



**KRAKOWSKA AKADEMIA
im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego**

**Wydział Zarządzania Komunikacji Społecznej
Kierunek: Informatyka i Ekonometria
Specjalność: Informatyka Stosowana**

Piotr Ziemiański

**ZASTOSOWANIE GRAFIKI 3D DLA PREZENTACJI
ARCHITEKTONICZNEJ KAMPUSU KRAKOWSKIEJ
AKADEMII IM. FRYCZA-MODRZEWSKIEGO**

**Praca dyplomowa inżynierska
napisana pod kierunkiem
prof. zw. dr hab. Jacka Migdalka**

Kraków 2017

1.	Wstęp	3
2.	Grafika 3D – informacje podstawowe, oprogramowanie, metody.....	4
2.1.	Informacje podstawowe.....	4
2.2.	Oprogramowanie	4
2.2.1.	Cinema 4D	4
2.2.2.	VrayforC4D	5
2.2.3.	Adobe Photoshop CS6	5
2.2.4.	Adobe After Effects CS6.....	6
2.3.	Metody modelowania architektonicznego	6
3.	Materiały źródłowe	7
4.	Tworzenie projektu 3D	9
4.1.	Modelowanie.....	9
4.1.1.	Opis okien programu Cinema 4D.....	9
4.1.2.	Przygotowanie środowiska pracy	10
4.1.3.	Modelowanie budynków kampusu na przykładzie bryły budynku B	11
4.1.4.	Modelowanie terenu kampusu Krakowskiej Akademii	16
4.1.5.	Wypełnianie sceny gotowymi modelami	18
4.2.	Teksturowanie	18
4.2.1.	Przygotowywanie tekstur w programie Photoshop	18
4.2.2.	Projekcja (mapowanie) materiałów	20
4.2.3.	Tworzenie shaderów	21
4.2.3.1.	Shader cegły	22
4.3.	Oświetlenie.....	22
4.4.	Kompozycja	23
4.4.1.	Aparat fotograficzny w przestrzeni 3D	24
4.5.	Animacja	26
4.5.1.	Animacja kamery (Camera Morph).	26
4.6.	Ustawienia silnika renderującego	27
4.7.	Postprodukcja.....	29
4.7.1.	Postprodukcja wizualizacji w Adobe Photoshop CS6	29
4.7.2.	Montaż animacji w programie Adobe After Effects CS6	29
5.	Wyniki pracy	31
6.	Zakończenie.....	34
7.	Bibliografia.....	35
8.	Spis rysunków	36
9.	Wykaz gotowych modeli 3D wykorzystanych w projekcie	37

1. WSTĘP

W chwili obecnej grafika 3D jest szeroko stosowana w życiu codziennym, choć nie zawsze zdajemy sobie z tego sprawę. Rozwój oprogramowania i technologii znacznie przyspiesza pracę co również przekłada się na popularność tej dziedziny.

Wizualizacje architektoniczne są również produktem bardzo popularnym i znajdują wiele różnorodnych zastosowań w dziedzinach takich jak konsultacje społeczne, uzgodnienia z inwestorami, koncepcje i konkursy architektoniczne oraz marketing. Modele 3D obiektów architektonicznych są również wykorzystywane do tworzenia makiet inwestycji w technice druku 3D. W przypadku konsultacji społecznych badania wykazały, że zastosowanie wizualizacji pozytywnie wpływa na odbiór projektu i jest przychylnie odbierane przez społeczeństwo.

Wizualizacja obiektu istniejącego nie jest bardzo częstym przypadkiem. Można jednak dla takiego projektu znaleźć wiele zastosowań. Przede wszystkim można w bezinwazyjny sposób sprawdzić efekty ewentualnego remontu lub przebudowy. Zaproponowaną wizję można w łatwy sposób modyfikować, aż do osiągnięcia oczekiwanego rezultatu.

Celem pracy jest stworzenie wizualizacji 3D kampusu Krakowskiej Akademii, która zaprezentuje teren uczelni. Taki sposób przedstawienia, który oczywiście stanowi uproszczenie otaczającej nas rzeczywistości pozwala oglądającym na skupienie się tylko na istocie rozwiązań architektonicznych. Wizualizacje 3D w prostej linii wywodzą się z tradycji wykonywania makiet obiektów architektonicznych.

Wybierając temat pracy kierowałem się przede wszystkim swoim zamiłowaniem do grafiki trójwymiarowej oraz architektury. Jednocześnie chciałem zwrócić uwagę na korzyści płynące z zastosowania cyfrowej wizualizacji 3D przy projektowaniu architektonicznym. Jako obiekt wybrałem kampus Krakowskiej Akademii przede wszystkim ze względu na jego atrakcyjność. Bardzo ważne było również dla mnie aby stworzyć wizualizacje dla obiektu już istniejącego. Kolejnym znaczącym czynnikiem mojej decyzji był fakt, że moja praca potencjalnie może znaleźć jakieś zastosowanie z korzyścią dla Krakowskiej Akademii. Stworzona cyfrowa wersja kampusu mogłaby z powodzeniem zostać wykorzystana np. do stworzenia aplikacji z cyfrową mapą kampusu Krakowskiej Akademii lub wykonania makiety w technice druku 3D.

Do stworzenia projektu 3D zostało wykorzystane niezwykle wszechstronne oprogramowanie Cinema 4D. Zastosowanie znalazły również programy do grafiki rastrowej (Adobe Photoshop) oraz efektów specjalnych w animacji (Adobe After Effects). Pracę poprzedziło zgromadzenie materiałów źródłowych i referencyjnych w postaci zdjęć, map i szkiców. Wykonanie modelu 3D kampusu i otoczenia Krakowskiej Akademii, teksturowanie, oświetlenie i rendering w programie Cinema 4D przy użyciu silnika renderującego VrayForC4D stanowiło główną część pracy. Uzyskane rezultaty zostały poddane obróbce w Adobe Photoshop CS6 i Adobe After Effects CS6.

2. GRAFIKA 3D – INFORMACJE PODSTAWOWE, OPROGRAMOWANIE, METODY

2.1. Informacje podstawowe

Grafika 3D to dziedzina grafiki komputerowej zajmująca się odwzorowaniem obiektów trójwymiarowych. W obecnych czasach jest bardzo powszechna i stosowana w wielu dziedzinach przemysłu. Przy użyciu oprogramowania do generowania grafiki 3D wykonuje się wysokiej jakości wizualizacje inwestycji, wnętrz, projektów architektonicznych, filmy, reklamy i animacje, gry, prezentacje produktów, analizy i symulacje a nawet diagnostykę medyczną.

Współczesny sprzęt i oprogramowanie umożliwiają bardzo realistyczne odwzorowanie rzeczywistości otwierając przy tym niezliczone możliwości niedostępne w fotografii. Z tego powodu obecnie praktycznie nie wykonuje się zdjęć produktów do reklam, gdyż grafika 3D jest bardziej efektowna i efektywna. Nie zmienia to faktu, iż bardzo wiele elementów związanych z tworzeniem finalnego obrazu 3D oparte jest na zasadach fotografii. Większość programów korzysta z obiektu wirtualnej kamery, której parametry takie jak ogniskowa i czas przesłony wpływają na generowany obraz. Związki z fotografią i kinematografią są bardzo silne co umożliwia wykorzystywanie technik kompozycji i wiedzy z tego zakresu w przestrzeni wirtualnej co z kolei wpływa pozytywnie na realność tworzonych obrazów. I choć nie jest to jedyne zastosowanie to właśnie idealne odwzorowanie rzeczywistości jest celem większości producentów oprogramowania i grafików.

W większości przypadków przestrzeń trójwymiarowa przedstawiona jest w układzie kartezjańskim. Każdy obiekt w scenie ma swoje współrzędne i atrybuty. Obiekty 3D tworzone są z wieloboków (poligonów) o co najmniej trzech wierzchołkach (punktach, vertexach), które połączone są liniami. Zbiór tych linii tworzy siatkę obiektu. W praktyce zazwyczaj stosuje się wieloboki o trzech lub czterech vertexach ponieważ algorytmy wykorzystujące wieloboki o innej ilości wierzchołków (tzw. N-gons) są dużo mniej efektywne. Okno, przez które spoglądamy do naszego świata 3D nazywane jest zazwyczaj Viewportem. Jako geometrię wyświetlania możemy wykorzystywać dowolne rzuty proste lub oglądać naszą przestrzeń w rzucie perspektywicznym. Efekt wizualny skrótu perspektywicznego jest analogiczny do efektu obserwowanego w fotografii. Za pomocą wirtualnej kamery, która jak każdy obiekt w scenie ma swoje współrzędne i kierunek określamy jaką część modelu 3D będzie widziana w końcowym obrazie. Grafika 3D jest obecnie techniką bardzo popularną i szeroko dostępną. Dzięki ciągle ulepszanemu oprogramowaniu jest również coraz bardziej przyjazna dla użytkowników i oferuje niesamowite możliwości. W najbliższym czasie należy spodziewać się rozwoju silników renderujących opartych na procesorach graficznych GPU, co powinno znacznie ułatwić i przyspieszyć proces renderingu.

2.2. Oprogramowanie

W chwili obecnej na rynku dostępna jest niezliczona ilość oprogramowania do tworzenia grafiki 3D. Są to zarówno wyspecjalizowane produkty do konkretnych zastosowań, proste edytory z predefiniowanymi ustawieniami dla początkujących jak i obszerne pakiety o ogromnych możliwościach.

Podstawowo programy można podzielić na dwie kategorie: modelery oraz renderery. Aplikacje z pierwszej kategorii służą przede wszystkim do tworzenia obiektów 3D przy użyciu różnorodnych technik. Renderery służą do tworzenia finalnych obrazów przy użyciu gotowych modeli 3D oraz różnorodnych efektów (światła, shadery, efekty specjalne). W dodatku wiele z programów służy do kompleksowej obsługi zarówno modelowania, renderowania, animacji a także symulacji.

2.2.1. Cinema 4D

Cinema 4D to jeden z najbardziej zaawansowanych programów, a właściwie kompleksowych pakietów do grafiki 3D. Jest to obecnie bardzo kompletny zestaw, obejmujący praktycznie każdy aspekt modelowania, tekstuowania, animacji, symulacji i renderingu. Jest to oprogramowanie bardzo mało popularne na rynku polskim, jednak szeroko reprezentowane przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii, a więc w kolebkach grafiki komputerowej. Cinema 4D swoją wysoką pozycję na rynku zawdzięcza między innymi bardzo dobremu wsparciu producenta, niemieckiej firmy Maxon, która bardzo aktywnie rozwija swoje oprogramowanie.

Cinema 4D to narzędzie dostępne również w polskiej wersji językowej, jednak moim zdaniem zdecydowanie bardziej korzystne jest używanie wersji anglojęzycznej. Jest to spowodowane faktem, że właściwie wszystkie materiały szkoleniowe, kursy i dokumentacja tworzone są na wersji anglojęzycznej i takie postępowanie znacznie ułatwia naukę programu. Dlatego też na potrzeby tej pracy będę używał wersji anglojęzycznej.

Warto również nadmienić, że Cinema 4D, moim zdaniem, ma najlepiej napisaną i zintegrowaną pomoc dla użytkownika. Wystarczy kliknąć na dowolny element prawym klawiszem myszy, wybrać opcję Show Help by

otwarło się okno, w którym nie tylko opisana jest szczegółowo każda funkcja, ale również bardzo często można znaleźć praktyczne przykłady zastosowania i różnice w zależności o wartości poszczególnych parametrów.

Firma Maxon dla użytkowników przygotowała cztery wersje oprogramowania Cinema 4D. Różnią się one ilością funkcji i możliwościami oraz oczywiście ceną.

Cinema 4D Prime – podstawowa wersja programu. Zawiera narzędzia do modelowania, tworzenia materiałów, teksturowania, oświetlenia, animacji, moduł BP UV Edit służący do tworzenia mapowania UV. Pakiet zawiera również silnik renderujący Advanced Renderer (Standard), narzędzia API: C++, Python, C.O.F.F.E.E. Dodatkowo do oprogramowania dołączona jest biblioteka predefiniowanych materiałów, obiektów i ustawień.

Cinema 4D Broadcast – wersja przygotowana specjalnie dla rynku reklamy i telewizji. Zawiera wszystkie funkcjonalności wersji Prime oraz dodatkowo: silnik renderujący Physical Renderer, zaawansowane narzędzia kamer, moduł Team Render (trzy komputery), moduł MoGraph i rozszerzoną bibliotekę zasobów.

Cinema 4D Visualize – wersja do tworzenia wizualizacji. Podobnie jak Broadcast zawiera wszystkie funkcjonalności wersji Prime, silnik renderujący Physical, zaawansowane narzędzia kamer oraz moduł Team Render (trzy komputery). Oprócz tego mamy do dyspozycji moduł Sketch & Toon, zaawansowane narzędzia oświetlenia i bibliotekę materiałów i obiektów do tworzenia wizualizacji.

Cinema 4D Studio – najbogatsza wersja programu. Zawiera wszystkie funkcjonalności i biblioteki dostępne w pozostałych wersjach oraz między innymi: symulacje i dynamikę, rzeźbienie, system do tworzenia włosów, zaawansowane narzędzia do animacji postaci, Motion Tracking (efekty specjalne) i dodatkowo rozbudowaną bibliotekę zasobów.

Powyżej zostały wymienione tylko podstawowe funkcjonalności aby podkreślić różnice pomiędzy dostępnymi pakietami. Istnieje również Cinema 4D Lite o niewielkich możliwościach, dołączana darmowo do programu Adobe After Effects. W niniejszej pracy będę korzystał z Cinema 4D R17 Studio.

Warto również wspomnieć o licencjach programu Cinema 4D oraz VrayForC4D. Maxon udostępnia bezpłatną wersję studencką pełnej wersji Studio na czas trwania studiów. W celu uzyskania licencji należy przesłać skan legitymacji studenckiej do polskiego dystrybutora, firmy IT-Serwis. Niestety nie ma możliwości uzyskania bezpłatnej licencji studenckiej silnika renderującego Vray. Wersja edukacyjna kosztuje obecnie około 1600 zł brutto i wymaga korzystania z rozszerzonej wersji edukacyjnej Student/Teacher Cinema 4D, która kosztuje około 800 zł brutto. W tej sytuacji skorzystałem z możliwości wynajęcia stanowiska z oprogramowaniem komercyjnym w jednej z krakowskich firm.

2.2.2. VrayforC4D

Cinema 4D w wersji Studio posiada dwa całkiem dobre silniki renderujące: Standard oraz Physical. Obydwa są dosyć szybkie i dają dobre efekty dla większości zastosowań, jednak moim zdaniem są mało wydajne jeśli chodzi o realistyczne rendery architektoniczne.

Na rynku dostępne są również silniki renderujące innych firm, które posiadają integrację z programem Cinema 4D. Najpopularniejsze z nich to Arnold, Octane Render, Thea Render, Maxwell Render, Corona oraz VrayForC4D. Każdy z wymienionych silników ma swoje zalety i rodzaje zastosowań, w których sprawdzają się najlepiej. Po dokładnej analizie problemu mój wybór padł na jeden z najpopularniejszych silników renderujących na świecie – Vray – bułgarskiej firmy Chaos Group. Silnik ten wykorzystuje zaawansowane algorytmy GI (globalnej iluminacji) oraz Path Tracing, które umożliwiają uzyskiwanie realistycznych renderów architektury. W przypadku Cinema 4D wydawcą integracji Vray-a jest firma Laublab pochodząca z Austrii. Oficjalna nazwa pluginu to VrayForC4D i wykorzystuje ona dokładnie to samo jądro co Vray na innych platformach. W niniejszej pracy wykorzystam VrayForC4D w wersji 1,9, która odpowiada wersji 2,55 jądra Vray.

2.2.3. Adobe Photoshop CS6

Adobe Photoshop CS6 to oprogramowanie, którego chyba nikomu nie trzeba przedstawiać. Flagowy produkt firmy Adobe Systems to kompletne narzędzie do tworzenia i obróbki grafiki rastrowej.

Oprócz niezwykle funkcjonalnego interfejsu Photoshop oferuje niezliczone możliwości edycyjne. Pakiet zawiera mnóstwo filtrów, pędzli, narzędzi do skalowania, transformacji, korekcji kolorów. Pracę ułatwiają gradienty, maski i obsługa warstw.

