wykonywaną operacją, niczym laserem przecinamy model wzdłuż, wszerz, zygzakiem lub liniami tworzącymi inne kształty.



Rysunek 5.14. Ścianka przed (lewa strona) i po cięciu (prawa strona)



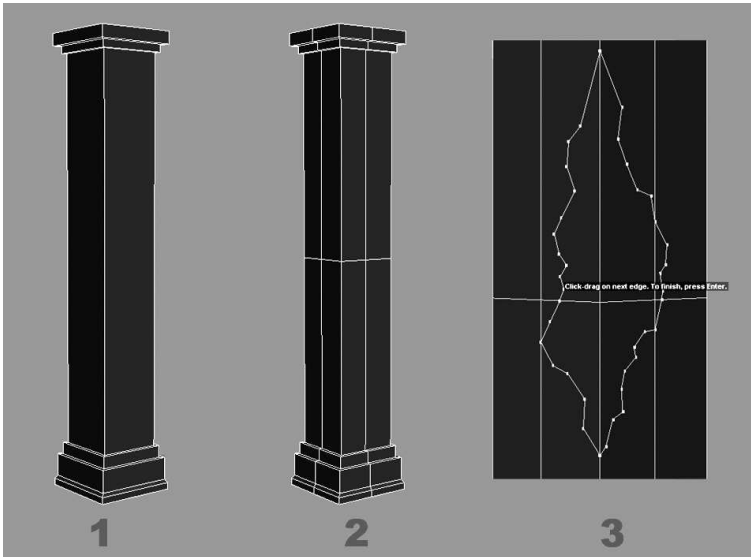
Rysunek 5.15. Przycięta i wytłoczona ścianka

Aby dokonać interaktywnego cięcia, musimy najpierw zaznaczyć obiekt, który będziemy ciąć, a następnie wybrać polecenie *Edit Mesh > Split Polygon Tool* - dodatkowo w opcjach narzędzia, możemy też określić liczbę wierzchołków (*Division*) wstawianą na krawędzi pomiędzy dwoma punktami cięcia. Kąt wygładzania nowych ścianek (*Smoothing angle*) lub cięcie może być do dowolnego punktu modelu albo będzie przyciągane do istniejących krawędzi (opcja *Split only from edges*). Ważne jest, że interaktywnie możemy przecinać model przechodząc z jednej ścianki do drugiej, jednak przy przecinaniu istniejących krawędzi w ten sposób należy zachować dużą ostrożność w lokowaniu nowych

wierzchołków, aby uniknąć postawiania zbędnych ścianek o nieprawidłowej topologii.

Musimy również pamiętać, iż ze względu na ograniczenia narzędzia *Split*, obiekt należy wcześniej przygotować “pod cięcie”, inaczej nie będziemy w stanie wyciąć poprawnego kształtu na pojedynczej ściance. Mówiąc najogólniej, narzędzie *Split* często nie radzi sobie z wycinaniem skomplikowanych kształtów na pojedynczej ściance, dlatego ściankę, w której chcemy wyciąć złożony wzór, należy zazwyczaj najpierw przeciąć na równomierne segmenty, np. narzędziem *Cut* (można też użyć do tego celu narzędzia *Split*).

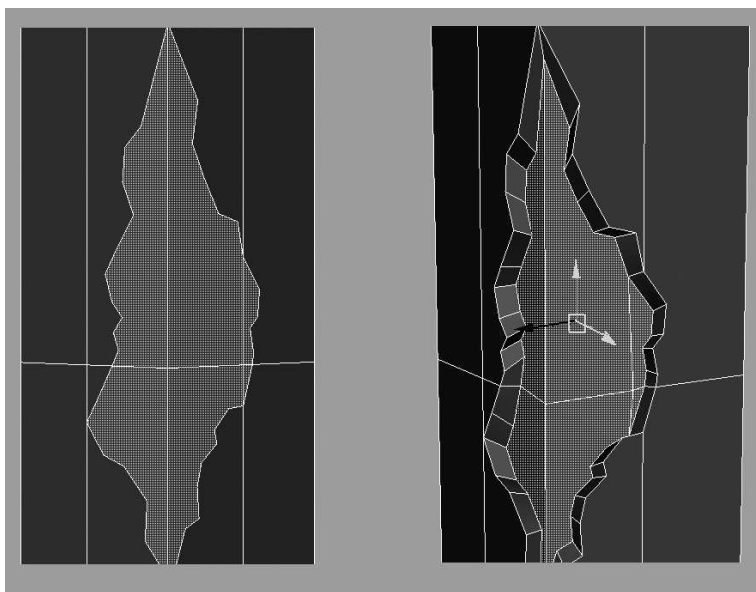
Taka sytuacja właśnie ma miejsce w naszym modelu kolumny. Chcemy ją nieco uszkodzić poprzez utworzenie efektu odłupania fragmentu modelu, najpierw jednak musimy przygotować do tego ściankę, następnie dokonać cięcia, zaś na końcu wytłoczyć narzędziem *Extrude* (rysunki 5.16 i 5.17). Operacje te można powtórzyć w innym miejscu modelu, lub na innej kopii kolumny (rysunek 5.18).



Rysunek 5.16. Przygotowanie modelu do cięcia: 1 - pierwotny model, 2 - model przygotowany do cięcia, 3 - wycinanie kształtu otworu

5.1.7 Wstawianie nowych krawędzi (*Insert* i *Offset Edge Loop*)

Dodawanie nowych krawędzi na ściankach lub pomiędzy istniejącymi już krawędziami jest jedną z najczęściej wykorzystywanych technik w modelowaniu



Rysunek 5.17. Zaznaczenie i wytłaczanie ścianek

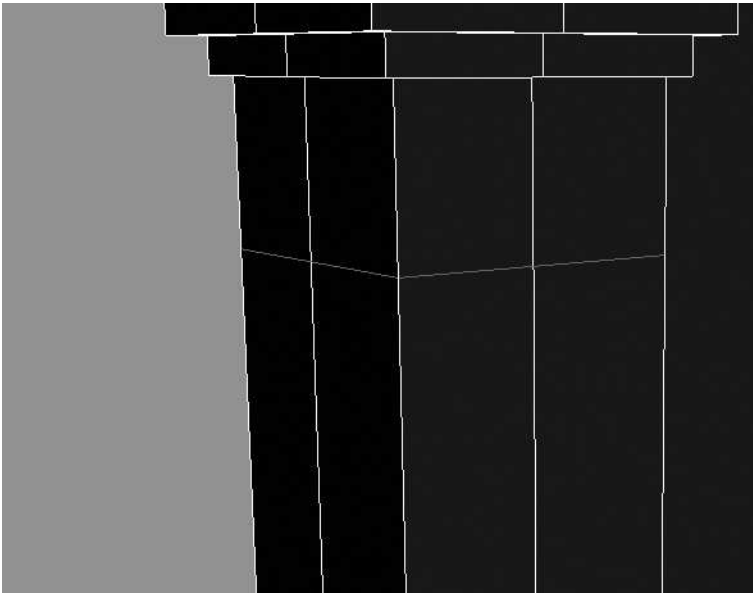


Rysunek 5.18. Portal z uszkodzonymi kolumnami

ściankowym. Często potrzebujemy dodać krawędzie, które będą oplatały model dookoła, a w ten sposób działają właśnie narzędzia *Insert* oraz *Offset Edge Loop*. Oba funkcjonują bardzo podobnie, czyli dodają krawędzie do modelu w określonym miejscu, z tą różnicą, iż *Insert* dodaje krawędzie wewnątrz zaznaczenia, a *Offset* na zewnątrz zaznaczenia.

Aby wykonać operacje dodawania krawędzi, musimy najpierw wybrać jedno z wcześniej wspomnianych narzędzi poleceniem *Edit Mesh > Insert Edge Loop* lub *Edit Mesh > Offset Edge Loop*. Następnie przystępujemy do dodawania nowych krawędzi wskazując pożądane miejsca na już istniejących krawędziach (rysunki 5.19 i 5.20). Warto tu wspomnieć, iż nowe krawędzie będą tworzyły pętle tylko na kwadratowych ściankach, gdy zaś ścieżka cięcia trafi na trójkątną ściankę, tam nastąpi koniec cięcia. W opcjach narzędzi możemy również ustalić odległości pomiędzy dodawanymi krawędziami.

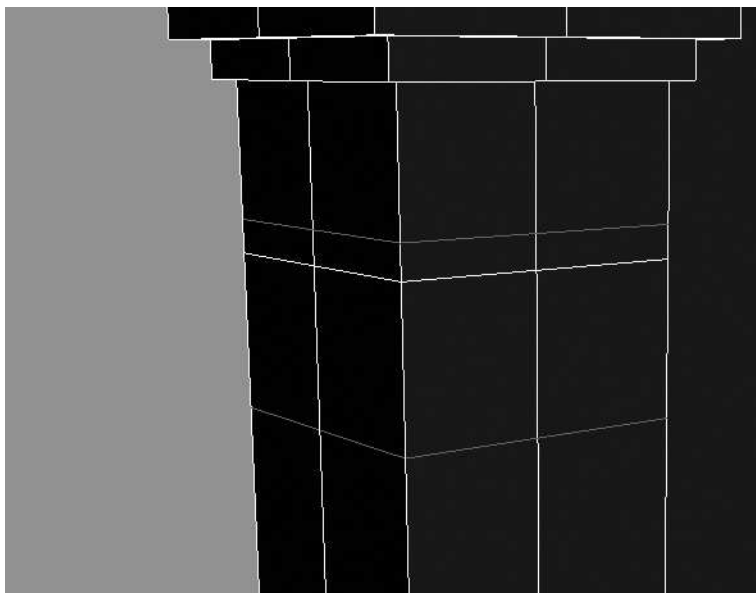
Po wstawieniu nowego segmentu krawędzi można go przesunąć lub przeskalować, dodając nowe szczegóły do modelu (rysunek 5.21).



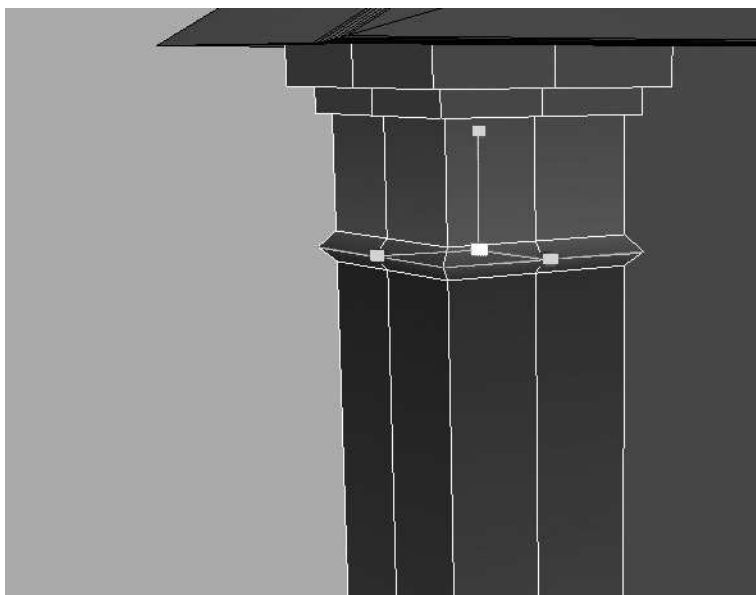
Rysunek 5.19. Segment wstawiony narzędziem *Insert Edge Loop*

5.1.8 Scalanie wierzchołków (Merge)

Scalanie wierzchołków pomaga w usuwaniu zbędnych otworów w siatkach oraz daje dodatkowe możliwości kształtowania modeli. Dzięki scalaniu wierzchołków możemy zachowywać ciągłość siatki modelu (eliminowanie niepożądanych



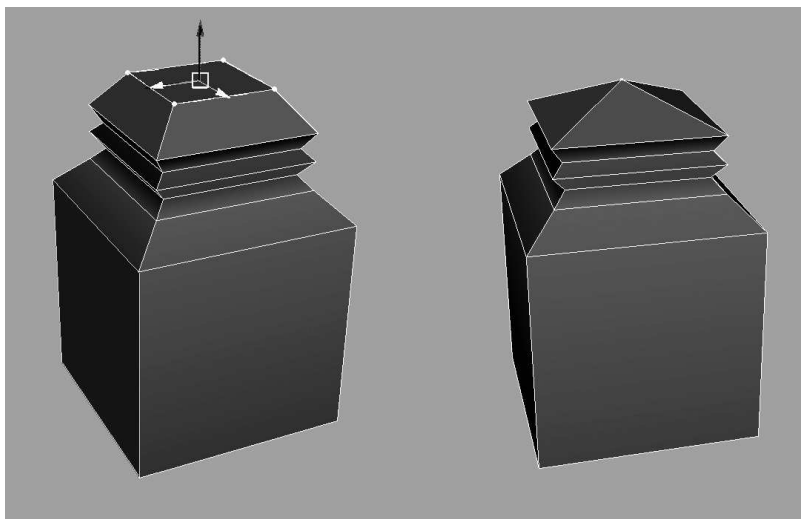
Rysunek 5.20. Nowe segmenty krawędzi dodane narzędziem *Insert Edge Loop*



Rysunek 5.21. Gzysmy ukształtowane techniką wstawiania i skalowania krawędzi

szczelin i błędnie wstawionych ścianek lub krawędzi) i tym samym uzyskiwać poprawną topologię siatki. Scalanie jest operacją, która działa tylko i wyłącznie na wierzchołkach, modyfikacji podlegają wtedy dwa lub więcej zaznaczone wierzchołki lub całość obiektu.

Aby wykonać operację scalania, należy zaznaczyć wierzchołki a następnie wybrać polecenie *Edit Mesh > Merge*. W opcjach narzędzia możemy też określić próg dystansu, jaki ma być przy scalaniu (*Threshold*). Dystans ten odnosi się do odległości pomiędzy zaznaczonymi wierzchołkami - gdy jest ona mniejsza od wartości *Threshold*, wierzchołki zostają scalone w jeden (rysunek 5.22). Maya oferuje całą gamę narzędzi do scalania, które wykorzystujemy w zależności od potrzeb, jednak najbardziej typowe scalanie (*Merge*) jest najczęściej wykorzystywanym spośród tych narzędzi.



Rysunek 5.22. Scalanie wierzchołków

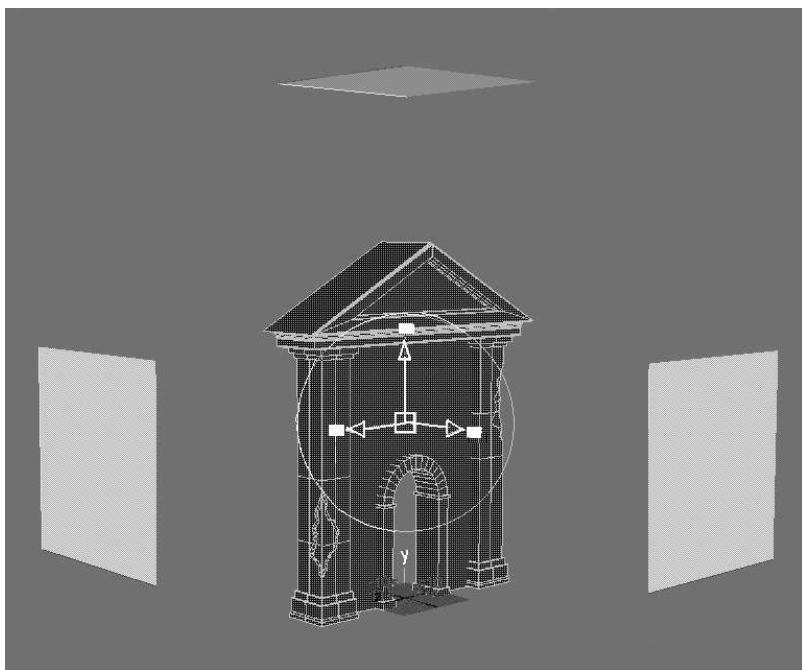
5.2 Automatyczne mapowanie UV (Automatic Mapping)

Aby nałożyć na powierzchnię modelu ściankowego materiały z teksturami symulującymi na przykład drewno lub kamień, należy określić współrzędne mapowania UV, czyli sposób rzutowania materiału na obiekt. Więcej informacji na temat materiałów, tekstur i mapowania UV znajduje się w dwóch ostatnich rozdziałach niniejszej książki.

Precyzyjne mapowanie współrzędnych UV często zajmuje dużo czasu i zależy jest od stopnia skomplikowania siatek, jednak w początkowej fazie pracy

nad modelem zazwyczaj automatyczne mapowanie UV w zupełności wystarczy, aby nałożyć tekstury na obiekt.

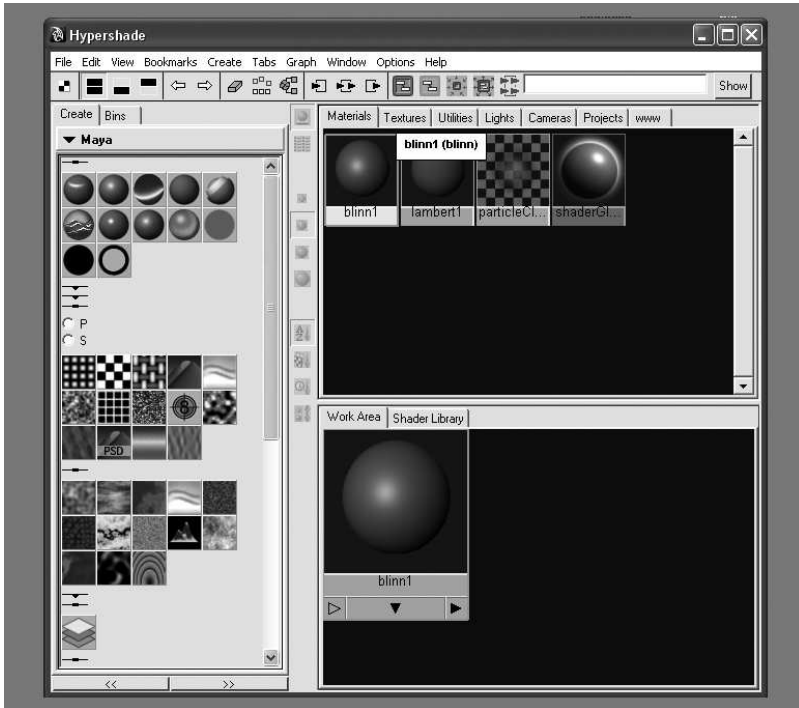
Aby wykonać operację automatycznego mapowania, należy zaznaczyć model, a następnie polecenie *Create UVs > Automatic Mapping* - dodatkowo też w opcjach narzędzia możemy określić opcje płaszczyzn rzutujących teksturę na obiekt. Narzędzie automatycznego mapowania rzutuje teksturę na różne ścianki modelu w zależności od tego, jak są one ustawione względem płaszczyzn mapowania (rysunek 5.23).



Rysunek 5.23. Automatyczne mapowanie UV

Gdy już zmapowaliśmy model, musimy nałożyć na niego materiał z teksturą. Aby tego dokonać, należy otworzyć okno edytora materiałów *Hypershade* (polecenie *Window > Rendering Editors > Hypershade*). Na ekranie pojawi się *Hypershade*, w którym tworzymy materiały i dodajemy do nich tekstury. Aby stworzyć nowy materiał, musimy w oknie *Hypershade* wybrać polecenie *Create > Materials > Blinn* (*Blinn*, to typ materiału, w tej chwili ma on drugorzędne znaczenie). Po tej operacji w polu *Work Area* powinna pojawić się kulka reprezentująca wygląd nowego materiału.

W ten sposób tworzymy podstawowy materiał. Aby dodać do niego teksturę, musimy otworzyć edytor atrybutów (*Attribute Editor*) po prawej stronie ekranu roboczego. Można to uczynić na dwa sposoby: klikając dwukrotnie na



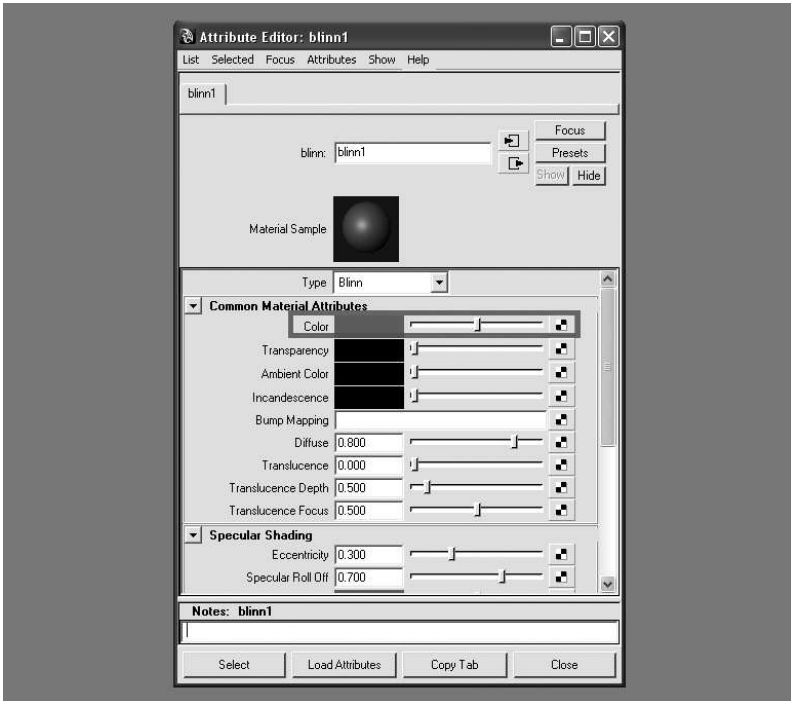
Rysunek 5.24. *Hypershade* - edytor materiałów z dodanym nowym materiałem typu Blinn

zaznaczonej kulce z podglądem materiału lub używając skrótu klawiszowego *Ctrl+A* (w zależności od aktualnego stanu interfejsu programu, może być konieczne użycie go kilka razy). W ustawieniach atrybutów można określić wiele właściwości materiału (rysunek 5.25).

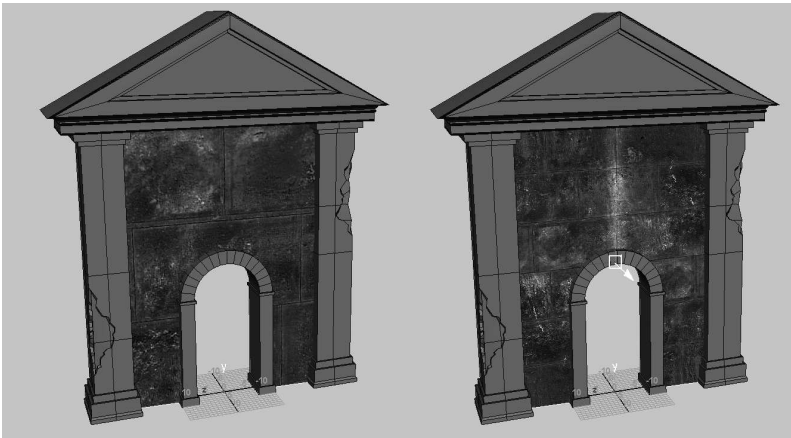
W atrybutach materiału, w zakładce *Color* można określić jednolity kolor materiału lub klikając na szachownicy obok, załadować teksturę, która określi kolor za pomocą pikseli pobieranych z bitmapy. Wybierając *File* z listy dostępnych tekstur, musimy wskazać ścieżkę na dysku do tekstury, czyli pliku z bitmapą (np. w formacie JPG, BMP, TGA). W ten właśnie sposób w atrybutach materiału wpinamy określoną teksturę ze wzorem reprezentującym drewno, kamień, cegłę itd.

W atrybutach materiału możemy także określić przezroczystość (*Transparency*), kolor światła otaczającego (*Ambient Color*), mapowanie nierówności (*Bump Mapping*), odbłaski (*Specular Shading*) itd.

Na rysunku 5.26 można zobaczyć fragment rzymskiego portalu zmapowanego automatycznie materiałem *Blinn* z teksturą kamiennych płyt oraz tę samą ścianę z teksturą nałożoną z innymi opcjami mapowania.



Rysunek 5.25. Attribute Editor - edytor atrybutów



Rysunek 5.26. Mapowanie automatyczne (lewa strona) i planarne dopasowane do proporcji ściany (prawa strona)



Rysunek 5.27. Finalny model portalu utworzony narzędziami omówionymi w rozdziale

Modelowanie złożonych obiektów ściankowych

6.1 Modelowanie ściankowe

Modelowanie ściankowe, zwane także poly-modelingiem (słowo pochodzi z języka angielskiego, “polygon” znaczy “wielokąt”) jest jedną z podstawowych technik tworzenia trójwymiarowych obiektów w niemal każdym programie 3D. W modelowaniu ściankowym sami określamy położenie każdego z wierzchołków siatki, a tym samym definiujemy jej kształty. Najwygodniejszym sposobem tworzenia modeli ściankowych jest tworzenie jak najprostszyc brył, które potem mogą być zagęszczane i uszczegóławiane w sposób częściowo automatyczny.

6.1.1 Wykorzystanie referencji

Praca przy modelowaniu jest wieloetapowa i aby końcowy rezultat był zadowalający, musimy płynnie przejść przez kilka charakterystycznych faz modelowania. W niniejszym rozdziale prześledzimy kolejne etapy modelowania złożonych obiektów ściankowych krok po kroku.

Najpierw musimy określić temat pracy, w naszym przypadku będzie to model pistoletu Glock. Aby dobrze przygotować się do zadania, musimy znaleźć odpowiednie materiały referencyjne, czyli zdjęcia, rzuty techniczne lub szkice przedmiotu, który mamy wymodelować. Najprostszym sposobem zdobycia referencji jest Internet. Korzystając z wyszukiwarek typu Google lub Flickr możemy znaleźć wiele fotografii a nawet tzw. *blueprintów* (czyli rzutów lub rysunków technicznych wraz ze specyfikacją inżynierską). Korzystając z serwisów z filmami takich jak Youtube warto także obejrzeć filmy, które pokazują interesujący nas obiekt w ruchu. Zdobyta w ten sposób wiedza jest bardzo pomocna - możemy zaobserwować pistolet w działaniu, obejrzeć jak działa zamek i inne ruchome części, dzięki czemu unikamy problemów przy późniejszej animacji obiektu 3D.

Możemy też wyruszyć z aparatem fotograficznym w teren, do muzeum lub na strzelnicę, a zrobione własnoręcznie fotografie staną się nieocenioną pomocą

przy teksturuwaniu, jednocześnie zaś, pozwolą obejrzeć model z każdej strony. W Internecie znajdziemy wiele fotografii interesujących nas obiektów, ale większość z nich to ujęcia z boku, z tyłu lub z przodu, natomiast znalezienie dobrych ujęć z góry lub z dołu często jest bardzo trudne lub publikowane obrazki są w zbyt niskiej rozdzielczości.

Wszystkie zebrane referencje warto zgromadzić w jednym katalogu (rysunek 6.1). Trzymanie wszystkich materiałów w jednym miejscu ułatwia dostęp do nich i pozwala na lepszą organizację pracy.



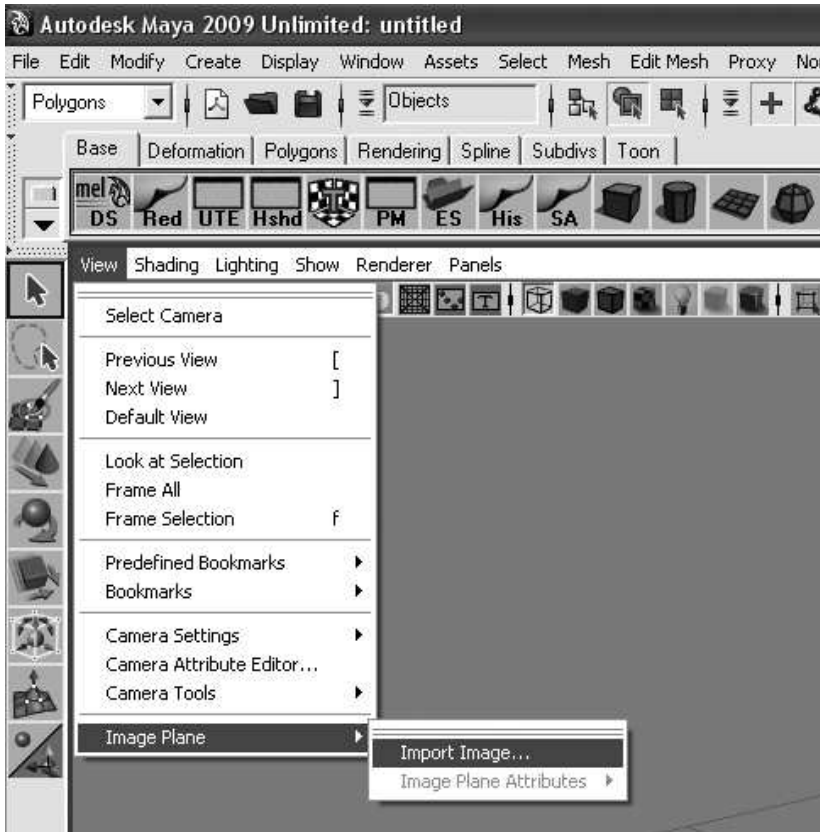
Rysunek 6.1. Katalog z referencjami pistoletu Glock

W podobny sposób wygląda modelowanie przy wykorzystaniu szkiców koncepcyjnych. W tym przypadku rysownik w porozumieniu z projektantem dostarcza modelarzowi wszystkie wymagane ilustracje oraz informacje opisujące zachowanie np. postaci, pojazdu, broni itd.

6.1.2 Dodawanie referencji do sceny (Image Plane)

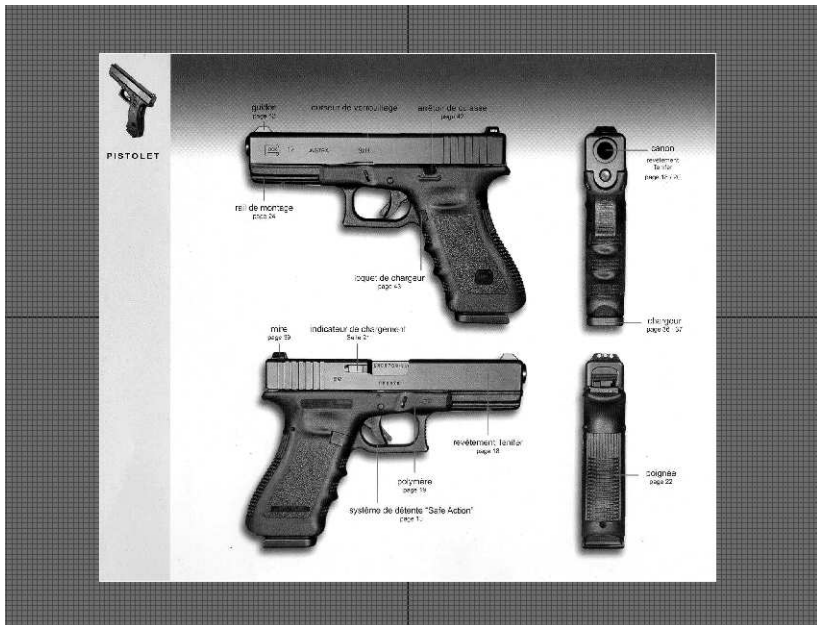
Aby zaimportować obraz referencyjny do okna roboczego w Mayi, musimy wybrać polecenie *View > Image Plane > Import Image* (rysunek 6.2), a następnie wskazać lokalizację na dysku, gdzie znajduje się obrazek, który chcemy zaimportować.

Dodatkowo wybierając polecenie *View > Image Plane > Image Plane Attributes*, w atrybutach obrazu referencyjnego możemy ustawić szerokość, skalowanie, obrót, itp. zaimportowanej bitmapy. Możemy także ustawić stopień przezroczystości obrazka, tła oraz zdecydować, czy obraz ma się poruszać razem z kamerą, czy też pozostać nieruchomo (*Image Plane > Fixed/Attached To Camera*). Obrazek w tle jest wyróżniony zieloną ramką, zmieniającą kolor na żółty, gdy edytujemy atrybuty obrazka.



Rysunek 6.2. Polecenie *View > Image Plane > Import Image*

Jedną z popularniejszych metod pracy jest wyświetlanie referencji w trzech rzutach - bok, przód i tył lub góra. Jeśli więc mamy obrazki, na których model jest przedstawiony w kilku rzutach, to najlepiej jest zbudować w scenie sześcian i na każdą ściankę nałożyć odpowiedni rzut, a niepotrzebne ścianki skasować. W ten sposób tworzymy bryłę (rysunek 6.4), której ściankom odpowiadają rzuty ortogonalne, w związku z czym nasza praca przy modelowaniu może stać się zdecydowanie wygodniejsza.



Rysunek 6.3. Widok okna roboczego z zaimportowanym obrazkiem referencyjnym w tle

6.1.3 Modelowanie z referencji

Korzystając z obrazków referencyjnych, możemy rozpocząć modelowanie obiektu. Aby wymodelować zamek korpusu pistoletu, przechodzimy widok z boku i na podstawie obrazku referencyjnego umieszczamy w scenie bryłę typu *Cube*, a następnie korzystając z rzutów z przodu oraz tyłu, dopasowujemy proporcje siatki zgodnie z tym, co widać na obrazkach (rysunek 6.5). Tym samym wymodelowaliśmy uproszczony korpus Glocka.

Oczywiście tworząc bryłę korpusu wspomagamy się wszystkimi referencjami które zgromadziliśmy a w dalszych etapach modelowania dodajemy kolejne detale (np. muszka, zamek itd.) tak, żeby bryła modelu przypominała w jak największym stopniu rzeczywisty pistolet Glock.

