

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Факультет електроніки та інформаційних технологій**  
**Кафедра інформаційних технологій**

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Світлана ВАЩЕНКО

\_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,  
освітньо-професійної програми «Інформаційні технології проектування»  
на тему: Візуалізація 3D моделі ігрової локації

Здобувача (ки) групи ІТ-91 Шальнової Римми Юріївни  
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Римма ШАЛЬНОВА  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н., доцент Ірина БАРАНОВА \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра інформаційних технологій  
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В. о. зав. кафедри ІТ

\_\_\_\_\_ Світлана ВАЩЕНКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## **З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

*Шальновій Риммі Юріївні*

**1 Тема роботи** Візуалізація 3D моделі ігрової локації

**керівник роботи** Баранова Ірина Володимирівна, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_,

затверджені наказом по університету від « 29 » 05 2023 р. №0588-VI

**2 Строк подання студентом роботи** « 10 » 06 2023 р.

**3 Вхідні дані до роботи** \_\_\_\_\_ технічне завдання, фото моделей стилізованих  
об'єктів  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** \_\_\_\_\_ аналіз предметної області, постановка задачі,  
\_\_\_\_\_ проектування 3D моделі локації, практична реалізація моделі, висновки  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ актуальність роботи, мета та задачі, аналіз аналогів 3D локації, вимоги до  
\_\_\_\_\_ моделі локації, структурно-функціональний аналіз, засоби реалізації, практична  
\_\_\_\_\_ реалізація 3D локації: моделювання об'єктів, створення анімації, фінальна  
\_\_\_\_\_ візуалізація, висновки  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 8 лютого 2023 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ініціалізація та дослідження предметної області	11.02.23 – 15.02.23	
2	Оформлення технічного завдання	16.02.23 – 27.02.23	
3	Планування робіт проекту	28.02.23 – 21.03.23	
4	Огляд останніх досліджень	22.03.23 – 25.04.23	
5	Аналіз існуючих продуктів-аналогів	26.04.23 – 30.04.23	
6	Постановка задачі	01.05.23 – 02.05.23	
7	Вибір засобів реалізації	03.05.23 – 10.05.23	
8	Структурно-функціональний аналіз	11.05.23 – 14.05.23	
9	Моделювання 3D локації	15.05.23 – 29.05.23	
10	Оформлення документації	30.05.23 – 02.06.23	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Шальнова Р.Ю.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доц. Баранова І.В.

## РЕФЕРАТ

Тема роботи «Візуалізація 3D моделі ігрової локації».

Пояснювальна записка 64 с., 43 рисунки, 22 літературних джерел, 5 таблиць, 2 додатки.

Мета роботи є розробка та візуалізація ігрової локації, стилізованої під японську архітектуру.

В першому розділі досліджено предметну область та публікації за темою проекту, окреслені проблеми, які існують при моделюванні ігрового додатку, виконано постановку задачі та розроблено технічне завдання.

Проведено аналіз існуючих програмних продуктів для розробки 3D моделей та обрано для реалізації Blender3D.

В розділі 2 висвітлено питання структурно-функціонального моделювання проекту, представлено контекстну діаграму та діаграми декомпозиції, варіантів використання моделі.

В розділі 3 наведено етапи практичної реалізації роботи, які стосуються основної структури локації, моделюванню елементів та налаштуванню текстур з камерою. Було надано пояснення щодо реалізації кожного етапу .

Після детального аналізу було враховано всі переваги та недоліки та було визначено актуальність розробки 3D моделі. Аналіз технологій допоміг визначити найбільш зручний додаток для виконання поставленого завдання. Моделювання 3D локацій та візуалізація виконана за допомогою додатку Blender 3D.

Ключові слова: ігрова локація, японський стиль, 3D-модель, Blender, візуалізація.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Огляд останніх досліджень .....	8
1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів.....	9
1.3 Постановка задачі.....	13
1.4 Вибір засобів реалізації.....	14
2 ПРОЕКТУВАННЯ 3D ЛОКАЦІЇ.....	18
2.1 Структурно-функціональне моделювання.....	18
2.2 Діаграма варіантів використання .....	20
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛОКАЦІЇ .....	22
3.1 Основні етапи та структура роботи.....	22
3.2 Моделювання та текстурування основних об'єктів .....	23
3.3 Налаштування освітлення в локації .....	37
3.4 Налаштування камери та візуалізація .....	39
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	44
ДОДАТОК А. Технічне завдання.....	46
ДОДАТОК Б. Планування робіт.....	51

## ВСТУП

3D-моделювання відіграє важливу роль у житті сучасного суспільства. Сьогодні воно широко використовується у сфері маркетингу, архітектурного дизайну та кінематографії, не кажучи вже про промисловість. 3D-моделювання дає змогу створити прототип майбутньої споруди, комерційного продукту в об'ємному форматі. Важливу роль 3D моделювання відіграє під час проведення презентації та демонстрації будь-якого продукту чи послуги.

Завдяки появі нових способів маркетингу 3D-моделювання перейшло на новий рівень і стало затребуваним як ніколи. Кожна людина вже може створити за допомогою широкого вибору додатків 3D-об'єкт, чи то дизайнерську модель, чи персонажа улюбленого мультфільму. Звичайно, не всі знаються на 3D-програмах і можуть моделювати об'ємні об'єкти. Звідси й затребуваність професії у сфері 3D моделювання зростає у разі за останнє десятиліття [1].

На сьогоднішній день технології 3D-моделювання і візуалізації часто використовуються в багатьох сферах життя. Все частіше можна побачити їх використання в рекламних роликах та фільмах. Використовуючи 3D-візуалізацію, можливо побачити те, чого ще немає в реальності, або тільки планується. Вона дозволяє досить точно і реалістично відтворити будь-яку локацію.

3D розширює можливості сприйняття продукту або дизайну до інших сфер занурення. Завдяки своєму додатковому виміру 3D-моделі можуть за лічені секунди змінити думку глядача про те, що він бачить.

3D перекриває процес "прикидання", через який ми проходимо, дивлячись на 2D-об'єкт. Замість того, щоб робити більшу частину важкої роботи, наш мозок може розслабитися і насолоджуватися реалістичним 3D-відчуттям. Як наслідок, це позбавляє нас компенсації, яку ми повинні робити з плоскими зображеннями.

Ринок 3D-моделювання оцінюється в 6,52 млрд. доларів США в поточному році. Очікується, що до наступних п'яти років він досягне 12,92 млрд. доларів США, а його середньорічний темп зростання становитиме 14,67% протягом прогнозованого періоду. На цьому конкурентному ринку інновації у сфері 3D

моделювання є найпростішим способом створення 3D-середовищ. Рішення для 3D моделювання швидко генерують високоякісні 3D-локації, які готові до інтеграції у професійні додатки [2].

Тому візуалізація 3D моделі ігрової локації є актуальною задачею як для скорочення ресурсів на розробку майбутніх ігрових додатків на основі локації, так і для сучасного бізнесу.

Метою даної роботи є візуалізація 3D моделі ігрової локації зі стилізованим дизайном, використання якої забезпечить можливість реалізувати 3D модель в різні проекти.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

- дослідити предметну область й визначити актуальність роботи;
- сформулювати вимоги до моделі;
- розробити структуру проєкта;
- розробити та реалізувати дизайн та компоненти моделі;
- виконати тестування 3D моделі.

Практичне значення локації – може бути використана для створення привабливих рекламних матеріалів. Користувач може показати свої товари або послуги в реалістичному японському інтер'єрі, що допоможе залучити нових клієнтів та підвищити продажі. та надати можливість використати модель локації в одному з сценаріїв при створенні інді-гри .

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Огляд останніх досліджень

На сьогоднішній день технології 3D-моделювання і візуалізації часто використовуються в багатьох сферах життя. Все частіше можна побачити їх використання в рекламних роликах та фільмах. Використовуючи 3D-візуалізацію, можливо побачити те, чого ще немає в реальності, або тільки планується. Вона дозволяє досить точно і реалістично відтворити будь-яку локацію.

3D розширює можливості сприйняття продукту або дизайну до інших сфер занурення. Завдяки своєму додатковому виміру 3D-моделі можуть за лічені секунди змінити думку глядача про те, що він бачить.

3D перекриває процес "прикидання", через який ми проходимо, дивлячись на 2D-об'єкт. Замість того, щоб робити більшу частину важкої роботи, наш мозок може розслабитися і насолоджуватися реалістичним 3D-відчуттям. Як наслідок, це позбавляє нас компенсації, яку ми повинні робити з плоскими зображеннями.

Під час розробки ігрового процесу, найбільше уваги приділяється саме етапу моделювання ігрової локації, адже це метод навігації на місцевості, яке допомагає нам орієнтуватися та визначати положення за допомогою сигналів.

Наповнення локації також має важливе значення, адже гравець має бути постійно зацікавлений в ігровий процес.

По-перше, спочатку локації можуть бути відкритими на 100%, але вони обмежені рівнем гравця або якістю спорядження — гравець не зможе довго проіснувати всередині високорівневих зон зі спорядженням новачка надовго. Інші ігри поступово відкривають локації після виконання певних квестів або отримання квестів. Наприклад, GTA: Vice City відкрив Острів Морської Зірки після захисту Рікардо Діаса в торгівлі [3].

Передати антураж ігрового світу через 3D модель надзвичайно складно. Кожен гравець під час ігрової сесії спостерігає та аналізує навколишній світ ігрової



локації. Картинка, яку сприймає людський мозок, об'ємна, дуже складна, складається з найдрібніших елементів, відбитих частинок світла. Навіть невеликі невідповідності миттєво ідентифікуються як несправжні, нереальні.

Тому в даний момент розвитку ігрової індустрії надто важливо звертати увагу на деталі, які потім зможуть залишити гарний слід в пам'яті гравця. І. Палочкін в статті «Важливість стилю в ігрових інтерфейсах» [4] розглядає останні нововведення, які допоможуть в майбутніх створеннях ігрових світів. Він надає акцент технологіям, які надають можливість створювати масштабні локації за лічені години.

Тож візуалізація 3D моделі ігрової локації є актуальною задачею, оскільки дозволяє урізноманітнити ігровий процес.

## 1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів

3D-мапінг і 3D-модельовання часто використовуються в ігровій індустрії та індустрії відеорозваг для створення послідовностей дій, які дають глядачам відчуття, ніби вони перебувають у реальній локації.

Ринок 3D-мапінгу та 3D-модельовання значно зріс за останні роки завдяки зростаючому попиту на 3D-анімацію в мобільних іграх та інших додатках, а також прагненню індустрії відеорозваг забезпечити кращі враження від перегляду.

Ігрові компанії, такі як Sony, Xbox, Microsoft і Tencent, вже використовують 3D-технології та розробляють 3D-ігри, створюючи віртуальний світ, який може імітувати рухи користувача і дарувати йому більш реалістичний досвід.

Як аналоги для аналізу обрано 3 моделі ігрових локацій з сайту [sketchfab.com](http://sketchfab.com), а саме:

- Players' Houses 01\_Sufokia Dofus
- House`s Interior\_Dofus
- Sufokia Maison 02\_Dofus

## Players' Houses 01\_Sufokia Dofus

Якщо розбирати цю модель, то можна побачити, як автор вирішив зробити акцент на тематиці середньовіччя (рис.1.1). Модель чітко передає якість компонентів, а також надає ефект атмосфери.

Інтер'єр кімнати відображений в моделі за допомогою LowPoly моделювання. Користувача зустрічає невелика вітальня з дерев'яними меблями та архітектурою. Також присутній камін з кількома шафами для зберігання речей [5].

Дана модель дуже гарно підійде для інді-розробників, які зможуть втілити свою ідею в дану модель та створити власний ігровий додаток.



Рисунок 1.1 – Вигляд 3D моделі «Players' Houses 01\_Sufokia Dofus»

## House`s Interior\_Dofus

Дана модель є частиною попередньої моделі. В локації чітко видно задум автора реалізувати місцевий ринок (рис.1.2). За допомогою створених об'єктів автор детально передав атмосферу та акцентував увагу на моделі. Як і випадку з попередньою локацією, дана модель може надати ідею для створення ігрового квесту, або навіть для ігрового додатку [6].



Рисунок 1.2 – Вигляд локації «House`s Interior\_Dofus»

### **Sufokia Maison 02\_Dofus**

Дана модель побудована з чіткими ознаками двох попередніх моделей. Можна помітити, що стіни даної локації не детально виконані, а лише містять накладену структуру [7].

Головним плюсом є наповнення кімнати елементами декору, що надає можливості створювати безліч сценаріїв для взаємодії (рис. 1.3).

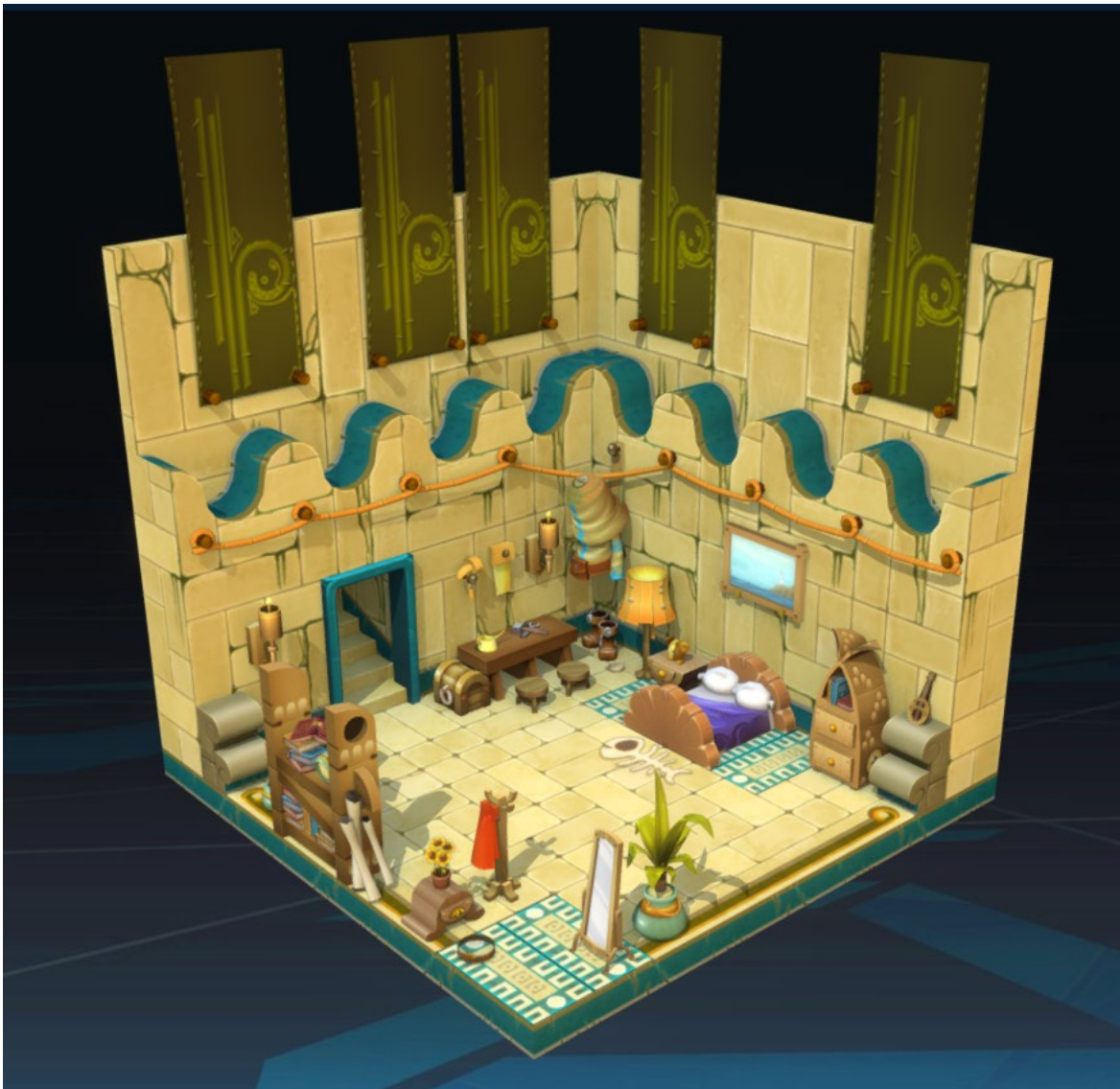


Рисунок 1.3 – Вигляд локації «Sufokia Maison 02\_Dofus»

Проаналізувавши представлені 3D моделі, можна визначити головні елементи, які за суб'єктивною оцінкою зможуть привернути увагу користувача. Головна перевага моделей – наповнення різними 3D елементами. Це допомагає утримувати інтерес користувача, а також надає більше можливостей для взаємодії з елементами при створенні ігрового додатку на основі локації. Розроблена 3D модель гри повинна бути змодельована з урахуванням головних переваг проаналізованих аналогів (табл 1.1).

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогічних 3D моделей

Критерії порівняння	3D моделі		
	Players' Houses 01_Sufokia Dofus	House`s Interior_Dofus	Sufokia Maison 02_Dofus
Масштабність(0-10)	6	8	6
Деталізація(0-10)	7	7	7
Анімація(0-10)	Відсутня	4	Відсутня
Кількість елементів декору	15	19	17
Якість графіки(0-10)	8	5	6

### 1.3 Постановка задачі

Метою проекту є візуалізація 3D моделі ігрової локації. Головне призначення – варіювати різноманітність ігрового світу в майбутньому проєкті на основі локації, стилізованої під японську архітектуру. Це дозволить зацікавити фанатів японської культури.

Для досягнення результату треба вирішити наступні питання:

- Провести аналіз предметної області, публікацій за темою роботи, визначити актуальність роботи та основні вимоги до моделі ігрової локації
- розробити технічне завдання на проєкт;
- виконати планування робіт та проаналізувати можливі ризики;
- розробити структуру проєкта, визначити необхідні елементи стилізованих об'єктів;
- розробити відповідні моделі, налаштувати для них текстури та матеріали;
- створити візуальні ефекти та налаштувати камеру;
- провести тестування моделі та оформити супровідну документацію.

Модель 3D локації повинна мати візуальні ознаки, які характеризують японську культуру та архітектуру, максимально відтворювати всі деталі.

Моделювання 3D локації виконується за допомогою програмного продукту Blender 3.5, налаштування та застосування текстур, візуалізація сцени – в цьому ж редакторі. Всі моделі будуть створюватися як низько полігональні LowPoly.

Більш детальні вимоги до проекту описані у технічному завданні на розробку проекту (додаток А).

## 1.4 Вибір засобів реалізації

Програмне забезпечення для 3D-моделювання надає дизайнерам та інженерам інструменти для планування, проектування, створення та розробки тривимірних моделей і зображень об'єктів. Кожна з програм має перевагу над іншими в функціональності та можливостях. Тому для реалізації проекту потрібно обрати найбільш збалансований програмний продукт для тривимірного моделювання [8]. Для аналізу було обрано наступні програмні додатки: Blender 3D, Cinema 4D, 3ds Max.

### **Blender 3D**

Перш за все, Blender є безкоштовним і з відкритим вихідним кодом, що означає, що він надзвичайно доступний і простий для будь-кого, хто хоче почати працювати з ним, не витрачаючи при цьому жодних грошей. Головна особливість Blender 3D – це його різноманітність. Blender пропонує користувачу все: від моделювання та ліплення, текстурування до анімації та редагування відео [9].

Ще однією переважною особливістю Blender'a є його процедурний робочий процес. Користувач може створювати 3D-об'єкт, вносити в нього зміни, а потім скасовувати ці зміни, не руйнуючи сітку об'єкта. Це має величезне значення для підтримки чистого та ефективного робочого процесу.

Приклад робочого процесу у програмному додатку Blender 3D представлено на рисунку 1.4.





Рисунок 1.4 – Приклад робочого процесу у програмному додатку Blender 3D

### 3ds Max

3ds Max надає платформу з необхідними функціями, на якій будь-хто може розвивати та застосовувати свої творчі навички. Він має вбудовані 3D-об'єкти, такі як двері, вікна, тверді тіла тощо, тому не потрібно створювати їх вручну. Він має найкращі параметри рендерингу та вбудовані властивості матеріалів [10]. Не потрібно завантажувати для нього інше програмне забезпечення для візуалізації, наприклад, Vray, Keyshot тощо. Він має інструменти дизайну для початківців, а також просунуті інструменти дизайну для різних галузей застосування. Це програмне забезпечення широко використовується в дизайнерських компаніях. Приклад робочого процесу представлено на рисунку 1.5.

