

# WYŻSZA SZKOŁA ZARZĄDZANIA „EDUKACJA”

Wydział Zarządzania  
Kierunek: informatyka

GRZEGORZ DZIKOWICKI  
NUMER ALBUMU: 24783

## PROJEKT GRY KOMPUTEROWEJ Z WYKORZYSTANIEM SILNIKA UNITY

**Praca inżynierska**

Praca napisana  
pod kierunkiem naukowym:

dr inż. Piotra Grobelnego

Wrocław 2020

# Spis treści

<b>Wstęp</b>	2
<b>1. Cel pracy, wymagania użytkownika, założenia, zakres i tezy pracy</b>	4
1.1. Cel pracy	4
1.2. Wymagania użytkownika	4
1.3. Założenia	4
1.4. Zakres	4
1.5. Teza pracy	5
<b>2. Badania własne</b>	5
2.1. Blender	6
2.2. Styl grafiki – Low-poly	6
2.3. Unity	8
<b>3. Metoda zrealizowania pracy</b>	9
3.1. Narzędzia badawcze	9
3.2. Technika tworzenia obiektów 3D	9
3.3. Środowisko Unity	11
3.4. Programowanie skryptów	12
<b>4. Podsumowanie</b>	17
<b>5. Wnioski</b>	19
<b>Spis literatury</b>	20
<b>Spis rysunków</b>	21
<b>Załączniki</b>	21
5.1. Zał. nr 1 Oświadczenie	21

# Wstęp

Gry komputerowe już od wielu lat kreują nowe trendy. Istnieją różne rodzaje gier. Gry typu AAA tworzone przez wielkie studia gier jak np. Ubisoft, Electronic Arts, czy też nasz rodzimy CD Project Red. Patrząc na gry komputerowe klasy AAA możemy śmiało powiedzieć, że przypominają filmy rodem z Disney'a czy też Pixar'a. W dzisiejszych czasach, aby oszczędzić sobie czasu, wiele dużych studiów używa technologii Motion Capture, aby odwzorować idealnie ruch postaci. Sprawia to, że potrzeba manualnego animowania postaci przestaje być kłopotem grafików, oraz animatorów, którzy mogą skupić się na innych aspektach swoich zadań.

Gry typu Indie to produkcje, które zazwyczaj są tworzone przez jedną osobę, bądź amatorskie studio złożone z kilku osób. Ze względu na brak funduszy oraz wyposażenia studia, produkcje te zazwyczaj są niskiej jakości, bądź średni czas potrzebny do przejścia gry jest o wiele krótszy niż gry AAA. Już dekadę temu, wielu graczy zmieniło upodobania co do grafiki, jaka pojawia się w grach komputerowych. Nawiązania do gier z przed dekady uwarunkowane są sentymentem do tamtego okresu. W 2019 do nagrody „Paszportu Polityki 2019” została nominowana gra Dawida Ciślaka "We. The Revolution" która ukazuje nasze spory wokół sądów i polityki, jednakże podczas czasów rewolucji francuskiej. 18 lipca 2019r ukazała się gra Horace stworzona przez niezależne studio 505 Games. Została ona stworzona w stylu pixelowym, z naciskiem na grafikę 2D, która w niektórych scenach zmienia się na 3D. Poprzez takie wymieszanie rodzajów grafik, mieszankę stylów oraz interesującą historię otrzymała przydomek „Najlepszej platformówki 2019 roku”.

W dzisiejszych czasach istnieje dużo gier, których grafika składa się z pikseli, voxelów czyli sześciokątów oraz w stylu low-poly, który zostanie wykorzystany do tego projektu.

Low-poly jest to angielski termin określający siatkę modelu 3D, która składa się z małej liczby poligonów. Twórcy gier uważają, że low-poly stało się standardowym stylem grafiki gier komputerowych u dużej ilości osób rozpoczynających swoją przygodę z tworzeniem gier. Wykonanie każdego obiektu jest o wiele prostsze

od modeli 3D przedstawiających realistycznie postać człowieka bądź drzewa. Ten styl graficzny posiada też swój urok, który można nazwać stylem kreskówkowym. Obiekty są wyraźnie zaznaczone i posiadają cechy charakterystyczne, które pozwalają odróżnić je od innych elementów rozgrywki.

# **1. Cel pracy, wymagania użytkownika, założenia, zakres i tezy pracy**

## **1.1. Cel pracy**

Celem pracy jest stworzenie projektu gry komputerowej za pomocą silnika Unity której grafika będzie reprezentowała styl graficzny „low-poly”.