W ten sposób tworzymy większość brył w początkowym, wstępnym etapie modelowania - czyli na bazie zgromadzonych referencji tworzymy niskopoligonalne bryły, które w dalszych etapach pracy będziemy uszczegóławiać.

6.1.4 Odbicie lustrzane (Mirror Modeling)

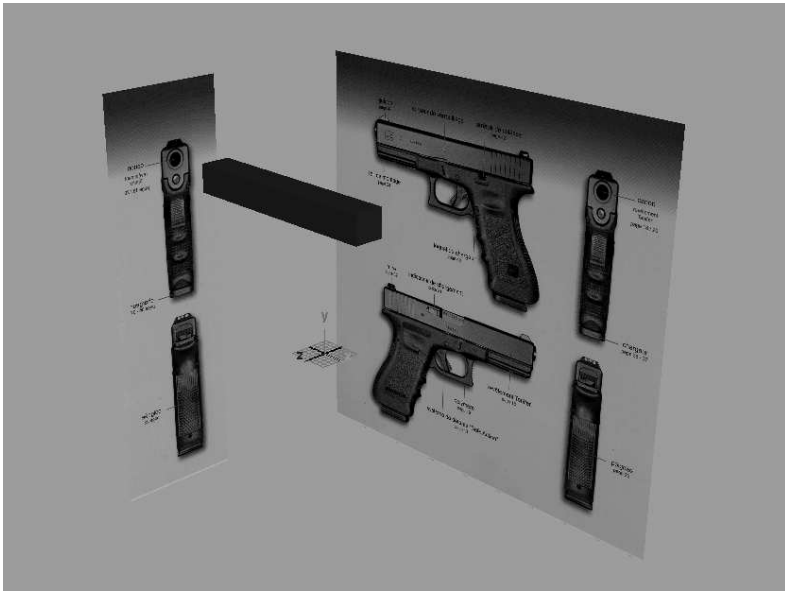
Modelowanie przez odbicie lustrzane (z angielskiego "mirror" - lustro) jest jedną z popularniejszych metod modelowania. W tym przypadku wykorzystanie odbicia lustrzanego oznacza, iż modelujemy tylko połowę modelu, druga



Rysunek 6.4. Sześcian z obrazkami rzutów technicznych pistoletu Glock



Rysunek 6.5. Tworzenie bryły korpusu pistoletu Glock na bazie referencji w tle



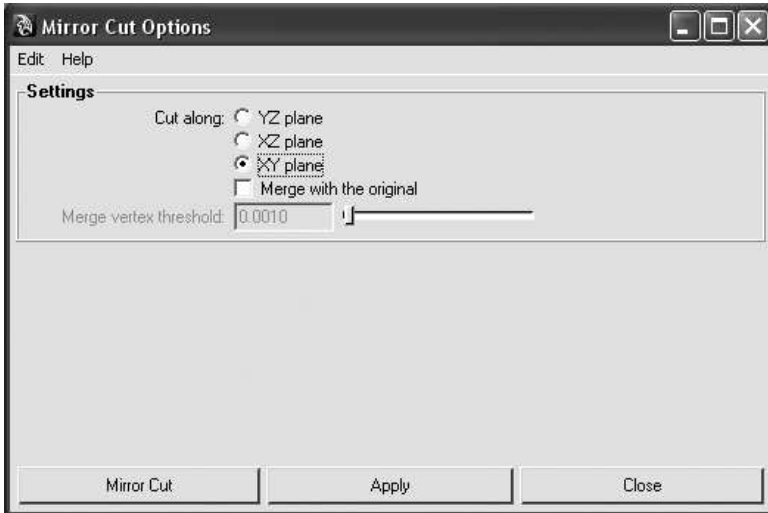
Rysunek 6.6. Korpus pistoletu Glock w ujęciu perspektywicznym

zaś jest duplikatem (instancją), która odzwierciedla wszystkie operacją wykonywane na oryginale. Wystarczy, że będziemy modelować lewą część modelu, prawa zaś pozostanie lustrzanym odbiciem lewej. Korzystanie z opcji *Mirror* ma wiele zalet, a podstawową jest pominięcie konieczności kopiowania, obracania i scalania dwóch połówek modelu. Zazwyczaj korzysta się z tej opcji do pewnego momentu pracy, ponieważ często mamy sytuację, kiedy jedna strona modelu różni się pewnymi szczegółami od drugiej i wtedy musimy na pewnym etapie pracy zrezygnować z odbicia lustrzanego i detalizować obie strony indywidualnie.

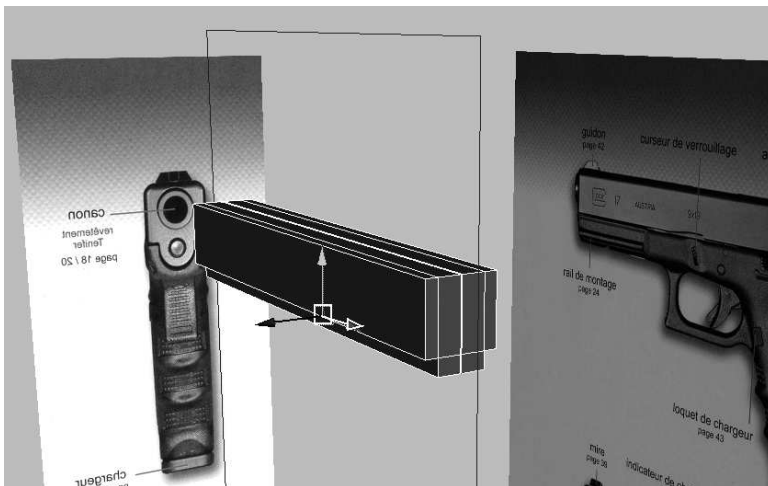
Aby wykonać operację lustrzanego odbicia, musimy wybrać polecenie *Mesh > Mirror Cut*. W ten sposób przetniemy modele na dwie połówki, jedna strona stanie się oryginałem, a druga kopią. W opcjach narzędzia *Mirror Cut* (rysunek 6.7) możemy określić płaszczyznę cięcia względem osi naszego modelu (*Cut along*), czyli zdecydować, czy będziemy przecinać model płaszczyznami YZ, XZ lub XY. Możemy także scalić obie połówki w jedną bryłę (*Merge with the original*), zaznaczając przy tym margines tolerancji przy scalaniu wierzchołków (*Merge vertex threshold*).

Dodatkowo też, po przeprowadzeniu operacji lustrzanego odbicia widzimy osł cięcia, a podczas operacji edycyjnych lustrzana kopia wyróżniana jest kolorem fioletowym.

Należy też pamiętać, że czasem podczas operacji cięcia, kopiowania z obracaniem lub tworzenia lustrzanego odbicia możemy wygenerować błędy w siat-

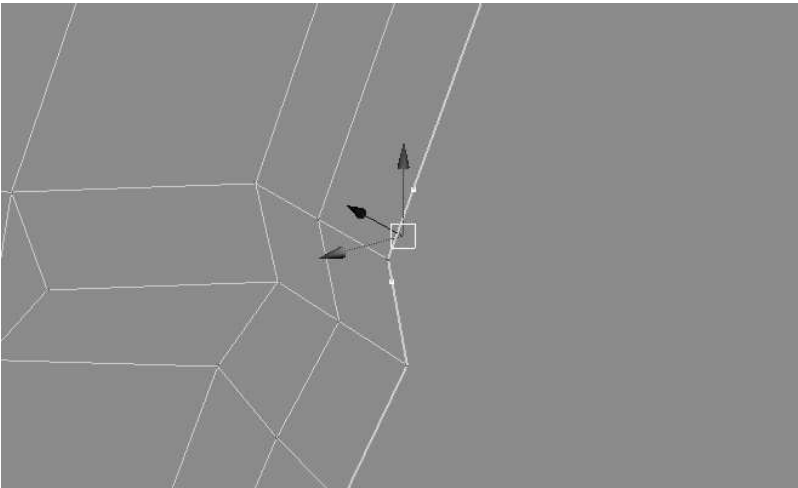


Rysunek 6.7. Opcje operacji lustrzanego odbicia



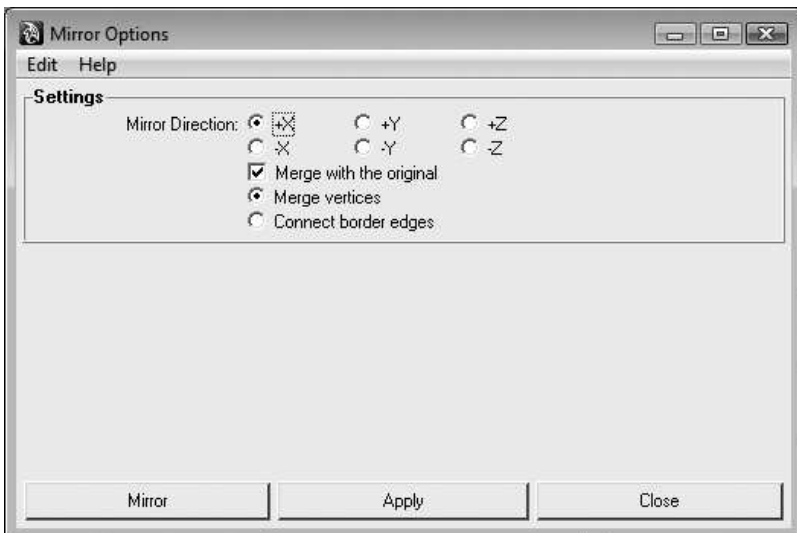
Rysunek 6.8. Korpusu pistoletu Glock z włączoną opcją lustrzanego odbicia

ce, między innymi w postaci pojawiających się na krawędziach wierzchołków, których nie możemy usunąć w tradycyjny sposób (klawiszem *Delete*). W takich przypadkach musimy użyć polecenia *Edit Mesh > Delete Edge/Vertex*, które pozwala usunąć zbędne wierzchołki, bądź krawędzie z dowolnych miejsc siatki.



Rysunek 6.9. Zbędne wierzchołki na krawędziach

Alternatywną funkcją do omówionej wcześniej jest *Mirror Geometry*, czyli kopiowanie przez odbicie lustrzane. Operacja ta jest często używana przez modelarzy, którzy nie chcą korzystać z opcji *Mirror Cut*. Część osób woli bowiem pracować nad pojedynczą połową modelu, nie zaprzęając sobie głowy resztą modelu i dopiero na koniec pracy skopiować przez odbicie lustrzane oryginalną



Rysunek 6.10. Opcje narzędzia *Mirror Geometry*

połówkę. Aby wykonać operację kopiowania przez odbicie, musimy wybrać polecenie *Mesh > Mirror Geometry*, w którego opcjach możemy określić oś odbicia (*Mirror Direction*) oraz opcje scalania (*Merge i Connect*).

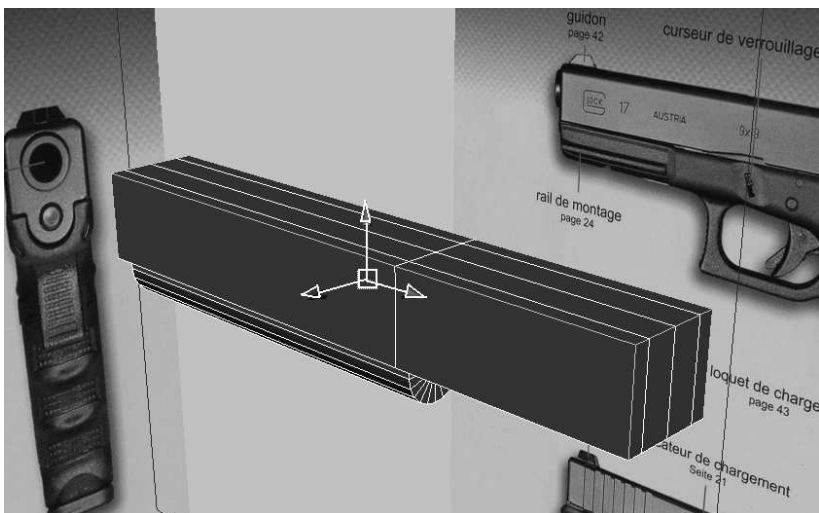
6.1.5 Fazowanie krawędzi (Bevel)

We wcześniejszym rozdziale opisaliśmy funkcję fazowania, czyli ścinania lub zaokrąglania krawędzi. Teraz wykorzystamy fazowanie do zaokrąglenia wybranych krawędzi pistoletu (rysunki 6.11 i 6.12). Aby wykonać operację fazowania, należy zaznaczyć kilka krawędzi oraz wybrać polecenie *Edit Mesh > Bevel*. W opcjach narzędzia możemy ustalić liczbę podziałów zaokrąglenia (*Segments*), jego szerokość (*Width*) oraz przesunięcia (*Offset type i Offset space*).

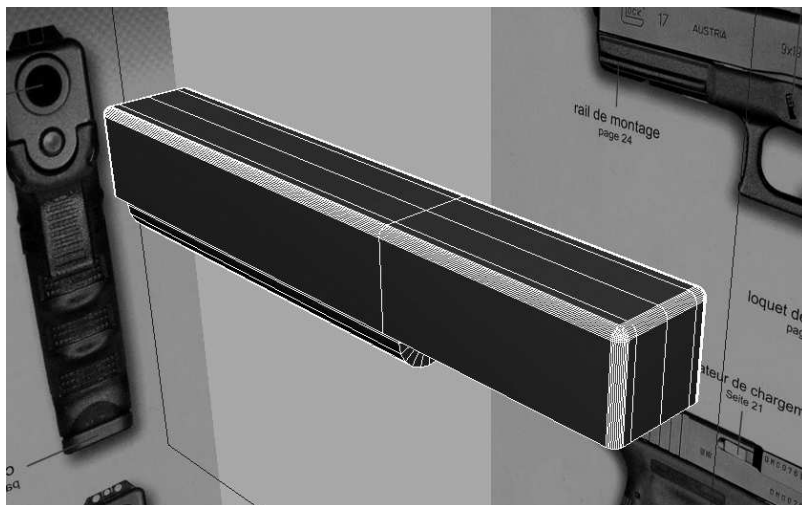
6.1.6 Scalanie dwóch siatek (Combine)

Jedną z wygodnych metod modelowania jest praca na odrębnych siatkach dla różnych części modelu. Wynika to z tego, iż niejednokrotnie łatwiej jest wymodelować dwa elementy osobno, potem zaś połączyć je w jedną, spójną całość, niż pracować na obiekcie połączonym w całość, co często okazuje się niewygodne oraz nazbyt czasochłonne. Musimy jednak pamiętać, iż na pewnym etapie pracy konieczne jest umiejętne połączenie dwóch siatek w taki sposób, aby uniknąć błędów w topologii. Należy przy tym dobrze scalić wierzchołki, wypełnić luki w ściankach itd.

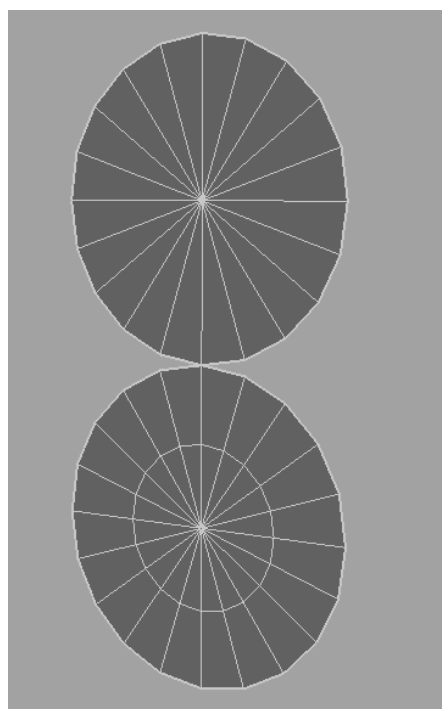
W naszym przypadku najpierw wymodelujemy przekroje otworów w przodu pistoletu, aby następnie połączyć oraz scalić dwie odrębne siatki w całość



Rysunek 6.11. Zaznaczenie krawędzi do fazowania

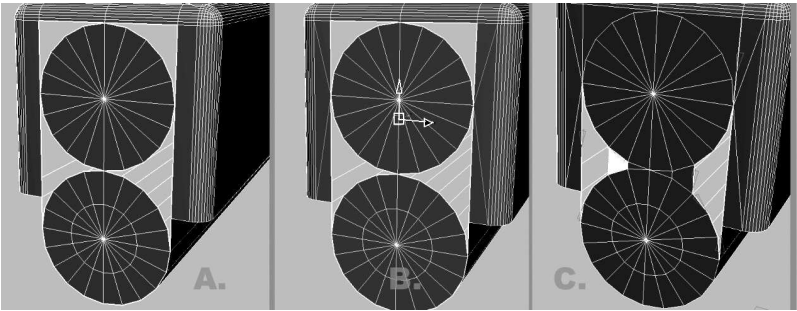


Rysunek 6.12. Zaokrąglone krawędzie po operacji fazowania

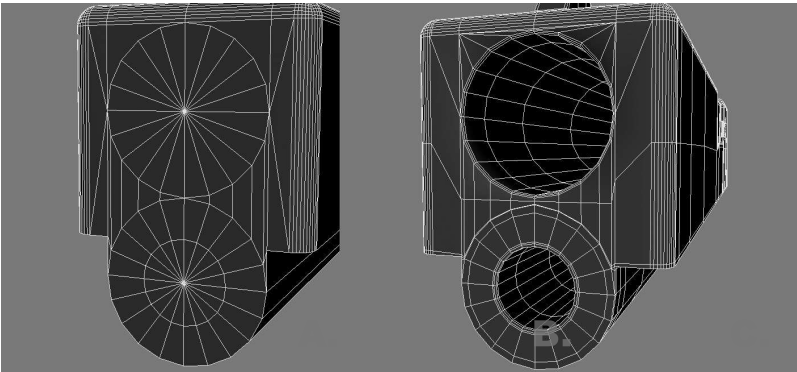


Rysunek 6.13. Płaskie siatki utworzone niezależnie od głównego modelu

(rysunki 6.13 i 6.14). Połączenie siatek (z pierwotnej usuwamy przednią ściankę klawiszem *Delete*) wykonujemy poleceniem *Mesh > Combine*, a następnie łączymy odpowiednie wierzchołki, dodajemy przecięcia nowych ścianek i wypełniamy otwory w geometrii poleceniami *Merge*, *Split Polygon Tool*, *Append To Polygon Tool*. Po tych operacjach możemy wytłoczyć i fazować (*Extrude*, *Bevel*) nowe okrągłe ścianki, tworząc otwory w siatce (rysunek 6.15).



Rysunek 6.14. Operacje modelowania wylotu lufy: A. *Combine*; B. *Merge + Split Polygon Tool*; C. *Append To Polygon Tool*

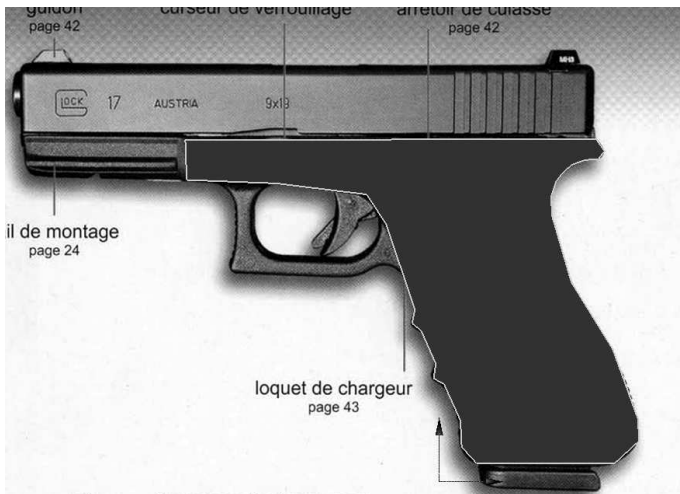


Rysunek 6.15. A. Widok dwóch siatek scalonych w jedną; B Wersja ostateczna po wytłoczeniu

6.1.7 Tworzenie nowych ścianek (Create Polygon Tool)

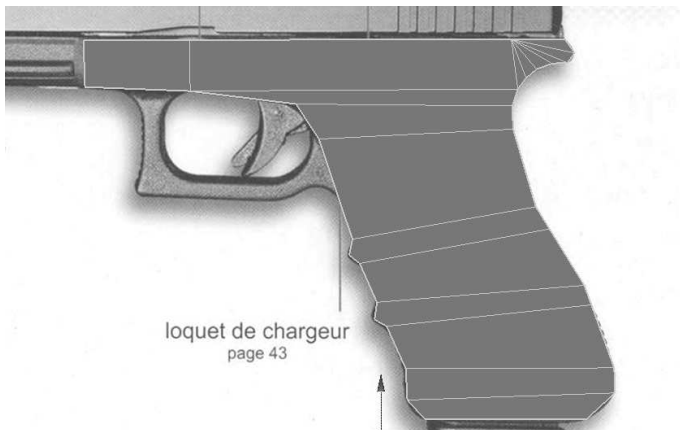
Korzystając z przedstawionej we wcześniejszym rozdziale funkcji *Create Polygon*, stworzymy nowe elementy naszego pistoletu. Należy jednak pamiętać, że to modelarz wybiera odpowiednią dla siebie technikę, którą posłuży się podczas pracy. Równie dobrze mogliśmy zbudować kolbę pistoletu bazując na bryle *Cube* - najważniejsze jest, aby tworzyć nowe elementy, bazując na refe-

rencjach i budować poprawne siatki, zaś wybór samej techniki jest kwestią indywidualną.



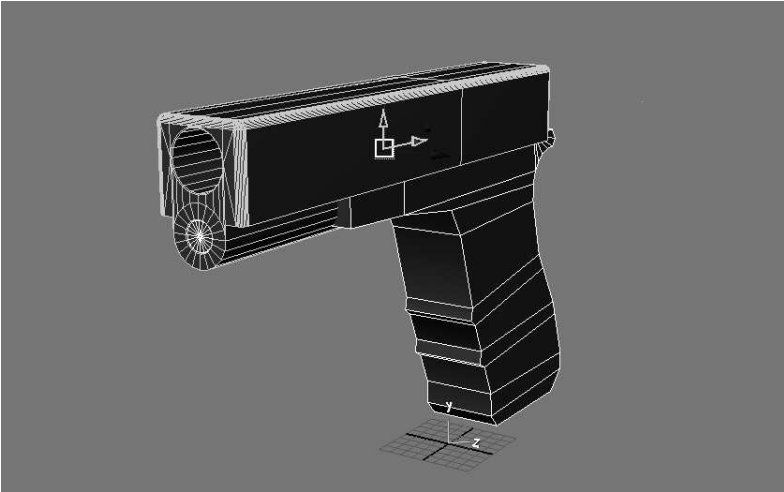
Rysunek 6.16. Kolba pistoletu stworzona narzędziem *Create Polygon*

Tworząc nową ściankę wyznaczającą kształt kolby, przy wykorzystaniu narzędzia *Create Polygon*, (rysunek 6.16), musimy pamiętać, aby ją później odpowiednio pociąć na segmenty (rysunek 6.17), ponieważ nowo tworzone ścianki nie są podzielone na czworokąty bądź trójkąty (co jest potrzebne dla pełnej kontroli nad siatką). Aby dodać połączenia między wierzchołkami, zaleca się wykorzystanie narzędzia *Split Polygon Tool*, gdyż automatyczna topologia



Rysunek 6.17. Przycinanie kształtu kolby przy użyciu narzędzia *Split Polygon Tool*

wygenerowana funkcjami *Triangulate* lub *Quadrangulate* nie daje żadnej kontroli nad nowo powstałymi krawędziami. Na koniec musimy wytłoczyć nową ściankę (rysunek 6.18) i wstępny zarys kolby jest gotowy.



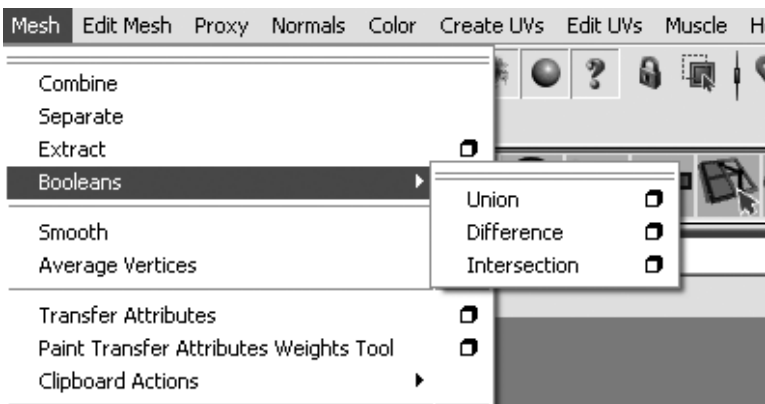
Rysunek 6.18. Wytłoczona kolba pistoletu w ujęciu perspektywnym

6.2 Operacje Boole'a (Booleans)

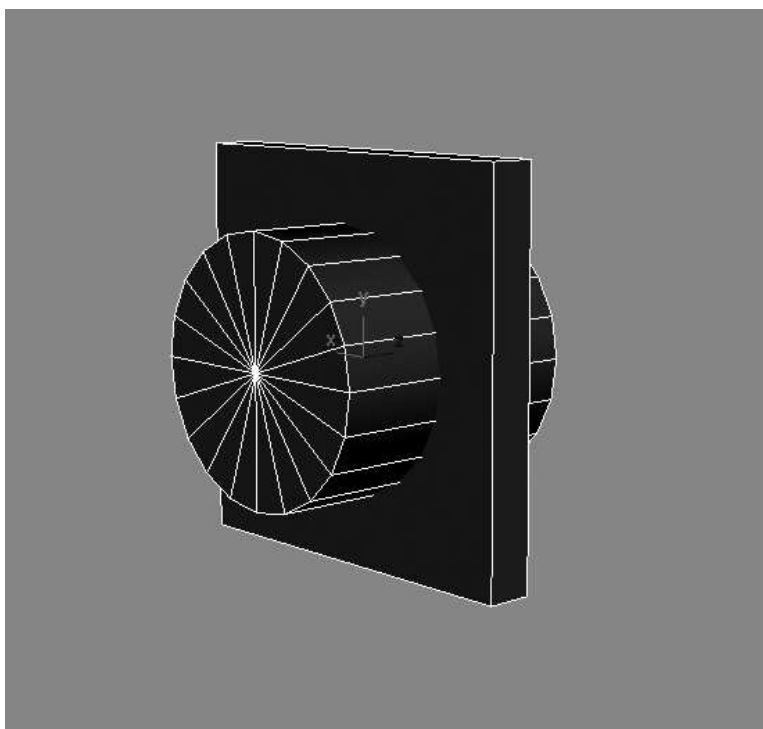
Operacje Boole'a na siatkach (dodawanie, odejmowanie, wyznaczanie części wspólnej) są rzadko wykorzystywanymi metodami przy modelowaniu skomplikowanych kształtów, ponieważ korzystanie z tej techniki generuje wiele błędów i przekłamań w siatce. Musimy pamiętać, iż po wykonaniu operacji Boole'a trzeba niemal zawsze poprawiać topologię siatki.

Aby wykonać operacje Boole'a, należy najpierw zaznaczyć dwie siatki (rysunek 6.20), a następnie rozwinąć podmenu *Mesh > Booleans* i wybrać jedną z operacji - suma (*Union*), różnica (*Difference*) albo część wspólną (*Intersection*) (rysunek 6.19). Musimy też wiedzieć, iż operacje te działają tylko i wyłącznie po zaznaczeniu dwóch obiektów, które przecinają się ze sobą (rysunek 6.20). Poszczególne polecenia oznaczają: połączenie dwóch siatek w jedną (*Union*), wycięcie w jednej siatce otworu odpowiadającego drugiej siatce (*Difference*) lub pozostawienie wewnętrznej części wspólnej dla dwóch brył (*Intersection*). Warto też zwrócić uwagę, iż przy operacji *Difference* (czyli różnicy), znaczenie ma kolejność wyselekcjonowanych obiektów, określająca siatkę, która z dwóch siatek wycina otwory w drugiej.

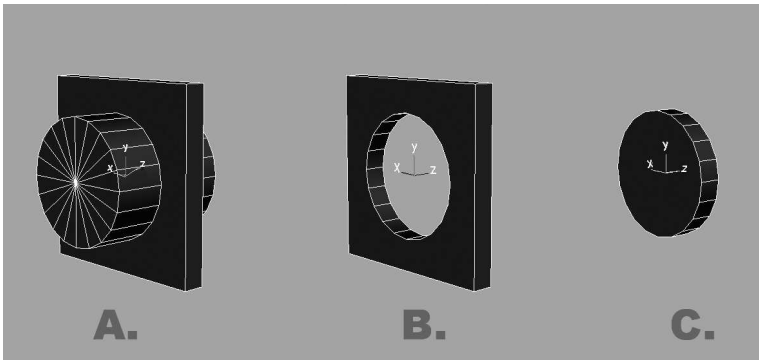
Przykład poniżej (rysunek 6.21) ilustruje, jak działają i różnią się między sobą operacje *Booleans*.



Rysunek 6.19. Podmenu *Booleans*

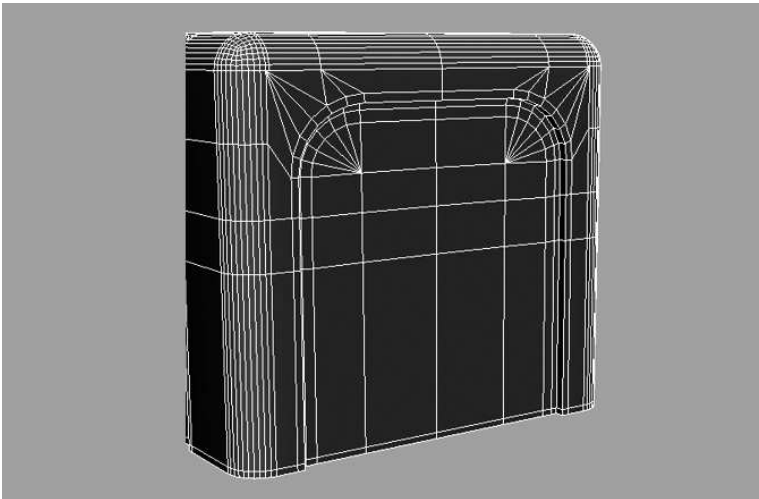


Rysunek 6.20. Obiekty przygotowane do operacji *Booleans*



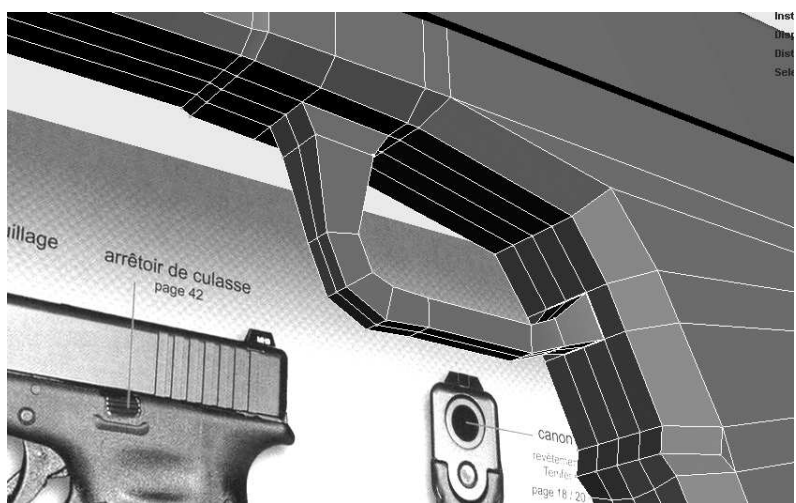
Rysunek 6.21. Operacje Booleans; A. Union; B. Difference; C. Intersection

W naszym modelu wykorzystamy operacje *Booleans* aby z tyłu modelu wyciąć otwór na bezpiecznik zamka pistoletu (rysunek 6.22). Należy też pamiętać, iż po wykonaniu operacji wycinania musimy ręcznie poprawić naszą siatkę, usunąć niepotrzebne krawędzie i skorygować topologię siatki. Poprawna topologia ma ogromne znaczenia przy późniejszym zagęszczaniu modelu funkcją *Smooth*, jak i przy wykonywaniu wielu innych operacji edycyjnych.

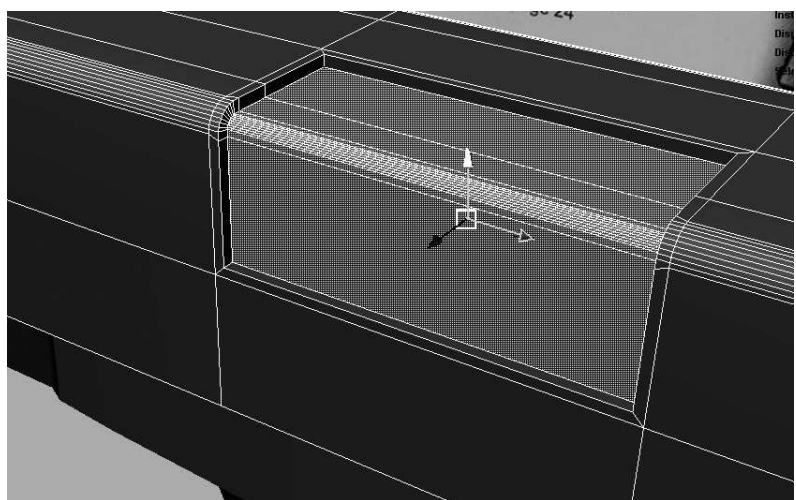


Rysunek 6.22. Wycięty za pomocą operacji *Booleans* otwór zamka pistoletu oraz poprawiona topologia siatki

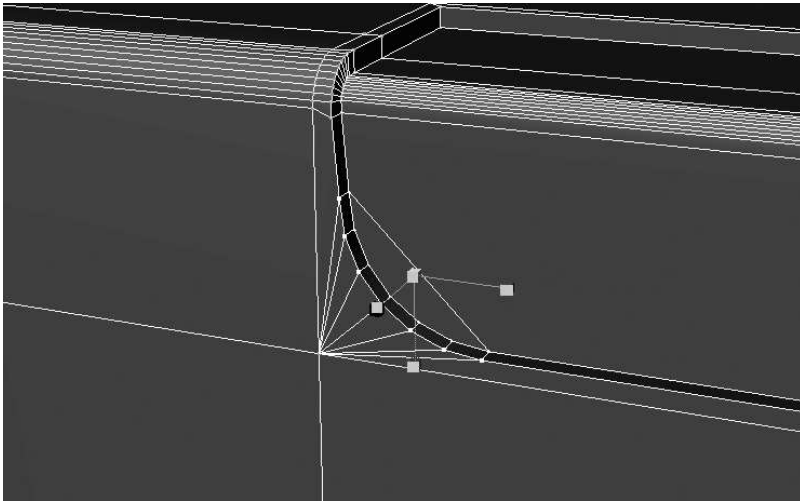
Poniżej przedstawiamy przykłady innych części modelu wykonanych przy użyciu operacji wytłaczania, fazowania i pozostałych omówionych do tej pory.