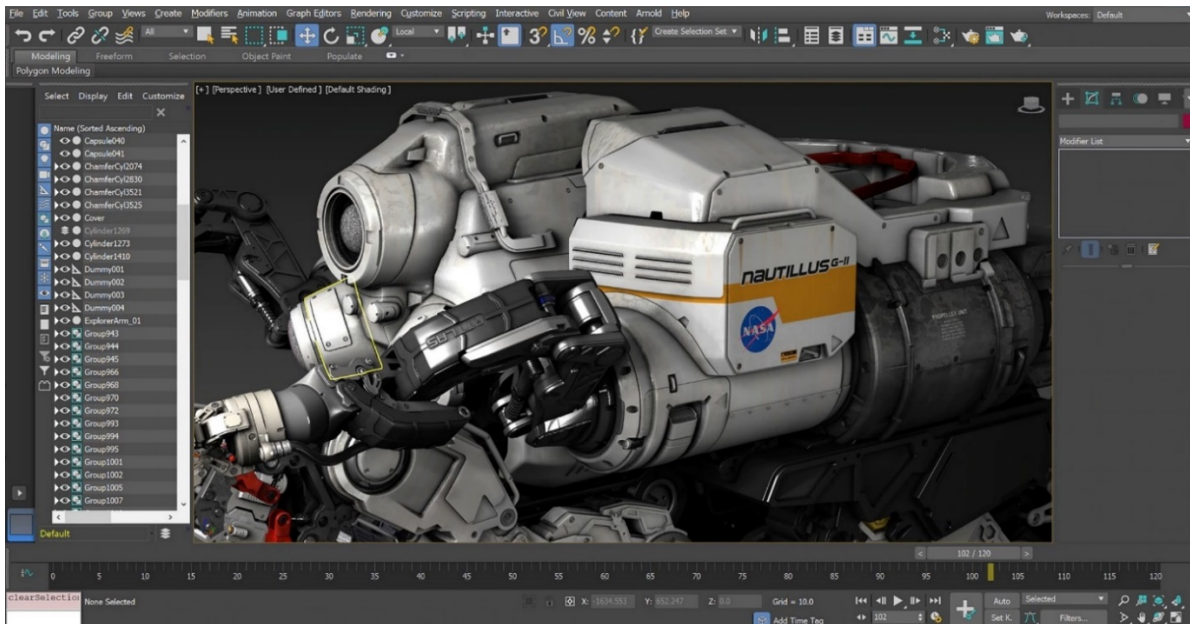


Рисунок 1.5 – Приклад робочого процесу в програмі «3ds Max»

## Cinema 4D

Cinema 4D можна використовувати для широкого спектру 3D-додатків. Користувачі програми можуть швидко створювати від базових до складних моделей незалежно від рівня їхнього досвіду. Ця програма не тільки спрощує моделювання, але й додає освітлення, текстури та анімацію [11]. Якщо у користувача є потреба створити фотореалістичне зображення або мультфільм, ця програма може допомогти. Приклад робочого процесу наведено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Приклад робочого процесу у програмному додатку Cinema 4D



Для більшої наочності порівняння графічних редакторів складено таблицю характеристик всіх додатків для моделювання (табл 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняння додатків для моделювання

Характеристика	Додатки для 3D моделювання		
	Blender 3D	3ds Max	Cinema 4D
Компанія	Open-source (OSS)	Autodesk	MAXON
Рік створення	2003	1990	1990
Ключові особливості	Модифікатор моделі. Гарячі клавіші. Плагіни для полегшення роботи.	Система сплайнів. Доступна мова скриптів. Можливість змінювати модель під час рендерингу.	Процедурний та полігональний стиль моделювання.
Підходить для:	Анімації та незалежних проєктів.	3D моделювання та створення рухливих частин	Студійної анімації та моделювання
Поріг входження	Складний	Середній	Легкий
Ціна	Безкоштовний	1470\$ за рік	700\$ за ліцензію

Після детального аналізу додатків для 3D моделювання було визначено, що Blender 3D найкраще підходить для реалізації задачі. Даний додаток має всі доступні інструменти для реалізації проєкту. Також цей продукт безкоштовний, тому це допоможе в економії бюджету.

## 2 ПРОЕКТУВАННЯ 3D ЛОКАЦІЇ

### 2.1 Структурно-функціональне моделювання

Для побудови моделі проекту застосовується зручна методологія IDEF0. Даний підхід передбачає створення простої та наглядної ієрархії діаграм. При цьому на початку створюється контекстна діаграма, що описує в цілому систему та її взаємодію з оточуючим середовищем. Потім за необхідності досягнення певного рівня зрозумілості кожна підсистема декомпозиється [12].

Основними складовими діаграми у нотації IDEF0 являються блоки та стрілки. Блоки позначають функції модельованої системи, а стрілки відображають взаємодію між ними.

Діаграма нульового рівня в нотації IDEF0 представлена на рисунку 2.1.

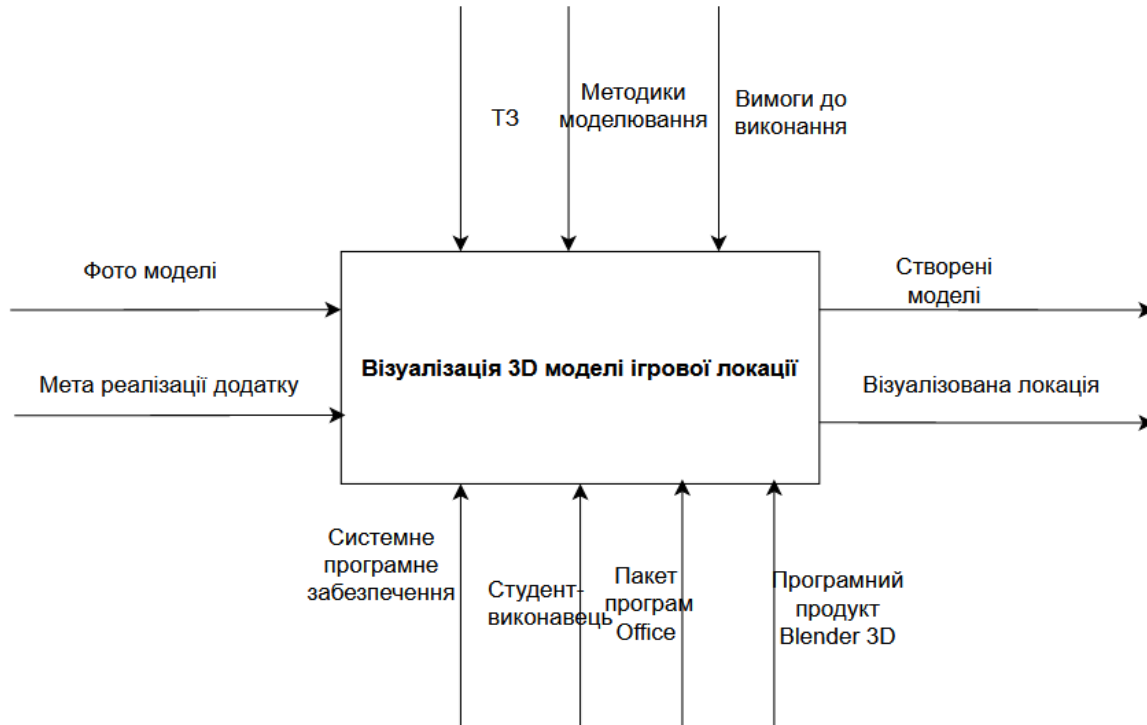


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма «Візуалізація 3D моделі ігрової локації»

Як вхідні дані подається фото моделі та мета реалізації локації. До управління відноситься ТЗ, методики моделювання та вимоги до виконання. Механізмами в даному випадку виступають студент-виконавець, пакет програм Office, програмний продукт Blender 3D та системне програмне забезпечення.

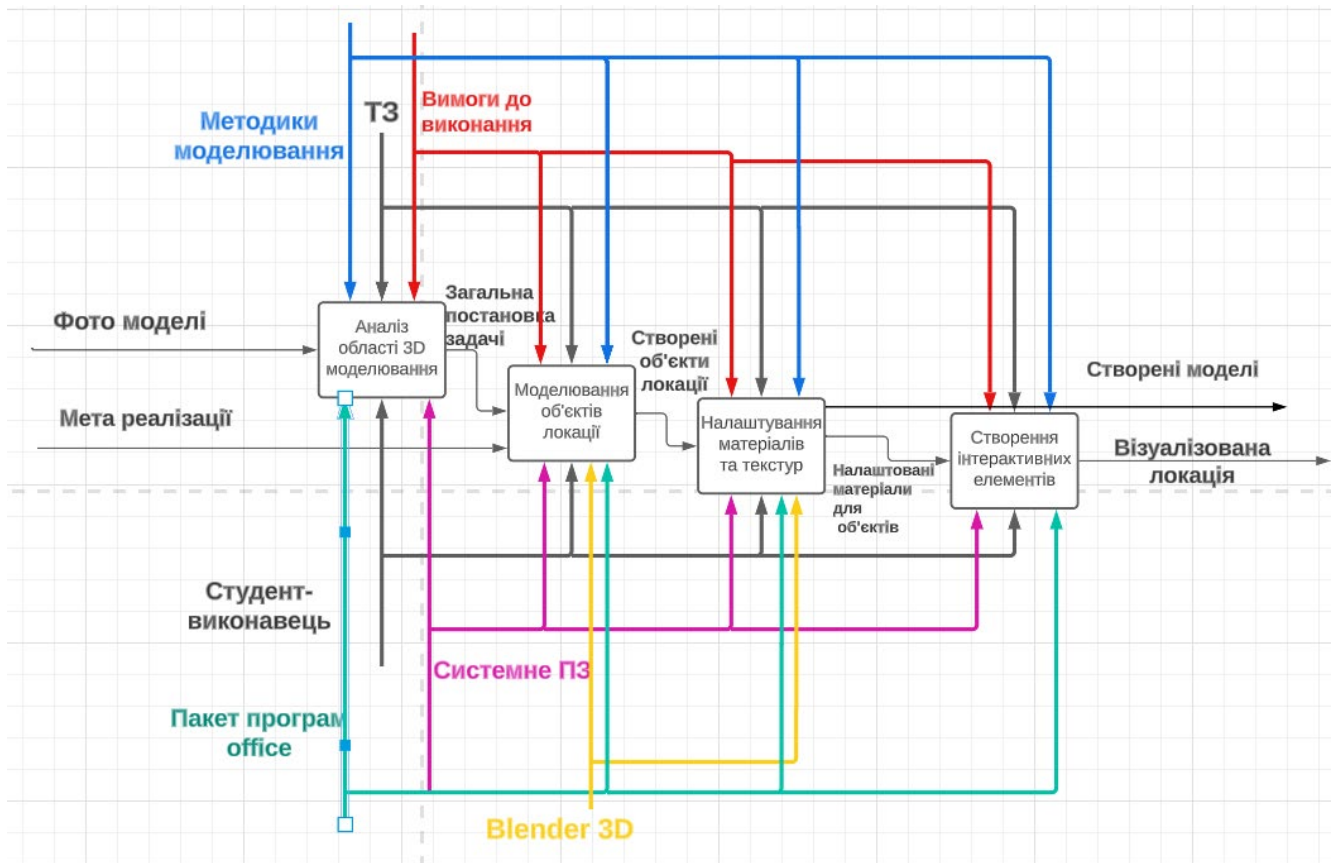


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції блоку «Створення сцени»

Блок "Аналіз області 3D моделювання" – в ньому проводиться дослідження та аналіз області 3D моделювання з метою визначення технологій, методів та вимог, що необхідні для створення локації.

Блок "Моделювання об'єктів локації" – у цьому блоці здійснюється процес моделювання об'єктів, які будуть присутні у створеній локації. Використовуються програмні засоби Blender 3D та необхідні технічні дані.

Блок "Налаштування матеріалів та текстур" – в даному блоці виконується робота з налаштування матеріалів та текстур для створених об'єктів локації. Використовуються вхідні дані та програмний продукт Blender 3D.

Блок "Створення локації" – у цьому блоці здійснюється процес створення локації, який включає розміщення моделей об'єктів, застосування матеріалів та текстур, створення освітлення тощо. Вихідні дані цього блоку включають створені моделі та візуалізовану локацію.

## 2.2 Діаграма варіантів використання

Наступним етапом моделювання є розробка діаграми варіантів використання [13-14], яка допомагає користувачу зрозуміти – які функції надаються, та яким правом доступу відповідають.

На рисунку 2.3 подано діаграму варіантів використання. Як актор в даному випадку виступає користувач. Вибір файлів проекту, огляд локації, використання в особистих цілях – це варіанти використання 3D моделі ігрової локації.

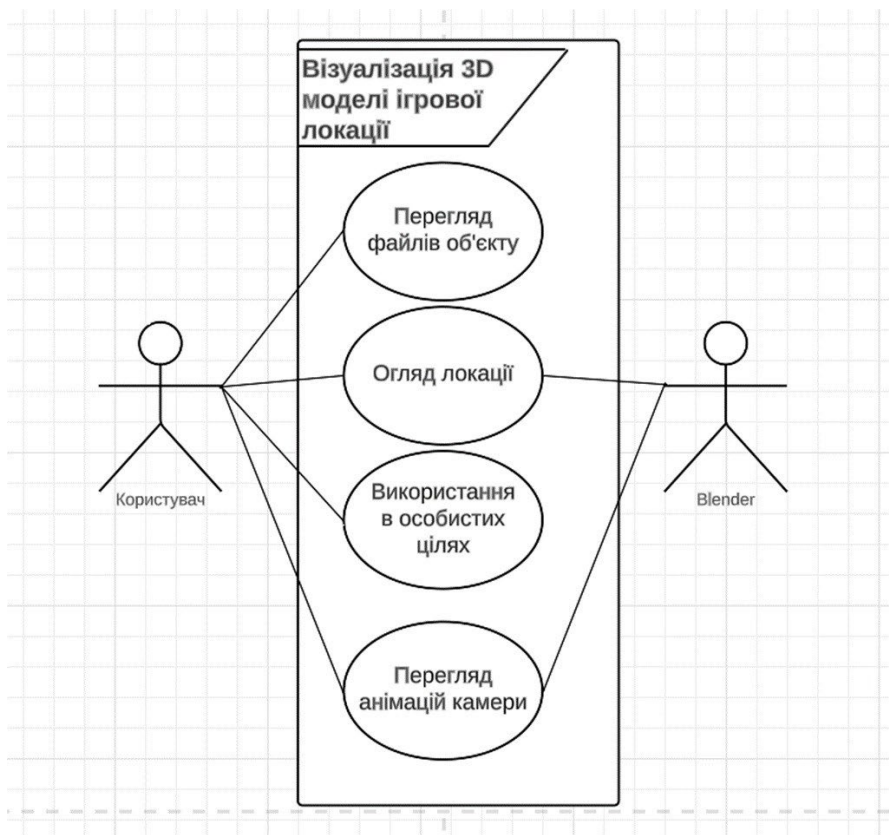


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання

Також було побудовано діаграму Ганта для визначення строків виконання кожного етапу виконання проекту, а також проведено оцінку ризиків для розуміння доцільності виконання проекту. Повна інформація про планування робіт представлена в додатку Б.

## 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛОКАЦІЇ

### 3.1 Основні етапи та структура роботи

Для початку роботи необхідно визначитись з підходом до моделювання. Було вирішено використати створення тривимірних об'єктів шляхом апроксимації поверхонь за допомогою багатокутників – іншими словами, використано полігональне моделювання. Для візуалізації складових моделей локації обрано «LowPoly» стилістику [15]. Це допоможе економити ресурси ПК під час рендеру та процесу моделювання.

Практична реалізація моделі локації відбувалась поетапно – спочатку були розроблені моделі основних об'єктів, потім для них проведено налаштування текстур і матеріалів, далі моделі об'єктів зібрані в одній сцені загальної локації. Далі проведено налаштування й анімація камери та результуюча візуалізація сцени.

Оскільки сцена містить багато складних об'єктів, моделювання кожного з них відбувалося поетапно. Структурно сцена ігрової локації містить такі основні об'єкти (рис.3.1).

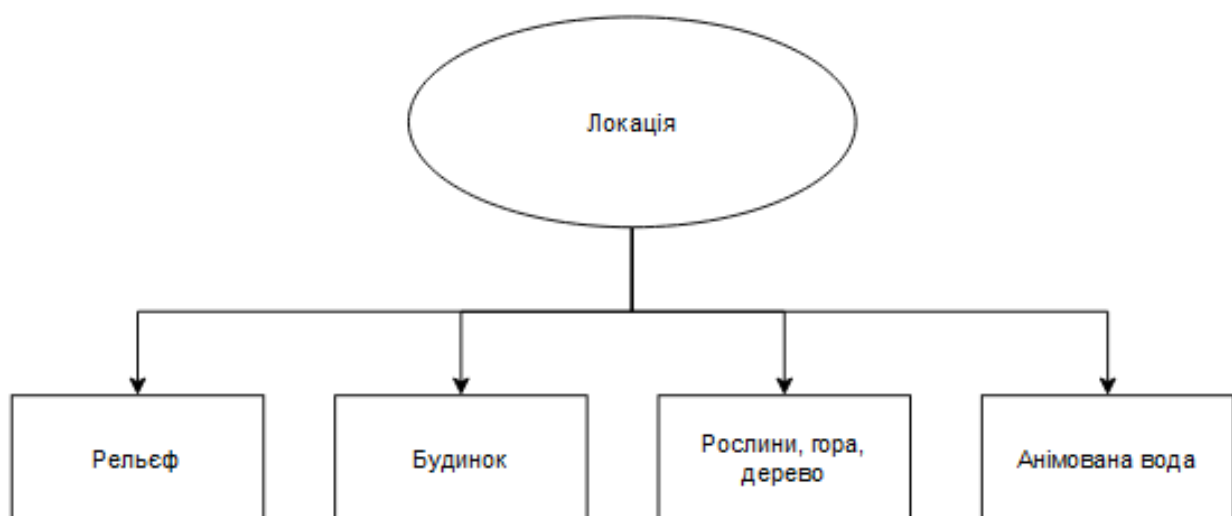


Рисунок 3.1 – Структура ігрової локації

### 3.2 Моделювання та текстурування основних об'єктів

На початку моделювання в Blender доступний базовий об'єкт для подальшої роботи – static mesh Cube [16]. З ним ми і будемо працювати на початку в режимі редагування EditMode (рис 3.2).

