

# Графічні матеріали до комплексної дипломної роботи

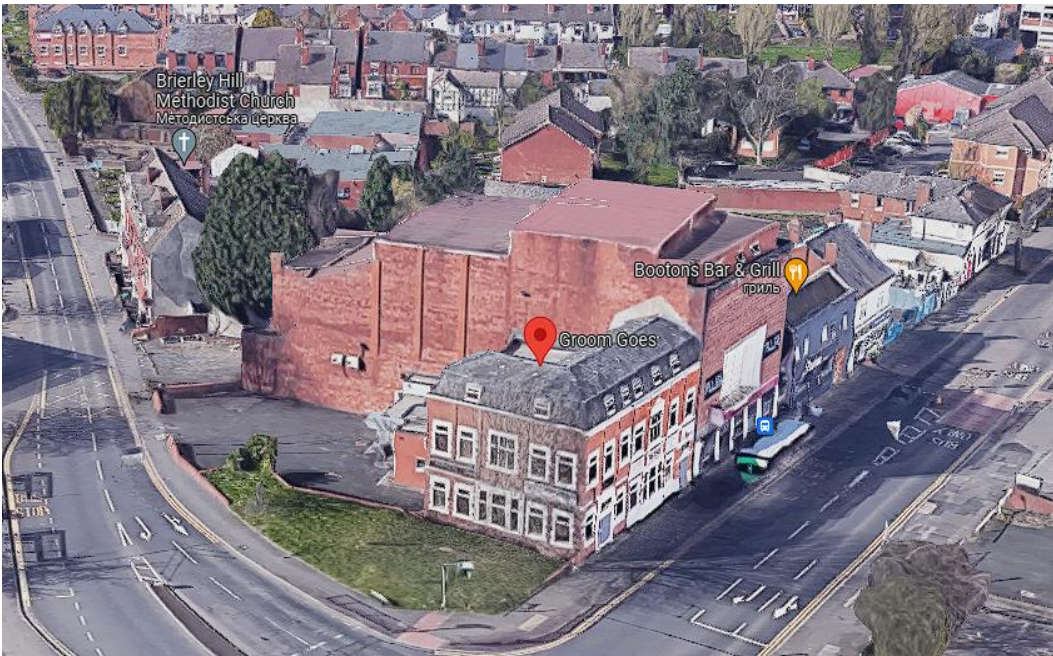
## Геодезичні роботи для побудови ВІМ моделі споруди.

### Ч2. Геодезичні роботи для виконання обмірів внутрішніх приміщень

|     |       |               |                  |      | ДИПЛОМНА РОБОТА  |                                 |      |         |
|-----|-------|---------------|------------------|------|--|---------------------------------|------|---------|
|     |       |               |                  |      | Геодезичні роботи для побудови ВІМ моделі споруди.<br>Ч2. Геодезичні роботи для виконання обмірів внутрішніх приміщень | Літ.                            | Арк. | Аркушів |
| Зм. | К-сть | Документ      | Підпис           | Дата |  |                                 |      |         |
|     |       | Гончаров А.С. |                  |      |  |                                 |      |         |
|     |       | Консультант   |                  |      |  |                                 |      |         |
|     |       | Керівник      | Медведський Ю. В |      |  |                                 |      |         |
|     |       | Н. контр.     |                  |      |  |                                 |      |         |
|     |       | Зав. каф.     | Дем'яненко Р.А.  |      | Графічні матеріали   | КНУБА, ГІСУТ,<br>каф. ІГ, ГД-42 |      |         |

**Мета роботи:** розробити проект виконання геодезичних робіт для виконання обмірів внутрішніх приміщень, як складової задачі створення BIM моделі споруди

**Об'єктом** дипломної роботи обрано історичну споруду в Великобританії за адресою 21 Дадлі-роуд, Брірлі Хілл



- Існуюча будівля розташована на території площею 360 кв.м.
- Будівля двоповерхова, має комбіновану форму покрівлі, стіни цегляні.
- Навколо вікон присутні архітектурні елементи.

### Перелік законодавчих та нормативних документів, якими керуються при виконанні обмірів внутрішніх приміщень

- Наказ 24.05.2001 № 127 Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України Про затвердження Інструкції про порядок проведення технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна
- Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.07.2018 року №186 Про внесення змін до Інструкції про порядок проведення технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна
- ДБН А.2.2-6-2008. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження і затвердження науково-проектної документації для реставрації об'єктів нерухомої культурної спадщини

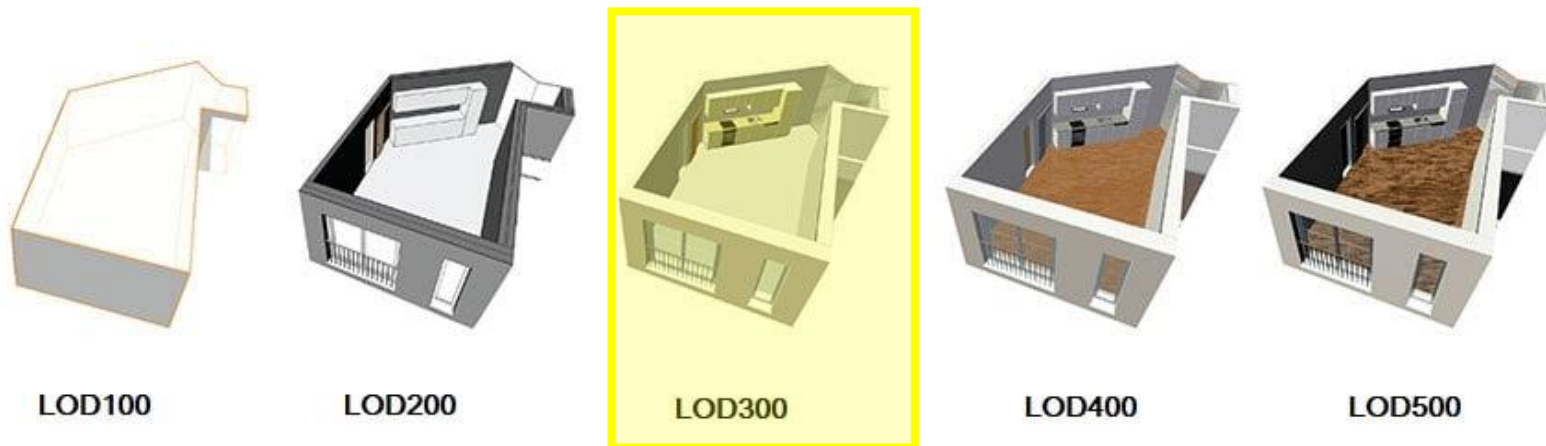
#### Вимоги до точності обмірних креслень

| Масштаб креслення | Вид креслення                               | Гранична похибка, мм |
|-------------------|---|----------------------|
| 1:1-1:20          | Креслення деталей, шаблонів                 | 1-2                  |
| 1:50              | Креслення планів, розрізів, фасадів         | 2-5                  |
| 1:100             | Креслення планів, розрізів, фасадів         | 10-20                |
| 1:200             | Обзорні креслення планів, розрізів, фасадів | 30-50                |
| 1:500             | Схеми                                       | 200-300              |

Гранична похибка визначення координат та висот точок не повинна перевищувати **6 мм** на відстань в **50 м**.