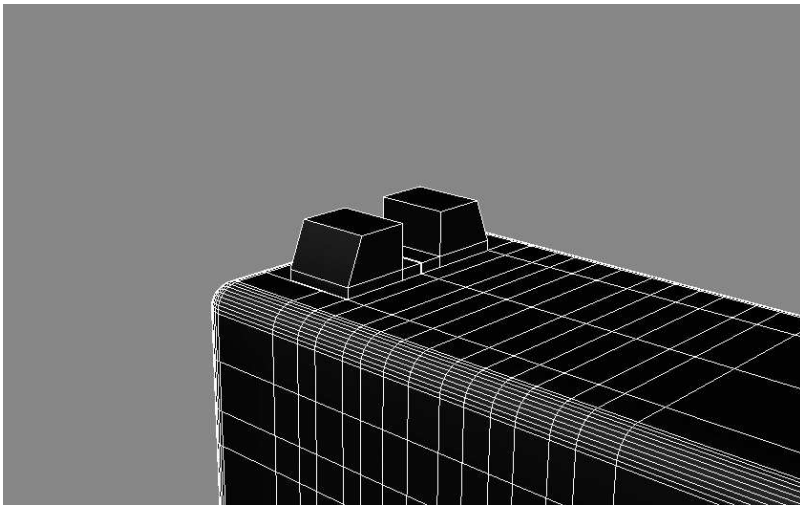
Rysunek 6.23. Modelowanie kabłąku spustowego przy użyciu wytłaczania



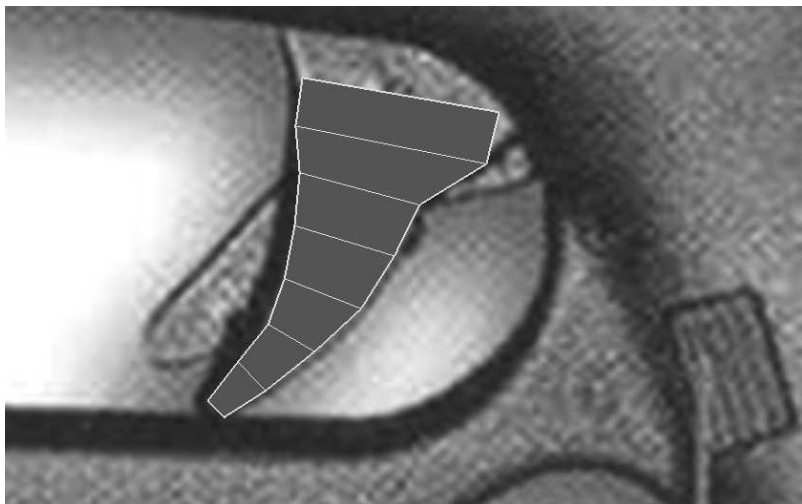
Rysunek 6.24. Wytłaczanie wylotu łusek



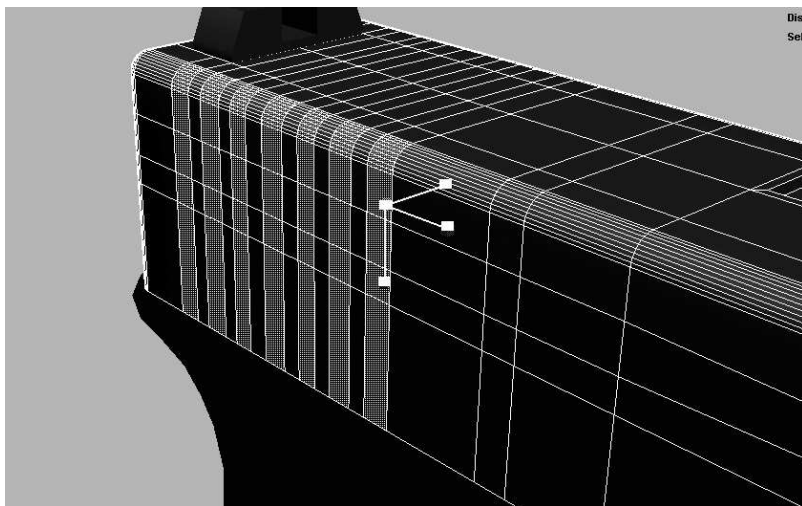
Rysunek 6.25. Fazowanie krawędzi wylotu łusek



Rysunek 6.26. Modelowanie szczyrbinki bazującej na bryle sześcianu (*Cube*)



Rysunek 6.27. Język spustowy wykonany za pomocą narzędzia *Create Polygon Tool*



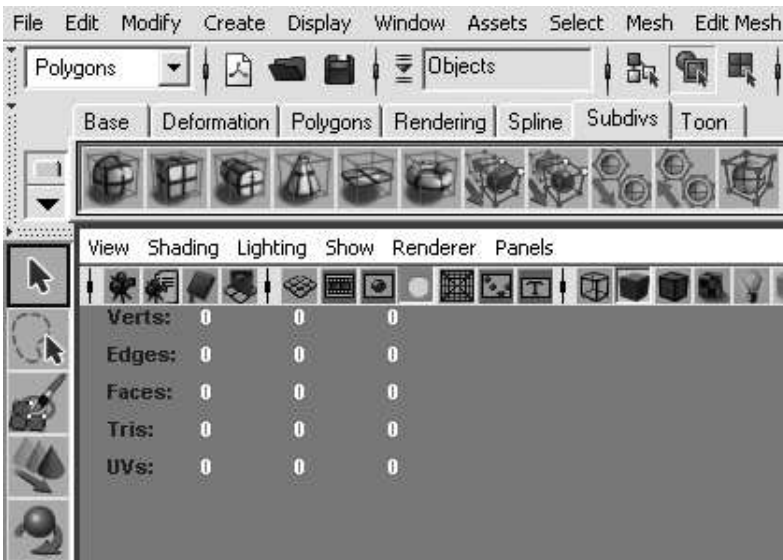
Rysunek 6.28. Wytłaczanie korbów zamka

6.2.1 Powierzchnie podziałowe (Subdivision)

Subdivision surfaces to technika modelowania przy użyciu nieskomplikowanych brył, które tworzą zarys obiektu, natomiast odpowiednia funkcja zagęszczenia siatki nadaje modelowi obły, wygładzony kształt (poprzez rekursywny podział powierzchni oraz interpolację za pomocą krzywych parametrycznych). Modelując przy wykorzystaniu techniki *Subdivision*, mamy do czynienia z dwiema reprezentacjami modelu: pierwsza to uproszczona (niskopoligonowa) siatka kontrolna, a druga to zagęszczona oraz wygładzona bryła o dużej liczbie ścianek (wysokopoligonowa). Obie te siatki opisują pojedynczy obiekt. Zmieniając kształt niskopoligonowej bryły, jednocześnie zmieniamy kształt zagęszczonej, wysokopoligonowej siatki.

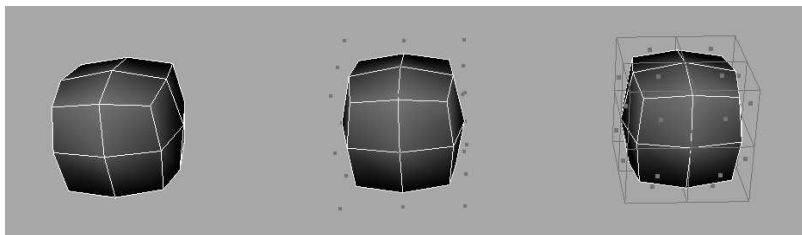
Mając jednak na uwadze, że praca na mniejszej liczbie poligonów jest wygodniejsza jak również bardziej przejrzysta, przy technice *Subdivision* edytujemy niskopoligonowe siatki, żeby zobaczyć, jak będą wyglądały zagęszczone ich wersje.

Technikę *Subdivision* możemy realizować na kilka sposobów. Jednym z nich jest utworzenie brył *Subdiv Primitives*. Żeby tego dokonać, musimy rozwinąć podmenu *Create > Subdiv Primitives >* i wybrać jedną z brył podstawowych z tej kategorii. Nowe bryły *Subdiv* możemy dodać z poziomu półki narzędziowej (*Subdivs*), znajdującej się powyżej ekranu roboczego. Półka *Subdivs* (rysunek 6.29) zawiera w sobie większość najpotrzebniejszych narzędzi z grupy *Subdivision*.



Rysunek 6.29. Półka narzędziowa *Subdivs*

Aby zmieniać kształty brył *Subdivs*, nie edytujemy siatek wygładzonych, tylko otaczające je wierzchołki, krawędzie i ścianki odpowiadające siatkom uproszczonym (rysunek 6.30).



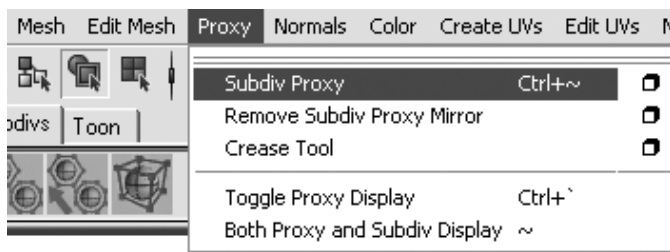
Rysunek 6.30. Bryła *Subdiv Cube* z podświetlonymi punktami edycyjnymi

Narzędzie Subdiv Proxy

Kolejną popularną metodą korzystania z powierzchni podpodziałowych jest *Subdiv Proxy* - technika, w ogólnych założeniach bardzo zbliżona do pracy na bryłach *Subdivs*, z tą różnicą, iż tutaj zagęszczamy model zbudowany z klasycznych ścianek. *Proxy* tworzy podział na dwie siatki - pierwsza to oryginalna niskopoligonowa siatka kontrolna, a druga wygładzona to wygładzona powierzchnia podpodziałowa.

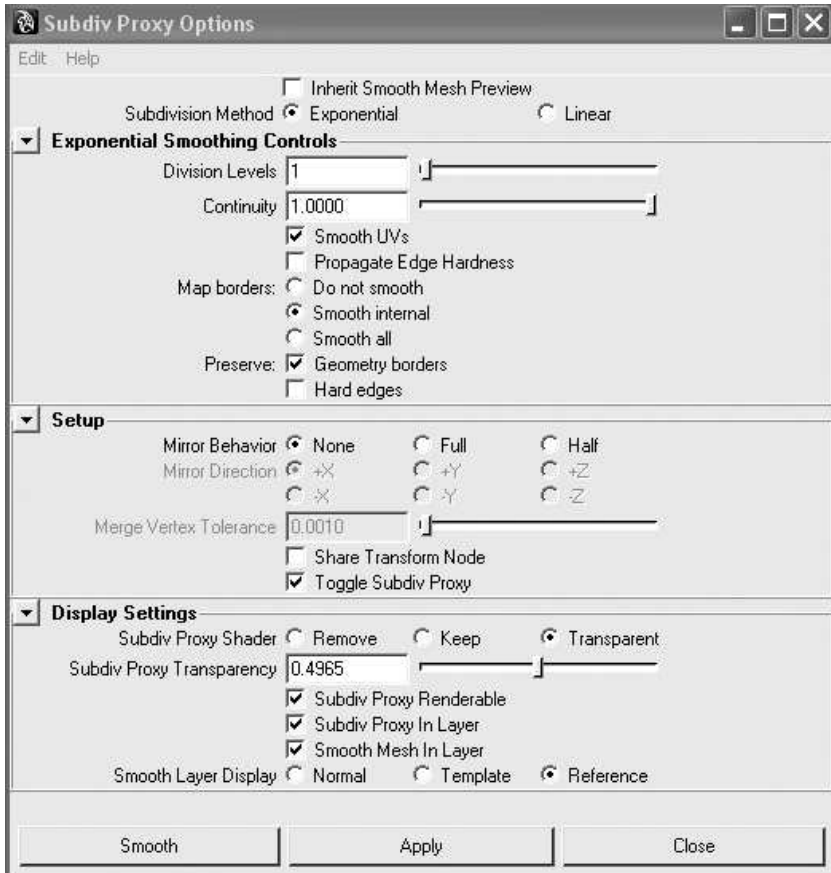
Aby uaktywnić operacje *Subdiv Proxy* na wybranym modelu, musimy go najpierw zaznaczyć, a następnie wybrać polecenie *Proxy > Subdiv Proxy* (rysunek 6.31) lub otworzyć jego opcje (rysunek 6.32). W ten sposób zostaną utworzone dwie siatki. Automatycznie zostaną dodane też do sceny dwie warstwy (prawy dolny róg ekranu): *SmoothMesh* (siatka wysokopoligonowa) oraz *ProxyMesh* (półprzezroczysta siatka niskopoligonowa). Podczas pracy edytujemy i kształtujemy siatkę *Proxy* tak, żeby wygładzony model *Smooth* wyglądał zadowalająco.

We właściwościach narzędzia *Subdiv Proxy* możemy ustawić wiele opcji, a do najważniejszych należy metoda wygładzania (*Subdivision Method*) oraz



Rysunek 6.31. Polecenie *Subdiv Proxy*

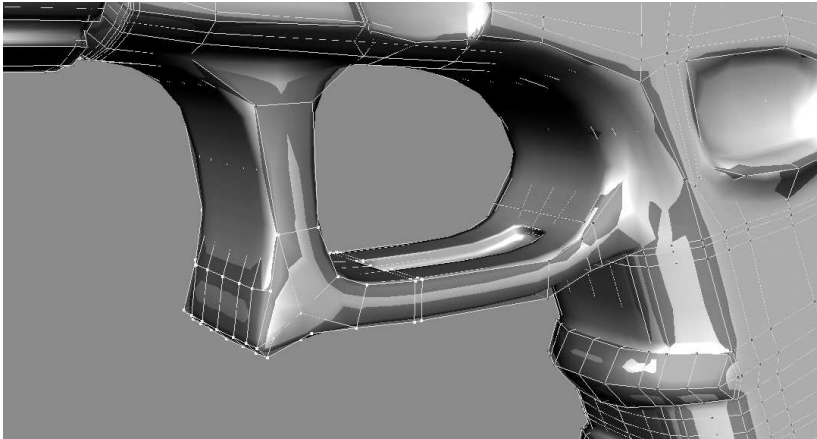
liczba podziałów zagęszczenia (*Division Levels*) czy wygładzanie współrzędnych UV (*Smooth UVs*). Dodatkowo możemy także ustawić opcje odbicia lustrzanego (*Setup*) oraz właściwości wyświetlania siatki Proxy, jej przezroczystość (*Display Settings*) i inne.



Rysunek 6.32. Opcje narzędzia *Subdiv Proxy*

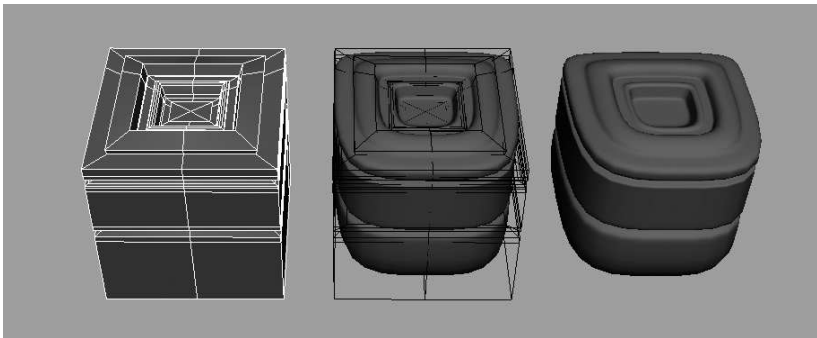
Podczas pracy z narzędziem *Subdiv Proxy* widzimy na ekranie dwie siatki (rysunek 6.33). Korzystając z warstw, możemy je na przemian ukrywać, wyłączać, zmieniać ich przezroczystość.

Ponieważ wygładzanie *Proxy* generuje bardzo dużą liczbę nowych trójkątów oraz obciąża zasoby komputera, często spotykaną techniką jest korzystanie z funkcji *subdivDisplay Smoothness*, czyli szybkiego podglądu wygładzania. Wygładzanie jest tylko pozorne, gdyż siatka jako taka nie zostaje zagęszczona, choć jej wyświetlany podgląd emuluje zagęszczenie. Przy słabszych wydajnościowo komputerach jest to jedyna metoda, aby szybko wygenerować podgląd



Rysunek 6.33. Widok siatek *SmoothMesh* i *ProxyMesh*

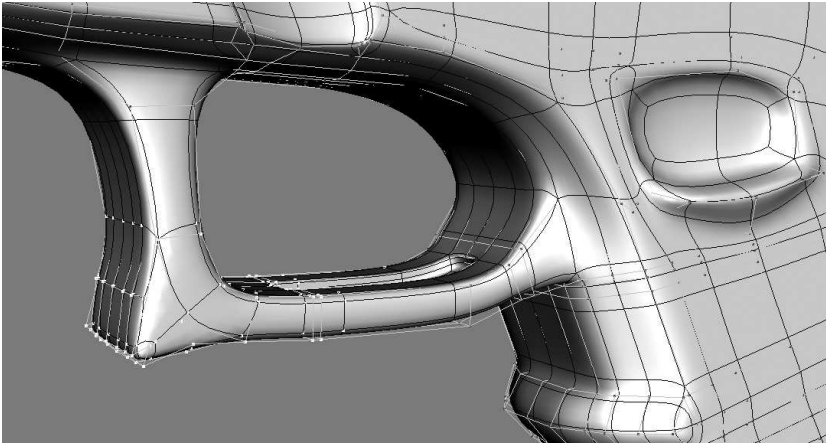
wygładzania powierzchni podpodziałowej. Aby korzystać z *subdivDisplaySmoothness* wystarczy używać klawiszy 1, 2 i 3 (rysunek 6.34). Kolejne liczby emulują zagęszczanie (*Smoothness*) na poziomie 1, 2 lub 3, a dodatkowo pod klawiszem 2 jest dostępne równoczesne wyświetlanie nisko i wysokopoligonoowej siatki.



Rysunek 6.34. *SubdivDisplaySmoothness* na poziomie (od lewej) 1, 2 i 3

Topologia i zagęszczanie (Topology & Smoothnes)

Podczas pracy nad modelem musimy cały czas kontrolować poprawność topologii, czyli mówiąc najogólniej, poprzez odpowiednią strukturę siatki dbać o to, aby dobrze się wygładzała i zagęszczała. Należy śledzić, czy w wygładzonej wersji modelu nie pojawiają się błędy, a jeśli takowe zauważymy, musimy je



Rysunek 6.35. Pistolet z aktywnym *subdivDisplaySmoothness - Smoothness Level 2*

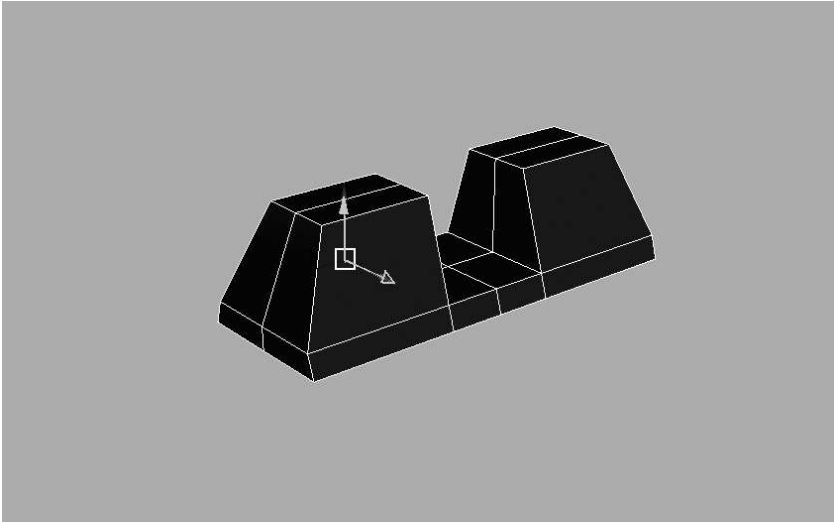
jak najszybciej skorygować. Najważniejszą ogólnie przyjętą zasadą dotyczącą topologii siatki jest trzymanie się czworokątnych ścianek. Przy budowaniu nowych segmentów, cięciu i innych operacjach edycyjnych staramy się tworzyć tylko takie ścianki, w obrębie których można wyróżnić tylko jeden trójkąt (tri face), a najlepiej dwa trójkąty składające się w czworokąt (quad face). Oczywiście rzadko można zbudować skomplikowany model z samych czworokątów, ale podczas modelowania powinniśmy starać się trzymać tej zasady tam gdzie to tylko możliwe. Na późniejszych etapach pracy operacje na czworokątach takie jak na przykład cięcie lub zagęszczanie, są dużo wygodniejsze i zazwyczaj dają lepsze rezultaty.

Siatkę do zagęszczenia należy odpowiednio przygotować, także pod względem gęstości, jak i rozmiarów ścianek, gdyż często podstawowy model (rysunek 6.36) nie zagęszcza się tak, jakbyśmy tego oczekiwali (rysunek 6.37).

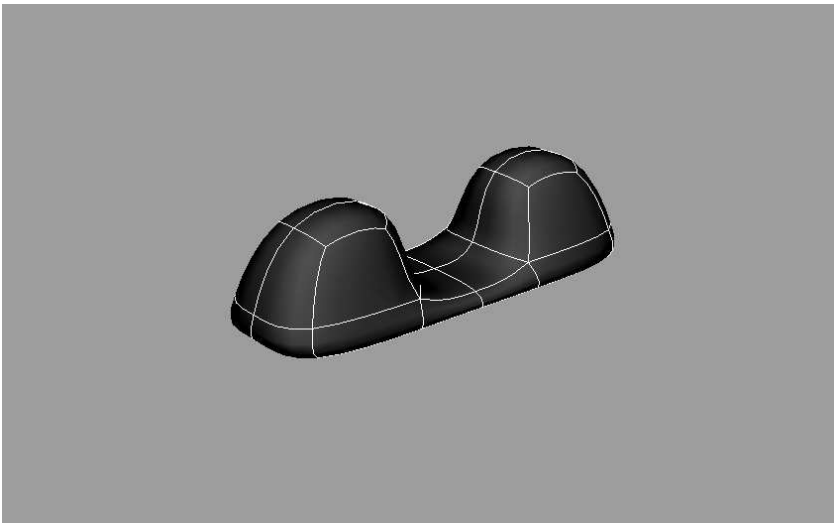
Należy pamiętać, iż podczas pracy możemy na bieżąco sprawdzać, jak model zostanie zagęszczony, korzystając z wcześniej omówionej funkcji *SubdivDisplaySmoothness* (rysunek 6.37).

Korzystając z narzędzi do cięcia (*Split Polygon*, *Cut Face* oraz *Edge Loops*) musimy pociąć model, wstawiając nowe, wąskie segmenty przy krawędziach (rysunek 6.38). Należy tak to zrobić, aby po zagęszczeniu wygląd siatki był poprawny, czyli w naszym przypadku miał krawędzie zaokrąglone do odpowiedniej gładkości (rysunek 6.39), a nie stawał się bezkształtną, obłą bryłą jak na rysunku 6.37.

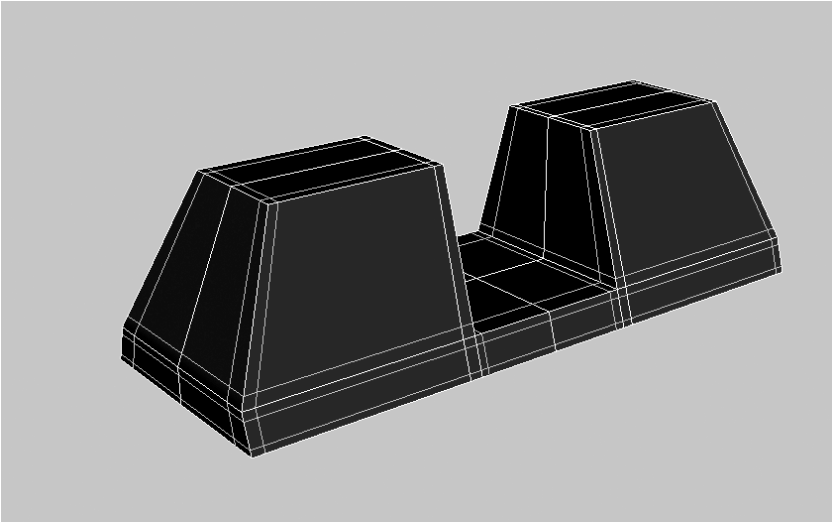
Na etapie przygotowywania siatki do zagęszczenia możemy także dodawać nowe szczegóły do siatki. Często korzystając z pojedynczej operacji wytłoczenia (rysunek 6.41) możemy dodać pożądane odkształcenia siatki, na przykład znaczniki na szczyrbince (rysunek 6.42).



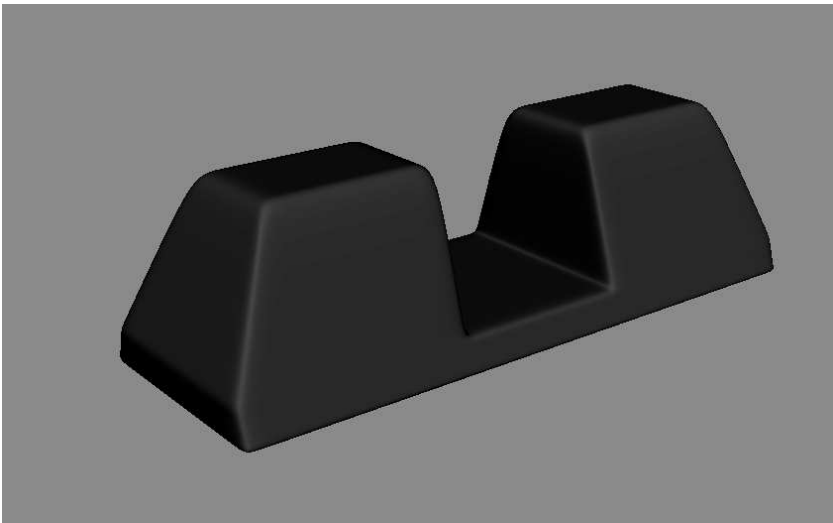
Rysunek 6.36. Model szczyrbinki przed zagęszczeniem - chcemy delikatnie zaokrąglić jego ostre krawędzie



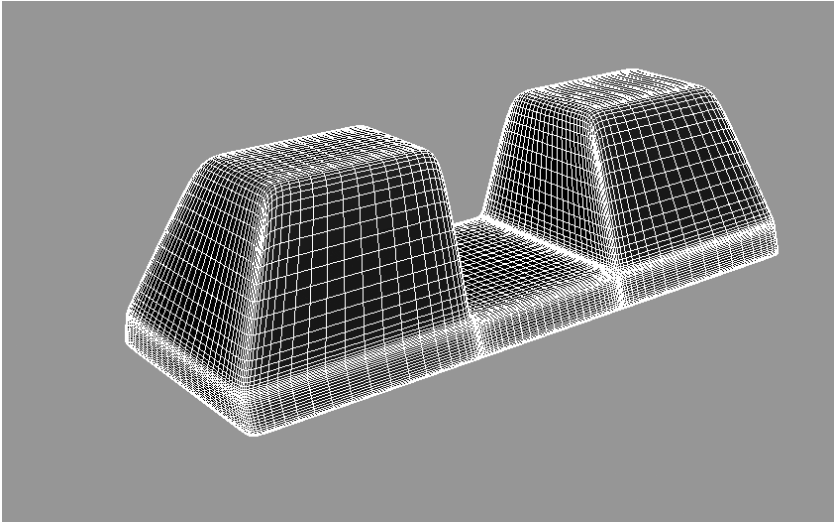
Rysunek 6.37. Zagęszczony model szczyrbinki - przy aktualnej topologii widoczna jest zbyt duża obłość bryły



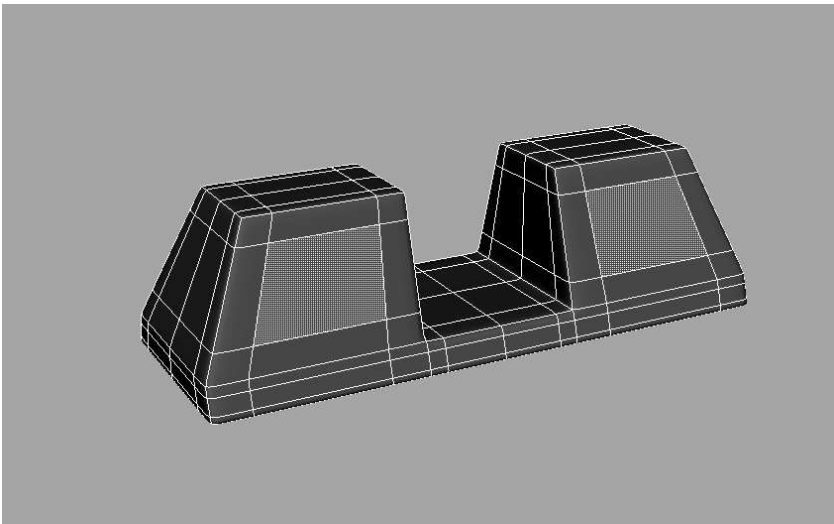
Rysunek 6.38. Poprawnie docięty model przygotowany do zagęszczenia - wąskie segmenty po zagęszczeniu dadzą odpowiedni promień zaokrąglenia krawędzi



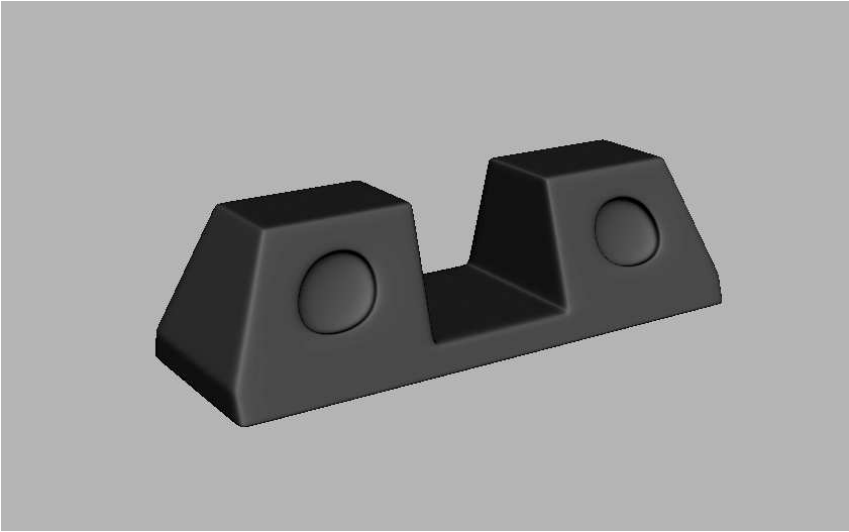
Rysunek 6.39. Zagęszczony model szczyrbinki



Rysunek 6.40. Zagęszczony model szczyrbinki - podgląd wygładzonej siatki



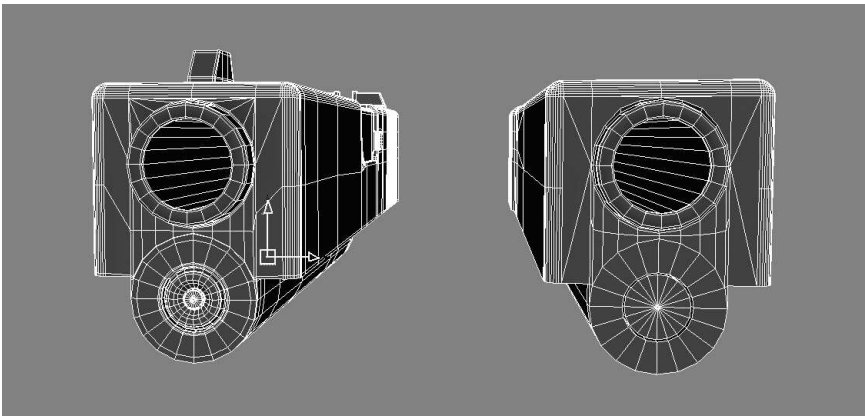
Rysunek 6.41. Zaznaczenie ścianek pod wytłoczenie w szczyrbince



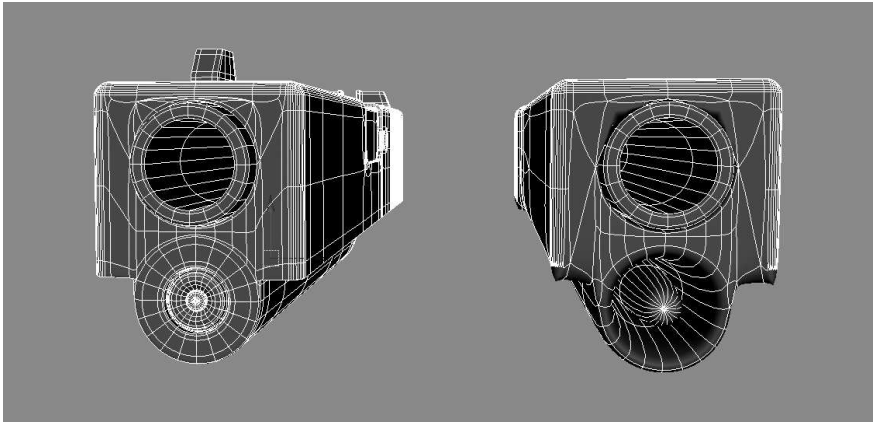
Rysunek 6.42. Gotowa szczerbinka z wytłoczeniami

Odpowiednie przygotowanie siatki do zagęszczenia wymaga zazwyczaj dość długiej pracy, dlatego gdy tworzymy model wysokopoligonowy, który ma być mocno zagęszczony, najlepiej korygować błędy i wprowadzać poprawki na bieżąco podczas pracy na niskopoligonowej wersji modelu.