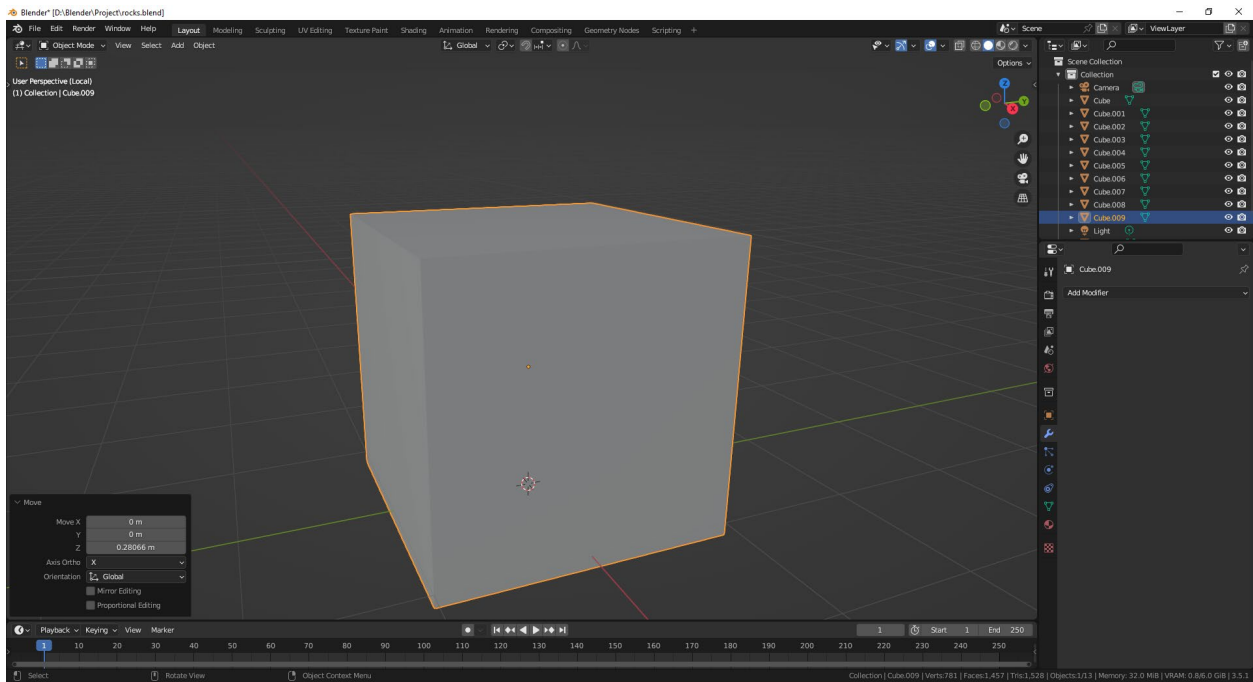


Рисунок 3.2 – Базовий об'єкт static mesh «Cube»

Роботу починаємо зі створення елементів рельєфу локації, розпочнемо з гори. З базового mesh необхідно створити модель каменя-кругляка, що буде використовуватися як частина гори в локації. Спочатку необхідно збільшити кількість граней за допомогою модифікатору Subdivision Surface. Модифікатор (часто скорочено Subdiv) використовується для розбиття граней полігонального об'єкту на менші грані, надаючи їй гладкого вигляду. Він дозволяє створювати складні гладкі поверхні при моделюванні простих об'єктів. Це дозволяє уникнути необхідності зберігати і підтримувати величезні обсяги даних, а також надає об'єкту плавного "органічного" вигляду. На рисунках 3.3 – 3.4 представлено процес роботи з модифікатором.

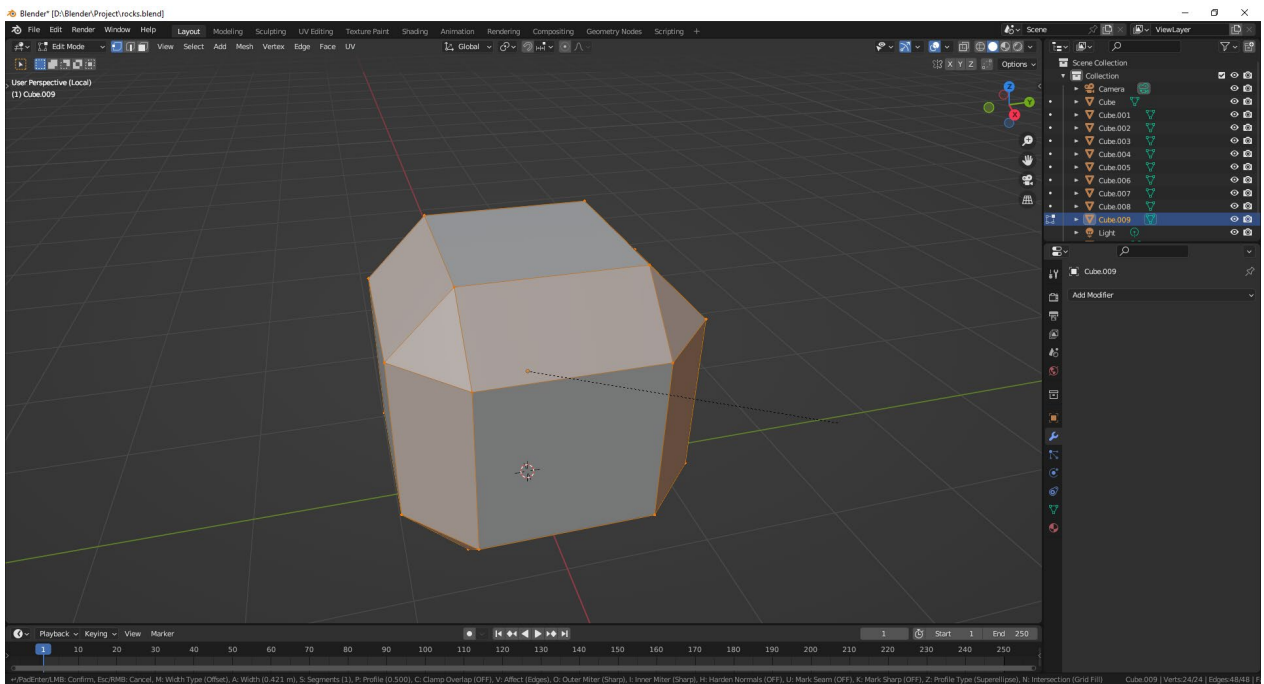


Рисунок 3.3 – Перша частина роботи з модифікатором Subdiv

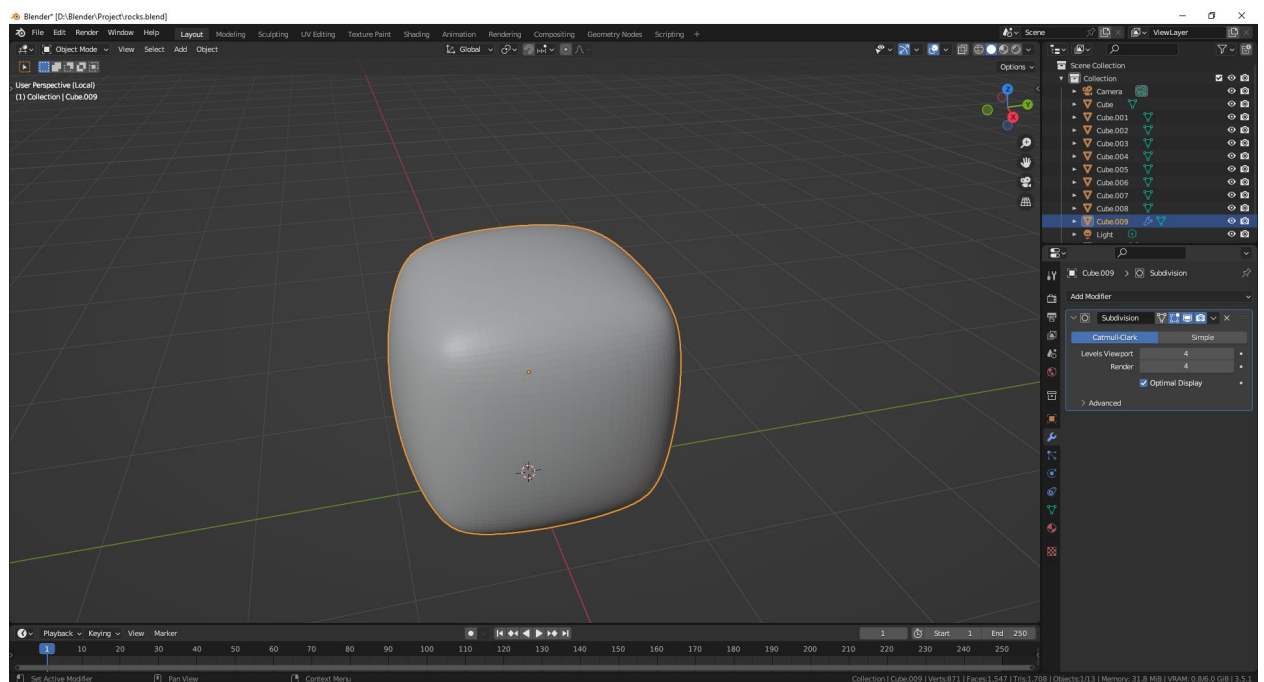


Рисунок 3.4 – Друга частина роботи з модифікатором Subdiv

Далі нам потрібно змістити вершини для надання моделі каменя-кругляка більш правдоподібного вигляду. Модифікатор Displace (Зміщення) зміщує вершини об'єкту на основі інтенсивності текстури. Можна використовувати як процедурні, так і текстури зображення. Переміщення може відбуватися вздовж певної локальної осі, вздовж нормалі до вершини або окремі RGB-компоненти



текстури можуть бути використані для одночасного переміщення вершин у локальних напрямках X, Y та Z (іноді це називається векторним переміщенням). Також для більш реалістичної моделі кругляка необхідно виконати операцію нанесення текстури на mesh. На рисунку 3.5 представлено вигляд каменя та перелік налаштувань текстури для модифікатора Displace.

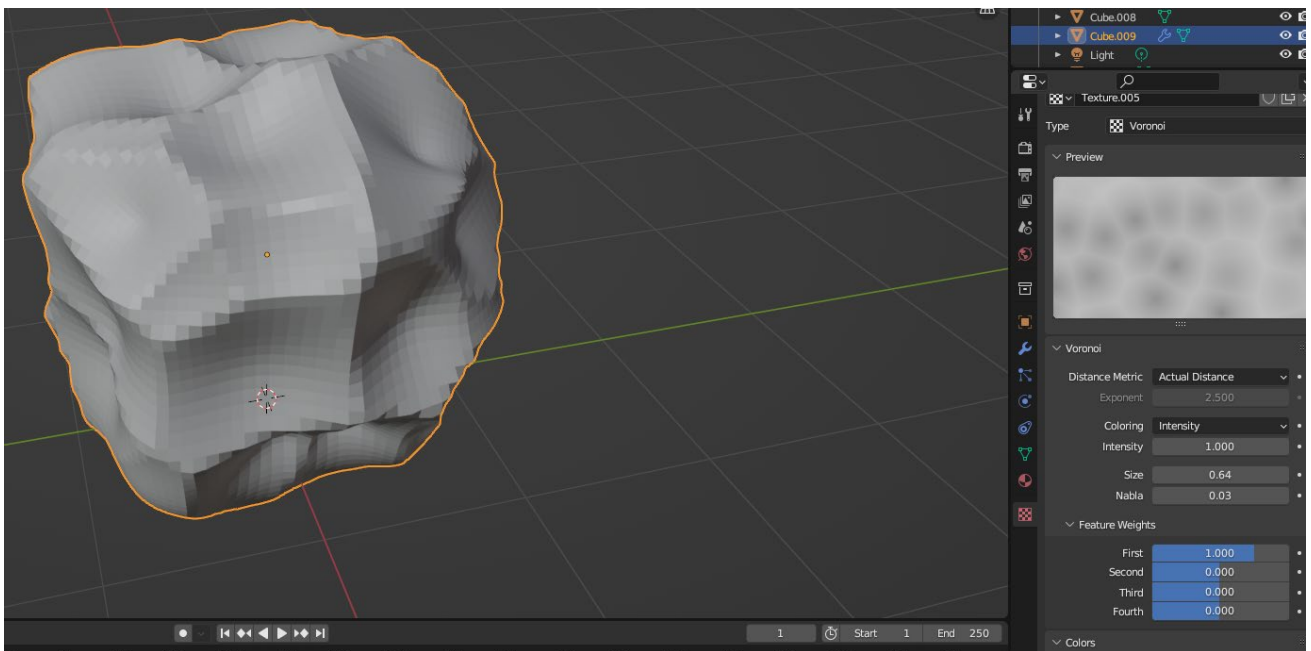


Рисунок 3.5 – Вигляд об’єкту після використання модифікатору Displace

Для підвищення якості об’єкту необхідно використати модифікатор Decimate (Зменшення), який дозволяє зменшити кількість вершин/граней об’єкту з мінімальними змінами форми [17], оскільки усі моделі створюємо як низькополігональні.

Зазвичай він не використовується на сітках, які були створені шляхом ретельного та економного моделювання (де всі вершини та грані необхідні для правильного визначення форми). Але якщо об’єкт є результатом складного моделювання, ліплення та/або застосування модифікаторів Subdivision Surface/ Multiresolution, то Decimate можна використовувати для зменшення кількості полігонів для підвищення продуктивності, або просто для видалення непотрібних вершин та ребер. На рисунку 3.6 представлено результат застосування модифікатора.

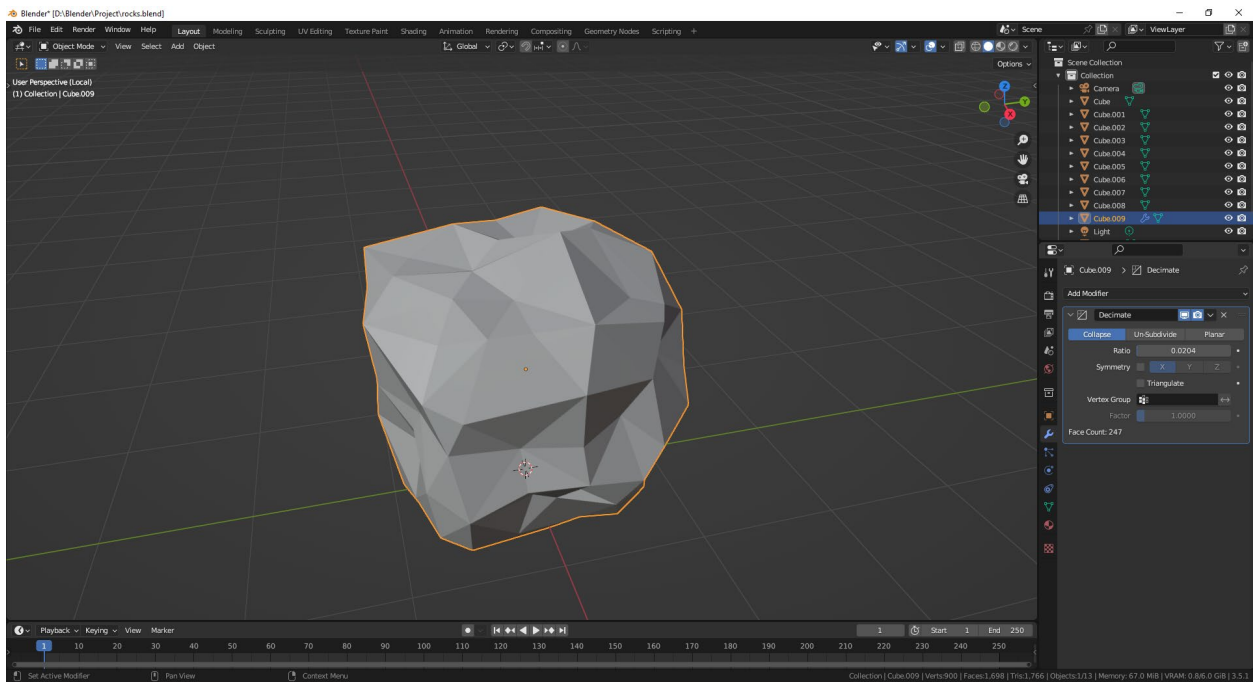


Рисунок 3.6 – Результат застосування модифікатору Decimate

Для створення гори, необхідно створити декілька кружляків за вище описаним алгоритмом. Після цього за допомогою інструменту «Трансформація» перетягуємо створені об'єкти на місце розташування гори (рис 3.7).

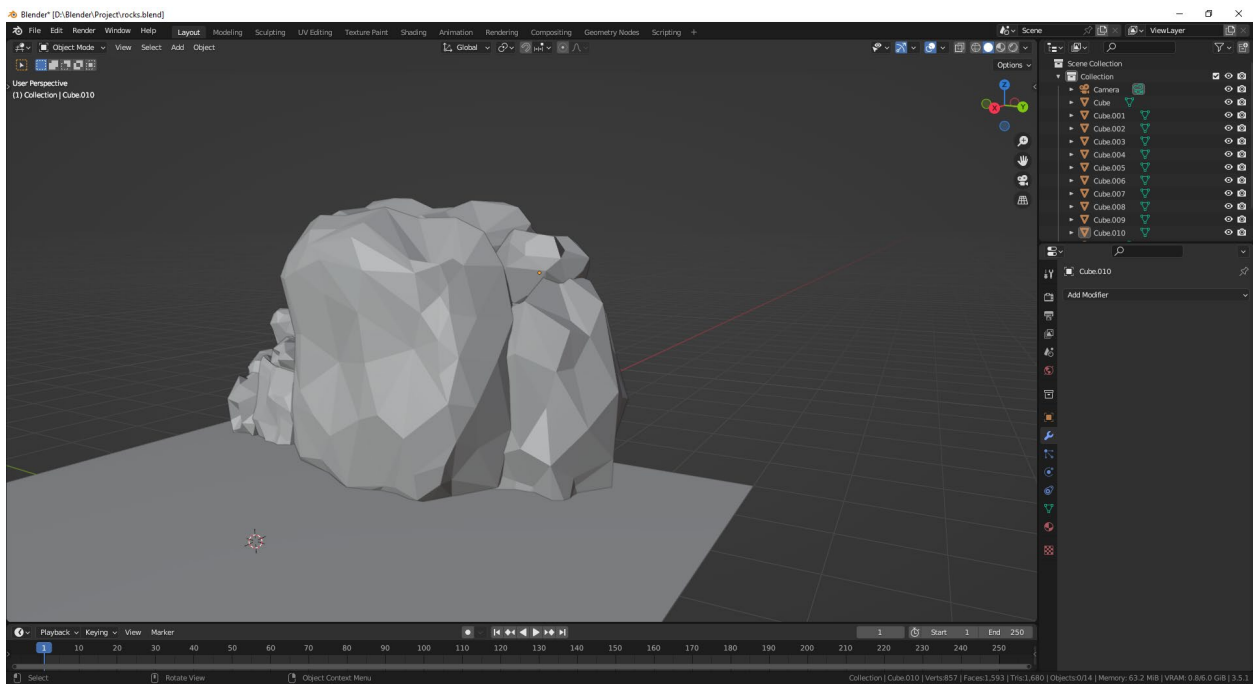


Рисунок 3.7 – Створена частина локації

Для наступного етапу моделювання, необхідно використати модифікатор Skin, який використовує вершини та ребра для створення поверхні мінімальної товщини, використовуючи радіус для кожної вершини для кращого визначення форми. На виході отримуємо переважно чотирикутники, хоча деякі трикутники з'являтимуться навколо перетинів. Це швидкий спосіб генерувати базові об'єкти для ліплення та/або згладжування органічних форм з довільною топологією. Для розміщення на локації використовувався інструмент «Трансформація». На рисунку 3.8 представлено результат створення дерева з використанням модифікатора Skin.

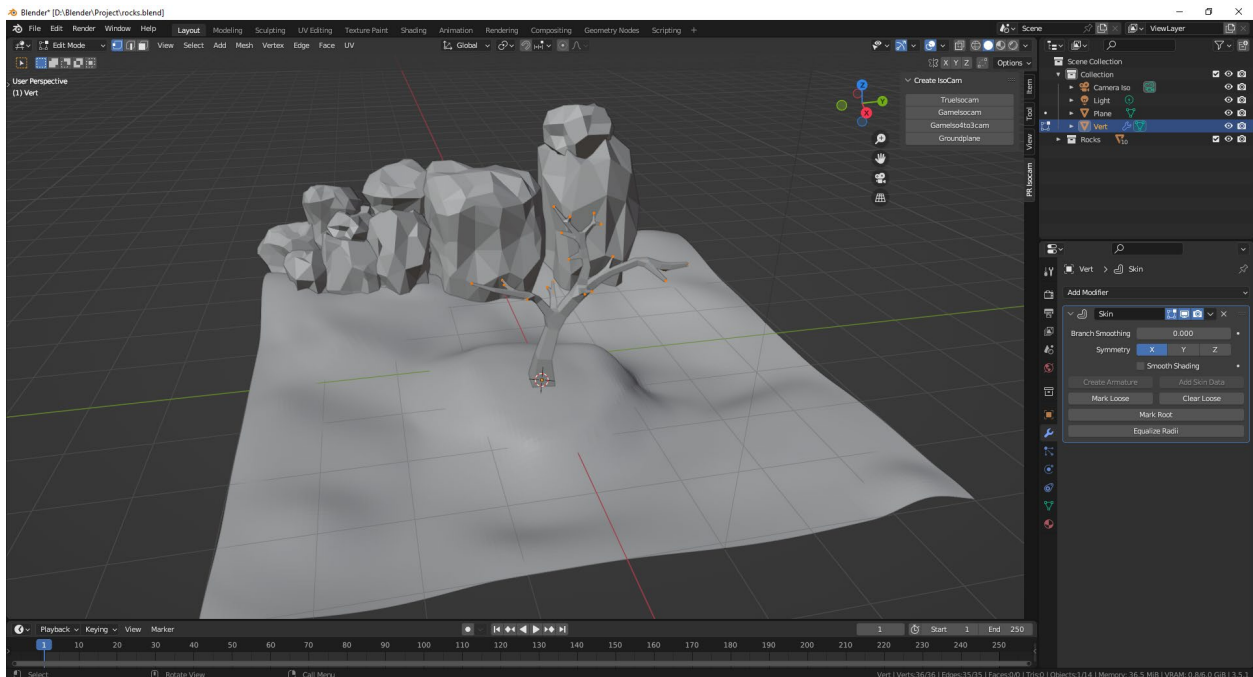


Рисунок 3.8 – Створення дерева з використанням модифікатора Skin

Для моделі будинку спочатку необхідно створити каркас, і для цього було використано static mesh Cylinder та модифікатор Mirror для віддзеркалення створених елементів, що значно економить час на створення каркаса (рис 3.9).

