Dr hab. inż. Zbigniew Krzysiak: zbigniew.krzysiak@wp.pl
Dr inż. Grzegorz Bartnik: grzegorz.bartnik@up.lublin.pl
Dr inż. Waldemar Samociuk: waldemar.samociuk@up.lublin.pl
Dr hab. inż. Janusz Zarajczyk: janusz.zarajczyk@up.lublin.pl
Dr hab. inż. Marek Szmigielski: marek.szmigielski@up.lublin.pl
Dr inż. Ryszard Kulig: ryszard.kulig@up.lublin.pl
Dr Piotr Brodzki: wetdoc@interia.pl
Prof. dr hab. Dariusz Dziki: dariusz.dziki@up.lublin.pl
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Doc Ing. František Brumerčík, PhD.: brumercikf@fstroj.uniza.sk
University of Žilina

WYKORZYSTANIE PROGRAMU 3DS MAX DO WIZUALIZACJI W INŻYNIERII ROLNICZEJ

Streszczenie: W artykule przedstawiono wykorzystanie programu 3ds MAX w inżynierii rolniczej do wizualizacji i animacji złożeń konstrukcji maszyn rolniczych. Wykorzystując możliwości programu 3ds Max najpierw zamodelowano trójwymiarowy (3D) prototyp urządzenia czyszczącego, a następnie ukazano wizualizację jego złożenia i montażu. Proces implementacji komputerowej wizualizacji na przykładzie rotacyjnego przesiewacza do ziarna zbóż, okazał się przydatny, szczególnie w dydaktyce, jak również w reklamie innowacyjnych urządzeń.

Słowa kluczowe: wizualizacja, animacja, program 3ds Max, rotacyjne urządzenie czyszczące.

APPLICATION OF 3DS MAX DESIGN SOFTWARE FOR AGRICULTURAL ENGINEERING VISUALIZATION

Summary: The paper presents application of 3DS Design software in agricultural engineering for visualization and animation of agricultural machine construction assemblies.
Using the capabilities within the 3DS MAX Design, the modelling of a three-dimensional (3D) prototype of cleaning device was followed by the visualization of its assembly and fitting. A computer-implemented visualization process on the example of a rotary grain separator, proved to be a useful aid especially in didactic process as well as advertisement of innovative equipment.

Keywords: visualization,animation,3ds max Design, rotary cleaning device.

1. WPROWADZENIE

Wizualizacje są jednym ze sposobów prezentacji wyrobów, często wykorzystywanym w celach reklamowych, skierowanym do wszelkiego rodzaju firm oraz indywidualnych użytkowników. Trójwymiarowa wizualizacja jest bowiem idealnym sposobem prezentacji jeszcze nie powstałego produktu, zapewniającym

maksymalną dbałość o szczegóły oraz podobieństwo do docelowego wyglądu obiektu. Nieoceniona jest również rola wizualizacji i animacji w szeroko rozumianej dydaktyce, gdyż ułatwia zrozumienie budowy i zasad działania złożonych konstrukcji maszyn i urządzeń.

Rozwój technik grafiki trójwymiarowej (3D) zaowocował ogromnym postępem na rynku związanym z możliwościami wizualizacji. Niegdyś popularne modele i makiety, obecnie zastępowane są nowoczesnymi formami prezentacji w postaci wizualizacji. Prawdziwe jest twierdzenie, iż w trwającej dobie intensywnego rozwoju techniki, wizualizacje są absolutnym standardem przy sprzedaży wszelkiego rodzaju produktów.

Realistyczna wizualizacja umożliwia nowoczesną prezentację wyglądu, np. maszyny, a nawet całych linii produkcyjnych. Klient poszukujący na przykład nieruchomości może bez większych problemów zapoznać się z budową i wyposażeniem wewnętrznym danego budynku. Dla sprzedawcy wizualizacja jest skutecznym sposobem zdobywania rynkowej przewagi nad konkurencją. Jest to również efektywna metoda pozyskiwania klientów, którzy niekoniecznie posiadają wyobraźnię przestrzenną, pozwalającą na pełne zrozumienie prezentowanych projektów. Dzięki trójwymiarowej wizualizacji wymagający klient ma możliwość oceny inwestycji i podjęcia decyzji dotyczącej zakupu produktu.

Celem pracy było wykonanie interaktywnego modelu cyfrowego rotacyjnego urządzenia czyszczącego oraz wykazanie możliwości zastosowania programu 3ds. Max w inżynierii rolniczej do wizualizacji budowy lub pracy i animacji ruchu maszyn rolniczych.

2. KONCEPCJA MODELOWANIA I WIZUALIZACJI

Modelowanie to w skrócie sztuka uzyskiwania dowolnych form przestrzennych w wirtualnym świecie programu komputerowego. Modelowanie to jest procesem czysto twórczym, dlatego może występować pod wieloma postaciami, takimi jak rzeźbienie, składanie elementów, konstruowanie, wykonywanie pracy snycerskiej czy też sztukatorskiej [3].

Modele do wizualizacji tworzone są przy wykorzystaniu kilku technik, takich jak nadawanie dwuwymiarowym przekrojom głębokości poprzez przesuwanie przekrojów wzdłuż ścieżki, obroty, skalowanie, czy nawet zmiany przekroju na poszczególnych odcinkach ścieżki. Umożliwia to modelowanie skomplikowanych obiektów w przestrzeni. Przy wykorzystaniu w systemach 3D szkiców 2D możliwe jest stworzenie brył obrotowych, powstałych na skutek obrotu szkicu (przekroju) wokół wyznaczonej osi. Gotowe modele dzieli się zwykle na krawędziowe, powierzchniowe i bryłowe. Pierwszy z nich jest reprezentacją szkieletową bądź, jak sama nazwa wskazuje, krawędziową realizacją trójwymiarową obiektu pochodzącego ze świata rzeczywistego, zbudowaną z punktów i linii. Modele krawędziowe wykorzystywane są podczas tworzenia różnego rodzaju szkiców pomocniczych. Ich prosta struktura wpływa na ograniczone zastosowanie modeli, ze względu na niejednoznaczną interpretację. Drugi z kolei model, powierzchniowy, jest obiektem utworzonym przez siatkę. Jego zaletą jest przede wszystkim łatwość modyfikacji i przekształcania powierzchni. Ostatni, czyli model bryłowy, to niejako połączenie wcześniej wymienionych modeli w konstrukcję całkowicie bryły wypełnionej.