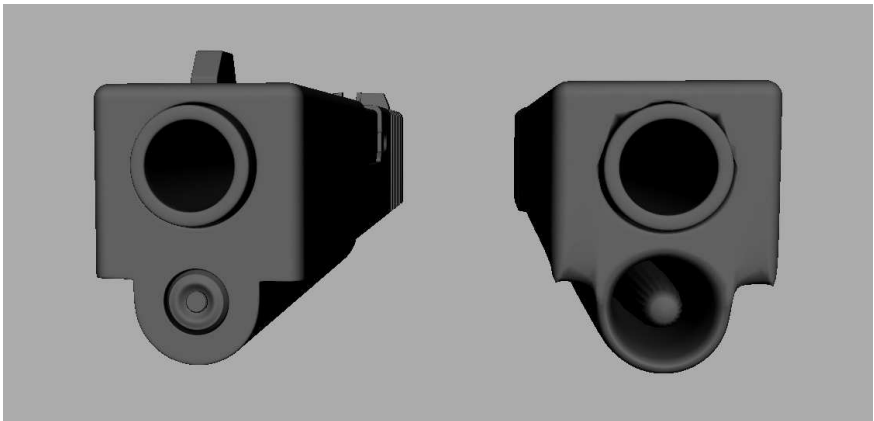
Porównanie siatek źle i dobrze przygotowanych do zagęszczenia widać na poniższych rysunkach:



Rysunek 6.43. Porównanie siatek: dobrze (po lewej) i źle (po prawej) przygotowanych do wygładzenia



Rysunek 6.44. Porównanie siatek: widok *subdivDisplaySmoothnes*



Rysunek 6.45. Porównanie wygładzonych siatek: widoczna różnica kształtów związana z poprawnym i niepoprawnym przygotowaniem modelu do wygładzenia

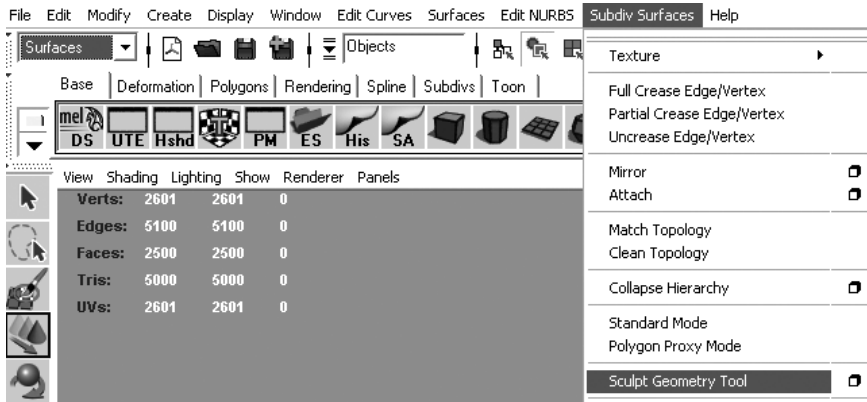
Aby ostatecznie zagęścić siatkę i uzyskać model wysokopoligony, musimy użyć polecenia *Mesh > Smooth* albo przejść do jego opcji. We właściwościach tego narzędzia możemy ustawić wiele opcji podobnych jak w narzędziu *Subdiv Proxy*. Do najważniejszych należy metoda wygładzania (*Linearly* lub *Exponentially*), liczba podziałów zagęszczenia (*Division Levels*) oraz wygładzanie współrzędnych UV (*Smooth Uvs*).

Na rysunkach 6.52-6.56 można obejrzeć ukończony model pistoletu Glock, wykonany w całości za pomocą technik przedstawionych w poprzednim oraz niniejszym rozdziale.

Rzeźbienie (Sculpting)

Ostatnią techniką modelowania, którą warto wymienić w niniejszej książce, jest tzw. sculpting. Rzeźbienie siatek o organicznych kształtach, potocznie zwane przez grafików 3D sculptingiem (z angielskiego sculpt - rzeźbić) stało się ostatnimi laty domeną zewnętrznych programów, wyspecjalizowanych w obróbce bardzo skomplikowanych brył, takich jak np. Zbrush lub Mudbox. Jednak także i w Mayi znajdziemy narzędzia, dzięki którym możemy zapoznać się z modelowaniem organicznym.

Najlepszymi narzędziami do nadawania bryłom geometrycznym bardziej organicznych kształtów są *Sculp Tool* oraz *Soft Modification*. Aby z nich skorzystać, musimy najpierw przełączyć się do układu menu *Surfaces*, a następnie wybrać polecenie *Subdiv Surface > Sculp Geometry Tool* (rysunek 6.46).

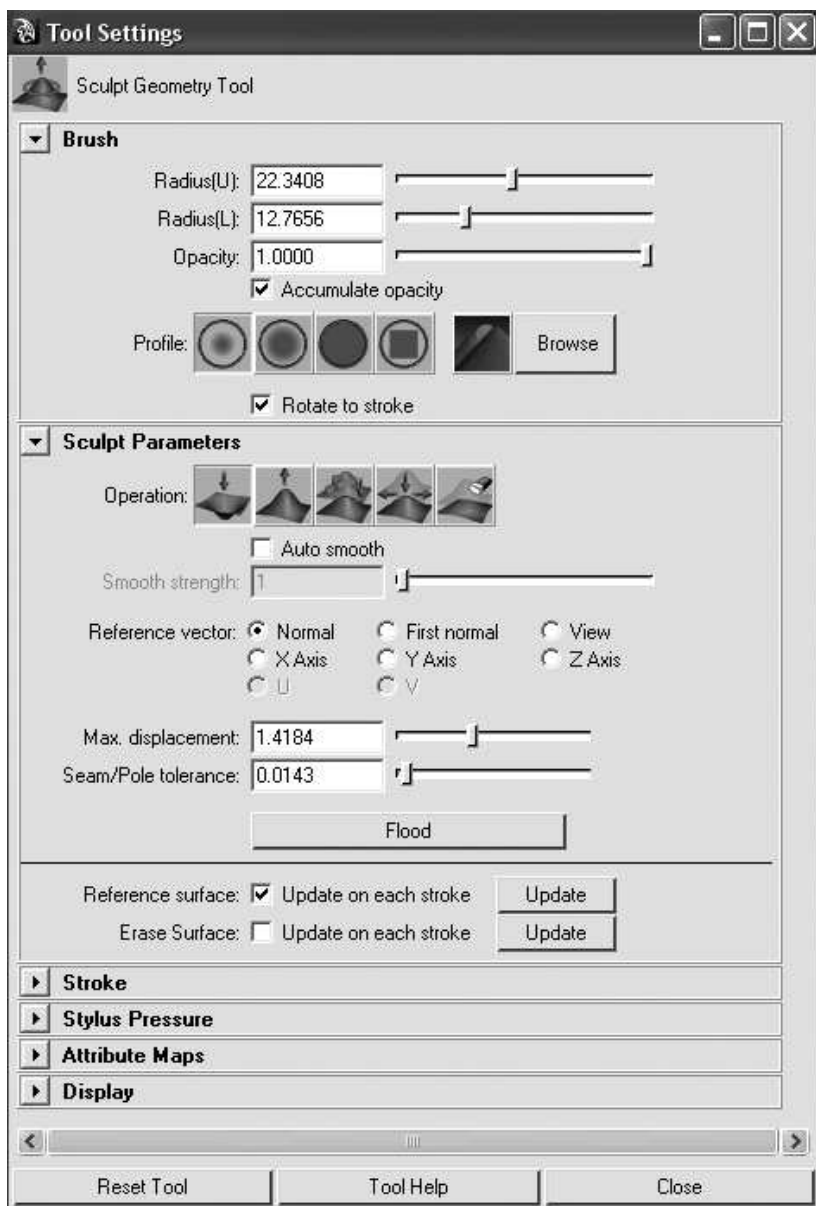


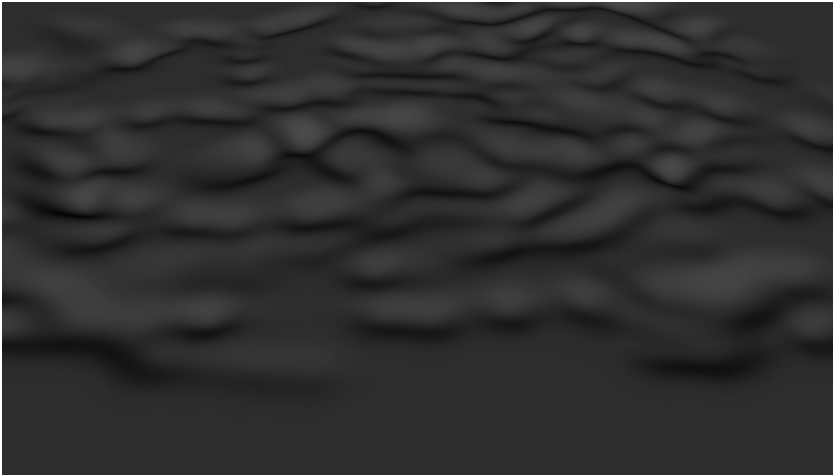
Rysunek 6.46. Polecenie *Sculp Geometry Tool*

Musimy pamiętać, iż aby praca przy modelowaniu organicznym była efektywna, należy edytowaną siatkę mocno zagęścić narzędziem *Smooth*. W zależności od sytuacji zaleca się zagęszczania przed lub po rzeźbieniu.

Narzędzie *Sculp Geometry* daje nam ogromne możliwości w kształtowaniu siatek w sposób imitujący tradycyjne narzędzia rzeźbiarskie, skonsolidowane do tzw. pędzla (*Brush*). W ustawieniach tego narzędzia (rysunek 6.47) możemy dokładnie określić zasięg pędzla (*Brush Radius*), stopień jego wypełnienia (*Opacity*) oraz profil pędzla (*Profile*). Możemy także określić, czy pędzel ma deformować siatkę w głąb czy na zewnątrz, lub też czy ma ją wygładzać (*Sculp Parameters*), a jeśli zajdzie potrzeba, możemy także skorzystać z wirtualnej "gumki" do cofania zmian.

Najczęściej narzędzi do rzeźbienia używamy po to, aby nadać powierzchni bardziej organiczną fakturę (rysunek 6.48), na przykład przy zmarszczkach na twarzy, pofałdowaniach terenu lub innych nieregularnych odkształceniach.

Rysunek 6.47. Ustawienia narzędzia *Sculpt Geometry Tool*

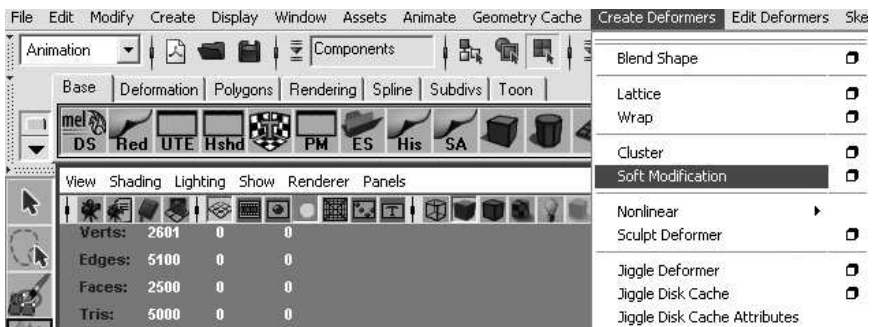


Rysunek 6.48. Siatka rzeźbiona przy użyciu narzędzia *Sculpt Geometry Tool*

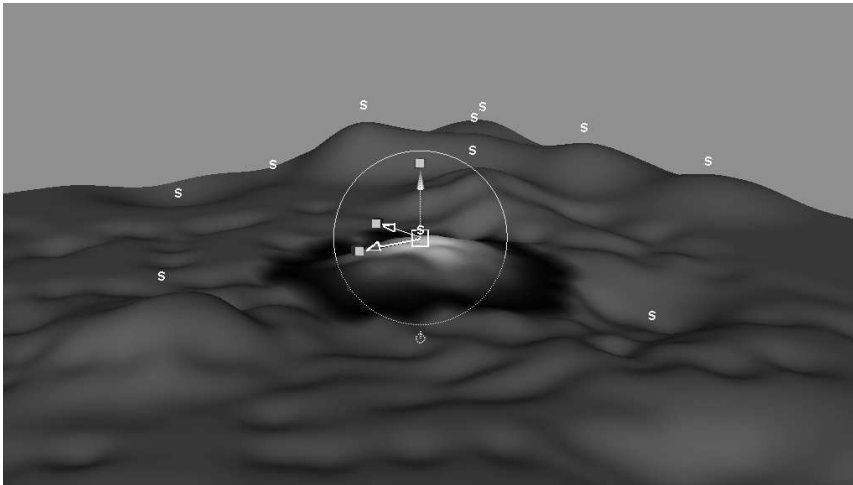
Kolejnym narzędziem używanym często do rzeźbienia jest *Soft Modification*, czyli tzw. “miękką modyfikacją” - jej zasada działania opiera się na tym, iż wygładza ona siatkę wokół deformowanych punktów.

Aby skorzystać z miękkiej modyfikacji, musimy wybrać polecenie *Create Deformers > Soft Modification* (rysunek 6.49), a następnie kliknąć na siatce w miejscu, które chcemy zdeformować - w ten sposób wyświetlimy punkt oznaczony literą S (skrót od *Soft Modification*), który będzie odkształcał siatkę. Dodatkowo zasięg modyfikacji zaznaczony jest kolorem białym (zobacz rysunek 6.50).

Wskutek użycia *Soft Modification* możemy na przykład utworzyć na terenie wybrzuszenie o określonym zasięgu, które odkształca siatkę oraz jej okolice coraz słabiej w miarę odległości od punktu S.

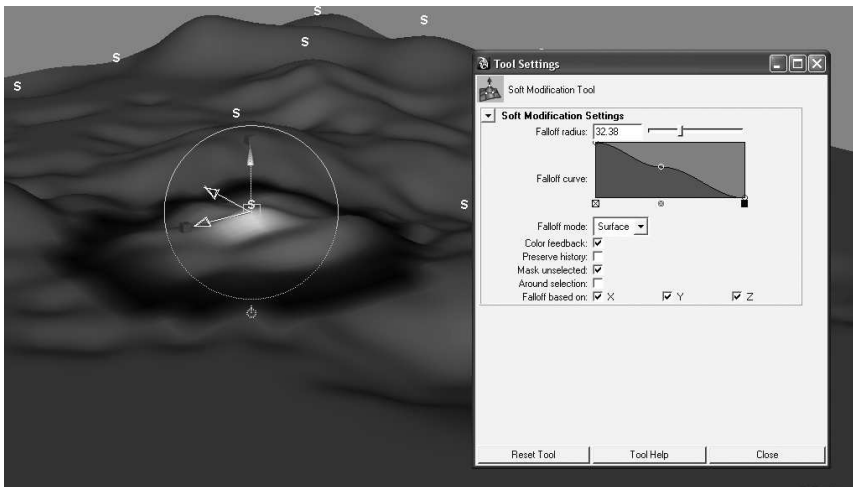


Rysunek 6.49. Polecenie *Soft Modification*



Rysunek 6.50. Widok na siatkę odkształconą przy użyciu miękkiej deformacji (punkty S)

We właściwościach narzędzia *Soft Modification* (rysunek. 6.51) można także ustawić zasięg deformacji (*Falloff radius*) oraz zmienić jej kształt (*Falloff curve*) lub też określić rodzaj odkształcenia (*Falloff mode*).



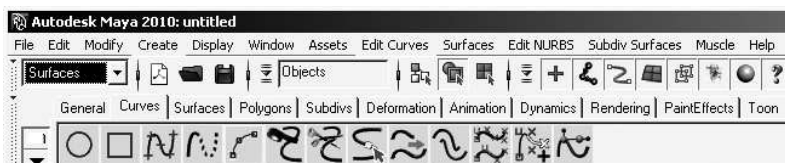
Rysunek 6.51. Właściwości *Soft Modification*

Modelowanie krzywych i powierzchni

7.1 Wprowadzenie

W poprzednich rozdziałach zajmowaliśmy się modelowaniem obiektów ściankowych (*Polygons*), nazywanych też często obiektami siatkowymi lub po prostu siatkami. Choć jest to najbardziej uniwersalna i jedna z najefektywniejszych technik modelowania, Maya oferuje też inne klasy obiektów, dzięki którym tworzenie niektórych specyficznych modeli może być znacznie wygodniejsze.

Do modelowania krzywych (*Curves*) i powierzchni (*Surfaces*), o których mowa w niniejszym rozdziale, służą w większości specjalne narzędzia, ulokowane w innych menu i panelach niż funkcje, którymi zajmowaliśmy się do tej pory. Dlatego przed przystąpieniem do realizacji przykładów opisanych poniżej, warto zmienić nieco konfigurację interfejsu Mayi. W lewym górnym rogu ekranu, na listwie statusu, z rozwijanej listy z układami menu należy wybrać pozycję *Surfaces* zamiast *Polygons* lub innej, która była tam wybrana dotychczas. Spowoduje to wyświetlenie innego zestawu menu na górnej listwie menu (pojawią się też nowe menu *Edit*, *Curves*, *Surfaces* itd. - zobacz rysunek 7.1.). Oprócz tego na półce narzędziowej zamiast zakładki *Polygons* można włączyć zakładkę *Curves* albo *Surfaces*, dzięki czemu łatwiej dostępne staną się ikony funkcji do edycji krzywych i powierzchni, których można używać zamiast wywoływania funkcji z górnej listwy menu (dolna część rysunku 7.1).



Rysunek 7.1. Układ menu i półki narzędziowej ułatwiający pracę z krzywymi i powierzchniami

7.1.1 Krzywe (Curves)

Krzywe są specyficznymi obiektami, które przyjmują postać linii o różnych kształtach. Przykłady krzywych można obejrzeć na rysunku 7.2. Krzywe nie są widoczne po wyrenderowaniu sceny i najczęściej służą jako komponenty do budowania bardziej skomplikowanych obiektów, jako ich przekroje lub ścieżki, po których wytłaczane są różne kształty. Krzywych używa się też często do zastosowań innych niż modelowanie, na przykład do określania ścieżek ruchu (trajektorii) animowanych obiektów.



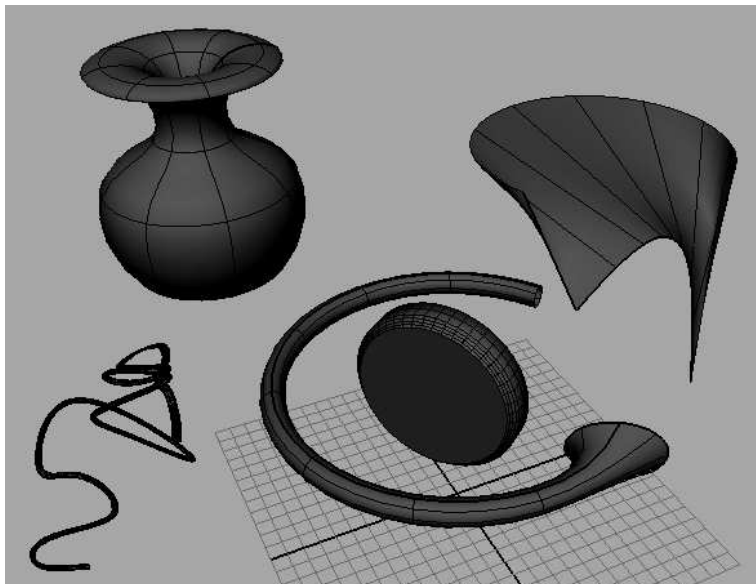
Rysunek 7.2. Przykłady krzywych o zróżnicowanych kształtach

Maya umożliwia tworzenie kilku rodzajów krzywych o regularnych kształtach (kwadrat, okrąg, łuk) lub rysowanie dowolnego kształtu poprzez dodawanie kolejnych wierzchołków krzywej kursorem w oknie widokowym.

7.1.2 Powierzchnie (Surfaces)

Określenie powierzchni (*surface*) może być tu nieco mylące, ponieważ każdy renderowany obiekt 3D posiada pewnego rodzaju powierzchnię (krzywe nie są renderowane właśnie dlatego, że jej nie posiadają). W przypadku obiektów typu *Polygons* powierzchnię obiektu definiują ścianki utworzone z wielokątów, natomiast w kategorii obiektów *Surfaces* znajdują się narzędzia służące do tworzenia modeli, których powierzchnie mogą być określone i edytowane w nieco inny sposób, niż w przypadku obiektów ściankowych. O ile obiekty

typu *Polygons* wykorzystujemy zazwyczaj wtedy, gdy zależy nam na możliwości dowolnego kształtowania każdego fragmentu powierzchni, o tyle obiekty tworzone narzędziami z menu *Surfaces* najczęściej służą do generowania modeli o miękkich, regularnych kształtach, w których zamiast pełnej kontroli nad siatką cenniejsza jest idealna gładkość i możliwość odkształcania powierzchni w miękki sposób, bez powstawania ostrych krawędzi. Przykłady takich obiektów przedstawia rysunek 7.2.



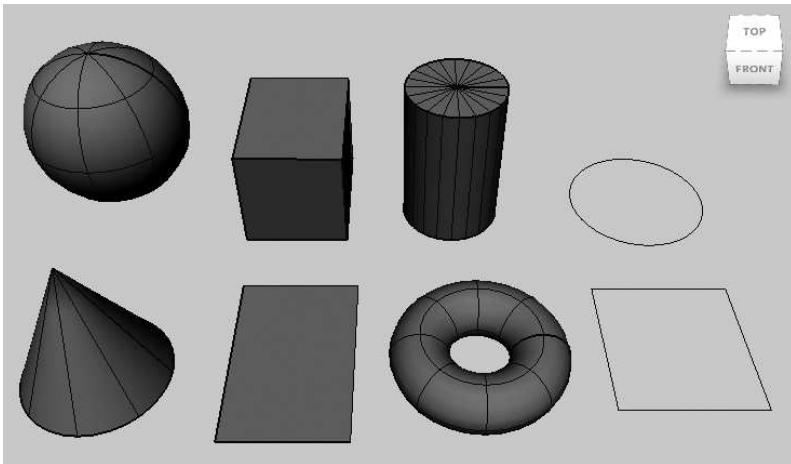
Rysunek 7.3. Przykładowe obiekty wygenerowane funkcjami z menu *Surfaces*

7.2 Tworzenie i edycja krzywych i powierzchni

W podmenu *Create > NURBS Primitives* znajdują się polecenia służące do tworzenia prostych powierzchni i krzywych opartych na predefiniowanych kształtach typu NURBS. Słowo NURBS to w języku angielskim akronim od *Non-uniform rational B-spline*, czyli specyficznego rodzaju krzywej opisanej równaniami matematycznymi.

Pierwsze sześć z nich (*Sphere*, *Cube*, *Cylinder*, *Cone*, *Plane* i *Torus*) to powierzchnie będące odpowiednikami obiektów o analogicznych kształtach i nazwach z kategorii *Polygons* (rysunek 7.4, po lewej). Z kolei *Circle* i *Square* (po prawej stronie rysunku 7.4) to krzywe, tworzące odpowiednio okrąg i kwadrat, niemające odpowiedników wśród obiektów ściankowych.

Po co w takim razie rozważać tworzenie sześcianu czy sfery w inny sposób niż jako obiektu ściankowego? Patrząc na sferę przedstawioną na rysunku 7.3,



Rysunek 7.4. Predefiniowane powierzchnie i krzywe

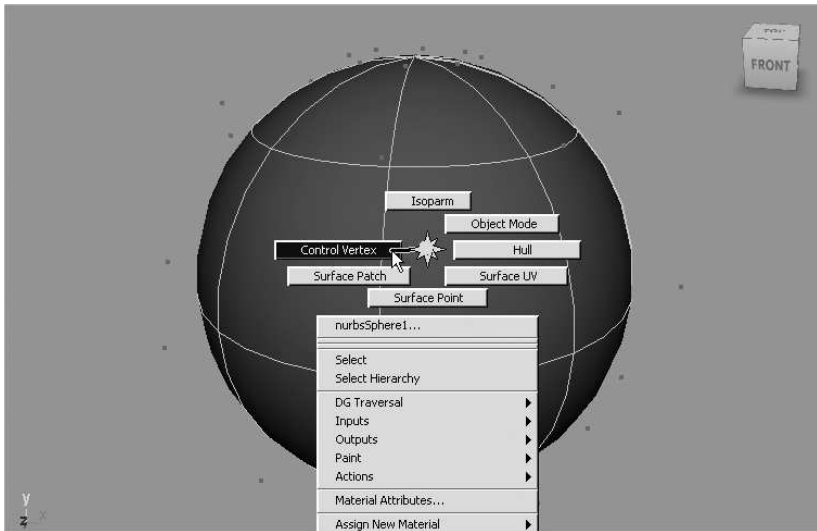
można zauważyć, że jej krawędzie wyglądają nieco inaczej, niż w przypadku sfery zbudowanej ze ścianek - mają one postać gładkich krzywych. Aby zmienić kształt sfery opisaną gładkimi krzywymi, nie musimy zaznaczać i modyfikować dużej liczby wierzchołków, ponieważ krzywizna powierzchni określana jest węzłami, których liczba jest stosunkowo niewielka.

7.2.1 Modyfikowanie prostych obiektów typu NURBS

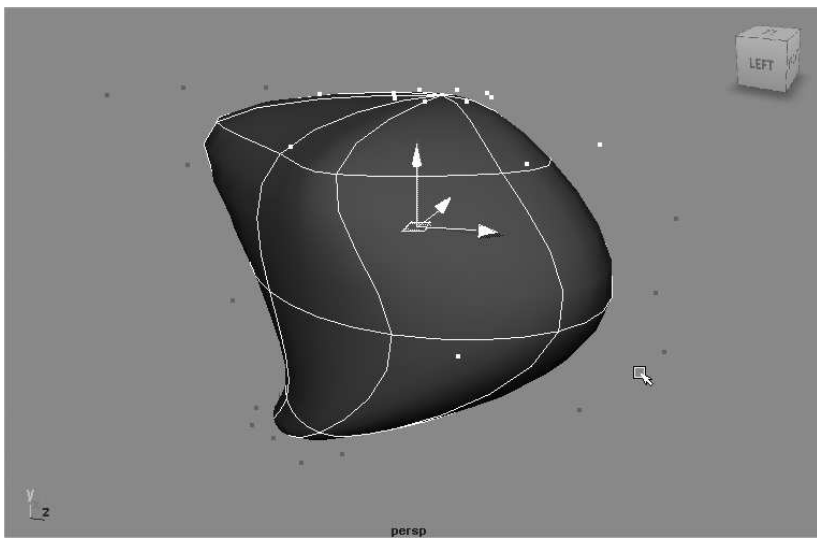
Aby jeszcze wyraźniej zobrazować sobie specyfikę pracy z obiektami typu *Surfaces*:

1. Wybierz polecenie *File > New Scene*, aby utworzyć nową, pustą scenę.
2. Użyj polecenia *Create > NURBS Primitives > Sphere* i przeciągnij kursorem w oknie widokowym, aby dodać do sceny sferę.
3. Przytrzymaj prawy klawisz myszy na zaznaczonej sferze i z menu podręcznego wybierz polecenie *Control Vertex*, aby przejść do trybu edycji wierzchołków (węzłów) kontrolnych. Wokół sfery pojawi się chmura kwadratowych uchwytów reprezentujących węzły kontrolne (rysunek 7.5).
4. Zaznacz kilka węzłów i przeciągnij je w dowolnym kierunku, obserwując, jak zmienia się krzywizna powierzchni. Operację tę możesz powtórzyć kilkakrotnie dla różnych wierzchołków (rysunek 7.6).

Jak można zaobserwować na rysunku 7.6., przesuwanie wierzchołków kontrolnych daje inny efekt, niż edycja zwykłych wierzchołków w siatkach typu *Polygons*. W przypadku powierzchni opisanej krzywymi obiekt zachowuje gładkość pomimo niewielkiej liczby danych opisujących jego kształt. To jest zasadnicza różnica praktyczna pomiędzy obiektami *Polygons* i *Surfaces* - w przypadku



Rysunek 7.5. Węzły kontrolne służące do edycji kształtu powierzchni



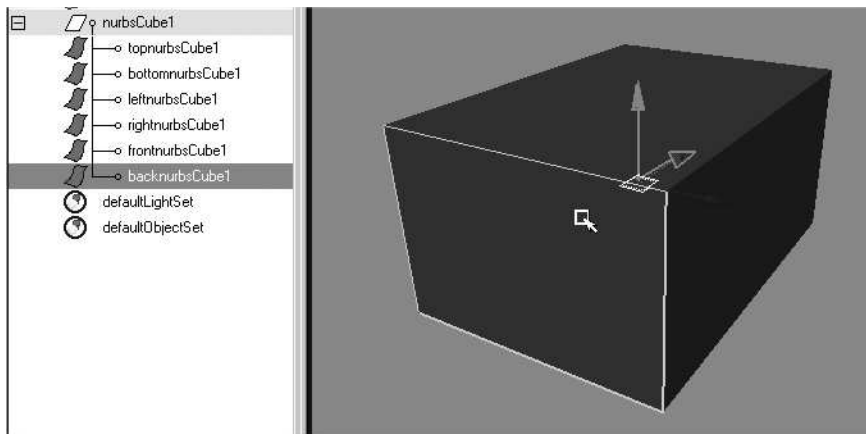
Rysunek 7.6. Sfera po edycji wierzchołków kontrolnych

tych pierwszych gładkość i szczegółowość modelu ściśle zależy od liczby punktów i krawędzi, natomiast w obiektach typu *Surfaces* program automatycznie interpoluje krzywizny tak, aby wizualnie obiekt pozostał gładki. Ma to jednak również pewne wady - pojedyncze obiekty typu NURBS nie mogą posiadać ostrych krawędzi, co zilustruje kolejny przykład.

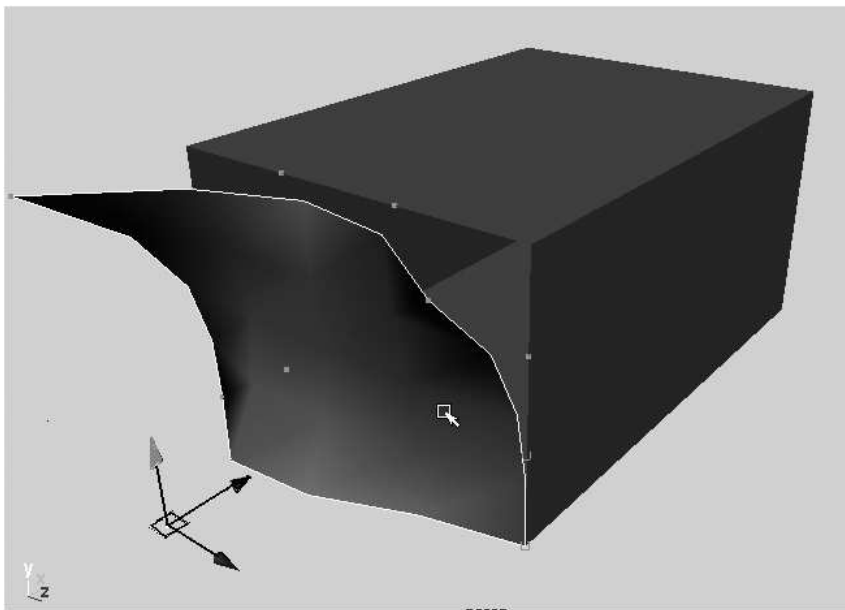
1. Wybierz polecenie *Create > NURBS Primitives > Cube* i przeciągnij dwukrotnie kursorem w oknie widokowym, aby dodać do sceny prostopadłościan.
2. Kliknij pojedynczą ściankę prostopadłościanu, a zauważysz, że zostanie ona zaznaczona niezależnie od reszty modelu - w rzeczywistości składa się on z sześciu odrębnych obiektów, co można dodatkowo uwidocznić, włączając panel *Outliner* z lewej strony ekranu (rysunek 7.7). Między innymi z tego względu obiekty typu NURBS nie nadają się do wydajnego modelowania modeli o dowolnych kształtach, ponieważ uzyskanie niektórych efektów może być w ich przypadku problematyczne (choć są sposoby na omijanie tego typu ograniczeń).

Na pozór prostopadłościan ten nie różni się niczym od swojego odpowiednika z kategorii *Polygons*, lecz łatwo zauważyć, że jego edycja może być bardziej problematyczna.

3. Przytrzymaj prawy klawisz myszy na zaznaczonej ściance i z menu podręcznego wybierz funkcję *Control Vertex*, przechodząc w tryb edycji węzłów kontrolnych. Przesuwając kilka z nich, możesz zaobserwować, że powierzchnia ścianki odkształca się w płynny sposób, ale powstaje widoczna przerwa pomiędzy krawędziami ścianek (rysunek 7.8).