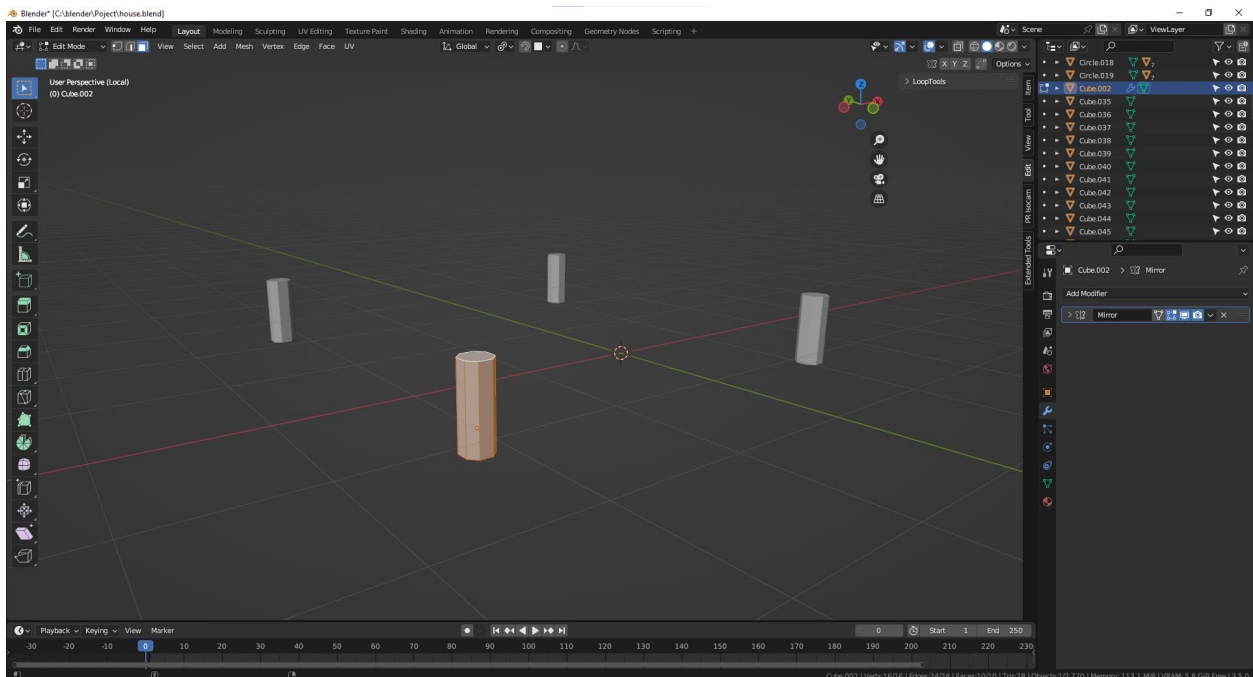


Рисунок 3.9 – Результат створення каркаса поверху

За допомогою статичних meshів (Circle, Cube), а також інструментів видавлювання поверхонь (Extrude) було створено модель будинку. Спочатку створено дах будинку (рис 3.11), а потім саму модель будинку зі сходами. Після виконання моделювання, всі створені елементи локації були розміщені на локації (рис 3.12). Для надання дереву ефекту анімації листя використовувалась також створена система частинок Particle System .

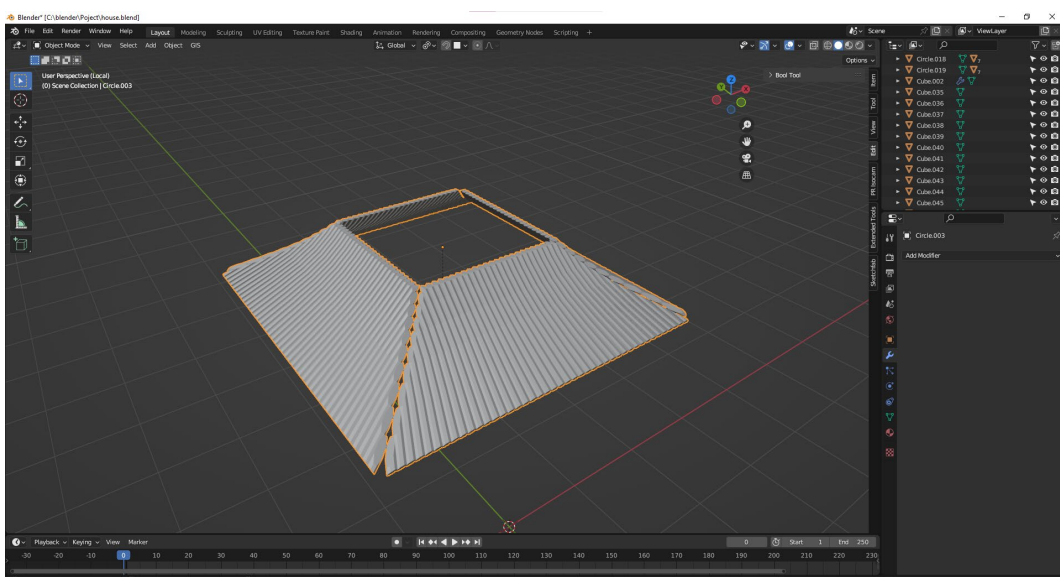


Рисунок 3.11 – Створений дах будинку



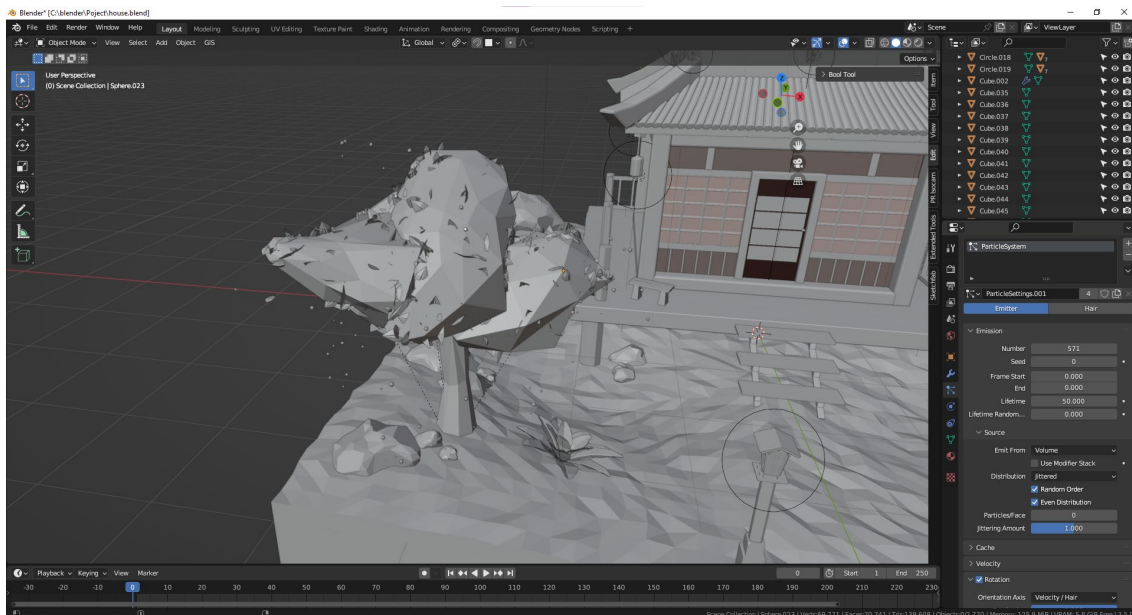


Рисунок 3.12 – Розміщені елементи локації

В другій частині локації міститься частина гори та акведук. Для візуалізації було додано анімацію води. Для створення анімації використовувалися Geometry Nodes для створення взаємодії елементів між собою [18]. Приклад використання Geometry Nodes (рисунок 3.13) та створення анімації води наведено на рисунках 3.14 – 3.18.

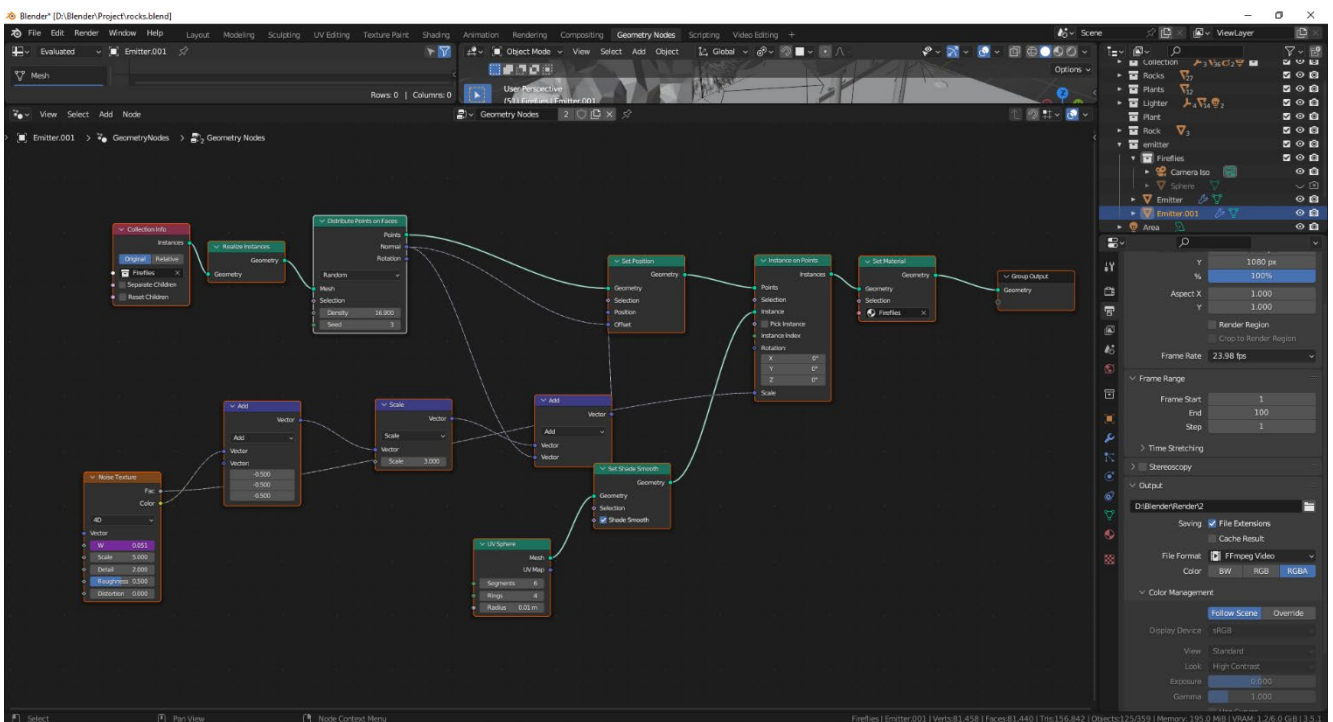


Рисунок 3.13 – Приклад використання Geometry Nodes для другої частини локації

На рисунку 3.14 зображено загальний вигляд другої частини локації з використанням Geometry Nodes.

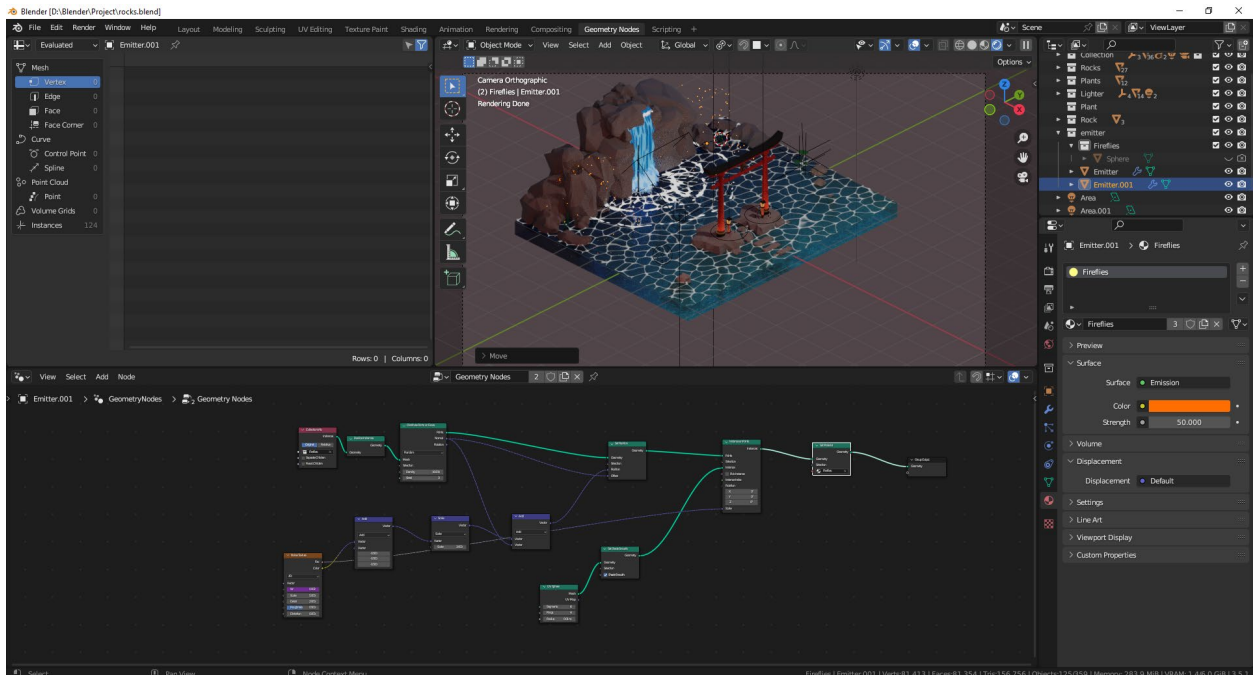


Рисунок 3.14 – Загальний вигляд другої частини локації

Тепер необхідно розглянути кожну частину анімації окремо. Для початку необхідно створити область, в якій буде відбуватися анімація бризок води.

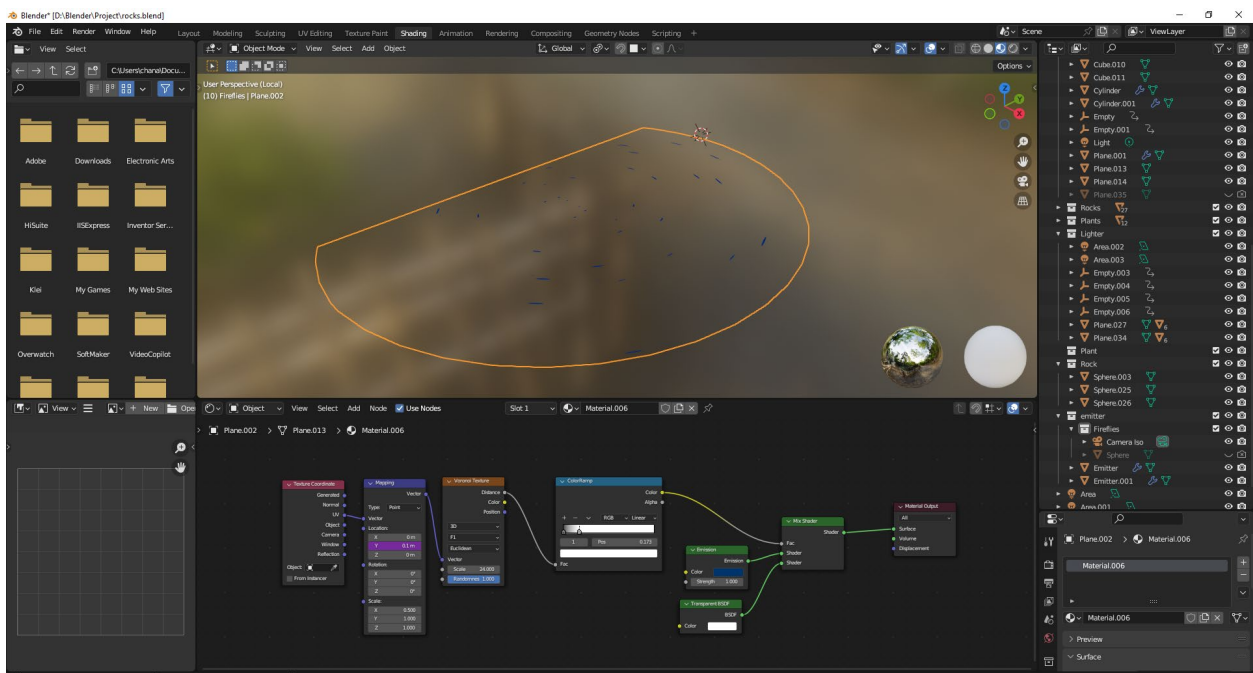


Рисунок 3.15 – Перший етап створення анімації води

Початковий етап анімації з використанням Geometry Nodes зображено на рисунку 3.16.

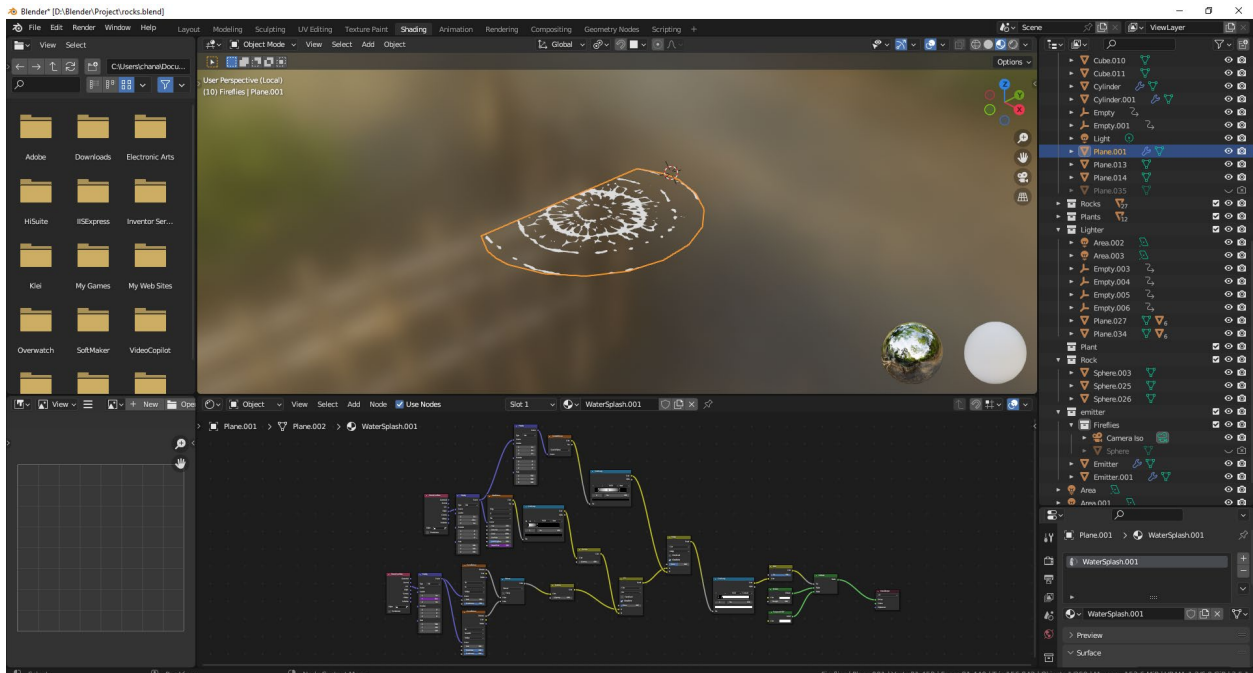


Рисунок 3.16 – Другий етап створення анімації води

Також потрібно виділити всю область локації для більш детальної анімації (рис.3.17).