**LOD** (англ. LOD – Level of Development) – рівень опрацювання.

Система поділу моделі по LOD потрібна для оптимізації трудовитрат, щоб не перенасичувати модель інформацією там, де це не потрібно.



**LODg** (англ. LOG – Level of Geometry) – рівень деталізації геометрії

LOD100 – довжина, ширина, висота, об'єм, площа;

LOD200 - довжина, ширина, висота, об'єм, площа, розташування, орієнтація у просторі;

LOD300 – візуальна схожість з реальним об'єктом;

LOD400 - точні розміри та матеріали;

LOD500 - габарити, кріплення, точні розміри, посадкові місця, складні форми.

**LODi** (англ. LOI – Level of Information) – рівень опрацювання інформації

- модель/артикул;
- характеристики;
- дата монтажу;
- термін служби;
- постачальник/обслуговуюча організація;
- будь-яка інша інформація.

## Тахеометричне знімання

## Фотограмметрія

## Лазерне сканування

### недоліки

- низька деталізація
- важко отримати ліпнину і тп
- складна конфігурація геодезичної основи
- необхідність абрису

- «шумна» хмара точок
- сильна залежність від освітлення і погоди
- великі помилки в темних кутках та затінених частинах
- складна конфігурація геодезичної основи

- необхідність великої кількості станцій
- точність вимірювань сильно залежить від відстані

### переваги

- + постійність точності вимірювань
- + висока точність окремого виміру

- + висока деталізація
- + легкість вимірювань
- + відсутність абрису
- + висока наочність

- + висока деталізація
- + висока точність окремого виміру
- + автоматизація обробки
- + висока наочність
- + висока точність хмари точок і низький «шум»

**Етапи виконання проектних робіт**

Реконсціювання на місцевості



Розрахунок максимальної відстані сканування



Розрахунок точності та вибір приладу



Визначення місць станцій знімання



Проектування планово-висотного обґрунтування

Розташування плоских марок

Розташування сфер

**Етапи польових робіт**

Розташування плоских марок



Розташування сфер



Сканування на станціях

**Етапи камеральних робіт**

Зшивка та орієнтування сканів

по сферам

по плоским маркам



Фільтрація хмари точок



Об'єднання з хмарою точок фасаду

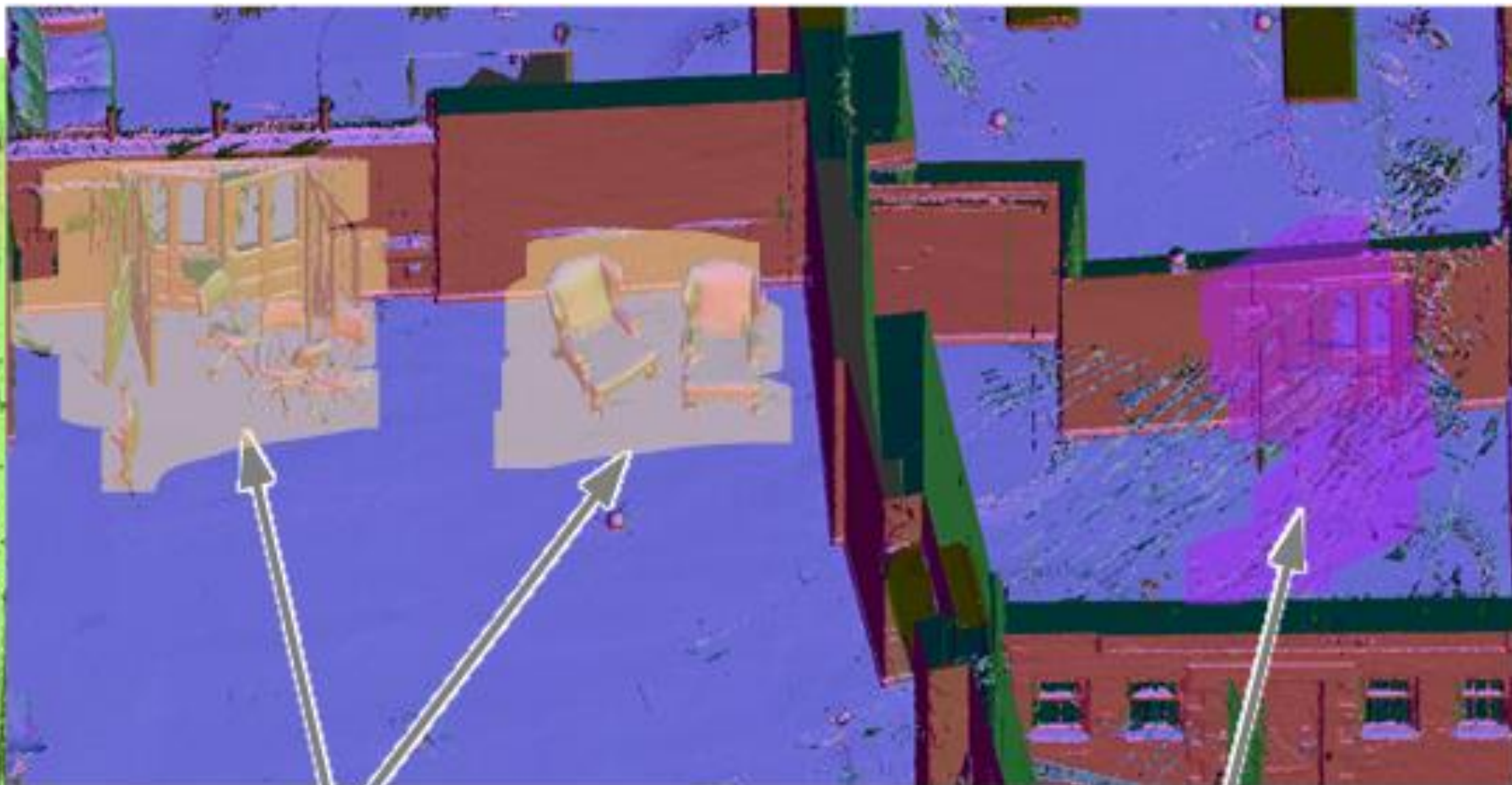


Створення 3Д об'єктів



Контроль якості

Рекогносціювання на місцевості



меблі

активний рух людей

## Розрахунок точності

$$\Delta_{\text{буд}} = \delta = 3\text{ м}$$

граничне допустиме відхилення  $\delta$  (від проекту) для зовнішніх елементів споруди складає **15 мм**

