

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД «МІЖРЕГІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ
ПЕРСОНАЛОМ»**

**Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних інформаційних систем і технологій**

Бегунов Максим Андрійович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Детальна Розробка 3D моделі для друку на 3D-принтері у
Blender»**

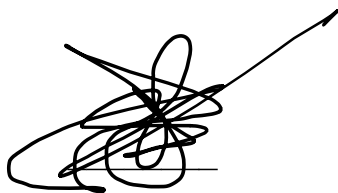
Група: ІК-9-22-Б1КНТ(4.0д)

Спеціальність: 122, «Комп'ютерні науки»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

*Використання ідей, результатів, текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело.*



(підпис)

ПІБ

Бегунов Максим Андрійович

Науковий керівник

Яременко Д. М.

(підпис)

Допущено до захисту ЕК

Завідувач кафедри

Сергій КАВУН , д.е.н., професор

(підпис)

Київ 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1	6
ТЕОРІЯ, АНАЛІЗ СФЕР ЗАСТОСУВАННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ,	6
ТА 3D-ДРУКУ	6
1.1 Що таке 3D моделювання?	6
1.2 У яких галузях використовується 3D-моделювання?.....	8
РОЗДІЛ 2	20
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА: ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ІНСТРУМЕНТАМИ, РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ.....	20
2.1 Інструменти Blender, початок роботи	20
2.2 Корпус для LCD-екрана	38
2.3 Корпус для Серво-моторів, підставка для телефона	43
2.4 Доопрацювання, оптимізація моделі для друку.	50
ВИСНОВКИ	53
ДОДАТОК	54

ВСТУП

З розвитком комп'ютерної графіки, оптимізацією програмного забезпечення для 3D-моделювання, доступністю навчального матеріалу і самого програмного забезпечення, на просторах інтернету де більше людей починають випробувати себе у створенні чогось нового та унікального. Blender став найпоширенішим та найпопулярнішим програмним забезпеченням для реалізації ідей, проєктів, або звичайним інструментом який допомагає у роботі або житті. Комп'ютерна графіка зараз настільки розповсюджена, що більша частина людей навіть не усвідомлюють наскільки різноманітна ця сфера, та наскільки вона насичена у нинішніх індустріях.

Від найпопулярнішої сфери — Відео-ігор, у які грають як дорослі, так і діти, та навіть люди похилого віку, де 3D-моделювання використовується для створення візуальної моделі персонажів, зброї, предметів, транспорту, кінематографічних сцен, коротких та довгих анімацій. Кіно-індустрії, де на сьогоднішній день, майже кожен фільм який ви бачите у своєму улюбленому кінотеатрі має комп'ютерну графіку. Фонові локації, люди, макіяж, ефекти, предмети і так далі, усе це створюється у таких додатках як Blender, ZBrush, Autodesk 3DS max, Cinema 4D. На ігрових рушіях як Unreal Engine та Unity вибудовуються вже повноцінні сцени, розробники використовуються функціонал програмного забезпечення для створення анімованих сцени, з рухомими-анімованими персонажами, візуальними ефектами (дим, вибухи, дощ, тощо), та постановкою камери.

Але однією з найцікавіших та відносно нових сфер, на мою думку, є 3D-друк. Від маленьких проєктів у вигляді брелків які ми бачимо зараз у кожному ларьку або магазині, дитячих іграшок або антистресів. До величезних проєктів по створенню житлових комплексів які друкуються на спеціальних цементних 3D-машинах, або автентичні повно-розмірні статуї різних персонажів з кіно, книг, відео-ігр які зроблені повністю з пластику.

З розвитком технології, 3D-друк став більш доступним та легким у засвоєнні для більшості людей. Велика бібліотека різних навчальних відео, та текстових матеріалів, яка доступна для кожного хто має доступ до інтернет-мережі, дозволяє людям засвоїти базові навички та дає змогу зазирнути у світ 3D моделювання щоб втілити свої ідеї вже не просто на папері, але і реальному житті, за допомогою 3D-принтера.

Метою цієї роботи є створення моделі корпусу для мікро-контролера від Arduino, який можна буде роздрукувати на 3D-принтері. Починаючи з концептуалізації проєкту, приблизних форм та функціоналу. Повне охоплення самого процесу створення моделі, обґрунтування певних рішень у дизайні. Задля досягнення цієї мети, ми проаналізуємо та ознайомимось із базовим функціоналом програмного забезпечення, детально розглянемо знаряддя праці, та в яких ситуаціях вони використовуються. Розглянемо важливі налаштування програми, та самої моделі, які необхідно змінити задля коректного переносу 3D-моделі до програмного забезпечення та для коректного друку. Імплементуємо певні дизайнерські рішення задля легшої взаємодії з моделлю після друку.

Цілі дослідження:

1. Концептуалізація, створення нарисів проєкт, замір усіх важливих компонентів;
2. Ознайомитись із інтерфейсом програмного забезпечення Blender;
3. Вивчити які інструменти наявні у програмному забезпеченні та використовуються для створення 3D-моделі;
4. Підготувати робочий простір у програмному забезпеченні задля коректного друку;
5. Розпочати роботу над моделлю, створення базових форм та макетів;
6. Оптимізація моделі задля легшої взаємодії та збірки після друку;

7. Розфасування компонентів моделі задля оптимізації самого друку;

Об'єктом дослідження є детальний процесу створення 3D-моделі для друку на 3D принтері. Предметом дослідження є знаряддя праці для створення 3D-моделі, а саме Blender. Методами дослідження є засвоєння відео та матеріалу по створенню 3D-моделі саме для друку на принтері. Структура роботи

РОЗДІЛ 1

ТЕОРІЯ, АНАЛІЗ СФЕР ЗАСТОСУВАННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ, ТА 3D-ДРУКУ

1.1 Що таке 3D моделювання?

3D моделювання — це процес створення тривимірного цифрового зображення, персонажа, сцени, предметів, будь чого на що вистачає людської фантазії за допомогою програмного забезпечення. Результат можна розглядати з різних ракурсів, редагувати, візуалізувати у зображення чи анімацію, використовувати в іграх та симуляціях, або підготувати до виробництва та 3D-друку.[2]

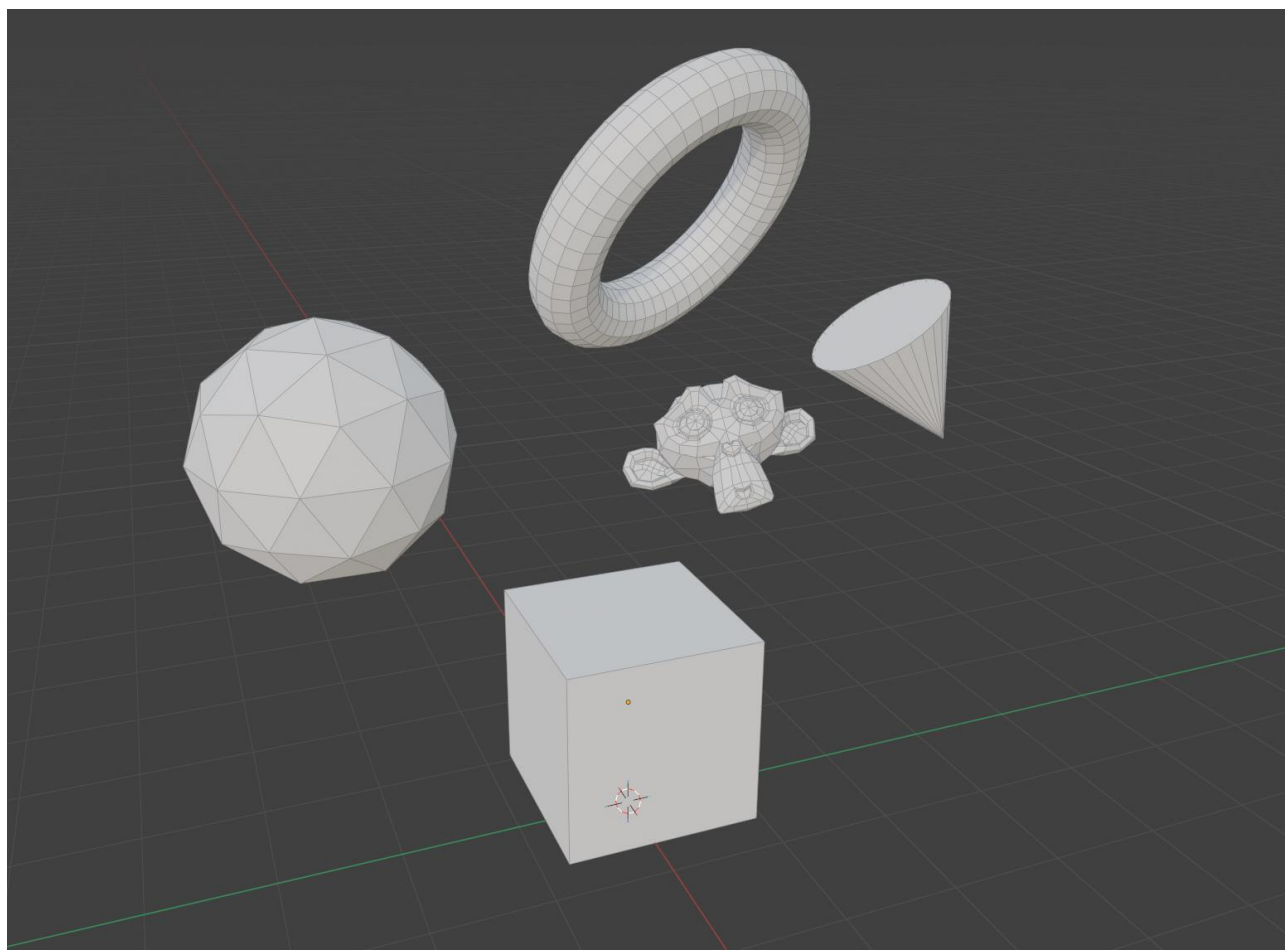
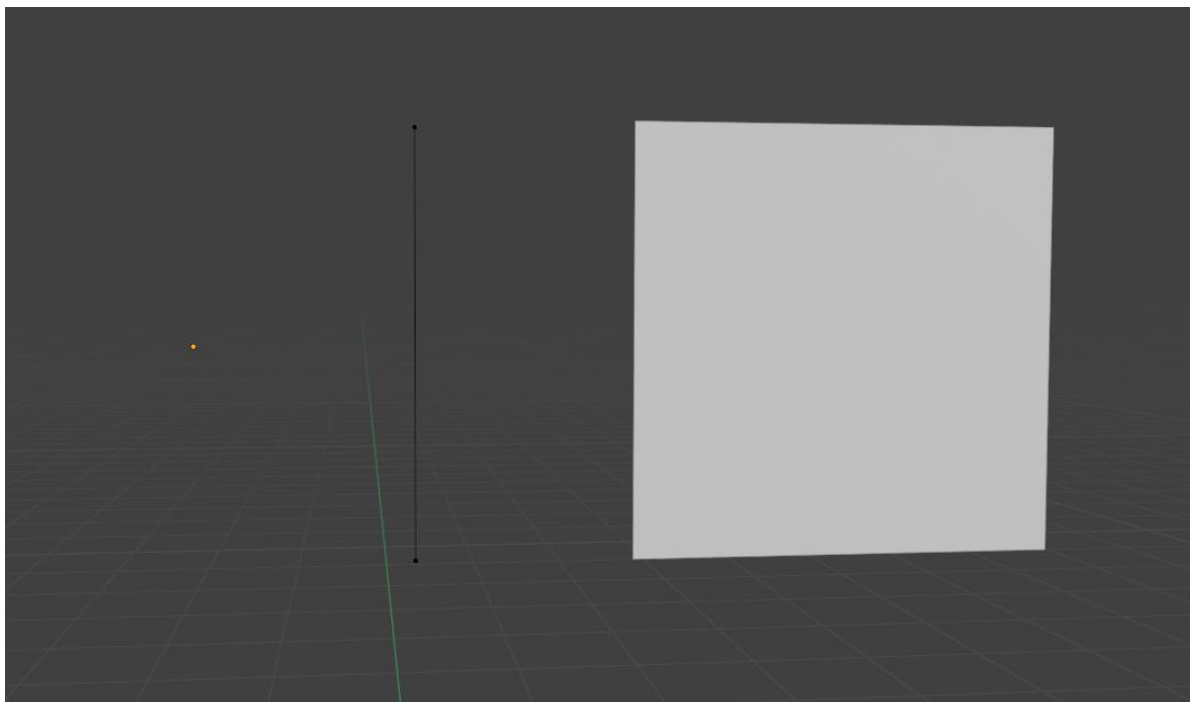


Рис 1.1 – Приклад базових 3D-моделей

Кожна 3D-модель збудована з 3х основних компонентів:

1. Вершини — окремі точки у тривимірному координатному просторі;
2. Ребра — Прямі лінії, що з'єднують дві вершини;
3. Грані (або багатокутники) — замкнуті плоскі поверхні, утворені трьома або більше ребрами.



*Рис. 1.2 – Приклад (зліва на право) Вершини, Ребра,
Грані(багатокутники)*

3D-модель, складається з вершин, які об'єднуються, утворюючи сітку та діють як ядро 3D-моделі. Кожною точкою на моделі можна маніпулювати, щоб змінити її форму. Використовуючи дані координат цих точок, програмне забезпечення визначає розташування кожної вертикальної та горизонтальної точки відносно опорної точки.

1.2 У яких галузях використовується 3D-моделювання?

Технологія 3D-друку стрімко розвивається та знаходить застосування в багатьох галузях промисловості. Завдяки можливості створювати складні деталі без використання традиційних методів виробництва, технології стають важливим інструментом для підвищення ефективності, зниження витрат і впровадження інновацій.

Однією з перших галузей, що почала активно використовувати 3D-друк, стала аерокосмічна та оборонна промисловість. Підприємства цієї сфери застосовують адитивне виробництво для створення складних і легких компонентів, які дозволяють значно зменшити витрати пального та скоротити викиди шкідливих речовин. Наприклад, деякі виробники успішно друкують паливні форсунки для реактивних двигунів, об'єднуючи декілька окремих деталей в один виріб і суттєво зменшуючи його масу.

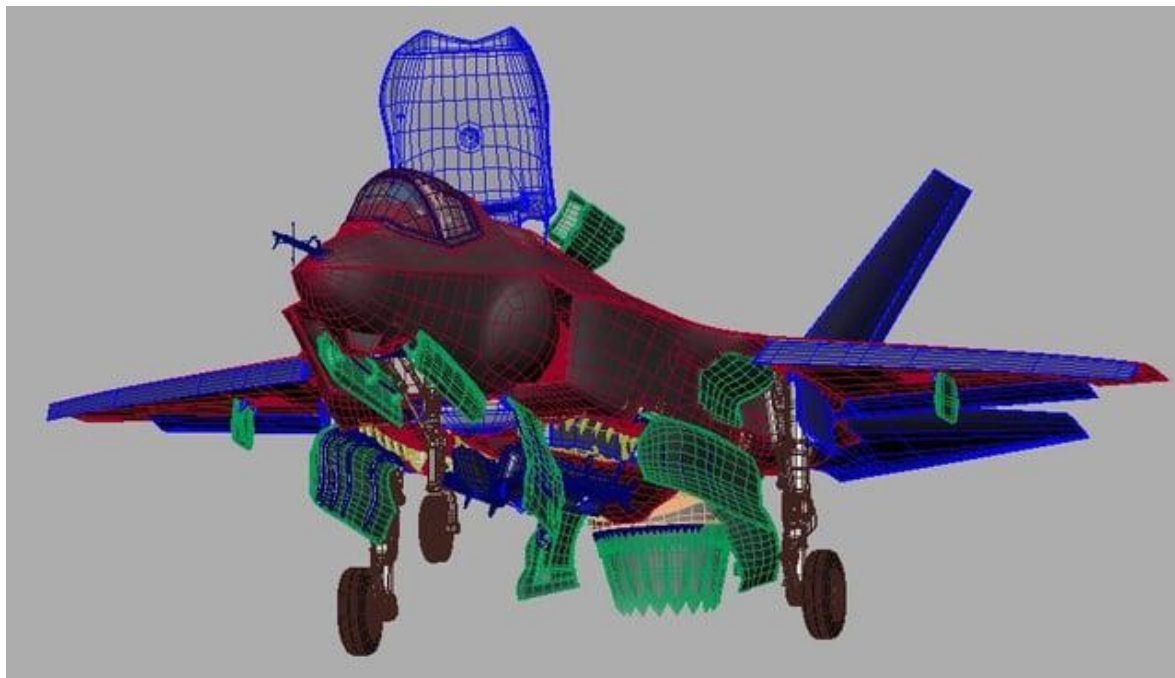


Рис.1.3 – CAD 3D-модель винищувача F-35

Автомобільна промисловість також активно впроваджує технології 3D-друку як для створення прототипів, так і для виготовлення готових деталей. Виробники використовують цю технологію для виготовлення спеціалізованих інструментів і виробничого оснащення, що допомагає скоротити простої на виробничих лініях. Крім того, компанії преміального сегмента досліджують можливості персоналізації автомобілів за допомогою надрукованих на 3D-принтері елементів інтер'єру та аксесуарів, що дозволяє враховувати індивідуальні побажання клієнтів. [3]

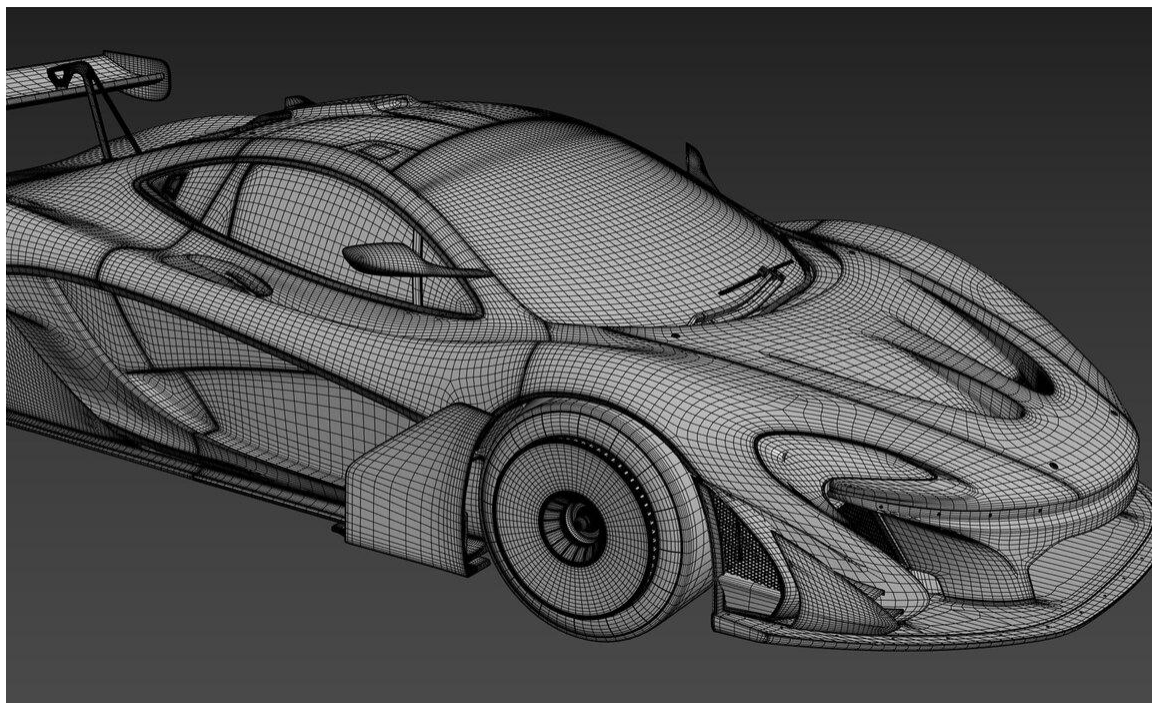


Рис.1.4 – 3D-модель автомобіля McLaren

Значних успіхів 3D-друк досяг у сфері охорони здоров'я та виробництва медичних виробів. Окрім створення протезів та імплантів, сучасні технології дають змогу виготовляти індивідуальні хірургічні шаблони, стоматологічні елайнери та навіть біодруковані тканини для тестування лікарських препаратів. Можливість створення точних анатомічних моделей на основі даних комп'ютерної чи магнітно-резонансної томографії суттєво змінює підходи до планування операцій та медичної освіти.