Niektóre publikacje podają również rozróżnienie na modele brzegowe i obiektowe. W modelach brzegowych opis bryły ma postać zbioru ścianek, krawędzi

i wierzchołków, zaś modele obiektowe powstają przez modelowanie złożonych części poprzez dodawanie kolejnych cech do części podstawowej – obiektów elementarnych, elementów modelujących, otworów, rowków, występów, zaokrągleń, kieszeni itp. [6]. Nieustanny rozwój systemów CAD (ang. *Computer Aided/Automated Design*) daje wiele możliwości modelowania, oferując coraz to nowsze metody tworzenia modeli cyfrowych, głównie przestrzennych. Pojawiają się jednak również problemy, ponieważ dwa modele przestrzenne wykonane w dwóch różnych systemach różnią się nie tylko formatem zapisu danych, ale głównie metodą, jaka została zastosowana w definicji geometrii i w związku z tym mają różne możliwościami modyfikacji tej geometrii. Dlatego nie można odpowiedzialnie powiedzieć, że w każdym systemie CAD można zdefiniować model tej samej części lub zespołu części. Nawet jeśli w dwóch systemach można uzyskać identyczny opis geometryczny, to jego struktura, czas projektowania, możliwość automatyzacji typowych zadań oraz możliwość i czas realizacji, nieuniknionych w procesie konstruowania zmian konstrukcyjnych, mogą się znacznie różnić.

Modele przestrzenne są zazwyczaj przedstawiane na dwa sposoby, jako bryła i/lub jako powierzchnia. Struktura modelu to jednak nie tylko zestaw kolejno definiowanych cech konstrukcyjnych, ale także powiązania różnych elementów tego samego modelu lub powiązania z częściami innych modeli.

Model parametryczny jest to model (krawędziowy, bryłowy, dowolny z wymienionych, także 2D), w którym użytkownik zdefiniował pewne określone cechy - zależności występujące między jego elementami geometrycznymi. Zależności te nazywamy inaczej więzami, a dzielimy je na:

- więzy geometryczne – relacje między elementami geometrycznymi, takie jak: prostopadłość, równoległość, styczność, łączność końców, równość długości;
- więzy wymiarowe – określone przez stałe wartości liczbowe lub zależności wynikające z użytych równań;
- więzy części w zespołach – ustalane przez określenie stopni swobody danego elementu w odniesieniu do innych w obrębie zespołu modelu [6].

Parametryzacja umożliwia dwustronne powiązanie modelu geometrycznego z matematycznym, a w praktyce gwarantuje automatyczne dokonywanie zmian we wszystkich elementach, związanych z detalem w danym momencie poddawanym modyfikacji. Przy pracy nad modelem niesparametryzowanym, wszystkie zmiany należy nanosić samodzielnie, pamiętając o konieczności ich dokonania. Trzeba zaznaczyć, iż w modelowaniu parametrycznym istotna jest kolejność definiowania określonych więzów; kolejne definiowane są bowiem na bazie poprzednich. Jak do tej pory, największą wadą systemów przeznaczonych do modelowania, tzw. modelerów, umożliwiających modelowanie bezpośrednie, była właśnie parametryczność.

W dobie wszechobecnego postępu, wizualizacja jest nieodłącznym elementem grafiki komputerowej. Grafika komputerowa zajmuje się wykorzystaniem technik komputerowych do celów wizualizacji artystycznej oraz wizualizacji rzeczywistości wyświetlanego obrazu [1].

Obecnie, wszystkie urządzenia komputerowe wyświetlają dwuwymiarowe obrazy, dlatego z grafiką trójwymiarową związana jest bezpośrednio geometria wykreślna. Sceny trójwymiarowe, występujące głównie w zastosowaniach inżynierskich (CAD), przedstawiane są w rzucie prostokątnym, natomiast