W mojej pracy Adobe Photoshop CS6 będzie służył właściwie tylko do tworzenia tekstur oraz niewielkiej korekcji kolorów i kontrastu renderów.

2.2.4. Adobe After Effects CS6

Adobe After Effects CS6 kolejny element pakietu Adobe Creative Suit 6. Program ten służy do tworzenia efektów specjalnych oraz szeroko pojętego compositingu (proces łączenia różnych warstw filmowych w jedną całość). W mojej pracy wykorzystam program Adobe After Effects do montażu animacji.

2.3. Metody modelowania architektonicznego

Modelowanie obiektów architektonicznych zazwyczaj wykonuje się na podstawie rzutów architektonicznych. Rzuty elewacji i plany pięter stanowią wystarczającą wiedzę do wymodelowania budynku. Przydatny również jest plan zagospodarowania terenu. Jednak w przypadku obiektu istniejącego, do którego nie posiadamy planów architektonicznych możliwe jest wykonanie całkiem dobrego modelu na podstawie innych materiałów. Są to na przykład zdjęcia, programy typu Google Maps i Google Earth, uproszczone szkice, pomiary bezpośrednie.

Wykonany model można przedstawić na różne sposoby. Wizualizacja architektoniczna zazwyczaj jest obrazem statycznym. Bardzo często model pokazywany jest na białym tle lub w uproszczonym otoczeniu, które nie odpowiada rzeczywistości. Pozwala to skupić się na zaletach samego projektu i znacznie upraszcza pracę dla osoby wykonującej rendering. Innym sposobem jest wymodelowanie również otoczenia obiektu (bardzo pracochłonne) lub osadzenie renderu modelu 3D na zdjęciu rzeczywistym w programie typu Adobe Photoshop.

Każdy ze sposobów ma swoje wady oraz zalety. Na potrzeby tego projektu zdecydowałem się na wymodelowanie w sposób dość szczegółowy całego kampusu Krakowskiej Akademii oraz uproszczonego otoczenia i przedstawienie całej sceny w formie makiety architektonicznej.

3. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Materiały źródłowe lub inaczej materiały referencyjne to bardzo istotny element projektu. Ma on olbrzymie znaczenie zarówno dla etapu modelowania jak i późniejszego teksturowania i oświetlenia. Jakość tych materiałów nie determinuje bezpośrednio jakości efektu finalnego, może mieć jednak kluczowe znaczenie dla takich elementów jak czas i poziom trudności wykonania wizualizacji. Dlatego niezwykle istotne jest aby przed rozpoczęciem pracy w programie poświęcić jak najwięcej uwagi kompletowaniu materiałów referencyjnych.

Referencją w tym przypadku będę nazywał wszelkie materiały, które będą ułatwiać modelowanie, oświetlenie i teksturowanie obiektu. Mogą to być na przykład:

- Zdjęcia, filmy – fotografie i materiał filmowy otoczenia lub podobnych obiektów to kluczowa pomoc przy tworzeniu projektu
- Plany, rysunki, mapy – tego typu materiały są niezbędnym elementem do stworzenia wizualizacji architektonicznej
- Wizualizacje innych obiektów – gotowe wizualizacje innych obiektów mogą stanowić inspirację, pomagają wyznaczyć kierunek prac i są wzorcem jakości, do której będziemy dążyć
- Opis wymagań od zamawiającego – jeżeli wykonujemy pracę komercyjną podstawą jest ustalenie wymagań inwestora. Warto również wyznaczyć punkty kontrolne, które będą konsultowane z klientem. Pozwoli to uniknąć nieporozumień i uciążliwych poprawek po zakończeniu projektu.

W pracy wykorzystano dwa pierwsze źródła: zdjęcia wykonane osobiście oraz program Google Earth, który posłużył do pomiarów dla podstaw budynków. Resztę wymiarów określono empirycznie przyjmując przybliżone wartości lub po prostu za pomocą ogólnie dostępnej wiedzy dotyczącej architektury.



Rys. 1. Widok z góry na kampus Krakowskiej Akademii - zrzut z programu Google Earth Pro
Źródło: opracowanie własne



Rys. 2. Wybrane zdjęcia Krakowskiej Akademii wykonane na potrzeby pracy
 Źródło: opracowanie własne

4. TWORZENIE PROJEKTU 3D

Pracę nad projektem 3D można podzielić na kilka podstawowych etapów.

Faza koncepcyjna – polega na określeniu podstawowych założeń projektu oraz zebraniu jak największej ilości materiałów źródłowych i referencyjnych. Wysokiej jakości materiały referencyjne znacząco ułatwiają i przyspieszają pracę.

Modelowanie – jest to proces tworzenia i modyfikowania obiektów 3D i wypełniania nimi sceny. Istnieje wiele metod modelowania 3D. Na potrzeby tej pracy zostanie wykorzystane modelowanie parametryczne przy pomocy predefiniowanych figur geometrycznych (tzw. prymitywy), modelowanie za pomocą powierzchni podzielonych (Subdivision Surface) oraz rzeźbienie (Sculpting).

Tworzenie materiałów – czyli inaczej teksturowanie. Proces tworzenia materiałów (shaderów), które umożliwiają zdefiniowanie dla obiektów 3D właściwości takich jak kolor, połysk, chropowatość, przezroczystość, refrakcję itp.

Oświetlenie – proces tworzenia i definiowania parametrów światła w scenie 3D.

Kompozycja – to terminologia zaczerpnięta z fotografii. Dotyczy ona kilku podstawowych zasad kadrowania i umieszczania obiektów w scenie. Odpowiednie operowanie zasadami kompozycji pozytywnie wpływa na odbiór zdjęcia (również takiego pochodzącego z programu do grafiki 3D). Bardzo często etap ten jest elementem fazy koncepcyjnej, ponieważ pozwala skoncentrować pracę na obiektach widocznych w oku kamery. W moim przypadku założenia projektu pozwalały na przeniesienie tego elementu do późniejszej fazy.

Animacja – jest to proces polegający na zdefiniowaniu ruchu obiektów w przestrzeni 3D. Etap ten również może być realizowany we wcześniejszym stadium projektu lub równolegle z jednym z powyższych.

Rendering – etap zawiera ustawienie i optymalizację parametrów silnika renderującego oraz sam proces renderingu. Polega on na analizie sceny projektu 3D i przygotowanie na podstawie jej zawartości dwuwymiarowego obrazu. Taka analiza może być długotrwała i poza fazą ustawienia i optymalizacji nie wymaga udziału człowieka.

Postprodukcja – proces korekty wyrenderowanego obrazu z programu 3D. Nie jest to etap konieczny jednak wielokrotnie potrafi ułatwić i uatrakcyjnić pracę.

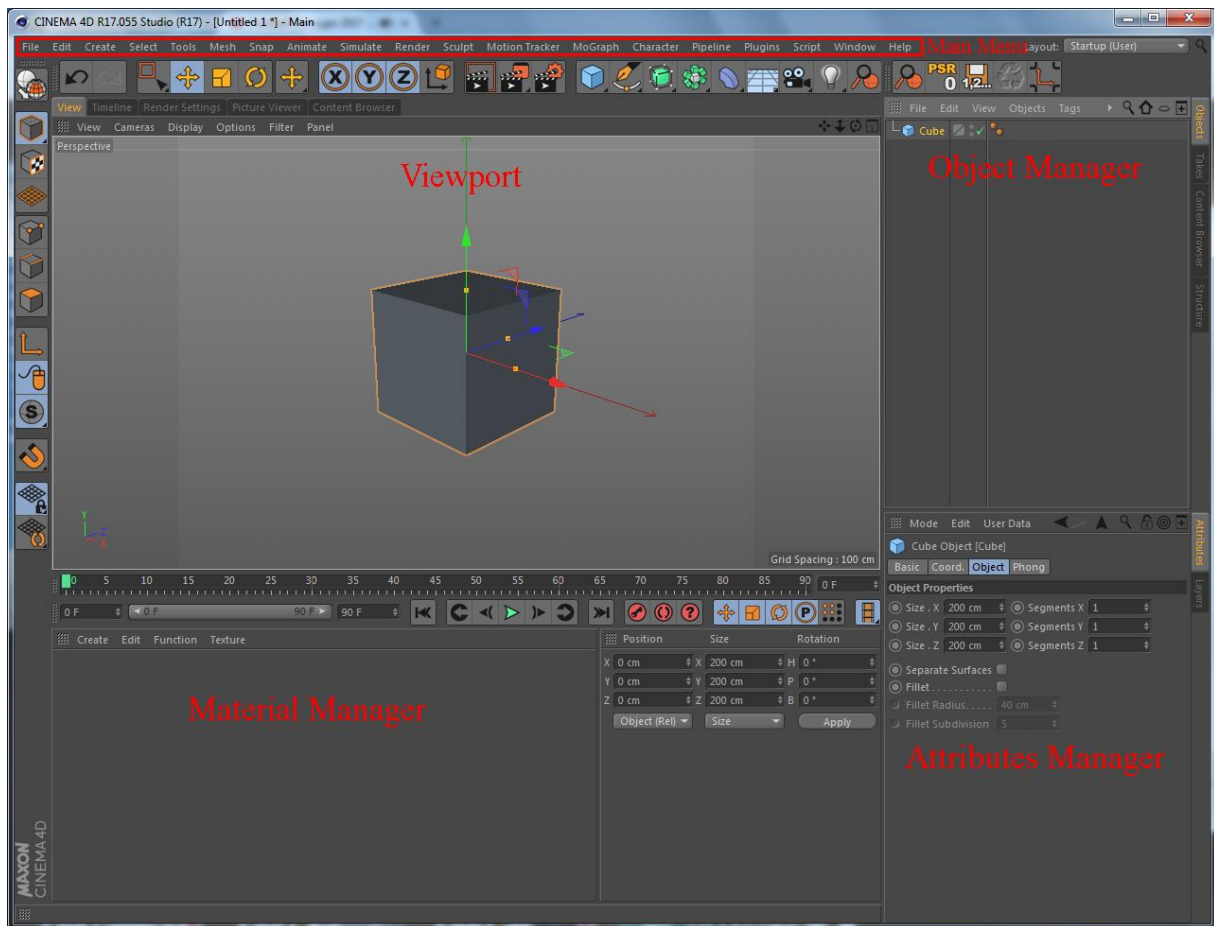
Kolejność realizacji etapów jest raczej dosyć płynna i zależy w dużym stopniu od założeń projektu. Również zależności pomiędzy etapami np. teksturowania i oświetlenia zmuszają do częstych powrotów do etapu poprzedniego w celu skorygowania pewnych wartości.

4.1. Modelowanie

Etap modelowania w przypadku niniejszej pracy był z pewnością najdłuższy i najbardziej pracochłonny. Dlatego zostaną opisane tylko wybrane elementy. Narzędzia i metody modelowania są dla pozostałych obiektów bardzo podobne. Warto pamiętać, że nie ma jedynej słusznej drogi dla tworzenia konkretnych modeli. Nawet najprostszy sześcian można utworzyć na praktycznie nieskończoną ilość sposobów. Z tego powodu zawsze staramy się wybrać metodę najszybszą lub najbardziej dla nas wygodną. Nie oznacza to jednak, że nie istnieje inne podobne lub lepsze rozwiązanie.

4.1.1. Opis okien programu Cinema 4D

Jedną z największych zalet programu Cinema 4D jest znakomicie zorganizowany interfejs, który dodatkowo można w dowolny sposób konfigurować. Przygotowane są również predefiniowane ustawienia w zależności od sposobu korzystania z programu. Widok podstawowego okna programu widoczny jest poniżej.



Rys. 3. Okno programu Cinema 4D

Źródło: opracowanie własne

Main Menu – główne menu programu, pozwala na dostęp do wszystkich trybów, funkcji i narzędzi. Dodatkowo możliwe są standardowe operacje zapisu/odczytu plików.

Viewport – to okno na świat przestrzeni 3D. Możliwe jest przeglądanie widoku w rzucie perspektywicznym lub w jednym w wielu rzutów prostych.

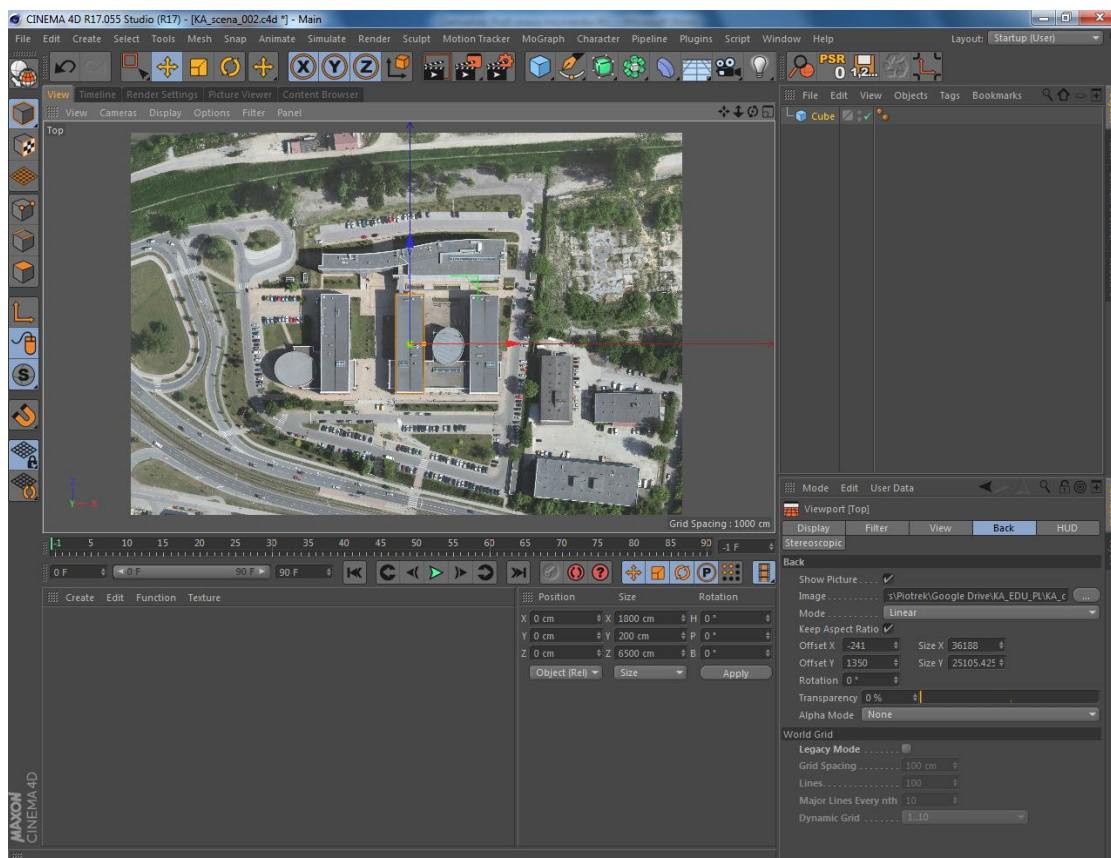
Object Manager – tutaj wyszczególnione są wszystkie obiekty, które dodaliśmy do sceny. Do dyspozycji mamy wiele opcji grupujących, filtrujących i wyszukujących obiekty.

Material Manager – okno służące do zarządzania wszystkimi materiałami w scenie.

Attributes Manager – wyświetla wszystkie parametry dla zaznaczonych funkcji, obiektów lub narzędzi.

4.1.2. Przygotowanie środowiska pracy

Pracę rozpoczęto od zrobienia zdjęcia z programu Google Earth Pro, na którym widoczny jest widok z góry na kampus Krakowskiej Akademii. Zdjęcie to podłożono w programie Cinema 4D pod viewport w widoku „top”, wykorzystano narzędzie do konfiguracji widoku (Shift+V) i zakładkę „Back”. Po wybraniu odpowiedniego zdjęcia należy jeszcze dostosować wymiar obrazka aby odpowiadał on wymiarom rzeczywistym. Do tego celu wykorzystałem prostokąt o wymiarach 65 x 18 metrów, który miał odpowiadać jednemu z segmentów budynku A (taki pomiar uzyskano z aplikacji Google Earth Pro). Po dostosowaniu wymiaru budynku do sześcianu uzyskano obraz, który w przybliżeniu odpowiadał w przestrzeni 3D wymiarom rzeczywistym. Jako jednostkę miary dla projektu przyjęto centymetry (jednostki domyślne można zmienić w menu: Edit -> Preferences).