Рис.1.5 – 3D-модель імплантів

У галузі споживчих товарів та електроніки 3D-друк використовується переважно для швидкого прототипування та дрібносерійного виробництва. Виробники електроніки досліджують можливості інтеграції надрукованих компонентів у власні продукти, що може сприяти створенню більш модульних і ремонтпридатних пристроїв. У сфері моди технологія застосовується для виготовлення індивідуалізованих підошов спортивного взуття, забезпечуючи новий рівень персоналізації продукції.



Рис.1.6 – Взуття з надрукованою підошвою

Важливе значення 3D-друк має й для виробництва промислового обладнання та оснащення. Машинобудівні підприємства та виробничі компанії дедалі частіше використовують власні 3D-принтери для створення спеціалізованих шаблонів, вимірювальних пристроїв і роботизованого оснащення. Виготовлення таких виробів безпосередньо на підприємстві дозволяє скоротити час очікування, зменшити простої обладнання та підвищити загальну ефективність виробничих процесів.

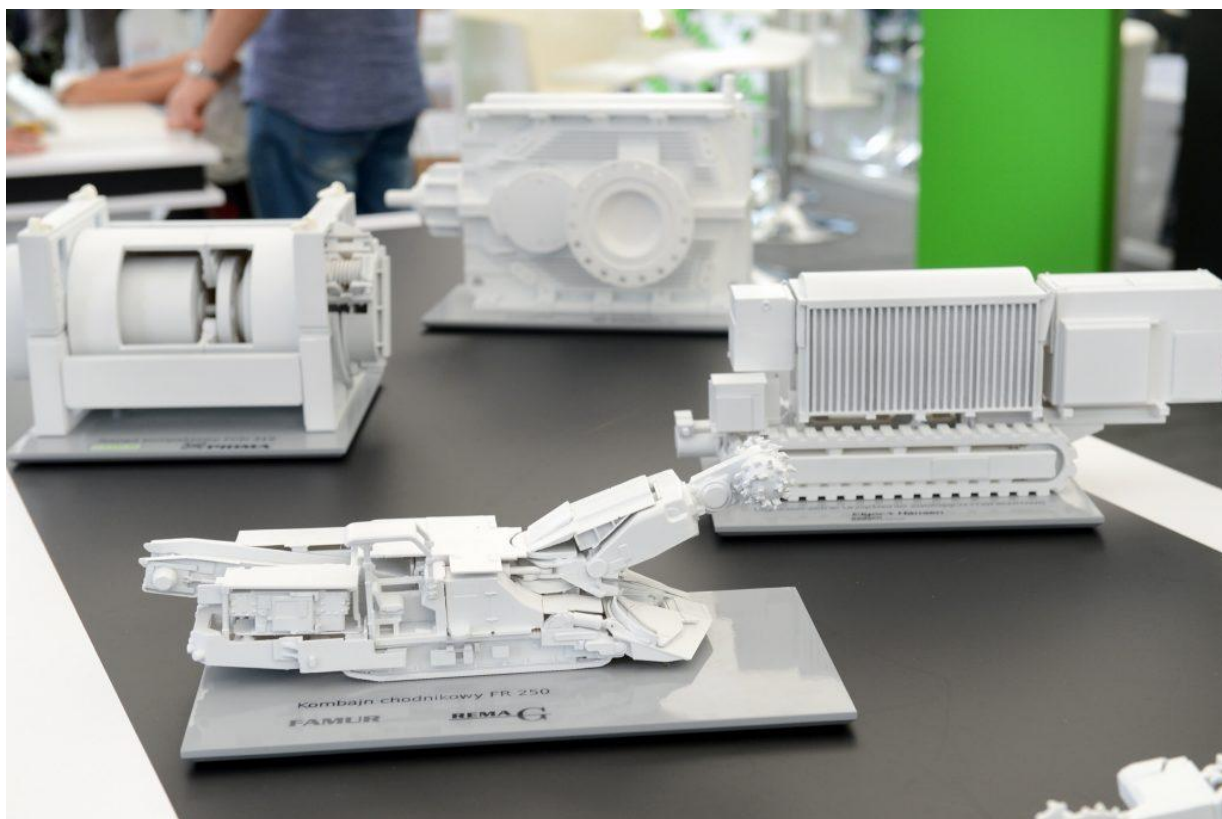


Рис.1.7 – Надруковані моделі промислових об'єктів

Будівництво та архітектура також поступово впроваджують можливості адитивного виробництва. Незважаючи на те, що ця сфера ще перебуває на етапі активного розвитку, вже сьогодні компанії експериментують із друком будівельних елементів і навіть цілих споруд. Очікується, що використання 3D-

друку дозволить зменшити кількість будівельних відходів, прискорити процес зведення об'єктів і реалізовувати більш складні архітектурні проєкти. [3]



Рис.1.8 – Друкування фасаду будівлі

Застосування 3D-моделювання у відеоіграх та цифрових технологіях

Завдяки своїй універсальності ця технологія застосовується у великій кількості сфер, однак одним із найпомітніших і найпоширеніших напрямів її використання є індустрія комп'ютерних ігор, ігрових консолей, віртуальної реальності (VR) та мобільних ігор.

У сфері розробки відеоігор 3D-моделі відіграють ключову роль у створенні унікальних персонажів, ігрових середовищ, об'єктів і навіть цілих віртуальних світів. Одним із найважливіших аспектів сучасних ігор є занурення гравця в

атмосферу гри, і саме 3D-моделювання забезпечує цей ефект, роблячи ігровий процес більш реалістичним та захопливим.



Рис.1.9 – Фото з гри Cyberpunk 2077

Особливо важливе значення 3D-моделювання має у віртуальній реальності. VR-ігри є однією з найбільш швидко зростаючих галузей індустрії розваг. Вони повністю занурюють гравця у тривимірне середовище, дозволяючи взаємодіяти з об'єктами та досліджувати цифрові світи так, ніби вони є реальними. Саме якісні 3D-моделі роблять цей досвід переконливим і захопливим.



Рис.1.10 – Фото з гри Vader Immortal: A Star Wars Series

Раніше відеоігри мали прості піксельні світи з обмеженою деталізацією. Проте з розвитком технологій 3D-моделювання ігрова індустрія зазнала значних змін.



Рис.1.11 –Фото з гри The Legend of Zelda: Ocarina of Time

Сьогодні художники та розробники можуть створювати надзвичайно деталізовані та реалістичні ігрові середовища, використовуючи складні техніки моделювання та текстурювання. Це дозволяє максимально точно відтворювати різноманітні об'єкти, такі як ландшафти, будівлі та предмети.



Рис.1.12 –Фото з гри S.T.A.L.K.E.R. 2: Heart of Chornobyl

Крім того, сучасне 3D-моделювання значно підвищує рівень занурення в ігри. Воно дозволяє реалізувати реалістичне освітлення, динамічні погодні умови та природні рухи персонажів. Завдяки цьому гравці можуть досліджувати великі міста, густі ліси або постапокаліптичні світи, які виглядають правдоподібно та викликають емоційний відгук. 3D-моделювання є невід’ємною частиною сучасної ігрової індустрії.



Рис.1.13 –Фото з гри MARATHON

1.3 Види 3D-принтерів, та друку

Розглянемо декілька видів 3D-принтерів та методів друку які є популярними у домашніх умовах на сьогодні.

FFF (Fused Filament Fabrication) є найпоширенішою та найдоступнішою технологією 3D-друку, яку використовує більшість сучасних 3D-принтерів. Під час друку пластиковий матеріал у вигляді нитки нагрівається до високої температури, стає м'яким і подається через спеціальне сопло. Сопло рухається за заданою траєкторією, формуючи контур і внутрішню структуру майбутнього виробу. Після завершення одного шару принтер переходить до наступного, поступово накладаючи шари один на один, доки модель не буде повністю надрукована. [6]



Рис.1.14 – приклад FFF технології друку

Сьогодні саме FFF-технологія використовується найчастіше серед усіх методів 3D-друку. За її допомогою створюють прототипи, інженерні моделі, деталі для ремонту, декоративні вироби, іграшки та різноманітні побутові предмети. Популярність FFF пояснюється низькою вартістю друку та можливістю виготовляти вироби навіть у домашніх умовах без спеціальної

підготовки. Цей вид друку є найпоширенішим на даний момент, більша частина ринку 3D-принтерів складається саме з цієї технології.

CFR (Continuous Fiber Reinforcement) — це вдосконалена технологія 3D-друку, яка доповнює стандартний процес FFF. Під час друку, окрім основного пластикового матеріалу, принтер використовує додаткове сопло для укладання безперервних композитних волокон усередині деталі. Такі волокна виконують роль армування, значно підвищуючи міцність і жорсткість готового виробу. Завдяки цьому надруковані деталі здатні витримувати більші навантаження та можуть використовуватися в інженерних і промислових проєктах.[6]



Рис.1.15 – Приклад CFR технології друку

CFR використовується рідше, ніж базові технології 3D-друку, оскільки потребує спеціального обладнання та дорожчих матеріалів. Найчастіше її застосовують в інженерії, авіації, автомобільній промисловості та інших сферах, де важлива висока міцність і надійність деталей.

Технології світлового затвердіння (Light Curing) дозволяють створювати деталі з високою точністю, зазвичай невеликих розмірів. Для такого друку

використовуються спеціальні фото полімерні смоли, які тверднуть під впливом світла. Сучасні виробники розробляють різні види фото полімерів із широким спектром властивостей, що дає змогу отримувати вироби для різних потреб. Такі технології найчастіше застосовуються для виготовлення невеликих прототипів або точних готових деталей.

SLA (Stereolithography) — одна з найпоширеніших технологій світлового затвердіння. Принтери SLA здатні швидко та відносно недорого виготовляти деталі з високою точністю. Під час друку лазер вибірково засвічує поверхню рідкої смоли, затверджуючи потрібні ділянки відповідно до форми моделі. Після завершення кожного шару платформа зміщується, і процес повторюється для наступного шару. У результаті деталь поступово формується шар за шаром, піднімаючись із резервуара зі смолою.[6]

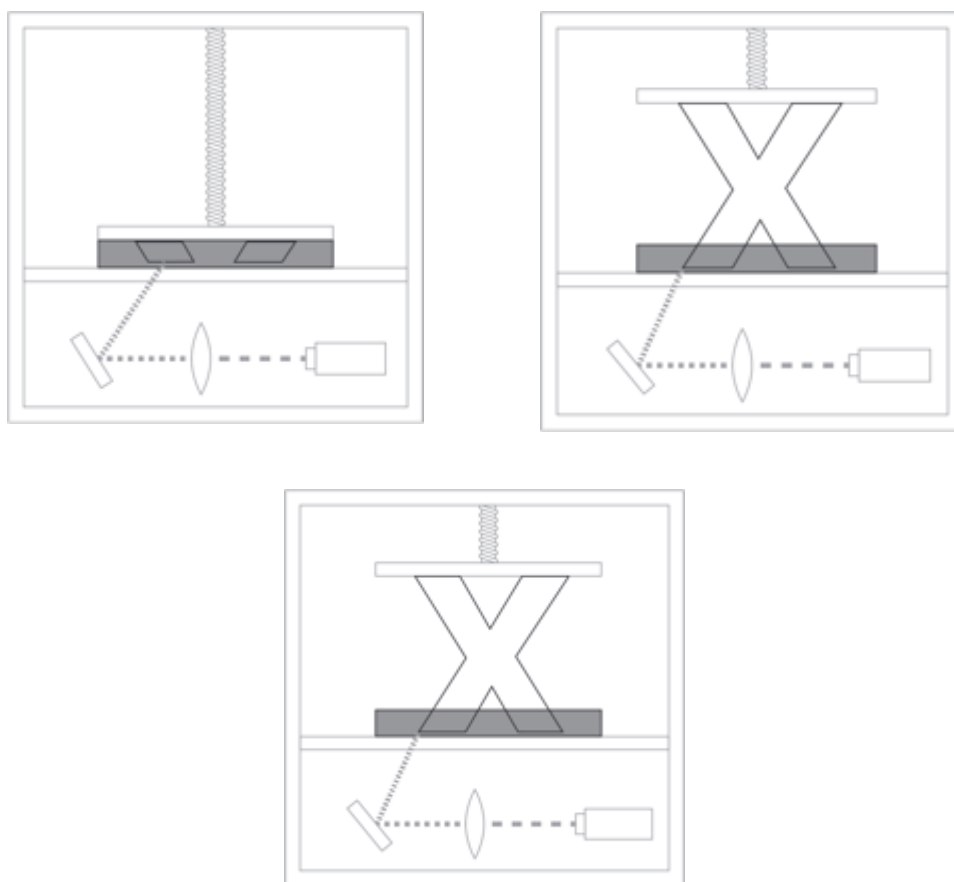


Рис.1.16 – Приклад SLA технології друку

SLA відома високою точністю та гладкою поверхнею готових виробів, тому її часто використовують для створення дрібних деталей, прототипів, стоматологічних моделей і ювелірних виробів. Ця технологія застосовується рідше, ніж FFF, але є дуже популярною там, де важлива максимальна деталізація та якість поверхні. Наприклад для друку міні-фігурок/фігурок, у цій сфері дана технологія друку є абсолютним лідером через свою якість



Рис.1.17 – Надруковані фігурки з використанням SLA принтера

РОЗДІЛ 2

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА: ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ІНСТРУМЕНТАМИ, РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ

2.1 Інструменти Blender, початок роботи

Blender має велику кількість інструментів для роботи з моделями, але конкретно для нашої задачі ми не потребуємо повного функціоналу. Тому такий інструментарій як, скульптинг, редагування текстур, фарбування текстур, шейдінг, анімація, рендерінг, композиція, геометричні ноди та скріпти нам не потрібні. Сцена – це наш головний простір у якому ми працюємо, усі об’єкти знаходяться у рамках цієї сцени, та відповідають згідно її налаштуванням.

Ми будемо працювати з готовою бібліотекою фігур яка уже присутня у Blender. Усе завжди починається зі звичайного куба. Ми також приберемо зі сцени Камеру та Джерело світла, так як вони потрібні для фінального рендерінгу сцени, але так як ми працюємо виключно над 3D-моделлю.

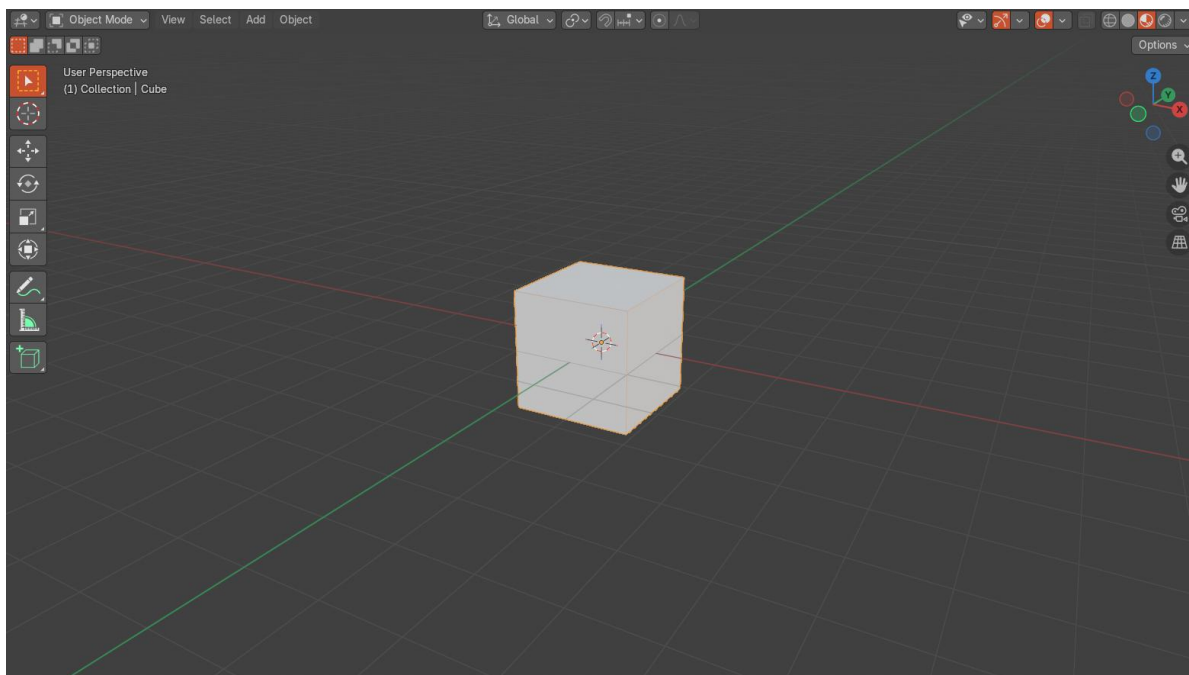


Рис.2.1 – Початковий екран

Перед тим як ми почнемо працювати над моделлю. Нам потрібно змінити налаштування самої сцени, так як стандартно Blender використовує 1 метр як стандарт для відображення одного відділення на сітці. На правій нижній панелі заходимо до вкладки Сцена, переходимо на шеврон під назвою Units (одиниці вимірювання), у секції довжини ми виставляємо сантиметри замість метрів.

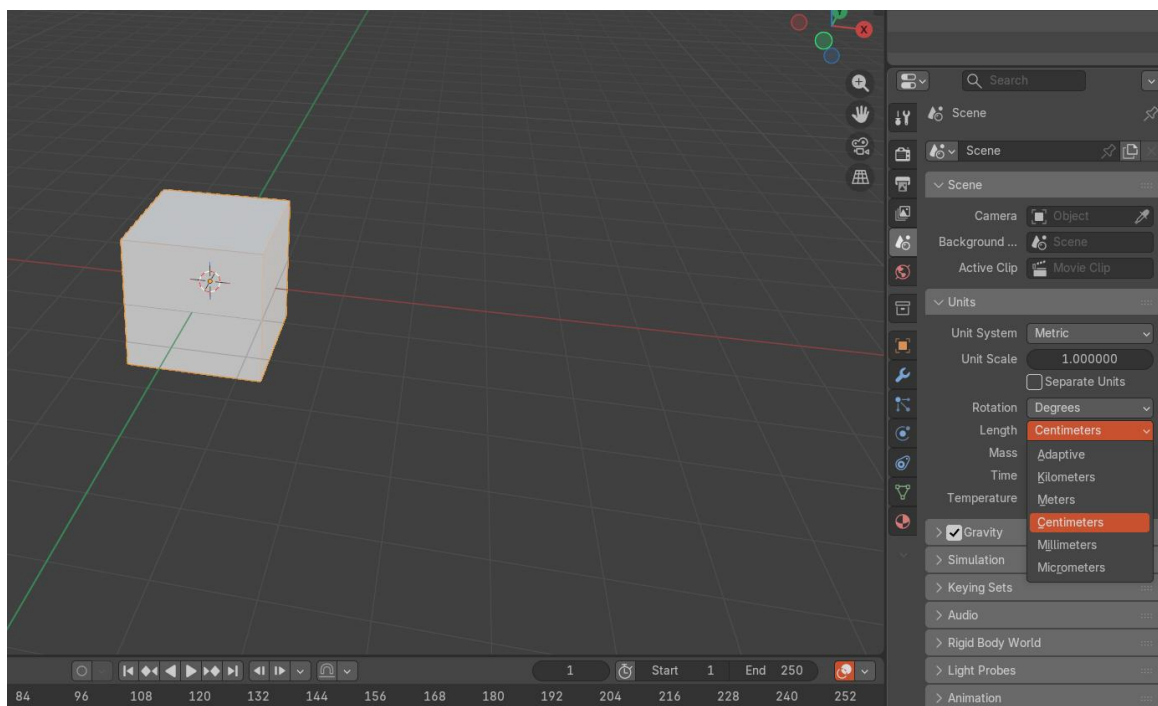


Рис.2.2 – бічна панель налаштувань сцени

Ми це робимо, задля того, щоб коли ми працюємо над моделлю, ми можемо орієнтуватись на наші заміри які ми зробили з наших запчастин від мікро-комп'ютера Arduino. Нам не потрібна коробка розміром у два метри, тому ця система не тільки нам допоможе, але і дуже важлива коли нам треба буде експортувати модель до програмного забезпечення для 3D-друку.

