

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА  
на тему  
«Геодезичні роботи при побудові BIM моделі споруди»

					Дипломний проект			
Зм	Кільк	№ докум.	Підпис	Дата	Геодезичні роботи про побудові BIM моделі споруди	Лист		Масштаб
Виконав		Гаврилов Є.В.						
Керівник		Адаменко О.В.						
						Арк.		Аркушів
						1		1
					Графічні матеріали	КНУБА, ГІСУТ Кафедра інженерної геодезії ГД-20		
Зав. кафедри		Дем'яненко Р.А						

# ЗАДАЧІ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

1. Визначення об'єкту вимірювань

2. Визначення методів виконання обмірних робіт

3. Визначення вимог до точності вимірювань та побудови моделі споруди

4. Визначення характеристик різних видів моделей

5. Визначення необхідної точності виконання геодезичних вимірювань

6. Створення опорної геодезичної мережі

7. Оцінка точності вимірювань

8. Визначення методики виконання вимірювань фасадів споруди

9. Оброблення результатів вимірювань та створення «хмари точок»

10. Створення 3D-моделі споруди

# ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ



Об'єктом роботи є комплекс «Дача з мезоніном», що розташований у м. Києві.  
Є одною з пам'яток дачної архітектури.

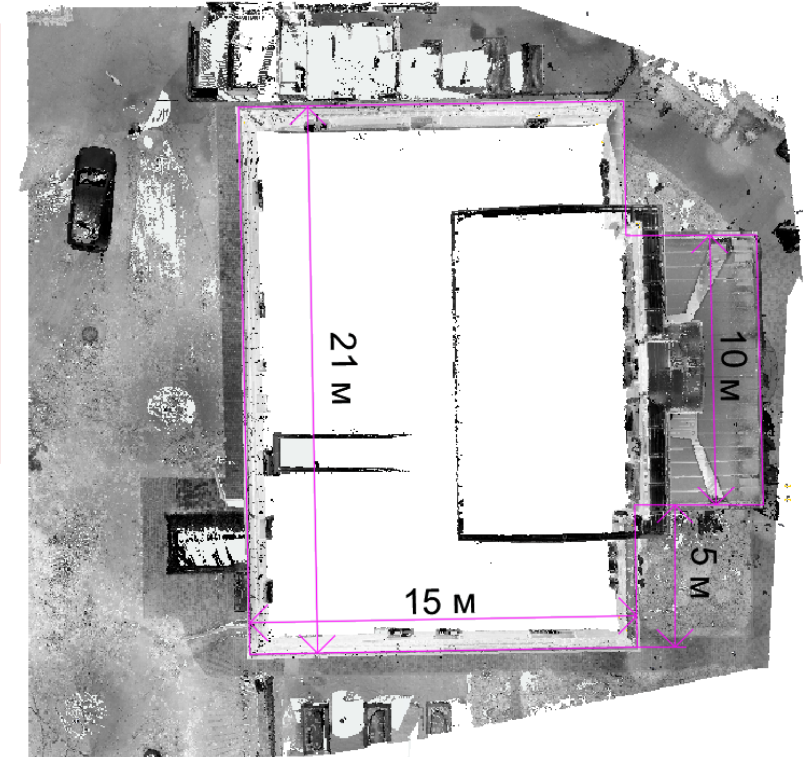
Собою являє одно- та двоповерховий, прямокутний у плані будинок, що має плоскі дерев'яні перекриття та критий залізом двосхилий вальмовий дах. Перший поверх будинку цегляний, другий дерев'яний, обкладений цеглою.

Об'єкт вимірювань характеризується наступними особливостями:

- Низька поверховість споруди;
- Невелика площа будівлі;
- Рівнинність рельєфу;
- Щільна рослинність;
- Обмеженість території.