Rys. 4. Przygotowanie pliku C4D do modelowania kampusu KA - zrzut z programu Cinema 4D

Źródło: opracowanie własne

4.1.3. Modelowanie budynków kampusu na przykładzie bryły budynku B

Program Cinema 4D oprócz niezwykle intuicyjnego i konfigurowalnego interfejsu posiada również mnóstwo zdefiniowanych skrótów klawiszowych. Można również praktycznie do każdej funkcji lub narzędzia ustawić własne kombinacje klawiszy. Korzystanie z nich znacznie przyspiesza pracę i jest bardzo wygodne. Jednak na potrzeby tego projektu będę podawał pełne ścieżki dostępu z menu głównego aby ułatwić czytanie tekstu.

Niezwykle istotnym elementem ułatwiającym modelowanie są przyciąganie (Snap) oraz kwantyzacja (Quantize). Ich ustawienia dostępne są w oknie **Attributes** menu: **Mode** -> **Modeling**. Przyciąganie pozwala nam określić czy obiekt (lub krawędź, punkt, poligon) będzie przyciągany gdy znajdzie się blisko innego obiektu lub elementu. Kwantyzacja natomiast pozwala nam na precyzyjne przeciąganie, skalowanie lub obracanie, ograniczając wartości tych transformacji do określonych przez nas liczb (lub ich wielokrotności).

Bryła budynku B, a właściwie jej początkowy zarys, powstał z prostopadłościanu stworzonego za pomocą obiektów parametrycznych (tzw. prymitywów) dostępnych w menu: **Create** -> **Object** -> **Cube**. Domyślnie otrzymujemy sześcian o wymiarach 200x200x200 jednostek (w moim przypadku centymetrów). Wymiary obiektu możemy ustalić w oknie **Attributes**. Dla obiektu **Cube** dostępne są następujące parametry: rozmiar w osi X, Y, Z, liczba segmentów (podziałów) dla każdej osi, zaokrąglenie krawędzi, promień i liczba podziałów zaokrąglenia oraz przełącznik umożliwiający otrzymanie osobnych obiektów dla każdego poligonu. Po ustawieniu przybliżonych wymiarów (X: 1885 cm, Y: 1150 cm, Z: 6440 cm) zamieniono obiekt parametryczny na edytowalny przy pomocy funkcji z menu **Mesh** -> **Conversion** -> **Make Editable**. W tym momencie tracimy dostęp do atrybutów parametrycznych obiektu, możemy jednak dowolnie edytować jego punkty, krawędzie oraz poligony.

Knife – czyli po prostu nóż, to narzędzie, które wykorzystano do stworzenia podziałów na sześcianie. W trybie poligonów (**Tools** -> **Mode** -> **Polygons**) narzędzie **Knife** dostępne jest w menu **Mesh** -> **Create Tools** -> **Knife**. Posiada ono kilka trybów, do cięcia wykorzystano tryb **Plane**, który umożliwia cięcie poligonów wzdłuż wybranej płaszczyzny. Opcja **Cut** oraz **Spacing** umożliwia wykonanie jednocześnie większej ilości podziałów o określonej odległości pomiędzy każdym. Wykorzystując różne płaszczyzny wykonałem cięcia, które zostaną wykorzystane do stworzenia okien i drzwi budynku.

Program Cinema 4D posiada wiele znakomitych narzędzi do tworzenia zaznaczeń. Na obecnym etapie do tworzenia zaznaczeń najszybsze będzie uniwersalne narzędzie **Live Selection**, które umożliwia zaznaczenie poligonów, krawędzi lub punktów (w zależności od wybranego trybu) poprzez najechanie na element kursorem i naciśnięcie lewego klawisza myszki. Kolejny element do zaznaczenia można dodać przytrzymując podczas kliknięcia klawisz Shift na klawiaturze, natomiast gdy przytrzymamy klawisz Ctrl na klawiaturze i klikniemy na element już zaznaczony odejmiemy go od selekcji. Zasady dotyczące sumowania zaznaczeń są identyczne dla wszystkich narzędzi tej grupy. Można również zmienić promień zaznaczenia przy użyciu parametru Radius w oknie atrybutów narzędzia.

Do wykonania ram okiennych wykorzystam dwa narzędzia: **Extrude** i **Extrude Inner**.

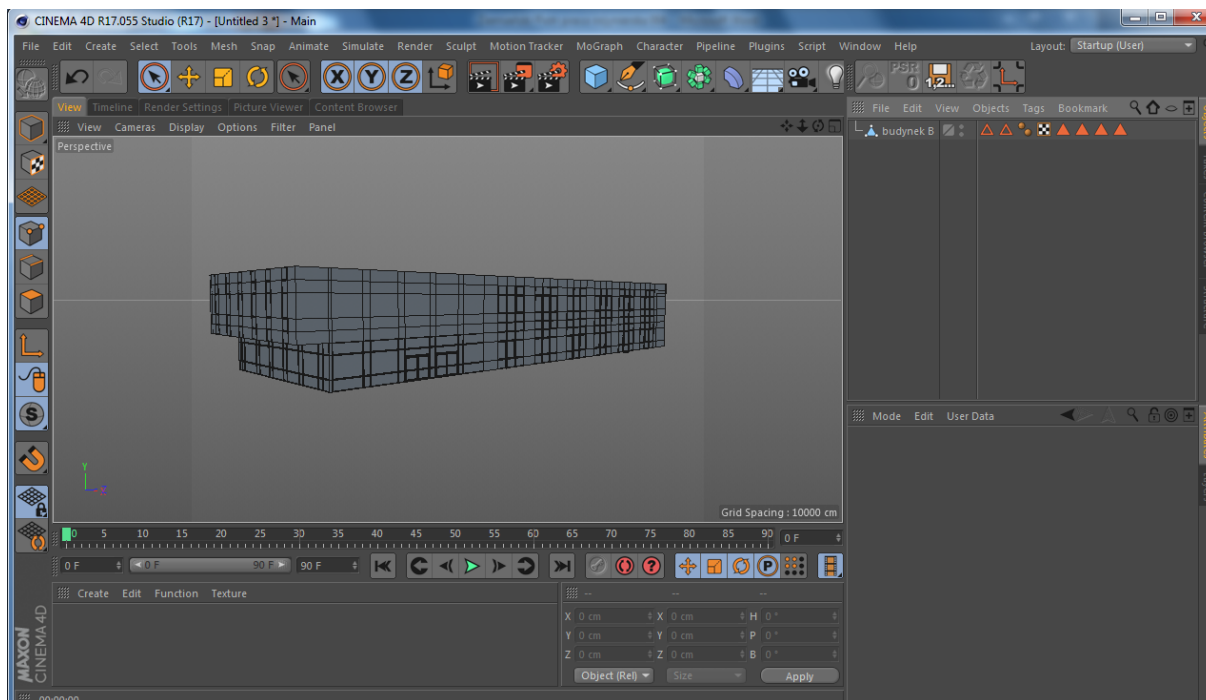
Extrude – ekstrudowanie to nadawanie dwuwymiarowym przekrojom głębokości. W programie Cinema 4D możemy ekstrudować punkty, krawędzie oraz poligony. Kierunek ekstrudowania wyznaczany jest na podstawie normalnej poligonu (lub punktu, krawędzi). Normalna to wektor prostopadły do płaszczyzny, który wyznacza kierunek, w którym zwrócony jest poligon.

Extrude Inner – narzędzie o działaniu podobnym do **Extrude**. Jednakże, w przeciwieństwie do klasycznego ekstrudowania, wybrane poligony wytłacza się do wewnątrz lub ewentualnie na zewnątrz.

Po wybraniu narzędziem **Live Selection** wszystkich poligonów, które mają stanowić okna wybieramy narzędzie **Extrude Inner** z menu: **Mesh -> Create Tools -> Extrude Inner**. W oknie **Attributes** ustawiamy parametr **Offset** na wartość 5 cm oraz, co bardzo istotne w tym przypadku, odznaczamy domyślną opcję **Preserve Groups**. Pozwoli to aby każdy poligon został potraktowany osobno, zamiast łączenia sąsiadujących poligonów w grupy. W ten sposób uzyskujemy ramkę o szerokości 5 cm wokół każdego z poligonów, które będą służyły za okno. Utrzymując aktualne zaznaczenie wybieramy narzędzie **Extrude** z menu: **Mesh -> Create Tools -> Extrude**. W oknie atrybutów ustawiamy **Offset** na wartość -2,5 cm, co powoduje, że wszystkie zaznaczone poligony wciągnięte zostają do środka bryły.

Wykorzystując narzędzia **Knife**, **Extrude** oraz **Extrude Inner** wykonujemy pozostałe elementy budynku takie jak drzwi oraz panele ścienne. Warto na etapie modelowania przygotować zaznaczenia, które później wykorzystamy podczas przypisywania materiałów do konkretnych części budynku. Aby zapisać zaznaczenie wybieramy funkcję **Set Selection** z menu: **Select -> Set Selection**. Cinema 4D tworzy w tej sytuacji specjalny Tag selekcji przy pomocy którego możemy szybko przywrócić selekcję lub przypisać jakiś materiał tylko do fragmentu obiektu.

Po wszystkich operacjach otrzymujemy główną bryłę obiektu (Rys. 5).

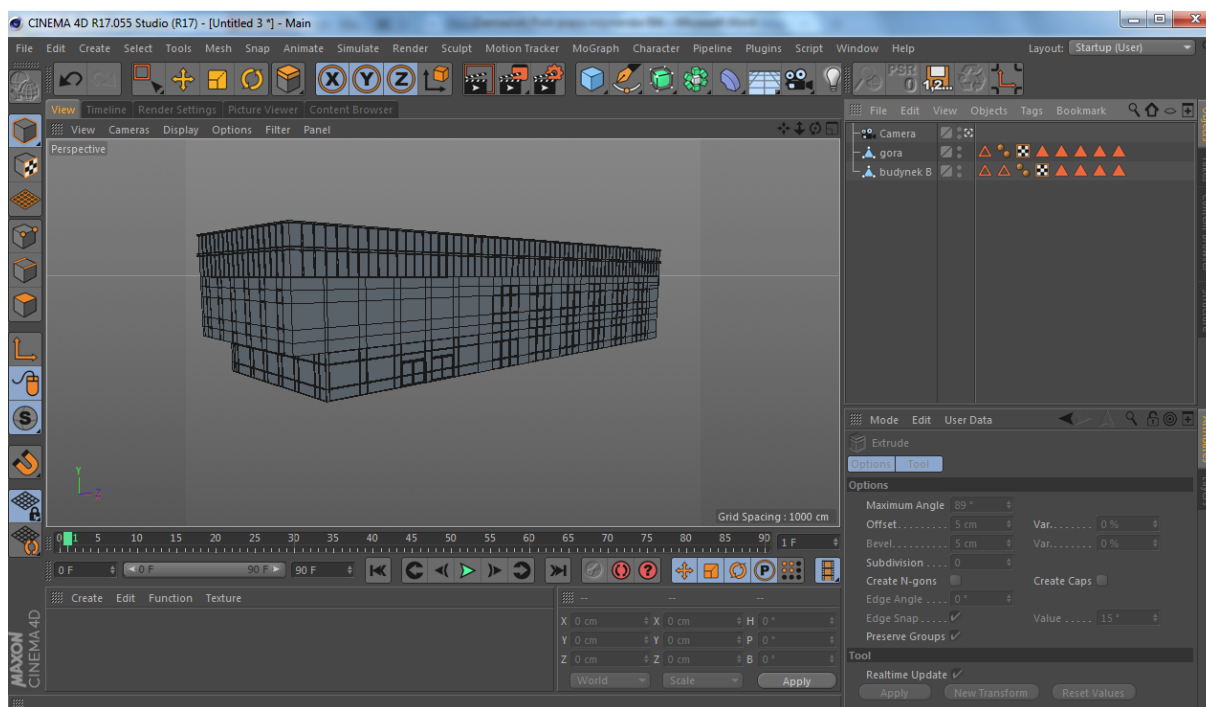


Rys. 5. Wymodelowana bryła budynku B
Źródło: opracowanie własne

Górną część budynku zdecydowano się utworzyć z osobnego obiektu ponieważ posiada ona inną ilość segmentów. Wykorzystano w tym celu Cube o wymiarach (X: 1885 cm, Y: 420 cm, Z: 6440 cm). W oknie Attributes dla naszego prostopadłościanu ustawiono ilość segmentów odpowiednio: (X: 38, Y: 1, Z: 128). Potrzebne podziały w osi Y postanowiono wykonać przy pomocy narzędzia Knife. Podczas tworzenia tego obiektu bardzo przydatne było narzędzie do tworzenia selekcji o nazwie Loop Selection.

Loop Selection – dostępne w menu: Select -> Loop Selection. Tworzy zaznaczenie poligonów, krawędzi lub punktów, które są połączone ze sobą i swoim kształtem przypominają pętlę.

Pozostałe transformacje bryły wykonano przy pomocy narzędzi Extrude, Extrude Inner oraz Knife.

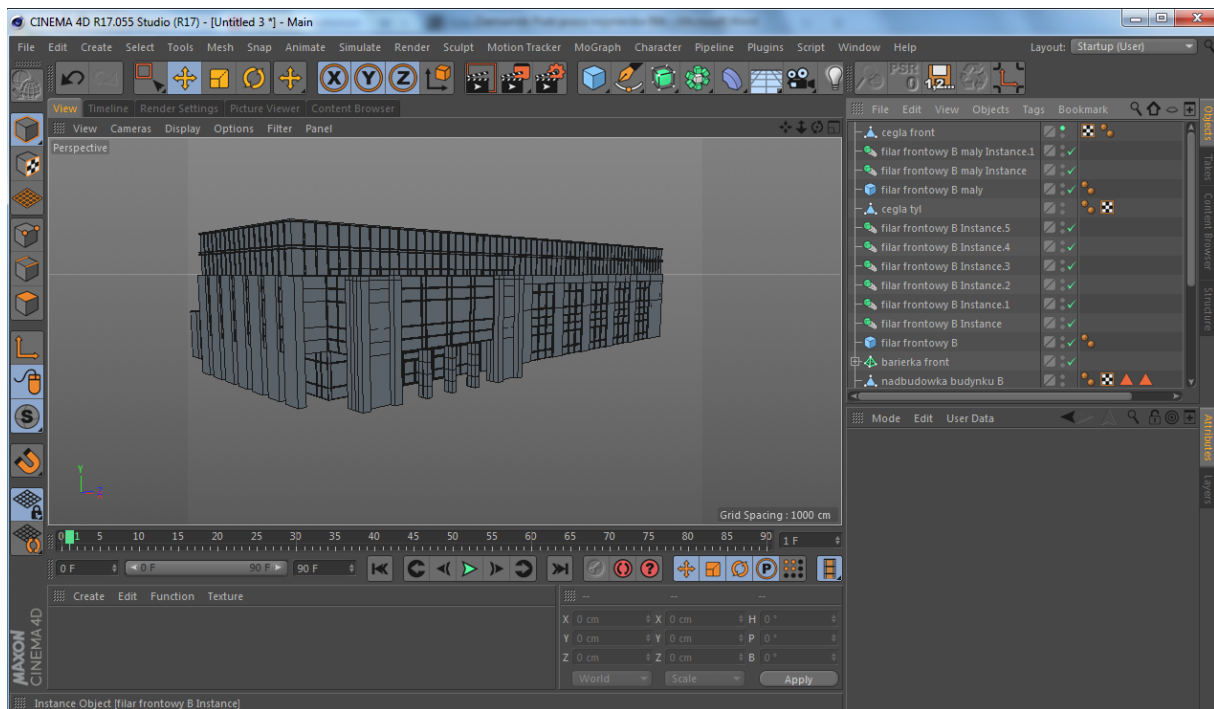


Rys. 6. Wymodelowana druga część budynku B
Źródło: opracowanie własne

Kolejnym istotnym elementem są ozdobne elementy z cegły. Wszystkie zostały wykonane przy pomocy bryły prostopadłościanu. W przypadkach, które tego wymagały bryły parametryczne były zamieniane na edytowalne i modyfikowane przy pomocy narzędzi do cięcia i ekstrudowania. W precyzyjnym pozycjonowaniu elementów niezwykle przydatna jest funkcja Snap. Balustrada na balkonie została wykonana przy pomocy narzędzia Atom Array.