## **1.2. Wymagania użytkownika**

Przez użytkownika (zamawiającego) zdefiniowane zostały następujące wymagania:

- gra musi być stworzona w środowisku Unity,
- projekt musi być przedstawiony w formie 3D,
- gra powinna posiadać świat przedstawiony w postaci low-poly.

## **1.3. Założenia**

Przy realizacji projektu przyjęto następujące założenia:

- do projektu należy stworzyć modele 3D samochodu oraz przeszkód,
- do projektu należy zaprogramować skrypty obsługujące sterowanie pojazdem oraz mechanikę związaną z przechodzeniem poziomów gry.

## **1.4. Zakres**

Zakres pracy obejmował:

- elementy modeli ze względu na braki funduszy, zostały stworzone w programie Blender,
- pracę ograniczono jedynie do pięciu krótkich poziomów, ze względu na aktualny stan projektu oraz komplikacje związane z rozmiarem.

## 1.5. Teza pracy

Na podstawie przeglądu literatury dotyczącego zagadnienia przyjęto następujące tezy pracy:

- do prawidłowego zrealizowania projektu wystarczające jest środowisko Unity, Blender oraz.

## 2. Badania własne

Proces badawczy to proces planowego, celowego wykorzystania uzyskanych informacji oraz własnej wiedzy. Celem głównym pracy jest próba stworzenia projektu świata przedstawionego w stylu graficznym low-poly. Głównym problemem jest rozmiar gry i złożoność poziomów. Zdecydowano więc, że projekt będzie przedstawiał pięć poziomów, w których gracz musi omijać przeszkody aby przejść na poziom wyżej.

Pierwsza gra, która posiadała „prawdziwe” 3D, Descent ukazała się w 1995r i została stworzona przez wydawcę gier Interplay Entertainment. Grafikę skonstruowano z poligonów i jako jedna z niewielu gier tamtych czasów pozwalała na sześć stopni swobody, czyli możliwość poruszania się postacią w każdą możliwą stronę horyzontalnie i wertykalnie.

W 1998r zadebiutowała gra Unreal wyprodukowana przez Epic MegaGames i Digital Extremes, która powstała na pierwszej wersji silnika Unreal Engine I. W 2006 ukazała się trzecia wersja silnika Unreal do której licencję wykupiło wiele przedsiębiorstw takich jak Electronic Arts, Activision czy też Ubisoft, które dziś są jednymi z najbardziej szanowanych studiów zajmujących się tworzeniem gier. W 2015r, Unreal Engine stał się darmowy dla każdego, kto chciał rozpocząć przygodę z tworzeniem gier.

Unity ukazało się w 2005r i początkowo był wykorzystywany w filmach, architekturze i symulacjach. W 2015r trafił do darmowej dystrybucji i szybko stało

się konkurencją dla Unreal Engine. Dodatkowo Unity posiada Unity Asset Store, czyli sklep z gotowymi modelami, skryptami a nawet całymi projektami gier.

Nawzajem z każdą aktualizacją, obydwie silniki były rozwijane w taki sposób, aby udowodnić że są lepsze i mają więcej możliwości.

## **2.1. Blender**

Rozpoczynając pracę związaną z tworzeniem grafiki 3D, postanowiłem dowiedzieć się o możliwych programach do właśnie takich zadań. Zśród najbardziej popularnych można wymienić Blendera, Autodesk Maya, Houdini oraz ZBrush. Jednym z kryteriów wyboru była cena zakupu programu. Oczywistym wyborem jest Blender, ponieważ jest on darmowym oprogramowaniem oraz posiada większość opcji z ww. programów. Modele wykorzystane w projekcie muszą być stworzone w stylu low-poly, oznacza to, że wymagania co do złożoności siatki obiektu pod względem topologii nie są wygórowane, wręcz muszą być zaniżone. Korzystając z Blendera, z łatwością można zapamiętać skrótów klawiszowych, które są bardzo intuicyjne, a najważniejsze skróty są rozmieszczone w okolicach lewej strony klawiatury.

## **2.2. Styl grafiki – Low-poly**

Low-poly jest określeniem siatki modelu 3D, który charakteryzuje się małą ilością wielokątów popularnie zwanych poligonami. Poligony są wykorzystywane do tworzenia obiektów 3D. Siatka modelu tworzona jest poprzez łączenie poligonów w jedną spójną całość. Na przestrzeni lat, patrząc na początki gier komputerowych, dzisiejsze miano low-poly różni się diametralnie od swoich poprzedników z przed dwóch dekad, ze względu na o wiele większą ilość poligonów oraz technologię dzięki której tworzenie modeli 3D jest o wiele łatwiejsze, jednakże dalej odbiega od modeli które są nastawione na realizm. Wówczas obiekt zachowuje znajomą nam geometrię. Poligony teoretycznie mogą posiadać nieskończoną ilość boków, jednakże silniki renderowania grafiki często napotykają problem z poligonami, których ilość boków jest większą od pięciu, zwłaszcza przy animacjach ukazujących obiekt w