- Всі елементи споруди знаходяться на оптимальній відстані від приладу і відсутні гострі кути наведення на поверхню;
- Невелика кількість станцій;
- Забезпечена видимість, можливість поставити прилад в довільних місцях. Відсутність різких перепадів по висоті;

- Необхідність підбирати положення деяких станцій, та більшу їх кількість;
- Забезпечена відсутність перешкод у вигляді різних рухомих об'єктів.



# МЕТОДИ ВИКОНАННЯ ОБМІРНИХ РОБІТ

Тахеометричний

Фотограмметричний

Лазерне сканування

Точність:	Постійно висока	Низька	Висока
Швидкість роботи:	Повільно	Дуже швидко	Швидко
Деталізація:	Низька	Висока	Висока

## ВИМОГИ ДО ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ТА ПОБУДОВИ МОДЕЛІ СПОРУДИ

Згідно ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва пункту 5.3.10.5 Методом лазерного сканування виконується зйомка елементів будівель та споруд - фасадів, внутрішніх приміщень, автошляхів тощо. Гранична похибка визначення координат та висот точок не повинна перевищувати 6 мм на відстань в 50 м. Крок сканування (відстань між точками) не повинен перевищувати 50 мм.

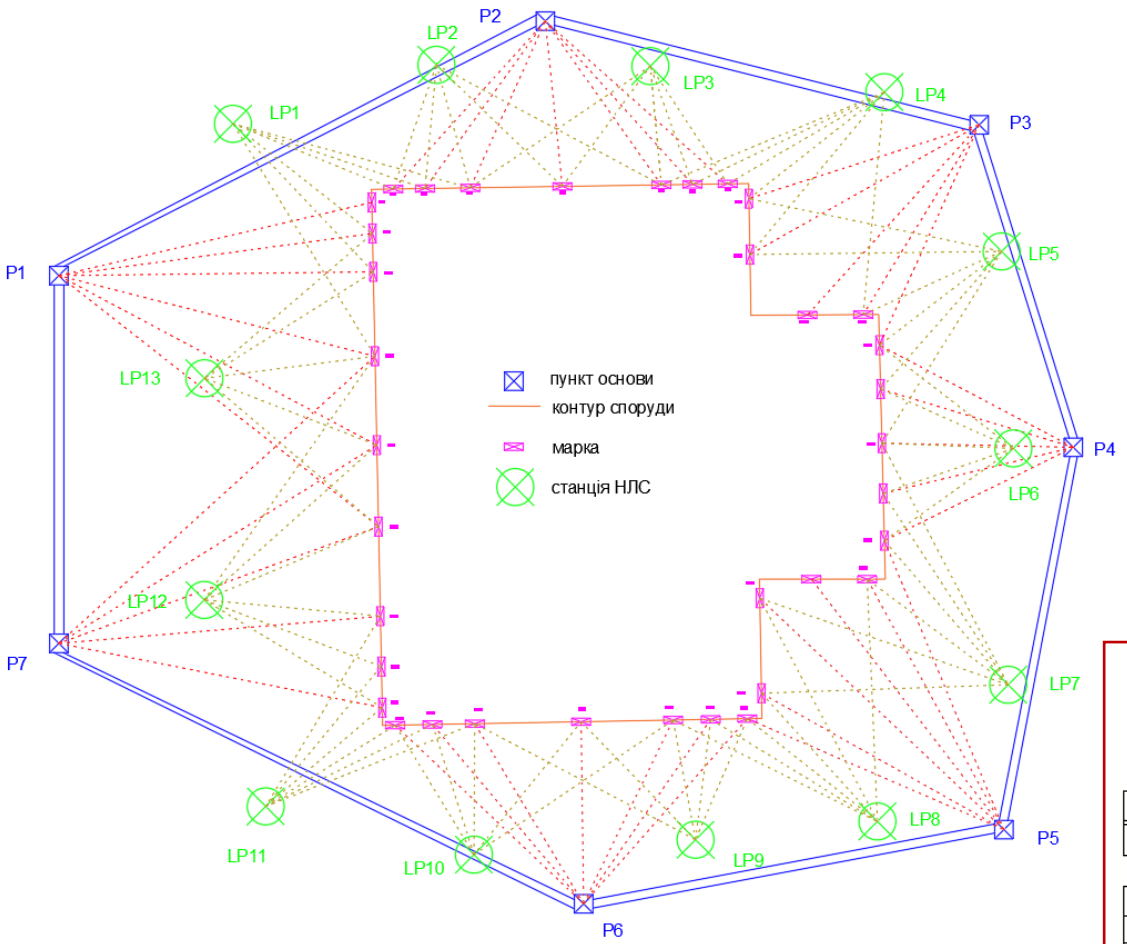
Точності побудови моделі споруди корелюється з таким поняття як LOD (Level of Detail – рівень деталізації), воно описує складність представлення 3D-моделі. В нашому випадку - це LOD 300

# СТВОРЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ТОЧНОСТІ ПЛАНОВО-ВИСОТНОЇ ОПОРНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОНАННЯ ОБМІРНИХ РОБІТ

За принципом мізерного впливу, середня квадратична похибка створення опорної геодезичної мережі має бути у три рази нижчою за середню квадратичну похибку виконання геодезичних робіт. Це означає, що положення станцій одна від одної маємо визначати з точністю **2 мм**.

Складові мережі:

1. Побудова опорної геодезичної мережі за допомогою тахеометра.
2. Координування опорних цілей – марок з пунктів опорної мережі за допомогою тахеометра.
3. Визначення координат станцій НЛС від опорних точок, закріплених на споруді.



Загальна схема виконання геодезичних вимірювань

**Загальна похибка виконання геодезичних робіт**

$$m_3 = \sqrt{m_P + m_M + m_{LP}}$$

При  $m_P = 1,6 \text{ мм}$ ,  $m_M = 1 \text{ мм}$ ,  $m_{LP} = 2,2 \text{ мм} \Rightarrow m_3 = \mathbf{2,9 \text{ мм}}$

Оцінка точності положення пунктів мережі за допомогою тахеометром

M min	Пункт	M max	Пункт	M середня
0,0008	P7	0,0016	P4	0,0012

Пункт	M	Mx	My	a	b	α
1	2	3	4	5	6	7
P2	0,0009	0,0005	0,0008	0,0008	0,0005	113°08'45,7"
P3	0,0015	0,0012	0,0009	0,0014	0,0003	143°32'00,1"
P4	0,0016	0,0015	0,0005	0,0016	0,0003	164°13'34,5"
P5	0,0014	0,0014	0,0000	0,0014	0,0000	0°00'00,0"
P6	0,0012	0,0010	0,0007	0,0011	0,0006	24°50'55,9"
P7	0,0008	0,0006	0,0005	0,0006	0,0005	173°29'57,2"

Оцінка точності координування марки полярним способом

$$m_M = \sqrt{m_S + \frac{m_\beta}{\rho} * S}$$

При  $S = 17 \text{ м}$ ,  $m_\beta = 1 \text{ мм}$ ,  $m_S = 2''$   
 $\Rightarrow m_M = \mathbf{1 \text{ мм}}$

Оцінка точності визначення місця стояння НЛС

$$m_M = \sqrt{m_S + \frac{m_\beta}{\rho} * S}$$

При  $S = 12 \text{ м}$ ,  $m_\beta = 2 \text{ мм}$ ,  $m_S = 15''$   
 $\Rightarrow m_M = \mathbf{2,2 \text{ мм}}$

# ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ ФАСАДІВ СПОРУДИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЛС ТА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ

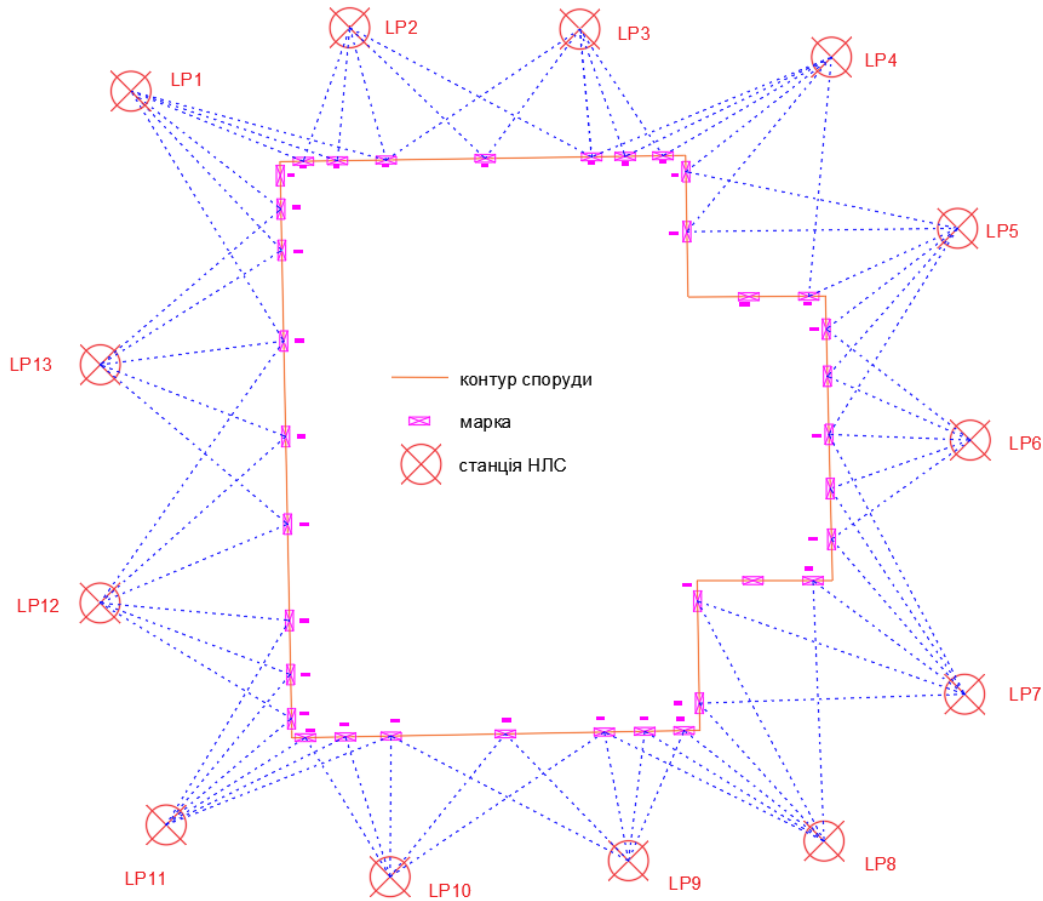


Схема розміщення станцій НЛС та опорних цілей у вигляді марок

## Параметри виконання вимірювань:

1. 13 станцій сканування навколо об'єкту.
2. Найбільша відстань від НЛС до опорної точки - 12 м.
3. Перекриття більше 30 відсотків поверхні об'єкту між сусідніми сканами.

Обробка результатів вимірювань та створення «хмари точок» об'єкту відбувалася в ПЗ SCENE.

## Етапи оброблення:

1. Передоброблення.
2. Реєстрація сканів.
3. Редукування вимірювань.
4. Формування хмари точок.

Maximum Point Error	3.6 mm	Mean Point Error	3.1 mm
Minimum Overlap	55.5 %		
Settings			
Method	Cloud to Cloud		
Subsampling	50 mm		
Sensors	Inclinometer	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Compass	<input checked="" type="checkbox"/>	
Color Coding	Point Error	< 8 mm	> 20 mm
	Overlap	> 25 %	< 10 %

## Звіт про реєстрацію сканів

- мінімальне перекриття майже 60%;
- максимальне відхилення менше 4 мм;
- середнє – 3 мм.



