

Графічні матеріали до комплексної дипломної роботи

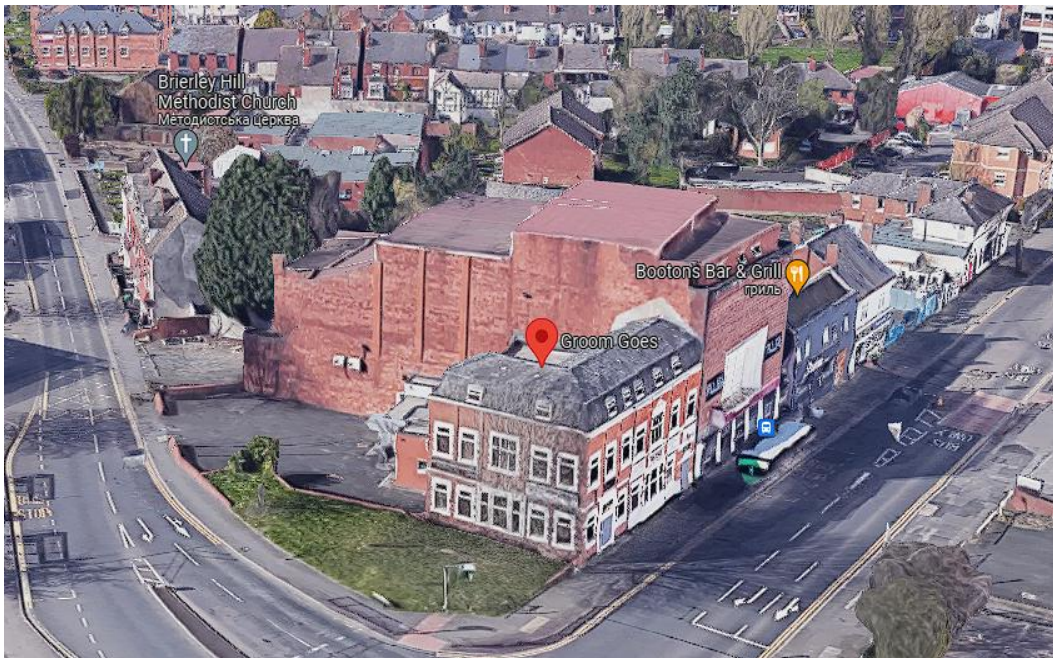
Геодезичні роботи для побудови BIM моделі споруди

Ч1. Геодезичні роботи для виконання обмірів фасадів споруди

					ДИПЛОМНА РОБОТА			
					Геодезичні роботи для побудови ВІМ моделі споруди Ч1. Геодезичні роботи для виконання обмірів фасадів споруди	Літ.	Арк.	Аркушів
Зм.	К-сть	Документ	Підпис	Дата				
Розроб.		Романюк Б.В.						
Консультант								
Керівник		Медведський Ю. В						
Н. контр.					Графічні матеріали	КНУБА, ГІСУТ, каф. ІГ, ГД-42		
Зав. каф.		Дем'яненко Р.А.						

Мета роботи: розробити проект виконання геодезичних робіт для виконання обмірів фасадів будівлі, як складової задачі створення BIM моделі споруди

Об'єктом дипломної роботи обрано історичну споруду в Великобританії за адресою 21 Дадли-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 фасадів споруди

- ДБН А.2.1-1-2014
- ДБН В.1.3-2:2010
- Наказ про затвердження Порядку проведення містобудівного моніторингу На виконання статті 23 Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності"
- [ГОСТ Р 1.0-2012](#)