$$m_{\text{доп}} = \frac{15\text{ мм}}{3} = 5\text{ мм}$$

Від допустимої СКП визначимо допуск на точність вимірювання **відстані та кута**

$$m_d^{\text{доп}} = \frac{m_{\text{доп}}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,5\text{ мм}$$

$$m_{\beta}^{\text{доп}} = \frac{m_d^{\text{доп}} \cdot \rho}{L} = \frac{3,5\text{ мм} \cdot 206265}{4200} = 172\text{ ''}$$

При розрахованій максимальній відстані сканування L

$$S (H - h) \cdot \text{tg } 45 = (4,5 - 1,5) \cdot \text{tg } 45 = 3\text{ м}$$

$$L = \sqrt{3^2 + (4,5 - 1,5)^2} = 4,2\text{ м}$$

де H - висота об'єкта, h - висота установки сканера, S – горизонтальна відстань від сканера до об'єкта

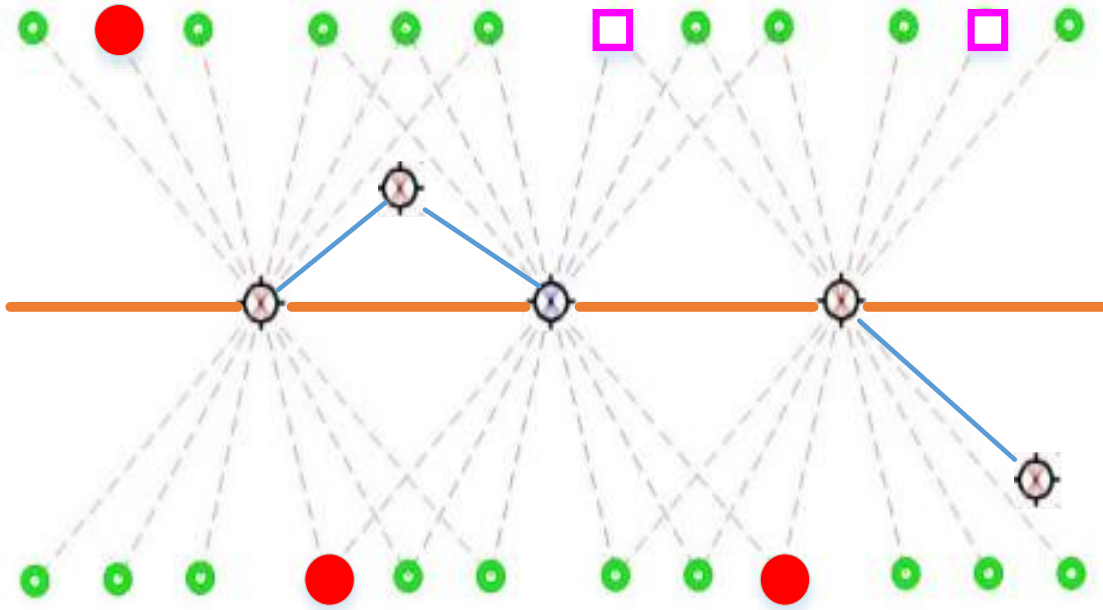
FARO Focus S 350



| Характеристика                | Значення                  |
|-------------------------------|---------------------------|
| Помилка вимірювання дальності | ±1 мм                     |
| Кутлова точність ВК та ГК     | 19''                      |
| Точність 3D:                  | 10 м: 2 мм / 25 м: 3.5 мм |
| Крок кута повороту ВК / ГК    | 32.4'' / 32.4''           |

## Створення ПВО

мережа розвивається методом прокладання сканерних ходів



частина точок робочого ПВО попередньої сканерної станції є точками робочого ПВО наступної