Atom Array - dostępne w menu: Create -> Modeling -> Atom Array. Jest to narzędzie, które tworzy Cylinder w miejscu każdej krawędzi i Sferę w miejscu każdego punktu.

Ustawiając jednakową średnicę zarówno dla sfery jak i dla cylindra uzyskujemy w błyskawiczny sposób przestrzenną siatkę obiektu. Do utworzenia barierki wystarczył w tym przypadku odpowiednio pocięty Cube oraz modyfikator Atom Array.



Rys. 7. Model budynku B z elementami z cegły
Źródło: opracowanie własne

Aulę budynku B wykonano przy pomocy bryły parametrycznej o nazwie Cylinder. W oknie Attributes ustalono następujące wartości: Radius: 1180 cm, Height: 1000 cm oraz Rotation Segments: 72. Z uwagi na fakt, że przekrój auli nie jest okręgiem tylko elipsą należało zmodyfikować utworzony cylinder. Odpowiedni kształt uzyskano wpisując w oknie Attributes w zakładce Coord. wartość 1,19 dla skali w osi X. Ścięty kształt dachu obiektu uzyskano wykorzystując narzędzie Knife w trybie Line z odznaczoną opcją Visible Only. Cięcie zostało wykonane w widoku rzutu prostego Front. Po usunięciu niepotrzebnych punktów i zamknięciu powstałej dziury przy pomocy narzędzia Close Polygon Hole otrzymałem bryłę przypominającą aulę budynku B. Do wykonania detali posłużyły narzędzia Knife, Extrude, Extrude Inner.

Close polygon hole – dostępne w menu: Mesh -> Create Tools -> Close Polygon Hole to narzędzie, które tworzy poligon zamykający zaznaczoną dziurę w siatce modelu.

Kolejnym elementem, którego modelowanie warto opisać jest napis Krakowska Akademia. Stelaż napisu został utworzony przy użyciu brył prostych. Natomiast sam tekst został wykonany przy użyciu generatora MoText.

MoText – dostępny w menu: MoGraph -> MoText jest to generator ekstrudujący czcionkę należący do modułu MoGraph. Umożliwia on wykorzystanie wszystkich zalet modułu MoGraph dla stworzonych napisów.

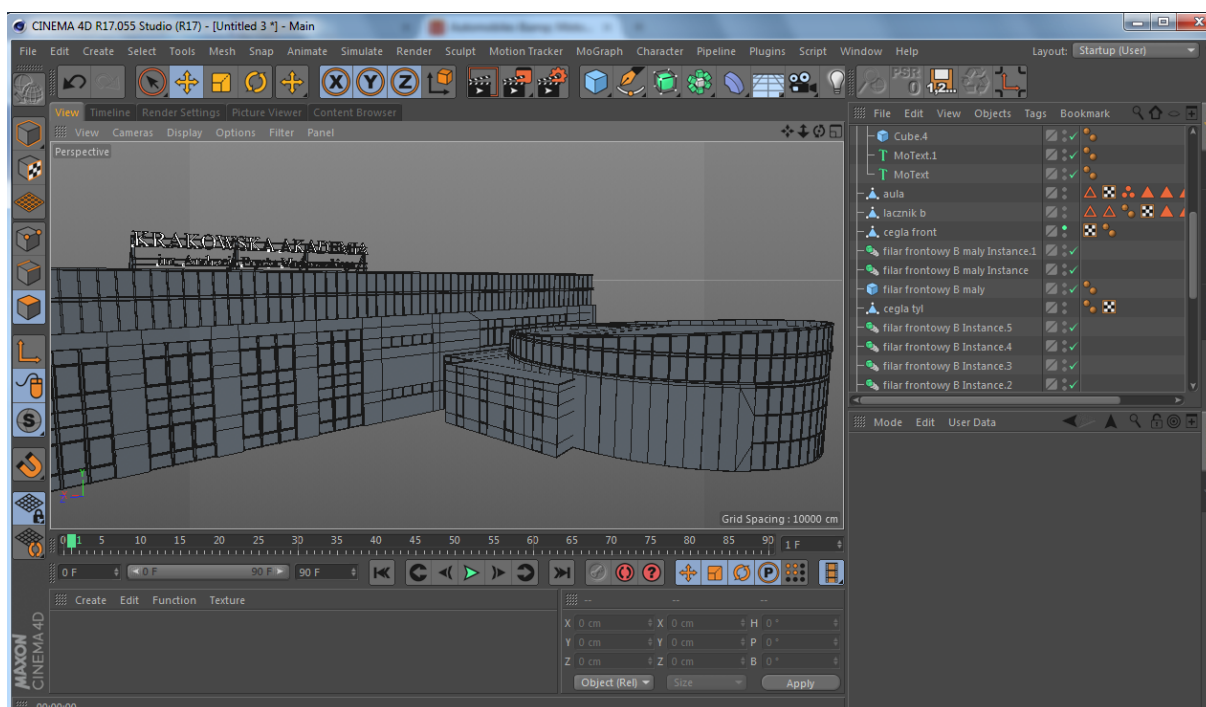
W przypadku napisu Krakowska Akademia wystarczał sam tekst, pominięto więc opis wszystkich opcji dostępnych dla obiektu MoText. W oknie Attributes można zdefiniować Text, wybrać rozmiar i krój czcionki oraz opcje akapitu. Dla tego przypadku wybrano czcionkę Aparajita o wysokości 188 cm i głębokości 20 cm.

Model obiektu zawierał również wiele innych detali, jednak większość z nich została wymodelowana przy użyciu prostych brył parametrycznych i podstawowych funkcji modelujących, takich jak Extrude. Warto również wspomnieć o narzędziu Bevel, które również było często używane na tym etapie modelowania. Istotne z punktu optymalizacji sceny jest korzystanie z instancji. Wszystkie obiekty, które powtarzają się w scenie zostały ustawione za pomocą instancji.

Bevel – dostępne w menu: Mesh -> Create Tools -> Bevel to narzędzie, które przekształca twarde krawędzie w ich zaokrąglone, wygładzone, miękkie wersje. Narzędzie to działa odrobinę inaczej dla każdego z trybów (poligony, krawędzie, punkty), jednak w każdym przypadku daje bardzo duże możliwości uzyskania wymaganego zaokrąglenia.

Instance – dostępne z menu: Create -> Modeling -> Instance to kopia obiektu (lub grupy obiektów), która nie posiada własnej geometrii. Tego typu duplikacja pozwala na rozmieszczenie wielu kopii

bez zwiększania rozmiaru pliku. Dodatkowo, gdy edytujemy w jakikolwiek sposób obiekt referencyjny automatycznie zostaną zaktualizowane wszystkie klony.



Rys. 8. Model budynku B z napisem reklamowym oraz aulą
Źródło: opracowanie własne

Pozostałe budynki zostały wymodelowane w podobny sposób. Warto zwrócić uwagę na fakt, że główny segment budynku B jest taki sam jak jeden z segmentów budynku A. Natomiast drugi segment budynku A stanowi odbicie lustrzane segmentu budynku B. Znacznie uprościło to proces modelowania ponieważ można było częściowo wykorzystać gotowe już elementy. Do utworzenia odbicia lustrzanego posłużyło narzędzie **Symmetry**.

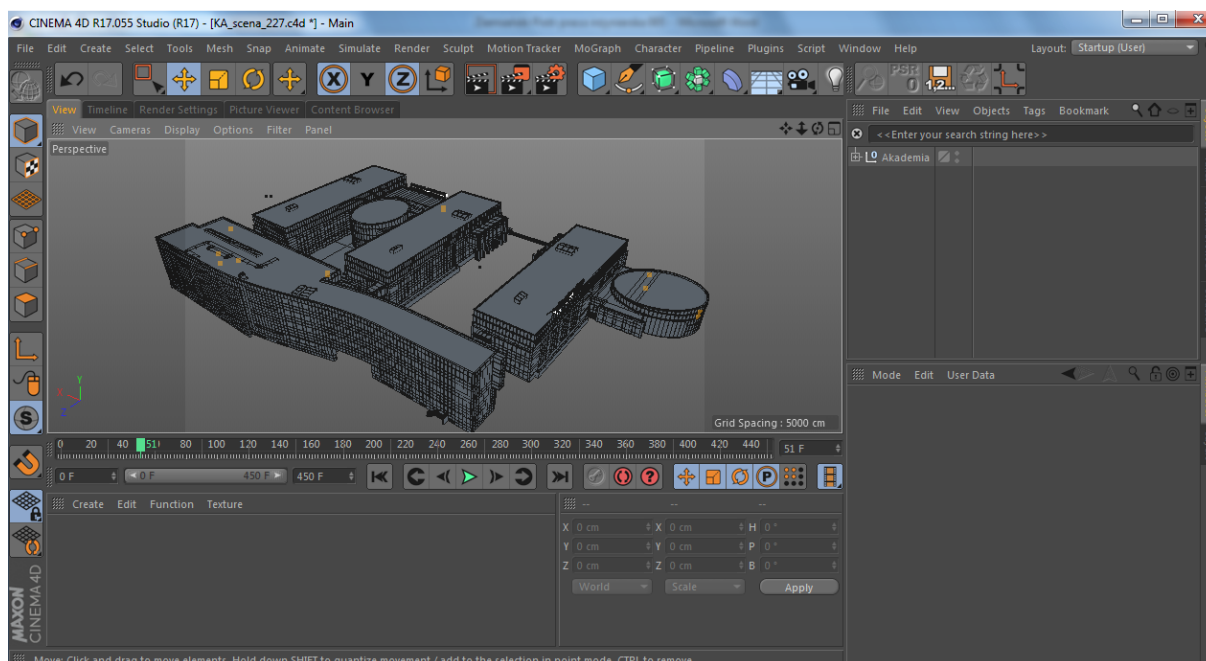
Symmetry – dostępne w menu: **Create -> Modeling -> Symmetry** pozwala utworzyć odbicie lustrzane obiektu względem wybranej osi. Jest to bardzo przydatne np. gdy modelujemy skomplikowany symetryczny obiekt (np. samochód) gdyż pozwala nam wymodelować tylko połowę obiektu.

Do wykonania bryły budynku C również użyłem prostopadłościanu z odpowiednią ilością segmentów. Aby wykonać zakrzywioną linię wykorzystałem narzędzie z grupy deformerów o nazwie **Bend**.

Bend – dostępny w menu: **Create -> Deformer -> Bend** umożliwia wyginanie obiektów. Promień zagięcia jest zależny od rozmiaru i położenia deformera. Oczywiście dla jednego obiektu można użyć kilku deformerów.

Aby móc dalej edytować zakrzywioną już bryłę użyłem funkcji **Current State to Object**. Pozostałe transformacje zostały wykonane przy użyciu standardowych narzędzi do modelowania.

Current State to Object – dostępne w menu: **Mesh -> Conversion -> Current State to Object** to narzędzie, które wykonuje edytowalną kopię obiektu z uwzględnieniem wszelkiego rodzaju deformerów.

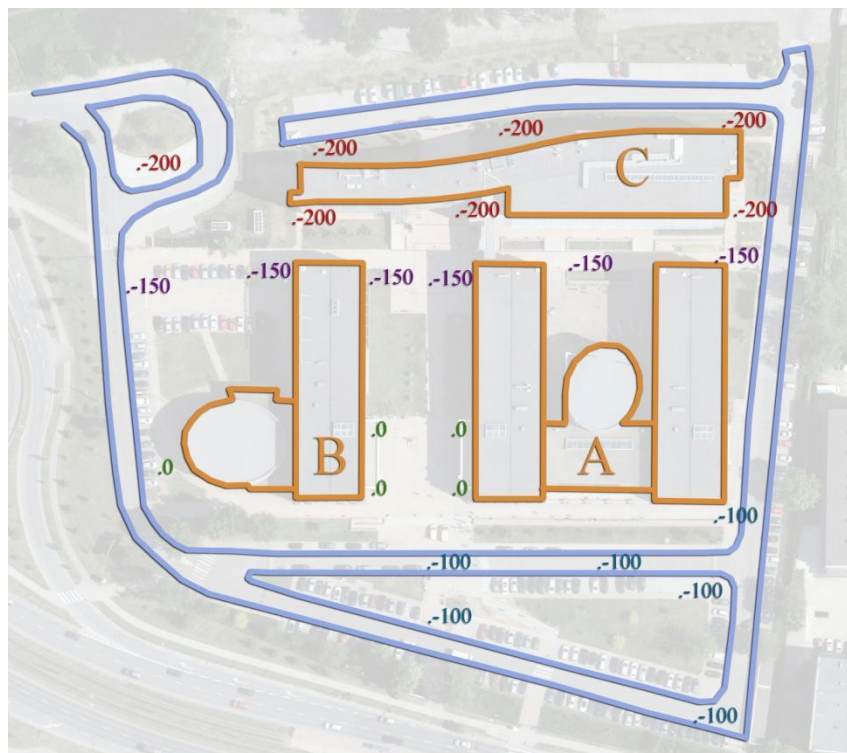


Rys. 9. Widok na wymodelowany kampus Krakowskiej Akademii
Źródło: opracowanie własne

4.1.4. Modelowanie terenu kampusu Krakowskiej Akademii

Teren kampusu Krakowskiej Akademii na potrzeby projektu postanowiono wymodelować w pewnym uproszczeniu. Mimo wszystko było to zagadnienie dosyć złożone, wymagające przemyślanego podejścia, przede wszystkim ze względu na znaczne różnice wysokości.

Przed rozpoczęciem modelowania sporządzono rysunek, który w sposób uproszczony przedstawiał różnice wysokości pomiędzy poszczególnymi punktami na terenie kampusu. Jako poziom zero przyjęto najwyższy punkt czyli dziedziniec pomiędzy budynkami A oraz B. Pozostałe wartości to różnica w odniesieniu do punktu zero, podawana w centymetrach. Wszystkie wartości określono na podstawie zdjęć i zaokrąglono dla ułatwienia do pełnych wartości. Z pewnością są one obarczone błędem pomiarowym, nie powinno to jednak mieć żadnego znaczenia dla odbioru wizualizacji.

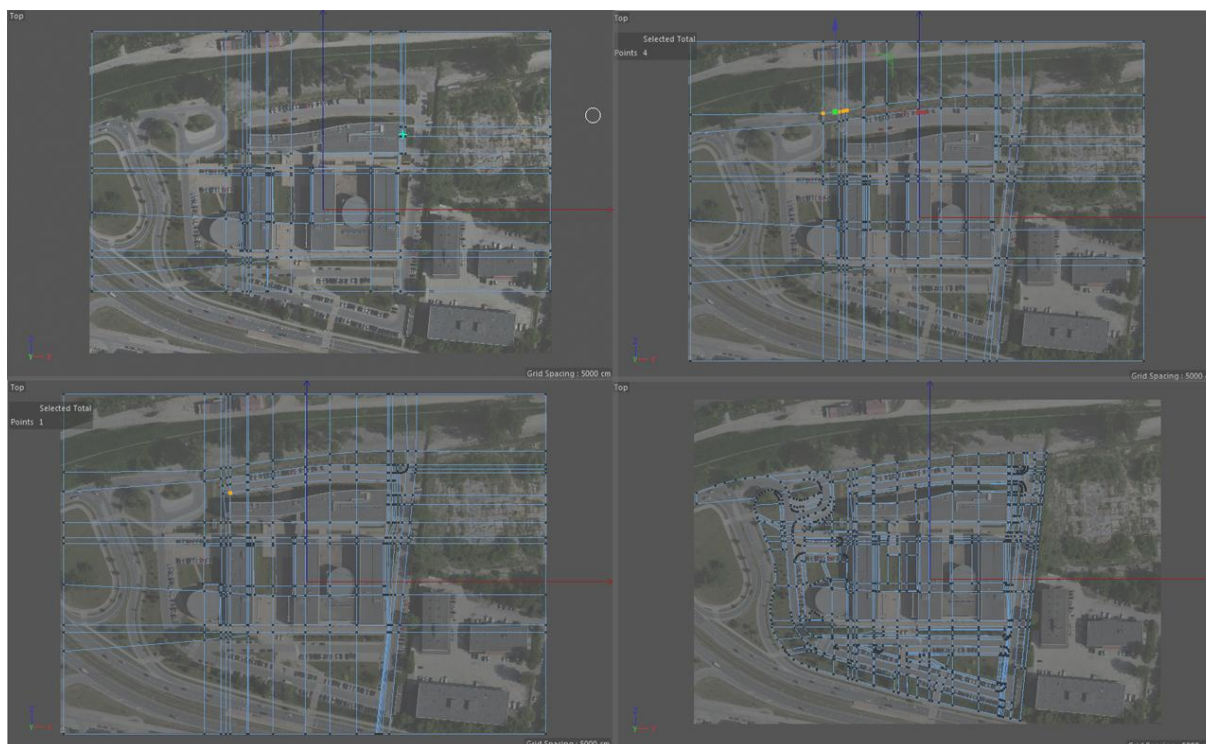


Rys. 10. Schematyczna mapa wysokości terenu Krakowskiej Akademii
Źródło: opracowanie własne

Podstawą modelu terenu została jedna z brył prostych, a mianowicie Plane złożony dla uproszczenia z tylko jednego poligonu.