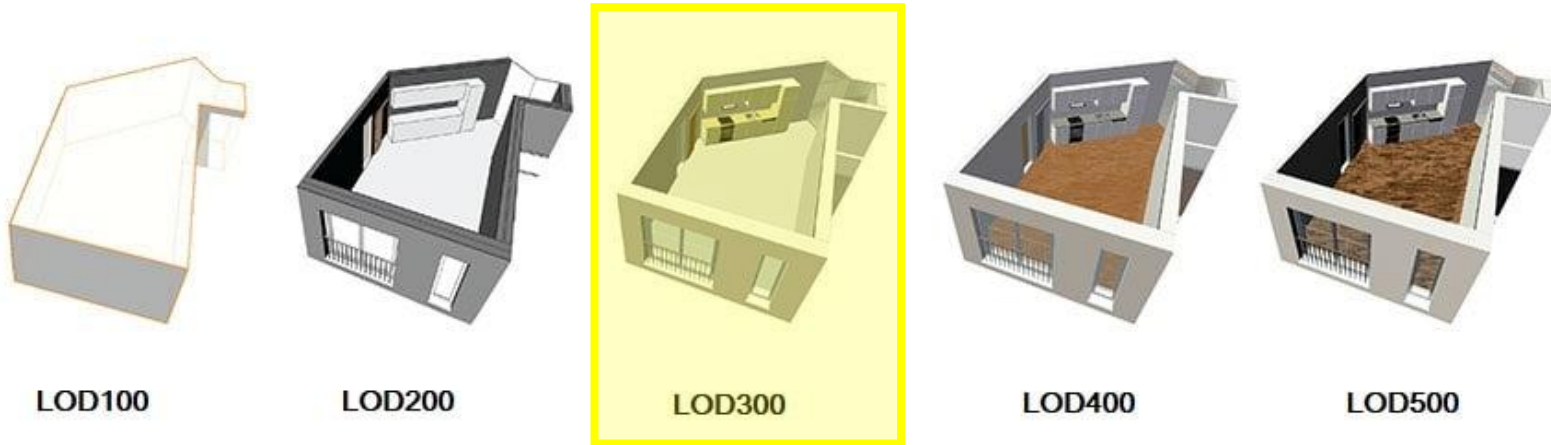
Вимоги до точності обмірних креслень

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

Крок сканування (відстань між точками) не повинен перевищувати **50 мм.** (згідно ДБН А.2.1-1-2014)

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		• необхідність великої кількості станцій • точність вимірювань сильно залежить від відстані
переваги + постійність точності вимірювань + висока точність окремого виміру		+ висока деталізація + висока точність окремого виміру + автоматизація обробки + висока наочність + висока точність хмари точок і низький «шум»