Перейдемо до моделювання нашої першої частини, ми почнемо зі звичайної невеличкої коробки для нашої без пайкової макетної плати (breadboard)

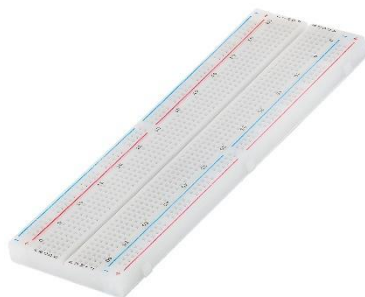


Рис.2.3 – breadboard

Знаючи розміри нашої плати, ми почнемо редагувати нашу модель під її розміри. Нажавши клавішу **N**, ми відкриємо меню з конкретною інформацією про наш об'єкт, у секції **Dimensions**, ми вкажемо наші розміри, і модель змінить свою форму відповідно заданим налаштуванням (16.5; 7; 5.5).

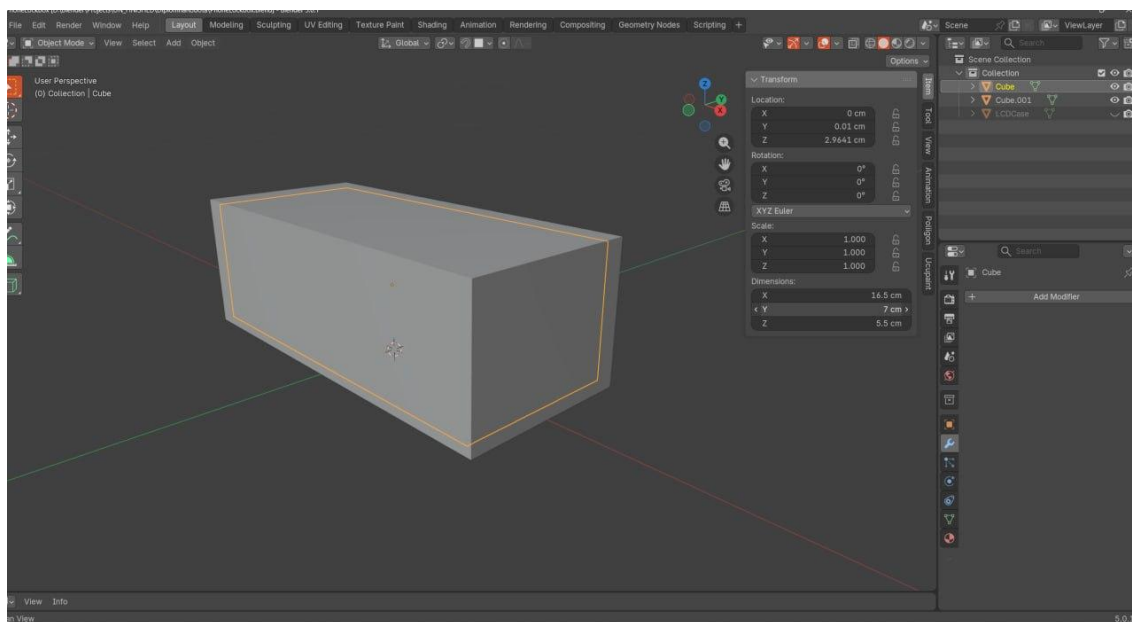


Рис.2.4 – налаштування об'єкта

На даний момент ми зробили об'єкт розміром рівно з формою нашої плати, але для нашого корпусу нам треба товщина стінок, так як об'єкт зараз не має ніякої маси. Ми можемо це зробити використавши модифікатор об'єкту, а саме Solidify. Повернемося до нашої панелі на правій стороні екрана, та оберемо іконку у вигляді ключа, яка називається Modifiers. І в секції Generate додаємо наш новий модифікатор Solidify.

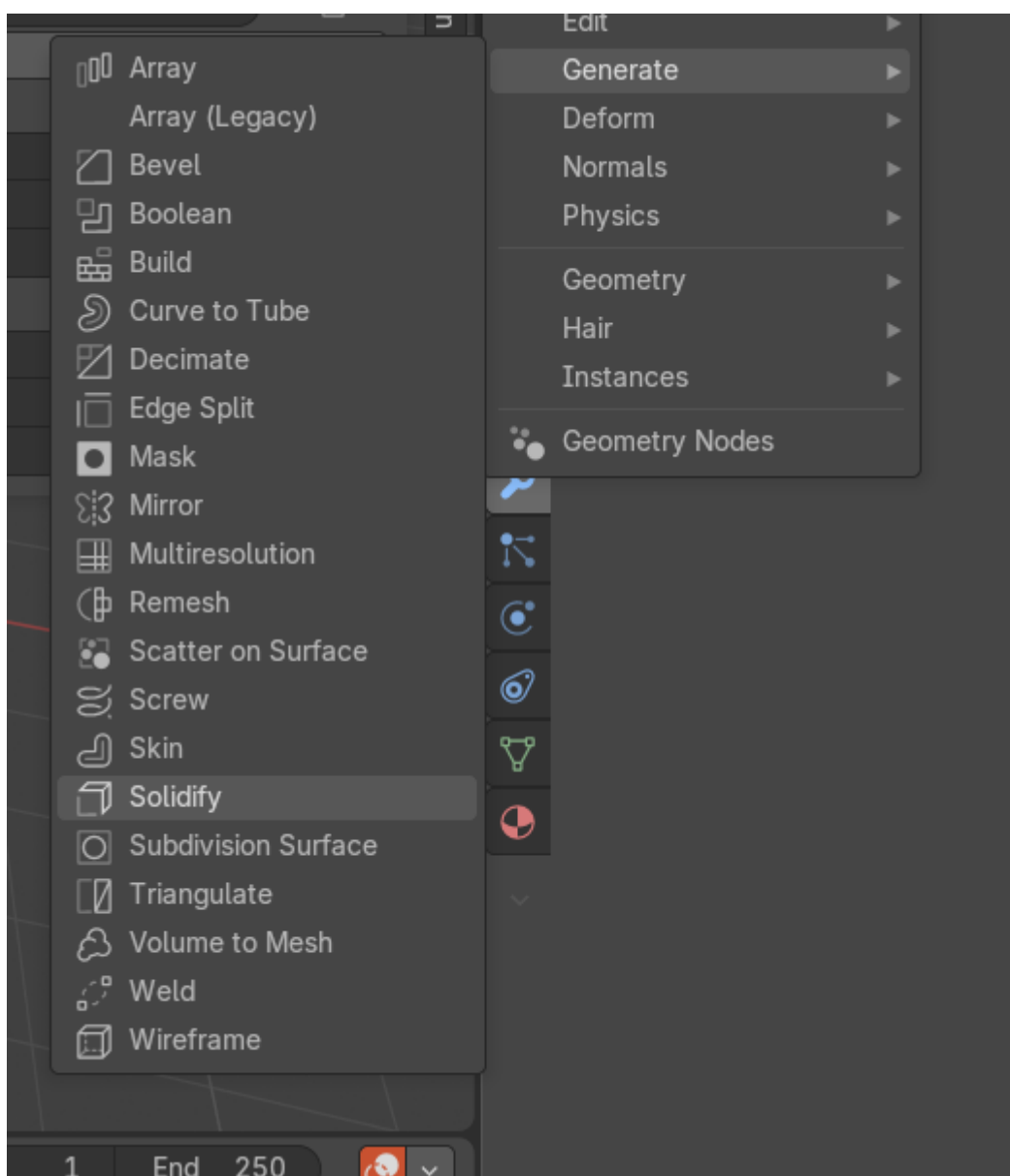


Рис.2.5 – модифікатор Solidify

Цей модифікатор дозволяє додати маси нашому об'єкту, тепер замість тонкої стінки яка не мала маси, ми вже маємо повністю закриту коробочку. Але тепер нам треба змінити щоб модифікатор давав масу стінкам не всередину коробки, а на зовні. Змінимо налаштування Offset з -1 на 1.

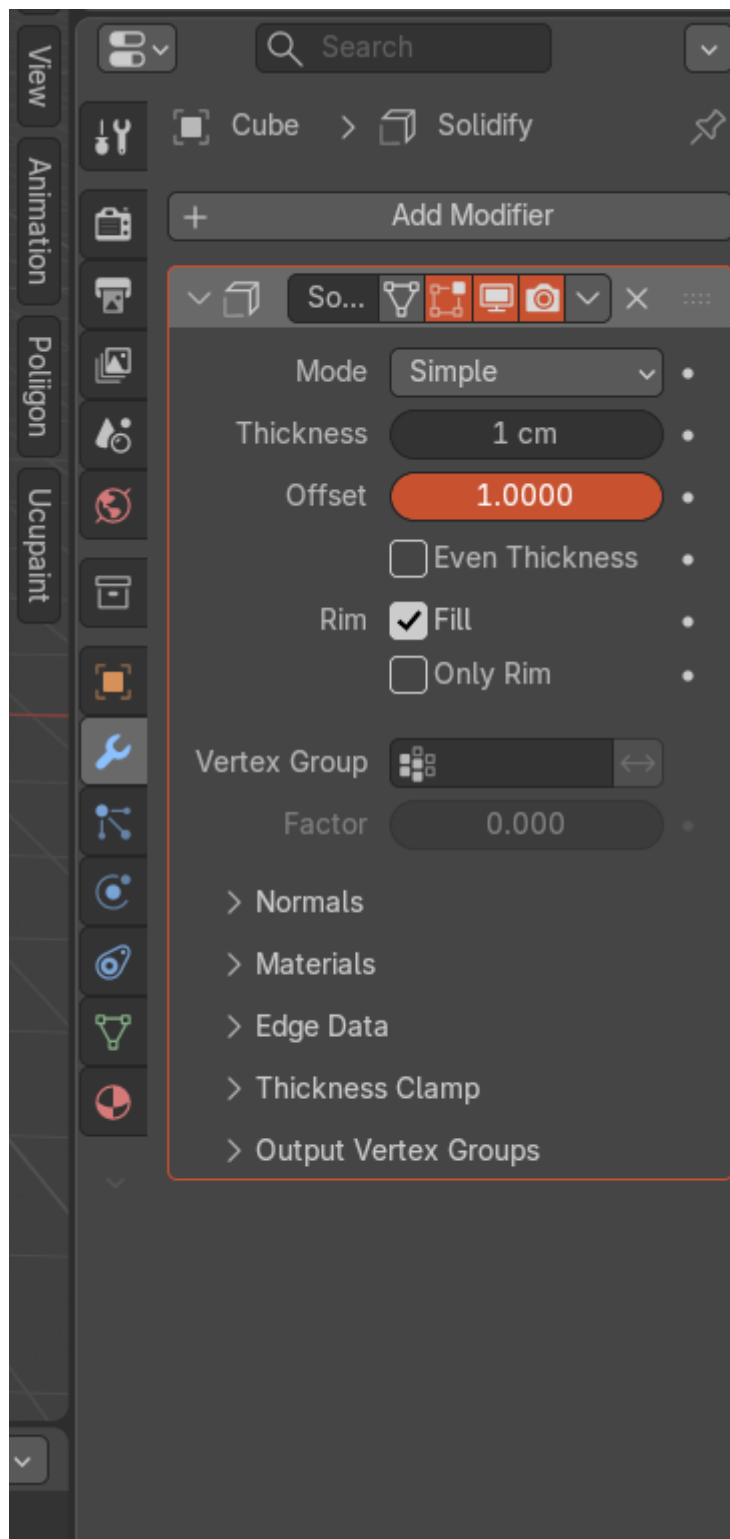


Рис.2.6 – модифікатор Solidify, налаштування

Тепер нашу коробку треба зробити порожньою, скористаємось модифікатором Boolean. Для цього знову оберемо наш об'єкт лівою кнопкою миші, та натиснемо комбінацію клавіш Shift + D. Ця комбінація клавіш дозволить нам дублювати наш об'єкт.

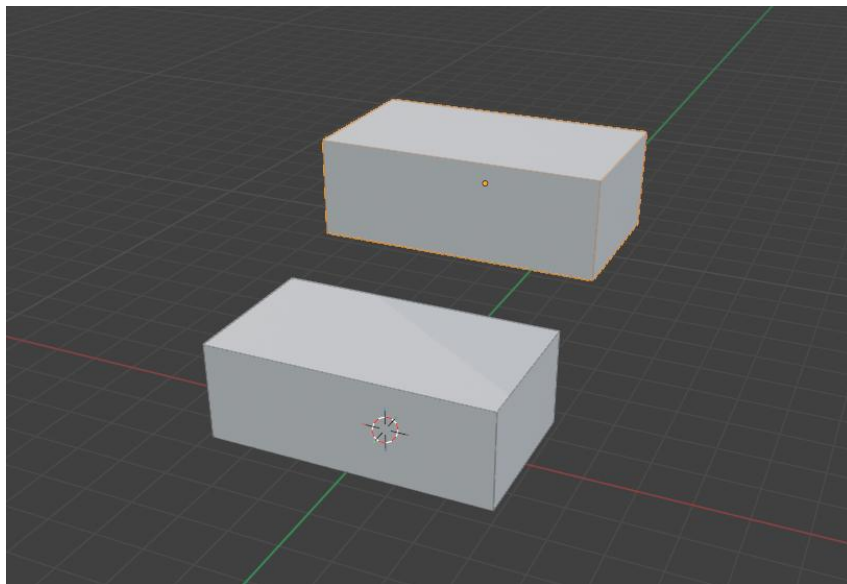


Рис.2.7 – Дубльований об'єкт

Після того як ми продублювали наш об'єкт, ми натиснемо кнопку G, яка дозволить нам рухати об'єкт у просторі сцени. Але для нашої зручності, зафіксуємо ці рухи лише на одному плані натиснувши клавішу Z на клавіатурі. Тепер ми можемо рухати об'єкт лише вгору та низ.

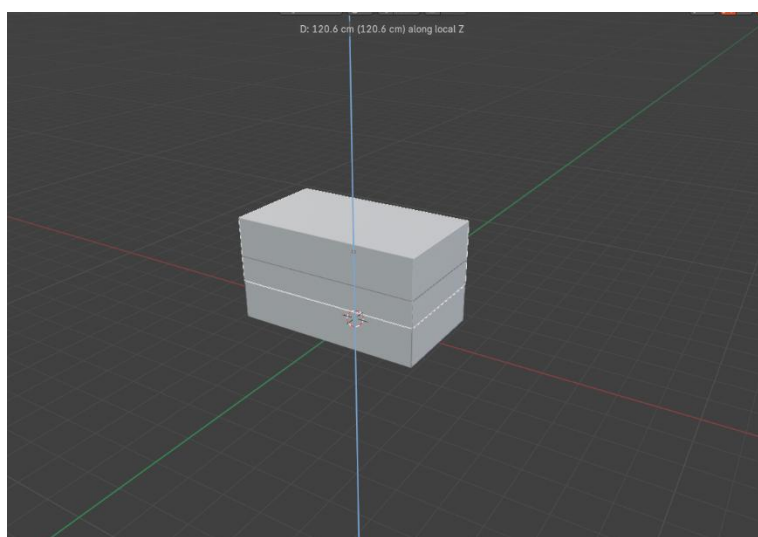


Рис.2.8 – рух об'єкта

Зробимо наш другий об'єкт трохи менше використавши клавішу S, щоб зменшити розміри об'єкта. Нам треба щоб стінки нашого корпусу були товщиною приблизно в 2 мм.

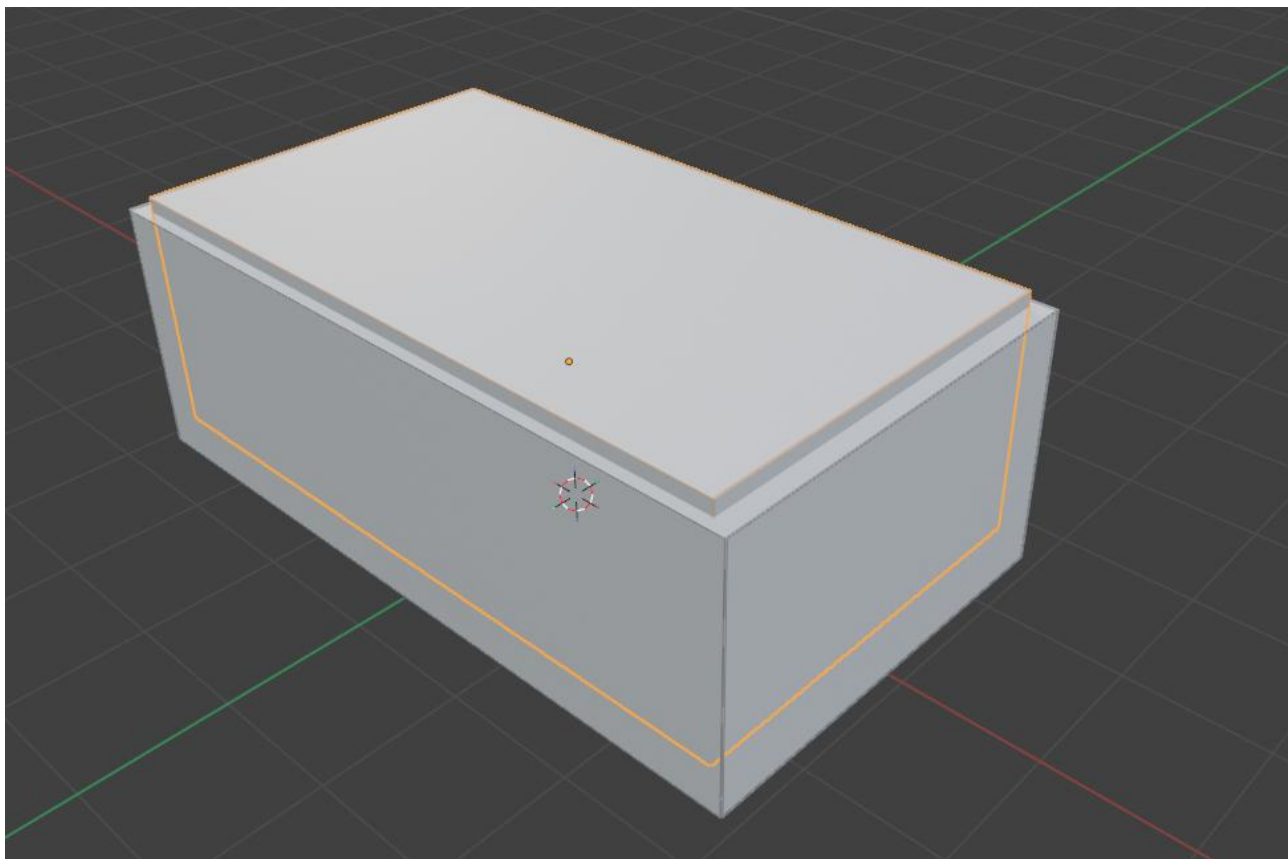


Рис.2.8 – зменшений об'єкт

Затримавши клавішу (~) на клавіатурі, зафіксуємо нашу камеру над об'єктом. Тепер натиснемо комбінацію клавіш Alt + Z щоб увімкнути прозорий вид огляду на наших об'єктах.