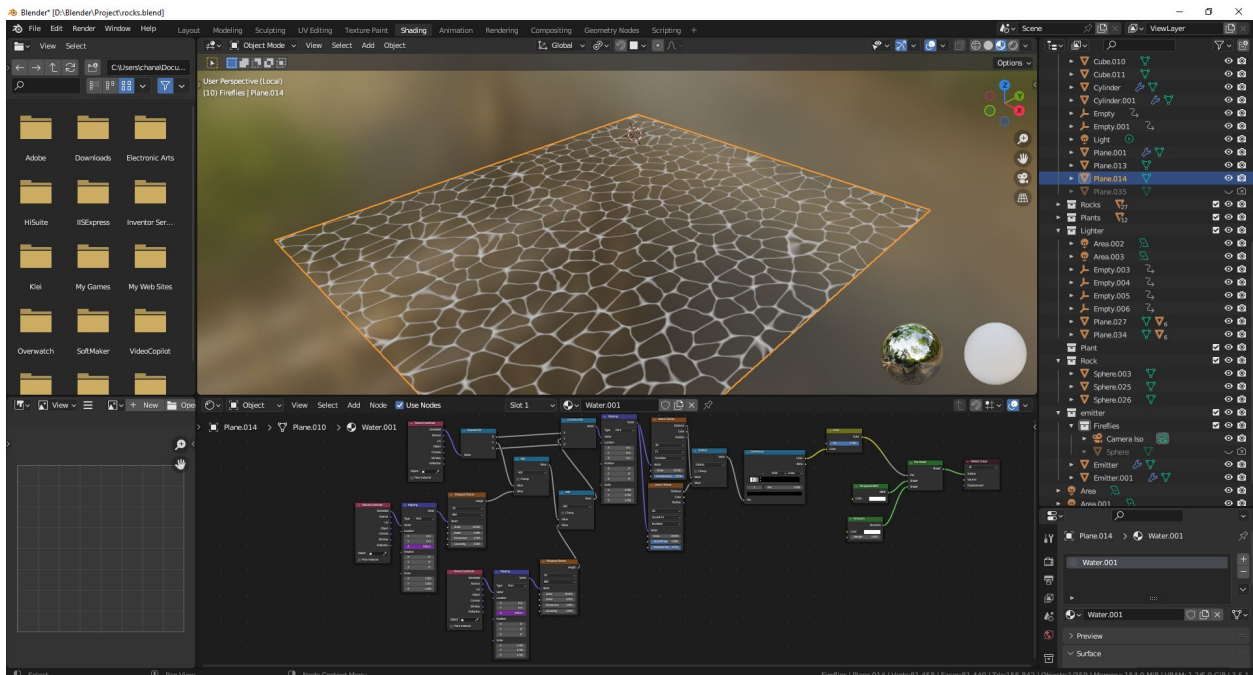


Рисунок 3.17 – Третій етап створення анімації води



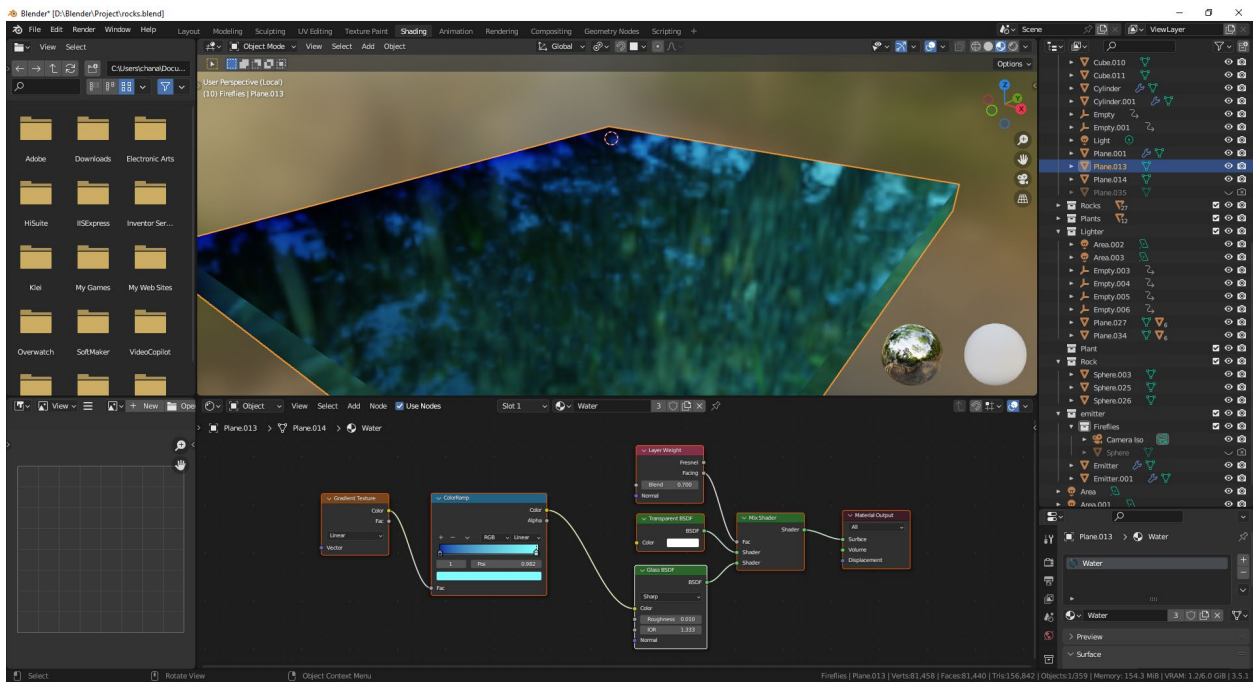


Рисунок 3.18 – Етап створення текстури води

Для кожного елементу локації було створено текстури. Для створення текстур використовувались такі Nodes як [19]:

- Texture Coordinate (використовується для координат текстур, які зазвичай використовуються як вхідні дані для Vector input);
- Mapping (трансформує вхідний вектор, застосовуючи трансляцію, обертання та масштабування);
- Voronoi Texture (обчислює Voronoi Texture за координатами вхідної текстури);
- Math Node (виконує математичні операції);
- Color Ramp Node (використовується для відображення значень у кольори з використанням градієнта);
- Screen (створює пластини для використання в якості кольорних еталонів для вузлів кешування).

На рисунках 3.19 – 3.22 зображено результати створення текстур для другої частини локації. Рисунок 3.19 надає результат налаштування текстури водоспаду в першій частині виконання анімації.



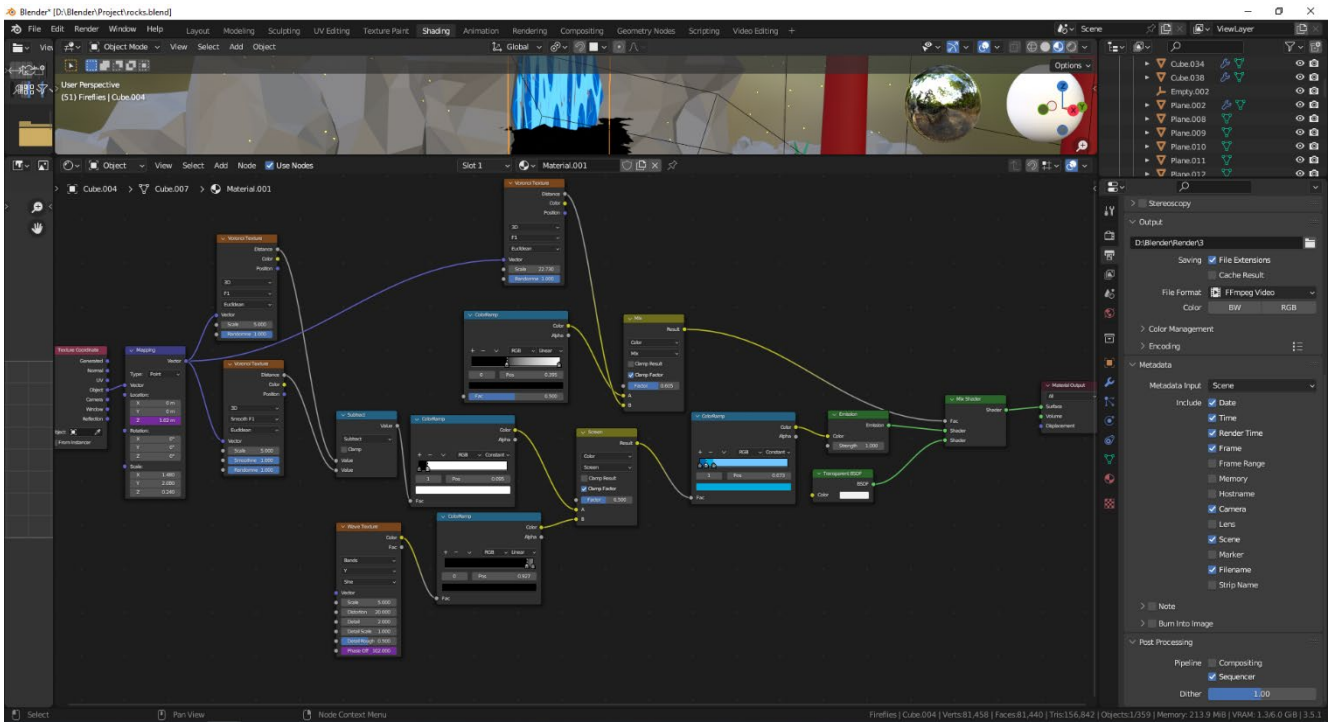


Рисунок 3.19 – Перша частина текстури водоспаду

Наступна частина анімації водоспаду модифікується з додаванням Nodes на основі налаштувань першої частини текстури водоспаду.

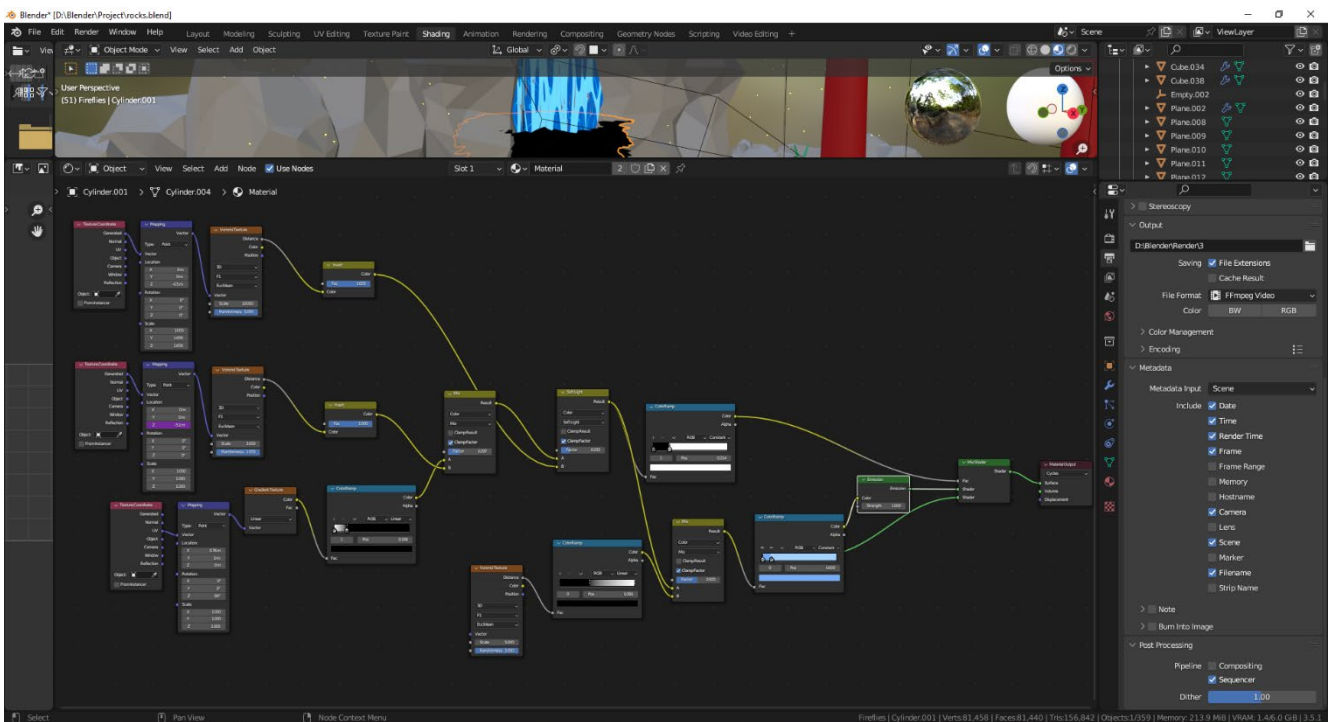


Рисунок 3.20 – Друга частина текстури водоспаду

Тепер необхідно створити текстуру для річки. На рисунку 3.21 представлено налаштування текстур річки на початку анімації.

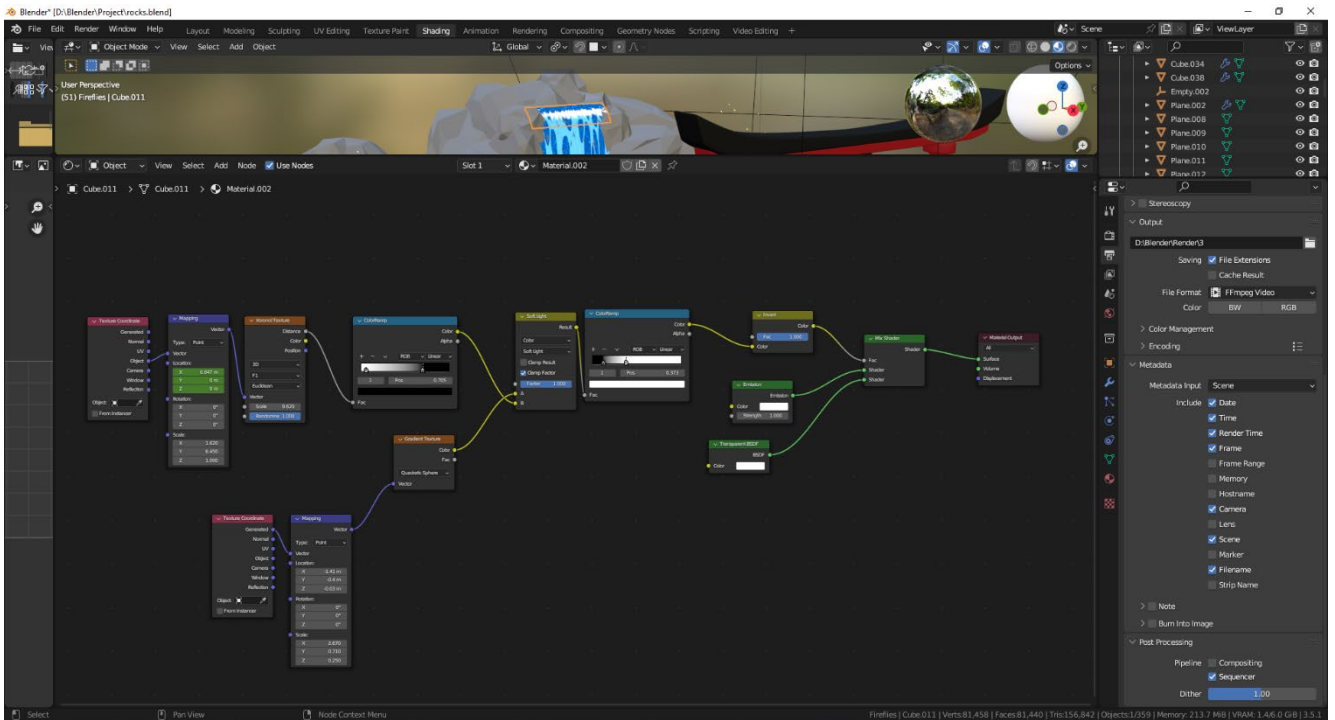


Рисунок 3.21 – Текстура блиску водоспаду

На рисунку 3.22 представлено налаштування текстур річки на кінці анімації.

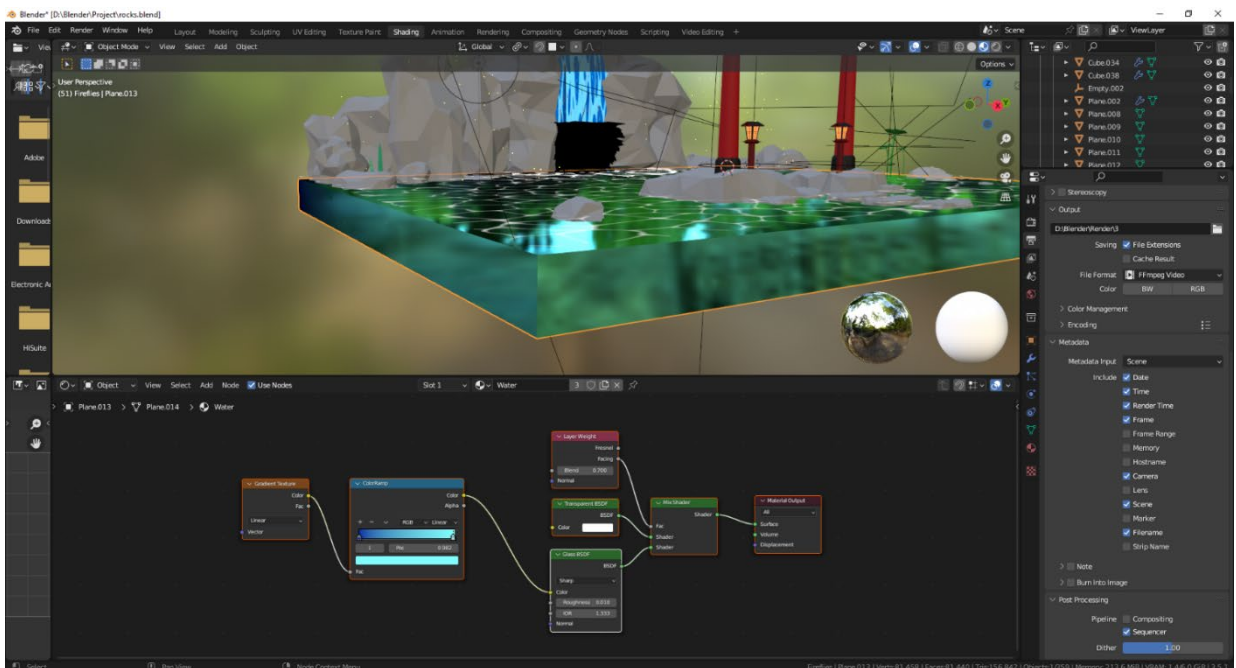


Рисунок 3.22 – Текстура річки

Для текстурування моделей інших об'єктів використано інструмент World Surface. Поверхневий шейдер визначає випромінювання світла з навколишнього середовища на сцену. Поверхня світу рендериться так, ніби вона дуже віддалена від сцени, і тому немає двосторонньої взаємодії між об'єктами на сцені та навколишнім середовищем, тільки світло, що потрапляє всередину. Єдиним прийнятним шейдером є вузол Background (Тло) з входом кольору та коефіцієнтом сили для інтенсивності світла. На рисунках 3.23 – 3.25 представлено приклади додавання текстур до створених моделей. Всі елементи та текстури були створені за алгоритмами та Nodes які були описані вище.