Етапи виконання проектних робіт

Рекогносціювання на місцевості

Розрахунок максимальної відстані сканування

Розрахунок точності та вибір приладу

Визначення місць станцій знімання

Проектування планово-висотного обґрунтування

Розташування вихідних базисів

Розташування плоских марок

Схема вимірювань на станціях

Визначення місць розташування сфер для зшивки сканів

Етапи польових робіт

Фіксація вихідних базисів

GNSS спостереження на базисах

Координування плоских марок

Розташування сфер

Сканування на станціях

Етапи камеральних робіт

Опрацювання планово-висотного обґрунтування

Розрахунок координат плоских марок

Зшивка та орієнтування сканів

по сферам

по плоским маркам

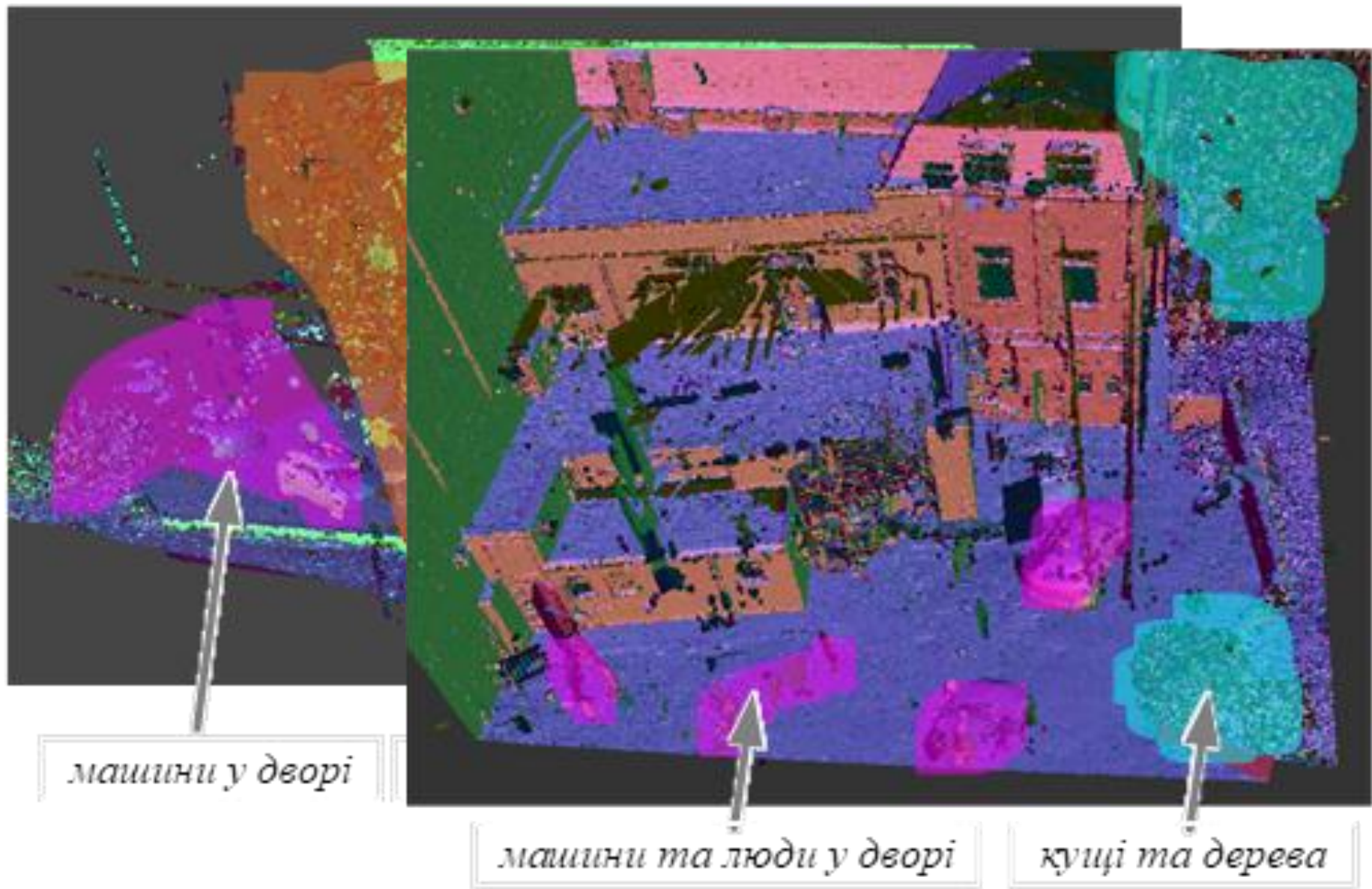
Фільтрація хмари точок

Об'єднання з хмарою точок внутрішніх приміщень

Створення 3Д об'єктів

Контроль якості

Рекогносціювання на місцевості



Розрахунок точності

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

граничне допустиме відхилення δ (від проекту) для зовнішніх елементів споруди складає **20 мм**

$$m_{\text{доп}} = \frac{20\text{мм}}{3} = 6,7\text{мм}$$

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

$$m_d^{\text{доп}} = \frac{m_{\text{доп}}}{\sqrt{2}} = \frac{6,7}{\sqrt{2}} = 4,7 \text{ мм}$$

$$m_{\alpha}^{\text{доп}} = \frac{m_d^{\text{доп}} \cdot \rho}{L} = \frac{4,7 \text{ мм} \cdot 206265}{19100} = 50''$$

При розрахованій максимальній відстані сканування L

$$S = (H - h) \cdot \tan 45 = (15 - 1,5) \cdot \tan 45 = 13,5 \text{ м}$$

$$L = \sqrt{13,5^2 + (15 - 1,5)^2} = 19,1 \text{ м}$$

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
Кутова 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"