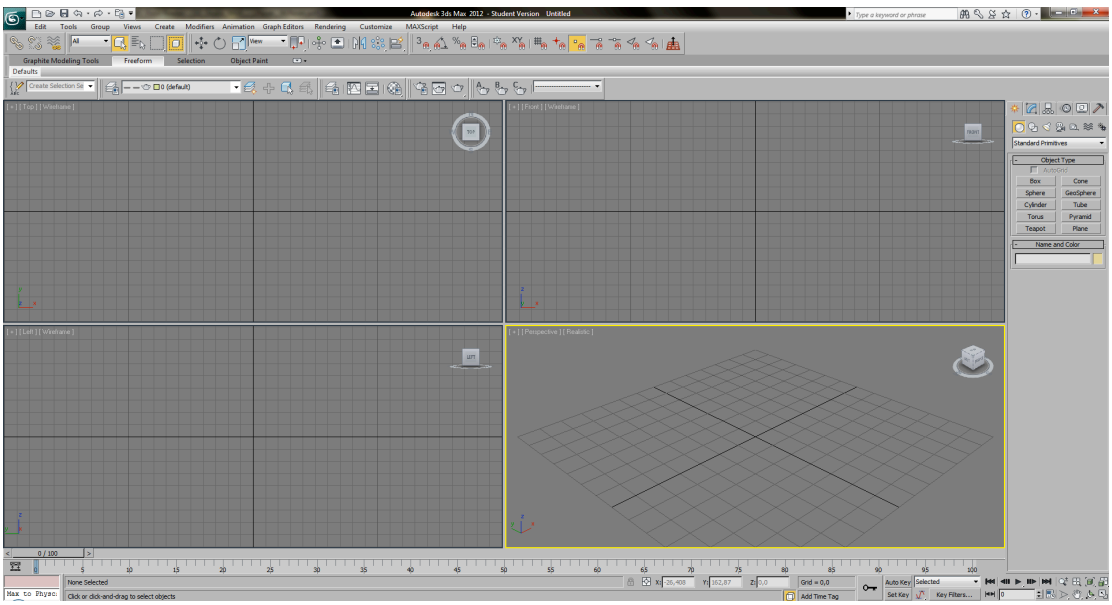
w pozostałych zastosowaniach, w rzucie perspektywicznym. Efekt wizualny rzutu perspektywicznego (skrót perspektywiczny) jest bardzo podobny do efektów wizualnych w fotografii. Przez analogię do aparatu fotograficznego czy kamery, w grafice trójwymiarowej istnieje pojęcie wirtualnej kamery, która tworzy „zdjęcie" sceny istniejącej w pamięci komputera, umożliwiając późniejsze wielokrotne ich odtwarzanie [1].

3. CHARAKTERYSTYKA PROGRAMU 3DS MAX

Obecnie istnieje wiele nowoczesnych systemów, służących do modelowania trójwymiarowego - 3D, tworzenia efektów oświetlenia, renderingu i animacji. Przy ich wykorzystaniu możliwa jest realizacja najbardziej wymagających założeń architektonicznych, technicznych i innych.
Najpopularniejszym oprogramowaniem firmy Autodesk, przeznaczonym do modelowania, animacji oraz renderowania jest program 3ds Max, następca wcześniejszej wersji 3D Studio Max. Jest to rozbudowany program do tworzenia trójwymiarowej grafiki i animacji. Obecną wersję 3ds Max, oznaczoną rokiem 2014, przeznaczono dla środowiska Microsoft Windows [7].

Firma Autodesk posiada dwie zbliżone do siebie wersje programu, 3ds Max oraz 3ds Max Design. Obie wersje korzystają z tej samej technologii i funkcji, ale oferują inne możliwości i wyspecjalizowane zestawy narzędzi dla projektantów gier, twórców efektów wizualnych i grafików, a inne dla architektów, projektantów, inżynierów i specjalistów do spraw wizualizacji. Nowy moduł renderujący pozwala uzyskać bardziej przewidywalne, niemal fotograficzne efekty, bez zajmowania się ustawieniami renderingu.

Interfejs programu 3ds Max posiada wiele uporządkowanych ikon, otaczających ze wszystkich stron aplikację (rys. 3.1), które tworzą grupy odpowiedzialne za określone funkcje programu.



Rys. 3.1 Widok interfejsu programu 3ds Max

Interfejs programu jest zbiorem elementów sterujących, które umożliwiają użytkownikom dostęp do poszczególnych funkcji programu. Cały interfejs programu można podzielić na sześć głównych elementów. Z kolei każdy z tych elementów zawiera grupy podelementów.

Program 3ds Max zapewnia kilka typów modelowania, które stosuje się w różnych sytuacjach, w zależności od cech obiektu.

Ogół obiektów geometrycznych w programie można podzielić na dwie główne kategorie – obiekty parametryczne (inaczej podstawowe) i obiekty edytowalne. Określenie parametryczny oznacza, że geometrią obiektu można sterować za pomocą zmiennych zwanych parametrami. Modyfikacja tychże zmiennych skutkuje zmianą geometrii wybranego obiektu. Koncepcja ta zapewnia obiektom wielką elastyczność. Grupę obiektów parametrycznych w programie tworzą obiekty dostępne z poziomu menu *Create*. Obiekty edytowalne nie oferują takiej elastyczności w zakresie edycji parametrów, jednakże można je edytować poprzez modyfikowanie podobiektów oraz wykorzystanie specjalnych funkcji edycyjnych. Do tej grupy należą: *Editable Spline*, *Mesh*, *Poly*, *Path* i *NURBS*. Obiekty edytowalne są wyświetlane w stosie modyfikatorów z frazą *Editable,* poprzedzającą nazwę obiektu podstawowego. Z obiektami edytowalnymi związany jest cały szereg funkcji edycyjnych, specyficznych dla danego typu obiektu [5]. W celu zwiększenia realizmu obiektów, program 3ds Max posiada narzędzie nazywane mapami materiałowymi. Istnieją różne rodzaje map materiałowych.

Animacja jest tym, co skłania grafików lub pozostałych użytkowników do sięgnięcia po taki program, jakim jest 3ds Max. Pogram posiada kilka metod tworzenia ruchomych obrazów, lecz najprostszą i zarazem najłatwiejszą do opanowania jest metoda tworzenia animacji za pomocą klatek kluczowych (*keyframe animation*). Jednym z najważniejszych elementów animacji za pomocą klatek kluczowych, jest liczba klatek na sekundę. Opcje programu pozwalają na wybranie standardowych ustawień, takich jak NTSC (standard północnoamerykański, około 30 klatek na sekundę), Film (około 24 klatek na sekundę) i PAL (stosowany przez kraje europejskie, około 25 klatek na sekundę). Istnieje również możliwość podania własnej wartości.