Plane – dostępny w menu: **Create -> Object -> Plane** to po prostu płaszczyzna o dowolnie definiowalnej ilości segmentów.

Rozmiar płaszczyzny ustawiono aby zakrywał zdjęcie podłożone pod widok z góry a jej pozycję na 0. Następnie zamieniono obiekt na edytowalny (**Make Editable**) wykonałem podstawowe cięcia w osi X. Kolejno zaznaczono wszystkie punkty dla danej linii i ustalono ich wysokość zgodnie z powyższym rysunkiem. Dzięki temu uzyskano obiekt, który posiadał zróżnicowanie wysokości tylko wzdłuż osi Z. Linie powstałe w wyniku cięcia narzędzie **Knife** dopasowano do podłożonego zdjęcia. Następnie wykonano zaledwie kilka cięć w osi Z, aby dopasować zróżnicowanie wysokości również wzdłuż osi Y. Tak przygotowany model był idealną bazą do wykonywania kolejnych cięć w celu utworzenia np. jezdni i chodników ponieważ zawierał łagodne przejścia z jednej wysokości do drugiej. Na poniższym rysunku przedstawiono etapy prac nad modelem terenu. Do wykonania wszystkich transformacji posłużyło narzędzie **Knife**, **Move** oraz różne narzędzia do zaznaczania punktów.



Rys. 11. Etapy wykonywania cięć modelu terenu wokół Krakowskiej Akademii

Źródło: opracowanie własne

Tak wykonany model zmodyfikowano jeszcze przy pomocy **Extrude** aby uzyskać głębokość chodników, natomiast **Extrude Inner** posłużył do wykonania krawężników. Zaznaczenia poligonów potrzebne w późniejszym etapie do modelowania były zapisywane na bieżąco.

4.1.5. Wypełnianie sceny gotowymi modelami

Podczas modelowania tak obszernej sceny dobrym pomysłem jest tworzenie poszczególnych elementów w osobnych plikach. Modelowanie zawsze prostsze jest w środku sceny, ponieważ domyślnie tam wstawiane są wszystkie obiekty. Również sama nawigacja jest dużo prostsza w centrum wirtualnej przestrzeni. Po wykonaniu modelu można go wstawić do gotowej sceny i przesunąć w odpowiednie miejsce. Bardzo skomplikowane sceny mogą być bardzo obszerne jeżeli chodzi o przestrzeń zajmowaną na dysku twardym. Cinema 4D oferuje narzędzie, które potrafi rozwiązać ten problem.

XRef – dostępny w menu: **Create -> XRef -> Add XRef** to obiekt zawierający referencję do innego pliku projektu, który możemy zawrzeć w naszej scenie. Zmniejsza to ilość danych zapisywanych na dysku twardym w przypadku tworzenia kolejnej wersji zapisu oraz ułatwia pracę nad jednym projektem w kilka osób.

Obiekt referencyjny został przeze mnie wykorzystany również po to, aby wyraźnie oddzielić obiekty wymodelowane w całości przeze mnie oraz te pobrane z Internetu lub biblioteki zasobów programu Cinema 4D. Były to drzewa i inne rośliny oraz samochody ponieważ ich modelowanie byłoby zbyt pracochłonne a nie odgrywają one pierwszoplanowej roli w tym projekcie.

4.2. Teksturowanie

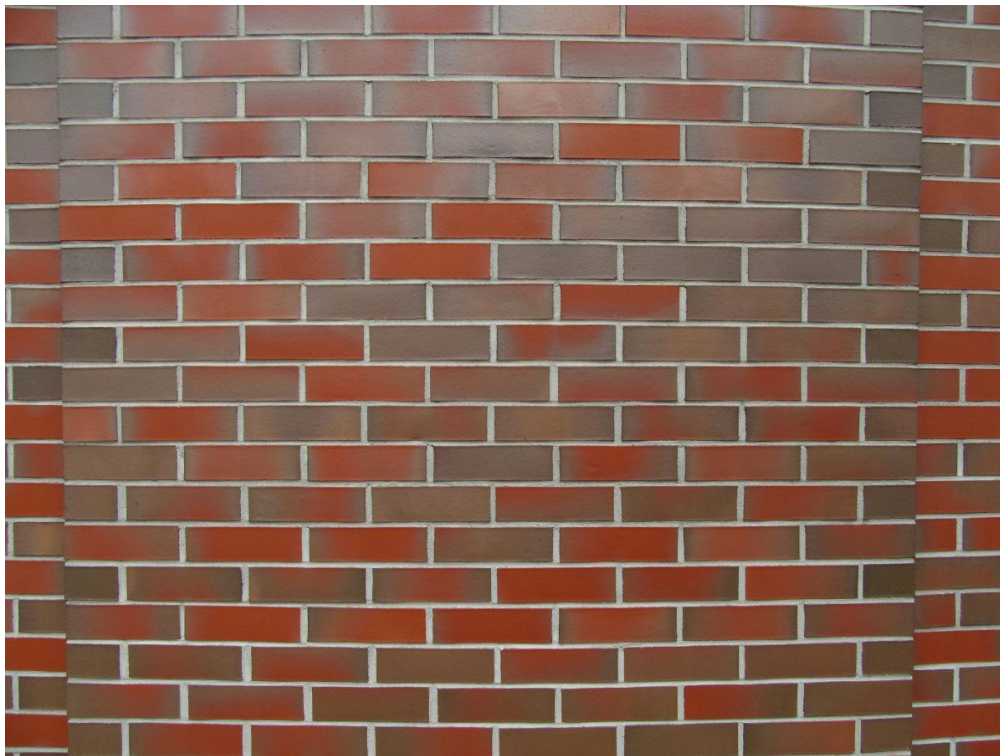
Tekstutowaniem na potrzeby tego projektu będzie określone zarówno przygotowywanie map w programie Photoshop jak i późniejsze tworzenie shaderów Vray i przypisywanie ich do konkretnych obiektów. Jest to etap bardzo mocno powiązany z oświetleniem i renderingiem, dlatego przed rozpoczęciem prac nad materiałami wykonałem wstępne ustawienia renderingu i wstawiłem do sceny światło. Jest to konieczne aby móc podglądać efekty pracy w trakcie tworzenia w warunkach zbliżonych do efektów końcowych

4.2.1. Przygotowywanie tekstur w programie Photoshop

Mapy w postaci rastrowych plików graficznych są jednym z najlepszych sposobów uzyskiwania realistycznych materiałów w programie do grafiki 3D. Aby bez problemów korzystać z nich w przestrzeni 3D warto zadbać aby były odpowiednio spreparowane. Przede wszystkim warto zadbać o możliwość bezproblemowego powielania

grafiki bez widocznych połączeń pomiędzy brzegami obrazka. Niestety nie każde zdjęcie nadaje się do takiego zabiegu. Istnieją jednak techniki, które ułatwiają tworzenie powtarzalnych tekstur. Część z nich zostanie przedstawiona na przykładzie materiału cegły.

Cegły, które zostały wykorzystane do ozdobienia elewacji Krakowskiej Akademii są na tyle wyjątkowe, że zostały sfotografowane i teksturę wykonaną na podstawie tego zdjęcia. Poniżej widoczne jest zdjęcie, które wykorzystano do stworzenia tekstury.



Rys. 12. Zdjęcie przedstawiające elewację Krakowskiej Akademii

Źródło: opracowanie własne

Na fotografii widać zniekształcenie spowodowane przez obiektyw aparatu fotograficznego. Zauważalna jest również niejednorodna jasność zdjęcia co będzie utrudniało wykonanie tekstury powtarzalnej. Słabo widoczne są cienie co akurat jest bardzo korzystne.

Lens Correction – dostępne w menu: **Filter -> Lens Correction** aplikacji Adobe Photoshop CS6 to narzędzie, które umożliwiło usunięcie efektu dystorsji. Głównym parametrem pozwalającym na jego eliminację jest **Remove Distortion**. Wartość około + 8 wyeliminowała problem. Potrzebna była również delikatna korekta perspektywy zarówno w pionie, jak i w poziomie za pomocą opcji dostępnych w narzędziu **Lens Correction**. Kolejnym etapem było przycięcie obszaru roboczego przy użyciu narzędzia **Crop**. Istotne było przycięcie w taki sposób aby po powtórzeniu tekstury cegły miały odpowiednie wymiary. Następnie użyłem funkcji **Offset** z menu: **Filter -> Other -> Offset**. Otrzymałem w ten sposób mniej więcej na środku obrazu poziomą i pionową linię łączącą dotychczasowe brzegi tekstury. Przy użyciu narzędzia **Clone Stamp Tool** wyeliminowałem wszelkie widoczne ślady połączenia. W tym momencie testura jest już w pełni powielalna jednak dla lepszego efektu wykonałem kilka dodatkowych kroków aby w największym możliwym stopniu usunąć niepotrzebne zmiany tonacji spowodowane przez cienie lub odbłyски. W tym celu najpierw zduplikowałem aktualną warstwę. Z menu: **Filter -> Other -> High Pass** uzyskałem dostęp do filtra **High Pass**, ustawiłem wartość na około 80 i zatwierdziłem. Następnie wybrałem w menu: **Image -> Fade High Pass**, zmieniłem na tryb **Luminosity** i potwierdziłem przyciskiem **OK**. Po scaleniu dwóch obydwu aktualnych warstw otrzymałem teksturę, której ogólna jasność jest zróżnicowana i można ją bez problemów powielać. Zostanie ona wykorzystana dla kanału **Diffuse** czyli w dużym uproszczeniu koloru bazowego materiału.

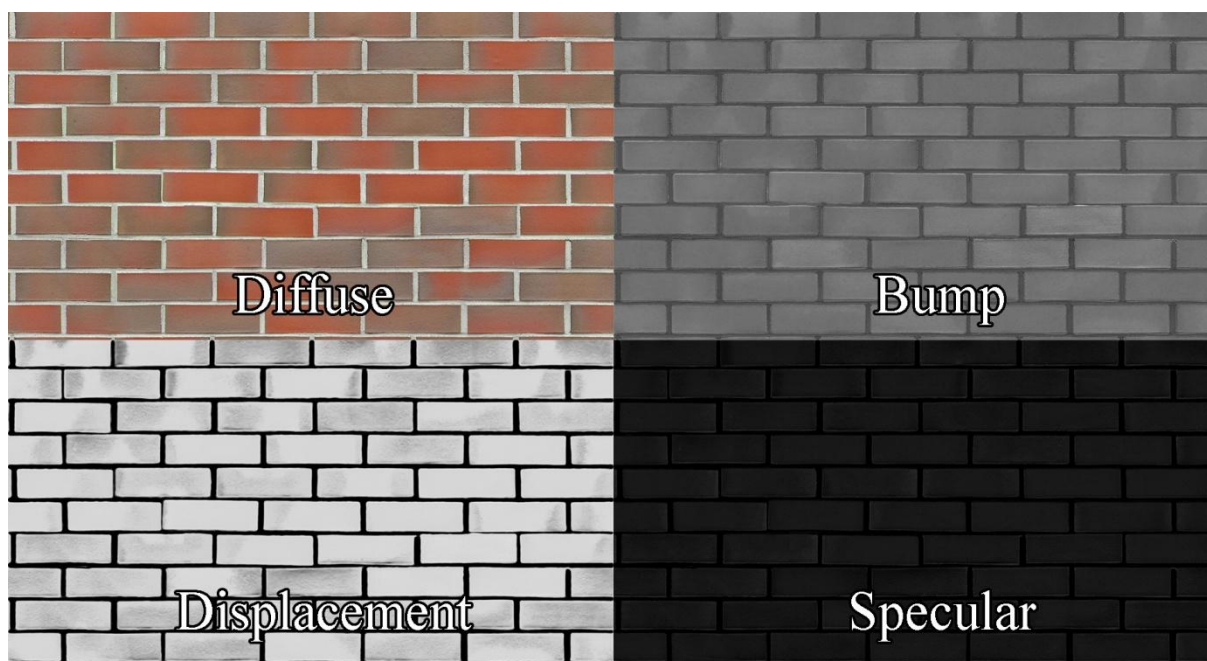
Aby w pełni wykorzystać możliwości nowoczesnych shaderów silnika renderującego Vray postanowiono również utworzyć osobne tekstury dla kanałów **Specular**, **Bump**, **Displacement**.

Specular – to kanał odpowiedzialny za tworzenie odbić i refleksów. Jednak w przypadku ściany z cegieł połysk nie jest jednolity na całej powierzchni. Takie zróżnicowanie możemy uzyskać przy pomocy odpowiedniej mapy (tekstury).

Bump – kanał odpowiedzialny za tworzenie efektów wypukłości/chropowatości jednak w przeciwieństwie do innych metod nie modyfikuje w żaden sposób aktualnej geometrii obiektu.

Displacement – to w przypadku Vray’a oddzielny rodzaj shadera, który również umożliwia tworzenie wypukłości i chropowatości modyfikując przy tym aktualną geometrię obiektu. Tworzone są również dodatkowe podziały każdego poligonu aby zapewnić wystarczającą ilość podziałów. Oczywiście zwiększa to czas renderingu.

Tekstury dla poszczególnych kanałów uzyskano poprzez modyfikację tekstury bazowej. Najwięcej pracy wymagała mapa Displacement. Aby uzyskać najlepsze rezultaty przy pomocy narzędzia selekcji Color Range wyodrębniłem fugę, zaznaczenie poprawiono przy użyciu opcji Refine Edge. Rozdzielono cegły od fugi na osobne warstwy i dopasowano ich jasność za pomocą warstw dopasowania Levels. Bump został pozyskany z tekstury Diffuse przy pomocy warstw dopasowania Levels, Curves oraz Hue/Saturation. Mapa Specular powstała z przyciemnienia mapy Bump za pomocą warstwy dopasowania Curves. Poniżej gotowe mapy bitowe do zastosowania w materiale cegły.



Rys. 13. Przygotowane tekstury dla materiału cegły
Źródło: opracowanie własne

4.2.2. Projektacja (mapowanie) materiałów

Projekcją lub mapowaniem tekstury nazywamy odzwierciedlenie dwuwymiarowej tekstury (lub trójwymiarowego proceduralnego shadera) na powierzchnię obiektu 3D. W Cinema 4D dostępne są różne metody projekcji materiałów, które pozwalają szybko i skutecznie uzyskać wymagane rezultaty. Jedną z metod jest nałożenie tekstury na jedną z brył prostych a następnie odwzorowanie na obiekt 3D.

Spherical – tekstura nakładana jest na kulę i rzutowana na obiekt 3D. Bardzo często wykorzystywany dla obiektów o kształcie sferycznym.

Cylindrical – tekstura nakładana jest na walec i rzutowana na obiekt 3D, najczęściej wykorzystywany dla obiektów o kształcie zbliżonym do walca.

Flat – tekstura nakładana jest na płaszczyznę i rzutowana na obiekt 3D. Bardzo użyteczny tryb dla wszelkiego rodzaju obiektów, w których występują płaskie powierzchnie.