Rysunek 7.7. Prostopadłościan typu NURBS składa się z sześciu odrębnych powierzchni



Rysunek 7.8. Edycja jednej ze ścianek prostopadłościanu typu NURBS powoduje powstanie widocznych nieciągłości na powierzchni modelu

7.2.2 Tworzenie i edycja krzywych o złożonych kształtach

Poleceniami *Create > NURBS Primitives > Circle* oraz *Create > NURBS Primitives > Square* możemy tworzyć dwa najprostsze typy krzywych, czyli okrąg i prostokąt, przy czym prostokąt podlega podobnym ograniczeniom jak opisany przed chwilą prostopadłościan, czyli ze względu na występowanie kątów prostych, konieczne jest podzielenie go na kilka odrębnych obiektów. Zazwyczaj jednak potrzebujemy krzywych o bardziej skomplikowanych kształtach i gdy te dwa obiekty nie nadają się do zamodelowania interesujących nas profili, konieczne jest użycie jednego z narzędzi do ręcznego tworzenia krzywych.

Krzywą o unikalnym kształcie można utworzyć za pomocą dwóch funkcji, przy czym różnią się one metodą rysowania krzywej, a nie możliwymi do uzyskania rezultatami - w obu przypadkach efekt końcowy może być identyczny. Pierwszą z nich uruchamiamy poleceniem *Create > CV Curve Tool*, a drugą *Create > EP Curve Tool*.

Dla osób nieprzywykłych wcześniej do pracy z krzywymi Beziera (spotykamy je w wielu programach graficznych innych, niż Maya), najbardziej naturalną metodą modelowania krzywych może być *EP Curve Tool*. W przypadku tego narzędzia, rysując krzywą, określamy położenie punktów edycyjnych (*Edit Points*) i krzywiznę łuków wokół tych punktów (rysunek 7.9).

Aby utworzyć krzywą typu *EP*, wykonaj następujące czynności:

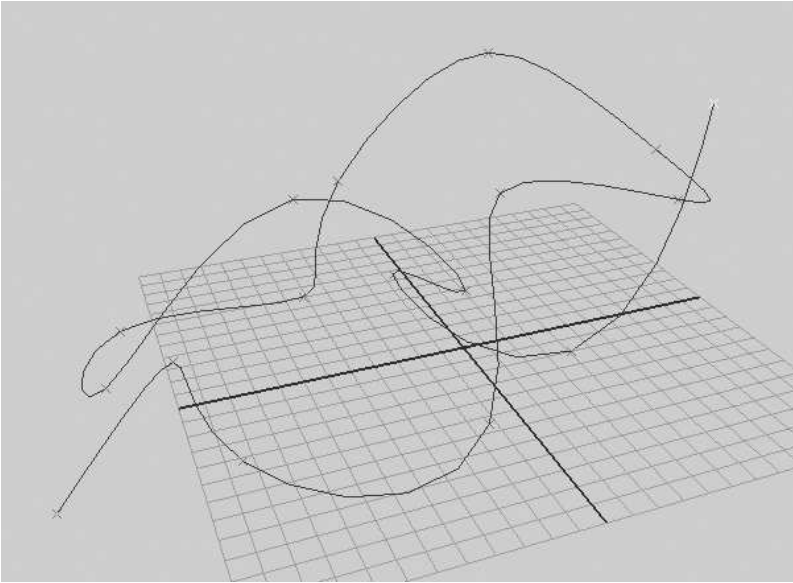
1. Wybierz polecenie *File > New Scene*, aby utworzyć nową, pustą scenę.
2. Wybierz polecenie *Create > EP Curve Tool*.
3. Kliknij w oknie widokowym, aby określić położenie pierwszego węzła krzywej. Przyjmie on postać małego czerwonego kwadratu na tle żółtego znaku *X*.
4. Kliknij drugi raz w innym miejscu okna widokowego, żeby dodać kolejny węzeł krzywej oznaczony drugim znakiem *X*. Pomiędzy węzłami pojawi się pierwszy segment krzywej.
5. Kolejnymi kliknięciami w oknie widokowym możesz dodawać następne węzły, pomiędzy którymi program sam automatycznie wstawi łuki o możliwie gładkich krzywiznach.
6. Przy każdym kliknięciu możesz przeciągnąć kursorem w dowolnym kierunku, zmieniając położenie kolejnego węzła i obserwując w czasie rzeczywistym zmiany krzywizny łuku w sąsiedztwie tego węzła.
7. Jeśli któryś z węzłów został dodany w niewłaściwym miejscu, możesz klawiszem *Backspace* cofnąć jego utworzenie (kilkukrotne wciśnięcie *Backspace* pozwala cofnąć do etapu dodawania jeszcze wcześniejszych węzłów).
8. Węzły można również dodawać i przesuwać w dowolnych oknach widokowych w trakcie tworzenia pojedynczej krzywej - pomiędzy dodaniem kolejnych węzłów możesz nacisnąć szybko spację i kliknąć w innym oknie widokowym. Pozwala to utworzyć krzywą, która nie leży w jednej płaszczyźnie. Przykład takiej krzywej znajduje się na rysunku 7.9.
9. Aby zakończyć rysowanie krzywej, naciśnij klawisz *Enter*.

Jak można zauważyć, za pomocą narzędzia *EP Curve Tool* tworzymy krzywą poprzez określenie punktów znajdujących się bezpośrednio na tej krzywej.

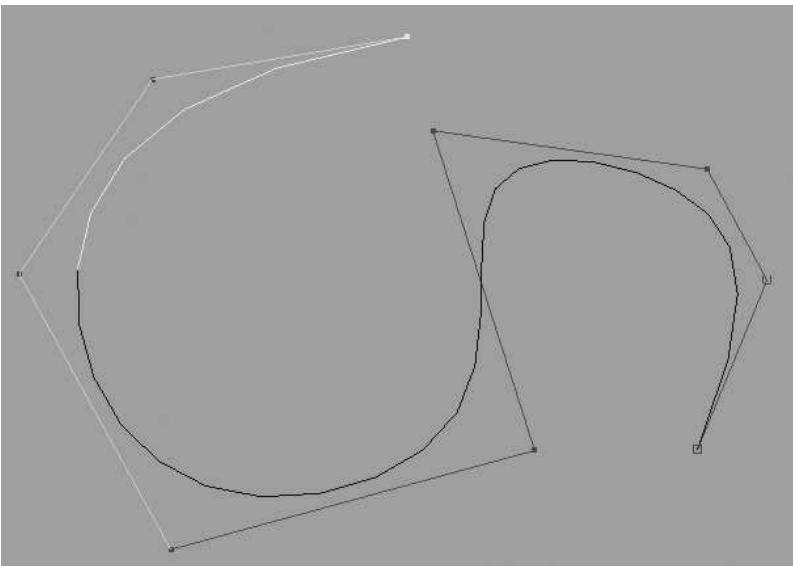
W grafice wektorowej (nie tylko 3D) popularne są jednak inne techniki modelowania krzywych, w których o kształcie każdego segmentu pomiędzy węzłami decyduje ustawienie specjalnych wierzchołków kontrolnych (*Control Vertices*), które nie muszą leżeć bezpośrednio na krzywej.

Aby utworzyć krzywą poprzez określenie wierzchołków kontrolnych, wykonaj następujące operacje:

1. Wybierz polecenie *Create > CV Curve Tool*.
2. Kliknij w oknie widokowym, aby utworzyć pierwszy wierzchołek kontrolny.
3. Kolejnymi kliknięciami możesz dodawać następne wierzchołki kontrolne - odcinki łączące te wierzchołki nie są jednak krzywą, którą tworzymy. Po dodaniu trzeciego wierzchołka program narysuje pierwszy segment krzywej wyznaczony tymi wierzchołkami.
4. Kolejne kliknięcia pozwolą dodać dalsze wierzchołki i segmenty, przy czym podobnie jak w przypadku krzywej typu *EP*, możemy po kliknięciu przeciągnąć kursorem, żeby określić docelowe położenie danego wierzchołka, mając przed oczyma zmieniający się interaktywnie kształt krzywej (zobacz rysunek 7.10). Aby zakończyć tworzenie krzywej, naciśnij *Enter*.



Rysunek 7.9. Przykład krzywej utworzonej narzędziem EP *Curve Tool*



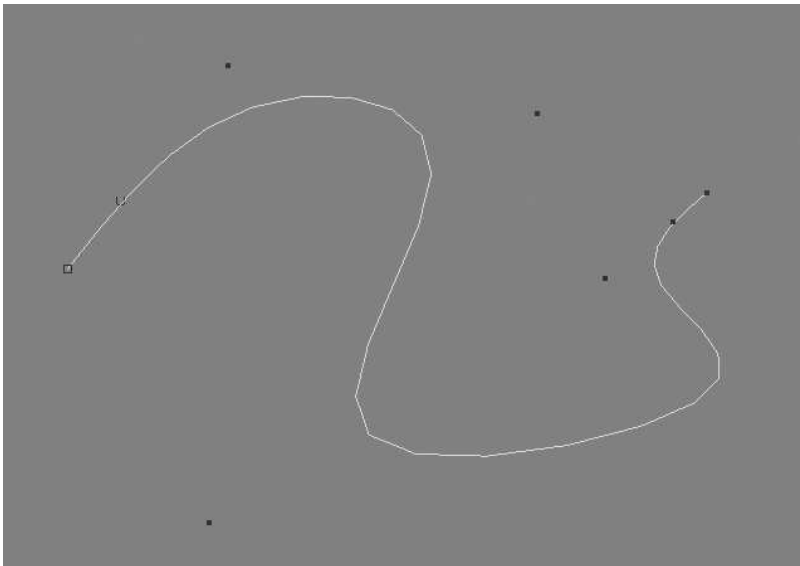
Rysunek 7.10. Krzywa tworzona narzędziem CV *Curve Tool*

Krzywą utworzoną dowolnymi narzędziami możemy później poddać edycji, zmieniając jej kształt. Możliwe jest między innymi przedłużanie krzywej poprzez dodawanie do niej nowych węzłów na jej końcu (*Edit Curves > Add Points Tool*), dodanie nowego węzła w obrębie danego segmentu krzywej (*Edit Curves > Insert Knot*) i wiele innych operacji dotyczących wybranych fragmentów lub całości krzywej. Poniżej przedstawimy kilka przykładowych funkcji do kształtowania krzywej.

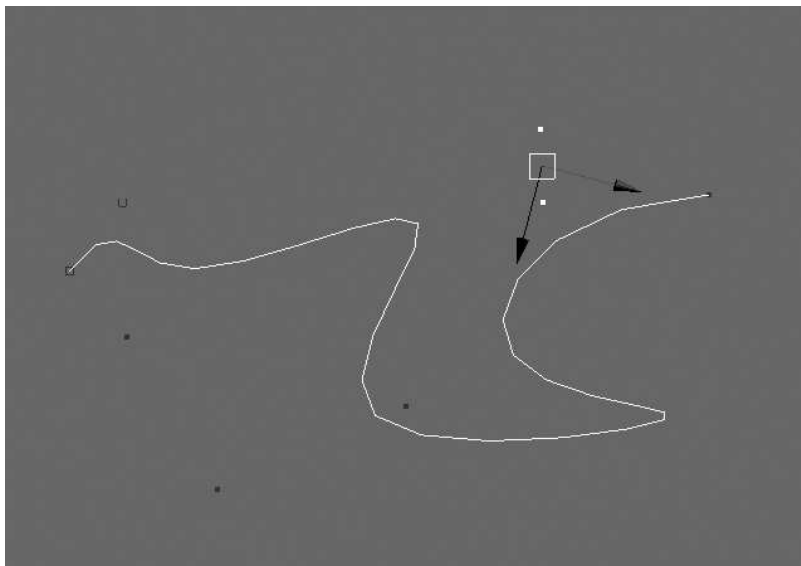
Aby zmodyfikować kształt krzywej poprzez edycję punktów kontrolnych:

1. Utwórz dowolną krzywą o kilku segmentach przy użyciu narzędzia *CV Curve Tool* lub *EP Curve Tool* (możesz też zmodyfikować krzywą typu *Circle* lub *Square*).
2. Kliknij w dowolnym miejscu krzywej prawym klawiszem myszy i po przytrzymaniu go wybierz z menu podręcznego opcję *Control Vertex*. Wokół tej krzywej wyświetlone zostaną wierzchołki kontrolne (rysunek 7.11).
3. Zaznacz jeden lub więcej wierzchołków kursorem i przesunij je w dowolne miejsce okna widokowego, obserwując jak zmienia się kształt krzywej. Powtórz tę operację dla różnych wierzchołków (rysunek 7.12).

Jedną z najbardziej popularnych metod edycji krzywych w grafice komputerowej jest algorytm Beziera, który opiera się na określaniu krzywizny łuku poprzez modyfikowanie stycznej do krzywej w danym punkcie. Aby skorzystać z narzędzia tego typu, należy użyć funkcji *Curve Editing Tool*.



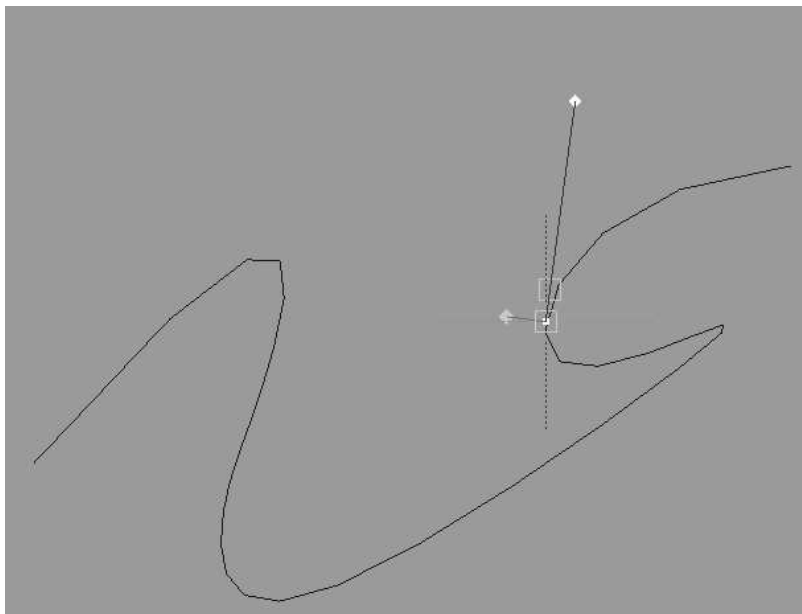
Rysunek 7.11. Krzywa w trybie edycji wierzchołków kontrolnych



Rysunek 7.12. Krzywa z poprzedniego rysunku po zmianie położenia kilku wierzchołków kontrolnych

W celu zmiany kształtu krzywej narzędziem *Curve Editing Tool*, wykonaj następujące czynności:

1. Utwórz nową krzywą albo skorzystaj z krzywej utworzonej w poprzednim przykładzie.
2. Wybierz polecenie *Edit Curves > Curve Editing Tool*.
3. Kliknij w dowolnym punkcie krzywej. W miejscu kliknięcia pojawi się kilka uchwytów służących do kształtowania krzywej w tym miejscu.
4. Aby zmienić położenie węzła krzywej, kliknij i przeciągnij kursorem niebieski kwadrat leżący w miejscu, które przed chwilą wskazałeś.
5. Aby zmienić krzywiznę łuku poprzez nachylenie i długość odcinka kontrolnego stycznego do krzywej, kliknij jeden z błękitnych kwadratów leżących na tym odcinku (pusty kwadrat odpowiada za nachylenie, zaś wypełniony za długość odcinka kontrolnego).
6. Aby przesunąć zaznaczony punkt po krzywej, nie zmieniając jej kształtu, kliknij i przeciągnij niebieski kwadrat na odcinku prostym do krzywej.
7. By wyrównać styczną krzywej do pionowej lub poziomej osi układu współrzędnych, kliknij niebieską lub czerwoną linię przerywaną w sąsiedztwie zaznaczonego węzła.
8. W każdej chwili możesz kliknąć w dowolnym innym miejscu krzywej i poddać edycji inny jej węzeł. Spróbuj powtórzyć opisane wyżej czynności, aby nadać krzywej zupełnie inny kształt (rysunek 7.13).



Rysunek 7.13. Edycja kształtu krzywej narzędziem Curve Editing Tool

Tworzenie powierzchni o złożonych kształtach

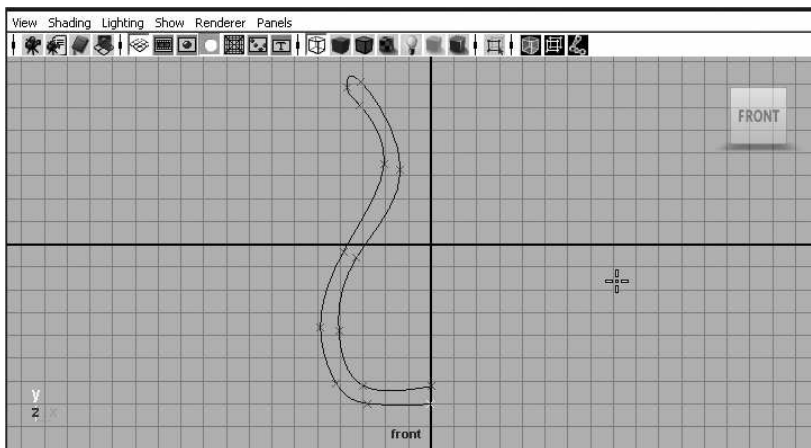
Krzywe same w sobie nie stanowią modeli, które można renderować jako bryły 3D. W oparciu o nie dopiero definiuje się takie powierzchnie, za pomocą innych narzędzi, z których najważniejsze można znaleźć w menu Surfaces. Poniżej pokażemy przykłady ich wykorzystania.

7.2.3 Modelowanie bryły obrotowej narzędziem Revolve

Polecenie *Surface > Revolve* tworzy bryłę obrotową, której przekrój może być wyznaczony przez dowolną krzywą. Wymodelujemy teraz przykładowy dzban, którego powierzchnia powstanie przy użyciu tego narzędzia. Aby utworzyć model dzbanu:

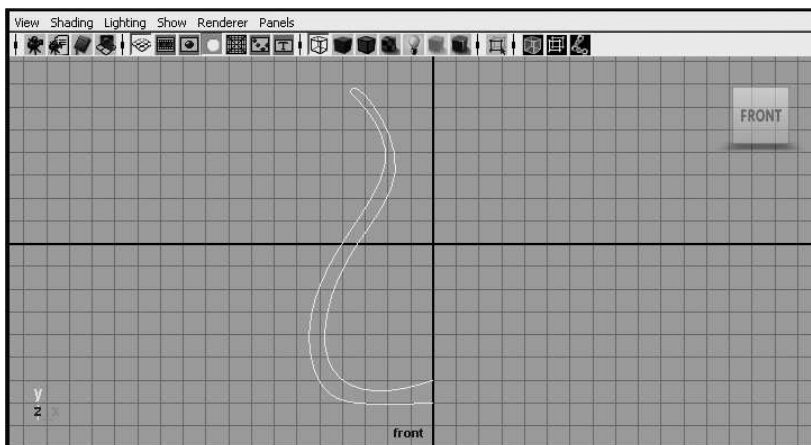
1. Wybierz polecenie *File > New Scene*, aby utworzyć nową scenę.
2. Powiększ na cały ekran okno widokowe *front* lub *side*, dzięki temu bardziej precyzyjnie będziesz mógł narysować przekrój bryły.
3. Wybierz polecenie *Create > EP Curve Tool* i kliknij przy pionowej osi głównej siatki konstrukcyjnej (gruba czarna linia), aby wstawić pierwszy węzeł krzywej.
4. Kolejnymi kliknięciami dodawaj następne węzły, rysując krzywą przypominającą literę “S”, która będzie stanowiła połowę przekroju dzbana (rysunek 7.14). Nie musisz starać się ustawiać węzłów bardzo precyzyjnie,

możesz później poddać edycji położenie węzłów i krzywizny łuków, np. za pomocą narzędzia *Edit Curves > Curve Editing Tool*.



Rysunek 7.14. Krzywa stanowiąca połowę przekroju dzbana

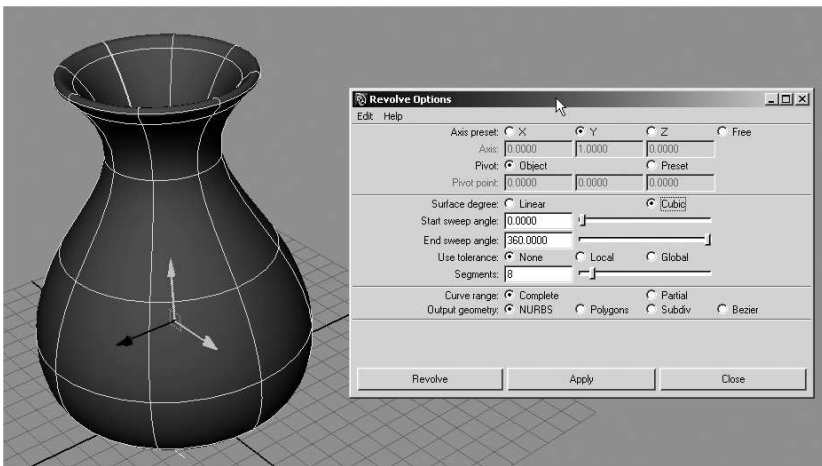
5. Ostatni węzeł wstaw również na pionowej osi głównej siatki konstrukcyjnej, tak by węzeł początkowy i końcowy krzywej znajdowały się jeden nad drugim. Po utworzeniu ostatniego węzła naciśnij klawisz *Enter*.
6. Jeśli nie jesteś zadowolony z kształtu krzywej, możesz kliknąć prawym klawiszem myszy i z menu podręcznego wybrać funkcję *Control Vertex* i zmienić położenie dowolnych węzłów, a w celu dokładniejszego wyprofilowania łuków użyć narzędzia *Edit Curves > Curve Editing Tool*. Aby przesunąć



Rysunek 7.15. Kształt przekroju dzbana po korekcji położenia węzłów

początkowy oraz końcowy węzeł dokładnie nad oś symetrii bryły, podczas przesuwania węzła przytrzymaj klawisz *X* (w miejscu kursora pojawi się mały okrąg) i przeciągnij go w stronę jednego z węzłów siatki konstrukcyjnej leżących na tej osi. Krzywą po korekcie ilustruje rysunek 7.15.

- Przejdź do okna widoku perspektywicznego i mając zaznaczoną krzywą, kliknij czarny kwadrat obok polecenia *Revolve* w menu *Surfaces*. Na ekranie pojawi się okno dialogowe *Revolve Options*, widoczne na rysunku 7.16. W oknie tym upewnij się, że w polu *Axis preset* wybrana jest opcja *Y* określająca oś, względem której obracany jest przekrój. Po naciśnięciu przycisku *Apply* w scenie powinna pojawić się bryła widoczna na rysunku 7.16.



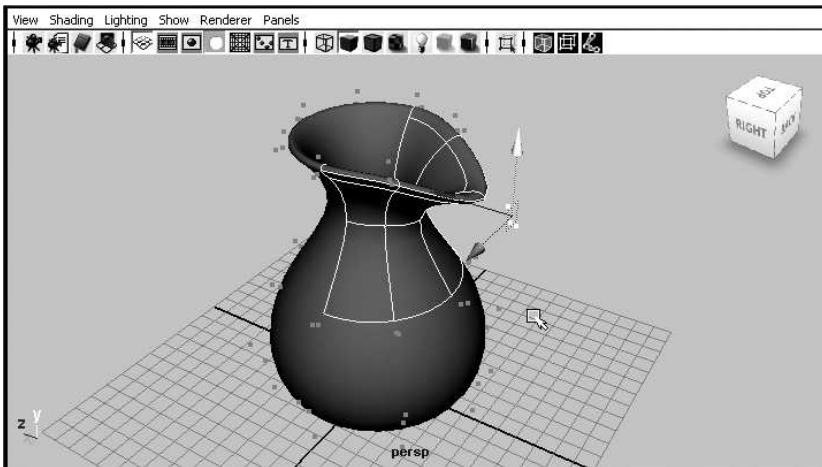
Rysunek 7.16. Bryła obrotowa utworzona narzędziem Revolve

7.2.4 Profilowanie kształtu powierzchni obrotowej

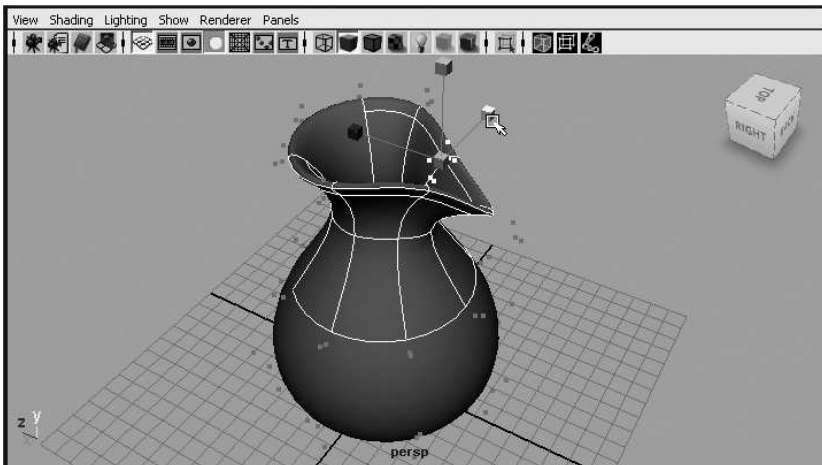
Do utworzenia po jednej stronie dzbana charakterystycznego dziobu, wystarczy zmodyfikować odpowiednie węzły kontrolne w utworzonej przed chwilą powierzchni. Wykonaj następujące operacje:

- W scenie z poprzedniego ćwiczenia kliknij na dzbanie prawym klawiszem myszy i wybierz z menu podręcznego funkcję *Control Vertex*.
- Zaznacz wierzchołki kontrolne pojedynczego segmentu bryły leżące na samym brzegu dzbana i przesunij je kursorem na zewnątrz bryły oraz nieznacznie w dół (zobacz rysunek 7.17). Jak można zauważyć, kształt dużej części dzbana miękko dopasowuje się do przesuniętych węzłów.
- Zaznacz wierzchołki w okolicy brzegu dzbana sąsiadujące z wcześniej już zaznaczonymi i przeskaluj je w taki sposób, aby zwięzić obszar wokół wcze-

śniej uwypuklonego dzioba (rysunek 7.18). Możesz je przy tym przesunąć, w zależności od tego, jaki kształt chcesz ostatecznie nadać dziobowi.



Rysunek 7.17. Przesunięcie wierzchołków na brzegu dzbana



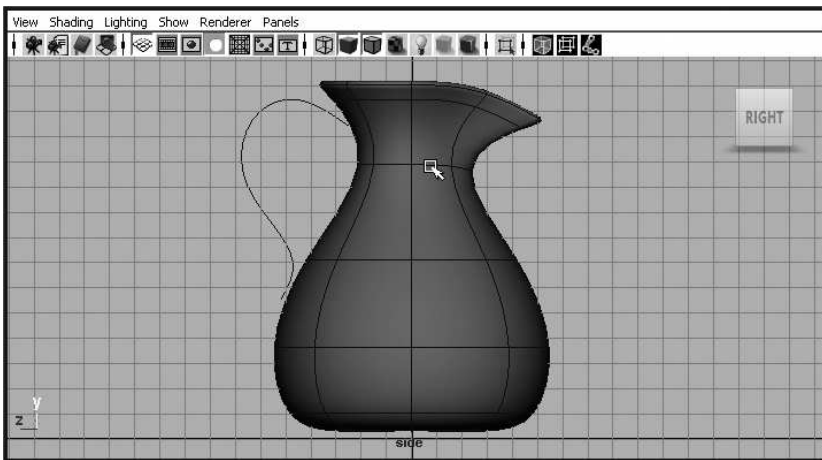
Rysunek 7.18. Dalsze profilowanie dzioba w dzbanie

7.2.5 Wytlaczanie profilu po krzywej narzędziem Extrude

Poza *Revolve* jednym z częściej używanych narzędzi do modelowania powierzchni jest *Surfaces > Extrude*. Należy przy tym zauważyć, że jest to zupełnie

inne narzędzie niż funkcja wytłaczania ścianek (*Extrude*) dostępna dla obiektów klasy *Polygons*. W przypadku *Surfaces > Extrude* dokonujemy wytłoczenia kształtu określonego pewną krzywą wzdłuż ścieżki zdefiniowanej przez inną krzywą. Kontynuując przykład z poprzednich podrozdziałów, użyjemy narzędzia *Extrude* do utworzenia profilowanego uchwytu dla dzbana. Aby zrealizować to zadanie:

1. W scenie z poprzedniego ćwiczenia przejdź do okna widoku *front* lub *side*, aby ujrzeć dzban z boku, z dziobem skierowanym w prawo lub lewo.
2. Wybierz polecenie *Create > EP Curve Tool* albo *Create > CV Curve Tool* i za pomocą kilku węzłów narysuj krzywą, kształtem przypominającą uchwyt dzbana, dopasowując jej początek i koniec do miejsc, w których uchwyt mógłby być przytwierdzony do obiektu (rysunek 7.19).

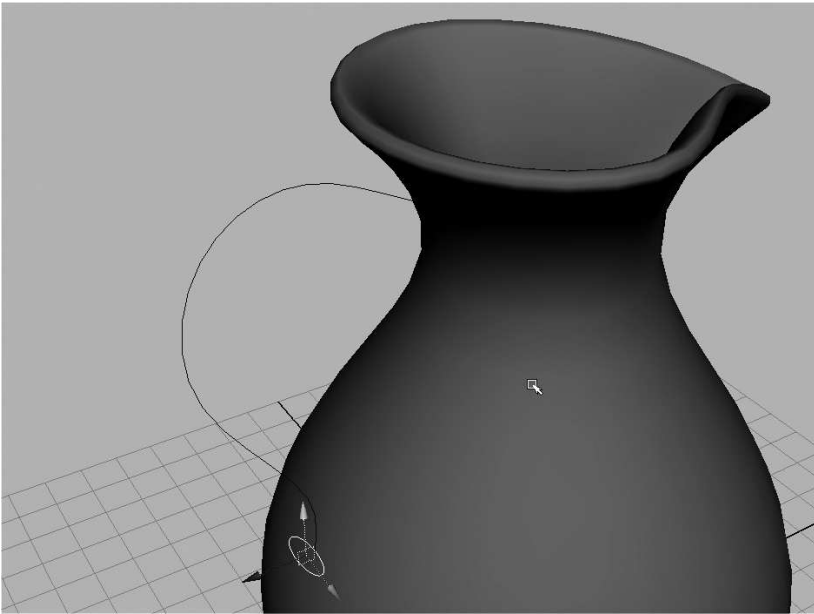


Rysunek 7.19. Krzywa określająca kształt uchwytu dzbana

3. W oknie widokowym *top* utwórz krzywą typu *Circle*, czyli okrąg (*Create > NURBS Primitives > Circle*) i umieść ją przy końcu profilu, aby następnie narzędziem skalowania dopasować rozmiar przekroju do pożądanej grubości uchwytu (rysunek 7.20). Możesz przeskalować okrąg nieproporcjonalnie wzdłuż jednej z osi, czyniąc z niego elipsę, jak przedstawiono na rysunku 7.20.

Operacje te mogą wymagać przechodzenia pomiędzy różnymi oknami widokowymi.

4. Zaznacz kształt przekroju (okrąg lub elipsę), a następnie trzymając wciśnięty klawisz *Ctrl* kliknij wcześniej utworzony kształt uchwytu. Kolejność zaznaczania obu krzywych jest tu bardzo ważna, ponieważ program wytłacza pierwszą krzywą (przekrój) wzdłuż drugiej krzywej (ścieżki) i zmiana kolejności dałaby nieprawidłowe efekty. Ostatni zaznaczony obiekt w *Mayi*

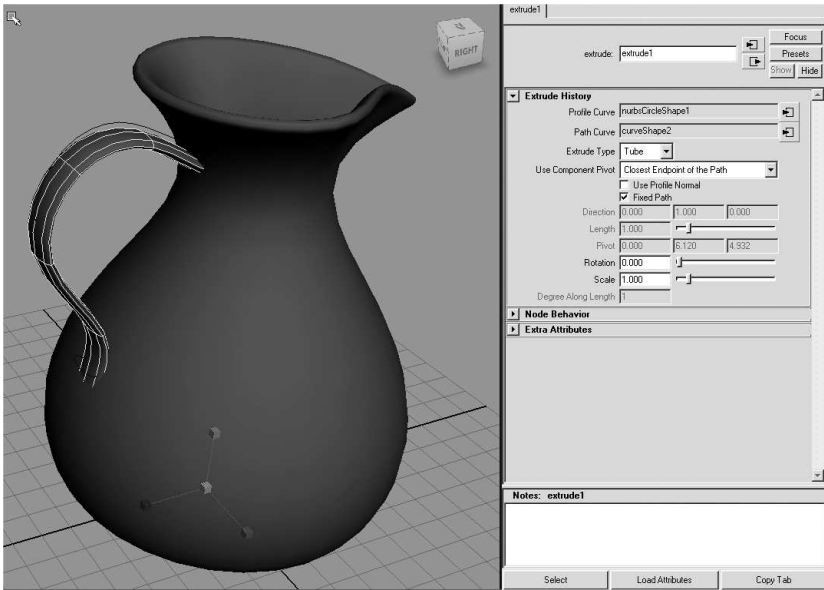


Rysunek 7.20. Przekrój uchwytu wymodelowany jako elipsa

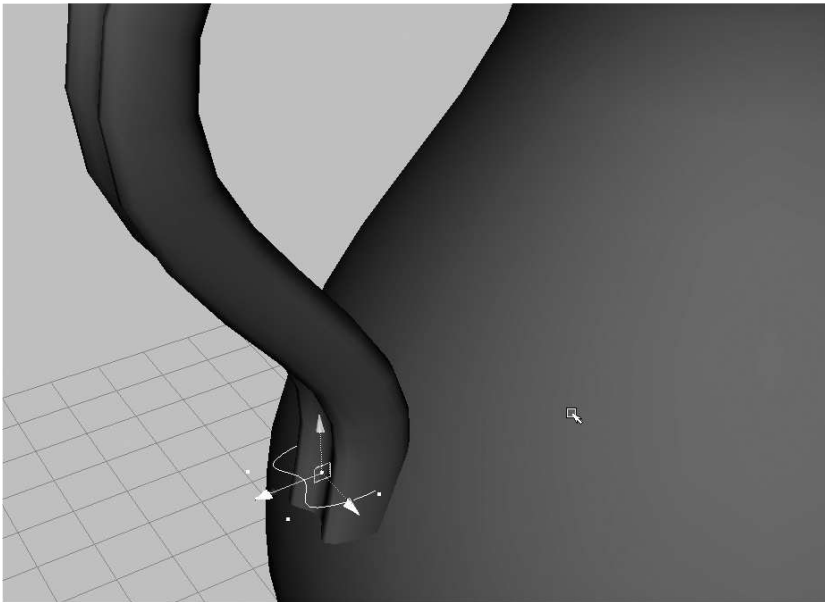
jest zawsze wyróżniany na zielono, dlatego w tym przypadku po zaznaczeniu obu krzywych zielony powinien być kształt uchwytu, który wymodelowaliśmy wcześniej.