Схема розташування станцій знімання



Близькі
для деталізації

Дальні
для верхньої
частини споруди

⊕ станція TLS

— контур споруди

Зв'язок з ДГМ

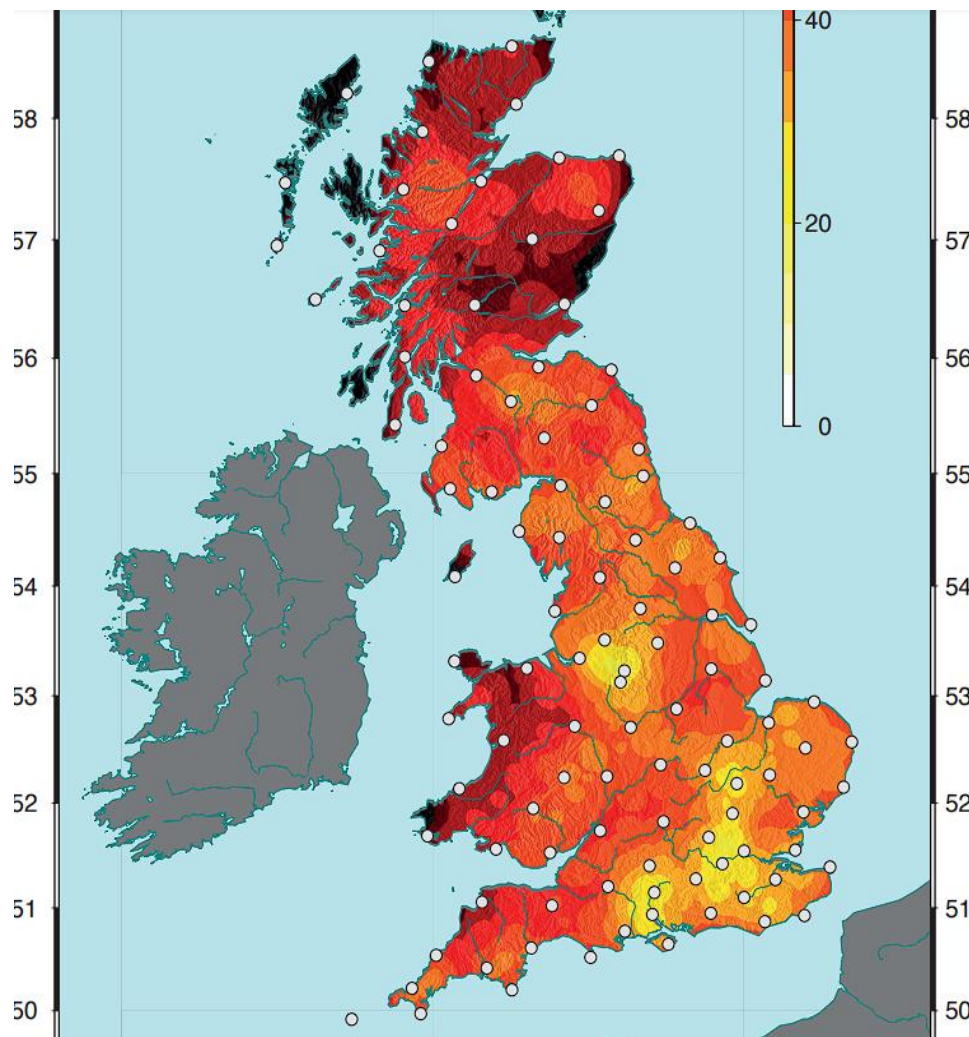
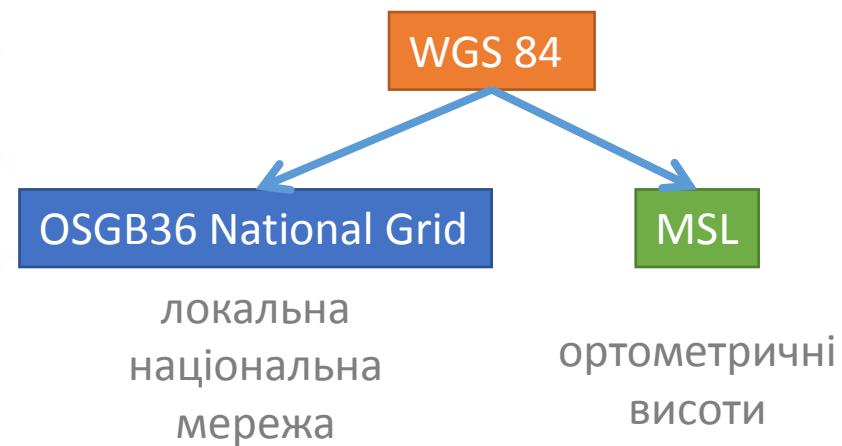


Схема покриття ДГМ OS Net

- 115 постійно діючих GNSS приймачів
- усі станції OS Net записують двочастотні дані GNSS 24 години на добу
- більшість точок знаходяться в межах 75 км принаймні від однієї станції OS Net