$$m'_{CT} = \sqrt{1^2 + (4500 \cdot tg32'')^2} = 1.22 \text{ мм}$$

$$m_{CT} = 1.22 / \sqrt{3} = 0,7 \text{ мм}$$

Похибка накопичується на кожній станції за рахунок похибок зшивання

$$m_{CT}^2 = m_d^2 + m_\beta^2$$

$$m'_{CT} = \sqrt{m_d^2 + (L \cdot tg(m_\beta))^2}$$

Зв'язка сканів йде не менш як по 3 маркам, тому

$$m_{CT} = \frac{\sqrt{m_d^2 + (L \cdot tg(m_\beta))^2}}{\sqrt{3}}$$

Похибка в слабкому місці ходу

$$m_{cл} = \frac{\sum m_{CT}}{\sqrt{2}}$$

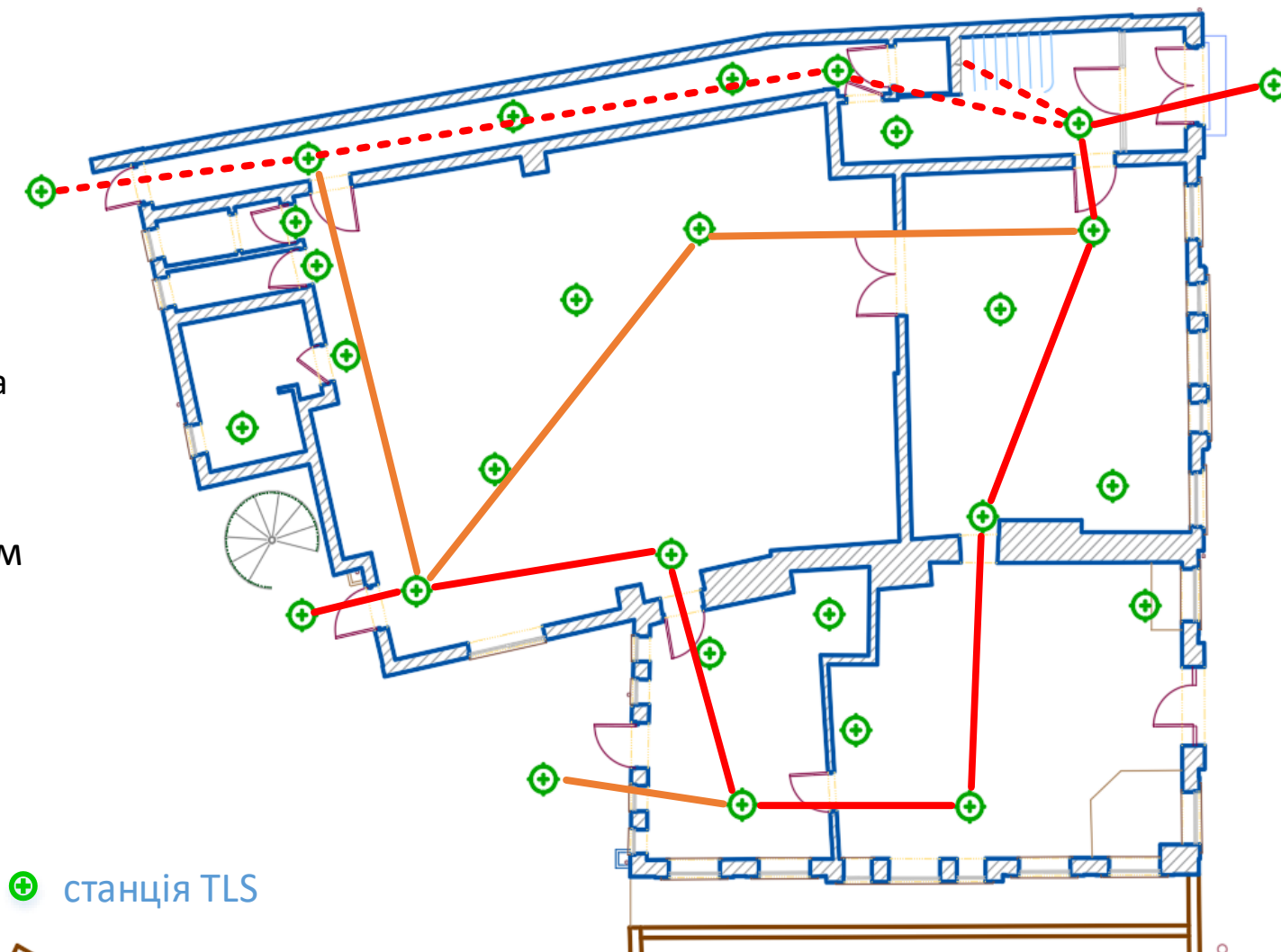
# МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБІТ З ОБМІРІВ ВНУТРІШНІХ ПРИМІЩЕНЬ

## Схема розташування станцій знімання 1Й ПОВЕРХ

На вулиці для зв'язку з вимірами фасаду та системою координат

Хід з 8ми станцій спирається на два пункти

$$m_{сл} = \frac{8 \cdot 0,7}{\sqrt{2}} = 4 \text{ мм}$$



## Схема розташування станцій знімання 2Й ПОВЕРХ

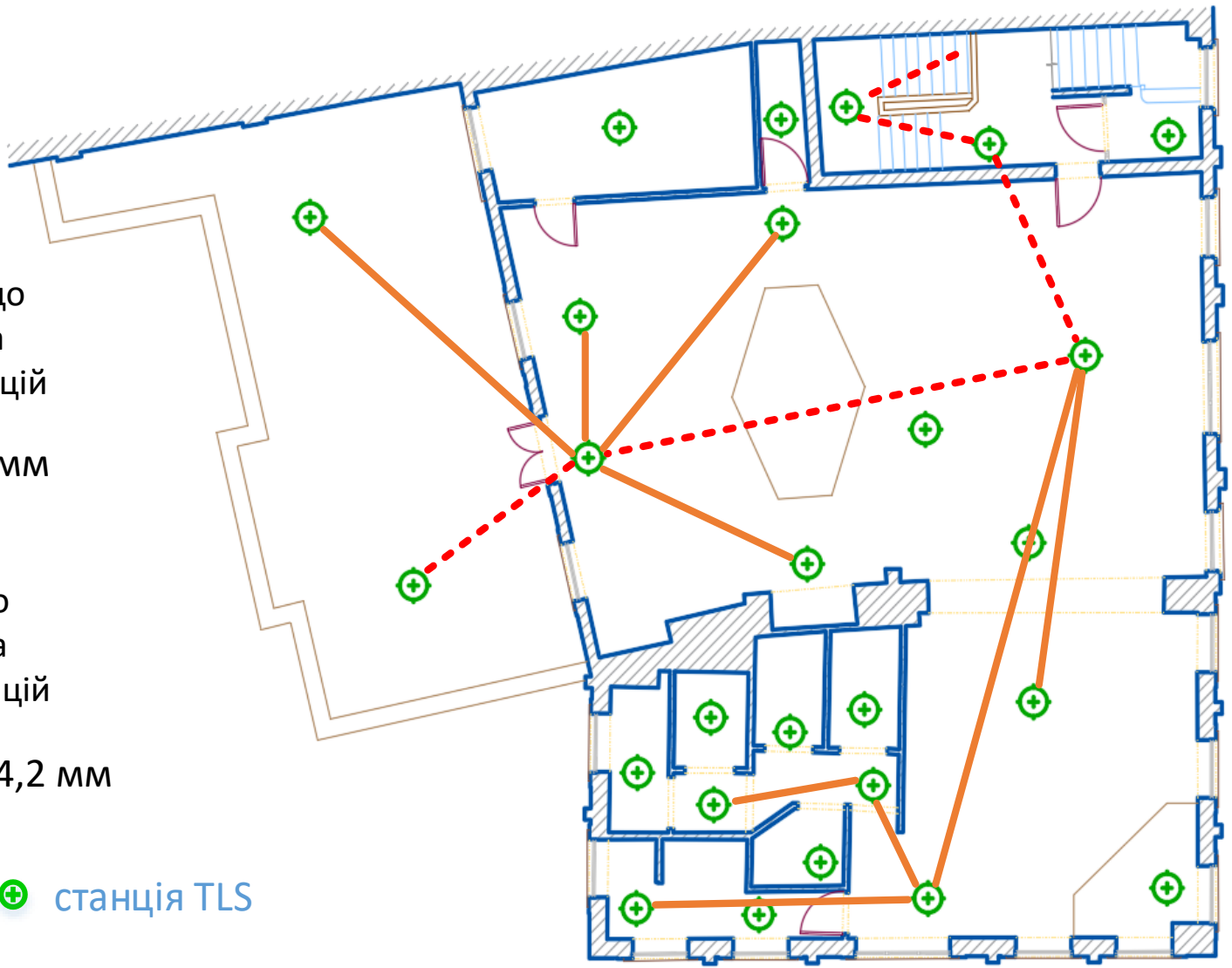
Найдовший хід, що  
спирається на два  
пункти має 8 станцій