Tworzenie kluczy i korzystanie z nich to podstawa animacji. Klucze (umieszczone na klatkach nazywanych kluczowymi) opisują położenie lub inne właściwości obiektu w określonym czasie. Animacja powstaje w momencie, gdy obiekt zmienia swoje położenie lub inne właściwości w określonym czasie. Już kilka takich kluczy umożliwia utworzenie skomplikowanej animacji. W programie 3ds Max istnieje dwa tryby kluczowania: automatyczne i ręczne. Podczas używania kluczowania automatycznego każda transformacja lub zmiana parametrów powoduje utworzenie klucza animacji, który określa położenie i wygląd obiektu w danej klatce. Tryb kluczowania ręcznego oferuje kontrolę nad tworzeniem kluczy i ustawia je jedynie wtedy, gdy użytkownik tego zażąda. Tworzy również tylko takie typy kluczy, jakie zostały określone w oknie dialogowym.

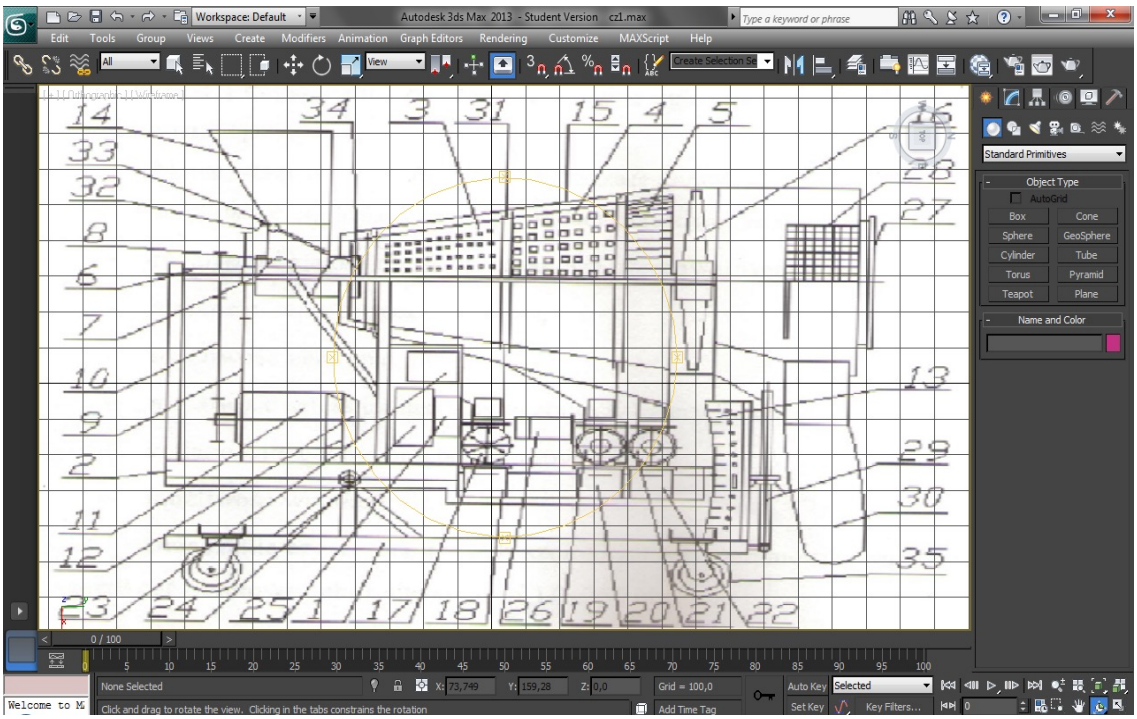
Renderowanie w grafice trójwymiarowej, nazywane też w tym kontekście obrazowaniem lub prezentacją, obejmuje analizę modelu danej sceny oraz utworzenie na jej podstawie dwuwymiarowego obrazu wyjściowego w formie statycznej lub animacji. Renderowanie polega na wygenerowaniu obrazu sceny z określonym poziomem szczegółowości. Podczas renderowania rozpatrywane są m.in. odbicia, cienie, załamania światła, wpływy atmosfery (w tym mgły), efekty

wolumetryczne. Jest to bardzo czasochłonna operacja, niewymagająca, poza przygotowaniem, żadnej ingerencji ze strony użytkownika. Renderowanie może być przeprowadzone praktycznie w każdym programie do tworzenia grafiki trójwymiarowej, nie będącym wyłącznie programem do modelowania (modelerem). Program 3ds Max zawiera moduł *Scanline Renderer*, nastawiony na przyśpieszenie procesu renderowania, zawierający dodatkowo wiele ustawień, pozwalających, by proces ten stał się szybszy. 3ds Max oferuje również możliwość integracji ze środowiskiem programu, wielu innym modułów renderujących [4].

4. MODELOWANIE URZĄDZENIA CZYSZCZĄCEGO

W pierwszej kolejności, przed rozpoczęciem wizualizacji, należy utworzyć model rotacyjnego urządzenia czyszczącego w samym programie 3ds Max. Pokrótce opisany zostanie proces powstawania poszczególnych elementów modelu.

Przy tworzeniu złożonej sceny, aby łatwiej zapanować nad wszystkimi elementami modelu, należy przyporządkować je do warstw. Podział na warstwy to najprostszy i najlepszy sposób utrzymania porządku w scenie. Dopuszczalne jest utworzenie od razu wielu warstw, na których będą później rozmieszczane obiekty – po jednej warstwie dla każdej kategorii obiektów, jak np. układ podawania masy, zespół sitowy *itp*. W tym celu należy najpierw dokładnie przeanalizować budowę urządzenia i dostosować podział warstw do planowanego sposobu wykonania. Oczywiście, w późniejszych etapach pracy, istnieje możliwość doprecyzowania planów toku modelowania i ewentualnej korekty ilości warstw, przeznaczonych na różne szczegóły, jednak najważniejsze decyzje można podjąć już na początkowym etapie (rys. 4.1).