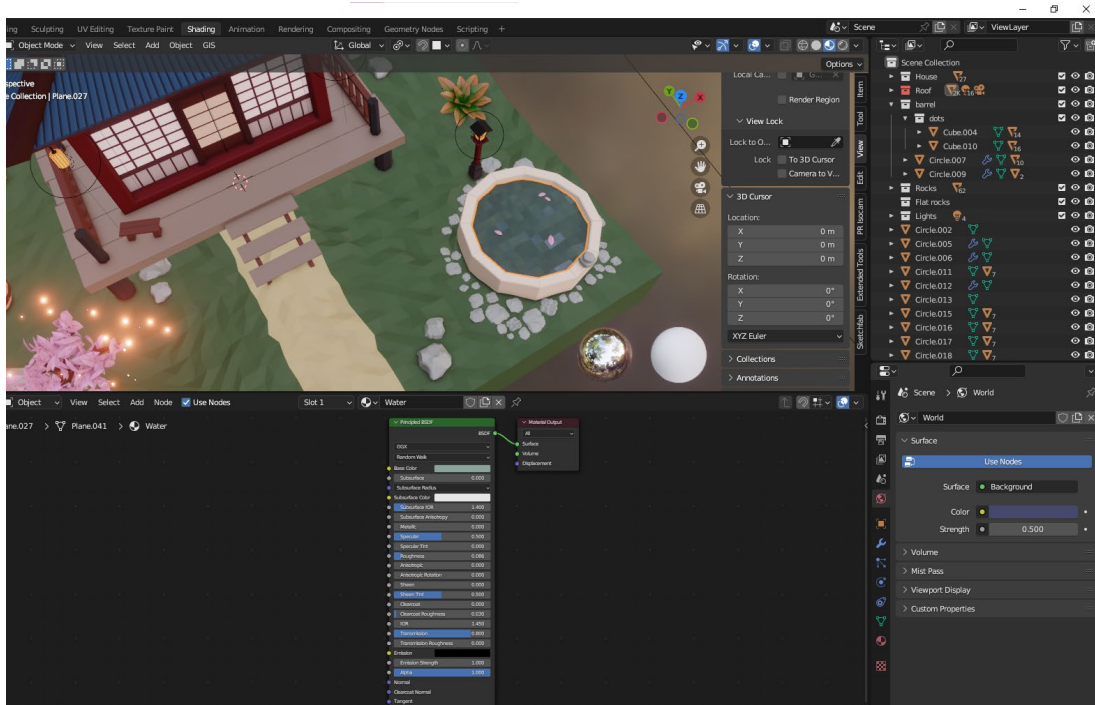


Рисунок 3.23 – Приклад створення текстури для ландшафту

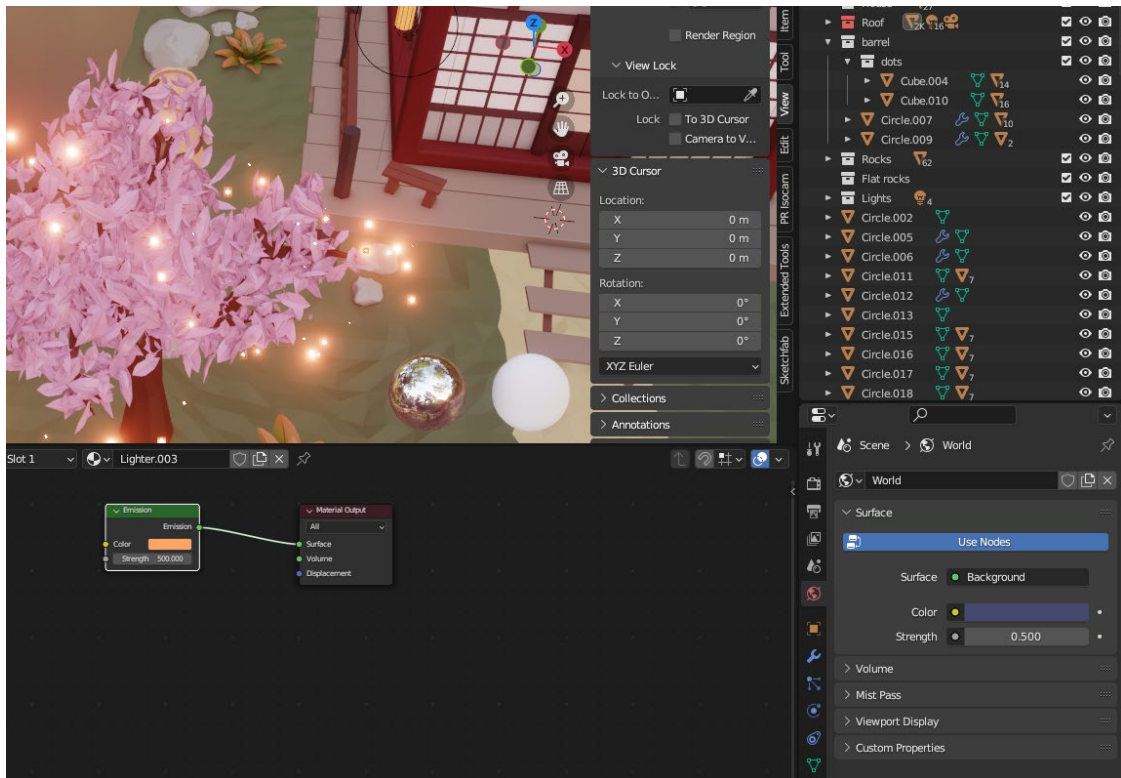


Рисунок 3.24 – Приклад створення текстури для сакури

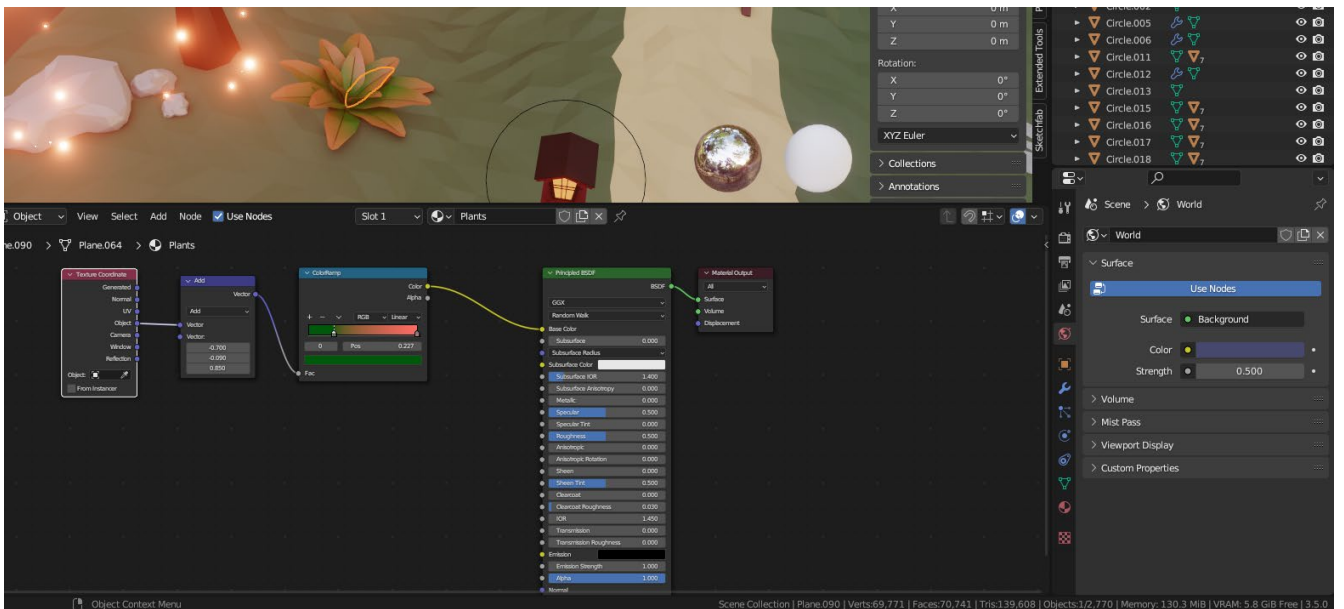


Рисунок 3.25 – Приклад створення текстури для листя рослини



### 3.3 Налаштування освітлення в локації

Наступним етапом було додавання світла до локації. Поряд з освітленням фону та будь-якими об'єктами з шейдером випромінювання, ліхтарі – це ще один спосіб додати світла в сцену. Різниця полягає в тому, що їх не видно безпосередньо на зображенні, і ними легше керувати як об'єктами власного типу.

Point Lamp найкраще відображає принцип роботи більшості реальних джерел світла. Світло від точкової лампи починається з однієї точки і випромінюється назовні в усіх напрямках [20].

Sun Lamp імітує наявність сонця в нашій сцені. Оскільки справжнє сонце знаходиться дуже далеко, падіння його світла не помітне для людей на Землі. Тому у Blender'і сонячна лампа матиме "постійне падіння", що означає однакову силу світла скрізь у сцені.

За допомогою інструментів панелі Light Setting створено тіні, що відкидаються об'єктами та виконано розподіл світла на ділянках (рис. 3.26).

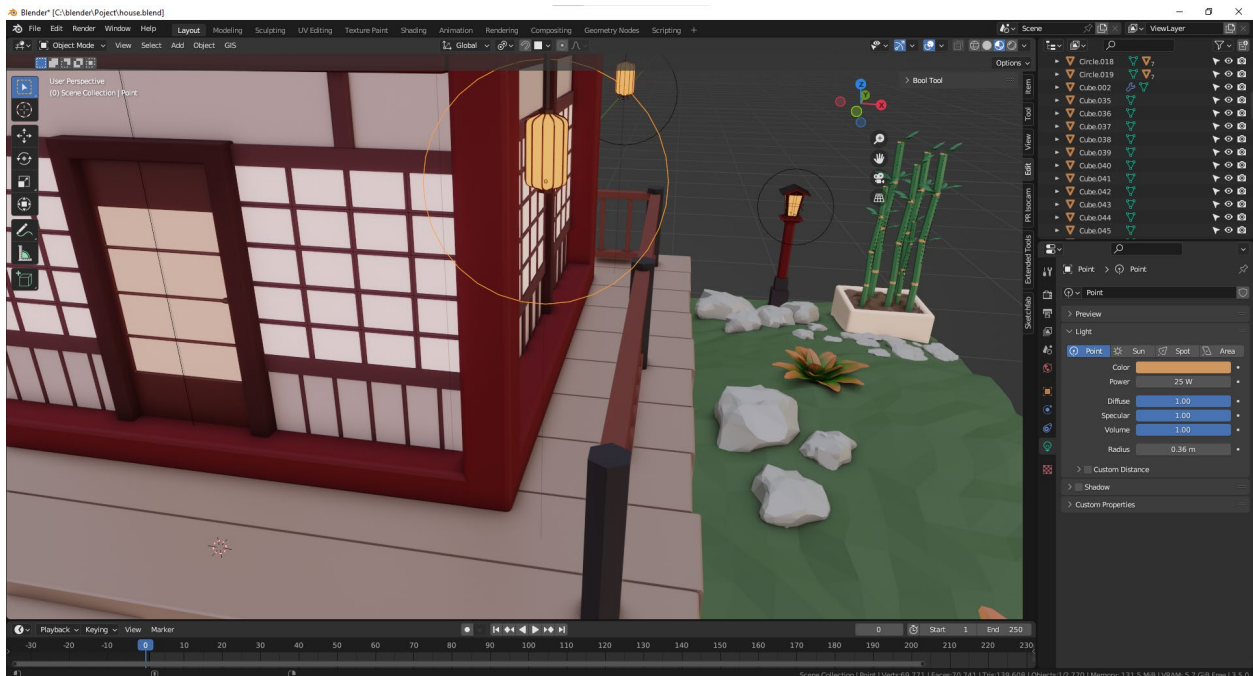


Рисунок 3.26 – Приклад виконання роботи зі світлом

Всі подальші локації та елементи до них створені за схожим алгоритмом, який описаний вище. Головні відмінності проявляються в формах створених елементів локації, та нанесених текстурах. Приклади створених частин локації представлені на рисунках 3.27 – 3.29.

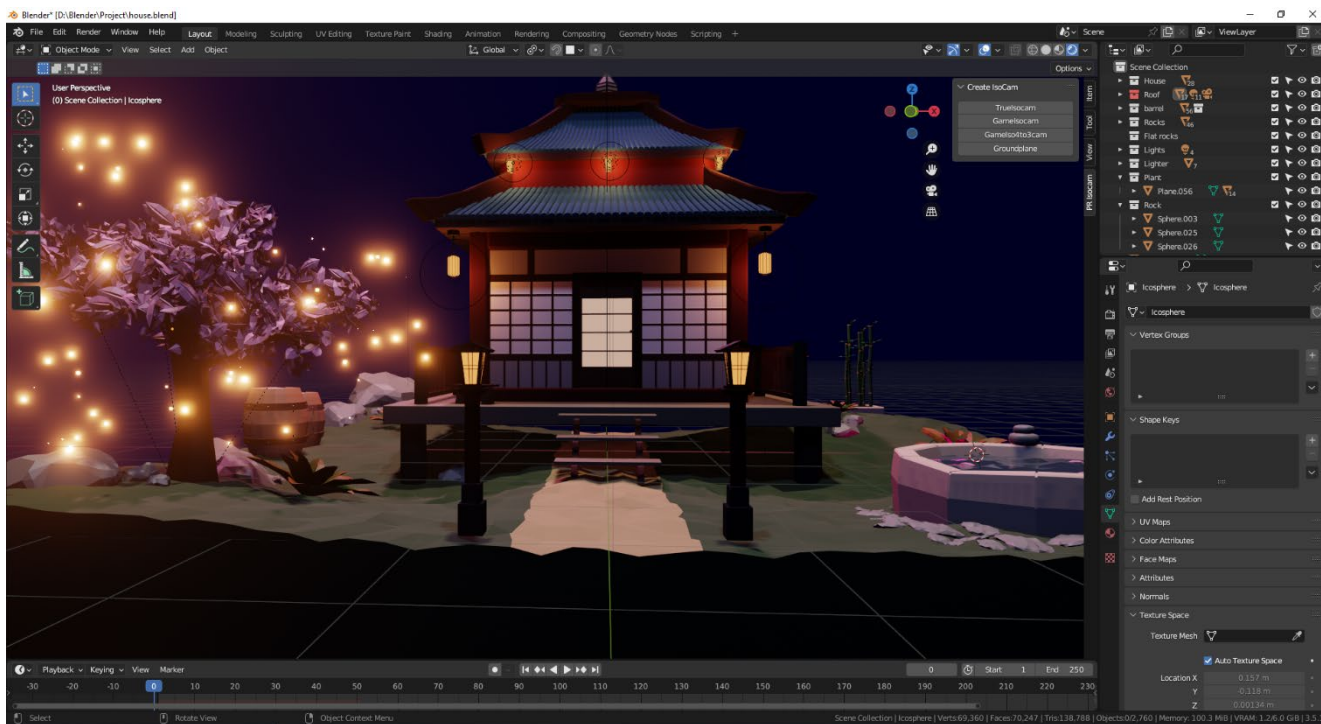


Рисунок 3.27 – Вигляд першої частини локації

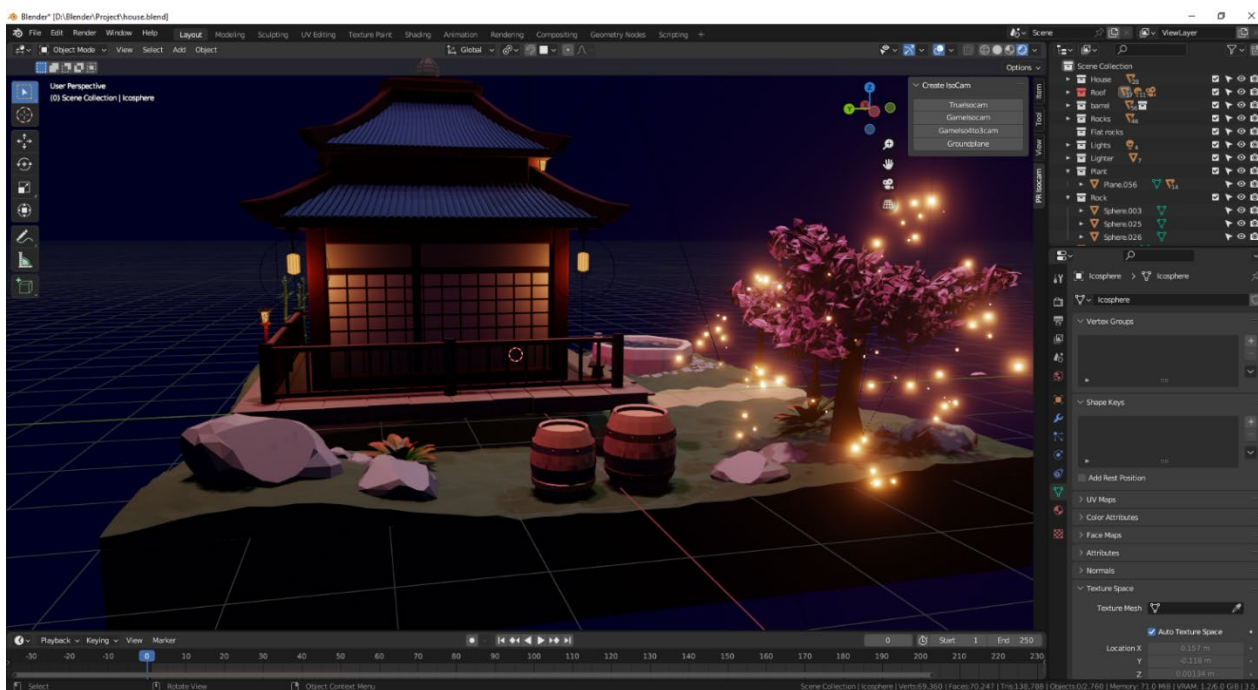


Рисунок 3.28 – Вигляд першої частини локації

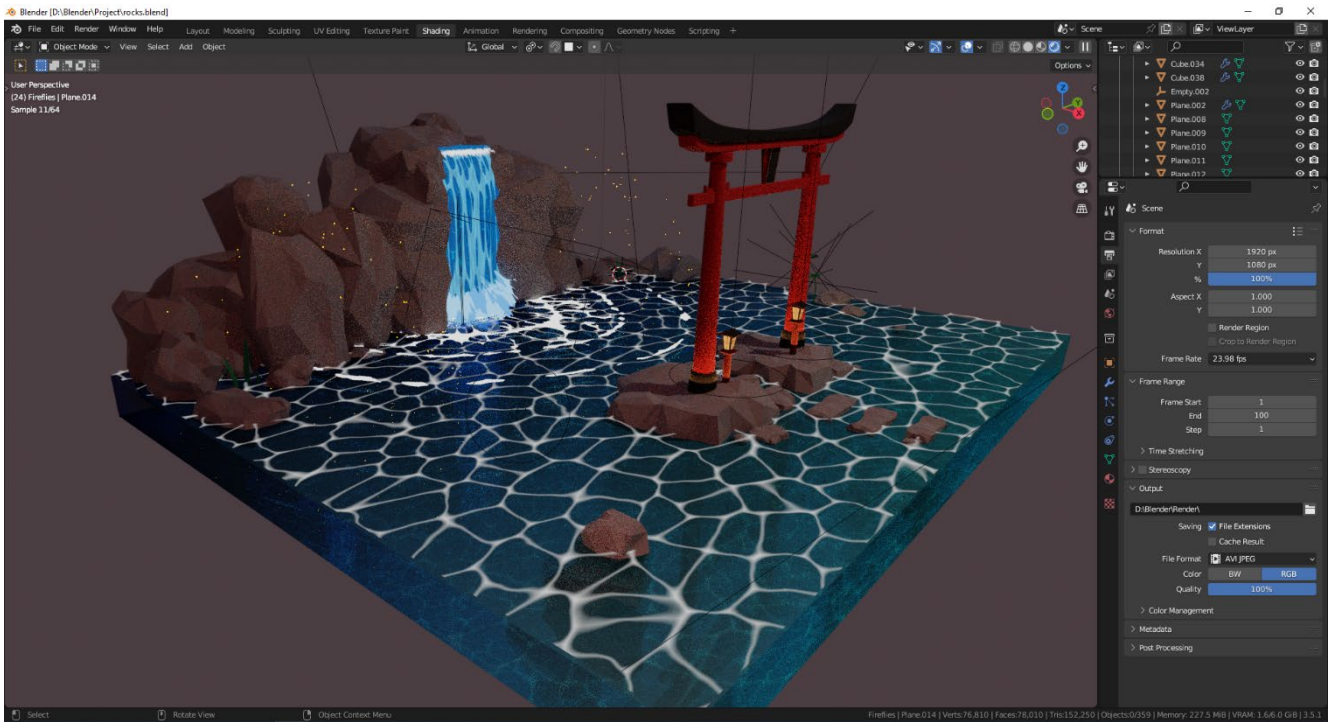


Рисунок 3.29 - Вигляд другої частини локації

### 3.4 Налаштування камери та візуалізація

Після того, як всі елементи змодельовані, необхідно виконати візуалізацію (рендер) локації. Процес рендерінгу у Blender заснований на моделі трасування променів. Цей підхід дозволяє створювати візуально захоплюючі зображення та анімацію з високою реалістичністю.