ruchu. Nieoficjalnie ustalono, że siatka modelu musi składać się z trójkątów, bądź prostokątów. Aby obiekt w stylu low-poly posiadał detale prawdziwego obiektu, używa się map normalnych i map wypukłości, które cieniują poligony i dodają im dodatkowej geometrii, aby posiadały detale, których ze względu na rozmiar ilość poligonów w siatce obiektu, nie da się uwzględnić ręcznie.



Rysunek 2.1: Przykładowy render wyspy stworzonej w stylu low-poly

Źródło: *YouTube, CG Geek, Low Poly Island | Beginner | Blender 2.8 Tutorial, 2019.*



Rozwój technologii silników gier przedstawił nowe rozwiązania dla obiektów low-poly. Odkąd silniki oraz technologia obliczeniowa procesorów rozwinęła się w wielkim stopniu, obecne obliczenia są w stanie przedstawić setki tysięcy poligonów w standardowych 25 klatkach. W produkcjach AAA low-poly dalej istnieje, jednakże zostało ograniczone do wykorzystywania mniej detalicznych modeli jako forma zmniejszenia jakości oddalonych obiektów. LOD czyli Level Of Detail, definiuje zasięg z jakim dany obiekt posiada jakość detali. Im dalej znajduje się obiekt, tym gorsze odwzorowanie są detali, jednakże nie pobiera tak dużo mocy obliczeniowej w przypadku głównej sceny w pobliżu postaci głównej, przez co gra działa płynnie. [1]

W przypadku kiedy twórca zdecydował, że chce użyć stylu low-poly, nie ma powodu, żeby używać LODa, ponieważ modele 3D w tym stylu zawierają wystarczającą liczbę detali jak i nie wymagają wielkiej mocy obliczeniowej ze względu na małą liczbę krawędzi.

## 2.3. Unity

Istnieje wiele programów oraz silników do tworzenia gier komputerowych. Wiele dużych studiów takich jak Ubisoft, EA, CDProjektRED korzystają z własnych silników które sami napisali. Osoby, które tworzą gry w pojedynkę, korzystają z gotowych silników. Najpopularniejszymi są Unity oraz Unreal Engine. Wybierano Unity, ponieważ pozwala on na stworzenie takiej samej gry jak w Unreal, przy mniejszym wkładzie czasowym. Aktualnie jedynym językiem programowania jest C#, ponieważ silnik Unity posiada gotowe metody i funkcje, które współgrają wyłącznie z tym językiem.

Inspektor, czyli okno akcji każdego obiektu jak i całego projektu, pozwala modyfikować zmienne i dodawać nowe komponenty. Zaimportowany obiekt można dowolnie zmieniać, tj. dodać materiał, kiedy np. importowany obiekt był tylko siatką meshową. W przypadku kiedy w skrypcie zakodowano zmienną, której nadano przykładową wartość, twórca podczas testowania jest w stanie zmieniać

jej wartość nie modyfikując kodu, również podczas procesu testowania, właśnie w Inspektorze.

### **3. Metoda zrealizowania pracy**

Realizacja pracy opiera się na opracowaniu kroków, które należy podjąć aby stworzyć świat gry w stylu low-poly. Dodatkowo aby zaprezentować stworzone elementy, zostanie opracowane przedstawienie produktu za pomocą projektu gry komputerowej stworzonej w Unity.

#### **3.1. Narzędzia badawcze**

- Pierwszym narzędziem badawczym do stworzenia obiektów, będzie program Blender, który idealnie nadaje się do tworzenia elementów grafiki 3D,
- drugim narzędziem badawczym, które posłuży do stworzenia gry komputerowej będzie środowisko Unity, w którym zostaną ułożone podstawowe elementy rozgrywki, takie jak przeszkody,
- trzecim narzędziem badawczym, dzięki któremu napiszemy kod do gry, będzie Microsoft Visual Studio 2017.