похибка визначення висоти в межах 8 мм

Схема розташування вихідних базисів

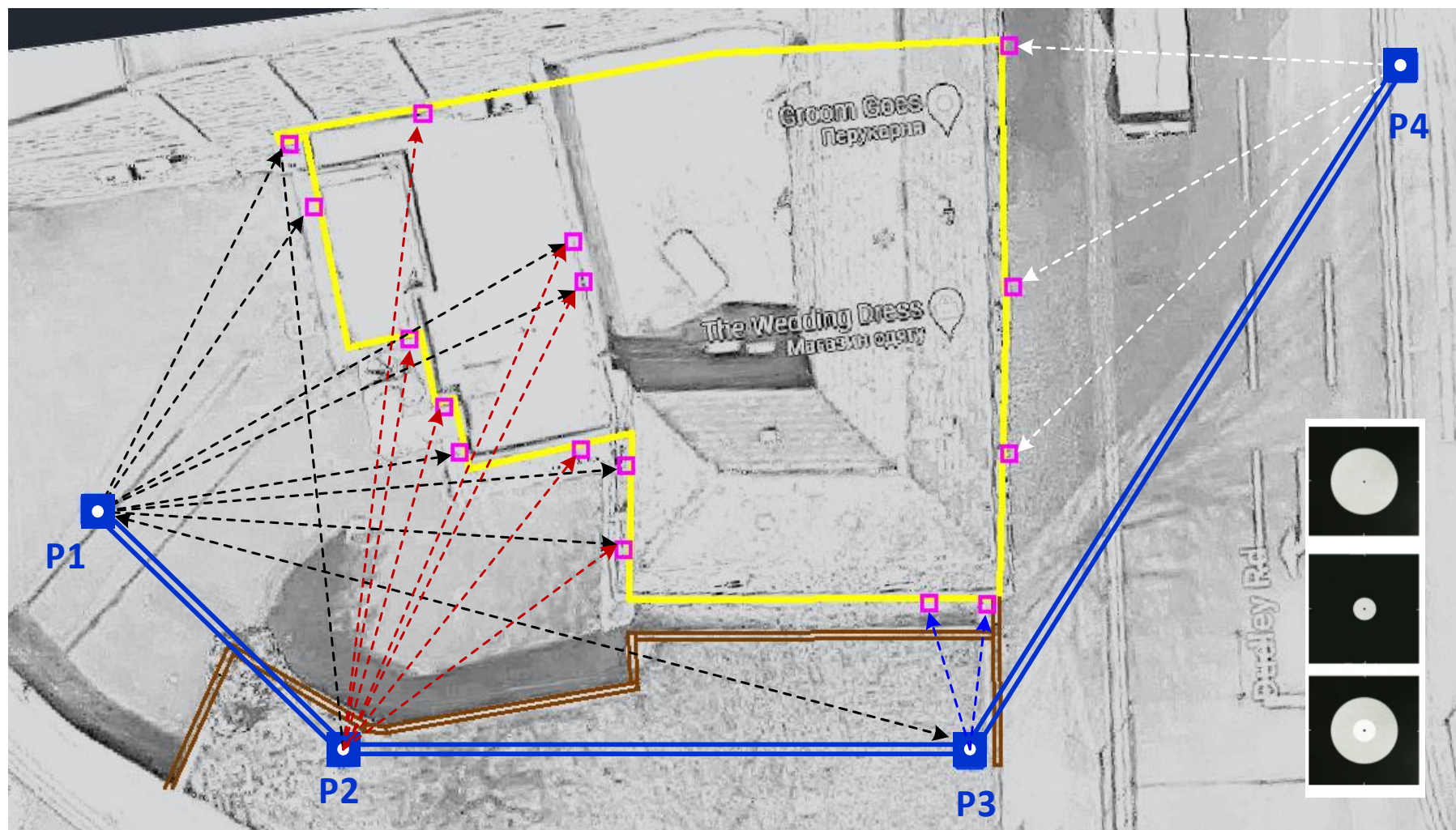


Вимірювання на станціях проводили GNSS приладом, що забезпечує СКП визначення планових координат 1 - 2 см, висотних - 2 см.