Виконується рендер сцени за допомогою віртуальної камери. Камера – це об'єкт, який надає засоби для візуалізації зображень у Blender. Вона визначає, яку частину сцени буде видно на зображенні, що візуалізується.

Камери невидимі у візуалізації, тому вони не мають жодних налаштувань матеріалів чи текстур. Проте, вони мають панелі налаштувань Об'єкт (Object) та Редагування (Editing), які відображаються, коли камера є активним об'єктом.

View "Camera" можна використовувати для віртуального компонування кадрів і попереднього перегляду того, як сцена виглядатиме під час візуалізації. Відображене зображення міститиме все, що знаходиться в межах пунктирної рамки.

На рисунках 3.30 – 3.31 наведено використані налаштування камери для локацій.

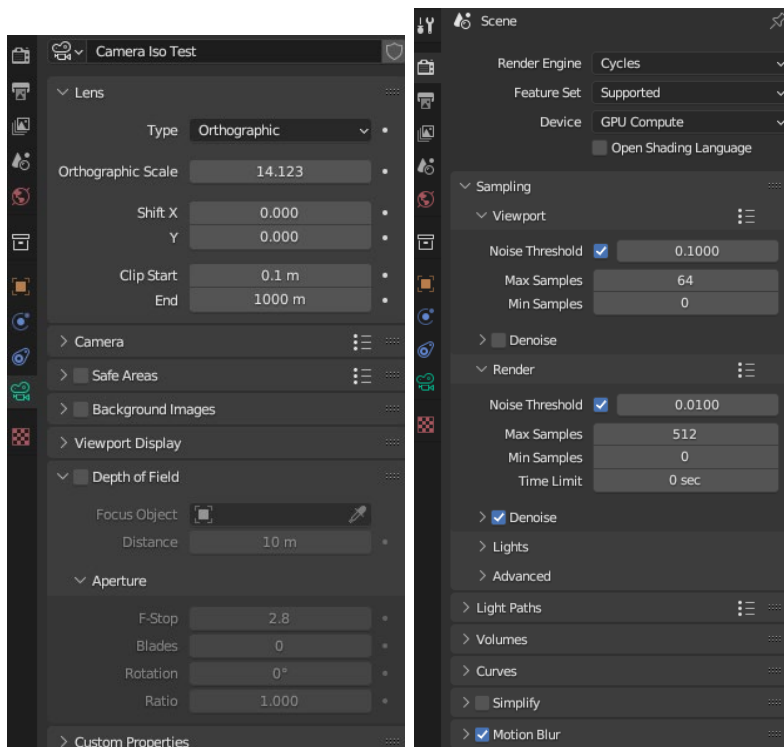


Рисунок 3.30 – Налаштування камери для першої частини локації

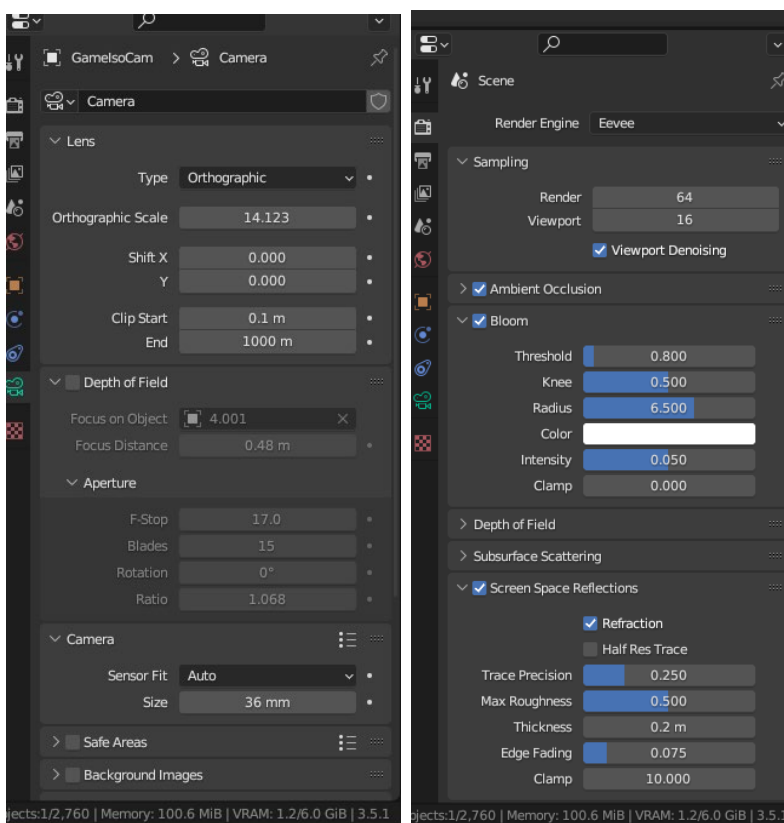


Рисунок 3.31 – Налаштування камери для другої частини локації



Відповідно до встановлених параметрів сцени, Blender обробляє промені та взаємодіє з освітленням, матеріалами та текстурами, щоб створити вражаючі результати. Рендерінг 3D локацій в Blender є потужним інструментом для творчої візуалізації та створення реалістичних сцен у 3D-графіці.

На рисунку 3.32 представлено налаштування для рендеру сцени.

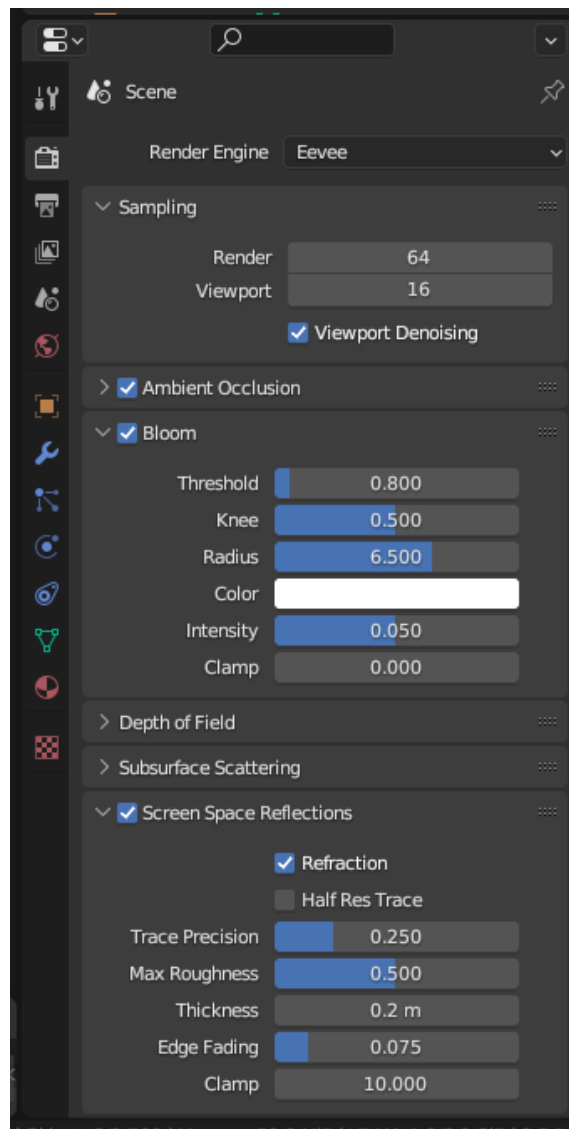


Рисунок 3.32 – Процес налаштування рендеру

Після налаштувань параметрів віртуальної камери та рендера була проведена фінальна візуалізація ігрової локації. Результати фінальної візуалізації наведено на рисунках 3.33 – 3.34.

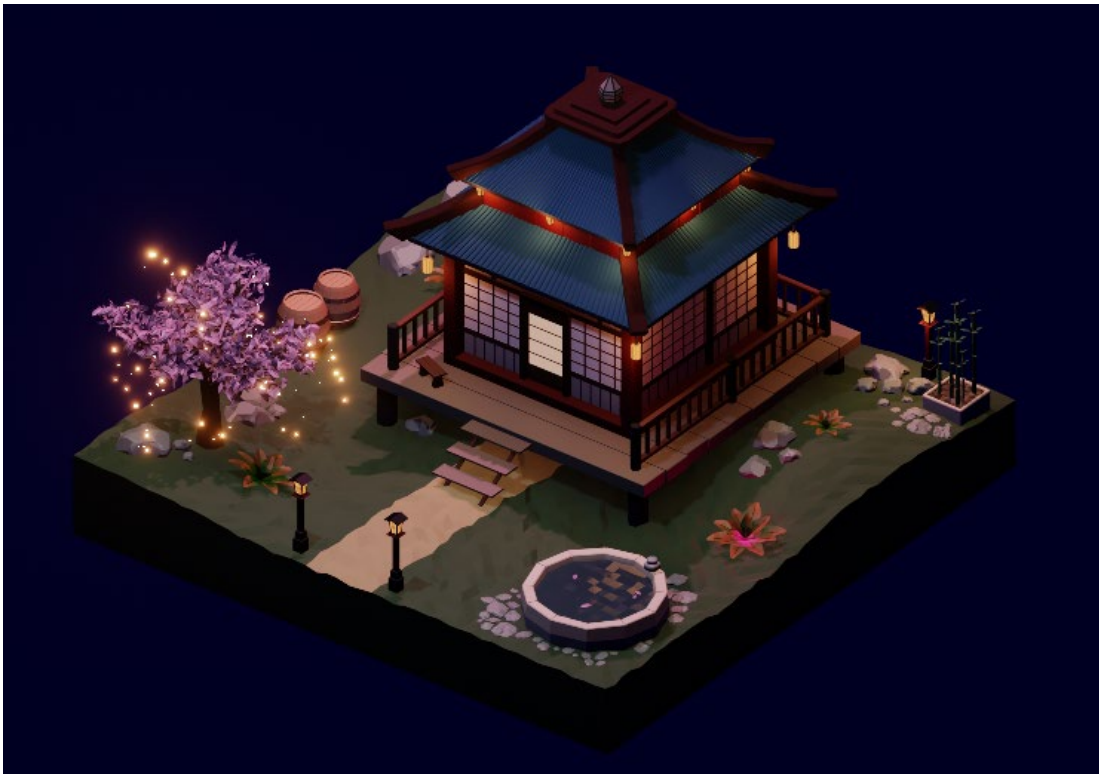


Рисунок 3.33 – Результат фінальної візуалізації першої частини локації

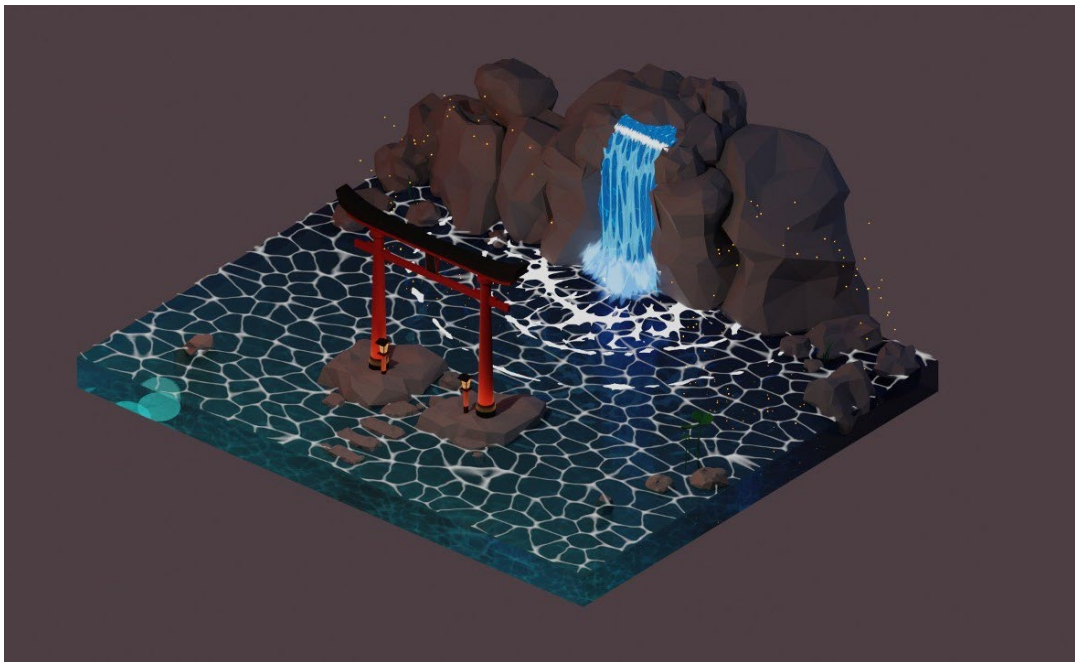


Рисунок 3.34 - Результат фінальної візуалізації другої частини локації

Таким чином, можна зробити висновок, що поставлена задача проєкта виконана – створена та візуалізована 3D модель ігрової локації в японському стилі.

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проведено аналіз предметної області, дослідження актуальності розробки за тематикою ігрових локацій та аналогічних проєктів. В результаті підтверджена актуальність розробки, враховано всі переваги та недоліки аналогів та сформульовані вимоги до моделі.

Аналіз технологій допоміг визначити найбільш зручний додаток для виконання поставленого завдання. Моделювання 3D локацій та візуалізація виконана за допомогою додатку Blender 3D.

Сформульована постановка задачі та технічне завдання на виконання проєкту. Проведено планування робіт, реалізовано робочий план та проаналізовано ризики, які можуть виникнути під час впровадження 3D моделі локації. Усі результати наведено в додатках А та Б.

Проведено структурно-функціональне моделювання проєкту, розроблені контекстна та діаграма декомпозиції, діаграма варіантів використання моделі.

Показано поетапно практичну реалізацію проєкта, розроблено структуру моделі локації. Наведено основні методи та підходи, які використано при створенні геометричних моделей об'єктів та їх текстуруванні. Показано налаштування освітлення в сцені та віртуальної камери.

Практичне значення отриманої моделі локації полягає у використанні її для створення привабливих рекламних матеріалів. Користувач може показати свої товари або послуги в реалістичному японському інтер'єрі, що допоможе залучити нових клієнтів та підвищити продажі. Також є можливість використати модель локації в одному з сценаріїв при створенні інді-гри.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 5 Reasons Why 3D Modeling is Important [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://shalindesigns.com/blog/why-3d-modeling-is-important/>.
2. 17 Reasons Why 3D Modeling is Important for Product Design Firms [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cadcrowd.com/blog/17-reasons-why-3d-modeling-is-important-for-product-design-firms/>.
3. Ігрові локації в сучасних іграх: як сюжет розкривається через оточення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vokigames.com/ua/igrovi-lokacziyi-v-suchasnyh-igrah-yak-syuzhet-rozkryvayetsya-cherez-otochennya/>.
4. Важливість стилю в ігрових інтерфейсах [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://telegraf.design/vazhlyvist-stylyu-v-igrovyyh-interfejsah/>.
5. Players' Houses 01\_Sufokia Dofus [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sketchfab.com/3d-models/players-houses-01-sufokia-dofus-1293b8b51b45436a983fcc2854138746>.
6. House's Interior\_Dofus [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sketchfab.com/3d-models/houses-interior-dofus-f1f3e921696a478794068847e26fe279>.
7. Sufokia Maison 02\_Dofus [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sketchfab.com/3d-models/sufokia-maison-02-dofus-ee7b7d88fcf5434ea50970f4f2ddee8d>.
8. Compare the Top 3D Modeling Software of 2023 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sourceforge.net/software/3d-modeling/>.
9. Blender Review [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pcmag.com/reviews/blender>.
10. 3ds Max Reviews [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.softwareadvice.com/3d-architecture/3ds-max-profile/reviews/>.
11. Cinema 4D Review [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pcmag.com/reviews/cinema-4d>.

12. What is IDEF - Definition, Methods, and Benefits [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.edrawsoft.com/what-is-idef.html>.
13. How a UML use case diagram can benefit any process [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nulab.com/learn/software-development/how-a-uml-use-case-diagram-can-benefit-any-process/>.
14. Діаграма варіантів використання (use case diagram) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema12/tema12\\_2](https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema12/tema12_2).
15. Основні принципи низькополігонального моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3dcoat.com/ua/articles/article/basic-principles-of-low-poly-modeling/>.
16. Add Mesh Extra Objects – Додання Сіті Додаткові Об'єкти [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://docs.blender.org/manual/uk/dev/addons/add\\_mesh/mesh\\_extra\\_objects.html](https://docs.blender.org/manual/uk/dev/addons/add_mesh/mesh_extra_objects.html).
17. Blender 3d - зменшення полігонів модифікатором «decimate» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://jak.koshachek.com/articles/blender-3d-zmenschennja-poligoniv-modifikatorom.html>
18. Geometry Nodes [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://docs.blender.org/manual/en/3.0/modeling/geometry\\_nodes/index.html](https://docs.blender.org/manual/en/3.0/modeling/geometry_nodes/index.html).
19. Shader Nodes [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://docs.blender.org/manual/en/3.0/render/shader\\_nodes/index.html](https://docs.blender.org/manual/en/3.0/render/shader_nodes/index.html).
20. Blender Lights [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.blender.org/manual/en/3.0/render/lights/index.html>.
21. Постановка цілей по SMART [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pdatu.edu.ua/images/vihovna-robota/psiholog/ps10.pdf>.
22. ДСТУ ISO 21511:2022 Ієрархічні структури робіт для управління проектами та програмами [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pmdoc.ua/iso/iso21511/>

**ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**на створення графічного продукту  
«Візуалізація 3D моделі ігрової локації»**

**Суми 2023**

## **1 Призначення й мета створення 3D моделі ігрової локації**

### **1.1 Призначення 3D моделі**

Головне призначення 3D моделі локації – варіювати різноманітність ігрового світу в майбутньому проєкті на основі локації, стилізованої під японську архітектуру. Це дозволить зацікавити фанатів японської культури.

Створену 3D локацію буде використано у прес-релізах ігрового додатку на основі локації, а також для популяризації японської культури.

### **1.2 Мета створення 3D локації**

Мета даної роботи полягає в моделюванні та побудові 3D локації в японському стилі.

Практичне значення локації – може бути використана для створення привабливих рекламних матеріалів. Користувач може показати свої товари або послуги в реалістичному японському інтер'єрі, що допоможе залучити нових клієнтів та підвищити продажі. та надати можливість використати модель локації в одному з сценаріїв при створенні інді-гри .

### **1.3 Цільова аудиторія**

До цільової аудиторії даного проєкту можна віднести фанатів японської культури, а також будь-кого, хто зацікавився в створенні ігрового додатку та в пошуках ескізів та локації.

## **2 Вимоги до 3D локації**

### **2.1 Вимоги до 3D локації в цілому**

Модель 3D локації повинна мати візуальні ознаки, які характеризують японську культуру та архітектуру, максимально відтворювати всі деталі.

Моделювання 3D локації виконується за допомогою програмного продукту Blender 3.5, налаштування та застосування текстур, візуалізація сцени – програмним продуктом Blender 3.5. Всі моделі будуть створюватися як низькополігональні LowPoly.

Формат .blend є основним форматом файлів, які створюються в Blender, і містить в собі усю інформацію про 3D-модель, включаючи геометрію, текстури, матеріали, освітлення, камеру та інші налаштування. Однак, формат .blend є специфічним для Blender, тому для використання у інших програмах, таких як Unity або Unreal Engine, доречно скористатися форматом .fbx.

## **2.2 Вимоги до функції моделі**

Функціональні можливості локації полягають в її широкій сфері застосування. Дану локацію можна використовувати як презентаційну модель, чи як основу або ескіз для створення ігрового додатку.

## **2.3 Вимоги до програмного та апаратного забезпечення**

Системні вимоги для моделювання і використання локації повинні відповідати таким:

- Операційна система Windows 10,11 а також MacOS Ventura;
- Одноядерний процесор з частотою 1,1 ГГц;
- Оперативна пам'ять розміром 1 Гб;
- Програмний продукт Blender 3.5.