#### **3.2. Technika tworzenia obiektów 3D**

Obiekty grafiki 3D o mianie low-poly określa się przedmioty, postacie, świat gry itp. na których widać wyraźne elementy trisów bądź poligonów. Są to wyraźnie zaznaczone krawędzie obiektu, które swoją geometrią przypominają odpowiednik w świecie rzeczywistym, jednakże różnią się stopniem skomplikowania obiektu. Aby stworzyć taki model, najłatwiej jest zacząć od projektów poglądowych. W studiach gier, zatrudnieni są artyści, którzy podczas omawiania aspektów danych postaci bądź elementów świata, rysują proste szkice, które następnie poprawiają w celu uwydatnienia kluczowych aspektów obiektu. W późniejszym stadium rozwoju danego elementu, powstaje tzw. szkic końcowy. Wówczas owy szkic przekazuje

się osobom, które zajmują się grafiką komputerową aby stworzyli dany obiekt w środowisku 3D. Do tego projektu użyłem zdjęć poglądowych dla beczki, oraz słupka drogowego.

Tworząc obiekt zazwyczaj zaczyna się od zwykłej kostki sześciiennej, którą następnie modyfikuje się, poprzez przesuwanie vertexów, krawędzi bądź całych ścian obiektu. Istnieje wiele narzędzi w Blenderze, które pomagają uzyskać porządany przez nas efekt takie jak Mirror. Dodając ten modyfikator na obiekt, otrzymujemy odbicie lustrzane ukazujące dwie identyczne połówki. Korzystając ze zdjęcia referencyjnego ustawionego w widoku side view (bocznym) możemy ustawiać krawędzie obiektu nadając mu identyczny kształt jak na zdjęciu. Samochód który będzie głównym pojazdem w projekcie został stworzony za pomocą zdjęcia poglądowego Poloneza oraz własnej wyobraźni, ponieważ jego proporcje oraz kształt są niczym wyjęte z kreskówki. Obiekty stworzone w Blenderze, zostały wyeksportowane jako plik typu fbx.



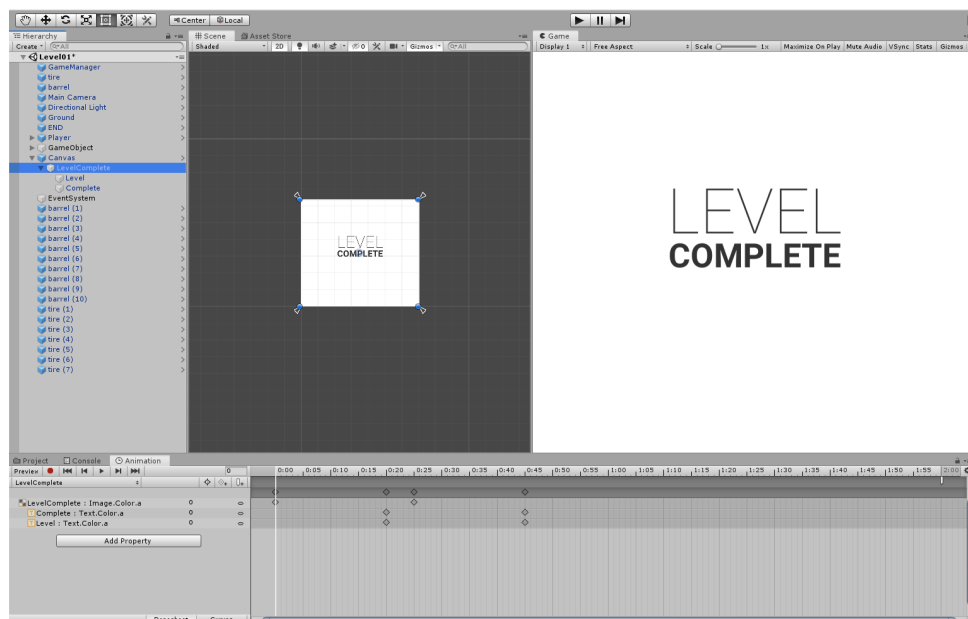
Rysunek 3.1: Render samochodu stworzonego na potrzeby projektu

*Źródło: Opracowanie własne*

### 3.3. Środowisko Unity

Po wcześniejszym stworzeniu obiektów w Blenderze, przeszedłem do tworzenia środowiska w Unity. Aby obiekty nie wisiały w powietrzu, została stworzona płaska powierzchnia o rozmiarach 15x3x1000 jednostek Unity. Następnie umieszczono wszystkie obiekty w scenie. Każdy z obiektów posiada komponenty Mesh Collider, który odpowiada za wykrywanie kolizji z innymi obiektami, oraz Rigidbody będący głównym elementem fizyki obiektów. Zostały zmodyfikowane ich masy oraz rozmiary aby stworzyć dla nich "prefab". Prefabem nazywany jest ten sam obiekt, jednakże po ponownym umieszczeniu go w scenie posiada te same właściwości. Ustawiając obiekty na powierzchni, stworzono 5 różnych poziomów, które różnią się trudnością, odpowiednio od pierwszego do piątego, bardziej skomplikowane ułożenie przeszkód oraz ich ilość.