RTK методом

■ пункти ПВО
 — контур споруди

Схема розташування плоских марок та визначення їх координат

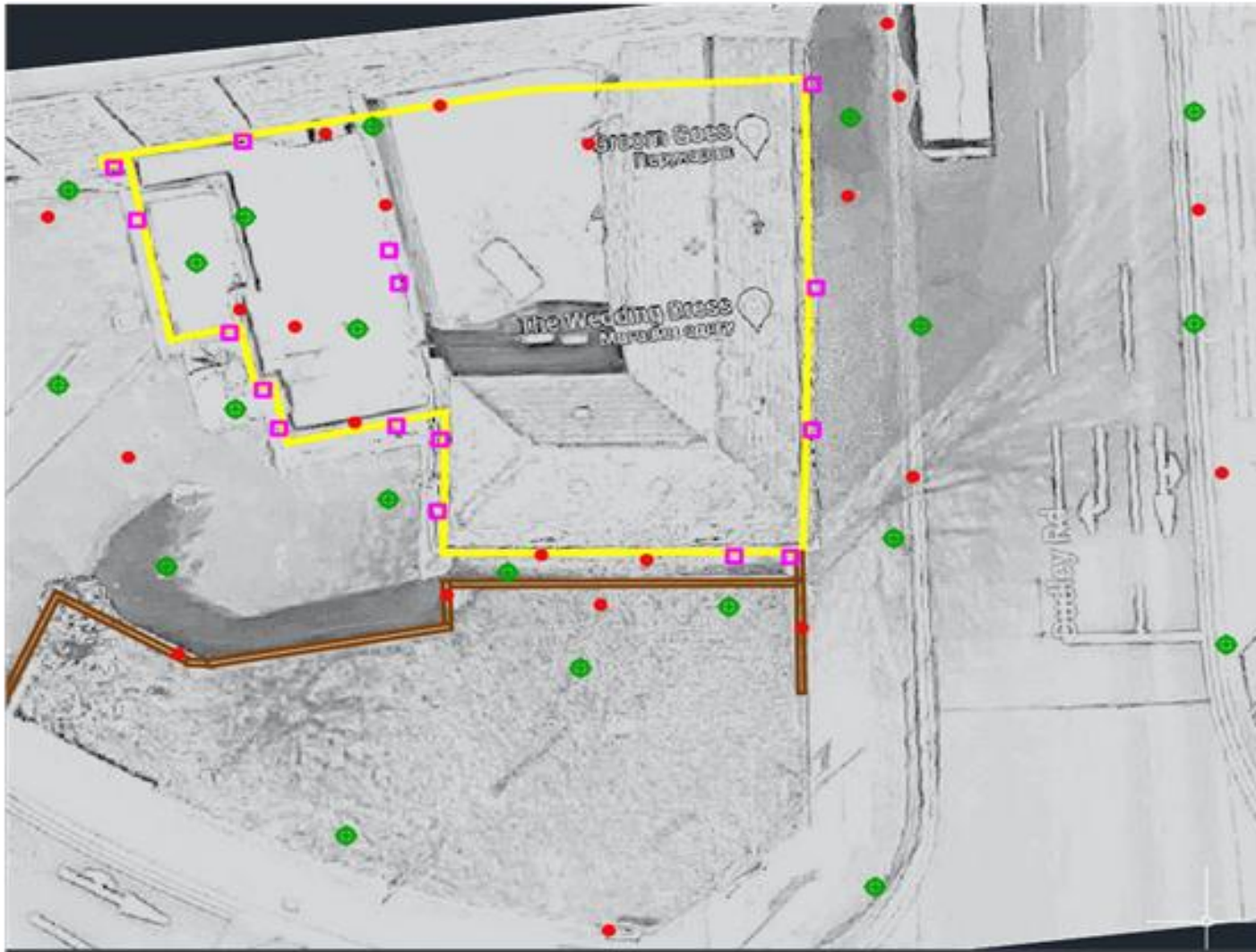


Вимірювання кутів та відстаней тахеометром

$$m_s \leq 5\text{мм}$$

$$m_\beta \leq 30''$$

Схема розташування об'ємних марок, станцій сканування та плоских марок



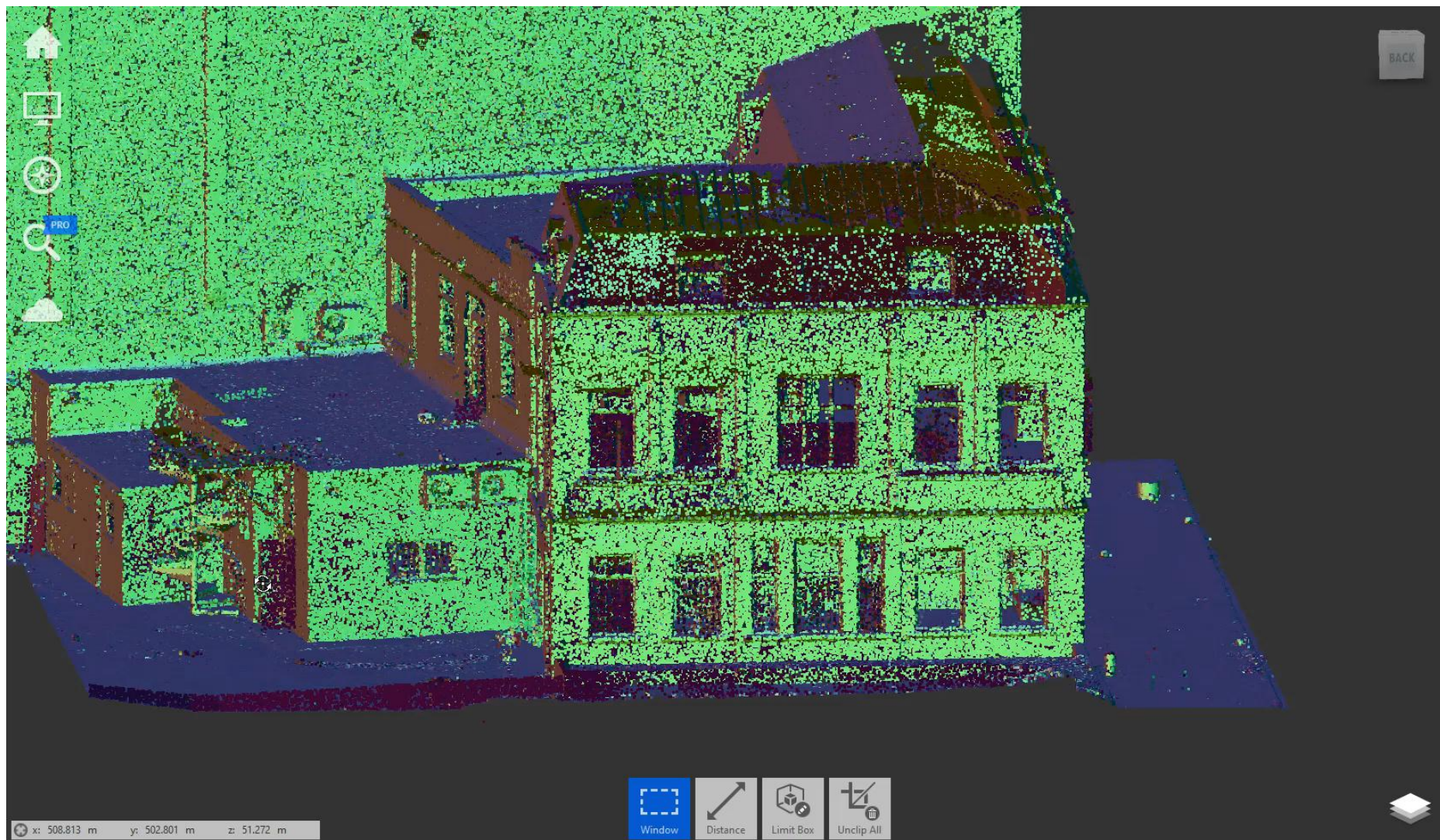
об'ємна марка
(сфера)