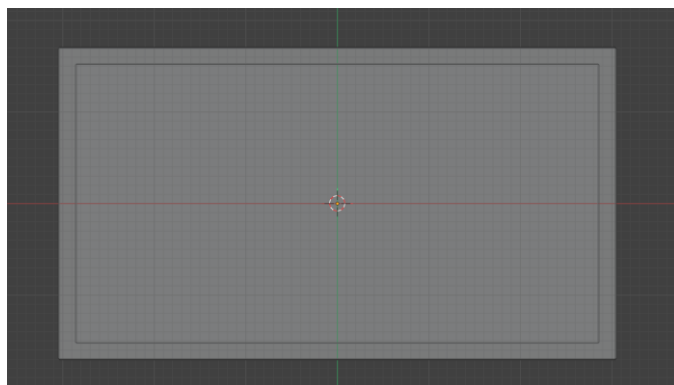


Рис.2.9 – Верхній огляд

Приблизивши, ми побачимо маленькі квадрати на нашій сітці, кожен квадратик відображає 1 мм, підставимо наш внутрішній об'єкт з урахуванням цього. (Рис.2.9). Але перед тим як ми почнемо працювати з модифікатором Boolean, нам потрібно застосувати наш модифікатор Solidify на об'єкті. Натиснувши на шеврон, оберемо опцію Apply.

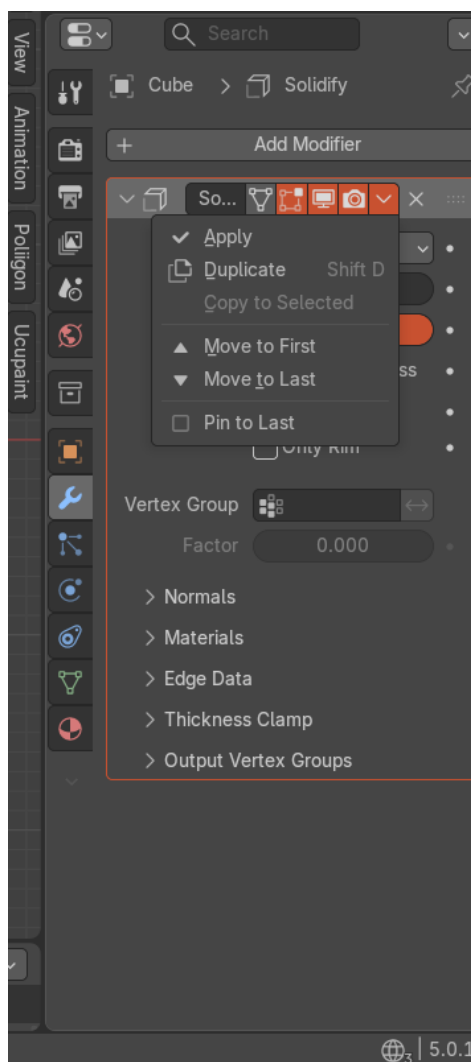


Рис.2.10 – Налаштування Solidify

Тепер оберемо зовнішній об'єкт, та додаємо новий модифікатор Boolean.

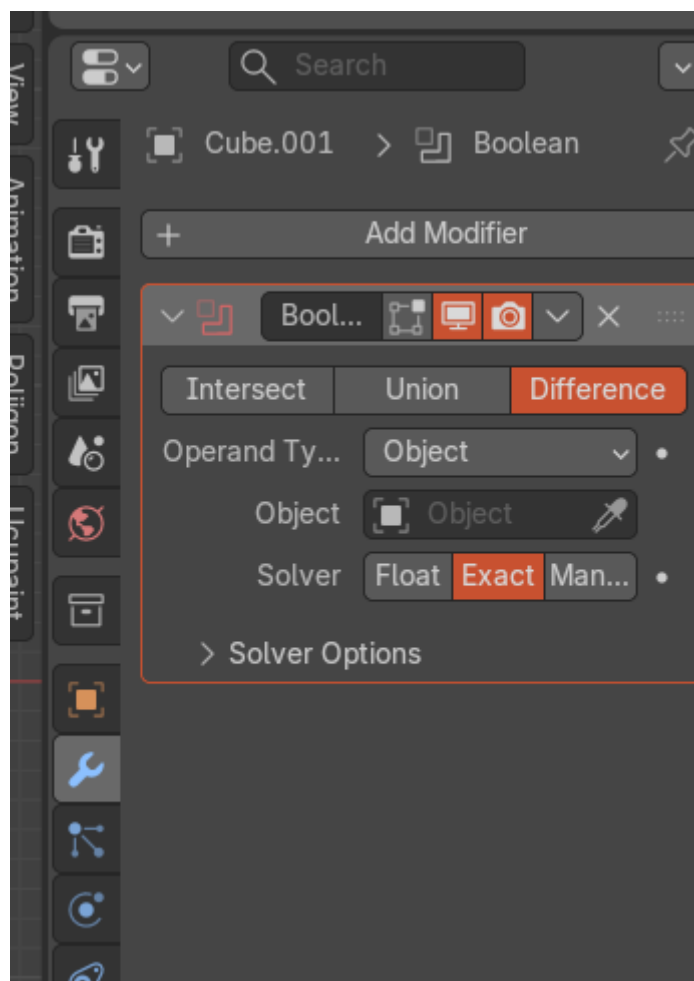


Рис.2.11 – Налаштування Boolean

Натиснувши на піпетку, оберемо наш внутрішній об'єкт. Натиснемо знову на шеврон, Apply, тепер наш об'єкт більш схожий на корпус, але попереду багато роботи.

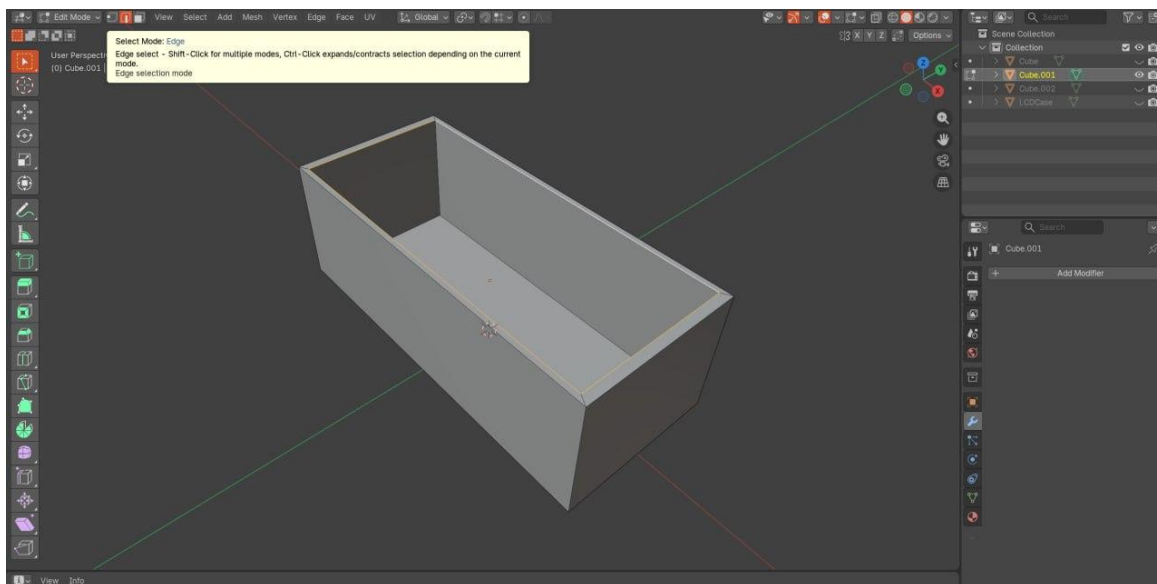


Рис.2.12 – вирізана частина коробки

Тепер зробимо кришку, перейдемо у режим редагування натиснувши кнопку Tab на клавіатурі. Також натиснемо 2, щоб перейти у режим вибору ребер нашого об'єкта. Оберемо внутрішню частину (Рис 2.12), та натиснемо кнопку F, щоб з'єднати наші виділенні об'єкти. Затиснемо кнопку (~) та оберемо огляд з правої сторони. Ми повинні бути у режимі виділення Граней (клавіша 3), та наша залита кришка повинна бути обрана.

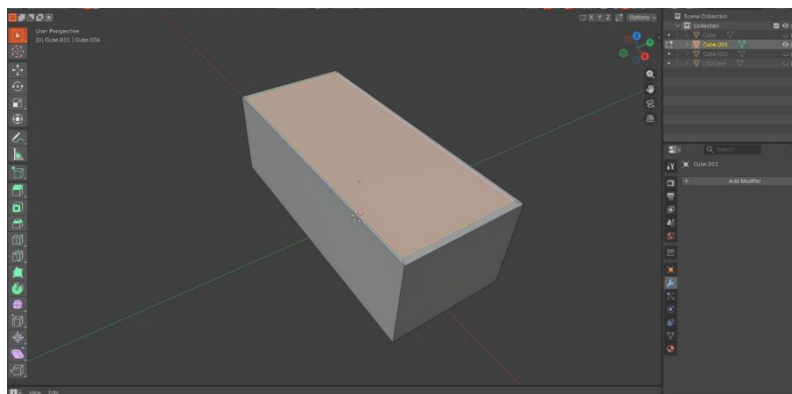


Рис.2.13 – кришка

Тепер скористаємось новою функцією на комбінацію клавіш Ctrl + E. Відкриється нове меню, і ми оберемо Extrude Edges. Це дозволить нам продовжити нашу залиту кришку, та дати їй більше маси. Також після цього, зафіксуємо вісь на якій ми працюємо натиснувши кнопку Z.

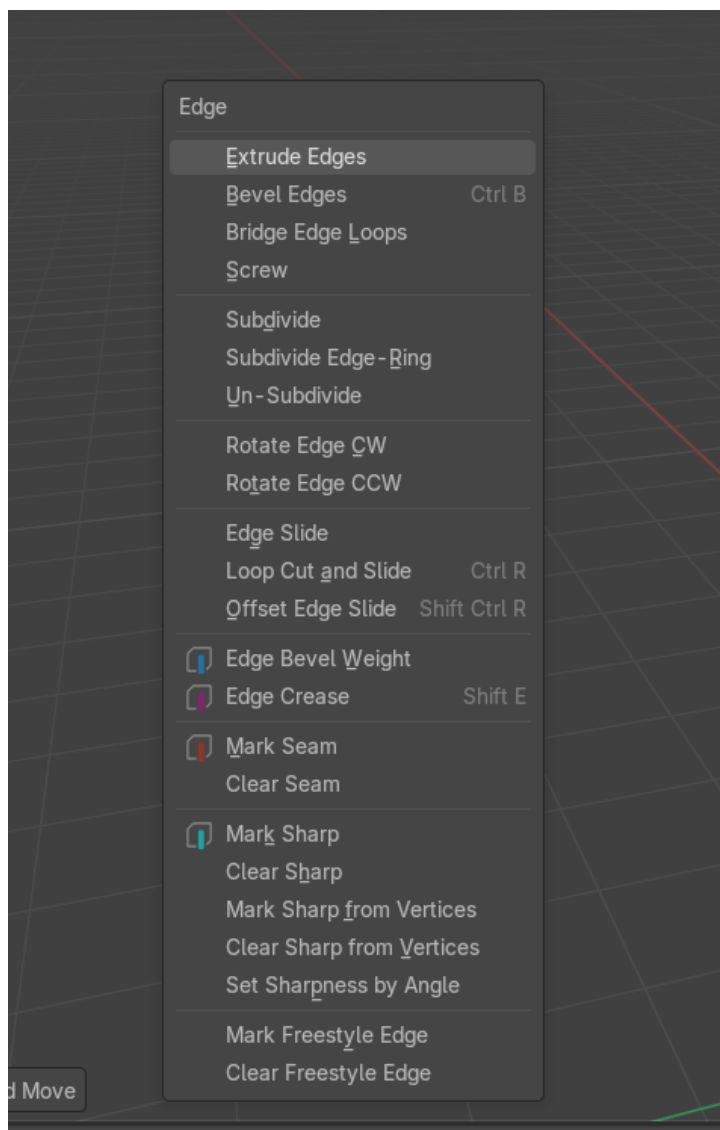


Рис.2.14 – Extrude

Виводимо її трохи вище, щоб товщина теж сягала 2 мм. Тепер у нас є кришка, але вона є частиною нашої коробки, нам треба її відділити. Скористаємось новою функцією Separate. Але для початку, з прозорим об'єктом (Alt + Z), Оберемо усі грані, у режимі редагування (Tab, 3). Тепер натиснемо кнопку P на клавіатурі, та оберемо опцію Selection. Після цього, наша кришка буде окремим об'єктом, який ми відділили від коробки.

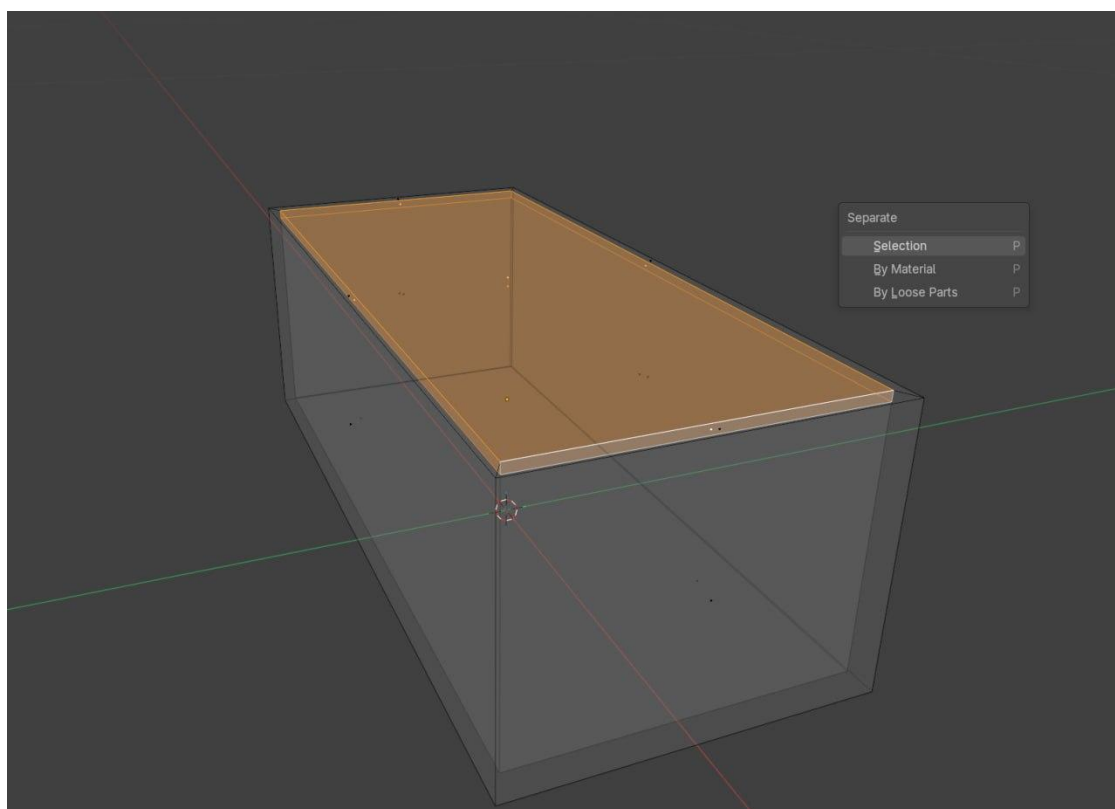


Рис.2.15 – Separate

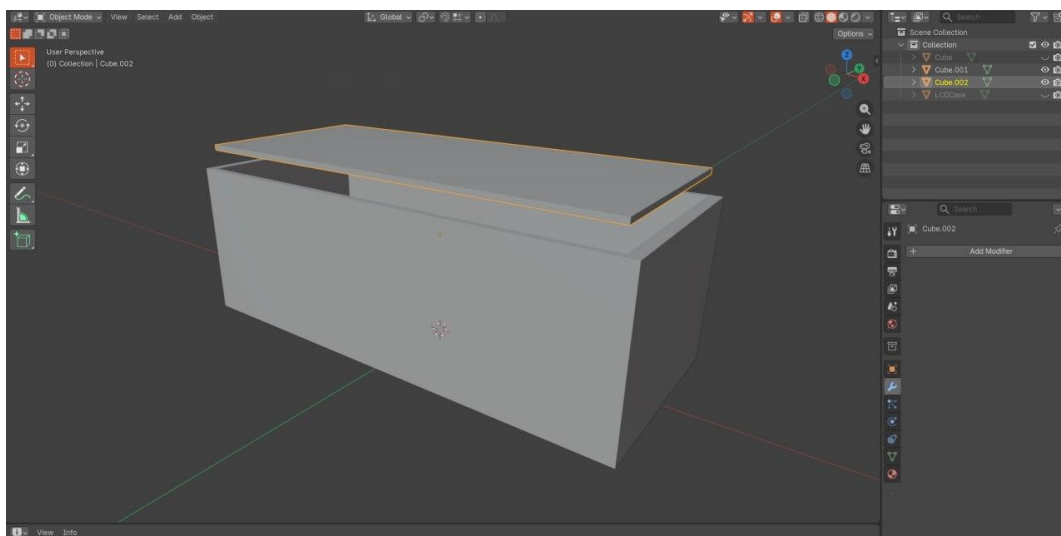


Рис.2.16 – Кришка окремо від коробки

Тепер повторимо операцію Boolean з нашою новою кришкою. Перейдемо назад у режим вибору об'єктів (Tab). Та оберемо нашу кришку. Створимо новий об'єкт, скориставшись комбінацією Shift + A, оберемо куб.

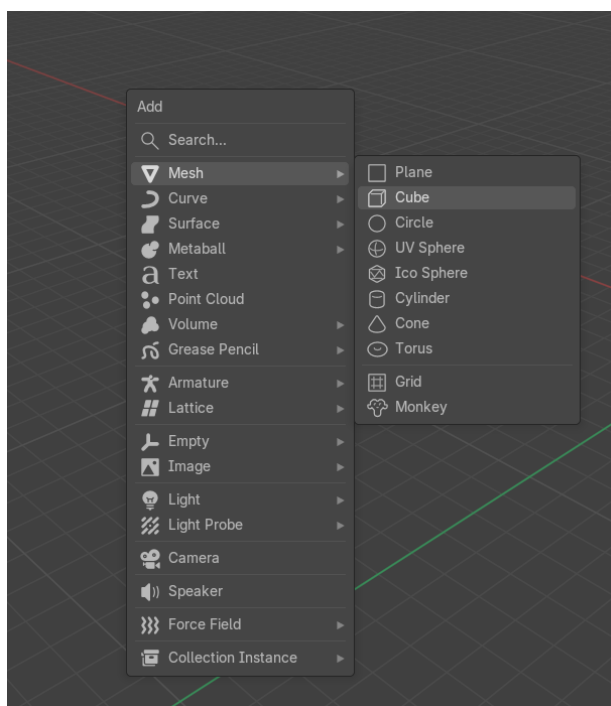


Рис.2.17 – Новий об'єкт

Оберемо наш куб, натиснувши лівою кнопкою миші, натиснемо N, та задаємо розміри нашої кнопки цьому кубу (0.5 по усіх вісях). Та повторюємо операцію з модифікатором Boolean, щоб створити отвори у нашій кришці для кнопок.