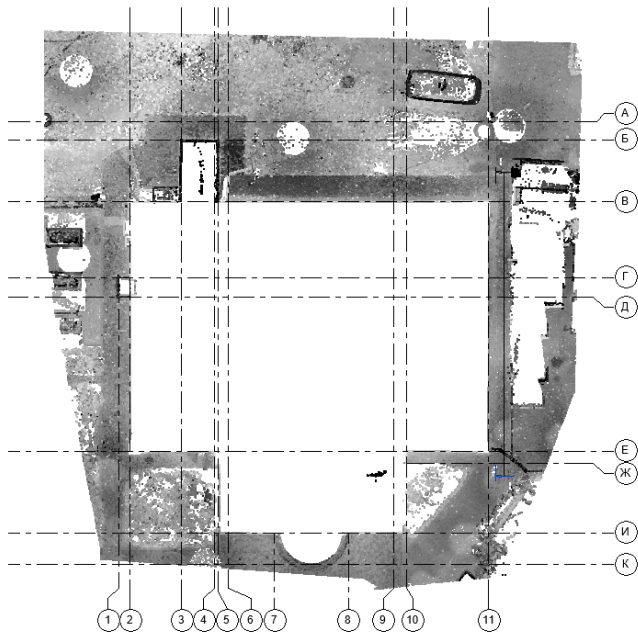
Створена «хмара точок» об'єкту вимірювань

# СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ СПОРУДИ В AUTODESK REVIT

Найпершим кроком в моделюванні споруди є відтворення осей та рівнів об'єкту вимірювань.



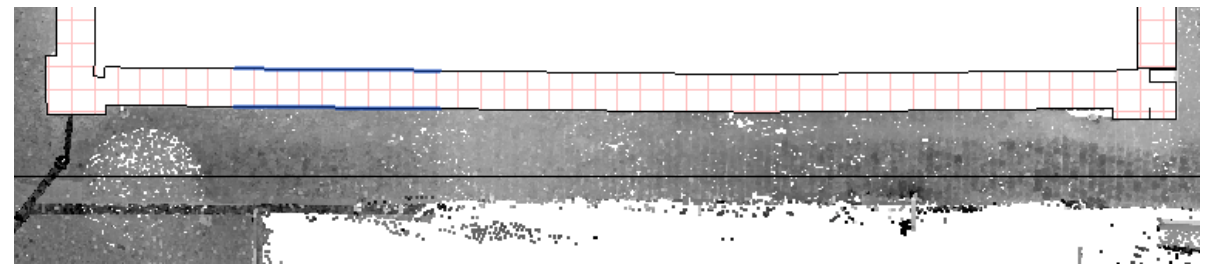
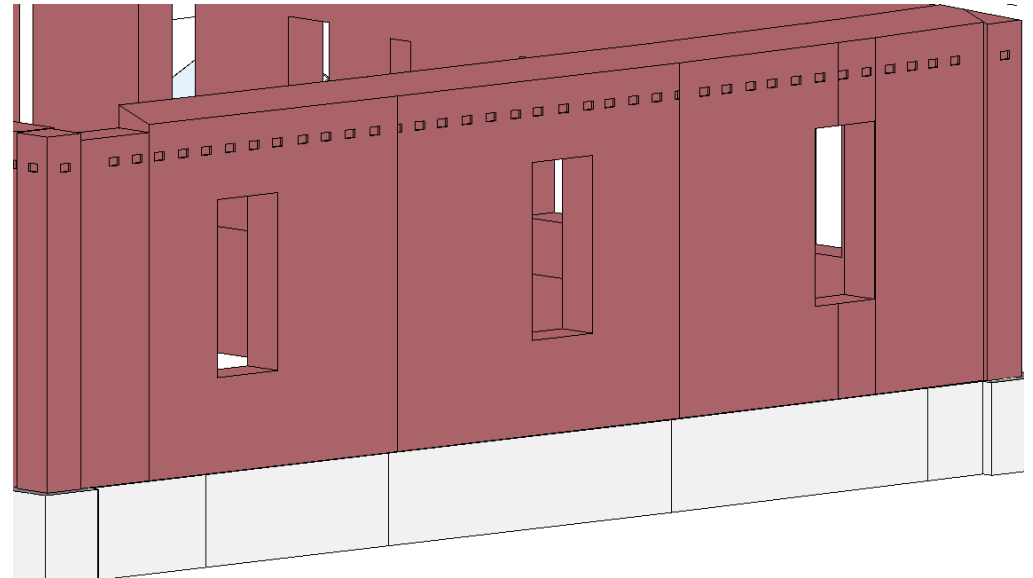
Налаштовані рівні споруди