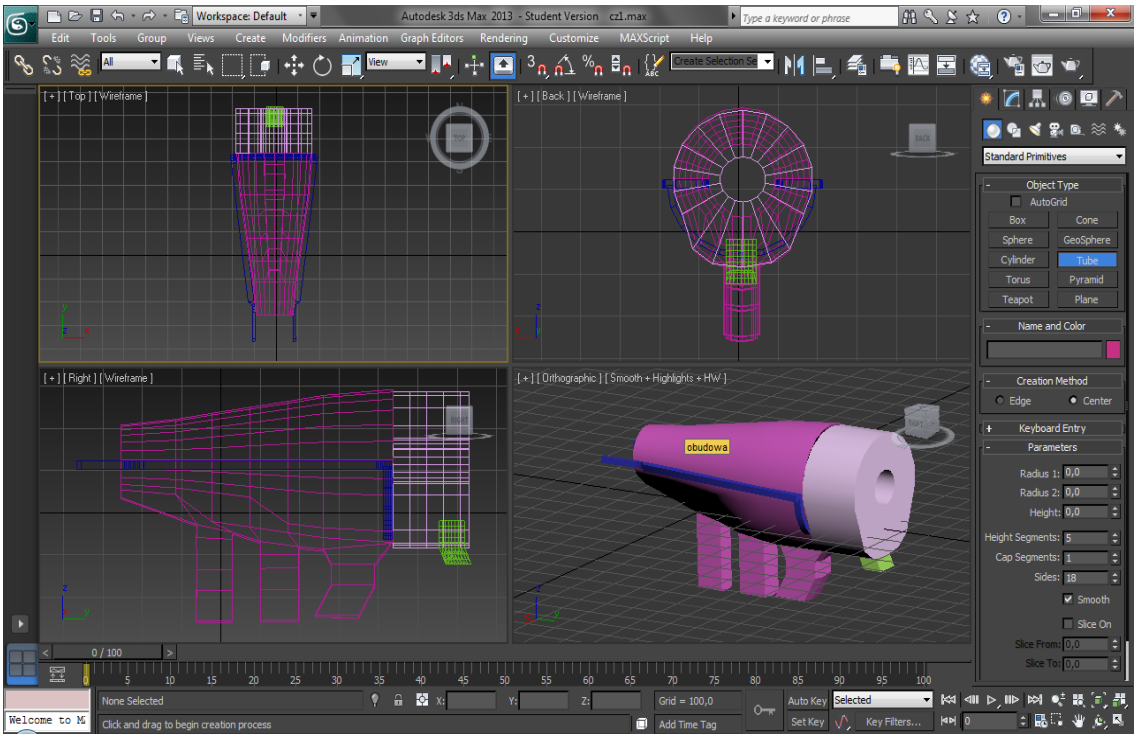


Rys. 4.1 Widok tła ze schematem urządzenia zamieszczonym w programie 3ds Max

Podstawą do rozpoczęcia pracy nad modelem jest posiadanie zdjęć obiektu lub dwuwymiarowych rysunków .dwg. Program 3ds Max w prosty i intuicyjny sposób pozwala na wykorzystanie dostępnych materiałów.

Podstawowymi operacjami programu 3ds Max są: przyciąganie, skalowanie oraz obracanie. Znaczna część pracy nad modelem polega na precyzyjnym rysowaniu, skalowaniu, oraz rozciąganiu splajnów, które potem są generowane za pomocą modyfikatora *Extrude*. Tok pracy nad wizualizacją, do pewnego stopnia zależał od tego, jakim dysponowano materiałem źródłowym (schematy, pełna dokumentacja techniczna) do wykonania modelu. Modelowane urządzenie czyszczące posiadało taką dokumentację wykonaną w programie AutoCAD, a dokładny opis jego budowy znajduje się we wcześniejszych publikacjach [2].

W dalszej części opisano sposób projektowania głównych zespołów urządzenia czyszczącego z uwzględnieniem funkcji dostępnych w programie. Charakterystyka modelowania zostanie przedstawiona na przykładowym zespole, jakim jest obudowa urządzenia czyszczącego. Obudowa zespołu sitowego została utworzona na bazie wcześniej wykonanego bębna sitowego. Po zastosowaniu kilku modyfikatorów, między innymi *Scale* oraz *Mesh Smoth* otrzymano stożkową część obudowy. W dolnej części obudowy wykonano kanały odprowadzające masę oczyszczoną. Na boku obudowy umieszczono elementy potrzebne do przymocowania jej do ramy urządzenia. Do obudowy bębna sitowego dodano obudowę wentylatora, utworzoną z odpowiednio przeskalowanego obiektu typu *Tube*, oraz dodano do niego wylot na plewy, stworzony z kolejnego typu *Box* (rys. 4.2).