забезпечити
видимість з
максимальної
кількості станцій

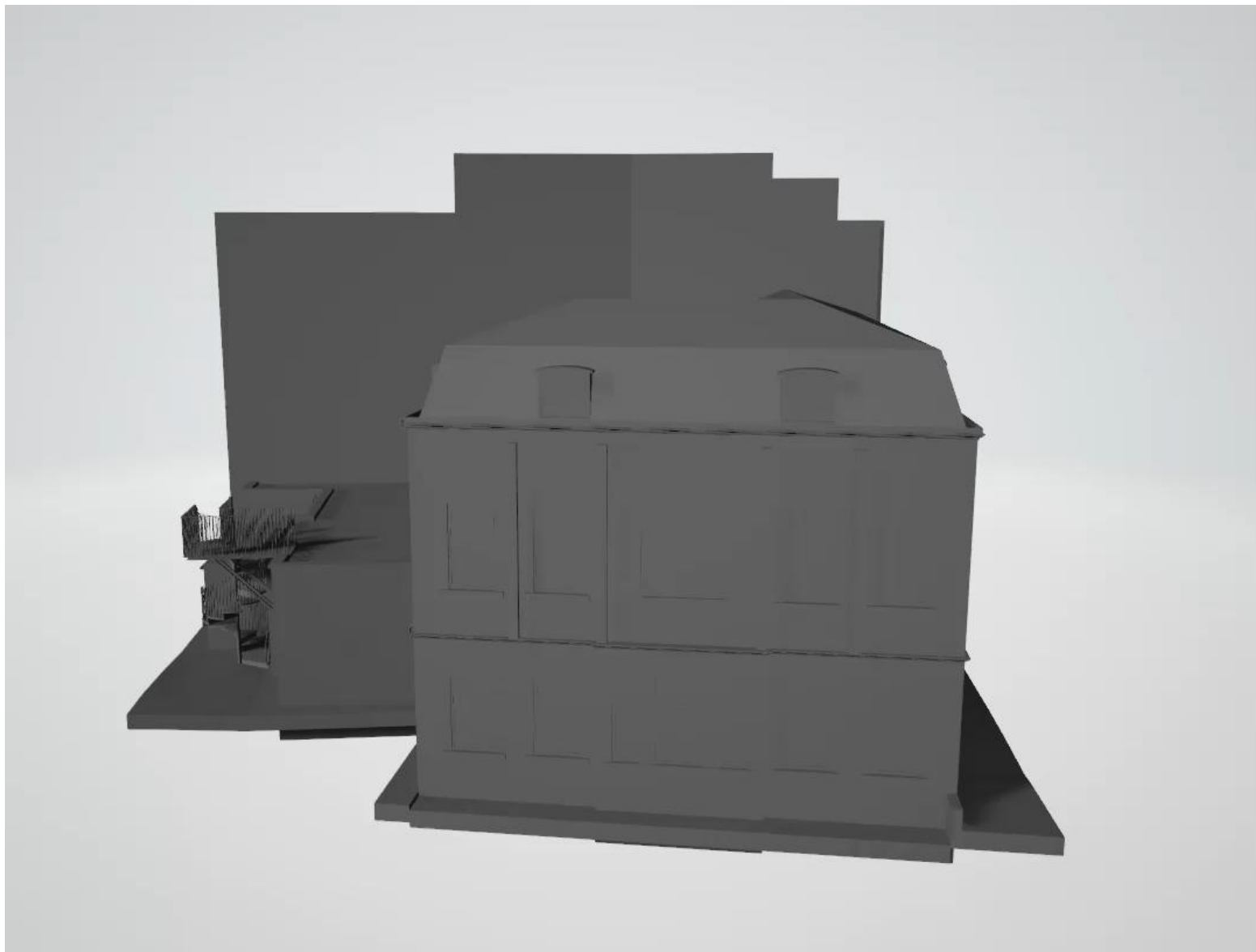
закрити можливі
пробіли в
зв'язках між TLS