Відтворені осі споруди

Наступним етапом було створення несучих елементів споруди(стін, перекриттів).

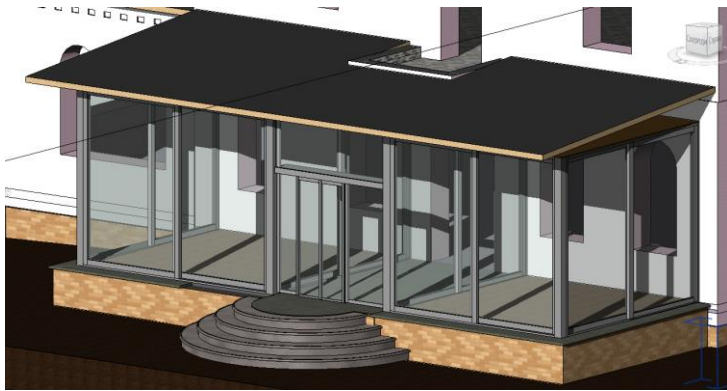
Загалом, найбільшим нюансом, особливістю роботи із хмарою точок по готовому об'єкту є нерівність площин, поверхонь, ліній тощо. Наприклад, в цьому об'єкті стіни є кривими і це унеможливає побудову одним елементом. В даному випадку стіни є складовим із кількох об'єктів, кожен з яких, із заздалегідь, вибраною точністю відтворює положення частини стіни на місцевості. Побудова в такому разі відбувається з вимкненою прив'язкою.



Відображення побудови стін з декількох елементів

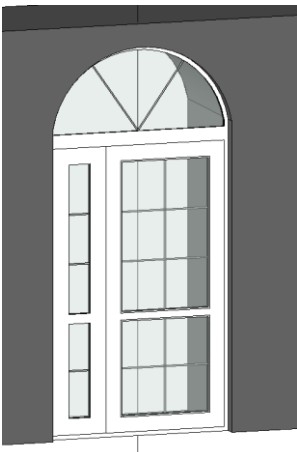
# СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ СПОРУДИ В AUTODESK REVIT

Також створювалися сімейства для побудови будівельних конструкцій.



Тераса з вітражами

Під кожен вітраж було створено свій тип. Також в категорії сімейства «Метрична система, профіль-Імпост» в сімействі «Імпости вітража» було створено різні види прямокутних імпостів з різного матеріалу та різних розмірів.

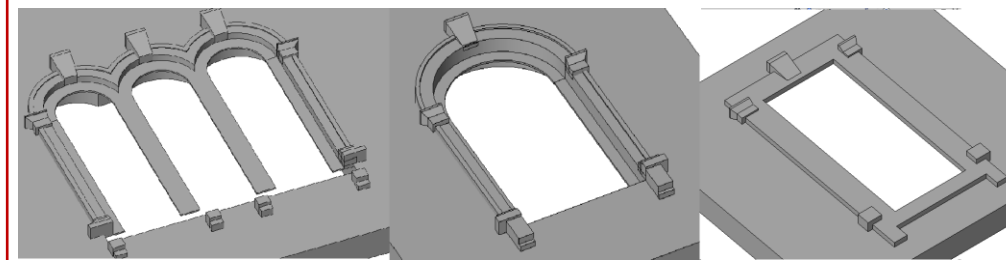


Центральні двері

Моделі дверей створювалися на основі категорії сімейства «Метрична система, двері». Скло в центральних дверях як елемент вичавлювання, інші складові – форма «Зсув».