$$m_{сл} = \frac{8 \cdot 0,7}{\sqrt{2}} = 4 \text{ мм}$$

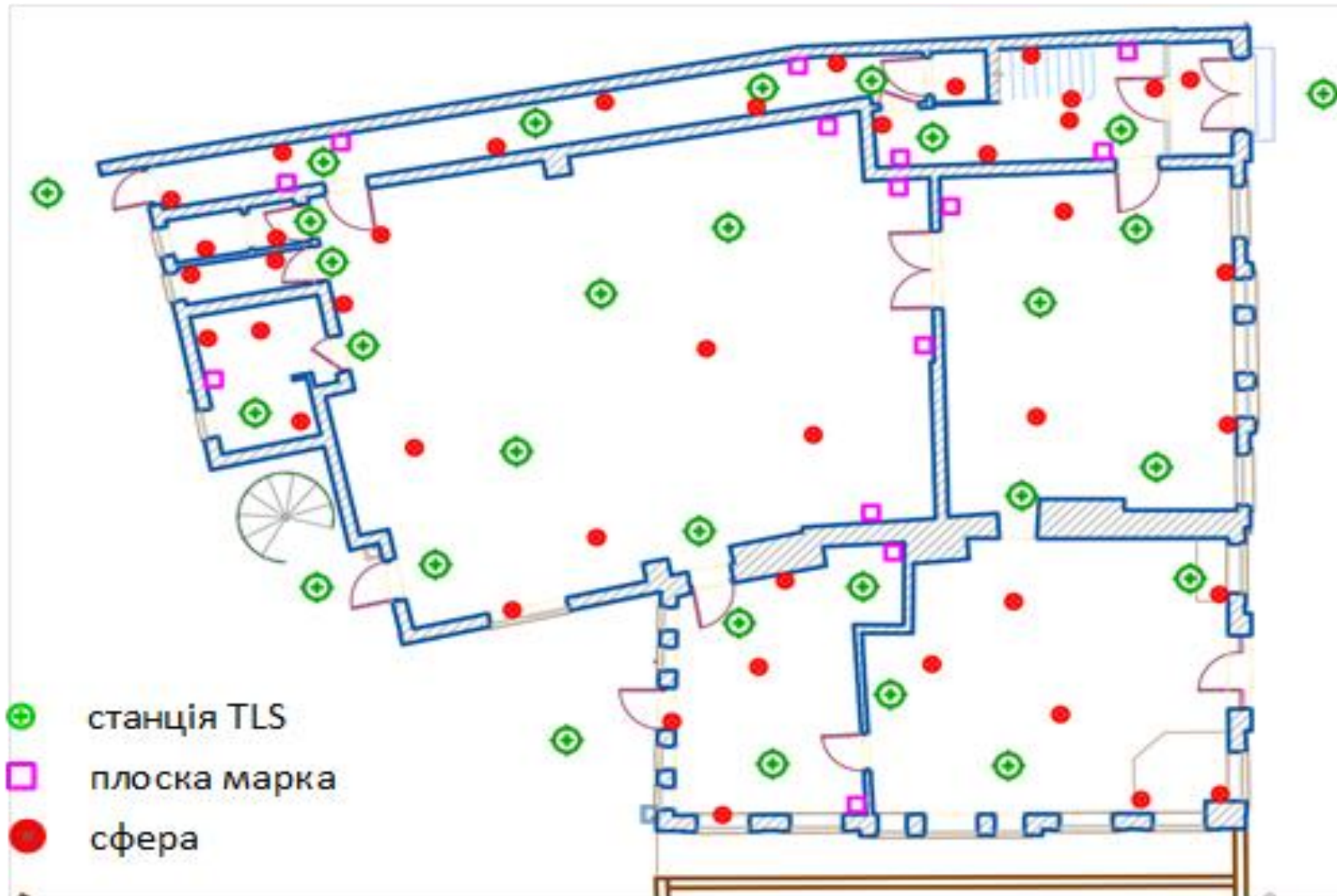
Найдовший  
«висячий» хід, що  
спирається на два  
пункти має 6 станцій