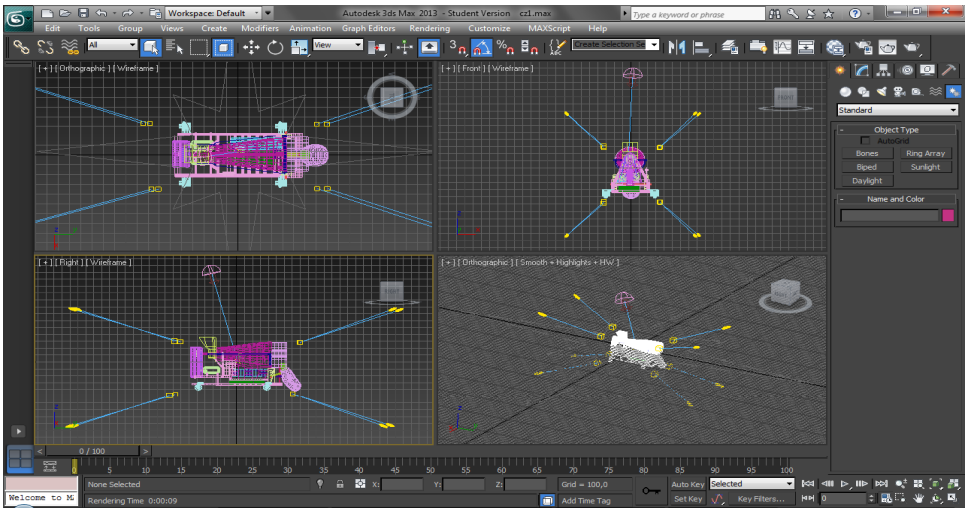


Rys. 4.2 Widok obudowy urządzenia zamodelowanego w programie 3ds Max

5. WIZUALIZACJA I ANIMACJA URZĄDZENIA CZYSZCZĄCEGO

Tworzenie wizualizacji i animacja jest możliwe, gdy posiadamy projekt modelu trójwymiarowego wyrobu. W programach istnieją gotowe, dość dobre modele trójwymiarowe ludzkich postaci, zwierząt, roślin czy popularnych urządzeń przemysłowych. Modele te są niestety problematyczne, ze względu na złożoną budowę, czyli np. posiadają olbrzymie ilości wieloboków. Wystarczy zaledwie kilka takich elementów, by pojawiły się problemy, np. z wydłużonym czasem wyświetlenia rendering nawet do kilku godzin. Z tego też powodu, w opracowywanym projekcie, zrezygnowano z tego typu modeli na rzecz rozwiązań prostszych, ale przynoszących zamierzony efekt. W opracowanym projekcie uwzględniono poszczególne fazy tworzenia projektu, wzbogacone o efekty właściwego ustawienia kamery, światła oraz ostatecznego rendering.

Efekty światła dziennego najłatwiej uzyskać przy pomocy wbudowanego w program 3ds MAX systemu oświetlenia *Daylight*. System ten pozwala zróżnicować światło słoneczne w zależności od orientacji obiektu względem kierunku padania świata, pory dnia i roku oraz innych parametrów. Z sytemu *Daylight* można korzystać w scenach renderowanych zarówno z użyciem *mental ray'a*, jak i renderera *Scanline*. Dobre efekty uzyskuje się jednak przy wykorzystaniu systemu *Daylight* oraz dodatkowych świateł. Dlatego też do oświetlenia całości sceny użyto ośmiu reflektorów stadionowych, skierowanych na model urządzenia czyszczącego, tak by scena była oświetlona równomiernie z każdej strony oraz systemu *Daylight* (rys. 5.1).



Rys. 5.1 Rozmieszczenie świateł w projekcie

Drugą niezmiernie istotną sprawą w tworzeniu efektów animacji jest właściwe ustawienie kamery. Jako że głównym zadaniem w niniejszej pracy było utworzenie trójwymiarowej wizualizacji w postaci animacji, początkowo należało określić ogólną długość filmu. Oszacowano, że aby przedstawić budowę urządzenia czyszczącego, potrzeba około 50 sekund filmu. Aby animacja była płynie odbierana przez oko ludzkie, wartość FPS (ang. *Frames per socond*) ustawiono na 25 klatek na sekundę, a długość filmu na 1200 klatek. Ruch kamery głównej opracowano za pomocą klatek kluczowych. Do opracowania animacji użyto kamery typu *Target Camera*. Ogniskowa kamery początkowo posiadała stałą wartość, lecz zmieniała się ona w podczas animacji. W całości animacji kamera została umieszczona na wysokości ludzkich oczu. Przez całość animacji kamera obraca się dookoła modelu urządzenia czyszczącego. Zastosowany eliptyczny ruch kamery osiągnięto poprzez ustawienie jej w pozycji docelowej na klatce 0, po czym obrócono ją o 90 stopni na 25 klatce, następnie o 90 stopni na 50 klatce, następnie o 90 na 75 klatce, aby umieścić ją w pozycji z klatki 0 po obrocie o następne 90 stopni. Powstałe klatki skopiowano wielokrotnie, aby otrzymać ten sam ruch kamery przez blisko minutę.