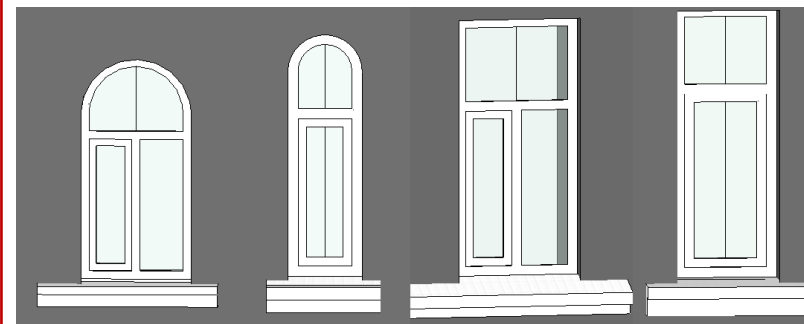


Моделювання різьбового балкону відбувалося в категорії «Метрична система, антураж». В даному випадку використовувався елемент обертання.



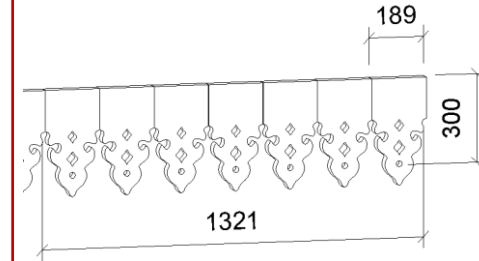
Сандрики різних типів

В сімействі «Узагальнені моделі» створено сандрики різних типів за допомогою елементів вичавлювання та зсуву.

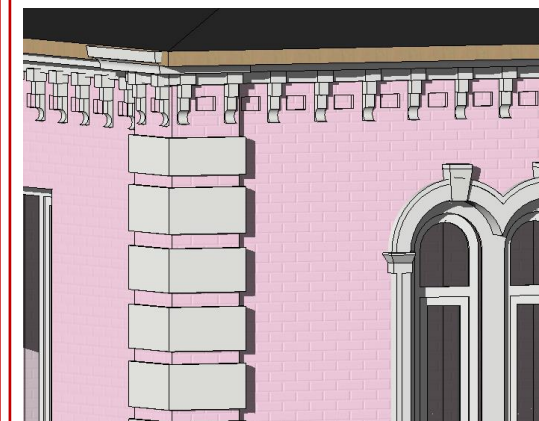


Вікна створювалися за категорією сімейства «Метрична система, вікно». Було зроблено декілька окремих сімейств з типами вікон: одинарні та подвійні вікна-фрамуги і аркові вікна-фрамуги, потрійне вікно.

Останнім етапом було додавання різних архітектурних елементів на фасади споруди.