$$m_{сл} = 6 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ мм}$$

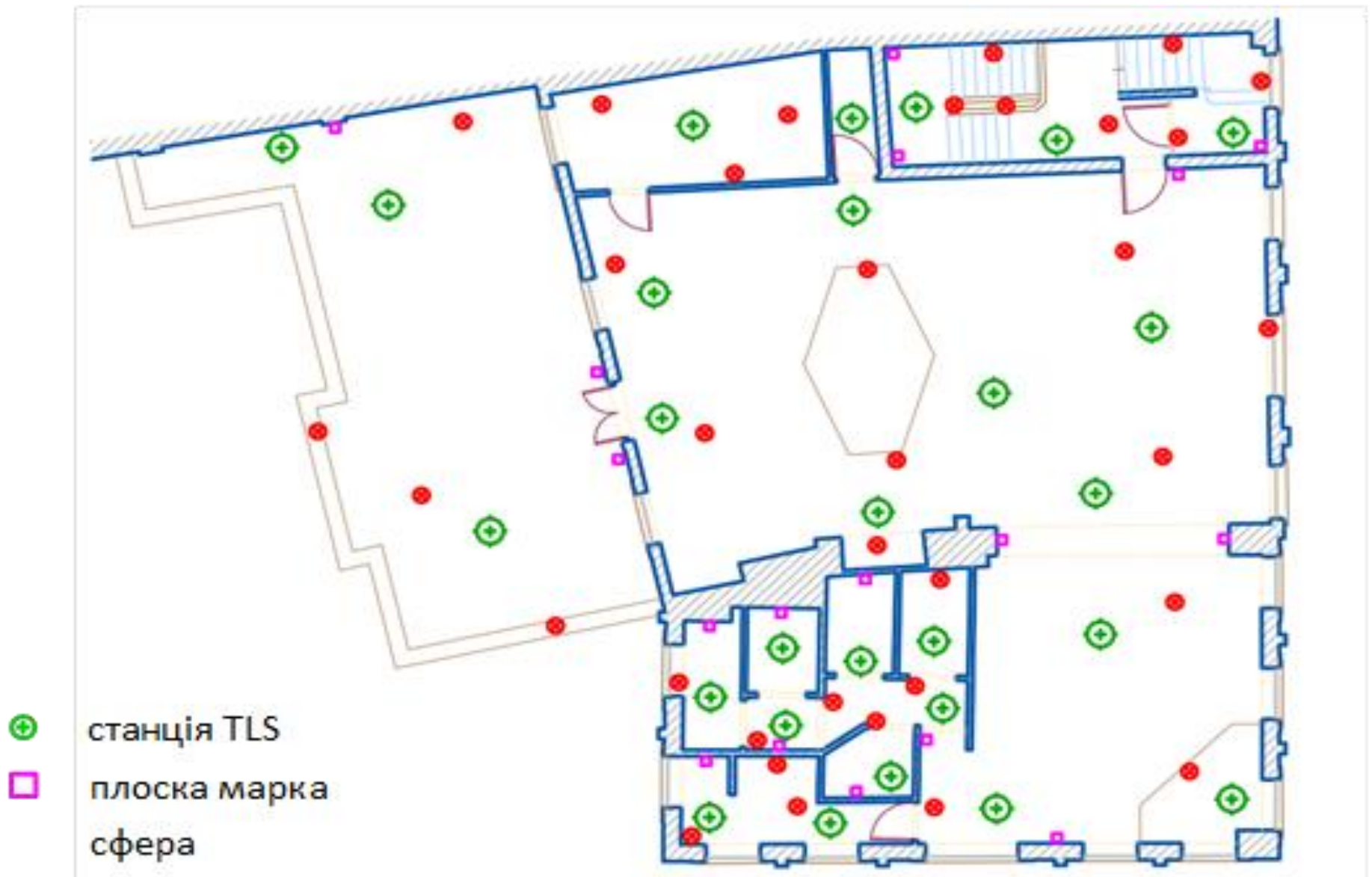
 станція TLS



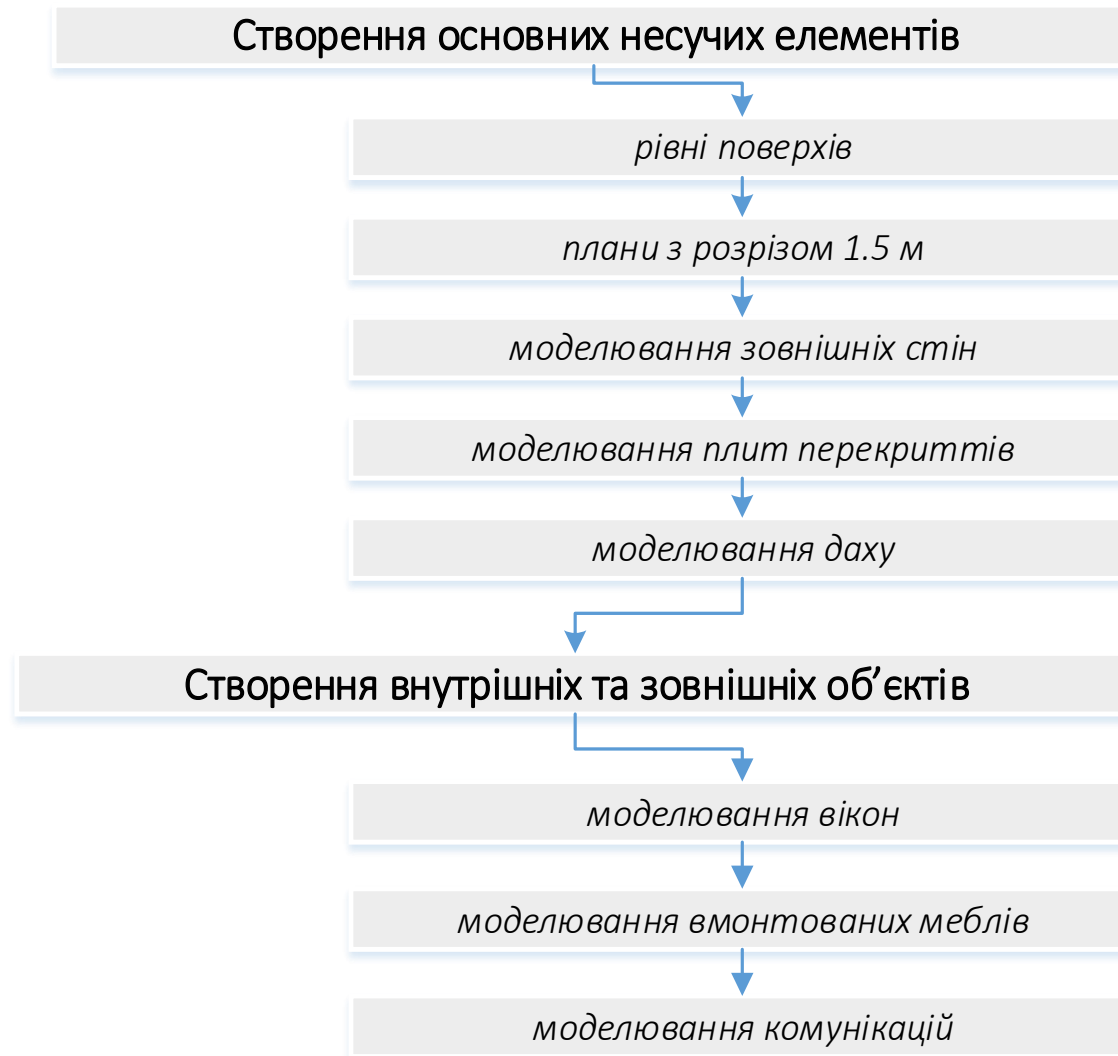
## Створення ПВО 1й ПОВЕРХ



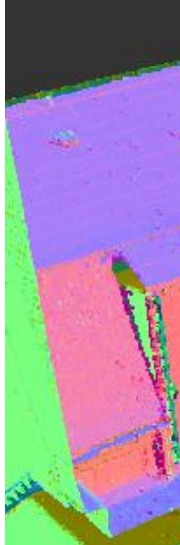
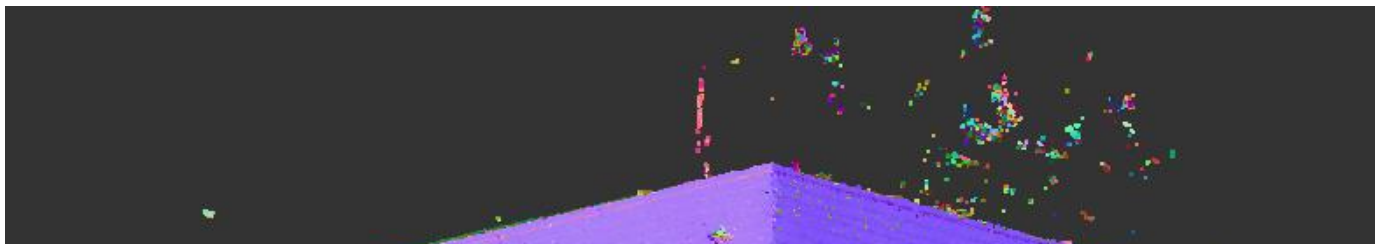
## Створення ПВО 2й ПОВЕРХ