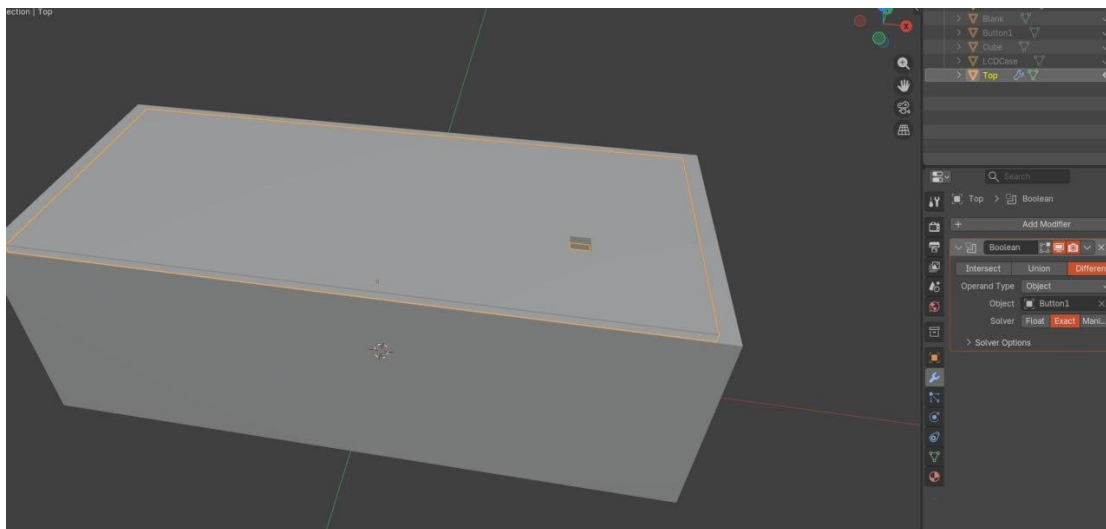


Рис.2.18 – Отвір

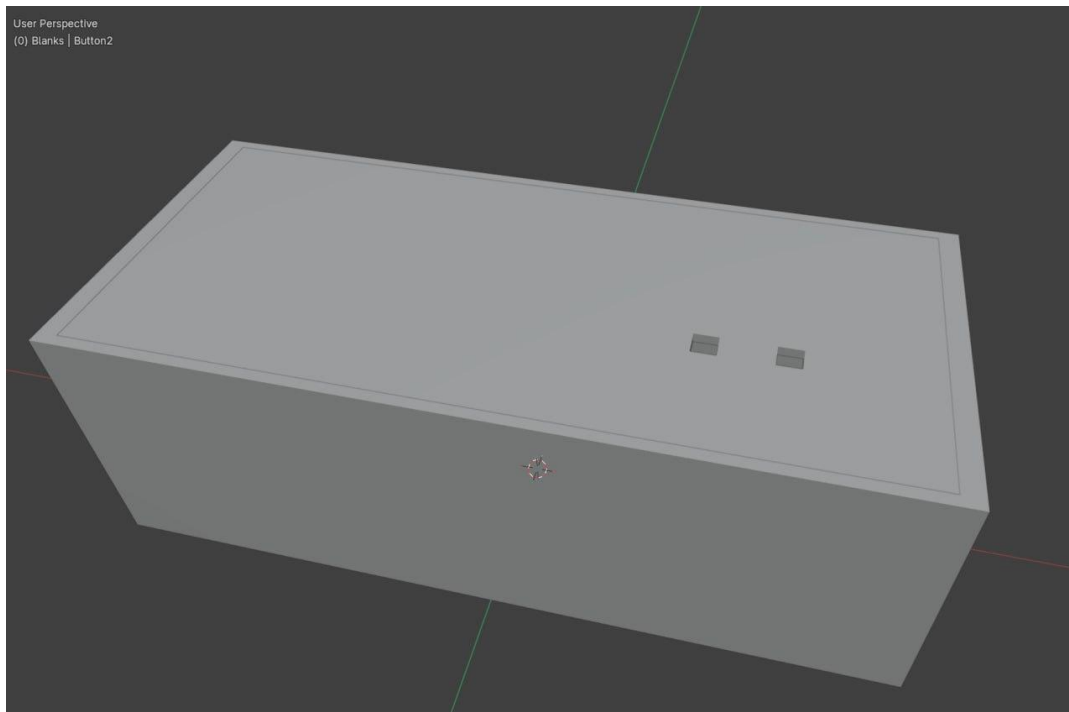


Рис.2.19 – Отвір номер два

Тепер зробимо самі кнопки. Використаєм наш кубик, який ми використовували для операції з модифікатором Boolean. У режимі редагування оберемо верхню частину, та її розширимо її за допомогою функції Scale (S).

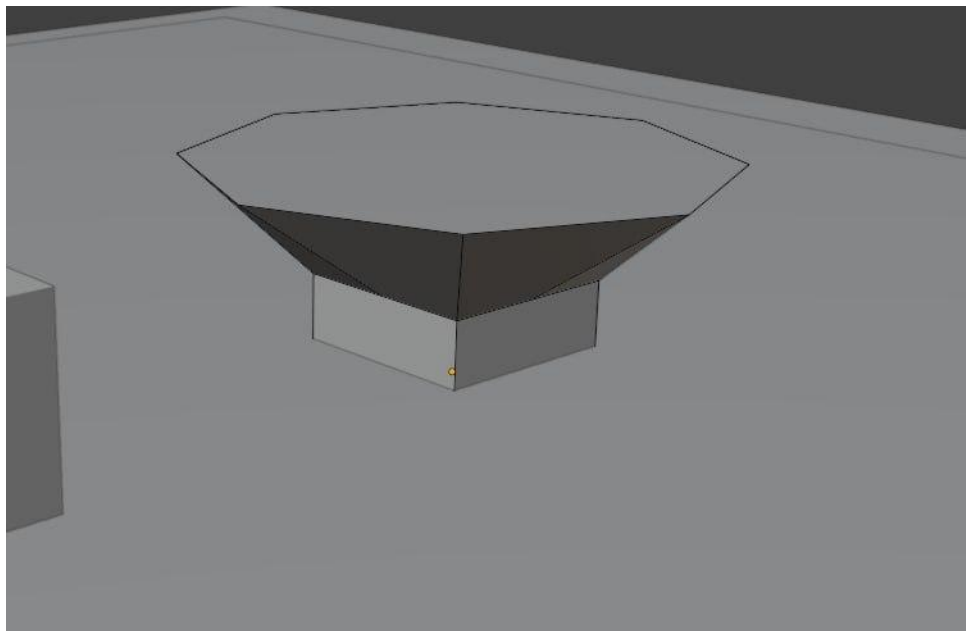


Рис.2.20 – кнопка

Зробимо її більш закругленою, у режимі редагування оберемо ребро, та за допомогою нової функції Bevel (B), додамо більше сегментів.

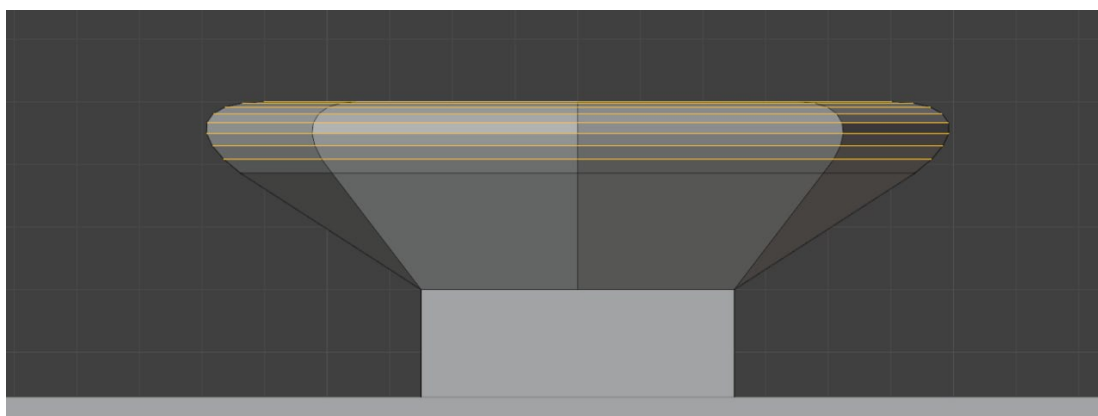


Рис.2.21 – кнопка закруглена

Скористаємось новим модифікатором Subdivision Surface. Він просто згладить вигляд кнопок, зробить їх більш приємними на око.

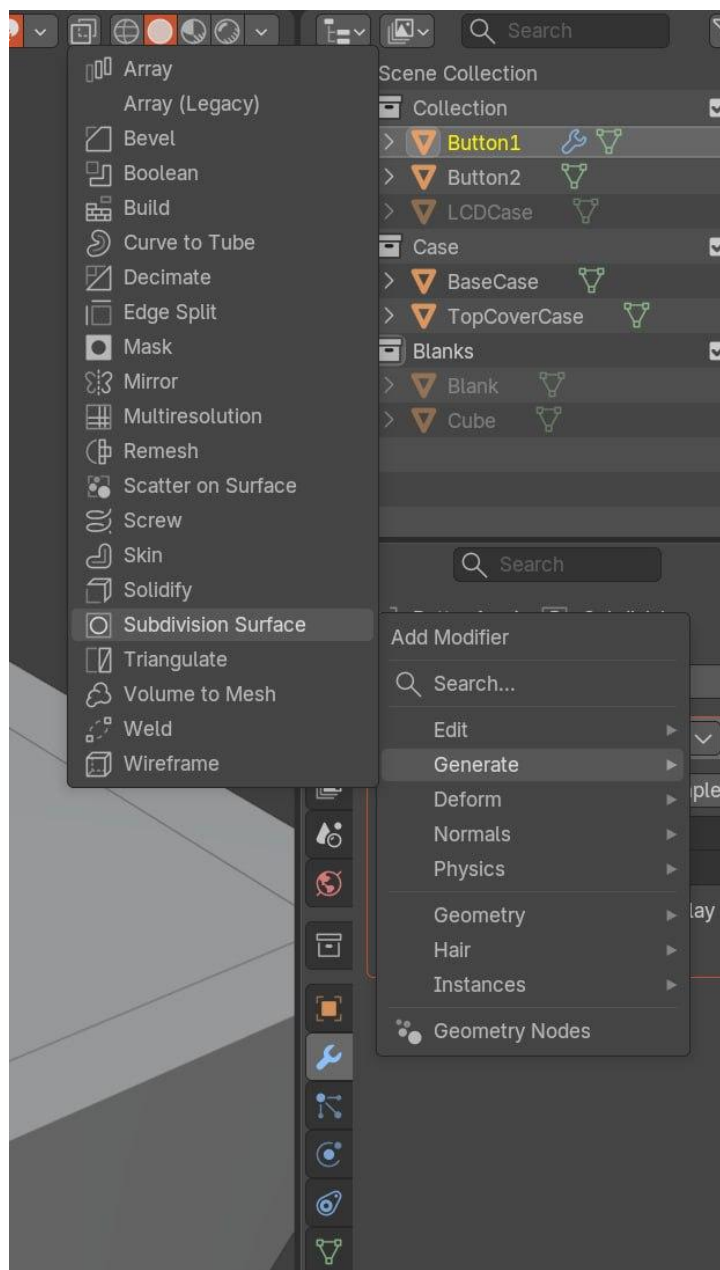


Рис.2.22 – Subdivision Surface

Зробимо дублікат кнопки (Shift + D).

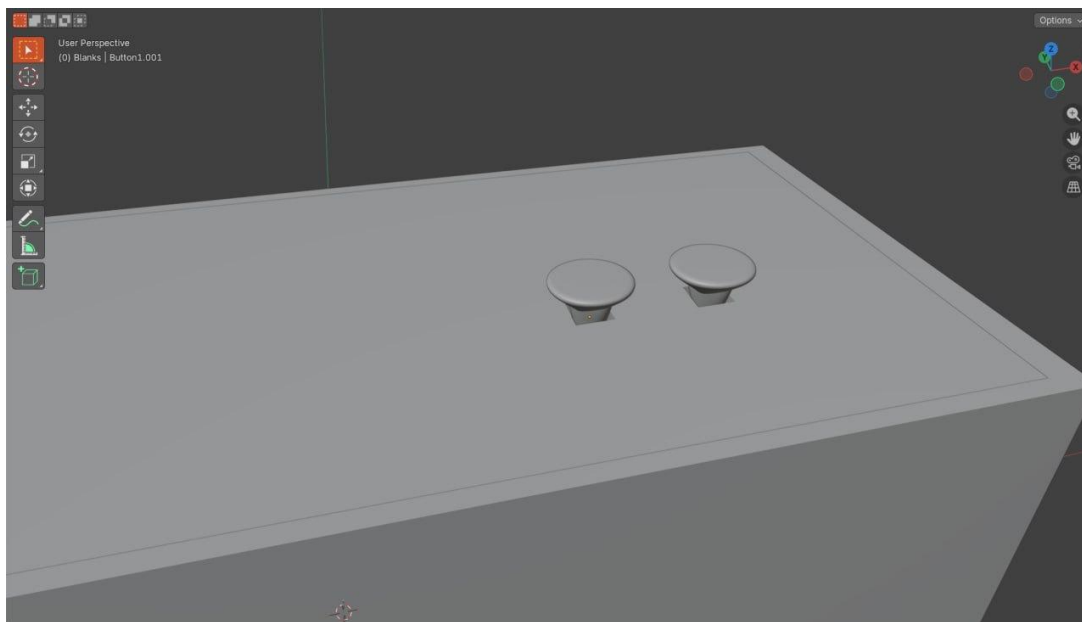


Рис.2.23 – Дублікат кнопки

Тепер зробимо отвір для нашого цифрового потенціометра, так само скористаємось модифікатором Boolean, та новим об'єктом який має розміри нашого потенціометра.

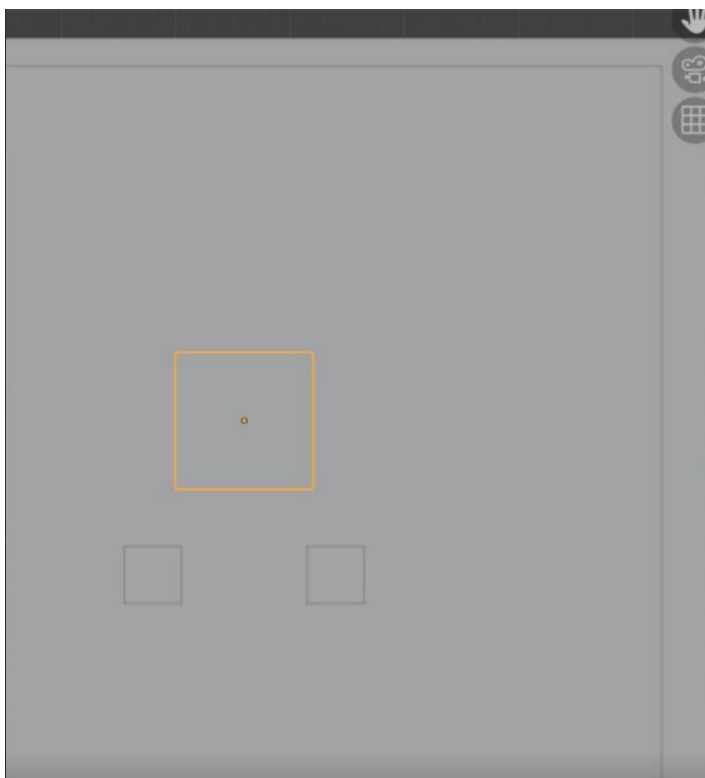


Рис.2.24 – Отвір для потенціометра

Створимо підтримку яка буде тримати потенціометр ближче до нашої кришки. Новий об'єкт, функція Extrude (E), фіксуємо на площині Z (Z). І скористаємось новою функцією Loop Cut (Ctrl + R), ця функція робить кільцевий надріз на об'єкті, що дозволяє нам з коректною геометрією подовжити об'єкт на грані X (X).

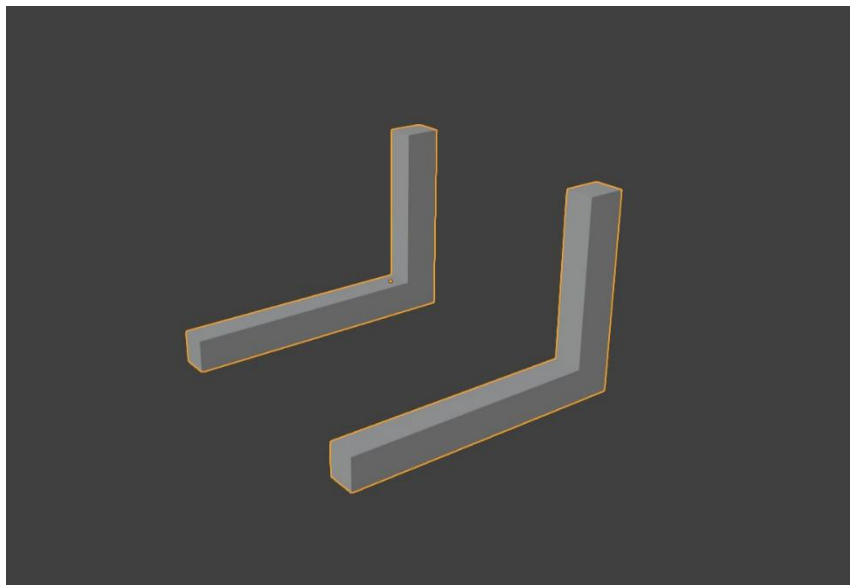


Рис.2.25 – Підтримка для потенціометра

Скористаємось новою функцією Join (Ctrl + J), ця функція поєднає два об'єкти в один

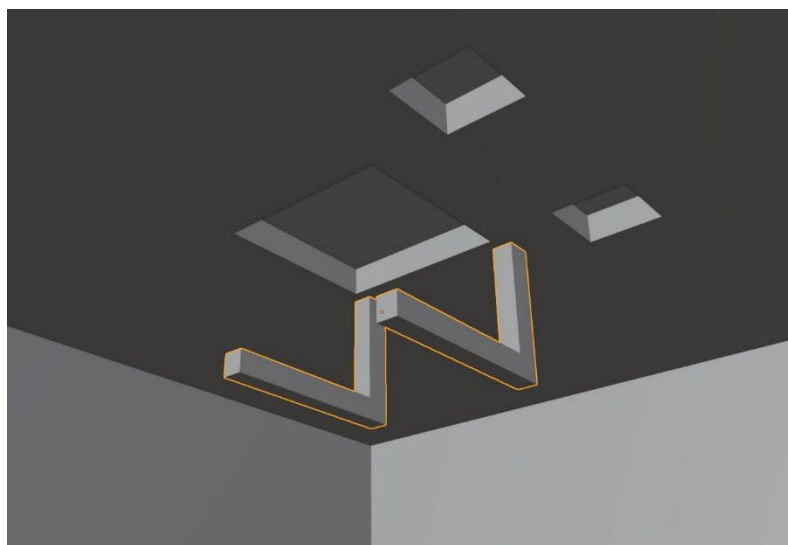


Рис.2.26 – Підтримка для потенціометра на кришці

2.2 Корпус для LCD-екрана

Тепер, почнемо працювати над корпусом для LCD екрана

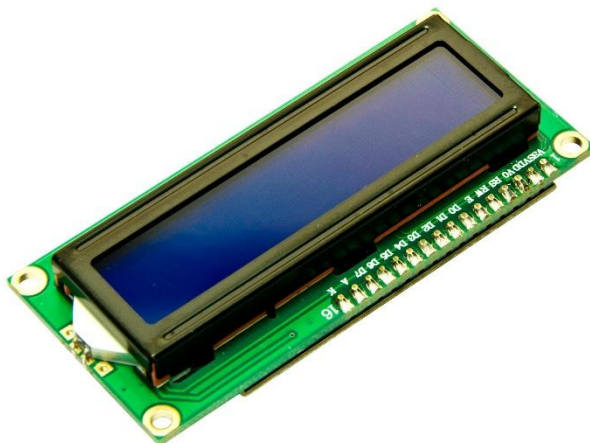


Рис.2.27 – LCD-екран

Зробимо новий об'єкт (куб), у режимі редагування оберемо одне з верхніх ребер, та скориставшись функцією Bevel, та найменшою кількістю додаткових зрізів, зробимо нахил для нашого екрана. Повторимо метод який ми робили на початку при створенні коробки, використовуючи модифікатор Boolean.