Cubic – tekstura nakładana jest na sześcian i rzutowana na obiekt 3D. Niezwykle użyteczny tryb ponieważ w większości przypadków pozwala w błyskawiczny sposób uzyskać odpowiednie rozłożenie materiału.

Spatial – mapowanie bardzo podobne do trybu flat, jednak tekstura jest przesuwana w górę i lewą stronę w przestrzeni obiektu. Pozwala uzyskać dobre rezultaty dla materiałów proceduralnych, takich jak np. marmur.

Shrink Wrapping – metoda polegająca na przymocowaniu środka tekstury do „bieguna północnego” sfery i następnie rozciągnięcie tekstury na kulę. Zaletą tego trybu jest widoczny szew jedynie w punkcie „bieguna południowego” kuli. Wykorzystywany jest jedynie wycinek tekstury w postaci koła, którego środek jest w punkcie środkowym tekstury, pozostała część jest odrzucana.

Frontal – tekstura jest rzutowana zgodnie z położeniem kamery, przez, którą patrzymy w przestrzeń 3D. Tryb najczęściej wykorzystywany do compositingu, na przykład przy wklejaniu obiektów 3D na zdjęcie.

Camera Mapping – tryb bardzo podobny do trybu frontal, jednak w przeciwieństwie do niego tekstura może zostać zablokowana i rzutowana tylko z konkretnego widoku kamery.

UVW Mapping – Mapowanie UV jest to technika polegająca na przetransformowaniu siatki obiektu na obraz 2d i przypisaniu wierzchołkom obiektu współrzędnych (U, V), które odpowiadają współrzędnym tekstury. Jest to metoda, która pozwala uzyskać najlepsze rezultaty, wymaga jednak najwięcej pracy.

4.2.3. Tworzenie shaderów

Mapy w postaci rastrowych plików graficznych są jednym z najważniejszych czynników potrzebnych do uzyskania ciekawych, zróżnicowanych i realistycznych shaderów. Istotne jest również właściwe wykorzystanie dostępnych w oprogramowaniu opcji. Silnik renderujący Vray pozwala uzyskać świetne rezultaty gdy staramy się odwzorować materiały i shaderzy zgodnie z ich naturalną budową w świecie rzeczywistym.

VrayForC4D posiada kilka rodzajów shaderów, jednak w większości przypadków korzysta się z VrayAdvancedMaterial.

VrayAdvancedMaterial – dostępny w menu TextureManager: Create -> Shader -> VrayBridge -> VrayAdvancedMaterial. Jest to podstawowy typ materiału, który udostępnia bardzo szerokie możliwości. Stworzony jest na bazie kanałów, które nakładane są na siebie w podobny sposób jak warstwy w Adobe Photoshop. Dostępne są następujące kanały:

Material Matte – kanał ułatwiający zezwrotny compositing np. w Adobe After Effects. Można dzięki niemu tworzyć różnego rodzaju maski i zaznaczenia.

Material Weight – można go w uproszczeniu nazwać kanałem Alpha, jednak umożliwia bardziej zaawansowane możliwości ustawienia przezroczystości materiału i łączenia z innymi materiałami Vray.

Bump – to kanał umożliwiający dodawanie wypukłości i innych szczegółów do materiału bez konieczności modelowania ich. W polu Map Type mamy możliwość wyboru pomiędzy zwykłym obrazem w skali szarości lub Normal Mapą w różnych przestrzeniach.

Luminosity Layer – kanał ten umożliwia nadanie materiałowi właściwości emisji światła. Możemy w ten sposób rozjaśnić obiekt, sprawić, że będzie widoczny nawet bez jakichkolwiek światła w scenie lub nawet oświetlać scenę przy użyciu takiego materiału.

Flakes Layer – kanał umożliwiający dodanie drobinek ziarna, podobnie jak w bazowym perłowym lakierze samochodowym.

Specular Layer – jest to obok kanału Diffuse jeden z najczęściej wykorzystywanych kanałów. Umożliwia tworzenie zarówno realistycznych odbić materiałów, jak i tradycyjnych „oszukanych” połysków. Standardowo mamy do dyspozycji 5 kanałów Specular Layer, które możemy dowolnie warstwować. W większości przypadków wystarcza jeden kanał odbicia. Do dyspozycji mamy różne typy odbić, kontrolę nad kolorem, szorstkością i przezroczystością odbicia. Przezroczystość odbicia możemy również uzależnić od indeksu refrakcji IOR materiału co ułatwia tworzenie fizycznie akuranych materiałów.

Diffuse Layer – to w dużym uproszczeniu kolor bazowy materiału. Mamy do dyspozycji dwa kanały Diffuse, które możemy dowolnie mieszać pomiędzy sobą za pomocą zakładki Diffuse Layer Transparency. Oczywiście możemy wykorzystywać dowolne tekstury w postaci plików graficznych lub proceduralnych shaderów i efektów Vray lub Cinema 4D. Dostępna jest również opcja VrayDirt do tworzenia zanieczyszczeń na krawędziach.

Refraction Layer – jest to kanał służący do tworzenia wszelkiego rodzaju przezroczystych i przepuszczających obiektów. Istnieje możliwość wpisywania realnych fizycznych wartości IOR.

SSS Layer – czyli Subsurface Scattering to kanał umożliwiający tworzenie materiałów takich jak np. skóra ludzka, gdzie występuje efekt przenikania światła przez powierzchnię.

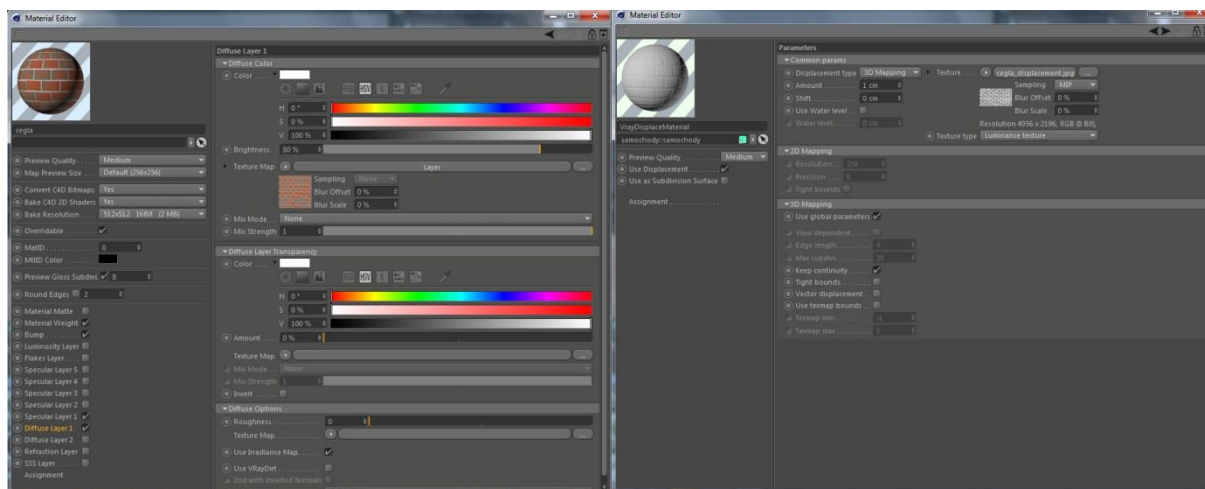
4.2.3.1. Shader cegły

Tworzenie materiałów w praktyce zostanie zaprezentowane na podstawie shadera cegły. Podstawą do stworzenia tego materiału był opisany powyżej Vray Advanced Material. W kanale Diffuse1 zastosowano przygotowaną wcześniej w Adobe Photoshop mapę Diffuse. Aby efekt koloru nie był zbyt jednostajny postanowiono zmieszać ją z efektem shader Cinema 4D Noise. Shader ten umożliwia tworzenie parametrycznych i w pełni proceduralnych map. Wykorzystano Noise o nazwie Gaseous, skalę globalną ustawiono na 50000%, pozostałe parametry pozostały domyślne. Pozwoliło to stworzyć czarno białą mapę, generowaną proceduralnie, która nie będzie powtarzalna bez względu na projekcję materiału. Aby połączenie mapy bitowej i shadera Noise było możliwe i w pełni proceduralne wykorzystałem shader Cinema 4D Layer. Tworzy on warstwy, które podobnie jak w programie Photoshop można dowolnie mieszać pomiędzy sobą. W tej sytuacji shader Noise ułożono nad mapą Diffuse i ustawiłem Blending Mode na Overlay i Opacity na 15%. Efektem jest delikatne zróżnicowanie koloru na powtarzanej teksturze cegły.

Kolejnym wykorzystanym kanałem jest Specular Layer 1. W zakładce Specular Color wykorzystano utworzoną wcześniej mapę Reflection, jako Specular Color Transparency ustawiono Fresnel IOR o wartości 1,6 i parametru Reflection Glossiness na wartość 0,86. Pozwoliło to uzyskać bardzo delikatny połysk, odpowiedni dla cegły.

Kanał Bump wypełniono przy pomocy przygotowanej tekstury, jako wartość wypukłości wpisałem 0,5 cm.

Tak stworzony materiał odpowiedni jest dla ujęć z pewnej odległości oraz dla animacji ponieważ szybkość renderingu jest bardzo dobra. Dla uzyskania lepszych efektów np. dla zbliżeń warto wykorzystać jako dodatek stworzoną wcześniej mapę Displacement, która pozwala stworzyć wypukłości modyfikując aktualną geometrię obiektu. W przypadku VrayforC4D tego typu wypukłości tworzymy poprzez specjalny shader Vray Displace Material dostępny w menu TextureManager: Create -> Shader -> VrayBridge -> VrayDisplaceMaterial. Istotne jest aby shader VrayDisplaceMaterial znajdował się pod VrayAdvancedMaterial aby nie nadpisał pozostałych atrybutów materiału. Oczywiście powinien mieć takie same parametry mappingu tekstury jak podstawowy shader cegły.



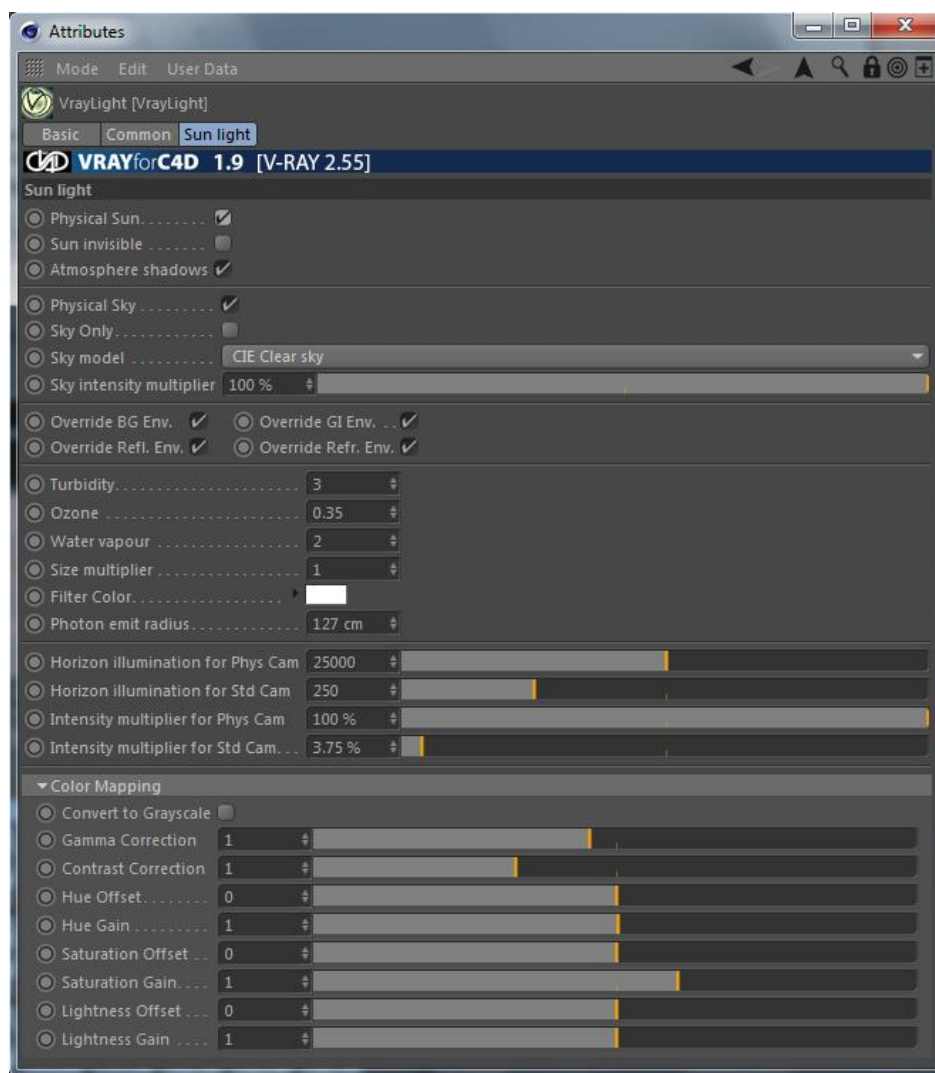
Rys. 14. VrayAdvancedMaterial oraz VrayDisplaceMaterial dla materiału cegły
Źródło: opracowanie własne

4.3. Oświetlenie

VrayForC4D oferuje duże możliwości użycia różnego rodzaju światła do oświetlenia sceny. W przypadku tej pracy wykorzystano znakomicie zaimplementowany zestaw jakim jest Vray Physical Sun & Sky. Aby utworzyć ten system należy najpierw dodać do sceny Infinite Light dostępny w menu: Create -> Light -> Infinite Light. Następnie na tak utworzone światło dodano Vray Light Tag. Aby to zrobić należy zaznaczyć utworzone światło w Object Manager i wybrać z jego menu: Tags -> VrayBridge_Tags -> VrayLight. W ten sposób automatycznie otrzymujemy dostęp do menu światła Vray, panel ten dostępny jest w Attributes Manager. W pierwszej kolejności zaznaczono opcję Enable Shadows, ponieważ z nieznanymi mi przyczyn domyślnie światła nie posiadają cieni.

Vray Physical Sun & Sky zostały stworzone aby współpracując razem odtworzyć warunki oświetlenia jakie panują na naszej planecie w rzeczywistości. Intensywność i kolor światła zależy od kąta nachylenia Infinite Light do podłoża i odpowiada rzeczywistym parametrom słońca np. w przypadku wschodu i zachodu słońca. Dostępne są również różne modele nieba np. bezchmurnego lub o dużym zachmurzeniu.

Jest to znakomite rozwiązanie zarówno dla wnętrz jak i renderingów architektonicznych. Pomimo prostoty generuje znakomite rezultaty. Na potrzeby projektu wykorzystano VrayLight o kącie nachylenia -33.122° i modelu bezchmurnego nieba CIE Clear Sky. Uzyskano w ten sposób piękną i słoneczną atmosferę idealnie pasującą do mojej wizji wyglądu projektu.



Rys. 15. Atrybuty VrayLight.

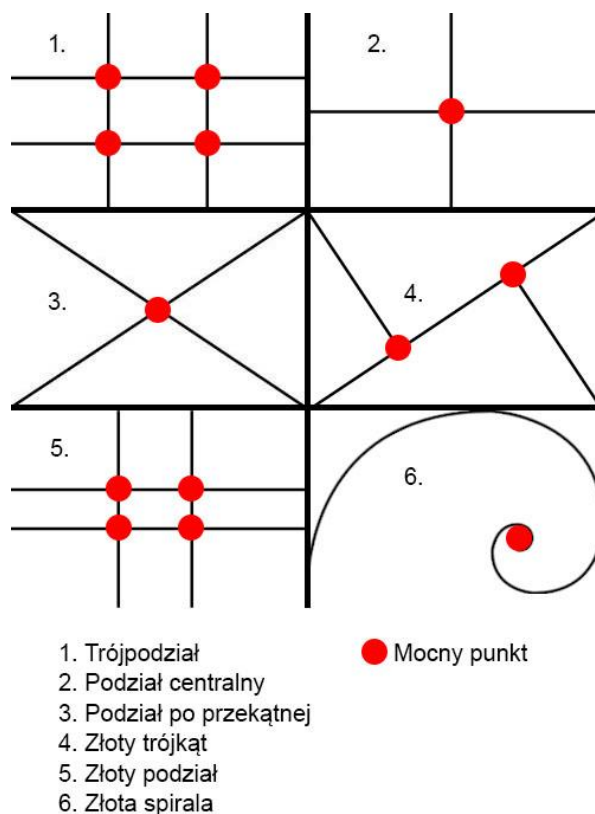
Źródło: opracowanie własne.