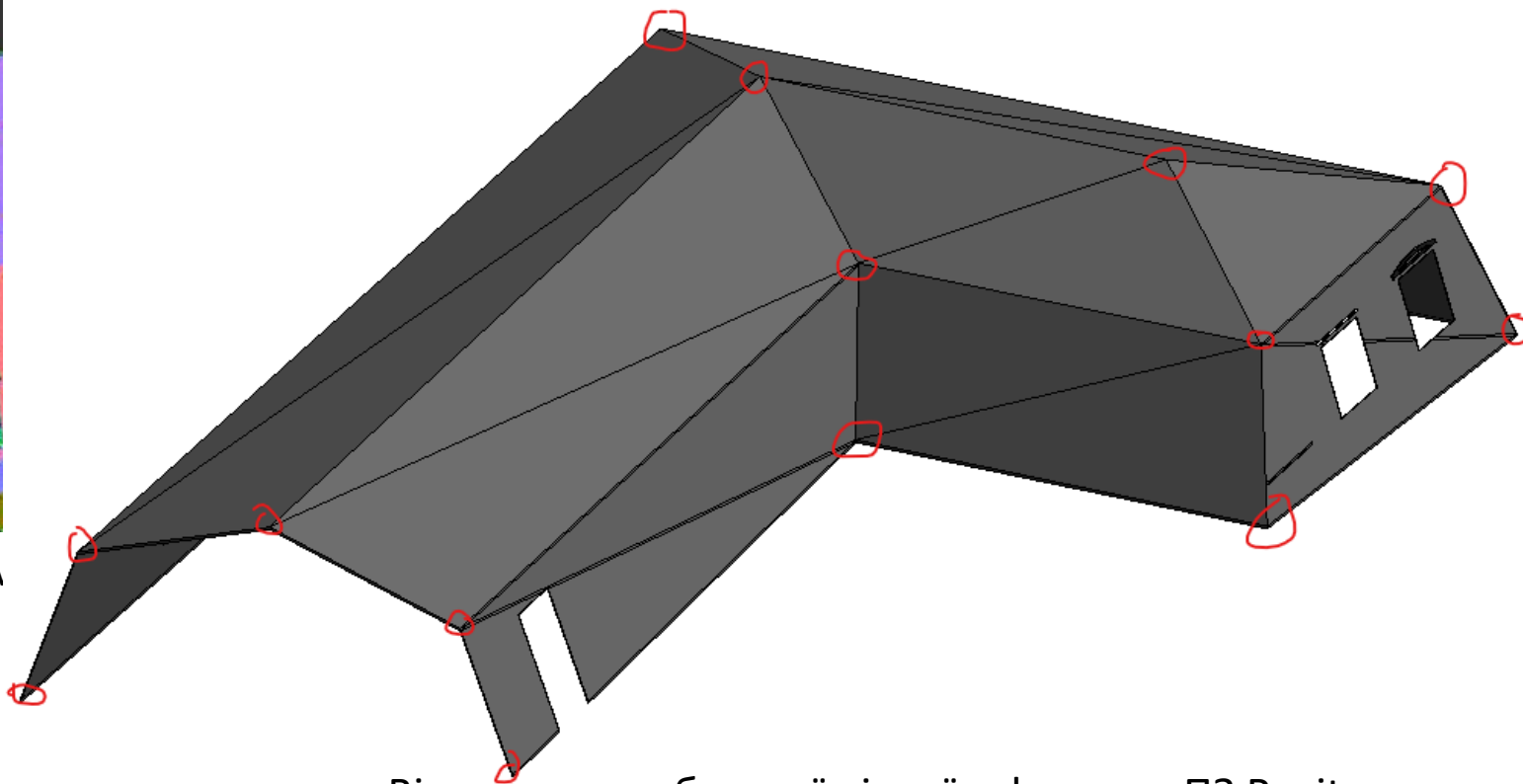
## Методика створення BIM моделі



## Методика створення BIM моделі

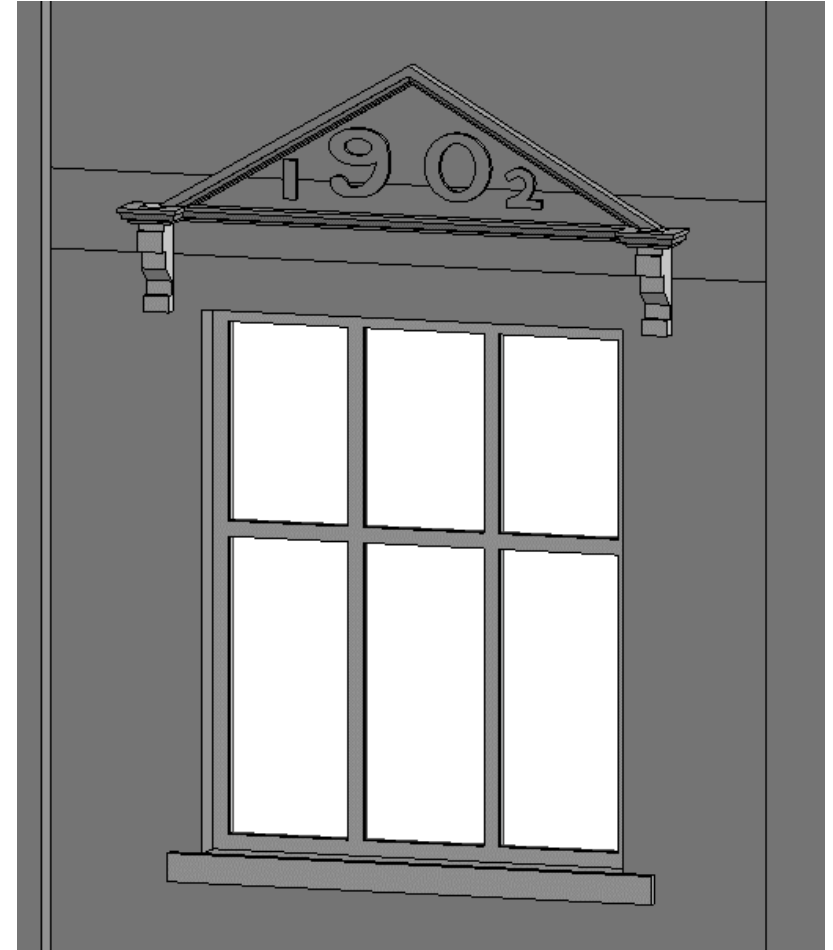


Хл



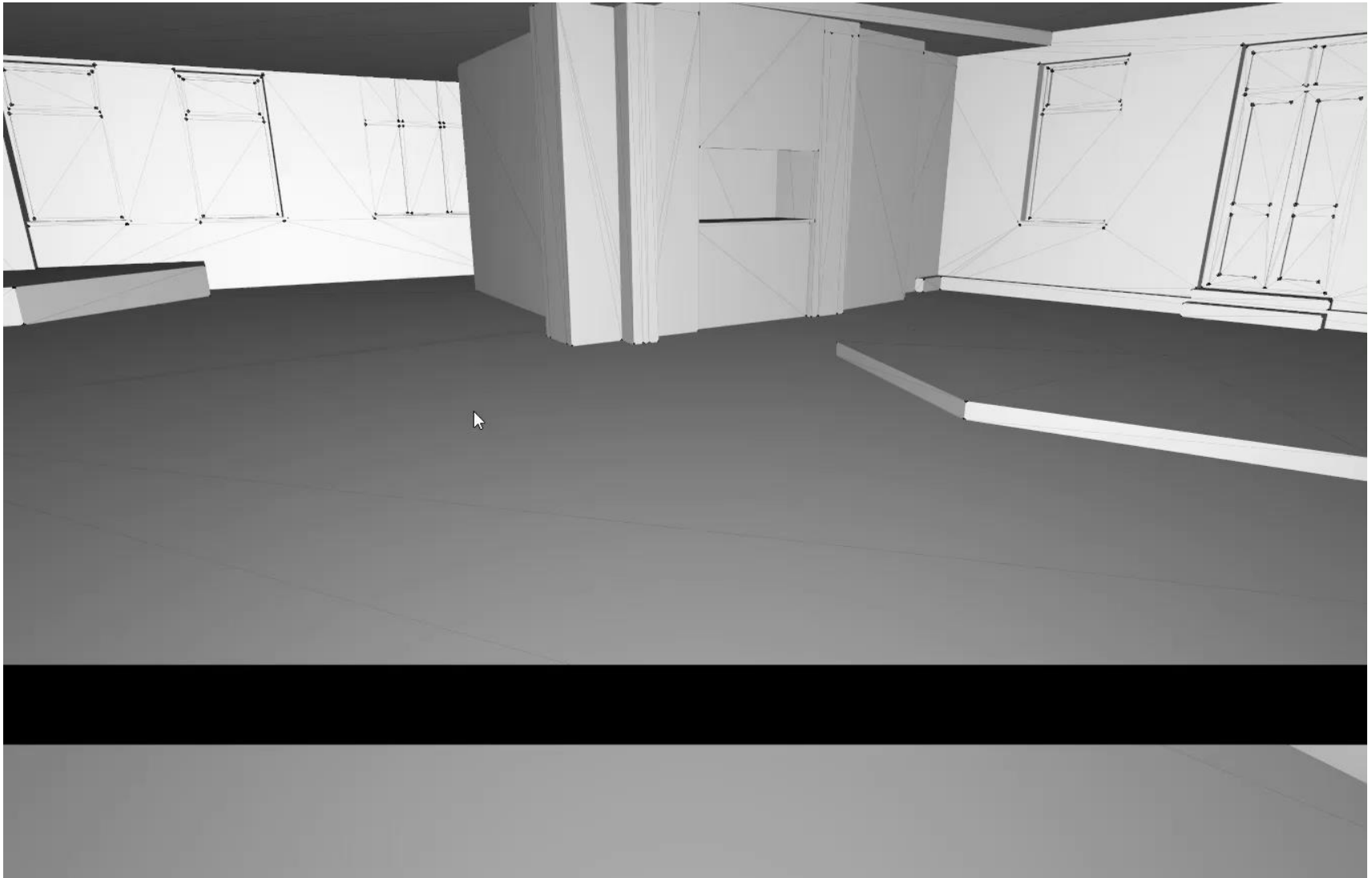
Відтворення «базової рівної» форми в ПЗ Revit

## Методика створення BIM моделі



Моделювання вікна та підвіконня по хмарі точок

## Візуалізація BIM моделі



| Норм. документ № табл. норми | Назва процесів   | Одиниця вимірювання | Категорія складності | Обсяг робіт              |
|------------------------------|--|---------------------|----------------------|--------------------------|
|                              |  |                     |                      | В натуральних показниках |
|                              | 1. Польові роботи  |                     |                      |                          |
| ЗУКР табл. 1.2 п.0119        | Рекогностування  | пункт               | III                  | 15                       |
| ЗУКР табл. 2.23              | Польові роботи з сканування внутрішніх приміщень                       | пункт               | III                  | 57                       |
|                              | 2. Камеральні роботи   |                     |                      |                          |
| ЗУКР табл.3.3 п.11860        | Редагування зібраної цифрової інформації по внутрішній частині споруди | Кв. м               | -                    | 1000                     |

| № п/п | Назва роботи та її характеристика                                      | Одиниця роботи | Категорія складності | №таблиці, пункту ЗУКР | Розцінка грн | Обсяг робіт | Вартість |