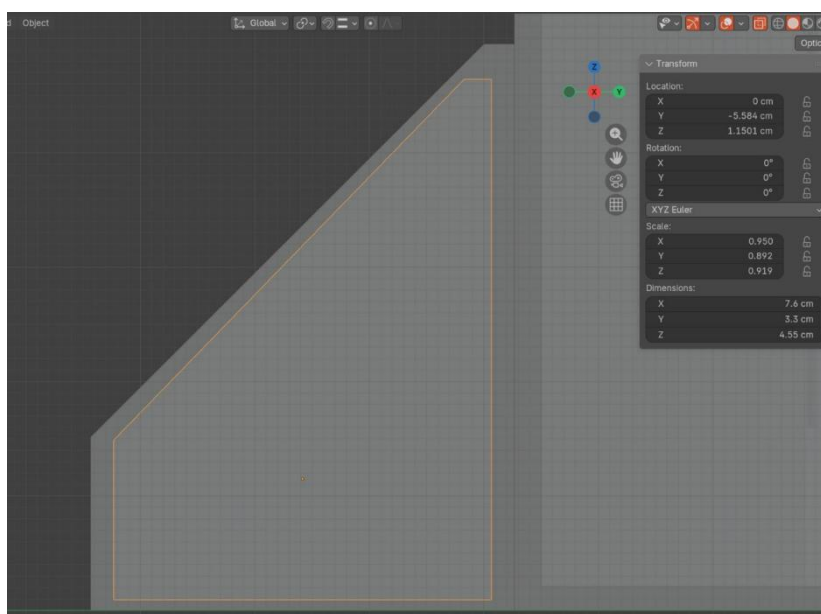


Рис.2.28 – Корпус для LCD-екрана

Також, зробимо отвір у основному корпусі, скориставшись функцією, Fill (F), Extrude (E) та модифікатором Boolean.

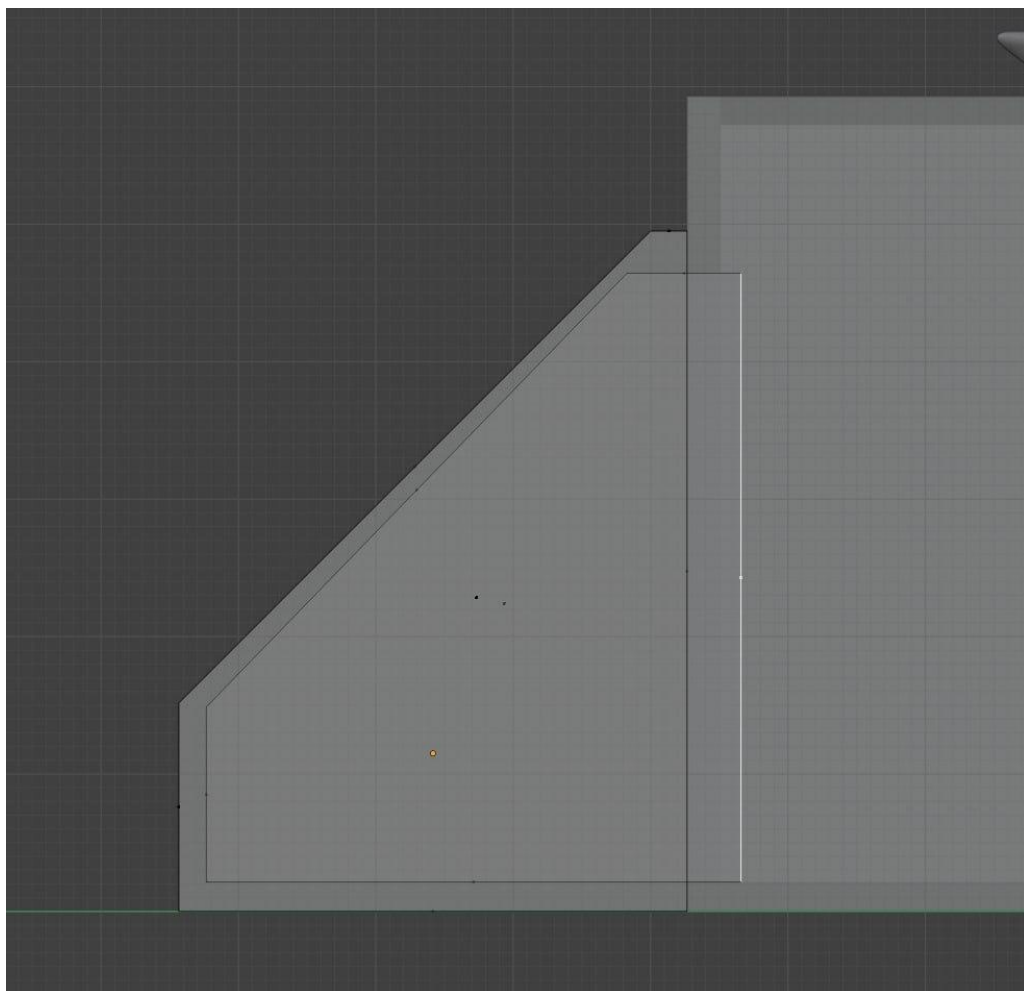


Рис.2.29– Корпус для LCD-екрана

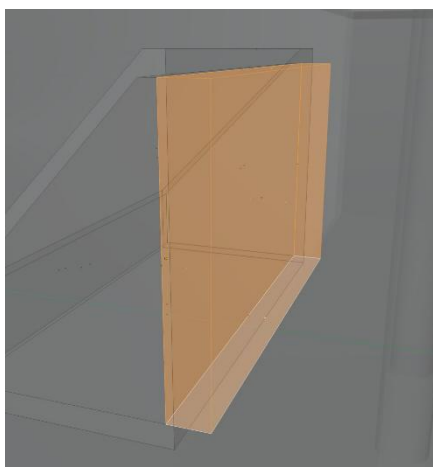


Рис.2.30– Корпус Extruded

Ось такий результат виходить

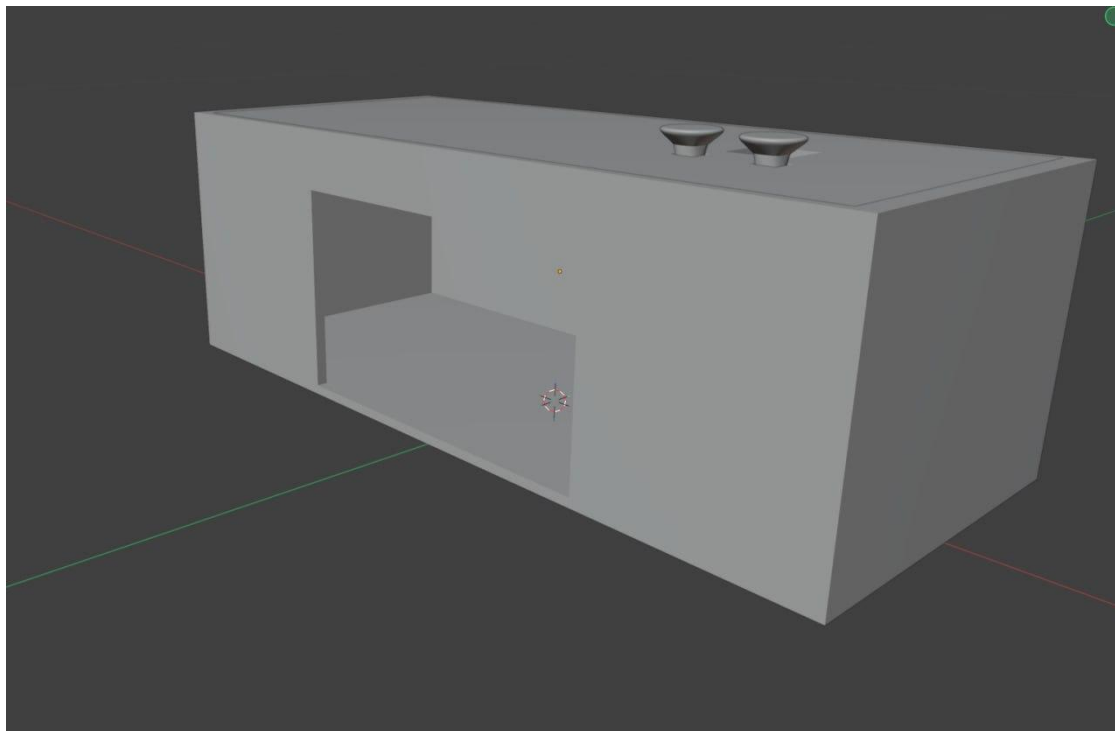


Рис.2.31– Корпус з отвором

Зробимо отвір у корпусі для LCD-екрана, щоб він виходив на ззовні. Створюємо новий об'єкт, використовуємо розміри екрана які ми заміряли. Та повторюємо операцію з модифікатором Boolean.

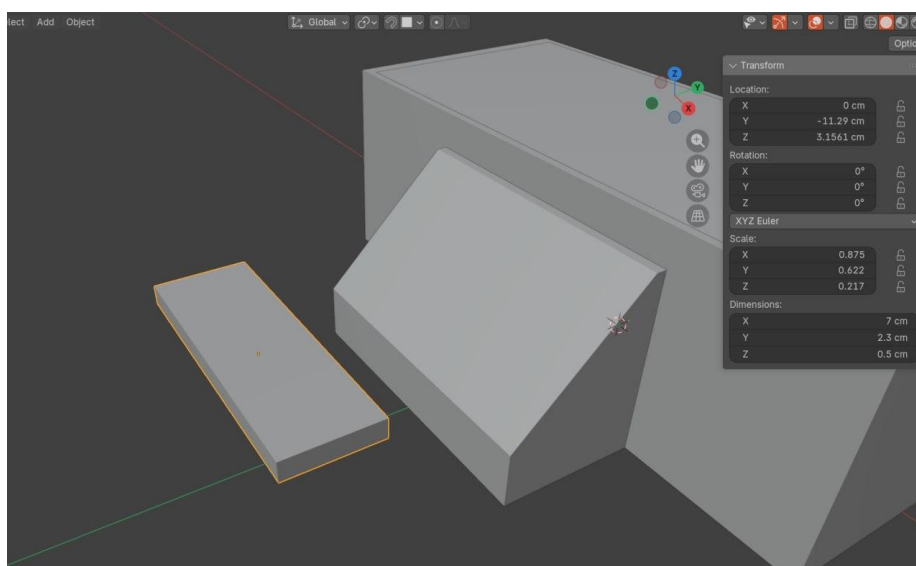


Рис.2.32– отвір Boolean

Скористаємось функцією Rotate (R), та зафіксуємо вісь X (X).

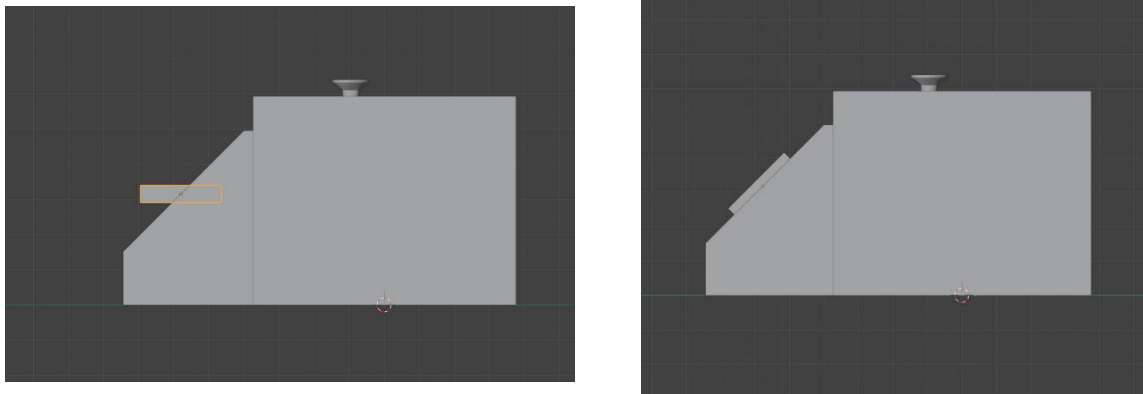


Рис.2.33– Об'єкт на місці отвору

Отримаєм ось такий результат

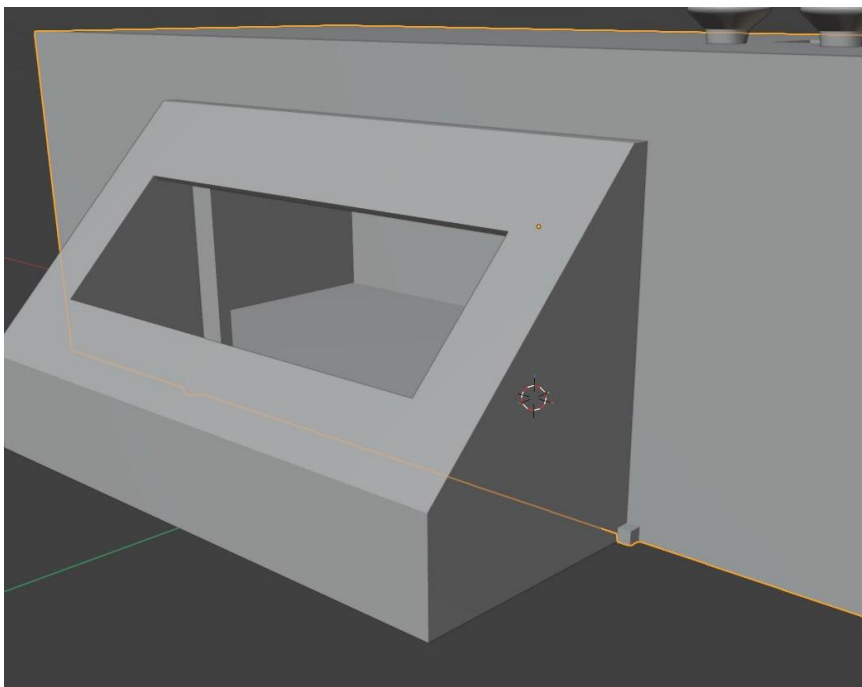


Рис.2.34– Отвір для екрану

Зробимо підставку для LCD-екрана. Усе як робили до цього, новий об'єкт, функція Extrude (E), Loop Cut (Ctrl + R), Bevel (B). Та зафіксуємо підставку під отвором для екрану Ctrl + J.

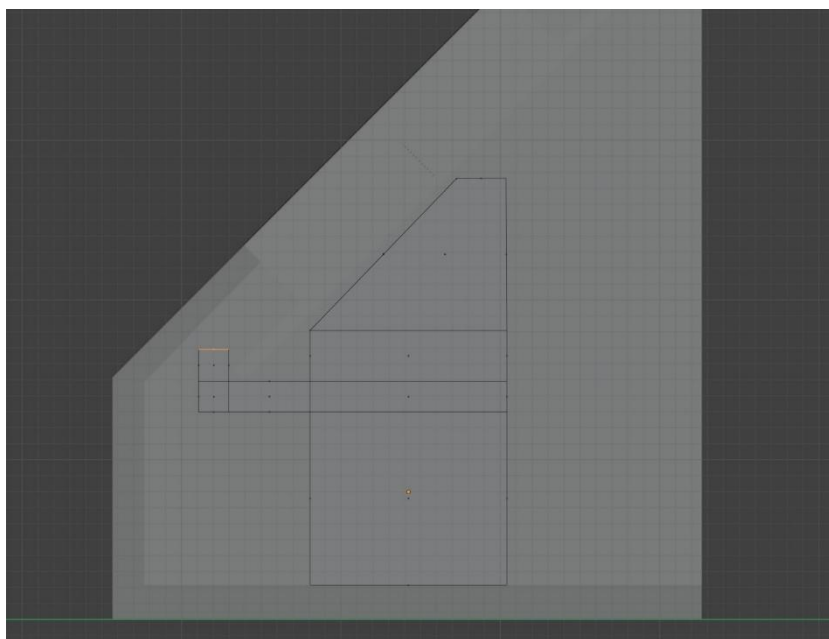


Рис.2.35– Підставка для екрану

2.3 Корпус для Серво-моторів, підставка для телефона

Зробимо макет серво-моторів, щоб було легше при проектуванні/ моделюванні. Створюємо об'єкт, задаємо через властивості об'єкта розміри моторів, відтворюємо форми щоб збігались усі нерівності та випираючі частини.

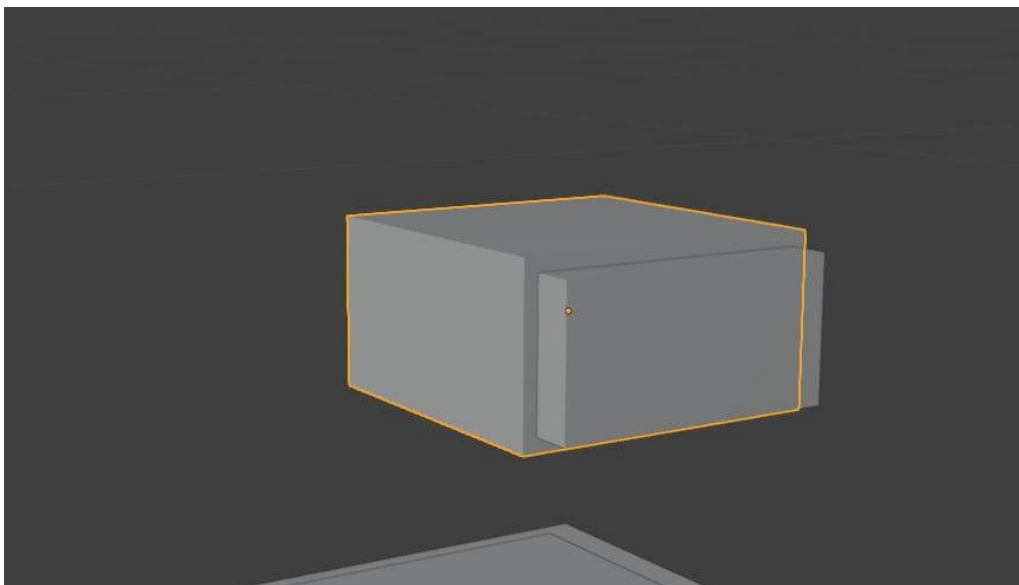


Рис.2.36– макет мотора

Використовуючи модифікатор Boolean, Extrude, створимо підставку для моторів та дублюємо її.