- Wybierz polecenie *Surfaces > Extrude*. W rezultacie elipsa powinna zostać wytłoczona wzdłuż ścieżki i utworzyć uchwyt podobny do tego z rys. 7.21. Jeśli profil nie został dopasowany do ścieżki tak jak tego chciałeś, możesz spróbować użyć dodatkowo opcji *Use Profile Normal* lub *Fixed Path* w bocznym panelu atrybutów.
- Dość istotne w tej metodzie modelowania jest to, że program zachowuje powiązanie wytłoczonej powierzchni z jej pierwotnym przekrojem i ścieżką, które nie są usuwane ze sceny. Zmieniając kształt którejs z tych krzywych, możemy zmodyfikować wytłoczony obiekt w dowolnym momencie. Na przykład przesuując wybrane wierzchołki kontrolne w przekroju uchwytu, mamy możliwość nadania uchwytowi bardziej złożonego profilu, jak na rysunku 7.22.

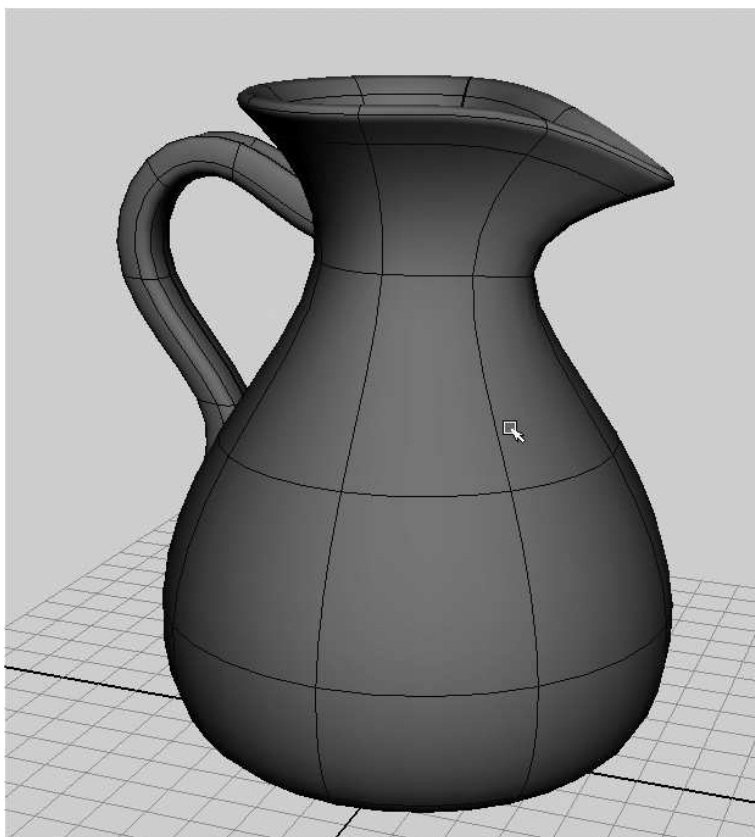
Tak wymodelowany dzban możemy poddać końcowym modyfikacjom, aby ostatecznie wyprofilować wszystkie jego elementy (rysunek 7.23). Co łatwo zauważyć po raz kolejny, powierzchnie modelowane w oparciu o krzywe najlepiej nadają się do oddawania miękkich, obłych kształtów - dlatego dla prostych naczyń, jak omawiany tu dzban, stanowią one interesującą alternatywę w stosunku do przedstawionych wcześniej funkcji do modelowania ściankowego.



Rysunek 7.21. Wymodelowany uchwyt dzbanu



Rysunek 7.22. Profilowanie uchwytu poprzez edycję węzłów kontrolnych jego pierwotnego przekroju



Rysunek 7.23. Ostateczna postać dzbana wymodelowanego narzędziami *Revolve* i *Extrude*

Materiały

8.1 Wprowadzenie

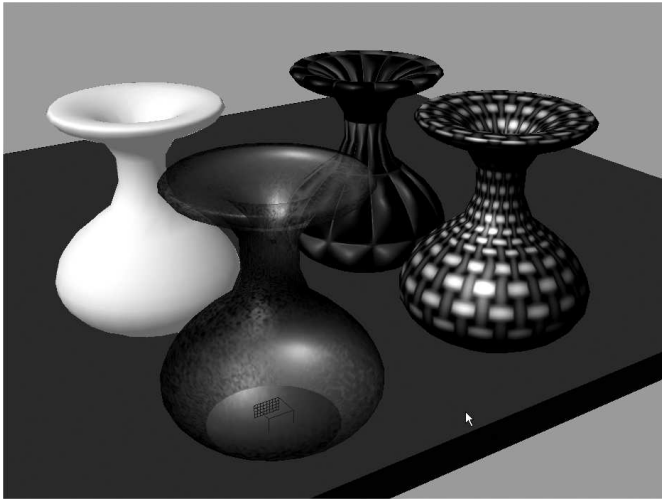
Wcześniejsze rozdziały przedstawiały różne techniki modelowania, czyli budowania trójwymiarowych obiektów za pomocą narzędzi dostępnych w programie Maya. Modelowanie jest jednak wyłącznie wstępem do tworzenia poprawnie wyglądających scen 3D. Wszystkie modele utworzone w ćwiczeniach z poprzednich rozdziałów posiadają jednolitą, zazwyczaj szarą powierzchnię, która w większości przypadków zupełnie nie przypomina materiałów, z których wykonane są rzeczywiste obiekty.

Tworzenie materiałów jest bardzo obszerną dziedziną, dlatego też, w niniejszej książce przedstawimy wyłącznie wstęp do zagadnień związanych z tym tematem, obejmujący aktualny i następny rozdział. Przykłady tu przedstawione powinny jednak umożliwić czytelnikowi samodzielne zgłębianie tematyki tworzenia materiałów, jak również eksperymentowanie z narzędziami ich dotychczasymi.

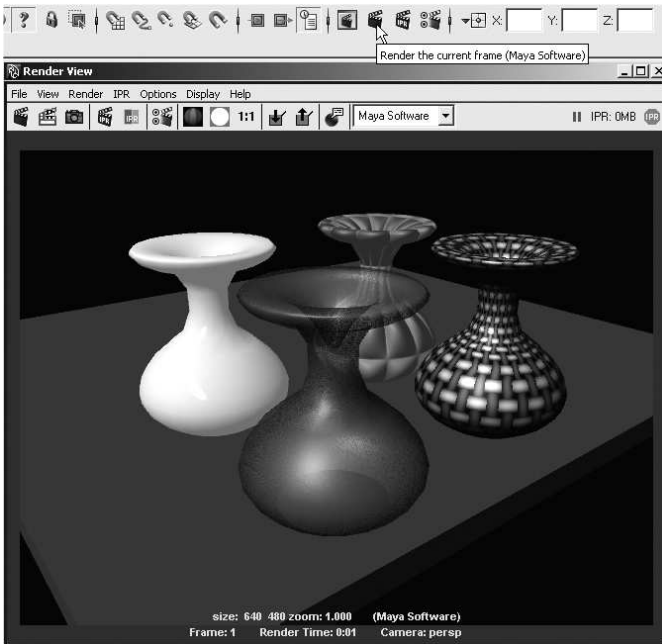
Najogólniej mówiąc, materiał jest to funkcja, która przypisuje powierzchni modelu określone właściwości definiujące jej wygląd, takie jak kolor, połyskliwość, faktura, przezroczystość, itp. Za pomocą materiałów możemy dodawać do powierzchni obiektu drobne szczegóły, których odwzorowanie nie byłoby możliwe lub opłacalne przy użyciu narzędzi do modelowania. Przykład obiektu z różnymi materiałami przedstawia rysunek 8.1.

Materiały nie są widoczne w szkieletowym podglądzie sceny. W celu ich wyświetlenia musimy włączyć jeden z trybów cieniowanych (np. skrótem klawiszowym 5 dla podglądu bez tekstur, bądź też skrótem 6 dla podglądu z teksturami).

Niektóre właściwości materiałów nie są wizualizowane w oknie roboczym programu w czasie rzeczywistym i aby obejrzeć ostateczną postać obiektu, należy uruchomić rendering sceny, czyli wygenerować obraz uwzględniający oświetlenie i materiały w dokładny sposób. Rendering uruchamiamy ikoną z filmowym klappsem (Render the current frame) znajdującą się po prawej stronie półki narzędziowej (zobacz rysunek 8.2).



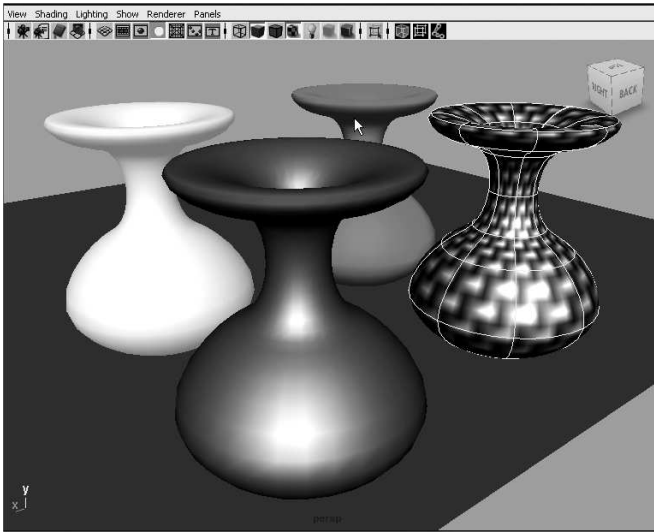
Rysunek 8.1. Przypisanie materiału pozwala nadać powierzchni obiektu unikalne właściwości (scena wyświetlana w trybie *High Quality Rendering*)



Rysunek 8.2. Efekt renderingu obiektów z różnymi materiałami

Po wyrenderowaniu można zauważyć, że wpływ oświetlenia i dokładność odwzorowania tekstur są inne niż w podglądzie roboczym, przy czym od specyficznych ustawień materiałów i wybranego renderera (modułu Mayi odpowiedzialnego za renderowanie obrazu) zależy, na ile materiał po wyrenderowaniu może być podobny do uproszczonego podglądu z okna roboczego. Wpływa także na to poziom szczegółowości wyświetlania obiektów w oknie roboczym, który jest uzależniony od posiadanej karty graficznej i sterowników systemowych. Jeśli jest to możliwe, z menu *Renderer* nad oknem widokowym należy wybrać pozycję *High Quality Rendering* zamiast domyślnie włączonej *Default Quality Rendering*, co włączy dokładniejsze odwzorowanie materiałów w oknie widokowym ale może też spowodować obniżenie wydajności wyświetlania sceny lub pojawienie się różnego rodzaju artefaktów na wyświetlanych obiektach.

Porównując rysunki 8.1. oraz 8.3. można zaobserwować różnice pomiędzy wyświetlaniem obiektów ze skomplikowanymi materiałami w trybach *Default Quality Rendering* (rysunek 8.3) i *High Quality Rendering* (rysunek 8.1).



Rysunek 8.3. Tryb *Default Quality Rendering* znacznie gorzej odwzorowuje złożone materiały w oknach roboczych programu niż tryb *High Quality Rendering*

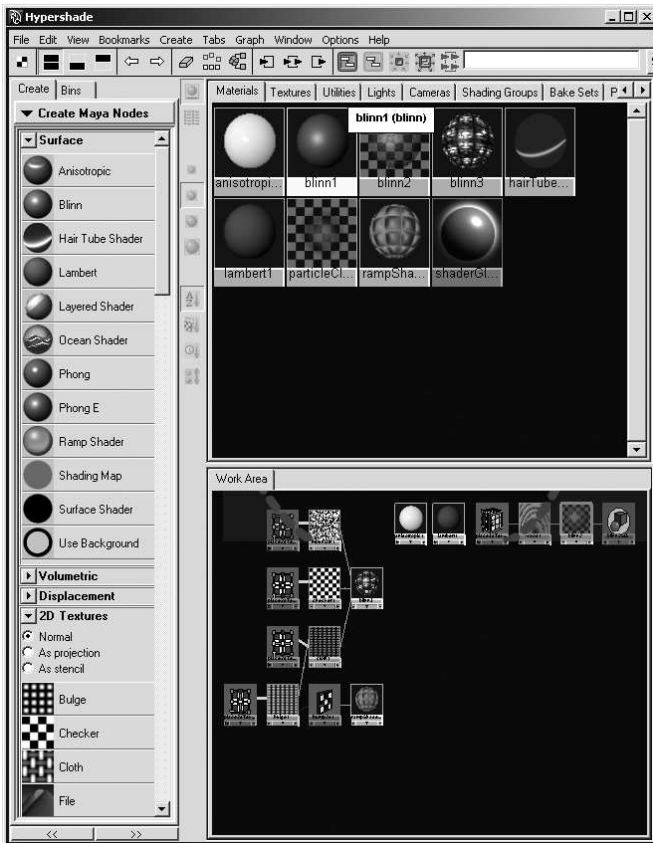
Różnice pomiędzy szczegółowością materiałów zauważalną w różnych trybach wyświetlania sceny i finalnego renderingu są tym większe, im bardziej skomplikowane są materiały. Na potrzeby wykonywania przykładów przedstawionych w niniejszej książce nie będzie konieczności zbyt częstego renderowania sceny, gdyż stosunkowo proste materiały, które utworzymy, powinny być poprawnie wyświetlane już w czasie rzeczywistym, po włączeniu trybu *High Quality Rendering* dla okien widokowych. Gdyby jednak ze względu na ograniczenia sys-

temowe lub rosnącą złożoność materiałów tryb ten nie dawał odpowiednich rezultatów, należy użyć funkcji pełnego renderowania sceny w osobnym oknie.

8.2 Podstawy pracy z materiałami

O ile większość operacji dotyczących modelowania wykonujemy w oknie roboczym wyświetlającym trójwymiarowy podgląd sceny, o tyle do tworzenia oraz edycji materiałów służy odrębny edytor, noszący nazwę *Hypershade*. By go otworzyć, wybierz polecenie *Window > Rendering Editors > Hypershade* (rysunek 8.4) lub kliknij ikonę *Hypershade/Persp* w przyborniku po lewej stronie interfejsu, aby podzielić okno robocze na dwa panele - trójwymiarowy podgląd sceny i zadokowane okno *Hypershade*.

Okno *Hypershade* wyświetla strukturę materiałów w formie grafów ilustrujących połączenia pomiędzy materiałem głównym a teksturami definiującymi

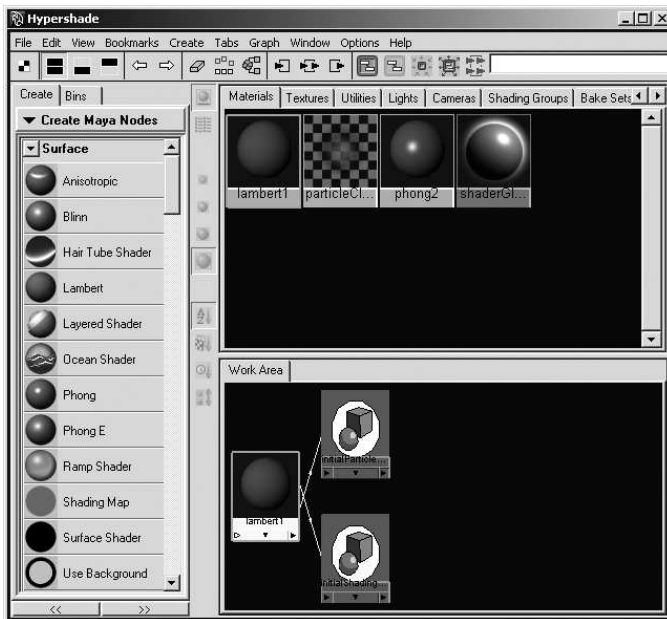


Rysunek 8.4. Okno edytora Hypershade

jego właściwości (prawy dolny róg rysunku 8.4). Po lewej stronie znajduje się panel *Create* służący do tworzenia nowych materiałów i tekstur, natomiast w prawym górnym rogu okna *Hypershade* wyświetlone są zakładki *Materials*, *Textures*, *Utilities* i inne, na których pogrupowano kategorie obiektów związanych z renderingiem, takich jak materiały i tekstury, ale też światła, kamery itd. Ikonami z szachownicą i czarnymi paskami w górze okna można zmieniać aranżację tych paneli, włączając lub wyłączając ich wyświetlanie.

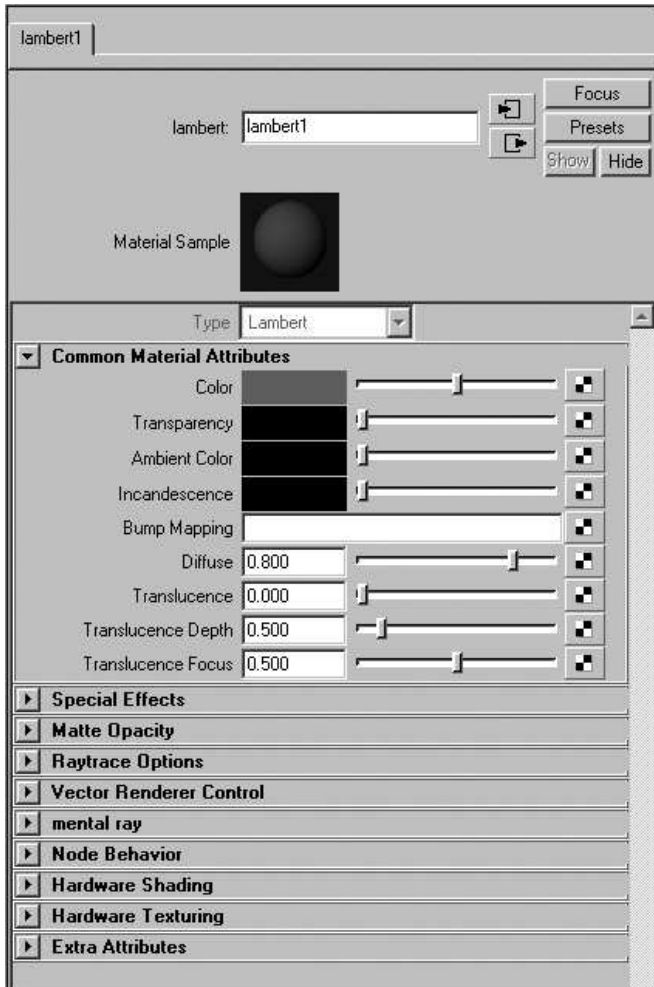
Aby zmodyfikować domyślny szary materiał przypisywany każdemu obiektowi, wykonaj następujące czynności:

1. Utwórz dowolny obiekt z menu *Create > Polygon Primitives* lub załaduj jeden z modeli utworzonych w poprzednich rozdziałach.
2. Wybierz polecenie *Window > Rendering Editors > Hypershade*, aby wyświetlić na ekranie okno *Hypershade*.
3. Zaznacz kliknięciem model w oknie widokowym, a następnie w oknie *Hypershade* wybierz polecenie *Graph > Graph Material on Selected Objects*. Polecenie to pobiera materiał (lub materiały, jeśli jest ich więcej) z zaznaczonego obiektu i wyświetla ich graf w dolnej części okna *Hypershade*. Domyślnie wszystkim obiektom przypisywany jest matowy, szary materiał o nazwie *lambert1*, więc po wykonaniu powyższej operacji okno z grafem materiału powinno wyglądać jak na rysunku 8.5.



Rysunek 8.5. Okno *Hypershade* z grafem domyślnego materiału *lambert1*

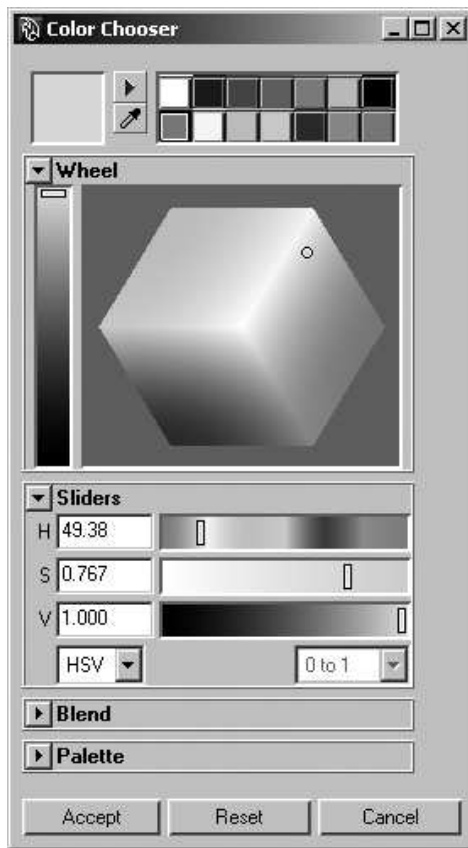
4. Materiał `lambert1`, podobnie jak każdy inny materiał użyty w scenie, można dowolnie parametryzować, jednak należy pamiętać o tym, że zmiana tego materiału wpłynie na wszystkie nowo tworzone obiekty. Zaznacz kliknięciem szarą kulkę reprezentującą materiał `lambert1`, by w bocznym edytorze atrybutów wyświetlić właściwości materiału (rysunek 8.6).



Rysunek 8.6. Panel z ustawieniami materiału typu *Lambert*

5. Zbiór parametrów i opcji wyświetlanych w edytorze atrybutów zależy od typu materiału, z jakim mamy do czynienia. Zaznaczony materiał korzysta z modelu oświetlenia Lamberta, czyli imituje powierzchnię rozpraszającą światło - matową. Jest to jeden z prostszych typów materiałów. Jego

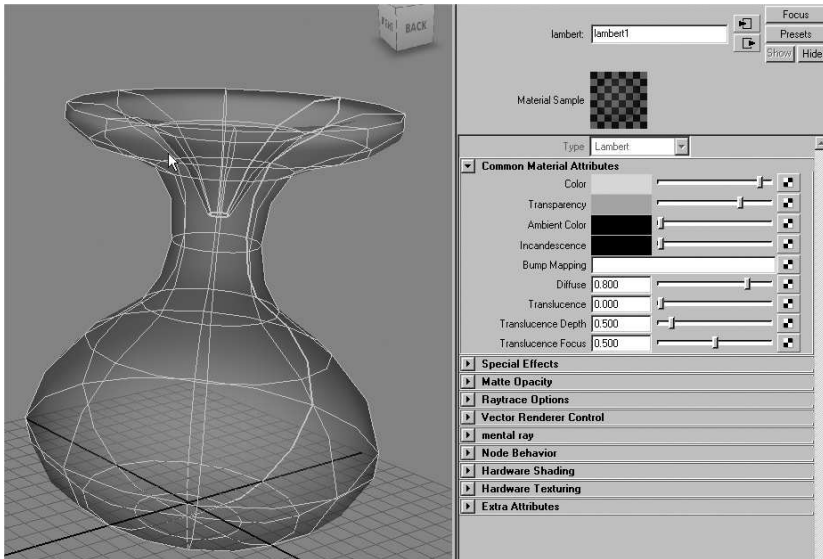
najważniejsze właściwości to kolor światła rozpraszanego (*Color*), przezroczystość (*Transparency*), kolor światła otoczenia (*Ambient*), kolor i intensywność świecenia (*Incandescence*). Na próbę zmieńmy najważniejszą z nich, czyli *Color*. Kliknij szary prostokąt z próbką koloru w polu *Color*, zaś w oknie *Color Chooser*, wybierz odpowiadającą Ci barwę. Okno *Color Chooser* (rysunek 8.7) pozwala określić kolor w systemie RGB lub HSV, bądź skorzystać z próbnika gotowych barw. Po wybraniu koloru naciśnij przycisk *Accept*.



Rysunek 8.7. Okno służące do zmiany koloru obiektu

- Podobnie jak kolor powierzchni, można też zmieniać pozostałe właściwości materiału. Na przykład przezroczystość (*Transparency*) również można określić przy pomocy okna *Color Chooser* (im jaśniejszy kolor, tym bardziej przezroczysty będzie obiekt), ale też, jak w przypadku każdego parametru opisywanego pojedynczą liczbą, można po prostu określić jego wartość za pomocą suwaka. Kliknij suwak na prawo od pola *Transparency*

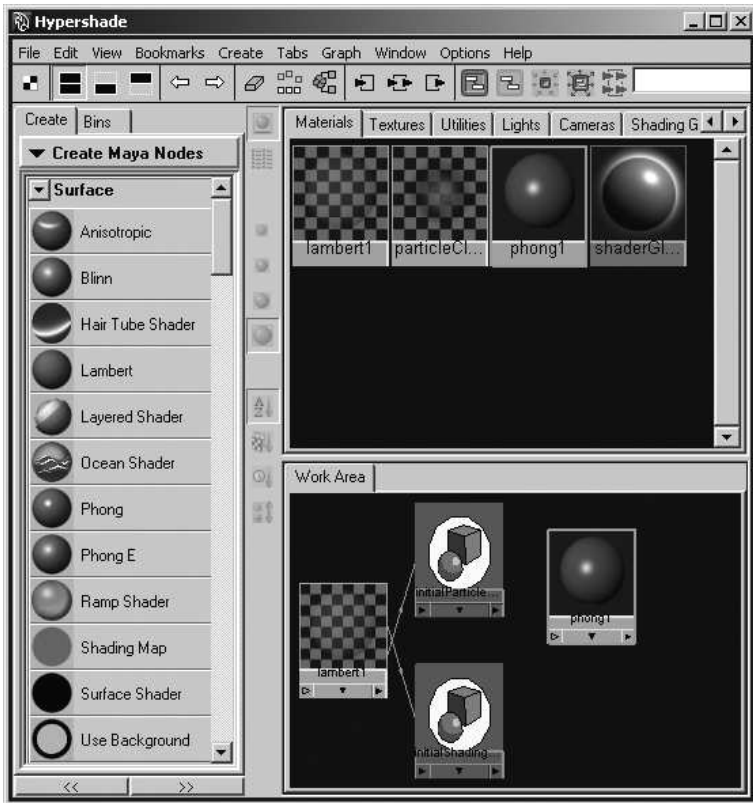
i przeciągnij go w prawo, a zobaczysz, jak obiekt staje się coraz bardziej przezroczysty (rysunek 8.8.) - jeśli dociągniesz suwak do prawej krawędzi zakresu, obiekt zniknie z okna widokowego (choć fizycznie dalej będzie obecny w scenie, stanie się całkowicie przezroczysty).



Rysunek 8.8. Zmiana przezroczystości obiektu za pomocą parametru *Transparency*

Złożone sceny zazwyczaj wymagają wykorzystania wielu różnych materiałów. W oknie *Hypershade* można utworzyć dowolną liczbę nowych materiałów i przypisać je wybranym obiektom. Aby dodać i zmodyfikować nowy materiał, wykonaj opisaną niżej procedurę:

1. W scenie z poprzedniego ćwiczenia, w oknie *Hypershade* wybierz polecenie *Create > Materials > Phong*, co spowoduje utworzenie nowego materiału typu *Phong* - jego ikona powinna pojawić się w górnej i dolnej części okna *Hypershade* (rysunek 8.9). Materiał ten wykorzystuje algorytm cieniowania Phong'a, uwzględniający odbłaski światła na powierzchni obiektu, co można zauważyć na próbce materiału, która nie jest już w tym przypadku matowa. Materiały typu *Lambert* i *Phong* są jednymi z najczęściej stosowanych w grafice trójwymiarowej, ze względu na swoją prostotę i uniwersalność.
2. Materiał można przypisać obiektowi, przeciągając jego ikonę środkowym klawiszem myszy z okna *Hypershade* nad obiekt widoczny w oknie widokowym, ten sam efekt można też uzyskać w inny sposób - zaznaczyć obiekt, kliknąć prawym klawiszem myszy ikonę materiału w oknie *Hypershade* oraz wybrać z menu podręcznego polecenie *Assign Material To Selection*.

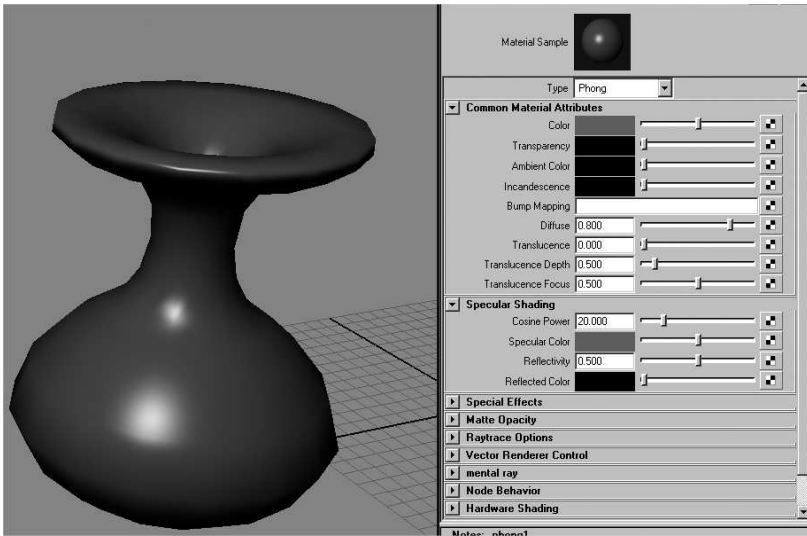


Rysunek 8.9. Okno *Hypershade* po dodaniu nowego materiału typu *Phong*

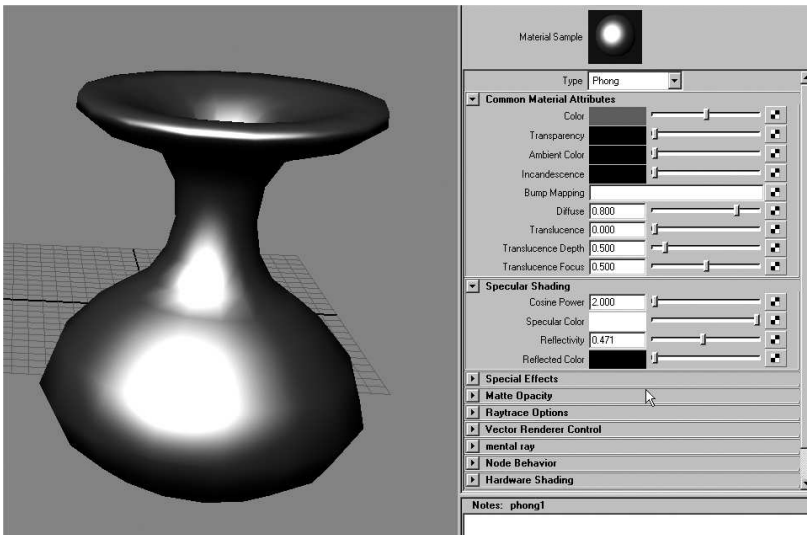
W obu przypadkach obiekt powinien stać się połyskliwy (rysunek 8.10), zaś w edytorze atrybutów dostępne będą dodatkowe ustawienia materiału *Phong* odpowiedzialne za odbłaski (*Specular Shading*).

3. Parametrami z grupy *Specular Shading* (*Cosine Power* oraz *Specular Color*) możemy modyfikować rozmiar i intensywność odbłasków, na przykład zmniejszając pierwszy z nich i zwiększając drugi uzyskamy większe i bardziej intensywne plamy światła na powierzchni obiektu (rysunek 8.11).