Przejścia pomiędzy poziomami będą zawierały krótką i prostą animację wyświetlającą wiadomość „LEVEL COMPLETE”. Tworzenie animacji polega na stworzeniu Panelu z tekstem a następnie na osi czasu zmiany wartości alfy, tak aby napis oraz tło pojawiły się. W sekcji programowania znajduje się kod, odpowiedzialny za proces przejścia z jednego poziomu na drugi.



Rysunek 3.2: Screenshot pokazujący LEVEL COMPLETE, poniżej oś czasu z kluczowymi klatkami tworzącymi animację.

*Źródło: Opracowanie własne*

### 3.4. Programowanie skryptów

Programowanie zaczęto od stworzenia skryptu obsługującego poruszanie się pojazdem. Aby obiekt się poruszał, wykorzystano komponent Rigidbody umieszczony na samochodzie. Korzystając z gotowych funkcji zawartych w Rigidbody, mianowicie *AddForce()*, można sprawić aby obiekt poruszał się w danym kierunku z określoną mocą.

```
using UnityEngine;

public class PlayerMovement : MonoBehaviour
{
    // Odwołanie do komponentu Rigidbody pojazdu.
    public Rigidbody rb;

    // Dwie zmienne odpowiadające za ruch do przodu i na boki które można zmieniać w Inspektorze Unity.
    public float forwardForce = 2000f;
    public float sidewaysForce = 2000f;

    // Update is called once per frame
    void FixedUpdate()
    {
        // Ustalamy siłę z jaką kostka będzie się poruszać w przód.
        rb.AddForce(0, 0, forwardForce * Time.deltaTime);

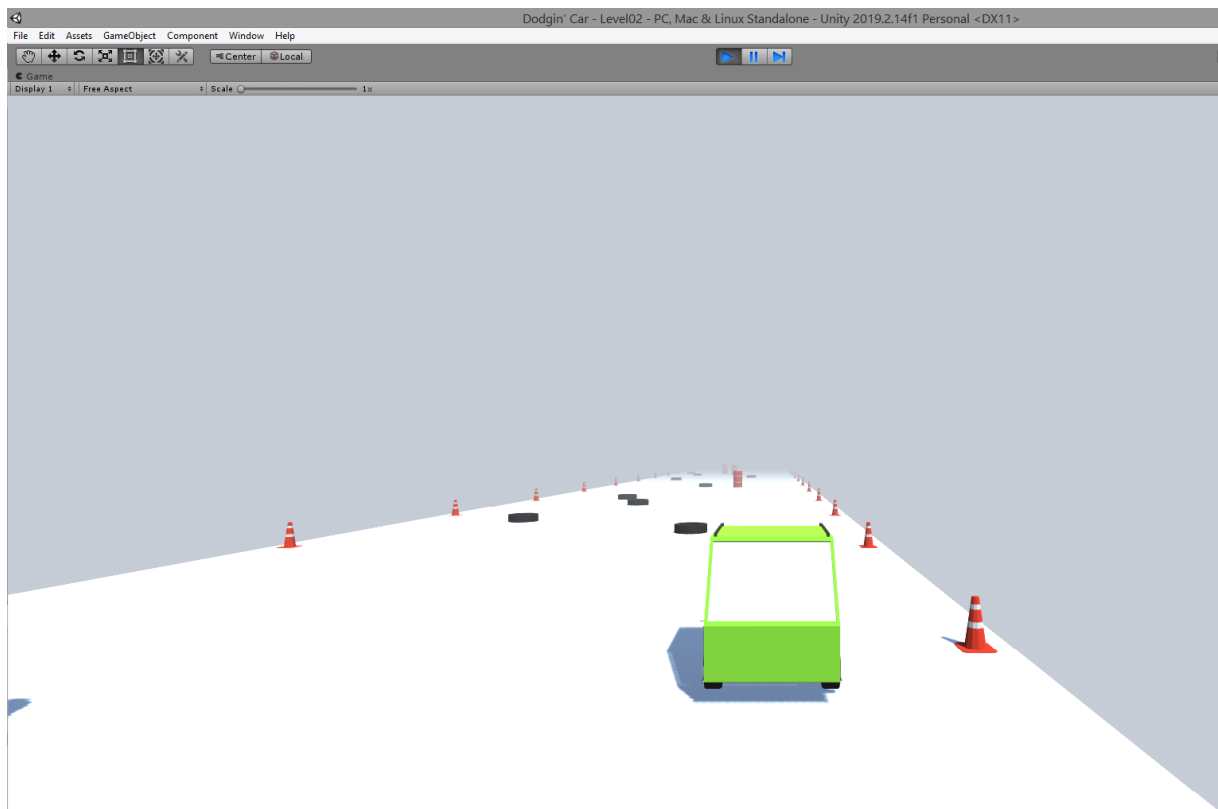
        // JEŻELI d TO ruch w prawo z odpowiednią siłą.
        if (Input.GetKey("d"))
        {
            rb.AddForce(sidewaysForce * Time.deltaTime, 0, 0, ForceMode.VelocityChange);
        }

        // JEŻELI a TO ruch w prawo z odpowiednią siłą.
        if (Input.GetKey("a"))
        {
            rb.AddForce(-sidewaysForce * Time.deltaTime, 0, 0, ForceMode.VelocityChange);
        }

        // JEŻELI y spadnie poniżej -1 TO odwołanie do funkcji EndGame w skrypcie GameManager.
        if (rb.position.y < -1f)
        {
            FindObjectOfType<GameManager>().EndGame();
        }
    }
}
```