4.4. Kompozycja

Kompozycja jest bardzo istotnym elementem wykonywania wizualizacji. Podobnie jak w innych sztukach wizualnych, takich jak film, malarstwo i fotografia, nasze oczy podświadomie szukają tzw. mocnych punktów. Ważne jest więc, aby te preferencje wykorzystać odpowiednio kadrując zdjęcie co uczyni pracę bardziej atrakcyjną w odbiorze.

Podstawową zasadą kompozycji w fotografii jest reguła trójpodziału. Ekran dzielony jest w niej na dziewięć części przy pomocy dwóch pionowych i dwóch poziomych linii. Mocne punkty kadru znajdują się na przecięciach linii, horyzont naszego obrazu najlepiej umieścić równo z jedną z linii poziomych.

Istnieją również inne metody kompozycji, które przedstawione są na ilustracji poniżej.



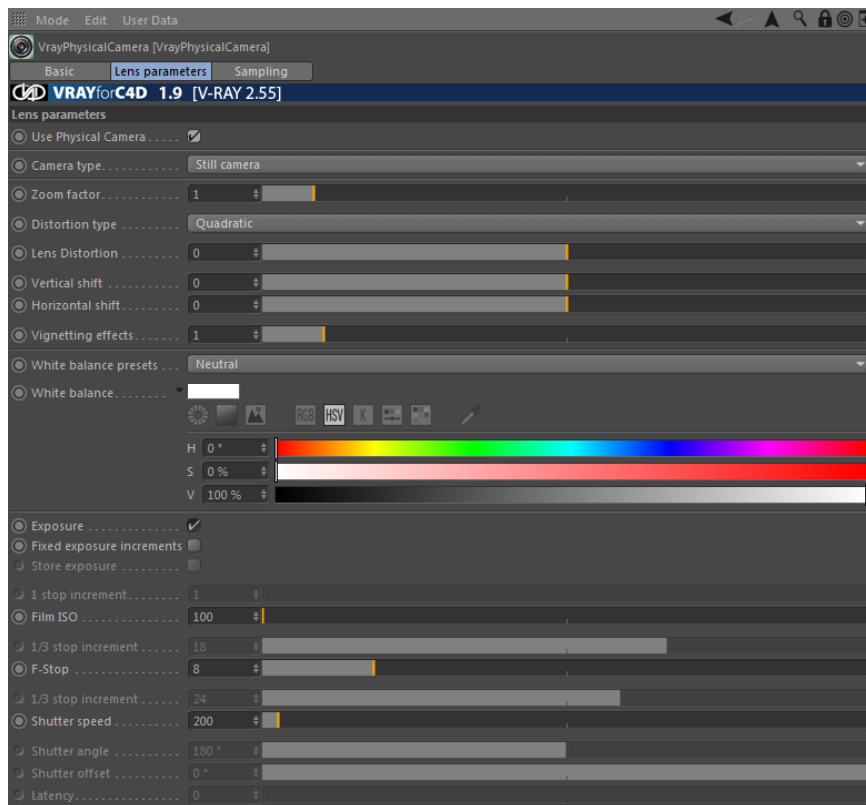
Rys. 16. Zasady kompozycji w fotografii

Źródło: <http://fotoinformator.pl/foto/2014/07/kompozycja-w-fotografii-podzia%C5%82y.jpg>

Zastosowanie się do jednej z powyższych reguł znacząco wpływa na odbiór zdjęcia jak i wizualizacji, nie oznacza to jednak, że zawsze należy się ich bezwzględnie trzymać. W pracy korzystano najczęściej z zasady trójpodziału.

4.4.1. Aparat fotograficzny w przestrzeni 3D

Tworzenie zdjęć w przestrzeni 3D, zwłaszcza przy użyciu takiego silnika renderującego jak V-Ray, podlega podobnym zasadom jak wykonywanie fotografii. Do tego celu służy Tag `VrayPhysicalCamera`, który należy umieścić na standardowej kamerze Cinema 4D.



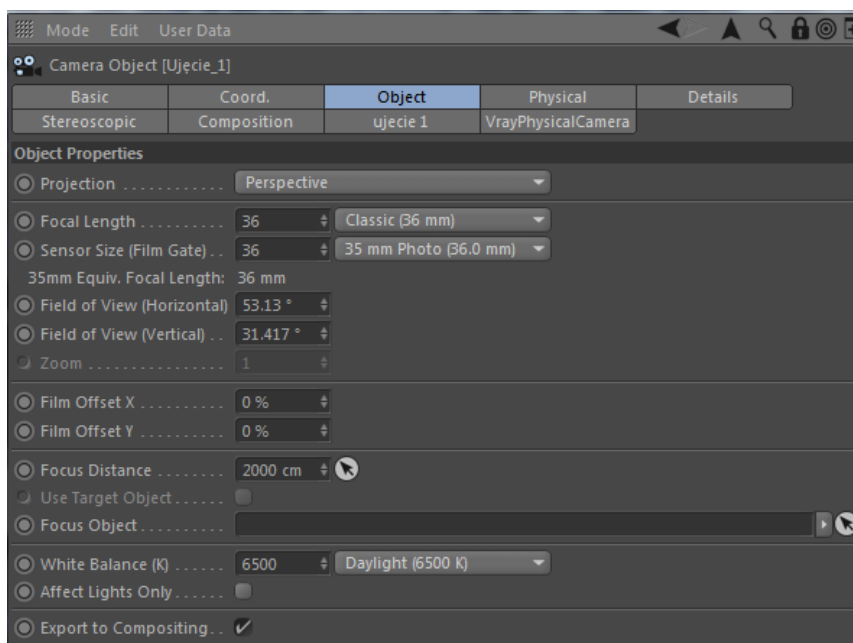
Rys. 17. Atrybuty VrayPhysicalCamera.

Źródło: opracowanie własne.

Kluczowymi atrybutami są tutaj oczywiście ustawienia ekspozycji fotografii, czyli wartości przysłony (F-Stop), czasu naświetlania (Shutter speed) oraz czułości (Film ISO). W większości wykonanych wizualizacji parametry te były podobne i wynosiły odpowiednio: Film ISO: 100, F-Stop: 8, Shutter Speed: 200 (odpowiednik 1/200 s).

Oprócz ustawień podstawowych VrayPhysicalCamera udostępnia wiele dodatkowych funkcji i efektów takich jak dystorsja, winietowanie, rozmycie ruchu lub głębia ostrości. Dodawanie do wizualizacji zniekształceń i innych niekoniecznie pożądaných w fotografii elementów jest szeroko stosowane w celu zwiększenia realizmu wizualizacji.

Kolejnym bardzo istotnym elementem fotografii zarówno w życiu realnym jak i w przestrzeni 3D jest ogniskowa obiektywu, od której zależy kąt widzenia kamery. Ustawienia te w Cinema 4D dostępne są w atrybutach obiektu Camera.



Rys. 18. Atrybuty kamery Cinema4D.
Źródło: opracowanie własne.

4.5. Animacja

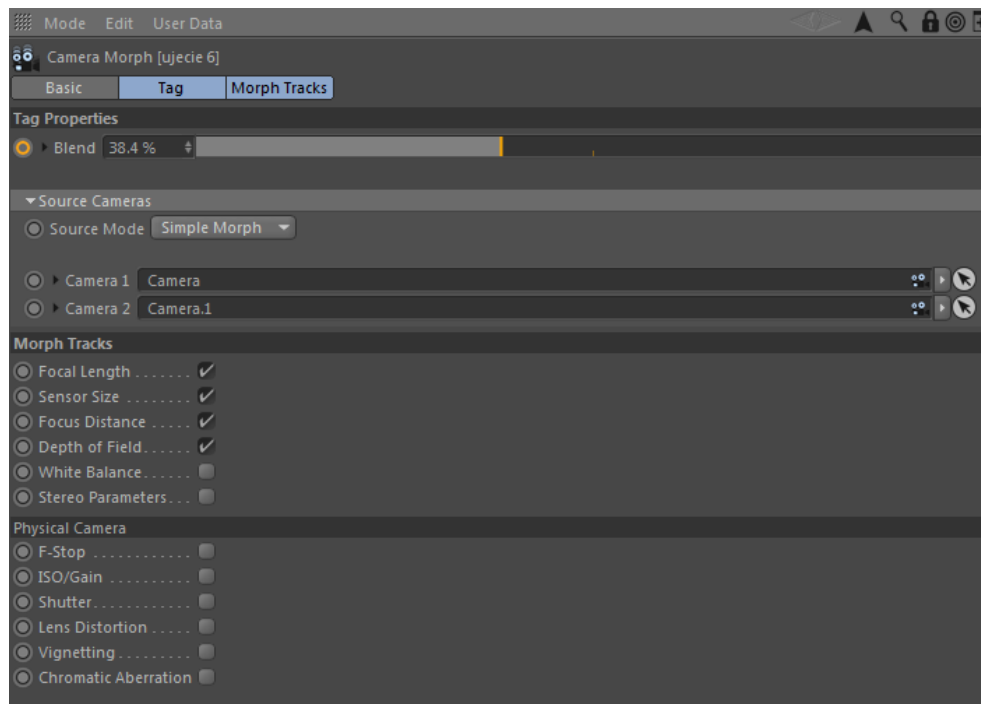
Tworzenie animacji komputerowych w programie Cinema 4D jest niezwykle rozbudowane. Otrzymujemy zarówno ergonomiczne rozwiązania do tworzenia najprostszych animacji kluczowanych, generatory animacji bez kluczowania jak i zaawansowane narzędzia do animacji postaci.

4.5.1. Animacja kamery (Camera Morph).

Animacja w tym projekcie z uwagi na ograniczenia czasowe jak i sprzętowe ograniczona została wyłącznie do animacji kamery. Jest to zabieg często spotykany w przypadku animacji architektonicznych, również ze względu na uproszczenia w obliczaniu globalnej iluminacji dla sceny.

Poruszanie kamerą w Cinema 4D wymaga kluczowania jej pozycji oraz rotacji. Nie jest to co prawda skomplikowane i można to zrobić jednym kliknięciem ale korygowanie i poprawianie animacji, gdy klucz w scenie jest już dużo może być zajęciem żmudnym. Dodatkowo łatwo jest o pomyłkę. Cinema 4D posiada jednak narzędzie, które w znacznym stopniu ułatwia tego typu animacje.

CameraMorph – dostępny w menu **Create -> Camera -> CameraMorph** to tag, który umożliwia interpolacje pomiędzy dwoma (lub więcej) innymi kamerami. Jako źródło możemy ustawić dowolne kamery w scenie, parametr Blend odpowiada za przejście z jednej kamery do drugiej. Cinema 4D samodzielnie interpoluje ruch i obrót kamery, a także takie parametry jak ogniskowa i punkt ostrości. W przypadku prostej animacji zazwyczaj nie ma potrzeby stosowania funkcji MultiMorph, która pozwala przełączać się pomiędzy dowolną liczbą kamer. W każdej chwili możemy również skorygować ustawienie kamer źródłowych bez potrzeby zmiany jakichkolwiek klatek kluczowych animacji. Jako kamerę źródłową możemy również wykorzystać animowaną wcześniej kamerę.



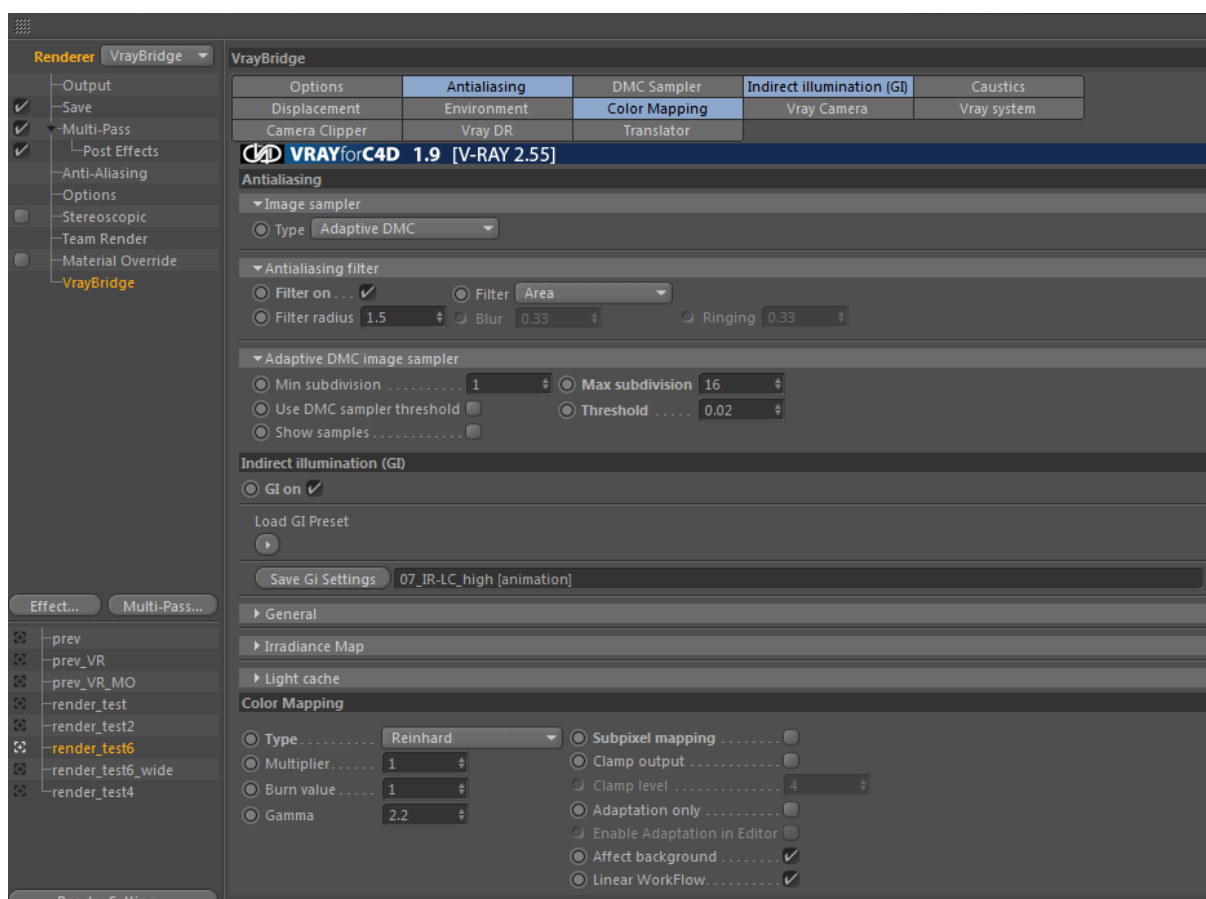
Rys. 19. Atrybuty CameraMorph tag.
Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie wykonane ujęcia w tej pracy zostały zrealizowane przy pomocy prostych CameraMorph składających się z kamery początkowej i końcowej. W związku z powyższym całkowita ilość klatek kluczowych w projekcie wyniosła zaledwie 43 co jest bardzo niskim wynikiem przy tak długiej animacji.

4.6. Ustawienia silnika renderującego

Ustawienia silnika renderującego mają decydujący wpływ na jakość ale przede wszystkim na szybkość renderu. W przypadku wizualizacji i animacji architektonicznych odpowiednia równowaga pomiędzy prędkością i zadowalającym efektem jest bardzo istotna.

Ustawienia renderingu dostępne są w menu: **Render -> Edit Render Settings**. Zostały one podzielone na kilka kart i zakładek.



Rys. 20. Ustawienia renderingu Cinema 4D.

Źródło: opracowanie własne.

Pierwsza opcja pozwala nam wybrać z listy rozwijanej silnik renderujący, z którego korzystać będziemy do wykonywania renderów. Wybranie opcji VrayBridge dodaje na końcu listy kartę z ustawieniami silnika Vray. Niektóre z kart są nieistotne w przypadku wyboru zewnętrznego silnika renderującego i pominię je w opisie.

Output – w tym miejscu można ustalić najważniejsze parametry tworzonych plików, takie jak rozdzielczość renderu, frame rate oraz zakres renderowanych klatek animacji.