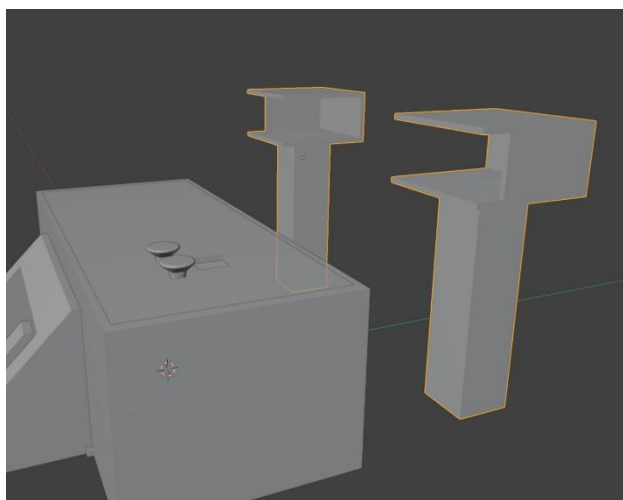


Рис.2.37– ніжки моторів

Створимо перегородку, яка буде поєднувати основний корпус, та ніжки моторів, це додасть стабільності конструкції, та дозволить зробити краще місце для підставки телефону.

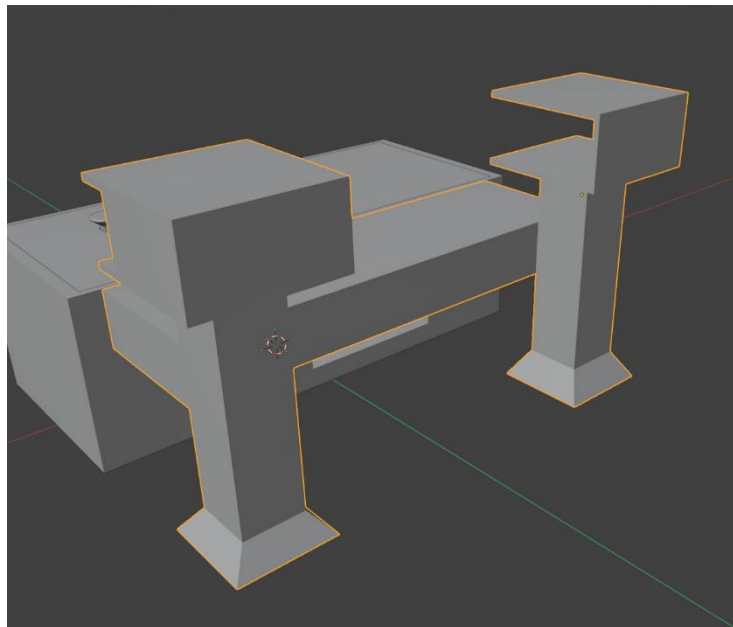


Рис.2.38– ніжки моторів з перегородкою

Створимо макет телефону

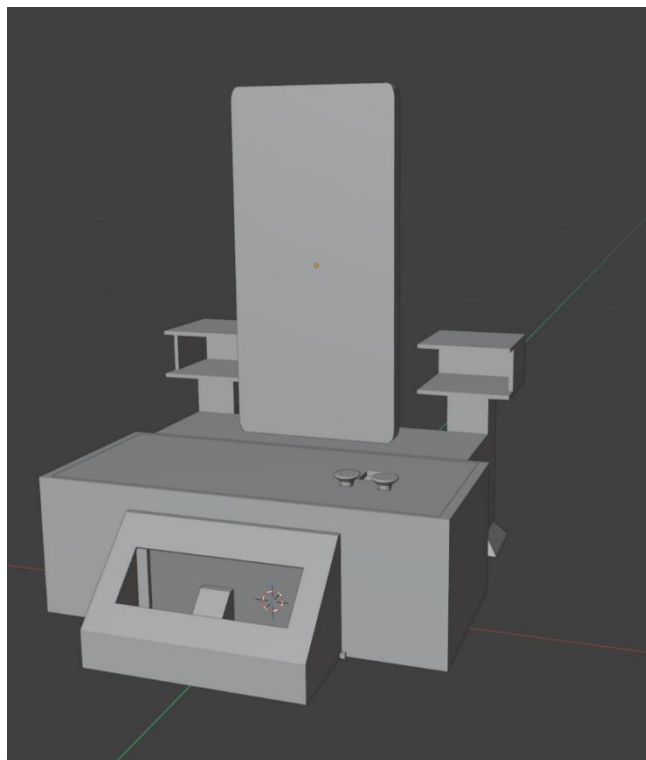


Рис.2.39– Макет телефону

Зробимо спеціально виділене місце щоб телефон було легше розташувати.

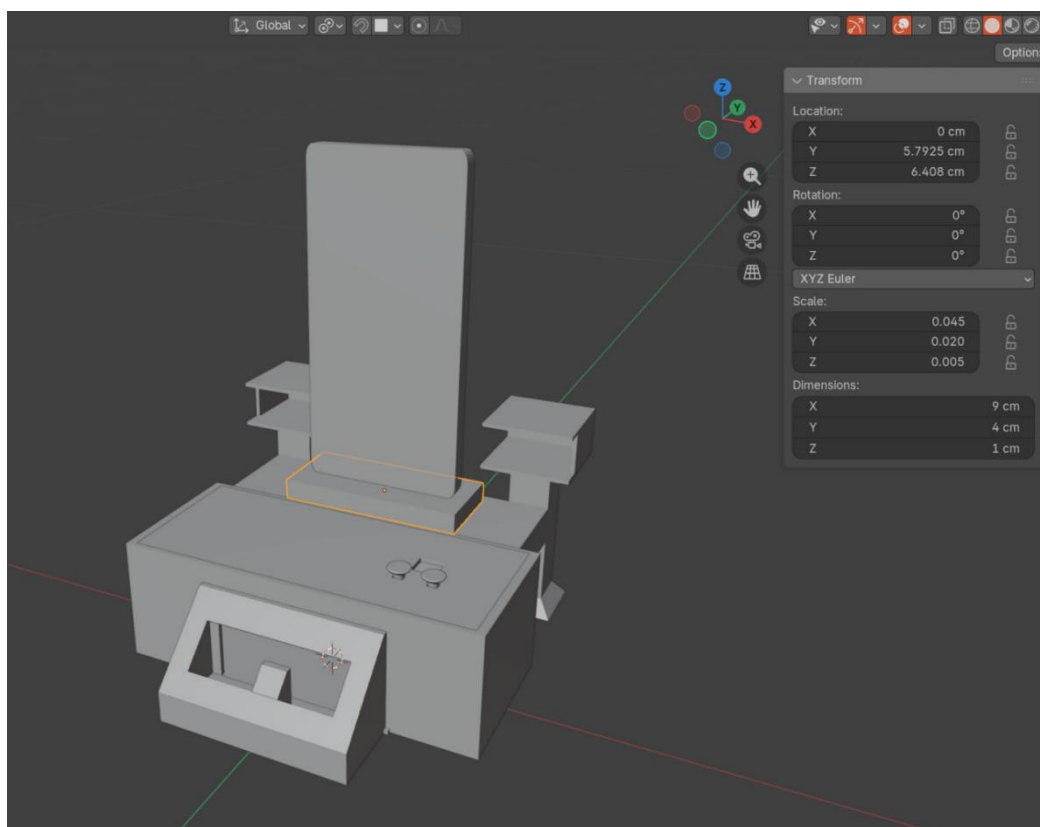


Рис.2.40– Виріз для телефону

Допрацюємо макет моторів, повторюємо операції Extrude (Ctrl + E), Fill (F), Bevel (B).

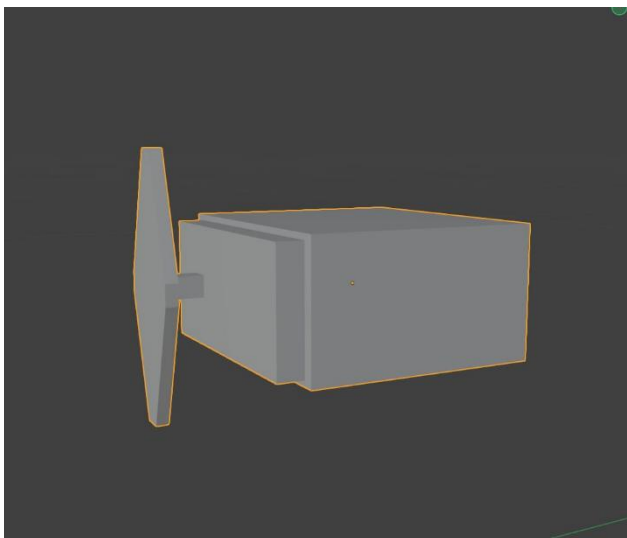


Рис.2.41– Макет мотора

Підставимо макети у свої зазначені місця.

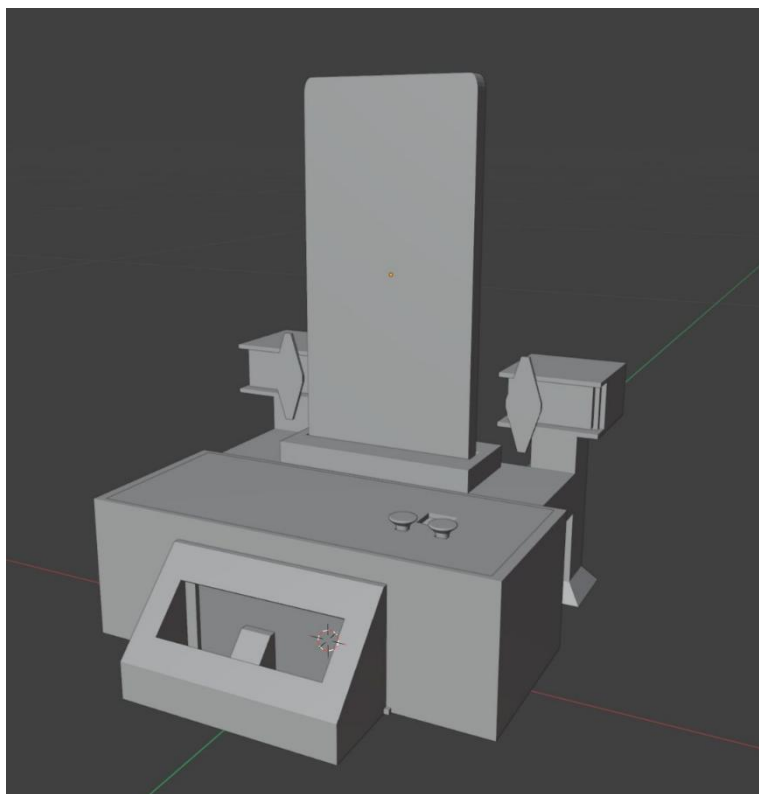


Рис.2.42– Макет моторів

Створимо раму яка буде закривати телефон.

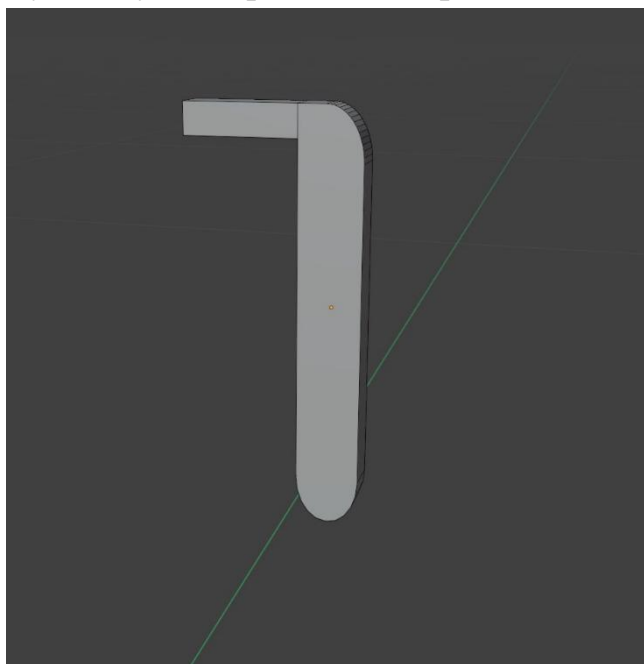


Рис.2.43– Рама що йде на мотори

Додаєм новий об'єкт (куб), розтягуємо його функцією Scale (S), Z (Z). Закруглимо деякі частини, щоб під час друку не витрачати пластик на зайву вагу.

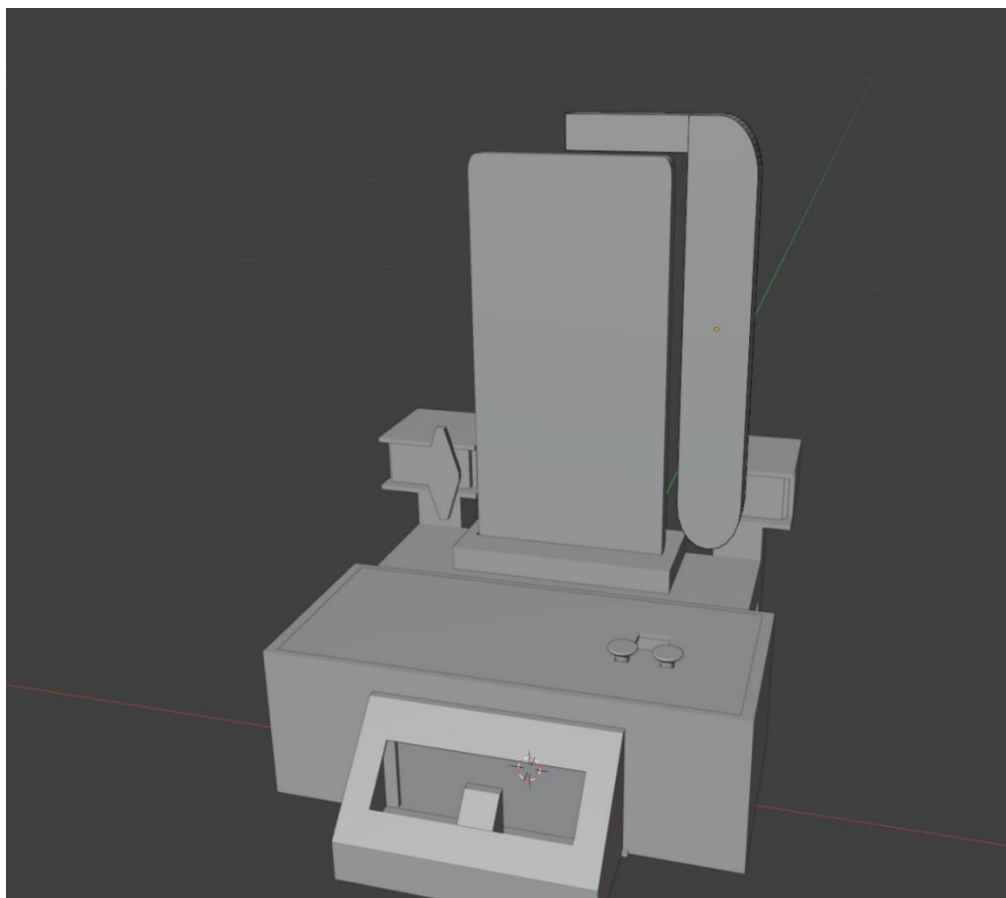


Рис.2.44– Рама що йде на мотори на макеті

Допрацюємо виріз для телефона у підставці, щоб телефон мав краще стабільність, та не завалювався на одну із сторін.

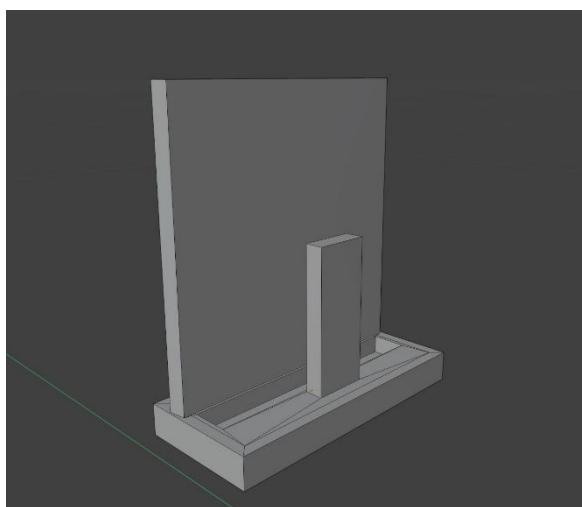


Рис.2.45– Допрацьована підставка

Допрацюємо раму, у ній повинен бути виріз для моторів. Скористаємось модифікатором Boolean.

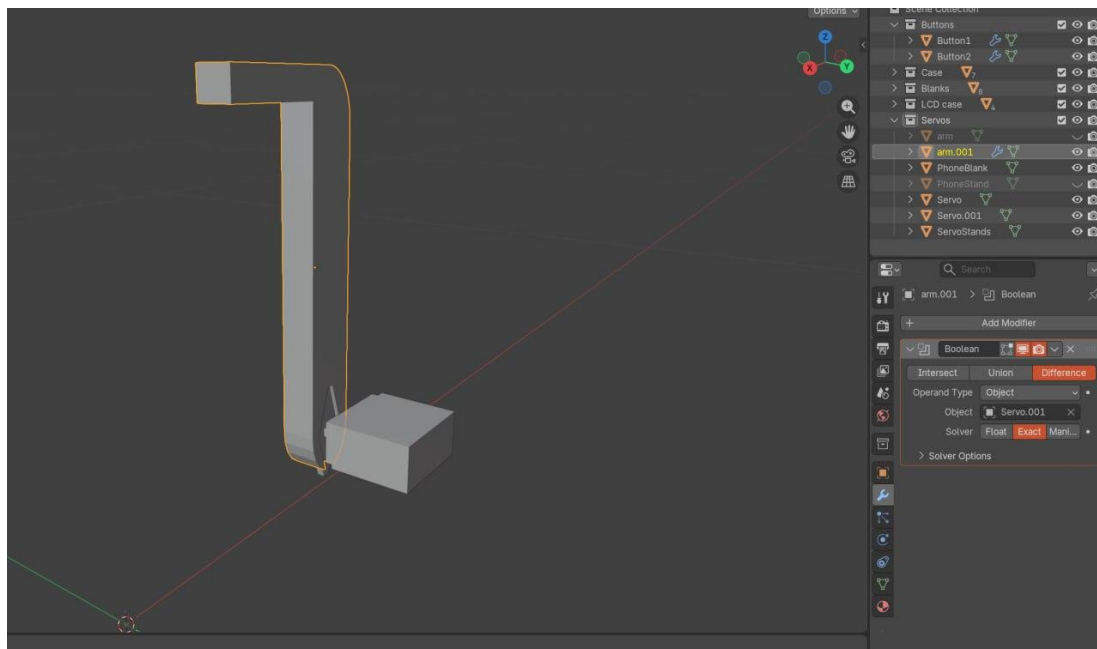


Рис.2.46– Допрацьована рама

Після застосування модифікатора Boolean, продублюємо раму, та інвертуємо її на осі X. Перенесемо її до сусідньої ніжки для мотора.