W powyższych przykładach zmienialiśmy parametry materiału za pomocą wartości koloru lub liczbowej, które określały wygląd materiału globalnie na całej powierzchni obiektu. Możliwe jest jednak trzecie rozwiązanie - określenie poszczególnych właściwości materiału w zróżnicowany sposób dla poszczególnych fragmentów obiektu. Służą do tego tekstury (zwane też mapami), czyli obrazy określające wartość parametru lub kolor w oparciu o intensywność lub składowe RGB różnych obszarów obrazu. Dzięki temu możemy nakładać i mieszać różne kolory, poziomy przezroczystości czy odbłasków w różnych



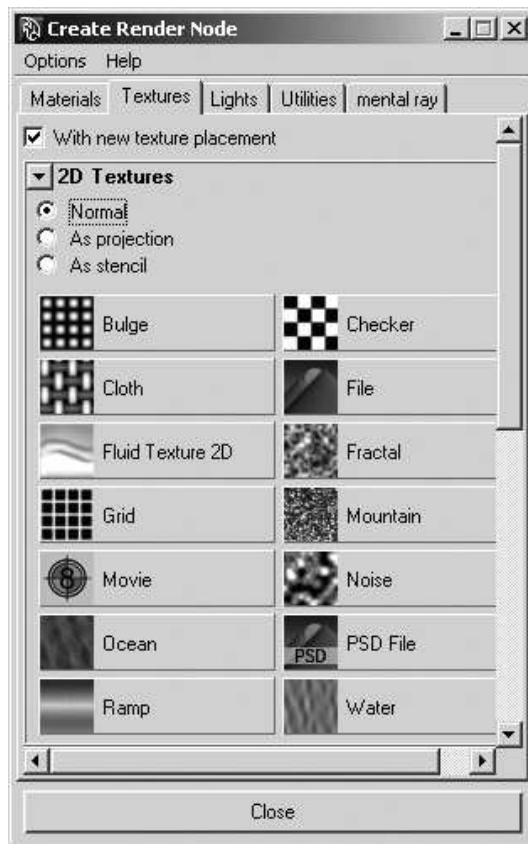
Rysunek 8.10. Obiekt z materiałem typu Phong i właściwości tego materiału w edytorze atrybutów



Rysunek 8.11. Materiał Phong po zmianie właściwości odbłasków

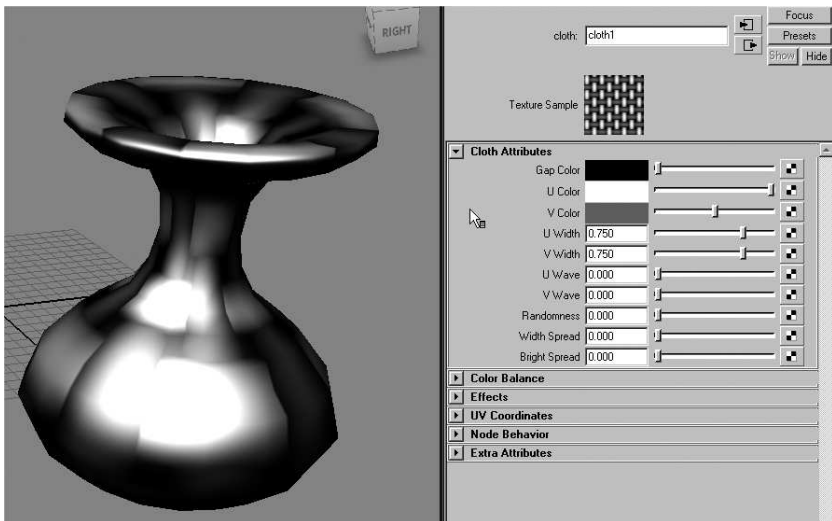
miejscach modelu. Każdej właściwości materiału określanej poprzez kolor lub wartość można przypisać inną teksturę, co ilustruje poniższy przykład:

1. Dla obiektu i materiału z poprzedniego ćwiczenia przejdź do panelu atrybutów *phong1* (jeśli nie jest on zaznaczony, w oknie *Hypershade* kliknij próbkę materiału, aby go uaktywnić).
2. Na prawo od pola i suwaka *Color* w edytorze atrybutów znajduje się ikona szachownicy (identyczna jak dla innych parametrów). Kliknij w tę ikonę, żeby otworzyć okno *Create Render Node*, które umożliwi utworzenie nowej tekstury, która zostanie przypisana do wybranej właściwości materiału. W oknie tym aktywna powinna być zakładka *Textures*, zaś w rolicie *2D Textures*, należy przy tym się upewnić, że włączona jest opcja *Normal* (rysunek 8.12).



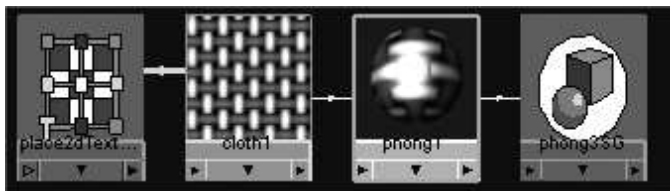
Rysunek 8.12. Okno *Create Render Node* pozwala między innymi na tworzenie nowych tekstur, które automatycznie przypisywane są określonym właściwościom materiału

3. W oknie *Create Render Node*, kliknij przycisk tekstury z nazwą *Cloth*, która tworzy wzór przypominający tkaninę. W zależności od struktury obiektu i współrzędnych mapowania (którym poświęcimy dalszą część tego rozdziału), na powierzchni obiektu powinien pojawić się mniej lub bardziej gęsty wzór tkaniny (rysunek 8.13). *Uwaga:* możliwe jest, że w przypadku złożonego obiektu, dla którego nie zdefiniowano odpowiednio współrzędnych mapowania, wzór będzie zupełnie nieczytelny - w takim przypadku na potrzeby tego ćwiczenia należy wykorzystać jeden z obiektów standardowych, na przykład sferę lub walec.



Rysunek 8.13. Obiekt z nałożoną teksturą Cloth

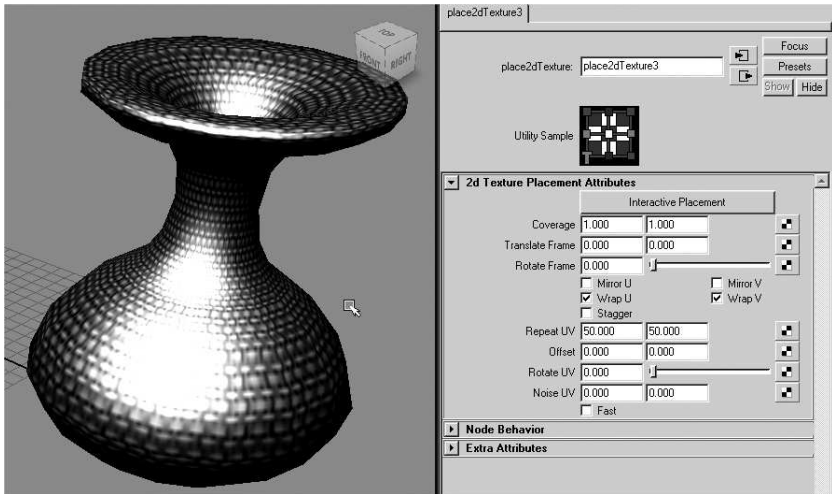
4. Wróćmy teraz do okna *Hypershade* i mając zaznaczony w scenie obiekt z nowym materiałem, wybierzmy polecenie *Graph > Graph Materials on Selected Objects*. W dole okna *Hypershade* powinien ukazać się graf materiału Phong z przyłączoną do niego teksturą *Cloth*. W zależności od tego, czy chcemy zmienić właściwości materiału czy tekstury, wystarczy kliknąć odpowiedni węzeł grafu i przejść do edytora atrybutów. Do tekstury



Rysunek 8.14. Graf materiału Phong z podłączoną teksturą Cloth

domyślnie przyłączany jest dodatkowy węzeł o nazwie *place2DTexture* (rysunek 8.14 po lewej), który umożliwia pozycjonowanie tekstury na powierzchni obiektu.

5. Aby zmienić gęstość tekstury na powierzchni obiektu, zaznacz węzeł *place2DTexture* w oknie *Hypershade* i w edytorze atrybutów zmień oba parametry *Repeat UV* na większą wartość. Parametry te odpowiadają za liczbę powtórzeń wzoru tekstury na powierzchni obiektu (rysunek 8.15).



Rysunek 8.15. Zmiana gęstości wzoru tekstury na powierzchni obiektu

Tekstury i mapowanie UV

9.1 Wprowadzenie

Tworząc materiały dla obiektów w scenie 3D prędzej czy później musimy uciec się do wykorzystania tekstur, czego przykłady przedstawiono w poprzednim rozdziale. Poza tak zwanymi teksturami proceduralnymi, czyli wzorami wygenerowanymi przez Mayę, bardzo często korzysta się z tekstur ręcznie malowanych w programach 2D lub stworzonych w oparciu o zdjęcia. Pozwalają one nadawać modelom unikalny styl artystyczny lub uczynić je fotorealistycznymi, umożliwiając jednocześnie pełną kontrolę nad każdym fragmentem powierzchni obiektu. Przykład fotorealistycznego obiektu - zardzewiałego metalowego zbiornika - oraz nałożonej na niego tekstury przedstawiają rysunki 9.1 i 9.2. W dalszej części tego rozdziału przedstawimy etapy pracy nad teksturami dla tego typu obiektu.

9.2 Przygotowanie modelu do teksturowania

Obiekt przedstawiony na rysunku 9.1 jest bardzo prosty - odpowiedni materiał oraz tekstura nadają mu złożony i realistyczny wygląd. Warto pamiętać o tym, że nieskomplikowany model z dobrze przygotowaną teksturą może wyglądać bardzo przekonująco, natomiast nawet najbardziej złożony obiekt poprzez zły dobór materiału i tekstur można uczynić mało wiarygodnym.

Modelowanie obiektu

Aby wymodelować główną część zbiornika przedstawionego na rysunku 9.1, wykonaj następujące czynności.

1. Wybierz polecenie *Create > Polygon Primitives > Cylinder* oraz dwukrotnie kliknij i przeciągnij kursorem w oknie widokowym, żeby zdefiniować

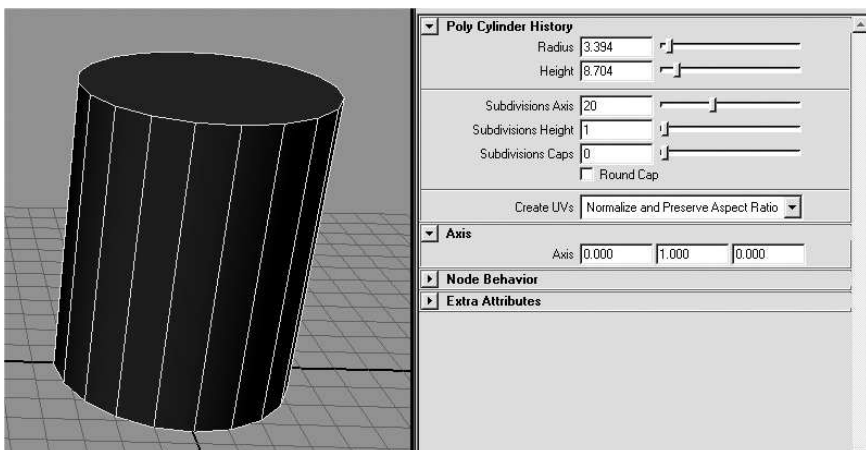


Rysunek 9.1. Obiekt z fotorealistyczną teksturą



Rysunek 9.2. Fotografia zardzewiałej metalowej powierzchni użyta jako tekstura obiektu z rysunku 9.1

podstawę i wysokość walca. W edytorze atrybutów zmień wartość parametru *Subdivision Caps* na 0, aby wyłączyć segmentację podstaw bryły (rysunek 9.3).

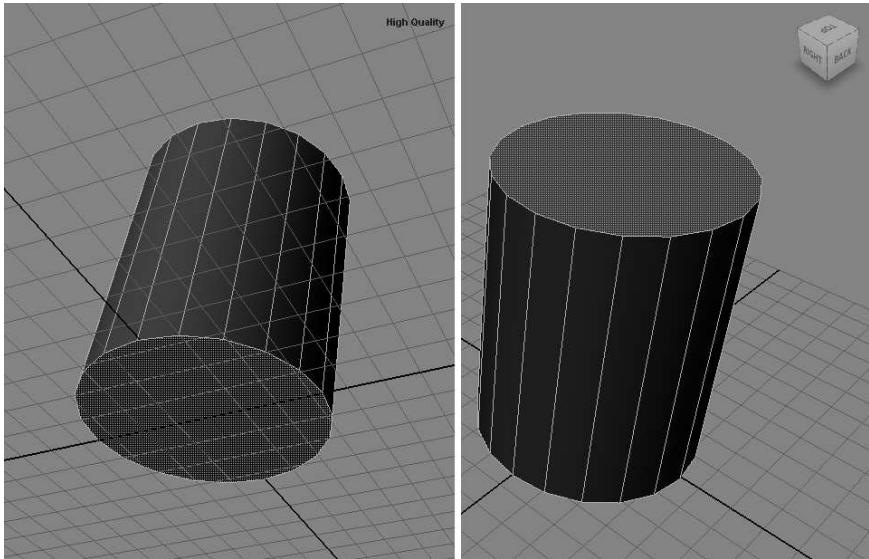


Rysunek 9.3. Walec po wyłączeniu segmentacji podstaw

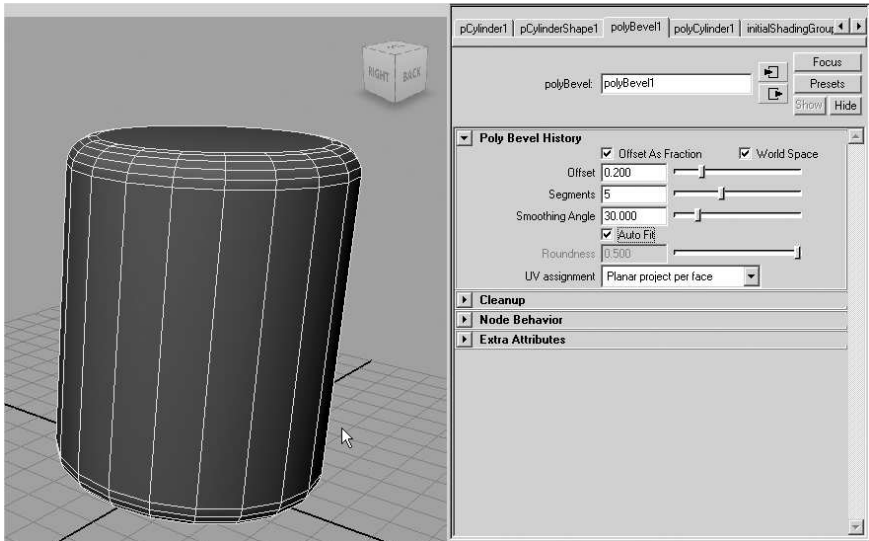
2. Kliknij na walec prawym klawiszem myszy i z menu podręcznego wybierz tryb edycji ścianek (*Face*). W trybie tym zaznacz obie podstawy, klikając je kolejno z wciśniętym klawiszem *Shift* (rysunek 9.4).
3. Wybierz polecenie *Edit Mesh > Bevel*, aby sfazować krawędzie podstaw. W edytorze atrybutów narzędzia *Bevel* zmień parametr *Offset* na 0.2, natomiast *Segments* na 5, żeby uzyskać gładkie zaokrąglenia o małym promieniu (rysunek 9.5).
4. Kliknij prawym klawiszem myszy na obiekcie i z menu podręcznego wybierz *Object Mode*, aby wyjść z trybu edycji ścianek. Jeśli zaokrąglenia na obiekcie nie są poprawnie wygładzone, co zdarza się dość często, gdy używamy narzędzia *Bevel* (rysunek 9.6 - po lewej), należy zaznaczyć obiekt i wybrać polecenie *Normals > Soften Edge*, żeby uzyskać idealnie gładką bryłę, jak na rysunku 9.6 - po prawej.

Nakładanie wzoru szachownicy na obiekt

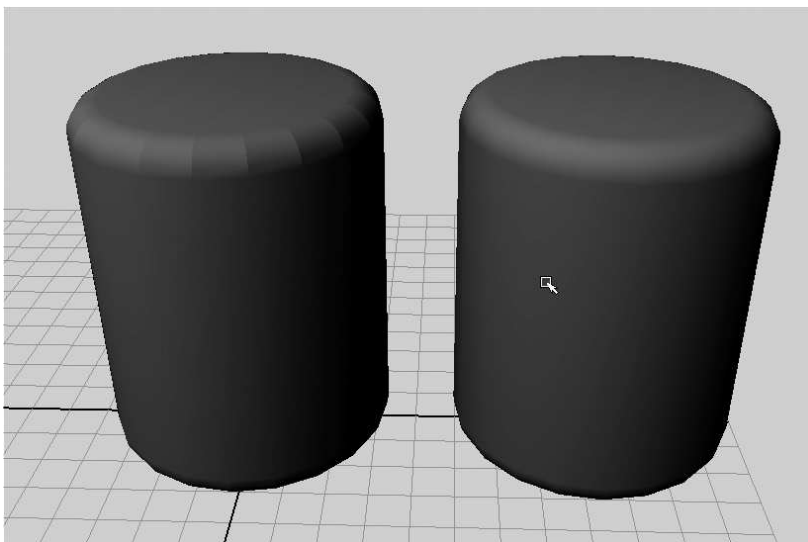
Zanim nałożymy na obiekt właściwą teksturę, należy odpowiednio przygotować jego współrzędne UV, czyli sposób rzutowania teksturowania na naszym obiekcie. W tym celu pokryjemy obiekt wzorem szachownicy, który pozwoli nam na ocenę i ewentualne skorygowanie aktualnych współrzędnych mapowania teksturowania.



Rysunek 9.4. Zaznaczanie górnej i dolnej podstawy walca



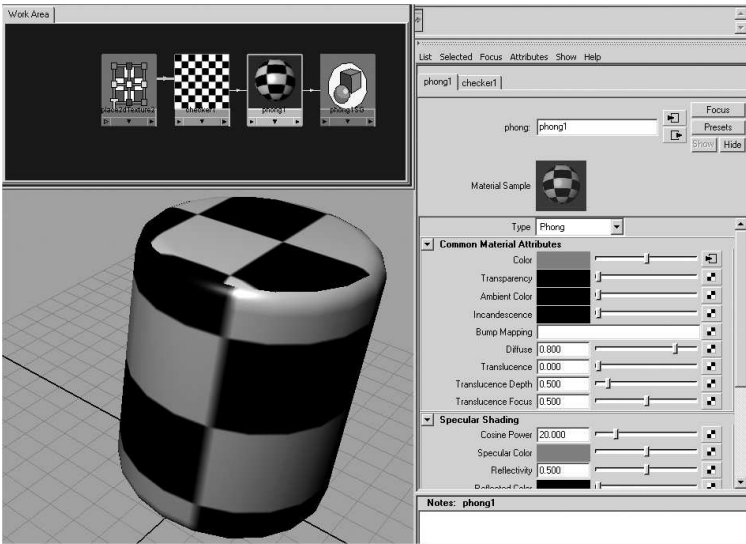
Rysunek 9.5. Model zbiornika o zaokrąglonych krawędziach



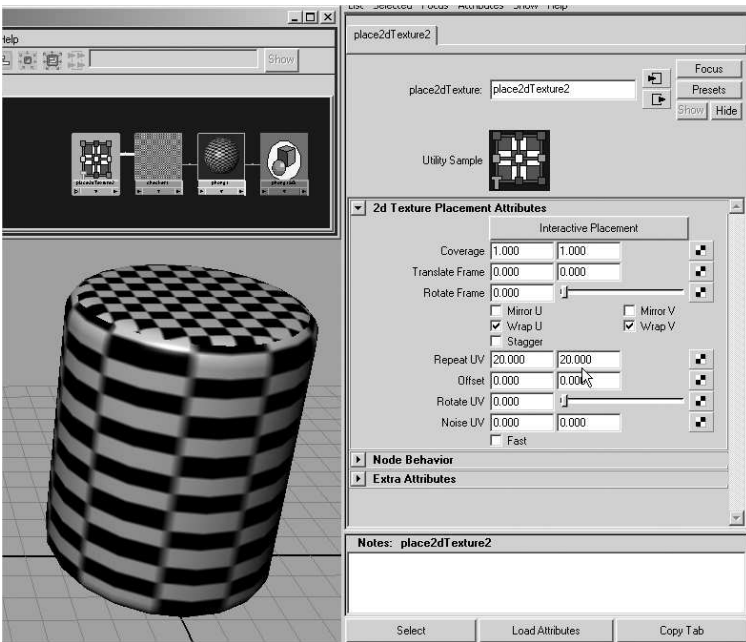
Rysunek 9.6. Obiekt z błędami wygładzania (po lewej) i wygładzony poprawnie (po prawej)

W poprzednich rozdziałach była już okazja zapoznania się z przykładami dotyczącymi nakładania tekstur, dlatego tutaj przedstawimy ten proces skrótowo:

1. Wybierz polecenie *Window > Rendering Editors > Hypershade*, aby otworzyć okno edytora materiałów.
2. W oknie *Hypershade* wybierz polecenie *Create > Materials > Phong*.
3. Zaznacz próbkę materiału *phong1* i w edytorze atrybutów z boku ekranu kliknij szachownicę obok pola *Color*.
4. W oknie *Create Render Node* użyj przycisku *Checker* - na początek dla testu użyjemy wzoru z szachownicą, aby lepiej zilustrować sposoby rzutowania teksturowania na obiekt.
5. Kliknij próbkę materiału *phong1* w oknie *Hypershade* i przeciągnij środkowym przyciskiem myszy na wymodelowany obiekt. Naciśnij klawisz 6, aby włączyć podgląd tekstur w oknie widokowym. Rezultat powinien wyglądać jak na rysunku 9.7 (warto włączyć wysoką jakość renderingu w oknie widokowym za pomocą polecenia *Renderer > High Quality Rendering* z menu umieszczonego ponad tym oknem).
6. Wzór szachownicy na obiekcie jest w tej chwili za mało gęsty, aby dokładnie ocenić rzutowanie (mapowanie) teksturowania na obiekt, dlatego też, należy zmienić liczbę powtórzeń tego wzoru. Kliknij ikonę *place2DTexture* w oknie *Hypershade* i w edytorze atrybutów zmień parametry *Repeat UV* z domyślnej wartości 4 na 20. Po wykonaniu tej operacji obiekt powinien wyglądać jak na rysunku 9.8.



Rysunek 9.7. Obiekt z nałożoną teksturą szachownicy

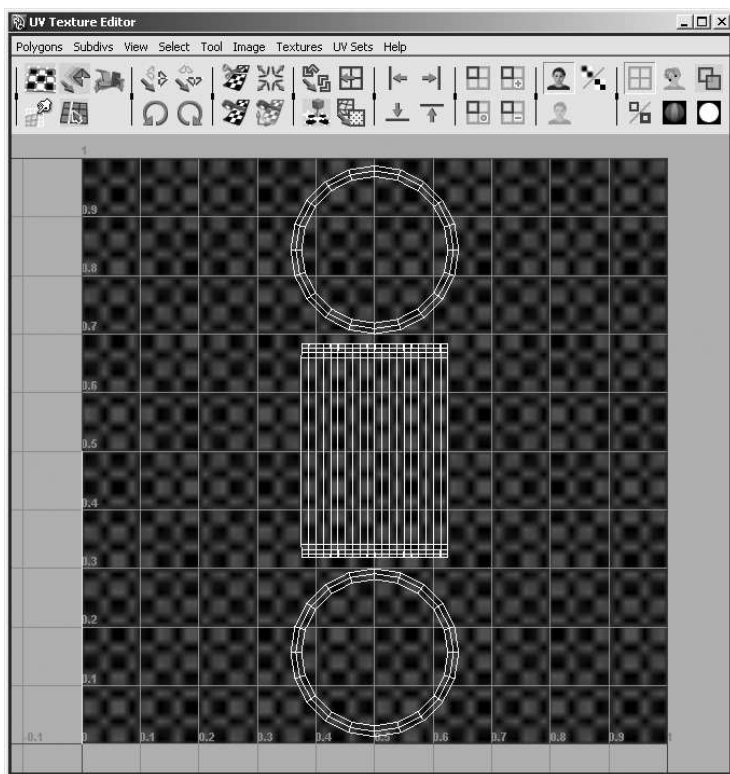


Rysunek 9.8. Podgląd materiału po zagęszczeniu wzoru tekstury

9.3 Dopasowanie współrzędnych mapowania UV

Obserwując rysunek 9.8, można zauważyć, że na bocznej powierzchni walca tekstura jest nieproporcjonalnie rozciągnięta - przy poprawnym mapowaniu wzór powinien składać się z kwadratów, a nie prostokątów. Nałożenie tekstury fotograficznej na tak zmapowany obiekt spowoduje, że piksele fotografii na bocznych ściankach będą rozciągnięte i nieostre. Aby uzyskać poprawne rzutowanie tekstury na obiekt, musimy poprawić jego mapę współrzędnych UV.

Współrzędne UV są to koordynaty, które określają pozycje poszczególnych wierzchołków siatki względem tekstury nałożonej na obiekt. W odróżnieniu od współrzędnych XYZ w przestrzeni trójwymiarowej, tutaj mamy do czynienia jedynie z dwoma wymiarami - poziomym (U) i pionowym (V), gdyż tekstura nałożona na obiekt nie posiada trzeciego wymiaru. Odzworowanie wierzchołków trójwymiarowej siatki w płaskim układzie współrzędnych UV jest często dość problematyczne, zwłaszcza dla skomplikowanych brył, dlatego Maya posiada szereg narzędzi do mapowania obiektów i specjalny edytor do manualnej edycji mapy UV - *UV Texture Editor*.



Rysunek 9.9. Domyślne współrzędne mapowania walca

Aby uzyskać podgląd aktualnych współrzędnych UV obiektu, zaznacz go i wybierz polecenie *Edit UVs > UV Texture Editor* z górnej listwy menu. Powinieneś ujrzeć widok zbliżony do tego z rysunku 9.9. Jeśli przeszkadza Ci szachownica wyświetlana w tle, wybierz polecenie *Image > Display Image* w oknie *UV Texture Editor*.

Ręczne modyfikowanie współrzędnych UV

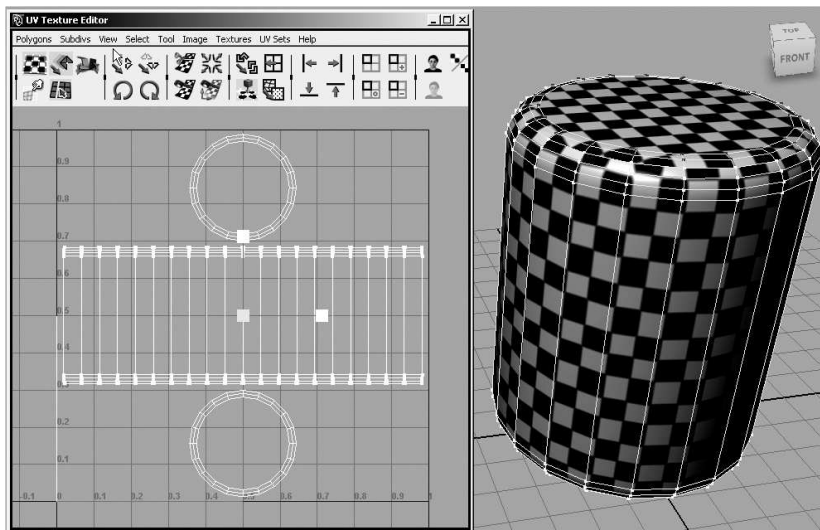
Analizując siatkę współrzędnych mapowania w edytorze UV, możemy stwierdzić, że domyślnie obiekt typu *Cylinder* mapowany jest planarnie dla górnej i dolnej ścianki oraz walcowo dla ścianek bocznych. Rozmiar i proporcje fragmentu siatki odpowiadającego ściankom bocznym powodują, że na tych ściankach tekstura jest rozciągnięta. Możemy poprawić tę usterkę, dopasowując skalę tego elementu w oknie edytora UV:

1. Kliknij prawym przyciskiem w oknie *UV Texture Editor*, w menu podręcznym wybierz opcję *UV*, aby przejść do trybu edycji współrzędnych UV.
2. Przeciągnij ramką zaznaczenia nad wierzchołkami środkowego fragmentu siatki, starając się nie zaznaczyć wierzchołków górnej i dolnej ścianki (okragłe elementy na siatce UV).
3. Po zaznaczeniu całego fragmentu siatki, włącz narzędzie skalowania (klawisz R) i przeciągnij lewym klawiszem myszy czerwony uchwyt skalowania w poziomie, tak aby rozciągnąć wierzchołki na kilkukrotnie większą szerokość. Przeciągając kursorem, możesz obserwować w oknie widoku sceny, jak zmienia się rozciągnięcie tekstury na powierzchni obiektu - powinieneś przestać skalować, gdy wzór tekstury na bocznej powierzchni walca stanie się szachownicą o kwadratowych polach (rysunek 9.10).

Optymalizacja rozkładu współrzędnych UV

Przy mapowaniu przedstawionym na rysunku 9.10 piksele tekstury nie ulegają już rozciąganiu i rozmywaniu na powierzchni obiektu, jednak rozłożenie współrzędnych UV nie jest jeszcze optymalne. Jak można zauważyć w edytorze UV, siatka współrzędnych mapowania obejmuje tylko pewien wycinek tekstury (kwadratu o współrzędnych U i V z zakresu od 0 do 1), więc w praktyce po nałożeniu na obiekt fotografii wykorzystalibyśmy tylko jej część, co oznacza konieczność stosowania pliku w dużej rozdzielczości, aby uniknąć efektu pikselozoy na powierzchni obiektu. Również edycja tak zdefiniowanej tekstury w programie do grafiki 2D mogłaby być niezbyt wygodna, dlatego warto uporać się nieco z rozkładem siatki w edytorze UV:

1. Zaznacz wierzchołki bocznych ścianek walca w oknie *UV Texture Editor* i przesunij je w dół (narzędzie *Move* - skrót klawiszowy W) kwadratu wyznaczonego współrzędnymi od 0 do 1. Przeskaluj go proporcjonalnie (narzędzie *Scale* - skrót klawiszowy R) tak, aby boczne krawędzie siatki znaj-



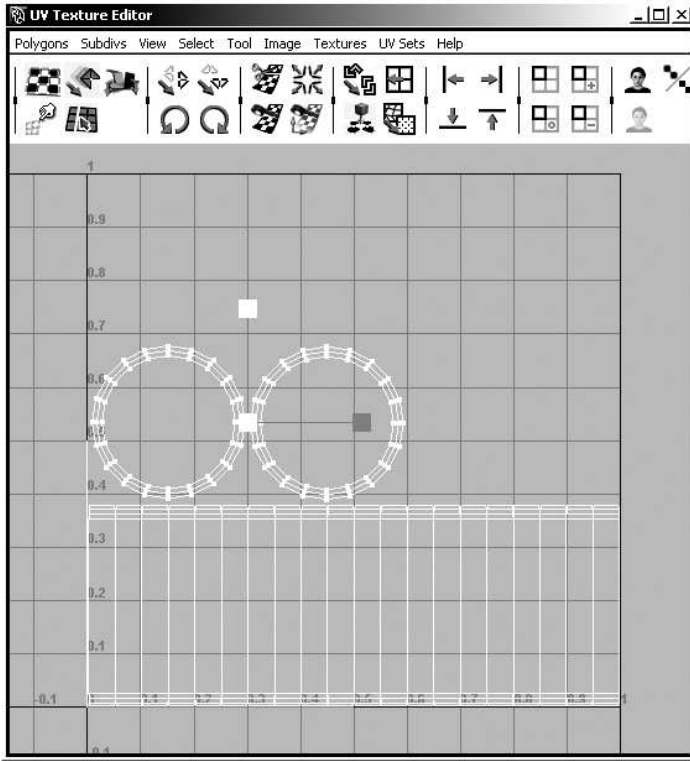
Rysunek 9.10. Model zbiornika po skorygowaniu współrzędnych mapowania

dowały się na skrajnych zakresach układu współrzędnych - wypełniając teksturę od lewej do prawej krawędzi.

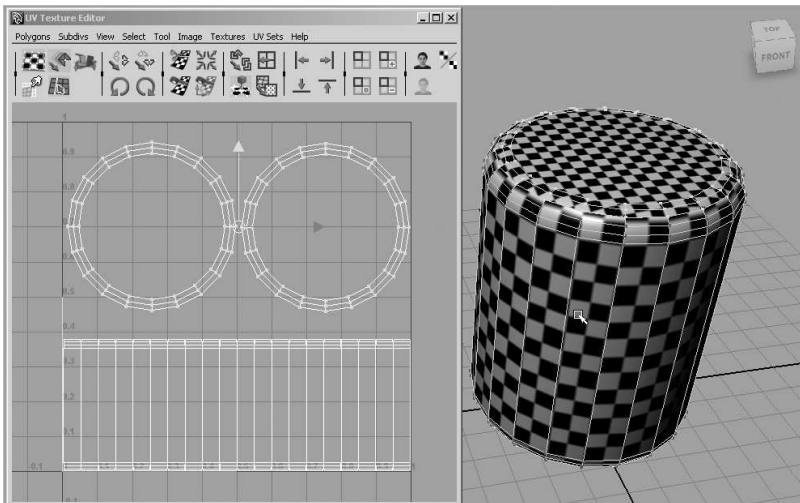
2. Zaznacz górną i dolną podstawę walca i przesuń je w górę edytora UV, aby znalazły się na tym samym poziomie oraz możliwie blisko siebie (nie pokrywając się żadną ścianką ani wierzchołkiem) - zobacz rysunek 9.11. Ułokuj obie podstawy w narożniku wolnego obszaru tekstury. Jeśli rozmiar kwadratów szachownicy na podstawach i bocznej powierzchni jest różny, przeskaluj podstawy tak, aby uzyskać jednolitą skalę tekstury na całym obiekcie. *Wskazówka:* aby ułatwić sobie zaznaczanie poszczególnych fragmentów siatki, nie musisz za każdym razem rozciągać ramki selekcji nad wszystkimi ich wierzchołkami. Wystarczy zaznaczyć pojedynczy wierzchołek danego segmentu i wybrać polecenie *Select > Select Shell* w górze okna *UV Texture Editor*.