Save – nie tylko pozwala określić w jakim miejscu zostaną zapisane wyrenderowane pliki ale także w jakim formacie

MultiPass – pozwala zapisać selektywnie różnego rodzaju kanały obrazu (np. światła, cienie, odbicia) lub warstwy specjalne (np. selekcja obiektu) przydatne do postprodukcji lub compositingu.

VrayBridge – tutaj umieszczone są wszystkie ustawienia dotyczące silnika renderującego Vray. Wielokrotnie właśnie ten aspekt jest wymieniany jako główna wada silnika Vray, ponieważ mnóstwo zakładek, opcji, przycisków i przełączników odstrasza początkujących użytkowników. Patrząc na to z drugiej strony otrzymujemy zdecydowanie większe możliwości kontroli nad parametrami renderingu. Na potrzeby tego projektu skupię się na najważniejszych parametrach, które znajdują się w zakładkach Antialiasing oraz Indirect Illumination (GI).

Antialiasing (w skrócie AA) - to część silnika, która odpowiada za wygładzanie krawędzi wokół wysoko kontrastowych regionów renderowanego obrazu (np. krawędzie geometrii modelu lub tekstury). W silniku Vray dostępne jest kilka samplerów AA, na potrzeby tego projektu używałem Adaptive DMC Sampler. Jego praca jest zależna od ilości podziałów (subdivisions) dla elementów składowych sceny, takich jak światła, globalna iluminacja, materiały. Im mniej subdywizji tym więcej szumów w scenie, lecz jednocześnie rendering jest szybszy. Duży szum jednak powoduje zwiększenie ilości pracy dla samplera AA, co powoduje wzrost czasu renderingu. Dlatego znalezienie właściwej równowagi pomiędzy ilością subdywizji a samplere AA jest kluczowym czynnikiem pozwalającym uzyskanie renderingu akceptowalnej jakości w rozsądnym czasie.

Indirect Illumination (GI) – inaczej globalna iluminacja, to model oświetlenia, który odpowiada za rozprzaskanie światła odbitego w scenie. System ten pozwala na uzyskanie o wiele bardziej realistycznych efektów niż przy wykorzystaniu jedynie światła bezpośredniego. Vray oferuje kilka algorytmów oraz możliwość wykorzystania jednocześnie dwóch z nich dla lepszych efektów. Na potrzeby projektu korzystałem z Irradiance Map oraz Light Cache.

4.7. Postprodukcja

Postprodukcja to ogół działań podejmowanych po renderingu w celu korekty obrazu. Jej znaczenie jest dość istotne, ponieważ możliwości jakie oferują programy do postprodukcji są ogromne i ich użycie może całkowicie zmienić wygląd końcowy obrazu. Niektóre efekty, które są trudne lub nawet niemożliwe do uzyskania bezpośrednio w renderingu 3D można wytworzyć szybko i bezproblemowo w postprodukcji. W moim przypadku korekty przede wszystkim będą wykonywane odnośnie jasności i korekty kolorystycznej.

4.7.1. Postprodukcja wizualizacji w Adobe Photoshop CS6

Pracę w programie Adobe Photoshop CS6 zostanie opisana na podstawie jednej z wizualizacji, ponieważ zakres prac we wszystkich przypadkach był podobny.



Rys. 21. Porównanie wizualizacji przed i po postprodukcji.

Źródło: opracowanie własne.

Rendering wykonany w programie Cinema 4D, widoczny po lewej stronie, jest dość ciemny. Zwracają również uwagę brakujące fragmenty powierzchni. Do uzupełnienia braków wykorzystano teksturę trawy z projektu, wymagała ona jednak korekty kolorystycznej przy użyciu warstwy dopasowania Hue/Saturation (Barwa/Nasycenie). Dopasowanie do odpowiedniej perspektywy wykonałem przy użyciu narzędzia Skew dostępnego w menu: **Edit -> Transform -> Skew**. W kolejnym etapie przy użyciu warstwy dopasowania Curves oraz maski przyciemniono dach, oraz dodano do niego delikatne zróżnicowanie przy użyciu tekstury. Następnie również przy użyciu krzywych dopasowano jasność, oraz kontrast obrazu. Dodano również delikatny blask od strony źródła światła oraz więcej odbicia w szybach przy użyciu dodatkowej warstwy renderingu. Na koniec podniesiono wartość ekspozycji w centralnej części obrazu.

4.7.2. Montaż animacji w programie Adobe After Effects CS6

Program Adobe After Effects CS6 to pakiet o sporych możliwościach nastawiony przede wszystkim na postprodukcję i efekty specjalne w klipach filmowych. Możliwości są naprawdę spore, włączając w to również grafikę 3D. W tej pracy wykorzystano go jednak tylko do montażu i delikatnej korekcji kolorów oraz podłożenia ścieżki dźwiękowej.

Zasada działania Adobe After Effects jest bardzo podobna do działania Adobe Photoshop. Również mamy do dyspozycji warstwy, efekty i różnego rodzaju presety. Podstawą każdego projektu są jednak kompozycje, które można dowolnie w sobie zagnieżdżać.

Wyrenderowana animacja składa się z piętnastu ujęć o długości od 150 do 450 klatek. Łącznie daje to 2700 klatek czyli 108 sekund przy prędkości odtwarzania 25 klatek na sekundę.

Takie parametry wybrano tworząc nową kompozycję z menu **Composition -> New Composition**. Następnie zaimportowano wszystkie animacje wykorzystując polecenie z menu: **File -> Import -> File**. Poszczególne elementy przeniesiono i ustawiono w odpowiedniej kolejności w linii czasu za pomocą systemu przeciągnij i upuść.

Napisy początkowe zostały utworzone w kolejnej kompozycji. Tekst został dodany przy użyciu polecenia z menu **Layer -> New -> Text**. Do animacji tekstu zostały wykorzystane wbudowane schematy animacji.

Pojawianie się liter zrealizowano przy pomocy efektu Slow Fade On dostępnego w menu: **Effects & Presets -> Animation Presets -> Text -> Animate In -> Slow Fade On**. Znikanie to analogiczny efekt dostępny w menu: **Effects & Presets -> Animation Presets -> Text -> Animate Out -> Fade Out Slow**.

Trzecia kompozycja została utworzona w celu połączenia dwóch poprzednich. W kompozycji tej na spodzie zostało dodane czarne tło przy pomocy polecenia: **Layer -> New -> Solid**.

Rendering animacji został wykonany do formatu MP4 z kodekiem H.264.

5. WYNIKI PRACY

Wynikiem niniejszej pracy jest krótka animacja oraz pięć wizualizacji, które ukazują kampus Krakowskiej Akademii. Dodatkowo wykonany został kompletny model 3D, który może zostać wykorzystany do innych celów. Poniżej znajduje się prezentacja uzyskanych rezultatów.





6. ZAKOŃCZENIE

Grafika 3D, wizualizacje i animacje w przypadku projektów architektonicznych pełnią obecnie kluczową rolę. Stosunkowo niskie koszty wytworzenia, szybki czas realizacji i znaczne polepszenie komunikacji z klientami oraz inwestorami to tylko niektóre z niewątpliwych zalet tego typu realizacji.

Podczas pisania pracy skupiłem się na możliwie najwierniejszym wymodelowaniu kampusu Krakowskiej Akademii. Wykorzystałem do tego celu wiedzę i doświadczenie zdobyte w pracy zawodowej. Zadanie nie było jednak łatwe, ponieważ nie miałem zbyt wiele dobrej jakości materiałów źródłowych, takich jak projekty lub rysunki elewacji. Mimo tego udało się uzyskać obiekt o wyglądzie zbliżonym do rzeczywistego, wykorzystując jedynie mapy internetowe i zdjęcia zrobione osobiście. Model, oprócz trzech budynków, zawiera również uproszczony teren Krakowskiej Akademii, rośliny i elementy małej architektury, takie jak ławki, donice, latarnie itp. Dla zachowania jak największej zgodności większość tekstur została wykonana w programie Adobe Photoshop przy użyciu wykonanych fotografii. Ze względu na ograniczenia dostępności sprzętu renderzy postanowiłem wykonać w konwencji makiety architektonicznej, co ograniczyło konieczność modelowania dalszego otoczenia uczelni. Wykorzystany silnik renderujący Vray pozwolił na szybkie i bezproblemowe oświetlenie sceny przy pomocy VrayPhysicalSun. Prosta animacja, wykonana przy użyciu narzędzia CameraMorph pozwala ukazać zakres wykonanej pracy w szerszej perspektywie.

Z pewnością dużą rolę odegrało tutaj wybrane do realizacji tego celu oprogramowanie. Cinema 4D znakomicie poradziła sobie z przedstawionym zadaniem, będąc jednocześnie efektywna, jak i bardzo wydajna. Ogrom dostępnych narzędzi, niezwykle ergonomiczny interfejs i szybkość działania znacząco ułatwiły wykonanie zadania. Również silnik renderujący Vray bardzo dobrze sprawdził się w projekcie dostarczając akceptowalne czasy renderu, co w przypadku animacji ma fundamentalne znaczenie.

Zakres wykonanej pracy częściowo przedstawiają statystyki projektu:

- Wielkość pliku: 216 937 KB
- Punkty (vertex): 3 051 906
- Wieloboki (polygons): 2 520 515
- Obiekty: 2 919
- Ilość wersji zapisu: 237

Oczywiście wykonane wizualizacje mogłyby być znacznie bardziej realistyczne. Niestety w przypadku pracy niekomercyjnej jest to bardzo trudne do uzyskania ze względu na ograniczone zasoby sprzętowe i programowe. Mam tutaj również na myśli gotowe, płatne modele 3D np. roślinności, które zazwyczaj wykorzystuje się w pracy komercyjnej.

Model 3D również mógłby zostać rozbudowany, np. o wnętrza budynków uczelni. Przy zachowaniu rozsądnej gospodarki złożonością poligonową modelu, można by na jego podstawie stworzyć aplikację lub grę 3D. Takie możliwości udostępnia np. silnik Unity, do którego bez trudu można wyeksportować pliki utworzone w programie Cinema 4D. Tego typu aplikacja mogłaby również zostać wykonana w technologii VR (Virtual Reality). Taka realizacja może być wykorzystana przez Krakowską Akademię w celach promocyjnych lub informacyjnych. Istnieje również możliwość wykonania wydruku modelu w technologii druku 3D.

Przedstawione metody i techniki pracy nad projektem 3D mogą znaleźć zastosowanie przy tworzeniu różnego rodzaju wizualizacji oraz modeli 3D, nie tylko architektonicznych. Znajdą również swoje zastosowanie dla użytkowników konkurencyjnych wobec pakietu firmy Maxon programów takich jak 3D Studio Max, Maya, Blender itp.

Moim zdaniem Cinema 4D to jeden z najlepszych wyborów jeśli chodzi o grafikę 3D. Szybkość i stabilność działania, wsparcie producenta, duża społeczność użytkowników, wszechstronność i najlepszy interfejs użytkownika sprawiają, że warto zwrócić uwagę na ten pakiet.

7. BIBLIOGRAFIA

Birn J., *Cyfrowe oświetlenie i rendering*, Gliwice 2007.

Cardoso J., *3D Photorealistic Rendering: Interiors & Exteriors with V-Ray and 3ds Max*, Cleveland 2016.

Cardoso J., *Crafting 3D Photorealism: Lighting Workflows in 3ds Max, mental ray and V-Ray*, Cleveland 2016.

Conor R., *Modeling Techniques with CINEMA 4D R18 Studio - The Ultimate Beginner's Guide*, Vancouver 2016.

Conor R., *Shading, Lighting, and Rendering Techniques with CINEMA 4D R18 Studio*, Vancouver 2017.

Demers O., *Digital Texturing and Painting*, San Francisco 2001.

Domaradzki M., Gembara R., *Tworzenie realistycznej grafiki 3D*, Warszawa 1993.

Dziomdziora M., *Grafika 3D*, Warszawa 2013.

McQuilkin K., *Cinema 4D: The Artist's Project Sourcebook*, Oxford 2011.

Meller-Kawa A., Sikorska-Długaj A., *Cinema 4D*, Gliwice 2013.

Parent R., *Animacja komputerowa. Algorytmy i techniki*, Warszawa 2011.

Pasek J., *Wizualizacje architektoniczne. 3ds Max 2013 i 3ds Max Design 2013. Szkoła efektu*, Gliwice 2014.

Rizzo J., *Cinema 4D Beginner's Guide*, Birmingham 2012.

Sannino C., *Photography & Rendering with V-Ray*, Assemini 2013.

Sykut A., Ragonha F. M., Korcsok Z., Tilbury R., *Photoshop for 3D Artists, Vol. 1*, Worcester 2011.

Tickoo S., *Cinema 4D R15 Studio. A tutorial Approach*, Purdue 2014.

Vaughan W., *Digital Modeling*, San Francisco 2012.

Yot R., *Light for Visual Artists: Understanding & Using Light in Art & Design*, Londyn 2011.

8. SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1.	Widok z góry na kampus Krakowskiej Akademii - zrzut z programu Google Earth Pro	7
Rys. 2.	Wybrane zdjęcia Krakowskiej Akademii wykonane na potrzeby pracy	8
Rys. 3.	Okno programu Cinema 4D	10
Rys. 4.	Przygotowanie pliku C4D do modelowania kampusu KA - zrzut z programu Cinema 4D	11
Rys. 5.	Wymodelowana bryła budynku B	12
Rys. 6.	Wymodelowana druga część budynku B	13
Rys. 7.	Model budynku B z elementami z cegły	14
Rys. 8.	Model budynku B z napisem reklamowym oraz aulą	15
Rys. 9.	Widok na wymodelowany kampus Krakowskiej Akademii	16
Rys. 10.	Schematyczna mapa wysokości terenu Krakowskiej Akademii	17
Rys. 11.	Etapy wykonywania cięć modelu terenu wokół Krakowskiej Akademii	18
Rys. 12.	Zdjęcie przedstawiające elewację Krakowskiej Akademii	19
Rys. 13.	Przygotowane tekstury dla materiału cegły	20
Rys. 14.	VrayAdvancedMaterial oraz VrayDisplaceMaterial dla materiału cegły	22
Rys. 15.	Atrybuty VrayLight	23
Rys. 16.	Zasady kompozycji w fotografii	24
Rys. 17.	Atrybuty VrayPhysicalCamera	25
Rys. 18.	Atrybuty kamery Cinema4D	26
Rys. 19.	Atrybuty CameraMorph tag	27
Rys. 20.	Ustawienia renderingu Cinema 4D	28
Rys. 21.	Porównanie wizualizacji przed i po postprodukcji	29

9. WYKAZ GOTOWYCH MODELI 3D WYKORZYSTANYCH W PROJEKCIE

Podczas tworzenia projektu wykorzystane zostały gotowe modele 3D rośli oraz samochodów. Wykaz zastosowanych elementów znajduje się poniżej.

Audi **RS4:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/standard/audi-rs4-avant-b8-typ-8k-2013>

BMW **X5:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/suv/bmw-x5-4-8is-e53>

Toyota **Prius:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/standard/toyota-prius-xw30-2010-6bf1f6129edb9fbe2223b12e59cabb36>

Subaru **BRZ:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/sport/subaru-brz-fa20-2014-f67dfe4c9ca398afa382ba95e12022a2>

Volkswagen **Polo:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/standard/volkswagen-polo-gti-mk5-typ-6r-2012-8392cce279a5dc585cdc185de11724cf>

Mazda **6:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/standard/mazda-mazda6-sport-2008-35d194e8c19474d9627bb41c8cae904e>

Honda **Accord:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/standard/honda-accord-3-5-sv-2011>

Renault **Megane:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/sport/renault-megane-3-rs-8580c8ca6875ab2fa328a5e1e08ff03a>

Smart **Fortwo:**
<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/car/standard/smart-fortwo--2>

Birch **Tree:**
<https://www.viz-people.com/portfolio/free-3d-models-trees/>

Italian Maple Tree, European Ash, Lombardy Poplar Tree, Cherry Tree, Willow, Ahorn, Sweet Birch, fir, bush, thuja, Medlar Tree, Elderberry Tree, Crack Willow, Black Poplar, Common Juniper:
Cinema 4D Content Browser Visualize