⊕ станція TLS □ плоска марка ● сфера — контур споруди

Приклад хмари точок



Фасад



Норм. докумен т № табл. норми	Назва процесів	Одиниц я вимірю вання	Катего рія складн ості	Обсяг робіт
				В натурал ьних показни ках
	1. Польові роботи			
ЗУКР табл. 1.2 п.0119	Рекогностування	пункт	III	15
ЗУКР табл. 1.10 п.01113	Виготовлення центрів полігонометрії 2 розряду	центр	-	4
ЗУКР табл. 1.13 п.01131	Закладання центрів на пунктах полігонометрії 2 розряду	центр	III	4
ЗУКР табл.1.19 п.01167 п.01177	Вимірювання кутів і ліній на пунктах полігонометрії 2 розряду	пункт	III	24
ЗУКР табл. 2.23	Польові роботи з сканування фасадів	пункт	III	20

Норм. доку мент № табл. норм и	Назва процесів	Одини ця вимір юванн я	Катего рія склад ності	Обсяг робіт
				В натура льних показн иках
	2. Камеральні роботи			
ЗУКР табл 5.1 п.615 85 п.615 86	Попередні опрацювання матеріалів полігонометрії 2 розряду	пункт	-	24
ЗУКР п.061 593	Врівноваження координат пунктів 2 розряду на ПК	пункт	-	24
ЗУКР таб.3. 3 п.118 60	Редагування зібраної цифрової інформації по фасаді	Кв. м	-	760

№ п/п	Назва роботи та її характеристика	Одиниця роботи	Категорія складності	Нетаблиці, пункту ЗУКР	Розцінка грн	Обсяг робіт	Вартість
1	2	3	4	5	6	7	9
1	Виготовлення центрів полігонометрії 2 розр.	Центр	III	ЗУКР табл 1.10 п.01131	81.47	4	325.88
2	Закладка центрів	центр	III	ЗУКР табл 1.13 п.01131	161.2	4	644.8
3	Рекогностування пунктів 2 розряду.	пункт	III	ЗУКР табл 1.2 п.0115	32.99	15	494.85
4	Вимірювання кутів і ліній на пунктах полігонометрії 2 розряду	пункт	III	ЗУКР табл 1.19 п.01167	117.92	26	3065.92
5	Маркування планово-висотних розпізнавальних знаків	знак	III	ЗУКР табл.2.8 п.02446	44.11	16	705.76
6	Попередні опрацювання матеріалів полігонометрії 2 розряду	пункт	III	ЗУКР табл.5.1 п.061586	33.69	26	875.94
7	Урівноваження координат пунктів 2 розряду	пункт	-	ЗУКР табл 5.6 п.061593	10.31	26	268.06
8	Польові роботи з сканування фасаду	пункт	III	ЗУКР табл. 2.23	462,65	20	9253
10	Редагування зібраної цифрової інформації по фасаду	м2	III	ЗУКР табл.3.3 п.11860	284.53	760	216242.8
12	Паливно мастильні матеріали	л	-	-	30,70	30	921

Всього по кошторису: 232472,13 грн

ПДВ: 20%

Разом: 278966,56 грн

В дипломній роботі запропоновано використання комбінованого методу лазерного сканування та тахеометричного знімання при виконанні геодезичних робіт з обмірів фасадів споруди.

Зв'язок з місцевою системою координат забезпечено за допомогою координування вихідних базисів GNSS методами в режимі RTK.

Лінійно-кутові спостереження із станцій вихідних базисів між собою та на плоскі марки надають змогу прив'язати окремі станції сканування в єдину систему координат з точністю в межах допуску для споруди.

Метод лазерного сканування дозволить забезпечити швидкість знімання фасадів споруди та високу деталізацію архітектурних елементів.

Перспективність використання сканування в області інженерної геодезії полягає в можливості виконання періодичних зніманих, які дозволяють відобразити на BIM моделі зміни, що відбулися з спорудою за певний проміжок часу.

Дякую за увагу.