Rysunek 3.3: Skrypt PlayerMovement obsługujący poruszanie się pojazdu po poziomie.

*Źródło: Opracowanie własne*



Rysunek 3.4: Zdjęcie ukazujące pojazd, który zboczył ze środka trasy.

*Źródło: Opracowanie własne*

Kamera musi śledzić gracza, dlatego napisano skrypt, który ustala pozycję kamery w świecie gry, na taką samą pozycję co pojazd, jednakże dodany jest offset czyli przesunięcie, które podnosi kamerę do góry i przesuwa ją do tyłu, tak aby widok był z perspektywy trzeciej osoby.

```
using UnityEngine;

public class FollowPlayer : MonoBehaviour
{
    // Korzystanie z Transforma playera, x y z.
    public Transform player;
    public Vector3 offset;

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        // Kamera posiada te same wartości x y z co pojazd
        // Dodatkowo offset powoduje widok z perspektywy trzeciej osoby.
        transform.position = player.position + offset;
    }
}
```

Rysunek 3.5: Skrypt FollowPlayer obsługujący umieszczenie kamery za pojazdem.

*Źródło: Opracowanie własne*

Kolejnym zadaniem było napisanie skryptu, który będzie wykrywał kolizje z przeszkodami oraz resetował poziom, jeżeli pojazd spadnie z planszy. Ponieważ platforma po której porusza się pojazd, również jest wykrywana jako kolizja, wszystkie przeszkody zostały otagowane jako „Obstacle”. W skrypcie PlayerMovement został dodany kod obsługujący resetowanie poziomu, jeżeli wartość y pojazdu spadnie poniżej -1, który odwołuje się do funkcji *EndGame()* w skrypcie GameManager.

```
using UnityEngine;

public class PlayerCollision : MonoBehaviour
{
    // Nawiązanie do skryptu PlayerMovement.
    public PlayerMovement movement;

    void OnCollisionEnter(Collision collision)
    {
        // Jeżeli zderzenie będzie z obiektem o tagu Obstacle.
        if (collision.collider.tag == "Obstacle")
        {
            // Wyłącza wszystkie siły na obiekcie. Przejście do EndGame.
            movement.enabled = false;
            FindObjectOfType<GameManager>().EndGame();
        }
    }
}
```

Rysunek 3.6: Skrypt PlayerCollision obsługujący kolizje pomiędzy pojazdem a przeszkodami.

*Źródło: Opracowanie własne*

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class GameManager : MonoBehaviour
{
    bool gameHasEnded = false;
    public float restartDelay = 2f;

    // gameCompleteUI oraz CompleteLevel() podpięte pod END point.
    public GameObject gameCompleteUI;

    public void CompleteLevel()
    {
        // SetActive uruchamia animacje ukończonego poziomu.
        gameCompleteUI.SetActive(true);
    }

    public void EndGame()
    {
        if (gameHasEnded == false)
        {
            // Zmiana boola na true, żeby funkcja nie uruchamiała się w nieskończoność.
            gameHasEnded = true;
            // Invoke, uruchamia funkcję po pewnym czasie - restartDelay.
            Invoke("Restart", restartDelay);
        }
    }