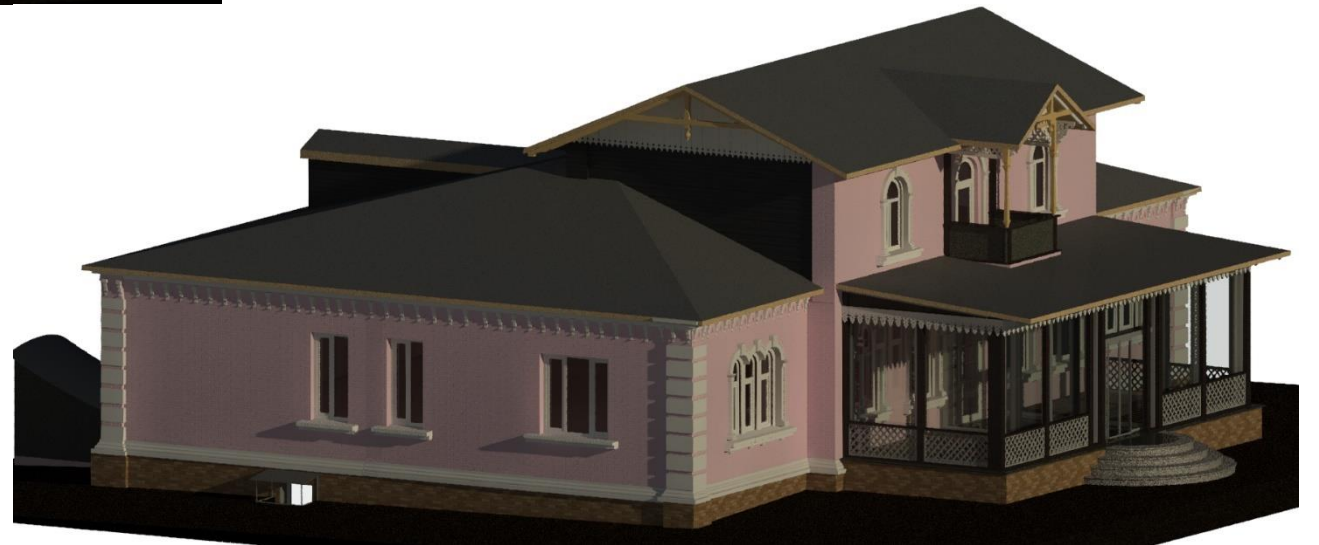


Декоративні елементи створювалися як одиночні сімейства, або як сімейства, що складаються з масиву різьблених деталей, що повторюються



Ці елементи було змодельовано як сімейства категорії «Типова модель на основі грані» з наступним накладенням на плоскі грані стіни

СТВОРЕНА 3D-МОДЕЛЬ СПОРУДИ В AUTODESK REVIT



# Кошторис

Всього польові роботи + транспорт та організація і ліквідація + метрологія:			
- інженерно-геодезичні роботи	п.п.2+3+4+5+6	$(37,49 + 5,14 + 4,53 + 601,67 + 601,67) + 69,56$	1320,06
	k=1.32 Коефіцієнт до підсумку кошторисної вартості вишукувань, визначеної за цінами відповідних глав і таблиць Збірника цін	$((37,49 + 5,14 + 4,53 + 601,67 + 601,67) + 69,56) * 1,32$	1742,48
	i=39.66 Додаток 7 до Настанови, табл.3, п.4 (інженерно-геодезичні роботи)	$(1742,48+199,11) * 39,66$	77003,46
Всього камеральні роботи + метрологія:			
- інженерно-геодезичні роботи	п.п.8+9+10+11	$(121,00 + 181,50 + 0,94 + 1,04)+15,22$	319,70
	k=1.32 Коефіцієнт до підсумку кошторисної вартості вишукувань, визначеної за цінами відповідних глав і таблиць Збірника цін	$((121,00 + 181,50 + 0,94 + 1,04)+15,22) * 1,32$	422,00
	i=39.66 Додаток 7 до Настанови, табл.3, п.4 (інженерно-геодезичні роботи)	$422,0 * 39,66$	16736,52
Разом, грн.			93739,98
Разом по кошторису, грн.			93739,98
ПДВ ( 20,00%)			18748,00
Всього, грн.			112487,98

Всього за кошторисом



*Дев'яносто три тисячі сімсот тридцять дев'ять гривень 98 копійок*

ПДВ 20,00% - *Вісімнадцять тисяч сімсот сорок вісім гривень 00 копійок*

*Всього Сто дванадцять тисяч чотириста вісімдесят сім гривень 98 копійок*

**№10**

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**