|-------|--|----------------|----------------------|-----------------------|--------------|-------------|----------|
| 1     | 2  | 3              | 4                    | 5                     | 6            | 7           | 9        |
| 1     | Польові роботи з сканування вн. частини споруди                        | пункт          | III                  | ЗУКР табл. 2.23       | 462,65       | 57          | 26371.05 |
| 2     | Редагування зібраної цифрової інформації по внутрішній частині споруди | м2             | III                  | ЗУКР табл.3.3 п.11860 | 284.53       | 1000        | 284530   |
| 12    | Паливно мастильні матеріали  | л              | -                    | -                     | 30,70        | 30          | 921      |

Всього по кошторису: 311822.05 грн  
 ПДВ: 20%  
 Разом: 374186.46 грн

В дипломній роботі запропоновано використання методу лазерного сканування при виконанні геодезичних робіт з обмірів внутрішніх приміщень споруди.

Метод лазерного сканування дозволить забезпечити швидкість знімання внутрішніх приміщень споруди та деталізацію особливостей геометрії окремих приміщень.

В зв'язку із складністю створення геодезичної основи, що викликана наявністю великої кількості підсобних приміщень та складної конфігурації самих приміщень, знімання внутрішніх приміщень споруди запропоновано виконувати лише за допомогою лазерного сканера, а створення геодезичної основи виконувати методом прокладання сканерних ходів.

Запропоновано схему попереднього розрахунку точності виконання вимірювань за допомогою лазерного сканера та створення відповідної геодезичної основи.

**Дякую за увагу.**