    void Restart()
    {
        // Restart tego samego poziomu, którego nie udało się przejść.
        SceneManager.LoadScene(SceneManager.GetActiveScene().name);
    }
}

```

Rysunek 3.7: Skrypt GameManager zajmujący się resetowaniem poziomów.

*Źródło: Opracowanie własne*

Ponieważ w inspektorze nie da się podpiąć skryptu GameManager do prefabu pojazdu, w skrypcie PlayerCollision znajduje się metoda *FindObjectOfType* która przeszukuje w lokalizacji skryptów plik o nazwie GameManager a następnie korzysta z jego funkcji która musi być ustawiona jako publiczna. Stworzono typ logiczny bool gameHasEnded, który przybiera dwie wartości, dodatnią lub ujemną, którego wartość zmieniana jest przy pierwszym uruchomieniu funkcji, aby upewnić się, że funkcja będzie ładowana tylko jeden raz. Następnie po upadku, bądź kolizji, poziom jest ładowany od nowa, tak więc gameHasEnded ma swoją pierwotną wartość. Aby gra nie resetowała się za szybko, zamiast uruchamiać funkcję *EndGame()* od razu, wykorzystałem metodę *Invoke* która po dodaniu



nazwy funkcji, oraz czasu w sekundach, uruchamia funkcję po określonym czasie. Aby przejść na następny poziom, gracz musi przejechać pomiędzy przeszkodami tak żeby ich nie dotknąć. W przypadku porażki poziom zostanie załadowany od nowa.

Poziom jest już możliwy do przejścia, jednakże trzeba załadować kolejny. Na końcu trasy każdego z poziomów umieszczono kostkę o szerokości 15 jednostek Unity, która jest niewidoczna i służy jako przełącznik, który uruchamia animację zakończonego poziomu, oraz ładuje kolejny. W skrypcie EndTrigger znajduje się jedna funkcja *OnTriggerEnter()*, która ładuje funkcję *CompleteLevel()* ze skryptu GameManager odpowiedzialną za włączenie animacji zakończenia poziomu.

```
using UnityEngine;

public class EndTrigger : MonoBehaviour
{
    // Nawiązanie do skryptu GameManager.
    public GameManager gameManager;
    void OnTriggerEnter()
    {
        gameManager.CompleteLevel();
    }
}
```

Rysunek 3.8: Skrypt EndTrigger.

*Źródło: Opracowanie własne*

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class LevelComplete : MonoBehaviour
{
    public void LoadNextLevel()
    {
        // Menadżer scen ładuje następną scene określoną w Buildzie gry.
        SceneManager.LoadScene(SceneManager.GetActiveScene().buildIndex + 1);
    }
}
```

Rysunek 3.9: Skrypt LevelComplete ładujący kolejny poziom.

*Źródło: Opracowanie własne*

## 4. Podsumowanie

Podsumowując, proces tworzenia gier komputerowych wymaga poświęcenia czasu na zapoznanie się z historią stylu graficznego oraz jego wymaganiami. Tworząc grę low-poly należy pamiętać, aby modele 3D posiadały siatkę modelu która będzie wykonana poprawnie. Ważnym elementem tworzenia gier w konkretnym stylu jest zebranie informacji dotyczących wymagań topologii modeli. Charakterystyczne cechy stylu low-poly to siatka modelu składająca się z trisów i poligonów prostokątnych. Obiekt nie może posiadać dużej ilości poligonów, ponieważ jak sama nazwa wskazuje, nie będzie to low-poly. Małe detale trzeba ograniczyć do minimum, bądź całkowicie wykluczyć. Kolorystyka obiektów musi być żywa, dobrym zwyczajem jest używanie naturalnych kontrastów.

W Blenderze tworząc obiekt zawierający skomplikowaną topologię, oraz posiadający dużą liczbę detali, możemy użyć modyfikatora obiektu „Decimate”. W przypadku, kiedy siatka obiektu posiada ponad tysiąc poligonów, możliwym jest ograniczenie ilości poligonów właśnie poprzez tą funkcję. Decimate redukuje liczbę vertexów i ścian siatki meshowej przy jak najmniejszych zmianach kształtu obiektu, co pozwala uzyskać efekt low-poly. Metoda ta jest najczęściej używana w przypadku kiedy obiekt został stworzony poprzez rzeźbienie obiektu a liczba poligonów w siatce obiektu wynosi dziesiątki, bądź setki tysięcy.

Umiejętność operowania w danym programie, który przysłużył się do stworzenia gry, również jest przydatna, ze względu na czas. Tworząc obiekty w Blenderze, po wcześniejszym nauczaniu się programów, skrótów oraz modyfikacji, możliwym jest stworzenie porządnego obiektu w krótkim czasie. Korzystając z silnika gry, który wymaga pisania skryptów, aby uzyskać przeróżne mechaniki rozgrywki, dodatkowo rozwijana jest znajomość języka programowania, która pomaga w następnych projektach. Uzyskanie żądanego efektu może zająć sporo czasu, jednakże podczas następnego projektu, jesteśmy w stanie uzyskać ten sam efekt, bądź lepszy w o wiele krótszym czasie.