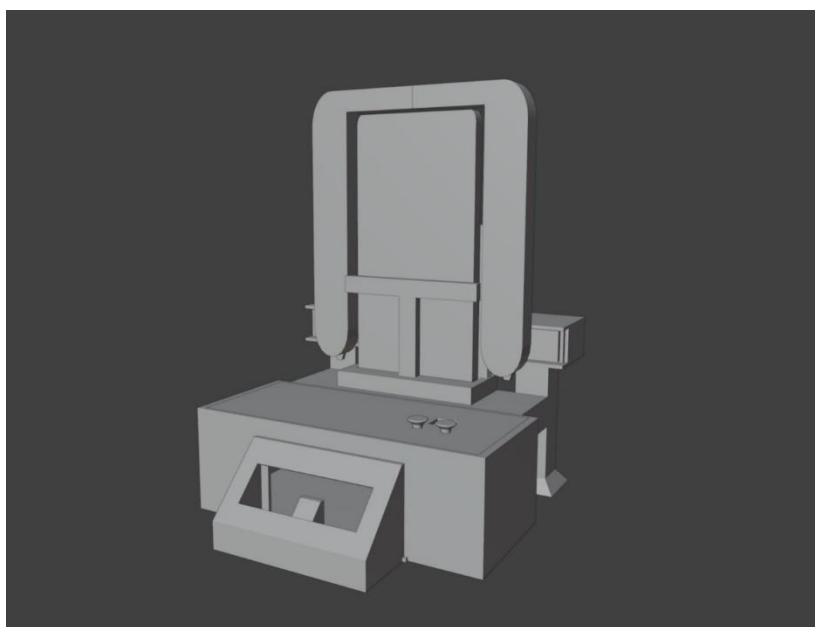


Рис.2.47–Доопрацьовані рами на макеті

Також, до рам треба додати стопер, який буде чіплятися за мотори. Це підвищить стабільність конструкції. Скористуємось новою функцією Knife, зафіксуємо на осі X, та створимо 4 нові вершини. Передні 2 вершини ми поєднаємо між собою, та заповнимо функцією Fill (F). Додамо додаткову підтримку, щоб конструкція могла бути надрукована на принтері. Край підтримки ми закруглимо функцією Bevel Edge (Ctrl + B), задля економії пластику, та часу під час друку.

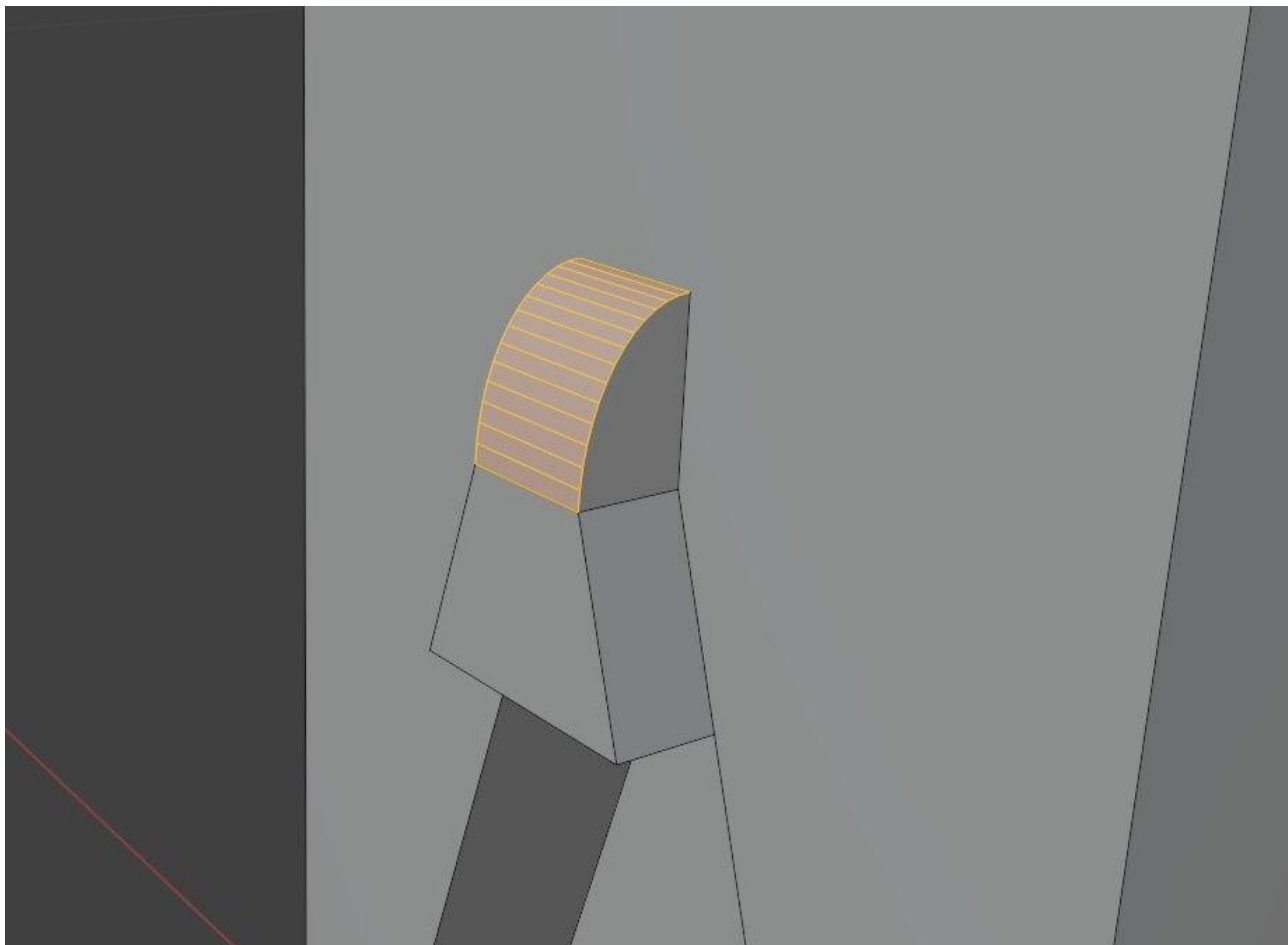


Рис.2.48–Доопрацьовані підтримки для моторів на рамі

2.4 Доопрацювання, оптимізація моделі для друку.

Зробимо виріз на правій частині корпусу, щоб верхня кришка легше відкривалась. Скористаємось модифікатором Boolean, та задаючи кришку як об'єкт різницію.

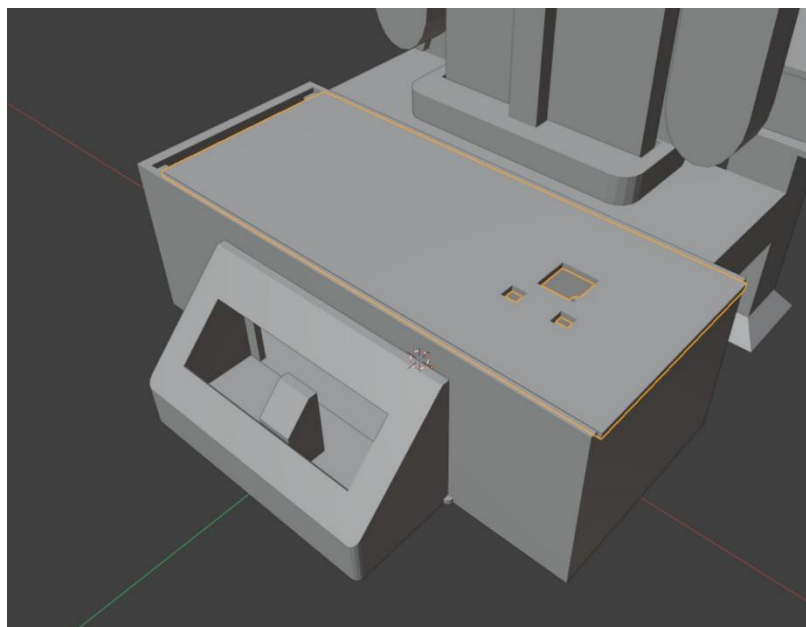


Рис.2.49–Доопрацювання корпусу та кришки

Додамо підтримку для кришки, щоб вона не відходила та трималась на місці.

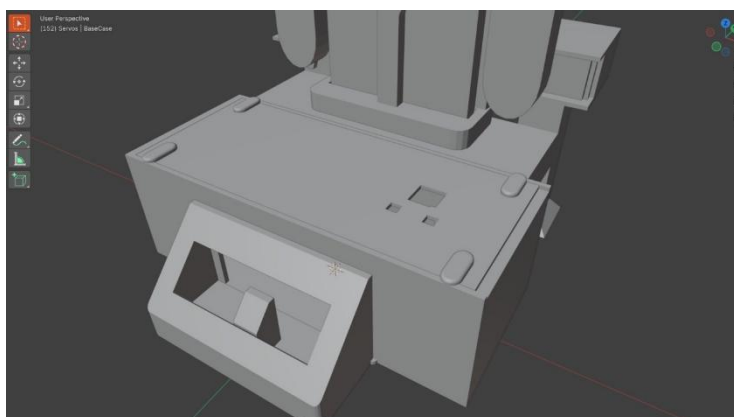


Рис.2.50–Підтримки корпусу та кришки

Фінальний результат.

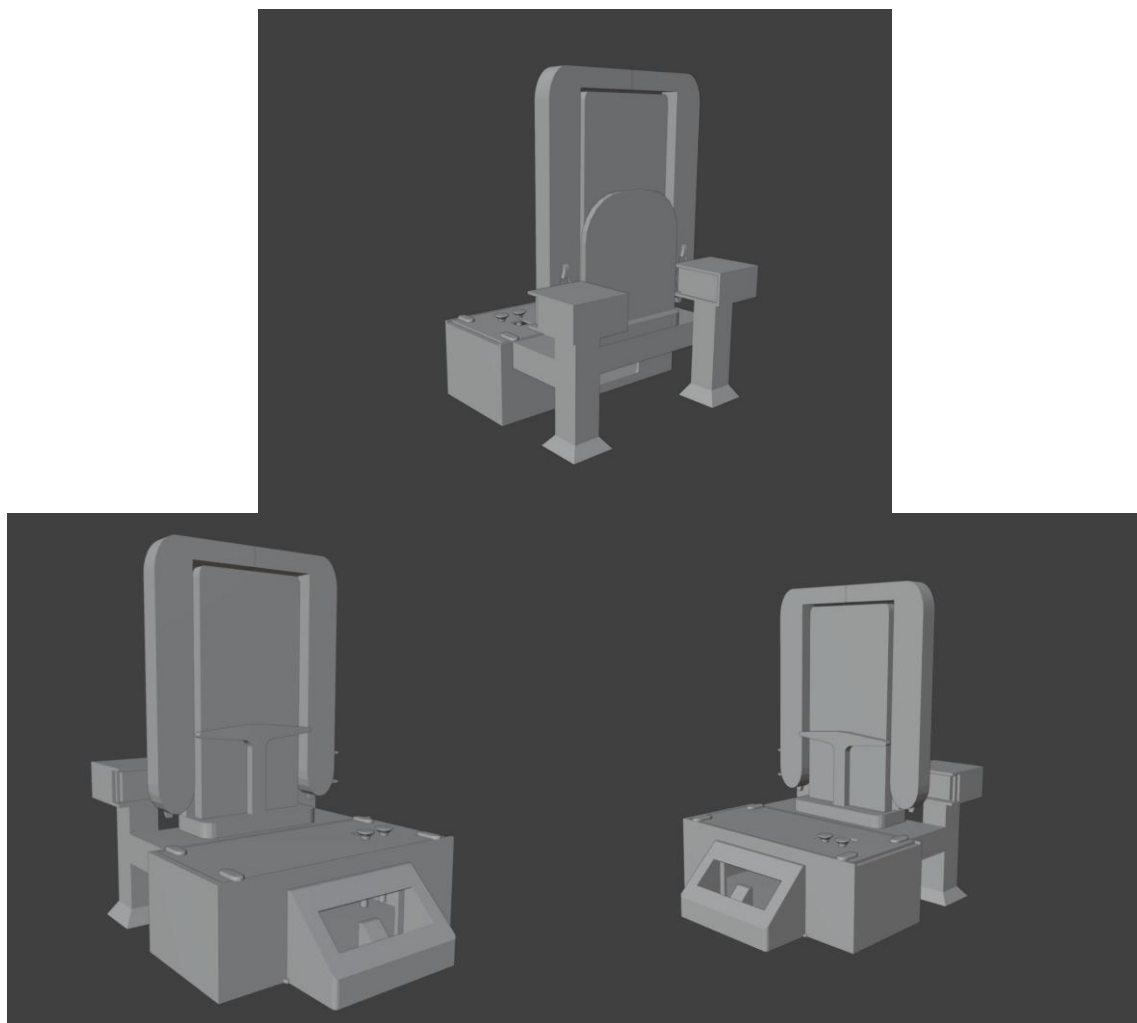


Рис.2.51–Фінальний результат

Повна модель, без усіх макетів займає дуже багато місця, і не вміщається на столі для друку. Загалом, задля оптимізації моделі для друку, краще її розбивати на декілька частин. У випадку якщо трапиться непередбачена ситуація, у нас буде змога передрукувати декілька частин, а не усю модель разом.

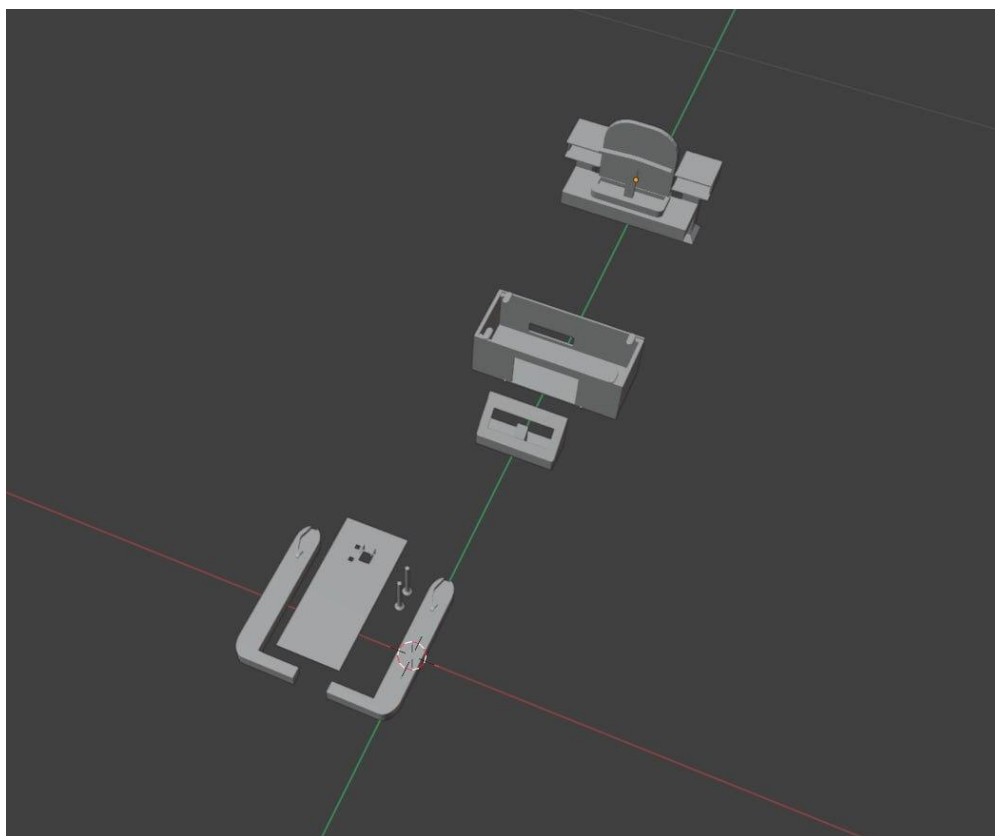


Рис.2.52—Фінальний розподілений результат

ВИСНОВКИ

У результаті цієї роботи ми активно дослідили що таке 3D-моделювання, детально розглянули які сфери активно використовують цю технологію, та що саме вони виробляють використовуючи цю технологію. Дослідили базові інструменти програмного забезпечення Blender, які використовуються під час створення 3D-моделі. Дізнались які налаштування потрібні для оптимізації роботи над проєктом, та необхідні задля коректного використання самої моделі для друку на 3D-принтері.

ДОДАТОК

1. <https://www.futurelearn.com/info/blog/general/what-is-3d-modelling> - What is 3D modelling and what is it used for?;
2. <https://maverickframe.com/blog/what-is-3d-modeling/> - What Is 3D Modeling: A Beginner's Guide;
3. <https://ultimaker.com/learn/applications-of-3d-printing-in-manufacturing/> - Applications of 3D Printing in Manufacturing;
4. <https://markforged.com/resources/blog/five-industries-utilizing-3d-printing> - Five Industries Utilizing 3D Printing;
5. <https://axial3d.com/how-are-3d-printed-models-made/> - How Are 3D Printed Models Made?;
6. <https://markforged.com/resources/learn/3d-printing-basics/3d-printing-introduction/3d-printer-types-technologies>;
7. <https://stepico.com/blog/3d-modeling-revolutionizes-gaming-world/> - How 3D Modeling Revolutionizes the Gaming World;
8. <https://youtu.be/AAKsl8zW-Ds?si=9izYezaxE0dgC5Qx> - Learn 15 Print-in-Place Mechanisms in 15 Minutes;
9. <https://youtu.be/XKrDUnZCmQQ?si=8hovC5MpJZlxKTQ2> - How to Design a Print with Perfect Tolerance EVERY Time;
10. <https://youtu.be/0IPIHYZGvsg?si=2AXu3MM4JMYzIXH1> - Blender Model to 3D Print - Quick Guide;
11. https://youtu.be/_hxcpNNGMOA?si=PQSre8ss55t2MIa4 - Design a Deck Box for 3D Printing (Beginner Friendly | Blender);
12. https://youtu.be/B9bNxUH_kZo?si=l6QATPeCnhQFqrux - The Only 3D Modeling Tutorial You'll Ever Need.;
13. <https://youtu.be/moPDPB4MY2U?si=Jed7YSW81oaZFxeM> - How to Cut a Model in Blender;

14. <https://youtu.be/AZoo56TlbHw?si=QybV38vJH-Fw7uTF> - Creating a perfect T-Junction pipe in Blender;
15. <https://youtu.be/JZQQXmCz9Xs?si=NYRmTvLQcoh35I5a> - Animate RANDOM TEXT Characters in Blender - Geometry Nodes;
16. https://youtu.be/US1Y42ah8U0?si=eZj-wpriGVJ_Zpp - Blender Geometry Nodes - Procedural Typing Effect Tutorial;
17. https://youtu.be/m8JkR6tI_q4?si=WaoDVurlzfW_bJEN - Five Topology Tips Every 3D Artist Should Know;
18. <https://youtu.be/ov0F3cEJWoI?si=jBVT4zTlB44v0jAA> - All 54 Modifiers in Blender Explained in 10 Minutes - 2024 Update;
19. https://youtu.be/7hq92JvHq2g?si=aPg_x5mAymQTb-vl - Deform objects with LATTICE MODIFIER in Blender EASY;
20. https://youtu.be/_XHKLxxn4Ng?si=QjPM0BrmhE28Dq8O - 20 Years of Blender 3D Modeling Secrets In 20 Minutes!;
21. <https://youtu.be/W337AL7n3dc?si=5rQ1ZoWoe0SHySbq> - The ULTIMATE Blender Modeling Guide for Noobs! (Make Assets For Games!);
22. https://youtu.be/gyAUPl_PMRQ?si=pw_2BdTP4G8DKe3E - Every UV Unwrapping Concept Explained, in 3D;
23. <https://youtu.be/abo6ikU-Lx8?si=DuxT1vGacRuP-Sfb> - Every 3D Material Concept Explained, in 3D;
24. https://youtu.be/bChytx8PHvU?si=qKScpOa2EeU_qUSC - Every 3D Modelling Concept, Explained;
25. <https://youtu.be/p3MU7J-0284?si=JEfpbbAbClqp7p> - Every 3D Concept Explained (Basics)
26. https://youtu.be/7aJ4dDyyf20?si=8R9bxVP_nxPKnMJR - Stop Printing Flat: The 45° Secret for Stronger Parts;
27. <https://youtu.be/h1nxB0R3Eks?si=wft8zOtBhF35Yk4K> - Best 3D Modeling Software for 3D Printing;