## **2.4 Вимоги до збереження інформації**

Усі дані для користування локацією будуть зберігатися в репозиторії GitHub.



### **3 Структура 3D локації**

#### **3.1 Наповнення 3D локації (контент)**

Наповнення контентом 3D моделі відбувається за допомогою текстур-паків та елементів, створених за допомогою програми Blender.

#### **3.2 Дизайн та структура 3D локації**

Локація має бути сучасною, приємною для сприйняття, розташування елементів не має заважати користувачу в ознайомленні дизайну.

Основою мають бути 3D елементи гарної якості, які створені вручну, 3D локація має бути інтуїтивно зрозумілою для ознайомлення.

Модель міститиме наступні елементи:

- татамі (матраци);
- будинок;
- анімовану рослинність;
- шоджі (двері з паперу та дерева);
- токонома (ніша для образів);
- анімована річка;
- шоузен (екран).

### **4. Склад і зміст робіт зі створення 3D моделі локації**

Докладний опис етапів роботи зі створення 3D моделі локації наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Етапи створення 3D локації

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Постановка цілей необхідних для досягнення певного результату	3 дні
2	Складання технічного завдання	3 дні
3	Пошуки прототипів	2 дні
4	Пошуки текстур-паків	2 дні
5	Створення основних елементів локації	3 дні
6	Робота над візуалізацією та анімацією елементів	2 дні
7	Аналіз результату та створення 3D елементів які доповнять локацію	5 днів
8	Робота зі світлом	3 дні
9	Перевірка рендеру 3D локації	1 день
10	Завершення роботи та розміщення файлів у форматі .fbx в репозиторії GitHub	1 день
11	Налаштування камери	1
	Загальна тривалість робіт	26 днів

## ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Метою даної роботи є створення та візуалізація 3D моделі ігрової локації в японському стилі. Створення 3D моделі дозволить реалізувати локацію для майбутнього ігрового додатку та попередньо переглянути розроблений дизайн ігрової локації.

Для досягнення мети проєкту необхідно виконати наступні задачі:

- визначити актуальність роботи, дослідити предметну область та провести аналіз подібних моделей локацій;
- виконати моделювання локації;
- розробити та реалізувати дизайн локації;
- виконати тестування та візуалізацію 3D моделі.

### Б.1 Деталізація мети проєкту методом SMART

Якщо коротко описувати технологію SMART, то можна розшифрувати дану аббревіатуру наступним чином [21].

**Specific.** Перекласти можна як конкретний. Тобто, чим точніше людина описує очікувану ціль – тим більші шанси на її досягнення.

**Measurable.** Тобто вимірюваний. Потрібно чітко розуміти, як буде оцінюватися певний пройдений етап робіт та сам проєкт.

**Achievable.** Тобто досяжний. Ще на ранньому етапі людина, яка виконує роботу над проєктом, на основі існуючих ресурсів повинна усвідомити свої можливості щодо повного виконання задуманої ідеї.

**Relevant.** Одним з варіантів перекладу є «значущий», або в рамках даної технології часто його замінюють на **Realistic** – «реалістичний».

**Time-bound** – «обмежений в часі». Успішно реалізованим не можна назвати проєкт, що виконувався без заданих обмежень в часі. Всі роботи повинні мати певні рамки щодо їх своєчасного виконання.

Отже, можемо сформулювати мету нашого проекту за цими п'ятьма факторами. Результати наведені у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Формалізація мети за технологією SMART

Specific	Візуалізація 3D моделі ігрової локації в японському стилі
Measurable	Результат допоможе скоротити час (20 днів) та ресурси (кадрові та матеріальні) для подальшого використання та взаємодії з 3D моделлю.
Achievable	Проект реалізовується відповідно до рівня досвіду та на основі затвердженого ТЗ.
Relevant	Результат допоможе охопити більшу кількість аудиторії за допомогою подачі матеріалу в презентативній формі.
Time-bound	Проект виконується з урахуванням встановлених на ранньому етапі обмежень у часі (червень 2023).

## Б.2 Планування змісту робіт та структури виконавців

Планування змісту робіт. WBS (Work Breakdown Structure – Ієрархічна структура робіт) – це графічний вигляд елементів проекту, які згруповані ієрархією у єдине ціле з продуктом проекту. Структура декомпозиції робіт орієнтована на досконале виконання робіт по частинам і сама є ключовою частиною проекту, яка спрямована на організацію командної роботи. Елементами декомпозиції можуть бути продукти, дані та послуги. Більше того, WBS забезпечує необхідним каркасом для ретельної оцінки термінів та контролю та графіків роботи.

Елементарні роботи – це дії, які мають однозначний чіткий результат, на які призначена відповідальному одна конкретна особа, для якої можна обчислити витрати праці і тривалість виконання. На рисунку Б.1 представлено WBS проекту щодо візуалізації 3D локації в японському стилі.

Наступним етапом після декомпозиції процесів є розробка організаційної структури виконавців або OBS, яка визначається як графічна структура

відображення учасників або відповідальних осіб, що беруть участь у реалізації проєкту.

Як відповідальні особи виступають співробітники, що відповідають за організацію і виконання елементарної роботи, яка зазначена у WBS. Кожну елементарну роботу можна розглядати як окремий проєкт [22].

На рисунку Б.2 представлено організаційну структуру планування проєкту. Список виконавців, що функціонують в проєкті, описано в таблиці Б.2.

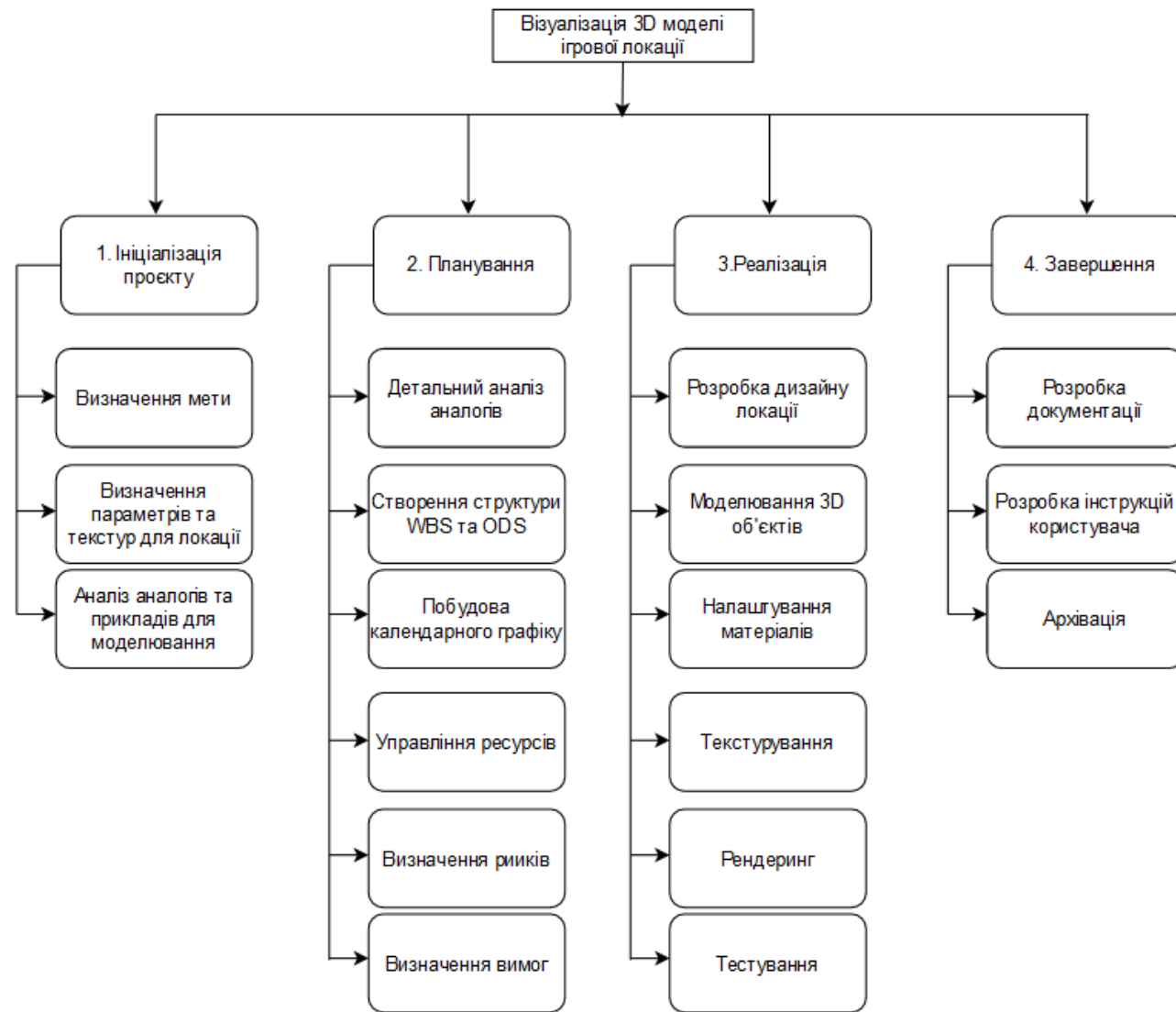


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту

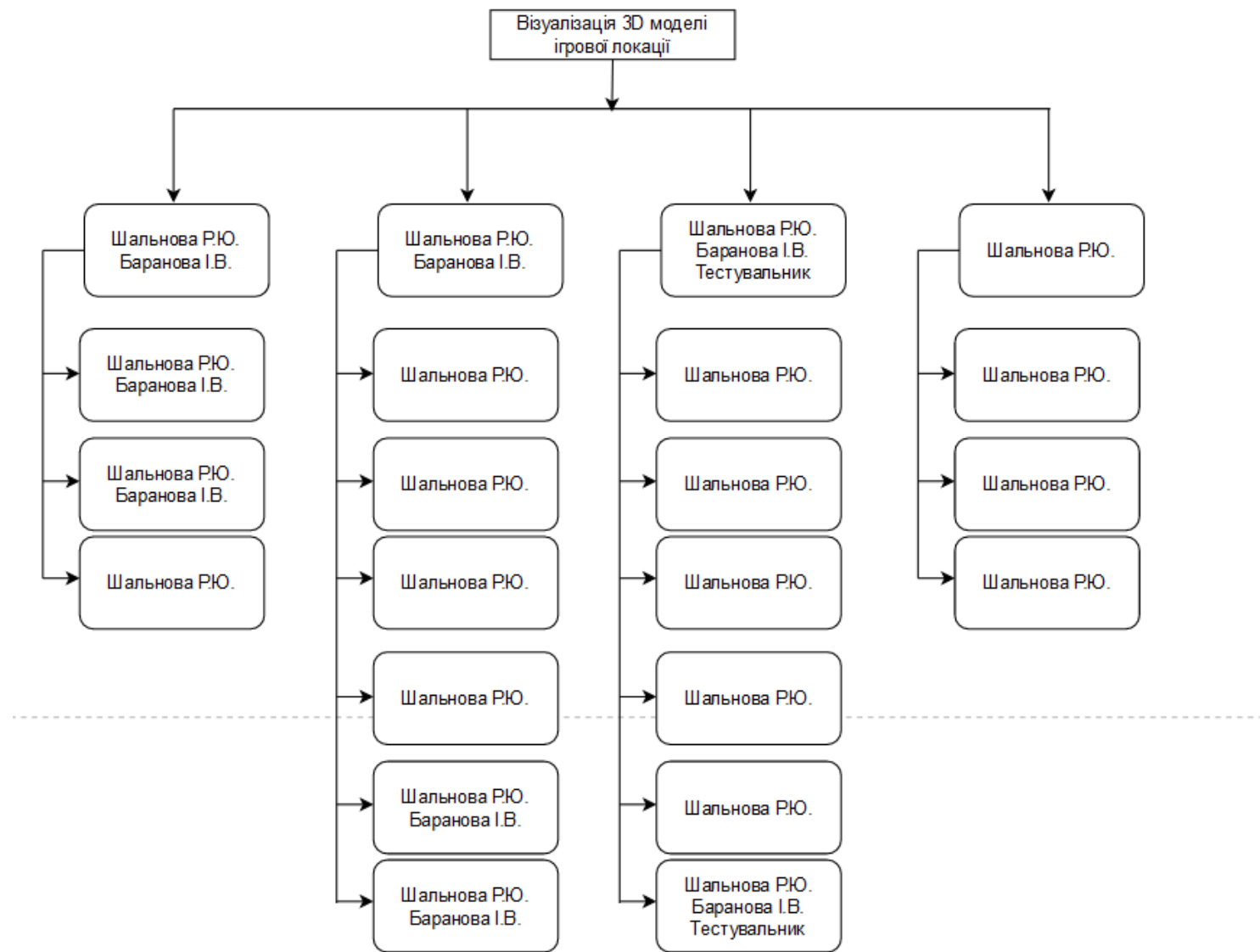


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт проекту

Таблиця Б.2 – Виконавці проєкту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Керівник проєкту	Баранова І.В.	Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів, та завдань між учасниками. Виконує збір та аналіз даних.
Дизайнер	Шальнова Р.Ю.	Створення атмосфери локації та дизайну.
3D-моделлер	Шальнова Р.Ю.	Створення 3D об'єктів локації та анімації.
Тестувальник	Шальнова Р.Ю. Баранова І.В.	Знаходження помилок до релізу моделі

### Б.3 Діаграма Ганта

Побудова календарного графіку (діаграми Ганта) є одним з важливих етапів планування проєкту, що виглядає як розклад виконання робіт з реальним розподілом дат. Завдяки йому можна отримати достовірне уявлення про тривалість процесів з обмеженнями у ресурсах, урахуванням вихідних днів та свят.

Календарний графік проєкту представлено на рисунку Б.3.





#### Б.4 Управління ризиками проєкту

Під час виконання якісної оцінки ризиків треба визначити ризики, які мають бути усунені якнайшвидше. Залежно від ступеня важливості ризику – реагування буде відповідне. Наступним етапом є виконання кількісного оцінювання ризиків. Кількісне та якісне оцінювання можуть виконуватися одночасно або окремо, що залежить від ступеня забезпечення проєкту. У таблиці Б.3 представлено шкалу для класифікації ризиків за величиною впливу на проєкт та ймовірністю виникнення.

Таблиця Б.3 – Шкала оцінювання ризиків за ймовірністю виникнення та величиною впливу

Оцінка	Ймовірність в виникнення	Вплив ризиків	Тип ризику
1	Низька	Низький	Прийнятні
2	Середня	Середній	Виправдані
3	Висока	Високий	Неприпустимі

Для того, щоб знизити негативний вплив ризиків на проєкт треба виконати планування реагування на них. До нього входить визначення ефективності розробки та оцінка наслідків впливу на проєкт. Оцінювання виконується за показниками, що описані в таблиці Б.3. У результаті планування реагування було отримано матрицю ймовірності виникнення ризиків та впливу ризику, що зображена на рисунку Б.4. Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – неприпустимі.

3	ИМПАКТ	RS_2	RS_9	RS_4 RS_5
2		RS_13	RS_14, RS_3	RS_10
1		RS_12	RS_8, RS_11, RS_15	RS_6, RS_7, RS_1
		Probability		
		1	2	3

Рисунок Б.4 – Матриця ймовірності

Класифікація ризиків за рівнем відповідно до отриманого значення індексу представлена у таблиці Б.4. У таблиці Б.5 описано ризики та стратегії реагування на кожен з них.

Таблиця Б.4 – Шкала оцінювання за рівнем ризику.

№	Назва	Межі	Ризики, які входять
1	Прийнятні	$1 < R < 2$	8,11,12,13,15
2	Виправдані	$3 < R < 4$	1,2,3,6,7,9,10,14
3	Неприпустимі	$6 < R < 9$	4,5

Таблиця Б.5 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_1	Відкритий	Непорозуміння між розробником та замовником	Низька	Середній	3	1.Налагодити гарні відносини між розробником та керівником. 2.Дотримуватися ділового етикету спілкування. 3.Створити комфортні умови для співпраці	Попередження	При виявленні непорозуміння потрібно з'ясувати, що саме стало причиною непорозуміння, обговорити її та створити здорову атмосферу в колективі
RS_2	Відкритий	Поява альтернативного додатку	Низька	Середній	4	1.Провести попереднє дослідження. 2.Вибрати унікальну стратегію створення додатку.	Прийняття	Змінити ідею створюваного додатку
RS_3	Відкритий	Низька кваліфікація розробників	Середня	Середній	4	1.Підвищити кваліфікацію персоналу. 2.Використати онлайн-ресурси для підвищення рівня знань	Пом'якшення	Врахувати час на підготовку працівників. Видати літературу, переглянути онлайн-уроки.

## Продовження таблиці Б.5

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_4	Відкритий	Нечітке завдання на розробку	Середня	Високий	6	<p>1.Ясно і однозначно обговорити із замовником усі види вимог.</p> <p>2.Скласти глосарій для запобігання розбіжностей у розумінні слів та термінів.</p> <p>3.Періодичний контроль замовником етапів роботи.</p>	Попередження	При виявленні невідповідностей деяких характеристик продукту заявленим вимогам потрібно уважно та чітко окреслити те, що було виконано невірно та зробити правки
RS_5	Відкритий	Неоптимальний розподіл часу	Висока	Високий	9	Провести аналіз актуальності найважливіших процесів та робіт. Звернути особливу увагу на правильність розподілу часу. Правильно визначити пріоритети виконання робіт. Чітко дотримуватися календарного плану	Пом'якшення	Змінити порядок пріоритетів робіт. Знайти способи оптимізації роботи з вже існуючою розстановкою. Обговорити варіанти внесення поправок до термінів реалізації із замовником.

Продовження таблиці Б.5

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_7	Відкритий	Вибір не ефективної технології розробки 3D-додатку	Середня	Середній	4	1.Проаналізувати методи та засоби, для виконання додатку. 2.Обрати зрозумілу та легку в використанні технологію розробки	Пом'якшення	Виділити час та ресурси на пошуки покращення обраної технології. Застосувати допоміжні ресурси.
RS_8	Відкритий	Неправильна оцінка в масштабі додатку	Низька	Середній	2	1.Провести детальний аналіз проекту. 2.Визначити основні етапу проекту, розподілити час на їх виконання. 3.Проаналізувати масштаби проекту на основі додаткових джерел.	Пом'якшення	Переоцінка масштабів проекту. Перебудова стратегії реалізації проекту
RS_9	Відкритий	Помилки 3D-моделювання	Середня	Середній	4	На етапі моделювання тісно співпрацювати із замовником та на певних етапах демонструвати поточні результати	Пом'якшення	Здійснювати проміжний контроль результатів в ході виконання проекту.



Продовження таблиці Б.5

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_10	Відкритий	Збої в роботі програмного забезпечення	Низька	Середній	3	1.Підготувати резерв програмних засобів. 2.Залучити спеціаліста для усунення збоїв.	Попередження	Замінити програмне забезпечення
RS_11	Відкритий	Відсутність резервних копій даних	Низька	Середній	2	1.Налаштувати автоматичне збереження даних. 2.Зберігати дані на різних носіях інформації.	Попередження	Робити копію даних після кожного виконаного етапу.
RS_12	Відкритий	Реалізація непотрібних механік додатку	Низька	Низький	1	Попередити замовника про можливість додаткових механік гри.	Використання	Обговорити вимоги і збитки від можливих змін проекту.
RS_13	Відкритий	Невикористання моніторингу проекту	Середня	Низький	2	Здійснювати проміжний контроль результатів в ході виконання проекту. Здійснювати моніторинг проекту працівниками.	Перенесення	Здійснювати моніторинг проекту замовником. Надання проміжних результатів виконання проекту після кожного етапу.

Продовження таблиці Б.5

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_14	Відкритий	Виникнення проблем із програмним забезпеченням користувачів	Середня	Середня	4	1.Розробка проекту з урахуванням вимог до програмного забезпечення користувачів проекту. 2.Модифікація проекту з урахуванням різних версій програмного забезпечення, яке буде застосовуватися.	Прийняття	
RS_15	Відкритий	Зміна вимог замовника в процесі розробки додатку	Низька	Середній	3	Узгодити всі питання на початкових етапах, щоб мінімізувати кількість змін під час розробки	Пом'якшення	Переоцінка проекту, кожного разу, коли вимоги змінюються