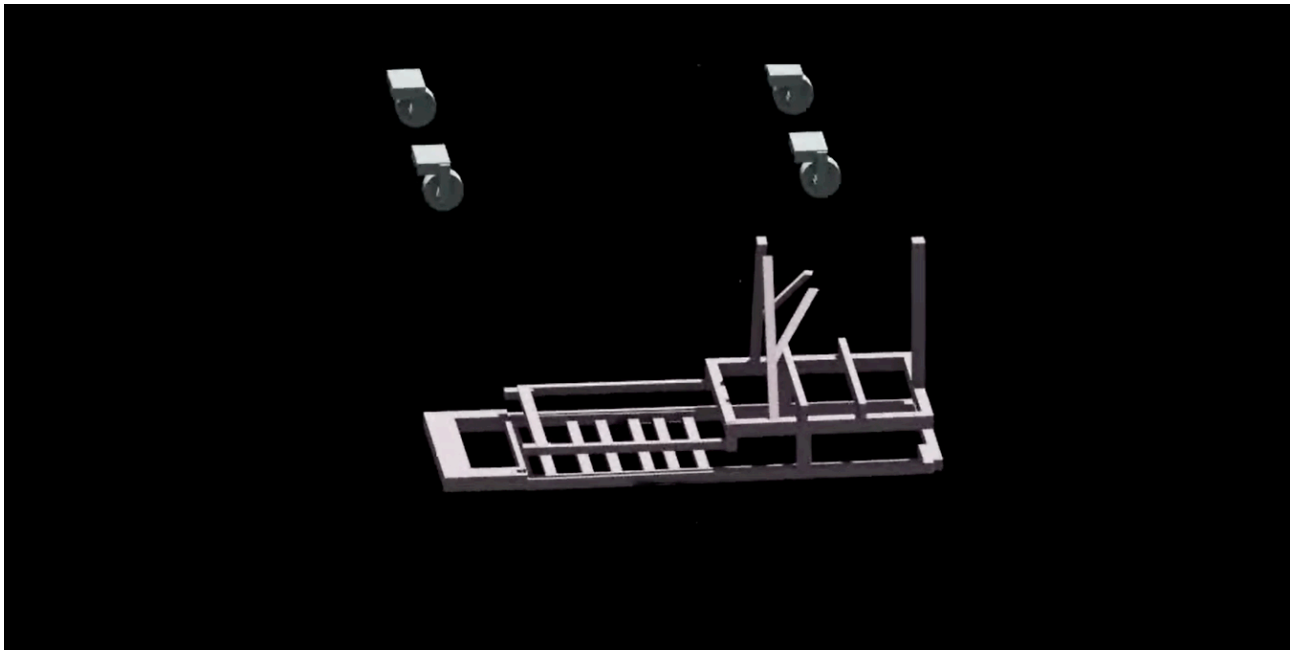
Utworzona wizualizacji będzie wykorzystywana głównie do przedstawiania budowy nowego urządzenia czyszczącego, przy wykorzystaniu trójwymiarowej animacji komputerowej. W celu uzyskania wrażenia montażu urządzenia z poszczególnych elementów, cały model przesunięto daleko poza pole widzenia głównej kamery. Już w 5 klatce animacji w kadrze kamery ukazuje się rama urządzenia czyszczącego, przy czym już w 25 klatce znajduje się w pozycji docelowej. W trakcie całej animacji poszczególne elementy urządzenia włączane są w pole widzenia kamery co kilkadziesiąt klatek. Przy czym przyjęto zasadę, iż najpierw wszystkie elementy z tej samej warstwy umieszczane są na swoim miejscu, po czym elementy z innej warstwy zmierzają w stronę swojego miejsca docelowego w kadrze kamery. W klatce nr 100 w swoim miejscu docelowym umieszczone zostają koła jezdne przesiewacza. W klatce nr 200 wentylator główny wraz z kołami napędzającymi umieszczony zostaje na swoim miejscu. W klatce nr 300 na swoim miejscu docelowym umieszczony zostaje bęben sitowy przesiewacza. Klatka nr 410 jest momentem, gdy wentylator oraz bęben sitowy zostaje ukryty pod gotową obudową z wylotami z poszczególnych sekcji masy oczyszczonej. W klatce nr 450 podajnik masy czyszczonej osiąga pozycję docelową, po czym w klatce 495 dołącza do niego zasuwa. Powietrzne zawory uszczelniające wyloty z poszczególnych sekcji wraz z silnikiem oraz paskiem napędzającym osiągają swoją pozycję docelową w kadrze kamery, w klatce nr 560. W klatce nr 640 na swoim miejscu umieszczone zostają paski napędowe. W klatce nr 700 umieszczone w miejscu docelowym zostają silniki. Mechanizm regulacji konta pochylenia bębna sitowego zostaje umieszczony na swoim miejscu w klatce nr 800. W klatce nr 900 do modelu zostaje dołączony panel sterujący. W klatkach 950 oraz 1000 do modelu w kadrze kamery zostają dołączone pojemniki na masę oczyszczoną oraz worek na plewy. Osłona silników napędzających wentylator, bęben sitowy oraz ślimak umieszczony w podajniku osiągają swoje miejsce docelowe w klatce nr 1100. Ostatnim elementem dołączonym do modelu w kadrze kamery jest osłona silnika napędzającego mechanizm odprowadzający masę oczyszczoną z przesiewacza, która umieszczona zostaje na swoim miejscu w klatce nr 1160.

Po przejściu przez etap modelowania, ustawienia oświetlenia, ustawiania i animowania kamery oraz ruchu obiektów w kadrze kamery, wykonano finalny rendering całej sekwencji filmowej do modeli materiałów. Do końcowego renderingu został użyty algorytm *Scanline*. Na pozór bardziej uzasadniony wydawał się wybór formatu AVI dla animacji. Jednak ta metoda posiada także wiele wad, między innymi brak możliwości montażu filmu na wiele sposobów. Rendering animacji do postaci filmu AVI nie pozwala na

wznowienie renderingu od dowolnie wybranej klatki w wypadku awarii zasilania, jak również uniemożliwia poprawę kilku, niesatysfakcjonujących nas klatek.