Optymalizacja wypełnienia tekstury

Układ współrzędnych UV z rysunku 9.11 daje nam jednolitą skalę tekstury na całej powierzchni obiektu i pozostawia miejsce na dodanie kolejnych elementów (tego samego lub innego modelu) w obrębie tej samej tekstury. Do tego możliwe jest elastyczniejsze operowanie współrzędnymi UV gdyby później korzystne było przesuwanie niektórych elementów w obrębie tekstury. Jeżeli chcemy uzyskać większą rozdzielczość tekstury na podstawach walca, kosztem spójności skali poszczególnych elementów, możemy przeskalować obie podstawy tak, żeby wypełniały większą część pustej przestrzeni tekstury (rys. 9.12).



Rysunek 9.11. Wstępna optymalizacja rozkładu współrzędnych UV



Rysunek 9.12. Optymalizacja wypełnienia tekstury

Ze względu na charakter tekstury planowanej dla tego modelu (fotografia o jednolitej skali szczegółów) zostaniemy przy wariancie pierwszym, czyli wersji z rysunku 9.11.

9.4 Tworzenie fotorealistycznej tekstury

Modelowi przygotowanemu w sposób przedstawiony powyżej, można przypisać teksturę w postaci dowolnej bitmapy. W naszym przypadku utworzymy efekt zardzewiałego metalu, wykorzystując do tego celu fotografię skorodowanej blachy.

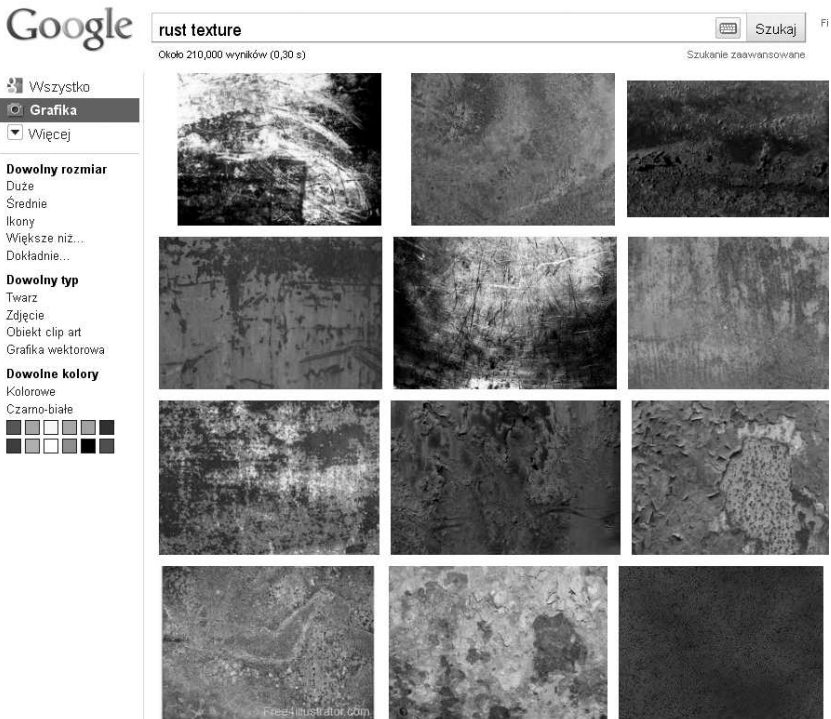
Wyszukiwanie materiałów źródłowych

Materiał źródłowy do takiej tekstury bez trudu pozyskamy podczas wycieczki z aparatem fotograficznym po mieście (fragment kosza na śmieci, kontenera, pojazdu, metalowych drzwi itp.). W przypadku braku możliwości wykorzystania zdjęć można posilkować się materiałami dostępnymi w Internecie. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że wiele spośród udostępnionych w sieci materiałów jest objętych prawami autorskimi i wykorzystanie ich w celach komercyjnych może być problematyczne. Na potrzeby niniejszego ćwiczenia możemy jednak skorzystać z obrazów wyszukanych jedną z popularnych wyszukiwarek (rysunek 9.13). Wpisując w wyszukiwarce na przykład “rust texture” (z ang. “tekstura rdza”), powinniśmy znaleźć okazały zbiór różnego rodzaju fotografii przedstawiających zardzewiałe powierzchnie. Plik o odpowiadającej nam tonacji oraz fakturze blachy należy zapisać na dysku, najlepiej w katalogu z projektem Mayi.

W omawianym tu przykładzie użyjemy fotografii fragmentu nadwozia załadowanego pojazdu pancernego, wykonanej na terenie Muzeum Broni Pancernej w Warszawie (rysunek 9.2). Tekstura ta oprócz wzoru rdzawych przebarwień zawiera inne szczegóły, które mogą uczynić obiekt bardziej realistycznym bez konieczności modelowania większej liczby elementów - zatarte napisy, przyspawana tabliczka z numerem pojazdu czy odpryski farby.

9.5 Nakładanie tekstury na obiekt

Aby nałożyć nowy materiał i teksturę na obiekt, powtórz czynności opisane wcześniej w podrozdziale “Nakładanie wzoru szachownicy na obiekt” z tą różnicą, że w oknie *Create Render Node* kliknij przycisk *File* zamiast *Checker*, dzięki temu będziesz mógł załadować teksturę z pliku znajdującego się na dysku zamiast wzoru szachownicy używanego wcześniej. W kanale mapowania koloru materiału *Phong* zostanie umieszczony plik, który wskażemy w polu *Image Name* edytora atrybutów (rysunek 9.14).



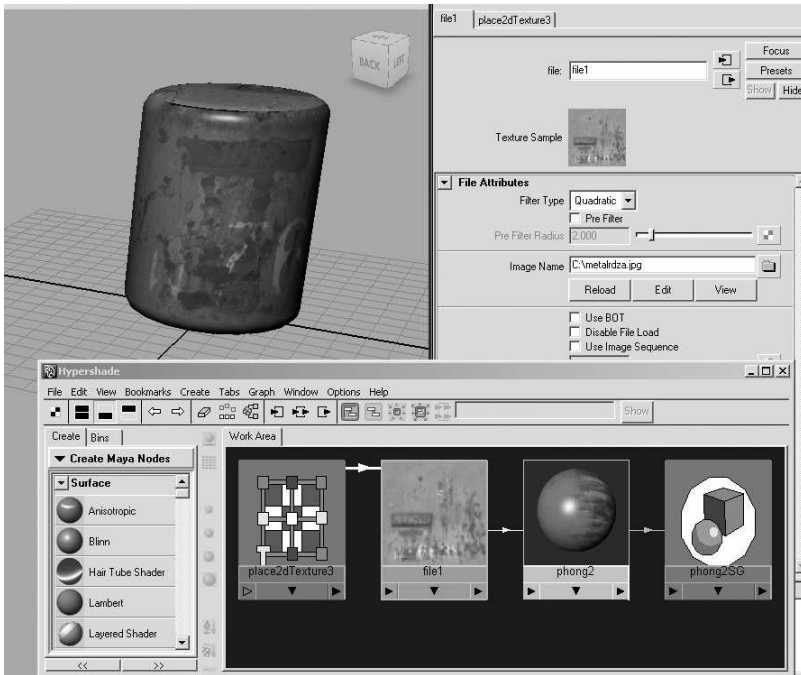
Rysunek 9.13. Wyszukiwanie fotografii zardzewiałego metalu

Korekta mapowania obiektu

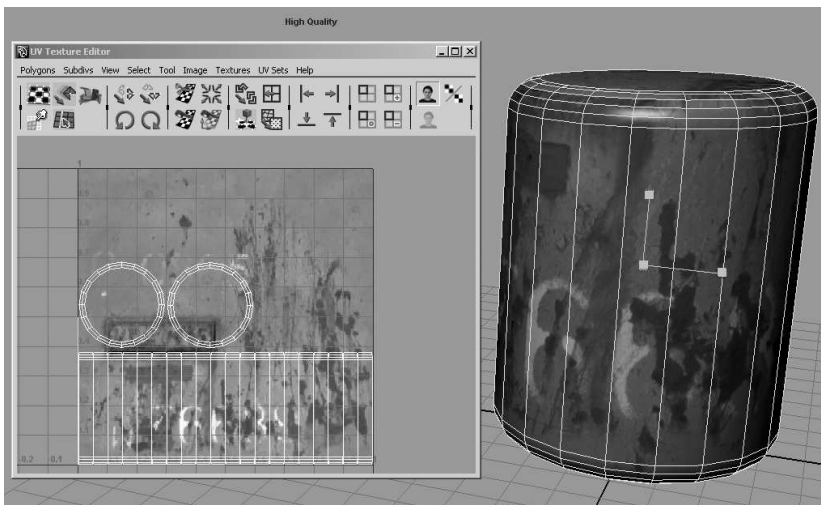
W zależności od skali szczegółów przedstawionych na teksturze, po jej nałożeniu obiekt może wyglądać mniej lub bardziej poprawnie. Należy pamiętać, iż rozmiar elementów widocznych na powierzchni obiektu powinien odpowiadać jego rzeczywistej skali - w naszym przypadku, półmetrowy fragment pancernej blachy ma zbyt małą skalę, żeby dać realistyczną gęstość wzoru rdzy na powierzchni dość dużego zbiornika. Widać to szczególnie, gdy otworzymy okno *UV Texture Editor* i przyjrzymy się powierzchni zdjęcia obejmowanej siatką współrzędnych UV (rysunek 9.15).

W takiej sytuacji mamy różne możliwości skorygowania skali tekstury na powierzchni obiektu, z których każda ma swoje zalety i wady:

1. Przeskalowanie współrzędnych UV w górę lub zmiana opcji powtarzania tekstury (jak w podrozdziale "Nakładanie wzoru szachownicy na obiekt"). Tekstura zostanie zagęszczona na obiekcie i jej szczegóły ulegną zmniejszeniu. Jest to najszybsza metoda, jednak jej wadami jest to, że w wielu przypadkach powtarzalność wzoru może być zauważalna, a bez odpowiedniej obróbki fotografii na powierzchni obiektu pojawiają się szwy, czyli miej-

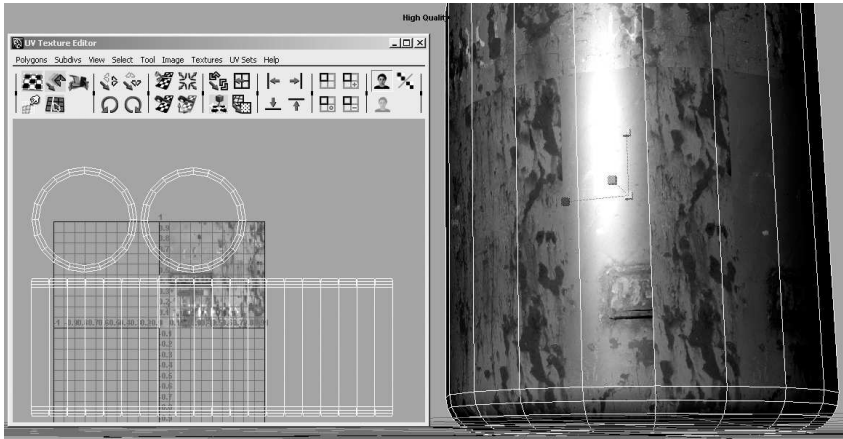


Rysunek 9.14. Tekstura załadowana z dysku określa kolor powierzchni materiału typu Phong



Rysunek 9.15. Tekstura nałożona na obiekt ma zbyt małą skalę

sca, w których widoczne będzie ostre cięcie na ściankach, gdzie schodzą się przeciwległe krawędzie fotografii (rysunek 9.16). W przypadku, gdy nie skalujemy współrzędnych UV i cała siatka mapowania znajduje się w obrębie pojedynczego powtórzenia tekstury, szwy mogą wystąpić tylko na brzegach siatki UV.

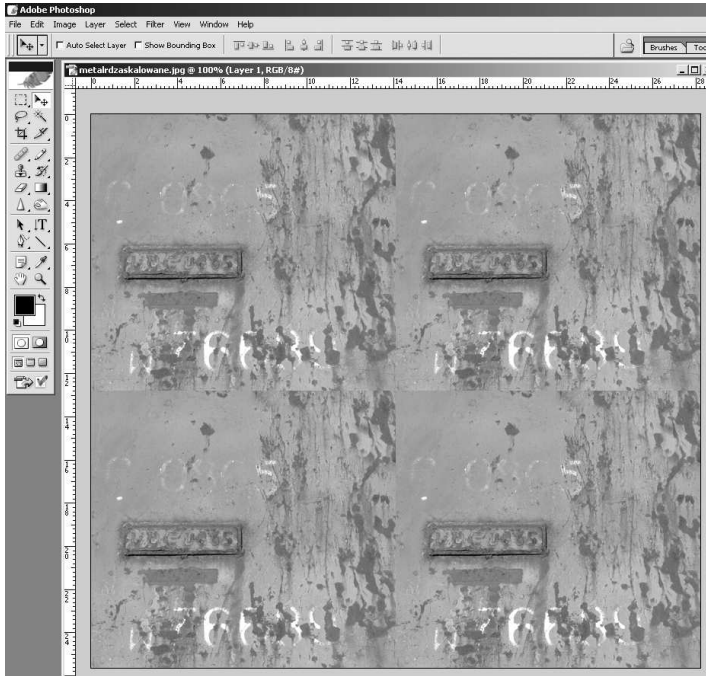


Rysunek 9.16. Przeskalowanie współrzędnych UV pozwala skorygować rozmiary elementów tekstury, ale powoduje pojawienie się dodatkowych szwów na powierzchni materiału

2. Załadowanie tekstury do programu służącego do obróbki bitmap (takich jak Photoshop) oraz utworzenie tam nowej tekstury o większym zagęszczeniu szczegółów (np. pomniejszenie aktualnej tekstury i wklejenie jej kilka razy do nowego pliku, aby uzyskać drobniejszy wzór). Rozwiązanie to daje nam większą kontrolę nad wyglądem powierzchni obiektu (można podać bitmapę dowolnej obróbce, połączyć ze sobą kilka różnych zdjęć itd.), ale podobnie jak w poprzednim przypadku, musimy zadbać o maskowanie szwów pomiędzy poszczególnymi fragmentami tekstury i praca nad modelem może być w tym przypadku bardziej czasochłonna (rys. 9.17). Jeśli nie chcemy modyfikować zawartości tekstury poprzez jej edycję w Photoshopie, to zagęszczanie jej tą metodą jest pozbawione sensu.

9.6 Maskowanie szwów w programie do grafiki 2D

Przy kilkukrotnym powtarzaniu tekstury fotograficznej na powierzchni obiektu zazwyczaj mocno widoczne są szwy, czyli niedopasowane do siebie krawędzie zdjęcia w miejscach, gdzie kończy się jedno, a zaczyna kolejne powtórzenie tekstury (rysunek 9.18). Oprócz tego szwy związane są nieciągłościami siatki UV, które zależą od stopnia złożoności modelu i przyjętej metody mapowania.



Rysunek 9.17. Nowa tekstura złożona z czterech powtórzeń wcześniej używanej bitmapy - wzór pokrywający powierzchnię zostaje przez to zagęszczony



Rysunek 9.18. Szwy widoczne w miejscu łączenia kolejnych powtórzeń tekstury

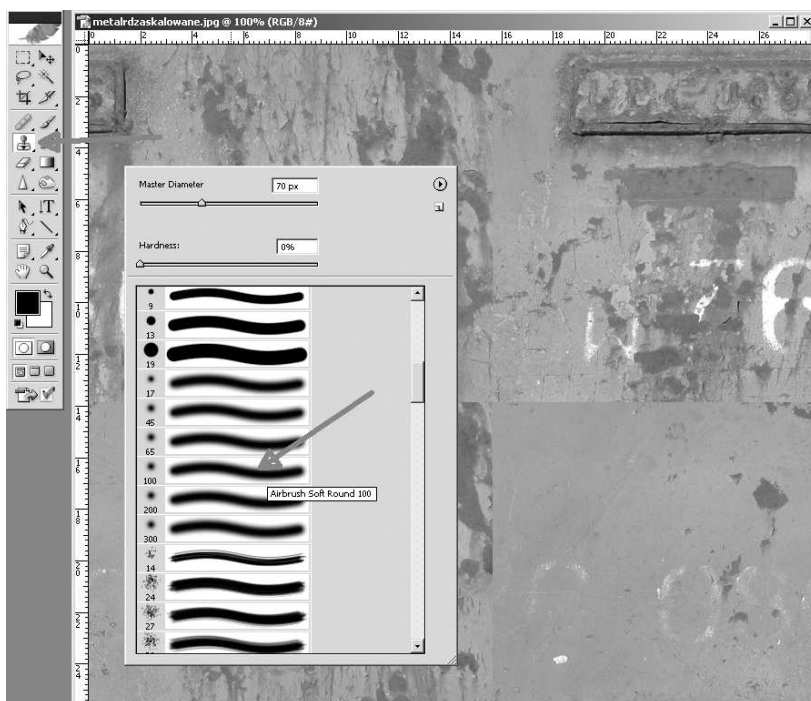
Aby wyeliminować szwy, konieczne jest wykorzystanie programu do grafiki 2D, takiego jak Photoshop. Żeby usunąć szwy pochodzące z brzegów obrazka, należy w taki lub inny sposób zamaskować różnice pomiędzy lewą i prawą oraz górną i dolną krawędzią zdjęcia. Można tego dokonać na przykład wypełniając brzegi obrazka jednolitym kolorem, jednak rzadko tego typu rozwiązanie daje dobre efekty. Jedną z najprostszych metod maskowania szwów jest wykorzystanie filtra *Offset* (w polskiej wersji programu filtr ten nosi nazwę *Przesunięcie*). Aby przeprowadzić tę operację, wykonaj następujące czynności:

1. Załaduj plik tekstury w Photoshopie.
2. Wybierz teraz polecenie *Filter > Other > Offset*. W oknie dialogowym *Offset* wpisz w polach *Horizontal* i *Vertical* liczby stanowiące mniej więcej połowę rozdzielczości obrazka, lub przeciągnij kursorem obrazek, aby przesunąć go względem ramki. Jeśli opcja *Undefined Areas* jest ustawiona na *Wrap Around*, wtedy piksele odpowiadające krawędziom obrazu zostaną przesunięte w stronę środka ramki (rysunek 9.19). Naciśnij przycisk *OK*.



Rysunek 9.19. Filtr *Offset* pozwala przesunąć piksele bitmapy w taki sposób, że na środku obrazka widoczne stają się szwy biegnące wzdłuż krawędzi

3. Aby zamaskować szwy związane z nieciągłością brzegów tekstury, należy zamalować je pędzlem o określonym kolorze lub wkleić w ich miejsce miękko wtapiające się w tło fragmenty pobrane z innej części obrazka. W tym celu można wykorzystać na przykład stempel (klawisz *S*) z dużą i miękką końcówką (rysunek 9.20). Przed użyciem stempla należy przytrzymać klawisz *Alt* i wskazać kliknięciem obszar, z którego chcemy skopiować piksele do maskowania, a następnie po zwolnieniu tego klawisza malować po szwach tak jak w przypadku zwykłego pędzla, ukrywając je pod pikselami pobranymi z wcześniej wybranego fragmentu bitmapy (rysunek 9.21). W trakcie pracy można wielokrotnie zmieniać obszar, z którego pobierane są piksele do maskowania.



Rysunek 9.20. Wybór narzędzia Stamp i jego końcówki

Gdy szwy przestaną być widoczne, możemy ponownie użyć filtra *Offset*, by przesunąć krawędzie w ich pierwotne miejsca (o ile jest to potrzebne). Tekstura bez szwów nałożona na obiekt pozwala na zachowanie efektu ciągłości powierzchni (rysunek 9.22), choć pojedyncze szwy mogą być ciągle widoczne w miejscach, gdzie współrzędne UV są nieciągłe - jeśli chcemy usunąć i te szwy, musimy odpowiednio podmalować wszystkie miejsca tekstury, które odpowia-



Rysunek 9.21. Maskowanie szwów narzędziem Stamp - strzałka ilustruje, skąd i dokąd kopiowane są piksele (większość szwów jest już zamalowana)

dają nieciągłym krawędziom na siatce UV. Możemy też przesuwac i skalowac siatkę UV w edytorze Mayi, lecz często nie wystarcza to do odpowiedniego zamaskowania pozostałych szwów.

W celu dokładnej korekty szwów w Photoshopie możemy zapisać podgląd siatki UV na dysku z poziomu okna *UV Texture Editor* w Mayi - służy do tego polecenie *Polygons > UV Snapshot*, które pozwala wybrać format, rozdzielczość i inne właściwości bitmapy przedstawiającej siatkę UV. Bitmapę można następnie otworzyć w Photoshopie i nałożyć ponad teksturę jako dodatkową warstwę w trybie wyświetlania *Screen* lub *Overlay*, aby ujrzeć gdzie dokładnie znajdują się wszystkie zewnętrzne krawędzie siatki UV (rysunek 9.23). Maskując te krawędzie pędzlem lub stemplem (często jest to trudne lub czasochłonne w zależności od kształtu siatki i zawartości tekstury), możemy ukryć wszystkie pozostałe szwy. Idealne zamaskowanie szwów w przypadku złożonego obiektu i tekstury może być niemożliwe, jednak zazwyczaj nie jest to konieczne, gdyż wszystko zależy od tego, z jakiej odległości i pod jakimi kątami obiekt pokazywany będzie w scenie.

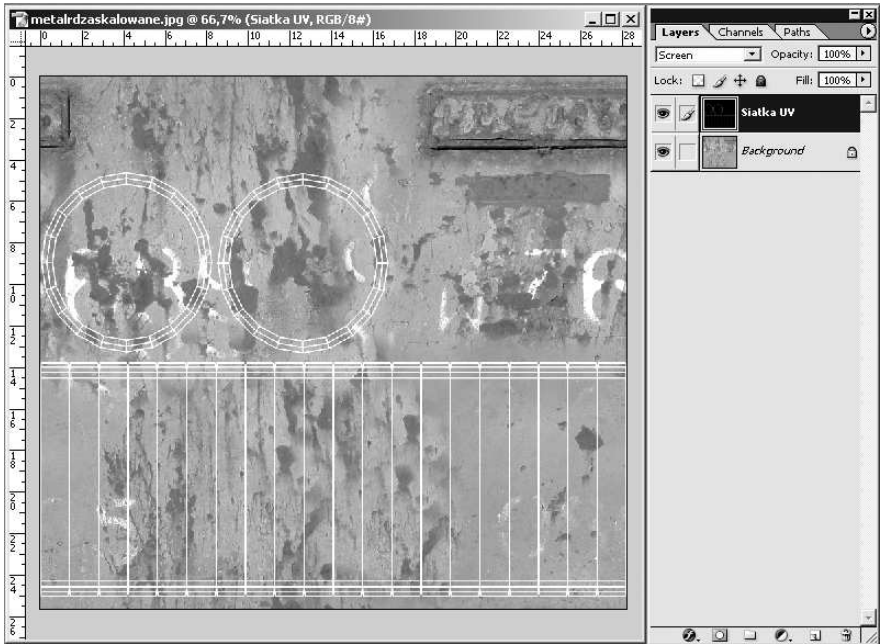


Rysunek 9.22. Tekstura z zamaskowanymi szwami po nałożeniu na obiekt

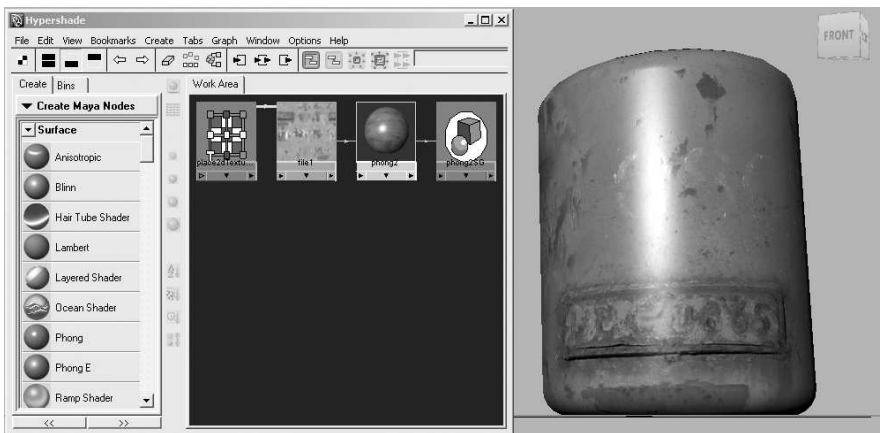
9.6.1 Mapowanie dodatkowych właściwości materiału teksturą fotograficzną

Po nałożeniu tekstury fotograficznej obiekt posiada powierzchnię o zróżnicowanej kolorystyce, jednak działanie oświetlenia na tym obiekcie zazwyczaj pozostawia wiele do życzenia. Na rysunku 9.24 widać obiekt o teksturze pozabawionej szwów, którego powierzchnia wygląda mało realistycznie głównie ze względu na odbłaski rozchodzące się po idealnie gładkiej geometrii. W rzeczywistości metalowy zardzewiały obiekt nie odbijałby światła w ten sposób, gdyż intensywność odbłasków zależy w dużym stopniu od chropowatości powierzchni oraz jej połyskliwości, która jest bardzo zróżnicowana przy tak niejednorodnych strukturach.

Materiały w Mayi posiadają szereg właściwości, którymi można sterować za pomocą tekstur podobnie jak kolorem powierzchni. W przypadku omawianego modelu możemy wykorzystać istniejącą teksturę jako mapę odbłasków -



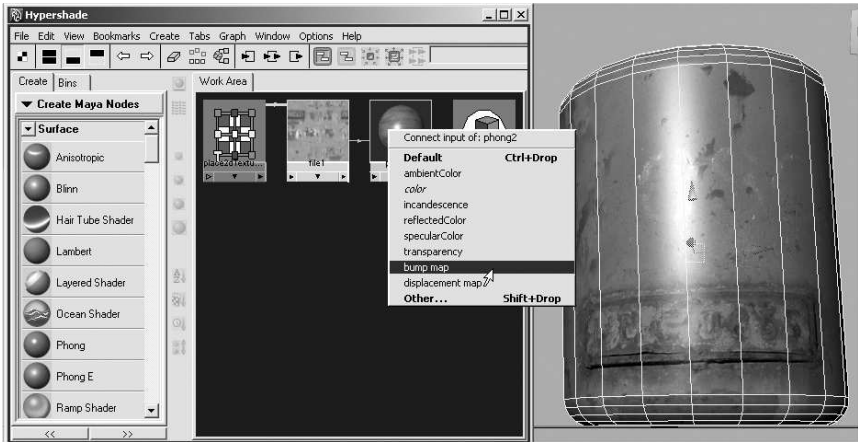
Rysunek 9.23. Podgląd siatki UV w Photoshopie pozwala zamaskować wszystkie szwy wokół krawędzi UV



Rysunek 9.24. Obiekt z materiałem typu *Phong* i teksturą koloru wygląda mało realistycznie ze względu na idealnie gładkie odbłaski

jasne (czystsze) obszary tekstury dadzą mocniejsze odbłaski, a ciemne (rdza) osłabiają odbłaski. Można też wykorzystać tę samą teksturę jako mapę nierówności (*Bump*), która z kolei daje efekt wypukłości i zagłębień w zależności od tego, czy piksel bitmapy jest jasny czy ciemny.

By tego dokonać, po zaznaczeniu obiektu z teksturą otwórz okno *Hypershade* w Mayi i wybierz polecenie *Graph > Graph Materials on Selected Objects*, wyświetlając graf materiału (rysunek 9.24). Następnie kliknij środkowym klawiszem myszy na kwadracie z próbką tekstury (*file*) i przeciągnij go kursorem nad kulkę z podglądem materiału (*phong*). W menu podręcznym, które pojawi się na ekranie, wybierz pozycję *bump map* (rysunek 9.25).



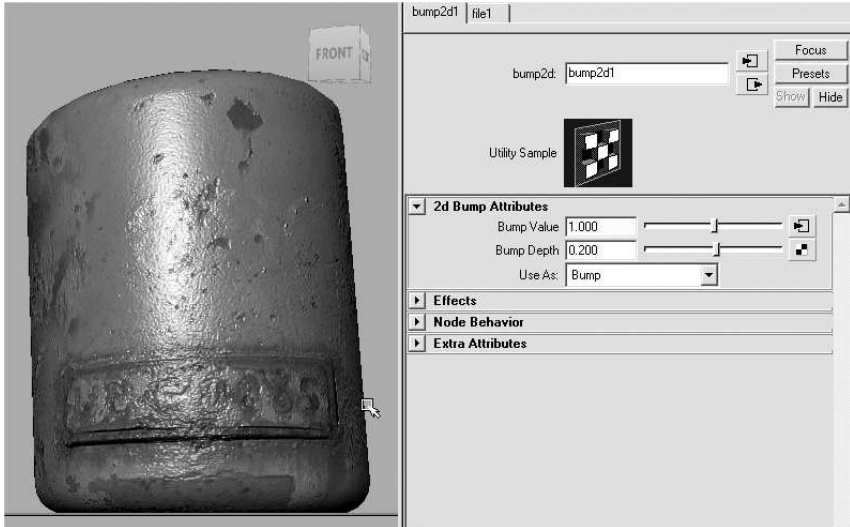
Rysunek 9.25. Podłączanie tekstury do kanału mapowania nierówności (*bump map*)

Po podłączeniu tekstury do kanału *bump map* obiekt najprawdopodobniej przyjmie nienaturalnie chropowaty wygląd - jest to związane ze stosunkowo dużą skalą mapowania nierówności. Aby wygładzić zbyt duże wypukłości, należy w edytorze atrybutów dla mapy nierówności (rys. 9.26) zmniejszyć wartość parametru *Bump Depth* do np. 0.2. (Aby oglądać w czasie rzeczywistym dokładny podgląd wszystkich zmian w materiale, w menu *Renderer* ponad oknem widokowym Mayi należy wybrać pozycję *High Quality Rendering*).

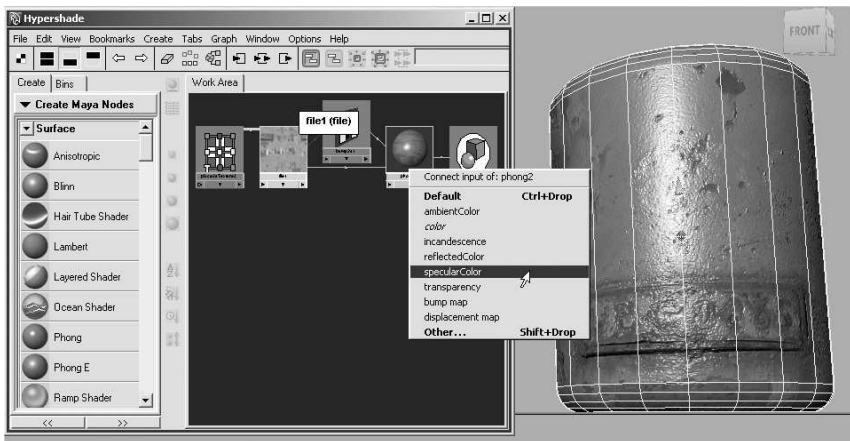
Powtórz opisaną wyżej procedurę, tym razem podłączając teksturę do kanału *specularColor* (rysunek 9.27). W zależności od kontrastu tekstury odbłaski w zardzewiałych obszarach zostaną mniej lub bardziej wytłumione (rysunek 9.28).

Jeśli chcemy w bardziej wyrazisty sposób podkreślić właściwości złożonego materiału na powierzchni obiektu, można dodać do sceny odpowiednio ustawione źródła światła, które wydobędą odbłaski oraz nierówności w interesujących nas miejscach modelu. Za pomocą polecenia *Create > Lights > Point Light* dodaj kilka światła punktowych, rozmieszczając je w różnych miejscach

sceny. Dla uzyskania ciekawego efektu warto dobrać też odpowiednio intensywności i kolory tych światel (rysunek 9.29). Podgląd oświetlenia po dodaniu źródeł światła uzyskamy, naciskając klawisz 7, jednak dla obejrzenia ostatecznych rezultatów najlepiej jest zrenderować obraz sceny (ikona *Render the Current Frame* na górnym pasku narzędzi).



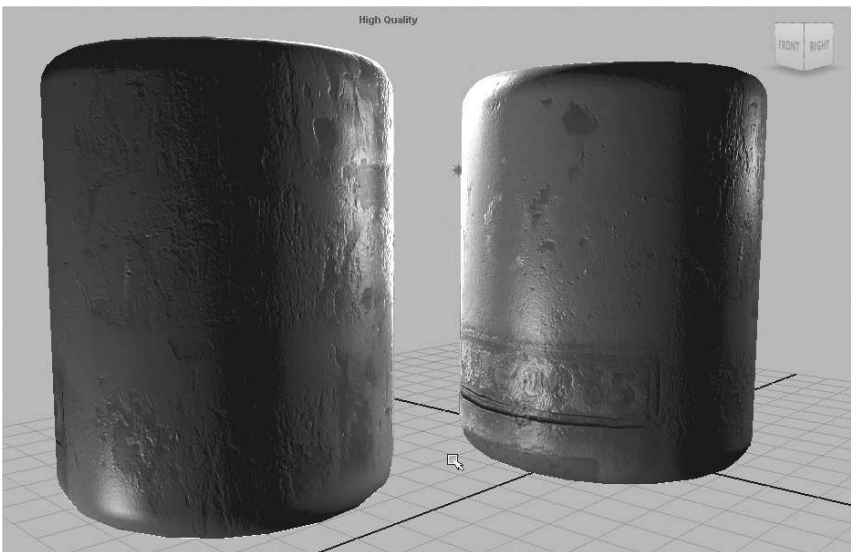
Rysunek 9.26. Obiekt z wyglądzonymi nierównościami



Rysunek 9.27. Podłączanie tekstury do kanału mapowania odbłasków



Rysunek 9.28. Obiekt z teksturą użytą do mapowania koloru, nierówności i odbłasków



Rysunek 9.29. Scena po dodaniu punktowych źródeł światła