Spełnione zostały wymagania użytkownika. Gra została stworzona w środowi-

sku Unity w formie 3D, a modele środowiska, przeszkód i pojazdu zostały wykonane w postaci low-poly. Założenia projektu obejmowały stworzenie modeli 3D oraz zaprogramowanie skryptów obsługujących sterowanie i mechaniki gry.

Wynikiem pracy inżynierskiej jest gra, która jest nagrana na płytę DVD. Została ona dołączona do pracy.

## 5. Wnioski

Realizacja pracy pozwoliła sprecyzować następujące wnioski:

1. Do stworzenia gry 3D w stylu low poly wystarczające jest środowisko Unity,
2. Blender jest wystarczająco dobrym środowiskiem do tworzenia obiektów 3D.

Objaśnienie:

**Wnioski:** (lista syntetycznych wniosków)

Wnioski powinny:

1. jednoznacznie określać czy i jak został osiągnięty cel pracy,
2. podsumować w jaki sposób zweryfikowano hipotezy (jeśli były postawione),
3. odpowiadać na pytanie o słuszność tez (czy je udowodniono).

## Spis literatury

- [1] Fermentas Inc. Unity technologies: Unity user manual. <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html/>, January 2019.
- [2] Bill Wagner. Microsoft: Przewodnik programowania c#. <https://docs.microsoft.com/pl-pl/dotnet/csharp/programming-guide/1>, May 2017.
- [3] Blender. Blender user guide. <https://docs.blender.org/manual/en/dev/>.

# Spis rysunków

2.1. Przykładowy render wyspy stworzonej w stylu low-poly . . . . .	7
3.1. Render samochodu stworzonego na potrzeby projektu . . . . .	10
3.2. Screenshot pokazujący LEVEL COMPLETE, poniżej oś czasu z kluczowymi klatkami tworzącymi animację. . . . .	11
3.3. Skrypt PlayerMovement obsługujący poruszanie się pojazdu po poziomie. . . . .	12
3.4. Zdjęcie ukazujące pojazd, który zboczył ze środka trasy. . . . .	13
3.5. Skrypt FollowPlayer obsługujący umieszczenie kamery za pojazdem. . . . .	13
3.6. Skrypt PlayerCollision obsługujący kolizje pomiędzy pojazdem a przeszkodami. . . .	14
3.7. Skrypt GameManager zajmujący się resetowaniem poziomów. . . . .	15
3.8. Skrypt EndTrigger. . . . .	16
3.9. Skrypt LevelComplete ładujący kolejny poziom. . . . .	16

## Załączniki

### 5.1. Zał. nr 1 Oświadczenie

OŚWIADCZENIE DOTYCZĄCE PRAW AUTORSKICH I DANYCH OSOBOWYCH  
PRZECHOWYWANYCH W SYSTEMIE ANTYPLAGIATOWYM

Ja, niżej podpisany/a

Imię (imiona) i nazwisko .....

autor pracy dyplomowa pt. ....

.....

1. Numer albumu: .....

2. Student/ka, Wydziału: .....  
we Wrocławiu/w Kłodzku\* Wyższej Szkoły Zarządzania „Edukacja”

3. Kierunek i specjalność studiów: .....

4. Oświadczam, że:

- a) nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. Nr 24, poz. 83 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- b) nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/am w sposób niedozwolony,
- c) nie była podstawą nadania dyplomu uczelni wyższej lub tytułu zawodowego ani mnie ani innej osobie.
- d) jest związana z zaliczeniem studiów w Wyższej Szkole Zarządzania „Edukacja” we Wrocławiu.
- e) że treść pracy przedstawionej przeze mnie do obrony zawarta na przekazywanym nośniku elektronicznym jest identyczna z wersją drukowaną.

5. Udzielam Uczelni prawa do wprowadzenia i przetwarzania w systemie antyplagiatowym pracy dyplomowej mojego autorstwa oraz wyrażam zgodę na przechowywanie jej w celach realizowanej procedury antyplagiatowej w bazie cyfrowej systemu antyplagiatowego. Oświadczam, że zostałem/am poinformowany/a i wyrażam na to zgodę, że tekst mojej pracy stanie się elementem porównawczej bazy danych Uczelni, która będzie wykorzystywana, w tym także udostępniana innym podmiotom, na zasadach określonych przez Uczelnię, w celu dokonywania kontroli antyplagiatowej prac dyplomowych, a także innych tekstów, które powstaną w przyszłości.

.....  
(miejscowość, data)

.....  
(czytelny podpis autora pracy)

\*niepotrzebne skreślić