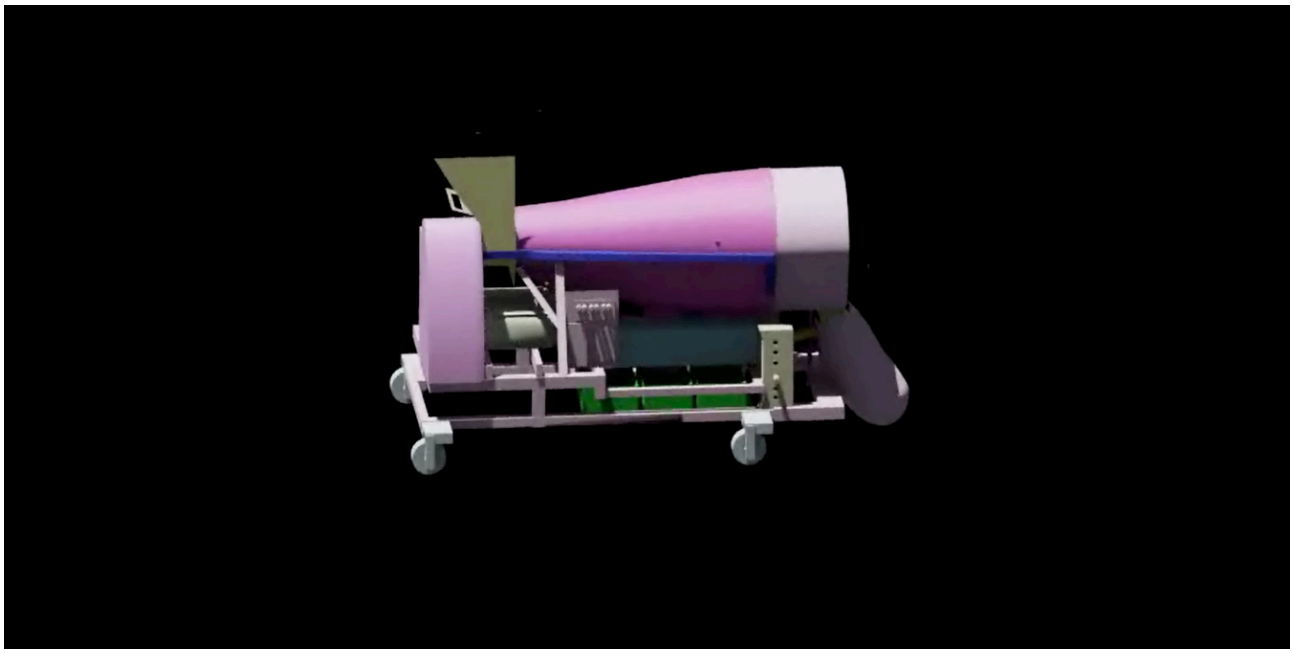
Podczas trwania renderingu program 3ds MAX wyświetla specjalne okno, informujące o postępach procesu obliczeniowego oraz ukazujące główne statystyki całej sceny.

Rendering całości animacji trwał około 9 godzin. Z przyczyn technicznym należało wykonać dwa takie renderingi wybranej klatki, aby ustrzec się awarii bądź utraty zasilania. Początkowy etap tworzenia wizualizacji przedstawiono na rys. 5.2.



Rys. 5.3 Początkowy etap animacji

Etapem końcowym wizualizacji jest złożenie kompletnego urządzenia czyszczącego (rys. 5.3).



Rys. 5.3 Widok efektu końcowego etapu animacji

6. PODSUMOWANIE

Przedstawione zagadnienia dotyczące programu 3ds Max do wizualizacji i animacji maszyn rolniczych są coraz bardziej doceniane w zastosowaniach przemysłowych. Udowodniono to na przykładzie wizualizacji montażu konstrukcji rotacyjnego urządzenia czyszczącego, w postaci trójwymiarowej animacji.

Głównymi zaletami aplikacji 3ds Max jest jeden z lepszych interfejsów w tego typu programach. Sam proces modelowania struktur jest przystępny, jednakże podczas zagęszczania siatek zwielokrotniają się wszelkie niedociągnięcia i najdrobniejsze błędy, popełnione we wcześniejszych etapach projektowania.

W trakcie powstawania aplikacji projektowej wynikły różnorodne problemy, głównie na etapie modelowania. W procesie modelowania można udoskonalić wiele czynności tak, aby uwzględnić więcej szczegółów budowy urządzenia. Jednak trzeba pamiętać, że uszczegółowienie budowy pociąga za sobą spowolnienie pracy programu i zwiększenie pamięciochłonności plików.

Na etapie renderingu pojawił się problem objawiający się długim czasem ekspozycji renderingu oraz pamięciochłonności pliku wynikowego do zapisu, co jest niewątpliwie mankamentem programu 3ds Max.

W programie 3ds Max istnieje możliwość wyrenderowania animacji jako pojedynczych klatek, co umożliwiłoby późniejszą edycję i wznowienie renderingu od wybranej klatki w przypadku awarii zasilania bądź błędu systemu.

Podczas pracy z tym programem należy pamiętać o dostosowaniu zestawu komputerowego tak, aby jego możliwości nie ograniczały potencjału aplikacji. Taki problem ujawnia się najczęściej w miarę narastania ilości obiektów w przygotowywanej scenie.

Wraz z rozwojem grafiki 3D wizualizacje będą coraz bardziej realistyczne i w większości przypadków przypominać będą zdjęcia czy filmy wykonane klasycznym aparatem fotograficznym lub kamerą.

Obecnie wizualizacje i animacje są wykorzystywane niemalże w każdej dziedzinie życia, a szczególnie cenne są dla dynamicznego rynku reklamy i prezentacji wyrobów wirtualnych oraz rzeczywistych; zarówno ich budowy, jak i zasad działania. Są one nieodłącznym standardem procesów wytwórczych, designerskich, wzornictwa przemysłowego oraz marketingu i sprzedaży.

Wizualizacja i animacja różnego rodzaju złożonych konstrukcji spełnia również ważną rolę w procesie nauczania, poczynając od stosowania prostych wizualizacji (np. w programie 3ds Max) a kończąc na profesjonalnych technikach wirtualnej rzeczywistości. Ułatwia to przyswojenie wiedzy dotyczącej budowy i działania złożonych urządzeń, a nawet nabycie czynności manualnych, niezbędnych w ich montażu oraz demontażu.

LITERATURA

[1] Foley J.D. i inni.: *Wprowadzenie do grafiki komputerowej*. Warszawa, 1995
[2] Krzysiak Z.: *Budowa nowego rotacyjnego urządzenia czyszczącego*, Mechanik Nr 2/2012 str. 153
[3] Murdoch K., L.: *3ds Max 2010. Biblia. Wiedza obiecana*, Helion, Gliwice, 2010
[4] Pasek J., *3ds Max 2010. Szkoła efektu*, Helion, Gliwice, 2010
[5] www.autodesk.com/products/autodesk-3ds-max/overview
[6] www.cadblog.pl/CADblog_direct_parametric_modeling.htm
[7] www.forum3d.pl